جامعة حلب
كلية العلوم
قسم الرياضيات - معلوماتية

نظام تفاعلي ذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية

رسالة أُعدت لنيل درجة الدكتوراه في الرياضيات-المعلوماتية

إعداد

مصون نبهان حمصي جبريني

1431 هجرية

2010 ميلادية

جامعة حلب
كلية العلوم
قسم الرياضيات - معلوماتية

نظام تفاعلي ذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية

بإشراف

د. رانيا لطفي
كلية الهندسة المعلوماتية
جامعة البعث

أ.د.غياث بركات
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
جامعة حلب

بالتعاون

روزا ماريا كاررو سالاس
المدرسة البولوتيكنية للمعلوماتية
جامعة مدريد المستقلة - إسبانيا

أ.د. نجيب عبد الواحد
كلية الهندسة الميكانيكية
جامعة حلب

1431 هجرية
2010 ميلادية

الجمهورية العربية السورية
جامعة حلب

قُدمت هذه الرسالة

استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الدكتوراه في الرياضيات- معلوماتية
من كلية العلوم – جامعة حلب

المرشحة
مصون نبهان حمصي جبريني

This thesis has been submitted in fulfillment of the requirement for Doctor of Philosophy degree in Computer Science at the Faculty of Science, University of Aleppo.

Candidate
Masun Nabhan Homsi Jubrini

الجمهورية العربية السورية

جامعة حلب

تصريح

أصرح بأن هذا البحث "**نظام تفاعلي ذكي من أجل التَّعليم على الــشبكة العنكبوتيــة**" لــم يسبق أن قُبل للحصول على أية شهادة ولا هو مقدَّم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المرشحة

مصون نبهان حمصي جبريني

DECLARATION

It is hereby, I declare that this work "*Intelligent Web-Based Interactive System for Education*" has not been already accepted for any degree, nor is it being submitted at present for any other degree.

Candidate

Masun Nabhan Homsi Jubrini

الجمهورية العربية السورية
جامعة حلب

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي، قامت بـــه المرشـــحة طالبة الدراسات العليا مصون *نبهان* حمصي جبريني من قسم الرياضـــيات – معلوماتيـــة كلية العلوم في جامعة حلب، تحت إشراف الأستاذ الدكتور غياث بركات والدكتورة رانيـــا لطفي في كلية الهندسة المعلوماتية في جامعة البعث بالتعاون مع الـــدكتورة روزا ماريـــا كارو سالاس من جامعة مدريد المستقلة والأستاذ الدكتور محمد نجيب عبد الواحـــد مـــن كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة حلب. وأي رجوع إلى بحث آخر في هذا الموضـــوع موثق في النص.

المرشحة	المشرف على الرسالة
مصون نبهان حمصي جبريني	الأستاذ الدكتور غياث بركات

CERTIFICATION

It is hereby certified that the work described in this thesis is the result of the candidate's own investigation under the supervision of Prof. Ghias Barakat and Dr. Rania Lutfi in the Department of Artificial Intelligence, Faculty of Informatics Engineering– University of Albaath, with the collaboration of Dr. Rosa María Carro Salas from Universidad Autónoma de Madrid and Prof. Mohammad Najib Abdul Wahed from University of Aleppo. Any Reference to other researcher's work has been duly acknowledged in the text.

Candidate	Supervision of
Masun Nabhan Homsi Jubrini	Prof.Ghias Barakat

Dated Aleppo / / 2010

الإهداء

A mi madre,
A mi hermano Majer y su familia
A la memoria de mi padre y hermano que siempre vivirán a mi lado.

كلمة شكر

أتوجه بالشكر:

- إلى الله الحي القيوم، رب العالمين، الساكن في قلبي وعقلي في كل لحظة وظرف من حياتي والذي أعطاني فرصة الحياة لتحقيق هذا الهدف.
- إلى نهر العطاء وبحر الحنان وشط الأمان، أمي الحنونة حفظها الله وأدامها.
- إلى الذي ترك في الروح فجوة وجرحاً، إلى الذي كان يرافقني دون ملل أو تذمر إلى ساعات متأخرة في الليل في بلاد الاغتراب لكي أنهي دراستي، إلى الذي كان آخر سؤال قد طرحه لي "إلى متى ح تنتهي هذه الرسالة؟"، وها أنا أنهيها ولكن أين أنت؟ أنت بعيد في جسدك قريب في روحك، أبي رحمك الله وأسكنك فسيح جنانه.
- إلى الروح الطاهرة الحنونة أخي الكبير مهنا، الذي كان صاحب أصفى وأنقى قلب عرفته.
- إلى أخي ماهر وعائلته (عبد الرحيم، مهنا، ونايروبي) لكونهم باقة أزهاري أرشف منها بسمتي وافتخاري.
- إلى وزارة التَّعليم العالي وجامعة حلب وبالأخص كلية العلوم- قسم الرياضيات والمعهد العالي للغات لكونهم الحضن الدافئ الذي ضمني خلال سنوات البحث.
- إلى جامعة مدريد المستقلة في إسبانيا، لدعوتها لإلقاء محاضرة عن نتائج البحث ضمن دورة تعليمية موجهة لطلاب الدكتوراه والباحثين في نفس المجال، مما أدت إلى إغناء وإثراء هذا البحث بشكل كبير.
- أرفعُ أسمى آيات الشكر والامتنان إلى الأستاذ الدكتور غياث بركات الذي يمثل رمزاً للعطاء ومنارةً تضيء دربي ودروب الأجيال القادمة؛ ولما قدَّمه لي من خلاصة أفكاره ونتاج خبرته. فقد منَّ الله عليَّ وتشرفت بإشرافه على هذه الرسالة.
- إلى الأستاذ الدكتور نجيب عبد الواحد والدكتورة رانيا لطفي والدكتورة روزا ماريا كارو سالاس من جامعة مدريد لنصائحهم القيمة والرفيعة والخبرات التي أغنوني بها والمعارف التي لم يبخلوا يوماً علي بها، والتي لها أثر واضح على صفحات هذا البحث، أحبهم كل الحب.

- كما أتوجه بالشكر العميق إلى الدكتور محمد هيثم إبراهيم وفريق العمل في الحرم الجامعي الفرانكفوني لما قدَّموه من مساعدات حكيمة وعالية ساهمت في إتمام هذا العمل.
- إلى وسادة دموعي:

♥ "وفاء مصري" التي حضنتني سراً في بيتها كل يوم جمعة وسبت لمدة تسعة أشهر بعد وفاة والدي وسفر والدتي، والتي كانت تستقبلني بابتسامة صادقة ووفية مع فنجان الخلطة السحرية والعسل بيدها لبدء اليوم بطاقة روحية ومعنوية ليس فقط تجعلني أعمل اثنتا عشر ساعة متواصلة دون توقف وإنَّما كل الوقت. في بيتها شهدت ثلاثة أبحاث النور، كما أشكرها على صبرها في كتابة نتائج الاستبانات "دليل نمط التَّعَلُّم" الموزعة على الطلاب.

♥ "مرام طيبي" وعائلتها التي حضنتني أيضاً، والتي كانت تتصل بي وتقول "وينك، قومي تعي" أو تدق جرس الباب حاملة الأطباق الشهية صنع والدتها، حفظهم الله.

- إلى كل الذين أحببتهم وكانوا أصحاب دربي وشاركوا أفراحي وأحزاني وقضيت معهم أجمل أيام حياتي: ابتسام مجني، وألين فستقجيان، وأمباروا مارتينز، وإيمان حمصي، أورلاندوا بايسدن، جوسلينس سوارز، ود.خالد بنود، وديما أودو، ود. ديما مفتي الشوافعة، ورزان مجني، ورنا حياني، وروث فيلوريا إتشاباريا وعائلتها، وروعة حمصي، وريم جعفر، وريم حياني، ود. سيرين سيرجيه، ود. شادن جحا، وعهد قباني، ولبنى عثمان، وماريسلا مارتينز، ومحمد يوسف محي الدين، ومنية عويدان، والسيدة نعمية الملا (أم زهير مارتيني) وعائلتها، ونورا لبنية، وهنادي قباني، ود. هنادي موصللي.
- إلى كل من ساهم في إتمام هذا العمل بطريقة ما أو بأخرى: د.نبيل عدس، ود.فؤاد شكري كردي، وليلاس وخالد العلي، وفريق العمل في الجمعية العلمية السورية للمعلوماتية ومجلس الجامعة لجامعة حلب وعلى رأسهم عزيزة ونيروز.
- إلى كل من زرع زهرةً في دربي وأرادها أن تمد جذور الخير والأمل في حياتي.
- إلى كل من يحمل رسالة العلم والفكر...

وكل من يحمل رسالة **الحب الصادق** والإخلاص والتضحية ...

وكل ذي خُلق حميد.

الفهرس

الإهداء..... **V**

كلمة الشكر..... **VI**

قائمة بالأشكال..... **VII**

قائمة بالجداول..... **VIII**

الاختصارات..... **IX**

الأبحاث التي تمَّ نشرها من خلال أطروحة الدكتوراه..... **X**

الأبحاث الدولية التي اعتمدت على بعض الأبحاث الناتجة عن هذه الأطروحة.... **XI**

المقدمة..... 1

الفصل الأول: منهجية البحث..... **XII**

1-1- تعريف المشكلة..... 13

1-2- أهداف البحث..... 14

1-3- أهمية البحث..... 15

1-4- حدود البحث..... 16

1-5- جدوى البحث..... 16

1-5-1- الجدوى الإقتصادية..... 16

1-5-2- الجدوى التشغيلية..... 17

1-6- التصميم البحثي..... 17

1-6-1- طرق البحث..... 17

1-6-2- فضاء الدراسة..... 17

1-6-3- طرق جمع البيانات..... 17

1-7- أسئلة البحث..... 18

1-8- الجديد في البحث..... 19

1-9- متطلبات البحث..... 20

1-10- مصطلحات البحث..... 21

الجزء الأول: الإطار النظري..... **XIII**

الفصل الثاني: الذكاء الصنعي والتعليم..... XIII-I
2-1- الذكاء الصنعي..... 28
2-2- التَّعَلُّم والتعليم والتدريس 29
2-3- المعرفة والتعليم..... 30
2-4- نظريات التَّعَلُّم 33
2-4-1- السلوكية 33
2-4-2- المعرفية 33
2-4-2-1- نظرية روبت جانييه 33
2-4-2-2- نظرية برونر 34
2-4-2-3- نظرية ديفيد أوزبل 35
2-4-2-4- نظرية جان بياجيه 37
2-4-3- البنائية 37
2-5- نظريات التدريس 39
2-5-1- السلوكية 39
2-5-2- المعرفية 40
2-5-2-1- نظرية روبت جانييه 39
2-5-2-2- نظرية برونر 40
2-5-2-3- نظرية ديفيد أوزبل 40
2-5-2-4- نظرية جان بياجيه 41
2-5-3- البنائية 42
2-5-3-1- دورة التَّعَلُّم 42
2-5-3-2- السنادات التَّعليمية 43
2-5-3-3- الخرائط المفاهيمية 44
2-5-3-4- مخطط Vee 44
2-5-3-5- التَّعَلُّم المرتكز على المشكلة 45
2-6- الذكاء الصنعي والتَّعَلُّم والتعليم والتدريس..... 45
2-7- أنماط التَّعَلُّم..... 46
2-7-1- نموذج Dunn & Dunn 47

2-7-2- نموذج Kolb 48
2-7-3- نموذج Felder and Silverman..... 50
2-8- التَّعليم الإلكتروني..... 53
2-8-1- معايير التَّعليم الإلكتروني..... 53
2-8-1-1- جمعية التدريب من خلال الحاسوب الآلي على صناعة الطيران..... 53
2-8-1-2- جمعية مهندسي الكهرباء و الإلكترونيات المحدودة..... 54
2-8-1-3- الائتلاف العالمي لنظام إدارة التَّعلُّم..... 54
2-8-1-4- مبادرة التَّعلُّم الموزع المتقدم..... 54
2-8-1-5- المعيار SCORM..... 54
2-8-1-5-1- أهداف SCORM..... 55
2-8-1-5-2- مكونات SCORM..... 55
2-9- التَّعلُّم والتفاعلية..... 57
2-9-1- أنماط التفاعلية..... 57
2-9-2- مستويات التفاعلية..... 58
الفصل الثالث: الوسائط الترابطية والنظم التَّعليمية..... **XIII-II**
3-1- النصوص الترابطية والوسائط الترابطية..... 64
3-2- الوسائط الترابطية التكيفية..... 64
3-3- تقانات نظم الوسائط الترابطية التكيفية 66
3-3-1- العرض التكيفي..... 66
3-3-2- الملاحة التكيفية..... 68
3-4- أنواع النظم التَّعليمية..... 70
3-4-1- نظم التَّعليم بمساعدة الحاسوب..... 70
3-4-2- نظم التَّعليم الذكية بمساعدة الحاسوب..... 71

3-4-3- النظم التوجيهية الذكية..... 71
3-4-3-1- بنية النظم التوجيهية الذكية..... 72
3-4-3-2- تقانات النظم التوجيهية الذكية..... 75
3-4-3-2-1- تتبع المنهاج..... 75
3-4-3-2-2- دعم حل المسائل..... 75
3-4-3-2-3- تحليل الذكي للحل..... 76
3-4-4- النظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية..... 76
3-4-4-1- تقانات النظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية..... 78
3-4-4-1-1- تصفية المعلومات التكيفية..... 79
3-4-4-1-2- التَّعليم التعاوني الذكي..... 80
3-4-4-1-3- مراقبة الصف الذكي..... 80
3-4-5- نظم إدارة التَّعَلُّم..... 83
3-4-5-1- الفرق مابين نظام إدارة التَّعَلُّم (LMS) وبين نظام إدارة المحتوى التعليمي (LCMS)..... 84
3-5- أجيال نظم الوسائط الترابطية التكيفية..... 84
3-5-1- الجيل الأول (1990- 1996)..... 86
3-5-2- الجيل الثاني (1996- 2002)..... 87
3-5-3- الجيل الثالث (2002- الوقت الحاضر)..... 89
3-6- أمثلة عن النظم التَّعليمية..... 63
3-6-1- أمثلة عن النظم التَّعليمية التكيفية الذكية..... 98
3-6-2- نظم تعليمية ذكية في EFL..... 95
3-6-3- أمثلة عن نظم التأليف..... 97
3-6-4- أمثلة عن النظم إدارة التَّعَلُّم..... 99
3-6-4-1- نظم إدارة التَّعَلُّم التجارية..... 99
3-6-4-2- نظم إدارة التَّعَلُّم مفتوحة المصدر..... 102
3-7- التَّعليم الإلكتروني في سوريا 104

الفصل الرابع : نموذج الطالب ونموذج المعلم ..... **XIII-III**
4-1- نموذج الطالب 109
4-1-1- تصنيف معلومات نموذج الطالب..... 109
4-1-1-1- معلومات خاصة بالمجال..... 109
4-1-1-2- معلومات مستقلة عن المجال..... 110
4-1-2- تصنيفات نموذج الطالب..... 112
4-1-2-1- نموذج القوالب النمطية..... 112
4-1-2-2- النموذج الطبقي..... 113
4-1-2-3- النموذج المضطرب..... 115
4-1-2-4- نموذج التتبع..... 116
4-1-2-5- نموذج الاعتماد على القيود..... 116
4-2- نموذج المعلم 118
4-2-1- وظائف نموذج المعلم..... 118
4-2-2- تصنيفات نموذج المعلم..... 119
الفصل الخامس: التَّعَلُّم الآلي..... **XIII-IV**
5-1- تعريف التَّعَلُّم الآلي..... 122
5-2- شبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه..... 123
5-2-1- خوارزمية شبكة BAM..... 124
5-2-1-1- مرحلة التدريب..... 124
5-2-1-2- مرحلة الاستدعاء..... 124
5-2-2- المخططات الصندوقية لشبكة BAM 124
5-2-2-1- مرحلة التدريب..... 124
5-2-2-2- مرحلة الاستدعاء..... 125
5-2-3- شبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه ومنطق الغموض..... 126
5-2-3-1- منطق الغموض..... 126
5-2-3-2- شبكة الـــ FBAM..... 127
5-3- نظرية الرنين التكيفي ART2..... 128

5-3-1- خوارزمية مرحلة التدريب لـــ ART2..... 130
5-3-2- المخطط الصندوقي لشبكة ART2..... 132
5-3-3- خوارزمية مرحلة التدريب لـــ ART2 باستخدام منطق الغموض 133
5-4- نماذج ماركوف المخفية..... 135
5-4-1- المعضلات الثلاثة لنماذج ماركوف المخفية..... 136
5-4-2- خوارزمية الأمام..... 136
5-4-3- خوارزمية الخلف..... 137
5-4-4- خوارزمية Viterbi..... 137
5-4-5- خوارزميات تدريب نماذج ماركوف المخفية..... 139
5-4-5-1- خوارزمية العنقدة K-means..... 139
5-4-5-2- خوارزمية Baum Welsh..... 140
5-5- النظم التَّعليمية والشبكات العصبونية..... 141
5-6- النظم التَّعليمية ونماذج ماركوف المخفية..... 142
الجزء الثاني : نظام تفاعلي ذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية..... **XIV**
الفصل السادس: نموذج المعرفة..... **XIV-I**
6-1- نموذج المعرفة..... 151
6-2- طريقة الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه الهيكلية..... 153
6-2-1- مزايا طريقة الـــ HBAM..... 155
6-2-2- سلبيات طريقة الـــ HBAM..... 155
6-3- طريقة قواعد البيانات العلائقية..... 155
6-3-1- جدول الفئات الأساسية..... 156
6-3-2- جدول الفئات الفرعية..... 156
6-3-3- جدول المفهوم المركب الأساسي (المقررات التَّعليمية)..... 156
6-3-4- جدول المفاهيم المركبة (الأهداف التَّعليمية)..... 158
6-3-5- جدول مفاهيم المتطلب الأساسي للأهداف التَّعليمية..... 158
6-3-6- جدول المفاهيم الأساسية..... 159
6-3-7- جدول مفاهيم المتطلب الأساسي للمفاهيم الأساسية..... 159
6-3-8- جدول المفاهيم الفرعية (المصطلحات)..... 160

6-3-9- جدول ربط المصطلحات و المفاهيم الأساسية..... 160
6-3-10- جدول محتوى المفاهيم الأساسية..... 161
6-3-11- جدول بنود الأسئلة..... 162
6-3-12- النتائج والمناقشة..... 167
6-4- طريقة الـ XML..... 167
6-4-1- النتائج والمناقشة..... 171
6-5- تحزيم نموذج المعرفة..... 172
6-5-1- مراحل تحزيم نموذج المعرفة باستخدام معيار SCORM..... 172
الفصل السابع: نموذج الطالب..... **XIV-II**
7-1- بنية نموذج الطالب..... 176
7-2- جداول نموذج الطالب..... 177
7-2-1- جدول المستخدمين..... 178
7-2-2- جدول مجموعة الطلاب..... 179
7-2-3- جدول تسجيل الطلاب..... 179
7-2-4- جدول دليل نمط التَّعَلُّم..... 180
7-2-5- جدول إجابات الطالب..... 181
7-2-6- جدول تفاعل (صفات) الطلاب..... 182
7-2-7- جدول الخريطة المعرفية للطلاب..... 183
7-3- مراحل بناء نموذج الطالب..... 186
7-3-1- مرحلة التهيئة..... 186
7-3-2- مرحلة التحديث..... 186
7-4- آلية نمذجة نمط تعلُّم الطالب..... 186
7-4-1- النتائج والمناقشة..... 190
7-5- آلية نمذجة الحالة المعرفية للطالب..... 195
7-5-1- الطريقة التقليدية..... 196
7-5-1-1- النتائج والمناقشة..... 197
7-5-2- تسوية أشعة الدخل..... 197
7-5-3- طريقة الشبكة العصبونية FBAM..... 198

7-5-3-1- مرحلة التدريب..... 198
7-5-3-2- مرحلة الاستدعاء..... 201
7-5-3-3- النتائج والمناقشة..... 201
7-5-4- طريقة الـــ ART2..... 201
7-5-4-1- مرحلتي التدريب والاستدعاء..... 201
7-5-4-2- النتائج والمناقشة..... 202
7-5-5- طريقة الـــ Fuzzy-ART2..... 204
7-5-5-1- مرحلتي التدريب والاستدعاء..... 204
7-5-5-2- النتائج والمناقشة..... 205
7-5-6- طريقة الـــ HMM..... 206
7-5-6-1- مرحلة تهيئة الـــ HMM..... 206
7-5-6-2- مرحلتي التَّعليم والاستدعاء..... 208
7-5-6-3- النتائج والمناقشة..... 211
7-5-7- طريقة الخوارزمية الهجينة Fuzzy-ART2 و HMM..... 211
7-5-7-1- النتائج والمناقشة..... 212
7-5-8- قياس جودة أداء خوارزميات الـــــ ART2 و Fuzzy-ART و HMM و Fuzzy-ART2-HMM..... 212
7-5-8-1- النتائج والمناقشة..... 213
7-5-9- النتائج العامة..... 215
الفصل الثامن: نموذج المعلم..... **XIV-III**
8-1- نمذجة القواعد التربوية..... 220
8-1-1- جدول القواعد التربوية..... 220
8-1-2- النتائج والمناقشة..... 222
8-2- التنبؤ باستخدام نماذج ماركوف المخفية..... 223
8-2-1- مرحلة التهيئة..... 223
8-2-2- مرحلة الضبط..... 224
8-2-3- مرحلة التنبؤ..... 224

8-2-4- النتائج والمناقشة..... 226
الفصل التاسع: محرك التكيف..... **XIV-IV**
9-1- أهمية محرك التكيف..... 232
9-2- آليات محرك التكيف..... 232
9-2-1- آلية التكيف حسب الحالة المعرفية للطالب..... 232
9-2-2- آلية التكيف حسب نمط تعلُّم الطالب..... 233
9-3- تقانات التكيف المستخدمة ضمن نظام IWEBISE..... 237
9-3-1- العرض التكيفي..... 237
9-3-2- الملاحة التكيفية..... 240
9-3-3- تتبع المنهاج ذو مستوى عال 241
الفصل العاشر: واجهات المستخدم..... **XIV-V**
10-1- واجهات مسؤول النظام..... 244
10-2- واجهات المصمم..... 246
10-3- واجهات المعلم..... 249
10-4- واجهات الطالب..... 250
الجزء الثالث : تنفيذ النظام IWEBISE..... **XV**
الفصل الحادي عشر: البرمجة..... **XV-I**
11-1- برمجة شبكة ذاكرة الترابط ثنائية الإتجاه..... 258
11-1-1- صنف شبكة BAM..... 258
11-1-2- قسم البيانات..... 259
11-1-3- قسم الدالات..... 259
11-2- برمجة شبكة الـــ ART2..... 262
11-2-1- صنف شبكة ART2..... 262
11-2-2- قسم البيانات..... 264
11-2-3- قسم الدالات..... 265
11-3- برمجة شبكة Fuzzy-ART2..... 267
11-4- برمجة HMM..... 269
11-4-1- الصنف CHMM..... 269

11-4-2- قسم البيانات..... 270
11-4-3- قسم الدالات..... 271
11-5- الشجرة البرمجية للنظام IWEBISE 282
11-5-1- مجلد مسؤول النظام 283
11-5-2- مجلد مصمم المقررات..... 284
11-5-3- مجلد الطالب..... 287
11-5-4- مجلد المعلم..... 288
11-5-5- مجلد الـــ CSS..... 289
11-5-6- مجلد الـــ HMM..... 289
11-5-7- مجلد الـــ NN 289
11-5-8- مجلد الاتصال..... 289
11-5-9- مجلد الصور..... 290
11-5-10- مجلد اللغات..... 290
11-5-11- مجلد المساعدة..... 290
11-5-12- مجلد المحرر..... 290
11-5-13- مجلد الشجرة..... 290
11-5-14- مجلد المحادثة..... 290
11-5-15- مجلد المنتدى..... 291
11-5-16- ملف الـــ index..... 291
11-5-17- ملف الـــ error..... 291
11-5-18- ملف الـــ header_lang..... 291
11-5-19- ملف الـــ freecourses..... 291
الفصل الثاني عشر: اختبار الـــ IWEBISE..... **XV-II**
12-1- مثال تطبيقي (المقرر التعليمي لتعليم قواعد اللغـــة الإنكليزيـــة كلغـــة أجنبية)..... 294
12-1-1- اختبار إنتاج المقرر التعليمي..... 295
12-1-1-1- النتائج والمناقشة..... 295

12-1-2- اختبار متابعة دراسة مقرر تعليم قواعد اللغة الإنكليزيـــة كلغـــة أجنبية..... 296
12-1-2-1- متابعة الطالب الأول (أ) مع المعلم (أ)..... 297
12-1-2-2-متابعة الطالب (ب) و(ج) مع المعلم (ب)..... 303
12-1-2-3- النتائج والمناقشة..... 304
12-1-3- اختبار تصدير المقرر التعليمي وفق المعيار SCORM..... 305
12-1-3-1- النتائج والمناقشة..... 307
الفصل الثالث عشر: تقويم النظام IWEBISE..... **XV-III**
13-1- مراحل تقويم النظام IWEBISE..... 310
13-1-1- تحديد أهداف التقويم..... 311
13-1-2- التخطيط..... 311
13-1-3- القيام بعملية التقويم..... 314
13-2- تحليل النتائج والمناقشة..... 314
13-2-1- التماسك..... 315
13-2-2- الوضوح الذاتي..... 315
13-2-3- التوقعية..... 316
13-2-4- الثراء..... 317
13-2-5- الكمال..... 318
13-2-6- الدافعية..... 319
13-2-7- بنية النصوص الترابطية..... 320
13-2-8- الإستقلالية..... 321
13-2-9- سهولة الاستخدام..... 322
13-2-10- الجمالية..... 324
13-2-11- تعاوني..... 325
13-2-12- تفاعلي..... 326
الخلاصة 329

المقترحات..... 347
المراجع..... **XVI**
المراجع الأجنبية..... **XVI-I**
المراجع العربية..... **XVI-II**
المواقع المرجعية..... **XVI-III**
الملحقات ..... **XVII**
الملحق الأول: استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم"..... **XVII-I**
الملحق الثاني : عينة عن نتائج الاستبانات الموزعة على طلاب معهد تعليم اللغات – جامعة حلب..... **XVII-II**
الملحق الثالث: شجرة المقرر التعليمي لتعليم قواعد اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية..... **XVII-III**
الملحق الرابع: نتائج استبانات التقويم ..... **XVII-IV**
الملحق الخامس: رسائل القبول لمجلات ومؤتمرات..... **XVII-V**
Summary..... **XVIII**

قائمة الأشكال (List of Figures)

(I)	النظام IWEBISE ناتج تزاوج خمسة مفاهيم أساسية.	5
(II)	البنية العامة للبحث.	7
(1-2)	المعارف الثلاثة الرئيسية للحصول على تعليم فعَّال.	32
(2-2)	تنظيم المحتوى وفق نظرية جانييه.	34
(3-2)	نموذج أنماط تعلم Kolb.	48
(2-2)	مكونات المعيارSCORM.	56
(1-3)	مثال عن النص الشرطي.	66
(2-3)	مثال عن النص المطاطي.	67
(3-3)	مثال عن الصفحات المتنوعة.	67
(4-3)	مثال عن المقاطع المتنوعة.	68
(5-3)	تصنيف تقانات الوسائط الترابطية التكيفية.	70
(6-3)	البنية الأساسية للنظم التوجيهية الذكية.	73
(7-3)	التقانات التقليدية.	77
(8-3)	التقانات الحديثة لـــ AIWBES.	79
(9-3)	نظام إدارة التَّعلُّم.	86
(10-3)	نظام إدارة المحتوى التعليمي.	86
(1-4)	تصنيف لنماذج الطالب.	112
(2-4)	مثال عن النموذج الطبقي.	113
(3-4)	مثال عن النموذج التباييني.	114
(4-4)	النموذج المضطرب.	115
(5-4)	مثال عن قيود عملية المطابقة.	117
(1-5)	البنية الهندسية لشبكة BAM.	123
(2-5)	المخطط الصندوقي لمرحلة التدريب لشبكة BAM.	125
(3-5)	المخطط الصندوقي لمرحلة الاستدعاء لشبكة BAM.	125
(4-5)	البنية النموذجية لـــ ART2.	128

(5-5)	البنية التفصيلية لـــ ART2.	129
(6-5)	المخطط الصندوقي لشبكة ART2.	133
(7-5)	المخطط المنهجي لـــK-means.	139
(8-5)	تدريب نماذج ماركوف باستخدام خوارزمية العنقدة K-means.	140
(9-5)	تدريب نماذج ماركوف باستخدام خوارزمية العنقدة Baum-Welsh.	141
(1-II)	البنية العامة للنظام IWEBISE.	149
(1-6)	البنية العامة لخريطة المفاهيم التَّعليمية.	152
(2-6)	مخطط نموذج المعرفة باستخدام BAM.	154
(3-6)	بنية جداول نموذج المعرفة.	166
(4-6)	محتوى الملف IWEBISE_SCHEMA.DTD لتوصيف نوع البيانات	167
(5-6)	تمثيل نموذج المعرفة باستخدام لغة الـــ XML.	169
(6-6)	خطوات مراحل تحزيم نموذج المعرفة لمقرر تعليمي.	172
(1-7)	بنية جداول نموذج الطالب.	185
(2-7)	مقياس تدرج الأفضلية لتحديد أسلوب تعلُّم الطالب حسب نموذج Felder and Silverman.	189
(3-7)	المخطط البياني لنتائج استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم".	192
(4-7)	جداول نسبة إجابات الطلاب على استبانة (ILS)حسب كل سؤال.	193
(5-7)	المخطط البياني لقيم Zji لكي تتعلم الخلية (0) الشعاع الدخل (1).	204
(6-7)	خطوات الحصول على مختلف λ.	207
(7-7)	مرحلتي التَّعليم والاستدعاء للحالات المعرفية للطالب باستخدام HMM.	209
(1-8)	القواعد التربوية القياسية المستخدمة في النظام.	221

(2-8)	المخطط العام لعملية التنبؤ باستخدام HMM.	223
(3-8)	مرحلة التهيئة.	223
(4-8)	مرحلة ضبط نموذج HMM.	224
(5-8)	مرحلة التنبؤ.	225
(6-8)	نافذة أداة التنبؤ المستخدمة خلال عملية التجارب.	225
(7-8)	جزء من نموذج HMM.	226
(8-8)	علاقة معيار الضبط مع طول سلاسل التدريب.	228
(9-8)	علاقة معياري الضبط والحساسية.	229
(1-9)	خوارزمية تكييف حسب نمط تعلُّم الطالب.	235
(2-9)	خوارزمية تكييف حسب المستوى المعرفي للطالب.	236
(3-9)	بنية صفحة المحتوى الافتراضية.	237
(4-9)	صفحة المحتوى للطالب رقم (1).	238
(5-9)	صفحة المحتوى للطالب رقم (19).	238
(6-9)	محتوى نصي-منخفض للمفهوم " Simple Present Tense – Negative Form ".	239
(7-9)	محتوى مرئي-منخفض للمفهوم " Simple Present Tense – Negative Form ".	239
(8-9)	مثال عن شجرة مقرر تكيفية لطالب ما.	240
(9-9)	نافذة قائمة الاقتراحات للمفاهيم التَّعليمية التالية.	241
(1-10)	النافذة الرئيسية للنظام IWEBISE.	244
(2-10)	لوحة تحكم مسؤول النظام.	245
(3-10)	نافذة قائمة المستخدمين.	245
(4-10)	لوحة تحكم مصمم المقررات التَّعليمية.	247
(5-10)	نافذة إدارة الأهداف والمفاهيم التَّعليمية.	248
(6-10)	لوحة تحكم المعلم.	249
(7-10)	القواعد التربوية الخاصة بالمقرر تعليم قواعد اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية.	249

(8-10)	نافذة الامتحان القبلي.	250
(9-10)	نافذة استبانة "دليل أنماط التَّعَلُّم".	250
(10-10)	واجهة الطالب.	252
(11-10)	واجهة إدارة سجل الخريطة المعرفية للطالب.	253
(1-11)	صنف شبكة الـــ BAM.	258
(2-11)	الدالة init_w().	259
(3-11)	الدالة gen_weights.	260
(4-11)	الدالة activation.	260
(5-11)	الدالة saveweights.	261
(6-11)	الدالة loadweights.	261
(7-11)	صنف شبكة الـــ ART2.	262
(8-11)	دالة حساب قيمة الأصغر مابين متحولين.	267
(9-11)	دالة Set_stm_F2.	267
(10-11)	دالة resetnodes.	268
(11-11)	دالة update_ltm.	268
(12-11)	البنية العامة للصنف نموذج ماركوف المخفي.	269
(13-11)	دالة حساب المتحول الخلفي β.	271
(14-11)	دالة التمرير الخلفي.	272
(15-11)	دالة التمرير الأمامي.	272
(16-11)	دالة حساب مصفوفة التمرير الأمامي α.	273
(17-11)	دالة gamma تستخدم خلال عملية التدريب لـــ HMM باستخدام Baum-Welsh.	273
(18-11)	دالة XI تستخدم خلال عملية التدريب لـــ HMM باستخدام Baum-Welch.	274
(19-11)	خوارزمية التدريب Baum-Welch.	275
(20-11)	دالة خوارزمية K-means.	277
(21-11)	دالة حفظ البارمترات الجديدة لنموذج HMM بعد عملية	281

	التدريب.	
(22-11)	دالة تحميل مصفوفات الـــ HMM.	282
(23-11)	الشجرة البرمجية للنظام IWEBISE.	283
(1-12)	استمارة تسجيل طالب جديد.	296
(2-12)	شجرة المقرر الافتراضية للطالب (أ).	297
(3-12)	شجرة المقرر للطالب (أ) بعد تطبيق نتائج الجلسة الأولى.	298
(4-12)	شجرة المقرر للطالب (أ) قبل الجلسة الحادية والعشرين.	300
(5-12)	شجرة المقرر للطالب (أ) بعد الجلسة الحادية والعشرين.	303
(6-12)	شجرة المقرر للطالب (ب) بعد الجلسة العشرين.	304
(7-12)	شجرة المقرر للطالب (ج) بعد الجلسة التاسعة والعشرين.	304
(8-12)	بنية ملف المضغوط EFL.zip.	306
(9-12)	نافذة المقرر التعليمي EFL ضمن نظام MOODLE.	306
(1-13)	مراحل عملية التقويم.	310
(2-13)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على السؤال (1).	315
(3-13)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على السؤال (1).	315
(4-13)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على السؤالين (2) و (3).	316
(5-13)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على السؤالين (2) و (3).	316
(6-13)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على السؤال (4).	317
(7-13)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على السؤال (4).	317
(8-13)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأســئلة (5، 6، 7).	318
(9-13)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (5، 6، 7).	318
(10-13)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأســئلة (8، 9، 10).	319
(11-13)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (8، 9، 10).	319
(12-13)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (11،	320

	12).	
(13-13)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (11، 12).	320
(13-14)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (13، 14).	321
(13-15)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (13، 14).	321
(13-16)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على السؤال (15).	321
(13-17)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على السؤال (15).	321
(13-18)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (من 16 إلى 25).	322
(13-19)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (17، 18، 19، 21، 24،25).	323
(13-20)	النسبة المئوية لإجابات مصممين المقررات على الأسئلة (26،27، 28).	325
(13-21)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (26، 27، 28).	325
(13-22)	النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (29-32).	326
(13-23)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (29 و 31).	326
(13-24)	النسبة المئوية لإجابات المصممين على الأسئلة (33، 34، 35، 36، 37).	327
(13-25)	النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (33، 35، 36، 37).	327

قائمة الجداول (List of Tables)

(1-2)	مستويات التفاعلية في النظم التَّعليمية.	58
(1-3)	تقانات نظم AIWBES.	81
(2-3)	جدول مقارنة مابين مختلف أنواع النظم التعليمة الذكية.	82
(3-3)	أمثلة عن نظم إدارة التَّعَلُّم.	84
(4-3)	مقارنة مابين LMS و LCMS.	85
(1-II)	ميزات النظام IWEBISE.	146
(1-6)	العلاقات الموجودة مابين جداول نموذج المعرفة.	163
(1-7)	العلاقات الموجودة مابين جداول نموذج الطالب.	184
(2-7)	ترتيب بارمترات التكيف وفق أبعاد نموذج Felder and Silverman.	187
(3-7)	علاقة بارمترات التكيف مع أنماط التَّعَلُّم وفق نموذج Felder and Silverman.	188
(4-7)	نتائج استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم" لطالب ما.	191
(5-7)	الأجوبة الافتراضية لاستبانة "دليل نمط التَّعَلُّم".	193
(6-7)	درجات التفضيل النهائية والمستخدمة في تكييف المحتوى.	194
(7-7)	أمثلة عن سجلات جدول "صفات الطلاب".	195
(8-7)	نتائج الطريقة التقليدية.	196
(9-7)	نتائج عملية التسوية لأشعة الدخل.	198
(10-7)	أشعة الخرج لـــ FBAM.	198
(11-7)	نتائج المعالجة الأولية لأشعة الدخل.	200
(12-7)	تجارب على تدريب ART2 لأشعة الطلاب.	202
(13-7)	نتائج الشبكة Fuzzy- ART2.	205
(14-7)	نتائج عملية ترميز بارمترات الطلاب.	207
(15-7)	نسبة توزيع أشعة الدخل على المجموعات.	208
(16-7)	نتائج عملية الاستدعاء لطريقة الـــ HMM.	210
(17-7)	نسبة توزيع أشعة الدخل على المجموعات.	210

(7-18)	نتائج عملية ترميز بارمترات الطلاب.	210
(7-19)	نتائج عملية الاستدعاء باستخدام الترميز الجديد.	211
(7- 20)	نتائج عملية الاستدعاء للطريقة الهجينة.	212
(7-21)	نتائج جودة أداء شبكة الـــ ART2.	213
(7-22)	نتائج جودة أداء شبكة الـــ Fuzzy-ART2.	214
(7-23)	نتائج جودة أداء الـــ HMM باستخدام k-means.	214
(7-24)	نتائج جودة أداء الخوارزمية الهجينة.	215
(7-25)	مقارنة مابين مختلف الخوارزميات المستخدمة فـــي نمذجـــة أشعة الطلاب.	215
(8-1)	القواعد التربوية القياسية.	222
(8-2)	القواعد التربوية للمقرر EFL.	222
(8-3)	أمثلة عن سلاسل التصفح المستخدمة في عملية التنبؤ.	226
(8-4)	مصفوفة الشك المستخدمة في حساب أداء عملية التنبؤ.	227
(8-5)	نتائج تجارب خوارزمية التنبؤ.	228
(11-1)	ملفات مجلد مسؤول النظام.	283
(11-2)	ملفات مجلد مصمم المقررات (designing).	285
(11-3)	ملفات مجلد تصميم الأسئلة الامتحانية (test).	286
(11-4)	ملفات مجلد الطالب (student).	287
(11-5)	ملفات مجلد المعلم (teacher).	289
(12-1)	مقارنة مابين نتائج تصميم المقرر من قبل مصمم واحد أو عدة مصممين.	295
(12-2)	سجلات الطالب (أ) خلال تفاعله في الجلسة الأولى.	297
(12-3)	أشعة صفات الطالب بعد المعالجة الأولية.	298
(12-4)	مخرجات عملية الاستدعاء للخوارزمية الهجينة لتحديد الحالة المعرفية الجديدة للطالب.	298
(12-5)	الحالة المعرفية للطالب (أ) للمفاهيم التَّعليمية قبل البدء بالجلسة الحادية والعشرين.	299

(6-12)	سجلات الطالب (أ) خلال تفاعله في الجلسة الحادية والعشرين.	300
(7-12)	سجلات الطالب بعد تطبيق عملية التسوية عليهم على الجدول (7-12).	301
(8-12)	الحالة المعرفية للطالب (أ) للمفاهيم التَّعليمية بعد انتهاء الجلسة الحادية والعشرين.	302
(1-13)	الأسئلة المستخدمة ضمن الاستبيانات الموزعة على مصممي المقررات والطلاب.	312
(2-13)	توزع الأسئلة حسب معايير التقويم المستخدمة.	313
جدول مقارنة النظام الجديد IWEBISE مع أنظمة تعليمية ذكية وتكيفية أخرى.		342

جدول الاختصارات (Abbreviation Table)

AHA	Adaptive Hypermedia System.	نظم الوسائط الترابطية التكيفية.
AI	Artificial Intelligence.	الذكاء الصنعي.
AIWBES	Adaptive and Intelligent Web-Based Educational Systems.	النظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية.
ART2	Adaptive Resonance Theory.	نظرية الرنين التكيفي.
AWBES	Adaptive Web-Based Educational System.	نظام تعليمي تكيفي على الشبكة العنكبوتية.
BAM	Bidirectional Associative Memory.	شبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه.
CAI	Computer Assisted Instruction.	نظم التَّعليم بمساعدة الحاسوب.
CAM	Content Aggregation Model.	نموذج تجميع المحتوى.
EFL	English as Foreign language.	اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية.
FBAM	Fuzzy Bidirectional associative Memory.	شبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه باستخدام منطق الغموض.
HMM	Hidden Markov Model.	نموذج ماركوف المخفي.
HTML	Hypertext Markup Language.	لغة النصوص الترابطية.
ICAI	Intelligent Computer Assisted-Instruction.	نظم التَّعليم الذكية بمساعدة الحاسوب.
ILS	Index of Learning Styles.	دليل أنماط التَّعَلُّم.
ITS	Intelligent Tutoring System.	النظم التوجيهية الذكية.
LCMS	Learning Content Management System.	أنظمة إدارة محتويات التَّعليم
LMS	Learning Management System.	نظم إدارة التَّعَلُّم.
LTM	Long Term Memory.	ذاكرة طويلة الأمد.
MOODLE	Object-Oriented Modular Dynamic Learning.	بيئة. التَّعَلُّم. الديناميكية الكتلية. الغرضية التوجه.

RTE	Run-Time Environment.	بيئة وقت التشغيل.
SCO	Sharable Content Object.	كائن محتوى قابل للمشاركة.
SCORM	Sharable Content Object Reference Model-SCORM.	النموذج المرجعي لمكونات محتوى المشاركة أو نموذج المحتوى المشترك.
SN	Sequencing and Navigation.	التتبع والملاحة.
STM	Short Term Memory.	ذاكرة قصيرة الأمد.
WWW	World Wide Web.	الشبكة العنكبوتية العريضة.
XML	Extensible Markup Language.	لغة الترميز الموسعة.

الأبحاث التي تمَّ نشرها من خلال أطروحة الدكتوراه (Published Papers)

[1] **بناء نظام تعليمي تكيفي وذكي على الشبكة العنكبوتية باستخدام الشبكة العصبونية نظرية الرنين التكيفي**،2007، مجلة بحوث حلب جامعة حلب، سلسلة العلوم الأساسية، 54.

[2] **الذكاء الصنعي في خدمة التَّعليم "تجربة بناء نظام تعليمي تكيفي ذكي لتعليم اللغة الإنكليزية"**، مؤتمر التقانات الحديثة للمعلومات والاتصالات ودورها في التَّعليم بمختلف مراحله – مجلس الأعلى للعلوم، دمشق، أيار 2007.

[3] **نمذجة الطالب باستخدام تماذج ماركوف المخفية لتعليم اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية**، 2008 مجلة بحوث حلب جامعة حلب، سلسلة العلوم الأساسية، 58.

[4] توليد مقررات تعليمية تكيفية وفق نمط تَعَلُّم الطالب باستخدام النظام IWEBISE (مثال تطبيقي: نمذجة نمط تَعَلُّم طلاب جامعة حلب في تَعَلُّم اللغات)2009، مجلة بحوث حلب سلسلة العلوم الأساسية، 66.

[5] **Adaptive Web-Based Educational System Using Neural Networks in EFL Course**, 2006, IEEE Xplore Release 2.2, 1, ISBN: 0-7803-9521-2, pp. 622- 625.

[6] **Building adaptive web-based educational system using Fuzzy-ART2 for EFL course**, 2007, Hiroshima, Japan.

[7] **Student Modeling Using NN-HMM for EFL Course**, 2008- IEEE International Conference on Information & Communication Technologies: from theory to Applications, Damascus, Syria.

[8] **A Hidden Markov Model Approach to Predict Students' Actions in an Adaptive and Intelligent Web-Based Educational system**, 2008- IEEE International Conference on Information & Communication Technologies: from theory to Applications, Damascus, Syria.

[9] **Modelado de estudiantes utilizando ART2 y HMM**, 2008, Charla en el curso de doctorado, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.

الأبحاث والمشاريع الدولية التي اعتمدت على بعض الأبحاث الناتجة عن هذه الأطروحة

[1] Vrettaros J., et al. (2009). **An Expedient Study on Back-Propagation (BPN) Neural Networks for Modeling Automated Evaluation of the Answers and Progress of Deaf Students' That Possess Basic Knowledge of the English Language and Computer Skills**, Best Practices for the Knowledge Society. Knowledge, Learning, Development and Technology for All, Springer, vol. 49.

[2] Drigas S., (2009). **Decade Review (1999-2009): Artificial Intelligence Techniques in Student Modeling**, Best Practices for the Knowledge Society. Knowledge, Learning, Development and Technology for All, Springer, vol. 49.

[3] Rodriguez P., (2010). **HADA: Hipermedia Adaptativa para Atención a la Diversidad en Entornos de Inteligencia Ambiental (TIN2007-64718)**, Jornada de Seguimiento de Proyectos, Programa Nacional de Tecnologías Informaticas

المقدمة (Introduction)

شَهِدَ العالم خلال الأعوام الأخيرة تقدماً هائلاً في مجال التكنولوجيا عامةً وتكنولوجيا المعلومات والحواسيب والاتصالات بشكل خاص، حيث ظهر العديد من التقانات الجديدة في تصنيع المعرفة ووسائل التكنولوجيا الحديثة التي جعلت من العالم قرية كونية صغيرة، يتفاعل سكانها مع بعضهم البعض، وكأنَّهم موجودون في بيت واحد أو يقطنون في نفس الحي. وقد استثمر التَّعليم هذا التقدم بطريقة متوازية في شتى وسائله، فظهرت الاستفادة منها في طرق الاتصال والتفاعل بين المعلمين والمتعلمين والمؤسسات التَّعليمية.

تسرد النظم التَّعليمية الإلكترونية التقليدية محتوى المنهاج في مجموعة روابط ضمن صفحات تشعبية مختلفة، من دون الأخذ بعين الاعتبار نمط تَعَلُّم الطالب وخلفيته المعرفية السابقة، أو التي قد اكتسبها خلال إبحاره بين صفحات المقرر التعليمي، ممّا يؤدي إلى ضياع الطالب في فضاء المنهاج من دون الوصول إلى أهدافه المرجوة. من هذا المنطلق نشأت الحاجة إلى عملية التزاوج مابين خمسة مفاهيم رئيسية: هندسة المعرفة (Knowledge Engineering)، وتفاعل إنسان آلة (Man Human Interaction)، وعلم النفس المعرفي (Science Cognitive)، والذكاء الصنعي (Artificial Intelligence)، وعلم النفس التربوي (Psychology Educational)، بهدف خلق مقررات تعليمية وفق منهجية تربوية صحيحة، تتميز بالذكاء ولها صفات وقدرات قريبة من سلوك الإنسان البشري (طالب، معلم)، أي تُقَدِّم للطالب بيئة عمل تكيفية مفصلة وفق احتياجاته وحالته المعرفية ونمط تَعَلُّمه من أجل مساعدته في التَّعَلُّم بطريقة أفضل وأحسن وأسرع من الأجيال السابقة للبرمجيات التَّعليمية التقليدية.

تُطَبق هندسة المعرفة مجموعة من التقنيات المنظمة في نمذجة وإدارة واستخدام معارف المنهاج التعليمي بأسلوب يختلف عن الكتب الدراسية التقليدية، بهدف تسهيل عملية تَعَلُّمها. ويعمل علم النفس المعرفي على نمذجة وتقييم العمليات الإدراكية الداخلية في دماغ الطالب والمعلم محاولاً أن يقوم بعمليات الاستدلال عمَّا يعلمه أو لايعلمه الطالب من المقرر التعليمي، وعمَّ يجب أن يقدمه المعلم للطالب من محتوى تعليمي وإرشادات لازمة، كما يسمح علم تفاعل إنسان آلة بتقديم واجهات سهلة الاستخدام وجذابة بالنسبة إلى الطالب والمعلم، كما تؤمن الاتصال والتواصل مابينهم. ويعد علم الذكاء الصنعي من أحد المهام الأساسية لعلم النفسي المعرفي، فهو يُستخدم هنا في بناء نظام تعليمي قادر على أداء

سلوكيات توصف بالذكاء عند قيام الطالب أو المعلم بها. ويختص علم النفس التربوي بدراسة السلوك الإنساني في المواقف التربوية، فهو العلم الذي يزودنا بالمعلومات والمفاهيم والمبادئ والطرق التجريبية والنظرية التي تساعد في فهم عملية التَّعَلُّم والتَّعليم والتي تزيد من كفاءاته [170].

ويُقصد بالنظم التكيفية، تلك النظم التي تحاول أن تكون مختلفة باختلاف الطلاب آخذةً بعين الاعتبار المعلومات التي يتم تجميعها خلال تصفحهم للمنهاج، بينما يُقصد بالنظم الذكية تلك النظم التي تُطبق وتستخدم تقانات الذكاء الصنعي من أجل تقديم دعم أوسع وأفضل لهم. يعتمد بناء النظم التكيفية على تقانات مختلفة [28]، منها: تقانة الملاحة التكيفية (Adaptive Navigation) التي تهدف إلى مساعدة الطالب في إيجاد أفضل مسار ضمن فضاء المقرر التعليمي وذلك بترتيب الروابط (Link Sorting)، أوبإخفائها (Hiding)، أو بإغناء الطالب بتعليقات أو بألوان مختلفة تساعده على معرفة محتوى الرابط وحالته المعرفية قبل اختياره لها(Annotation)، أو باقتراح أفضل رابط تالٍ عليه يجب الدخول فيه (Direct Guidance)، أو بعرض خريطة تسمح له بفهم البنية الكاملة لفضاء المنهاج، ومعرفة وضعه ضمن هذا الفضاء (Mapping). تهدف تقانة العرض التكيفي (Adaptive Presentation) إلى تكييف محتوى صفحات (عقد) المقرر التعليمي وفق أهداف وصفات الطالب ومستواه المعرفي، بينما تقوم تقانة تكييف تتبع المنهاج (Curriculum Sequencing) بتزويد الطالب بأفضل تسلسل لمفاهيم المقرر التعليمي والوحدات التَّعليمية المرتبطة بها لتتبعها وتعلمها، وتهتم تقانة التحليل الذكي للحل (Intelligent Solution Analysis) بحل الطالب للمسائل أو للتمارين، حيث تحدد له المعارف اللازمة لإكمال حله بشكل صحيح. تقوم تقانة دعم حل المسائل (Problem Solving Support) بتزويد الطالب بنظام مساعدة من خلال حله للمسائل وذلك عن طريق إعطائه تلميحات (Hints) تشرح له الخطوة التالية للحل [28].

يعد نموذج الطالب نواة النظم التَّعليمية، فهو يقوم بتخزين صفات الطالب الشخصية والمعرفية المتعلقة بالمنهاج. توجد أنواع كثيرة من نموذج الطالب، ولكن الأكثر استخداماً هو النموذج الطبقي (Overlay Model) وهو المستخدم ضمن هذا البحث[69]، وهو يعرف معارف الطالب بأنَّها مجموعة جزئية من معارف خبير المجال، فالطالب يجب عليه أن يكتسب مستوى معرفياً مطلوباً لكل جزء من أجزاء المقرر التعليمي، حتى يقوم بتغطية جميع معارف الخبير المتبقية، أي أنَّ هذا النموذج يفترض أنَّ المقرر التعليمي

مقسم إلى أجزاء منفصلة من العناصر. وأبسط نموذج هو ذلك الذي يستخدم المنطق البولي للدلالة على معرفة (1) أو عدم معرفة الطالب (0) لعنصر من عناصر المقرر قيد الدراسة [69]. وأعقد نموذج هو ذلك الذي يزود بمعلومات إضافية تشير الى الحالة المعرفية(Knowledge Status) للطالب المرتبطة بجزء من أجزاء المنهاج [69، 87].

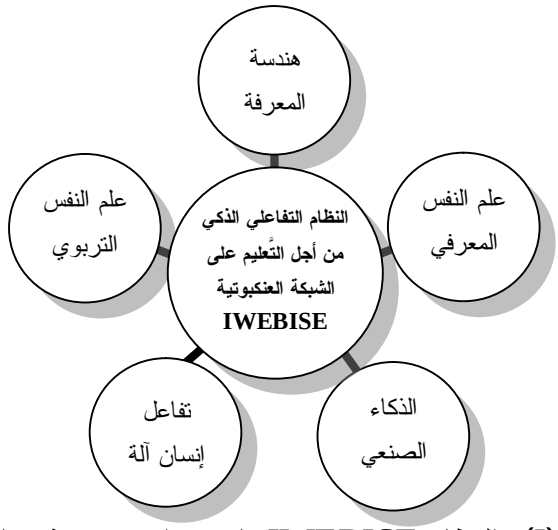
يهتم التَّعَلُّم الآلي بتصميم وتطوير خوارزميات وتقنيات تسمح للحاسوب بامتلاك خاصية "التَّعَلُّم" [158] وذلك بهدف تحسين أدائه مستفيداً من أخطائه وتجاربه السابقة. وتعد الشبكات العصبونية ونماذج ماركوف المخفية إحدى أنواع خوارزميات التَّعَلُّم الآلي. وتنبثق الشبكات العصبونية الصنعية من دراسة المخ (Brain) والنظام العصبي (Nervous System) للإنسان، حيث تَمَّ استخدامها في كثير من التطبيقات الحاسوبية كالتعرف على النماذج والصور والأشكال والأصوات. ويعتمد نجاح هذه التطبيقات على الاختيار المناسب لبنية الشبكة العصبونية وبارمتراتها وخوارزمية التَّعَلُّم المطبقة والتوابع الرياضية المستخدمة في حساب فعاليات خلاياها، مما أدى إلى وجود عدد كبير من أنواع الشبكات العصبونية بالإضافة إلى خوارزميات مختلفة في التَّعليم كشبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه (Bidirectional Associative Memory-BAM) ونظرية الرنين التكيفي (Adaptive Resonance Theory-ART2). وتصنف الـــ BAM من إحدى الشبكات العصبونية تحت الإشراف فهي تتألف من طبقتين: طبقة دخل X تتكون من n خلية عصبونية، وطبقة خرج Y تتكون من m خلية عصبونية. ترتبط جميع الخلايا العصبونية الموجودة في طبقة الدخل مع جميع الخلايا العصبونية الموجودة في طبقة الخرج من خلال وصلات ثنائية الاتجاه. وتستخدم هذه الشبكة مدخلات ثنائية أو ثنائية القطبية أو مستمرة، بينما تستخدم شبكة الـــ ART التَّعليم من دون إشراف وتتألف من ثلاث طبقات، تشكل الأولى والثانية طبقتي الدخل وتقوم بالمعالجة الأولية لأشعة الدخل وتقوم أيضاً بالمقارنة بين النماذج التي تَمَّ تعليمها في طبقة الخرج وبين النماذج المدخلة (من بيانات الطالب)، بينما تمثل الطبقة الثالثة طبقة الخرج وفيها يتم تصنيف وحفظ صفات أشعة الدخل. وترتبط الطبقة الثانية مع الثالثة بمرشحات تكيفية تشكلان ذاكرة طويلة الأمد للشبكة، كما أنَّها مزودة بنظام يدعى "جملة إعادة الوضع" والذي يسمح بقياس درجة التطابق بين الإشارة الصاعدة (السفلية - العلوية) وبين الإشارة الهابطة (العلوية - السفلية) من الخلية التي تعلَّمت صفات شعاع الدخل في طبقة الخرج.

يعتمد منطق الغموض (Fuzzy Logic) على المنطق الثنائي الذي يأخذ قيمتين، قيمة حقيقية (True) أو غير حقيقية (False)، وعلى منطق المتموج (Crisp) الذي تأخذ متحولاته قيماً تتراوح مابين الصفر والواحد. يطبق منطق الغموض مفهوم الاجتماع والذي يدل على القيمة العظمى مابين قيمتين، ومفهوم التقاطع والذي يدل على القيمة الصغرى مابين قيمتين، بينما يدل مفهوم المتمم على الفرق مابين قيمة ما والواحد. تستخدم الشبكتين FBAM و Fuzzy-ART2 مفهوم منطق الغموض.

تعد نماذج ماركوف المخفية (Hidden Markov Models - HMM) أداة إحصائية قوية لنمذجة متتالية من العمليات التي تتغير في الزمن، فهي عبارة عن عملية عشوائية مغمورة مضاعفة (A doubly embedded stochastic process) تحتوي على عملية غير ممكن ملاحظتها (Not observable process) والتي يمكن ملاحظتها من خلال استخدام عملية ملاحظة أخرى (Observable Process) والتي تولد مجموعة من الملاحظات خلال زمن ما [50، 108].

يُبنى النظام التفاعلي الذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية (Intelligent WEb-Based Interactive System for Education - **IWEBISE**) في هذا البحث على أساس خوارزميات ذكية تتيح للمعلمين بناء مقرراتهم التَّعليمية ذاتياً من أجل الحصول على نظم تعليمية ذكية تكيفية سهلة الولوج والاستخدام على الشبكة العنكبوتية (World Wide Web) من دون التقيد بالمكان أو بالزمان، فالمعلم بإمكانه استخدام هذا النظام من مكتبه في الجامعة لإضافة تمارين جديدة إلى المقرر، ومن بيته في تغيير وتحديث مادته التَّعليمية. بالإضافة إلى أنَّ الطالب يمكنه البدء في دراسة محاضرة ما في مكان ما، ومتابعتها واستكمالها من مكان آخر. فهو يعد أيضاً ناتج عملية التزاوج (الشكل I) مابين هندسة المعرفة، وعلم النفس المعرفي عن طريق استخدام بعض خوارزميات الذكاء الصنعي، وتفاعل إنسان آلة، وعلم النفس التربوي.

يطبق IWEBISE تقانة الملاحة التكيفية (Adaptive Navigation) وذلك من خلال ترتيب الروابط (Link Sorting) أو إخفاؤها (Link Hiding) وتقانة العرض التكيفي في تكييف أجزاء الصفحة التَّعليمية من محتوى تعليمي، وتمارين، وأمثلة، وملخص، وامتحان بعدي، وفي تقديم أصناف متعددة من محتوى وفق النوع المفضل لدى الطالب، كما يستخدم تقانة تتبع المنهاج في تقديم قائمة اقتراحات تزود الطالب بأفضل المفاهيم التَّعليمية التالية التي يجب اتباعها والعمل معها، وبذلك يتم تمثيل نموذج المعلم الموجه



الشكل (I)، النظام IWEBISE ناتج تزاوج خمسة مفاهيم أساسية.

(Coach). ويستخدم النموذج الطبقي للطالب، ويوظف نموذج Felder and Silverman، والخوارزمية Fuzzy-ART2، والخوارزمية HMM في نمذجة نمط تَعَلُّم الطالب، ومعارفه، وقائمة المقترحات المقدمة له على التوالي.

تدرب خوارزميات التَّعَلُّم الآلي المذكورة سابقاً على بارامترات الطلاب من أجل تصنيف الحالات المعرفية لهم إلى ستة مستويات: ممتاز، وجيد جداً، وجيد، ووسط، وضعيف، وضعيف جداً. بعدئذٍ يتم تقديم مدخلات قديمة وجديدة إليهم بهدف معرفة قدرتهم على استدعاء وتصنيف أشعة الدخل القديمة والجديدة وتحديد الأمثل منها بهدف الاستخدام اللاحق لها ضمن النظام الجديد IWEBISE في توليد مقررات تعليمية ذكية وتكيفية على الشبكة العنكبوتية.

ينقسم البحث إلى ثلاثة عشر فصلاً:

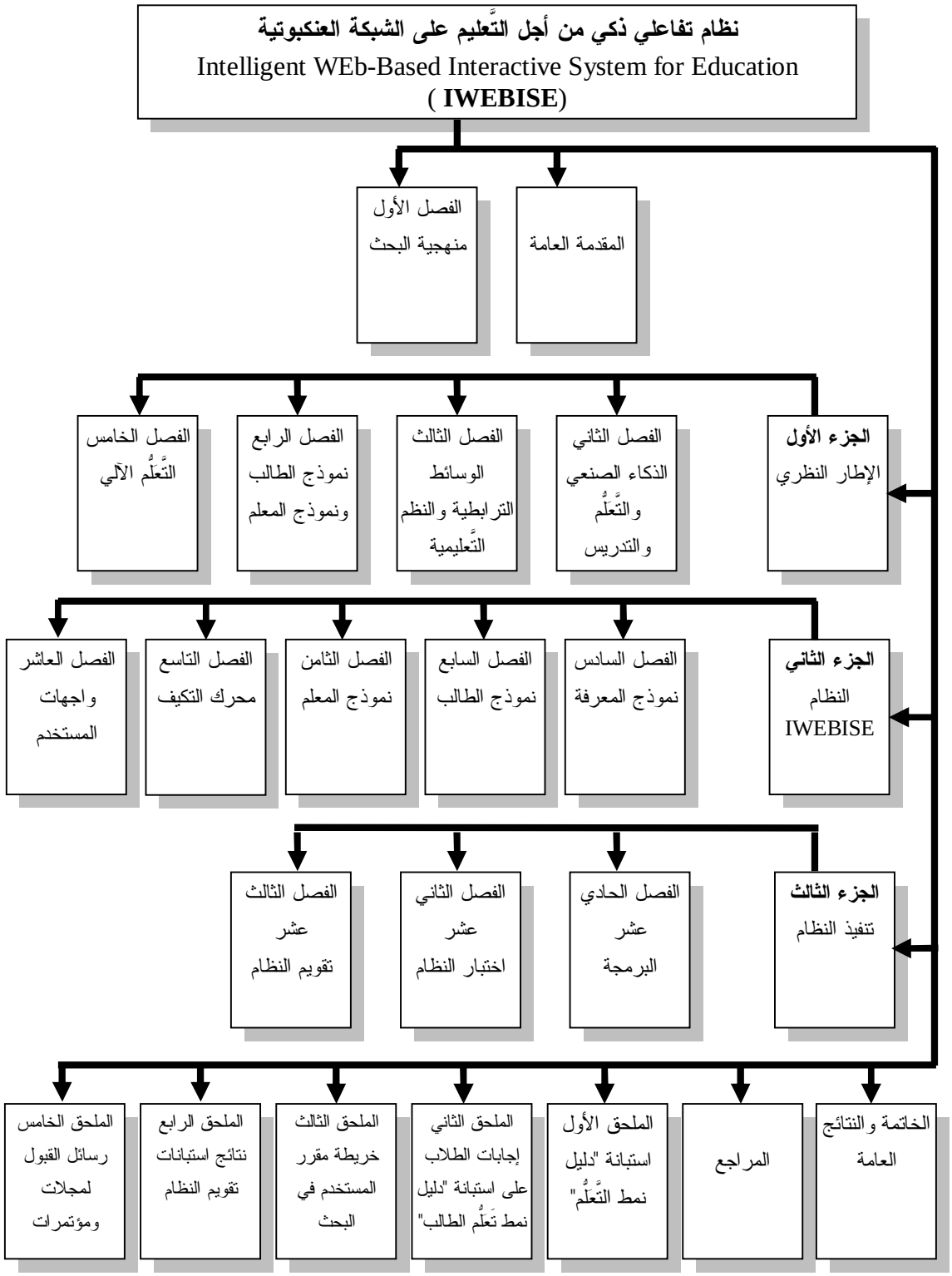
الفصل الأول (منهجية البحث): يُعَالج هذا الفصل المنهجية المتبعة في البحث من أجل الحصول على نظام ذكي وناجح وذي أداء عال في عملية توليد مقررات تعليمية وتقديم محتواها بشكل تكيفي ومفصل حسب حاجة كل طالب ونمط تعَلُّمه، وفي عملية توجيه الطالب من أجل تفادي ضياعه وعدم تقديم معارف المقرر له بشكل متكرر، وذلك عن طريق تحديد أوجه الخلل والمشكلات التي يواجهها التربويين والطلبة في عمليتي التَّعليم والتَّعَلُّم، كما تَمَّ في هذا الفصل عرض الهدف الرئيسي والأهداف الفرعية للبحث وتساؤلاته وما يقدمه من جديد والمكونات المادية والبرمجية المستخدمة في عمليات بنائه وتطويره وتنفيذه.

تتوزع بقية الفصول على ثلاثة أجزاء. يُبَيِّن الشكل (II) البنية العامة للبحث وترتيب الفصول فيه.

الجزء الأول (الإطار النظري): يُرَكِّز هذا الجزء على الدراسة النظرية للبحث، وهو مؤلف من أربعة فصول:

الفصل الثاني (الذكاء الصنعي والتَّعَلُّم والتدريس): يُسلط هذا الفصل الضوء على تعريف الذكاء الصنعي والتَّعليم، والتَّعَلُّم ونظرياته، والتدريس ونظرياته، وكيفية استخدامهم مع بعضهم البعض من أجل توليد برمجيات تعليمية تتصف بالذكاء عند تقديم المحتوى التعليمي وتوجيه الطالب وتقديم التغذية الراجعة المناسبة له. تدرس نظريات التَّعَلُّم التغيرات التي تحدث في سلوك والبنية المعرفية للطالب في اكتساب معارفه، كما تشرح الأساليب المختلفة والمستخدمة في عرض المحتوى التعليمي، كالأسلوب اللولبي، والتسلسلي، والهرمي، بينما تشرح نظريات التدريس أهم استراتيجيات التدريس المستخدمة من قبل المعلم. تَمَّ تطبيق النظرية البنائية في هذا البحث من خلال استخدام الخرائط المفاهيمية لأوزبل في تفصيل وتقديم المحتوى واستراتيجية التدريس دورة التَّعَلُّم لبياجيه بهدف تقديم بيئة استكشافية داعمة للتعلم المستمر والتَّعَلُّم الذاتي المتكيف.

يتطرق هذا الفصل أيضاً إلى تعريف نمط التَّعَلُّم ونماذجه من أجل مراعاة الفروق الفردية مابين الطلاب في تقديم المحتوى التعليمي. ولقد تَمَّ التركيز على نموذج Felder and Silverman والمؤلف من أربعة أبعاد ثنائية قطبية تسمح بتصنيف الطالب مابين عملي يحب مناقشة أجزاء المقرر وحل الأمثلة والتمارين، أو تأملي يحب التفكير المجرد والعمل الفردي، وحسي يحاول البحث وتفسير المفاهيم المتعلقة بالمقرر، أو حدسي يُرَكِّز على النظريات وماوراء المعنى، ولفظي يستخدم المعلومات المكتوبة لغوياً، أو بصري يفضل أن تعرض عليه المعلومات باستخدام الوسائل المرئية، وتسلسلي يحب دراسة أجزاء المقرر خطوة تلو الأخرى، أو شمولي باستخدام قفزات واسعة فيما بين هذه الأجزاء. يشرح هذا الفصل أيضاً التَّعليم الإلكتروني ومعاييره وأهمها المعيار SCORM- Sharable Content Object Reference Model والتفاعلية وأنماطها ومستوياتها السبع.



الشكل (II)، البنية العامة للبحث وترتيب الفصول فيه.

الفصل الثالث (الوسائط الترابطية والنظم التَّعليمية): يُلقي هذا الفصل نظرة عامة على مفهوم نظم الوسائط الترابطية وتقاناتها كالعرض التكيفي والملاحة التكيفية، كذلك يعرض

أنواع النظم التَّعليمية والتقانات التي ظهرت مع كل نوع والأجيال التي مرت بها، كالنظم التوجيهية الذكية (Intelligent Tutoring System) والتي تستخدم تقانة تتبع المنهاج (Curriculum Sequencing)، ودعم حل المسائل (Problem Solving Support)، والتحليل الذكي للحل (Intelligent Solution Analysis)، والنظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية والتي تستخدم تقانة تصفية المعلومات التكيفية (Adaptive information filtering) والتَّعليم التعاوني الذكي (Intelligent Collaborative Learning) ومراقبة الصف الذكي (Intelligent Class Monitoring). ونظم إدارة التَّعَلُّم (Learning Management System-LMS) والتي تدعم جميع أنشطة التَّعَلُّم والتَّعليم باستخدام الشبكة العنكبوتية. وفي نهاية الفصل يتم التركيز على عدد من الأمثلة للنظم التَّعليمية المذكورة سابقاً والمستخدمة دولياً أو محلياً في سوريا.

الفصل الرابع (نموذج الطالب ونموذج المعلم): يُقَدِّم هذا الفصل التعاريف النظرية المتعلقة بأهم جزئيين من أجزاء أي نظام تعليمي ذكي وتكيفي وهو نموذج الطالب ونموذج المعلم، فهو يعرض أنواع المعلومات الممكن استخدامها في نموذج الطالب، كالمعلومات المرتبطة بالمقرر والمستقلة عنه. وأخيراً يشرح مختلف أنواع نموذج الطالب والمعلم مع ذكر بعض الأنظمة كأمثلة لكل نوع من هذه الأنواع.

الفصل الخامس (التَّعَلُّم الآلي): يُقَدِّم هذا الفصل شرحاً تفصيلياً عن خوارزميات التَّعَلُّم الآلي المستخدمة في نمذجة معارف الطالب ومعارف المعلم ضمن النظام الجديد الـــ IWEBISE، كخوارزمية نماذج ماركوف المخفية والشبكات العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه ونظرية الرنين التكيفي بنسختيها ART2 و Fuzzy-ART2 التي تستخدم منطق الغموض.

الجزء الثاني: يشرح هذا الجزء مختلف أجزاء النظام الجديد الـــ IWEBISE، بحيث كل جزء تَمَّ شرحه في فصل منفصل.

الفصل السادس (نموذج المعرفة): يُسلط هذا الفصل الضوء على ثلاثة طرق استخدمت في نمذجة معارف المقرر التعليمي بهدف اختيار الأمثل منها، ففي الطريقة الأولى يتم تمثيلها باستخدام الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه المهيكلة والمؤلفة من ثلاث طبقات لتمثيل الأهداف التَّعليمية والمفاهيم التَّعليمية والوحدات التَّعليمية على التوالي؛ أما الطريقة الثانية فهي طريقة قواعد البيانات العلائقية والتي تستخدم إحدى عشر جدولاً (الفئات الأساسية، والفئات الفرعية، والمقررات التَّعليمية، والأهداف التَّعليمية، ومفاهيم

المتطلب الأساسي للأهداف التَّعليمية، والمفاهيم الأساسية، مفاهيم المتطلب الأساسي للمفاهيم الأساسية، والمفاهيم الفرعية، ربط المفاهيم الفرعية بالمفاهيم الأساسية، ومحتوى المفاهيم ألأساسية، وبنود الأسئلة)؛ بينما تستخدم الطريقة الثالثة لغة الـــ XML عن طريق بناء جذر أساسي وعقد ثانوية لتمثيل مختلف المفاهيم الأساسية والفرعية والوحدات التَّعليمية الخاصة بالمقرر. وفي نهاية الفصل يتم شرح المراحل المستخدمة في تصدير وتحزيم المقرر وفق المعيار SCORM بهدف إمكانية تحميله والتعامل معه ضمن نظم إدارة التَّعَلُّم المختلفة كـــ MOODLE.

الفصل السابع (نموذج الطالب): يعرض هذا الفصل بنية نموذج الطالب والجداول المستخدمة فيه ومراحل بنائه، كما يشرح آلية نمذجة نمط تَعَلُّم الطالب وفق نموذج Felder and Silverman معتمداً على بارمترات عديدة كعدد الأمثلة، والتمارين المقدمة للطالب، ومكان توضعهم على صفحة المحتوى. يفصل أيضاً هذا الفصل الطرق المستخدمة في نمذجة معارف الطالب كالطريقة التقليدية وطريقة الـــ HMM وطريقة الشبكات العصبونية FBAM و ART2 و Fuzzy-ART2، والخوارزمية الهجينة Fuzzy-ART2-HMM، وذلك باستخدام بارمترات يتم تجميعها خلال تصفح الطالب للمقرر كعدد الأجوبة الصحيحة والخاطئة للامتحان البعدي، وزمن حل الأسئلة، وزمن قراءة مفهوم ما، وعدد المحاولات في حل سؤال ما. تساعد هذه البارمترات في تصنيف أشعة الطالب وتقييمه في ستة مستويات مختلفة: ضعيف جداً، وضعيف، ووسط، وجيد، وجيد جداً، وممتاز. وفي نهاية الفصل تَمَّ مقارنة الخوارزميات المستخدمة وتقويم جودة أدائها باستخدام معيار F-measure، وذلك بغية تحديد الأمثل واستخدامها لاحقاً ضمن النظام الجديد IWEBISE.

الفصل الثامن (نموذج المعلم): يشرح هذا الفصل بشكل تفصيلي عن كيفية نمذجة مختلف استراتيجيات التَّعليم المستخدمة في تقديم المقرر التعليمي والمحددة من قبل المعلمين، وذلك عن طريق تخزين القواعد التربوية في جدول مؤلف من عدة حقول تسمح بتخزين اللون المستخدم في عرض خريطة المقرر حسب الحالة المعرفية لكل طالب في كل مقرر وتحديد إمكانية عرض أو إخفاء مفهوم تعليمي ما. يشرح هذا الفصل كيفية تطبيق خوارزمية نماذج ماركوف المخفية من أجل التنبؤ بالمفاهيم التالية التي يمكن زيارتها من قبل الطالب. تتألف عملية التنبؤ من ثلاثة مراحل: التهيئة، والضبط، والتنبؤ، ففي مرحلة التهيئة يتم ترميز مختلف المفاهيم التَّعليمية للمقرر التعليمي وبناء نموذج HMM لكل

طالب وفق تسلسل المفاهيم التَّعليمية التي زارها خلال تفاعله مع النظام، أمَّا في مرحلة الضبط يتم تحديث كل HMM باستخدام سلسلة جديدة من المفاهيم التَّعليمية تَمَّ زيارتها مجدداً من قبل الطالب وخوارزمية Baum-Welch، ويتم تطبيق خوارزمية الأمام (Forward) خلال مرحلة التنبؤ من أجل تحديد التوزيع الاحتمالي لكل مفهوم تعليمي في المقرر. وتمثل أعلى قيمة المفهوم التالي الذي سيتوقع الطالب زيارته. وفي نهاية هذا الفصل يتم دراسة معيار الحساسية والضبط من أجل قياس أداء خوارزمية التنبؤ.

الفصل التاسع (محرك التكيف): يتطرق هذا الفصل إلى آلِيَّتَيْ التكيف المستخدمتين ضمن المقررات التي تَمَّ إنشاؤها باستخدام النظام الجديد الـــ IWEBISE، حيث تفصل الأولى الخطوات المتبعة من أجل تقديم صفحة محتوى متكيفية وفق نمط تَعَلُّم الطالب، أمَّا الثانية فتشرح خطوات تفصيل خريطة مقرر تكيفية حسب الحالة المعرفية للطالب بالنسبة إلى كل مفهوم من المفاهيم التَّعليمية. كما يشرح هذا الفصل استراتيجية التدريس المستخدمة من قبل المعلم الذكي للنظام، والقائمة على النظرية البنائية من خلال دورة التَّعَلُّم الرباعية لنظرية بياجيه المعرفية، وتقانات التكيف المطبقة كتقانة العرض التكيفي وتقانة الملاحة التكيفية وتقانة تتبع المنهاج.

الفصل العاشر (واجهات المستخدم): يشرح هذا الفصل الواجهات التطبيقية المستخدمة كأداة اتصال وتواصل مابين مختلف مستخدمي النظام IWEBISE. وتنقسم إلى أربعة مستويات: واجهات مسؤول النظام والتي يمكن من خلالها إدارة التصنيفات الرئيسية والفرعية للمقررات وإدارة المستخدمين، وتسجيل الطلاب في المقررات وإلغاء تسجيلهم أيضاً. وواجهات مصمم المقرر والتي تسمح بإدارة المقررات من خلال إضافة أهداف تعليمية ومحتوى تعليمي بمستويات مختلفة خاصة بكل مفهوم تعليمي أساسي أو فرعي، كما تتيح تصدير المقرر وتحزيمه بهدف إمكانية تحميله واستخدامه ضمن منصات تعليمية أخرى وبذلك يتم تطبيق خاصية قابلية التشغيل البيني (Interoperability) للتعليم الإلكتروني .

تُستخدم واجهات المعلم في إدارة القواعد التربوية وتتبع ومراقبة تصفح الطلاب للمقرر التعليمي وإعطائهم النصائح المفيدة إذا لزم الأمر، بينما تسمح واجهات الطالب للطالب بتقديم الامتحان القبلي والبعدي ودراسة المقرر واستخدام قاموس المفردات والتفاعل مع زملائه عن طريق المحادثة والمنتدى وتغيير في نموذجه المعرفي بهدف تسريع خطواته التَّعليمية.

الجزء الثالث: الطور الحاسم في دورة حياة النظام هو التنفيذ الناجح لمختلف أجزاء النظام من أجل تحقيق الأهداف المرجوة منه بنجاح، وذلك من خلال برمجة حزمة من الإجراءات والدالات اللازمة واختبارها وتقويمها من أجل معرفة ما إذا كان يحتاج إلى إجراءات جديدة أو تعديلات موجودة. يتألف هذا الجزء من ثلاثة فصول:

الفصل الحادي عشر(البرمجة): يشرح هذا الفصل الشجرة البرمجية للنظام الجديد والإجراءات الخاصة بالخوارزميات التي تُستخدم في نمذجة معارف المقرر والطالب وفي التنبؤ بأفعاله المستقبلية، كخوارزمية FBAM و ART2 وFuzzy-ART2 وHMM .

الفصل الثاني عشر (اختبار النظام): يعرض هذا الفصل الاختبارات التي طبقت على النظام IWEBISE، عن طريق إنشاء مثال تطبيقي لمقرر تعليمي لتعليم قواعد اللغة الإنكليزية، وكيفية متابعة دراسته من قبل طالب واحد أو أكثر، كما يتم اختبار أداة تصدير وتحزيم المحتوى وفق المعيار الدولي SCORM وإمكانية تحميله ضمن نظم إدارة تَعَلُّم أخرى.

الفصل الثالث عشر (تقويم النظام): يُرَكِّز هذا الفصل على تقويم النظام IWEBISE باستخدام استبانات توزع على مصممي المقررات والطلاب تعتمد على معايير عديدة تحدد فعاليته وسهولة استخدامه وفهمه وإمكانية إعادة استخدام المقررات التَّعليمية المبنية من خلاله ضمن نظم إدارة تَعَلُّم أخرى، وذلك بهدف الحصول على نظام ذي ثقة عالية ومزود بالإرشادات اللازمة لمساعدة مستخدميه على التعامل معه بمرونة وتفادي تجاهله.

تقدم الخاتمة للبحث النتائج العامة التي تَمَّ الحصول عليها والتي ساعدت في بناء نظام جديد ذكي وتفاعلي على الشبكة العنكبوتية يتسم بأداء عالٍ وسهل الاستخدام في إدارة عمليتي التَّعليم والتَّعَلُّم.

وفي نهاية البحث يتم تقديم قائمة المقترحات المستقبلية، والمراجع المستخدمة ضمنه، والملحقات المرتبطة بالاستبانة "دليل نمط التَّعَلُّم"، وأمثلة على إجابات الطلاب له، وخريطة المقرر "تعليم قواعد اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية"، و نتائج استبانات تقويم النظام الجديد، ورسائل قبول الأبحاث في مؤتمرات ومجلات محلية ودولية، ووثيقة إلقاء محاضرة لطلاب الدراسات العليا في المدرسة البوليتكنيكية العليا (Escuela Politécnica Superior) - جامعة مدريد المستقلة (Universidad Autónoma de Madrid) ضمن نطاق دورة "التطبيقات التكيفية من خلال استخدام الانترنت".

الفصل الأول

منهجية البحث

Chapter One
Research Methodology

المقدمة (Introduction)

يصف هذا الفصل الصعوبات والمشاكل التي يواجهها التربويُّون والطلبة أثناء عمليتي التَّعليم والتَّعلُّم، عارضاً حلولاً تستخدم تكنولوجيا الحواسيب المتقدمة لمساعدتهم في تخطيها. تظهر هذه الصعوبات للمعلمين عند قيامهم في إنتاج مقرراتهم التعليمية أو عند توجيه الطلاب وتقديم محتوى تعليمي يناسبهم، أو التي يواجهها الطلاب عند ضياعهم في فضاء المقرر خلال دراستهم له. يسرد هذا الفصل أيضاً أسئلة البحث، وما الجديد الذي يُقَدِّمه، والمصطلحات المستخدمة، كما يعرض الأهداف المرجوة من النظام الجديد IWEBISE، والمكونات المادية والبرمجية المستخدمة في عمليتي بنائه وتطويره.

1-1- تعريف المشكلة (Problem Definition)

يبحث التربويون باستمرار عن أفضل الطرق والوسائل لتوفير بيئة تعليمية تفاعلية لجذب اهتمام الطلاب وحثهم على تبادل الآراء والخبرات. وتعد تقنية المعلومات ممثلة في الحاسوب الآلي والإنترنت من أنجح الوسائل لتوفير هذه البيئة التعليمية الثرية[157]. يفتقر المعلمون في الوطن العربي إلى أدوات عربية برمجية ذكية تساعدهم في بناء حقائبهم التعليمية الإلكترونية النظرية أو العملية على الشبكة العنكبوتية في مختلف المجالات كالطب والرياضيات والعلوم الهندسية وغيرها، من أجل تقديم نظم تعليمية ذاتية تكيفية تساعد المتعلمين على تحقيق أهدافهم التربوية وفق قدراتهم وحاجاتهم واهتماماتهم ومستواهم المعرفي. هنا تبرز أهمية تقانات الذكاء الصنعي (Artificial Intelligence Techniques) والنصوص الترابطية (Hypertexts) والوسائط الترابطية (Hypermedia) من أجل مساعدة هؤلاء المعلمين في تقليد ونمذجة عملهم في كيفية تسليم المقررات للطلاب وإرشادهم خلال العملية التعليمية، يأتي في مقدمة هذه التقانات خوارزميات التَّعلُّم الآلي كالشبكات العصبونية (Neural Netwroks) ونماذج ماركوف المخفية (Hidden Markov Model) التي تساعد بدورها على محاكاة المعلم والطالب (Tutor and Student Modeling) وخلق فضاء تعليمي حقيقي.

تعد عملية بناء نظم تعليمية ذكية وتكيفية عملية معقدة وتحتاج إلى وقت وجهد كبيرين وعدد من المبرمجين والمدرسين والخبراء في مجال محدد، بالإضافة إلى ذلك، عند بناء هذه النظم في مجال ما، لايمكن إعادة استخدامها واستثمارها ومشاركتها في مجالات

أخرى. ومن هنا نشأت الحاجة إلى إنشاء نظام ذكي على الشبكة العنكبوتية يمكن استخدامه من قبل عدد أكبر من المعلمين دون اللجوء إلى أشخاص مختصين في عمليات إنشاء وتحديث المقرر التعليمي وعمليات الصيانة للمقررات المقدمة.

تسرد النظم التعليمية الإلكترونية التقليدية محتوى المنهاج في مجموعة روابط ضمن صفحات تشعبية مختلفة، من دون الأخذ بعين الاعتبار خلفية الطالب المعرفية السابقة أو التي قد اكتسبها خلال إبحاره بين صفحات المقرر التعليمي، مما يؤدي إلى ضياع الطالب في فضاء المنهاج دون الوصول إلى أهدافه المرجوة. من هذا المنطلق نشأت الحاجة أيضاً إلى توظيف خوارزميات ذكية في تطوير محتوى المقررات التعليمية، بحيث تتكيف مع معارف الطالب ومستواه بشكل خاص ومع كل الطلاب بشكل عام، كما أنَّها تساعد على التنبؤ بأفعال الطالب المستقبلية بهدف توجيهه وتقديم المساعدة له في الوقت المناسب والتأكد من مسار سلوك تَعَلُّمه الصحيح.

تتبنى مختلف الدول سياسة التَّعليم الشامل من خلال دمج الطلاب لفروقاتهم الفردية المختلفة داخل الصف التقليدي أو الافتراضي. أي تجاهل هذه الفروقات يمكن إنَّ يحدث خللاً في عملية تَعَلُّم الطالب على الصعيد النفسي والاجتماعي والأكاديمي. فلذلك يُؤخذ بعين الاعتبار عند بناء هذا النظام، هذه الفروقات الفردية المتنوعة مابين الطلاب بهدف توليد مقررات تعليمية أجزاء صفحات محتواها تكيفيه وفق نمط تَعَلُّم كل طالب، مما تجعل عملية التَّعَلُّم الذاتي أكثر فاعليةً ويسراً وديمومةً، ومن خلالها يستطيع النظام الذكي المقترح تقديم خبرات المعلم المناسبة لهم.

1-2- أهداف البحث (Research Objectives)

- **الهدف الرئيسي (Main Objective)**

بناء نظام تفاعلي ذكي على الشبكة العنكبوتية لبناء نظم تعليمية ذكية تكيفية.

- **الأهداف الفرعية (Secondary Objectives)**

- تزويد المعلمين بأداة برمجية ذكية سهلة الاستخدام تساعدهم في بناء نظم تعليمية ذكية تكيفية خاصة بهم وفي مجالات مختلفة.
- استخدام خوارزميات التَّعَلُّم الآلي في بناء النظام الـ IWEBISE الذكي.

- توفير نظم تعليمية ذكية تقدم للطلاب فرص تعليم مختلفة، من أجل نقل المعرفة إليهم وتطوير قدراتهم ومهاراتهم بما يتفق مع حاجاتهم وظروفهم المهنية.
- توظيف تقانات الوسائط الترابطية التكيفية في تقديم مواد تعليمية وبرامج تربوية لا تعتمد على التواصل التعليمي التقليدي اليومي.
- تحديد نمط تَعَلُّم طلاب المعهد العالي للغات بجامعة حلب للغات الأجنبية (الإنكليزية والفرنسية والألمانية).
- تقديم محتوى المقررات التعليمية متكيفاً مع نمط تَعَلُّم الطالب ومستواه المعرفي، وتجنب سرده وعرضه كالكتاب المدرسي.
- تطبيق نظريات التَّعَلُّم والتدريس بهدف الوصول إلى بنية أمثل في بناء النظام التعليمي الذكي الجديد بحيث يساعد الطالب على إنَّ يتعلم بفعالية أكبر.

1-3- أهمية البحث (Research Importance)

تنبثق أهمية البحث من أهمية التَّعليم الإلكتروني، حيث يمثل تجديداً تربوياً ملحاً لكثير من أنظمة التَّعليم ليس فقط بالنسبة إلى سوريا بل في جميع البلدان العربية والعالم. أي إنَّ هذا البحث يسعى إلى تسليط الضوء على النظام IWEBISE من حيث مركباته ومميزاته والأهداف التي يسعى إلى تحقيقها، بالإضافة إلى التعرف على التوقعات المستقبلية له كأداة جديدة تدخل في النظام التعليمي في المنطقة العربية والعالم وتأتي في ظل متغيرات كثيرة تجتاح العالم العربي وتؤثر بشكل مباشر على مختلف أنظمة التَّعَلُّم. ومع وجود هذا النظام سيتم تحقيق مايلي:

- زيادة الدافعية للتعليم والتَّعَلُّم من خلال تقديم نظم تعليمية إلكترونية ذكية وتكيفية على الشبكة العنكبوتية مبنية على الحاجات الحقيقية لطلاب العرب، وذلك من خلال تقديم خبرات المعلم المناسبة لهم.
- تطور المجتمع تقنياً من خلال توظيف التقانة الحديثة في التَّعليم، وبما تتيحه من فرص التدريب عليها وإنتاجها وليس فقط استهلاكها.
- توفير للباحثين أداة جديدة عربية للبحث العلمي.

1-4- حدود البحث (Research Limitations)

يتضمن البحث تصميم وتطوير وتنفيذ وتقويم مختلف أجزاء النظـــام الـــذكي IWEBISE باستخدام الحاسوب والشبكة العنكبوتية لتقديم وسيلة سهلة الاستخدام من قبل المعلمين، من أجل بناء وتحديث وصيانة مقرراتهم التعليمية الذكية والتكيفية وفق نمط تَعَلُّم كـــل طالـــب ومستواه المعرفي، حيث يتم نمذجة عمل مصمم المقررات التعليمية، والمعلم، والطالـــب، ومسؤول النظام، وتوفير بيئة تعليمية تفاعلية وتعاونية بين الطلاب. يتم التركيز فـــي هـــذا البحث بشكل أساسي على نمذجة معارف الطالب ومحاكاة عمل المعلم في تقديم النـــصائح الذكية للطالب، وذلك من خلال توظيف خوارزميات التَّعَلُّم الآلي كالـــشبكات العـــصبونية ونماذج ماركوف المخفية.

1-5- جدوى البحث (Research Feasibility)

1-5-1- الجدوى الاقتصادية (Economic Feasibility)

- **الكلفة (Costs)**

تعد كلفة تحليل وتصميم وتطوير النظام IWEBISE رخيصة بـــسبب تـــوفر المكونـــات المادية والبرمجية المساعدة على تحقيق الأهداف المرجوة منه.

- **الفوائد (Benefits)**

- توفير أداة للبحث العلمي في مجال الأساليب التعليمية الذكية.
- الاختصار في الوقت اللازم في عملية تصميم المقررات التعليمية من قبـــل المعلمـــين دون الحاجة لخبرات برمجية.
- تطبيق مفهوم التَّعَلُّم التعاوني بين الطلبة من خلال بناء نظم تعليمية ذكية.
- تسهيل وإدخال التَّعليم الإلكتروني في الجامعات التقليديـــة لتغطيـــة المقـــررات التـــي لايتوفر لها مدرسين مختصين.
- نشر الوعي العلمي والمعلوماتي لدى المعلمين والطلاب من أجـــل إدخـــالهم الحيـــاة العملية بإسهام أكبر وإنتاجية أعلى تنعكس على مسيرة التنمية الشاملة.
- تحقيق المرونة في تصميم المقررات دون الاعتماد على نوعية المقرر التعليمي.
- نظراً لطبيعة المرأة العربية وارتباطها الأسري، يعد هذا النوع من التدريس والتعلـــيم واعداً لعمل وتثقيف ربات البيوت، ومن يتولين رعاية المنازل وتربية أبنائهن.

1-5-2- الجدوى التشغيلية (Operational Feasibility)

يعد المعلمون والطلاب الموارد البشرية الأساسية اللازمة لتنفيذ وتشغيل النظام IWEBISE الذي يشكل لبنة أساسية في تصميم مقررات تعليمية ذكية وتكيفية على الشبكة العنكبوتية.

1-6- التصميم البحثي (Research Design)

1-6-1- طرق البحث (Research Methods)

الدراسة هي دراسة وصفية تحليلية عملية تستمد مادتها الأساسية من مصدرين أساسين:

- الزيارات الميدانية التي تعتمد على المقابلة والملاحظة للعملية التعليمية والتقويمية للطلاب في جامعة حلب والجامعة الافتراضية والجامعات الخاصة، بهدف تحديد الفلسفة العامة والمنهجية التربوية للتعليم الإلكتروني.
- دراسة وثائقية للمراجع الكتابية والإلكترونية العلمية والمستخدمة في عملية جمع المعلومات اللازمة، كدراسة مفهوم الذكاء الصنعي والوسائط الترابطية التكيفية ونظم إدارة المقررات التعليمية والشبكات العصبونية ونماذج ماركوف المخفية.

1-6-2- فضاء الدراسة (Study Space)

إنَّ فضاء الدراسة المستخدم لتطوير وتنفيذ النظام التفاعلي الذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية (IWEBISE) هو جامعة حلب بشكل عام والمعهد العالي للغات في جامعة حلب بشكل خاص وبعض المدارس الخاصة.

1-6-3- طرق جمع البيانات والمعلومات (Data and Information Collection Methods)

يتم استخدام عدة طرق في عملية جمع البيانات والمعلومات، منها:

- الملاحظة المباشرة للطلاب والمعلمين في صفوفهم في المعهد.
- المقابلة الشخصية للمعلمين بهدف تحديد الاستراتيجيات المستخدمة في تقديم المحتوى التعليمي للطلاب.

- الاستبانات: يتم توزيع استبانات للطلاب وللمعلمين بهدف تقويم أداء النظام الجديد IWEBISE في توليد مقررات تعليمية ذكية وتكيفية على الشبكة العنكبوتية، وتحديد أيضاً نمط تَعَلُّم اللغة الأجنبية لطلاب جامعة حلب.
- البحث والتفتيش في الوثائق المرجعية والإلكترونية.

1-7- أسئلة البحث (Research Questions)

يسعى البحث إلى الإجابة عن سؤال رئيسي يتمحور حول تحديد الإجراءات الواجب اتباعها في تطوير النظام المقترح IWEBISE لضمان تطبيقاته في مؤسسات التَّعليم. يتفرع من هذا السؤال الرئيسي عدة أسئلة فرعية هي على النحو التالي:

1- ما مفهوم الذكاء الصنعي والتعليم والتَّعَلُّم والتدريس؟
2- ما نظريات التَّعَلُّم والتدريس وكيف تستخدم في بناء النظام الجديد؟
3- ما مفهوم التَّعليم الإلكتروني وصفاته ومعاييره؟
4- ما النماذج النظرية والعملية لنظم إدارة المقررات التعليمية الممكنة من أجل الاسترشاد بها؟
5- ما المراحل والأجيال التي مرت بها النظم التعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية؟
6- ما بنية النظم التعليمية الذكية والتكيفية على الشبكة العنكبوتية؟
7- ما نموذج الطالب ونموذج المعلم وتصنيفاتهم؟
8- كيف يمكن تقسيم مقرر تعليمي إلى أجزائه وتحميله على الشبكة العنكبوتية؟
9- كيف يتم بناء نموذج المعرفة للنظم التعليمية الذكية والتكيفية على الشبكة العنكبوتية؟
10- كيف يمكن لنموذج الطالب اقتفاء الحالة المعرفية للطالب خلال تفاعله مع المقرر التعليمي؟
11- ما أنماط تَعَلُّم الطالب وكيف يتم تحديدها؟
12- ما نمط تَعَلُّم طلاب جامعة حلب من أجل تحديد نمط تَعَلُّم افتراضي ضمن النظام؟
13- هل يمكن لنموذج الطالب إنَّ يزود بالحالة المعرفية للطالب من أجل اتخاذ القرار التربوي الصحيح؟
14- كيف يتم تمثيل معارف الطالب ضمن نموذج الطالب؟

15- ما الخوارزميات الذكية المستخدمة في تحديد الحالة المعرفية للطالب؟
16- هل عملية تتبع خطوات الطالب وحالته المعرفية مفيدة لأخذ القرار التربوي المناسب؟
17- كيف يتم تكييف أجزاء صفحة المحتوى التعليمي حسب نمط تَعَلُّم الطالب والحالة المعرفية له؟
18- كيف يمكن تقويم جودة أداء خوارزميات المستخدمة في تحديد الحالة المعرفية للطالب؟
19- كيف يتم نمذجة استراتيجيات المعلم ومانوع نموذج المعلم المستخدم؟
20- هل يمكن التنبؤ بالأفعال المستقبلية للطالب؟
21- ما التصميم التعاوني وإمكانية تطبيقه؟
22- ما التقانات المستخدمة في عمليات تكيف المقرر؟
23- ما بنية ملف الـ SCORM لتصدير وتحزيم المحتوى التعليمي؟
24- ما المعايير المتبعة في عمليات تقويم النظم التعليمية وكيفية تطبيقها؟.
25- كيف يمكن تطبيق أنماط ومستويات التفاعلية؟

1-8- الجديد في البحث (Research New Approaches)

1- إدخال بنية شبكة عصبونية جديدة باستخدام الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه بهدف نمذجة معارف المقرر التعليمي.
2- استخدام الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه باستخدام منطق الغموض في نمذجة معارف الطالب.
3- استخدام نماذج ماركوف المخفية ضمن النظم التعليمية الذكية والتكيفية على الشبكة العنكبوتية بهدف:
   a. نمذجة معارف الطالب.
   b. التنبؤ بأفعال الطالب المستقبلية.
4- استخدام الشبكة العصبونية نظرية الرنين التكيفي ART2 لنمذجة معارف الطالب.
5- استخدام الشبكة العصبونية Fuzzy-ART2 لنمذجة معارف الطالب.

6- إجراء المقارنة بين نتائج نمذجة الطالب باستخدام نماذج ماركوف المخفية والشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه ونظرية الرنين التكيفي بنسختيها ART2 و Fuzzy-ART2.

7- التهجين مابين خوارزميتين: نماذج ماركوف المخفية ونظرية الرنين التكيفي بهدف تقليص زمن التعرف في نمذجة معارف الطالب.

8- بناء نظام جديد ذكي قادر على توليد وتصدير وتحزيم نظم تعليمية ذكية وتكيفية على الشبكة العنكبوتية، تحت اسم IWEBISE (Intelligent WEb-Based Interactive System for Education) باستخدام المعيار الدولي SCORM.

9- تحديد نمط تَعَلُّم طلاب جامعة حلب في تَعَلُّم اللغات باستخدام نموذج Felder and Silverman.

10- مقارنة مزايا النظام الجديد مع أنظمة تعليمية تكيفية وذكية أخرى.

11- بناء مقرر تعليمي ذكي وتكيفي باستخدام النظام الجديد IWEBISE من أجل تعليم الإنكليزية كلغة أجنبية (Teaching English as a Foreign Language-EFL) مستوى أول.

1-9- متطلبات البحث (Research Requirements)

q المكونات المادية (Hardware)

- حاسوب متطور ذو أداء عالٍ وذاكرة لاتقل عن 512 Megabytes.
- مساحة تخزينية على مخدم ما على الشبكة العنكبوتية لاتقل عن 100 Gigabytes.
- ملحقات حاسوبية (لوحة مفاتيح، فأرة، طابعة ليزرية، سواقة للأقراص ليزرية، كاميرا رقمية، مكبرات صوتية، ميكرفون).
- الاتصال بالانترنت.

q المكونات البرمجية (Software)

- نظام تشغيل Windows XP Professional أو Linux.
- متصفحات الإنترنت (Internet Explorer أو Mozilla FireFox).
- PHP و MySQL و CSS [109، 134، 162، 163، 167، 168، 169].

- Microsoft Word.
- Photoshop.

1-10- مصطلحات البحث (Research Glossary) [153، 166، 177]

برمجيات مفتوحة المصدر (Open Source Software): هي برامج متاحة لجميع المستخدمين بلغة برمجتها الأصلية وترميزها المصدري، وهي قابلة للتعديل والتطوير من قبل أي مبرمج.

التشخيص (Personalization): هي عملية تفصيل الأشياء (كصفحات الشبكة العنكبوتية) وفق صفات المستخدم وتفضيلاته.

التَّعَلُّم الذاتي (Self Learning)

يعرف أحمد اللقاني [184] التَّعَلُّم الذاتي على أنه "الأسلوب الذي يعتمد على نشاط الطالب بمجهوده الذاتي الذي يتوافق مع سرعته وقدراته الخاصة مستخدماً أو مستفيداً من التطبيقات التكنولوجية، كالمواد المبرمجة ووسائل تعليمية وأشرطة فيديو وبرامج تليفزيونية ومسجلات، حيث يستطيع الطالب استخدام الوقت بحرية وتحديد المسار الذي يناسبه في سعيه لتحقيق الأهداف الموضوعة"، أي هو قيام الطالب بنفسه بالمرور في المواقف التعليمية المتنوعة لاكتساب المعلومات والمهارات المطلوبة.

التَّعَلُّم التعاوني (Collaborative Learning)

هو التَّعَلُّم ضمن مجموعات صغيرة من الطلاب يتراوح عددها من 2 إلى 6 طلاب يعملون سوياً وبفاعلية ويساعدون بعضهم البعض بغية رفع مستوى كل فرد منهم وتحقيق الهدف التعليمي المشترك [62].

تكنولوجيا التَّعليم (Educational Technology): كل ما يستخدم في مجال التَّعليم من تقنية معلوماتية، كاستخدام الحاسوب الآلي وشبكاته المحلية والعالمية، وذلك بهدف تخزين ومعالجة واسترجاع المعلومات كل وقت وفي أي وقت. وعلى هذا تكون تكنولوجيا المعلومات في أوسع معانيها تخطيطاً، وإعداداً، وتطويراً، وتنفيذاً، وتقويماً كاملاً للعملية

التعليمية من مختلف جوانبها، ومن خلال وسائل تقنية متنوعة تعمل جميعها بشكل منسجم مع العناصر البشرية لتحقيق أهداف التَّعليم [175].

الحقيبة التعليمية (Educational Briefcase):هي بناء متكامل لمجموعة من المكونات اللازمة لتقديم وحدة تعليمية، حيث تحتوي على مجموعة من الوسائل التعليمية محاولة تحقيق أهداف التَّعَلُّم الذاتي وإتاحة فرص التَّعَلُّم الفردي، أو هي برنامج محكم التنظيم يقترح مجموعة من الأنشطة والبدائل التعليمية التي تساعد على تحقيق أهداف تعليمية محددة [149، 152].

قواعد البيانات العلائقية (Relational Database): هي طريقة في تنظيم البيانات في وحدات تخزين تدعى بالجداول وهي مكونة من عدة صفوف (سجلات) كل صف منها يحتوي على عدة أعمدة (حقول) [166].

كائن تَعَلُّم (Learning Object- LO): يتم تقسيم المحتوى التعليمي للمقرر إلى جزيئات تَعَلُّم مستقلة تدعى بالكائنات التعليمية لتحقيق هدف تعليمي ما وتتميز بمايلي:

- القابلية لإعادة استخدامها بطرق مختلفة ضمن بيئات تعليم مختلفة.
- تعد أصغر وحدة تعليمية ذات محتوى تعليمي مستقل.
- إمكانية جمعها في مجموعات أكبر لتشمل بنية المنهاج من فصول ودروس وتمارين والخ [149، 172، 173].

كائن محتوى قابل للمشاركة (Sharable Content Object - SCO): هي عبارة عن مجموعة الموجودات التي تمثل مجموعة المعلومات المراد إيصالها للطالب والتي يمكن استعمالها من قبل أنظمة إدارة التَّعَلُّم الإلكتروني [149، 172، 173].

لغة الترميز الموسعة (Extensible Markup Language-XML): هي عبارة عن مجموعة من الشروط لتعريف واسمات (Tags) دلالية تقوم بتعريف وتقسيم المستند إلى أجزاء مختلفة، أي هي لغة توصيف تقوم بتعريف صيغ قواعدية تستخدم لتعريف لغات

دلالية وبنى توصيفية أخرى، أي تستخدم في وصف وتخزين وتنظيم البيانات [40، 109، 160، 163].

لغة النصوص الترابطية (Hypertext Markup Language -HTML): هي لغة تستخدم في عملية تصميم المواقع على الشبكة العنكبوتية وتتكون من سلسلة أو مجموعة من الواسمات تكتب في ملف نصي ذو امتداد html. أو htm. ويتم تنفيذها مباشرة من قبل متصفحات الإنترنت [162].

متعلم - طالب (Learner - Student): المتعلم هو شخص (يمكن إنَّ يكون طفلاً) يكتسب المعارف والمعلومات والخبرات والمهارات من البيئة المحيطة به أو من شخص آخر، ويشمل مفهوم المتعلم المفاهيم التالية: تلميذ (Pupil)، طالب (Student)، متدرب (Trainee)، مبتدئ (Apprentice). الطالب هو شخص قام بالتسجيل والانتساب إلى مؤسسة تعليمية ما، وهو يدرس لتقديم امتحان نهائي.

الموجودات (Assets): يتكون المحتوى التعليمي من جزيئات أساسية تكون متداخلة وقابلة للتشعب والتوزيع والمشاركة: كالنصوص المكتوبة، وملفات الرسوم التوضيحية والصور، وصفحات الـــ HTML، وملفات الفيديو والرسوم المتحركة وملفات الصوت، وبريمجات من جافا سكريبت (JavaScript) [149، 172، 173].

نظام التأليف (Authoring System)

هو تطبيق برمجي يساعد المستخدم على إنشاء محتوى تعليمي باستخدام الوسائط المتعددة وتقديمه للطالب. وتهدف عادةً هذه النظم إلى مايلي [94، 166]:

1- تزود المعلم ببيئة تطوير سهلة الإستخدام تساعدهم على بناء نظم تعليميـــة بـــشكل أسرع.
2- توفر التكلفة والجهد اللازمين في بناء نظم تعليمية.
3- تتيح الفرصة لغير المبرمجين في بناء نظم تعليمية.
4- تساعد على التطبيق الجيد لمبادىء نظريات التَّعليم.

الخلاصة (Conclusion)

من خلال هذا الفصل تَمَّ تحديد عدة نقاط متعلقة بمشكلة البحث وأهدافه ومنهجيته ومتطلباته وما الجديد الذي يقدمه؟ كما سرد مجموعة من أسئلة البحث بهدف الإجابة عنها من خلال الفصول القادمة (تَمَّ الإجابة عنها في الخلاصة). تعد هذه النقاط بمثابة حجر الزاوية في عملية بناء النظام التفاعلي الذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية (IWEBISE).

يعد هذا النظام أداة حديثة في مجال التَّعليم والتَّعَلُّم، حيث تزود المعلم بوسيلة تساعده في بناء وتطوير مقرراته التعليمية الذكية والتكيفية على الشبكة العنكبوتية، من دون الحاجة لخبرات برمجية، كما يَسَّرت لكل طالب سبل التَّعَلُّم الذاتي في عقر داره، أو في محل عمله، أو في أماكن قضاء وقت فراغه.

الجزء الأول

الإطار النظري

Part I

Theoretical Framework

المقدمة (Introduction)

يُرَكِّز هذا الجزء على الدراسة النظرية للبحث، والتي تعد القاعدة الأساسية ونقطة الانطلاق من أجل نجاح باقي مراحل بناء النظام التفاعلي الذكي من أجل التعليم على الشبكة العنكبوتية (Intelligent Web-Based Interactive System for Education - **IWEBISE**). ينقسم هذا الجزء إلى أربعة فصول:

الفصل الثاني: يُقَدِّم هذا الفصل مفهوم الذكاء الصنعي والتعليم والتَّعَلُّم ونظرياته وأنواعه والتدريس ونظرياته، وأهم المعايير المستخدمة في التعليم الإلكتروني، كما يشرح نماذج أنماط تَعَلُّم الطالب وعلاقة مفهومي التَّعَلُّم والتفاعلية ومستوياتها.

الفصل الثالث: يُقَدِّم هذا الفصل نبذة تاريخية عن نظم الوسائط الترابطية التكيفية (Adaptive Hypermedia Systems) وميزات ومساوئ استخدامهم ضمن إطار التعليم، ومن ثُمَّ يتم تقديم البنية الأساسية لهم وأهم التقانات المستخدمة في ذلك، كما يفحص تطورأجيال النظم التعليمية ابتداءً من النظم التعليمة بمعونة الحاسوب (Computer Assisted Instruction) وصولاً إلى النظم التعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية (Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems) ونظم إدارة التَّعَلُّم، كما يقدم أمثلة عديدة عن أهم النظم التعليمة المستخدمة عالمياً ومحلياً في سوريا.

الفصل الرابع: يُقَدِّم هذا الفصل نظرة عامة عن نماذج الطالب ونماذج المعلم وأنواعهم مع ذكر أمثلة لكل نوع.

الفصل الخامس: يُسَلِّط هذا الفصل الضوء على الخوارزميات المستخدمة في تحديد الحالة المعرفية للطالب ومحاكاة دور المعلم في تقديم الإرشادات للطالب، كخوارزمية نماذج ماركوف المخفية وخوارزمية الشبكة العصبونية نظرية الرنين التكيفي بنسختيها ART2 و Fuzzy-ART2.

الفصل الثاني
الذكاء الصنعي والتَّعَلُّم والتدريس

Chapter II
Artificial Intelligence, Learning and Instruction

المقدمة (Introduction)

يعد الذكاء الصنعي أحد مجالات الدراسة التي تهتم بتصميم وبرمجة الحواسيب لتحقيق مهام وأعمال تتطلب ذكاء الإنسان للقيام بها. أي يُعتبر محاولة لفهم كيف يفكر الإنسان من أجل إعداد البرامج التي تشكل وتصوغ بعض السمات الهامة لعمليات الإدراك عند البشر. استفاد التَّعليم من تقانات الذكاء الصنعي من أجل الحصول على برمجيات ذكية تتكيف بشكل أفضل من البرمجيات التَّعليمية التقليدية مع الطالب وحاجاته ونمط تَعَلُّمه اعتماداً على كل من خلفيته العلمية ومسار تصفحه، وليس فقط على إجابة محددة له، كما تعمل أيضاً على تشخيص متى وكيف أخطأ الطالب في حل المسائل المقدمة له من أجل تقديم التغذية الراجعة المناسبة له.

يُقَدِّم هذا الفصل مفهوم الذكاء الصنعي والتَّعَلُّم ونظرياته وأنواعه والتدريس ونظرياته وأهم المعايير المستخدمة في التَّعليم الإلكتروني، كما يشرح نماذج أنماط تَعَلُّم الطالب وعلاقة مفهومي التَّعَلُّم والتفاعلية ومستوياتها. تعد هذه المفاهيم اللبنة الأساسية في معرفة كيفية ربط الجوانب النظرية للعلوم التربوية والجوانب التطبيقية لعلم الذكاء الصنعي، وذلك بغية بناء وتقديم نظم حاسوبية تعليمية ذكية وتكيفية.

2-1- الذكاء الصنعي (Artificial Intelligence)

اختلف العلماء على تعريف محدد للذكاء الصنعي فاعتبر مارفن مينسكي (Marvin Minsky) أنَّه "العلم القادر على بناء آلات تؤدي مهاماً تتطلب قدراً من الذكاء البشري عندما يقوم بها الإنسان" [156]، بينما يعتبره إيلين ريتش (Elaine Rich) "دراسة كيفية توجيه الحاسوب لأداء أشياء يؤديها الإنسان بطريقة أفضل". وذهب مارتن ويك (Martin Weik) إلى أنَّ الذكاء الصنعي هو "قدرة الآلة على القيام بالمهام التي تحتاج للذكاء البشري عند أدائها مثل الاستنتاج المنطقي والتَّعَلُّم والقدرة على التعديل" [156، 158].

وفي تعريف آخر للذكاء الصنعي يقدمه ادوارد فايجن باوم (Edward Feigenbaum) أنَّ "الذكاء الصنعي هو جزء من علوم الحاسوب يهدف إلى تصميم أنظمة ذكية تعطى نفس الخصائص التي نعرفها بالذكاء في السلوك الإنساني" [150، 154].

على الرغم من هذه المفاهيم المتعددة لم يتم الوصول إلى تعريف حاسم للذكاء الصنعي، والمفهوم الغالب هو أنَّ الذكاء الصنعي هو محاكاة القدرات العقلية للإنسان باستخدام برامج حسابية لإعطاء الحاسوب بعضاً من صفات تلك القدرات [158].

2-2- التَّعَلُّم والتَّعليم والتدريس (Learning, Teaching and Instruction)

يُعَرَّف التَّعَلُّم بأنَّه عملية تلقي المعرفة، والقيم والمهارات من خلال الدراسة أو الخبرات أو التَّعليم مما قد يؤدي إلى تغير دائم في سلوك الفرد الإنساني، بحيث يعيد توجيهه وتشكيل بنية تفكيره العقلية، بينما يُعَرَّف التَّعليم بأنَّه "مجرد مجهود شخصي لمساعدة شخص آخر على التَّعَلُّم". والتَّعليم عملية تحفيز واستثارة لقوى المتعلم العقلية ونشاطه الذاتي وتهيئة الظروف المناسبة التي تمكن المتعلم من التَّعَلُّم، كما أنَّ التَّعليم الجيد يكفل انتقال أثر التدريب والتَّعَلُّم وتطبيق المبادئ العامة التي يكتسبها المتعلم على مجالات أخرى ومواقف مشابهة" [164].

التَّعَلُّم هو تغيير دائم نسبياً في سلوك الفرد نتيجة مروره بخبرات مقصودة أو غير مقصودة، أمَّا إذا تَمّتَ إضافة النقطتين التاليتين يتم الانتقال إلى مفهوم التَّعليم:

- تحديد السلوك الذي يجب تَعَلُّمه وتحديد الشروط التي يتم فيها هذا التَّعَلُّم وتهيئة الظروف لذلك.
- التحكم في الظروف التي تؤثر في سلوك التَّعَلُّم بحيث يصبح هذا السلوك تحت سيطرتنا من أجل تحسينه كماً وكيفاً [170].

ويعرف هانيك ومولندا (Heinick & Molenda) [164] التدريس بأنه "تنظيم المعلومات والبيئة بشكل يسهل عملية التَّعليم"، وعليه فإن التَّعليم فرع من فروع التدريس. فالتدريس (توجيه) يتطلب إضافة إلى شروط التَّعَلُّم وشروط التَّعليم وجود مرشد لعملية التَّعَلُّم والتَّعليم، وهذا المرشد قد يكون معلماً، أو آلة تدريب مثل التلفزيون أو الحاسوب. ويربط علم تصميم التدريس (Instructional Design Science) بين الجوانب النظرية والتطبيقية للتدريس، فالجانب النظري يتعلق بنظريات التَّعَلُّم خاصةً، وعلم النفس بشكل عام، والجانب التطبيقي يتعلق بوصف البرامج التَّعليمية واستراتيجيات التَّعليم وتحديد التقنيات التَّعليمية الأساسية للتعليم [164]. ويعني هذا أنَّ علم تصميم التدريس ولد من

رحم نظريات التَّعليم، فلذلك يوجد فرقاً بين هدف كل من نظريات التَّعَلُّم ونظريات التدريس، فنظريات التَّعَلُّم تبحث دراسة التغيرات التي تحدث في سلوك المتعلم، بينما تهتم وتتناول نظريات التدريس كيف يجب أن يكون المعلم وما هي الأساليب التي يجب أن يسلكها من أجل تحقيق مستوى أعلى وأسرع في إيصال المعلومات إلى الطلاب، إضافة إلى ذلك فنظريات التَّعَلُّم يهتم بها علماء النفس، بينما نظريات التدريس فيهتم بها التربويون [164].

2-3- المعرفة والتَّعليم (Knowledge and Teaching)

تعد على سبيل المثال لائحة أسعار للبضائع في أي جريدة بيانات فقط ولاتعني شيئاً لمن يقرؤها لأول مرة، فهي ليست معلومات ولامعرفة بالنسبة إلى القارئ لأنَّها مجرد بيانات إخبارية، ولكن عندما تتم مراجعة هذه البيانات ذهنياً أو يتم ربطها بمعلومات سابقة ينتقل هذا الخبر إلى معلومة جديدة، أي تتحول البيانات إلى معلومات عندما يعالجها الإنسان ويضيف معنى لها. وتتحول هذه المعلومات إلى معرفة في حال استطاع المتلقي الاستفادة منها، أي عندما تتم عملية الشراء بناءً على هذه المعلومة تتحول إلى معرفة لأنه قد تَمَّ الانتفاع منها [156، 158]، ويمكن تلخيص ما تقدم:

المعلومات=البيانات+المعنى.

المعرفة=المعلومات المختزنة+القدرة على استعمال المعلومات.

توجد البيانات على الأوراق أو في الحاسوب، بينما توجد المعلومات في الفكر الجماعي للمجتمع، وأخيراً توجد المعرفة في الفكر الفردي للإنسان. ومن هنا تبرز أهمية المعرفة لأنَّها شخصية، بينما البيانات والمعلومات متوفرة خارج الشخصية. وتشكل المعرفة المتطورة والدقيقة أعلى درجات المعرفة ويطلق عليها حكمة (Wisdom).

وتتم عملية انتاج المعرفة الإنسانية بواسطة أسلوبين أساسيين:

- الاستنباط: يستطيع الإنسان استنتاج المعرفة اعتماداً على مفردات منطقية مسبقة، فمثلاً إذا قلنا إنَّه "لايمكن الوصول إلى تلك الجزيرة إلا عبر البحر"، وبعد ذلك إذا قلنا "زيد ذهب إلى تلك الجزيرة"، فيمكن القول عن طريق الاستدلال "بأنَّ زيداً ذهب عبر البحر". هذا المثال يوضح معنى الاستنباط وطريقته في إنتاج المعرفة.

- الاستقراء: يعتمد على التجربة الملموسة وعلى استقراء النتيجة من عدد كبير من المشاهدات المحسوسة التي يمكن للإنسان قياسها ودراستها وإحصائها، فالاستقراء يتطور مع تطور التجارب الإنسانية في مختلف العلوم.

توفر المدرسة بيئة يستطيع الطالب ضمنها الاسترشاد وإدارة واستغلال المعلومات التي يتلقاها. يهدف علم النفس المعرفي إلى فهم طبيعة الذكاء الإنساني ووظائفه. وتعد الرغبة في المعرفة هي الحافز الأول والمهم في دراسات علم النفس المعرفي، كما هو الحال في أية علوم أخرى، بينما تشكل التطبيقات العملية لهذه المعرفة الحافز الثاني. لا يوجد "حاسوب ذكي" قادر على حل المشاكل، وتذكر الحقائق، والتفكير، والتَّعلُّم، وفهم اللغة بنفس السهولة التي يقوم بها البشر. لأنَّه حتى الآن لم يتم تحديد كيف يتم تنظيم الذكاء البشري. إنَّ الاهتمام بالمعرفة البشرية ليس جديداً، وإنَّما يعود الى اليونان القديمة، إلى أفلاطون وأرسطو، في مناقشاتهم عن طبيعة ومنشأ المعرفة، وتساؤلاتهم عن الذاكرة والتفكير. ولقد صاغ الفيلسوف الإسكتلنديJames Frederick Ferrier المصطلح الإبستمولوجيا **Epistemology** باللغة الإنكليزية للدلالة على نظرية المعرفة [180]، وهو يتألف من جمع كلمتين يونانيتين: **episteme** بمعنى علم و **logos** بمعنى : حديث، علم، نقد. وتعد هذه النظرية أحد فروع الفلسفة وهي تدور حول تحليل طبيعة المعرفة وارتباطها بالرموز والمصطلحات مثل الحقيقة، والاعتقاد، والتعليل، كما تدرس أيضاً وسائل إنتاج المعرفة وتهتم بالشكوك حول ادعاءات المعرفة المختلفة، أي أنها تجيب على الأسئلة التالية: ماالمعرفة؟ وكيف يتم الحصول عليها؟ وماذا يعرف الناس؟ وكيف يعرفون مايعرفون؟

توجد حالياً مدرستين من مدارس الفكر : التجريبيون: بالنسبة إليهم تأتي المعرفة من الخبرة، أما بالنسبة إلى العقلانيين فإنَّها تتولد بالفطرة [83].

تعد طريقة اكتساب المعرفة من قبل الطالب هي المشكلة الأساسية في التَّعليم التقليدي أو الافتراضي، فالمعلم يجد نفسه أمام تساؤلات عديدة، منها:

- ماالزمن الذي يحتاجه في مراقبة الطالب؟
- ماالمحتوى الواجب تقديمه للطالب؟
- كيف تتطور وتنمذج عملية تَعَلُّم الطالب وما الاستراتيجيات اللازمة من أجل إرشاده؟
- ما الوقت المناسب لإعطاء الطالب لمحة عن الإجابة؟

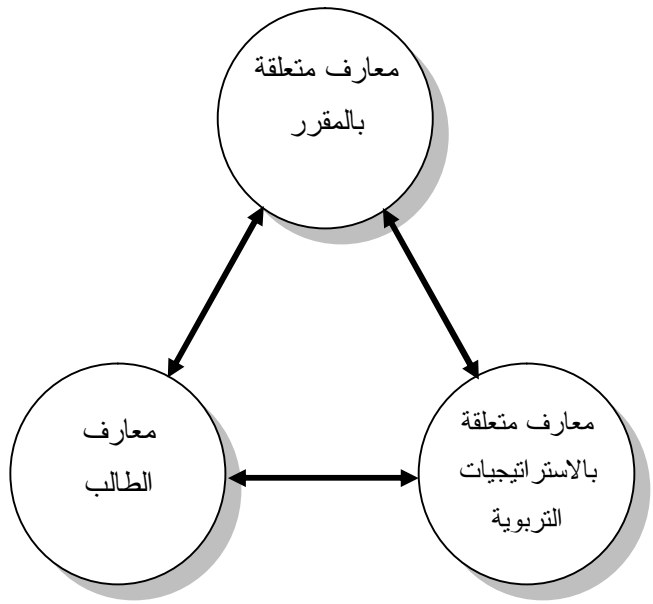
- إلى أي مدى يمكن السماح للطالب بالاستمرار في الخطأ؟

قدمت البرامج التَّعليمية في الثمانينات المحتوى على شكل نوافذ تسلسلية الواحدة تلو الأخرى دون أن تأخذ بعين الاعتبار التساؤلات السابقة من أجل تلبية احتياجات كل طالب وتقديم تعليم تكيفي له. يقوم المعلم بتقديم تغذية راجعة للطالب حسب إجاباته المتعلقة بمفهوم تعليمي ما، فهو يحدد الأجزاء التي عليه إعادتها والتركيز عليها من أجل المتابعة في العملية التَّعليمية. فالمعلم يستطيع أن يطور نموذج معرفي للطالب، أي يفهم الحالات المعرفية له والمرتبطة بالمقرر قيد الدراسة، كما يمكن للمعلم أن يستخدم مجموعة من الاستراتيجيات مع مراعاة التغذية الراجعة للطالب وطبيعة المعلومات الواجب عرضها له.

تُخزن برامج التَّعليم ثلاثة أنواع من المعرفة:

- النوع الأول هو مجال المعرفة، تدل على المعرفة المخزنة في المناهج التَّعليمية من قبل خبير فيها.
- النوع الثاني هي قدرة المعلمين على تنفيذ مجموعة متنوعة من الاستراتيجيات التربوية المناسبة للطلاب وللمحتوى التعليمي.
- النوع الثالث من المعرفة هي الحالة المعرفية للطالب، ولمجموعة الطلاب.

يعرف المعلم الجيد كيفية ربط هذه الأنواع الثلاثة من المعارف من أجل الحصول على تعليم فعّال (انظر الشكل (2-1))، وتقديم محتوى متكيف مع الطالب باستخدام الاستراتيجية المناسبة [83].



الشكل (2-1)، المعارف الثلاثة الرئيسية للحصول على تعليم فعَّال.

2-4- نظريات التَّعَلُّم (Learning Theories)

2-4-1- السلوكية (Behaviorism)

تعتمد نظرية التَّعَلُّم السلوكية على أنَّ التَّعَلُّم يحدث نتيجة مثير ما دون أن يكون للتفكير الواعي أثر كبير في حصول التَّعَلُّم، أي أنَّها ترى المتعلم على أنَّه عبارة عن آلة تستجيب عندما تتعرض إلى مثير. أسس هذه النظرية ثورانديك (Thorandik) وبافلوف (Pavlov) وسكنر (Skinner) و جيلبرت (Gilbert) [164، 170] .

2-4-2- المعرفية (Cognitivism)

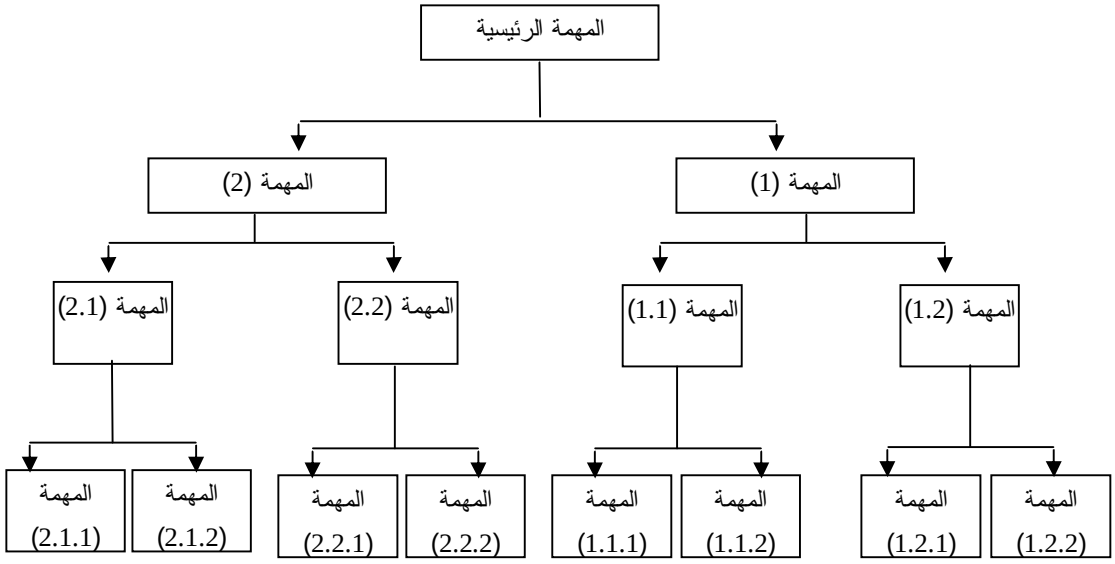
تُبنى النظرية المعرفية على النظرية السلوكية وتصف التَّعَلُّم بأنَّه عملية ترميز ذهني لمجال المعرفة، حيث لا يمكن معاينة أي حدث داخلي مباشرة، بل يمكن الاستدلال عليه واستنباطه من خلال السلوك الخارجي اللفظي أو الحس-الحركي للطالب. و يتم تمثيل المعرفة في مخططات يمكنها أن تتغير أو تتحد أو تتوسع لكي تناسب المعلومات الجديدة، وهنا تنقسم الذاكرة إلى قسمين قصيرة الأمد وطويلة الأمد [170]. وتفرض هذه النظرية بوجود عدد من التأثيرات (effects) تساعد على زيادة فعالية التَّعَلُّم. وتندرج تحت هذه النظرية: نظرية جانييه (Gagné) ونظرية برونر(Bruner)، ونظرية أوزبل (Ausubel) ونظرية النمو المعرفي لبياجيه (Piaget).

2-4-2-1- نظرية روبت جانييه (Robert Gagné Theory)

يرى جانييه أنَّ التَّعَلُّم هو عملية تسمح للكائن الحي تغيير في سلوكه بطريقة سريعة وثابتة، ويمكن ملاحظة هذا التغيير أو الاستدلال عليه بمقارنة سلوكه القديم مع سلوكه الجديد بعد موقف تَعَلُّم ما. قسم جانييه شروط التَّعَلُّم إلى نوعين: إلى شروط داخلية وهي تكون خاصة بالمتعلم نفسه مثل قدراته، ومهاراته، ومستوى دافعيته، ورغبته في التَّعَلُّم، وإلى شروط خارجية خاصة بالبيئة التَّعليمية الخارجية التي تتعلق بالاستراتيجيات التَّعليمية كطريقة عرض المقرر التعليمي، واستخدام المساعدة المناسبة، وتقديم التغذية الراجعة الصحيحة. إضافةً إلى ذلك، صنَّف جانييه أنواع التَّعَلُّم إلى ثمانية أنماط، خمسة منها تابعة للنظرية السلوكية وأضاف ثلاثة أخرى إليها [164، 170]: التَّعَلُّم الإشاري (Signal Learning)، وتعلُّم العلاقة مابين المثير والاستجابة (Stimulus - response)، والتَّعَلُّم

التسلسل غير اللفظي (Chaining)، والارتباط اللفظي (verbal Association)، والتمييز المتعدد (Multiple Discrimination)، وتعلُّم المفاهيم (Concept Learning)، وتعلُّم المبادئ (Rule Learning)، وتعلُّم حل المشكلات (Problem Solving) [164، 170].

رتب جانييه هذه الأنواع من التَّعلُّم في نسق هرمي ابتداءً من المستوى التعليمي البسيط (التَّعلُّم الإشاري) في قاعدة الهرم وانتهاءً بالمستوى التعليمي الأكثر تعقيداً (تَعلُّم حل المشاكل)، حيث يفترض أنَّ محتوى المقرر يتم تنظيمه في ترتيب هرمي (الشكل 2-2) يتألف من مستويات تبدأ بأكثرها تركيباً في قمة الهرم وتنتهي في قاعدة الهرم بأبسطها. ويعد كل مستوى متطلب قبلي أو شرطي (Prerequisite) لتعلم الأجزاء الموجودة في المستويات العليا للبنية المعرفية الهرمية، فلذلك عند تخطيط المقرر يجب التركيز وتحديد المتطلبات القبلية اللازمة لتعلم كل جزيء داخل المقرر الدراسي، إضافة إلى ذلك المتطلبات التي تلزم تَعلُّم المقرر وهذا ما يدعى بتحليل المهام (Task Analysis).



الشكل (2-2)، تنظيم المحتوى وفق نظرية جانييه.

2-4-2-2- نظرية برونر (Bruner Theory)

يعد برونر من مناصري التَّعلُّم بالاكتشاف، فهو يركز على تفاعل المتعلم مع الأشياء الموجودة حوله في عملية التَّعلُّم بهدف التوصل بنفسه للمعارف والمعلومات التي يحتاجها بمساعدة وتوجيه المعلم. وحدد برونر شروط التَّعلُّم بالاكتشاف وهي:

- استثارة اهتمام المتعلم بموضوع التَّعلُّم.

- الأخذ بعين الاعتبار المستويات العقلية للمتعلمين.
- تحديد كيفية تنظيم وتسلسل المعلومات للمتعلم.
- معرفة مستوى أداء المتعلم في كل مرحلة من مراحل التَّعَلُّم بهدف تعزيز معارفه أو تعديل مسار تعلمه للمنهج، وهذا ما يسمى بالتغذية الراجعة.

يعتمد برونر على التنظيم اللولبي للمنهج، حيث يمكن إعادة كثير من الموضوعات في المراحل الدراسية المختلفة، ولكن بشكل موسع وباستخدام أنماط تعليمية مختلفة، أي يتم تقديم الموضوع الواحد بمستويات أوسع أكثر تشعباً وتعقيداً خلال مختلف مراحل التَّعَلُّم. وتتلخص خطوات المنهج اللولبي على الشكل التالي:

- تدريس الأفكار البسيطة.
- تفصيل هذه الأفكار.
- الربط بين المراحل من خلال ربط التَّعليم القديم بالجديد.

يميز برونر بين ثلاثة أساليب لعرض المنهج بهدف نقل المعرفة وتوصيلها للمتعلمين، وذلك وفق خصائص النمو العقلي لهم:

- التمثيل العياني الملموس (Inactive Mode): تعرض فيه المعلومات عن طريق الأفعال والأشياء والنشاط الحسي.
- التمثيل التصويري (Iconic Mode): تعرض فيه المعلومات عن طريق الصور والرسوم والنماذج أو خرائط.
- التمثيل الرمزي والمنطقي (Symbolic and Logical Mode): تعرض فيه المعلومات من خلال الكلمات والأرقام بدلاً من الصور.

ويمكن للمعلم أن يختار إحدى هذه المراحل أو جميعها عند تقديم المقرر التعليمي.

2-4-2-3- نظرية أوزبل (Ausubel Theory)

ترتكز هذه النظرية على التَّعَلُّم ذي المعنى (Meaningful Learning)، وتؤكد التفاعل بين المعرفة الجديدة والمعرفة السابقة لدى المتعلم، حيث يرى أوزبل أنَّ المتعلم يستقبل المعلومات اللفظية ويربطها بالمعرفة والخبرات السابقة له، وبهذه الطريقة تأخذ المعرفة الجديدة بالإضافة إلى المعلومات السابقة معنى خاص لديه [148]. ويرى أيضاً أنَّ هناك تشابهاً بين بنية المتعلم المعرفية والبنية المعرفية للمقرر التعليمي من حيث المحتوى وطريقة التنظيم.

صنَّف " أوزوبل " التَّعَلُّم بأربعة أنماط على أساس بعدين:

أ- البعد الأول: طريقة تقديم المعلومات بالاستقبال أو الاكتشاف.

ب- البعد الثاني: طريقة المتعلم في ربط المعرفة الجديدة ببنيته المعرفية.

- تَعَلُّم بالاستقبال قائم على المعنى (Meaningful Perception Learning): وفيها يتم تقديم المعرفة كاملة للمتعلم فيحفظها ويقوم بربطها ببنيته المعرفية بطريقة منظمة.
- تَعَلُّم بالاستقبال قائم على الحفظ (Rote Perceptional Learning): وفيها يتم تقديم المعرفة كاملة للمتعلم فيحفظها دون أن يقوم بربطها ببنيته المعرفية.
- تَعَلُّم بالاكتشاف قائم على المعنى (Meaningful Discovery Learning): يحدث هذا النوع من التَّعَلُّم عندما يصل المتعلم بنفسه ويقوم بربطها مع بنيته المعرفية بطريقة منظمة.
- تَعَلُّم بالاكتشاف قائم على الحفظ (Rote Discovery Learning): يحدث هذا النوع من التَّعَلُّم عندما يصل المتعلم إلى المعرفة بنفسه، ولكن لايقوم بربطها ببنيته وإنما يحفظها فقط.

اقترح أوزوبل ثلاث خطوات رئيسية لتنظيم المعارف في بنية الفرد العقلية لتشكل ما يـــدعى بالخرائط المفاهيمية، وهي [148]:

- تنظيم هرمي للبنية المعرفية : (Hierarchically Organized): يعتبر أوزوبل أنَّ البنية المعرفية للمقرر هي عبارة عن إطار يتضمن الحقائق والمفاهيم والتعليمات والقضايا المنظمة في بنية هرمية، قمتها المفاهيم الأكثر شمولاً وعموميةً، وتندرج في مستويات نحو الأقل عموميةً باتجاه قاعدة الهرم حتى تصل إلى الأمثلة النوعية.
- التميز المتعاقب ((Progressive Differentiation): يتم تَعَلُّم المفاهيم وتتعدل بصورة تدريجية ومستمرة فالمفاهيم الأقل شمولية بالنسبة إلى الفرد في موقف تعليمي ما تصبح أكثر شمولية في موقف تعليمي تالي وتحتل موقع أعلى في التسلسل المعرفي.
- التوفيق التكاملي (Integrative Reconciliation): يحدث عندما تتكامل وتتوافق المعرفة الجديدة من محتوى معين مع المعرفة السابقة الموجودة في البنية المعرفية لعقل المتعلم.

2-4-2-4- نظرية جان بياجيه (Jean Piaget Theory)

ركز جان بياجيه على أهمية إكساب الطفل الخبرات التَّعليمية المختلفة التي تساعدهم على اكتساب المفاهيم المختلفة خلال طفولتهم. توجد أربعة عوامل تؤثر على النمو العقلي للطفل وهي:

- النضج البيولوجي: وهو يشير إلى النمو النفسي في المخ والجهاز العصبي.
- التوازن: عندما يتفاعل الفرد مع المحيط الخارجي يكتسب خبرات جديدة يفقد بواسطتها التركيب العقلي له استقراره، ويعود إلى توازنه من خلال عمليتي الاستيعاب والتسكين، فمن خلال نتيجة هذه العملية تنمو وتنضج التراكيب العقلية.
- الخبرات الاجتماعية بالناس: تدل على تفاعل وتعاون الفرد مع الآخرين.
- الخبرات الطبيعية بالأشياء: تدل على تفاعل الفرد مع الأشياء في بيئته.

ولقد قسم بياجيه التطور الذهني عند الطفل إلى أربعة مراحل [170]: مرحلة الإحساس والحركة (Sensory Motor Stage)، ومرحلة ما قبل العمليات (الحدس) (Preoperational Stage)، ومرحلة العمليات المحسوسة (Concert Operational Stage)، ومرحلة العمليات الشكلية (Formal Operational Stage).

تهتم نظرية بياجيه بالتنظيم الرأسي للمنهج، حيث يقترح تنظيم محتوى المنهج للمتعلم في كل مرحلة من مراحل النمو بناءً على خصائص النمو العقلي والمعرفي له في هذه المراحل، أي يتم بناء وتنظيم المنهج وفق تفكير المتعلم في كل مرحلة من هذه المراحل [170].

2-4-3- البنائية (Constructivism)

تعددت تعريفات البنائية، فمنهم من ينظر إليها كنظرية في التَّعَلُّم، حيث يحدث التَّعَلُّم عند بناء مخططات عقلية للمتعلم بواسطة عمليات عقلية معينة، ومنهم من يراها كنظرية في المعرفة (فقرة (2-3)) باعتبارها ترى كل فرد يبني معرفته بنفسه من خلال مروره بخبرات كثيرة تؤدي إلى بناء المعرفة الذاتية في عقله، أي أنَّ المتعلم يعتمد على ذاته من أجل اكتساب المعرفة. ولا يستطيع أن يستفيد من المعلومات المتوفرة في المصادر المختلفة (المواد الخام) إلاَّ بعد قيامه بعمليات المعالجة لها [170].

وتتميز البنائية بشكل عام بمايلي:

أ- تؤسس على مبادئ النظرية المعرفية، فهي ظهرت كنظرية بارزة للتعلم نتيجة لأعمال بياجيه Piaget، وبرونر Bruner، وفيجوتسكي Vygotsky [185]، الذين قدموا نموذجاً جديداً ساعد على التحويل من التَّعَلُّم الذي يعتمد على النظرية السلوكية إلى التَّعَلُّم الذي يستند إلى النظرية المعرفية البنائية.

ب- تجمع البنائية بين كونها نظرية في المعرفة، ومنهجاً في التفكير، وطريقة في التدريس.

ت- ترى عملية التَّعَلُّم عملية مستمرة وغير محدودة.

ث- يمكن أن تكون البنائية فردية (Individual) أو اجتماعية (Social).

ج- تقوم البنائية على الافتراضات التالية:

- يتم بناء المعرفة بطريقة نشيطة من خلال الفرد الواعي، وليس عن طريق نقلها بطريقة سلبية عن الآخرين، حيث يتحمل المتعلم دور المسؤولية في عملية التَّعَلُّم واكتساب معارفه بحيث تنسجم مع إمكانياته وخبراته.
- تعد عملية التكيف وظيفة العملية المعرفية مع تنظيم العالم التجريبي وخدمته.
- تَعتبر البنائية جميع أنواع المعرفة الجديدة يتم بناؤها انطلاقاً من المعرفة السابقة للمتعلم، فهي شرط أساسي لبناء التَّعَلُّم ذي المعنى.
- يبني المتعلم معارفه من خلال تفاعله مع الآخرين، أي ليس بمعزل عن الآخرين بل من خلال عملية تفاوض معهم، أي أنَّها ترتكز على التَّعَلُّم التعاوني.

يصعب تطبيق المحتوى البنائي للأسباب التالية:

- توجد بعض أنواع من المعارف كالمعرفة التقريرية لا يمكن بناؤها وتنميتها بواسطة المتعلمين.
- يستخدم المتعلم أسلوب المحاولة والخطأ في حل المشاكل أو يقوم بتجاهلها عندما تكون الخلفية المعرفية له غير منظمة أو غير موجودة، وهذا مما يؤدي إلى التعقيد المعرفي أثناء التَّعَلُّم.
- عدم القبول الاجتماعي للمنهج البنائي في التَّعليم.
- لم يُقَدِّم المنهج البنائي صيغة مقبولة عن التقييم يطابق مبادئه التربوية.
- تعود المعلمين على المنهج التقليدي في تقديم المعارف للمتعلمين.

بما أنَّه من خلال البنائية يتم بناء معارف المتعلم من خلال نشاطه وخبرته وتفاعله مع البيئة وتكيفه معها أو من خلال عملية تفاوضه مع الآخرين، لذلك غالباً ما يكون المنهج

التعليمي في صورة مهام أو مشكلات حقيقية، ذات صلة بحياة المتعلم، على عكس المناهج التقليدية التي تكون غالباً على شكل وحدات تعليمية متسلسلة، ومتدرجة في الصعوبة لتغطي كافة عناصر المقرر.

ويرى بياجيه أن المنهج النشط هو الأفضل لكونه يساعد المتعلم على بناء الحقائق بنفسه وتكوين معارفه بذاته، بينما يرى برونر أنه لابد من التسلسل المنظم للمقرر التعليمي من أجل التَّعَلُّم.

2-5- نظريات التدريس (Instruction Theories)

2-5-1- السلوكية (Behaviorism)

ركزت الدراسات التي قام بها سكنر على مفهوم التَّعَلُّم المبرمج والذي يقوم على الأسس التالية [164]:

- تقسيم التَّعَلُّم إلى خطوات صغيرة متتالية ومثيرات جزئية قابلة للملاحظة.
- يستجيب المتعلم لكل خطوة، حيث لاينتقل إلى خطوة جديدة إلا إذا أتقن سابقتها، ويلي كل استجابة تعزيز ذاتي فوري.
- يتلقى المتعلم تغذية راجعة لكل استجابة قام بها، للتأكد من مدى صحة أو خطأ استجابته لكل خطوة.
- يحدث التَّعَلُّم عند وقوع المتعلم في أخطاء متعددة، ويعتمد على سرعة المتعلم وقدرته الفردية.

وطور العالم جيلبرت (Gilbert) استراتيجية في التدريس وهي السلسلة الراجعة (Backword Chaining) والتي تعتمد على الخطوات التالية [164]:

- يتم البدء بالنتيجة النهائية للموضوع.
- يتم الرجوع تدريجياً إلى المقدمة.

2-5-2- المعرفية (Cognitivism)

2-5-2-1- نظرية روبرت جانييه (Robert Gagné Theory)

يجب على المعلم عند تنفيذ الدرس استخدام الأسلوب التركيبي، أي البدء بقاعدة الهرم أي بالمهام البسيطة ومن ثُمَّ ينتقل للمستوى الأعلى وهذا ما يسميه جانييه الانتقال الرأسي

للتعلم، بينما يجب على المعلم استخدام الأسلوب التحليلي في تنظيم المحتوى، حيث يركز على البدء من المركب وينتهي إلى البسيط. قدم جانييه طريقة تدريس سميت بـــ Nine Events of Instruction وهي تتألف من الخطوات التالية:

أ- شد انتباه المتعلمين إلى موضوع الدرس.

ب- عرض أهداف الموضوع.

ت- الاستفادة من المعلومات السابقة للمتعلمين وربطها مع موضوع الدرس الحالي.

ث- شرح موضوع الدرس.

ج- اختيار الوسائل التَّعليمية اللازمة وتزويدها للمتعلم.

ح- تنفيذ التقويم التكويني لفحص المتعلمين والتأكد من تعلمهم.

خ- تقديم التغذية الراجعة.

د- تقويم أداء المتعلمين.

ذ- تعزيز التَّعلُّم والتأكيد على أنه مستدام.

2-5-2-2- نظرية برونر (Bruner Theory)

يعتمد المعلم على طريقة الاكتشاف في التدريس. وطريقة الاكتشاف فيها عدة طرق فرعية، منها :

- طريقة الاكتشاف الموجه (Oriented Exploratory Method): يقوم المعلم بتزويد المتعلم بتوجيهات تضمن له الحصول على الخبرات اللازمة.
- طريقة الاكتشاف الحر (Free Exploratory Method): يعطي المعلم المتعلم حرية حل مشكلة محددة وصياغة الفروض لها وتصميم التجارب وتنفيذها.
- طريقة الاكتشاف شبه الموجه (Semi-oriented Exploratory Method) : يقوم المعلم بتقديم المسألة للمتعلم مع بعض التوجيهات العامة اللازمة لحلها.

ويتلخص دور المعلم في تصحيح سير الاكتشاف وليس إعطاء المتعلم الإجابة المناسبة للمسألة واختصار عملية الاكتشاف.

2-5-2-3- نظرية أوزبل (Ausubel Theory)

قدَّم أوزبل استراتيجيه المنظمات المتقدمة (Advanced Organizers) وهي عبارة عن مقدمة شاملة تمهيدية تقدم للمتعلم قبل تَعلُّم المعرفة الجديدة وتكون على مستوى شامل

وبسيط وبعبارات مألوفة لدى المتعلم [164، 148]. وهذا يساعد على ربط بين الأفكار الجديدة المراد تعلمها وبين الأفكار الموجودة في البنية المعرفية للمتعلم. وتتألف المنظمات المتقدمة من نمطين:

- المنظمات المتقدمة الشارحة (Explanative Advanced Organizers): يتم استخدام هذا النمط عندما يكون مفاهيم المقرر المراد تعلمها جديدة تماماً وغير مألوفة للمتعلم، حيث تزود المتعلم بتصور عام عن موضوع التَّعلُّم بهدف ربطه بتفاصيل ذلك الموضوع [164].
- المنظمات المتقدمة المقارنة (Comparative Advanced Organizers): يتم استخدام هذا النمط عندما تكون مفاهيم المقرر المراد تعلمها مألوفة للمتعلم، وهذا يساعده على إيجاد تكامل بين المفاهيم الجديدة والمفاهيم الموجودة في بنيته المعرفية والتمييز بينهما [164].

2-5-2-4- نظرية جان بياجيه (Jean Piaget Theory)

تقترح نظرية بياجيه مراعاة النمو العقلي للمتعلم وخصائصه النفسية، وذلك فيما يتعلق بالمفاهيم التالية:

- التمثل (Assimilation): تشمل التغيير في الخبرات الجديدة بما يتناسب مع البنى المعرفية الموجودة لدى المتعلم. فهي التغيرات التي تطرأ على هذه الخبرات لتصبح مألوفة مع المعارف الموجودة لدى المتعلم.
- التلاؤم (Accommodation): وهي التغيير في البنيات العقلية للمتعلم لتتوافق مع الموقف البيئي أو التعليمي الجديد بهدف التفكير في الحصول على حلول جديدة. فهي عملية معاكسة لعملية التمثل ومكملة لها.
- التنظيم (Organization): تمكين المتعلم من عمليات الجمع والترتيب وإعادة التشكيل والإنتاج للأفكار والخبرات الجديدة لتتحول إلى نظاماً معرفياً متكاملاً لديه.

وتعد كل من عمليات التمثل والتلاؤم ركيزتين أساسيتين من عملية التكيف والتي تمثل النزعة الفطرية التي تمكن المتعلم من التأقلم والتعايش مع البيئة المحيطة له. يرتب بياجيه عملية التَّعلُّم إلى تمثل، تلاؤم، تنظيم.

2-5-3- البنائية (Constructivism)

يتمثل دور المعلم وفق النظرية البنائية كما يلي:

- المعلم مقدم: يُقَدِّم مجموعة المفاهيم والأنشطة الخاصة بالمقرر للمتعلم وليس ناقلاً للمعرفة.
- المعلم ملاحظ: يقوم بمراقبة الطالب بهدف توضيح أفكاره بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.
- المعلم يطرح أسئلة ويقدم المسائل.
- المعلم منظم لبيئة التَّعليم.
- المعلم مشجع على حدوث علاقات تعاون مابين الطلاب.
- المعلم مرجع تعليمي مهم من خلال تقديم خبراته لمن يريد من المتعلمين.
- المعلم مساعد للمتعلم في عمل روابط بين أفكارهم.

ومن أهم استراتجيات التدريس المستخدمة من قبل المعلم والقائمة على البنائية هي:

2-5-3-1- دورة التَّعَلُّم (Learning Cycle)

هي نموذج دائري يُبَيِّن مراحل التَّعَلُّم وتهتم بتنمية مهارات التفكير والمهارات العلمية لدى المتعلم، وتتكون عملياً من ثلاث مراحل هي اكتشاف المفهوم وتقديمه ومن ثُمَّ تطبيقه في مواقف تعليمية جديدة. وتعد هذه الدورة من التطبيقات التربوية لنظرية بياجيه المعرفية.

- مرحلة الاكتشاف (Discovery Phase): وتبدأ بالتفاعل المباشر بين المتعلم والخبرة الجديدة والتي تثير لديه تساؤلات تدفعه للبحث عن إيجاد إجابات لها، وقد يكتشف أشياء أو أفكار جديدة لم تكن معروفة لديه من قبل.
- مرحلة تقديم المفهوم (Concept Presentation Phase): يقوم المعلم بتزويد المتعلم بالمفهوم ويطلب منه صياغته من جديد أو تعريفه بطريقة تعاونية أو فردية، ومن ثُمَّ يقوم بمساعدته في معالجة المعلومات المتعلقة بهذا المفهوم وتنظيمها عقلياً وتقديمها بطريقة مناسبة.
- مرحلة تطبيق المفهوم (Concept Application Phase): يعد المتعلم في هذه المرحلة محورها، حيث تهدف إلى مساعدته على التنظيم العقلي للخبرات وترتيبها وتشجيع التَّعَلُّم التعاوني، ويكون ذلك بإيجاد العلاقات بين الخبرات السابقة والجديدة بهدف استكشاف تطبيقات جديدة لما قد تعلمه.

تَمَّ تطوير دورة التَّعَلُّم إلى دورة رباعية (الاكتشاف، التفسير، التوسع، التقويم) ومن ثُمَّ إلى خماسية (التهيئة، الاكتشاف، التفسير، التوسع، التقويم) وأخيراً سباعية والمؤلفة من المراحل التالية:

- الإثارة (Stimulation): تحفيز المتعلم وإثارة فضوله.
- الاكتشاف (Discovery): إرضاء الفضول وحب الاستطلاع لدى المتعلم.
- التفسير(Interpretation): شرح وتوضيح المفهوم المراد تعلمه من قبل المتعلم.
- التوسع (Amplification): اكتشاف تطبيقات جديدة للمفهوم من قبل المتعلم.
- التمديد (Expansion): تمديد المفهوم إلى موضوعات جديدة في مواد تعليمية أخرى من قبل المتعلم.
- التبادل (Exchange): ينشر المتعلم ثمرة جهوده، ونتائج بحوثه بشكل فردي أو بشكل جماعي.
- التقييم (Evaluation): اختبار المتعلم للمفاهيم والمهارات.

2-5-3-2- السنادات التَّعليمية (Scaffolding Learning)

يعد Vygotsky رائد البنائية الاجتماعية، ويرى أنه توجد فجوة بين معرفة المتعلم ومعرفة المعلم ويتم ردمها من خلال برامج المساعدة التي يستخدمها المعلم بشكل مؤقت لمساعدة المتعلم على الربط مابين هاتين المعرفتين. ويستخدم المعلم هذه الإستراتيجية مؤقتاً، يُقَدِّم من خلالها مجموعة من الأنشطة والبرامج التي تساعد المتعلم على الفهم ومواصلة عملية التَّعَلُّم ذاتياً. وتتألف من المراحل التالية:

- مرحلة التقديم: يُقَدِّم المعلم فكرة عامة عن الدرس.
- مرحلة الممارسة الاجتماعية: يشارك المعلم المتعلمين في بعض الأفكار طارحاً عليهم بعض الأسئلة بهدف الإجابة عليها، كما يشجعهم على العمل في مجموعات صغيرة.
- مرحلة التَّعليم الفردي: يترك المعلم كل متعلم التَّعَلُّم بمفرده وذلك تحت إشرافه وتوجيهه.
- مرحلة التغذية الراجعة: يصحح المعلم أخطاء المتعلم بإعطائه التغذية الراجعة المناسبة.
- نقل المسؤولية للمتعلم: يلغي المعلم دعمه المقدم للمتعلم مع مراجعته بشكل دوري له وذلك بهدف نقل جميع مسؤولياته التَّعليمية إليه.

- زيادة العبء على المتعلم: يُترك المتعلم ليتعلم بمفرده دون تدخل المعلم.

2-5-3-3- الخرائط المفاهيمية (Concepts Maps)

تعد هذه الإستراتيجية تطبيقاً على نظرية أوزربل في التَّعَلُّم ذي المعنى وفيها يتم تقديم المحتوى وفق ترتيبها المتسلسل ضمن التنظيم الهرمي للمقرر(فقرة 2-4-2-3).

2-5-3-4- مخطط Vee (Vee Diagram)

تعد هذه الإستراتيجية تطبيقاً أيضاً على نظرية أوزربل في التَّعَلُّم ذي المعنى، وقد قام بتقديمها بوب جوين (Bob Gowin). ويعرف جورلي Gurley هذه الخريطة بأنها "بناء تخطيطي يوضح العلاقة بين الأحداث، والأشياء، والعناصر المفاهيمية، والإجرائية التي تؤدي إلى فهم التناسقات في الأحداث والأشياء لفرع من فروع المعرفة" [148]. تتكون خريطة Vee من جانبين:

- الجانب الأيسر ويمثل الجانب المفاهيمي أو النظري. ويشتمل على المفاهيم والمبادئ والنظريات الموجودة في درس ما، فيكون تنظيمه في تسلسل هرمي يتدرج من النظرية لكونها تمثل مفهوماً عاماً، إلى المبادئ بوصفها علاقات بين المفاهيم، والتي تتدرج بدورها أيضاً إلى مفاهيم أقل عمومية، وهكذا تصل إلى المفاهيم التحتية للخريطة [148].
- الجانب الأيمن ويمثل الجانب الإجرائي التطبيقي. ويشتمل على الوقائع والتي تشير إلى جميع الأشياء والأحداث الملموسة، وعدد مرات ظهور الحدث، وصوراً وشرائط مسجلة، يتم ترتيبها وصياغتها بشكل له معنى، مثل الرسم البياني، وجداول المقارنة والخرائط. والادعاءات المعرفية وهي إجابات للأسئلة المقترحة، والادعاءات القيمية وهي الشعور بالإيجاب أو بالسلب.

يحدث تفاعل بين الجانبين الأيمن والأيسر للخريطة من خلال السؤال الرئيس (Focus Question) الذي يقع أعلى الخريطة بين جانبيها المفاهيمي والإجرائي. والذي يعالج موضوع النشاط، أو التجربة العملية موضع الدراسة، وتتطلب الإجابة عليه تحديد الأشياء، والأحداث، والمفاهيم، والمبادئ، والنظريات الضرورية لبناء المعرفة الجديدة. ويتم تقديم هذه الخريطة للمتعلم وفق الخطوات التالية [148]:

- ابدأ بتقديم "المفاهيم"، و "الأشياء والأحداث".

- قدم فكرة "التسجيلات" و "الأسئلة الرئيسة".
- انتقل إلى "تحويل التسجيلات".
- يلي ذلك تقديم "المتطلبات المعرفية".
- ثُمَّ تقدم المبادئ والنظريات.
- وأخيراً تقدم "المتطلبات القيمية".

2-5-3-5- التَّعَلُّم المرتكز على المشكلة (Problem Centered Learning)

تستخدم هذه الاستراتيجية في تدريس العلوم والرياضيات، وتمَّ تصميمها من قبل جريسون ويتلي (Grayson Wheatley)، وهي ترى أنَّ المتعلم يقوم بصنع مفهوم ذي معنى من خلال المشكلات التي تقدم له، ويقوم مع زملائه على إيجاد الحلول المناسبة لها. وتتألف هذه الإستراتيجية من ثلاث مراحل:

- مهام التَّعَلُّم (Learning Tasks): يقوم المعلم تقديم موقف للمتعلم يشمل مشكلة أو عدة مشاكل يكون لها عدة حلول ممكنة، ومن ثُمَّ يطلب منهم حلها، ويشجعهم على صنع القرارات والمناقشة والحوار.
- المجموعات المتعاونة (Cooperative Groups): يعمل المتعلمين في مجموعات صغيرة بهدف المناقشة والمشاركة وتبادل المعلومات، وذلك بهدف إنجاز المهام المكلفين بها.
- المشاركة (Sharing): هنا يعرض أفراد كل مجموعة حلولهم والطرق المستخدمة من قبلهم، وهنا تدور مناقشات بهدف الوصول إلى اتفاق فيما بينهم. تمثل هذه المناقشات منتدى فكري يعمقون من خلاله تفسيراتهم واستدلالاتهم العقلية.

2-6- الذكاء الصنعي والتَّعَلُّم والتَّعليم والتدريس (Artificial Intelligence, Learning, Teaching and Instruction)

تهدف عملية التزاوج مابين علم الذكاء الصنعي والتَّعَلُّم والتَّعليم والتدريس إلى خلق برمجيات تعليمية تتصف بالذكاء ولها القدرة على محاكاة الطالب أوالمعلم من أجل تحسين وتطوير النظم التَّعليمية التقليدية من خلال الفهم العميق لكل من كيفية تمثيل المعرفة وأساليب الاستنتاج والوصف الدقيق للطرق المعرفية في حل المسائل وتتبع ونقد أخطاء

الطالب بهدف توجيهه أو إرشاده. وبشكل عام تتصف البرمجيات التَّعليمية الذكية بمـــايلي [156]:

- التشخيص الذكي لنقاط القوة والضعف عند الطالب.
- تنوع التغذية الراجعة التي تتفق مع كل طالب وحاجاته.
- تنوع الحوار الذكي بين الحاسوب والطالب باستخدام اللغة الطبيعية.
- تمثيل لمعارف المقرر التعليمي والتي تحتوي على الحقائق والقواعد والعلاقات بينهما.

ونتج عن هذا التزاوج التصنيف التالي للأنظمة التَّعليمية التالية:

- نظم التَّعليم الذكية بمساعدة الحاسوب (Intelligent Computer Assisted-Instruction- ICAI) فقرة (3-4-2).
- النظم التوجيهية الذكية (Intelligent Tutoring system) فقرة (3-4-3).
- النظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية (Adaptive and Intelligent Web-Based Educational System- AIWBES) فقرة (3-4-4).

2-7- أنماط التَّعَلُّم (Learning Styles)

توجد تعريفات عدة لأنماط التَّعَلُّم منها [63، 147، 151]:

عرف دن ودن (Dunn $ Dunn) أنماط التَّعليم بأنَّها مجموعـــة الـــصفات والخـــصائص الشخصية البيولوجية والتطورية، التي تجعل التَّعَلُّم نفسه فعالاً لبعض الطلاب وغير فعـــال لطلاب آخرين.

وعرف غريغور (Gregore) نمط التَّعَلُّم بأنَّه مجموعة من الأداءات المميزة للطالب التـــي تمثل الدليل على طريقة تعلمه واستقباله للمعلومات الواردة إليه من البيئـــة المحيطـــة بـــه بهدف التكيف معها.

عرف كولب (Kolob) أنماط التَّعَلُّم بأنَّها الطريقة المفضلة لدى الفـــرد لإدراك المعلومـــة ومعالجتها.

وتعرف إدارة اتحادات المدارس الأمريكية أنماط التَّعَلُّم بأنَّها "الطرق التي يتعلم بهـــا كـــل طالب بشكل أفضل".

ويعرف فلدار وسيلفرمان Felder and Silverman أنماط التَّعَلُّم بأنَّها "مجموعة من السلوكيات المعرفية والوجدانية والنفسية، والتي تعمل معاً كمؤشرات ثابتة نسبياً لكيفية إدراك وتفاعل واستجابة الطالب مع بيئة التَّعَلُّم".
أي يمكن تعريف أنماط التَّعَلُّم على أنَّها مجموعة من الصفات والسلوكيات التي تختلف من فرد إلى آخر، وتختص هذه السلوكيات في معالجة المعلومات واسترجاعها والتي تؤثر بدورها على طرق التَّعَلُّم. توجد عدة أنماط للتَعَلُّم أشهرها [151]:

- نموذج دن ودن(Dunn & Dunn) .
- نموذج كولب (Kolob).
- نموذج فلدار وسيلفرمان Felder and Silverman, 1988.

2-7-1- نموذج دن ودن(Dunn & Dunn Model)

يُبنى نموذج دن ودن على مفهوم أنَّ الفرد له مجموعة من الصفات والخصائص الشخصية البيولوجية والتطورية التي ينفرد بها عن غيره، والتي تؤثر على كيفية تعلمه للمعلومات والمهارات الجديدة. تَمَّ استخدام هذا النموذج بهدف تحسين الأداء الأكاديمي للطلاب وخاصة ذوي التحصيل المنخفض، حيث يعتمد على 20 عنصراً مصنفاً في خمسة أبعاد:

- الأبعاد البيئية: وتشتمل على عنصر الصوت، والضوء، ودرجة الحرارة، والتصميم.
- الأبعاد الوجدانية: وتركز على الدافعية، والمثابرة، والمسؤولية، والبنية.
- الأبعاد الاجتماعية وتشتمل على النفس، والأزواج، والمجموعة، والنضج، والتنويع.
- الأبعاد الجسدية: وتشتمل على الحس وتناول الطعام والشراب، والوقت، والحركة.
- الأبعاد النفسية: وتشتمل على العنصر الشمولي-التحليلي، والعنصر الاندفاعي-التأملي، والعنصر الأيمن – الأيسر للدماغ.

تَمَّ تطوير استبانات عديدة بهدف تشخيص تفضيلات الطالب وفق نموذج دن ودن، منها:

- استبانة "جرد أنماط التَّعَلُّم" (Learning Style Inventory- LSI)، تَمَّ استخدامها مع الأطفال وتوجد منها ثلاثة نسخ مختلفة، للأطفال حتى الصف الثاني، وأطفال الصف

الثالث والرابع، وأطفال الصف الخامس والسادس. تتألف من 104 سؤالاً تستخدم ثلاثة أو خمسة خيارات وفق مقياس Likert.

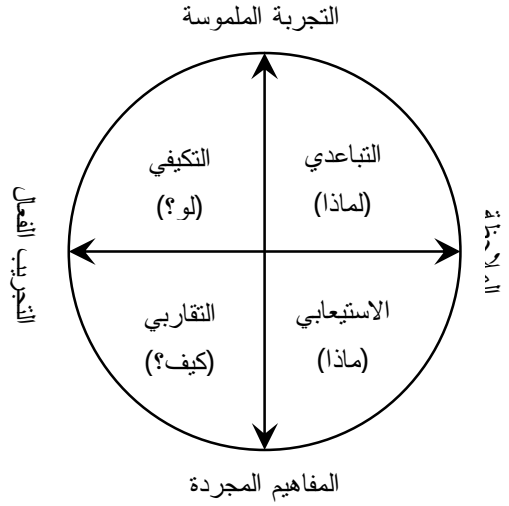
- استبانة (Building Excellence Inventory) للكبار وتتألف من 118 سؤالاً وتستخدم خمسة خيارات وفق مقياس Likert [64].

وتكون نتيجة هذه الاستبانات فقط قيمتين عالية أو منخفضة لتمثل كل عنصر من العناصر المذكورة سابقاً.

2-7-2- نموذج كولب (Kolb Model)

يرى هذا النموذج أنَّ التَّعَلُّم هو عملية يتم بموجبها تحويل الخبرة الإنسانية إلى معرفة، وتشمل دورة التَّعَلُّم وفق كولب أربعة مراحل وفق الشكل (2-3):

- التجربة الملموسة (Concrete Experience) يتم إدراك ومعالجة المعلومات عن طريق الخبرة الحسية، حيث يتعلم الأفراد بشكل أفضل من خلال حل كثير من الأمثلة والعمل مع زملائهم والاستفادة من التغذية الراجعة الخارجية من النظير.



الشكل (2-3)، نموذج أنماط تَعَلُّم كولب.

- الملاحظة التأملية (Reflective Observation) يتم إدراك ومعالجة المعلومات من خلال التأمل والموضوعية والملاحظة المتأنية في تحليل موقف التَّعَلُّم، حيث يفضل الأفراد التَّعَلُّم من خلال محاضرات، فهم يميلون إلى أن يكونوا انطوائيين. وتفاعلهم أقل في أنشطة المجموعات.

- المفاهيم المجردة (Abstract Conceptualization) يتم إدراك ومعالجة المعلومات من خلال تحليل موقف التَّعَلُّم والتفكير المجرد والتقويم المنطقي، حيث يفضل الأفراد الذين يميلون إلى التركيز على النظريات والتحليل المنظم والتوجه غالباً نحو الأشياء والرموز، وأقل نحو الناس والآخرين.

- التجريب الفعال (Active Experimentation): يتم إدراك ومعالجة المعلومات من خلال التجربة المباشرة وذلك عن طريق الممارسة والفعل، حيث يكون تَعَلُّم الأفراد أفضل حينما يكونون مرتبطين بنشاط أو واجب منزلي أو مجموعات نقاش، كما يكرهون التَّعَلُّم السلبي، كالمحاضرات.

ويتقاطع المحورين في الشكل (2-3) فيتكون أربع أرباع تمثل أنماط التَّعَلُّم وفق نموذج كولب:

- النمط التقاربي (Converging Style): يشمل أولئك الأفراد الذين يبحثون عن حل المواقف والمشكلات والممارسة والتطبيق العملي للمعلومات، فهو يجيب على التساؤل الداخلي لدى الفرد "كيف؟".

- النمط التباعدي (Diverging Style) : يشمل أولئك الأفراد الذين يستخدمون الخبرات الحسية والملاحظة التأملية وإمكانية رؤية المواقف من زوايا عديدة، فهو يجيب على التساؤل الداخلي لدى الفرد "لماذا؟".

-النمط الاستيعابي (Assimilating Style): يشمل أولئك الأفراد الذين يستخدمون المفاهيم المجردة والملاحظة التأملية، فهم يستطيعون استيعاب الملاحظات والمعلومات في وحدة متكاملة، وهو يجيب على التساؤل الداخلي لدى الفرد "ماذا؟".

- النمط التكيفي (Accommodating Style): يشمل أولئك الأفراد الذين يستخدمون الخبرات الحسية والتجريب الفعال، فهم يميلون إلى حل المشكلات عن طريق المحاولة والخطأ بالاعتماد على معلومات الآخرين، وهو يجيب على التساؤل الداخلي لدى الفرد "لو؟".

يستخدم نموذج كولب استبانة "جرد أنماط التَّعَلُّم" (Learning Style Inventory- LSI) والمؤلفة من 12 جملةً، بحيث يقوم الفرد باستكمالها باستخدام 4 نهايات، يطلب منه ترتيبها (4 تعني الأفضل، 1 تعني الأقل) وفقاً لأفضل مايصف طريقته في التَّعَلُّم.

2-7-3- نموذج فلدار وسيلفرمان(Felder and Silverman Model)

يجيب هذا النموذج على الأسئلة التالية [54، 63، 156]:

- ما نوع المعلومات المفضلة لدى الطالب : حسية – بصرية أو أصوات أو مادية، أو بديهية بين ذكريات وأفكار ورؤى؟
- من خلال أي طريقة يمكن للطالب أن يدرك بأكبر قدر من الفعالية المعلومات الحسية كـ: الصور والرسوم البيانية والعروض التقديمة والكلمات المكتوبة واللفظية والصيغ الرياضية؟
- هل يفضل الطالب أن يكون عملياً (Active) في معالجة المعلومات من خلال النشاطات الفيزيائية والمناقشات، أم تأملياً (Reflective) من خلال ملاحظة وتحليل الوعي لذاته بهدف الوصول إلى معرفة بشأن أحواله؟
- كيف يمكن للطالب أن يتقدم في فهم المقرر التعليمي؟ تسلسلياً خطوة خطوة، أم شمولياً باستخدام قفزات واسعة مابين مختلف أجزاء المقرر؟
- بأي طريقة تنظيم للمعلومات يشعر الطالب أكثر راحةً معها؟

و يشتمل هذا النموذج على أربعة أبعاد ثنائية القطب (Bipolar) وهي :

(أ) **العملي – التأملي (Active – Reflective)**: يتعلم العمليون من خلال استرجاع المعلومات وفهمها بشكل أفضل عن طريق مناقشتها أو تطبيقها أو تفسيرها للآخرين، و تكون استراتيجيات التَّعَلُّم المفضلة لديهم هي:

- مناقشة أجزاء المقرر والبحث عن الأسئلة والتمارين التي تتطلب حلّاً للمشكلات.
- الدراسة ضمن فريق، بحيث كل عضو من الأعضاء يأخذ وقتاً كافياً لتفسير أحد المواضيع المخصصة له.
- استرجاع المعلومات بشكل أفضل وذلك عن طريق تفعيلها واستخدامها.

وفي المقابل يتعلم أصحاب النمط التأملي من خلال التفكير المجرد والعمل الفردي. ويتبعون الاستراتيجيات التالية لتحقيق تَعَلُّم فعَّال:

- إعطاء وقت للتفكير بالمعلومات أثناء الدراسة.
- مراجعة ما تَمَّ قراءته للتفكير بالأسئلة المتوقعة وبالتطبيقات.
- كتابة ملخصات قصيرة للقراءات أو الملاحظات الصفية.

(ب) الحسي – الحدسي (Sensing – Intuitive): يتعلم الحسيون من خلال التفكير الحسي أو العياني مع التوجه نحو الحقائق والمفاهيم وحل المسائل باستخدام طرق معرفة ومحددة مسبقاً، و من أجل تحقيق تَعَلُّم فعال لديهم بشكل عام يتبعون الاستراتيجيات التالية:

- سؤال معلم المقرر عن أمثلة محددة مرتبطة بمفاهيم وإجراءات ما من أجل معرفة كيفية تطبيقها في الحياة العملية.
- محاولة البحث وتفسير المفاهيم المتعلقة بالمقرر التعليمي والتي لم تشرح من قبل المعلم.

أمَّا أصحاب النمط الحدسي يتعلمون باستخدام التفكير التجريدي والتوجه نحو النظريات وما وراء المعني. ويكون التَّعَلُّم لديهم فعال عند استخدامهم للاستراتيجيات التالية:

- سؤال المعلم عن توضيحات أو نظريات متعلقة بالحقائق.
- أو محاولة إيجاد روابط مابين مختلف أجزاء المقرر.

(ج) البصري – اللفظي (Visual – Verbal): يتعلم أصحاب التَّعَلُّم البصري بشكل أفضل عندما تعرض عليهم المعلومات مرئياً أو تكتب لغوياً، فهم يستفيدون بشكل كبير من المعلومات المكتوبة و الملاحظات الصفية. ويتحقق التَّعَلُّم الفعَّال لديهم كمايلي:

- تلخيص الدرس باستخدام كلمات مكتوبة.
- عندما تمثل لهم المعلومات بواسطة مخططات أو رسومات يفضلون استخدام كلمات مكتوبة لشرحها.

أمَّا أصحاب البعد البصري يتعلمون بشكل أفضل عندما تعرض عليهم المعلومات من خلال صور أو مخططات، أي يستفيدون من المعلومات التي تعرض عليهم باستخدام الوسائل البصرية، كالأفلام والخرائط والمخططات البيانية. وعند تذكرهم لمعلومة معينة تكون عادة على شكل صورة مرسومة في ذهنهم ترتبط بها. ويحققون تَعَلُّم فعَّال عند اتباعهم للاستراتيجيات التالية:

- البحث عن التمثيل المرئي لمحتوى المقرر التعليمي.
- رسم خريطة للمفاهيم تسرد الكلمات المفتاحية وذلك باستخدام رسومات هندسية كالدائرة والمربع.
- استخدام الترميز اللوني للمعلومات وذلك باستخدام ألوان مختلفة للمعلومات المختلفة أو استخدام ألوان فسفورية.

(د) التسلسلي – الكلي (Sequential – Global) : يتعلم أصحاب النمط التسلسلي بخطوات تتبعية دقيقة، بحيث يتبعون مسار منطقي لمختلف أجزاء المقرر من أجل إيجاد المعلومة المناسبة والحل المناسب للأسئلة المقدمة لهم. ويكون التَّعَلُّم لديهم فعال عند اتباعهم للاستراتجيات التالية:

- تخطيط المقرر التعليمي بطريقة منطقية.
- تقوية مهارات التفكير الكلية بربط أجزاء جديدة من المقرر بأشياء قد درست من قبل.

أما أصحاب النمط الكلي يتعلمون بشكل أفضل عندما يبدؤون الدرس بمقدمة عامة وشاملة من خلال عرض المقرر على شكل مقتطفات يمكن أن تكون عشوائية، دون الحاجة إلى اتباع تسلسل معين، كما يفضلون التَّعَلُّم من خلال مجموعات استكشافية وحل المشكلات المعقدة بسرعة دون إمكانية توضيح الطريقة التي توصلوا فيها للحل. ويتحقق التَّعَلُّم الفعال لديهم كمايلي:

- رؤية الصورة الكلية للمقرر قبل البدء بدراسة التفاصيل.
- ربط الموضوع قيد الدراسة بمواضيع قد درست سابقاً.
- تصفح جميع أجزاء المقرر التعليمي من أجل أخذ صورة كاملة عن محتوياته.

يستخدم هذا النموذج استبانةً تدعى بفهرس أنماط التَّعَلُّم (Index of Learning Styles-ILS) وهي مؤلفة من 44 سؤالاً، يتم تعبئتها باختيار إحدى الإجابتين (أ) أو (ب) (ملحق أ)، وتستخدم هذه الأداة لتشخيص نمط تَعَلُّم الطلاب ضمن الأبعاد الأربعة المذكورة سابقاً، ولقد تَمَّ التركيز في هذا البحث على هذا النموذج في تحديد طريقة معرفة الفروق الفردية بين الطلاب من أجل تقديم مختلف أجزاء المحتوى التعليمي وفق أنماط تَعَلُّم كل طالب (فقرة 7-4) وذلك للأسباب التالية:

- يعد ناتج مزيج لأهم نماذج أنماط تَعَلُّم أخرى: كنموذج Kolb.
- على الرغم من أن الأبعاد التي يستخدمها ليست بجديدة، وإنما تعد طريقة مزجها ومعالجتها هي الجديدة مقارنة مع النماذج الأخرى.
- يقاس نمط تَعَلُّم الطالب بالنسبة إلى كل بعد باستخدام قيم تتراوح مابين +11 و -11 بخطوات ±2، هذا يسمح بتوصيف تفضيلات الطالب بدقة أكبر، وهذا على عكس النماذج الأخرى التي تستخدم مجالات أقل في توصيف تفضيلات الطالب.
- سهل الاستخدام والتوزيع على الطلاب، ومناسب أيضاً للتعامل مع الوسائط المتعددة.

2-8- التَّعليم الإلكتروني (E-Learning)

هي طريقة التَّعليم والتَّعلُّم باستخدام الوسائط الإلكترونية في عملية نقل وإيصال المعلومات بين المعلم والطالب مثل الحواسيب والشبكات والوسائط مثل الصوت والصورة، ورسومات، والمكتبات الإلكترونية، والإنترنت وغيرها، أي استخدام التقنية بجميع أنواعها في إيصال المعلومة للطالب بأقصر وقت وأقل جهد وأكبر فائدة. ويمكن للتعليم الإلكتروني أن يكون متزامن (Synchronous E-learning) وغير متزامن (Asynchronous E-learning)، فالمتزامن يسمح للطالب وللمعلم بتوصيل وتبادل الدروس والتفاعل والنقاش فيما بينهم في نفس الوقت باستخدام أسلوب وتقنيات التَّعليم الحديثة على الشبكة العنكبوتية. أمَّا غير المتزامن وفيه يستطيع الطالب الدارسة وفق مخطط زمني يناسبه وذلك عن طريق توظيف بعض أساليب التَّعليم الإلكتروني مثل البريد الإلكتروني والمنتديات وأشرطة الفيديو [149، 152، 161، 171، 175، 177].

2-8-1- معايير التَّعليم الإلكتروني (E-Learning Standards)

تسعى مختلف المؤسسات التَّعليمية إلى تقليل كلفة إنتاج مقرراتها التَّعليمية عن طريق وضع مواصفات قياسية موحدة تسمح بالاستعمال و إعادة الاستعمال للكائنات التعليمية Learning Object- LO من طرف جميع المتعاملين، وكذلك من أجل تسهيل تبادلها وتنقلها بين مختلف أنظمة إدارة التَّعليم الإلكتروني. ومن أهم المؤسسات التي تعمل على وضع معايير ومواصفات تقنيات التَّعلُّم والتَّعليم الإلكتروني هي [133، 149] :

2-8-1-1- جمعية التدريب من خلال الحاسوب الآلي على صناعة الطيران (Aviation Insdustry CBT Committee- AICC)

اقتصرت مهمة هذه الجمعية **www.aicc.org** على توفير المعلومات ومعايير تنفيذ التدريب المعتمد على الحاسوب (Computer Based Training) والتدريب المعتمد على الشبكة العنكبوتية (Web Based Training).

2-8-1-2-جمعية مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (Institute of Electrical & Electronics Engineers - IEEE)

تهتم هذه الجمعية (www.ieeeltsc.org) بتطوير وتوزيع وصيانة وتنفيذ مكونات برامج الحاسوب وأدوات وأساليب تكنولوجيا التصميم التي تسهل تطوير وتوزيع وصيانة وتنفيذ مكونات وأنظمة التَّعليم والتدريب من خلال الحاسوب.

2-8-1-3-الائتلاف العالمي لنظام إدارة التَّعَلُّم(IMS Global Learning Consortium)

وضع هذا النظام (www.imsglobal.org) مواصفات مفتوحة لتسهيل أنشطة التَّعَلُّم عبر شبكة الإنترنت مثل تحديد موقع المحتوى التعليمي واستعماله، ومتابعة تقدم الطالب، وتوزيع نتائج الطلاب، وتبادل سجلاتهم بين الأنظمة الإدارية المختلفة.

2-8-1-4- مبادرة التَّعَلُّم الموزع المتقدم (Advanced Distributed Learning -ADL)

قامت وزارة الدفاع في الولايات المتحدة الأمريكية في شهر أكتوبر من عام 1997 و مكتب البيت الأبيض للعلوم التكنولوجية بإطلاق مبادرة توزيع التَّعَلُّم المتقدم ADL بهدف تزويد الطلاب بتعليم نوعي وجيد وبأدوات تعليمية يمكن توفيرها بسهولة لحاجات الطالب الواحد في أي وقت ومكان يريده، واتخذت مبادرة توزيع التَّعليم المتقدم دور القيادة في تحويل المعايير المتباينة لبرامج المؤسسات التَّعليمية ووضعها في نموذج عام صالح للاستخدام، وقد عرف هذا النموذج ذو المحتوى المشترك (SCORM)، أي هو ناتج مزيج العديد من المعايير الوارد ذكرها سابقاً (AICC+IEEE+IMS+ADL).

2-8-1-5-المعيار SCORM (Sharable Content Object Reference Model-SCORM)

هي مجموعة من المعايير التي تحاول تقليل الجهد والوقت والمال المبذولين في عمليات تطوير ودمج ونشر المقررات التَّعليمية للتواصل بين مؤلفي المحتوى من جهة ومبرمجي أنظمة إدارة التَّعليم من جهة أخرى. وترمز كلمة SCORM إلى النموذج المرجعي لمكونات محتوى المشاركة أو نموذج المحتوى المشترك [149، 165، 172، 173،

182]. ولقد تَمَّ استخدام هذا المعيار في هذا البحث (فقرة 6-5) لما يحققه من الأهداف التالية مقارنةً مع بقية المعايير:

2-8-1-5-1- أهداف SCORM (SCORM Objectives)

أ- سهولة الوصول (Accessibility): هي إمكانية الحصول على محتوى المقرر التعليمي في أي مكان وفي أي وقت عن طريق عمليات البحث البسيطة لأحد قواعد بيانات التَّعليم الإلكتروني، ويتحقق ذلك عند وجود مخزن كائنات تعليمية.

ب-قابلية التكيف (Adaptability) : وهي القدرة على التكيُّف من أجل مقابلة احتياجات المؤسسات والأفراد التَّعليمية.

ج- قابلية إعادة الاستخدام (Reusability): هي إمكانية إعادة تأليف محتوى مقررات تعليمية جديدة انطلاقاً من محتويات لمقررات أخرى معدة مسبقاً دون جهد إضافي يذكر.

د- قابلية التشغيل البيني (Interoperability):هي إمكانية استخدام المحتوى التعليمي ضمن مختلف المنصات لأنظمة إدارة التَّعليم الإلكتروني.

ه- الاستمرارية (Durability): هي إمكانية استخدام المحتوى حتى لو تغيرت التقنية المستخدمة في إنشائه وتقديمه.

و- الإنتاجية (Affordability) : وهي إمكانية زيادة الفعالية والإنتاجية عن طريق تقليل الزمن والتكلفة اللازمين لتوصيل المحتوى التعليمي.

2-8-1-5-2- مكونات SCORM (SCORM Components)

يشمل المعيار SCORM على ثلاث مجموعات من المعايير المجمعة من مختلف الجهات التَّعليمية لتكون مرجعاً لمؤلفي المحتوى التعليمي، يوضح الشكل (2-4) المقتبس من الموقع [182]، مكونات هذا المعيار [149، 172، 173، 182].

أ. نظرة عامة (Overview)

هي عبارة عن مقدمة وشرح عام للمعيار الـ SCORM ومكوناته والعلاقة فيما بينهم.

الشكل (2-4)، مكونات المعيار SCORM [172، 173].

ب. نموذج تجميع المحتوى (Content Aggregation Model - CAM)

يشتمل نموذج تجميع المحتوى على النقاط التالية:

- وصف العناصر المستخدمة في نظام التَّعليم من كائنات المحتوى (Content Objects) والموجودات وحزمة المحتوى وملف الـ manifest .
- كيفية تحزيم هذه العناصر بهدف إمكانية تبادلها بين أنظمة التَّعليم.
- وصف هذه العناصر من أجل عمليات البحث والاستكشاف.
- تحديد قواعد تسلسل عرض هذه العناصر من أجل توجيه الطالب خلال العملية التَّعليمية والوصول إلى الهدف المطلوب.

ج. بيئة وقت التشغيل (Run-Time Environment – RTE)

تؤمن بيئة وقت-التشغيل الاتصال بين نظام إدارة التَّعليم (LMS) والـ SCORM بهدف تأمين المحتوى المناسب والمطلوب من المستخدم، وتشمل العناصر التالية:

- التحميل (Launch): يقوم بتحديد المحتوى المناسب والمطلوب من قبل الطالب.
- واجهة برمجة التطبيقات (Application Program Interface- API): هي مجموعة الإجراءات التي يتم تنفيذها من تأمين الاتصال مابين LMS و الـ SCOs.

د. التتبع والملاحة (Sequencing and Navigation-RN)

يُعَرَّف التتبع بأنَّه سلوك ونموذج البيانات الموصف تحت معيار الـــ SCORM والمستخدم من قبل بيئة وقت التشغيل من أجل تحديد كيفية وتسلسل توصيل حزمة المحتوى (Content Package) إلى الطالب، بينما تُعَرَّف الملاحة بأنَّها كيفية البدء بتصفح خريطة المقرر التعليمي وعملية التَّعَلُّم من أجل تقديم المفاهيم والنشاطات اللازمة للطالب وتلبية طلباته بهدف تحقيق تَعَلُّم فعَّال [149، 172، 173].

2-9- التَّعَلُّم والتفاعلية (Learning and Interactivity)

التفاعلية هي إحدى المفاهيم المهمة في بيئة التَّعليم على الشبكة العنكبوتية. توجد تعاريف متعددة لمفهوم التفاعلية مثل "التَّعَلُّم النشط"، "الاتصال ثنائي الاتجاه"، و"التَّعَلُّم التبادلي عن بعد"، ولذلك يمكن تعريف التفاعلية في بيئة التَّعَلُّم عن بعد بأنَّه "التَّعَلُّم النشط الذي يحوي اتصالاً وتفاعلاً متعدد الاتجاه بين عناصر العملية التَّعليمية".

2-9-1- أنماط التفاعلية (Interactivity Styles)

توجد أنماط عديدة من التفاعل [110، 165]:

- الطالب-المحتوى: هي العملية التي يقوم من خلالها الطالب باختبار ومعالجة المعلومات المقدمة له أثناء العملية التَّعليمية، أي هو الذي يقود إلى التغير في قدرة المتلقي على الفهم.
- الطالب-المعلم: هو عملية الاتصال بين المعلم والطالب أثناء دراسة المقرر والذي يهدف الى دعم عملية التَّعَلُّم و تقييم أداء الطالب و حل ما يعترضه من مشكلات.
- الطالب-الطالب: هو التواصل بين اثنين أو أكثر من الطلاب المشتركين في نفس المقرر الدراسي. وهذا الاتصال يحدث عادة عبر وسائط الاتصال الحاسوبية.
- الطالب - واجهة المستخدم: هو تواصل وتأقلم الطالب مع أداة التَّعليم الحاسوبية لكي يصبح قادراً على تنفيذ الأوامر أو التعليمات المطلوبة منه.
- الطالب-البيئة: هو الفعل التبادلي، أو التأثير المشترك بين المتلقي وبين الظروف المحيطة به والتي قد تساعد أو تعيق العملية التَّعليمية.

- المعلم-المعلم: يشير إلى التواصل بين معلم وآخر من أجل تعزيز القدرات التدريسية، مثل هذه التفاعلات التي قد تحدث أثناء المؤتمرات أو عبر وسائل الاتصال الإلكتروني
- المعلم-المحتوى: يشير إلى إمكانية المعلم تحديث أو تغيير أو إضافة أو حذف في المحتوى التعليمي باستخدام التقنيات الحديثة
- المحتوى-المحتوى: هو إمكانية مشاركة وتبادل المحتوى التعليمي مابين المقررات التَّعليمية.

2-9-2- مستويات التفاعلية (Interactivity Levels)

يوجد ستة مستويات من التفاعلية، حيث ترتبط جودة مخرجات العملية التَّعليمية بمستوى التفاعلية المستخدم، فكلما كان مستوى التفاعلية عالياً تكون جودة المخرجات عاليةً أيضاً [110، 165]. تتلخص هذه المستويات ضمن الجدول التالي (1-1):

الجدول (1-1)، مستويات التفاعلية في النظم التَّعليمية.

المستوى	اسم التفاعلية	الوصف
الأول	التفاعلية السلبية Passive Interactivity	يتنقل الطالب ضمن المقرر التعليمي باستخدام مسار خطي محدد مسبقاً وبشكل خطي إلى الأمام أو إلى الخلف ولايتلقى أي تغذية راجعة.
الثاني	التفاعلية الهيكلية Hierarchical Interactivity	يستطيع الطالب اختيار مسار تصفحه ضمن المقرر التعليمي من خلال استخدم خيار من مجموعة الخيارات المحددة مسبقاً.
الثالث	تحديث التفاعلية Update Interactivity	يتم تحديث التفاعل عن طريق حوار مابين الطالب والنظام التعليمي والذي يقوم بتزويده بتغذية راجعة متعلقة بإجاباته، ويستخدم النظام أسئلة بسيطة أو معقدة وعادةً يتم الإجابة عليها باستخدام تقانات الذكاء الصنعي.
الرابع	التفاعلية البنائية Construct Interactivity	يستخدم الطالب كائنات التَّعليم المتوفرة ضمن بيئة التَّعليم لبناء إجاباته وتحقيق هدف معين.
الخامس	محاكاة التفاعلية	يستطيع الطالب التحكم بخياراته الشخصية التي تحدد كيفية

	Simulation Interactivity	تسلسل المقرر التعليمي.
السادس	التفاعلية الحرة Free Interactivity	يكون النظام التعليمي مزوداً بعدد من الروابط التشعبية تسمح للطالب بالإبحار من خلال محتوى المقرر التَّعليمي من أجل اكتساب معارف جديدة أو حل مسألة ما
السابع	التفاعلية الافتراضية Virtual Interactivity	يُقَدِّم النظام التعليمي للطالب عالم افتراضي كامل.

الخلاصة (Conclusion)

استعرض هذا الفصل المفاهيم المرتبطة ارتباطاً وثيقاً بميدان تكنولوجيا التَّعليم الذكي، كالذكاء الصنعي والتَّعليم والتَّعَلُّم والتدريس والمعرفة والعلاقة الموجودة مابين التَّعَلُّم والتَّعليم والتدريس، والتَّعليم والمعرفة، ومن ثُمَّ تَمَّ سرد وشرح الفرق مابين أهم نظريات التَّعَلُّم والتدريس وفق ثلاثة مدارس: السلوكية والمعرفية والبنائية. فمن خلال مختلف نظريات التَّعَلُّم تَمَّت دراسة التغيرات التي تحدث في سلوك والبنية المعرفية للطالب في اكتساب معارفه، كما تَمَّ شرح الأساليب المختلفة والمستخدمة في عرض المحتوى التعليمي، كالأسلوب اللولبي، والتسلسلي، والهرمي. إضافةً إلى ذلك تَمَّ شرح، من خلال نظريات التدريس، أهم استراتيجيات التدريس المستخدمة من قبل المعلم. ومن أهم روادها: جانييه، وبرونر، وأوزبل، وبياجيه. ولقد تَمَّ تطبيق، في هذا البحث، النظرية المعرفية البنائية من خلال استخدام الخرائط المفاهيمية لأوزبل في تنظيم وتقديم معارف المحتوى التعليمي وإستراتيجية التدريس لدورة التَّعَلُّم الرباعية لبياجيه، بهدف تقديم بيئة داعمة للتَّعَلُّم المستمر والتَّعَلُّم الذاتي المتكيف، وذلك عن طريق بناء نظم تعليمية تكيفية ومنهجية وفق منهجية تربوية صحيحة، تأخذ بعين الاعتبار نظريات التَّعَلُّم والتدريس.

شرح هذا الفصل أيضاً مختلف نماذج أنماط تَعَلُّم الطالب، كنموذج دن ودن، وكولب، وفلدار وسيلفرمان والمستخدم في هذا البحث لتوصيفه لتفضيلات الطالب بدقة أكبر مقارنةً مع بقية النماذج وذلك بهدف استخدام تقانة العرض التكيفي من خلال تقديم محتوى صفحات تعليمية تكيفية وفق نمط تَعَلُّم كل طالب.

تساهم نظريات التَّعَلُّم ونماذج أنماط تَعَلُّم الطالب ونظريات التدريس في بناء أهم مركبات النظام الجديد والمقترح في هذا البحث وهم: نموذج المعرفة، ونموذج الطالب، ونموذج المعلم.

كما تطرق هذا الفصل إلى التَّعليم الإلكتروني ومعاييره. ولقد اُستخدم المعيار سكورم (SCORM) في هذا البحث بهدف الحصول على مقررات تعليمية تتكيف مع احتياجات مختلف المؤسسات والأفراد التَّعليمية، وإمكانية إعادة استخدامها وتحميلها ضمن منصات تعليمية أخرى.

تعد معرفة هذه المفاهيم مهمةً جداً قبل الشروع في بناء أي نظام تعليمي تكيفي ذكي يفي بحاجة مستخدميه من معلمين وطلبة.

الفصل الثالث

الوسائط الترابطية والنظم التَّعليمية

Chapter III Hypermedia and Educational Systems

المقدمة (Introduction)

أُدخل مفهوم الوسائط الترابطية كمفهوم جديد على مفاهيم تكنولوجيا التَّعليم والذي يعمل على دمج عناصر الوسائط المتعددة في برامج تعليمية حاسوبية في نصوص أو رسالات تعليمية فعَّالة، أي أنَّ من خلالها يمكن تزويد الطالب بمناخ تربوي تعليمي تتوفر فيه الوسائل التَّعليمية في وحدة متكاملة لأشكال البيانات والمعلومات المستقطعة والمنتقاة من مصادر عدة لتكون في نسق نظامي واحد ومرتب.

تقدم النظم التَّعليمية التقليدية التي تستخدم الوسائط الترابطية لكل الطلاب نفس المحتوى التَّعليمي الذي يحتوي على نفس الروابط، مما يؤدي أحياناً إلى ضياعه وعدم معرفة أين هو، ولماذا يوجد ضمن صفحة ما، وماهي الخطوة التالية التي يجب أن يتخذها، إضافةً إلى ذلك إلى عدم إمكانيته تغطية ودراسة المنهاج بشكل كامل. ظهرت النظم الوسائط الترابطية التكيفية لتحل هذه المشاكل عن طريق تقديم محتوى متكيف مع أهداف وتفضيلات والحالة المعرفية لكل طالب.

لذا يُرَكِّز هذا الفصل على المفاهيم النظرية المتعلقة بنظم الوسائط الترابطية التكيفية والتقانات المستخدمة معها، كما يُسلط الضوء على أنواع النظم التَّعليمية ابتداءً من نظم التَّعليم بمعونة الحاسوب مروراً بالنظم التوجيهية الذكية والنظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية مع أهم التقانات المستخدمة والأجيال التي مروا بها، وصولاً بذلك إلى نظم إدارة التَّعَلُّم والتَّعليم. تهتم تقانة العرض التكيفي بتكييف المحتوى التَّعليمي، بينما تركز تقانة الملاحة التكيفية على تغيير وتكييف شكل الروابط. وتهدف تقانة تتبع المنهاج إلى تزويد الطالب بأفضل تسلسل لمختلف المفاهيم التَّعليمية للمقرر لتتبعها وتعلمها. وتزود تقانة دعم حل المسائل الطالب بتغذية راجعة عن أخطائه، أو بتلميحات تساعده على تحديدها. وتساعد تقانة تحليل الذكي للحل على تشخيص الحل غير الكامل بهدف استكماله. وتضيف النظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية ثلاث تقانات أخرى وهي: تقانة تصفية المعلومات التكيفية والتي تهدف إلى إيجاد معلومات تتكيف وفق اهتمام المستخدم، وتساعد تقانة التَّعليم التعاوني الذكي الطلاب على التَّعَلُّم في مجموعات ذات صفات مشتركة. وتهتم تقانة الصف الذكي في تحديد الطلاب المقصرين والمتفوقين لزرع روح المنافسة بينهم.

وينتقل أخيراً هذا الفصل بعد ذلك إلى عرض قائمة تحتوي على أمثلة عديدة عن أهم النظم التَّعليمية المستخدمة عالمياً ومحلياً في سوريا والتي يعد بعضها حجرة أساس لعمليات المقارنة مع النظام الجديد الـــ IWEBISE.

3-1- النـــصوص الترابطيـــة (Hypertext) والوســـائط الترابطيـــة (Hypermedia)

تُعَرَّف النصوص الترابطية بأنَّها نصوص مرتبطة مع بعضها البعض بطريقة غير خطية تشبه نسيج العنكبوت تستخدم لتمثيل المعلومات والوصول إليها بطريقة أسرع. يتألف هذا النسيج من مجموعة عقد متصلة مع بعضها عن طريق روابط (Links)، بحيث عندما يتم اختيار رابط ما، يتم تنشيط قفزة إلى جزء آخر من النص أو إلى مستند آخر، قد يكون موجوداً في نفس المخدم أو في مخدم مختلف بعيد آلاف الكيلومترات. تَمَّ إدخال هذا المفهوم من قبل العالم Ted Nelson عندما قام بوصف المستندات المحفوظة في الحاسوب والوصول إلى محتواها بمرونة كبيرة دون أن تكون مرتبة، هذا على عكس حالة الكتب والأفلام التي تقرأ وتشاهد بطريقة تسلسلية [33، 120].

يضيف مفهوم الوسائط الترابطية Hypermedia مفهوم استخدام روابط لربط مواد ليست في نصوص مقروءة، أي التي تكون على شكل سمعي و/أو مرئي، كالرسوم التصويرية، والفيديو، وملفات الصوت، والرسوم المتحركة. تتميز الوسائط الترابطية بمايلي:

- تقديم محتوى تعليمي جذاب يزيد اهتمام الطالب في متابعة وإنهاء المنهاج.
- زيادة جودة التَّعليم، لأنَّها تقوم بتقديم معارف المقرر التَّعليمي بطريقة بنيوية غير خطية تساعد الطالب على بناء معارفه بطريقة أفضل وذلك عن طريق إنشاء روابط منطقية مابين مختلف جزيئات المنهاج [120].

ومن مساوئ استخدامها:

- ضياع الطالب: إنَّ حرية التنقل المتاحة مابين مختلف صفحات المقرر التَّعليمي تدفع الطالب إلى الضياع وعدم معرفة أين هو، ولماذا يوجد ضمن صفحة ما، وماهي الخطوة التالية التي يجب أن يتخذها.
- تكرار معرفي: تقديم معارف المقرر التَّعليمي عدة مرات للطالب، يؤدي إلى احتفاظه بنفس الحالة المعرفية أحياناً وعدم تغطية بقية المنهاج كما يجب.

3-2- الوسائط الترابطية التكيفية (Adaptive Hypermedia)

تحاول الأبحاث الحديثة تقليل المظاهر السلبية التي تعاني منها الوسائط الترابطية التقليدية وذلك بإدخال مفهوم التكيفية عليها. يعرف العالم بيتر بروسيلوفسكي (Peter

Brusilovsky) الوسائط الترابطية التكيفية بأنَّها " كل نظام يعكس بعض صفات المستخدم ضمن نموذج المستخدم (User Model)، ويتم استخدام هذا النموذج من أجل تكييف الجوانب المرئية والمختلفة للنظام حسب كل مستخدم". تهدف هذه النظم إلى تكييف طريقة عرض المعارف ومساعدة وتوجيه الطالب ضمن الفضاء الترابطي، أي يتم تغيير محتوى الصفحات والروابط الموجودة فيما بينها حسب كل طالب. وتتألف من مركبتين: مجال المعرفة (Domain Knowledge)، و نموذج الطالب (Student Model) [10، 11].
تتميز الوسائط الترابطية التكيفية بمايلي:

- التوجيه الصحيح للطالب ضمن فضاء المنهاج.
- يساعد التمثيل الصحيح البنيوي لمعارف المقرر التَّعليمي على تحديد عمل المعلم بشكل أدق.

تكمن مساوئ استخدام الوسائط الترابطية التكيفية في عملية تكييف الروابط من أجل توجيه الطالب ضمن مسار ملاحته لأنَّها لاتحافظ على مظهر جمالي واحد منتظم ومنسق بالنسبة إلى كل الطلاب. علاوةً على ذلك عدم إمكانية المعلم إضافة معارف جديدة إلى المقرر التَّعليمي لأنَّ محتوى الصفحات والروابط معرفة مسبقاً وثابتة لايمكن تغييرها.
ظهرت الوسائط الترابطية التكيفية والديناميكية من أجل تحسين جودة عملية التكيف وإمكانية إضافة معارف جديدة للمنهاج. تسمح هذه النظم بتوليد صفحات المقرر التَّعليمي بشكل ديناميكي وتتألف من أربع مركبات: مجال المعرفة، و نموذج الطالب، قاعدة بيانات تخزن المواد التربوية و مولد للمنهاج (Course Generator). وتتميز هذه النظم بأنَّها تأخذ بعين الاعتبار المواد الجديدة المضافة إلى المقرر التَّعليمي دون أن يلجأ المعلم إلى التفكير في كيفية تنظيمها وترتيبها من جديد، وإنَّما عليه فقط تحديد البنية العامة للمنهاج وتعيين الوحدات التَّعليمية المرتبطة بكل جزء من أجزائه .
تعد عملية التكيف أداة قوية من أجل زيادة فعَّالية نظم الوسائط الترابطية، حيث توجد مركبتين أساسيتين لهذه العملية وهما [70، 145]:

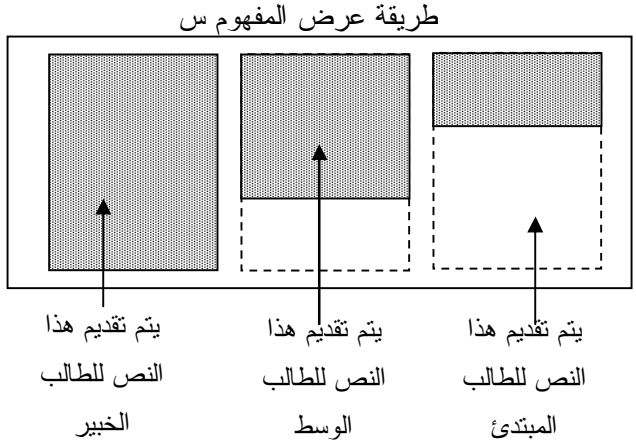
- تكيف المعلومات الموجودة في العقد: تؤثر على طريقة عرض المعلومات في الصفحات وهذا مايدعى بـــ العرض التكيفي (Adaptive Presentation) فقرة (3-3-1).
- تكيف الروابط: تؤثر بشكل أساسي على طريقة الملاحة، وهذا مايدعى بـــ الملاحة التكيفية (Adaptive Navigation) فقرة (3-3-2).

3-3- تقانات نظم الوسائط الترابطية التكيفية (Adaptive Hypermedia Technologies)

3-3-1- العرض التكيفي (Adaptive Presentation)

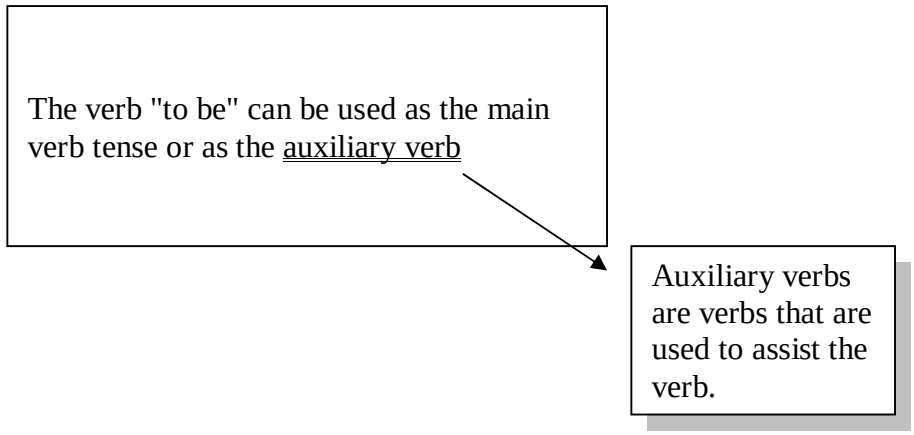
يهدف إلى تكييف محتوى صفحة ما عن طريق تكييف طريقة عرض النصوص (Adaptive Text Presentation) أو طريقة عرض الوسائط متعددة (Adaptive Multimedia Presentation) عند تقديمها للطالب، وذلك عن طريق إخفاء بعض التفاصيل التي ليست من ضمن اهتماماته الحالية. توجد عدة تقانات تساعد على تحقيق ذلك وهي [9، 10، 11، 120، 145]:

- النص الشرطي (Conditional Text): يتم تقسيم مفهوم ما من مفاهيم المقرر التَّعليمي إلى أجزاء من نصوص، حيث أنَّ كل جزء يكون مرتبطاً مع شرط يدل على نوع الطالب ومستواه (مبتدئ، متوسط، خبير)، كما هو موضح في الشكل (3-1).



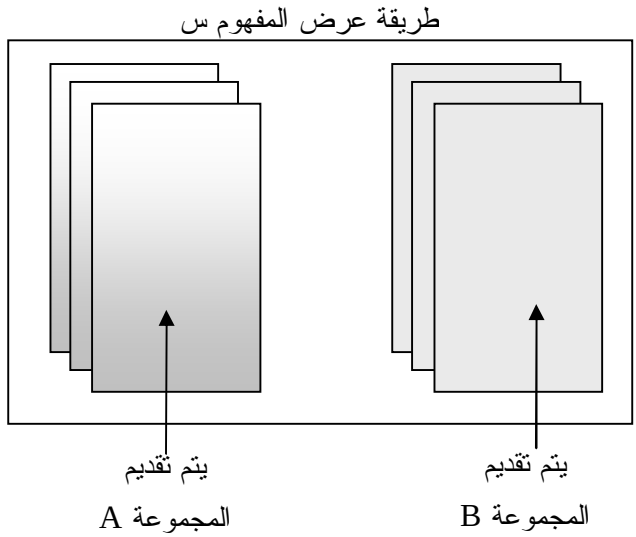
الشكل (3-1)، مثال عن النص الشرطي.

- النص المرن (Stretch text): تستخدم لإعطاء الطالب توضيحات إضافية مرتبطة بموضوع ما، وذلك عن طريق النقر على الكلمات الساخنة (Hot words) أو روابط نشيطة (Active Link)، يظهر الشكل (3-2) كيفية ظهور نافذة تزود الطالب بمعلومات إضافية [9، 10، 120].



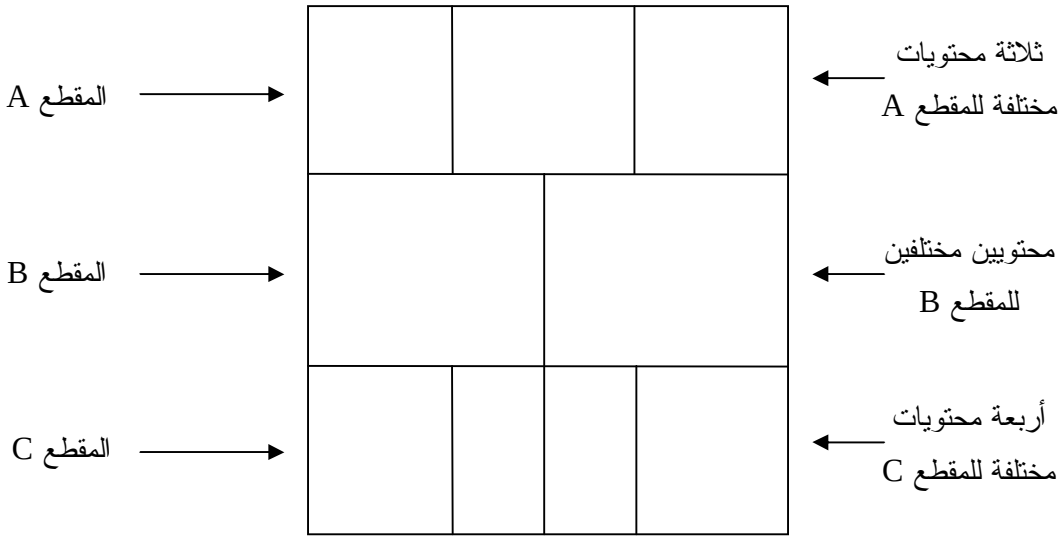
الشكل (3-2)، مثال عن النص المطاطي.

- الصفحات المتنوعة (Page Variants): يتم ربط مجموعة مختلفة من الصفحات مع مفهوم ما من مفاهيم المقرر التَّعليمي، بحيث يتم عرض كل مجموعة حسب نوع الطالب أو مستواه المعرفي أو أسلوب تَعَلُّمه. يعرض الشكل (3-3) مثال عن هذه التقانة.



الشكل (3-3)، مثال عن الصفحات المتنوعة.

- المقاطع المتنوعة (Fragment Variants): يتم تقسيم كل صفحة إلى عدد من المقاطع المتنوعة ويتم تحضير عدة محتويات مختلفة لكل مقطع، بحيث يتم اختيار المحتوى المناسب حسب صفات كل طالب. يعرض الشكل (3-4) مثال عن المقاطع المتنوعة [10، 33، 120].



الشكل (3-4)، مثال عن المقاطع المتنوعة.

- الأطر (Frame Based):يتم عرض مفهوم ما من مفاهيم المقرر التَّعليمي على شكل بنية إطار، بحيث كل فتحة تكون مرتبطة بمحتويات مختلفة لنفس المفهوم أو بأطر أخرى. بحيث يتم اختيار وعرض الفتحة المناسبة حسب صفات كل طالب.

3-3-2- الملاحة التكيفية (Adaptive Navigation)

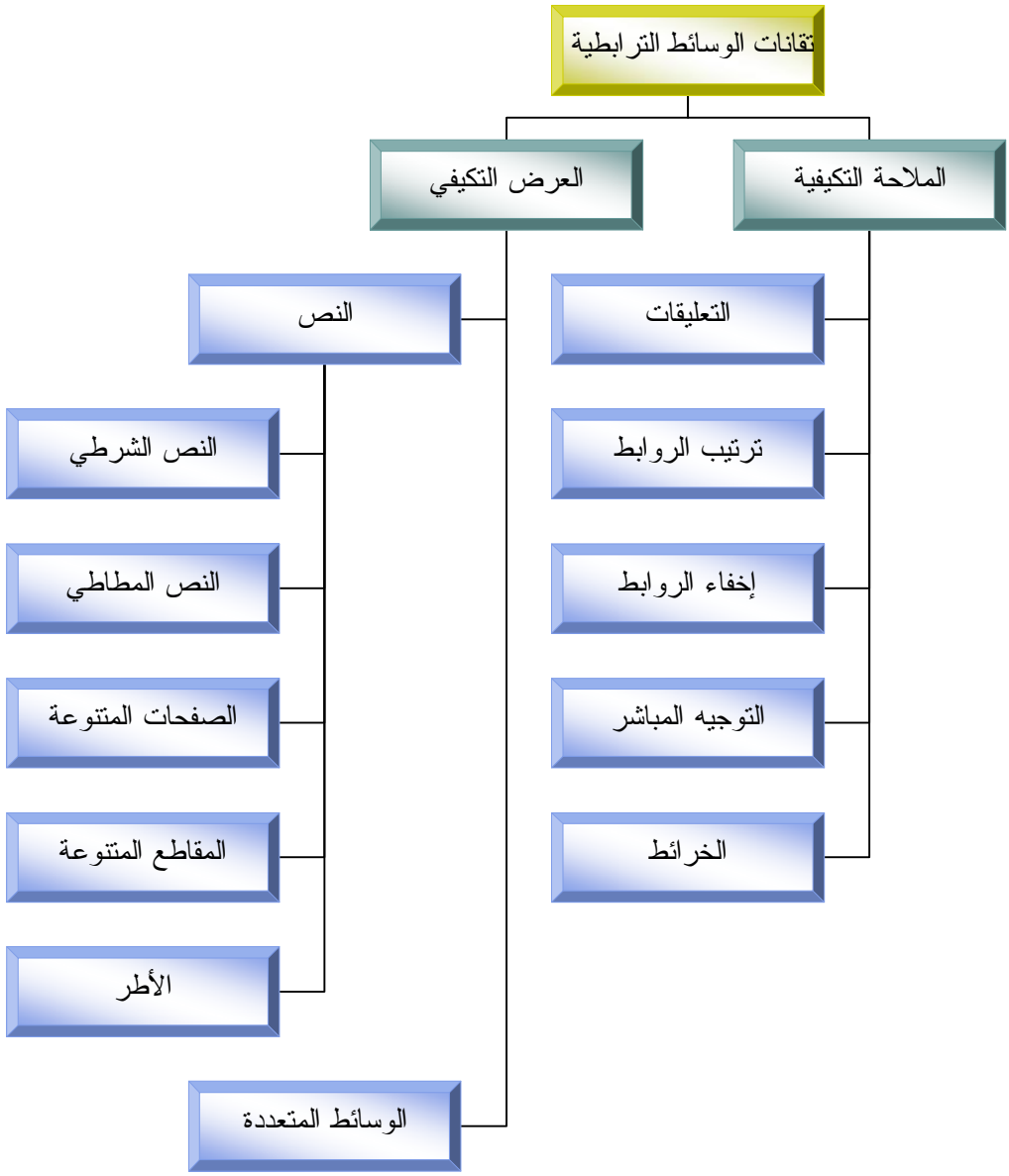
تهدف تقانة الملاحة التكيفية إلى دعم الطالب خلال إبحاره ضمن فضاء المقرر التَّعليمي وذلك بواسطة تغيير وتكييف شكل الروابط حسب أهدافه ومستواه المعرفي [9، 10، 19، 33، 120]. تتم الملاحة التكيفية عن طريق إضافة أحد المفاهيم التالية على الأقل:

- التعليقات (Annotation): يتم إغناء الروابط بتعليقات إضافية أو تلميحات مرئية (Visual Cues) بهدف تزويد الطالب بمعلومات تسمح بمعرفة محتواها قبل اختيارها. ويمكن أن تكون هذه التعليقات على شكل نص، أو أيقونات، أو نصوص ملونة، أو نصوص بأنواع مختلفة وأحجام مختلفة من الخطوط. توجد ثلاثة أنماط من التعليقات [17]:
  - تعليقات على أساس المحفوظات (History-Based Annotation): للدلالة فيما إذا كانت الوصلة تَمَّ زيارتها أم لا.
  - تعليقات على أساس المعرفة (Knowledge-Based Annotation): تستخدم للدلالة على الحالة المعرفية للطالب حسب الموضوع المرتبط بالعقدة.

- تعليقات على أساس المتطلب الأساسي (Prerequisite-Based Annotation): تستخدم لتحديد مفاهيم المتطلبات الأساسية التَّعليمية لكل صفحة وذلك وفق الحالة المعرفية لكل طالب. ويتم استخدام هذا النوع من التعليقات على شكل زر "مساعدة" يضغط عليه الطالب فيما إذا أراد الاطلاع على الخلفية المعرفية اللازمة للمفهوم قيد الدراسة.

- ترتيب الروابط (Sorting): يتم ترتيب وإعادة ترتيب الروابط في الصفحات وفق نموذج الطالب ووفق بعض صفات الطالب المهمة من أجل وضع وصلة في بداية القائمة يدل على أهميتها على سبيل المثال. يعد استخدام هذه التقانة محدود وتستخدم فقط مع الروابط غير السياقية (non -Contextual Links)، بحيث تجعل ترتيب الروابط غير مستقر (non- Stable Link)، وتستخدم عادةً مع نظم استرجاع المعلومات (Information Retrieval Systems)، فهي تختصر الوقت من أجل الوصول إلى الهدف عن طريق وضع أفضل نتيجة في بداية قائمة نتائج البحث [10، 19، 33، 120].
- إخفاء الروابط (Hiding): تساعد تقانة إخفاء الروابط على حد والتحكم في حجم المعلومات ضمن فضاء الملاحة من أجل تقليل الحمل الزائد المعرفي للطالب. وتستخدم مع كل أنواع الروابط غير السياقية، وروابط الفهارس (Index) وروابط الخرائط (Maps)، وذلك عن طريق إخفاء أزرار أو بعض عناصر القائمة و تحويل الروابط السياقية من كلمات حارة قابلة للنقر والولوج إلى نص عادي [10، 19، 24، 33، 120].
- التوجيه المباشر (Direct Guidance): تعد أبسط الطرق لتقديم وتزويد الطالب بالملاحة التكيفية، فهي تدل على أفضل عقدة تالية يجب زيارتها، ولا تعطي له المرونة في تجاهل مقترحات النظام، وتستخدم عادةً في النظم التَّعليمية التي تطبق تقانة تتبع المنهاج (Curriculum Sequencing).
- الخرائط (Mapping): يتم عرض خريطة للطالب تعكس البنية العامة للفضاء الترابطي للمقرر التَّعليمي وتحديد وضعه ضمن هذا الفضاء. تستخدم تقانة إخفاء الروابط والتعليقات والتوجيه المباشر لدعم طريقة عرض خريطة المنهاج.

يعرض الشكل (3-5) تصنيفاً لتقانات نظم الوسائط الترابطية.



الشكل (3-5)، تصنيف تقانات الوسائط الترابطية التكيفية.

3-4- أنواع النظم التَّعليمية (Learning System Types)

3-4-1- نظم التَّعليم بمساعدة الحاسوب (Computer Assisted Instruction)

هي عبارة عن مجموعة من البرامج التطبيقية التي أعدت لأغراض تعليمية، حيث حولت الحاسوب إلى أداة تعليمية مبرمجة، ومن أبسط الصور لهذه النظم هي أن يقوم الطالب بتشغيل البرنامج لتطبيق معين ويقوم الحاسوب بطرح الأسئلة عن هذا التطبيق وعلى الطالب أن يجيب عليها، ويقوم البرنامج بدوره بتقييم إجابات الطالب ومن ثُمَّ يستطيع الطالب معرفة مستوى تحصيله [165].

3-4-2- نظم التَّعليم الذكية بمساعدة الحاسوب (Intelligent Computer Assisted-Instruction- ICAI)

هي البرامج التى تستخدم تقانات الذكاء الصنعي لتساعد الأشخاص في التَّعليم، فهي نـــاتج التزاوج بين علوم الذكاء الاصطناعي، وعلوم الحاسوب، وعلم النفس التربوي، وعلم النفس المعرفي، الذي يؤدي إلى تصميم وخلق برمجيات تعليمية جديدة تتميـــز بالـــذكاء وتملـــك صفات وقدرات تقترب من سلوك الإنسان البشري حيث أنَّها تساعد الطلاب فـــي التَّعلـــيم بطريقة أفضل وأحسن وأسرع من الأجيال السابقة للبرمجيات التَّعليميـــة التقليديـــة (CAI) نظراً لما تتميز به من الإدراك والقدرة على التفكير والاستنتاج والاستدلال فـــي حـــل أي مشكلة في أي مجال كان [29، 165]. وتُصنَّف هذه البرامج إلى نوعين هما :

النوع الأول: البرامج التَّعليمية التي تحتوى على نماذج للطلاب، حيث تقوم البرامج بجمـــع معلومات عن كل طالب، ثُمَّ تشكل له نموذجاً وفق قدراته، ومعلوماته، وطريقة تفكيـــره . وبناء على هذا النموذج يتم اختيار الاستراتيجية المناسبة.

النوع الثاني: يستخدم فى هذه البرامج مـــا يـــسمى بـــنظم المعرفـــة والخبـــرة Expert systems، وتكون المادة العلمية موجودة فى قاعدة بيانـــات Data Base منفـــصلة عـــن وسيلة العرض، وينبغى أن تحتوى قاعدة البيانات الخاصة بنظام الخبرة فى مجـــال معـــين على جميع المعلومات المتعلقة بذلك العلم.

3-4-3- النظم التوجيهية الذكية (Intelligent Tutoring system)

هي عبارة عن نظم حاسوبية تستخدم تقانات الذكاء الصنعي من أجل تقديم النصائح التربوية اللازمة أثناء عملية التَّعَلُّم عن طريق تحليل مستوى تقدم الطالب ونقاط ضعفه وقوته، واستخدام معرفته المتراكمة من خلال تفاعله مع النظام وذلك من أجل تقديم المقرر التَّعليمي وفق احتياجاته وحالته المعرفية [3، 8، 59، 76، 165]. تتميز هذه النظم بمايلي:

- القدرة على توليد الحوار الآني مابين النظام والطالب أو بالعكس، فيقوم الطالب أو النظام بطرح سؤال ما أو مشكلة ما، ويستجيب الطرف الثاني لما يملى عليه.
- يبنى محتوى المقرر التَّعليمي على شكل شبكة معرفة مكونة من الحقائق والقواعد والعلاقات بينهما، على عكس البرنامج التقليدي الذي يقسم محتواه إلى نوافذ أو صفحات تنظم في شكل تسلسلي أو تفرعي. يقوم النظام بتعريف القواعد التربوية ثُمَّ

يقوم بدمجها ضمن نموذج المعرفة، وبعد ذلك يقوم برسم مسار الطالب بناءً على أسئلته، أي تخزن هذه النظم نوعين من المعرفة:

- المعرفة المتعلقة بالمقرر التَّعليمي التي تُدرس، وهي متغيرة تبعاً لتغير البرنامج.
- المعرفة التربوية وهي المتعلقة بالاستراتيجيات التي يتبعها المعلم خلال عملية التَّعليم، وهي ثابتة بالنسبة إلى كل مجال تخصصي.

- بما أنَّ مسار النظام يتغير بتغير الطالب، فلا بد أن يتم تحديد مايعرفه الطالب بدقة وتحديد ما قد تَعَلُّمه بالفعل. ويتم ذلك عن طريق بناء نموذج الطالب الذي يعكس البناء المعرفي الحالي له.
- وجود نظام تشخيص للأخطاء التي يقترفها الطالب، ويقوم النظام بتحديد أيها عائد للفهم الخاطئ وأيها يعود للافتقار إلى المعلومة أو التعميم المبالغ فيه أو بسبب بعض الأخطاء المستقلة عن المحتوى والتي قد تنشأ عن عدم الاكتراث أو التسرع في الإجابة.
- التفاعل مع النظام عن طريق استخدام اللغة الطبيعية.
- قدرة النظام على التَّعَلُّم، أي أنَّه يقدر أن يغير في سلوكه في التَّعليم وفقاً لسلوك الطالب أو مجموعة من الطلاب المتفاعلين معه.

3-4-3-1- بنية النظم التوجيهية الذكية (Intelligent Tutoring Architecture)

تتألف النظم التوجيهية الذكية من المركبات التالية [8، 57، 51، 165]:

1- نموذج المعرفة الخبير: (Domain Knowledge): يخزن المعرفة المتعلقة بمحتوى المقرر التَّعليمي المراد تدريسه من قبل المعلم.

2- نموذج الخبير (Expert Model): يشابه نموذج الخبير نموذج المعرفة، فهو لايخزن فقط المعرفة المتعلقة بالمقرر التَّعليمي، وإنَّما يشمل ثلاثة أنواع إضافية من المعارف:

- المعرفة الإعلانية (Declarative Knowledge): تشمل المفاهيم الأساسية والعلاقات فيما بينها واللازمة لحل المسائل.
- المعرفة الإجرائية (Procedural Knowledge): وهي تعبر عن مجموعة الاستراتيجيات والخطوات اللازمة والمناسبة والتي تضمن كيفية حل المسائل.

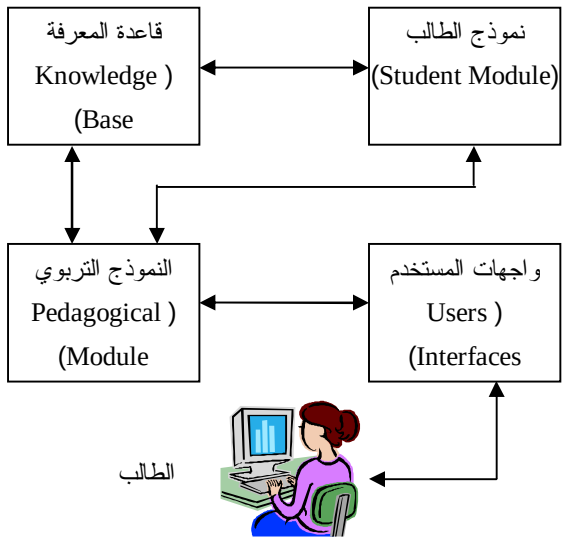
- المعرفة الحدسية (Heuristic Knowledge): وهي مجموعة الأفعال والقواعد التي تَمَّ الحصول عليها من التجارب من أجل حل المسائل.

يعمل نموذج الخبير بشكل مستقل عن النظام وهو يؤدي وظيفتين:

- يعمل كمصدر للمعارف، فهو يقوم بتوليد توضيحات وتقديم الإجابات المناسبة لأسئلة الطالب، حيث يخزن المعارف اللازمة حول موضوع محدد من أجل التزويد بالإجابات المثالية للأسئلة المطروحة، والتصحيح الحالي للحل خطوة بخطوة.
- يقيس أداء الطالب، فهو قادر على تقديم حل للمسائل في نفس السياق الذي يقوم به الطالب من أجل مقارنة أجوبته.

3- نموذج الطالب (Student Model): يخزن نموذج الطالب المعلومات الشخصية والعلمية للطالب ومسار تنقله وتفاعله مع النظام وماهي أجزاء المقرر التَّعليمي التي قد تعلمها أو لم يتعلمها بعد.

4- النموذج التربوي (Pedagogical Model): بما أنَّ التَّعليم هو عبارة عن تحولات متتالية بين الحالات المختلفة للمعرفة، وهدف التَّعليم هو تسهيل عبور الطالب في فضاء هذه الحالات المعرفية، لذا لابد للنظم ITS أن تقوم بنمذجة الحالة المعرفية الحالية للطالب ودعم الانتقال إلى حالة معرفية جديدة، وهذا يتطلب التبدل مابين مرحلتي التشخيص (Diagnosis) والتي تعتمد على الاستدلال على الحالة المعرفية للطالب، ومرحلة الإرشاد (Didactic) والتي تدل على طريقة نقل مظاهر التَّعليم إلى الطالب.



الشكل (3-6)، البنية الأساسية للنظم التوجيهية الذكية.

5- واجهات المستخدم (User Interfaces): وهي مجموعة من النوافذ التي تؤمن الاتصال والتواصل مابين الطالب والنظام، والطالب والمعلم، والمعلم والنظام. يوضح الشكل (3-6)، البنية العامة للنظم التوجيهية الذكية [68].

ويتم تصنيف النظم التوجيهية الذكية إلى ثلاثة أنواع وذلك وفق بنيتها [102]:

- البنية الثلاثية وفق (Siemer & Angelides) والمؤلفة من: نموذج المعرفة، ونموذج المعلم، ونموذج الطالب، ويتم الربط مابين هذه المركبات بمراقب عام للنظام (Overall system control) من أجل تأمين التفاعل مابين مختلف معارف هذه المركبات.
- البنية الرباعية وفق Dede [102] والمؤلفة من: قاعدة المعرفة (Knowledge Base) وهي تمثل نموذج المعرفة، ونموذج الطالب، والنموذج التربوي، وواجهات المستخدم.
- بنى الجيل الجديد (New Generation Architectures) [102]:
  - بنية الوكلاء المتعددة (Multi-agent Architecture): وتدعى بـــ MATHEMA والتي تتألف من:
    - المسبب الخارجي (External motivator): يمثل المعلم الذي يحث الطالب على العمل.
    - المتعلم (Learner).
    - مجتمع صغير للوكلاء المرشدين(Micro-society of tutoring agent): يقومون بتقسيم نموذج المعرفة إلى مجالات صغيرة لتغطية مقرر ما.
    - مجتمع الخبراء (Expert Society).
    - وكيل الواجهة (Interface Agent) مابين المتعلم ومجتمع الوكلاء المرشدين.
    - وكيل التواصل (Communication Agent) وهو يؤمن التفاعل مابين عناصر النظام المذكورة سابقاً.
  - بنية Self (Self's Architecture) والمؤلفة من نموذج الحالة (Situation Model) وهو يمثل نموذج المعرفة، ونموذج التفاعل (Interaction Model) ويمثل نموذج الطالب، ونموذج المقدم (المانح) (Affordance Model) ويمثل نموذج المعلم.

3-4-3-2- تقانات النظم التوجيهية الذكية (Intelligent Tutoring System Technologies)

3-4-3-2-1- تتبع المنهاج (Curriculum Sequencing)

تهدف هذه التقانة إلى تزويد الطالب بأفضل تسلسل لمفاهيم المقرر التَّعليمي والوحدات التَّعليمية المرتبطة بها لتتبعها وتعلمها والعمل معها، أي أنَّها تساعد الطالب على إيجاد أفضل مسار (Best Path) ضمن فضاء المنهاج. توجد طريقتين مختلفتين لتتبع المنهاج؛ الطريقة الفعالة (Active) والطريقة غير فعالة (Passive)، تتضمن الطريقة الفعالة هدفاً تعليمياً والنظام يقوم برسم أفضل مسار من أجل تحقيق هذا الهدف، بينما تنشط الطريقة غير الفعالة عندما لا يستطيع الطالب أن يكون قادراً على حل مسألة ما أو الإجابة على سؤال ما بشكل صحيح، أي تهدف هذه الطريقة إلى عرض وتزويد الطالب بمجموعة إضافية من الوحدات التَّعليمية من أجل سد ثغرات معارفه ونقاط عدم فهمه لها [28، 70].
يمكن التمييز بين مستويين مختلفيين من التتبع:

- تتبع ذو المستوى عالٍ (High Level Sequencing): يدعى أيضاً بالتتبع المعرفي (Knowledge Sequencing)، وهو يحدد ماهي الأهداف التَّعليمية الفرعية التالية: المفهوم التالي، أو مجموعة المفاهيم التالية، أو المواضيع أو الدروس التالية من أجل تعليمها [28].
- تتبع ذو المستوى أدنى (Low Level Sequencing): ويدعى أيضاً بالتتبع للمهام (Task Sequencing)، وهو يحدد ماالمهمة التالية (حل تمرين، قراءة مثال، تقديم امتحان) ضمن الهدف التَّعليمي الحالي [28].

3-4-3-2-2- دعم حل المسائل (Problem Solving Support)

اعتبرت هذه التقانة ولسنوات طويلة الهدف الأساسي والتقانة الوحيدة التي تستخدم لبناء النظم التوجيهية الذكية. تنقسم بدورها إلى ثلاث تقانات أخرى:

- التحليل الذكي لحل الطالب (Intelligent Analysis of Student Solutions): يكون النظام مزوداً بمحلل للحل (Solution Analyzer) من أجل تحديد فيما إذا كان الحل صحيحاً أم لا، والتحقق ماهو صحيح وماهو خطأ أو غير كامل وتحديد

ماالمعارف الناقصة المسؤولة عن هذا الخطأ. يقوم محلل الحل بتزويد الطالب بتغذية راجعة كاملة عن الأخطاء وتحديث نموذج الطالب [28].

- دعم حل المسائل التفاعلي (Interactive Problem Solving Support): تهدف هذه التقانة إلى تزويد الطالب بنظام مساعدة ذكي يساعده في كل خطوة من خطوات الحل. وهذه المساعدة يمكن أن تكون على شكل تلميحات، أو تحديد الخطوة الخاطئة، أو القفز إلى الخطوة التالية أتوماتيكياً، أي أنَّ النظام الذي يستخدم هذه التقانة، يقوم بمراقبة أفعال الطالب كمعلم، ومن ثُمَّ فهمها من أجل مساعدته وتحديث نموذج الطالب [28].
- الاعتماد على الأمثلة في حل المسائل (Example-Based Problem Solving): تساعد الطالب في حل المسائل الجديدة باستخدام أمثلة محلولة من قِبَلِهِ مسبقاً، أي تستفيد من تجارب الطالب السابقة في الحل ولاتعتمد على تحديد الخطأ [28].

3-4-3-2-3- تحليل الذكي للحل (Intelligent Solution Analysis)

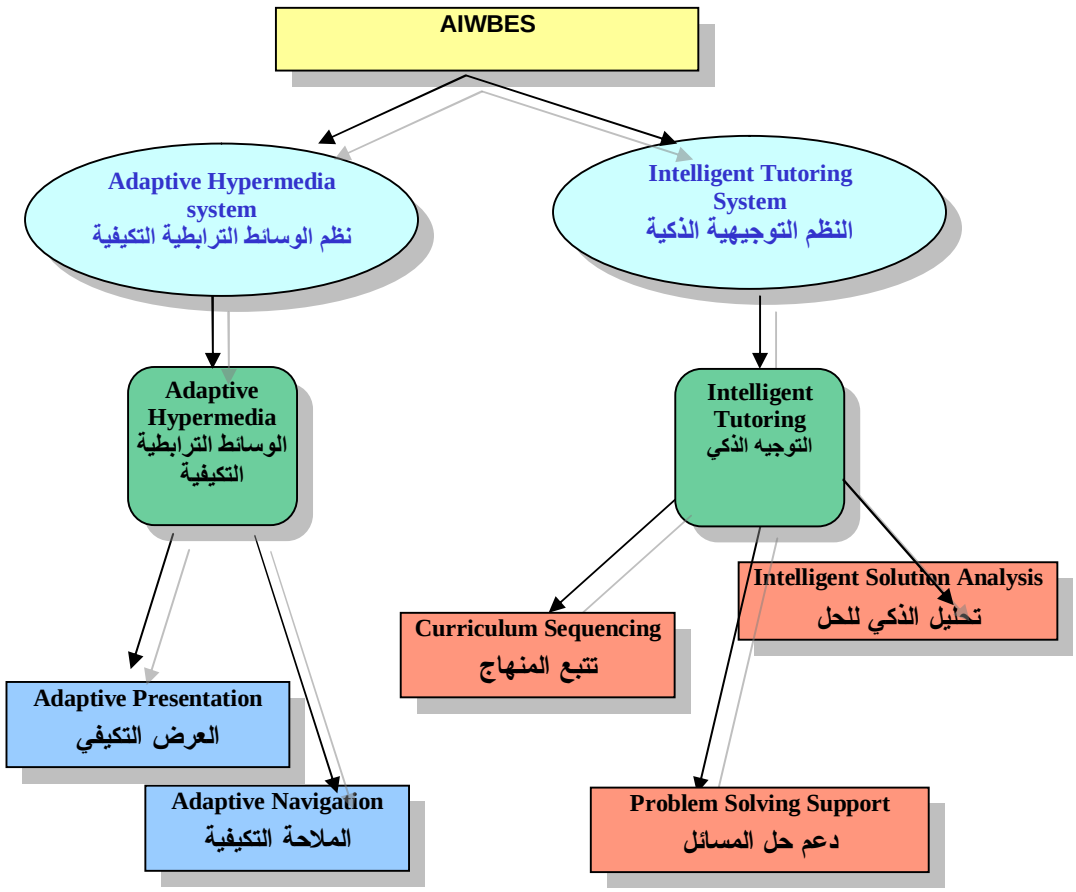
تهتم هذه التقانة بحل الطالب للمسائل أو للتمارين، مع إمكانية تحديد فيما إذا كان الحل صحيحاً أم لا، وتستطيع تشخيص الحل غير الكامل أو مكان الخطأ بهدف تحديد المعارف اللازمة لاستكماله أو لتصحيحه [28].

يعرض الشكل (3-7) التقانات التقليدية المستخدمة في نظم الوسائط الترابطية التكيفية والنظم التوجيهية الذكية [28].

3-4-4- النظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية (Adaptive and Intelligent Web-Based Educational System- AIWBES)

تعد النظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية (Adaptive and Intelligent Web-Based Educational Systems-AIWBES) ناتج اندماج أبحاث النظم التوجيهية الذكية (Intelligent Tutoring System - ITS) مع أبحاث نظم الوسائط الترابطية التكيفية (Adaptive Hypermedia System- AHA)، أي تعد هذه النظم حلاً بديلاً للنظم التَّعليمية التقليدية، حيث إنَّها تحاول أن تكون أكثر تكيفاً مع احتياجات الطالب وذلك عن طريق بناء نموذج يمثل أهدافه وتفضيلاته ومعرفته العلمية المتعلقة

بالمنهاج. وأن تكون أيضاً أكثر ذكاءً عن طريق إدخال وتنفيذ بعض النشاطات التقليدية التي يقوم بها أستاذ المقرر مثل:تدريس وتدريب الطالب أو تشخيص وتحديد نقاط ضعفه بالنسبة إلى كل جزء من أجزاء المنهاج [28].



الشكل (3-7)، التقانات التقليدية.

تعرف AIWBES بأنَّها برامج حاسوبية يمكن الولوج إليها عن طريق الشبكة العنكبوتية العريضة WWW، فهي تقوم بتعليم الطالب بطريقة ذكية مستخدمةً تقانات الذكاء الصنعي من أجل تكييف العملية التَّعليمية حسب الحاجات الشخصية له ومستواه المعرفي [28].

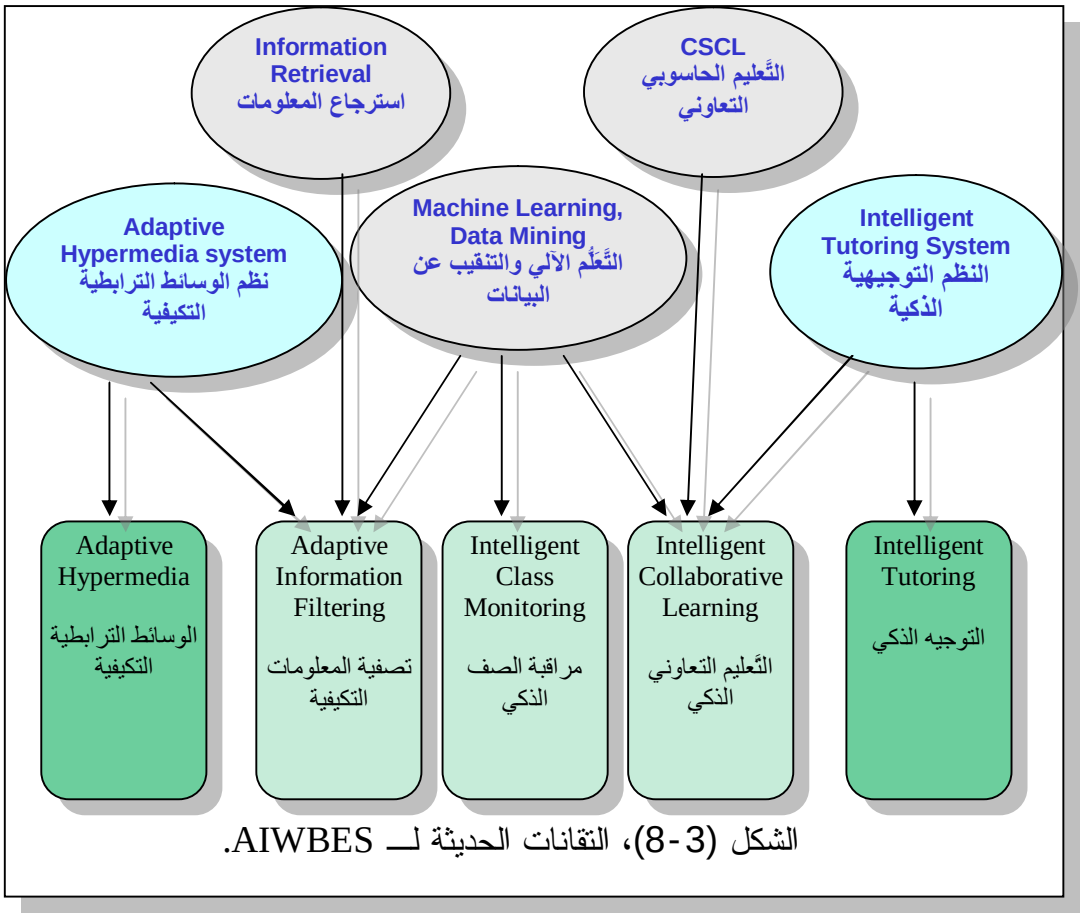
تتميز هذه النظم بمايلي:

- استقلالية الصف (Classroom independent): لاتحاكي النظم AIWBES فقط العملية التَّعليمية التي تجري في صف واحد، وإنَّما تعكس مايجري على نحوٍ عام في كل صفوف العالم.

- التكييف الفردي (Individualized Adaptation): يمكن تحقيق التَّعليم الفردي التكيفي اعتماداً على معارف مجال المقرر التَّعليمي والمعلومات الفردية الخاصة بكل طالب أو بكل مجموعة من الطلاب وطريقة التَّعليم.
- استخدام الوسائط الترابطية التكيفية (Adaptive Hypermedia): يتم توليد وتنظيم المواد التَّعليمية بشكل ديناميكي باستخدام تقانات الوسائط الترابطية والوسائط المتعددة.
- الصيانة المركزية (Centralized Maintenance): يتم صيانة النظام من طرف المخدم ويتم تقديم المواد التَّعليمية للزبائن (للطلاب) الموجودين في كل أنحاء العالم.
- منخفضة الكلفة (Cost Effective): إذ يمكن إعادة استخدامها مرات عديدة أخرى من قبل عدد كبير من المستخدمين.
- قابلية التوزيع والعمل على منصات عمل مختلفة (Interoperability): يمكن مشاركة المواد التَّعليمية للنظام وإعادة استخدامها من قبل بيئات مختلفة [28].

3-4-4-1- تقانات النظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية (Adaptive and Intelligent Web-Based Educational System Technologies)

يعتمد بناء هذه النظم على التقانات التقليدية المستخدمة في بناء النظم الترابطية التكيفية والنظم التوجيهية الذكية والتي تَمَّ ذكرها سابقاً في الفقرتين (3-3) و (3-4-3-2). وتعتمد أيضاً على ثلاث تقانات جديدة كما هو موضح بالشكل (3-8).



الشكل (3-8)، التقانات الحديثة لـــ AIWBES.

3-4-4-1-1- تصفية المعلومات التكيفية (Adaptive information filtering)

ترجع جذور هذه التقانة إلى حقل أبحاث استرجاع المعلومات (Information Retrieve)، وهي تهدف إلى إيجاد جزيئات من المعلومات الهامة حسب اهتمامات المستخدم من حوض كبير من المستندات النصية. وتَمَّ استخدام هذه التقانة مع النظم التَّعليمية على الشبكة العنكبوتية من أجل تكييف وتصفية وترتيب نتائج البحث وتقديم بعد ذلك النصائح المناسبة للطالب عن طريق توليد روابط متعلقة بالمستندات المختلفة للمقرر التَّعليمي. تندرج تحت هذه التقانة، تقانة تصفية المحتوى (Content-Based Filtering) وتقانة التصفية التعاونية (Collaborative Filtering)، حيث تعتمد الأولى على تصفية الصفحات حسب محتواها، بينما تركز الثانية على إيجاد الطلاب الذين يهتمون في نفس المحتوى التَّعليمي [28].

3-4-4-1-2- التَّعليم التعاوني الذكي (Intelligent Collaborative Learning)

يمثل مجموعة من التقانات التي تَمَّ إيجادها على مفترق الطرق للأبحاث المتعلقة بالنظم التوجيهية الذكية والتَّعليم الحاسوبي التعاوني (Computer Supported Collaborative Learning-CSCL) [28]. تندرج تحت هذه التقانة ثلاث تقانات أخرى:

- تشكيل مجموعات تكيفية ومساعدة الزميل (Adaptive group formation and peer help): تحاول إيجاد مجموعات من الطلاب ذات صفات مشتركة تساعد بعضها بعضاً أو تحاول إيجاد أفضل طالب يقدم المساعدة في حل المسائل أو شرح مفهوم تعليمي ما.
- دعم التعاون التكيفي (Adaptive Collaboration Support): تحاول تزويد دعم تفاعلي للعملية التعاونية مثل النظم التفاعلية لدعم حل المسائل والتي تساعد الطالب خلال عملية الحل.
- الطالب الافتراضي (Virtual Student): تحاول هذه التقانة إدخال مختلف أنواع من الطلاب الافتراضيين ضمن البيئة التَّعليمية بصفة زميل صف أو مرشد أو زميل مسبب مشاكل للآخرين (Troublemaker).

3-4-4-1-3- مراقبة الصف الذكي (Intelligent Class Monitoring)

تساعد هذه التقانة المعلم في معرفة وتحديد الطلاب المقصرون في تعليمهم والذين يحتاجون إلى اهتمام أكبر من أجل تلافي هذا التقصير، كما تساعد على معرفة الطلاب المتفوقين من أجل زرع روح المنافسة فيما بينهم [28].

يعكس الجدولان (3-1) و (3-2) التقانات المستخدمة في النظم AIWBES ونموذج مقارنة مابين مختلف أنواع النظم التَّعليمية الذكية التكيفية على التوالي، مع ذكر أسماء بعض النظم كأمثلة لها [28].

جدول (3-1)، تقانات نظم AIWBES.

مصدر تقانات لـــ AIWBES	اسم التقانة	أمثلة
نظم الوسائط الترابطية Adaptive Hypermedia Systems	الملاحة التكيفية (Adaptive navigation)	AHA [42] InterBook [24] KBS-Hyperbook [74] MetaLinks [95] ELM-ART [142] INSPIRE [104] MLTutor [119, 120]
	العرض التكيفي (Adaptive presentation)	ActiveMath [88] ELM-ART [142]
نظم تصفية المعلومات Adaptive Information Filtering Systems	تصفية على أساس المحتوى (Content-based filtering)	MLTutor [119, 120]
	التصفية التعاونية (Collaborative filtering)	WebCOBALT [91]
نظم مراقبة الصف الذكية Intelligent Class Monitoring		HyperClassroom [101]
نظم التعليم التعاوني الذكية Intelligent Collaborative Learning Systems	تشكيل المجموعة التكيفية ومساعدة الزميل (Adaptive group formation and peer help)	PhelpS [65] HabiPro [138]
	دعم التعاون التكيفي (Adaptive collaboration support)	COLER [39]
	الطالب الافتراضي (Virtual student)	EPSILON [121]
نظم توجيهية الذكية Intelligent Tutoring System Systems	تتبع المنهاج (Curriculum sequencing)	VC-Prolog-Tutor [9] SQL-Tutor [90] German Tutor [71] ActiveMath [88] ELM-ART [142]
	تحليل الذكي للحل (Intelligent solution analysis)	
	دعم حل المسائل (Problem solving support)	

جدول (3-2)، جدول مقارنة مابين مختلف أنواع النظم التَّعليمة الذكية.

	CAI-AI	ITS	AIWBES
الفترة	السبعينيات.	الثمانينات وبداية أعوام التسعينيات.	نهاية التسعينيات إلى الآن.
الهدف	يتم استبدال النظم البدائية لـــ CAI عن طريق نقل المعارف.	دعم حل المسائل.	دعم مفهوم الإدراك.
المواد التَّعليمية المستخدمة	عروض تقديمية وتمارين ومسائل للحل.	مسائل للحل.	غني بالمواد التَّعليمية على الشبكة العنكبوتية (عروض تقديمية، وتمارين، ومسائل للحل).
البيئة	صف دون معلم.	صف مع معلم دوره مرشداً وموجهاً للعملية التَّعليمية الذاتية.	تَعلُّم ذاتي.
التقانات	تتبع المنهاج تحليل الذكي للحل.	- لاتستخدم الوسائط الترابطية ولا تقانة تتبع المنهاج. - استخدام تقانة دعم حل المسائل التفاعلي.	- استخدام واسع للوسائط الترابطية: - تتبع المنهاج. - التحليل الذكي للحل. - تقانات جديدة تَمَّ إدخالها مع استخدام الشبكة العنكبوتية.
منصة العمل	حواسيب رئيسية أو كبيرة (Mainframes) وحواسيب صغيرة (Mini-computers).	حواسيب شخصية (Personal computers).	الشبكة العنكبوتية (WWW).
ملحقات النظام	كل النظم تركز على تقانة ذكية واحدة.	معظم النظم تركز على تقانة ذكية واحدة.	معظم النظم تركز على تقانات ذكية متعددة.

3-4-5- نظم إدارة التَّعَلُّم (Learning Management System-LMS)

هي عبارة عن برامج مصممة لإدارة ومتابعة وتقييم جميع أنشطة التَّعَلُّم والتَّعليم باستخدام الشبكة العنكبوتية، أي هي مجموعة برمجيات تقوم بتخزين محتوى المقررات التَّعليمية وإدارته، وبالتفاعل مابين المعلم والمتعلم، وبالتدريبات والتمارين والتقييم وغيرها [149].
توجد مسميات متعددة ومتشابهة لنظم إدارة التَّعليم الإلكتروني، لكنها تختلف عن بعضها بعض الاختلافات:

- أنظمة إدارة محتويات التَّعليم (Learning Content Management System - LCMS).
- أنظمة إدارة المناهج التَّعليمية (Course Management System- CMC).
- منصة التَّعليم الإلكتروني (E-Learning Platform).
- البوابة التَّعليمية (Portal of Education).
- بيئة التَّعَلُّم الافتراضية (Virtual Learning Environment VLE)
- أدوات إدارة التَّعَلُّم (Learning Management Tools)
- أنظمة أطر التَّعَلُّم الفوري المباشر (Online Frameworks)
- بيئات التَّعَلُّم التعاوني (Collaborative Learning Environments)
- بيئات التَّعَلُّم الفوري المباشر (Online Learning Environments)

تشير كل هذه المفاهيم إلى وصف برنامج موجود في مخدم من أجل تنظيم وإدارة العمليات المختلفة للتعلم الإلكتروني مثل: تقديم المقررات التَّعليمية ومتابعة الطلاب، والتصحيح والتسجيل وغيرها من وظائف إدارة التَّعليم ونظم إدارة المحتوى التَّعليمي [149]. تقدم نظم إدارة التَّعليم الوظائف التالية:

- إدارة المقررات التَّعليمة والفصول والبرامج.
- إدارة تسجيل واتصال المستخدمين (معلم، طالب، مشرف، مسؤول النظام).
- متابعة دخول الطلاب وأنشطتهم ونتائج الامتحانات والاختبارات والواجبات الدراسية.

وتكون هذه النظم مزودة بالأدوات التالية:

- أدوات تأليف المحتوى.
- أدوات إضافة وإدارة الأنشطة والموارد.
- أدوات اتصال مثل البريد الإلكتروني، منتديات، المحادثة، وغيرها.

قد تكون هذه الأنظمة تجارية أو مفتوحة المصدر(Open Source Software-OSS). يعرض الجدول التالي (3-3) أمثلة عن بعض هذه النظم.

جدول (3-3)، أمثلة عن نظم إدارة التَّعَلُّم.

نظم مفتوحة المصدر	نظم تجارية
• MOODLE moodle.org • ILIAS www.ilias.de/ios/index-e.html • Claroline www.claroline.net • Ghanesha www.anemalab.org/commun/english.htm	• WebCT [183] www.WebCT.com • eCollege www.ecollege.com • LearningSpace www.lotus.com • Blackboard [174] www.blackboard.com

3-4-5-1- الفرق مابين نظام إدارة التَّعَلُّم (LMS) وبين نظام إدارة المحتوى التَّعليمي (LCMS) (Differences Between LMS & LCMS)

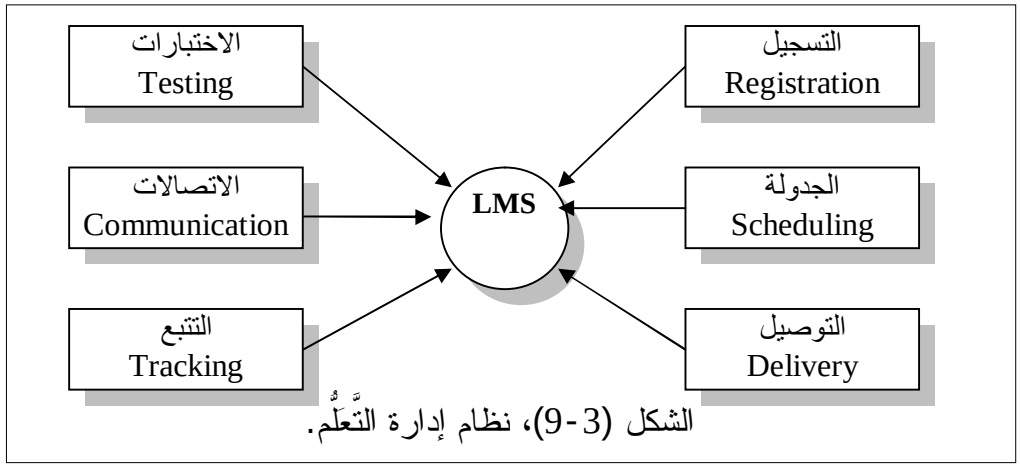
لايركز نظام LMS كثيراً على المحتوى من حيث تكوينه أو إعادة استخدامه أو تطويره، ويختلف نظام LCMS بهذا، حيث يسلط الضوء على إدارة المحتوى التَّعليمي من خلال منح المؤلفين ومصممي البرامج والمقررات التَّعليمية ومختصي المناهج قدرة إنشاء وتطوير وتعديل المحتوى التَّعليمي عن طريق إنشاء مستودعات (Repository) تحتوي على كائنات تعليمية (Learning Object) لجميع المحتوى، بحيث يسهل التحكم فيها وتجميعها وتوزيعها وإعادة استخدامها بما يناسب العناصر التَّعليمة من معلم وطالب ومصمم تعليم وخبير المقرر التَّعليمي. يتكامل كلا النظامين لكي يختصر أحياناً إلى نظام إدارة المحتوى CMS. يعكس الجدول (3-4) وكل من الشكلين (3-9) و (3-10) الفرق بينهما [149].

جدول (3-4)، مقارنة مابين LMS و LCMS.

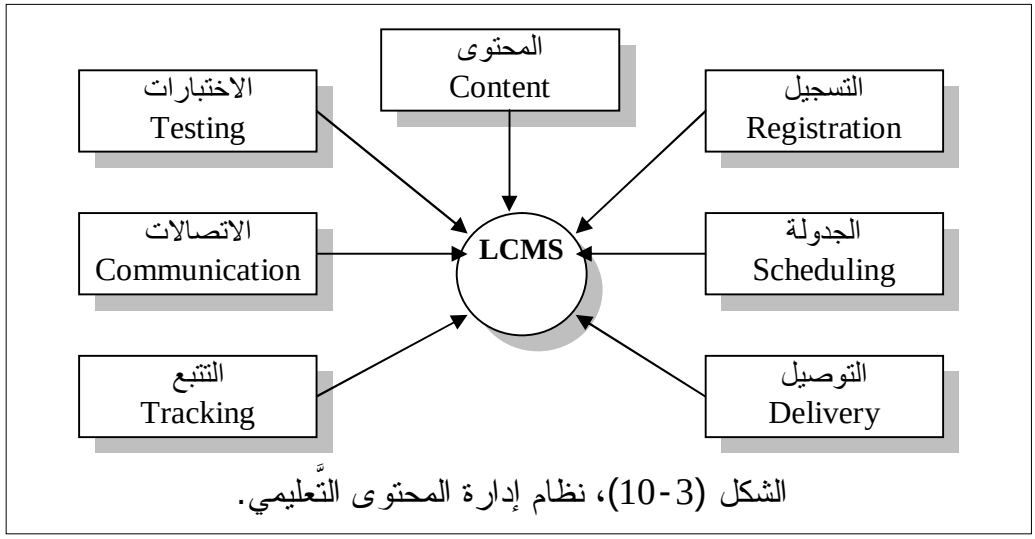
الوظيفة	LCMS	LMS
إدارة التَّعليم الإلكتروني	نعم	نعم
إدارة نماذج التَّعليم	لا	نعم
متابعة النتائج	نعم	نعم
دعم تعاون ومشاركة الطلاب	نعم	نعم
ملف للمتعلم	لا	نعم
مشاركة البيانات لشؤون الطلاب أو الموظفين	لا	نعم
جدولة أحداث التَّعليم	لا	نعم
إنشاء أسئلة وإدارة اختبارات	نعم	نعم
دعم إنشاء المحتوى	نعم	لا
تنظيم إعادة استخدام المحتوى	نعم	نعم
أدوات تتبع مراحل إنشاء المحتوى	نعم	لا

- التسجيل (Registration): إدراج وإدارة بيانات المستخدمين.
- الجدولة (Scheduling): جدولة المنهج الدراسي ووضع خطة التَّعليم.
- التوصيل (delivery): توصيل المحتوى التَّعليمي إلى المتعلم.
- اللتبع (Tracking): متابعة أداء المتعلم وعمل التقارير عن تقدمه.
- الاتصالات (Communication): الاتصال بين الطلاب والمعلم، والطلاب ببعضهم بعضاً عن طريق البريد الإلكتروني والدردشة ومنتديات النقاش .
- الاختبار (Testing): اختبار الطلاب وتقييمهم.

- المحتوى (Content): أدوات تسمح بإنشاء وتطوير وإدارة واستيراد ونشر ومشاركة المحتوى التَّعليمي.



الشكل (3-9)، نظام إدارة التَّعلُّم.



الشكل (3-10)، نظام إدارة المحتوى التَّعليمي.

3-5- أجيال نظم الوسائط الترابطية التكيفية (Generations of Adaptive Hypermedia Systems) [12]

3-5-1- الجيل الأول (1990 - 1996) (First Generation)

في هذا الجيل تَمَّ تحديد المشاكل المتعلقة بـــ:

- الملاحة ضمن الوسائط الترابطية (مثل تلك المتعلقة بالملاحـــة غيـــر الكافيـــة أو مشكلة الضياع ضمن كم كبير من المعلومات).

- العرض التكيفي (مثل الحاجة إلى تقديم صفحات ترابطية ذات معلومات مختلفة إلى مستخدمين مختلفين).

لذا تَمَّ اقتراح عدد من التقانات الجديدة الخاصة بالملاحة التكيفية، والعرض التكيفي [2]. وتمَّ تطوير عدد من النظم الوسائط الترابطية التَّعليمية التكيفية تستخدم هذه التقانات الجديدة، وهذه النظم تعد رائدة بين الأعوام 1990 و 1996 ويمكن تقسيمها إلى:

- نظم توجيهية ذكية تحاول تطوير نماذج الطلاب التقليدية باستخدام مكونات الوسائط الترابطية [2، 61، 106].
- نظم تحاول التكيف وفق كل طالب[44، 81].

استخدم الباحث Peter Brusilovsky من جامعة موسكو خلال تحضيره لرسالة الدكتوراة مفهوم "التتابع التكيفي" (adaptive sequencing) للوحدات التَّعليمية. وبإمكان هذه الوحدات اختيار أفضل وحدة تعليمية (محتوى أو أمثلة أو مسائل) مناسبة لطالب ما في الوقت المناسب. وقد طور خوارزميات جديدة ومتعددة مستخدماً تقانة "التتبع التكيفي " [6] التي دمجها في نظم ITEM\IP [7]. وبعد ذلك، تركزت أبحاثه مع طلابه حول تطبيق هذه التقانة ضمن موضوعات مختلفة ابتداءً من الهندسة وحتى الجغرافيا. واثنان من هذه المشاريع كانا: ITEM/PG [23]، وأما الثاني ISIS-Tutor[18]. وحاول من خلال هذان المشروعان الوصول لما وراء فكرة التتابع الأصلية: واقتراح عندئذٍ مايدعى بـ : الوسائط الترابطية التكيفية، بهدف إضافة بعض المرونة إلى تقانة التتابع التكيفي وذلك بالسماح للطلاب بالمشاركة في اختيار المواضيع التَّعليمة الأكثر ملاءمة لهم. وتمَّ استخدام مفهوم الملاحة التكيفية عن طريق استخدام عدة مفاهيم جديدة كإضافة تعليقات وتلوين الروابط (ISIS-Tutor و ITEM/PG) والتوجيه المباشر وإخفاء الروابط المتعلقة بالمحتوى التَّعليمي غير الجاهز (ISIS-Tutor) فقرة (3-6).

3-5-2- الجيل الثاني (1996 - 2002) (Second Generation)

كان التَّعليم على الشبكة العنكبوتية هو العامل المحرّض الرئيسي وراء نظم الوسائط الترابطية التَّعليمية التكيفية التابعة للجيل الثاني. وكان من الواضح للعديد من الباحثين والممارسين أنَّ هناك حاجة لمخاطبة احتياجات الجمهور المختلف الشرائح عن طريق جعل المناهج على الشبكة العنكبوتية موجهة ومخصصة لكل مستخدم. وقد قدمت بضعة

نظم بحلول العام 1996 هذا الموضوع مثل: ELM-ART [26]، و InterBook [27]، و PT [80]، وأخيراً 2L670 [42]. وأثرت كل النظم التي تَمَّ ذكرها سابقاً في عدد من النظم التالية الحديثة. وتعد أغلبية النظم الوسائط الترابطية التَّعليمية التكيفية المطورة منذ العام 1996 هي نظم تعتمد على الشبكة العنكبوتية. وبعض الأمثلة منها: Medtech [53]، وAST [126]، وADI [114]، وHy-SOM [82]، وAHM [107]، و MetaLinks[96]، وCHEOPS [89]، و RATH [75]، وACE [125]، وTANGOW [34، 93]، وArthur [60]، وCAMELEON [83، 84]، و-KBS Hyperbook [72]، !AHA [42]، SKILL [100]، وأخيرا Multibook [127].

ما تزال النظم الوسائط الترابطية التَّعليمية التكيفية الأولى على الشبكة العنكبوتية والمطورة قبل العام 1996 مثل ELM-ART، و InterBook، و 2L670 مستخدمة حتى الآن والتي تَمَّ تطويرها وتحديثها بإضافة عدد من التقانات الجديدة [24، 42، 43، 142]. وبعد ذلك، كانت هذه النظم مستخدمة كحقل تجارب [24، 28، 42، 52، 139، 141]، والتي ساعدت على تطور ملحوظ في هذا المجال.

وتتراوح أعمال نظم الوسائط الترابطية التَّعليمية التكيفية في الجيل الثاني بشكل رئيسي مابين الأعوام 1996 و 2002. ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة محاور:

أ- أعمال ناتجة لباحثين يعتمدون على الشبكة العنكبوتية في التَّعليم: ركزت على خلق نظم تعليمية تكيفية على الشبكة العنكبوتية تستخدم التقانات الخاصة بالوسائط الترابطية التكيفية. وكان التركيز الرئيسي على إنتاج نظم يمكن استخدامها في عملية التَّعليم وليس على تطوير تقانات جديدة.

ب- أعمال ناتجة لباحثين يستخدمون النظم التوجيهية التَّعليمية ونظم الوسائط الترابطية التكيفية بشكل رئيسي في التَّعليم: ركّزت على إنتاج تقانات جديدة للوسائط الترابطية التكيفية. فعلى سبيل المثال، قام مشروع AHA [42] باستكشاف تقانة إخفاء الروابط، بينما طبق مشروع INSPIRE عملية التكيف وفق نمط تَعَلُّم (Learning Style) الطالب [104، 105]، وحاول مشروع MANIC [129]، أن يستكشف الطرق الإبداعية المتعلقة بنمذجة الطلاب وتطبيق تقانة العرض التكيفي.

ج- ركز على تطوير أدوات التأليف (Authoring Tools) لإنتاج نظم الوسائط الترابطية التكيفية. مثل: KBS-Hyperbook [72، 73]، وSKILL [100]، وMultibook [127]، وACE [125]، وCAMELEON [83، 97]، وMediBook

[128]، وECSAIWeb [111]، وInterBook [24]، وART-Web/NetCoach [144]، وAHA! [43]، وACE [125]، وأخيراً MetaLinks [95].

وعمل الباحث Brusilovsky مع Gerhard Weber رئيس لفريق الأبحاث المتعلقة بالنظم التوجيهية الذكية الألمانية على تطوير النظام ELM-PE [21، 142، 143]، بهدف الحصول على نظام جديد تحت عنوان ELM-ART، وذلك بدمج وإدخال أكبر عدد ممكن من التقانات الجديدة للوسائط الترابطية التكيفية. وربح هذا النظام لاحقاً جائزة "النظام الأوربي لبرامج الحاسوب"، وبقي وفقاً لموقع researchindex.com واحداً من أكثر النظم ITS / AH شعبيةً.

بعد ذلك تَمَّ تطوير نظم جديدة كـ InterBook [27]، وART-Web/NetCoach [143]، و ACE [125]. ويعد نظام InterBook المطور من قبل مؤسسة "Carnegie Mellon's Human-Computer Interacti" (مؤسسة جورج ميلون لتفاعل إنسان-حاسوب) محاولة لصقل مفاهيم وتقانات دعم الملاحة التكيفية التَّعليمية المستخدمة في النظامين ISIS-Tutor و ELM-ART [24].

وقد استخدم النظام InterBook لإجراء عدة دراسات تجريبية واسعة النطاق للوسائط الترابطية التَّعليمية التكيفية، وهذه الوسائط دلّت على أهميتها في تقديم مواد تعليمية مخصصة لكل طالب، حيث استخدم أيضاً في تطوير عدة مناهج تعليمية تكيفية على الشبكة العنكبوتية مثل: ACT-R والذي طوره Brusilovsky مع البروفيسور " John Anderson " [14].

3-5-3- الجيل الثالث (2002- الوقت الحاضر) (Third Generation)

في هذا الجيل تَمَّ الاعتماد على نظم إدارة التَّعَلُّم (Learning Management System-LMS) مثل منظومة Blackboard [174]، أو WebCT [183]. وتَمَّ إيجاد نظم AWBES (Adaptive Web-Based Educational System) تستطيع القيام بنفس وظائف نظم إدارة التَّعَلُّم ولكن بشكل أفضل. واستطاعت النصوص التكيفية التي تَمَّ خلقها لنظم معينة مثل AHA، InterBook، أو NetCoach، أن تساعد الطلاب على التَّعَلُّم بشكل أسرع وأفضل. وتقييم معارف الطلاب بشكل أكثر دقة مع أقل قدر ممكن من الأسئلة باستخدام امتحانات تكيفية، مثل نظام SIETTE [36] و QuizGuide [122]. وظهرت نظم مراقبة الصف التكيفية والتي تقدم [101] للمعلمين فرص أفضل بكثير

لمعرفة وتحديد الطلاب المتأخرين في الـتَّعَلُّم. ويمكـن لـنظم دعـم التعـاون التكيفيـة (Adaptive Collaboration Support Systems) [39] أن تقوي ميزة التَّعَلُّم التعاوني مابين الطلاب. من الواضح أنَّه لا تكمن مشكلة النظم التكيفية الحديثة بأدائها، وإنَّمـا فـي عدم قدرتها على الاستجابة لاحتياجات التَّعليم العملي على الشبكة العنكبوتية. حدد التحدي الكامن وراء دمج تقانات الوسائط الترابطية التكيفية مع العملية التَّعليمـة العاديـة الجيـل الثالث الحالي لأبحاث الوسائط الترابطية التَّعليمية التكيفية.

وركزت إحدى الفرق البحثية على تعدد استخدامات نظم إدارة التَّعَلُّم محاولة هي تقديم في نظام واحد مجموعة من الخصائص الإضافية لدعم المعلم والطالـب، كتـأليف المحتـوى والامتحانات إلى منتديات المناقشة وتكييف المستخدم. وركزت فرق بحثية أخرى واحـدة من الخصائص العليا الأخرى لنظم إدارة التَّعَلُّم وهي القدرة على تقـديم محتـوى مفتـوح (Open Corpus) على الشبكة العنكبوتية. واستكشفت بعض النظم هـذا المحـور بعـدة طرق لدمج المحتوى المفتوح الكامل على الشبكة العنكبوتبة في نظم الوسـائط الترابطيـة التكيفية، بينما تقوم في الوقت ذاته بتقديم توجيه تكيفي لهذا المحتوى [25، 74]، لاتتنـافس الأبحاث الحديثة مع نظم إدارة التَّعَلُّم في يومنا هذا، ولكن بدلاً مـن ذلـك تركـز علـى الخصائص التكيفية للأجيال القادمة من النظم التَّعليمية المعتمدة على الـشبكة العنكبوتيـة. والجيل الجديد القادم الذي سيستبدل نظم إدارة التَّعَلُّم الحديثة سيكون مبنيـاً علـى قابليـة التشغيل البيني للنظام و القابلية لإعادة استخدام المحتوى التَّعليمي لكي يتم دعمها بواسـطة عدد من المعايير البارزة التي من ضمنها SCORM [172، 173]. وتحـاول الأبحـاث الآن دمج تقانات الوسائط الترابطية التكيفية الحالية مع أفكار القابليـة لإعـادة الاسـتخدام المحتوى التَّعليمي [5، 37، 38، 45، 46، 49، 55، 79، 123]، وذلك رغم مجادلة فرق أخرى بأنَّ الجيل الحالي من المعايير غير قادر على دعم أفكـار الـتَّعَلُّم التكيفـي [92]. وركزت الفرق الأخرى على القضايا المتصلة التي لم يتم تغطيتها بواسطة المعايير حتـى الآن مثل معمارية اكتـشاف المـصادر (Resource discovery architecture) [86، 99، 118، 124]. ومع ذلك يوجد اتجاه آخر للعمل يعتمد أفكار الشبكة العنكبوتية الدلالية (Semantic Web) من أجل تقديم المحتوى واكتشاف المصادر و الإعتماد على المعايير مثل RDF و خرائط الموضوعات (Topic Maps) [27، 49، 77، 99].

ركز الباحث Brusilovsky في الجيل الثالث من الوسائط الترابطية التكيفية علـى ثـلاث موضوعات:

أ- بدأ أولاً باستكشاف تقانات الفهرسة المتقدمة. وتوقع أنَّ طرق فهرسة المحتوى المتقدمة (Advanced indexing techniques) ستساعد على التعامل مع الأحجام الضخمة من المحتوى التَّعليمي من أجل التوجيه الأفضل للطالب. وقد تَمَّ تطبيق هذه التقانة في مشروعين : ADAPTS و CoCoA. ADAPTS، ومنظومة دعم الأداء من أجل تقنيي إلكترونيات الطيران [15، 16]. والتي دمجت فكرة التشخيص الذكي للطائرات مع فكرة الوصول للمعلومات باستخدام الوسائط الترابطية التكيفية الخاص بكل طالب. وقد برهن ADAPTS إنَّ الطريقة المفصلة لفهرسة المحتوى يمكن أن تستخدم من أجل العرض التكيفي المتقدم، ودعم الملاحة التكيفية ضمن كميات ضخمة من محتوى الوسائط الترابطية.

ب- وكان الحافز الرئيسي ثانياً لمشروع CoCoA، هو تطوير منصة إبداعية من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية. إلا أنَّه تبعاً للحاجة إلى تسليم المحتوى عبر نظم إدارة تَعَلُّم غير تكيفية، تَمَّ التركيز على الاستخدام العملي لفهرسة المحتوى و فحصه [22]. و برهنت واقعية التَّعليم على الشبكة العنكبوتية أنَّ الوسائط الترابطية التكيفية الكاملة الكلاسيكية المغلقة المعتمدة على فهرسة المحتوى يدوياً تملك تطبيقات محدودة في سياق التَّعليم الحديث على الشبكة العنكبوتية والذي يتعامل مع كميات ضخمة من المواد التَّعليمية المتنوعة المفهرسة بشكل فقير. وبينما في بعض مجالات الأخرى (مثل صيانة الطائرات المستكشفة في ADAPTS) يعد من السهل امتلاك فريق من الخبراء لتشفير محتوى المعرفة حول آلاف وآلاف المصادر المتوفرة.

ج- بعد ذلك ركزت أبحاث Brusilovsky ثالثاً، على استخدام الوسائط الترابطية التكيفية على هدفين اثنين:

- تطوير تقانات من أجل "الوسائط الترابطية التكيفية المفتوحة "، وتطوير هندسة معتمدة على الحاسوب لتجميع نظم التَّعليمية التكيفية على الشبكة العنكبوتية. في هذا المجال، تَمَّ تطوير نظم Knowledge Sea [20، 21] و Knowledge Sea II [13] من أجل عرض محتوى تعليمي مفتوح على الشبكة العنكبونية باستعمال الشبكة العصبونية Kohonen ذاتية التنظيم. وقد استكشفت Knowledge Sea عدة طرق كانت قادرة على تنظيم المحتوى التَّعليمي المفتوح المصدر وتقديم صيغة معينة من أجل دعم الملاحة التكيفية دون فهرسة المحتوى يدوياً.

- تَمَّ تطوير نظام KnowledgeTree ذو البنية المفتوحة[13] والتي تسمح بتجميع نظم تعليمية تكيفية متعددة الاستخدامات من مكونات معاد استعمالها ومطورة من قبل مستخدمين مختلفين.

3-6- أمثلة عن النظم التَّعليمية (Educational Systems Examples)

تسرد هذه الفقرة النظم التَّعليمية الإلكترونية الذكية والتكيفية الأكثر شيوعاً.

3-6-1- أمثلة عن النظم التَّعليمية التكيفية الذكية (Adaptive and Intelligent Educational System Examples)

أ- **ANATOM-TUTOR**: هو نظام توجيهي ذكي استخدم لتدريس علم التشريح في بداية التسعينات، وتَمَّت برمجته باستخدام لغة LISP وهو يعمل على محطة عمل SUN [2]. يحتوى على ثلاثة أنماط للعمل:

- نمط الأسئلة (Question Mode): يعتمد على نموذج الطالب فهو يحاكي حالة امتحانية (Examination Situation) عن طريق تزويد الطالب بالاجوبة الصحيحة والمفصلة حسب أخطائه.
- نمط الاستعراض (Browsing Mode): لايتم استخدام نموذج الطالب هنا، فلذلك يتم عرض كل عناصر المقرر التَّعليمي لاستكشافها من قبل الطالب.
- نمط النصوص الترابطية (Hypertext mode): يستخدم لعرض محتوى المقرر التَّعليمي حسب الحالة المعرفية للطالب.

يطبق ANATOM-TUTOR تقانة الملاحة التكيفية عن طريق إخفاء الروابط وتقانة العرض التكيفي عن طريق استخدام نمطين من الصفحات خاصين بالطلاب المبتدئين والمتقدمين، ويتم اختيار النمط حسب مستوى الطالب. ويستخدم أيضاً النص المرن.

ب- **ELM-ART (ELM Adaptive Remote Tutor)**: نظام توجيهي ذكي على الشبكة العنكبوتية من أجل تعليم لغة ليسب Lisp للمبتدئين، وقد بني على أساس النظام التَّعليمي الذكي ELM-PE [142، 143] من أجل تقديم أمثلة برمجية في لغة الليسب باستخدام الحل الذكي لحل المسائل وفحص البرنامج وتحديد الأخطاء فيه. وقد استخدم

لعدة سنوات في جامعة University of Trier. وبني النظام ELM-ART على شكل كتاب إلكتروني يقدم محتوى المقرر التَّعليمي ضمن فضاء ترابطي مؤلف من جزئين:

- المحتوى: مقسم بشكل بنيوي إلى وحدات مختلفة المستويات (فصول و مقاطع ومقاطع فرعية)، بحيث كل وحدة تقدم للطالب على شكل صفحة ترابطية تحتوي نصوص وصور وروابط، بينما تقدم أيضاً الأمثلة والتمارين للحل على شكل نماذج تفاعلية.
- دليل مرجعي: يحتوي على توضيحات مختصرة لمختلف مفاهيم المقرر التَّعليمي، أي يلعب دور قائمة لشرح المفردات.

يستخدم النظام ELM-ART تقانة الملاحة التكيفية عن طريق إضافة تعليقات وترتيب الروابط. ويقوم بتصنيف صفحات المقرر التَّعليمي ضمن نموذج الطالب وهو من النوع الطبقي (Overlay Model) إلى: صفحة قد تَمَّ تعلمها، وصفحة جاهزة لتقديمها، وصفحة ليست جاهزة بعد، ويتم تغيير لون الروابط وفق الحالة المعرفية للطالب.

ج- **ELM-ART II**: يعد هذا النظام نسخة محسنة للنظام ELM-ART وقد تَمَّ إعادة بنائه عن طريق استخدام InterBook، وهو يقوم بتقسيم مجال المعرفة إلى أجزاء، دروس ومقاطع ومقاطع فرعية وصفحات، بحيث تُخزن معلومات كل جزء في إطار يحتوي على عدد من الفتحات الثابتة والمرتبطة مع بعضها البعض ومع فتحات ديناميكة تمثل نموذج كل طالب على حدا. ويتم تحيدث هذه الفتحات الديناميكية من خلال تفاعل الطالب مع النظام. ويستخدم النظام ELM-ART II أيضاً تقانة التعليقات والروابط الملونة من أجل تزويد الطالب بأفضل مسار ضمن الفضاء الترابطي للمقرر التَّعليمي، كما يستخدم تقانة تتبع المنهاج، بحيث إذا قام الطالب بالضغط على الزر "التالي"، يقوم النظام باختيار واقتراح أفضل خطوة تالية حسب صفاته ومستواه المعرفي الخاصين به.

د- **ALFANET (Active Learning for Adaptive Internet)**: يعد هذا النظام من أكبر المشاريع المشتركة مابين الجامعات وبعض الشركات الخاصة والمدعومة من قبل الاتحاد الأوربي. يستخدم هذا النظام نموذج الطالب الديناميكي، حيث يتم تحديثه خلال تفاعل الطالب مع النظام، ويستخدم أيضاً تقانة الوكلاء الأذكياء العديدة (Intelligent Multi Agent)، بحيث كل وكيل يعالج معلومات مختلفة باستخدام تقانات مختلفة وفي حالات مختلفة.

يطبق ALFANET تقانة التكيف التعاوني (Adaptive Collaboration)، عن طريق تقديم اقتراحات لطالب ما عن أسماء طلاب آخرين يمكن التواصل معهم من أجل الإجابة على أسئلته، أو عن طريق توجيه وإخبار المعلم عن الطلاب الذين يحتاجون مساعدة [112].

ه- **ISIS-Tutor**: يُقَدِّم هذا النظام بيئة تعليمية ذكية ترابطية من أجل تعليم اللغة البرمجية "لغة تنسيق الطباعة" (Print Formatting Language) ضمن نظام استرجاع المعلومات CDS/ISIS/M، وهو نظام يوزع من قبل UNESCO ومستخدم بشكل واسع في مراكز المعلومات في العالم [19]. مؤلف من ثلاثة مركبات:

- مركبة المعلم (Tutor Component): تقوم هذه المركبة بمهمتين:
  - الأولى: بتطبيق تقانة تتبع المنهاج، أي تقوم بإرشاد الطالب لاختيار أفضل خطوة تالية عن طريق تحليل حالته المعرفية الحالية.
  - الثانية: تحديث نموذج الطالب عندما يكمل الطالب جزءاً تعليمياً ما.
- مركبة النصوص الترابطية (Hypertext Component): تسمح بقيادة الطالب ضمن الفضاء الترابطي من أجل اكتساب معارفه وذلك عن طريق تطبيق تقانة الملاحة التكيفية. تمثل العقد الموجودة ضمن هذا الفضاء وحدات المقرر التَّعليمي وهي توجد على ثلاثة أنواع: تقديم المفهوم، مسائل للحل، و أمثلة للتحليل.
- البيئة التَّعليمة (Learning Environment): تسمح للطالب بتجريب أوامر اللغة البرمجية، فهي تزوده بمحرر نصوص ومفسر برمجي (Interpreter) مرئي يسمح بتحديد الخطأ خطوة بخطوة.

يتألف هذا النظام من نموذج المعرفة وهو النموذج الذي يمثل مختلف المعارف المرتبطة باللغة البرمجية في خريطة من المفاهيم، ومن نموذج الطالب وهو من النوع الطبقي الذي يعد معارف الطالب الحالية مجموعة جزئية من نموذج المعرفة. ويقوم بربط عدد صحيح مع كل مفهوم من مفاهيم المنهاج، يحدث عن طريق جزء التقييم (Evaluation Module) ويحلل قدرة الطالب على الحل، وهو يقدم أربعة مستويات مختلفة لتمييز الروابط: مستوى ليس جاهز للتقديم، أو مستوى جاهز، أو آخر قيد الدراسة أو ثُمَّ المستوى الذي تَمَّ تَعَلُّمه. يطبق ISIS-Tutor تقانة الملاحة التكيفية عن طريق استخدام:التوجيه المباشر، والتعليقات التكيفية، وإخفاء الروابط.

و- **SQL- Tutor**: هو نظام توجيهي ذكي يستخدم لتعليم اللغة البرمجية SQL، تتم عملية التَّعليم فيه بطريقتين: تكييف مستوى درجة التعقيد للمسائل وتوليد رسائل تمثل تغذية راجعة للنظام. يستخدم هذا النظام نموذج الاعتماد على قيود (Constraint-Based Modeling - CBM) لنمذجة الطالب، حيث يوجد 406 قيد مرتبطبتين مع بعضهم على هيئة شبكة RETE من أجل محاكاة الحالة المعرفية للطالب بالنسبة إلى مفاهيم المقرر التَّعليمي وتسريع عملية التطابق والتحقق. ويحتوي على قواعد بيانات وأمثلة ومسائل للحل وحلولها المناسبة من أجل تشخيص وتحليل أجوبة الطالب [90].

عندما يقوم الطالب بالدخول لأول مرة إلى النظام، يتم إنشاء نموذج خاص به، حيث يقدم النظام له حرية اختيار قاعدة البيانات والمسائل للعمل معهم. يقوم بعد ذلك النظام بتحليل حله لتزويده برسائل راجعة مقسمة إلى عدة مستويات:

- سلبية/ إيجابية: لتخبر الطالب بأنَّ حله صحيح أم لا.
- إشارة خطأ: لتخبر الطالب بأنَّ العبارة SELECT تحتوي على خطأ.
- تلميحات: تزود الطالب بوصف عام عن الخطأ.
- حل جزئي: تعطي الطالب الحل الصحيح لعبارة SQL.
- الحل الكامل: يُقَدِّم للطالب الحل الأمثل للمسألة.

تَمَّ البدء في بناء هذا النظام في عام 1996 والآن يوجد ثلاث نسخ (Solaris, Windows, On Web). وتتميز النسخة الأخيرة بأنَّها تدعم مفهوم نموذج الطالب المفتوح (Open Student Model) في مهارات التقييم الذاتي.

3-6-2- نظم تعليمية ذكية في EFL (Intelligent Educational Systems for EFL)

أ- **Passive Voice Tutor**: هو نظام توجيهي ذكي يستخدم لتعليم صيغة المبني للمجهول في اللغة الإنكليزية، وهو ويتألف من أربعة مركبات:

- نموذج المعرفة: يتألف من القواعد والإجراءات اللازمة لتحويل جملة فعلية إلى جملة مبنية للمجهول وبالعكس، وقائمة من المفردات اللازمة أيضاً في بناء التمارين، والعلاقات الدلالية مابين المفردات والقواعد والإجراءات.

- مولد النصائح (Advice Generator): يقوم بإخبار الطالب ماهي الأخطاء التي ارتكبها وكيف يمكن معالجتها عن طريق عرض القواعد الخاصة بتلك الأخطاء، كما أنه المسؤول عن بناء التمارين للطالب.
- واجهة المستخدم: هي عبارة عن واجهة متعددة الوسائط لجذب اهتمام الطالب.
- نموذج الطالب: يستخدم مزيج من النموذج الطبقي والنموذج القوالب النمطية، حيث يقوم بتفحص ومقارنة إجابة الطالب مع إجابة الخبير، ففي حالة وجود خطأ، يقوم النظام بتشخيص الخطأ وفق جدول خاص بالأخطاء. يقوم نموذج الطالب بتصنيف الأخطاء وفق قالبين: أخطاء خاصة بالقواعد وأخطاء كتابية وبتصنيف الطلاب وفق أربعة قوالب قبل اكتسابهم للغة الجديدة : مبتدئ أول، مبتدئ ثاني، متوسط، وخبير [137].

توجد لهذا النظام نسخة مطورة على الشبكة العنكبوتية وتدعى بـ Web PVT ويستخدم تقنتي الملاحة التكيفية والتحليل الذكي للحل [136].

ب- النظام I-PETER (Intelligent Personalised English Tutoring EnviRonment): يتألف هذا النظام من:

- مجموعة من نماذج للمعرفة: تشمل على النموذج اللغوي (Linguistic Model) ويتألف من (M1 & M2) والنموذج التعليمي (Didactic Model) ويتألف من (M3 & M4).
  - M1: يشمل مجموعة المفاهيم التَّعليمية وعلاقتهم مع المستوى اللغوي والذي ينقسم إلى ثلاث بنود: (Grammatical, Lexical and Textual) ويتم تحديد النسبة المئوية لتقدم الطالب بالنسبة لكل بند.
  - M2: يدل على المعرفة اللغوية والمؤلف من المفاهيم الأساسية والفرعية بالنسبة لكل قالب من قوالب الطالب: مبتدئ، ومتوسط منخفض، ومتوسط مرتفع، ومتقدم.
  - M3: ويدل على النموذج التتابعي للغة الأم وهو يمثل استراتيجيات التَّعليم على شكل سلسلة من الوحدات المفاهيمية، والمواد التَّعليمية، والتمارين المناسبة وفق لغة الأم للطالب.
  - M4: يدل على المحتوى التربوي من توضيحات، وتمارين.

- نموذج الطالب (Student Model): يخزن المعلومات الخاصة بكل طالب (لغته الأم، وأهدافه التَّعليمية، ...)، ومعارفه التي اكتسبها خلال تفاعله مع النظام.
- نموذج التشخيص (Diagnostic Model): يهدف إلى تقييم معارف الطالب اللغوية ويستخدم الشبكة البايزية (Bayesain Network).

ج- **النظام Follow You [35]**: يهتم هذا النظام في تعليم مفردات اللغة. يقوم الطالب بتزويد النظام بنص ما، ويقوم النظام بتزويد الطالب بمواد تعليمية تخص مفردات الموجودة في النص مثل: تعريفات، ومرادفات، وجمل تستخدم هذه الكلمات الجديدة، وذلك وفق مقدرته اللغوية التي اكتسبها خلال تفاعله مع النظام. يستخدم النظام المنهج الحلزوني وفق برونر، ونظرية i+1 في نمذجة معارف الطالب والتي تحدد مستواه المعرفي من خلال التمارين والامتحانات التي تقدم له، بغية تحديد ما المفردات التالية الواجب دراستها. يعد هذا النظام كزميل ذكي يرافق الطالب عند قراءته للنصوص من أجل تعزيز فهمه في اكتسابه للغة.

3-6-3- أمثلة عن نظم التأليف (Authoring Systems Examples)

أ- **نظام (Task-based Adaptive LearNer Guidance on the WWW-TANGOW)** : هو عبارة عن أداة لتطوير مقررات على الشبكة العنكبوتية، بحيث تهيكل هذه المقررات بواسطة مجموعة من المهام التَّعليمية (Teaching Tasks) وقواعد (Rules) تكون مخزنة في قاعدة بيانات تمثل أساس TANGOW في توجيه الطالب [33، 34]. يتم تحميل عملية الطالب (Student Process) في كل مرة يقوم الطالب الولوج إلى النظام، وهي تتألف من وحدتين رئيسيتين: وحدة مدير المهام (Task Manager) وهو الذي يقوم بتوجيه الطالب خلال عملية تَعَلُّمه، ووحدة مولد صفحات (Page Generator) الـ HTML. ويقوم أيضاً بحفظ جميع خطوات الطالب خلال تفاعله مع النظام. يتم استخدام هذه المعلومات من أجل تكييف محتوى المنهاج حسب مستوى الطالب.

يزود هذا النظام تقانة العرض التكيفي عن طريق استخدام المقاطع المتنوعة، وأيضاً يدعم تقانة الإبحار التكيفي عن طريق تزويد الروابط بتعليقات والتوجيه المباشر [33، 34].

ب- (**INSPIRE–An Intelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment**) : يعد هذا النظام تكيفياً (Adaptive) وقابلاً للتكيف (Adaptable)، حيث يتم تقديم محتوى المقرر التَّعليمي حسب أسلوب التَّعلُّم (learning Style) والحالة المعرفية (Knowledge Status) لكل طالب. ويتم تحديد أسلوب التَّعلُّم عن طريق استبانة تقدم لكل طالب عند دخوله للنظام، مع إمكانية تحديثها خلال تفاعله مع النظام، ويسمح النظام للطالب بالتحكم بالعملية التكيفية [104، 105].

ينقسم نموذج المعرفة إلى ثلاثة مستويات: الأهداف التَّعليمية والمفاهيم والوحدات التَّعليمية. يرتبط كل هدف تعليمي بمجموعة من المفاهيم والتي تنقسم بدورها إلى ثلاثة أنواع: مفاهيم النتيجة (Outcome Concepts) ومفاهيم المتطلب الأساسي (Prerequisite Concepts) ومفاهيم ذات الصلة (Related Concepts). وتكون الوحدات التَّعليمية على شكل: أسئلة، أو أمثلة، أو تمارين أو نشاطات، الخ.

يطبق INSPIRE تقانة الملاحة التكيفية عن طريق ترتيب الروابط وإغنائها بتعليقات إضافية، كما يطبق تقانة العرض التكيفي وتتبع المنهاج [104، 105].

ج- **NetCoach**: هو عبارة عن أداة تأليف (Authoring Tool) تسمح بإنشاء مناهج تعليمية تكيفية وتفاعلية على الشبكة العنكبوتية. يستطيع المعلم بتحميل ملفاته التَّعليمية وإنشاء خريطة مفاهيم المقرر التَّعليمي وتحديد العلاقات فيما بينهم، كما يستطيع إدراج التمارين ذات الاختيار المتعدد أو إملاء الفراغات أو الأسئلة المفتوحة [144].

تتألف قاعدة المعرفة (Knowledge Base) من مجموعة من المفاهيم تعكس التمثيل الداخلي للصفحات التي سوف تقدم للطالب. ترتبط هذه المفاهيم بنوعين من العلاقات: علاقة شرط أساسي وعلاقة الاستدلال (Inference).

يتألف نموذج الطالب من أربعة طبقات، تصف الطبقة الأولى فيما إذا قام الطالب بزيارة الصفحة أم لا، وتخزن الطبقة الثانية حصيلة الطالب المتعلقة بمفهوم ما، وتحدد الطبقة الثالثة إمكانية تقديم مفهوم ما للطالب، بينما تصف الطبقة الرابعة فيما إذا قد قام الطالب بتحديد المفهوم على أنَّه قد انتهى منه أم لا. يطبق NetCoach تقنيتي تتبع المنهاج وإغناء الروابط بتلميحات تكيفية.

د- **InterBook**: هو أداة تأليف (Authoring Tool) تستخدم من أجل بناء وتقديم نظم تعليمية على شكل كتب إلكترونية تكيفية (Adaptive Electronic Textbook)

على الشبكة العنكبوتية، أي أنَّها تزود تقانة تحويل النصوص العادية إلى عدة صفحات ترابطية (HTML) تشمل صفحة فهرس، وصفحة شرح المفردات وأداة بحث، بحيث يتم تمثيل جميع معارف المقرر التَّعليمي ضمن شبكة مؤلفة من مجموعة عقد تمثل مختلف أنواع مفاهيم المقرر التَّعليمي وهي تمثل وصلة من روابط صفحة شرح المفردات، أي كل وصلة من هذه الصفحة تزود الطالب بروابط تكون مرتبطة مع كل وحدات الكتاب التي تغطي وتشرح هذا المفهوم. هذه الروابط غير ثابتة، وإنَّما يتم توليدها حسب الحالة المعرفية للطالب المخزنة في نموذجه الخاص [24].

تستخدم هذه الأداة تقانة الملاحة التكيفية عن طريق استخدام التقانات الثلاث في استخدام التعليقات (تعليقات على أساس المحفوظات، وتعليقات على المعرفة، وتعليقات على أساس المتطلب الأساسي). يستخدم أربعة ألوان لتغيير الألوان لرمز الكرة الصغيرة (Bullets) وثلاثة أحجام للخطوط:

- كرة خضراء وخط غامق: مفهوم جاهز لتقديمه وتعلمه، ولكن لاينصح البدء به لوجود مواد تعليمية إضافية.
- كرة حمراء وخط مائل: مفهوم غير جاهز للتعلم.
- كرة بيضاء: تدل على أنَّ المفهوم واضح ومعروف بالنسبة إلى الطالب.
- كرة بنفسجية: تدل على أنَّه لم يتم إضافة تعليقات من قبل مؤلف النظام.
- يتم إضافة إشارة صح للمفاهيم أو الروابط التي تَمّتَ زيارتها.

تستخدم هذه الأداة نموذج القوالب النمطية (Stereotype Model) لنمذجة الطالب ويتم تغير نمطه عند تحركه وتنقله ضمن فضاء المنهاج، ويتم تخزين هذا النموذج في ملف على المخدم بتنسيق LISP.

3-6-4- أمثلة عن النظم إدارة التَّعَلُّم (LMS Examples)

3-6-4-1- نظم إدارة التَّعَلُّم التجارية (Commercial LMS)

أ- **نظام WebCT (WebCT System)**: يعد هذا النظام شائع الاستخدام ضمن العديد من المؤسسات التَّعليمية الإلكترونية، حيث يقدم بيئة تعليمية إلكترونية سهلة الاستخدام من قبل المعلم والطالب. يتميز هذا النظام بمايلي [183، 149]:

- منتدى يسمح للمعلم والطلاب طرح موضوعات مختلفة تتعلق بالمقرر التَّعليمي.
- أداة تحميل ملفات تسمح للمعلم والطالب تبادلها فيما بينهم.

- استخدام البريد الإلكتروني.
- يستطيع الطالب إضافة ملاحظات حول المقرر التَّعليمي.
- يتيح للطلاب والمعلمين إقامة محادثات فورية ومباشرة فيما بينهم، ويقوم النظام بتسجيل كل النص المكتوب خلال المحادثات من أجل قراءتها فيما بعد من قبل المعلم أو الطلاب نفسهم.
- البحث من المقررات التَّعليمية المتوفرة.
- تحميل محتوى المقرر التَّعليمي إلى ملفات ونسخها على أقراص مدمجة، بحيث يستطيع الطلاب متابعة الدراسة دون اتصال.
- تقسيم الطلاب إلى مجموعات مع إمكانية إنشاء منتدى لكل مجموعة وإمكانية اختيار الطلاب للمجموعات من أجل الانتساب إليها.
- إنشاء امتحانات ذاتية للطلاب.
- تصحيح وتسجيل درجات الاختبارات تلقائياً.
- اختبارات مع أنواع مختلفة من الأسئلة: متعدد الخيارات أو صح وخطأ أو ملء الفراغ أو أسئلة حسابية أو أسئلة المقال.
- يستطيع المعلم وضع تعليقات وشرح على الإجابات وإضافة روابط ذات صلة.
- يستطيع المعلم وضع أسئلة بأنواع مختلفة ويقوم النظام عشوائياً باختيارها من أجل كل طالب.
- يستطيع مسؤول النظام منح ميزات لكل طالب ولكل مجموعة، كما يتيح النظام تسجيل الطلاب أو يقوموا بالتسجيل بأنفسهم.
- إنشاء امتحانات عامة للمقرر التَّعليمي وعلى مستوى الفصول.
- إمكانية إظهار وإخفاء أجزاء مختلفة من المقرر التَّعليمي، ويتم عرضها حسب الوقت أو التاريخ أو المجموعة أو حسب الفصل الدراسي.
- التَّعَلُّم باستخدام الأسئلة المتكررة (Frequent Asked Question).
- تصحيح الأسئلة من قبل المعلم.
- يستطيع المعلم إعطاء فرصة تصحيح الطلاب لأنفسهم.
- تتبع الطلاب من بداية دخولهم إلى النظام حتى خروجهم.
- يستطيع مصمم المقرر استخدام قوالب جاهزة لوضع محتوى مقرر تعليمي.
- إمكانية استخدام سمات وواجهات جاهزة.

- نظام متوافق مع معظم المعايير العالمية لتأليف المقرر، ومنها SCORM.
- مستودع من الوحدات التَّعليمية من أجل استخدامها في تأليف مقـررات تعليميـة أخرى.
- تعتمد كلفة النظام على الرخصة الممنوحة للمؤسسة التَّعليمية.
- يتوفر النظام بأربعة لغات منها الإنكليزية والعربية.

ب- **Blackboard** : نظام من إنتاج شركة Blackboard (www.blackboard. com) [174، 149]. ويتميز بنفس الميزات المذكورة سابقاً للنظام WebCT مع الميزات الإضافية التالية:

- يمكن للمعلم وضع إعلانات أو واجب وعرضها حـسب تـاريخ بدايـة ونهايـة عرضها.
- نظام لوحة إعلانات تدعم الرموز الرياضية.
- مراجعة المقرر التَّعليمي عبر حاسوب الجيب (Pocket PC).
- يتوفر النظام باللغة الإنكليزية والعربية والإسبانية والإيطالية والفرنسية.
- عدم وجود أداة الأسئلة المتكررة.

ج- **نظام شركة حرف العربية (Arabic Harf Company System)**: نظام من إنتاج شركة حرف لتقنية المعلومات (www.harf.com)، فهو يوفر جميع وظائف وإمكانات نظم إدارة التَّعليم الإلكتروني المذكورة سابقاً [149]. يتميز نظام حرف بالآتي:

- إمكانية تصدير واستيراد محتوى المقررات التَّعليميـة والأسـئلة المتوافقـة مـع المعايير العالمية.
- إمكانية تركيب النظام بالكامل أو وحدات منه حسب الحاجة.
- إمكانية استخدام النظام مع عدة أنظمة تشغيل مثل وويندوز ولينوكس وعدة قواعد بيانات MySQL أو ORACLE أو MS-SQL.
- إمكانية استخدامه عبر الشبكة العنكبوتية أو من خلال شبكة داخلية داخل مؤسسة.
- إمكانية إضافة لغات أخرى، ويتم التنقل بين اللغات دون الخروج من النظام.

د- **نظام مجد (Maged System)**: نظام من إنتاج شركة مجد للتطوير (www.emgd.com) وهو يوفر جميع ميزات نظم إدارة التَّعليم الإلكتروني المذكورة سابقاً مع الإضافات التالية [149]:

- إمكانية ولي الأمر متابعة أداء ومستوى الطالب.
- مكتبة موارد.
- مفكرة شخصية وجماعية وساحات الأخبار.

3-6-4-2- نظم إدارة التَّعَلُّم مفتوحة مصدر (Examples of Open Source LMS)

أ- **MOODLE**: يعد نظام مودل نظام إدارة المناهج التَّعليمية مفتوح المصدر ويوزع تحت رخصة GNU العامة، صُمم باستخدام المبادئ التربوية في التَّعليم من أجل مساعدة المعلمين في إنشاء مقرراتهم التَّعليمية على الشبكة العنكبوتية [149، 161]. وكلمة Moodle تأتي من (Modular Object-Oriented Dynamic Learning) ويمتاز النظام بمايلي:

- يعمل مع عدة أنظمة تشغيل كـالوينـدوز واللينوكس.
- تَمَّ تصميمه باستخدام لغة الـ PHP ويدعم العديد مـن أنـواع قواعـد البيانـات خصوصاً MySQL.
- إمكانية تخديم 40000 طالب.
- تسليم المعلم للواجبات بدلاً من إرسالها عن طريق البريد الإلكتروني.
- منتدى للنقاش.
- يتيح الإمكانية للطلاب والمعلمين إقامة محادثات فورية ومباشرة فيما بينهم.
- إنشاء مجموعات حسب المهام والمستوى التَّعليمي مـن قبـل المعلـم أو بـشكل عشوائي.
- إنشاء امتحانات ذاتية للطلاب إما بتحديد وقت أو دون تحديد للوقت.
- تسجيل الامتحانات أوتوماتيكياً وفق المعايير التي يحددها المعلم.
- إمكانية اضافة أنواع مختلفة من الأسئلة: متعدد الخيارات أو اختبـارات الـصحة والخطأ والأسئلة ذات الإجابة القصيرة.
- إضافة تعليقات على إجابات الطلاب.

- يمكن للمعلم إنشاء صفحات ويب شخصية.
- إمكانية الطلاب تسجيلهم أنفسهم في النظام ويتم تسجيلهم عن طريق مسؤول النظام.
- مزود بعشرة قوالب افتراضية تسمح بتغيير الواجهة.
- يدعم معايير SCORM.
- يدعم 45 لغة منها اللغة العربية.
- وجود ثلاثة قوالب افتراضية يستخدمها مصمم المقرر في إنشاء المحتوى التَّعليمي أو التمارين.
- إمكانية متابعة الطلاب بدأً من لحظة دخولهم حتى خروجهم من النظام.

ب- **Claroline** : هو من إنتاج اتحاد كليات الجامعات الفرنسية (Consortium of French University faculties) والتي كانت مهتمة في تطوير نظام مفتوح المصدر لإدارة المناهج التَّعليمية بديلاً للنظام Blackborad [149]. يمتاز هذا النظام بمايلي:

- إمكانية تقسيم المقررات التَّعليمية إلى أجزاء صغيرة ونشرها في مناطق متفرقة ومختلفة من النظام كـ: لوحات الإعلان، التمارين، غرف المحادثة، روابط.
- إمكانية تعامل الطلاب بمرونة مع مختلف أجزاء المقرر التَّعليمي.
- إدارة وتخزين ملفات المحتوى.
- وضع روابط خارجية للمقرر التَّعليمي.
- يدعم 34 لغة منها العربية.
- تقديم أجزاء المقرر التَّعليمي على مراحل وينتقل الطالب من مرحلة إلى أخرى بعد انتهائه من مرحلة سابقة.
- يستطيع المعلم نشر إعلانات لمجموعة أو لعدة مجموعات.
- إنشاء مجموعات من الطلاب.
- يستطيع المعلم إنشاء اختبارات وتحديد زمن انتهاءها.
- إدارة واجبات الطالب عوضاً عن إرسالها بالبريد الإلكتروني.
- متوافق مع معايير SCORM.

ج- **ATutor** : نظام إدارة المقررات التَّعليمة من إنتاج جامعة تورنتو في كندا University of Toronto [149]. يمتاز هذا النظام بالميزات التالية:

- إمكانية التحديث والتغيير السريع للواجهات.
- متوافق مع معايير SCORM وغيرها أيضاً.
- تخزين وإدارة من قبل المعلم وتبادلها مع الطلاب.
- إمكانية إنشاء مجلدات خاصة وعامة ومشاركتها مع الآخرين.
- مزود بمحرك بحث عن المقررات في النظام.
- خدمة البريد الإلكتروني.
- المحادثة الحية بين طلاب مجموعة واحدة وبين طلاب مجموعتين.
- يستطيع الطالب تحميل المقرر التَّعليمي من أجل دراسته دون اتصال.
- يستطيع الطالب إنشاء امتحانات ذاتية واستخدامها حسب الحاجة.
- يزود النظام مسؤول النظام بعدد كبير من أدوات تسمح له منح مميزات وصلاحيات للطلاب والمعلمين.
- يستطيع الطالب التسجيل ذاتياً أو يتم تسجيله من قبل المعلم.
- إمكانية إنشاء قوالب بناء محتوى.
- مزود بقالبين افتراضيين يسمحون بتغيير الواجهة مع إمكانية تثبيت قوالب إضافية.
- تنظيم المحتوى التَّعليمي بشكل هرمي.
- يساعد على نقل المحتوى بين أنظمة مختلفة متوافقة مع SCORM.
- يدعم 30 لغة منها العربية.

3-7- التَّعليم الإلكتروني في سوريا (E-Learning in Syria)

أ- تستخدم الجامعة الافتراضية السورية نظام إدارة التَّعَلُّم ساراس (Saras System) ويمتاز بمايلي:

- كتلة بنية المحتوى : يتم من خلال هذه الكتلة إضافة مقررات تعليمية ومواد تعليمية على الهرمية الشجرية للمناهج التَّعليمية.
- كتلة الأسئلة: تسمح هذه الكتلة بإدارة الأسئلة الامتحانية والتي تصنف إلى 21 نمطاً من حيث طريقة الإجابة.
- كتلة الامتحانات: تسمح بتأليف ثلاثة أنماط من الامتحانات:
  - النمط الاختياري: يقوم المعلم باختيار الأسئلة يدوياً.

- النمط العشوائي: يحدد المعلم مجموعة قيود على عملية اختيار الأسئلة فيقوم النظام بتوليد الأسئلة عشوائياً.
- النمط التكيفي: يقوم النظام بتقديم السؤال الأول للطالب من المستوى السهل، فإذا قام الطالب بالإجابة عليه، يتم انتقاله إلى المستوى الأصعب، وإلاَّ يبقى الطالب ضمن نفس المستوى.

- كتلة الجدولة الزمنية للامتحانات: تؤمن هذه الكتلة عمليات إدارة الجداول الزمنية للامتحانات، والبحث عن امتحان معين ونشره، وتخصيص مصححين، وتحديد مجموعات الطلاب التي يحق لها التقدم للامتحان.
- كتلة التقارير: يوفر النظام عدة أنواع تقارير إحصائية وتحليلية، حيث يمكن تحديد طريقة العرض ومواصفات الطباعة.
- كتلة إدارة النظام: تسمح بإدارة مستخدمي النظام من طلاب ومعلمين ومصممين للمقررات، والصلاحيات، والمقررات، وأنماط الأسئلة والامتحانات، والتغذية الراجعة.
- كتلة إدارة الملفات وقواعد البيانات: تسمح بإدارة ملفات الامتحانات، والتقارير، وقواعد البيانات وذلك وفق الصلاحيات المتاحة.
- كتلة تنظيم الاتصالات: تؤمن الاتصالات مابين مختلف مستخدمي النظام، وذلك عن طريق البريد الإلكتروني أو الملاحظات المباشرة.
- كتلة البحث: تسمح في البحث عن أسئلة أو امتحان أو جداول زمنية للامتحانات معينة.

ب- بدأ المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا مسيرة التَّعلُّم الإلكتروني لدعم التَّعليم التقليدي في العام 2004، وذلك مع منصة التَّعليم المفتوحة المصدر MOODLE ، إذ جرى تعريبها في المعهد ووضعها للاستثمار تحت اسم منصةeclass، وفي العام 2008 أضيف إلى المنصة إمكانات التواصل المتزامن بالصوت وتشارك الملفات والتطبيقات مع المنصة المفتوحة المصدرDimdim [146].

ج- تقوم وزارة التربية والتَّعليم في سورية بجهود حثيثة لنشر المعلوماتية في المدارس وقد شكلت إدارة خاصة لذلك وتقوم بتدريب الكادر التَّعليمي المطلوب وبناء المحتوى المناسب. وهذا يساعد في إنجاح تبني التَّعليم الإلكتروني في مرحلة التَّعليم الأساسي، كما قامت الوزارة بتجربة رائدة في التَّعليم الهجين Blended Learning (الذي

يجمع بين التَّعليم الوِجاهي والتَّعليم عن بعد) مؤخراً (الفصل الثاني من العام الدراسي 2008- 2009)، في ثانوية "عبد الرؤوف سعيد" بدمشق. واعتُمِد نظام MOODLE لتميُّزِه بخصائص مرغوبة عديدة ويمثل خيار أغلب المؤسسات التربوية في العالم [155].

الخلاصة (Conclusion)

تُسهل النظم التَّعليمة الذكية والتكيفية للمعلمين والطلاب عمليتي التَّعليم والتَّعَلُّم بطريقة فعَّالة مفصلة وفق احتياجاتهم، بحيث تساعدهم على تحقيق أهدافهم التَّعليمية المرجوة. وقد تَمَّ من خلال هذا الفصل عرض علاقة الوسائط الترابطية والنظم التَّعليمية عن طريق شرح مختلف التقانات المستخدمة في نظم الوسائط الترابطية التكيفية والنظم التوجيهية الذكية والنظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية، بهدف استخدامها لاحقاً ضمن النظام المقترح كتقانة العرض التكيفي لمحتوى صفحات المقرر وذلك حسب نوعه ومستواه، والملاحة التكيفية عن طريق إخفاء الروابط أو تلوينها أو ترتيبها، وتقانة تتبع المنهاج ذي مستوى عالٍ بهدف تقديم قائمة اقتراحات تزود الطالب بأفضل المفاهيم التَّعليمية التالية يفضل تتبعها وتعلُّمها والعمل معها.

تَطرَّقَ هذا الفصل أيضاً إلى تطور النظم التَّعليمية عن طريق عرض تطور أجيالها الثلاثة. إضافةً إلى ذلك إلى أنواع النظم التَّعليمية ونظم إدارة التَّعَلُّم وأدوات التأليف الأكثر استخداماً عالمياً ومحلياً في سوريا مع ذكر أمثلة عديدة لكل نوع كـــ: MOODLE و SARAS و WebCT و TANGOW، تهدف دراسة هذه الأنظمة إلى مقارنة بعض منها مع النظام الجديد IWEBISE.

الفصل الرابع
نموذج الطالب
ونموذج المعلم

Chapter IV
Student Model
&
Tutor Model

المقدمة (Introduction)

يعد كل من نموذج الطالب ونموذج المعلم من أهم أجزاء النظم التَّعليمية الذكية والتكيفية على الشبكة العنكبوتية، ففي نموذج الطالب يتم تمثيل معارف الطالب الخاصة بمجال المعرفة، والتي تعتبر أساسية من أجل تقديم تغذية راجعة مختلفة ومتكيفة حسب كل واحد منهم. يمكن أن يحتوي نموذج الطالب على معلومات مرتبطة بالمعرفة السابقة للطالب بالمجال قبل استخدامه للنظام، ومدى تقدمه في تَعَلُّم المقرر، وتفضيلاته، واهتماماته، وأهدافه، وأية معلومات مرتبطة به [103]، بينما يحاكي نموذج المعلم سلوك المعلم في اتخاذ القرارات التربوية وفي طريقة مساعدته للطالب. يتطرق هذا الفصل أيضاً إلى مختلف أنواع نماذج الطالب والمعلم مع ذكر بعض الأنظمة كأمثلة لكل نوع من هذه الأنواع.

4-1- نموذج الطالب (Student Model)

4-1-1- تصنيف معلومات نموذج الطالب (Student Model Information Classification)

تصنف معلومات نموذج الطالب إلى صنفيين [85]:

4-1-1-1- معلومات خاصة بالمجال (Domain Specific Information)

- يُدعى نموذج المعلومات الخاصة بالمجال أيضاً بالنموذج المعرفي للطالب (Student Knowledge Model-SKM)، وهنا تعبر المعلومات عن حالة ودرجة المعرفة والمهارات التي أنجزها الطالب في مقرر ما. يحتوي SKM على عناصر عديدة كالأهداف والمفاهيم التَّعليمية التي يحتاج الطالب إلى تعلُّمها.

توجد معلومات إضافية يمكن أن تخزن في نموذج الطالب وهي:

- المعرفة السابقة للطالب بمجال المعرفة.
- سجل عن سلوك تَعَلُّم الطالب: على سبيل المثال عدد المفاهيم التَّعليمية التي قام بدرستها، عدد المرات التي طلب فيها مساعدة أو عدد المرات التي ارتكب فيها أخطاء خلال حله للمسائل، أو الزمن الذي استغرقه في حل المسائل،...).
- سجل عن نتائج تقييم الطالب.

4-1-1-2- معلومات مستقلة عن المجال (Domain Independent Information).

يخزن نموذج الطالب أيضاً حجماً كبيراً من معلومات مرتبطة بالطالب نفسه ولكن ليس لها أي علاقة بنموذج المعرفة الخاص بالمقرر وتشمل [85] :

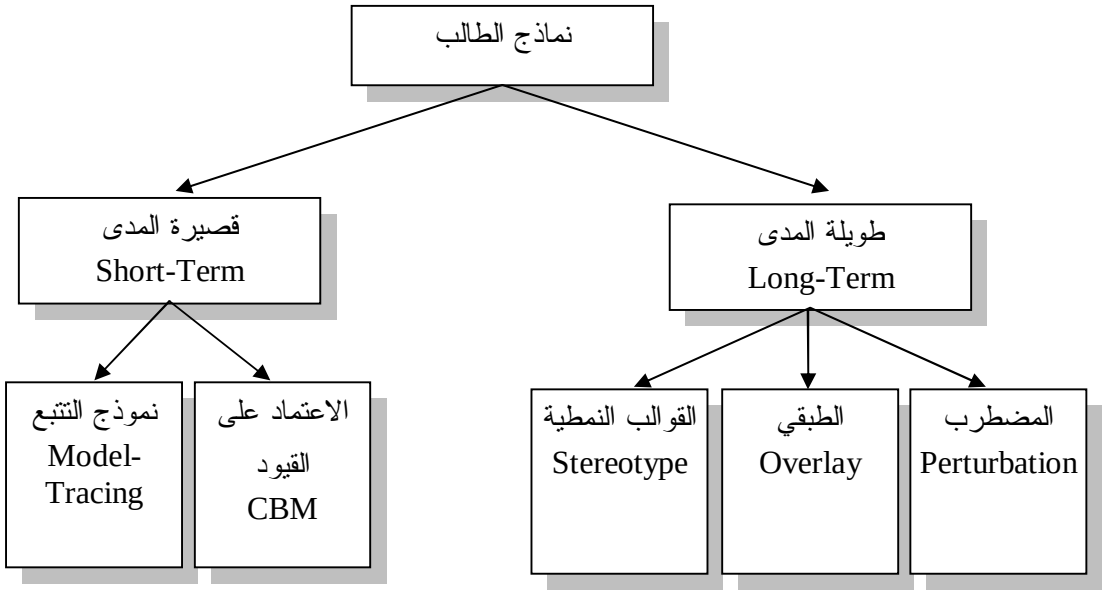
- **الأهداف (Goals)**: وهي تحدد الأسباب التي دفعت الطالب إلى دراسة المقرر وماالذي يريد إنجازه، فهي تصنف إلى:
  - أهداف قصيرة الأمد: تشمل أهداف حل المسائل التي يمكن أن تتغير من مسألة إلى أخرى ضمن الوحدة الدرسية الواحدة.
  - أهداف طويلة الأمد: تكون مرتبطة بأهداف التَّعلُّم وهي ثابتة لاتتغير.
- **الاستعدادات المعرفية (Cognitive Aptitudes)**: هي القدرات العقلية من أجل معرفة الفرق مابين مختلف أنواع الأداءات الإدراكية، على سبيل المثال: القدرة على تَعلُّم الموسيقى، والرياضيات، والقراءة.
- **حالات الدافعية (Motivational States)**: وهي القوة التي تقود الطالب لكي ينتسب إلى النشاطات التَّعليمية، وهي تقاس باستخدام مجموعة من البارمترات طويلة وقصيرة الأمد مثل: الحافز والجهد والاهتمام والمصلحة وعدم الانتباه والاستمرارية. هذه البارمترات تكون مرتبطة أيضاً بعوامل أخرى مثل: الحالة المعرفية، ودرجة تعقيد الموضوع، ومخرجات التَّعلُّم ومدى جاهزية الطالب.
- **الخلفية والخبرات (Background and Experiences)**: هي المعلومات المستخدمة من أجل اشتقاق بارمترات نموذج الطالب:
  - الخلفية: وهي التي تعكس الخبرات والمهارات السابقة للطالب والتي يمكن أن تكون لها أثر على إنجازه العلمي خلال العملية التَّعليمية، مثل: الاختصاص والخبرات المكتسبة في عمله.
  - الخبرة: وهي مدى تآلف الطالب مع محتوى المقرر هل هو جديد أم له معرفة سابقة به وهذا ما يؤثر على عملية التكيف بتقديم محتوى تعليمي متقدم له.
- **التفضيلات (Preferences)** : وهي المعلومات التي لايمكن للنظام التَّعليمي أن يستدل عليها بشكل أتوماتيكي، وإنَّما يجب على الطالب أن يخبر النظام عنها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. تقسم تفضيلات الطالب إلى قسمين:

- نمط التَّعلُّم (Learning Style): يعد من أهم التفضيلات المستخدمة ضمن النظم التَّعليمية التكيفية فقرة (2-7).
- الذكاء المتعدد (Multiple Intelligence): تَمَّ تحديد نظرية الذكاء المتعدد من قبل العالم Howard Gardner في عام 1983، وهي تؤكد بأنَّ هناك ثمانية أنواع من الذكاء:
  - اللغوي (Linguistics): يدل على حساسية الطالب للغة المنطوقة وقدرته على تَعَلُّم اللغات واستخدام اللغة للتعبير عما يدور في نفسه بشكل بلاغي أو شاعري.
  - المنطقي الرياضي (Logical/Mathematical): هو القدرة على تحليل المشكلات منطقياً وتنفيذ العمليات الرياضية وكذلك على اكتشاف الأنماط والاستنتاج والتفكير المنطقي.
  - الموسيقي (Musical): هو القدرة على التركيب وتذوق الأنماط الموسيقية.
  - المكاني (Spatial): هو إمكانية التعرف واستخدام الأماكن والمساحات المفتوحة أو المغلقة عن طريق تخزين صور مرئية حية في الذاكرة.
  - الجسمي الحركي (Kinesthetic): هو القدرة على التحكم في حركات الجسم باستخدام القدرات العقلية من أجل حل المشكلات.
  - الذكاء الاجتماعي (Interpersonal): هو القدرة على فهم الآخرين من أجل العمل بفاعلية معهم.
  - الذكاء الشخصي (Intrapersonal): هو القدرة على فهم الذات.
  - الطبيعي (Naturalist): هو القدرة على التعرف وتصنيف الكائنات الحية من نباتات وحيوانات.

- **البيانات الواقعية والتاريخية (Factual and Historic Data)**: هي البيانات الشخصية للطالب من اسم وكنية وبريد إلكتروني وعمر، الخ. تستخدم هذه البيانات من أجل تهيئة نموذج الطالب.

4-1-2- تصنيفات نموذج الطالب (Student Model Classification)

يمكن تصنيف نموذج الطالب وفق مدى استمرارية تمثيل المعلومات في النموذج: أي هل تُخْتَزن معلومات الطالب لفترة طويلة أم قصيرة؟ يوضح الشكل (4-1) تصنيف لنماذج الطالب [58، 85، 87].



الشكل (4-1)، تصنيف لنماذج الطالب.

4-1-2-1- نموذج القوالب النمطية (Stereotype Model)

يعد من أبسط أنواع نماذج الطالب وهو يقوم بتحضير قوالب مسبقاً، ومن ثُمَّ يقوم بتصنيف الطلاب ضمن هذه القوالب بحيث كل قالب يمثل مستوى ما [85، 87]. يوجد نوعين من القوالب، القوالب الثابتة (Fixed Stereotypes) والقوالب الافتراضية (Default Stereotypes).

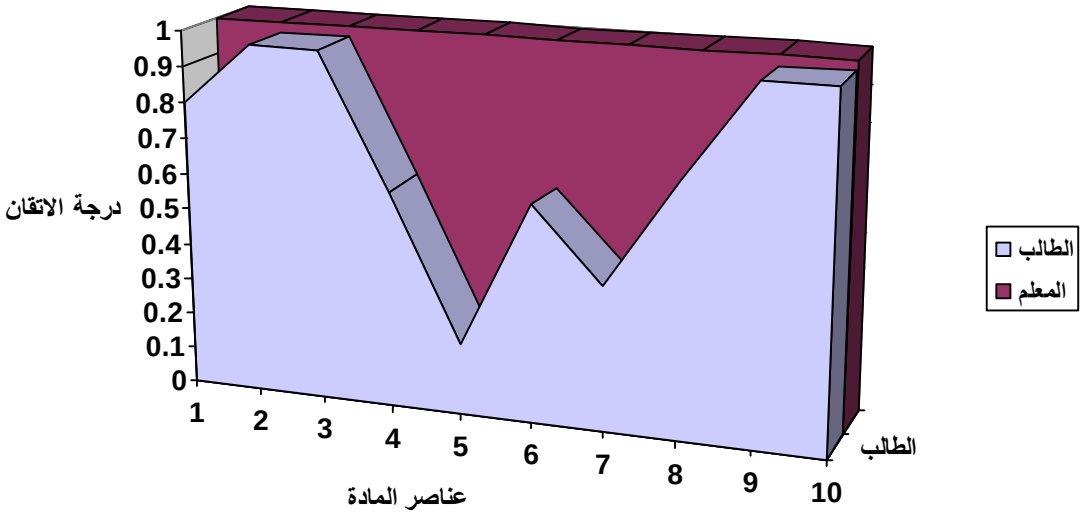
- نموذج القوالب الثابتة (Fixed Stereotypes): يقوم بتصنيف الطالب ضمن قالب معرف مسبقاً. يستخدم النظام التَّعليمي WPS-Tutor من أجل تعليم مقرر الجبر للأطفال هذا النوع من نماذج الطلاب، فهو يقوم بتقسيم المسائل إلى مستويات متدرجة الصعوبة، ينتقل الطالب من مستوى إلى مستوى أعلى فيما إذا قام بحل مسألة أو اثنتان ضمن نفس المستوى دون أية مساعدة، أي يفترض هذا النموذج بأنَّ جميع الطلبة لهم نفس السلوك بالنسبة إلى المجال. علاوة على ذلك وعلى الرغم من أنَّه يتم تغير قالب الطالب من جلسة إلى أخرى، فإنَّ القوالب لاتتغير ولاتتكيف معه. يعتبر هذا النوع من النماذج من الأنواع غير مناسبة جداً في تمثيل معارف الطالب لأنَّه

لايمكن استخدامها في المجالات المعرفية المفتوحة، حيث لايمكن تجزئة المعارف إلى جزيئات صغيرة.

- القوالب الافتراضية (Default Stereotypes): يتم إعطاء قيم افتراضية مبدئية لكل قالب، ومن ثُمَّ يتم توزيع الطلاب ضمنهم بعد تفاعلهم لأول مرة مع النظام، أي يتم تحديث الإعدادات المبدئية لكل قالب تدريجياً ليكون أكثر تكيفاً مع حاجاتهم. مثال: يستخدم النظام STyLE-OLM [48] من أجل تعليم المفردات العلمية، حيث تستخدم مجموعة من القواعد تمثل المعتقدات الافتراضية للطالب والتي تَمَّ تجميعها وبناؤها عن طريق حواره الطبيعي مع النظام عن مفاهيم المجال.

4-1-2-2- النموذج الطبقي (Overlay Model)

يعد النموذج الطبقي النموذج الكلاسيكي الأكثر استخداماً من أجل نمذجة الطالب، فهو يقوم بقياس نسبة براعة الطالب بالنسبة إلى عناصر المجال ضمن نموذج المعرفة، أي تعد معارف الطالب مجموعة جزئية من معارف المعلم. وهو يعد من أكثر نماذج الطلاب استخداماً لسهولة بنائه ولإمكانية تقسيم معارف المعلم إلى عناصر جزئية (قواعد، حقائق، ...). يعرض الشكل (4-2) مثالاً عن النموذج الطبقي بالنسبة إلى مجال معرفة بسيط، سهل التجزئة إلى 10 مهارات مختلفة [85، 87].



الشكل (4-2)، مثال عن النموذج الطبقي.

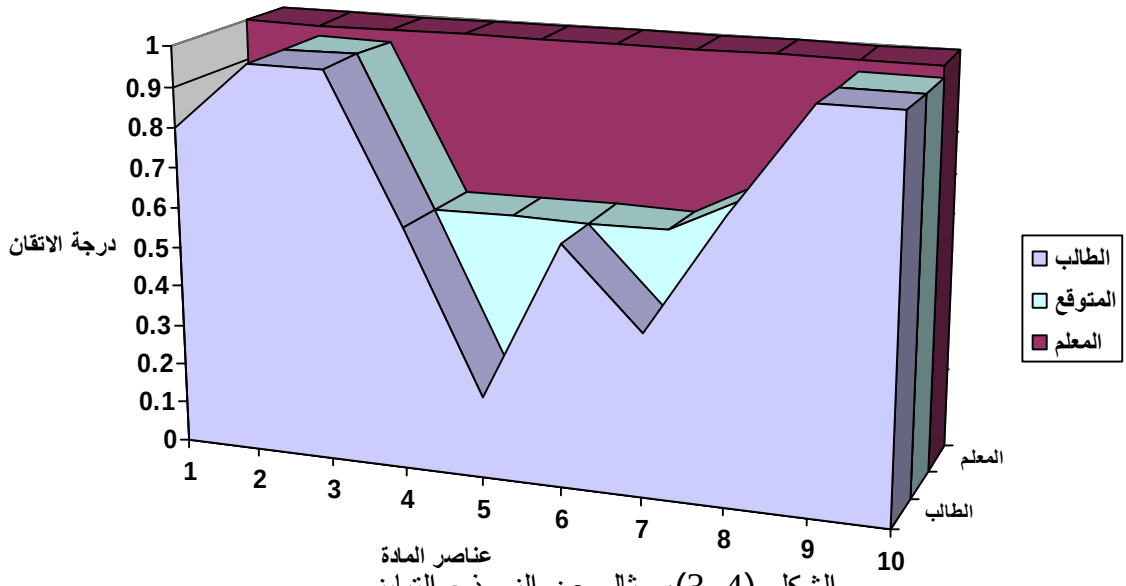
تتراوح درجة إتقان كل عنصر في المثال من 0 إلى 1، تدل قيمة الصفر على مستوى طالب مبتدئ، بينما تدل قيمة الواحد على مستوى خبير للطالب، أي يتم ترميز معارف

الخبير بطبقة من الواحدات لكل عنصر، بينما يتم ترميز معارف الطالب بطبقة القيمة العظمى لعناصرها هي الواحد.

أي يمكن قياس درجة إتقان الطالب لعنصر من عناصر المقرر بعدة طرق:

- استخدم القيم الثنائية (0 أو 1) للدلالة على اتقان العنصر أو عدم اتقانه.
- استخدام قيم احتمالية تتراوح مابين 0 و 1، فمثلاً القيمة 0.5 تدل على أنَّ مستوى الطالب متوسط.
- حساب عدد مرات استخدام الطالب لعنصر من عناصر المقرر بشكل صحيح أو غير صحيح.

ويعد النموذج التباييني (Differential Model) إحدى متغيرات النموذج الطبقي والذي يعتمد على المعارف المتوقعة للطالب (Expected Knowledge) في لحظة ما خلال العملية التَّعليمية، ففي الشكل يمكن ملاحظة بأنَّ درجة إتقان الطالب للعنصرين 5 و 7 هي أقل من المتوقع، أي يجب على النظام التَّعليمي تسليط الضوء عليهما وتقديم النصح والتوجيهات اللازمة والخاصة بهما [85، 87].



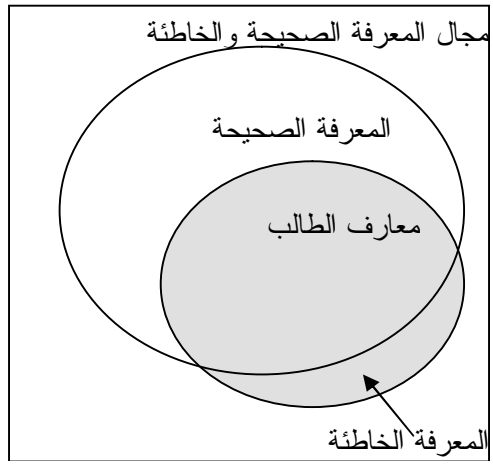
الشكل (4-3)، مثال عن النموذج التباييني.

يأخذ النموذج التباييني بعين الاعتبار فقط الفراغات الموجودة في المعرفة المتوقعة للطالب (الشكل (4-3))، أي لايتم الاستدلال على درجة إتقان الطالب لعناصر المقرر الموجودة خارج مجال المعرفة المتوقعة، فعلى سبيل المثال إذا كان متوقعاً أن يتقن الطالب العنصر A، وغير متوقع أن يتقن العنصر B، وأظهر الطالب أنَّه لا يتقن كلا العنصرين، عندئذ يقوم النموذج التباييني بالاستدلال فقط على أنَّ الطالب لايعرف أي شيء عن A

ولايستطيع أن يقدم أي استدلال عن B. تَمَّ ذكر بعض النظم في الفقرة (3-6) كأمثلة للنموذج الطبقي كـــ: ELM-ART و ISIS-Tutor[19، 26، 142].

4-1-2-3- النموذج المضطرب (Perturbation Model)

يمثل النموذج المضطرب معارف الطالب كمجموعة جزئية من معارف المعلم ومن المعارف غير الجيدة (Mal-Knowledge) الممكنة، أي تقوم النظم التَّعليمية التي تستخدم هذا النوع من نموذج الطالب بنمذجة نقاط ضعف الطالب لعناصر المقرر (المعارف الخاطئة) عن طريق تقديم الحلول المناسبة لها [85، 86]. يوضح الشكل (4-4) هذا النموذج.



الشكل (4-4)، النموذج المضطرب.

ينقسم النموذج المضطرب إلى ثلاثة أنواع :

السردي (Enumerative): يخزن مجال المعرفة للنظم التَّعليمية التي تستخدم هذا النوع من نموذج الطالب مكتبة من أخطاء الطالب المحتملة والتي تعد جزءاً من معارف المعلم. تعد عملية بناء هذه المكتبة عملية شاقة وتستغرق وقتاً طويلاً في تحديد هذه الأخطاء التي يمكن أن تختلف من معلم إلى آخر. مثال: يُستخدم النظام DEBUGGY في تعليم عمليات الطرح لطلاب المرحلة الابتدائية، فهو يشخص المعرفة الصحيحة والخاطئة للطالب عن طريق نتائجه الامتحانية. ويحتوي النظام PROUST على مكتبة من الأخطاء المحتملة في تَعَلُّم اللغة البرمجية PASCAL [87].

التوليدي (Generative): لا يخزن مجال المعرفة للنظم التَّعليمية التي تستخدم هذا النوع من نموذج الطالب مكتبة من الأخطاء، وإنَّما يستخدم نموذج إدراكي (Cognitive

Model) قادر على استقراء نقاط ضعف وأخطاء الطالب ومن ثُمَّ شرحها وتوضيحها له. مثال: النظام REPAIR في حل مسائل الحسابية [87].

إعادة البناء (Reconstructive): يقوم على إعادة استقراء وبناء أخطاء الطالب. يفترض هذا النموذج بأنَّ مجال المعرفة مؤلف من مجموعة من المعاملات (Set of Operators) الصغيرة بحيث يستطيع الطالب مهما كان مستواه المعرفي أن يطبقها بشكل صحيح خلال عملية حل مسألة ما. ويتألف أي إجراء في مجال المعرفة من مجموعة من المعاملات المتتالية وتتشكل المعرفة الخاطئة عندما يتعلم الطالب متتالية غير صحيحة من المعاملات. تقوم خوارزميات التَّعَلُّم الآلي (Machine Learning) باستنتاج متتالية المعاملات المناسبة التي تتطابق بشكل أفضل مع أخطاء طالب ما أو مجموعة من الطلاب. أي هذا النموذج يشرح ويوضح الأخطاء. مثال: لا يعتمد النظام INSTRUCT فقط على الأخطاء المبدئية للطالب في حل المسائل وإنَّما يقوم بتتبع خطواته خلال حله الجديد لها، فلذلك يتم الحصول على معلومات إضافية عنه تساعد في تشخيص معارفه بسرعة أكبر [87].

4-1-2-4- نموذج التتبع (Tracing-Model)

يقوم هذا النموذج بإعطاء الطالب تغذية راجعة خلال حله للمسائل، فهو لايقوم فقط بنمذجة المعرفة التصريحية (Declarative Knowledge) وإنِّما المعرفة الإجرائية (Procedural Knowledge) أيضاً. ويصنف نموذج التتبع من ضمن النماذج قصيرة الأمد لأنَّه يعتبر معارف الطالب المتعلقة بحل المسألة قيد الدراسة مهمة خلال وقت قصير ولا يهم الاحتفاظ بها ويمكن أن تتحول وتشكل بعد ذلك جزءاً من معارف طويلة الأمد. مثال: المعلم الإدراكي (Cognitive Tutor) من أجل تعليم لغة الـــ LISP و الهندسة الفراغية ومدخل إلى الإحصاء [85، 87].

4-1-2-5- نموذج الاعتماد على القيود (Constraint- Based Modeling -CBM)

إنَّ إحدى سلبيات نموذج التتبع هو أنَّ الطالب يتبع مسار وحيد في حل المسائل، ولقد دلَّت عدد من الدراسات بأنَّ الطالب ينتقل مابين استراتيجيات مختلفة خلال حله للمسائل، بعضها يمكن أن يكون صحيحاً وبعضها الآخر غير صحيح، وهذا مايعرف بظاهرة

الإستراتيجية الجذرية المتقلبة (Rradical Strategy Variability). فإذا كانت هذه الظاهرة غير مفعلة، عندئذ يمكن أن يفترض بأنَّ الطالب يتبع مسار وحيد في الحل.

يتميز الطالب أيضاً بقدرته على التقاط وتصحيح الأخطاء قبل أو بعد حدوثها، تزداد هذه الظاهرة عندما يكتسب الطالب القدرة على تمييز الحل الصحيح أو الخاطئ قبل اكتسابه للمهارات اللازمة للحل، وتدعى المعرفة السابقة بالمعرفة التقويمية (Evaluative Knowledge) واللاحقة بالمعرفة التوليدية (Generative Knowledge). ويقترح العالم (Ohlsson) [87] عندما يكتسب الطالب المعرفة التقويمية يكون لديه المهارات الإدراكية الكافية لتَعَلُّم المعرفة التوليدية، ربما يحدث ذلك عن طريق المحاولة والخطأ.

يعرف نموذج الطالب CBM بتمثيل المعارف باستخدام المعرفة التقويمية، ويتألف القيد بشكل عام من زوج من النماذج <Cr, Cs>، بحيث Cr تعرف بالجزء وثيق الصلة بالموضوع (Relevance) و Cs بالجزء التنفيذي للقيد (Satisfaction)، هذه النماذج تطابق حالات حلول الطالب للمسألة. لنفترض بأنَّ Cr تَمَّ تعريفه لمطابقة سلسلة نصية من الشكل *=n+n بحيث n هو رقم صحيح موجب و * يمكن أن يمثل أي رقم أو سلسلة نصية أخرى، عندئذٍ Cr يمكن أن يقبل أي من السلاسل النصية التالية : "4+7=11" أو "1+1=3" أو "102+232=ABCDEF" أي Cr تعرف حل الطالب. ولنفترض أيضاً الآن بأنَّ Cs تعرف بـــ n+n=sum(n1, n2)، وهي تمثل تابعاً يقبل فقط الحالة التالية "4+7=11" ولايقبل أو "1+1=3" أو "102+232=ABCDEF"، أي Cs تحدد تماسك وصحة الحل. فعندما Cr يطابق الحل و Cs لايطابقه عندئذٍ يتم التعدي على القيد، يوضح الشكل (4-5) عملية المطابقة (Matching Process) [85، 87].

```
If Matches (Student-Solution, Cr) then
 If No Matches (Student-Solution, Cs) then
  Constraint-is- violated
 Else
  Constraint-is satisfied
```

الشكل (4-5)، مثال عن قيود عملية المطابقة.

يتميز هذا النموذج بأنَّه لا يحتاج إلى زمن حسابي كبير في عملية مطابقة القيود وكما يمكن إعادة استخدامها أيضاً ضمن نظم تعليمية أخرى، ولكنها تحتاج إلى وقت طويل في عملية بنائها وتحديدها حسب مجال المعرفة المستخدم. مثال: SQL-Tutor (فقرة 3-6)

4-2- نموذج المعلم (Tutor Model)

يعد نموذج المعلم المسؤول عن تحديد الأهداف التربوية ورسم الخطط اللازمة من أجل تحقيقها، أي هو يخزن مجموعة النشاطات التربوية التي تساعد النظام التَّعليمي على تقديم المساعدة اللازمة للطالب خلال العملية التَّعليمية للمقرر، فنموذج المعلم يحاكي سلوك المعلم في اتخاذ القرارات المتعلقة بتدخلاته التربوية والتي هي تمثل عادة الفرق مابين نموذج المعرفة ونموذج الطالب. يسعى نموذج المعلم إلى الإجابة عن الأسئلة التالية:

- **متى يتدخل؟**: يحدد نموذج المعلم متى يكون تدخل النظام مرغوب؟ وهل يجب عليه إيقاف الطالب أو تركه يتابع دراسة مفهوم تعليمي ما أو مثال ما؟، ويكون تدخل نموذج المعلم على شكل تتبع أخطاء الطالب وتحليل الأسئلة التي يطرحها عليه ومراقبته بهدف إرشاده وتقديم النصائح اللازمة له وتفادي ضياعه ضمن فضاء المقرر أو على شكل تفصيل خريطة مقرر تناسب مستواه المعرفي.
- **لماذا يتدخل؟:** يحدد نموذج المعلم سبب تدخله عن طريق تدقيق وفحص المعرفة المكتسبة من قبل الطالب خلال دراسته لمقرر، ويكون تدخل نموذج المعلم عن طريق تطبيق استراتيجيات تربوية تساعد على تحديد الحالة المعرفية للطالب أو على توجيهه.
- **كيف يتدخل؟**: يحدد نموذج المعلم طبيعة مساعدته للطالب عن طريق تغيير بيئة مقرر أو تقديم تمارين مختلفة أو عرض معلومات إضافية له، لذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار صفات الطالب وطبيعة بيئة المقرر التي يتفاعل معهما.

4-2-1- وظائف نموذج المعلم (Tutor Model Functionality)

تتلخص وظائف نموذج المعلم بـــ:

- التخطيط (Planning): يقوم نموذج المعلم بهيكلة المقرر اعتماداً على معلومات الطالب المخزنة في نموذج الطالب وعلى معارف المقرر المخزنة في نموذج المعرفة.
- اختيار استراتيجيه التدريس (Instruction Strategy selection): يقوم نموذج المعلم بتحديد كيفية تدريس المعارف التَّعليمية التالية للطالب بهدف تقديم المقرر بطريقة تلائمه.

4-2-2- تصنيفات نموذج المعلم (Tutor Model Classification)

ويكون تدخل نموذج المعلم على شكل ثلاثة طرق:

- الطريقة السقراطية (Socratic Method): يقوم النظام بطرح مجموعة من الأسئلة المنطقية والمتسلسلة على الطالب من أجل تشجيعه وتحليل أخطائه بنفسه وإيجاد نقاط ضعفه، أي أنَّ الطالب يكون مشاركاً في تعليم نفسه بنفسه، وبهذا الأسلوب قد يتعلم الطالب غير المتفوق بشكل أفضل لأنَّه يسير خطوة خطوة نحو فهم الموضوع بدلاً من أن يلقي عليه المعلم الحقائق دفعة واحدة، ويكون هنا التَّعليم ممتعاً وغير مملاً. هذه الطريقة مستخدمة ضمن الأنظمة التَّعليمية SCHOLAR و WHY.
- طريقة التدريب (Coaching Method): يترك النظام هنا للطالب حرية التصرف ويراقبه وينتظره حتى يطلب منه مساعدة من أجل تقديم المشورة اللازمة له. تستخدم الأنظمة SCHOLAR و WHY و WEST هذه الطريقة.
- طريقة التَّعَلُّم عن طريق العمل (Learning by doing Method): يكون النظام هنا دائماً نشيطاً وذلك عن طريق تشجيع الطالب على اختيار المعلومات واستخلاص المفاهيم اللازمة من نموذج المعرفة من أجل تحقيق أهدافه التي يريد الوصول إليها.
- طريقة التَّعَلُّم خلال العمل (Learning while doing Method): يقوم النظام فقط بتقديم النصائح اللازمة للطالب في الوقت الذي يراه مناسباً.

الخلاصة (Conclusion)

تَمَّ تقديم، من خلال هذا الفصل، دراسة نظرية عن مفهوم نموذج الطالب ونموذج المعلم وتصنيفاتهم وبعض النظم التَّعليمية كأمثلة لكل صنف من هذه الأصناف. وتَمَّ استخدام نموذج الطالب الطبقي لاحقاً ضمن النظام IWEBISE بهدف توليد مقررات تعليمية تتكيف حسب الحالة المعرفية للطالب ونموذج تَعَلُّمه، وهي تعتمد على أنَّ معارف الطالب هي جزء من معارف المعلم، وبذلك يتم رسم الخريطة المعرفية الدماغية للطالب، كما تَمَّ استخدام نموذج المعلم المُدرب أو الموجه (Coach) في تقديم النصائح اللازمة للطالب والتي تدفعه إلى متابعة دراسة المقرر بطريقة أفضل.

الفصل الخامس
التَّعَلُّم الآلـي

Chapter V
Machine Learning

المقدمة (Introduction)

يُقَدِّم هذا الفصل بعض التعاريف الأساسية للتَّعَلُّم الآلي ومن ثُمَّ يشرح القسم النظري المتعلق بالخوارزميات المستخدمة في بناء النظام التفاعلي الذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية IWEBISE، حيث يتطرق بدايةً إلى شرح الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه بنسختيها الـ BAM (Bidirectional Associative Memory) و FBAM (Fuzzy Bidirectional Associative Memory) ونظرية الرنين التكيفي (Adaptive Resonance Theory) أيضاً بنسختيها ART2 و Fuzzy-ART2، ومن ثُمَّ يتم الانتقال إلى نماذج ماركوف المخفية (Hidden Markov Model-HMM) وهي تعد أداة إحصائية قوية قادرة على استكشاف حالات مخفية انطلاقاً من سلسلة من ملاحظات مقدمة لها. وفي نهاية هذا الفصل يتم تقديم بعض الأمثلة لنظم تعليمية تستخدم الشبكات العصبونية وخوارزمية الـ HMM.

5-1- التَّعَلُّم الآلي (Machine Learning)

يُعرف التَّعَلُّم الآلي كمايلي [67، 154، 166]:

- هو جعل الحاسوب يتعلم كيفية حل المشاكل بنفسه وذلك يتم إما بالتَّعَلُّم من اكتساب الخبرات السابقة أو من خلال تحليل الحلول الصحيحة واستنباط طريقة الحل منها أو حتى من التَّعَلُّم من خلال الأمثلة.
- أحد فروع الذكاء الصنعي الذي يهتم بتصميم وتطوير الخوارزميات والتقنيات التي تسمح للحاسوب بامتلاك خاصية "التَّعَلُّم".
- هي دراسة لخوارزميات الحاسوب والتي تتحسن تلقائياً خلال التجربة.

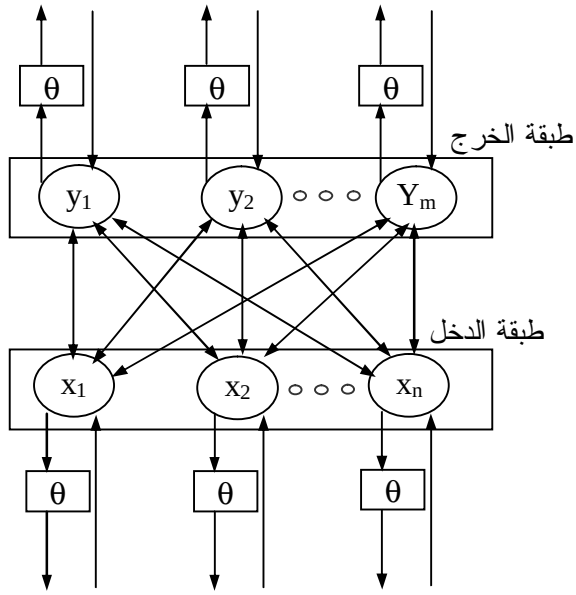
يتضمن التَّعَلُّم الآلي عدداً كبيراً من حقول التطبيقات التالية:

- معالجة اللغات الطبيعية.
- تمييز الأنماط.
- محركات البحث.
- التشخيص الطبي.
- المعلوماتية الحيوية.
- تمييز الكلام والكتابة والرؤية الحاسوبية.

5-2- شبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه (Bidirectional Associative Memory Neural Network- BAM)

تعد شبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه، شبكة عصبونية تحت الإشراف [135، 154]. وهي تتألف من طبقتين: طبقة دخل X تتكون من n خلية عصبونية، وطبقة خرج Y تتكون من m خلية عصبونية. ترتبط جميع الخلايا العصبونية الموجودة في طبقة الدخل مع جميع الخلايا العصبونية الموجودة في طبقة الخرج من خلال روابط ثنائية الاتجاه. تستجيب الشبكة لأي شعاع دخل مقدم لها من أجل أي طبقة، لأن مصفوفة الأوزان المستخدمة هي ثنائية الاتجاه أيضاً. تستخدم شبكة BAM مدخلات ثنائية أو ثنائية القطبية أو مستمرة [156، 164]. يُبَيِّن الشكل (5-1) البنية الهندسية لشبكة BAM.

تشكل مصفوفتان الأوزان W و W^T الذاكرة طويلة الأمد للشبكة، وهما تربطان طبقة الدخل بطبقة الخرج باتجاهين متعاكسين على التوالي. ويتم إيجادهما بواسطة مجموع الجداءات لأزواج أشعة التدريب، فخلال عملية التدريب، تقوم الشبكة بتعلَّم وربط k زوج من النماذج X_k و Y_k في كلا الاتجاهين. ويتم الحصول على شعاع الخرج $Y_k(O)$ النهائي من خلال تمريره بتابع التحويل θ والذي يحد قيمة الخرج إلى –1 أو +1.



الشكل (5-1)، البنية الهندسية لشبكة BAM.

5-2-1- خوارزمية شبكة BAM (BAM NN Algorithm)

5-2-1-1- مرحلة التدريب (Training Phase)

1. تهيئة مصفوفة الأوزان W وفعاليات الخلايا في طبقة الدخل X وطبقة الخرج Y.
2. تقديم زوج تدريب واحد من مجموعة أزواج التدريب المؤلفة من $Y=(y_1,y_2,\ldots,y_m)$ و $X=(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ وتطبيق شعاع الدخل على الشبكة.
3. حساب مصفوفة الأوزان W كمايلي:

$$W = \sum_{k=0}^{m} X_k^T Y_k \qquad (1\text{-}5)$$

4. إذ لم تنتهِ أزواج التدريب اذهب إلى 2.
5. النهاية.

5-2-1-2- مرحلة الاستدعاء (Recall Phase)

1. تقديم شعاع الدخل إلى الشبكة.
2. حساب شعاع θk حسب مايلي:

$$q_k = \sum_{j=0}^{n} \sum_{i=0}^{m} x_{i,k} w_{ij}^T \qquad (2\text{-}5)$$

3. حساب شعاع Yk اعتماداً على θk .

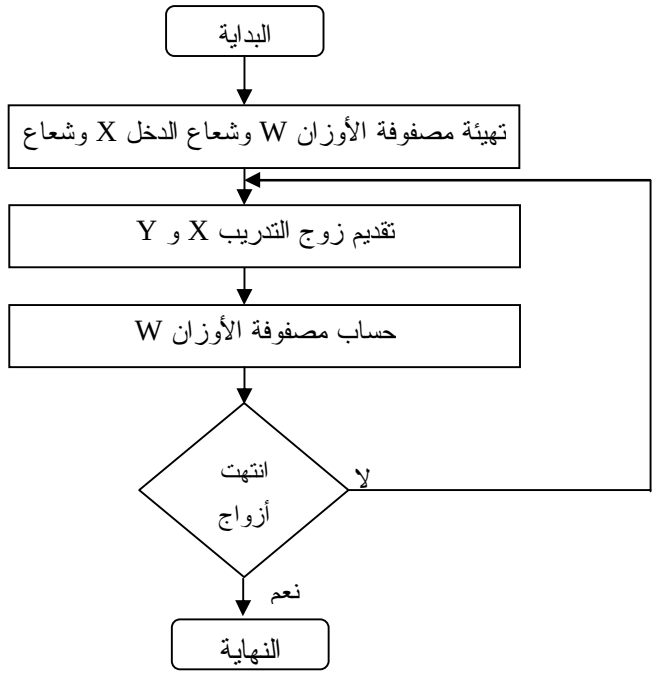
$$y_k = \begin{cases} 1 & if \quad q_k \geq 0 \\ -1 & if \quad q_k < 0 \end{cases} \qquad (3\text{-}5)$$

4. النهاية.

5-2-2- المخططات الصندوقية لشبكة BAM (BAM NN Flowcharts)

5-2-2-1- مرحلة التدريب (Training Phase)

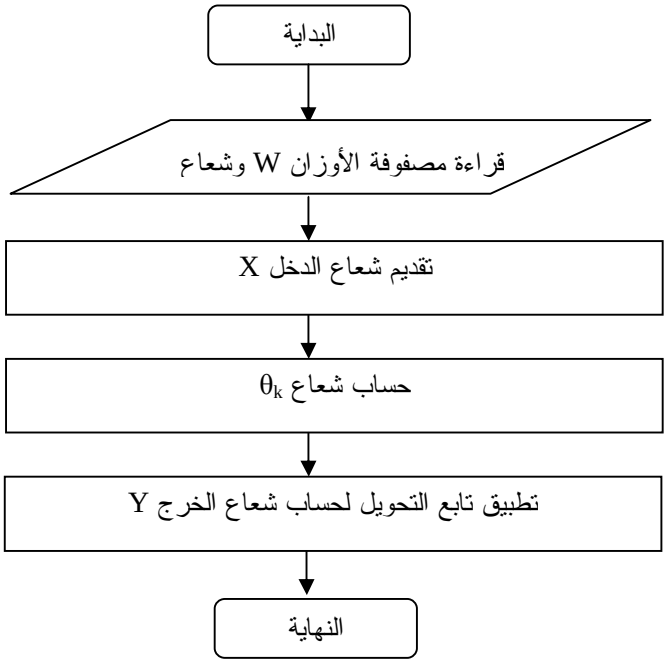
يُبَيِّن الشكل (5-2) المخطط الصندوقي لمرحلة التدريب لشبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه [154].



الشكل (5-2)، المخطط الصندوقي لمرحلة التدريب لشبكة BAM.

5-2-2-2- مرحلة الاستدعاء (Recall Phase)

يُبَيِّن الشكل (5-3) المخطط الصندوقي لمرحلة الاستدعاء لشبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه.



الشكل (5-3)، المخطط الصندوقي لمرحلة الاستدعاء لشبكة BAM.

5-2-3- شبكة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه ومنطق الغموض (Fuzzy Logic and BAM)

5-2-3-1- منطق الغموض (Fuzzy Logic)

تَمَّ وضع نظرية منطق الغموض من قبل العالم لطفي زاده (Lotfi Zadeh) في جامعة بيركلي كاليفورنيا (California - Berkeley) في عام 1965، وكانت هي عبارة عن محاولة لتعميم النظرية التقليدية للمجموعات. يعتمد منطق الغموض على المنطق الثنائي الذي يأخذ قيمتين، قيمة حقيقية (True) أو غير حقيقية (False)، يمكن تمثيلهما بالأبيض و الأسود، أو بالصفر و الواحد. وفي نفس الوقت يعتمد على منطق المتموج (Crisp) الذي تأخذ متحولاته قيماً متموجة، فمثلاً عند القول بأنها "ستمطر اليوم" أو "سيخرج الأولاد إلى النزهة اليوم"، يلاحظ وجود جزء من الثقة يمكن أن يمثل بـ 1 أو 0، عندئذ يمكن القول بأن هذه الجمل متموجة (Crisp). ولكن عند القول "أظن بأنها ستمطر اليوم" أو "أعتقد بأن الأولاد سيخرجون إلى النزهة اليوم"، يلاحظ بأنه ليس هناك تأكيد على تنفيذ هذه العبارات، وإنما يوجد درجة محددة من الثقة تتراوح ما بين الحقيقية و غير حقيقية أي ما بين الصفر والواحد، أي عملية القرار ليست دائماً أبيض وأسود ولكنها تحتوي دائماً على مناطق وسط أو رمادية، لذلك يظهر منطق الغموض الذي يساند عمليات الاستنتاج بمرونة وبخيارات متعددة وأكثر حرية [135، 154].

يعتمد منطق الغموض على مفهوم مجموعة العضوية (Set Membership) والمؤلفة من زوجين مرتبين (Ordered Pair)، الأول يسمى بمُرَشَّح الاحتواء (Candidate for Inclusion) والثاني يسمى بدرجة العضوية (Degree of Membership). فمثلاً إذا كانت لدينا المجموعة (Today: 0.8) لتمثيل مجموعة الأيام الممطرة، تكون Today هي مرشح الاحتواء و 0.8 درجة الثقة لليوم الحالي ضمن المجموعة.

يمكن تطبيق ثلاث عمليات على مجموعات الغموض وهي:

- الاجتماع (Union)

ناتج اجتماع مجموعتين هو القيمة العظمى لدرجات العضوية الموجودة في كليهما [140]. فمثلاً، إذا كانت لدينا المجموعات التالية:

$$A = (0.9,0.4,0.5,0)$$
$$B = (0.7,0.6,0.3,0.8)$$

يكون اجتماعهما هو:

$$A \cup B = (0.9,0.6,0.5,0.8)$$

- التقاطع (Intersection)

ناتج تقاطع مجموعتين هو القيمة الصغرى لدرجات العضوية الموجودة في كليهما [135]. فيكون:

$$. A \cap B = (0.7,0.4,0.3,0)$$

- المتمم (Complement)

يتم الحصول على متمم المجموعة اعتماداً على الفرق بين قيمة درجة العضوية وبين الواحد، ويكون متمم المجموعة A هو:

$$A^{'} = (0.1,0.6,0.5,1)$$

ويكون متمم المجموعة B هو:

$$B' = (0.3,0.4,0.7,0.2)$$

يمكن ملاحظة أنَّ: $A^{'} \cup B^{'} = (0.3,0.6,0.7,1)$ هي مجموعة متممة بدورها لعملية التقاطع $. A \cap B$

تَمَّ تطبيق منطق الغموض في كثير من التطبيقات التجارية والعلمية، مثل التحكم بحركة القطار الأرضي في اليابان، والتحكم بنظام المكابح لسيارات Nissan وغسالات الأطباق، والتحكم في الجودة في الصناعة وغيرها.

5-2-3-2- شبكة الـ FBAM

يتم استخدام نفس خوارزميات التدريب والاستدعاء لشبكة الـ BAM المشروحة في الفقرة (5-2-1)، ولكن يتم تعريف كل من [135]:

- عملية الضرب بتابع (min): $. (x * y) \equiv \min(x , y)$
- عملية الجمع بتابع (max): $. (x + y) \equiv \max(x , y)$

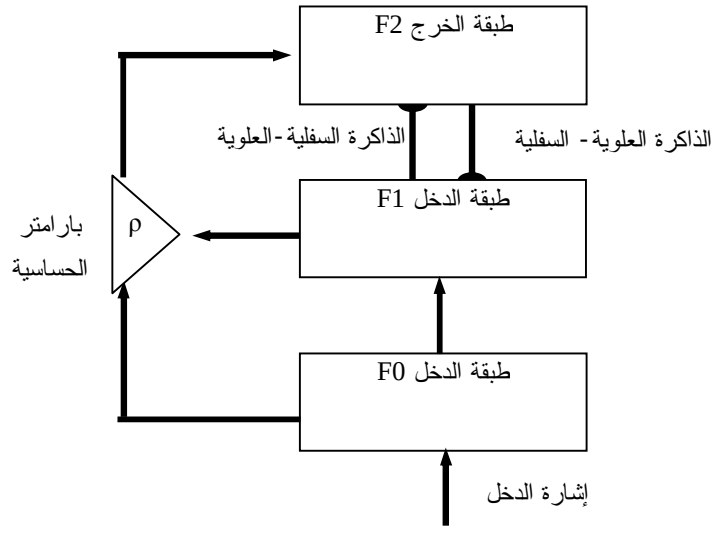
5-3- نظرية الـرنين التكيفـي (Adaptive Resonance Theory – ART2)

تَمَّ تصميم شبكة نظرية الرنين التكيفي من أجل التغلب على مشكلة الاستقرار والمرونـة (Stability-Plasticity) التي تعـاني منهـا الـشبكات العـصبونية تحـت الإشـراف (Unsupervised) في عمليتي التدريب والاستدعاء [31، 32، 154]، فهي تـستطيع أن تتعلم مدخلات جديدة بمرونة دون أن تفقد ماقد تعلمته من قبـل، محافظـةً بـذلك علـى استقرارها باستخدام مفهوم التَّعليم التنافسي [31، 32]. وتتميز هذه الشبكة بظاهرة الـرنين التي تحدث بين أشعة الذاكرة السفلية - العلوية (Bottom-Up) وبـين أشـعة الـذاكرة العلوية- السفلية (Top-Down) الموجودة بـين طبقـة الخـرج (Output Layer) F2 وطبقـة الـدخل الثانيـة (Input Layer) F1[31، 32]. يلعـب بـارامتر الحـساسية (Vigilance Parameter) دوراً هاماً في تحديد نسبة التشابه أو عدم التشابه بينهما قبـل أن تصل إلى حالة الاستقرار لعملية التـدريب [31، 32]. يُبَـيِّن الـشكل (5-4) البنيـة النموذجية لشبكة الرنين التكيفية والتي تتكون من:

1- طبقة الدخل F0: تقوم بالمعالجة الابتدائية وتسوية أشعة الدخل.

2- طبقة الدخل F1: وهي تعد طبقة المقارنة مابين النماذج التي تَمَّ تعليمهـا فـي طبقـة الخرج وبين النماذج المدخلة من بيانات أشعة الدخل.

3- طبقة الخرج F2: وفيها يتم تصنيف وحفظ أشعة الدخل.



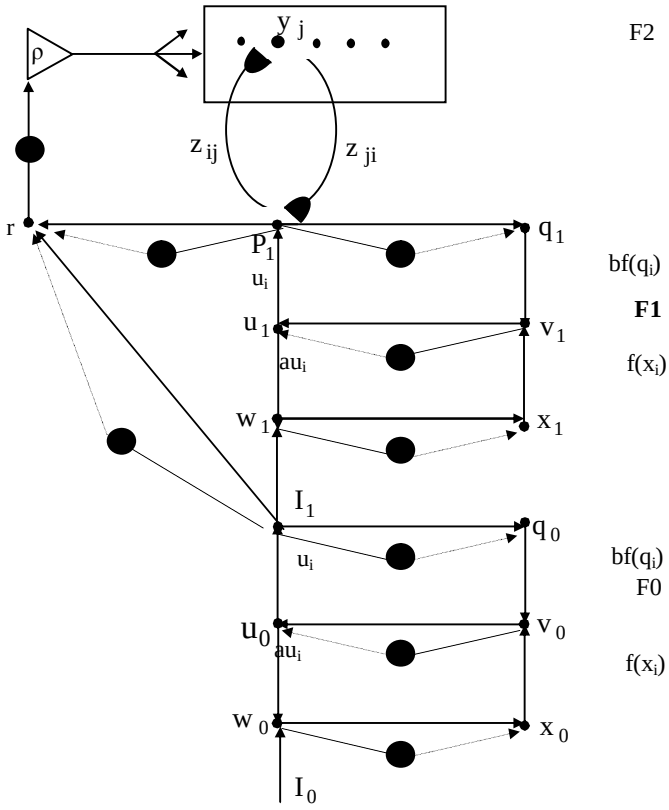
الشكل (5-4)، البنية النموذجية لـ ART2.

ترتبط طبقة الدخل F1 وطبقة الخرج F2 بواسطة:

4- مرشح تكيفي (Adaptive Filter) يُشكِّل ذاكرة سفلية-علوية من F1 إلى F2 ويعمل كذاكرة طويلة الأمد (Long Term Memory).

5- مرشح تكيفي (Adaptive Filter) يُشكِّل ذاكرة علوية- سفلية من F2 إلى F1. ويعمل كذاكرة طويلة الأمد (Long Term Memory).

6- جملة إعادة الوضع (Reset Subsystem): تقيس درجة التطابق بين الإشارة الصاعدة (السفلية - العلوية) وبين الإشارة الهابطة (العلوية - السفلية) من الخلية التي تعلمت صفات أشعة الدخل في طبقة الخرج. كما تقوم باتخاذ القرار على إعادة الوضع لهذه الخلية والبحث عن خلية أخرى تحقق نسبة تشابه محددة، أو تُعلمها الخصائص البارزة للأشعة المدخلة.



الشكل (5-5)،البنية التفصيلية لـ ART2.

يُبَيِّن الشكل (5-5) البنية التفصيلية لشبكة الرنين التكيفية، حيث:

- I: شعاع الدخل

- p,q,u,v,x,w: فعاليات الخلايا العصبونية لطبقتي الدخل F0 و F1.

- y : يمثل دور فعاليات الخلايا العصبونية الموجودة في طبقة الخرج.
- Zij : الذاكرة السفلية - العلوية.
- Zji: الذاكرة العلوية - السفلية.
- f(x): تابع التفعيل وهو تابع رياضي لاخطي يحدد العلاقة بين دخل وخرج الخلية العصبونية.
- θ: تمثل عتبة التابع اللاخطي [31، 32].

5-3-1- خوارزمية ا لتدريب لـ ART2 (ART2 Training Algorithm)

1. تهيئة بارمترات الشبكة a,b,c, d,e,θ,ρ,α [154].
2. تهيئة الأشعة p,q,u,v,x,w,y بقيم صفرية لطبقتي الدخل F0 و F1 تمهيداً لإدخال أشعة الدخل.
3. تهيئة أشعة الذاكرة Z_{ji} و Z_{ij} وفق العلاقات (5-4) و (5-5).

$$z_{ji}(0) = 0 \qquad (4\text{-}5)$$

$$z_{ij}(0) \le \frac{1}{(1-d)\sqrt{M}} \qquad (5\text{-}5)$$

حيث M تمثل عدد خلايا الدخل لبارمترات الطالب.

4. إدخال شعاع الدخل I وحساب فعاليات طبقتي الدخل F0 و F1 وتسوية أشعة الدخل وفق العلاقات الرياضية التالية:

$$w_i = I_i + au_i \qquad (6\text{-}5)$$

$$x_i = \frac{w_i}{e + \|\mathbf{w}\|} \qquad (7\text{-}5)$$

$$v_i = f(x_i) + bf(q_i) \qquad (8\text{-}5)$$

$$u_i = \frac{v_i}{e + \|\mathbf{v}\|} \qquad (9\text{-}5)$$

$$p_i = u_i + \sum_j g(y_j) z_{ij} \qquad (10\text{-}5)$$

$$q_i = \frac{p_i}{e + \|\mathbf{p}\|} \qquad (11\text{-}5)$$

حيث:

$$g(y_J)=\begin{cases} d & if\ T_J=\max\ \{\ T_j : j=1,...,N-M\ \} \\ 0 \end{cases} \qquad (12\text{-}5)$$

$$f(x)=\begin{cases} \dfrac{2q\ x^2}{(x^2+q^2)} & if\ \ 0\le x\le q \\ x & if\ x\ge q \end{cases} \qquad (13\text{-}5)$$

حيث تمثل ||.|| القيمة المطلقة للشعاع.

5. حساب فعاليات الخلايا العصبونية T في طبقة الخرج.

$$T_j=\sum_j p_i z_{ij} \qquad (14\text{-}5)$$

6. تطبيق مفهوم التَّعليم التنافسي في طبقة الخرج من أجل تحديد أكبر فعالية خلية، حيث N تمثل العدد الكلي لخلايا الدخل والخرج.

$$T_J=\max\{T_j : j=M+1...N\} \qquad (15\text{-}5)$$

فتصبح العلاقة (5-10) إلى:

$$p_i=\{u_i\} \qquad (16\text{-}5)$$ إذا لم يكن هناك خلية رابحة في الطبقة F2

$$p_i=\{u_i+dz_{ji}\} \qquad (17\text{-}5)$$ في حالة وجود خلية رابحة في الطبقة F2

7. فحص شرط المطابقة:

$$\frac{r}{e+\|\mathbf{r}\|}>1 \qquad (18\text{-}5)$$

حيث:

$$r_i=\frac{p_{0i}+cp_{1i}}{e+\|\mathbf{p_0}\|+\|\mathbf{p_1}\|} \qquad (19\text{-}5)$$

8. إذا تحقق شرط المطابقة تدخل الشبكة في حالة الرنين ويتم الانتقال إلى الخطوة رقم (9) وفي الحالة المغايرة تبحث الشبكة عن خلية أخرى في طبقة الخرج تحقق شرط المطابقة، فإذا لم تجد هذا يدل بأنَّ لا يمكن تعليم شعاع الدخل ويتم الانتقال إلى الخطوة رقم (10) [154].

9. تتعلم الشبكة أشعة الدخل المقدمة لها عندما يتم تحديث الأشعة Zij و Zji المرتبطة بالخلية الرابحة وذلك باستخدام العلاقات التالية:

$$\frac{d}{dt} z_{Ji} = g(y_J)[p_i - z_{Ji}] \qquad (20\text{-}5)$$

$$\frac{d}{dt} z_{iJ} = g(y_J)[p_i - z_{iJ}] \qquad (21\text{-}5)$$

وفي حالة اختيار خلية رابحة تتحول العلاقات (5-20) و (5-21) إلى مايلي:

$$\frac{d}{dt} z_{Ji} = d[p_i - z_{Ji}] = d(1-d)\left[\frac{u_i}{1-d} - z_{ji}\right] \qquad (22\text{-}5)$$

$$\frac{d}{dt} z_{iJ} = d[p_i - z_{iJ}] = d(1-d)\left[\frac{u_i}{1-d} - z_{ij}\right] \qquad (23\text{-}5)$$

وتحل هذه المعادلات التفاضلية باستخدام طريقة Rung- Kutta من المرتبة الرابعة وفق المعادلات التالية [159]:

$$y_{i+1} = y_i + \frac{k_0 + 2k_1 + 2k_2 + k_3}{6}; \qquad i = 0,1,2,.....n-1 \qquad (24\text{-}5)$$

حيث:

$$k_0 = hf(x_i, y_i) \qquad (25\text{-}5)$$

$$k_1 = hf(x_i + \frac{h}{2}, \quad y_i + \frac{k_0}{2}) \qquad (26\text{-}5)$$

$$k_2 = hf(x_i + \frac{h}{2}, \quad y_i + \frac{k_1}{2}) \qquad (27\text{-}5)$$

$$k_3 = hf(x_i + h, \quad y_i + k_2) \qquad (28\text{-}5)$$

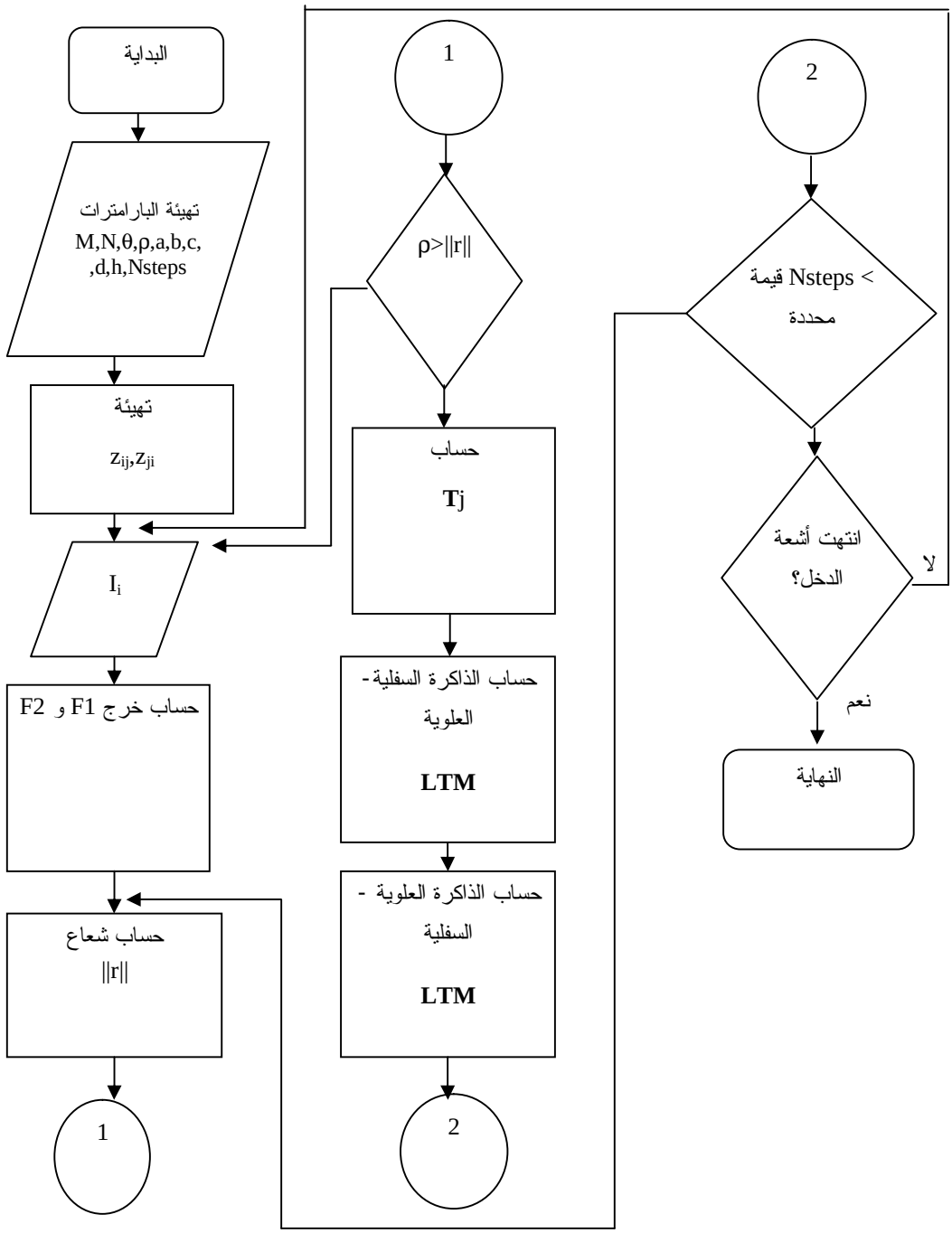
حيث x_i تمثل رقم الخلية الرابحة و y_i قيمة Zij أو Zji عند هذه الخلية.

10. إذا كانت هناك أشعة دخل أخرى لتدريبها يتم القفز إلـــى الخطـــوة (4) [31، 32، 154] .

11. النهاية.

5-3-2- المخطط الصندوقي لشبكة ART2 (ART2 NN Flowchart)

يُبَيِّن الشكل (5-6) المخطط الصندوقي لشبكة ART2 [154].



الشكل (5-6)، المخطط الصندوقي لشبكة ART2.

5-3-3- خوارزمية التدريب لنظرية الرنين التكيفي باستخدام منطق الغموض(Fuzzy Adaptive Resonance Theory Training algorithm)

1. تهيئة بارمترات الشبكة a,b,c, d,e,θ, ρ∈ [0, 1]., α>0, β∈ [0, 1] [30، 154].

2. تهيئة الأشعة p,q,u,v,x,w,y بقيم صفرية لطبقتي الدخل F0 و F1 تمهيداً لإدخال أشعة الدخل.
3. تهيئة أشعة الذاكرة Z_{ji} و Z_{ij} بقيم 1.

$$z_{ji}(0) = z_{ij}(0) = 1 \qquad (29\text{-}5)$$

4. تقديم شعاع الدخل I.
5. تسوية شعاع الدخل بتطبيق عملية الترميز التكاملي (Complement Coding) له وفق العلاقة (5-30)

$$I = (a, a^c) \qquad (30\text{-}5)$$

6. حساب فعاليات طبقتي الدخل F0 و F1 وفق العلاقات التالية:

$$w_i = I_i + au_i \qquad (31\text{-}5)$$

$$x_i = \frac{w_i}{e + \|\mathbf{w}\|} \qquad (32\text{-}5)$$

$$v_i = f(x_i) + bf(q_i) \qquad (33\text{-}5)$$

$$u_i = \frac{v_i}{e + \|\mathbf{v}\|} \qquad (34\text{-}5)$$

$$p_i = u_i + \sum_j g(y_j) z_{ij} \qquad (35\text{-}5)$$

$$q_i = \frac{p_i}{e + \|\mathbf{p}\|} \qquad (36\text{-}5)$$

7. حساب فعاليات الخلايا العصبونية T في طبقة الخرج.

$$T_j(I) = \frac{|I \wedge w_j|}{a + |w_j|} \qquad (37\text{-}5)$$

حيث المعامل ^ يعرف بـ $(x \wedge y)_i \equiv \min(x_i, y_i)$

8. تطبيق مفهوم التَّعليم التنافسي في طبقة الخرج من أجل تحديد أكبر فعالية خلية، حيث N تمثل العدد الكلي لخلايا الدخل والخرج.

$$T_j = \max\{ T_j : j = 1 \ldots N \} \qquad (38\text{-}5)$$

9. فحص شرط المطابقة.

$$\frac{|I \wedge w_j|}{|I|} \geq r \qquad (39\text{-}5)$$

10. تتعلم الشبكة أشعة الدخل المقدمة لها عندما يتم تحديث الأشعة Z_{ij} و Z_{ji} المرتبطة بالخلية الرابحة باستخدام العلاقة التالية:

$$w_j^{new} = b\,(I \wedge w_j^{old}) + (1-b)\,w_J^{old} \qquad (40\text{-}5)$$

12. إذا كانت هناك أشعة دخل أخرى لتدريبها يتم الذهاب إلى (4).

13. النهاية [30، 31، 32، 154].

5-4- نماذج ماركوف المخفية (Hidden Markov Models)

تعد أداة إحصائية قوية تستخدم لنمذجة العمليات التي تتغير مع مرور الزمن، فهي تساعد على ملاحظة مجموعة من الأحداث المخفية وإيجاد احتمال وقوعها، اعتماداً على مجموعة من الأحداث تمت ملاحظتها مسبقاً [4، 50]. ولقد استخدمت نماذج ماركوف في العديد من المجالات كالتعرف على النماذج كالصوت والصورة وفي مجال المعلوماتية الحيوية كالتنبؤ بنوع الصبغيات ضمن متتالية DNA.

يتم التعبير عن نماذج ماركوف المخفية باستخدام العناصر التالية:

- N: عدد حالات (States) النموذج $S=\{1, 2, 3, \ldots, N\}$
- M: عدد رموز الملاحظات (V) $V=\{v_1, v_2, \ldots, v_M\}$
- π: يمثل شعاع التوزيع المبدئي للحالات ويعطى بـــ:

$$p = \{p_i\},\quad p = P[q_1 = i], 1 \le i \le N \qquad (41\text{-}5)$$

- A: مصفوفة الانتقال الاحتمالية (Transition Matrix) وهي تمثل احتمال الانتقال من الحالة i إلى الحالة j خلال وحدة زمنية واحدة (خطوة واحدة). وتعطى بـــ:

$$A = \{a_i\},\quad a_{ij} = P[q_{t+1} = j \mid q_t = i], 1 \le i, j \le N \qquad (42\text{-}5)$$

حيث: $q_t=i$ تمثل الحالة i خلال الزمن t

- B: مصفوفة التوزيع الاحتمالي لرموز الملاحظات (Observation Symbol Probability Distribution) وهي تمثل احتمال مشاهدة الرمز v_k في الحالة j.

$$B = \{b_j(k)\},\quad b_j(k) = P[o_t = v_k \mid q_t = j], 1 \le k \le M, 1 \le j \le N \qquad (43\text{-}5)$$

حيث: o_t تمثل ملاحظة رمز i خلال الزمن t

5-4-1- المعضلات الثلاثة لنماذج ماركوف المخفيـــة (The Three Problems of HMM)

تستخدم نماذج ماركوف لحل ثلاث معضلات أساسية [4، 41، 50، 108]:

- **المعضلة الأولى**

بإعطاء نموذج ماركوف التالي $\lambda=(A, B, \pi)$ ومتتالية من الملاحظات $O=O_1,O_2,\ldots,O_T$، كيف يتم حساب $P(O|\lambda)$؟ من أجل تحديد الاحتمال الأعظمي (Likelihood) لـــ O.

الحل: استخدام خوارزمية الـــ Forward أوالـــ Backward

- **المعضلة الثانية**

بإعطاء نموذج ماركوف التالي $\lambda=(A, B, \pi)$ كيف يمكـــن اختيـــار متتاليـــة الحـــالات $I=i_1,i_2,\ldots i_T$ بحيث يتم تعظيم $P(O,I|\lambda)$ الاحتمـــال الترابطـــي لمتتاليـــة الملاحظـــات $O=O_1,O_2,\ldots,O_T$ ومتتالية الحالات.

الحل: استخدام خوارزمية Viterbi .

- **المعضلة الثالثة**

بإعطاء نموذج ماركوف التالي $\lambda=(A, B, \pi)$، كيف يمكن تسوية البارمترات A و B وπ للنموذج، بحيث يتم تعظيم $P(O|\lambda)$ و $P(O,I|\lambda)$. هذه المعضلة تمثل مرحلة التَّعليم لـــ HMM.

الحل: استخدام خوارزمية العنقدة k-means و/أو خوارزمية Baum-Welsh

5-4-2- خوارزمية الأمام (Forward Algorithm)

تدعى هذه الخوارزمية أيضاً بـــ α-pass. وتعطى المتحولات الأمامية (Forward Variables) بـــ :

$$a_t(i) = P(O_1,O_2,...,O_t,i_t = i \mid l) \qquad (44\text{-}5)$$

يمثل الشعاع $\alpha_t(i)$ الاحتمال الجزئي لسلسلة من الملاحظات الحالية في الحالة i خلال الزمن t وباستخدام نموذج ماركوف المخفي λ [4، 50، 108].

ويتم حساب $P(O|\lambda)$ باستخدام الخطوات التالية:

-1

$$a_1(i) = p_i b_i(O_1), \quad 1 \le i \le N \qquad (45\text{-}5)$$

-2

$$\text{for } t=1,2,\ldots,T\text{-}1, \quad 1 \pounds j \pounds N \qquad (46\text{-}5)$$
$$a_{t+1}(j) = \left[\sum_{i=1}^{N} a_t(i) a_{ij}\right] b_j(O_{t+1})$$

-3

$$P(O \mid l) = \sum_{i=1}^{N} a_T(i) \qquad (47\text{-}5)$$

5-4-3- خوارزمية الخلف (Backward Algorithm)

تدعى هذه الخوارزمية أيضاً بـ β-pass وتعطى المتحولات الخلفية (Backward Variables) بـ $\beta_t(i)$ وتعرف بأنها احتمال متتالية الملاحظات من t+1 إلى T في الحالة i وفي الزمن t بالنسبة إلى النموذج λ [4، 50، 108].

$$b_t(i) = P(O_{t+1}, O_{t+2}, \ldots, O_T \mid i_t = i, l) \qquad (48\text{-}5)$$

ويتم حساب $P(O|\lambda)$ باستخدام الخطوات التالية:

-1

$$b_T(i) = 1, \quad 1 \le i \le N \qquad (49\text{-}5)$$

-2

$$\text{for } t=T\text{-}1, T\text{-}2,\ldots,1, \quad 1 \pounds i \pounds N \qquad (50\text{-}5)$$
$$b_t(i) = \sum_{j=1}^{N} b_{t+1}(j) a_{ij} \; b_j(O_{t+1})$$

-3

$$P(O \mid l) = \sum_{i=1}^{N} p_i b_1(i) b_i(O_1) \qquad (51\text{-}5)$$

5-4-4- خوارزمية Viterbi

تعد هذه الخوارزمية من إحدى خوارزميات البرمجة الديناميكية وتستخدم من أجل إيجاد

أفضل متتالية من الحالات موجـــودة ضـــمن نمـــوذج HMM، [4، 50، 108] وتحـــدد بالخطوات التالية:

1-

$$P(O,I \mid l) = P(O \mid I,l)P(I \mid l) = p_{i1}b_{i1}(O_1)a_{i1,i2}b_{i2}(O_2)\dots a_{iT-1}b_{iT}(O_T) \quad (52\text{-}5)$$

2- حساب تابع التكلفة U (Cost Function)

$$U(i_1,i_2,\dots,i_T) = -\left[\ln(p_{i_1}b_{i_1}(O_1) + \sum_{t=2}^{T}\ln(a_{1_{t-1}i_t}b_{i_t}(O_t)\right] \quad (53\text{-}5)$$

أي $P(O, I|\lambda)$ يمكن أن يحسب كمايلي:

$$P(O,I \mid l) = \exp(-U(i_1,i_2,\dots,i_T)) \quad (54\text{-}5)$$

3- فتحسب أفضل متتالية من الحالات حسب المعادلة التالية:

$$\min U(i_1,i_2,\dots,i_T) \quad (55\text{-}5)$$

5-4-5- خوارزميـــات تـــدريب نمـــاذج مـــاركوف المخفيـــة (HMM Training Algorithm)

5-4-5-1- خوارزميـــة العنقـــدة K-means المتقطعـــة (The Segmented K-means Algorithm)

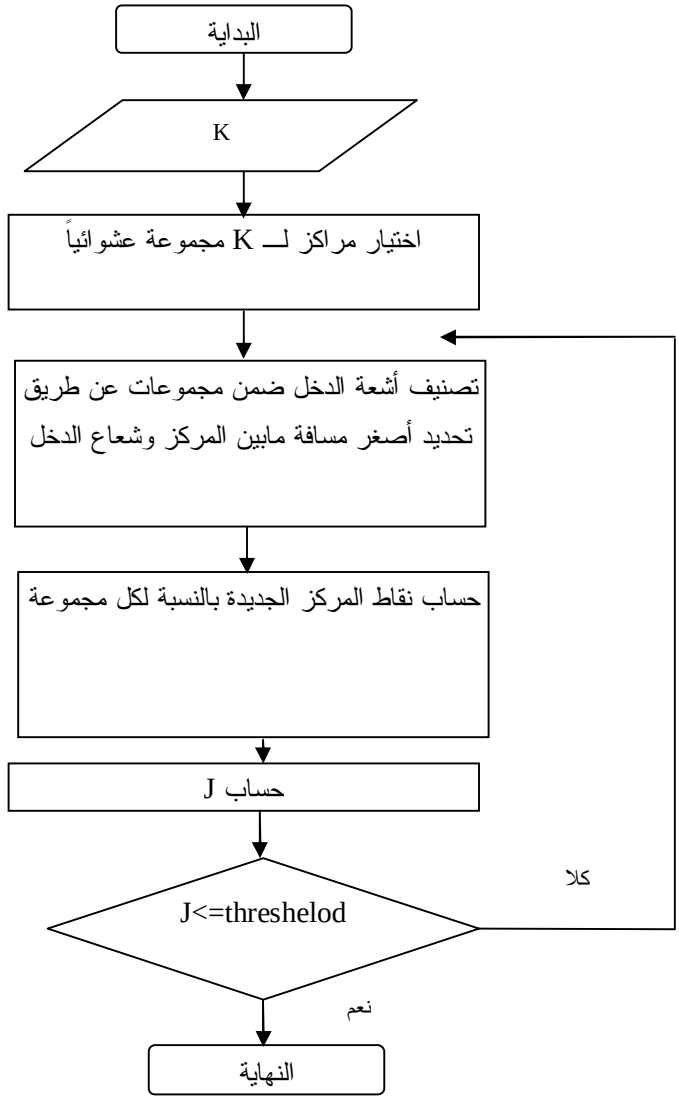
تعد خوارزمية K-Means من أبـــسط خوارزميـــات العنقـــدة (Clustering) مـــن دون الإشراف، حيث أنها تقوم بتصنيف البيانات في مجموعات عددها يتم تحديده مسبقاً من قبل المُستخدم [4، 50، 108].

تَكْمُنْ الفكرة الأساسية لهذه الخوارزمية في الاختيار الأمثلي لنقاط المركز لكل مجموعة والتي عددها K، لأنها تؤثر على النتيجة النهائية لعملية التصنيف، ففي البداية يتم اختيارها بشكل عشوائي، ومن ثُمَّ يتم تخصيص كل نقطة (شعاع دخل) موجودة في مجموعة البيانات إلى أقرب مركز لها، يعد ذلك يتم حساب مرة أخرى نقاط المراكز الجديدة لكل مجموعة ويتم أيضاً إعادة تخصيص كل نقطة موجودة في مجموعة البيانات إلى أقرب مركز لها. يتم تكرار هذه العملية عدة مرات إلى أن تـــستقر ولا تتغيـــر نقـــاط المركز لكل مجموعة، وبهذا يتم الوصول إلى نقاط المركز المثلى. تهدف هذه الخوارزمية

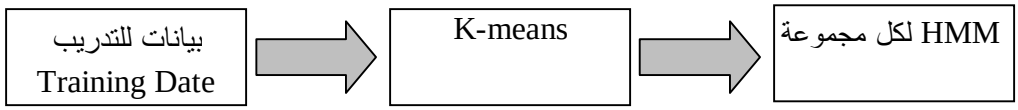
إلى إيجاد أصغر مسافة $\| x_i^{(j)} - c_j \|^2$ مابين نقطة ما $x_i^{(j)}$ ومركز أي مجموعة c_j بهدف اعتبارها من ضمن المجموعة وذلك باستخدام التابع التالي [4، 50، 108]:

$$J = \sum_{j=1}^{k} \sum_{i=1}^{x} \| x_i^{(j)} - c_j \|^2 \qquad (56\text{-}5)$$

يعكس الشكل (5-7) المخطط المنهجي لخوارزمية التجميع K-Means. ويتم إنشاء نموذج ماركوف مخفي لكل مجموعة كما هو مبين في الشكل (5-8).



الشكل (5-7)، المخطط المنهجي لـK-means



الشكل (5-8)، تدريب نماذج ماركوف باستخدام خوارزمية العنقدة K-means.

5-4-5-2- خوارزمية باوم ويلش (Baum-Welsh Algorithm)

يتم تدريب نماذج ماركوف المخفية باستخدام خوارزمية Baum-Welsh والتي تعطى بالخطوات التالية:

1- تهيئة النموذج $\lambda=(A, B, \pi)$

2- حساب $\alpha_t(i)$.

3- حساب $\beta_t(i)$.

4- حساب $\xi_t(i, j)$ والتي تمثل احتمال الوجود في الحالة i خلال الزمن t والانتقال من الحالة j خلال الزمن t+1 لمتتالية الملاحظات $O=O_1,O_2,\ldots,O_T$ ولنموذج $\lambda=(A, B, \pi)$.

$$x_t(i, j) = P(i_t = i,\ i_{t+1} = j \mid O, l) = \frac{a_t(i) a_{ij} b_j(O_{t+1}) b_{t+1}(j)}{P(O \mid l)} \qquad (57\text{-}5)$$

5- حساب $\gamma_t(i, j)$ والتي تمثل احتمال الوجود في الحالة i خلال الزمن t لمتتالية الملاحظات $O=O_1,O_2,\ldots,O_T$ ولنموذج $\lambda=(A, B, \pi)$.

$$g_t(i) = P(i_t = i \mid O, l) = \frac{a_t(i) b_t(i)}{P(O \mid l)} \qquad (58\text{-}5)$$

6- تحديث بارمترات (A, B, π) لكل نموذج حسب المعادلات (5-59) و (5-60) و(5-61).

$$\hat{p}_i = g_t(i), \qquad 1 \le i \le N \qquad (59\text{-}5)$$

$$\hat{a}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} x_t(i, j)}{\sum_{t=1}^{T-1} g_t(i)} \qquad (60\text{-}5)$$

$$\hat{b}_j = \frac{\sum_{\substack{t=1,\\ O_t = k}}^{T} g_t(j)}{\sum_{t=1}^{T} g_t(j)} \qquad (61\text{-}5)$$

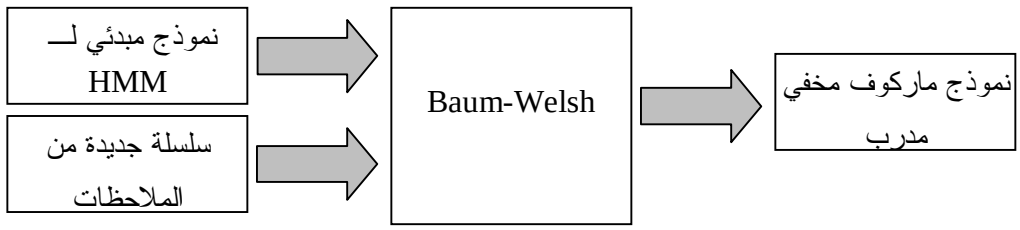
7- حيث تمثل $\sum_{t=1}^{T-1} g_t(i)$ العدد المتوقع للانتقال من الحالة i، بينما تمثل $\sum_{t=1}^{T-1} x_t(i,j)$ العدد المتوقع للانتقال من الحالة i إلى الحالة j.

8- إذا ازدادت قيمة $P(O|\lambda)$ و $\hat{l} = l$ عندئذٍ اذهب إلى الخطوة 10.

9- عندما يكون $P(O \mid \hat{l}) > P(O \mid l)$ يدل على أنه تَمَّ تحسين النموذج وفي الحالة المغايرة يتم تكرار الخطوات من 1 إلى 8.

10- النهاية.

يعكس الشكل (5-9) عملية تدريب نماذج ماركوف المخفية [4، 50، 108].



الشكل (5-9)، تدريب نماذج ماركوف باستخدام خوارزمية Baum-Welsh.

5-5- النظم التَّعليمية والشبكات العصبونية (Educational Systems and NN)

ساعدت الشبكات العصبونية في بناء العديد من النظم التَّعليمية منها:

- استخدمت الشبكة العصبونية (Multi Layered Perceptron-MLP) في النظام التعليمي KnowledgeClass من أجل إيجاد أفضل وحدة تعليمية تناسب الحالة المعرفية للطالب وتقديمها له [116، 117].
- استخدمت شبكة ذات الانتشار الخلفي (Backpropagation) من أجل التنبؤ بالأفعال والاستجابات المستقبلية للطالب [89].
- وتحاكي الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط (Neural associative memory) سلوك طلاب المرحلة الابتدائية في تَعَلُّم جدول الضرب عن طريق اختيار وتقديم المحتوى التعليمي المناسب من أجل توجيههم بأفضل طريقة خلال العملية التَّعليمة [132].

يتم استخدام الشبكات العصبونية في هذا البحث كما يلي:

- تستخدم ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه بشكل هيكلي للحصول على شبكة مؤلفة من ثلاث طبقات من أجل تمثيل الأهداف التَّعليمية والمفاهيم التَّعليمية والوحدات التَّعليمية للمقرر التعليمي على التوالي.
- تستخدم الشبكات العصبونية: ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه باستخدام منطق الغموض، ونظرية الرنين التكيفي بنسختيها ART2 و Fuzzy-ART2 من أجل نمذجة معارف الطالب.

5-6- النظم التَّعليمية ونماذج ماركوف المخفية (Educational systems and HMM)

ساهمت نماذج ماركوف المخفية في بناء أيضاً العديد من النظم التَّعليمية منها:

- استخدمت ضمن نظام تعليم اللغة الإنكليزية على الشبكة العنكبوتية لطلاب المرحلة الابتدائية (Web-Based English Learning System- WELS) من أجل تصنيفهم إلى مجموعتين (ضعيفة ومتقدمة) بغية الحصول على تعليم تكيفي لكل مجموعة [56].
- استخدمت أيضاً في النظام (Interactive Multi Media Exercises- IMMEX) لحل المسائل في الكيمياء بهدف نمذجة مسارات التَّعَلُّم للطالب (Learning Trajectories) [130، 131].
- كما تَمَّ استخدامها من قبل جامعة University of Massachusetts من أجل تحسين أداء النظام التعليمي MANIC عن طريق التنبؤ بأفعال الطالب المستقبلية و معرفة ماهي الصفحات التالية (التالية، أو السابقة، أو الأولى، أو الأخيرة، أو المحتوى) التي سوف يقوم بزيارتها [78].

يتم استخدام نماذج ماركوف المخفية في هذا البحث كما يلي:

- نمذجة معارف الطالب.
- التنبؤ بالمفاهيم التعليمة المستقبلية التالية التي سوف يقوم بزيارتها الطالب بهدف توجيهه وتقديم النصائح والإرشادات اللازمة له.

الخلاصة (Conclusion)

لقد تَمَّ عرض، من خلال هذا الفصل، العديد من خوارزميات التَّعَلُّم الآلي المستخدمة لاحقاً في نمذجة مختلف معارف المقرر التعليمي كاستخدام الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الإتجاه المهيكلة وهي ذات بنية جديدة مقدمة في هذا البحث؛ وفي تقويم الطالب أيضاً، من خلال تفاعله مع المقررات التَّعليمية المبنية باستخدام النظام الجديد IWEBISE، وذلك بغية تقديم محتوى تعليمي يتناسب مع حالته المعرفية المرتبطة مع مختلف المفاهيم التَّعليمية للمنهاج. يتم تحقيق ذلك من خلال استخدام نماذج ماركوف المخفية والشبكات العصبونية: ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه التي تطبق مفهوم منطق الغموض، وART2 و Fuzzy-ART2، كما تساعد نماذج ماركوف المخفية أيضاً في أخذ دور المعلم من خلال التنبؤ بأفعال الطالب المستقبلية بهدف توجيهه وإرشاده خلال عملية تَعَلُّمه للمقرر التعليمي.

الجزء الثاني

Part II

النظام IWEBISE

المقدمة (Introduction)

يَهدف النظام التفاعلي الذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية (IWEBISE) إلى تصميم مقررات تعليمية ذكية وتكيفية على الشبكة العنكبوتية وإدارتها. يتألف هذا النظام من خمس وحدات: نموذج المعرفة، ونموذج الطالب، ونموذج المعلم، وواجهات المستخدم ومحرك التكيف، وقد تَمَّ تخصيص فصل لكل وحدة:

الفصل السادس: يُسَلط هذا الفصل الضوء على كيفية تمثيل المعرفة المتعلقة بمحتوى المقرر التَّعليمي، الذي يتألف من مجموعة من الأهداف التَّعليمية الأساسية أو الفرعية أو مفاهيم الشرط السابق. يرتبط كل مفهوم بوحدة تعليمية، تمثل نصاً أو ملفاً أو صورةً. تَمَّ تمذجة المحتوى التعليمي للمقررات التَّعليمية بثلاث طرق من أجل اختيار الطريقة الأنسب والأفضل والمستخدمة بشكل نهائي ضمن النظام IWEBISE :

- الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه. (الفقرة 6-2)
- قواعد البيانات العلائقية (الفقرة 6-3)
- استخدام لغة XML (الفقرة 6-4)

الفصل السابع: يُرَكِّز هذا الفصل على كيفية تقييم الطالب ونمذجة معارفه بغية الحصول وتقديم التغذية الراجعة المتنوعة التي تتفق مع مستواه المعرفي ونمط تَعَلُّمه. تَمَّ استخدام بعض خوارزميات التَّعَلُّم الآلي كنماذج ماركوف المخفية (HMM) والشبكات العصبونية (FBAM، وART2، و Fuzzy-ART2). يطبق النظام الجديد النموذج الطبقي (Overlay) في نمذجة الخريطة المعرفية الدماغية للطالب الخاصة بالمقرر، كما يعتمد على الخوارزمية Fuzzy-ART2 في تحديد مختلف الحالات المعرفية للطالب، ونموذج Felder and Silverman في تحديد نمط تَعَلُّمه.

الفصل الثامن: يشرح هذا الفصل كيفية بناء نموذج المعلم وكيفية نمذجة القواعد التربوية المستخدمة من قبله، كما يشرح خوارزمية ونتائج التنبؤ بأفعال الطالب المستقبلية خلال إبحاره ضمن الأجزاء المختلفة للمقرر، بهدف السماح للمعلم بتوجيه الطلاب في الوقت المناسب في حالة انحيازهم عن المسار الصحيح للتَّعلُّم. استخدمت خوارزمية نماذج ماركوف المخفية في عملية التنبؤ.

الفصل التاسع: يشرح هذا الفصل خوارزمتي التكيف المستخدمة ضمن IWEBISE والهادفة إلى توليد خطة المنهاج وتفصيل محتوى صفحة المفاهيم التَّعليمية وفق الحالة

المعرفية للطالب ونمط تَعَلُّمه. كما يعرض تقانات عمليات التكيف المستخدمة ضمن النظام: تقانة العرض التكيفي من خلال تكييف أجزاء صفحة المحتوى وتقديم صفحات متنوعة ذات محتوى مرئي أو نصي، وتقانة الملاحة التكيفية من خلال ترتيب الروابط (Link Sorting) أو إخفائها (Link Hiding) أو بتلوينها حسب الحالة المعرفية للطالب (Annotation)، أو باستخدام الخرائط المفاهيمية للمقرر وتقانة تتبع المنهاج عن طريق تقديم قائمة اقتراحات تزود الطالب بأفضل المفاهيم التَّعليمية التالية من أجل تتبعها وتَعَلُّمها والعمل معها.

الفصل العاشر: يعرض مجموعة من الواجهات التطبيقية المستخدمة من قبل مسؤول النظام ومصمم المقررات التَّعليمية والمعلم والطالب.

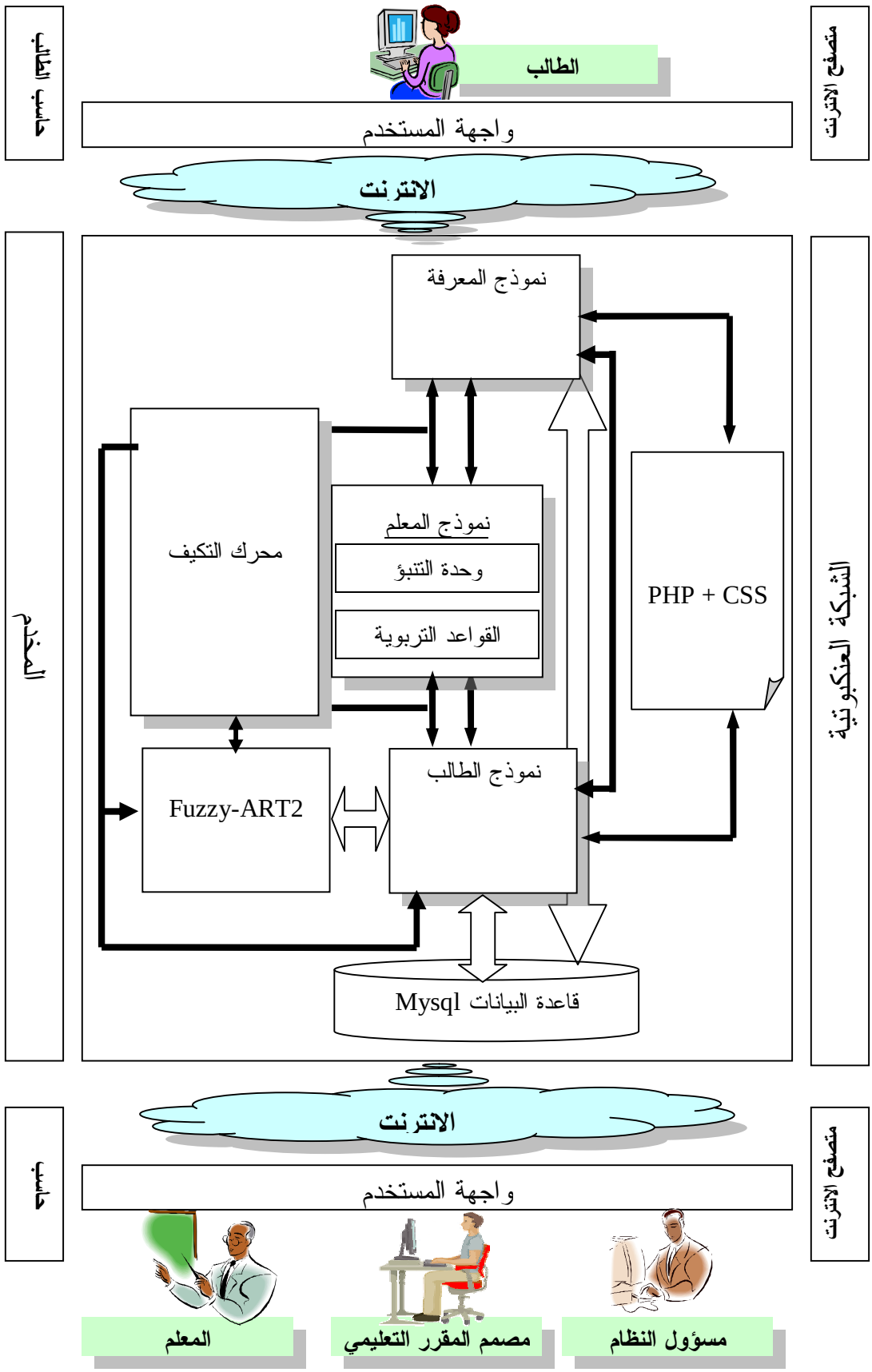
يلخص الجدول (II-1) أهم الصفات التي يتسم بها النظام IWEBISE، كما يوضح الشكل (II-1) الأجزاء الرئيسية له.

الجدول (II-1): ميزات النظام IWEBISE.

الاسم	نظام تفاعلي ذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية **I**ntelligent **WE**b-**B**ased **I**nteractive **S**ystem for **E**ducation
الموقع	http://www.iwebise.org
الأدوات المستخدمة في بنائه	• لغة الـ PHP و MySQL و XML. • الـ HTML و CSS.
نموذج المعرفة	قواعد البيانات العلائقية.
نوع نموذج الطالب	الطبقي (Overlay) – مفتوح.
تحديد الحالة المعرفية للطالب	الخوارزمية Fuzzy-ART2.
تحديد نمط تعلم الطالب	تطبيق نموذج Felder and Silverman.
آلية التنبؤ	خوارزمية HMM.
المعيار	SCORM.
واجهات العرض	أربعة مستويات للمستخدمين:

		• مسؤول النظام • مصمم المقرر • المعلم • الطالب
تقانات التكيف		• العرض (المحتوى) التكيفي حسب نوعه ومستواه. • الملاحة التكيفية (التعليقات وإخفاء الوصلات والتوجيه المباشر والخرائط). • تتبع المنهاج ذي المستوى العالي.
التفاعلية	نمط	• طالب – معلم • طالب – طالب • معلم –محتوى • محتوى – محتوى
	المستوى	• الثاني (التفاعلية الهيكلية): استخدام خريطة للمقرر. • الثالث (تحديث التفاعلية): يتبع النظام خطوات الطالب من أجل تحديث نموذج الطالب لتقديم محتوى تكييفي. • الخامس (محاكاة التفاعلية): يستطيع الطالب تغيير المعلومات المخزنة في نموذج الطالب من أجل تغيير العملية التكيفية. • السادس (التفاعلية الحرة): أعطى نموذج الطالب المفتوح حرية أكبر في تصفح المقرر.
ملحقات إضافية		• المحادثة النصية مابين الطلاب. • خدمة المنتدى. • خدمة البريد الإلكتروني. • دعم لأربع لغات مختلفة لواجهات العرض (العربية والإنكليزية والفرنسية والإسبانية) مع إمكانية إضافة لغة جديدة. • إدارة الوحدات التَّعليمية وتخزينها (صور، أو فيديو، ملفات نصية، ملف فلاش، أوملفات PDF، الخ).

	• إمكانية تصدير المقررات التَّعليمية من أجل إمكانية استخدامها ضمن منصات عمل أخرى كـــ MOODLE. • إمكانية متابعة المعلم للطلاب. • تصنيف المقررات التَّعليمية إلى فئات رئيسية وفرعية. • إنشاء أسئلة امتحانية متنوعة. • إدارة الطلاب ومجموعات الطلاب.



الشكل (**II**-1)، البنية العامة للنظام **IWEBISE**.

الفصل السادس

نموذج المعرفة

Chapter VI
Domain Model

المقدمة (Introduction)

تعد عملية نمذجة معارف أي مقرر تعليمي من أهم العمليات وأصعبها عند بناء أي نظام تعليمي تكيفي وذكي على الشبكة العنكبوتية، لأنَّ نجاح هذه الخطوة يؤمن نجاح باقي أجزاء النظام. يشرح ويقارن هذا الجزء ثلاث طرق مختلفة: طريقة الشبكة العصبونية BAM، وطريقة القواعد البيانات العلائقية، وطريقة XML، تَمَّ استخدامها في هيكلة المقرر التَّعليمي من أجل الحصول على أفضل طريقة تستخدم لاحقاً في تصميم مقررات تعليمية أخرى.

6-1- نموذج المعرفة (Domain Model)

يعتمد مفهوم التكيف لتوليد مقررات تعليمية تكيفية على الشبكة العنكبوتية على مفهوم استقلالية بنية (Structure) المقرر عن المحتوى (Content) الذي سيقدم للطالب، حيث تسمح في كل لحظة باختيار المفاهيم المناسبة لكل طالب بشكل خاص، واختيار المحتوى الملائم للصفحات التي ستقدم له بشكل منفصل عن البنية.

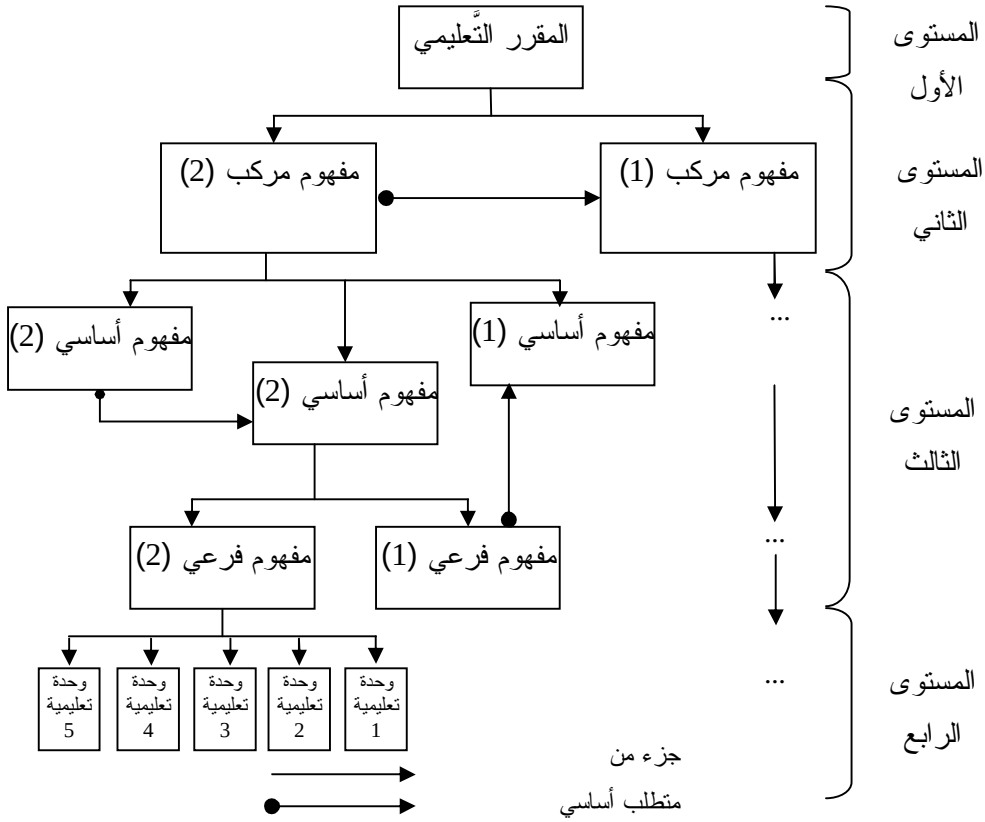
يتم تمثيل معارف المقرر باستخدام الخرائط المفاهيمية لأوزبل فقرة (2-4-2-3)، حيث يُمثل محتوى مقرر ما بمفهوم مركب أساسي (Principal Composite Concept) ويمكن تجزئته إلى أجزاء أخرى تمثل مجموعة من المفاهيم المركبة التي تمثل الأهداف التَّعليمية (Learning Objectives-LO)، والتي بدورها تنقسم إلى أجزاء أخرى يمكن أن تكون مفاهيم مركبة أو بسيطة، وهكذا يتم تقسيم المقرر حتى الوصول إلى مفاهيم بسيطة (جزيئات) لايمكن تقسيمها.

ترتبط هذه المفاهيم مع بعضها البعض من أجل تشكيل خريطة مفاهيم تمثل البنية النهائية لنموذج المعرفة. يتم تخصيص وحدة تعليمية (Educational Unit- EU) لكل مفهوم من المفاهيم الموجودة ضمن الخريطة، أي يتم تمثيل معارف المقرر باستخدام خريطة مؤلفة من أربعة مستويات أساسية:

- المفهوم المركب الأساسي أو المقرر التَّعليمي.
- المفاهيم المركبة أو الأهداف التَّعليمية (يمكن أن تحتوي على مستويات جزئية أخرى).

- المفاهيم العامة التي يمكن أن تكون أساسية (Main concept) أو فرعية (Sub- concept) وهي تمثل قاموس المصطلحات المستخدمة ضمن المقرر.
- الوحدات التَّعليمية: تُصنف الوحدات التَّعليمية كمايلي:
  - أمثلة.
  - محتوى نصي مع فيديو وصور.
  - محتوى نصي.
  - تمارين.
  - أسئلة امتحان ذاتي قبلي.
  - أسئلة امتحان ذاتي بعدي.
  - الملخص.

يُبَيِّن الشكل (6-1) البنية العامة لهذه الخريطة.



الشكل (6-1)، البنية العامة لخريطة المفاهيم التَّعليمية.

يعتمد مبدأ التكيف على (1) استخدام مدلول مفهوم-علاقة (Concept - relationships)وهو الذي يسمح بوصف المفاهيم وطريقة هيكلتها وتنظيمها ضمن مقرر

تعليمي ما، و (2) إيجاد العلاقات المختلفة مابين مختلف مفاهيم المقـرر التَّعليمـي. هـذا مايسمح بتوليد الصفحات المقدمة للطالب ديناميكياً مع تقديم المحتوى الأكثر تناسباً معه.

المفهوم: هو كل جزء يجب أن يتعلمه الطالب.

العلاقة: هي قاعدة تربوية (Educational Rule)، يتألف جزؤها الأيمـن مـن مفهـوم مركب، وجزؤها الأيسر من المفاهيم الفرعية لهذا المفهوم المركب والتي يمكن أن تكـون أيضاً مركبة أو بسيطة، أي يوجد نوعين من العلاقات:

- علاقة جزء من (Part of): هي علاقة مفهوم مركـب مـع مفاهيمـه الأساسـية أو الفرعية.
- علاقة متطلب أساسي (Prerequisite): هي المفاهيم التـي تعتبـر شـرطاً أساسـياً لدراسة مفهوم آخر.

تَمَّ نمذجة المقرر التَّعليمي بثلاث طرق مختلفة:

- الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه (BAM) (مقالة منشورة رقم 5).
- قواعد البيانات العلائقية باستخدام MySql.
- XML (مقالات منشورة 1 و 6).

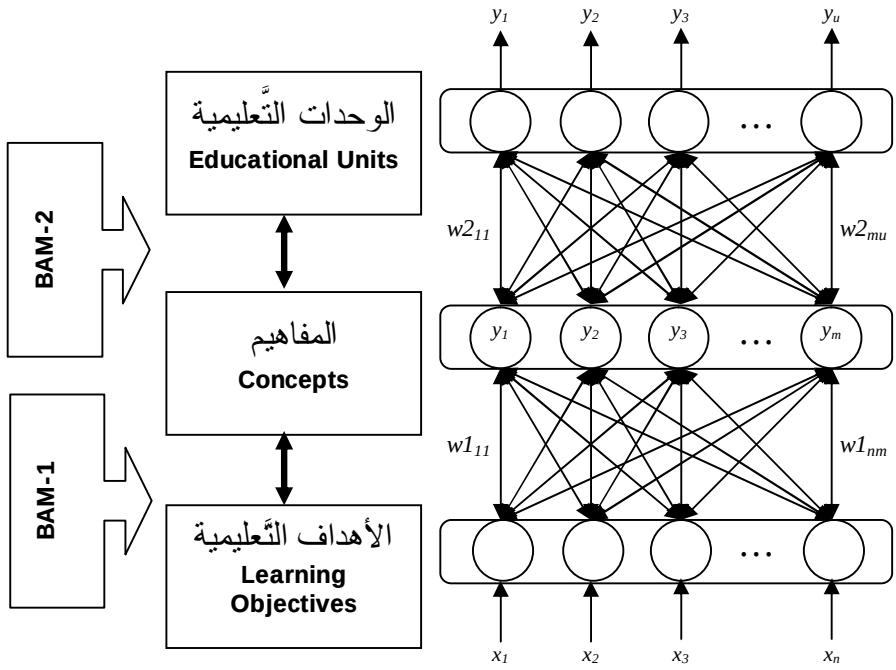
6-2- طريقة الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائيـة الاتجـاه المهيكلـة (Hierarchical BAM Neural Network-HBAM Method)

تَمَّ نمذجة المقرر التَّعليمي باستخدام شبكتين من BAM :

BAM-1 : تستخدم لربط الأهداف التَّعليمية مع مختلف المفاهيم الأساسية.

BAM-2: تستخدم لربط المفاهيم الأساسية مع الوحدات التَّعليمية.

ترتبط كلتا الشبكتين مع بعضهما ببعض لتشكل شبكة عصبونية هيكلية واحدة مؤلفـة مـن ثلاث طبقات، أي تكون طبقة الخرج لـ BAM-1 نفس طبقة الدخل لـ BAM-2. يُبَـيِّن الشكل (6-2) مخطط نموذج المعرفة :



الشكل (6-2)، مخطط نموذج المعرفة باستخدام BAM.

يستخدم الترميز الثنائي لترميز الأهداف التَّعليمية والمفاهيم والوحدات التَّعليمية تسلسلياً، ويتحدد عدد العقد في الطبقة الأولى بعدد الأهداف التَّعليمية بعد الترميز، أي بعدد خانات الرقم الثنائي الذي يتم الحصول عليه، فمثلاً إذا كان عدد الأهداف التَّعليمية 13، فيكون الرمز الثنائي له هو 1101 فتكون عدد الخلايا العصبونية 4 في الطبقة الأولى. وبتحديد عدد العقد في الطبقة الثانية والثالثة بعدد المفاهيم والوحدات التَّعليمية قبل الترميز، فمثلاً إذا كان عدد المفاهيم التَّعليمية 41 وعدد الوحدات التَّعليمية 70، فيكون عدد الخلايا العصبونية 41 في الطبقة الثانية و70 في الطبقة الثالثة. بعد ذلك يتم حساب مصفوفتي الأوزان W1(n * m) و W2(m * u) من أجل تمثيل العلاقات مابين الطبقات.

فإذا قام الطالب حسب المثال السابق باختيار الهدف التَّعليمي ذي الرقم 2، عندئذٍ يقوم النظام بتقديم الشعاع [0010] الخاص بهذا الهدف للشبكة HBAM، لحساب المفاهيم المرتبطة به باستخدام مصفوفة الأوزان W1 والمعادلات (5-2) و (5-3)، فنحصل على الشعاع :

[0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0].

يدل الواحد على رقم المفهوم المرتبط بالهدف التَّعليمي، أي هو مرتبط بالمفاهيم التالية :5، 6، 7، 8، 22، ومن ثُمَّ يتم تحديد بنفس الطريقة شعاع الخرج النهائي لشبكة HBAM

باستخدام مصفوفة الأوزان W2 من أجل تحديد جميع الوحدات التَّعليمية المرتبطة بتلك المفاهيم.

6-2-1- مزايا طريقة HBAM

- تعد طريقة جديدة في نمذجة معارف المقررات التَّعليمية.
- تعد بنية شبكة عصبونية جديدة يمكن أن تفتح آفاقاً جديدة في البحث العلمي ضمن مجالات أخرى كالتعرف على الأشكال والنماذج والصوت، الخ.

6-2-2- سلبيات طريقة HBAM

- تحتاج عمليات الاستدعاء للشبكة المهيكلة HBAM إلى زمن كبير في تحديد المفهوم أو الوحدة التَّعليمية المناسبة لعرضها، وهذا يمكن أن يعيق ويؤخر تَعَلُّم الطالب على الشبكة العنكبوتية.
- لاتوفر الشبكة HBAM بنية ثابتة قياسية،لأنَّ فكل مرة يضيف المعلم هدفاً تعليمياً ما أو مفهوماً ما أو وحدةً تعليميةً ما، يجب على النظام إعادة تدريب الشبكة لنمذجته، مما يجعل استخدامها معقداً في معالجة أي مقرر تعليمي وإنشائه وتعديله.
- لم يتم من خلال HBAM فصل بنية المقرر عن المحتوى، لأنَّه إذا أراد المعلم تخصيص نفس الوحدة التَّعليمية لمفهومين مختلفين يجب عليه إعادة تدريب الشبكة مرة ثانية.

من خلال ما تقدَّم، تَمَّ البحث عن طرق أخرى تسهل عملية بناء مقررات تعليمية ذكية على الشبكة العنكبوتية، منها طريقة قاعدة البيانات العلائقية.

6-3- طريقة قواعد البيانات العلائقية (Relational Database Method)

تَمَّ بناء أحد عشر جدولاً لنمذجة مختلف المفاهيم للمقرر التَّعليمي التي سوف يتم إنشاؤها من قبل النظام IWEBISE، وهي كالآتي:

6-3-1- جدول الفئـــات الأساســـية (Maincategories) (Main Categories' Table)

يخزن هذا الجدول التصنيفات الرئيسية للمقررات التَّعليمية ويعرف كمايلي:

- معرف الفئة الأساســية (catid): هــو حقــل مفتــاح تــرقيم تلقــائي (Auto increment) يدل على رقم الفئة الرئيسية، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليــد رقــم لكل فئة يتم إضافتها للجدول.
- الاسم (catname): حقل نصي (varchar) بطول 50 حرفاً يخزن اســم الفئــة الأساسية.
- الاسم (catname1): حقل نصي (varchar) بطول 50 حرفاً يخزن اســم الفئــة الأساسية باللغة الأجنبية.

6-3-2- جدول الفئات الفرعية (Subcategories) (Sub-Categories' Table)

يخزن هذا الجدول التصنيفات الثانوية للمقررات التَّعليمية ويعرف كمايلي:

- معرف الفئة الأساسية (subcatid): هو حقــل مفتــاح تــرقيم تلقــائي (Auto increment) يدل على رقم الفئة الفرعية، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل فئة يتم إضافتها للجدول.
- الاسم (subcatname): حقل نصي (varchar) بطول 50 حرفاً يخزن اسم الفئة الفرعية باللغة العربية.
- الاسم (subcatname1): حقل نصي (varchar) بطول 50 حرفاً يخــزن اســم الفئة الفرعية باللغة الأجنبية.
- الفئة الرئيسية (subcatcat):حقل عدد صحيح طويل (int) يخــزن رقــم الفئــة الرئيسية الأب.

6-3-3- جدول المفهــوم المركــب الأساســي (المقــررات التَّعليميــة) (Subjects) (Subjects' Table)

يتم تعريف جدول المقررات التَّعليمية كما يلي:

- معرف المقرر (SubID) : هو حقل مفتاح تـرقيم تلقـائي (Auto increment) يدل على رقم المقرر التَّعليمي، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل مقرر يـتم إضافته للجدول.
- الاسم (subname): حقل نصي (varchar) بطول 50 حرفاً يخزن اسم المقـرر التَّعليمي.
- الوصف (subdes): حقل نصي طويل (text) يخزن ملخص عن محتوى المقرر وأهدافه.
- التاريخ (subdate): حقل من نوع تاريخ (date) يدل على تاريخ إنشاء المقرر.
- المجلد (subdir): حقل نصي (varchar) بطول 10 حروف يخزن اسـم مـسار تخزين الوحدات التَّعليمية من ملفات صور وفيديو وصوت.
- الشروط (subpre): حقل نصي طويل (text) يخزن شـروط دراسـة المقـرر التَّعليمي.
- الأهداف (subobjectivs): حقل نصي طويل (text) يخزن الأهداف التَّعليميـة للمقرر التَّعليمي.
- البرنامج (subprog): حقل نصي طويل (text) يخزن المخطط الزمني لدراسـة للمقرر التَّعليمي.
- اللغة (sublang): حقل نصي (varchar) بطـول (30) يخـزن لغـة المقـرر التَّعليمي.
- الفئة الفرعية (subsubcat):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم التـصنيف الفرعي للمقررات التَّعليمية.
- نشر (subpublicate):حقل رقمي (tinyint) يأخذ قيمتين: الواحـد أو الـصفر ليدلان على أنَّ المعلم يسمح بنشر أو لا للمقرر التَّعليمي ودراسـته مجانـاً علـى التوالي.
- مشاركة (subsharable):حقل رقمي (tinyint) يأخذ قيمتين: الواحد أو الـصفر ليدلان على أنَّ مصمم المقرر التَّعليمي يسمح بمشاركة الكائنـات التَّعليميـة أم لا على التوالي.
- منخفض (sublow):حقل رقمي (tinyint) يخزن الحد الأدنى لعـدد الأمثلـة أو التمارين التي سيتم تقديمها للطالب.

- متوسط (submoderate):حقل رقمي (tinyint) يخزن متوسط عدد الأمثلة أو التمارين التي سيتم تقديمها للطالب.
- عال (subhigh):حقل رقمي (tinyint) يخزن الحد الأعلى لعدد الأمثلة أو التمارين التي سيتم تقديمها للطالب.

6-3-4- جدول المفاهيم المركبة (الأهداف التَّعليمية) ('Learning Objectives (Table- lo

يتم تعريف جدول الأهداف التَّعليمية كما يلي:

- رقم الهدف التَّعليمي (loid):هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم الهدف التَّعليمي، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل هدف تعليمي يتم إضافته للجدول.
- ترتيب الهدف التَّعليمي (loorder): هو حقل نصي بطول (10) حروف يستخدم لترتيب مفاهيم المادة التَّعليمية ضمن خريطة المقرر.
- رقم المقرر (losub): هو حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المقرر التَّعليمي.
- اسم الهدف التَّعليمي (loname): حقل نصي (varchar) بطول 50 حرفاً يخزن اسم الهدف التَّعليمي.
- نوع الهدف التَّعليمي (lotype): حقل رقمي (tinyint) يأخذ قيمتين: الصفر أو الواحد ليدلان على أنَّ الهدف التَّعليمي بسيط أو مركب على التوالي.
- جزء من (lopartof): حقل رقمي (int) يخزن رقم المفهوم التَّعليمي الأب.

6-3-5- جدول مفاهيم المتطلب الأساسي (الأهداف التَّعليمية) (lopre) (Perquisites of Learning Objectives' Table)

يستخدم هذا الجدول لتحديد مفاهيم المتطلب الأساسي للأهداف التَّعليمية.

- معرف مفاهيم الشرط الأساسي (lopreid):هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم مفهوم المتطلب الأساسي، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل مقرر يتم إضافته للجدول.

- رقم الهدف التَّعليمي (lopreloid):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم الهدف التَّعليمي.
- رقم المتطلب الأساسي (loprelopre):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم الهدف الذي يعد مطلباً أساسياً لدراسة الهدف التَّعليمي الأساسي.

6-3-6- جدول المفاهيم الأساسية (concepts) (Concepts' Table)

يُخزن هذا الجدول مواصفات المفاهيم الأساسية والبسيطة للمقرر التَّعليمي، ويُعرف كمايلي:

- رقم المفهوم (conid):هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم المفهوم البسيط، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل مفهوم تعليمي يتم إضافته للجدول.
- اسم المفهوم (conname):حقل نصي (varchar) بطول 100 حرفاً يخزن اسم المفهوم التَّعليمي.
- رقم الهدف التَّعليمي (conlo): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم الهدف التَّعليمي الأب.

6-3-7- جدول مفاهيم المتطلب الأساسي (المفاهيم الأساسية) (conpre) (Perquisite Concepts' Table)

يستخدم هذا الجدول لتحديد مفاهيم المتطلب الأساسي للمفاهيم الأساسية.

- معرف مفاهيم الشرط الأساسي (conpreid):هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم مفهوم المتطلب الأساسي، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل متطلب يتم إضافته للجدول.
- رقم المفهوم الأساسي (conpreconid):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المفهوم الأساسي.
- رقم المتطلب الأساسي (conpreconpre):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المفهوم الذي يعد متطلباً أساسياً لدراسة المفهوم الأساسي.

6-3-8- جدول المفاهيم الفرعية (subconcept) (Sub-Concepts' Table)

يخزن هذا الجدول قاموساً من المصطلحات الخاص بالمقرر التَّعليمي، ويُعرف كمايلي:

- معرف المفهوم الفرعي (subconid):هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم المفهوم الفرعي، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل مصطلح يتم إضافته للجدول.
- اسم المفهوم الفرعي (subconname):حقل نصي (varchar) بطول 30 حرفاً يخزن اسم المصطلح التَّعليمي.
- المحتوى (subconcontenu):حقل نصي طويل (text) يخزن محتوى المصطلح.
- المقرر (subcon_sub): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المقرر التَّعليمي.

6-3-9- جدول ربط المصطلحات و المفاهيم الأساسية (attach_con_subcon) (Attach Concepts with Sub-Concepts Table)

يخزن هذا الجدول العلاقات الموجودة مابين المفاهيم الفرعية والأساسية ضمن المقرر التَّعليمي:

- معرف المفهوم الفرعي (con_subconid): هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم العلاقة الموجودة مابين المفهوم الفرعي والمفهوم الأساسي، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل علاقة يتم إضافتها للجدول.
- رقم المفهوم الأساسي (con_id): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المفهوم الأساسي.
- رقم المفهوم الفرعي (subcon_id): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المفهوم الفرعي.
- شرط أساسي (pre): حقل رقمي (tinyint) يأخذ قيمتين: الصفر أو الواحد ليدلان على أنَّ المفهوم الفرعي هو شرط أساسي أم لا لتَعَلُّم المفهوم الأساسي.

6-3-10- جدول محتوى المفـــاهيم الأساســـية (concept_contenu) (Concept Content Table)

يخزن هذا الجدول المحتوى التَّعليمي لمختلف مفاهيم المقرر التَّعليمي، ويُعرف كمايلي:

- معرف المحتوى (ccid):هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يـــدل على رقم المحتوى، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل محتوى تعليمـــي يـــتم إضافته للجدول.
- رقم المفهوم (cconcept): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقـــم المفهـــوم التَّعليمي الأب.
- نوع المحتوى (cctype): حقل عدد صحيح (int)، يمكـــن للمـــصمم المقـــرر أن يخزن ثلاثة أنواع من المحتوى التَّعليمي يتم عرضها للطالب حسب أسلوب تَعَلُّمه، وهي:
  - نص.
  - نص وفيديو وصوت.
- المقدمة (ccinto): حقل نصي طويل (text) يخزن مقدمة عن محتوى المفهـــوم التَّعليمي على شكل واسمات للغة HTML.
- المحتوى (cccontenu): حقل نصي طويـــل (text) يخـــزن محتـــوى المفهـــوم التَّعليمي على شكل واسمات للغة HTML.
- أمثلة (ccexample): حقل نصي طويل (text) يخزن أمثلة مرتبطة مع المفهـــوم التَّعليمي على شكل واسمات للغة HTML.
- الخاتمة (ccconclusion):حقل نصي طويل (text) يخزن ملخص عن محتـــوى المفهوم التَّعليمي على شكل واسمات للغة HTML.

6-3-11- جدول بنود الأسئلة (test_items) (Tests Items' Table)

يخزن هذا الجدول الوحدات التَّعليمية من تمارين وأسئلة الامتحان القبلي والبعدي المتعلقة بمختلف مفاهيم المقرر التَّعليمي:

- معرف السؤال (ti_id):هو حقل مفتاح ترقيم تلقـــائي (Auto increment) يـــدل على رقم السؤال، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكـــل ســـؤال يـــتم إضـــافته للجدول.

- نوع السؤال (ti_type): حقل رقمي (tinyint) يخزن خمس قيم للدلالة على نوع السؤال:
  - 1: متعدد الخيارات.
  - 2: جواب قصير.
  - 3: متعدد الاختيارات.
  - 4: صح أو خطأ.
  - 5: إملاء الفراغات.
- السؤال (ti_text): حقل نصي طويل (text) يخزن نص السؤال.
- الجواب 1 (ti_ans1) : حقل نصي طويل (text) يخزن احتمال الجواب الأول للسؤال.
- الجواب 2 (ti_ans2) : حقل نصي طويل (text) يخزن احتمال الجواب الثاني للسؤال.
- الجواب 3 (ti_ans3) : حقل نصي طويل (text) يخزن احتمال الجواب الثالث للسؤال.
- الجواب 4 (ti_ans4) : حقل نصي طويل (text) يخزن احتمال الجواب الرابع للسؤال.
- تغذية راجعة 1 (ti_feed1) : حقل نصي طويل (text) يخزن تلميح للجواب الأول.
- تغذية راجعة 2 (ti_feed2) : حقل نصي طويل (text) يخزن تلميح للجواب الثاني.
- تغذية راجعة 3 (ti_feed3) : حقل نصي طويل (text) يخزن تلميح للجواب الثالث.
- تغذية راجعة 4 (ti_feed4) : حقل نصي طويل (text) يخزن تلميح للجواب الرابع.
- صحيح 1 (ti_correct1): حقل رقمي (tinyint) تكون قيمته الواحد فيما إذا كان الجواب الأول صحيحاً أوالصفر في الحالة المغايرة.
- صحيح 2 (ti_correct2): حقل رقمي (tinyint) تكون قيمته الواحد فيما إذا كان الجواب الثاني صحيحاً أوالصفر في الحالة المغايرة.

- صحيح 3 (ti_correct3): حقل رقمي (tinyint) تكون قيمته الواحد فيما إذا كان الجواب الثالث صحيحاً أوالصفر في الحالة المغايرة.
- صحيح 4 (ti_correct4): حقل رقمي (tinyint) تكون قيمته الواحد فيما إذا كان الجواب الرابع صحيحاً أوالصفر في الحالة المغايرة.
- المفهوم الأساسي (ti_con): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المفهوم الأساسي.
- المفهوم الفرعي (ti_subcon): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المفهوم الأساسي.
- الهدف التَّعليمي (ti_lo):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم الهدف التَّعليمي.
- المقرر (ti_sub):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المقرر.
- امتحان قبلي (ti_pretest):حقل رقمي (tinyint) يحدد هذا الحقل فيما إذا كان السؤال يستخدم أو لا يستخدم ضمن الامتحان القبلي لمفهوم تعليمي ما.
- تمرين (ti_exe):حقل رقمي (tinyint) يحدد هذا الحقل فيما إذا كان السؤال يستخدم أو لا يستخدم ضمن تمارين مفهوم تعليمي ما.
- امتحان بعدي (ti_posttest):حقل رقمي (tinyint) يحدد هذا الحقل فيما إذا كان السؤال يستخدم أو لا يستخدم ضمن الامتحان البعدي لمفهوم تعليمي ما.

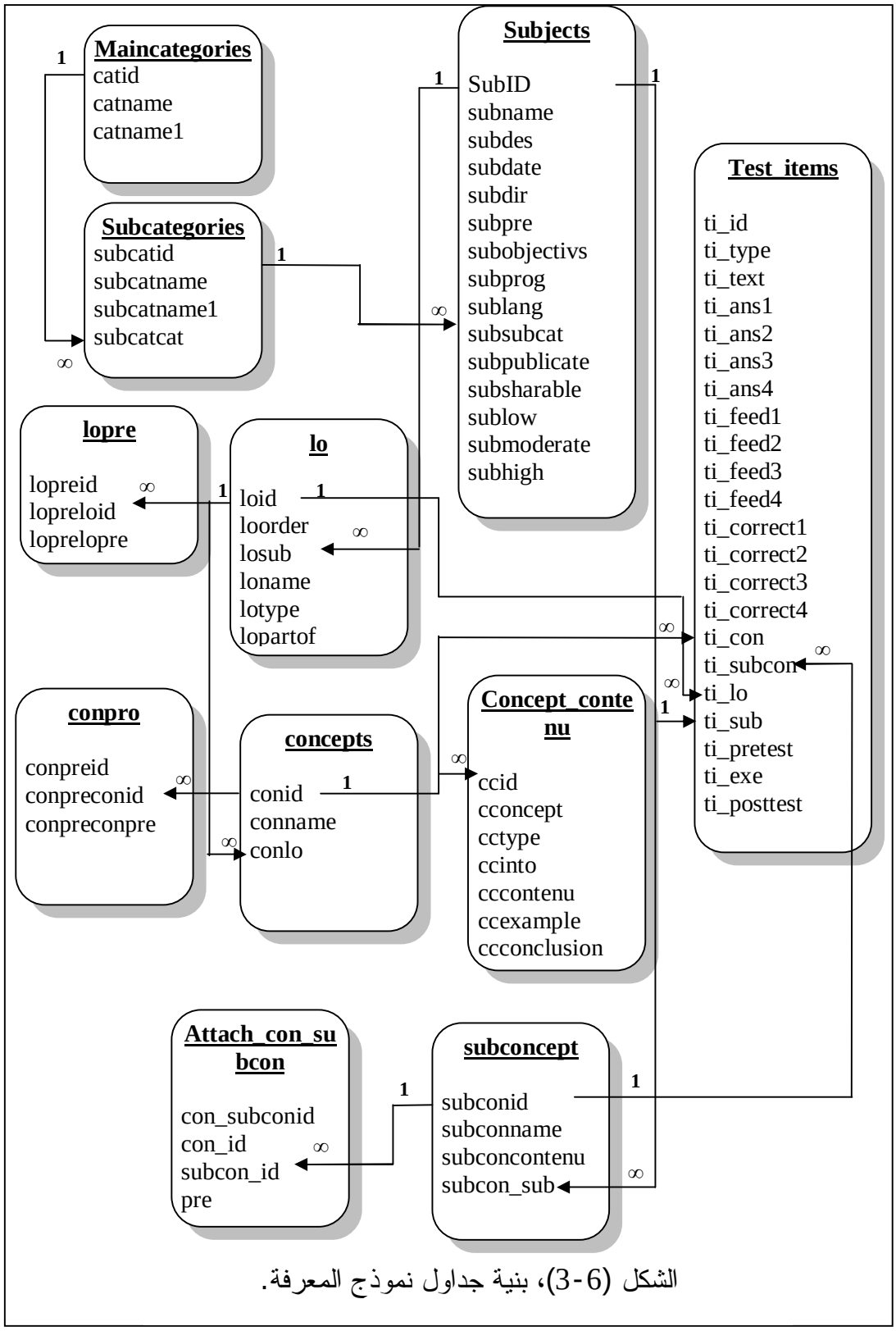
وتكون العلاقات مابين كل الجداول المذكورة سابقاً هي علاقة (1- ∞)، حيث يفصل الجدول (6-1) هذه العلاقات مع مثال لكل واحدة منها، ويعكس الشكل (6-3) كل جداول نموذج المعرفة والعلاقات الموجودة فيما بينها.

الجدول (6-1)، العلاقات الموجودة مابين جداول نموذج المعرفة.

اسم الجدول (1) **اسم الحقل (1)**	**اسم الجدول (2)** **اسم الحقل (2)**	**الشرح**
الفئات الأساسية catid	الفئات الفرعية subcatcat	كل سجل من جدول الفئات الأساسية يمكن أن يكون مربوطاً مع عدة سجلات من الجدول الفئات الفرعية. مثال: فئة اللغات يمكن أن تحتوي على عدة فئات فرعية كاللغة الإنكليزية والإسبانية والفرنسية.

الفئات الفرعية subcatid	المقـــــــررات التَّعليمية subsubcat	كل سجل من جدول الفئات الفرعية يمكن أن يكـــون مربوطاً مع عدة سجلات مـــن جـــدول المقـــررات التَّعليمية. مثال: الفئة الفرعية: اللغة الإنكليزية يمكن أن تحتوي على عدة مقررات تعليمية كتعليم قواعـــد اللغة الإنكليزية مستوى 1 و مستوى 2.
المقررات التَّعليمية SubID	الأهداف التَّعليمية losub	كل سجل من جدول المقررات التَّعليميـــة يمكـــن أن يكون مربوطاً مع عدة سجلات من جدول الأهـــداف التَّعليمية. مثال: المقرر التَّعليمي: تعليم قواعد اللغـــة الإنكليزية يمكن أن يحتوي على عدة أهداف تعليميـــة كـــ: الحاضر البسيط والحاضر المستمر.
المقررات التَّعليمية SubID	بنود الأسئلة ti_sub	كل مقرر تعليمي يمكن أن يحتوي على عدة أســـئلة. مثال: المقرر التَّعليمي: تعليم قواعد اللغة الإنكليزيـــة يمكن أن يحتوي على عدة أسئلة امتحانية تستخدم في الإمتحانات البعدية أو القبلية أو تمارين تستخدم خلال دراسة الطالب للمقرر.
الأهداف التَّعليمية loid	بنود الأسئلة ti_lo	كل هدف تعليمي يمكن أن يحتوي على عدة أســـئلة. مثال: الهدف التَّعليمي: الفعل المـــضارع المـــستمر يمكن أن يحتوي على عدة أسئلة امتحانية تستخدم في الإمتحانات البعدية أو القبلية أو تمارين يقوم بحلهـــا الطالب خلال دراسته له.
الأهداف التَّعليمية loid	أهداف المتطلب الأساسي lopreloid	كل هدف تعليمي يمكن أن يكون مربوطاً مـــع عـــدة أهداف تعليمية أخرى تعد متطلباً أساســـياً لدراســـته. مثال: لايمكن دراسة الهدف التَّعليمي الفعل المضارع المستمر إذا لم يحقق الطالب مستوى محدد في الفعل الحاضر البسيط.
الأهداف التَّعليمية loid	المفاهيم الأساسية conlo	يتجزأ كل هدف تعليمي إلى عدة مفـــاهيم تعليميـــة. مثال: الهدف التَّعليمي الحاضر المستمر يحتوي على

		أربعة مفاهيم تعليمية أساسية منها: Positive form, Negative form, question form…
المفاهيم الأساسية conlo	مفاهيم المتطلب الأساسي conpreconid	كل مفهوم تعليمي يمكن أن يكون مربوطاً مع عدة مفاهيم تعليمية أخرى تعد متطلباً أساسياً لدراسته. مثال: لايمكن دراسة المفهوم التَّعليمي Question Form للفعل المضارع المستمر إذا لم يحقق الطالب مستوى محدد في المفاهيم التَّعليمية Positive and Negative Form.
المفاهيم الأساسية conlo	بنود الأسئلة ti_con	كل مفهوم تعليمي يمكن أن يكون يحتوي على عدة أسئلة. مثال: المفهوم التَّعليمي: Positive Form للفعل المضارع المستمر يمكن أن يحتوي على عدة أسئلة امتحانية تستخدم في الإمتحانات البعدية أو القبلية أو تمارين تستخدم خلال دراسة الطالب له.
المفاهيم الأساسية conlo	محتوى المفاهيم ألأساسية ccid	يمكن إضافة عدة مستويات للمحتوى التَّعليمي الخاص بكل مفهوم أساسي، فعلى سبيل المثال: يمكن للمصمم أن يضيف للمفهوم التَّعليمي Positive Form محتوى مرئياً باستخدام الفيديو أو محتوى نصياً بهدف شرحه للطالب.
المقررات التَّعليمية SubID	المفاهيم الفرعية Subcon_sub	كل مقرر تعليمي يحتوي على قائمة من المصطلحات، مثال: المصطلح "فعل مساعد" للمقرر تعليم قواعد اللغة الإنكليزية.
المفاهيم الفرعية Subcon_id	ربط المصطلحات و المفاهيم الأساسية Subcon_id	كل مفهوم تعليمي أساسي يتم ربطه بعدة مصطلحات داعمة للطالب خلال دراسته له.
المفاهيم الفرعية Subcon_id	بنود الأسئلة ti_subcon	كل مصطلح يمكن أن يحتوي على عدة أسئلة. مثال: المصطلح: Auxiliary verb يحتوي على عدة أسئلة امتحانية تستخدم في الإمتحانات البعدية أو القبلية أو تمارين تستخدم خلال دراسة الطالب له.



الشكل (6-3)، بنية جداول نموذج المعرفة.

6-3-12- النتائج والمناقشة (Results and Discussions)

تناسب قواعد البيانات تخزين واسترداد بنى البيانات الخطية التي يمكن تمثيلها في تنـــسيق من النوع "جدول"، فهي تعد أسرع عند كتابة واسترداد البيانات، فالطبيعة المركبة للبيانات تحسن الأداء، وإنَّما يكون على حساب المرونة.

6-4- طريقة الـــ XML (XML Method)

تَمَّ بناء المستند الـــ DTD (Document Type Definition) من أجل تحديد مجموعـــة من القواعد العامة لتعريف وتوصيف طريقة تنظيم معارف أي مقرر ضمن مستند XML [40]، يعرض الشكل (6-4) مخطط هذا المستند.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!ELEMENT iwebise (category+)>
<!ELEMENT category (catname, catnameeng, catlang, subcategory+)>
<!ATTLIST category
   catid CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT catname (#PCDATA)>
<!ELEMENT catnameeng (#PCDATA)>
<!ELEMENT catlang (#PCDATA)>
<!ELEMENT subcategory (subcatname, subcatnameeng, subject+)>
<!ATTLIST subcategory
   subcatid CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT subcatname (#PCDATA)>
<!ELEMENT subcatnameeng (#PCDATA)>
<!ELEMENT subject (subname, subdes, subteach, subdate, subdir, subpre, subobjective,
subprog, sublang, subpublicate, subsharable, sub_exe_low, sub_exe_moderate,
sub_exe_high, lo+)>
<!ATTLIST subject
   subid CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT subname (#PCDATA)>
<!ELEMENT subdes (#PCDATA)>
<!ELEMENT subteach (#PCDATA)>
<!ELEMENT subdate (#PCDATA)>
<!ELEMENT subdir (#PCDATA)>
<!ELEMENT subpre (#PCDATA)>
<!ELEMENT subobjective (#PCDATA)>
<!ELEMENT subprog (#PCDATA)>
<!ELEMENT sublang (#PCDATA)>
<!ELEMENT subpublicate (#PCDATA)>
<!ELEMENT subsharable (#PCDATA)>
<!ELEMENT sub_exe_low (#PCDATA)>
<!ELEMENT sub_exe_moderate (#PCDATA)>
<!ELEMENT sub_exe_high (#PCDATA)>
<!ELEMENT lo (loname, lotype, lopartof, loorder, concepts, test_items+)>
<!ATTLIST lo
```

```
    loid CDATA #REQUIRED
    depno1 CDATA #IMPLIED
    depno2 CDATA #IMPLIED
    depno3 CDATA #IMPLIED
    depno4 CDATA #IMPLIED
    depno5 CDATA #IMPLIED
    depno6 CDATA #IMPLIED
    depno7 CDATA #IMPLIED
    depno8 CDATA #IMPLIED
    depno9 CDATA #IMPLIED
    depno10 CDATA #IMPLIED>
<!ELEMENT loname (#PCDATA)>
<!ELEMENT lotype (#PCDATA)>
<!ELEMENT lopartof (#PCDATA)>
<!ELEMENT loorder (#PCDATA)>
<!ELEMENT concepts (conname, conlo, concepts_contenu+, subconcept+, test_items+)>
<!ATTLIST concepts
    conid CDATA #REQUIRED
    connodep1 CDATA #REQUIRED
    connodep3 CDATA #IMPLIED
    connodep4 CDATA #IMPLIED
    connodep5 CDATA #IMPLIED
    connodep6 CDATA #IMPLIED
    connodep7 CDATA #IMPLIED
    connodep8 CDATA #IMPLIED
    connodep9 CDATA #IMPLIED
    connodep10 CDATA #IMPLIED>
<!ELEMENT conname (#PCDATA)>
<!ELEMENT conlo (#PCDATA)>
<!ELEMENT concepts_contenu (cclevel, cccontenu, ccintro, ccconclusion, cctype)>
<!ATTLIST concepts_contenu
    ccid CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT cclevel (#PCDATA)>
<!ELEMENT cccontenu (#PCDATA)>
<!ELEMENT ccintro (#PCDATA)>
<!ELEMENT ccconclusion (#PCDATA)>
<!ELEMENT cctype (#PCDATA)>
<!ELEMENT subconcept (subconname, subconcontenu, test_items+)>
<!ATTLIST subconcept
    subconid CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT subconname (#PCDATA)>
<!ELEMENT subconcontenu (#PCDATA)>
<!ELEMENT test_items (ti_type, ti_text, ti_ans1, ti_correct1, ti_correct2, ti_correct3,
ti_correct4, ti_pretest, ti_exe, ti_posttest)>
<!ATTLIST test_items
    ti_id CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT ti_type (#PCDATA)>
<!ELEMENT ti_text (#PCDATA)>
<!ELEMENT ti_ans1 (#PCDATA)>
<!ELEMENT ti_correct1 (#PCDATA)>
<!ELEMENT ti_correct2 (#PCDATA)>
```

```
<!ELEMENT ti_correct3 (#PCDATA)>
<!ELEMENT ti_correct4 (#PCDATA)>
<!ELEMENT ti_pretest (#PCDATA)>
<!ELEMENT ti_exe (#PCDATA)>
<!ELEMENT ti_posttest (#PCDATA)>
```

الشكل (6-4)، محتوى الملف IWEBISE_SCHEMA.DTD لتوصيف نوع البيانات.

وبناءً على تنسيق المستند DTD السابق، تَمَّ كتابة مستند XML الأساسي وتخزينه علـــى المخدم، يعكس الشكل (6-5) جزءاً من هذا المستند.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<iwebise>
 <category catid="">
  <catname> </catname>
  <catnameeng> </catnameeng>
  <catlang> </catlang>
  <subcategory subcatid=" ">
   <subcatname> </subcatname>
   <subcatnameeng> </subcatnameeng>
   <subject subid=" ">
    <subname> </subname>
    <subdes> </subdes>
    <subteach> </subteach>
    <subdate> </subdate>
    <subdir </subdir>
    <subpre> </subpre>
    <subobjective> </subobjective>
    <subprog> </subprog>
    <sublang> </sublang>
    <subpublicate> </subpublicate>
    <subsharable> </subsharable>
    <sub_exe_low> </sub_exe_low>
    <sub_exe_moderate> </sub_exe_moderate>
    <sub_exe_high> </sub_exe_high>
    <lo loid="1" depno1="0" depno2="0" depno3="0" depno4="0" depno5="0" depno6="0" depno7="0" depno8="0" depno9="0" depno10="0">
     <loname> </loname>
     <lotype> </lotype>
     <lopartof> </lopartof>
     <loorder> </loorder>
     <concepts conid="" connodep1="0" connodep3="0" connodep4="0" connodep5="0" connodep6="0" connodep7="0" connodep8="0" connodep9="0" connodep10="0">
      <conname>Verb to be: Positive Form</conname>
      <conlo> </conlo>
      <concepts_contenu ccid="2">
       <cclevel> </cclevel>
       <ccccontenu> </ccccontenu>
       <ccintro> </ccintro>
       <cccconclusion> </cccconclusion>
```

```
            <cctype> </cctype>
          </concepts_contenu>
          <subconcept subconid="2">
            <subconname> </subconname>
            <subconcontenu> </subconcontenu>



            <test_items ti_id="5">
              <ti_type> </ti_type>
              <ti_text> </ti_text>
              <ti_ans1> </ti_ans1>
              <ti_correct1> </ti_correct1>
              <ti_correct2></ti_correct2>
              <ti_correct3> </ti_correct3>
              <ti_correct4> </ti_correct4>
              <ti_pretest> </ti_pretest>
              <ti_exe> </ti_exe>
              <ti_posttest></ti_posttest>
            </test_items>
          </subconcept>
          <test_items ti_id="">
           …
          </test_items>
       <test_items ti_id="21">
              <ti_type> </ti_type>
              <ti_text> </ti_text>
              <ti_ans1> </ti_ans1>
              <ti_correct1> </ti_correct1>
              <ti_correct2> </ti_correct2>
              <ti_correct3> </ti_correct3>
              <ti_correct4> </ti_correct4>
              <ti_pretest> </ti_pretest>
              <ti_exe> </ti_exe>
              <ti_posttest> </ti_posttest>
      </test_items>
      <test_items ti_id="">
           …
      </test_items>    .....
      </concepts>
      <concepts>
       …..
       </concepts>
     <test_items ti_id="">
           …
      </test_items>
    </lo>
    <lo>
     …
    </lo>
  </subject>
```

```
    <subject>
    ....
    </subject>
  </subcategory>
  <subcategory>
   ……
  </subcategory>

 </category>
 <category>
  ……
 </category>
</iwebise>
```

الشكل (6-5)، تمثيل نموذج المعرفة باستخدام لغة الـــ XML.

6-4-1- النتائج والمناقشة (Results and Discussions)

- لا تعد طريقة الـــ XML بديلاً عن قواعد البيانات، وإنما تكمـــن قيمـــة اســـتخدامها كطريقة في التحويل والتوصيف للمعارف المقرر التي تتمتع بها.
- تشبه الـــ XML لمجموعة السجلات الناتجة عن استعلام يجري على قاعدة البيانات، بحيث تمثل الواسمات (Tags) المختلفة أسماء الحقول في الجداول، فيما توافق القـــيم في الجدول معارف المقرر التي تتواجد بين هذه الواسمات.
- يسمح استخدام لغة الـــ XML في توصيف محتوى المقرر التَّعليمي بـــشكل هيكلـــي باستخدام جذر أساسي وعقد ثانوية بهدف تمثيل مختلف المعارف الخاصة بالمقرر من مفاهيم أساسية وفرعية ووحدات تعليمية، كما تستخدم لفصل محتوى الـــصفحات عـــن تنسيقها وإمكانية الحصول على صفحات مختلفة من حيث المحتوى العلمي والـــروابط التي تربطها مع الصفحات الأخرى، بالإضافة إلى ذلك، تسمح بإعادة توزيع واستخدام المقرر التَّعليمي في أماكن أخرى وضمن نظم أخرى.
- يعد الملف IWEBISE.DTD ملفاً ذا بنية عامة لتمثيل المعارف والوحدات التَّعليمية المتعلقة بمناهج تعليم أي مقرر بشكل عام، أي ليس فقط تَمَّ بناؤه لتوليد نظـــم تعليميـــة لتعليم مقرر واحد بشكل خاص، وإنِّما من أجل تعليم مقررات مختلفة ضمن مجـــالات مختلفة.

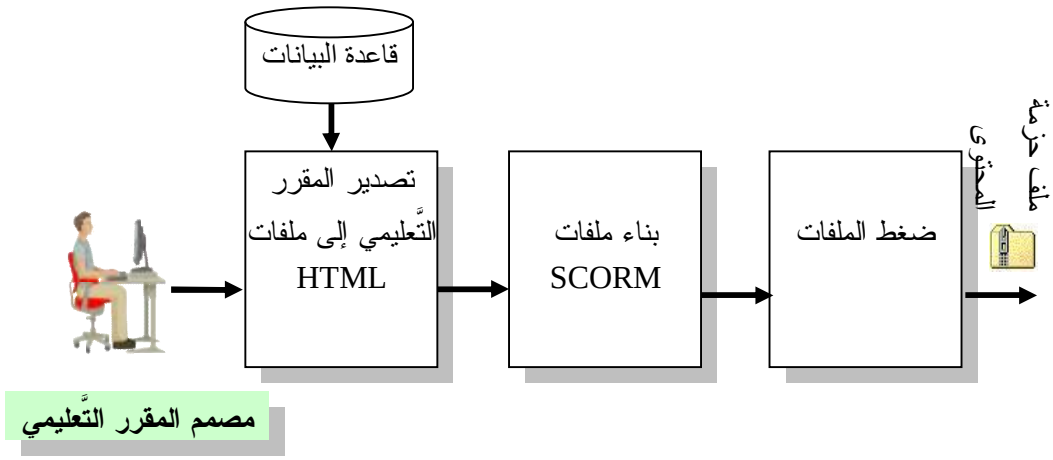
على الرغم من أنَّ طريقة الـــ XML تعد الأفضل في تبادل ونقل البيانات مـــن طريقـــة قواعد البيانات، ولكن لم يتم استخدامها ضمن النظام الـــ IWEBISE عند بناء خريطـــة المقررات، وذلك للأسباب التالية والتي تجعل قواعد البيانات أن تتفوق على الـــ XML:

- تفضيل مصممين المقررات الاحتفاظ بخصوصية بيانات مقرراتهم، لكي لاتكون عرضة للسرقة أو الإطلاع غير المعتمد أو غير المرخص به.
- عدم إمكانيتها التعامل مع البيانات الكبيرة وأنواع البيانات غير النصية مثل الصور و الفيديو.

تَمَّ إضافة أداة تحزيم نموذج المعرفة في حال رغبة مصممين المقررات في نقل مقرراتهم واستخدامها ضمن منصات تعليمية أخرى (فقرة 6-5).

6-5- تحزيم نموذج المعرفة (Domain Model Packaging)

يُستخدم النظام IWEBISE أيضاً كأداة تساعد على تحزيم محتوى المقررات وإنشاء جميع الملفات المطلوبة لتتوافق مع المعيار العالمي SCORM، وذلك بهدف إمكانية تحميل والتعامل مع هذه المقررات التَّعليمية ضمن نظم إدارة التَّعَلُّم المختلفة كـ MOODLE. وتتم عملية التحزيم على عدة مراحل كما هو موضح في الشكل (6-6).



الشكل (6-6)، خطوات مراحل تحزيم نموذج المعرفة لمقرر تعليمي.

6-5-1- مراحل تحزيم نموذج المعرفة باستخدام معيار SCORM (Domain Knowledge Packaging Using SCORM Standard)

أ- تصدير نموذج المعرفة إلى ملفات HTML

يتم بناء صفحة HTML لكل من :

- الخريطة الرئيسية للمقرر والتي تحتوي على الأهداف التَّعليمية.

- مفهوم من المفاهيم الأساسية.
- التمارين الخاصة بكل مفهوم الأساسي.
- الامتحان البعدي الخاص بكل مفهوم الأساسي.
- مفهوم من المفاهيم الفرعية.
- التمارين الخاصة بكل مفهوم فرعي.
- الامتحان البعدي الخاص بكل مفهوم فرعي.

ب- بناء ملفات SCORM

يتم إنشاء ملف الـ imsmanifest.xml اللازم لمعيار SCORM، الذي يحتوي على وصف المقرر وطريقة ترتيب مختلف المفاهيم التَّعليمية وكيفية تعامل نظام إدارة التَّعلُّم معه.

ج- ضغط الملفات

يتم إنشاء ملف مضغوط ذي امتداد (zip.) يحتوي على جميع ملفات HTML وملفات الـ XML وملفات الكائنات التَّعليمية الخاصة بالمقرر كملفات الصور، والفلاشات، وفيديو، والخ.

الخلاصة (Conclusion)

يعد نموذج المعرفة بمنزلة القلب النابض للنظام IWEBISE لأنَّــه يحتــوي علــى كــل الأهداف والمفاهيم التَّعليمية المتعلقة بالمقرر بالإضافة إلــى حــصيلة الخبــرة المكتــسبة والمتاحة للمعلمين. تَمَّ من خلال هذا الفصل استخدام ثلاث طــرق مختلفــة فــي نمذجــة خريطة معارف المقررات التَّعليمية:

1- الشبكة العصبونية الجديدة HBAM التي يمكن أن تفتح آفاقاً جديدة في البحث العلمي ضمن مجالات أخرى كالتعرف على الأشكال والنماذج والصوت، ولكن يعد استخدامها معقد لأنَّها تحتاج إلى تدريب فكل مرة يضيف المعلم هدف تعليمي ما أو مفهوم ما أو وحدة تعليمية ما إلى مقرره، كما تحتاج إلى زمن كبير في عرض خريطة المقرر على الطالب.

2- القواعد البيانات العلائقية باستخدام أحد عشر جدولاً.

3- الــ XML.

تعد طريقة الــ XML هي المثلى لأنه يتم من خلالها فصل المحتوى التَّعليمي عن تنسيقه بحيث يمكن إعادة استخدامه وتوزيعه ضمن أنظمة أخرى، ولكن تَمَّ الاعتماد ضمن النظام الجديد IWEBISE على طريقة قواعد البيانات العلائقيــة لأنَّهــا تمتــاز بالخــصوصية والتعامل مع بيانات كبيرة، وأنواع البيانات غير النصية مثل الصور و الفيديو.

كما تَمَّ عرض في هذا الفصل مراحل تصدير وتحزيم نموذج المعرفة ليتوافق مع المعيــار العالمي SCORM وهي تصدير نموذج المعرفة إلى ملفــات HTML و بنــاء ملفــات SCORM ومن ثُمَّ ضغطها للحصول على ملف (zip) متوافق مــع منــصات تعليميــة أخرى.

الفصل السابع
نموذج الطالب

Chapter VII
Student Model

المقدمة (Introduction)

يشرح هذا الفصل البنية الأساسية لنموذج الطالب المستخدمة ضمن النظام الـ IWEBISE في توليد مقررات ذكية وتكيفية على الشبكة العنكبوتية، حيث يعرض كيفية نمذجة نمط تَعَلُّم طلاب المعهد العالي للغات-جامعة حلب باستخدام نموذج Felder and Silverman، وذلك بهدف تحديد طريقة عرض صفحات المحتوى التَّعليمي بالنسبة لكل طالب. ويعرض أيضاً كيفية نمذجة الحالات المعرفية للطالب المرتبطة بكل هدف أو مفهوم تعليمي ضمن المقرر باستخدام ستة طرق مختلفة في عمليات تصنيف أشعة الطلاب إلى ستة أصناف: ضعيف جداً، وضعيف، ووسط، وجيد، وجيد جداً، وممتاز. هذه الطرق هي: الطريقة التقليدية وطريقة الشبكات العصبونية الـ FBAM والـ ART2 وFuzzy-ART2 وطريقة الـ HMM وأخيراً الطريقة الهجينة – Fuzzy-ART2 HMM. ويركز الفصل على نتائج وجودة أداء كل طريقة ويعرض جدول مقارنة بينهم بهدف اختيار الأنسب واستخدامها بشكل نهائي ضمن النظام الجديد IWEBISE.

7-1- بنية نموذج الطالب (Student Model Architecture)

إنَّ نوع نموذج الطالب المستخدم ضمن النظام الـ IWEBISE هو النموذج الطبقي (Overlay Model)، فمن خلاله يتم نمذجة الخريطة المعرفية الدماغية للطالب والتي تعد جزئية من خريطة المعرفية الدماغية للمعلم (نموذج المعرفة)، وهو ذات بنية مفتوحة (Open Architecture) لأنَّه يسمح للطالب نفسه بنفسه بتغيير حالته المعرفية بالنسبة لكل هدف أو مفهوم تعليمي موجود ضمن المقرر، هذا يساعده على عدم الشعور بقيود يفرضها النظام عليه، وإنَّما تتيح له الدراسة بخطوات واسعة إن أراد. يتألف نموذج الطالب من جزئين:

- الجزء الثابت (Static Part) والذي يحفظ المعلومات الشخصية والعلمية والمهنية للطالب، بالإضافة إلى اسم الدخول وكلمة مروره ومعلومات تتعلق بتسجيله في المقرر. كما يخزن الجزء الثابت إجابات الطالب للاستبانة " دليل نمط التَّعَلُّم " من أجل تحديد أسلوب تعلمه عن طريق تحديد درجات الأفضلية لكل بعد من أبعاد نموذج Felder and Silverman.

يُبنَى هذا الجزء على أربعة جداول (فقرة 7-2)، جدول المستخدمين (Users)، وجدول مجموعة الطلاب (students_group)، وجدول التسجيل (Inscription) و جدول دليل نمط التَّعلُّم (ils).

- الجزء الديناميكي (Dynamic Part) وهو يخزن معلومات تشير إلى مدى فهم الطالب ومستواه المعرفي لأجزاء المنهاج خلال العملية التَّعليمية. هذه المعلومات عبارة عن عدة بارامترات تَمَّ الحصول عليها خلال إبحار الطالب ضمن فضاء المقرر:

  1-عدد الأجوبة الصحيح.

  2- عدد الأجوبة الخاطئة.

  3- الزمن الذي استغرقه الطالب في حل الأسئلة.

  4- الزمن الذي استغرقه الطالب في قراءة مفهوم محدد.

  5- عدد محاولات الطالب للإجابة على سؤال ما.

تعد هذه البارمترات مدخلات لمختلف الخوارزميات المستخدمة في تحديد الحالة المعرفية للطالب والتي تنقسم إلى ست طبقات: ممتاز وجيد جداً وجيد ووسط وضعيف وضعيف جداً.

يُبنَى الجزء الديناميكي على ثلاثة جداول (فقرة 7-2)، جدول تفاعل الطالب مع المقرر (students_interaction)، وجدول إجابات الطالب (test_items_stu) لمختلف الأسئلة للامتحانات القبلية والبعدية والتمارين، جدول الخريطة المعرفية للطالب (students_map).

7-2- جداول نموذج الطالب (Student Model Tables)

لبناء نموذج الطالب تَمَّ بناء الجداول التالية:

7-2-1- جدول المستخدمين (Users Table)

يخزن هذا الجدول المعلومات الشخصية للطلاب ومصممين المقررات التَّعليمية والمعلمين ومسئولين النظام، ويتألف من الحقول التالية:

- معرف المستخدم (UserID): هو حقل مفتاح تـــرقيم تلقـــائي (Auto increment) يدل على رقم المستخدم، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل مستخدم يتم إضـــافته للجدول.
- اسم الدخول (User):حقل نصي (varchar) بطول 6 حروف يخـــزن اســـم دخـــول المستخدم للنظام، وهو حقل مفهرس أساسي، بحيث تكون قيمته فريدة ودون تكرار.
- كلمة المرور (UserPass):حقل نصي (varchar) بطول 10 حروف يخزن كلمـــة دخول المستخدم إلى النظام.
- اسم المستخدم (UserName):حقل نصي (varchar) بطول 15 حرفاً يخزن اســـماء مستخدمي النظام.
- كنية المستخدم (Usersurname):حقل نصي (varchar) بطول 15 حرفـــاً يخـــزن الاسم الثاني لمستخدمي النظام.
- الجنس (UserSex):حقل رقمي (tinyint) يخزن قيمتين "1" أو "2" للدلالـــة علـــى جنس المستخدم من أنثى أو ذكر على التوالي.
- البريد الالكتروني (UserEmail): حقل نصي (varchar) بطول 30 حرفاً، يخـــزن البريد الالكتروني للمستخدمين.
- العنوان (UserAddress):حقل نصي طوبل (text) يخزن عنوان المستخدم.
- الهاتف (UserPhone):حقل نصي (varchar) بطول 20 حرفـــاً، يخـــزن هـــاتف المستخدمين.
- تاريخ الميلاد (UserBirth): حقل من نوع تاريخ (date)، يخـــزن تـــاريخ مـــيلاد المستخدم.
- المؤهل (UserQua): حقل نصي (varchar) بطول 30 حرفاً، يخزن آخر مؤهـــل علمي للمستخدم.
- النوع(UserType): حقل رقمي (tinyint)، يخزن رقم للدلالة على نوع المـــستخدم، توجد 4 مستويات من مستخدمين النظام.
  - 1: مسؤول النظام.
  - 2: المعلم.
  - 3: مصمم المقررات التَّعليمية.

- 4: طالب.

- تاريخ التسجيل (UserInsDate): حقل من توع تاريخ (date) يخزن تاريخ تسجيل المستخدم في النظام.

7-2-2- جدول مجموعة الطلاب (Students' Group Table-*students_group*)

يستخدم هذا الجدول من أجل إدارة مجموعات الطلاب ويتألف من الحقول التالية:

- معرف التسجيل (sgid): هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم سجل تسجيلات المجموعات، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم في كل مرة يتم إنشاء مجموعة ما لمقرر ما.
- اسم المجموعة (sgname): حقل نصي (varchar) بطول 40 حرفاً يخزن اسم المجموعة.
- تاريخ إنشاء المجموعة (sgdate): حقل من توع تاريخ (date) يخزن تاريخ إنشاء المجموعة في النظام.
- صفات المجموعة (sgdes):حقل نصي طويل (text) يخزن شرح مختصر عن المجموعة.

7-2-3- جدول تسجيل الطلاب (Inscription Table-*inscription*)

لايستطيع الطالب أن يقوم بدراسة أي مقرر تعليمي مستفيداً من كل ميزات النظام الذكي، إلاّ بتسجيله فيه، أي يقوم هذا الجدول بربط سجلات الطلاب والمعلمين مع جدول المقررات التَّعليمية ويتألف من الحقول التالية:

- معرف التسجيل (ins_id): هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم سجل تسجيلات الطالب، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم في كل مرة يقوم تسجيل طالب ما على مقرر ما.
- رقم الطالب (ins_stu):هو حقل عدد صحيح طويل (int)، يخزن رقم الطالب الذي قام بالتسجيل على المقرر التَّعليمي.
- رقم المقرر (ins_subject):هو حقل عدد صحيح طويل (int)، يخزن رقم المقرر التَّعليمي الذي يريد الطالب التسجيل عليه.

- تاريخ التسجيل (ins_date): حقل من نوع تاريخ (date) يخزن تاريخ تسجيل الطالب على المقرر التَّعليمي.
- ملاحظات (ins_note): حقل نصي طويل (text) يخزن ملاحظات تسجيل الطالب على المقرر إن وجدت.
- طالب-مقرر (ins_stusubject):حقل نصي (varchar) بطول 10 حروف، يخزن رقم الطالب والمقرر التَّعليمي معاً، وذلك من أجل التأكد من أنَّ نفس الطالب لا يقوم بالتسجيل على نفس المقرر مرتين.
- المعلم (ins_teacher): هو حقل عدد صحيح طويل (int)، يخزن رقم معلم المقرر التَّعليمي.
- رقم المجموعة (ins_group): هو حقل عدد صحيح طويل (int)، يخزن رقم المجموعة لتسجيل الطالب فيها.

7-2-4- جدول دليل نمط التَّعَلُّم (*ils*-Index Learning Style Table)

يخزن هذا الجدول إجابات الطالب لاستبانة "دليل نمط التَّعلُّم " من أجل تحديد أسلوب تعلمه، يتألف من 50 حقل وهم:

- معرف الاستبانة (ilsid): هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم الاستبانة، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل استبانة يتم إضافتها للجدول.
- الطالب (ilsstu): هو حقل عدد صحيح طويل (int)، يخزن رقم الطالب الذي قام بالإجابة على الاستبانة.
- تَمَّ تعريف 44 حقلاً لكل سؤال من أسئلة الاستبانة كالتالي: (ilsq1, ilsq2, ilsq3,…,ilsq44). وهي حقول نصية (char) بطول حرف واحد وتأخذ قيمتين "a" أو "b" للدلالة على الجواب الأول أو الثاني على التوالي.
- البعد الأول (ilsact_ref): حقل رقمي (tinyint) يخزن نتيجة الطالب للاستبانة بالنسبة للبعد العملي – التأملي (فقرة 7-4).
- البعد الثاني (ilssen_intui): حقل رقمي (tinyint) يخزن نتيجة الطالب للاستبانه بالنسبة للبعد الحسي-الحدسي (فقرة 7-4).

- البعد الثالث (ilsvis_verb): حقل رقمي (tinyint) يخزن نتيجة الطالب للاستبانه بالنسبة للبعد اللفظي – المرئي (فقرة 7-4).
- البعد الرابع (ilsseq_glob): حقل رقمي (tinyint) يخزن نتيجة الطالب للاستبانه بالنسبة للبعد التسلسلي – الكلي (فقرة 7-4).

7-2-5- جدول إجابات الطالب (*test_items_stu*- Student Responses Table)

يخزن هذا الجدول أجوبة الأسئلة التي أجاب عليها الطالب خلال تقدمه إلى الامتحان القبلي أو البعدي أو حله للتمارين. يتألف من الحقول التالية:

- معرف السؤال (tis_id):هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم السؤال، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل سؤال يقوم بالإجابة عليه الطالب.
- رقم السؤال (tis_ti_id): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم السؤال المخزن في جدول (test_items) ضمن نموذج المعرفة.
- رقم الطالب (tis_stu): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم الطالب الذي يقوم بالإجابة على السؤال.
- الجواب 1 (tis_ans1) : حقل نصي (varchar) يخزن إجابة الطالب على السؤال في حالة إذا كان السؤال من النوع (1، 2، 4، 5).
- الجواب 2 (tis_ans2) : حقل رقمي (tinyint) يستخدم فيما إذا كان نوع السؤال (3)، ويخزن رقم واحد أو صفر للدلالة على أن قد قام الطالب باختيار الجواب الثاني للسؤال أو لا على التوالي.
- الجواب 3 (tis_ans3) : حقل رقمي (tinyint) يستخدم فيما إذا كان نوع السؤال (3)، ويخزن رقم واحد أو صفر للدلالة على أن الطالب قد قام باختيار الجواب الثالث للسؤال أو لا على التوالي.
- الجواب 4 (tis_ans4) : حقل رقمي (tinyint) يستخدم فيما إذا كان نوع السؤال (3)، ويخزن رقم واحد أو صفر للدلالة على أن قد قام الطالب باختيار الجواب الرابع للسؤال أو لا على التوالي.
- صحيح (tis_correct): حقل رقمي (tinyint) تكون قيمته الواحد فيما إذا كان الجواب على السؤال صحيحاُ أوالصفر في الحالة المغايرة.

- زمن (tis_time): حقل من نوع وقت (time) يخزن عدد الثواني التي استغرقها الطالب في الإجابة على السؤال.
- عدد المحاولات (tis_attempts):حقل رقمي (tinyint) يخزن عدد المرات التي حاول فيها الطالب الإجابة على السؤال.

7-2-6- جدول تفاعل (صفات) الطلاب (Student's Interaction - *students_interaction*)

يسمح جدول صفات الطلاب بتخزين معلومات الطلاب التي تَمَّ تجميعها خلال تفاعلهم مع النظام، ويتألف من الحقول التالية:

- معرف سجل صفات الطالب (is_id):حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم سجل صفات الطالب، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد سجل في كل مرة يتفاعل الطالب مع النظام.
- رقم المفهوم (is_concept): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المفهوم التَّعليمي.
- نوع المفهوم (is_type):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم نوع المفهوم التَّعليمي.
- رقم الطالب (is_stu):حقل عدد صحيح طويل (int)، يخزن رقم الطالب الذي يقوم بالتفاعل مع مفهوم ما من مفاهيم المقرر التَّعليمي.
- تاريخ الدخول (is_accessdate): حقل تاريخ (date)، يخزن تاريخ تفاعل الطالب مع مفهوم ما من مفاهيم المقرر التَّعليمي.
- عدد الأجوبة الصحيحة (is_NCA): حقل عدد صحيح صغير (tinyint)، يخزن عدد الأسئلة التي أجاب الطالب عليها بشكل صحيح.
- عدد الأجوبة الخاطئة (is_NICA): حقل عدد صحيح صغير (tinyint)،يخزن عدد الأسئلة التي أجاب الطالب عليها بشكل خاطئ.
- زمن حل الأسئلة (is_TSSQ): حقل عدد صحيح طويل (tinyint)، يخزن متوسط الزمن الذي استغرقه الطالب في حل الأسئلة المرتبطة بمفهوم ما من مفاهيم المقرر التَّعليمي.

- زمن قراءة المفهوم (is_TSR): حقل عدد صحيح طويل (tinyint)، يخزن متوسط الزمن الذي استغرقه الطالب في قراءة مفهوم ما من مفاهيم المقرر التَّعليمي.
- عدد المحاولات (is_NAAQ): حقل عدد صحيح طويل (tinyint)، يخزن متوسط عدد المرات التي حاول فيها الطالب الإجابة على الأسئلة المرتبطة بمفهوم ما من مفاهيم المقرر التَّعليمي خلال الجلسة الواحدة.

7-2-7- جدول الخريطة المعرفية للطلاب (Student's Knowledge Map Table (-*student_map*)

يتم تخزين في هذا الجدول خريطة المقرر التعليمي الخاصة والمفصلة حسب المستوى التعليمي لكل طالب، حيث كل سجل يمثل عقدة من العقد الموجودة في الخريطة. يتألف هذا الجدول من الحقول التالية:

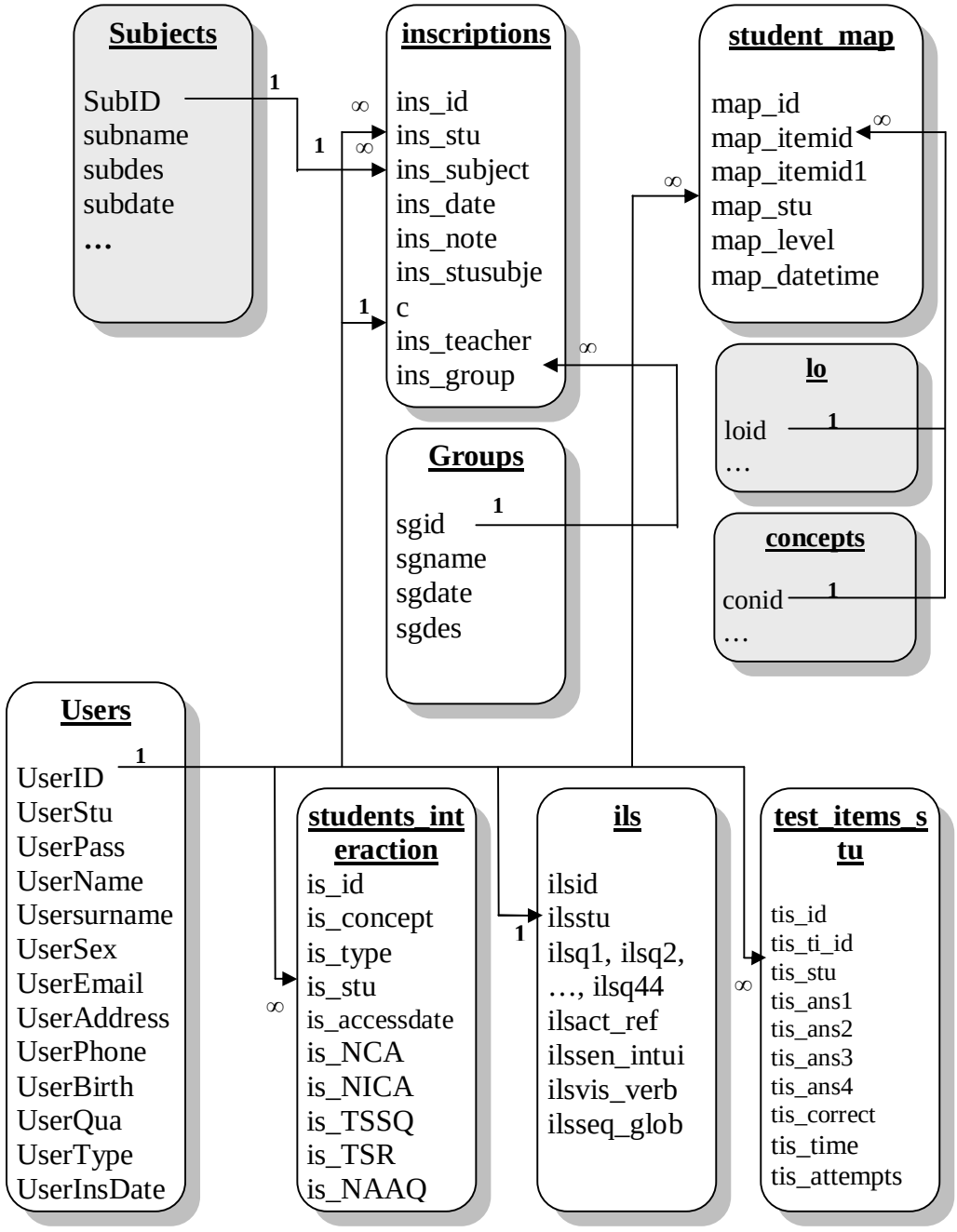
- معرف الخريطة (map_id):حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم سجل عقدة من عقد الخريطة، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد سجل في كل مرة يتفاعل الطالب مع النظام.
- رقم بند الخريطة (map_itemid):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المفهوم التعليمي الأساسي أو الفرعي.
- نوع بند الخريطة (map_itemid1):حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن نوع المفهوم التعليمي إن كان أساسي أو فرعي.
- رقم الطالب (map_stu):حقل عدد صحيح طويل (int)، يخزن رقم الطالب الذي يقوم بالتفاعل مع مفهوم ما من مفاهيم المقرر التعليمي.
- المستوى (map_level):حقل رقمي (tinyint) يخزن مستوى الطالب بالنسبة لمفهوم تعليمي ضمن الخريطة.
- تاريخ ووقت (map_datetime): حقل من نوع (datetime) يخزن تاريخ ووقت تفاعل الطالب مع المقرر التعليمي من أجل تحديد مستواه الجديد بالنسبة لكل مفهوم من المفاهيم.

وتكون العلاقات مابين كل الجداول المذكورة سابقاً هي علاقة (1- ∞)، حيث يفصل الجدول (7-1) هذه العلاقات مع مثال لكل واحدة منها، كما يوضح الشكل (7-1) بنية جداول نموذج الطالب والعلاقات الموجودة فيما بينهم.

الجدول (7-1)، العلاقات الموجودة مابين جداول نموذج الطالب.

اسم الجدول (1) اسم الحقل (1)	اسم الجدول (2) اسم الحقل (2)	الشرح
المستخدمين UserID	تفاعل الطلاب is-stu	كل سجل طالب من جدول المستخدمين يمكن أن يكون مربوطاً مع عدة سجلات من جدول تفاعل الطلاب. مثال: كل مرة يتفاعل الطالب مع النظام يتم تخزين سجل يحتوي على عدد الأجوبة الصحيحة والخاطئة، وزمن حل الأسئلة وقراءة مفهوم ما، وعدد المحاولات التي قام بها خلال الحل.
المستخدمين UserID	دليل نمط التَّعَلُّم ilsstu	كل سجل طالب من جدول المستخدمين له سجل واحد في جدول دليل نمط التَّعَلُّم الذي يخزن إجاباته على استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم".
المستخدمين UserID	جدول إجابات الطالب tis-stu	كل سجل طالب من جدول المستخدمين مرتبط مع عدة سجلات مع جدول إجابات الطالب.
المستخدمين UserID	جدول تسجيل الطلاب ins-stu	كل سجل طالب من جدول المستخدمين مرتبط مع عدة سجلات من جدول تسجيل الطلاب. مثال: يمكن لطالب واحد أن يسجل على عدة مقررات.
المستخدمين UserID	جدول تسجيل الطلاب ins-teacher	كل سجل معلم من جدول المستخدمين مرتبط مع عدة سجلات من جدول تسجيل الطلاب. مثال: يمكن لمعلم واحد أن يدرس عدة مقررات.
المستخدمين UserID	جدول الخريطة المعرفية للطلاب map_stu	كل سجل طالب من جدول المستخدمين مرتبط مع عدة سجلات من جدول الخريطة المعرفية للطلاب التي تخزن الحالة المعرفية له بالنسبة لكل مفهوم من

		مفاهيم المقرر.
مجموعات الطلاب sgid	جـــدول تـــسجيل الطلاب ins-group	كل مجموعة من الطلاب تحتوي على عدة ســـجلات لطلاب مسجلين في مقرر ما.



الشكل (7-1)، بنية جداول نموذج الطالب.

7-3- مراحل بناء نمـــوذج الطالـــب (Student Modeling Building Phases)

7-3-1- مرحلة التهيئة (Initialization Phase)

يتم تهيئة نموذج طالب جديد من خلال ثلاث خطوات:

- تعبئة استمارة التسجيل من معلومات شخصية وعلمية وتحديد اســم الــدخول وكلمــة المرور للطالب. تتخزن معلومات هذه الاستمارة ضمن جدول "المستخدمين".
- الإجابة على استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم" من أجل تحديد أسلوب تَعَلُّــم الطالــب حــسب نموذج **Felder and Silverman**. تتخزن معلومات هذه الاســتمارة فــي جــدول "دليل نمط التَّعَلُّم".
- تقديم امتحان قبلي (Pre-test) من أجل تحديد الحالة المعرفية المبدئية للطالب بالنسبة للمفاهيم المختلفة للمقرر التَّعليمي وتحديد عقد الخريطة المفاهيم الخاصــة بالطالــب. تتخزن نتائج الامتحان القبلي في جدول "إجابات الطالب" ويتم توليد ســجلات (عقــد) ضمن جدول الخريطة المعرفية للطالب تخزن الحالات المعرفية للطالب بالنسبة لكــل مفهوم من مفاهيم المقرر.

7-3-2- مرحلة التحديث (Update Phase)

يتم تحديث الحالة المعرفية للطالب من خلال الخطوات التالية:

- توليد سجلات في جدول "تفاعل الطالب" في كل مرة يتفاعل الطالب فيها مع النظام.
- حساب حالته المعرفية الحالية الجديدة المرتبطة بمختلــف أهــداف ومفــاهيم المقــرر التَّعليمي.
- تحديث "الخريطة المعرفية" وفق الحالة المعرفية الجديدة للطالب بالنسبة لكل جزء من أجزاء المقرر.

7-4- آلية نمذجــة نمــط تَعَلُّــم الطالــب (Mechanism of Student Learning Style Modeling)

يتم عرض المحتوى التَّعليمي لمختلف مفاهيم المقرر التَّعليمــي حــسب صــفات الطالــب وتفضيلاته التي يتم تحديدها من خلال إجاباته على الأسئلة المقدمة له عن طريق اســتبانة

"دليل نمط التَّعَلُّم" حسب نموذج **Felder and Silverman**. يتم تطبيق عملية تكيف المحتوى وفق نمط تَعَلُّم الطالب مستخدماً البارمترات التالية:

- عدد الأمثلة المقدمة.
- عدد التمارين المقدمة.
- تقديم الأمثلة قبل أو بعد المحتوى.
- توضع التمارين قبل أو بعد المحتوى.
- توضع الامتحان الذاتي قبل أو بعد المحتوى.
- تقديم مخطط تمهيدي للهدف التَّعليمي المركب قبل أو بعد المحتوى.
- توضع الملخص قبل أو بعد المحتوى.

ومما تقدم في الفقرة (2-7-3)، يمكن تلخيص عملية تكيف المحتوى باستخدام البارمترات السابقة كما هو موضح في الجدول (7-2).

الجدول (7-2)، ترتيب بارمترات التكيف وفق أبعاد نموذج Felder and Silverman

<u>الأسلوب العملي</u> - امتحان بعدي قبل وبعد المحتوى. - تمارين كثيرة. - أمثلة قليلة قبل المحتوى. - المخطط التمهيدي في بداية المقرر فقط. - الملخص في نهاية الهدف التَّعليمي.	<u>الأسلوب التأملي</u> - امتحان بعدي بعد المحتوى. - تمارين قليلة. - أمثلة كثيرة وبعد المحتوى. - المخطط التمهيدي مابين مختلف المفاهيم التَّعليمية. - الملخص في نهاية المحتوى.
<u>الأسلوب الحسي</u> - امتحان بعدي بعد المحتوى. - تمارين كثيرة وبعد المحتوى. - أمثلة كثيرة وقبل المحتوى.	<u>الأسلوب الحدسي</u> - امتحان بعدي قبل المحتوى. - تمارين قليلة وقبل المحتوى. - أمثلة قليلة وبعد المحتوى.

الأسلوب التسلسلي	الأسلوب الكلي
- امتحان بعدي بعد المحتوى. - تمارين بعد المحتوى. - أمثلة بعد المحتوى. - المخطط التمهيدي في بداية المحتوى. - الملخص في نهاية المحتوى.	- امتحان بعدي قبل المحتوى. - تمارين قبل المحتوى. - أمثلة قبل المحتوى. - المخطط التمهيدي في بداية ومابين وفي نهاية المحتوى. - الملخص قبل المحتوى.

فبالنسبة لنموذج Felder and Silverman لاينتمي الطالب إلى نمط تَعَلُّم محدد، وإنَّما يمكن أن يتعلم مستخدماً مزيج من أنماط التَّعَلُّم، أي يمكن أن يكون عملياً يحب القيام بالتجارب ولايهتم بالأمثلة المقدمة له، أو حسياً يركز على دراسة البيانات والحقائق التي تحتاج إلى دراسة الكثير من الأمثلة في نفس الوقت، ولحل هذا الالتباس، تَمَّ تطوير آلية لتحديد تفضيلات الطالب بالضبط من أجل التحكم بطريقة عرض محتوى الصفحات التَّعليمية:

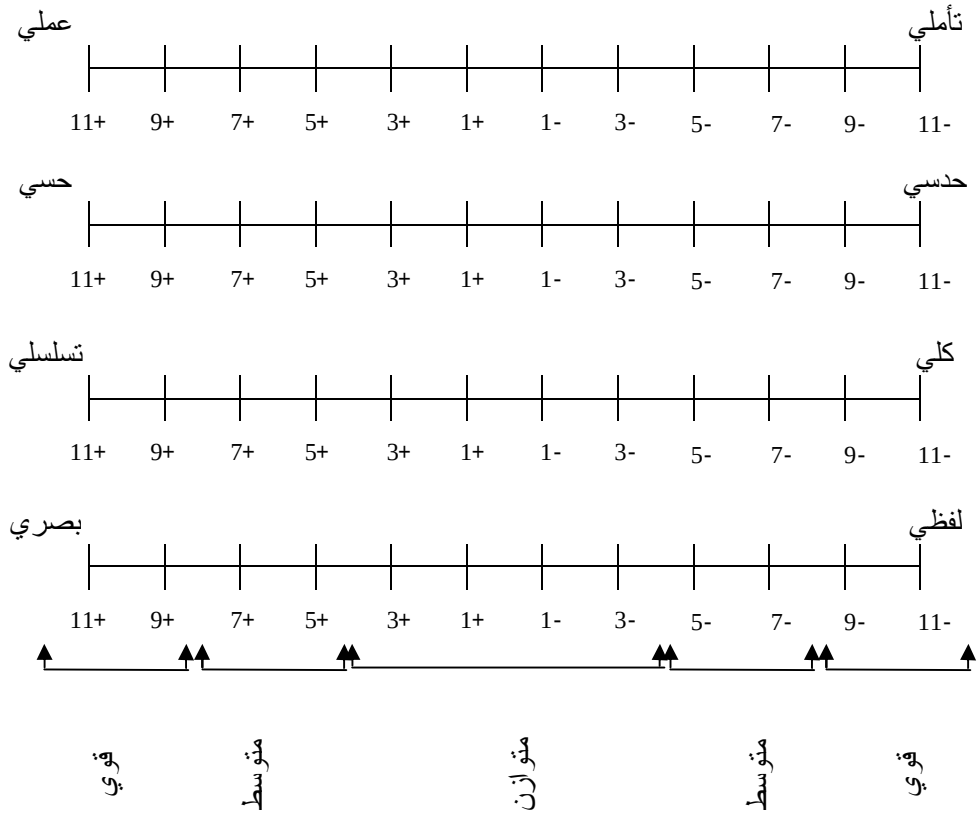
1. تَمَّ تحديد علاقة البارمترات المستخدمة في عملية التكيف مع أنماط التَّعَلُّم. يلخص الجدول (7-3) هذه العلاقة مستخدماً ثلاثة أنواع من العلاقات [63]:
   - يدل الرقم (+1) على استخدام البارمتر مع نمط التَّعَلُّم.
   - يدل الرقم (-1) على تجنب استخدام البارمتر مع نمط التَّعَلُّم.
   - يدل الرقم (0) على أنَّ البارمتر ليس له أي تأثير على نمط التَّعَلُّم.

الجدول (7-3)، علاقة بارمترات التكيف مع أنماط التَّعَلُّم وفق نموذج Felder and Silverman.

بارمترات تكيف المحتوى	العملي	التأملي	الحسي	الحدسي	التسلسلي	الكلي
عدد كبير من الأمثلة	1-	0	1+	1-	0	1+
عدد كبير من التمارين	1+	1-	1+	1-	0	0
الأمثلة قبل المحتوى	0	1-	1+	1-	1-	0
التمارين قبل المحتوى	0	1-	1-	1+	1-	1+
توضع الامتحان الذاتي قبل المحتوى	1+	1-	1-	1+	1-	1+

تقديم مخطط تمهيدي مابين المفاهيم التَّعليمية	-1	+1	0	-1	1-	1+
توضع الملخص بعد المحتوى	-1	+1	0	0	1+	1-
توضع الملخص بعد نهاية المفهوم المركب	+1	-1	0	0	1+	1-

2. تحديد أنماط تَعَلُّم الطالب عن طريق تحليل إجاباته على استبانة الـ (ILS) والمؤلفة من 44 سؤال، بحيث كل 11 سؤال خاص ببعد ما، وكل سؤال ذو خيارين (أ) و(ب) والموضح في الفقرة (2-7-3) والملحق الأول. يُعبَّر عن نمط الـتَّعَلُّم بقيم تتراوح مابين +11 و -11 لكل بُعد، تتدرج بـ +2 أو -2 للحصول على ثلاث درجات من الأفضلية: القوية والمتوسطة والمتوازنة. يُبَيِّن الشكل (2-7) هذه الدرجات .



الشكل (2-7)، مقياس تدرج الأفضلية لتحديد أسلوب تعلُّم الطالب حسب نموذج Felder and Silverman

3. تخصيص وزن لكل مجال كمايلي:

- قوي (Strong) بقيمة (2) للدلالة على القيم التي تتراوح ما بين +9 و+11 أوما بين -11 و -9.

- معتدل (Moderate) بقيمة (1) للدلالة على القيم التي تتراوح ما بين +7 و+5 أوما بين -5 و-7.
- متوازن (Balanced) بقيمة (0) للدلالة على القيم التي تتراوح ما بين+3 و-3.

4. يتم ضرب الوزن بنوع العلاقة الموجودة في الجدول (7-3) حسب نمط التَّعَلُّم المحدد، ومن ثُمَّ جمع كل القيم للحصول على كيفية تطبيق بارمتر ما من البارمترات التكيف المذكورة سابقاً. فإذا كانت القيمة النهائية التي تَمَّ الحصول عليها:
   - موجبة: هذا يعني بأنَّ شدة درجة التفضيل قوية جداً.
   - الصفر: هذا يعني بأنَّ شدة درجة التفضيل متوسطة (لايهم كيفية تطبيق النمط، قبل أو بعد، أو كثير أو قليل).
   - سالبة: هذا يعني بأنَّ شدة درجة التفضيل ضعيفة جداً.

فعلى سبيل المثال إذا كانت نتيجة الاستبانة لطالب ما هي كمايلي:

- البعد العملي-التأملي: +9.
- البعد الحسي-الحدسي: +7.
- البعد التسلسلي-الكلي: -3.

فيكون أسلوب تَعَلُّم الطالب هو مزيج من ثلاثة أنماط: عملي وحسي وكلي في نفس الوقت، فلحساب عدد التمارين المناسب له على سبيل المثال يكون على الشكل التالي:

- عملي: (+1*2=2).
- حسي: (+1*1=1).
- كلي: (0*0=0).

فيكون المجموع هو 3 وهذه قيمة موجبة تدل على أن يجب تقديم عدد كبير من التمارين.

7-4-1- النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

تَمَّ توزيع 1000 استبانة لطلاب اللغات الإنكليزية والفرنسية والألمانية في المعهد العالي للغات في جامعة حلب، وذلك من أجل تحديد النمط القياسي لتعلم طالب جامعة حلب للغة الأجنبية. يستخدم هذا النمط القياسي في حالة تخطي الطالب لاستبانه "دليل نمط التَّعَلُّم".

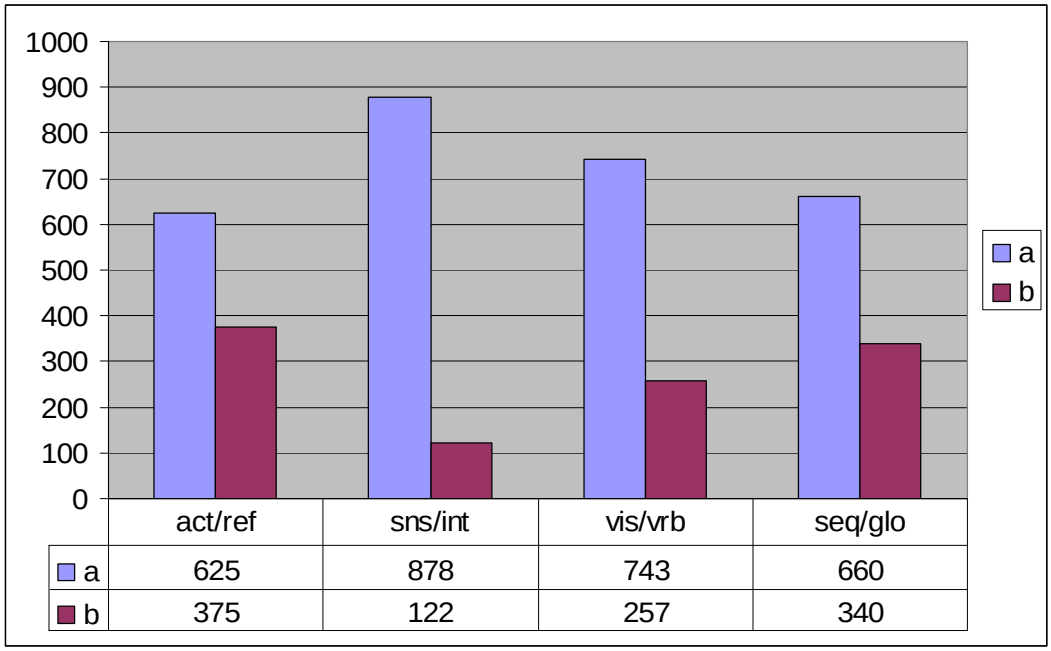
يعرض الجدول (7-4) عينة عن إجابات الطالب رقم (1) من الملحق الثاني، كما يعرض الشكل (7-3) المخطط البياني لنتائج الاستبانات الموزعة.

الجدول (7-4)، نتائج استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم" لطالب ما.

عملي- تأملي		حسي - حدسي		بصري - لفظي		تسلسلي - كلي
1-ب		2-ب		3-أ		4-ب
5-أ		6-أ		7-أ		8-ب
9-أ		10-أ		11-أ		12-ب
13-أ		14-أ		15-أ		16-ب
17-ب		18-أ		19-أ		20-ب
21-أ		22-ب		23-ب		24-أ
25-أ		26-ب		27-أ		28-ب
29-أ		30-ب		31-ب		32-ب
33-ب		34-أ		35-ب		36-ب
37-أ		38-أ		39-أ		40-ب
41-ب		42-أ		43-أ		44-أ
أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب
7	4	7	4	8	3	2	9
3+		3+		5+		7-	

وتكون نتيجة الاستبانة لهذا الطالب هي كمايلي:

- البعد العملي- التأملي: +3، يعد الطالب متوازناً مابين عملي وتأملي.
- البعد الحسي- الحدسي: +3، يعد الطالب متوازناً مابين حسي وحدسي.
- البعد بصري- لفظي: +5، يعد الطالب معتدلاً في دراسة المحتوى التَّعليمي باستخدام الوسائل المرئية.
- البعد التسلسلي- الكلي: -7، يعد الطالب معتدلاً في دراسة المحتوى التَّعليمي بطريقة شمولية.



	act/ref	sns/int	vis/vrb	seq/glo
a	625	878	743	660
b	375	122	257	340

الشكل (7-3)، المخطط البياني لنتائج استبانة "دليل نمط التَّعلُّم".

يمكن ملاحظة من الشكل (7-3) بأنَّ طلاب جامعة حلب هم عمليــون بنــسبة 62.5 % وحسيون بنسبة 87.8% ويفضلون أن يعرض محتوى المقرر عليهم باســتخدام الوســائل المرئية، كالأفلام والخرائط والمخططات البيانية والصور بنسبة 74.3%، كما يفــضلون أيضاً دراسة أجزاء المقرر بطريقة تسلسلية بنسبة 66%.

يعرض الشكل (7-4) نسبة إجابات الطلاب على كل سؤال من أسئلة الاستبانة من أجــل استنتاج الشكل الافتراضي للاستبانة والمعروضة في الجدول (7-5).

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
أ	%66	%57	%74	%60	%51	%91	%56	%69	%85	%94	%65
ب	%34	%43	%26	%40	%49	%9	%44	%31	%15	%6	%35

رقم السؤال	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
أ	%82	%67	%64	%73	%62	%18	%91	%80	%50	%47	%61
ب	%18	%33	%36	%27	%38	%82	%9	%20	%50	%53	%39

رقم السؤال	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
أ	%45	%57	%38	%30	%40	%27	%80	%38	%53	%44	%58
ب	%55	%43	%62	%70	%60	%73	%20	%62	%47	%56	%42

رقم السؤال	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
أ	%67	%44	%70	%65	%93	%64	%33	%40	%60	%84	%70
ب	%33	%56	%30	%35	%7	%36	%67	%60	%40	%16	%30

الشكل (7-4)، جداول نسبة إجابات الطلاب على استبانة (ILS) حسب كل سؤال.

الجدول (7-5)، الأجوبة الافتراضية لاستبانه "دليل نمط التَّعَلُّم".

عملي- تأملي		حسي- حدسي		بصري - لفظي		تسلسلي - كلي	
1-أ		2-أ		3-أ		4-أ	
5-أ		6-أ		7-أ		8-أ	
9-أ		10-أ		11-أ		12-أ	
13-أ		14-أ		15-أ		16-أ	
17-ب		18-أ		19-أ		20-ب	
21-ب		22-أ		23-ب		24-أ	
25-ب		26-ب		27-ب		28-ب	
29-أ		30-ب		31-أ		32-ب	
33-أ		34-أ		35-ب		36-أ	
37-أ		38-أ		39-أ		40-ب	
41-ب		42-أ		43-أ		44-أ	
أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب
7	4	8	2	8	3	7	4
3+		6+		5+		3+	

وتكون نتيجة الاستبانة الافتراضية هي كمايلي:

- البعد العملي- التأملي: +3، يعد الطالب متوازناً عملياً.

- البعد الحسي- الحدسي: +6، يعد الطالب معتدلاً حسياً.
- البعد البصري- اللفظي: +5، يعد الطالب معتدلاً مرئياً.
- البعد التسلسلي- الكلي: +3، يعد الطالب متوازناً تسلسلياً.

واعتماداً على الجدول (7-3) تَمَّ حساب درجات التفضيل بالنسبة لكل بارمتر من بارمترات المعتمد عليها في تكيف صفحة المحتوى كما هو موضح في الجدول (7-6).

الجدول (7-6)، درجات التفضيل النهائية والمستخدمة في عملية تكييف المحتوى.

بارمترات تكيف المحتوى	عملي	حسي	تسلسلي	المجموع	درجة التفضيل
عدد الأمثلة	-1*0=0	+1*1=1	0*0=0	1	قوية
عدد التمارين	+1*0=0	+1*1=1	0*0=0	1	قوية
الأمثلة قبل المحتوى	0*0=0	+1*1=1	-1*0=0	1	قوية
التمارين قبل المحتوى	0*0=0	-1*1=-1	-1*0=0	1-	ضعيفة
توضع الامتحان البعدي قبل المحتوى	+1*0=0	-1*1=-1	-1*0=0	1-	ضعيفة
تقديم مخطط تمهيدي مابين المفاهيم التَّعليمية	-1*0=0	0*1=0	-1*0=0	0	متوسطة
توضع الملخص بعد المحتوى	-1*0=0	0*1=0	+1*0=0	0	متوسطة
توضع الملخص بعد نهاية المفهوم المركب	+1*0=0	0*1=0	+1*0=0	0	متوسطة

من الجدول السابق يمكن استنتاج النمط القياسي المستخدم ضمن النظام الجديد IWEBISE في حالة تخطي الطالب لاستبانه "دليل نمط التَّعَلُّم"، وذلك من خلال نمط تَعَلُّم طلاب معهد العالي للغات في جامعة حلب:

- قراءة عدد كبير من الأمثلة.
- حل عدد كبير من التمارين.
- قراءة الأمثلة قبل المحتوى التَّعليمي.

- توضع التمارين بعد المحتوى التَّعليمي.
- توضع الامتحان البعدي بعد المحتوى التَّعليمي.
- لا يهم متى يتم تقديم المخطط التمهيدي قبل، أو بعد، أو مابين المفاهيم التَّعليمية.
- لا يهم قراءة الملخص قبل أو بعد مفهوم المحتوى التَّعليمي.
- قراءة الملخص قبل أو بعد كل مفهوم مركب.
- نوع المحتوى مرئي.

7-5- آلية نمذجة الحالة المعرفية للطالب (Mechanism of Student Knowledge Status Modeling)

خلال تفاعل الطلاب مع النظام تَمَّ الحصول على 2000 سجل (شعاع) استخدموا من أجل تقييم الطالب وتحديد حالته المعرفية في كل لحظة، يُبَيِّن الجدول (7-7) أمثلة على سجلات جدول تفاعل الطالب.

الجدول (7-7)، أمثلة عن سجلات جدول "تفاعل الطلاب".

رقم السجل	عدد الأجوبة الصحيحة	عدد الأجوبة الخاطئة	زمن حل الأسئلة	زمن قراءة المفهوم	عدد المحاولات
1	3	4	546	10	9
2	7	1	479	413	2
3	3	3	170	1712	9
4	5	10	600	1324	2
5	2	4	274	296	4
…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…

يمكن الملاحظة من الجدول السابق (7-7) أنَّه من الصعب جداً استنتاج قوانين عامة من أجل تصنيف هذه الأشعة، فلذلك تَمَّ استخدام ستة طرق مختلفة لتصنيفهم بغية تحديد الأفضل لاستخدامها بشكل دائم ضمن النظام الجديد IWEBISE:

- الطريقة التقليدية (المقالة المنشورة رقم 1).

- طريقة الشبكة العصبونية Fuzzy Bidirectional Associative Memory-FBM (المقالة 5).
- طريقة الـــ ART2 (المقالات المنشورة 1، 9).
- طريقة الـــ Fuzzy-ART (المقالات المنشورة 6، 7).
- طريقة نماذج ماركوف المخفية (المقالات المنشورة 3، 9).
- الطريقة الهجينة Fuzzy-ART2/HMM (المقالة المنشورة 7).

7-5-1- الطريقة التقليدية (Traditional Method)

من خلال هذه الطريقة تَمَّ استخدام معدلين جديدين، معدل الإجابة على الأســئلة ومعــدل الزمن من أجل حساب معدل الطالب النهائي، وذلك وفق العلاقات التالية (7-1) و (7-2) و(7-3). أعطت التجارب القيم الموضحة في الجدول (7-8).

- معدل الإجابة على الأسئلة= (عدد الإجابــات الــصحيحة-عــدد الإجابــات الخاطئة)/عدد الأسئلة (7-1)
- معدل الزمن= (زمن حل الأسئلة+زمن قراءة مفهوم ما) /الــزمن القياســي (المحدد من قبل المعلم) (7-2)
- معدل الطالب النهائي= معدل الإجابة على الأسئلة* معدل الزمن (7-3)

الجدول (7-8)، نتائج الطريقة التقليدية.

#	معدل الإجابة على الأسئلة	معدل الزمن	معدل الطالب	الحالة المعرفية
1	-0.14286	0.617778	-0.08825	ضعيف
2	0.75	0.991111	0.743333	جيد جداً
3	0	2.091111	0	وسط
4	-0.33333	2.137778	-0.71259	ضعيف
5	-0.33333	0.633333	-0.21111	ضعيف
…	…	…	…	
1499	-0.5	1.127778	-0.56389	ضعيف
1500	0.2	1.441111	0.288222	جيد

7-5-1-1- النتائج والمناقشة (Results and Discussions)

تَمَّ استخدام 2000 شعاع من صفات الطالب (جدول 7-7)، وأعطت التجارب التصنيف التالي:

- ضعيف جداً: إذا كان معدل الطالب أصغر أو يساوي (-0.8).
- ضعيف: إذا كان معدل الطالب أكبر من (-0.8) وأصغر أو يساوي (-0.060).
- وسط: إذا كان معدل الطالب أكبر من (-0.060) و أصغر أو يساوي (0.2).
- جيد: إذا كان معدل الطالب أكبر من (0.2) وأصغر أو يساوي (0.6).
- جيد جداً: إذا كان معدل الطالب أكبر من (0.6) وأصغر أو يساوي (1.3).
- ممتاز: إذا كان معدل الطالب أكبر من (1.3).

يعكس العمود الأخير من الجدول (7-8) نتيجة هذا التصنيف.

- إنَّ القواعد التي تَمَّ استخدمها في الطريقة التقليدية من أجل تصنيف الحالات المعرفية للطالب، يمكن أن تكون مختلفة من معلم إلى معلم آخر، وهذا ما يؤدي إلى عدم تقييم الطالب بشكل صحيح وبشكل عام، فبالتالي يتم أو لايتم تخطيط وعرض خريطة المنهاج بشكل دقيق وصحيح حسب حاجة الطالب، لذا تَمَّ اللجوء إلى استخدام طريقة جديدة في التعرف والتصنيف لبارمترات الطالب تستخدم الشبكة العصبونية تحت الإشراف FBAM.

7-5-2- تسوية أشعة الدخل (Input Normalization)

تهدف مرحلة تسوية أشعة الدخل إلى الحصول على أشعة تكون قيمها ما بين الصفر والواحد، ويتم ذلك بتطبيق المعادلة التالية (7-4).

$$x_i = \frac{x_i}{\sum_{j=0}^{n} x_j} \qquad (4\text{-}7)$$

تمثل n هنا عدد بارمترات الطالب وهي 5 بارمترات وتتمثل بـ x وهي:

- عدد الأجوبة الصحيحة.
- وعدد الأجوبة الخاطئة.
- زمن حل الأسئلة.

- زمن قراءة مفهوم محدد.
- عدد المحاولات للإجابة على سؤال ما.

ملاحظة: وتَمَّ تحديد عتبة لزمن حل الأسئلة بـــ 600 ثانية وعتبة لزمن قراءة مفهوم محدد بـــ 1200 ثانية، وذلك بهدف تجنب بطء اتصال الانترنت خلال عمليـــة الـــتَّعَلُّم الـــذاتي للطالب.

فعند تسوية أشعة الدخل تحول الجدول (7-7) إلى الجدول (7-9)،

الجدول (7-9)، نتائج عملية التسوية لأشعة الدخل.

#	عدد الأجوبة الصحيحة	عدد الأجوبة الخاطئة	زمن حل الأسئلة	زمن قراءة المفهوم	عدد المحاولات
1	0.005245	0.006993	0.954545	0.017483	0.015734
2	0.007761	0.001109	0.531042	0.457871	0.002217
3	0.001581	0.001581	0.089615	0.902478	0.004744
4	0.002576	0.005152	0.309119	0.682123	0.00103
5	0.003448	0.006897	0.472414	0.510345	0.006897
…	…	…	…	…	…

7-5-3- طريقة الشبكة العصبونية FBAM (FBM NN Method)

7-5-3-1- مرحلة التدريب (Training Phase)

تَمَّ تحديد عدد الخلايا العصبونية في طبقتي الدخل والخرج بـــ (5) و (6) خلايـــا لتمـــثلا عدد بارمترات الطالب وعدد الحالات المعرفية له على التوالي.

تَمَّ تحديد أشعة الخرج يدوياً لتمثيل الحالات المعرفية الست، كما في الجـــدول التـــالي (7-10):

الجدول (7-10)، أشعة الخرج لـــ FBAM.

رقم شعاع الخرج	الحالة المعرفية	الترميز
5	ممتاز	0.9,0.1,0.1,0.1,0.1,0.1
4	جيد جداً	0.1,0.9,0.1,0.1,0.1,0.1
3	جيد	0.1,0.1,0.9,0.1,0.1,0.1
2	وسط	0.1,0.1,0.1,0.9,0.1,0.1
1	ضعيف	0.1,0.1,0.1,0.1,0.9,0.1
0	ضعيف جداً	0.1,0.1,0.1,0.1,0.1,0.9

- ترميز الحالات المعرفية الستة من الصفر إلى خمسة، ابتداءً من ضعيف جداً إلى ممتاز.
- تَمَّ تصنيف أشعة الدخل باستخدام العتبات التالية:
  - عتبة الأسئلة كما يلي:
    - عتبة الأسئلة= (عدد الأجوبة الصحيحة + عدد الأجوبة)/ 5
      - ممتاز =إذا كان عدد الأجوبة الصحيحة أو الخاطئة أكبر أو يساوي من (عتبة الأسئلة *5).
      - جيد جداً = إذا كان عدد الأجوبة الصحيحة أو الخاطئة مابين (عتبة الأسئلة *5) و (عتبة الأسئلة *4).
      - جيد = إذا كان عدد الأجوبة الصحيحة أو الخاطئة مابين (عتبة الأسئلة *4) و (عتبة الأسئلة *3).
      - وسط = إذا كان عدد الأجوبة الصحيحة أو الخاطئة مابين (عتبة الأسئلة *3) و (عتبة الأسئلة *2).
      - ضعيف = إذا كان عدد الأجوبة الصحيحة أو الخاطئة مابين (عتبة الأسئلة *2) و (عتبة الأسئلة *1).
      - ضعيف جداً = إذا كان عدد الأجوبة الصحيحة أو الخاطئة مابين (عتبة الأسئلة *1) و (عتبة الأسئلة *0).
  - عتبة الزمن كما يلي:
    - عتبة الزمن = (زمن حل الأسئلة القياسي أو زمن قراءة المفهوم القياسي)/5
      - ممتاز =إذا كان زمن حل الأسئلة أو زمن قراءة المفهوم مابين الصفر و (عتبة الزمن *1).
      - جيد جداً = إذا كان زمن حل الأسئلة أو زمن قراءة المفهوم مابين (عتبة الزمن *1).و (عتبة الزمن *2).
      - جيد = إذا كان زمن حل الأسئلة أو زمن قراءة المفهوم مابين (عتبة الزمن *2).و (عتبة الزمن *3).

- وسط = إذا كان زمن حل الأسئلة أو زمن قراءة المفهوم مابين (عتبة الزمن *3).و (عتبة الزمن *4).
- ضعيف = إذا كان زمن حل الأسئلة أو زمن قراءة المفهوم مابين (عتبة الزمن *4).و (عتبة الزمن *5).
- ضعيف جداً = إذا كان زمن حل الأسئلة أو زمن قراءة المفهوم أكبر من (عتبة الزمن *5).

o تقييم عدد المحاولات:

- ممتاز = محاولة واحدة.
- جيد جداً = محاولتين.
- جيد = ثلاث محاولات.
- وسط = أربع محاولات.
- ضعيف = خمس محاولات.
- ضعيف جداً = ست محاولات أو أكثر.

- ومن ثُمَّ تَمَّ اختيار 10 أشعة دخل من كل حالة معرفية من أجل ربطها مع أشعة الخرج وتشكيل أزواج تدريب لشبكة FBAM وحساب مصفوفة الأوزان.
- تَمَّ تطبيق المعالجة الأولية المذكورة في الفقرة (7-5-2) لأشعة الدخل المختارة.

مما تقدم، يتحول الجدول (7-7) إلى الجدول التالي (7-11).

جدول (7-11)، نتائج المعالجة الأولية لأشعة الدخل.

#	عدد الأجوبة الصحيحة	عدد الأجوبة الخاطئة	زمن حل الأسئلة	زمن قراءة المفهوم	عدد المحاولات	المجموع	المتوسط	الحالة المعرفية (رقم شعاع الخرج)
1	2	3	1	5	0	11	2.2	2
2	5	0	2	4	4	15	3	3
3	2	2	4	0	0	8	1.6	2
4	1	3	0	0	4	8	1.6	2
5	1	3	3	4	3	14	2.8	3
…	…	…	…	…	…	…	…	
…	…	…	…	…	…	…	…	

7-5-3-2- مرحلة الاستدعاء (Recall Phase)

تَمَّ إجراء العديد من التجارب من أجل تحديد أداء الشبكة العصبونية FBAM، حيث تَمَّ تقديم 50 شعاعاً دخل جديد فاستطاعت الشبكة تصنيفهم بنجاح.

7-5-3-3- النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

- استطاعت الشبكة FBAM تدريب وتصنيف جميع أزواج الدخل المقدمة لها بنجاح وبمتوسط زمني قدره 30 دقيقة، أي استطاعت محاكاة عمل المعلم في تقييم الطالب وتحديد حالته المعرفية.
- استطاعت الشبكة FBAM استدعاء وتصنيف جميع أشعة الدخل القديمة والجديدة بنسبة نجاح 100% وبزمن متوسط لكل شعاع قدره 95 ثانية.
- تعد عملية تحديد أزواج تدريب FBAM عملية طويلة ومعقدة وغير دقيقة أيضاً، بسبب استخدام عتبات مختلفة غير قياسية ممكن أن تختلف من معلم إلى آخر.
- تعد سرعة تقديم مختلف الوحدات التَّعليمية في النظم التَّعليمية الذكية والتكيفية على الشبكة العنكبوتية عنصراً هاماً يجذب الطالب إلى متابعة دراسته وإلاَّ سوف يشعر بالملل والضجر، مما يؤدي إلى إهماله للنظام وعدم الاستفادة منه بشكل كامل. هذا يعني بأنَّ استخدام الشبكة FBAM لا يعد مناسباً في النظم التَّعليمية الإلكترونية، لذلك تَمَّ اللجوء إلى استخدام طريقة الشبكات العصبونية دون إشراف ART2 و Fuzzy-ART2 بغية تقليص المعالجة الأولية الطويلة لأشعة الدخل المذكورة سابقاً وتقديم مختلف أجزاء المقرر بسرعة أكبر محافظةً على نفس الأداء.

7-5-4- طريقة الـ ART2 (ART2 Method)

7-5-4-1- مرحلتي التدريب والاستدعاء (Training and Recall Phases)

- تَمَّ تحديد عدد الخلايا العصبونية للشبكة في طبقة الدخل، بعدد بارامترات الطالب وهي (5) بارمترات. أما عدد الخلايا العصبونية في طبقة الخرج فيتحدد بعدد الحالات المعرفية للطالب أي (6) حالات، ثُمَّ تَمَّ إجراء العديد من التجارب وتغيير بارامترات الشبكة a,b,c,d,e,ρ بغية الحصول على أفضل نتيجة في التعرف والتصنيف

والاستدعاء لصفات الطالب في طبقة الخرج F2. يُبَيِّن الجدول (7-12) نتـــائج الخـــرج للشبكة خلال عمليتي التدريب والاستدعاء.

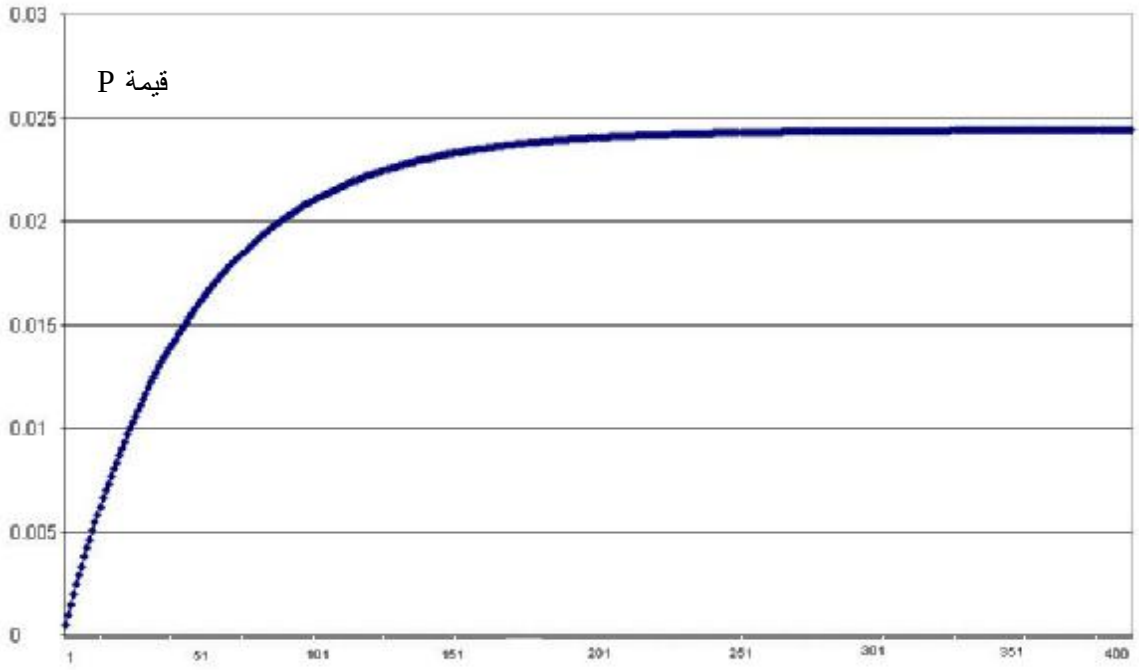
الجدول (7-12)، تجارب على تدريب ART2 لأشعة الطلاب.

تجارب على بارمترات الطلاب										شبكة ART2		
										نتائج التدريب		نتائج الاستدعاء
#	a	b	c	d	e	ρ	عدد خلايا الخرج	(1500) نجاح	نجاح (1500)	نجاح (500)
1	10	10	0.3	0.7	0.001	0.997	6	1500	1500	410
2	7	3	0.3	0.7	0.001	0.997	6	1500	1500	350
3	7	3	0.3	0.7	0.001	0.999	Exhausted	Exhausted	-	-
4	2	2	0.3	0.7	0.01	0.997	6	1500	1250	428
5	8	8	0.8	0.2	0.001	0.999	6	1500	1178	361
6	9	9	0.2	0.8	0.001	0.997	6	1500	800	266
7	8	8	0.5	0.5	0.001	0.998	6	1500	1500	490
8	8	8	0.5	0.5	0.001	0.999	Exhausted	Exhausted	-	-
9	9	10	0.7	0.3	0.0001	0.999	6	1150	-	-
10	9	10	0.3	0.7	0.001	0.95	6	1200	-	-
11	8	8	0.8	0.2	0.001	0.999	Exhausted	Exhausted	-	-
12	8	8	0.8	0.2	0.001	0.997	6	1500	1500	417
13	10	5	0.4	0.6	0.001	0.988	6	1500	1500	482
14	10	10	0.3	0.7	0.001	0.997	6	30	28	1400
15	7	3	0.3	0.7	0.001	0.997	6	30	29	1410

7-5-4-2- النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

- تعد نتائج التجارب (1، 2، 7، 12، 13) الأفضل من عدد كبير من التجـــارب التـــي أجريت على الشبكة حتى بلغت استجابتها الأمثلية، حيث يلاحظ أنَّه تَمَّ التعرف على جميع أشعة الدخل التي تمثل صفات الطلاب، وتَمَّ توزيعها على 6 خلايا فـــي طبقـــة الخـــرج للشبكة خلال عملية التدريب. بينما خلال عملية التعرف، استطاعت الشبكة أن تـــستدعي جميع أشعة الدخل القديمة أو المدربة (1500) والجديدة (500) بنسبة 85,80% وبـــشكل مستقر.
- استطاعت الشبكة أن تتعلم بمتوسط زمن قدره 20.8 ثانية لكل شعاع مقدم لها، بينمـــا استطاعت أن تتعرف عليهم بمتوسط زمن قدره 19 ثانية.

- لا تستطيع الشبكة أن تتدرب إذا كانت قيمة بارامتر الحساسية مرتفعة، يمكن ملاحظة ذلك من خلال التجارب (3، 8، 11).
- أحياناً لا تستطيع الشبكة أن تستدعي أشعة الدخل التي قد تعلمتها من قبل، وذلك في حالة استخدام بارمترات غير مناسبة. تعكس التجارب (4، 5، 6) هذه المشكلة.
- تؤثر بارمترات الشبكة في معدل التدريب للشبكة وتلعب دوراً هاماً وحيوياً في تسريع عملية التعرف والتصنيف والاستدعاء لها، يلاحظ ذلك من خلال المقارنة ما بين التجارب (9، 10) والتجارب (1، 2، 7، 12، 13).
- استطاعت الشبكة في التجربة رقم (12) أن تتعلم وتستدعي جميع أشعة الدخل المطبقة، أما في التجربة رقم (5) يمكن الملاحظة بأنَّ الشبكة استطاعت أن تتعلم 1500 شعاع دخل، ولكن لم تستطيع أن تستدعي جميعها على الرغم من أنَّ الشبكة تستخدم نفس البارامترات المستخدمة في التجربة رقم (12) ولكن يوجد انخفاض في قيمة عامل الحساسية المستخدم. أي تكون الشبكة أقل حذراً في عملية التصنيف عندما يكون قيمة عامل الحساسية منخفضاً. تستطيع الشبكة قدح خلية جديدة في طبقة الخرج (حالة معرفية جديدة) إذا كان شعاع الدخل الممثل لصفات الطالب مختلفاً تماماً عن جميع أشعة الدخل التي تَمَّ تعليمها وذلك عند ارتفاع قيمة عامل الحساسية.
- يلعب عدد أشعة الدخل دوراً هاماً في عملية التعرف للشبكة، فعلى الرغم في التجربتين 14 و15 تَمَّ استخدام نفس بارمترات المستخدمة في التجربتين 1 و2، لم تستطيع الشبكة التعرف على جميع أشعة الدخل المقدمة لها.
- يمكن ملاحظة من الشكل (7-5)، أنَّه تَمَّ تَعَلُّم شعاع الدخل (1) في الخلية (0) خلال 400 دورة، وأنَّ قيمة Zji تبدأ من الصفر وتتزايد حتى تستقر وتصل تقريباً إلى قيمة تعادل قيم الخلية P وهي تمثل شعاع الدخل الجديد بعد عملية التسوية التي طرأت عليه في الطبقات F1 و F2.



الشكل (7-5)، المخطط البياني لقيم Zji لكي تتعلم الخلية (0) الشعاع الدخل (1).

- فمن أجل الحصول على تعميم أفضل في عملية التعرف على أشعة دخل جديدة ومن أجل تقليل زمني التدريب والتعرف للشبكة ART2 تَمَّ استخدام شبكة الـ-Fuzzy ART2.

7-5-5- طريقة الـ Fuzzy-ART2 (Fuzzy-ART2 Method)

7-5-5-1- مرحلتي التدريب والاستدعاء (Training and Recall Phases)

- تَمَّ تحديد عدد الخلايا العصبونية للشبكة في طبقة الدخل، بضعف عدد بارامترات الطالب وهي (5) بارمترات، أي 10 خلايا وذلك من أجل تطبيق عملية الترميز التكاملي. أما عدد الخلايا العصبونية في طبقة الخرج فيتحدد أيضاً بضعف عدد الحالات المعرفية للطالب أي (حالات 6*2)=12 لكي تمثل كل خليتين حالة معرفية واحدة، ثُمَّ تَمَّ إجراء العديد من التجارب وتغيير بارامترات الشبكة $a,b,c,d,e,\rho,\alpha,\beta$ بغية الحصول على أفضل نتيجة في التعرف والتصنيف والاستدعاء لصفات الطالب في طبقة الخرج F2. يُبَيِّن الجدول (7-13) نتائج الخرج للشبكة خلال عمليتي التدريب والاستدعاء لنفس أشعة الدخل المستخدمة سابقاً في ART2.

الجدول (7-13)، نتائج الشبكة Fuzzy- ART2.

نتائج عمليتي التدريب والاستدعاء			بارمترات Fuzzy- ART2								
new input-data	recall	recognized	α	β	ρ	d	c	b	a	N-M	#
-	-	22	0.2	1	0.95	0.7	0.3	8	8	6	1
-	-	23	0.2	1	0.94	0.7	0.3	8	8	6	2
-	-	29	0.2	1	0.87	0.7	0.3	8	8	6	3
-	28/30	30	0.2	1	0.82	0.7	0.3	8	8	6	4
-	29/30	30	0.01	0.99	0.96	0.7	0.3	8	8	12	5
-	-	26	0.01	0.99	0.98	0.7	0.3	8	8	12	6
-	-	26	0	1	0.96	0.7	0.3	8	8	12	7
/1970 1934	30/30	30	0,2	1	0.96	0.7	0.3	8	8	12	8
-	18/30	30	0.01	0,7	0.96	0.7	0.3	8	8	12	9
-	27/30	30	0,2	1	0.96	0.7	0.3	5	5	12	10
-	27/30	30	0,2	1	0.96	0,2	0,8	8	8	12	11
/1970 1830	30/30	30	0.2	1	0.96	0.2	0.8	7	7	12	12

7-5-5-2- النتائج والمناقشة (Result and Discussion)

- تظهر التجارب (1، 2، 3) بأنَّ الشبكة لم تستطع أن تتعلم بسبب ارتفاع قيمة عامل الحساسية ρ، بينما استطاعت أن تتعلم في التجربة 4 باستخدام عامل حساسية منخفض (0.82) ولكن لم تستطع أن تتعرف على كل أشعة الدخل القديمة أو المدربة. هذا يعني بأنَّهَ لم يتم استخدام أفضل البارمترات خلال عملية التدريب، هذا ماتظهره أيضاً التجارب (5، 6، 7، 9، 10، 11).
- تستخدم التجارب (8) و(12) أفضل البارمترات (8, 8, 0.3, 0.7, 0.96, 1, 0.2) و (7, 7, 0.8, 0.2, 0.96, 1, 0.2) على التوالي، لأنَّها استطاعت أن تتدرب وتتعرف على جميع أشعة الدخل القديمة والجديدة بنسبة متوسطة مقدارها 98.17%، كما يمكن ملاحظة بأنَّ عملية مضاعفة عدد خلايا الخرج (6*2) باستخدام عملية الترميز التكاملي، وتطبيق التَّعلُّم السريع (Fast Learning) للشبكة عندما تكون قيمة β=1، ساعدوا على تعميم أفضل للأشعة الجديدة المقدمة لها.

عندما يطبق التَّعَلُّم السريع باستخدام $\beta=1$ واختيار α قريبة من الصفر، يكون الوزن الجديد للخلية الأولى التي يتم قدحها في طبقة الخرج لأول شعاع دخل يتم تقديمه للشبكة، يساوي أعلى قيمة موجودة في أشعة الدخل، أي لاتدخل الشبكة في حلقات بحث عن الخلية الأنسب ولايتم تغيير في مصفوفة الأوزان بالنسبة لكل شعاع دخل. ففي هذه الحالة يتم تقديم أشعة الدخل مرة واحدة للشبكة، على الرغم بأنَّ بعضها يمكن أن يختار خلايا جديدة خلال عملية التدريب.

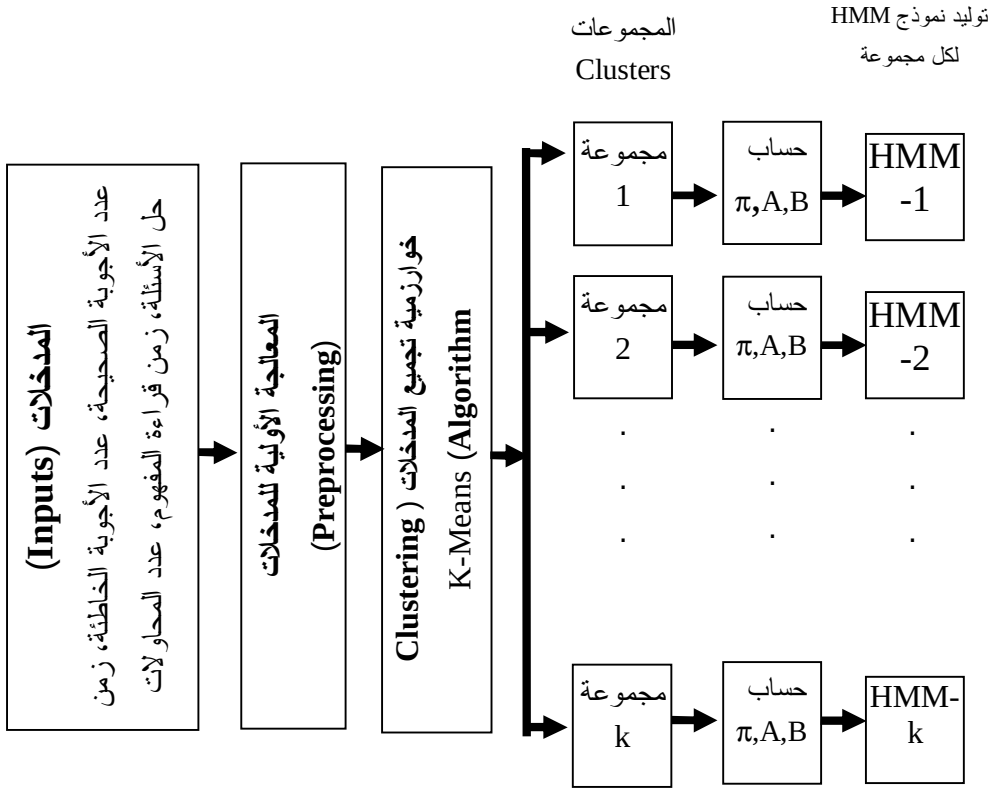
- استطاعت الشبكة Fuzzy-ART2 خلال التجربة (8) أن تصل إلى استجابتها الأمثلية باستخدام عدد أقل من أشعة الدخل وهو (30) مقارنةً مع العدد المستخدم مع الشبكة ART2 وهو (1500).
- وبتطبيق التَّعَلُّم السريع للشبكة وعملية الترميز التكاملي، تَمَّ انخفاض متوسط زمن التدريب من (20.8 ثانية) إلى (19.2 ثانية) مقارنةً مع الشبكة ART2.
- استطاعت الشبكة Fuzzy-ART2 أن تتعرف على أشعة الدخل القديمة والجديدة بمتوسط زمن قدره 18.6 ثانية لكل شعاع مقدم لها، أي تَمَّ انخفاض أيضاً متوسط زمن التعرف مقارنةً مع الشبكة ART2.

7-5-6- طريقة الـ HMM (HMM Method)

تَمَّ نمذجة معارف الطالب أيضاً بتطبيق المعضلات (1) و (3) لنماذج ماركوف المخفية وذلك من خلال عمليتي التدريب والاستدعاء.

7-5-6-1- مرحلة تهيئة الـ HMM (HMM Initialization Phase)

تَمَّ تهيئة عدة نماذج HMM لنمذجة مختلف الحالات المعرفية للطالب، يُبَيِّن الشكل (7-6) خطوات مراحل الحصول على مختلف λ.



الشكل (7-6)، خطوات الحصول على مختلف λ.

- ترميز أشعة الدخل (Inputs Symbolization)

يتم ترميز بارمترات الطالب باستخدام خوارزمية K-Means من أجل تعظيم الاحتمال $P(O,I|\lambda)$ والحصول على متتالية من الملاحظات $O=O1,O2,\ldots,OT$ تتألف من T رمز من الملاحظات وبحيث كل Oi يمكن أن يمثل شعاعاً ذا بعد $D\geq 1$. يعكس الجدول (7-14) نتائج هذه المرحلة:

الجدول (7-14)، نتائج عملية ترميز بارمترات الطلاب.

رقم شعاع الدخل	متتالية الملاحظات	رقم المجموعة
1	2 1 5 0 0	0
2	1 4 3 3 2	2
3	4 4 0 5 2	5
4	2 2 3 5 4	4
5	2 1 3 3 1	1
…	…	…

- تجميع أشعة الدخل (Inputs Clustering)

تَمَّ استخدام خوارزمية التجميع K-Means مرة أخرى من أجل تقسيم أشعة الدخل المرمزة وتصنيفها إلى ست مجموعات تمثل الحالات المعرفية المختلفة للطلاب وهي: ممتاز وجيد جداً وجيد ووسط وضعيف وضعيف جداً. يُبَيِّن الجدول (7-15) نتائج خوارزمية K-Means.

الجدول (7-15)، نسبة توزيع أشعة الدخل على المجموعات.

رقم المجموعة	عدد الأشعة (المتتاليات)	النسبة المئوية
0	78	%5,2
1	215	%14,3
2	127	%8,4
3	411	%27,4
4	321	%21,4
5	348	%23,2

- حساب p وA و B (Calculate p, A and B)

يتم إنشاء نموذج ماركوف مخفي لكل مجموعة عن طريق حساب π وA وB وذلك وفق الفقرة (5-4).

7-5-6-2- مرحلتي التدريب والاستدعاء (Training and Recall Phases)

§ مرحلة التدريب (Training Phase)

عندما يتم تقديم متتالية جديدة من الملاحظات O=O1,O2,…,OT (شعاع جديد من بارمترات الطالب) إلى مختلف نماذج ماركوف المخفية الابتدائية ($\lambda 1, \lambda 2, \ldots, \lambda k$)، يتم أولاً ترميز هذه المتتالية باستخدام K-Means، وبعد ذلك يتم تطبيق خوارزمية Baum Welsh بهدف تحسين هذه النماذج الابتدائية وتعظيم $P(O|\lambda 1), P(O|\lambda 2), \ldots, P(O|\lambda k)$ والحصول على نماذج جديدة ($\hat{l}_1, \hat{l}_2, \ldots, \hat{l}_k$). وذلك وفق الخطوات التالية:

1- تحديث بارمترات (A, B, π) لكل نموذج حسب المعادلات (5-56) و(5-57) و (5-58).

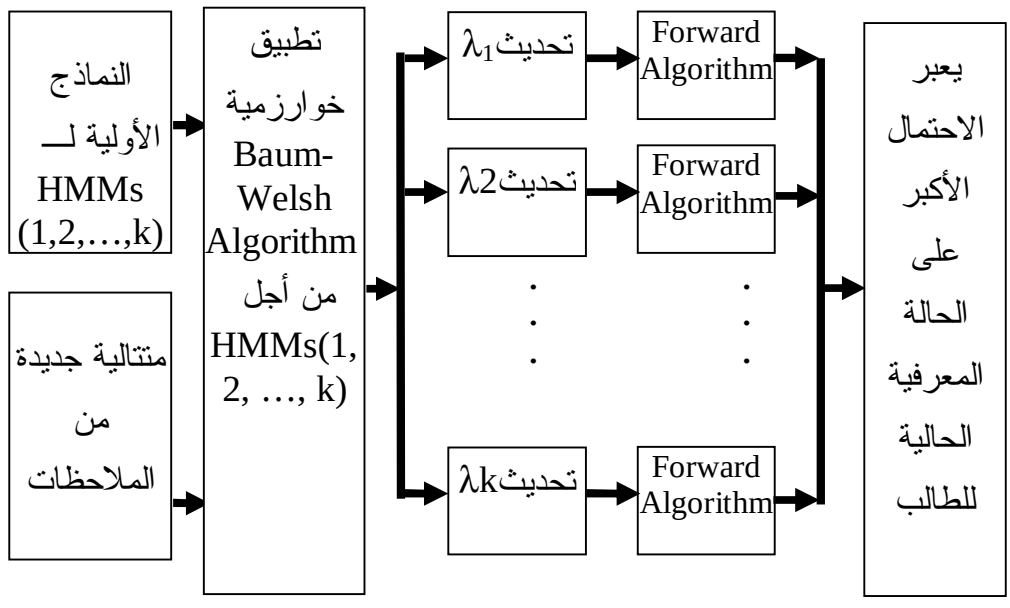
2- يتم تعظيم $P(O|\lambda)$، فيما إذا كان $\hat{l} = l$ ، عندئذٍ اذهب إلى الخطوة 4.

3- يتم تكرار الخطوات من 1 إلى 3، فيما إذا لم يتحقق $P(O|\hat{l}) > P(O|l)$ ، وفي الحالة المغايرة هذا يدل على أنَّه تَمَّ تحسين النموذج.

4- النهاية.

§ مرحلة الاستدعاء (Recall Phase)

يتم استخدام خوارزمية الأمام (Forward Algorithm) من أجل تحديد الحالة المعرفية النهائية للطالب لكل مفهوم من مفاهيم المادة التَّعليمية. حيث تتمثل مخرجاتها بقيم عشرية تتراوح ما بين 0 و 1 لتمثيل احتمال الحصول على O بوجود λk , ... ,$\lambda 2$,$\lambda 1$. وتعبر أكبر قيمة احتمال $P(O|\lambda)$ لكل نموذج λ هي الحالة المعرفية الحالية للطالب والذي يعطى بالمعادلة (5-44)، يُبَيِّن الشكل (7-7) مرحلتي التدريب والاستدعاء للحالات المعرفية للطالب.



الشكل(7-7)، مرحلتي التدريب والاستدعاء للحالات المعرفية للطالب باستخدام HMM.

ومن ثُمَّ تَمَّ تطبيق خوارزمية Baum-Welch باستخدام متتاليات الدخل، ومن ثُمَّ تَمَّ إجراء العديد من التجارب وتغيير عدد حالات نماذج ماركوف المخفية الست بغية الحصول على

أفضل نتيجة في التعرف والتصنيف والاستدعاء لهذه المتتاليات، ومن ثُمَّ تَمَّ إعـــادة تقـــديم نفس أشعة الدخل إلى خوارزمية Forward من أجل تحديد نسبة نجاح عملية الاســـتدعاء كما هو موضح في الجدول (7-16).

الجدول (7-16)، نتائج عملية الاستدعاء لطريقة الـــ HMM.

عدد الحالات المخفية	2	3	4	5	6
نسبة التعرف	%10	%10	%20	%10	%28

يعكس الجدول السابق بأنَّ عدد الحالات المخفية 6 هو الذي أعطى أعلـــى نـــسبة تعـــرف 28% وهي النتيجة الأمثل هنا، ولكن هذه النسبة تعد قليلة وغير مناســـبة لتحديـــد الحالـــة المعرفية للطالب بشكل دقيق، مما يؤدي إلى تقديم أحياناً محتوى تعليمي غير مناسب لـــه، فبالتالي زيادة إمكانية ضياعه ضمن فضاء المقرر التَّعليمي، فلذلك تَمَّ تطبيق المعادلة (7-5) لمعالجة متتاليات الملاحظات والحصول على متتاليات جديدة، ومن ثُـــمَّ تقـــديمها إلـــى خوارزمية K-Means من أجل الحصول على مجموعات جديدة كمـــا هـــو مبـــين فـــي الجدولين (7-17) و(7-18).

x_i= عدد التكرارات لـــ x_i في المتتالية، بحيث $0 \le i < N$ (5-7)

N تمثل عدد الحالات المعرفية للطالب.

الجدول (7-17)، نسبة توزيع أشعة الدخل على المجموعات.

رقم المجموعة	عدد الأشعة	النسبة المئوية
0	427	21%
1	387	19%
2	552	28%
3	166	8%
4	193	10%
5	275	14%

الجدول (7-18)، نتائج عملية ترميز بارمترات الطلاب.

رقم شعاع الدخل	متتالية الملاحظات	رقم المجموعة
1	2 1 1 0 0 1	4
2	0 1 1 2 1 0	1
3	1 0 1 0 2 1	0
4	0 0 2 1 1 1	2
5	0 2 1 2 0 0	1
…	…	…

يعكس الجدول التالي (7-19) نتائج استخدام الترميز الجديد في عملية الاستدعاء.

الجدول (7-19)، نتائج عملية الاستدعاء باستخدام الترميز الجديد في طريقة الـ HMM.

عدد الحالات المخفية	2	3	4	5	6
نسبة التعرف	%63.1	%66.4	%63.2	%63.0	%63.0

7-5-6-3- النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

من الجدولين (7-18) و (7-19) يمكن استنتاج مايلي:

- بأنَّ عدد الحالات المخفية يؤثر على نسبة أداء HMM، فعدد الحالات 3 هو العدد الأمثل لأنَّه أعطى أعلى نسبة تعرف 66.40%.

- تَمَّ الحصول على توزيع جديد لأشعة الدخل، مما أدى إلى ارتفاع النسبة المئوية لعملية الاستدعاء.

- يعد أيضاً ارتفاع طول شعاع متتالية الملاحظات أحد أسباب ارتفاع نسبة التعرف لعملية الاستدعاء، ففي البداية كان طول المتتالية هو 5 بينما بعد تطبيق عملية الترميز الجديدة أصبح طوله 6 لتمثل عدد الحالات المعرفية للطالب.

- استطاعت نماذج ماركوف المخفية أن تُصنف كل شعاع دخل بمتوسط زمني قدره 19.1 ثانية، وأن تتعرف على متتاليات الدخل بمتوسط زمن قدره 17.6 ثانية لكل شعاع مقدم لها.

- تعد نسبة التعرف 66.40% منخفضة مقارنةً مع نتائج الشبكات العصبونية، وتعد أيضاً غير كافية من أجل الاعتماد عليها في نمذجة معارف الطالب، لذلك تَمَّ اللجوء إلى مزج نتائج خوارزمية الشبكة العصبونية Fuzzy-ART2 مع نتائج نماذج ماركوف المخفية من أجل الحصول على نتائج أفضل في عملية التعرف خلال متوسط زمن أصغر في عمليات التدريب والتعرف (فقرة 7-5-7).

7-5-7- طريقة الخوارزمية الهجينة Fuzzy-ART2 و HMM (Hybrid Algorithm – Fuzzy-AHH)

تَمَّ نمذجة معارف الطالب أيضاً بمزج طريقتي الشبكة العصبونية Fuzzy-ART2 وطريقة نماذج ماركوف المخفية، وذلك بغية الحصول على نتائج أفضل في عمليات التعرف، حيث تَمَّ استخدام نفس الخطوات المذكورة في عمليات التهيئة والتدريب

والاستدعاء والترميز الجديد المشروحة في الفقرات (7-5-6-1 و 7-5-6-2)، ولكــن مع استبدال خوارزمية التجميع K-means بـــ Fuzzy-ART2. يُظهر الجدول (7-20) النتائج الجديدة للخوارزمية الهجينة.

الجدول (7-20)، نتائج عملية الاستدعاء للطريقة الهجينة.

عدد الحالات المخفية	2	3	4	5	6
نسبة التعرف	%82.11	%81.00	88.70%	85.45%	%92.66

7-5-7-1- النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

- يعد عدد الحالات 6 هو العدد الأمثل في تصنيف أشعة الطلاب، لأنَّه أعطى أعلى نسبة تعرف وهي 92.66%.

- تعد نماذج ماركوف المخفية أداة قوية جداً في نمذجة أشعة متتالية من العمليات التي تتغير في الزمن، بينما تعد الشبكات العصبونية أداة قوية في عمليات التصنيف، لذلك استطاعت الخوارزمية الهجينة الاستفادة من هاتين الميزتين في تحسين نسبة التعرف من 66.40% إلى 92.66% مقارنةً مع طريقة الـــ HMM.

- استطاعت الخوارزمية الهجينة أيضاً اختصار زمن التعرف على أشعة الدخل القديمة والجديدة بمتوسط زمن قدره 17.1 ثانية، ولكن على العكس تَمَّ ازدياد متوسط زمن التدريب إلى (30.6 ثانية).

7-5-8- قياس جودة أداء خوارزميات الـــ ART2 و Fuzzy-ART و HMM وFuzzy-ART2-HMM (ART2, Fuzzy-ART2, HMM and Fuzzy-ART2-HMM Algorithms Quality Performance Measures)

من أجل قياس جودة عمليات التصنيف دون إشراف بالنسبة للخوارزميات: ART2 وFuzzy-ART2 وHMM والخوارزمية الهجينة Fuzzy-ART2-HMM، تَمَّ استخدام معيار F-measure [97، 113] وفق المعادلة (7-6):

$$F_b = (b^2+1)pr/[b^2p+r] \qquad (7\text{-}6)$$

حيث:

- P (Precision): معيار الضبط ويعطى بالمعادلة التالية:

$$P=TP / (TP + FP) \quad (7-7)$$

- r (Recall):معيار الاستدعاء أو الحساسية (Sensitivity) ويعطى بالمعادلة التالية:

$$r=TP / (TP + FN) \quad (8-7)$$

- β=1، لإعطاء لكلا المعيارين، الاستدعاء والضبط، وزن بقيمة (0.5) [113].
- TP (True Positive): تمثل عدد أشعة الدخل التي يتم تصنيفها (التعرف) في خلية ما بشكل صحيح.
- FP (False Positive): تمثل عدد أشعة الدخل التي يتم تصنيفها (التعرف) في خلية ما بشكل خاطئ.
- FN (False Negative): عدد أشعة الدخل التي لا يجب تصنيفها (التعرف) في خلية ما وبالفعل لم يتم تصنيفها (التعرف) في هذه الخلية.

ولقد تَمَّ استخدام F-measure لتميزه بمايلي :

- لأنه يمكن أن يقوم بتغيير أهمية كل من معيار الضبط ومعيار الاستدعاء عن طريق تغيير في قيمة β ، فهنا تَمَّ إعطائه وزن بقيمة 0.5 من أجل إعطائهم نفس الأهمية، أي هنا يمثل F-measure متوسط المعيارين.
- عندما تكون قيمته عالية تكون قيمة كل من المعياريين الضبط والاستدعاء عالية أيضاً.

7-5-8-1- النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

تُبيِّن الجداول (7-21) و (7-22) و (7-23) و (7-24) نتائج المعيار F-measure بالنسبة للخوارزميات المستخدمة في نمذجة معارف الطالب:

الجدول (7-21)، نتائج جودة أداء شبكة الـــ ART2.

رقم الصنف	توزيع أشعة الدخل يدوياً	TP	FP	FN	P	r	F-measure
0	84	80	6	414	0.930	0.162	0.276
1	84	70	13	417	0.843	0.144	0.246
2	83	69	14	417	0.831	0.142	0.243

0.261	0.153	0.882	415	10	75	83	3
0.239	0.139	0.872	422	10	68	83	4
0.236	0.136	0.893	425	8	67	83	5
0.250	0.146	0.875		490		500	

الجدول (7-22)، نتائج جودة أداء شبكة الـــ Fuzzy-ART2.

F-measure	r	P	FN	FP	TP	توزيع أشعة الدخل يدوياً	رقم الصنف
0.265	0.153	0.984	1664	5	301	300	0
0.331	0.198	0.992	1577	3	390	400	1
0.280	0.164	0.976	1641	8	321	340	2
0.292	0.171	0.991	1630	3	337	340	3
0.259	0.150	0.964	1666	11	293	320	4
0.258	0.149	0.980	1672	6	292	270	5
0.281	0.164	0.981		1970		1970	

الجدول (7-23)، نتائج جودة أداء الـــ HMM باستخدام k-means.

F-measure	r	P	FN	FP	TP	توزيع أشعة الدخل يدوياً	رقم الصنف
0.062	0.033	0.615	1422	30	48	110	0
0.192	0.110	0.740	1285	56	159	240	1
0.118	0.064	0.740	1373	33	94	150	2
0.307	0.200	0.662	1089	139	272	430	3
0.227	0.140	0.598	1179	129	192	360	4

0.267	0.167	0.664	1152	117	231	210	5
0.195	0.119	0.670		1500		1500	

الجدول (7-24)، نتائج جودة أداء الخوارزمية الهجينة.

F-measure	r	P	FN	FP	TP	توزيع أشعة الدخل يدوياً	رقم الصنف
0.104	0.055	0.837	1402	16	82	110	0
0.269	0.157	0.921	1247	20	233	240	1
0.140	0.076	0.883	1372	15	113	150	2
0.428	0.278	0.932	1062	30	408	430	3
0.380	0.237	0.967	1136	12	352	360	4
0.236	0.136	0.918	1281	18	201	210	5
0.259	0.156	0.909		1500		1500	

7-5-9- النتائج العامة (General Results)

يلخص ويقارن الجدول (7-25) مختلف الطرق المستخدمة في نمذجة معارف الطالب.

الجدول (7-25)، مقارنة مابين مختلف الخوارزميات المستخدمة في نمذجة أشعة الطلاب.

F-measure	**نسبة التعرف**	**متوسط زمن التعرف**	**متوسط زمن التدريب**	**الطريقة**
0.250	%85.80	19 ثانية	20.8 ثانية	ART2
0.281	%98.17	18.6 ثانية	19.2 ثانية	Fuzzy-ART2
0.195	%66.40	17.6 ثانية	19.1 ثانية	HMM
0.259	%92.66	17.1 ثانية	30.6 ثانية	Fuzzy-ART2-HMM

من الجدول (7-25)، يمكن القول بأنَّه تَمَّ الاعتماد على خوارزمية الـــ Fuzzy-ART2 ضمن النظام الجديد الـــ IWEBISE، لأنَّ نتائجها تعد الأمثل مقارنةً مع بقية الخوارزميات، وذلك للأسباب التالية:

1. الحصول على أعلى نسبة تعرف وهي 98.17%.
2. الحصول على أعلى قيمة لمعيار جودة أداء عملية التصنيف مقارنةً مع بقية الخوارزميات وهي: 0.281.
3. على الرغم من أنَّ قيمة معيار الـــ F-measures لخوارزمية الـــ Fuzzy-ART2 هي الأعلى بالنسبة لبقية الخوارزميات، ولكن كان هذا على حساب متوسط زمن التعرف لها، وتعد جودة التصنيف لمعارف الطالب في النظم التَّعليمية على الشبكة العنكبوتية عاملاً هاماً في تأمين وتقديم خريطة مقرر تعليمي مناسبة ومتكيفة مع حالته المعرفية، مما يزيد اهتمامه في متابعة وإنهاء المنهاج ذاتياً.

الخلاصة (Conclusion)

تَمَّ من خلال هذا الفصل تحديد نمط تَعَلُّم طلاب معهد العالي لتعليم اللغات -جامعة حلب، حيث أنَّهم يفضلون دراسة اللغة الأجنبية كمايلي:

- قراءة عدد كبير من الأمثلة.
- حل عدد كبير من التمارين.
- قراءة الأمثلة قبل المحتوى.
- توضع التمارين بعد المحتوى التَّعليمي.
- توضع الامتحان البعدي بعد المحتوى التَّعليمي.
- لا يهم متى يتم تقديم المخطط التمهيدي قبل، أو بعد، أو مابين المفاهيم التَّعليمية.
- لا يهم قراءة الملخص قبل أو بعد مفهوم المحتوى التَّعليمي.
- قراءة الملخص قبل أو بعد كل مفهوم مركب.
- نوع المحتوى مرئي.

هذه النتائج تَمَّ استخدامها كنموذج عام وقياسي ضمن النظام الـ IWEBISE في توليد مقررات تعليمية ذكية وتكيفية ليس فقط في مجال تعليم اللغات وإنَّما في أي مجال آخر، وهي تساعد على تحديد طريقة عرض ونوع صفحة المحتوى.

كما تَمَّ عرض ومناقشة النتائج التي تَمَّ الحصول عليها عند تقديم أشعة صفات الطلاب إلى ست طرق مختلفة: الطريقة التقليدية وطريقة الشبكات العصبونية الـ FBAM والـ ART2 و Fuzzy-ART2 وطريقة الـ HMM وأخيراً الطريقة الهجينة Fuzzy-ART2 / HMM بهدف تصنيفها إلى ستة مستويات تمثل الحالات المعرفية المختلفة للطالب. أظهرت النتائج أنَّ طريقة الـ Fuzzy-ART2 هي الأفضل بسبب الحصول على أعلى نسبة تعرف 98.17% مع أعلى قيمة لمعيار جودة أداء تصنيف أشعة صفات الطالب (0.281=F-measure) وذلك خلال زمن يناسب العمليات التَّعليمية الذاتية الحية على الشبكة العنكبوتية. ساعدت هذه النتائج على تفصيل خريطة المقرر وفق الحالات المعرفية المختلفة للطالب بالنسبة لكل مفهوم من مفاهيم المقرر.

أي أنَّ نموذج الطالب في النظام الـ IWEBISE يلعب ثلاثة أدوار مختلفة في العملية التكيفية:

- مُخطط لصفحة المحتوى باستخدام نموذج Felder and Silverman.
- مُخطط للخريطة المعرفية الدماغية للطالب باستخدام خوارزمية Fuzzy-ART2.
- مُراقب للعملية التعلمية خلال تسجيل خطوات الطالب والزمن الذي يستغرقه في قـــراءة المحتوى أو في حل تمرين ما، وذلك باستخدام جداول مخزنة فـــي الجـــزء الـــديناميكي لنموذج الطالب.

الفصل الثامن

نموذج المعلم

Chapter VIII
Tutor Model

المقدمة (Introduction)

تزداد مرونة النظم التَّعليمية التكيفية عند إضافة وحدة تنبؤ تستطيع تحديد أفعال الطالب المستقبلية اعتماداً على معرفة تسلسل المفاهيم التَّعليمية التي قد زارها وماهو المفهوم التَّعليمي الحالي قيد الدراسة، وذلك بهدف توجيهه وتقديم المساعدة المناسبة له في الوقت المناسب خلال العملية التَّعليمية للمنهاج. يشرح هذا الفصل بنية الجداول المستخدمة في بناء نموذج المعلم ونتائج نماذج ماركوف المخفية المستخدمة في عملية التنبؤ.

8-1- نمذجة القواعد التربوية (Pedagogical Rules Modeling)

يَتَّبع المعلم بشكل عام مجموعة من الاستراتيجيات من أجل توجيه الطالب خلال العملية التَّعليمية للمنهاج، لقد تَمَّ ترجمة هذه الاستراتيجيات على شكل قواعد تَمَّ تخزينها في نموذج المعلم للنظام، من أجل الاستخدام اللاحق لها خلال عملية تفصيل وتوليد الدروس وتقديمها للطلاب وذلك حسب الحالة المعرفية لكل واحد منهم بالنسبة لكل هدف أو مفهوم موجود في نموذج المعرفة. يعرض الشكل (8-1) مجموعة من القواعد التربوية القياسية والمستخدمة في النظام.

8-1-1- جدول القواعد التربوية (Pedagogical Rules Table)

يُخَزن هذا الجدول القواعد التربوية المستخدمة من قبل كل معلم ولكل مقرر تعليمي، ويتألف من الحقول التالية :

- معرف القاعدة التربوية (prid): هو حقل مفتاح ترقيم تلقائي (Auto increment) يدل على رقم القاعدة التربوية، يقوم النظام أوتوماتيكياً بتوليد رقم لكل قاعدة يتم إضافتها للجدول.
- المستوى (prlevel): حقل رقمي (tinyint) يخزن ست قيم تتراوح مابين الصفر والخمسة وذلك للدلالة على مستوى الطالب: ضعيف جداً، أو ضعيف أو متوسط أو جيد أو جيد جداً أو ممتاز على التوالي.
- عرض (prshow): حقل رقمي (tinyint) يخزن الواحد أو الصفر للدلالة على سماحية المعلم في عرض أو إخفاء المحتوى التَّعليمي حسب مستوى الطالب.

قاعدة 1: يتم اختيار وعرض مفهوم ما، في حالة إذا تَمَّ دراسة كل المفاهيم السابقة التي تعتبر شرطاً مسبقاً له.

قاعدة 2 : لا يتم عرض مفهوم ما، فيما إذا كان مستوى الطالب ضعيفاً أو ضعيفاً جداً بالنسبة لهذا المفهوم.

قاعدة 3 : يتم اختيار وعرض مفهوم ما، حالما وصل الطالب إلى مستوى متوسط بالنسبة لهذا المفهوم على الأقل.

قاعدة 4 : يتم اقتراح استخدام قاموس المفردات (المفاهيم الفرعية)، فيماإذا كان مستوى الطالب وسطاً بالنسبة لمفهوم ما.

قاعدة 5 : إذا كان مستوى الطالب وسطاً بالنسبة لمفهوم ما، يتم عرضه بلون **أخضر**.

قاعدة 6: إذا كان مستوى الطالب جيداً بالنسبة لمفهوم ما، يتم عرضه بلون **أزرق**.

قاعدة 7: إذا كان مستوى الطالب جيداً جداً بالنسبة لمفهوم ما، يتم عرضه بلون **بنفسجي**.

قاعدة 8: إذا كان مستوى الطالب ممتازاً بالنسبة لمفهوم ما، يتم عرضه بلون **أسود**.

الشكل (8-1)، القواعد التربوية القياسية المستخدمة في النظام.

- اللون (prcolor): حقل نصي (varchar) بطول 7 حروف يخزن رقم اللون المختار من قبل المعلم للدلالة على مستوى الطالب.
- رقم المقرر (prsubject): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم المقرر التَّعليمي وتكون قيمته 0 للدلالة على أنَّ هذه القاعدة غير مرتبطة بأي مقرر وإنِّما هي قاعدة تربوية قياسية.
- رقم المعلم (prteacher): حقل عدد صحيح طويل (int) يخزن رقم معلم المقرر التَّعليمي، وتكون قيمته 0 للدلالة على قاعدة تربوية قياسية.
- الحالة (prstatus):حقل رقمي (tinyint) يخزن الصفر أو الواحد للدلالة على استخدام أو عدم استخدام هذه القاعدة التربوية عند عرض المقرر التَّعليمي.

يعرض الجدول (8-1) كيفية تخزين القواعد التربوية القياسية في الجدول السابق، ويعرض الجدول (8-2) مثالاً عن القواعد التربوية للمقرر التَّعليمي EFL.

الجدول (8-1)، القواعد التربوية القياسية.

prid	prlevel	prshow	prcolor	prsubject	prteacher	prstatus
1	ضعيف جداً	كلا	-	0	0	1
2	ضعيف	كلا	-	0	0	1
3	وسط	نعم	#009601	0	0	1
4	جيد	نعم	#FF3012	0	0	1
5	جيد جداً	نعم	#C75008	0	0	1
6	ممتاز	نعم	#000000	0	0	1

الجدول (8-2)، القواعد التربوية للمقرر EFL.

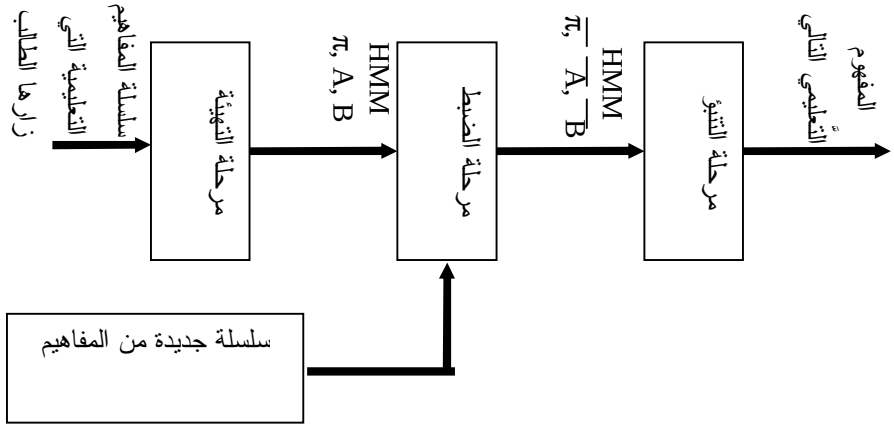
prid	prlevel	prshow	prcolor	prsubject	prteacher	prstatus
7	ضعيف جداً	كلا	-	0	0	1
8	ضعيف	نعم	#D0CB00	0	0	1
9	وسط	نعم	#E00928	0	0	1
10	جيد	نعم	#E49FF0	0	0	1
11	جيد جداً	نعم	#E00094	0	0	1
12	ممتاز	نعم	#C00000	0	0	1

8-1-2- النتائج والمناقشة (Results and Discussions)

نُلاحظ بأنَّ القواعد التربوية التي تَمَّ تحديدها من قبل معلم المقرر التَّعليمي EFL تختلف عن القواعد التربوية القياسية، فهو سمح بعرض المحتوى التَّعليمي لأي مفهوم مستوى الطالب فيه "ضعيف" واستخدم أيضاً تدرج لون الأزرق في عرض المقرر.

8-2- التنبؤ باستخدام نماذج ماركوف المخفية (Prediction Using HMM)

تتألف عملية التنبؤ ياستخدام HMM من ثلاث مراحل، مرحلة التهيئة ومرحلة الضبط ومرحلة التنبؤ. يعرض الشكل (8-2) المخطط العام لعملية التنبؤ.



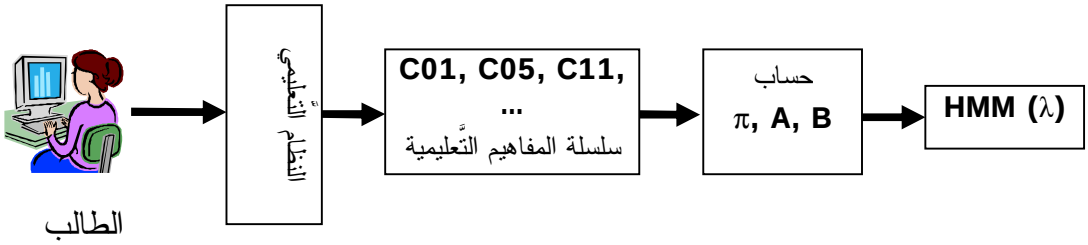
الشكل (8-2)، المخطط العام لعملية التنبؤ باستخدام HMM.

8-2-1- مرحلة التهيئة (Initialization Phase)

يتم تنفيذ مرحلة التهيئة باستخدام الخطوتين التالتين:

1- يتألف المقرر من ثلاثة عشر هدفاً تعليمياً تَمَّ ترقيمهم بالأرقام الرومانية، وواحد وأربعون مفهوم أساسي تَمَّ ترميزهم بحرف C مع رقم عشري تسلسلي مؤلف من خانتين، وعشرون مفهوم فرعي تَمَّ ترميزهم بـ S مع رقم عشري تسلسلي مؤلف من خانتين أيضاً . يعرض الملحق الثالث مخطط كامل لشجرة المقرر.

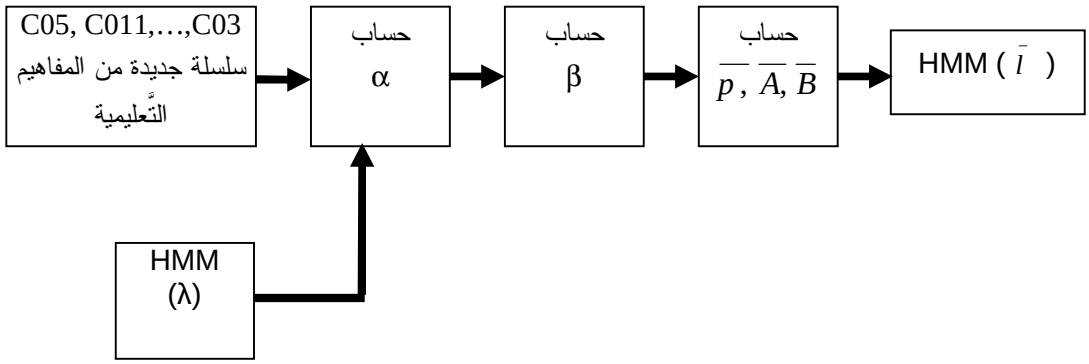
2- يتم بعد ذلك بناء نموذج HMM (λ) لكل طالب حسب تسلسل المفاهيم التَّعليمية التي زارها خلال تفاعله مع النظام، وتمثل N هنا المفاهيم التَّعليمية (عدد الحالات المخفية) ضمن نموذج المعرفة. يعرض الشكل (8-3) تفاصيل مرحلة التهيئة.



الشكل (8-3)، مرحلة التهيئة.

8-2-2- مرحلة الضبط (Adjustment Phase)

تستخدم خوارزمية Baum-Welch من أجل ضبط نموذج HMM (λ) الخاص بكل طالب، في كل مرة يتفاعل فيها مع النظام، وذلك باستخدام سلسلة جديدة من المفاهيم التَّعليمية الجديدة التي قام بزيارتها. يوضح الشكل (8-4) تفاصيل مرحلة الضبط.



الشكل (8-4)، مرحلة ضبط نموذج HMM.

يمكن تلخيص مرحلتي التهيئة والضبط بالخطوات التالية:

1- يتم تهيئة نموذج $\lambda=(A, B, \pi)$ HMM لكل طالب.

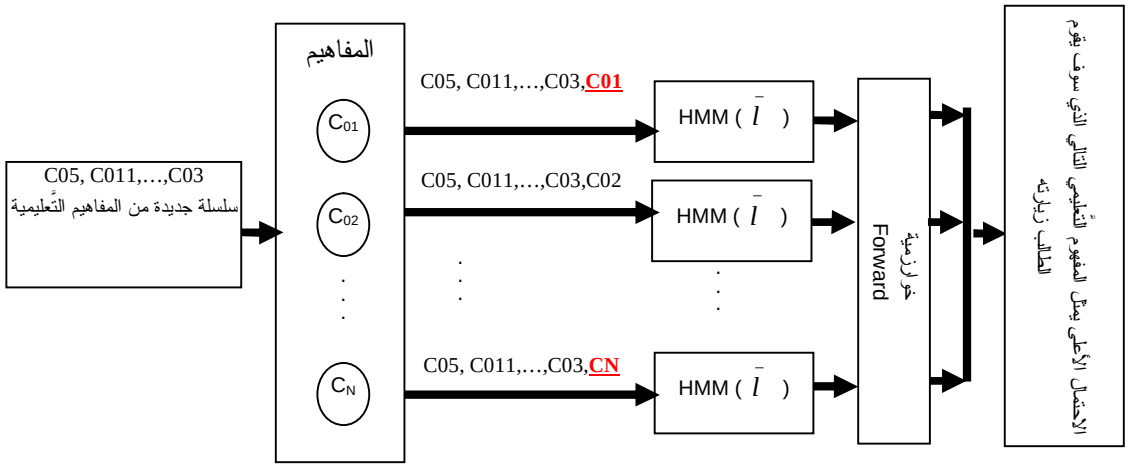
2- حساب $\alpha t(i), \beta t(i), \xi t(i, j), \gamma t(i), t=1\ldots,T, i-0,\ldots,N-1, j=0,\ldots,N-1$

3- ضبط نموذج $\lambda=(A, B, \pi)$ باستخدام سلسلة جديدة من المفاهيم التَّعليمية.

4- إذا كان، $P(O \mid \hat{l}) > P(O \mid l)$ إذهب إلى الخطوة 2.

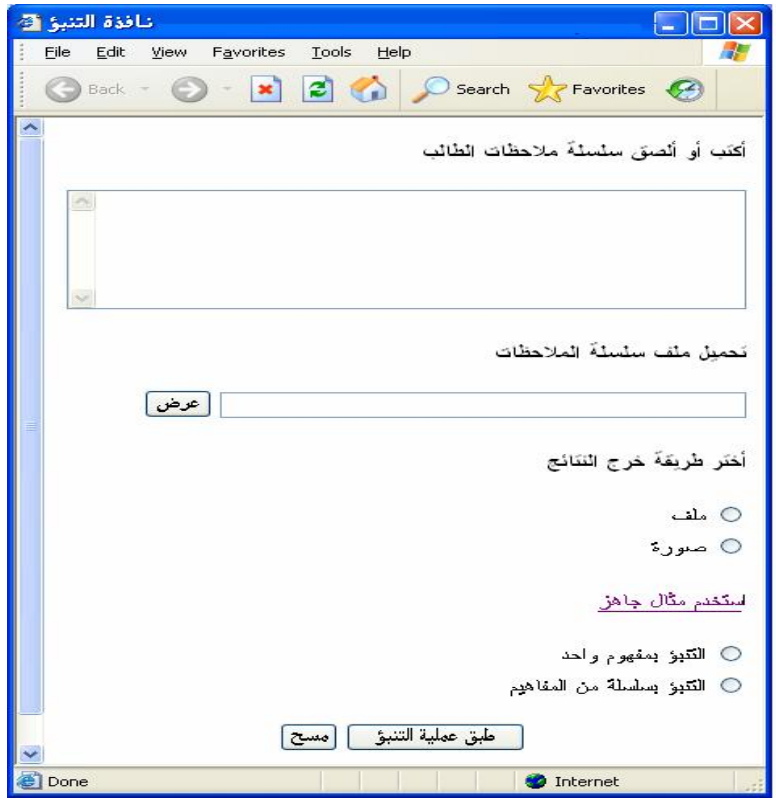
8-2-3- مرحلة التنبؤ (Prediction Phase)

يتم تطبيق خلال هذه المرحلة خوارزمية الأمام (Forward) من أجل تحديد التوزيع الاحتمالي لكل مفهوم تعليمي (حالة) في المنهاج. وتمثل أعلى قيمة المفهوم التالي الذي سيتوقع الطالب زيارته. يعرض الشكل (8-5) خطوات مرحلة التنبؤ.



الشكل (8-5)، مرحلة التنبؤ.

تَمَّ تصميم أداة تحاكي عمل وحدة التنبؤ باستخدام لغة الـPHP، بحيث من خلال نافذة تسمح للمستخدم لصق سلسلة المفاهيم التَّعليمية التي تَمَّت زيارتها من قبل طالب ما في مربع نص أو تحميلها من ملف نصي خارجي. وتسمح أيضاً التنبؤ بمفهوم تالٍ واحد أو بسلسلة من المفاهيم التالية، كما يمكن طباعة النتائج كصورة أو كملف نصي. يعرض الشكل (8-6) نافذة هذه الأداة.



الشكل (8-6)، نافذة أداة التنبؤ المستخدمة خلال عملية التجارب.

8-2-4- النتائج والمناقشة (Results and Discussions)

تَمَّ قياس أداء خوارزمية التنبؤ باستخدام مجموعة من سلاسل التصفح من بين المفاهيم التَّعليمية التي تَمَّ تجميعها خلال تفاعل الطلاب مع النظام التَّعليمي، وتمَّ استخدام نوعين من السلاسل: سلاسل (150 مفهوم) استخدمت في عملية التدريب، وسلاسل (150 مفهوم) استخدمت في عملية الاستدعاء. يعرض الجدول التالي (8-3) بعض الأمثلة عن سلاسل التصفح.

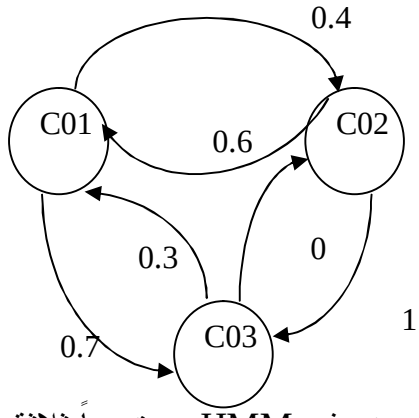
الجدول (8-3)، أمثلة عن سلاسل التصفح المستخدمة في عملية التنبؤ.

رقم الطالب	السلسلة
طالب (1)	C05 C06 C07 C08 C01 C02 C03 C04 C09 C10 …
طالب (2)	C05 C06 C08 C07 C13 C15 C14 C16 C01 C02 …
طالب (3)	C05 C08 C06 C07 C01 C02 C03 C09 C10 C04 …

وفق الجدول السابق يمكن القول بأنَّ الطالب الأول قام بزيارة المفاهيم التَّعليمية التالية:
" Numbers -1- 10" **è** "Numbers -11- 20" **è** " Numbers -21-1000" **è** " Ordinal numbers" **è** "Verb to be-Positive Form" **è** " Verb to be-Negative Form " **è** "Verb to be-Question Form" **è** "Verb to be-Short

and Long answers" **è** "Simple Present Tense -Positive Form" **è** " Simple Present Tense -Negative Form ".

ومن ثُمَّ تَمَّ إنشاء نموذج HMM (λ) من أجل كل طالب مؤلف من 41 حالــة (عقــدة) لتمثيل عدد المفاهيم التَّعليمية الموجودة ضمن نموذج المعرفــة. يعــرض الــشكل (8-7) جزءاً من نموذج HMM (للتوضيح تَمَّ عرض فقط ثلاثة عقد) لثلاثــة مفــاهيم: C01 وC02 وC03 والقيم الموجودة على الروابط تمثل احتمال تنقل الطالب من مفهوم تعليمي إلى آخر.



الشكل (8-7)، جزء من نموذج HMM مستخدماً ثلاثة مفاهيم فقط للتوضيح.

ومن ثُمَّ تَمَّ قياس أداء جودة خوارزمية التنبؤ باستخدام معيــارين: الــضبط (Precision)، والحساسية (Sensitivity)، بحيث يعرف الأول والثــاني بالمعــادلات (7-7) و (8-7) على التوالي وباستخدام مصفوفة الشك لعملية التنبؤ والموضحة في الجدول(8-4) [176].

الجدول (8-4)، مصفوفة الشك المستخدمة في حساب أداء عملية التنبؤ.

		المفهوم المتنبأ به (Predicted Concept)	
		نعم	لا
المفهوم الحالي (Actual Concept)	نعم	إيجابي حقيقي (True Positive-TP)	سلبي كاذب (False Negative- FN)
	لا	إيجابي كاذب (False Positive - FP)	سلبي حقيقي (True Negative- TN)

حيث:

إيجابي حقيقي (TP): عندما يتم تحديد مفهوم ما كمفهوم إيجابي (تـــالي) وبالفعـــل يقـــوم الطالب بزيارته.

إيجابي كاذب (FP):عندما يتم تحديد بشكل خاطئ مفهوم ما كمفهوم إيجابي (تالي) ولكـــن بالحقيقة يقوم الطالب بزيارة مفهوم آخر.

سلبي حقيقي (TN):عندما يتم تحديد بشكل خاطئ مفهوم ما كمفهوم سلبي (ســـوف لايـــتم زيارته كمفهوم تالي) وبالفعل لايقوم الطالب بزيارته.

سلبي كاذب (FN):عندما يتم تحديد بشكل خاطئ مفهوم ما كمفهوم سلبي (ســـوف لايـــتم زيارته كمفهوم تالي) وبالفعل يقوم الطالب بزيارته.

وتعد "إيجابي حقيقي" و "سلبي حقيقي" تصنيفات لتنبؤات صحيحة.

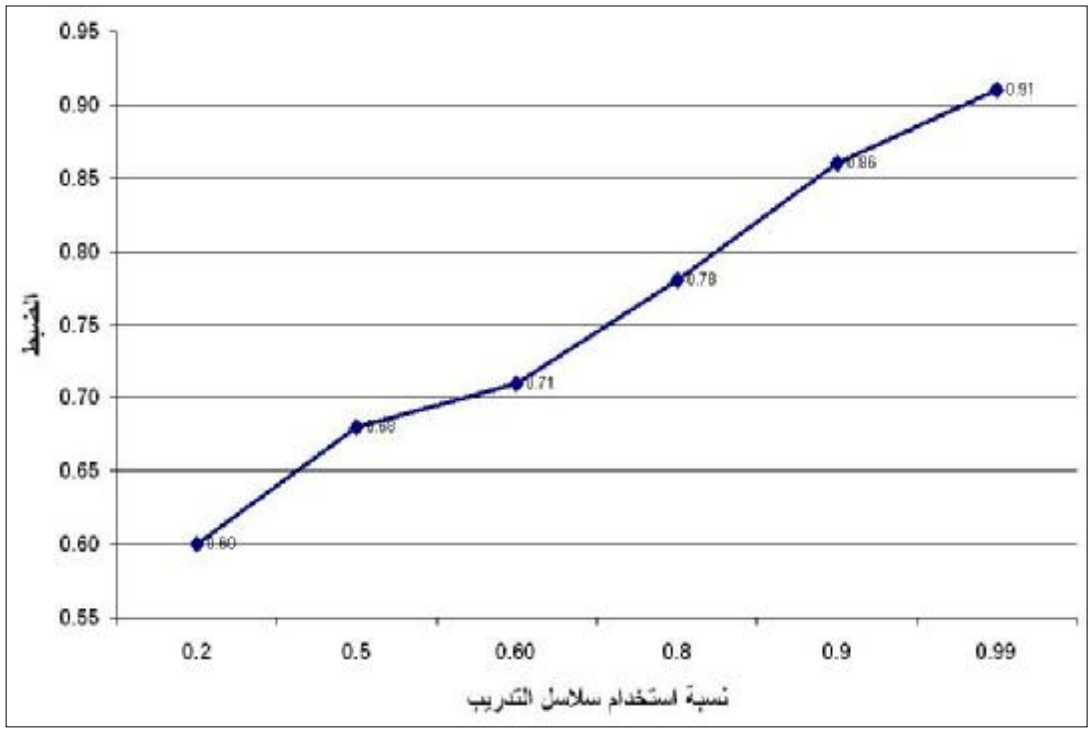
يوضح كل من الجدول (8-5) والشكلان (8-8) و (8-9) النتـــائج العامـــة لخوارزميـــة التنبؤ:

الجدول (8-5)، نتائج تجارب خوارزمية التنبؤ.

رقم التجربة	طول السلسلة(عدد المفاهيم)	النسبة المئوية (طول السلسلة)	TP	FP	FN	الضبط	الحساسية
1	30	20%	6	4	20	0.60	0.23
2	75	50%	17	8	50	0.68	0.25
3	90	60%	24	10	56	0.71	0.30
4	120	80%	38	11	71	0.78	0.35
5	135	90%	73	12	50	0.86	0.59
6	149	99%	105	11	33	0.91	0.76

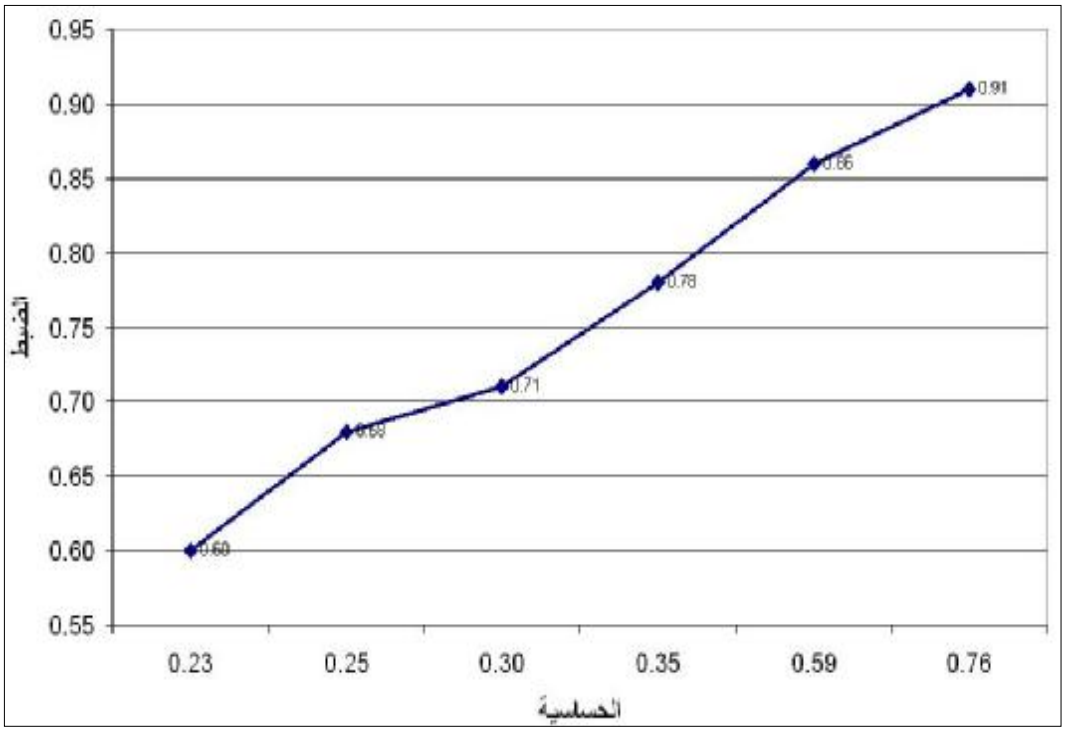
حيث يلاحظ في الشكل (8-8) أنَّ دقة وجودة عملية التنبؤ تكون أعلى كلمـــا اســـتخدمت سلسلة أطول من المفاهيم التَّعليمية في عملية التدريب، وتتـــراوح نـــسبتها مـــابين 20%

و99%، حيث تصل إلى 91% باستخدام نسبة 99% من المفاهيم التي تمت زيارتها مـــن قبل الطالب.



الشكل (8-8)، علاقة معيار الضبط مع طول سلاسل التدريب.

ويظهر الشكل (8-9) العلاقة الموجودة بين المعيارين المستخدمين، فكلما كان معيار الضبط عالياً يكون معيار الحساسية عالياً أيضاً، أي يكون التنبؤ ذو دقة أعلى. فلذلك تَمَّ اعتماد نتائج التجربة (6) في النظام الجديد IWEBISE.



الشكل (8-9)، علاقة معياري الضبط والحساسية.

من خلال عملية التنبؤ، تَمَّ استخدام نموذج المعلم المُدرب أو الموجه (Coach) وذلك من خلال تقديم النصائح اللازمة للطالب والتي تدفعه في متابعة دراسة المقرر بطريقة أفضل.

الخلاصة (Conclusion)

تَمَّ في هذا الفصل شرح بنية الجداول المستخدمة في نمذجة استراتيجيات المعلم المستخدمة خلال عملية تفصيل وتوليد المقرر التَّعليمي، كما تَمَّ البرهان على أنَّ نماذج ماركوف المخفية تُعَّد أداة مناسبة للتنبؤ بأفعال الطالب المستقبلية ضمن النظم التَّعليمية الذكية التكيفية على الشبكة العنكبوتية، حيث أثبتت التجارب بأنَّها تستطيع محاكاة عمل المعلم في إعطاء الطالب النصائح والإرشادات اللازمة من أجل توجيهه في إيجاد المعلومات بدقة وفعَّالية أكبر وفي الوقت المناسب.

الفصل التاسع

محرك التكيف

Chapter IX
Adaptation Engine

المقدمة (Introduction)

يشرح هذا الفصل كيفية تطبيق عملية التكيف باستخدام مختلف المعلومات المخزنة في نموذج المعرفة ونموذج الطالب ونموذج المعلم معاً، أي يشرح كيفية توليد مقررات تعليمية ديناميكياً تكون مهيكلة ومفصلة وفق الحالة المعرفية (الخريطة المعرفية الدماغية للطالب) ونمط تَعَلُّم كل طالب، كما يُقَدِّم أشكال التكيف المستخدمة في النظام الجديد IWEBISE. يعد محرك التكيف جزء من نموذج المعلم لأنه يحاكي الوظائف التَّعليمية والتدريسية (فقرة 4-2) التي يقوم بها المعلم في تخطيط خريطة المقرر واختيار الإستراتيجية المناسبة لكل طالب، ولكن قد تَمَّ وضعه في فصل منفصل بهدف تسليط الضوء على عملية التكيف بحد ذاتها.

9-1- أهمية محرك التكيف (Adaptation Engine)

يعد محرك التكيف من أهم أجزاء النظام لأنه يربط مختلف أجزائه الأخرى (المشروحة في الفصول السابقة) مع بعضها، ولأنه هو المسؤول بشكل رئيسي عن توليد:

- صفحات المقرر التَّعليمي وتقديمها للطالب وفق نمط تَعَلُّمه وحالته المعرفية بالنسبة لكل جزء من أجزاء المقرر.
- الروابط اللازمة لربط مختلف صفحات المقرر مع بعضها البعض (خريطة المقرر).

9-2- آليات محرك التكيف (Adaptation Engine Mechanisms)

9-2-1- آلية التكيف حسب الحالة المعرفية للطالب (Adaptation Mechanism According to Student Learning Style)

يقوم النظام بمراقبة الطالب وتسجيل جميع خطواته خلال عملية إبحاره ضمن المقرر التَّعليمي وخلال تقديمه للامتحان القبلي (Pre-test) والامتحانات البعدية (Post-tests) المرتبطة بكل هدف تعليمي.

1. إذا كان الطالب يدخل المقرر لأول مرة، يقوم النظام بعرض امتحان قبلي له بهدف تقييمه بالنسبة لكل الأهداف والمفاهيم المتعلقة بالمقرر التَّعليمي. في الحالة المغايرة، أي إذا كان الطالب قد بدأ بدراسة المقرر سابقاً، إذهب إلى الخطوة 6، أمَّا إذا تخطى الامتحان البعدي يتم عرض خريطة المقرر الافتراضية، اذهب إلى 4.

2. يتم حساب الحالة المعرفية لكل الأهداف والمفاهيم المتعلقة بالمقرر التَّعليمي وذلك من خلال تطبيق خوارزمية Fuzzy-ART2.
3. يتم تفصيل وتوليد خريطة المقرر اعتماداً على ثلاث نقاط:
   - العلاقات الموجودة مابين أهداف ومفاهيم المقرر التَّعليمي والمخزنة في نموذج المعرفة.
   - الحالة المعرفية [الجديدة] للطالب (الخريطة المعرفية للطالب) بالنسبة لكل مفهوم تعليمي.
   - القواعد التربوية المخزنة في نموذج المعلم.
4. يقوم الطالب باكتشاف ودراسة المقرر وتقديم امتحان بعدي من أجل تحديد حالة معرفية جديدة له.
5. يتم توليد خريطة مقرر جديدة للطالب وفق حالته المعرفية الأخيرة واعتماداً على نموذج المعرفة وجدول "الخريطة المعرفية للطالب"، وبذلك يتم باستخدام لغة PHP والـ HTML.
6. اذهب إلى الخطوة 3 إذا لم ينتهِ الطالب من دراسة محتوى المقرر التَّعليمي بشكل كامل أو لم يحقق المستوى المطلوب (الممتاز) في كل هدف تعليمي موجود ضمن الخريطة.
7. النهاية.

9-2-2- آلية التكيف حسب نمط تَعَلُّم الطالب (Adaptation Mechanism According to Student Knowledge Status)

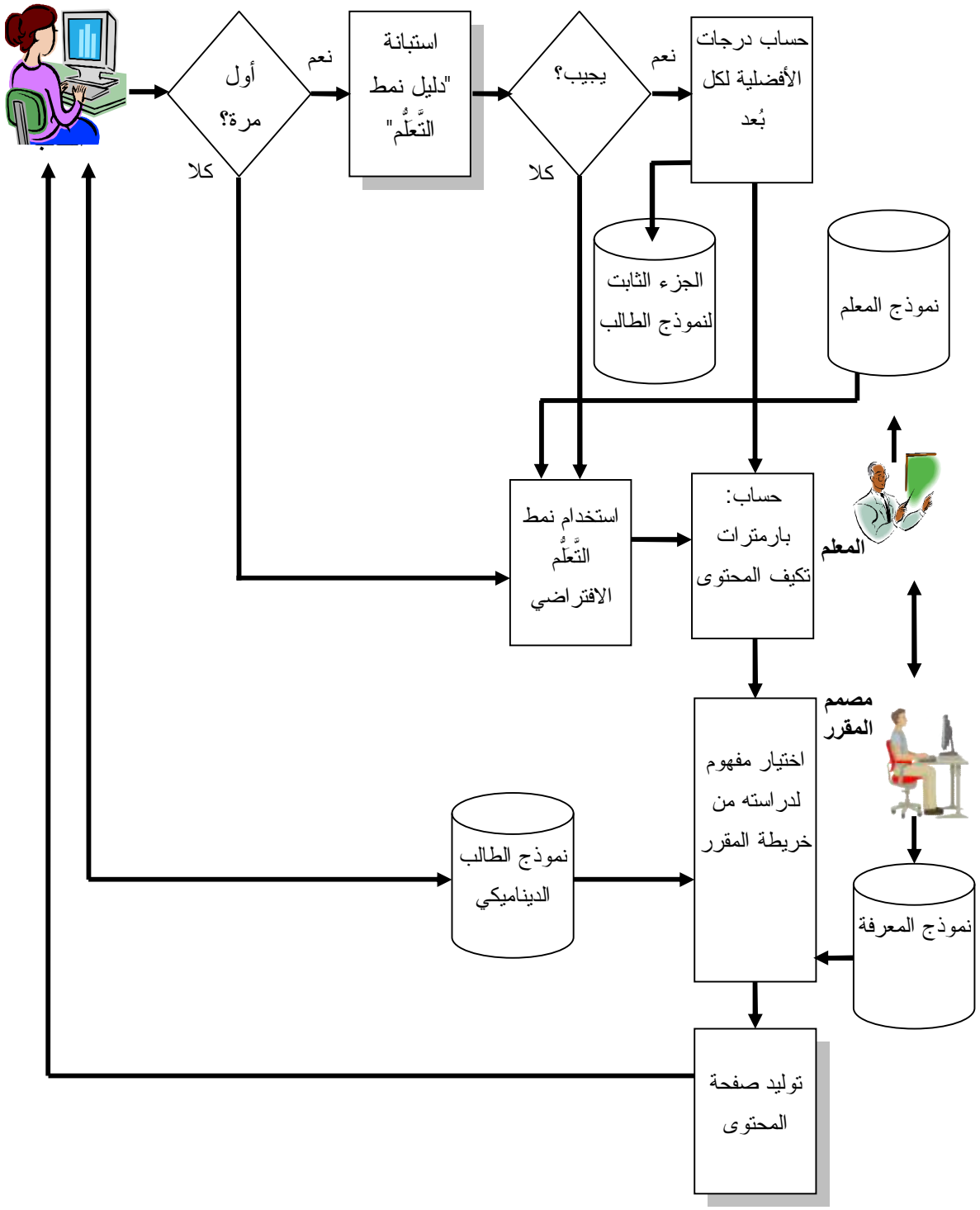
1. إذا كان الطالب يقوم بالدخول لأول مرة لدراسة المقرر، يقوم النظام بتقديم استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم" له من أجل الإجابة عليها، إذهب إلى الخطوة 3.
2. في حالة تخطي الطالب هذه الاستبانة واستخدام نمط التَّعَلُّم الافتراضي (القياسي) المخصص من قبل النظام، إذهب إلى الخطوة 4.
3. حساب درجات الأفضلية لكل بعد من أبعاد نموذج Felder and Silverman.
4. حساب بارمترات تكيف المحتوى المذكورة في الفقرة (7-4) حسب درجات الأفضلية.

5. عند اختيار الطالب لأي مفهوم من المفاهيم في خريطة المقرر التَّعليمي والمفصلة حسب الحالة المعرفية له، يتم تفصيل صفحة المحتوى الخاصة بهذا المفهوم وفق نتائج بارمترات تكيف المحتوى.
6. النهاية.

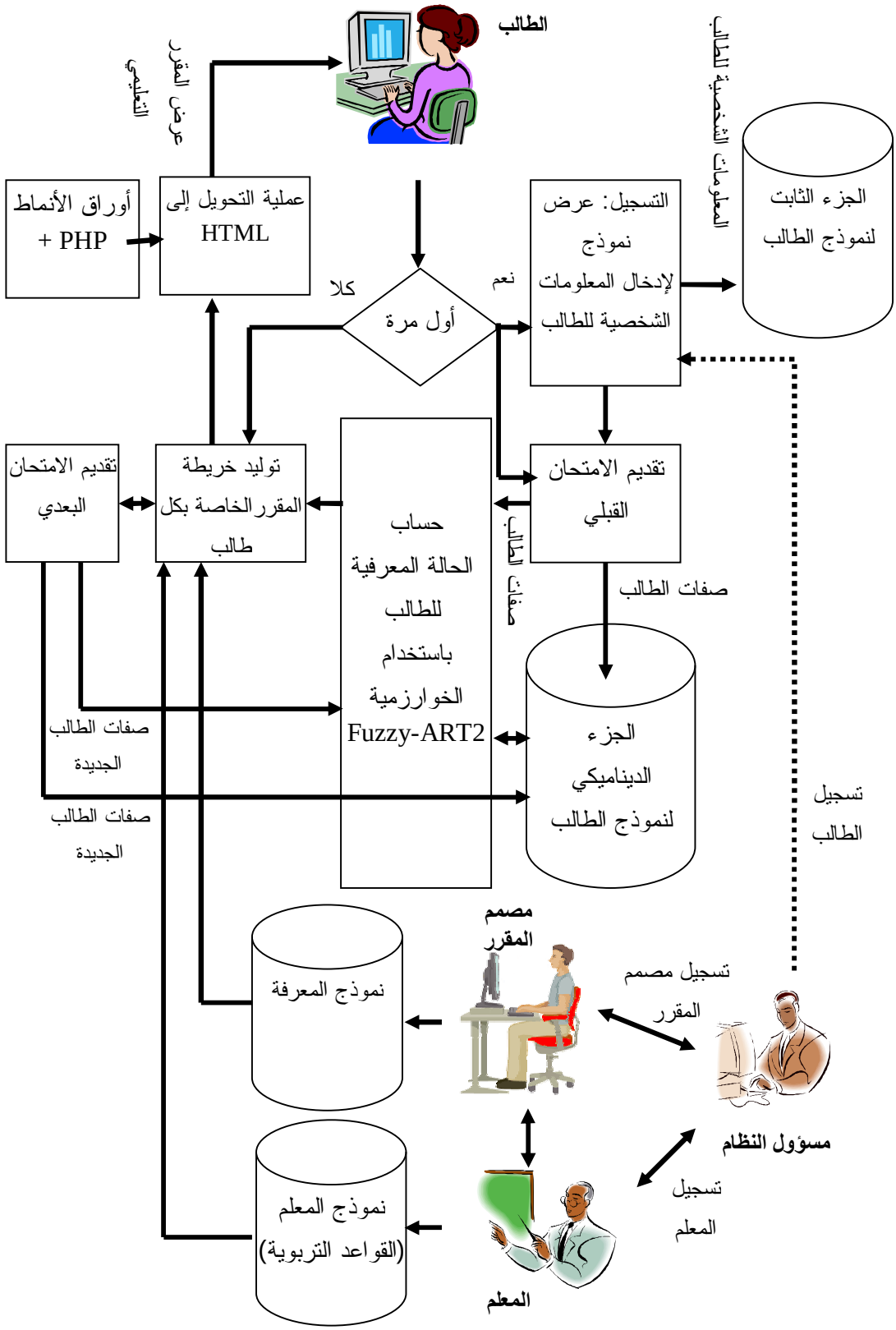
يعرض الشكلان (9-1) و (9-2) آلية عمل محرك التكيف وهي تهدف إلى توليد صفحات المفاهيم التَّعليمية حسب نمط تَعَلُّم كل طالب وخريطة المقرر وحسب الحالة المعرفية على التوالي.

يمكن تلخيص آليات التكيف المشروحة سابقاً بأربعة خطوات تمثل إستراتيجية التدريس المستخدمة من قبل المعلم الذكي للنظام، والقائمة على النظرية البنائية من خلال دورة التَّعَلُّم الرباعية لنظرية بياجيه المعرفية (فقرة 2-5-3):

1. مرحلة الاكتشاف: يقوم الطالب بالدخول إلى المقرر فيتم التفاعل معه عن طريق الامتحان القبلي بهدف الاستفادة من خبراته السابقة وعن طريق اتصاله المباشر مع الخبرة الجديدة الممثلة في مختلف مفاهيم المقرر، والتي تثير تساؤلات تدفعه للبحث عن إيجاد إجابات لها.
2. مرحلة التفسير: يتم تقديم المفاهيم المراد تعلُّمها من قبل الطالب وشرحها وتوضيحها وفق حالته المعرفية وأسلوب نمط تَعَلُّمه بعد الاستفادة من خبراته القديمة عن طريق الامتحان القبلي.
3. مرحلة التوسع: يكتشف الطالب مدى أهمية تَعَلُّم مفهوم ما بهدف استخدامه وتطبيقه لاحقاً في تَعَلُّم مفاهيم أخرى.
4. مرحلة التقييم: يتم ذلك عن طريق الامتحان البعدي وأثر تفاعل الطالب مع النظام بهدف تقديم خريطة مقرر متكيفة وفق الحالات المعرفية للطالب.



الشكل (9-1)، خوارزمية التكيف حسب نمط تَعلُّم الطالب.



الشكل (9-2)، خوارزمية التكيف حسب الحالة المعرفية للطالب.

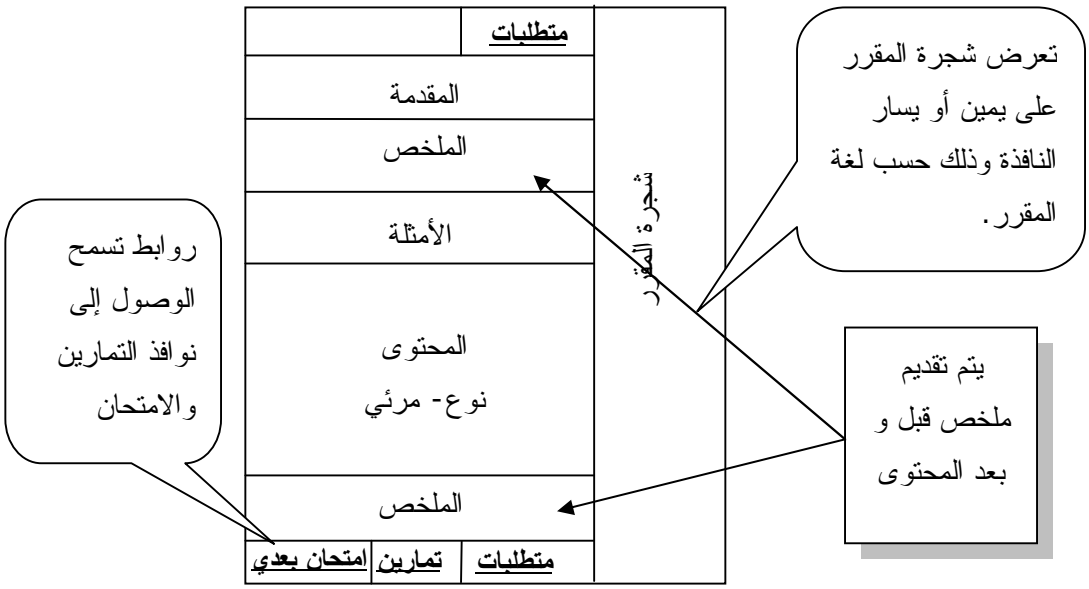
9-3- تقانات التكيف المستخدمة ضمن نظام IWEBISE (Adaptation Technologies Used in IWEBISE System)

يستخدم النظام IWEBISE ثلاثة أشكال من أشكال التكيف وهما:

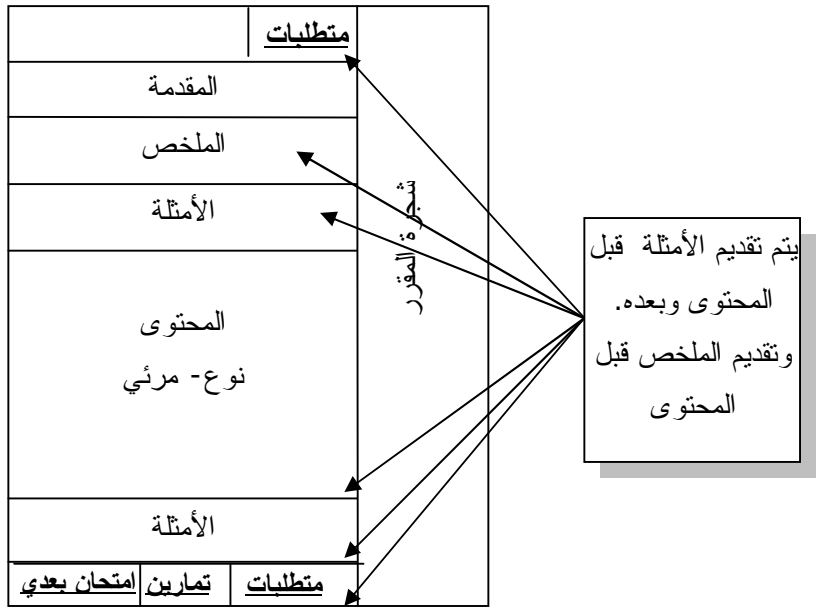
9-3-1- العرض التكيفي (Adaptive Presentation)

يتحقق العرض التكيفي ضمن النظام كمايلي:

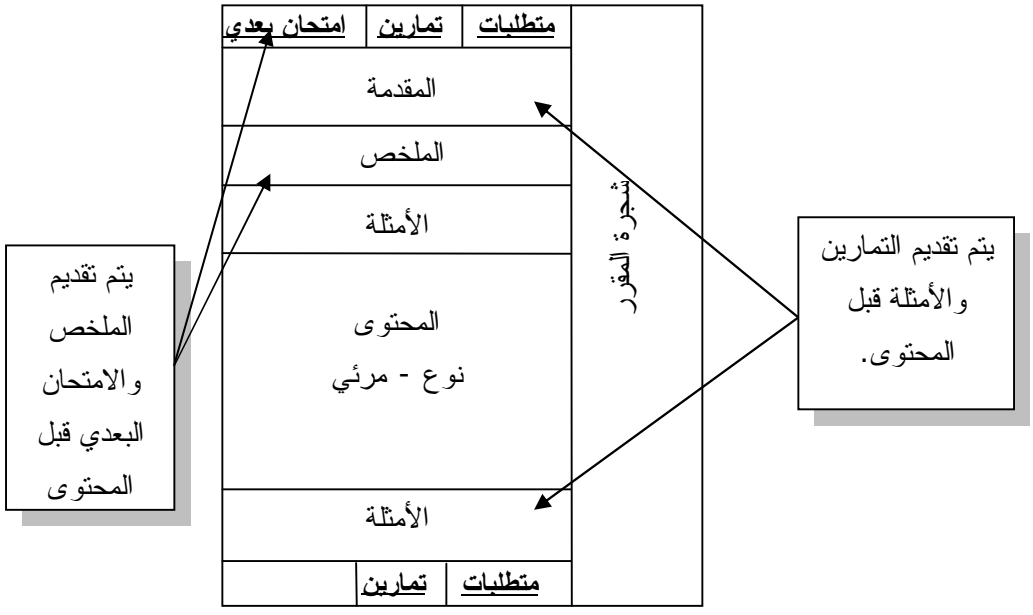
1- تكييف أجزاء المحتوى: لايتم عرض أجزاء المحتوى التَّعليمي (ومحتوى، وتمـــارين، وأمثلة، وملخص، وامتحان بعدي) بشكل ثابت لكل الطلاب وإنَّما تتكيف وتترتـــب وفـــق إجابة كل طالب على استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم" أي حسب نمط تَعَلُّمه. يعرض الـــشكل (9-3) طريقة عرض أجزاء صفحة المحتوى حسب نمط التَّعَلُّم الافتراضي القياسي (فقرة 7-4-1)، ويتم استخدامه في الحالة التي لا يقوم فيها الطالب بالإجابة على هـــذه الاســـتبانة، بينما يعرض الشكلان (9-4) و (9-5) نافذة المحتوى وفق إجابات الطالـــب (1) و (19) (الملحق ب).



الشكل (9-3)، بنية صفحة المحتوى الافتراضية.



الشكل (9-4)، صفحة المحتوى للطالب رقم (1).



الشكل (9-5)، صفحة المحتوى للطالب رقم (19).

نلاحظ مما سبق بأنَّ صفحة المحتوى ليست صفحة أجزاؤها ونوعها ثـابتتين تقـدم لكـل الطلاب على إنَّهم شريحة واحدة، وإنَّما يؤخذ بعين الاعتبار نمط تَعَلُّم كل واحد منهم على حدى، لكي يُعرض محتوى المقرر بطريقة جذَّابة تؤكد استمرار يتهم فـي عمليـة الـتَّعَلُّم الذاتي للمقرر.

2- الصفحات المتنوعة: يستطيع مصمم المقرر أن يضيف ستة أصناف من صفحات المحتوى التَّعليمي لكل مفهوم من مفاهيم المقرر، وذلك حسب نوع المحتوى المفضل لدى الطالب ويمكن أن يكون نصياً أو مرئياً، وأيضاً حسب الحالة المعرفية للطالب ويمكن أن يكون منخفضاً أو متوسطاً أو مرتفعاً. يستخدم المنخفض في حالة إذا كانت الحالة المعرفية للطالب ضعيفاً أو ضعيفاً جداً، ويستخدم المتوسط في حالة إذا كانت الحالة المعرفية للطالب متوسطة أو جيدة، وأخيراً يستخدم المرتفع في حالة إذا الحالة المعرفية للطالب جيد جداً أو ممتازاً. ومن ثُمَّ تكون صفحات المحتوى مصنفة كمايلي:

1- نص + منخفض.

2- نص + وسط.

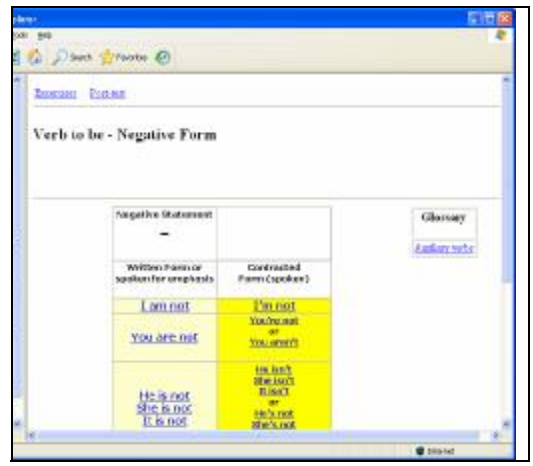
3- نص + مرتفع.

4- مرئي + منخفض.

5- مرئي + وسط.

6- مرئي + مرتفع.

فإذا لم يقم مصمم المقرر بإضافة جميع أصناف الصفحات، يقوم النظام بعرض المحتوى ذي المستوى الأدنى بدرجة والمناسب لنمط تَعَلُّم الطالب والحالة المعرفية له. يعرض الشكلان (9-6) و(9-7) نافذتين لنفس المفهوم التَّعليمي " Simple Present Tense – Negative Form"،الأولى تعرض المحتوى النصي والثانية المرئي باستخدام الفلاش.



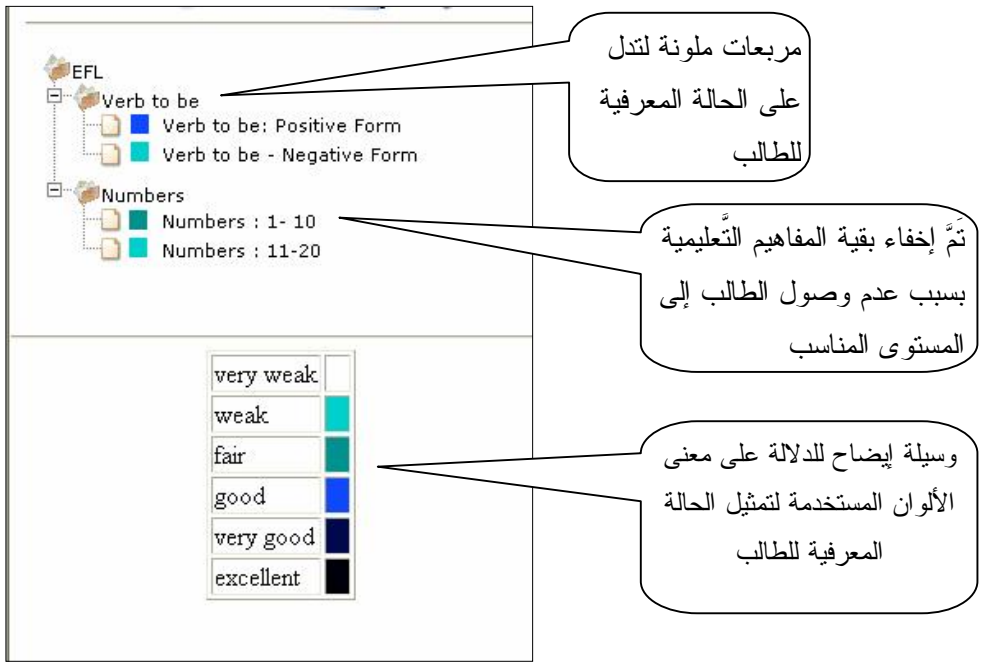
الشكل (9-6)، محتوى نصي-منخفض للمفهوم " Simple Present Tense – Negative Form "

الشكل (9-7)، محتوى مرئي-منخفض للمفهوم " Simple Present Tense – Negative Form "

9-3-2- الملاحة التكيفية (Navigation Adaptation)

تتحقق الملاحة التكيفية ضمن النظام عن طريق:

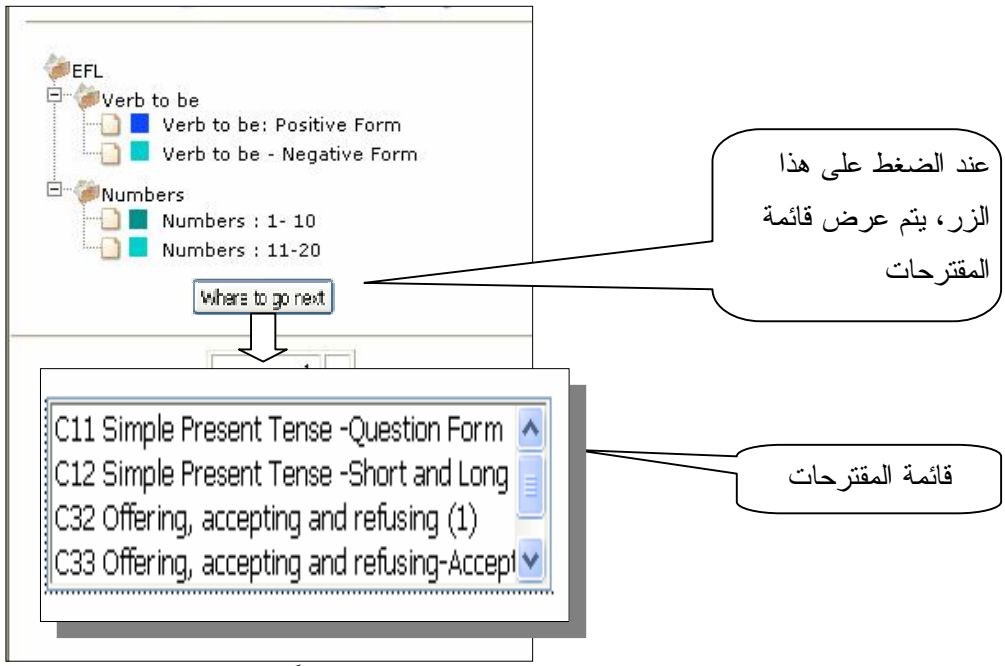
- التعليقات (Annotation): يتم تزويد خريطة المقرر بمربعات ملونة حسب القواعد التربوية التي تَمَّ إدخالها من قبل المعلم، لكي تعبر عن الحالة المعرفية للطالب، وتتحقق الملاحة التكيفية أيضاً عن طريق إضافة رابط مساعدة يساعد الطالب على معرفة مفاهيم المتطلب الأساسي للمفهوم قيد الدراسة، كما هو مبين في الشكل (9-8).
- إخفاء الروابط (Link Hiding): يتم إخفاء المفاهيم التَّعليمية التي لم يحقق الطالب فيها مستوى متوسطاً على الأقل للمفاهيم المتطلب الأساسي لها، وذلك أيضاً وفق القواعد التربوية المدخلة والمستخدمة من قبل المعلم.
- التوجيه المباشر (Direct Guidance): تدل الطالب على أفضل عقدة تالية يجب زيارتها.
- الخرائط (Mapping): يتم عرض الأهداف التَّعليمية للمقرر بواسطة خريطة أو شجرة تعكس الحالة المعرفية للطالب، وذلك عن طريق استخدام التعليقات وإخفاء الروابط والتوجيه المباشر.



الشكل (9-8)، مثال عن شجرة مقرر تكيفية لطالب ما.

9-3-3- تتبع المنهـــاج ذو مـــستوى عـــال (Curriculum Sequencing- High Level)

تتحقق تقانة التتبع المعرفي للمنهاج عن طريق تقديم قائمة اقتراحات تزود الطالب بأفـــضل المفاهيم التَّعليمية التالية من أجل تتبعها وتعلُّمها والعمل معها. يُبَيِّن الـــشكل (9-9) هـــذه القائمة.



الشكل (9-9)، نافذة قائمة الاقتراحات للمفاهيم التَّعليمية التالية.

الخلاصة (Conclusion)

تَمَّ شرح من خلال هذا الفصل آلية عمل محرك التكيف من خلال شرح خوارزميتي التكيف وفق نمط تَعَلُّم كل طالب ووفق حالته المعرفية المرتبطة بكل مفهوم من مفاهيم المقرر التعليمي. تمثل هاتين الخوارزميتين استراتيجية التدريس المستخدمة من قبل المعلم الذكي للنظام، والقائمة على النظرية البنائية من خلال دورة التَّعَلُّم الرباعية لنظرية بياجيه المعرفية.

وفي نهاية الفصل تَمَّ التركيز على تقانات التكيف المستخدمة ضمن المقررات المبنية باستخدام النظام الجديد IWEBISE، حيث يستخدم تقانة "العرض التكيفي" عن طريق تكييف أجزاء المحتوى وتقديم أصناف متنوعة من المحتوى وذلك وفق إجابات الطالب لاستبانة "دليل نمط التَّعَلُّم"، وتقانة "الملاحة التكيفية" من خلال تزويد خريطة المقرر بألوان تشير عن الحالة المعرفية للطالب وإخفاء أو إظهار عقد (مفاهيم) أو روابط تساعد الطالب معرفة مفاهيم المتطلب الأساسي للمفهوم قيد الدراسة، وتقانة "تتبع المنهاج" التي تقدم للطالب قائمة من المفاهيم المقترحة كأفضل مفاهيم تالية من أجل دراستها وتتبعها.

الفصل العاشر

واجهات المستخدم

Chapter X
User's Interfaces

المقدمة (Introduction)

هي واجهات العرض التطبيقية المستخدمة كأدوات اتصال وتواصل المستخدمين مع النظام IWEBISE، حيث تَمَّ تقسيمها إلى أربعة أقسام وفقاً لطبيعة ومهمة المستخدم، سواء كان مصمماً للمقررات التَّعليمية أو مسؤولاً عن النظام أومعلماً أو طالباً، وللاستفادة من ميزات النظام بالشكل الأمثل يجب على المستخدم تسجيل دخوله وتحديد لغة واجهة العرض المفضلة لديه (العربية، أو الإنكليزية، أو الإسبانية، أو الفرنسية) عن طريق النافذة الرئيسية، كما يستطيع المستخدم الولوج إلى أي مقرر تعليمي تَمَّ نشره بشكل مجاني من قبل مصممه، وذلك دون الاستفادة من ميزات عمليات التكيف حسب نمط تَعَلُّم الطالب وحالته المعرفية. يوضح الشكل (1-10) النافذة الرئيسية لـ IWEBISE .

الشكل (1-10)، النافذة الرئيسية للنظام IWEBISE.

10-1- واجهات مسؤول النظام (Administrator Interfaces)

تقع على عاتق مسؤول النظام المهام التالية:

1- إدارة مستخدمين النظام (إضافتهم أو تعديل بياناتهم الشخصية أو حذفهم).

2- إدارة التصنيفات الرئيسية والفرعية للمقررات التَّعليمية.

3- تسجيل الطلاب أو إلغاء تسجيلهم في المقررات التَّعليمية.

4- إدارة مجموعات من الطلاب.

5- تخصيص معلمين للمقررات التَّعليمية.

6- إضافة لغة واجهة جديدة للنظام.

يوضح الشكلان (10-2) و (10-3) لوحة تحكم مسؤول النظام ونافذة قائمة المستخدمين التـــي تسمح بتحديث بيانات مستخدم ما أو حذفه.

إدارة (إضافة، تعديل، حذف) التصنيفات الرئيسية للمقررات التَّعليمية.

إدارة (إضافة، تعديل، حذف) التصنيفات الفرعية للمقررات التَّعليمية.

إضافة مستخدم جديد.

عرض قائمة المستخدمين وإمكانية تعديل بياناتهم أوحذفهم.

إدارة مجموعة الطلاب.

تسجيل الطلاب في مقرر ما وتخصيص معلم لمتابعتهم.

إلغاء تسجيل الطلاب في مقرر ما.

إدارة لغات واجهة المستخدم.

خروج من النظام والرجوع إلى النافذة الرئيسية.

الشكل (10-2)، لوحة تحكم مسؤول النظام.

الشكل (10-3)، نافذة قائمة المستخدمين.

10-2- واجهات المصمم (Designer's Interfaces)

تتيح نوافذ مصمم المقررات التَّعليمية بالقيام بالمهام التالية:

1- إدارة المقررات التَّعليمية من إضافة وتحديث وحذف.
2- تحديد أهداف المقرر وشروط التسجيل عليه والبرنامج الزمني الدراسي للانتهاء منه.
3- إدارة أجزاء المقرر التعليمي من أهداف تعليمية ومفاهيم أساسية وفرعية.
4- تحديد إمكانية نشر المقرر التعليمي لكي يكون متاح مجاناً لغير مستخدمي النظام.
5- تحديد إمكانية مشاركة الكائنات التَّعليمية للمقرر ما مع بقية المقررات التَّعليمية ضمن النظام.
6- تصدير المقرر التعليمي لاستخدامه ضمن منصات تعليمية أخرى.
7- إدارة أنواع مختلفة من الأسئلة: متعددة الخيارات أو أسئلة الصحة والخطأ والأسئلة ذات الإجابة القصيرة، وإملاء الفراغات.
8- إضافة أسئلة امتحانيه لمختلف أجزاء المقرر التعليمي.
9- تحديد الأدوات المستخدمة من قبل الطلاب (البريد الإلكتروني، المحادثة النصية، منتديات).
10- إدارة الملفات التَّعليمية لايزيد حجمها عن 3 ميغا بايت.
11- إضافة مستويات مختلفة للمحتوى التعليمي خاص بكل مفهوم تعليمي أساسي أو فرعي.
12- إنشاء محتوى تعليمي تفاعلي باستخدام محرر نصوص سهل الاستخدام، يسمح بإضافة صور وروابط وألوان وجداول وقوائم.
13- يستطيع المصمم الاستفادة من كائنات تعليمية موجودة من مقررات تعليمية وإضافتها إلى مقرره.
14- تصدير المقرر وتحزيمه بهدف تحميله واستخدامه ضمن منصات تعليمية أخرى.

يوضح الشكلان (10-4) و (10-5) النافذة الرئيسية المستخدمة من قبل مصمم المقررات التَّعليمية والتي تنقسم إلى قسمين:

- القسم الأول: يعرض لوحة تجكم خاصة بكل مقرر تعليمي تَمَّ إنشاؤه من قبل مصمم المقررات التَّعليمية والشجرة العامة للمقرر التعليمي.

- القسم الثاني: يعرض الأدوات اللازمة والمستخدمة من أجل إدارة كل من الأهداف التَّعليمية والمفاهيم الأساسية والفرعية والأسئلة الإمتحانية والمحتوى التعليمي بكل مستوياته والخاص بكل جزء من أجزاء المقرر التعليمي.

إضافة مقرر تعليمي جديد.

خروج من النظام والرجوع إلى النافذة الرئيسية.

تحديث بيانات مقرر تعليمي.

حذف مقرر تعليمي. (لا يمكن حذف مقرر ما، إذا تَمَّ تسجيل طلاب فيه)

مشاهدة المقرر التعليمي دون تطبيق عملية التكيف.

تحميل ملفات خاصة بالمقرر التعليمي.

إضافة كائنات تعليمية (أهداف تعليمية أو مفاهيم أو أسئلة إمتحانية)من مقررات موجودة ضمن النظام.

تحزيم نموذج المعرفة وفق معيار SCORM.

عرض دليل مصمم المقررات

الشكل (10-4)، لوحة تحكم مصمم المقررات التَّعليمية.

ونافذة إدارة الأهداف والمفاهيم التَّعليمية التي تسمح بإضافة هدف تعليمي مع مفاهيمه الأساسية والفرعية وتخصيص محتوى تعليمي لهم.

إضافة مفهوم تعليمي للهدف التعليمي.

إدارة الأسئلة الإمتحانية للهدف التعليمي ولكل مفهوم خاص به.

تحديث بيانات مفهوم تعليمي أساسي.

حذف المفهوم التعليمي أساسي.

إدارة المحتوى التعليمي للمفاهيم التَّعليمية الأساسية.

إدارة المفاهيم الفرعية.

الشكل (10-5)، نافذة إدارة الأهداف والمفاهيم التَّعليمية.

10-3- واجهات المعلم (Tutor's Interfaces)

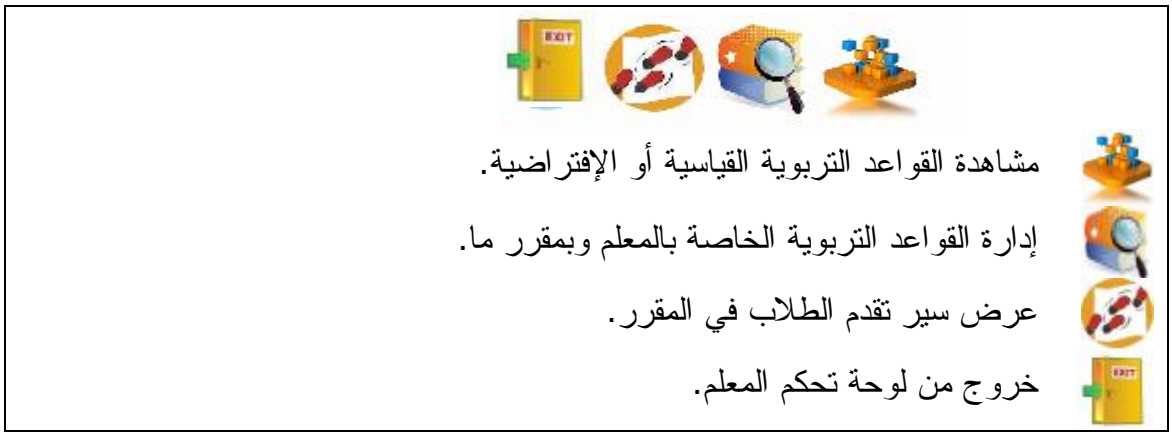
تسمح نوافذ المعلم بالقيام بالمهام التالية:

1- مشاهدة القواعد التربوية القياسية.

2- إضافة قواعد تربوية جديدة خاصة به وبكل مقرر.

3- تتبع ومراقبة تصفح الطلاب للمقرر التعليمي.

يعرض الشكلان (10-6) و (10-7) الأدوات المستخدمة من قبل المعلم والقواعد التربوية الخاصة بمعلم ما ومقرر ما على التوالي.



الشكل (10-6)، لوحة تحكم المعلم.

الشكل(10-7)، القواعد التربوية الخاصة بالمقرر تعليم قواعد اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية.

10-4- واجهات الطالب (Student's Interfaces)

ففي البداية تظهر نافذة للطالب تعرض كل المقررات المسجل عليها، فعند اختياره لمقرر ما ودخوله لأول مرة إليه، تظهر له نافذة تسمح له باتباع الامتحان القبلي وإملاء استمارة "دليل أنماط التَّعَلُّم" من أجل تحديد نمط تَعَلُّمه. فإذا تجاهل الطالب الامتحان القبلي، تظهر خريطة المقرر الافتراضية (فقرة 12-1-2-1)، أما في الحالة المغايرة تعرض له الأهداف والمفاهيم التَّعليمية حسب حالته المعرفية. وإذا لم يملأ الطالب أيضاً الاستمارة، يتم عرض المحتوى التعليمي مستخدماً نمط التَّعَلُّم الافتراضي (فقرة 7-4-1) المحدد من قبل النظام. يعرض الشكلان (10-8) و (10-9) نافذتي الامتحان القبلي واستمارة "دليل أنماط التَّعَلُّم" على التوالي.

الشكل (10-8)، نافذة الامتحان القبلي.

الشكل (10-9)، نافذة استبانة "دليل أنماط التَّعَلُّم".

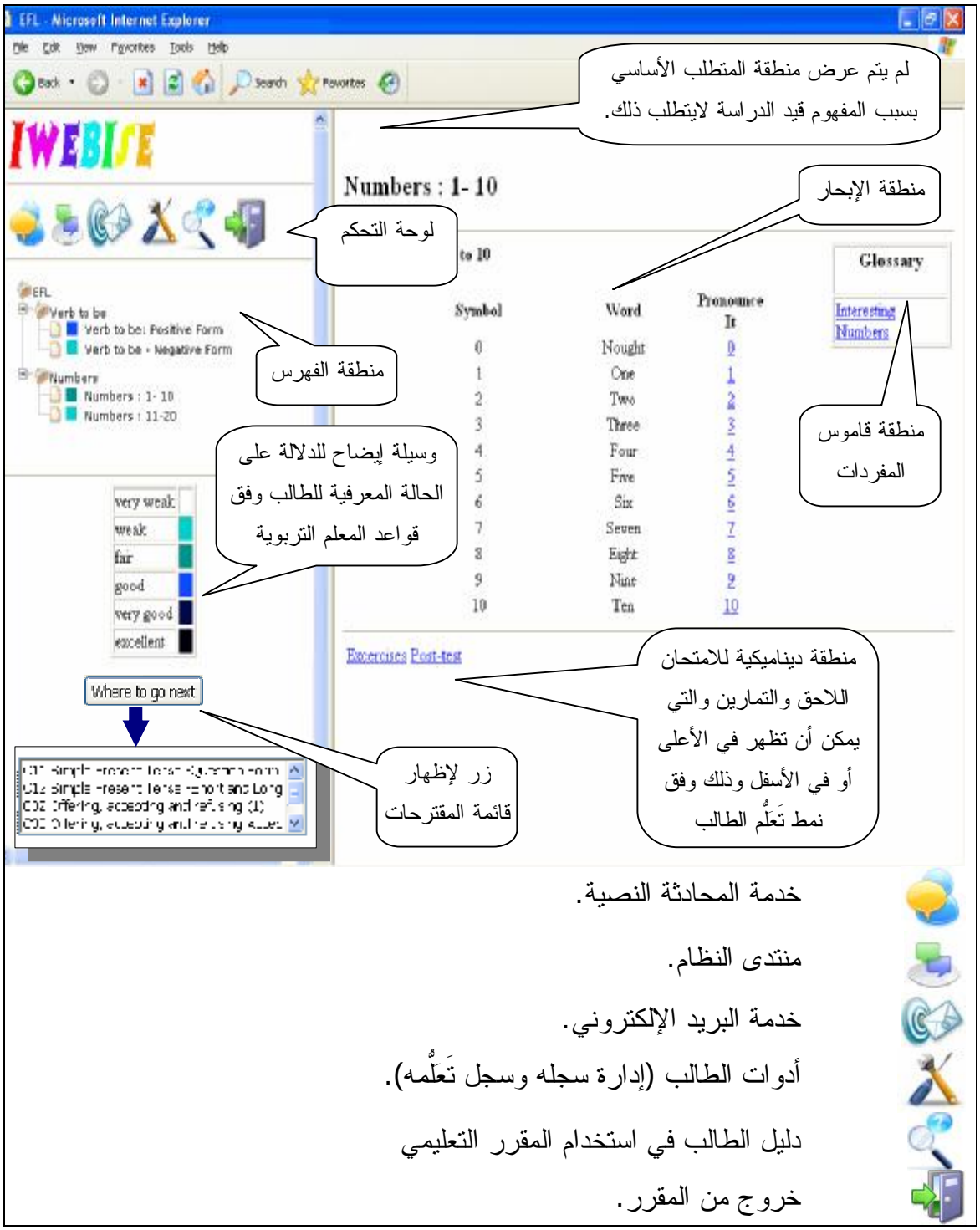
تتقسم نافذة الطالب الخاصة بدراسة مقرر تعليمي ما إلى ست مناطق كما هو مبين في الشكل (10-10):

- منطقة الفهرس: تنقسم هذه المنطقة إلى الأقسام التالية:

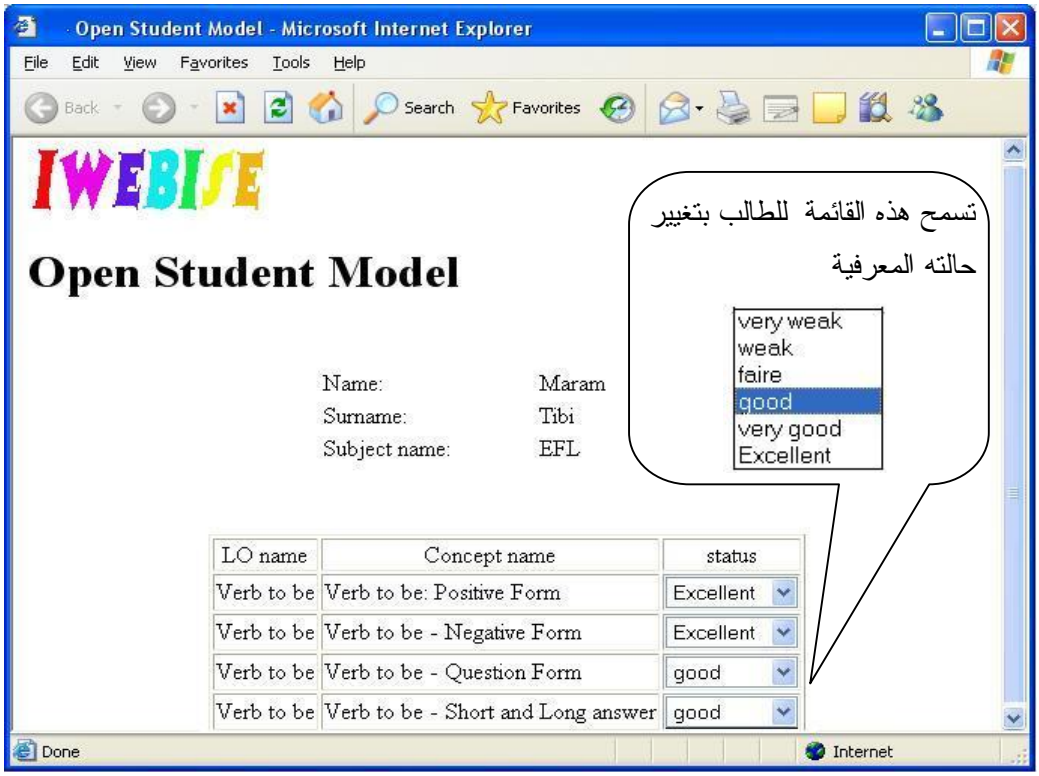
1. شريط أدوات الطالب: تسمح له بالقيام بالوظائف التالية:
   - إجراء محادثة نصية مع طلاب آخرين.
   - المشاركة في منتدى النظام.
   - الولوج إلى بريده الإلكتروني.
   - تغيير كلمة المرور وبياناته الشخصية، وإدارة حالته المعرفية بالنسبة لكل مفهوم من مفاهيم المقرر، أي يسمح النظام بتغيير في صفات نموذج الطالب (الشكل (10-11)).
   - طلب مساعدة في كيفية استخدام النظام.
2. خريطة المقرر: عرض خريطة مؤلفة من مجموعة من الروابط المتعلقة بالأهداف والمفاهيم التَّعليمية وهي تعد القائمة الرئيسية للطالب، وهي تسمح له بالإبحار ضمن مختلف الدروس المفصلة وفق حالته المعرفية وحسب القواعد التربوية المخصصة للمقرر.
3. وسيلة إيضاحية: يتم عرض شرح الألوان المستخدمة من قبل المعلم للدلالة على الحالة المعرفية للطالب.
4. زر "ما الخطوة التالية": يستخدم لإظهار قائمة "المقترحات" تساعد الطالب في توجيهه وإرشاده ومعرفة ما المفاهيم التالية التي يجب عليه زيارتها. عناصر هذه القائمة هي ناتج خوارزمية التنبؤ (فقرة 8-2).

- منطقة الإبحار: ضمن هذه المنطقة يتم عرض المحتوى التعليمي للمفاهيم والدروس حسب نمط تَعَلُّم الطالب، تحتوي هذه المنطقة من: مقدمة ومحتوى وأمثلة وملخص، ويتم ترتيبها حسب نمط تَعَلُّم كل طالب (فقرة 7-4).
- منطقة التمارين: يتم ضمن هذه المنطقة عرض رابط يسمح بالدخول إلى التمارين الخاصة بالمفهوم قيد الدراسة، وهذه المنطقة ديناميكية تعرض في بداية أو نهاية منطقة الإبحار وذلك حسب نمط تَعَلُّم الطالب.
- منطقة الامتحان البعدي: يتم ضمن هذه المنطقة عرض رابط يسمح بعرض نافذة تحتوي على مجموعة من الأسئلة والتي تسمح بتحديد المستوى المعرفي الجديد للطالب للهدف أو للمفهوم التعليمي قيد الدراسة، وهذه المنطقة أيضاً ديناميكية تتكيف مع نمط تَعَلُّم الطالب.

- منطقة قاموس المفردات: يتم عرض ضمن هذه المنطقة مجموعة من المفردات للطالب المرتبطة بكل مفهوم تعليمي وذلك من أجل دعم وتسريع العملية التَّعليمية له.
- منطقة مفاهيم المتطلب الأساسي: تعرض في بداية منطقة الإبحار، وفيها يتم عرض رابط يوصل الطالب إلى نافذة تحتوي على قائمة بمفاهيم المتطلب الأساسي للمفهوم الحالي وقيد الدراسة.



الشكل (10-10)، واجهة الطالب.



الشكل (10-11)، واجهة إدارة سجل الخريطة المعرفية الدماغية للطالب.

الخلاصة (Conclusion)

تَمَّ عرض من خلال هذا الفصل الواجهات المستخدمة في النظام الجديد IWEBISE من قبل مسؤول النظام ومصمم المقررات والمعلم والطالب، لأنها تعد أداة هامة تسهل اتصال وتواصل المستخدمين مع النظام وفيما بينهم، وذلك بهدف إدارة عمليات التَّعليم والتَّعَلُّم.

يسمح النظام الجديد لمسؤول النظام بإدارة مستخدميه، والتصنيفات الرئيسية والفرعية للمقررات التي يتم إنشائها من خلاله، كما تسمح له بإدارة الطلاب ومجموعاتهم وإضافة لغة واجهة جديدة، بينما يساعد النظام مصمم المقررات على إدارة المقررات التَّعليمية وأجزائها بشكل كامل وتصديرها لاستخدامها ضمن منصات تعليمية أخرى. وتساعده أيضاً على إدارة أنواع مختلفة من الأسئلة الامتحانية وإنشاء محتوى تعليمي تفاعلي متنوع وذي مستويات مختلفة.

يستطيع المعلم من خلال الواجهات التي تخصه أن يدير القواعد التربوية الخاصة به وبكل مقرر، وأن يتبع ويراقب مدى تقدم الطالب في دراسة المقرر، بينما من خلال واجهات الطالب، يستطيع الطالب أن يقوم بتصفح ودراسة المقرر وتقديم الامتحان القبلي والبعدي وإدارة نموذجه المعرفي وسجل معلوماته الشخصية، والإجابة على استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم".

الجزء الثالث

تنفيذ النظام

Part III
System Implementation

المقدمة (Introduction)

تعد مرحلة التنفيذ المرحلة التي تشهد خروج النظام الجديد IWEBISE إلى حيز الوجود، وهي تبدأ ببناء الإجراءات والدالات اللازمة لمختلف أجزاء النظام، ثُمَّ يتم اختبارها وتحسينها وتقويمها من أجل الحصول على النتائج المطلوبة والتي تحقق الأهداف المرجوة له. يتضمن هذا الجزء من الفصول التالية:

الفصل الحادي عشر: يُقَدِّم هذا الفصل شرحاً مفصلاً عن الإجراءات والدالات المستخدمة في تنفيذ خوارزمية نماذج ماركوف المخفية والشبكات العصبونية BAM وART2 و Fuzzy-ART2، كما يُبيِّن ويشرح مكونات الشجرة البرمجية للنظام الجديد IWEBISE.

الفصل الثاني عشر: يقدم هذا الفصل سلسلة من الاختبارات التي طبقت على النظام IWEBISE وذلك على مستوى مصمم المقرر والطالب.

الفصل الثالث عشر: يُرَكِّز هذا الفصل على مرحلة تقويم النظام بهدف تحسينه لكي يستجيب لكل متطلبات المستخدمين في تحقيق أهدافهم التعليمية المرجوة.

الفصل الحادي عشر

البرمجة

Chapter XI
Programming

المقدمة (Introduction)

يشرح هذا الفصل بنية الأصناف والدالات اللازمة في برمجة خوارزميات التَّعَلُّم الآلي المستخدمة ضمن النظام IWEBISE وخاصةً في نمذجة معارف الطالب ضمن نموذج الطالب والتنبؤ بخطواته المستقبلية خلال ملاحته ضمن المقررات التَّعليمية، كما يعرض هذا الفصل البنية البرمجية للنظام الجديد وهي عبارة عن شجرة مؤلفة من مجموعة مجلدات وملفات برمجية بلغة الـــ PHP والـــ javascript، لتقوم بأداء مختلف مهام مسؤول النظام، ومصمم المقررات، والطالب، والمعلم، وذلك بهدف تقديم مقررات تعليمية ذكية وتكيفية وفق حاجات الطالب ومستواه المعرفي.

11-1- برمجة ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه (Bidirectional Associative Memory-BAM Programming)

11-1-1- صنف شبكة BAM (BAM Class)

يُبَيِّن الشكل (11-1) برمجة صنف شبكة BAM والمؤلف من البيانات والدالات التالية:

```
<?php
class BAM
}
        var $x;// input vector
        var $nx;//nodes of inputs
        var $w;// weight matrix
        var $w1;// recall weight matrix
        var $y;// output vector
        var $ny;// nodes of outputs
        var $ni;// number of inputs
 //*********Function Initilize Weight matrix ***************************
function init_w()
{
}
//********** Function Generating Weight matrix ************************
function gen_weights()
{
}
//*************** Activation Function *****************************
function activation()
{
}
//****************** Saving Weight matrix ************************
function saveweights()
{
```

```
}
//*************** Loading Weight matrix *************************
function loadweights()
{
}
?>
```

الشكل (11-1)، صنف شبكة الـــ BAM.

11-1-2- قسم البيانات (Data Division)

- $x: شعاع الدخل.
- $y: شعاع الخرج.
- $nx: طول شعاع الدخل.
- $ny: طول شعاع الخرج.
- $w: مصفوفة الأوزان.
- $w1: مصفوفة يتم الحصول عليها خلال عملية الاستدعاء.
- $ni: عدد أشعة الدخل.

11-1-3- قسم الدالات (Functions Division)

- **الدالة init_w**

التمرير: لاشيء.

التنفيذ: تهيئة مصفوفة الأوزان w.

الإرجاع: لاشيء.

الشرح: يتم استخدام هذه الدالة من أجل تهيئة مصفوفة الأوزان w الموجودة مابين طبقة الدخل x وطبقة الخرج y للشبكة BAM. يُبَيِّن الشكل (11-2) بنية هذه الدالة.

```
function init_w()
{
      for ($i=0; $i<$this->ny; $i++)
     {
           for ($j=0; $j<$this->nx; $j++)
           {
                     $this->w[$j][$i]=0.0;
           }
     }
}
```

الشكل (11-2)، الدالة ()init_w.

- **الدالة gen_weights**

التمرير: لاشيء.

التنفيذ: الحصول على مصفوفة الأوزان لـــ BAM.

الإرجاع: لاشيء.

الشرح: تستخدم لتوليد مصفوفة الأوزان w، يُبَيِّن الشكل (11-3) بنية هذه الدالة.

```
function gen_weights()
{
        for ($i=0; $i<$this->ny; $i++)
    {
         for ($j=0; $j<$this->nx; $j++)
         {
                $this->w[$j][$i]+=$this->y[$i]*$this->x[$j];
         }
    } }
```

الشكل (11-3)، الدالة gen_weights.

- **الدالة activation**

التمرير: لاشيء.

التنفيذ: الحصول على مصفوفة الأوزان لـــ BAM في عملية الاستدعاء.

الإرجاع: لاشيء.

الشرح: من خلال هذه الدالة يتم حساب الفعالية الجديدة الموجودة مابين شعاع الدخل ومصفوفة الأوزان خلال عملية الاستدعاء. يُبَيِّن الشكل (11-4) بنية هذه الدالة.

```
function activation()
{
    for ($i=0; $i<$this->ny; $i++)
    {
        for ($j=0; $j<$this->nx; $j++)
        {
            $this->w1[$i][$j]=$this->w[$i][$j]*$this->x[$j];
        }
    }
}
```

الشكل (11-4)، الدالة activation.

- **الدالة saveweights**

التمرير: اسم ملف التخزين.

التنفيذ: حفظ مصفوفة الأوزان لـــ BAM في ملف نصي.

الإرجاع: لاشيء.

الشرح: من خلال هذه الدالة يتم تخزين مصفوفة الأوزان w في ملف نصي. يُبَيِّن الشكل (11-5) بنية هذه الدالة.

```
function saveweights($f)
{
      $weight=fopen($f,"w");
      for ($i=0; $i<$this->ny; $i++)
      {
            for ($j=0; $j<$this->nx; $j++)
            {
                  fputs($weight,$this->w[$j][$i]);
                  fputs($weight,"\n");
            }
      }
                  fclose($weight); }
```

الشكل (11-5)، الدالة saveweights.

- **الدالة loadweights**

التمرير: اسم ملف التخزين.

التنفيذ: تحميل مصفوفة الأوزان لـــ BAM من ملف نصي إلى الذاكرة.

الإرجاع: لاشيء.

الشرح: يستخدم لتحميل مصفوفة الأوزان المخزنة على القرص الصلب إلى الذاكرة بهدف استخدامها في عملية الإستدعاء. يُبَيِّن الشكل (11-6) بنية الدالة loadweights.

```
function loadweights($f)
{
      $weight=fopen($f,"r");
      for ($i=0; $i<$this->ny; $i++)        {
            for ($j=0; $j<$this->nx; $j++)
            {
                                          $this->w[$j][$i]=fgets($weight);
                                          //print $this->w[$j][$i];
                                          //print "<br>";
            }        }
                  fclose($weight);
}
```

الشكل (11-6)، الدالة loadweights.

11-2- برمجة الـــ ART2 (Adaptive Resonance Theory) (Programming

11-2-1- صنف شبكة الـــ ART2 (ART2 Class)

يُبَيِّن الشكل (11-7) برمجة صنف شبكة ART2 والمؤلف من البيانات والدالات التالية:

```
class CNet
{
//**** Defining Net *************************
      var $Winner;
      var $zeta;
      var $a;
      var $b;
      var $c;
      var $d;
      var $h;
      var $e;
      var $vp;
      var $r;
      var $ac_diff;
      var $zd_diff;
      var $NO_WINNER;
      var $winner;
      //********** F0 ***************************
      var $F0_Units;
      var $F0_w;
      var $F0_x;
      var $F0_v;
      var $F0_u;
      var $F0_p;
      var $F0_q;
      //*********** F1 ****************************
      var $F1_Units;
      var $F1_Ii;
      var $F1_w;
      var $F1_x;
      var $F1_v;
      var $F1_u;
      var $F1_p;
      var $F1_q;
      var $F1_zij;
      //*********** F2 ****************************
      var $F2_Units;
      var $F2_T;
      var $F2_y;
      var $F2_zji;
//***************************** Initilise STM0 *************
function INIT_STM0()
{
```

```
}
//****************************** Initilise STM1 *************
function INIT_STM1()
{
}
//****************************** Initilise STM2 *************
function INIT_STM2()
{
}
//******************************** Initialize y ***************************
function INIT_Y_VECTOR()
{
}
//****************************** L2_Norm ********************************
function L2_Norm($aux)
{
}
//****************************** f1  ************************************
function f1($xq)
{
}
//****************************** vec_diff  ******************************
function vec_diff($v1,$v2)
{
}
//****************************** Set_Stm_F0*****************************
function Set_Stm_F0($I)
{
}
//****************************** Set_Stm_F1*****************************
function Set_Stm_F1($I)
{
}
//****************************** Initialize Net *****************************

function InitializeNet1($m,$n,$m_z, $m_a, $m_b, $m_c, $m_d,
$m_e,$m_h,$m_vp,$m_diff,$m_zdiff)
{
}
//************************** Initialize Bottom- up **************************
function INI_BU()
{
}
//************************** Initialize Top- Bottom **************************
function INI_TD()
{
}
//****************************** Initilise Weights *****************************
function InitializeWeights()
{
}
```

```
//****************************** Initilise Net2 ******************************
function InitializeNet2()
{
}
//****************************** Compute Reset node ***************************
function calc_resetnodes()
{
}
//****************************** Propagate to F1 ******************************
function Propagate_to_F1()
{
}
//********************** Propagate to F1 ********************************
function RW_Propagate_to_F1()
{
}
//****************************** Save Weights ******************************
function saveweights()
{
}
//****************************** load Weights ******************************
function loadweights()
{
}
//******************************Rung –Kutta ******************************
function rung_kutta($i,$zz)
{
}
//****************************** update_ltm  ******************************
function update_ltm()
{
}
//********************** Simulate Net ********************************
function RW_SimulateNet($I)
{
}
}
?>
```

الشكل (11-7)، صنف شبكة الــ ART2.

11-2-2- قسم البيانات (Data Division)

- $Winner: متحول يدل على رقم الخلية الرابحة في طبقة الــ F2.
- $zeta, $a, $b, $c, $d, $h, $e: بارمترات الشبكة.
- $vp: عامل الحساسية للشبكة.
- $r: متحول يدل على قيمة خلية جملة إعادة الوضع r.

- $ac_diff, $zd_diff: متحولات مساعدة في عملية التدريب.
- $NO_WINNER : متحول من النوع الصحيح ويدل على عدد خلايا الخرج ويستخدم للدلالة على انَّ الشبكة لم تستطيع إيجاد خلية مناسبة لشعاع الدخل من أجل الدخول في عملية التدريب.
- $F0_Units: متحول يشير إلى عدد خلايا الدخل لطبقة F0.
- $F0_w: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل w في طبقة F0.
- $F0_x: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل x في طبقة F0.
- $F0_v: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل v في طبقة F0.
- $F0_u: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل u في طبقة F0.
- $F0_p: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل p في طبقة F0.
- $F0_q: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل q في طبقة F0.
- $F1_Units: متحول يشير إلى عدد خلايا الدخل لطبقة F1.
- $F1_w: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل w في طبقة F1.
- $F1_x: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل x في طبقة F1.
- $F1_v: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل v في طبقة F1.
- $F1_u: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل u في طبقة F1.
- $F1_p: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل p في طبقة F1.
- $F1_q: شعاع يخزن قيم خلايا الدخل q في طبقة F1.
- $F1_zij: مصفوفة الأوزان التي تمثل الذاكرة طويلة الأمد (السفلية - العلوية) للشبكة والموجودة مابين F1 و F2.
- $F2_Units: متحول يشير إلى عدد خلايا الدخل لطبقة F2.
- $F2_T: متحول يخزن قيم خلايا الخج الموجودة في طبقة F2.
- $F2_y: متحول يخزن حالة الخلية الخرج.
- $F2_zji: مصفوفة الأوزان التي تمثل الذاكرة طويلة الأمد (العلوية - السفلية) للشبكة والموجودة مابين F2 و F1.

11-2-3- قسم الدالات (Functions Division)

تَمَّ استخدام الدالات المستخدمة في المرجع [154] للشبكة ART2 وهي مايلي:

- INI_BU: تستخدم هذه الدالة لتهيئة مصفوفة الأوزان للذاكرة طويلة الأمد (السفلية - العلوية).
- INI_TD: تستخدم هذه الدالة لتهيئة مصفوفة الأوزان للذاكرة طويلة الأمد (العلوية - السفلية).
- INIT_STM0: تهيئة خلايا الذاكرة قصيرة الأمد في طبقة الدخل F0 إلى قيم صفرية.
- INIT_STM1: تهيئة خلايا الذاكرة قصيرة الأمد في طبقة الدخل F1 إلى قيم صفرية وتهيئة جملة إعادة الوضع أي شعاع r.
- INIT_STM2: تهيئة خلايا الذاكرة قصيرة الأمد في طبقة الخرج F2 إلى قيم صفرية.
- INI_Y_VECTOR: تهيئة الشعاع y إلى قيم صفرية.
- InitializeNet1: تهيئة بارمترات الشبكة وعدد خلايا الدخل والخرج وبارمترات التدريب.
- InitializeNet2: تستدعي الإجراءات التالية INIT_STM0 و INIT_STM1 و INIT_STM2 بهدف تهيئة خلايا الدخل والخرج دفعة واحدة.
- Set_Stm_F0: تستخدم لحساب الذاكرة قصيرة الأمد لطبقة الدخل F0.
- Set_Stm_F1: تستخدم لحساب الذاكرة قصيرة الأمد لطبقة الدخل F1.
- Set_Stm_F2: تستخدم لحساب فعاليات خلايا الخرج F2.
- L2_Norm: تستخدم لحساب القيمة المطلقة للأشعة.
- Winner_Take_All: لتحديد الخلية الرابحة في طبقة الخرج F2.
- Calc_resetnodes: حساب شعاع r.
- Rung_kutta: تستخدم لحساب المعادلة التفاضلية للتعليم باستخدام طريقة رانج – كوتا (Rung-Kutta) من المرتبة الرابعة.
- f1: لحساب خرج التابع المستخدم في حساب فعالية خلية الدخل v.
- Propogate_to_F1: حساب قيمة p في F1.
- Update_ltm: حساب الذاكرة طويلة الأمد.
- SimulateNet: تستخدم لمحاكاة عمل شبكة الـــ ART2.
- saveweights: لحفظ مصفوفتي الأوزان zij و zji في ملفين نصيين.

- Loadweights: لتحميل مصفوفتي الأوزان zij و zji إلى الذاكرة.

11-3- برمجة شبكة الـــ Fuzzy-ART2 (Fuzzy-Adaptive Resonance Theory Programming)

من أجل برمجة الشبكة Fuzzy-ARt2 تَمَّ إضافة الدالة التالية :

- **الدالة:min_value**

التمرير: x و y.

التنفيذ: حساب قيمة الأصغر لمتحولين.

الإرجاع: قيمة الأصغر.

الشرح: تقارن مابين متحولين لإرجاع الأصغر بينهما. يُبَيِّن الشكل (11-8) تفاصيل هذه الدالة.

```
Function min_value($x, $y)
{
        if ($x<$y) return($x);
        else return ($y);
}
```

الشكل (11-8)، دالة حساب قيمة الأصغر مابين متحولين.

كما تَمَّ أيضاً تعديل بعض الدالات الخاصة بـــ ART2 كما هو مبين في الأشكال التالية (11-9) و (11-10) و (11-11).

- **الدالة Set_stm_F2**

التمرير: لاشيء.

التنفيذ: حساب فعاليات خلايا الخرج في F2.

الإرجاع: لاشيء.

الشرح: يقوم بحساب فعاليات خلايا الخرج وفق المعادلة (5-28).

```
function Set_Stm_F2()
{
        for ($jj=0;$jj<$this->F2_Units;$jj++)
        {
                for ($ii=0;$ii<$this->F1_Units;$ii++)
                {
                        $tji[$ii]=min_value($this->F1_p[$i],$this->F1_zij[$ii][$jj]);
```

```
                        $this->F1_w[$ii]=$this->F1_zij[$ii][$jj];
                }
                $this->F2_TJI[$jj]=$this->L2_Norm($tji,$this->F1_Units)/($this-
>Alpha+$this->L2_Norm($this->F1_w,$this->F1_Units));
        }
}
```

الشكل (11-9)، دالة Set_stm_F2.

- **الدالة resetnodes**

التمرير: لاشيء.

التنفيذ: حساب شعاع r.

الإرجاع: لاشيء.

الشرح: يقوم بحساب الشعاع r الذي يمثل جملة إعادة الوضع للشبكة Fuzzy-ART2 وفق المعادلة (5-30). يُبَيِّن الشكل (11-10) بنية هذه الدالة.

```
function resetnodes ()
{
  for ($ii=0;$ii<$this->F1_Units;$ii++)
  {
       $tji[$ii]=$this->min_value($this->F1_p[$ii], $this->F1_zij[ii][$this->Winner]);
  }
 $this->r=$this->L2_Norm($tji,$this->F1_Units)/$this->L2_Norm($this->F1_p,$this-
>F1_Units);
}
```

الشكل (11-10)، دالة resetnodes.

- **الدالة update_ltm**

التمرير: لاشيء.

التنفيذ: حساب الذاكرة طويلة الأمد LTM.

الإرجاع: قيمة الفرق بين الوزن السابق والوزن الحالي للإشارة الهابطة والصاعدة للخلية الرابحة.

الشرح: من خلال هذه الدالة يتم حساب مصفوفتي الأوزان Zij و Zji للخلية الرابحة وذلك وفق المعادلة (5-31). يُبَيِّن الشكل (11-11) هذه الدالة.

```
function Fuzzy_update_ltm()
{
$bu_diff_sum=0.0;
$td_diff_sum=0.0;
for($i=0;$i<$this->F1_Units;$i++)
```

```
{
        $old_zij[$i]=$this->F1_zij[$i][$this->Net->Winner];
        $old_zji[$i]=$this->F2_zji[$this->Net->Winner][$i];
        $this->F1_zij[$i][$this->Winner]=$this->Beta*$this->min_value($this-
>F1_p[$i],$this->F1_zij[$i][$this->Winner])+(1-$this->Beta)*$this->F1_zij[$i][$this-
>Winner];
        $this->F2_zji[$this->Winner][$i]=$this->Beta*$this->min_value($this-
>F1_p[$i],$this->F2_zji[$this->Winner][$i])+(1-$this->Beta)*$this->F2_zji[$this-
>Winner][$i];
        $bu_diff_sum+=fabs(*($old_zij+$i)-$this->F1_zij[$i][$this->Winner]);
        $td_diff_sum+=fabs(*($old_zji+$i)-$this->F2_zji[$this->Winner][$i]);


}
        $bu_diff=$bu_diff_sum/$this->F1_Units;
        $td_diff=$td_diff_sum/$this->F2_Units;
        return (bu_diff+td_diff);
}
```

الشكل (11-11)، دالة update_ltm.

11-4- برمجة نماذج ماركوف المخفية (Hidden Markov Model (Programming

11-4-1- الصنف CHMM

يُبَيِّن الشكل (11-12) برمجة صنف نموذج ماركوف المخفي والمؤلف من البيانات والدالات التالية:

```
class CHMM
{
        var $numStates;
        var $M;
        var $v;
        var $pi;
        var $a;
        var $b;
        var $newprob;
        // ***************** Functions of Backward Algorithm*****************
        function beta($o, $hmm)
        {
                …
        }
        function  backward($o, $hmm)
        {
                …

        }
        // ***************** Functions of Forward Algorithm*****************
```

```
        function alpha($o, $hmm)
        {
                …
        }
        function  forward($o, $hmm)
        {
                …
        }
        // ****************** Functions of Viterbi Algorithm ******************
        function viterbi($o, $T)
        {
                …
        }
        // ****************** Functions of K-means ******************
        function euclidDistance($O, $V, $dim)
        {
                …
        }
        function kmean($filename, $numOfState,$w, $hmm, $c)
        {
                …
        }
        // ****************** Functions of Baum Welsh ******************
        function gamma($i, $t, $alphatable, $betatable, $numOfState)
        {
                …
        }
        function XI($i, $j, $t, $alphatable, $betatable, $o, $hmm)
        {
                …
        }
        function baumwelsh($o, $hmm)
        {
                …
        }
        function save_A_B($aname,$hmm)
        {
                …
        }
        // ***************** Functions of Loading input vectors*****************
        function load($filename, $hmm)
        {
                …
        }
}
```

الشكل (11-12)، البنية العامة للصنف نموذج ماركوف المخفي.

11-4-2- قسم البيانات (Data Division)

- $numStates: عدد الحالات في النموذج.

- $M: عدد رموز الملاحظات.
- $v: شعاع الرموز المحتملة.
- $b: مصفوفة الاحتمالية لمتتالية الملاحظات.
- $a: مصفوفة الانتقال للحالات.
- $pi: التوزيع المبدئي للحالات.

11-4-3- قسم الدالات (Functions Division)

- **الدالة: Beta**

التمرير: شعاع سلسلة الملاحظات O، صنف نموذج ماركوف المخفي λ

الإرجاع: مصفوفة الاحتمالات β

الشرح:حساب المتحول الخلفي β عن طريق إنشاء مصفوفة احتمال متتالية الملاحظات خلال t+1 إلى T في الحالة i وفي الزمن t بالنسبة للنموذج λ. يُبَيِّن الشكل (11-13) تفاصيل هذه الدالة.

```
function beta($o, $hmm)
{
$T=sizeof($o);
 for($i = 0; $i<$hmm->numStates; $i++)
        $betatable[$i]= array_fill(0, $T, 0);


   // initialization (time 0)
   for($i = 0; $i<$hmm->numStates; $i++)
     $betatable[$i][$T-1] = 1;
   // induction
   for($t = $T-2; $t >=0; $t--) {
     for($i = 0; $i < $hmm->numStates; $i++) {
                $fromprob = 0;
                for($j = 0; $j < $hmm->numStates; $j++)
                  {
                        $fromprob += ($betatable[$j][$t+1] * $hmm->a[$i][$j]* $hmm-
>b[$j][$o[$t+1]]);
                  }
                $betatable[$i][$t] =$fromprob;
                      }
   }
        $hmm->printtable($betatable,$T, $hmm->numStates);
   return $betatable;
}
```

الشكل (11-13)، دالة حساب المتحول الخلفي β.

- **الدالة: Backward**

التمرير: شعاع سلسلة الملاحظات O، صنف نموذج ماركوف المخفي λ

الإرجاع: قيمة احتمالية مابين 0 و 1

الشرح: تقوم هذه الدالة بحساب الاحتمال الأعظمي لسلسة من الملاحظات O بوجود نموذج ماركوف λ. يُبَيِّن الشكل (11-14) تفاصيل هذه الدالة

```
function  backward($o, $hmm)
{
        $T=sizeof($o);
        if($T<1) return(0);
        for($i = 0; $i<$hmm->numStates; $i++)
                $betatable[$i]= array_fill(0, $T, 0);
        $betatable=beta($o, $hmm);
        for($i = 0; $i<$hmm->numStates; $i++)
         $prob+=$hmm->pi[$i]*$hmm->b[$i][$o[0]]*$betatable[$i][$T];
        return $prob;
}
```

الشكل (11-14)، دالة التمرير الخلفي

- **الدالة: forward**

التمرير: شعاع سلسلة الملاحظات O، صنف نموذج ماركوف المخفي λ

الإرجاع: قيمة احتمالية مابين 0 و 1

الشرح: تقوم هذه الدالة بحساب الاحتمال الأعظمي لسلسة من الملاحظات بوجود نموذج ماركوف . يُبَيِّن الشكل (11-15) تفاصيل هذه الدالة

```
function  forward($o, $hmm)
{
        $prob=0;
        $T=sizeof($o);
        if($T<1) return(0);
        for($i = 0; $i<$hmm->numStates; $i++)
                $alphatable[$i]= array_fill(0, $T, 0);


        $alphatable=$hmm->alpha($o, $hmm);


        for($i = 0; $i<$hmm->numStates; $i++)
         $prob+=$alphatable[$i][$T-1];
        return $prob;
}
```

الشكل (11-15)، دالة التمرير الأمامي.

- **الدالة: Alpha**

التمرير: شعاع سلسلة الملاحظات O، صنف نموذج ماركوف المخفي λ

الإرجاع: مصفوفة الاحتمالات α.

الشرح:حساب المتحول الأمامي α عن طريق إنشاء مصفوفة من المدخلات (i, j) تمثل احتمال التواجد في الحالة i خلال الزمن j باستخدام سلسلة من الملاحظات O الحالية في الزمن T وباستخدام نموذج ماركوف المخفي λ. يُبَيِّن الشكل (11-16) تفاصيل هذه الدالة

```
function alpha($o, $hmm)
{
$T=sizeof($o);
 for($i = 0; $i<$hmm->numStates; $i++)
        $alphatable[$i]= array_fill(0, $T, 0);
   // initialization (time 0)
   for($i = 0; $i<$hmm->numStates; $i++)
    {
                $alphatable[0][$i] = $hmm->pi[$i] * $hmm->b[$i][$o[0]];
        }
   // induction
   for($t = 1; $t < $T; $t++) {
    for($j = 0; $j < $hmm->numStates; $j++) {
                $uptoprob = 0;
                for($i = 0; $i < $hmm->numStates; $i++)
                {
                        $uptoprob += ($alphatable[$i][$t-1] * $hmm->a[$i][$j]);
                }
                $alphatable[$j][$t] =$uptoprob* $hmm->b[$j][$o[$t]];
    }
   }
   return $alphatable;
}
```

الشكل (11-16)، دالة حساب مصفوفة التمرير الأمامي α.

- **اسم الدالة: gamma**

التمرير: - الحالة i خلال الزمن t.

- t: الزمن
- مصفوفة α
- مصفوفة β
- عدد حالات نموذج ماركوف المخفي

الإرجاع: احتمال الوجود في الحالة i خلال الزمن t وباستخدام نموذج ماركوف المخفي

λ وسلسلة الملاحظات O.

الشرح: تقوم هذه الدالة بحساب احتمال الوجود في الحالة i خـــلال الـــزمن t وباســـتخدام نموذج ماركوف المخفي λ وسلسلة الملاحظات O. يُبَيِّن الشكل (11-17) تفاصيل هـــذه الدالة.

```
function gamma($i, $t, $alphatable, $betatable, $numOfState)
{
		$denom=0;
		$num=$alphatable[$i][$t]*$betatable[$i][$t];
		for($j=0; $j<$numOfState; $j++)
		{
			$denom+=$alphatable[$j][$t]*$betatable[$j][$t];
		}
		return ($num/$denom);
}
```

الشكل (11-17)، دالة gamma تستخدم خلال عملية التدريب لـــ HMM باستخدام Baum-Welsh.

- **الدالة: XI**

التمرير: - الحالة i خلال الزمن t.

- الحالة j خلال الزمن t+1
- t: الزمن
- مصفوفة α
- مصفوفة β
- سلسلة الملاحظات O
- نموذج ماركوف المخفي λ.

الإرجاع: احتمال الوجود في الحالة i خلال الزمن t والتواجد في الحالة j خـــلال الـــزمن t+1 وباستخدام نموذج ماركوف المخفي λ وسلسلة الملاحظات O.

الشرح: تقوم هذه الدالة احتمال الوجود في الحالة i خلال الزمن t و الوجود في الحالـــة j خلال الزمن t+1 وباستخدام نموذج ماركوف المخفي λ وسلسلة الملاحظات O. . يُبَـــيِّن الشكل (11-18) تفاصيل هذه الدالة.

```
function XI($i, $j, $t, $alphatable, $betatable, $o, $hmm)
{
	$denom=0;
	$num=$alphatable[$i][$t]*$hmm->a[$i][$j]*$hmm-
```

```
        >b[$j][$o[$t+1]]*$betatable[$j][$t+1];
        for($j=0; $j<$hmm->numStates; $j++)
                {
                        $denom+=$alphatable[$j][$t]*$betatable[$j][$t];
                }
                return ($num/$denom);
}
```

الشكل (11-18)، دالة XI تستخدم خلال عملية التدريب لـــ HMM باستخدام Baum-Welch.

- **اسم الدالة: BaumWelch**

التمرير: شعاع سلسلة الملاحظات O، صنف نموذج ماركوف المخفي λ.

الإرجاع: نموذج ماركوف مخفي جديد $\hat{l}$

الشرح: تقوم هذه الدالة بتدريب نماذج ماركوف المخفية باســتخدام سلــسلة جديــدة مــن الملاحظات. يُبَيِّن الشكل (11-19) تفاصيل هذه الدالة.

```
function baumwelsh($o, $hmm)
{
        $T=count($o);
        for($i = 0; $i < $hmm->numStates; $i++)
        {
                $alphatable[$i] = array_fill(0, $T, 0);
                $betatable[$i] = array_fill(0, $T, 0);
                $newpi[$i]=0.0;
                $newa[$i] = array_fill(0, $hmm->numStates, 0);
                $newb[$i] = array_fill(0, $hmm->sigmaSize, 0);
        }
        $done=false;
while (!$done)
{
        $alphatable=$hmm->alpha($o, $hmm);
        $betatable=$hmm->beta($o, $hmm);
        for($i=0; $i<$hmm->numStates; $i++)
        {
                $newpi[$i]=$hmm->gamma($i, 0, $alphatable, $betatable, $hmm-
>numStates);
        }
        for($i=0; $i<$hmm->numStates; $i++)
        {
                for($j=0; $j<$hmm->numStates; $j++)
                {
                        $sum_xi=0;
                        $sum_gamma=0;
                        for($t=0; $t<$T-1; $t++)
                        {
```

```
                        $sum_xi+=$hmm->XI($i, $j, $t, $alphatable, $betatable, $o,
$hmm);
                        $sum_gamma+=$hmm->gamma($i, $t, $alphatable, $betatable,
$hmm->numStates);
                        }
                        $newa[$i][$j]=$sum_xi/$sum_gamma;
                }
        }
        for($j=0; $j<$hmm->numStates; $j++)
        {
                for($k=0; $k<$hmm->sigmaSize; $k++)
                {
                        $num=0;
                        $denom=0;
                        for($t=0; $t<$T; $t++)
                                {
                                $interdenom=$hmm->gamma($j, $t, $alphatable,
$betatable, $hmm->numStates);
                                if ($hmm->v[$k]==$o[$t])
                                        $num+=$interdenom;
                                $denom+=$interdenom;
                                }
                        $newb[$j][$k]=$num/$denom;
                        }
        }
        $oldprob=0;
        $newprob=0;
        for ($i=0; $i<$hmm->numStates; $i++)
        {
                $oldprob+=$alphatable[$i][$T-1];
        }
        $newHmm = new CHMM;
        $newHmm->numStates=$hmm->numStates;
        $newHmm->M=$hmm->M;
        $newHmm->pi=$newpi;
        $newHmm->a=$newa;
        $newHmm->b=$newb;
        $newprob=$hmm->forward($o,$newHmm);
        if ($newprob>$oldprob)
        {
                $hmm=$newHmm;
        }
        else
        {
                $done=true;
        }
}
return $hmm;
}
```

الشكل (11-19)، خوارزمية التدريب Baum-Welch.

- **الدالة: K-means**

التمرير: اسم الملف الذي يخزن أشعة التدريب، بحيث يمثل كل سطر سلسلة من الملاحظات، N :عدد حالات نموذج ماركوف.

W: عدد سطور ملف التدريب.

T: طول سلسلة الملاحظات، وتكون 5 لتمثل عدد بارمترات الطالب.

λ: صنف نموذج ماركوف المخفي.

الإرجاع: نموذج ماركوف المخفي λ.

الشرح: تقوم هذه الدالة بتصنيف أو ترميز قيم أشعة الدخل وأشعة الدخل أيضاً لتدريب الـ HMM، يُبَيِّن الشكل (11-20) تفاصيل هذه الدالة.

```
function kmean($filename, $numOfState,$w, $T, $hmm)
{

	$in=fopen($filename,"r");
	if($in)
	{
		//read data from the file
		for($i = 0; $i < $w; $i++)
		{
			$linea=fgets($in);echo $linea;
			$trainingdata[$i]=explode("|", $linea);
			echo "<br>";
		}
		//select means randomnly

		for ($i=0; $i<$numOfState; $i++)
		{
			$r=rand(0,$w-1);echo $r;
			$means[$i]=$trainingdata[$r][1];echo " =".$means[$i]." <br>";
		}
		$done=false;
		$co=0;
		while (!$done)
		{
			// Classify training data
			for($i=0; $i<$w; $i++)
			{
				for($j=0; $j<$T; $j++)
				{
					$current=$trainingdata[$i][$j];
					$min_dist=sqrt(($current-$means[0])*($current-
$means[0]));
					$class=0;
					for($k=1; $k<$numOfState; $k++)
```

```
                                        {
                                                $dis=sqrt(($current-
$means[$k])*($current-$means[$k]));
                                                //echo"dist=$dis ooooooo
min_dist=$min_dist<br>";
                                                if($dis<$min_dist)
                                                {
                                                        $min_dist=$dis;
                                                        $class=$k;
                                                }
                                        }
                                        $classification[$i][$j]=$class;echo
$classification[$i][$j]."\t";
                                        $aux[$co]=$classification[$i][$j];$co+=1;
                                }
                                echo "<br>";
                        }
                        // Calculate the new means
                        $new_means = array_fill(0, 6, 0);
                        $count = array_fill(0, 6, 0);
                        for($i=0; $i<$w; $i++)
                        {
                                for($j=0; $j<$T; $j++)
                                {

        $new_means[$classification[$i][$j]]+=$trainingdata[$i][$j];
                                        $count[$classification[$i][$j]]++;
                                }
                        }
                        print_r($new_means);echo "<br>";
                        echo "<br>*****************New count";print_r($count);
                        for($k=0; $k<$numOfState; $k++)
                        {
                                $new_means[$k]=$new_means[$k]/$count[$k];
                        }
                        echo "<br>*****************New
means";print_r($new_means);
                        // Calculate RMS error
                        $rmeans=0;$rnew_means=0;
                        for($k=1; $k     <$numOfState; $k++)
                                {
                                        $rmeans+=$means[$k]*$means[$k];

        $rnew_means+=$new_means[$k]*$new_means[$k];
                                }
                        $rmeans=sqrt($rmeans/$numOfState);
                        $rnew_means=sqrt($rnew_means/$numOfState);
                        $error=abs($rmeans-$rnew_means);echo "errr=".$error;
                        if($error<0.1) $done=true;
                        else
                        {
```

```
                                $means = array_fill(0, 6, 0);
                                $means=$new_means;
                                for($i=0; $i<$w; $i++)
                                {
                                        $classification[$i]= array_fill(0, 5, 0);echo
"zerooossss";
                                }

                        }//end of if
                }
                echo "<br>**** calculate p values <br>";
//************** Create new hmm called hmm with N states, M distinct symbols and
array of symbols V ************************************************
                for ($i=0; $i<$numOfState; $i++)
                {
                        $count=0;
                        for($j=0; $j<$w; $j++)
                        {

                                if ($classification[$j][0]==$i) {$count++; echo
$classification[$j][0]."\n";}

                        }
                        //echo $count;
                        $p[$i]=$count/$w;echo "$count//$w=p[$i]=".$p[$i]."<br>";
                }//end of for -Initials

                echo "<br>**** calculate A values <br>";
//****************************** Calculate Transations Matrix
**********************************************************************
                for($i=0; $i<$numOfState; $i++)
                        {
                                $a[$i]= array_fill(0, 6, 0);
                        }
                for ($i=0; $i<$numOfState; $i++)
                {
                        for($j=0; $j<$numOfState; $j++)
                        {
                                $count=$total_count=0;
                                for($k=0; $k<$w; $k++)
                                {
                                        for($t=0; $t<$T-1; $t++)
                                        {
                                                if ($classification[$k][$t]==$i &&
$classification[$k][$t+1]==$j) $count++;
                                                if ($classification[$k][$t]==$i)
$total_count++;
                                        }

                                        if ($classification[$k][$T-1]==$i)
$total_count++;
```

```
                                        }
                                        $a[$i][$j]=$count/$total_count; echo
"i=$i,j=$j,$count//$total_count=".$a[$i][$j]."\t<br>";
                                }

                        }
                        $hmm->printtable($a, $hmm->numStates, $hmm->numStates);
//******************************** Calculate Biases Matrixes
**************************************************************************
                        $v=array(0,1,2,3,4,5);$M=6;$found=false;$done=false;
                        $hmm->v=$v;
                        //$v=array_count_values($aux); print_r($v); echo count($v);
                        $count = array_fill(0, 6, 0);
                        for ($i=0; $i<$numOfState; $i++)
                        {
                                        $total_count=0;
                                        for($j=0; $j<$w; $j++)
                                        {
                                                for($t=0; $t<$T; $t++)
                                                {
                                                        if ($classification[$j][$t]==$i)
                                                        {
                                                                $o=$classification[$j][$t];echo
$classification[$j][$t];
                                                                if (in_array($o, $v)) {
                                                                        $key = array_search($o,
$v);

                                                                        $count[$key]++;
                                                                        echo "key=".$key."-
>".$count[$key]."<br>";
                                                                }
                                                                $total_count++;
                                                        }
                                                }
                                        }
                                        //echo "total_count=".$total_count;
                                        //print_r($count)."<br>";
                                        for($k=0; $k<$M; $k++)
                                                $b[$i][$k]=$count[$k]/$total_count;
                        }
echo "<br>********** Biases Matrix **********<br>";

                        for ($i=0; $i<$numOfState; $i++)
                        {
                                $sum=0;
                                for($j=0; $j<$M; $j++)
                                {
                                        $sum+=$b[$i][$j];
                                }
                                for($j=0; $j<$M; $j++)
```

```
                        $b[$i][$j] /= $sum;
                }
                $hmm->printtable($b, $hmm->numStates,$M);
                $this->save_A_B("A.txt", "B.txt", $p,$a, $b,$numOfState, $M );
                $hmm->numStates=$numOfState;
                $hmm->sigmaSize=$M;//echo "this->sigmaSize=$this->sigmaSize";
                $hmm->pi=$p; //echo "<br>this->pi=";print_r($hmm->pi);
                $hmm->a=$a;//echo "<br>this->a=";print_r($hmm->a);
                $hmm->b=$b;//echo "<br>this->b=";print_r($hmm->b);
        }
        return ($hmm);
}
```

الشكل (11-20)، دالة خوارزمية K-means.

- **الدالة: Save_A_B**

التمرير: اسم الملف الذي يخزن بارمترات نموذج ماركوف المخفي λ، صنف نموذج ماركوف المخفي λ.

الإرجاع: لاشي.

الشرح: تقوم هذه الدالة بتخزين المصفوفات π, A, B التي تَمَّ الحصول عليها بعد عملية التدريب لنموذج ماركوف المخفي λ. يُبَيِّن الشكل (11-21) تفاصيل هذه الدالة.

```
function save_A_B($aname,$hmm)
{//************* Create files for A and B**************
        $Avector=fopen($aname,"w");
        if (!file_exists($aname))
                {
                        fwrite($Avector);
                        fclose($Avector);   }
        //************* Save A and B **********************
        $Avector=fopen($aname,"a");
        fwrite($Avector,$hmm->numStates."\n");
        fwrite($Avector,$hmm->M."\n");
        for ($i=0; $i<$hmm->numStates; $i++)
                fwrite($Avector,$hmm->pi[$i]."\n");
        for ($i=0; $i<$hmm->numStates; $i++)
                for($j=0; $j<$hmm->numStates; $j++)
                        fwrite($Avector,$hmm->a[$i][$j]."\n");
        for ($i=0; $i<$hmm->numStates; $i++)
                for($j=0; $j<$hmm->M; $j++)
                        fwrite($Bvector,$hmm->b[$i][$j]."\n");
        fclose($Avector); fclose($Bvector);
}
```

الشكل (11-21)، دالة حفظ البارمترات الجديدة لنموذج HMM بعد عملية التدريب.

- **اسم الدالة: Load**

التمرير: اسم الملف الذي يخزن بارمترات نموذج ماركوف المخفي λ، وصـــنف نمـــوذج ماركوف المخفي λ

الإرجاع: نموذج ماركوف المخفي λ.

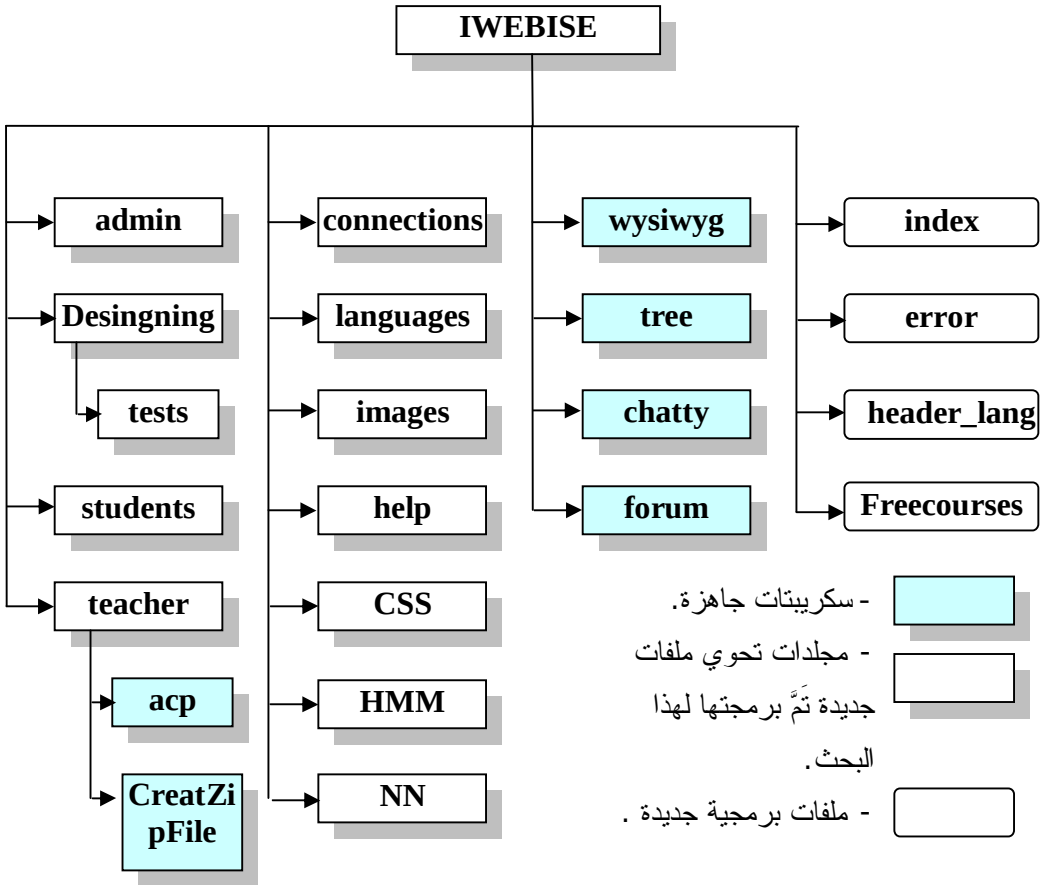
الشرح: تقوم هذه الدالة بتحميل المصفوفات π, A, B الخاصة بنموذج ماركوف المخفـــي λ. يُبَيِّن الشكل (11-22) تفاصيل هذه الدالة.

```
function load($filename, $hmm)
{
	$in=fopen($filename,"r");
	if($in) {
		//************ read the number of states, M size ***********
		$hmm->numStates=fgets($in);
		$hmm->sigmaSize=fgets($in);
		// read the initial probabilities
		for($i = 0; $i < $hmm->numStates; $i++)
			$hmm->pi[$i]=fgets($in);
		//*********** read the transition probabilities **************
		for($i = 0; $i < $hmm->numStates; $i++)
			for($j = 0; $j < $hmm->numStates; $j++)
				$hmm->a[$i][$j]=fgets($in);
		// ************ read the bias probabilities ******************
		for($i = 0; $i < $hmm->numStates; $i++)
			for($j = 0; $j < $hmm->sigmaSize; $j++)
				$hmm->b[$i][$j]=fgets($in);
		$v=array(0,1,2,3,4,5);
		$hmm->v=$v;
		fclose($in);	//***** close file*******
	}
	else
		echo "can not find file";
	return $hmm;
}
```

الشكل (11-22)، دالة تحميل مصفوفات الـــ HMM.

11-5- الشجرة البرمجية للنظام IWEBISE (IWEBISE Tree (Programming)

تَمَّ برمجة النظام IWEBISE بلغة الـــ PHP مع الاستعانة ببعض السكريبتات في لغة الـــ javascript، وتمَّ توزيع الملفات البرمجية على 17 مجلداً لكي تشكل في النهاية الشجرة البرمجية الموضحة في الشكل (11-23).



الشكل (11-23)، الشجرة البرمجية للنظام IWEBISE.

11-5-1- مجلد مسؤول النظام (Administrator System Folder)

يحوي المجلد (admin) على 21 ملفاً برمجياً تسمح بأداء وظائف مسؤول النظام. يشرح الجدول (11-1) مهام هذه الملفات البرمجية.

جدول (11-1)، ملفات مجلد مسؤول النظام (admin).

اسم الملف	الشرح
addcategory.php	إضافة صنف جديد من المقررات التَّعليمية وإظهار قائمة الأصناف.
addgroup.php	إضافة مجموعة جديدة من الطلاب، وإظهار قائمة مجموعات الطلاب.
addsubcategory.php	إضافة صنف فرعي جديد من المقررات التَّعليمية وإظهار قائمة الأصناف الفرعية.
adduser.php	إضافة مستخدم جديد للنظام،

admincadre.php	إطار الواجهة الرئيسية.
adminmenu.php	قائمة أدوات مسؤول النظام
deletecategory.php	حذف صنف من أصناف المقررات التَّعليمية.
deletegroup.php	حذف مجموعة من الطلاب.
deletelanguages.php	حذف لغة واجهة.
deletesubcategory.php	حذف صنف فرعي من الأصناف الفرعية للمقررات التَّعليمية.
deleteuser.php	حذف مستخدم.
inscription.php	تسجيل طالب إلى مقرر ما وتحديد مجموعته.
languages.php	إضافة لغة واجهة جديدة للنظام، وإظهار قائمة اللغات الموجودة.
unsuscribe.php	إلغاء تسجيل طالب ما من مقرر ما.
updatecategory.php	تحديث معلومات صنف من أصناف المقررات التَّعليمية.
updategroup.php	تحديث معلومات خاصة بمجموعة ما من الطلاب.
updatelanguages.php	تحديث لغة واجهة ما.
updatesubcategory.php	تحديث معلومات صنف فرعي من الأصناف الفرعية للمقررات التَّعليمية.
updateuser.php	تحديث مستخدم.
viewsuscribedstudents.php	إظهار قائمة من الطلاب مع مقرراتهم المسجلين عليها.
viewusers.php	إظهار قائمة المستخدمين.

11-5-2- مجلد مصمم المقررات (Designer Folder)

يحوي المجلد (designing) على 31 ملفاً برمجياً تسمح بأداء وظائف مصمم النظام (جدول 11-2)، ومجلداً يدعى (test) يحتوي على 9 ملفات برمجية تسمح بتصميم الأسئلة الامتحانية (جدول 11-3).

جدول (11-2)، ملفات مجلد مصمم المقررات (designing).

اسم الملف	الشرح
addattach_con_subcon1.php	ربط المفاهيم الفرعية مع المفاهيم الأساسية.
addconceptcontenu.php	إضافة محتوى تعليمي، وإظهار قائمة المحتويات التَّعليمية المختلفة التي تَمَّ إضافتها لمختلف المفاهيم التَّعليمية الأساسية أو الفرعية.
addconcepts1.php	إظهار أدوات إدارة المفاهيم الأساسية لهدف تعليمي ما.
Addconcepts2.php	إضافة مفهوم تعليمي أساسي.
addlo1.php	إضافة هدف تعليمي جديد إلى خريطة المقرر، وعرض قائمة بالأهداف التَّعليمية.
addsubconcept2.php	إضافة مفهوم تعليمي فرعي جديد، وعرض قائمة بالمفاهيم الفرعية وإدارتها.
addsubject.php	إضافة مقرر تعليمي جديد.
deleteattach_con_subcon.php	إلغاء ربط مفهوم فرعي بمفهوم أساسي.
deleteconcept.php	حذف مفهوم أساسي.
deletecontenu.php	حذف محتوى تعليمي لمفهوم ما.
deletelo.php	حذف هدف تعليمي.
deletelo_areyousure.php	رسالة تأكيد لحذف هدف تعليمي.
deletesub.php	حذف مقرر تعليمي.
deletesub_areyousure.php	رسالة تأكيد لحذف مقرر تعليمي.
deletesubconcept.php	حذف مفهوم فرعي.
designer_tree.php	إظهار المقررات التَّعليمية لمصمم ما، وخريطة كل مقرر.
learning_objectivs.php	إظهار قائمة بالأهداف التَّعليمية لمقرر ما وإدارتها.
loadlearningunits.php	تحميل وإدارة الوحدات التَّعليمية.
sharinglo.php	مشاركة الكائنات التَّعليمية موجودة في مقرر ما مع مقررات أخرى.

tree_contenu.php	إطار لإدارة المقررات التَّعليمي الخاصة بمصمم ما.
tree_frame.php	الإطار الرئيسي لواجهة المصمم.
updateconcept.php	تحديث معلومات مفهوم تعليمي أساسي.
updatecontenu.php	تحديث معلومات محتوى تعليمي خاص بمفهوم ما.
updatelo.php	تحديث معلومات هدف تعليمي.
updatesub.php	تحديث معلومات مقرر تعليمي ما.
Updatesubconcepts2.php	تحديث معلومات مفهوم تعليمي فرعي.
viewcontenu.php	عرض صفحة المحتوى.
viewsubject_descriptions.php	عرض مواصفات المقررات التَّعليمية.
CreateZipFile.php (http://www.phpclasses.org)	سكريبت جاهز من الموقع يستخدم لضغط ملفات المقرر عند تصديره.
zipscript.php	تصدير المقرر وضغطه في ملف zip.
exportfunctions.php	دالات لتصدير المقرر وفق معيار SCORM.

جدول (11-3)، ملفات مجلد تصميم الأسئلة الامتحانية (test).

اسم الملف	الشرح
delete_exe_con.php	حذف سؤال خاص بمفهوم تعليمي أساسي ما.
delete_exe_lo.php	حذف سؤال خاص بهدف تعليمي ما.
delete_exe_subcon.php	حذف سؤال خاص بمفهوم تعليمي فرعي ما.
exce-con.php	إضافة سؤال لمفهوم تعليمي أساسي وعرض قائمة بالأسئلة الخاصة به من أجل إدارتها.
exce-lo.php	إضافة سؤال لهدف تعليمي وعرض قائمة بالأسئلة الخاصة به من أجل إدارتها.
exce_subcon.php	إضافة سؤال لمفهوم تعليمي فرعي وعرض قائمة بالأسئلة الخاصة به من أجل إدارتها.
update_exe_con.php	تحديث سؤال خاص بمفهوم تعليمي أساسي ما.
update_exe_lo.php	تحديث سؤال خاص بهدف تعليمي ما.
update_exe_subcon.php	تحديث سؤال خاص بمفهوم تعليمي فرعي ما.

11-5-3- مجلد الطالب (Student Folder)

يحوي المجلد (student) على 26 ملفاً برمجياً تسمح للطالب بتصفح ودراسة المقررات التَّعليمية المسجل عليها، يعرض الجدول (11-4) تفاصيل هذه الملفات.

جدول (11-4)، ملفات مجلد الطالب (student).

اسم الملف	الشرح
adaptiveconceptcontenu.php	إظهار المحتوى التَّعليمي تكيفياً لمفهوم تعليمي أساسي ما.
adaptive-frame.php	إطار رئيسي لإظهار المقرر بطريقة تكيفية.
adaptivetree.php	إظهار خريطة المقرر تكيفياً.
conceptcontenu.php	عرض المحتوى التَّعليمي لمفهوم أساسي ما بطريقة غير تكيفية.
conceptcontenu_pre.php	إظهار المحتوى التَّعليمي لمفهوم متطلب أساسي.
excercising.php	حل التمارين الخاصة بمفهوم تعليمي أساسي في النمط التكيفي.
exelo.php	حل التمارين الخاصة بهدف تعليمي ما في النمط غير التكيفي.
exercisinglo.php	حل التمارين الخاصة بهدف تعليمي ما في النمط التكيفي.
exercisingsucon.php	حل التمارين الخاصة بمفهوم تعليمي فرعي ما في النمط التكيفي.
exesubcon.php	حل التمارين الخاصة بمفهوم تعليمي فرعي ما في النمط غير التكيفي.
firstpage.php	صفحة تحوي جميع المقررات التَّعليمية المسجل عليها الطالب، وهو يستطيع متابعة الدراسة بطريقة تكيفية أو عادية.
firsttimepage.php	تظهر هذه الصفحة عندما يريد الطالب متابعة دراسة المقرر بطريقة تكيفية، وهي تحوي على الخيارات التالية: استبانة "دليل نمط تَعَلُّم"، الامتحان القبلي، الدخول إلى المقرر.

LearningStylesQuestionnaire.php	إضافة سجل خاص باستبانة "دليل نمط تَعَلُّم".
lo.php	عرض المفاهيم التَّعليمية الفرعية الخاصة بهدف تعليمي ما.
noadaptive-frame.php	إطار لعرض المقرر بطريقة غير تكيفية.
noadaptivetree.php	إظهار خريطة المقرر غير تكيفية.
posttest.php	تقديم الامتحان البعدي الخاص بمفهوم ما في النمط غير التكيفي.
posttesting.php	تقديم الامتحان البعدي الخاص بمفهوم ما في النمط التكيفي.
prerequi.php	عرض قائمة بمفاهيم المتطلب الأساسي لمفهوم تعليمي ما.
pretesting.php	تقديم الامتحان القبلي في النمط التكيفي.
pretesting_results.php	حساب نتيجة الامتحان القبلي.
pretesting1.php	تقديم الامتحان القبلي في النمط غير التكيفي.
subcon_contenu.php	عرض محتوى التَّعليمي لمفهوم فرعي.
updateLearningStylesQuestionnaire.php	تحديث سجل استبانة "دليل نمط تَعَلُّم".
updatestudentmodel.php	تحديث نموذج الطالب (الحالات المعرفية الخاصة بكل جزء من أجزاء المقرر).

11-5-4- مجلد المعلم (Teacher Folder)

يحوي المجلد (teacher) على 10 ملفات برمجيةً تسمح للمعلم بإدارة القواعد التربوية لمقرراته وتتبع سير دراسة الطلاب، ويحتوي على مجلد (acp) وهو عبارة سكريبت جاهز من الموقع (http://www.codetale.com) بلغة Javascript، وهو يظهر للمعلم لوح من الألوان يسمح له باختيار ألوان مختلفة لقواعده التربوية المختلفة والخاصة بكل مقرر. يشرح الجدول (11-5) هذه الملفات.

جدول (11-5)، ملفات مجلد المعلم (teacher).

اسم الملف	الشرح
addrules.php	إضافة قواعد تربوية.
deleterules.php	حذف قواعد تربوية.
prediction.php	عرض قائمة الاقتراحات للطالب.
teachcadre.php	إطار رئيسي لواجهة المعلم.
teachmenu.php	قائمة أدوات المعلم.
traces.php	تقرير عن سير تصفح الطالب للمقرر.
updaterules.php	تحديث القواعد التربوية.
viewrulesbyteacher.php	عرض قائمة القواعد التربوية وفق كل معلم وكل مقرر.
viewstandards.php	عرض القواعد التربوية الافتراضية للنظام.
viewsubjects.php	عرض المقررات التَّعليمية الخاصة بكل معلم.

11-5-5- مجلد الـــ CSS (CSS Folder)

يحوي هذا المجلد على ورقة الأنماط (Style.css) الخاصة بالنظام والتي تخزن تنسيقات صفحات النظام الجديد IWEBISE.

11-5-6- مجلد الـــ HMM (HMM Folder)

يحوي المجلد (HMM) على ملف (hmm.php) الذي يحوي جميع الدالات الخاصة بخوارزمية الـــ HMM المشروحة في الفقرة (11-4).

11-5-7- مجلد الـــ NN (NN Folder)

يحوي المجلد (NN) على ملف (fuzzyART2.php) الذي يحوي جميع الدالات الخاصة بخوارزمية الـــ Fuzzy-ART2 والمشروحة في الفقرات (11-2 و 11-3).

11-5-8- مجلد الاتصال (Connection Folder)

يحوي المجلد (connections) على ملف واحد (conn.php) يستخدم لتحديد اسم مخدم الاتصال، وقاعدة البيانات، واسم المستخدم، وكلمة مروره، وذلك بهدف الاتصال بقاعدة

البيانات.

11-5-9- مجلد الصور (Images Folder)

يحوي المجلد (images) على جميع الملفات الخاصة بأيقونات ورموز وصور النظام.

11-5-10- مجلد اللغات (Languages Folder)

يحوي المجلد (languages) على ملفات لغات النظام التي تَمَّ إضافتها، وهي العربية (Arabic.php)، والإنكليزية (English.php)، والإسبانية (Spanish.php)، والفرنسية (French.php).

11-5-11- مجلد المساعدة (Help Folder)

يحوي المجلد (help) على ملف مساعدة للطالب، وملف مساعدة لمصمم النظام.

11-5-12- مجلد المحرر (Editor Folder)

يحوي المجلد (wysiwyg) على سكريبت جاهز من الموقع (http://koivi.com) بلغة الـــ PHP، ويستخدم لإظهار مربع تحرير نصوص وصفحات HTML، ويسمح لمصمم المقررات بتصميم الصفحات الخاصة بكل مفهوم من المفاهيم التَّعليمية لمقرراته والأسئلة الامتحانية أيضاً.

11-5-13- مجلد الشجرة (Tree Folder)

يحوي المجلد (tree) على سكريبت جاهز من الموقع (http://www.destroydrop.com) بلغة الـــ Javascript، ويستخدم لإظهار خريطة المقررات التَّعليمية.

11-5-14- مجلد المحادثة (Chat Folder)

يحوي المجلد (chatting) على سكريبت جاهز من الموقع (at http://www.olivo.net/software/chatty) بلغة الـــ PHP، ويستخدم لإظهار حوار المحادثة النصية.

11-5-15- مجلد المنتدى (Forum Folder)

يحوي المجلد (forum) على سكريبت جاهز من الموقع (at http://www.phpbb.com) بلغة الـــ PHP، ويستخدم لتوفير خدمة منتدى النظام.

11-5-16- ملف الـــ index (Index File)

ملف يمثل صفحة البدء للنظام وهي تسمح للمستخدم بإدخال اسم الدخول وكلمة المرور وتحديد لغة الواجهة.

11-5-17- ملف الـــ error (Error File)

صفحة تعرض رسالة خطأ عن إدخال المستخدم اسم دخول أو كلمة مرور خاطئة.

11-5-17- ملف الـــ header_lang (Header Language Language)

ملف يستخدم كترويسة لجميع الملفات البرمجية بهدف حفظ صفات المستخدم الحالي ولغة الواجهة الحالية.

11-5-18- ملف الـــ freecourses (Free courses File)

صفحة تعرض قائمة بالمقررات المسموح تصفحها من قبل الطلاب بشكل مجاني.

الخلاصة (Conclusion)

تَمَّ تقديم شرح تفصيلي عن مجموعة من الأصناف والدالات المستخدمة في برمجة الـــ BAM و ART2 و Fuzzy-ART2 وHMM باستخدام لغة الـــ PHP والمستخدمة في نمذجة معارف الطالب والتنبؤ بخطواته المستقبلية خلال عملية تَعَلُّمه للمقرر، كما تَمَّ شرح الشجرة البرمجية للنظام الجديد IWEBISE والمؤلفة من 17 مجلداً وأكثر من 100 ملفٍ برمجيٍّ، تَمَّ برمجتهم بهدف تغطية احتياجات مستخدميه من مسؤول النظام، ومصمم مقررات، وطالب، ومعلم.

الفصل الثانـي عشر

اختبار IWEBISE

Chapter XII
IWEBISE Test

المقدمة (Introduction)

يُقَدِّم هذا الفصل سلسلة من الاختبارات طُبِّقَت على النظام IWEBISE من أجل تقويم أدائه ومدى فاعليته ونجاحه في تحقيق الأهداف المرجوة له، حيث تَمَّ اختباره على مستوى مصمم المقرر عن طريق إنتاج مقررات تعليمية وتصديرها، وعلى مستوى الطالب عن طريق استخدام هذه المقررات بطريقة تقليدية وتكيفيه.

ففي البداية، يعرض هذا الفصل أجزاء المقرر التعليمي لتعليم قواعد اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية [1، 115] كمثال تطبيقي، ومن ثُمَّ يصف مساوئ ومحاسن عملية إنشائه من قبل مصمم واحد أو عدة مصممين، كما يصف كيفية تتبع عمليات التكيف مع طالب واحد بشكل خاص ومع عدة طلاب بخصائص وتفضيلات مختلفة وسلوك مختلف في التَّعَلُّم بشكل عام. وأخيراً يتم اختبار ميزة تصديره وفق المعيار SCORM بهدف استخدامه ضمن نظم إدارة تَعَلُّم أخرى.

12-1- مثال تطبيقي : المقرر التعليمي لتعليم قواعد اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية (Example Application: Teaching English Grammar as Foreign Language Course)

يعرض الملحق الثالث البنية التفصيلية للمقرر التعليمي لتعليم قواعد اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية [1، 178، 179]. يتألف هذا المقرر من ثلاثة عشر هدفاً تعليمياً وواحد وأربعين مفهوماً أساسياً وعشرين مفهوماً فرعياً، بحيث تَمَّ تحديد العلاقات الموجودة فيما بينهم من خلال مفاهيم المتطلب الأساسي. كما تَمَّ إنشاء 278 سؤالاً يستخدم منها (135) سؤالاً خلال الامتحان القبلي و(134) خلال حل التمارين و (110) للامتحان البعدي، بحيث يوجد (28) سؤالاً مشتركاً (متكرراً) مابين أسئلة الامتحان القبلي والتمارين و (29) سؤالاً مشتركاً مابين أسئلة الامتحان القبلي والامتحان البعدي، ويوجد أيضاً (29) سؤالاً مشتركاً مابين التمارين والأسئلة الامتحانية.

12-1-1- اختبار إنتاج المقرر التعليمي (Educational Course Production Test)

تَمَّ وضع مسودة خطة المنهاج للمقرر التعليمي، ومن ثُمَّ تَمَّ إعطاؤها أولاً إلى مصمم واحد ومن ثُمَّ إلى ثلاثة مصممين من أجل إدخالها باستخدام النظام IWEBISE.

12-1-1-1- النتائج والمناقشة (Results and Discussions)

لوحظت النتائج التي تتلخص في الجدول (12-1) وهي تعبر عن مساوئ ومحاسن بناء مقرر تعليمي من قبل مصمم واحد أو أكثر.

الجدول (12-1)، مقارنة مابين نتائج تصميم المقرر من قبل مصمم واحد أو عدة مصممين.

المعيار	مصمم واحد	عدة مصممين
دور مصمم المقرر	لعب المصمم جميع الأدوار من أجل إنتاج المقرر (خبير المقرر، مصمم حركة، مصمم تعليمي، مصمم رسوم، مهندس صوت، مبرمج وسائط متعددة، مدقق الجودة).	تَمَّ توزيع المهام السابقة فيما بينهم، مما زاد من مردوهم في عملية النتاج للمقرر.
الزمن	تَمَّ تحميل المقرر خلال فترة زمنية طويلة تتراوح مابين 4 و5 أشهر.	تَمَّ تحميل المقرر خلال فترة زمنية أقصر تتراوح مابين الشهر والشهرين.
محتوى تعليمي	تَمَّ تحميل محتوى تعليمي لايناسب كل شرائح الطلاب.	تَمَّ الأخذ بعين الاعتبار خصائص وتفضيلات تناسب كل شرائح الطلاب، وذلك بسبب تفاعل عدة مصممين مع بعضهم البعض.
مفاهيم المقرر	تَمَّ إدخال مفاهيم المقرر بشكل مترابط ومتماسك دون تكرر للفقرات والأفكار.	تَمَّ استخدام وتكرار مفردات عديدة لنفس المفهوم، مما أدى أحياناً إلى الالتباس وعدم وجود تلاحم وترابط مابين الفقرات والمفردات المستخدمة.

شـــــجرة المقرر	تَمَّ إدخال بنية هيكلية للمقرر ثابتة.	وجدت صعوبة في إنتاج بنية هيكليـة للمقـرر ثابتـة، نتيجـةً لاخـتلاف المصممين أحياناً فيما بينهم.

من الجدول السابق يمكن استنتاج بأنَّ النظام الجديد IWBEISE يطبق مفهـوم التـصميم التعاوني (Collaborative Design) والذي يسمح ببناء مكتبة للكائنات التَّعليمية تـسمح للمصممين تبادلها ومشاركتها وتصديرها، مما يوفر لهم الوقت والجهد اللازمين في إنتـاج مقرراتهم التَّعليمية المستقبلية.

12-1-2- اختبار متابعة دراسة مقرر تعليم قواعد اللغـة الإنكليزيـة كلغـة أجنبيـة (Teaching English as a Foreign Language course)

يستطيع الطالب البدء بدراسة أي مقرر عندما يتم تسجيله بإحدى الطريقتين التاليتين:

- يسجل مسؤول النظام الطالب عن طريق ملـئ اسـتمارة التـسجيل بالمعلومـات الشخصية والعلمية وتحديد اسم دخول وكلمة مرور له.
- يستطيع الطالب القيام بملء استمارة التسجيل بنفسه، ولكن لايستطيع البـدء فـي دراسة المقرر حتى يقوم مسؤول النظام بتفعيل تسجيله وإرسال كلمة مـرور لـه.

يعرض الشكل (12-1) استمارة التسجيل المقدمة له.

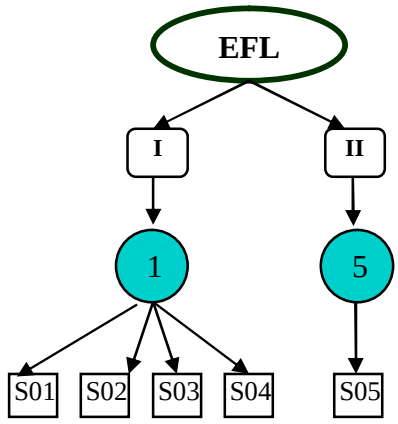
الشكل(12-1)، استمارة تسجيل طالب جديد.

12-1-2-1- متابعة الطالب الأول (أ) مع المعلم (أ) (Following-up Student A with Tutor A)

أنهى الطالب (أ) دراسة المقرر في 3 أسابيع خلال 35 جلسة بمعدل جلستين تقريباً يومياً، سيتم عرض فيمايلي نتائج تفاعله خلال جلستين فقط: الأولى والواحد والعشرين. ويستخدم المعلم (أ) القواعد التربوية الموضحة في الجدول (8-2).

الجلسة الأولى:

عند دخول الطالب لأول مرة تخطى الامتحان القبلي واستمارة "دليل نمط الـتَّعَلُّم"، فلـذلك تعرض له شجرة مقرر (الشكل 12-2) مؤلفة مـن هـدفين تعليمـين (verb to be و Numbers) ومفهـومين أساسـيين (Verb to be-Positive form و Numbers 1-10). يقوم هذا الطالب بدراستهم وتقديم الامتحانات البعدية وفق المعطيات الموضحة فـي الجدول (12-2).



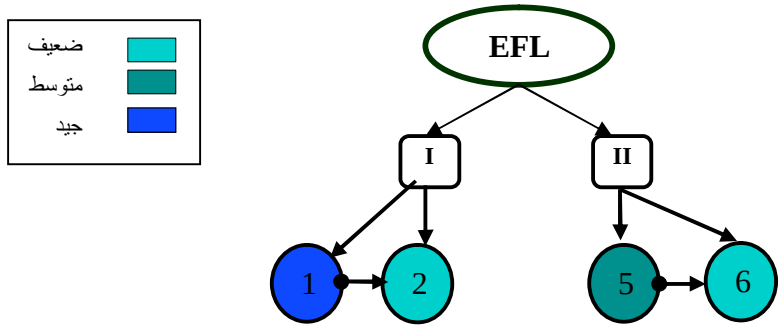
الشكل(12-2)، شجرة المقرر الافتراضية للطالب (أ).

الجدول(12-2)، سجلات الطالب (أ) خلال تفاعله في الجلسة الأولى.

رقـــــــم المفهوم	عدد الأجوبة الصحيحة	عدد الأجوبة الخاطئة	زمن حل الأسئلة	زمن قراءة المفهوم	عدد المحاولات
1	4	0	484	364	5
5	2	1	221	823	1

أي أنَّ الطالب قام بدراسة المفهوم التعليمي (1) خلال 364 ثانية وأجاب على جميع أسئلة الامتحان البعدي بشكل صحيح بزمن قدره (484) ثانية وبـــ (5) محاولات.

يقوم النظام بعد ذلك بتطبيق المعالجة الأولية للجـــدول الـــسابق وفـــق الفقـــرة (7-5-2) للحصول على الجدول (12-3) ويقوم بتقديم هذه الأشعة لمصفوفات الانتقال للخوارزميـــة Fuzzy-ART2 التي تَمَّ الحصول عليها خلال عملية التدريب لها بهدف تحديـــد الحالـــة المعرفية الجديدة للطالب (جدول 12-4). بعد ذلك تعرض شجرة مقرر جديدة له بتطبيـــق القواعد التربوية المحددة من قبل المعلم جدول (8-2)، كما هو مبين في الشكل (12-3).



الشكل(12-3)، شجرة المقرر للطالب (أ) بعد تطبيق نتائج الجلسة الأولى.

الجدول (12-3)، أشعة صفات الطالب بعد المعالجة الأولية.

رقـــــــم المفهوم	عدد الأجوبة الصحيحة	عدد الأجوبة الخاطئة	زمن حل الأسئلة	زمن قراءة المفهوم	عدد المحاولات	الترميز
1	0.004667	0	0.564761	0.424737	0.005834	2 4 3 3 2
5	0.001908	0.000954	0.210878	0.785305	0.000954	4 4 0 5 4

الجدول (12-4)، مخرجات عملية الاستدعاء للخوارزمية Fuzzy-ART2 لتحديد الحالة المعرفية الجديدة للطالب.

رقم المفهوم	ضعيف جداً	ضعيف	وسط	جيد	جيد جداً	ممتاز	الحالة المعرفية
1	0.000120	0.00450	0.000230	0.025410	0.000134	0.00171	(3) جيد
5	0.000980	0.003450	0.004325	0.000450	0.000987	0.000015	(2) وسط

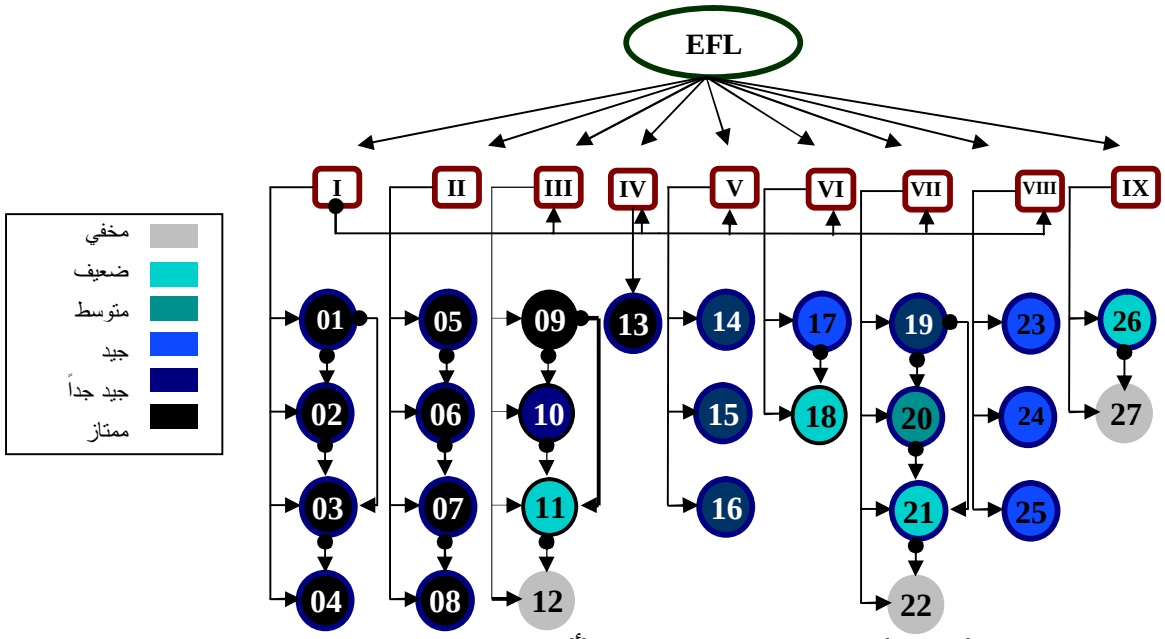
الجلسة الحادية والعشرون:

عندما يبدأ الطالب (أ) بمتابعة الدراسة للمقرر في الجلسة الحادية والعشرين يكون حالاتـــه المعرفية للأهداف والمفاهيم التَّعليمية كماهو مبين في الجدول (12-5) وفي شجرة المقرر في الشكل (12-4).

الجدول (12-5)، الحالة المعرفية للطالب (أ) للمفاهيم التَّعليمية قبل البدء بالجلسة الحادية والعشرين.

رقم الهدف التعليمي	رقم المفهوم التعليمي	الحالة المعرفية
I	01	ممتازة
I	02	ممتازة
I	03	ممتازة
I	04	ممتازة
II	05	ممتازة
II	06	ممتازة
II	07	ممتازة
II	08	ممتازة
III	09	ممتازة
III	10	جيدة جداً
III	11	ضعيفة
III	12	لايعرض
IV	13	ممتازة
V	14	جيدة جداً

رقم الهدف التعليمي	رقم المفهوم التعليمي	الحالة المعرفية
V	15	جيدة جداً
V	16	جيدة جداً
VI	17	جيدة
VI	18	ضعيفة
VII	19	جيدة جداً
VII	20	متوسطة
VII	21	ضعيفة
VII	22	لايعرض
VIII	23	جيدة
VIII	24	جيدة
VIII	25	جيدة
IX	26	ضعيفة
IX	27	لايعرض



الشكل(12-4)، شجرة المقرر للطالب (أ) قبل الجلسة الحادية والعشرين.

يستغرق الطالب في الجلسة الحادية والعشرين 90 دقيقة من أجل دراسة بعض المفاهيم التَّعليمية المتبقية وتقديم الامتحانات البعدية اللازمة. يعكس الجدول (12-6) سجلات تفاعل هذا الطالب خلال هذه الجلسة كما يظهر الجدول (12-7) نتائج عملية التسوية لهذه السجلات.

الجدول(12-6)، سجلات الطالب (أ) خلال تفاعله في الجلسة الحادية والعشرين.

رقم المفهوم	عدد الأجوبة الصحيحة	عدد الأجوبة الخاطئة	زمن حل الأسئلة	زمن قراءة المفهوم	عدد المحاولات
10	3	3	170	1712	9
11	1	6	151	877	1
12	0	5	466	381	8
14	6	1	190	1266	0
15	1	5	75	1386	3
16	8	6	94	1598	1
17	4	0	352	719	5
18	0	3	283	1167	3
19	2	2	62	1354	8
20	5	1	379	1647	0
21	4	5	276	885	5

22	2	13	392	222	6
23	10	0	141	1006	1
24	1	2	9	383	5
25	9	6	361	842	8
26	7	5	275	1605	5
27	6	3	180	291	8
28	4	8	316	211	3
29	6	6	494	401	3
30	10	5	387	83	3
32	8	3	164	212	9
35	6	1	583	913	9
38	7	2	543	1462	5
39	15	0	116	586	4
40	5	4	486	673	8

الجدول (12-7)، سجلات الطالب بعد تطبيق عملية التسوية عليهم على الجدول (12-6).

رقـــــــم المفهوم	عدد الأجوبة الصحيحة	عدد الأجوبة الخاطئة	زمن حل الأسئلة	زمن قراءة المفهوم	عدد المحاولات
10	0.001581	0.001581	0.089615	0.902478	0.004744
11	0.000965	0.005792	0.145753	0.846525	0.000965
12	0	0.005814	0.54186	0.443023	0.009302
14	0.004101	0.000684	0.12987	0.865345	0
15	0.00068	0.003401	0.05102	0.942857	0.002041
16	0.004687	0.003515	0.055067	0.936145	0.000586
17	0.003704	0	0.325926	0.665741	0.00463
18	0	0.00206	0.194368	0.801511	0.00206
19	0.001401	0.001401	0.043417	0.948179	0.005602
20	0.002461	0.000492	0.186516	0.810531	0
21	0.003404	0.004255	0.234894	0.753191	0.004255
22	0.00315	0.020472	0.617323	0.349606	0.009449
23	0.008636	0	0.121762	0.868739	0.000864
24	0.0025	0.005	0.0225	0.9575	0.0125
25	0.007341	0.004894	0.294454	0.686786	0.006525
26	0.00369	0.002636	0.144966	0.846073	0.002636

27	0.012295	0.006148	0.368852	0.596311	0.016393
28	0.00738	0.01476	0.583026	0.389299	0.005535
29	0.006593	0.006593	0.542857	0.440659	0.003297
30	0.020492	0.010246	0.793033	0.170082	0.006148
32	0.020202	0.007576	0.414141	0.535354	0.022727
35	0.003968	0.000661	0.385582	0.603836	0.005952
38	0.003467	0.000991	0.268945	0.724121	0.002476
39	0.020804	0	0.160888	0.81276	0.005548
40	0.004252	0.003401	0.413265	0.572279	0.006803

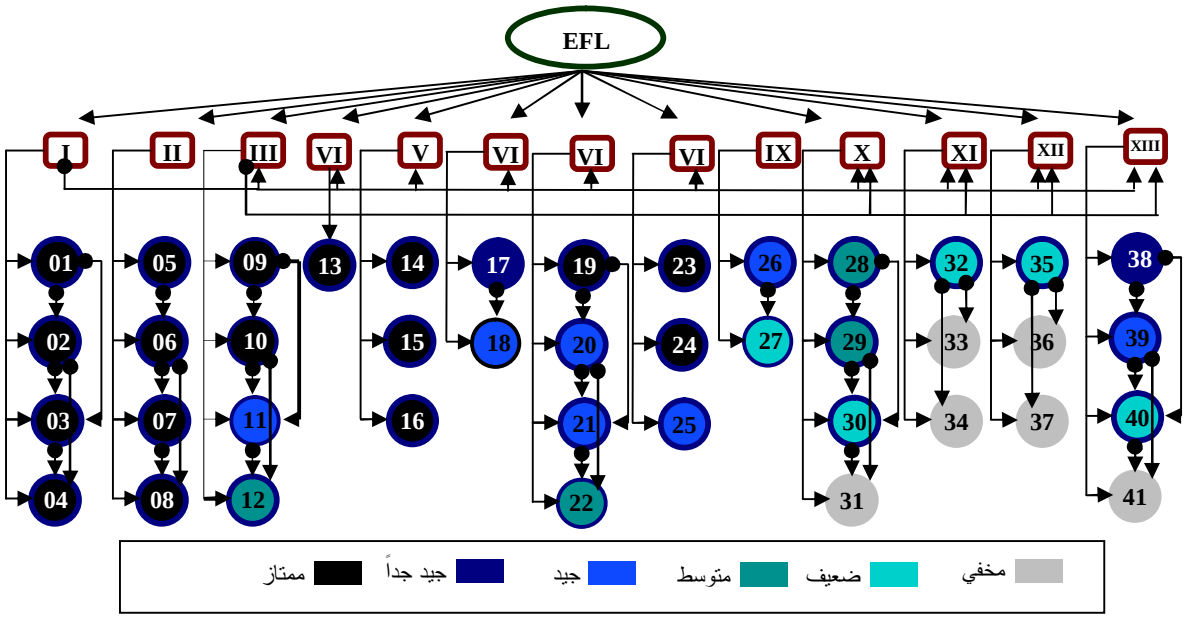
ويتم تصنيف الأشعة السابقة باستخدام خوارزمية Fuzzy-ART2 لتحديد الحالات المعرفية الجديدة للطالب (أ) ضمن خريطة المقرر، كما هو موضح في الجدول (12-8) والشكل (12-5).

الجدول (12-8)، الحالة المعرفية للطالب (أ) للمفاهيم التَّعليمية بعد انتهاء الجلسة الحادية والعشرين.

رقم الهدف التعليمي	رقم المفهوم التعليمي	الحالة المعرفية	رقم الهدف التعليمي	رقم المفهوم التعليمي	الحالة المعرفية
I	01	ممتازة	VII	19	ممتازة
I	02	ممتازة	VII	20	جيدة
I	03	ممتازة	VII	21	جيدة
I	04	ممتازة	VII	22	متوسطة
II	05	ممتازة	VIII	23	ممتازة
II	06	ممتازة	VIII	24	ممتازة
II	07	ممتازة	VIII	25	جيدة جداً
II	08	ممتازة	IX	26	جيدة
III	09	ممتازة	IX	27	ضعيفة
III	10	ممتازة	X	28	متوسطة
III	11	جيدة	X	29	متوسطة
III	12	متوسطة	X	30	ضعيفة جداً

ممتازة	13	IV
ممتازة	14	V
ممتازة	15	V
ممتازة	16	V
جيدة جداً	17	VI
جيدة	18	VI

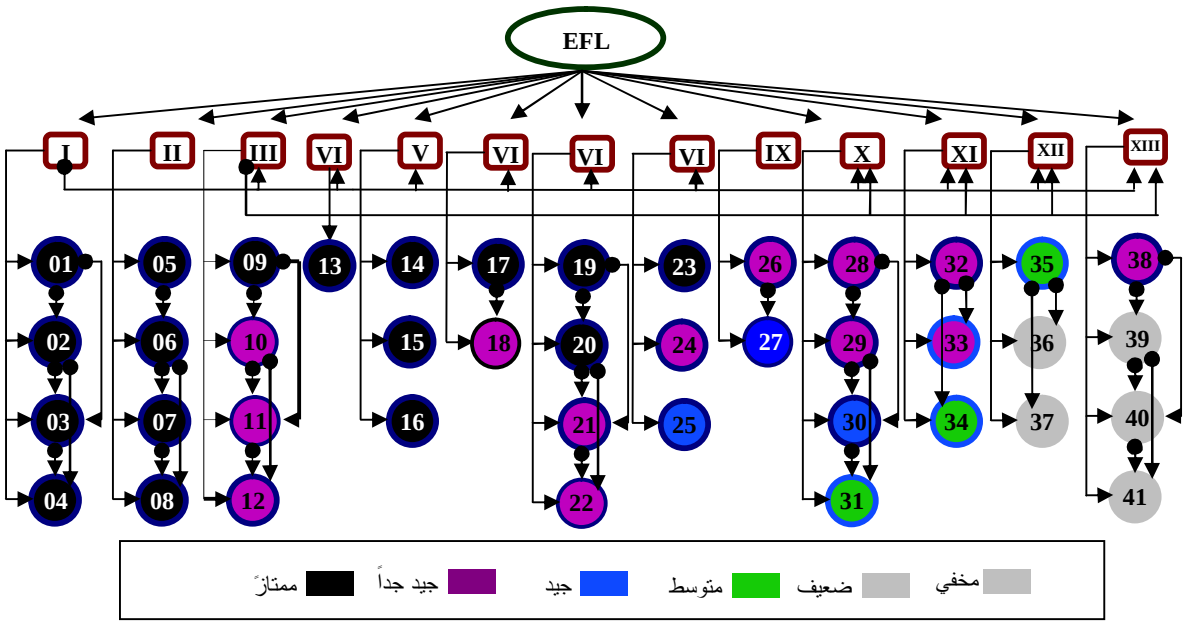
ضعيفة	32	XI
ضعيفة	35	XII
جيدة جداً	38	XIII
جيدة	39	XIII
ضعيفة	40	XIII



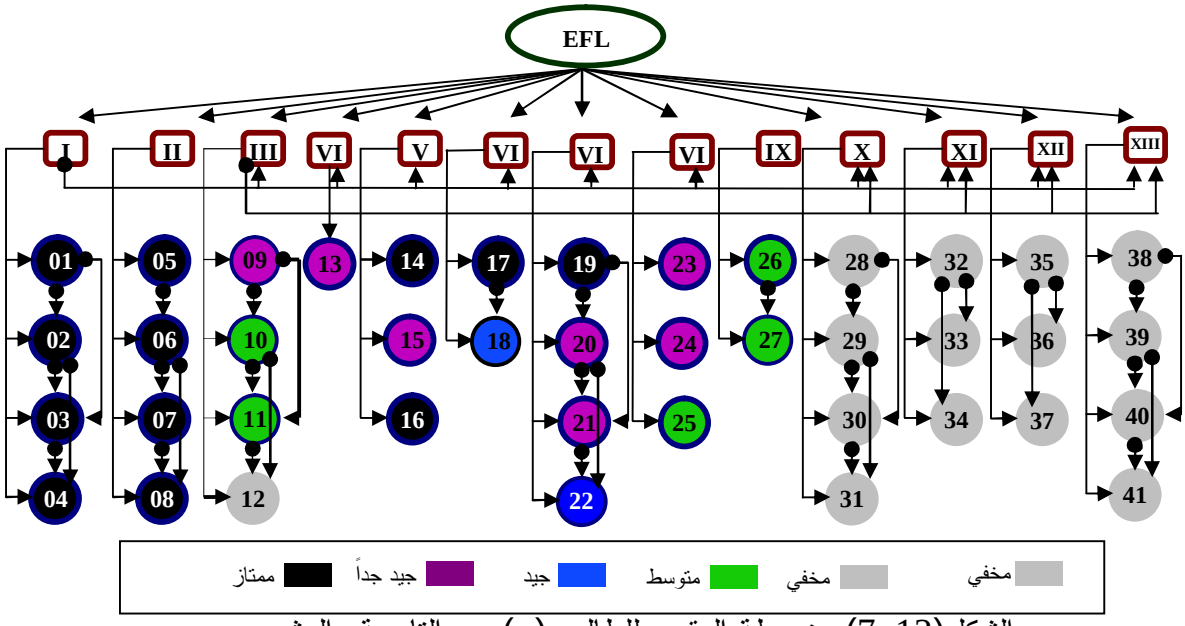
الشكل(12-5)، خريطة المقرر للطالب (أ) بعد الجلسة الحادية والعشرين.

12-1-2-2-متابعة الطالب (ب) و(ج) مع المعلـــم (ب) (Following-up Student (B & D with Tutor B

ينهي الطالب (ب) دراسة المقرر في أسبوعيين خلال 23 جلسة بمعدل جلسة أو جلـــستين يومياً، كما ينهي الطالب (ج) دراسة المقرر في أسبوعيين أيضاً ولكن خـــلال 45 جلـــسة بمعدل ثلاث جلسات يومياً. يعرض الشكلان (12-6) و (12-7) شجرة المقرر الخاصـــة بهذين الطالبين في الجلسة العشرين والجلسة التاسعة والعشرين علـــى التـــوالي. يـــستخدم المعلم (ب) القواعد التربوية القياسية الموضحة في الجدول (8-1).



الشكل(12-6)، خريطة المقرر للطالب (ب) بعد الجلسة العشرين.



الشكل(12-7)، خريطة المقرر للطالب (ج) بعد التاسعة والعشرين.

12-1-2-3- النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

مما تقدم يمكن استنتاج مايلي:

- تعد خريطة المقرر للمناهج التي تَمَّ تصميمها من قبل النظام IWEBISE ديناميكية تتغيير بتغير الحالة المعرفية لكل لطالب بالنسبة لكل مفهوم من مفاهيم

المحتوى التعليمي، أي بنية المقرر تختلف باختلاف الطالب وتعكس الخريطة المعرفية الدماغية للطالب.

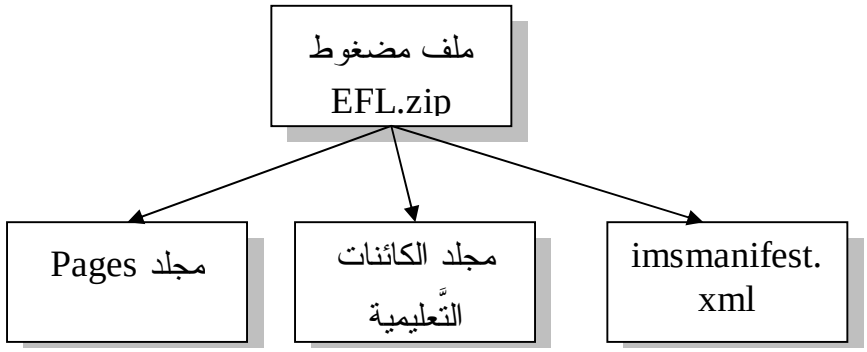
- يسمح النظام بتطبيق تقانة الملاحة التكيفية عن طريق إخفاء الروابط (المفاهيم التَّعليمية) وتقديم خريطة مقرر تكيفية مزودة بأيقونات مختلفة الألوان تدل على الحالة المعرفية الحالية للطالب وذلك وفق القواعد التربوية المستخدمة من قبل المعلم، فللطالب (أ) يتم عرض أيقونات شجرة المقرر له باستخدام تدرج الأزرق الخاصة بالمعلم (أ)، بينما للطالبين (ب) و(ج) يتم عرضها باستخدام الألوان المخصصة بالقواعد التربوية القياسية والمستخدمة من قبل المعلم (ب).

12-1-3- اختبار تصدير المقرر التعليمي وفق المعيار SCORM (Exporting Educational Course according to SCORM Standard)

بعد الانتهاء من تحميل المحتوى التعليمي للمقرر بشكل كامل باستخدام النظام IWEBISE، تَمَّ تصديره وتَمَّ الحصول على ملف مضغوط يحمل اسم المقرر ذاته EFL.zip. يحتوي هذا الملف على ثلاث عناصر أساسية:

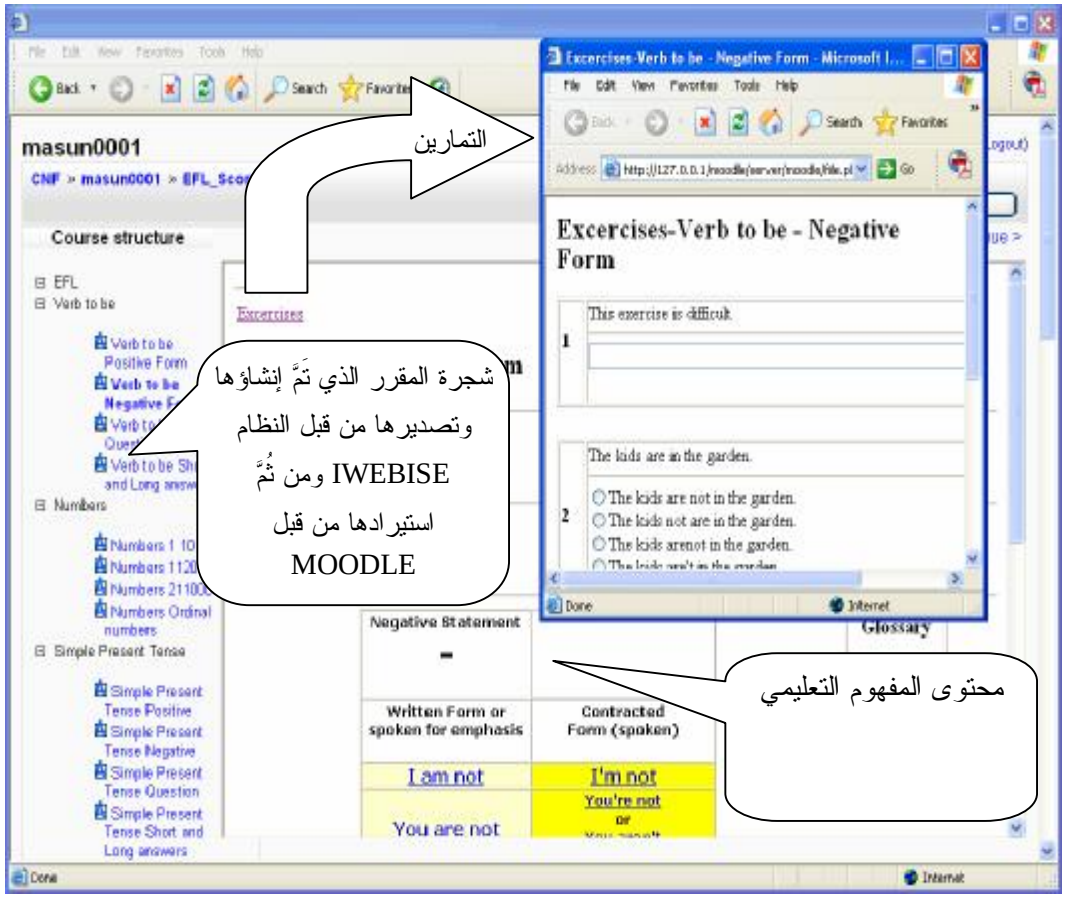
- مجلد المقرر والذي يحتوي على جميع الكائنات التَّعليمية الخاصة به من ملفات نصية، أو صوت، أو صورة، أو فيديو، أو عروض تقديمية، الخ. وفي هذه الحالة تَمَّ الحصول على 278 ملفاً.
- مجلد الصفحات (pages) والذي يخزن جميع صفحات الـ HTML الخاصة بالمحتوى التعليمي، حيث تَمَّ توليد ثلاثة صفحات لكل مفهوم تعليمي موجود في ضمن المقرر، صفحة خاصة بالمحتوى، وصفحة خاصة بالتمارين وأخيراً صفحة للامتحان البعدي. وفي هذه الحالة تَمَّ الحصول على 183 صفحة (61 مفهوم تعليمي (أساسي وفرعي) * 3 =183).
- ملف imsmanifest.xml الذي يحتوي على كل ما يتعلق بالمقرر كالفهرسة والترتيب للمفاهيم التَّعليمية، أي هو الذي يربط فيما بين الصفحات والكائنات التَّعليمية وطريقة عرضهم.

يعرض الشكل (12-8) بنية هذا الملف.



الشكل (12-8)، بنية ملف المضغوط EFL.zip.

ومن بعد ذلك، تَمَّ تحميل الملف المضغوط إلى نظـــام إدارة الـــتَّعَلُّم MOODLE بهـــدف التحقق من إمكانية استخدامه ضمن منصات عمل أخرى (انظر الشكل (12-9)).



الشكل (12-9)، نافذة المقرر التعليمي EFL ضمن نظام MOODLE.

12-1-3-1- النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

بعد تصدير وتحميل الملف المضغوط EFL.zip إلى النظام MOODLE يمكــن القــول بأنَّ:

- النظام الــ IWEBISE يعد أداة قوية في إنشاء مقررات تعليمية ذكيــة وتكيفيــة وتحزيمها اعتماداً على المعيار SCORM.
- تعد عملية إنتاج حزمة المحتوى باستخدام النظام IWEBISE سهلة جداً.
- تَمَّ تحزيم المحتوى التعليمي للمقرر EFL متوافقاً مع المعيار SCORM بنجاح.

الخلاصة (Conclusion)

ومن خلال الأمثلة التي تَمَّ عرضها في هذا الفصل في إنتاج مقـــررات تعليميـــة ومتابعـــة دراسة المقرر EFL من قبل عدد من الطلاب، يمكن القول بأنَّ النظام الـــــ IWEBISE يعد أداة جديدة تستخدم تقانات الذكاء الصنعي في إنتاج منـــاهج تعليميـــة تكيفيـــة وذكيـــة وتفاعلية على الشبكة العنكبوتية وفق منهجية تربوية صحيحة مع إمكانية إعادة اســـتخدامها وتحميلها ضمن نظم إدارة تَعَلُّم أخرى بسهولة ووفق المعايير الدولية.

الفصل الثالث عشر

تقويم النظام
IWEBISE

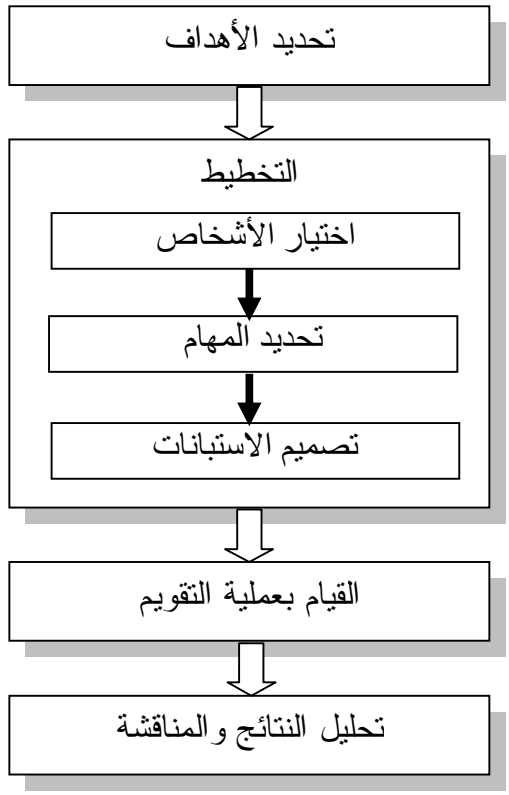
Chapter XIII
IWEBISE System Evaluation

المقدمة (Introduction)

تعد مرحلة التقويم من إحدى أهم النشاطات التي تُنْجز خلال عملية تطوير أي نظام تعليمي، لأنها تسمح للمطورين بالتحقق فيما إذا كان يستجيب هذا النظام لكل متطلبات المستخدمين في تحقيق أهدافهم التَّعليمية المرجوة منه. يشرح هذا الفصل الخطوات المستخدمة في تطبيق عملية التقويم للنظام IWEBISE من وجهة نظر مصمم المقررات والطالب باستخدام معايير مختلفة يتم تحديد من خلالها فعاليته وسهولة استخدامه وفهمه وإمكانية إعادة استخدام المقررات التَّعليمية المبنية من خلاله ضمن نظم إدارة تَعَلُّم أخرى.

13-1- مراحل تقويم النظام IWEBISE (IWEBISE Evaluation Phases)

أُنجزت عملية تقويم النظام الجديد IWEBISE على عدة مراحل اعتماداً على الخطوات المشروحة من قبل Paloma Díaz في [47]، يلخص الشكل (13-1) هذه المراحل.



الشكل (13-1)، مراحل عملية التقويم.

13-1-1- تحديد أهداف التقويم (Defining Evaluation Objectives)

تهدف عملية تقويم النظام الجديد IWEBISE إلى مايلي:

1- تقويم مدى فائدة استخدام النظام من قبل مصمم المقررات والطالب.

2- تقويم مدى قابلية استخدام واجهات مصمم المقرر والطالب.

13-1-2- التخطيط (Planning)

تتضمن مرحلة التخطيط الخطوات التالية:

1- اختيار شريحة الأشخاص التي ستقوم بعملية التقويم من مصممي مقررات وطلاب (Selecting Evaluators) : تَمَّ الاعتماد على بعض أعضاء الهيئة التدريسية في جامعة حلب بشكل عام وبعض المدرسيين في معهد العالي للغات بشكل خاص، كما تَمَّ الاعتماد على طلاب اللغة الإنكليزية في نفس المعهد.

2- تحديد المهام (Tasks Definition): تَمَّ تحديد مجموعة من المهام التي يجب على مصمم المقرر إنجازها وهي: إنشاء مقرر جديد، وإضافة أهداف ومفاهيم تعليمية أساسية وفرعية، تحميل كائنات تعليمية (ملفات صوت أو صورة أو عرض تقديمي)، وإضافة محتوى تعليمي، وإضافة أسئلة امتحانيه، وتصدير المقرر تحت معيار SCORM، تحميل المقرر إلى نظام إدارة التَّعَلُّم MOODLE، كما تَمَّ تحديد المهام التي يجب على الطالب إنجازها أيضاً وهي: الدخول إلى المقرر، دراسة هدفين تعليمين والإجابة على التمارين والأسئلة الإمتحانية للمقرر التَّعليمي "تعليم قواعد اللغة الإنكليزية لطلاب العرب".

3- تصميم الاستبانات (Questionnaire Design): تَمَّ تصميم الاستبانات المستخدمة في مرحلة التقويم وفق عدة معايير موضوعة ومحددة من قبل الباحثة Paloma Díaz [47]، ودليل قابلية الاستخدام (Usability Guidelines) لـــ MIT [181]. يوضح الجدول (13-1) أسئلة الاستبانات الموزعة على مصمم المقرر والطالب، كما يوضح الجدول (13-2) علاقة الأسئلة مع مختلف المعايير المستخدمة في مرحلة التقويم.

تتألف استبانات مصمم المقررات التَّعليمية والطالب من 37 و 30 سؤالاً مغلقاً على التوالي، تَمَّ بناؤهم وفق مقياس Likert والمستخدم بشكل واسع في مراحل تقويم رضا

المستخدم (User Satisfaction) [64]، وقد تَمَّ استخدام أربعة مقاييس فقط: غير موافق بشدة، غير موافق، موافق، موافق بشدة، وتَمَّ ترميزهم من 1 إلى 4 وذلك بهدف تحديد قرار إيجابي أو سلبي والابتعاد عن القيم الوسطى.

الجدول (13-1)، الأسئلة المستخدمة ضمن الاستبانات الموزعة على مصممي المقررات والطلاب.

	السؤال						المصمم	الطالب
1	واجهات المستخدم ثابتة ومترابطة	1	2	3	4		√	√
2	أيقونات والروابط والنصوص المستخدمة مناسبة ودلالية لعملية التصميم	1	2	3	4		√	√
3	دلالة الألوان المستخدمة	1	2	3	4		√	√
4	مخرجات خطوات (التصميم أو التَّعَلُّم) تلبي توقعاتك دائماً	1	2	3	4		√	√
5	النظام مزود بأدوات كافية لعملية التصميم أو التَّعَلُّم	1	2	3	4		√	√
6	يزود النظام المستخدم بمساعدة عند الطلب	1	2	3	4		√	√
7	النظام مزود بدليل مستخدم مناسب	1	2	3	4		√	√
8	رضائك على عملية الدخول إلى النظام	1	2	3	4		√	√
9	ظهور رسائل الخطأ مناسبة عند الحاجة	1	2	3	4		√	√
10	الاتصال والتواصل مابين المستخدمين	1	2	3	4		√	√
11	يناسب النظام احتياجاتك الأكاديمية	1	2	3	4		√	√
12	سهل الاستخدام والفهم	1	2	3	4		√	√
13	بنية وهيكلية قوائم المستخدمة واضحة ومرتبة	1	2	3	4		√	√
14	طريقة تقديم روابط أدوات المستخدم جذابة	1	2	3	4		√	√
15	هل يمكنك اجتياز والتنقل مابين الصفحات باستقلالية	1	2	3	4		√	√
16	خدمة تحميل ملفات التَّعليمية	1	2	3	4		√	-
17	اشعر بالثقة عند استخدام النظام	1	2	3	4		√	√
18	درجة تعقيد وغموض النظام عالية	1	2	3	4		√	√
19	سهولة (إنشاء وتحديث)/ (دراسة) مقرر تعليمي	1	2	3	4		√	√
20	سهولة إنشاء وتحديث شجرة المقرر (الأهداف والمفاهيم	1	2	3	4		√	-

	التَّعليمية والروابط الموجودة فيما بينهم)						
21	سهولة (إنشاء وتحديث)/ (الإجابة على) التمارين والامتحان القبلي والبعدي	1	2	3	4	√	√
22	سهولة تحديث صفحات المحتوى	1	2	3	4	√	-
23	سهولة إنشاء وتحديث المقرر ضمن المعيار الدولي SCORM	1	2	3	4	√	-
24	يحتاج المستخدم إلى دورة تدريبية قبل الدخول إلى النظام	1	2	3	4	√	√
25	معظم الأشخاص سوف يتعلمون استخدام النظام بسرعة	1	2	3	4	√	√
26	صفحة البدء الخاصة بالمستخدم بشكل عام	1	2	3	4	√	√
27	محتويات صفحة البدء مناسبة	1	2	3	4	√	√
28	رأيك بشكل عام عن جمالية أدوات النظام	1	2	3	4	√	√
29	إمكانية التعاون مع الآخرين	1	2	3	4	√	√
30	إمكانية الاستفادة من كائنات تعليمية لمقررات متواجدة ضمن النظام	1	2	3	4	√	-
31	الإطلاع على عمل الآخرين مفيد	1	2	3	4	√	√
32	تحب مشاركة كائناتك التَّعليمية مع الآخرين	1	2	3	4	√	-
33	تفاعلي؟	1	2	3	4	√	√
34	الفرق بين مفهوم الأهداف التَّعليمية والمفاهيم الأساسية واضح	1	2	3	4	√	-
35	النظام بطيء	1	2	3	4	√	√
36	يعد النظام إبداعي	1	2	3	4	√	√
37	راضي عن النظام بشكل عام	1	2	3	4	√	√

الجدول (13-2)، توزع الأسئلة حسب معايير التقويم المستخدمة.

	المعيار	**رقم السؤال**
1	التماسك (Consistency)	1
2	الوضوح الذاتي (Self-Evidence)	2، 3

3	التوقعية (Predictability)	4
4	الثراء (Richness)	5، 6، 7
5	الكمال (Completeness)	8، 9، 10
6	الدافعية (Motivation)	11، 12
7	بنية النصوص الترابطية (Hypertext Structure)	13، 14
8	الاستقلالية (Autonomy)	15
9	سهولة الاستخدام (Easy of use)	16، 17، 18، 19، 20، 21، 22، 23،24، 25
10	الجمالية (Aesthetic)	26، 27، 28
11	تعاوني (Collaborative)	29، 30، 31، 32
12	تفاعلي (Interactive)	33، 34، 35، 36، 37

13-1-3- القيام بعملية التقويم (Evaluation Conducting)

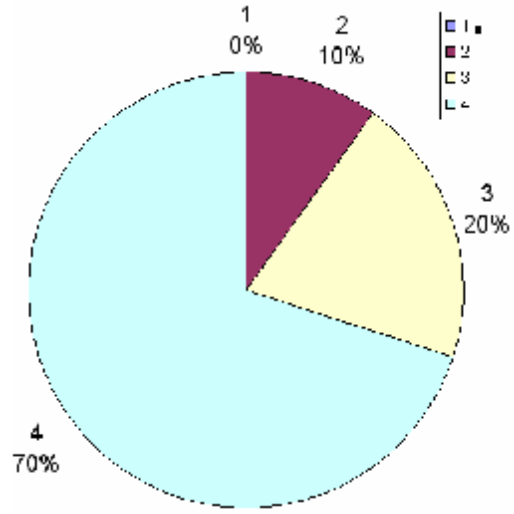
- تَمَّ تدريب 10 من مصممي المقررات بشكل متفرق، من خلالها تَمَّ تحميل بعض المقررات إلى النظام.
- كما تَمَّ السماح لعشرين طالب القيام بدراسة المقرر "تعليم قواعد اللغة الإنكليزية لطلاب العرب" خلال عدة جلسات.
- ومن ثُمَّ تَمَّ توزيع الاستبانات على مصممي المقررات والطلاب.
- وأخيراً تَمَّ تجميع هذه الاستبانات بهدف الاستخدام اللاحق لنتائج الإجابات في عملية التحليل.

13-2- تحليل النتائج والمناقشة (Results Analysis & Discussion)

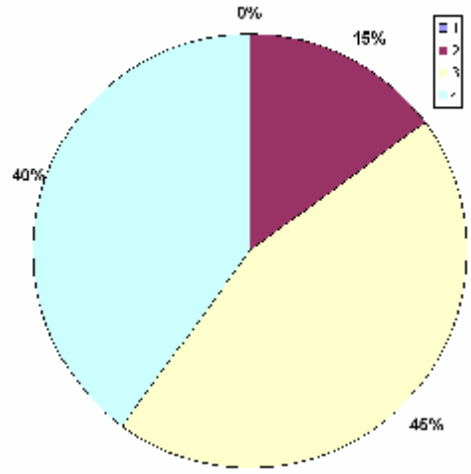
يوضح الملحق الرابع نتائج إجابات الاستبانات الموزعة على مصممي المقررات والطلاب على التوالي.

13-2-1- التماسك (Consistency)

يمكن الملاحظة من الشكلين (13-2) و (13-3) بأنَّ 70% من المصممين يوافق بشدة، و20% يوافق، و10% لايوافق، بينما 40% من الطلاب يوافق بشدة، و45% يوافق، و15% لايوافق على أنَّ الألوان وشكل الواجهات والأيقونات والأزرار والرسائل وبنود القوائم ثابتة ولاتتغير، هذا يسمح لهم تذكرها بشكل أسهل والتركيز على مهامهم الأساسية فقط، وهي التصميم أو دراسة المقرر على التوالي، فبالتالي تعد واجهات المصمم والطالب المستخدمة في النظام IWEBISE ثابتة ومترابطة.



الشكل(13-2)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على السؤال (1)



الشكل(13-3)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على السؤال (1)

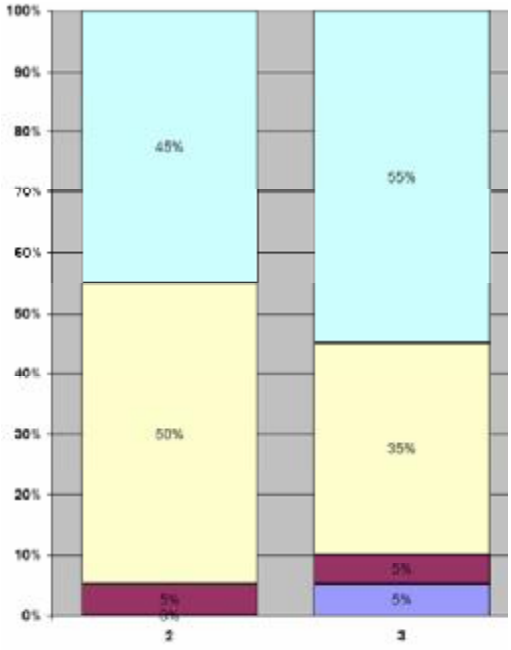
13-2-2- الوضوح الذاتي (Self-Evidence)

يمكن الملاحظة من الشكلين (13-4) و (13-5) مايلي:

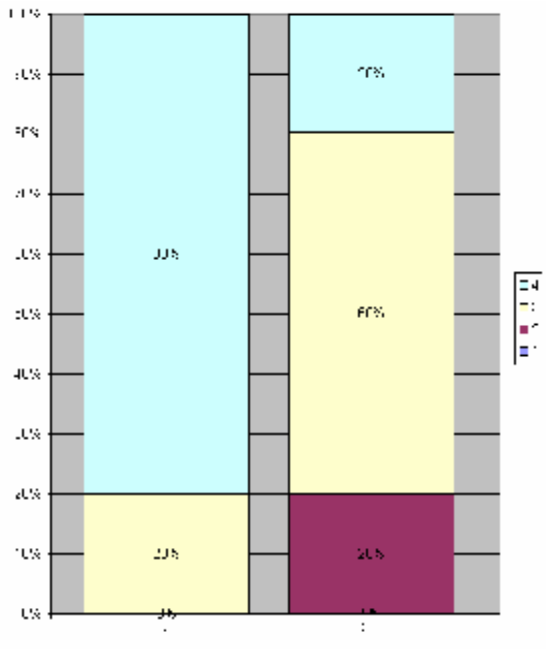
السؤال (2): يوافق 80% من االمصممين بشدة، و20% يوافق، بينما 45% من الطلاب يوافق بشدة، و50% يوافق، و5% لايوافق على أنَّ أيقونات والروابط والنصوص المستخدمة مناسبة ودلالية بالنسبة لهم.

السؤال (3): يوافق 60% من المصممين و20% بشدة، و20% لايوافق، بينما 55% من الطلاب يوافق بشدة، 35% يوافق، و5% لا يوافق، و5% لايوافق بشدة على أنَّ الألوان المستخدمة ذات معنى ويمكن أن تدل على محتواها.

مما سبق يمكن القول بأنَّ المصممين والطلاب يمكنهم بسهولة فهم معنى وهدف الأشياء المقدمة لهم (الأيقونات، والنصوص، والألوان)، هذا مما يدفع عجلة عمليتي التصميم ودراسة المقرر إلى الأمام بسرعة أكبر وبنجاح.



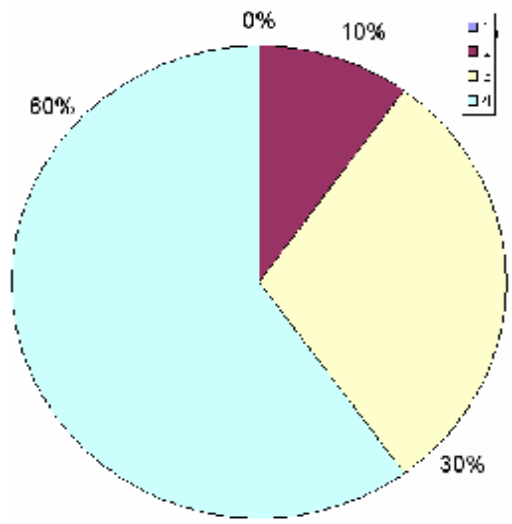
الشكل (13-5)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على السؤالين (2) و (3).



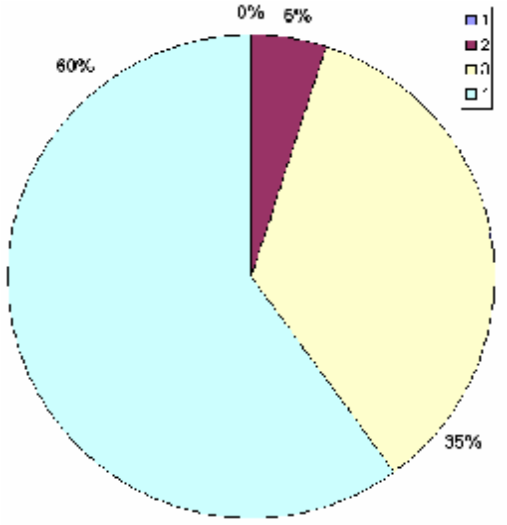
الشكل (13-4)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على السؤالين (2) و (3).

13-2-3- التوقعية (Predictability)

يمكن الملاحظة من الشكلين (13-6) و(13-7) بأنَّ 60% من المصممين يوافق بشدة، و30% يوافق، و10% لايوافق، بينما 60% من الطلاب يوافق بشدة، و35% يوافق، 5% لايوافق على أنَّ النظام استجاب لكل توقعاتهم لنتائج المهام والأحداث التي قاموا بها خلال عملية التصميم ودراسة المقرر على التوالي.



الشكل (13-6)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على السؤال (4).



الشكل (13-7)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على السؤال (4).

13-2-4- الثراء (Richness)

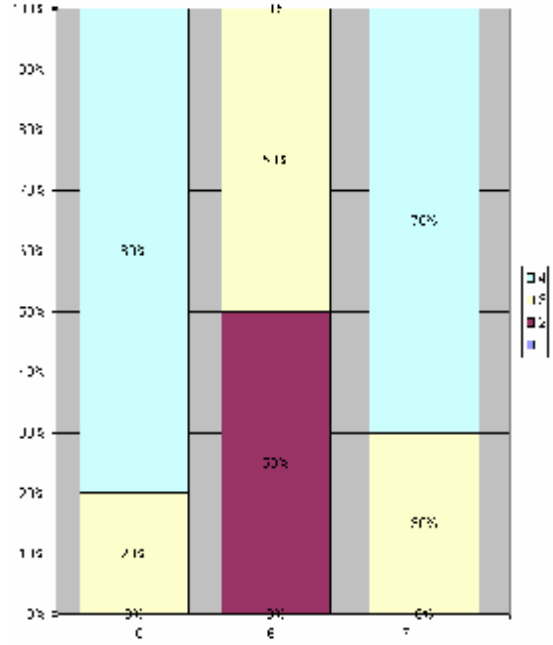
يمكن الملاحظة من الشكلين (13-8) و (13-9) مايلي:

السؤال (5): 80% من المصممين يوافق بشدة، و20% يوافق، بينما 35% من الطلاب يوافق بشدة، و45% يوافق، و15% لايوافق، و5% لايوافق بشدة على أنَّ النظام مزود بأدوات كافية ومناسبة لعمليتي التصميم ودراسة المقرر.

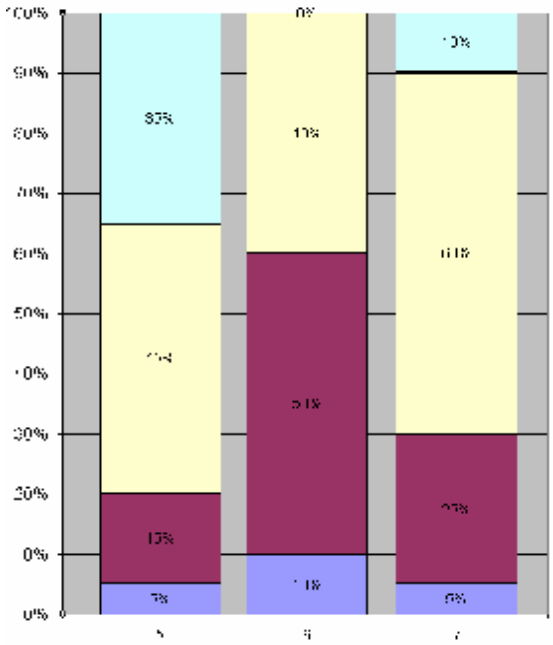
السؤال (6): 50% من المصممين لايوافق، و50% يوافق، بينما 40% من الطلاب يوافق، و50% لايوافق، و10% لايوافق بشدة على أنَّ النظام مزود بالمساعدة اللازمة والمناسبة عند حاجتهم لها.

السؤال (7): 70% من المصممين يوافق بشدة، و30% يوافق، بينما 10% يوافق بشدة، 60% يوافق، و25% لايوافق، و5% لايوافق بشدة على انَّ النظام مزود بدليل مستخدم مناسب لاستخدام النظام.

مما تقدم، يمكن القول إنَّ النظام ثري بأدوات وأدلة تساعد على عملية التصميم والتَّعَلُّم، ولكن يجب تحسين خاصية المساعدة بعض الشيء، لكي تكون عند متناول المصممين والطلاب في أي وقت ولأي أداة موجودة ضمن النظام.



الشكل (13-8)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (5، 6، 7).



الشكل (13-9)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (5، 6، 7).

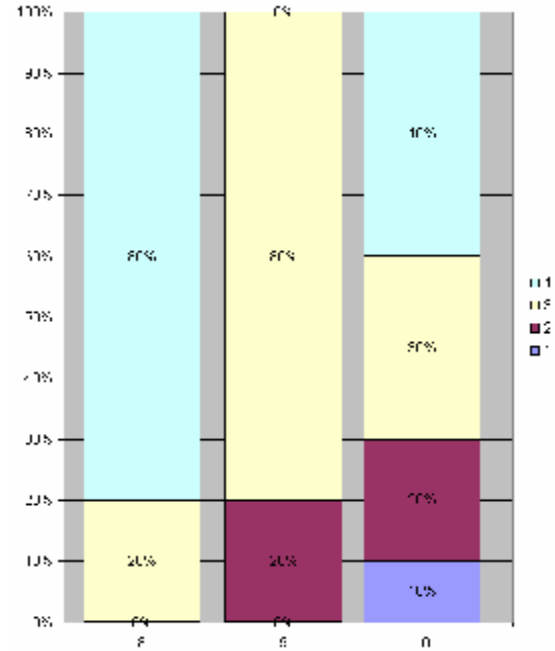
13-2-5- الكمال (Completeness)

يمكن من الشكلين (13-10) و (13-11) ملاحظة مايلي:

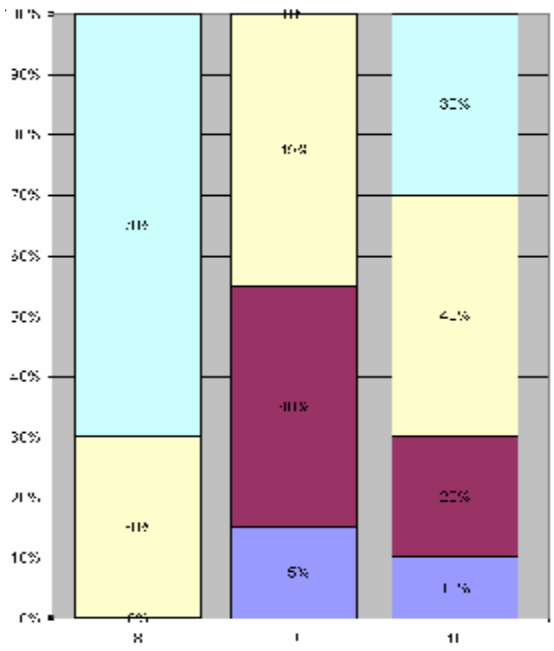
السؤال (8): 80% من المصممين راضي بشدة، و20% راضي، بينما 70% من الطلاب راضي بشدة، و30% راضي على عملية الدخول إلى النظام.

السؤال (9): 80% من المصممين يوافق، و20% لايوافق، بينما 45% من الطلاب يوافق، و40% لايوافق، و15% لايوافق بشدة على أنَّ رسائل الخطأ تظهر بشكل مناسب وعند الحاجة.

السؤال (10): 40% من المصممين يوافق بشدة، و30% يوافق، و20% لايوافق، و10% لايوافق بشدة، بينما 30% من الطلاب يوافق بشدة، و40% يوافق، و20% لايوافق، و10% لايوافق بشدة على أنَّ النظام مزود بأدوات تساعد على الاتصال والتواصل مابين مختلف مستخدمين النظام.



الشكل (13-10)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (8، 9، 10).



الشكل (13-11)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (8، 9، 10).

مما سبق، يمكن القول إنَّ النظام يحتوي على آليات الدخول وتصميم المحتوى والاتصال والتَّعلُّم كافية تغطي جميع أهداف مختلف المستخدمين، ولكن يجب إضافة أدوات اتصال تزامنية أخرى كأداة المؤتمرات المرئية.

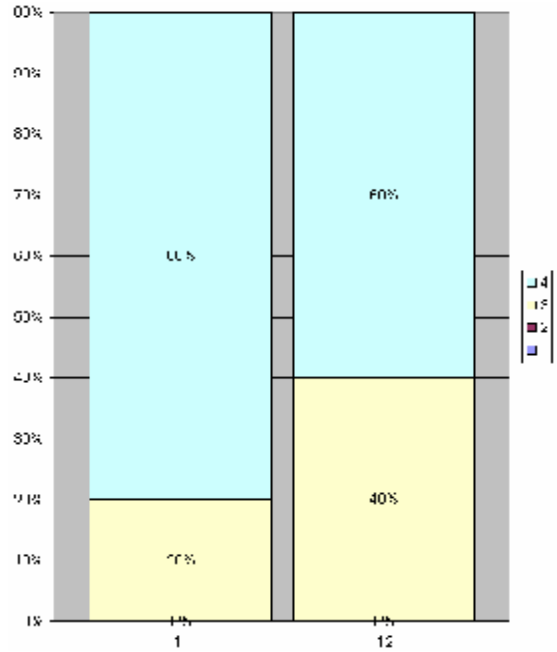
13-2-6- الدافعية (Motivation)

يمكن من الشكلين (13-12) و (13-13) ملاحظة مايلي:

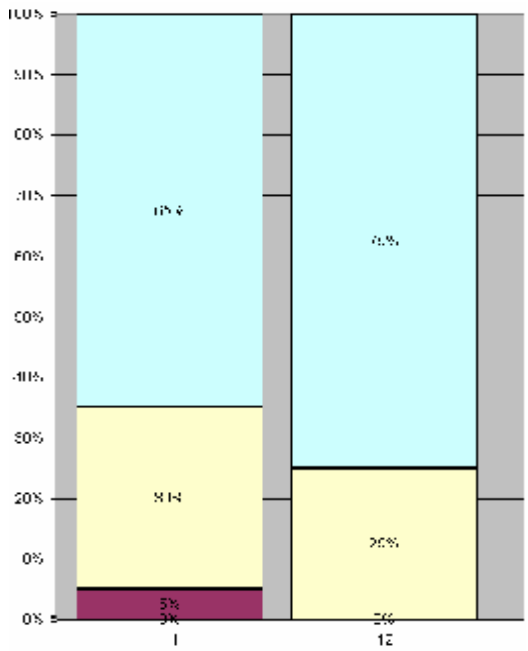
السؤال (11): 80% من المصممين يوافق بشدة، و20% يوافق، بينما 65% من الطلاب يوافق بشدة، و30% يوافق، و5% لايوافق على أنَّ النظام IWEBISE يناسب الاحتياجات الأكاديمية للمصمم والطالب، من حيث إضافة مقررات جديدة وأهداف ومفاهيم تعليمية وأسئلة امتحانية تساعد الطلاب على التَّعلُّم الذاتي بشكل فعال.

السؤال (12): 60% من المصممين يوافق بشدة، و40% يوافق، بينما 75% من الطلاب يوافق بشدة، و25% يوافق على أنَّ النظام سهل الاستخدام والفهم.

مما تقدم، يمكن القول إنَّ النظام مزود بأدوات كافية لكل من المصمم والطالب، بحيث تدفعهم إلى استخدامه بشكل متكرر وعدم إهماله.



الشكل (13-12)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (11، 12).



الشكل (13-13)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (11، 12).

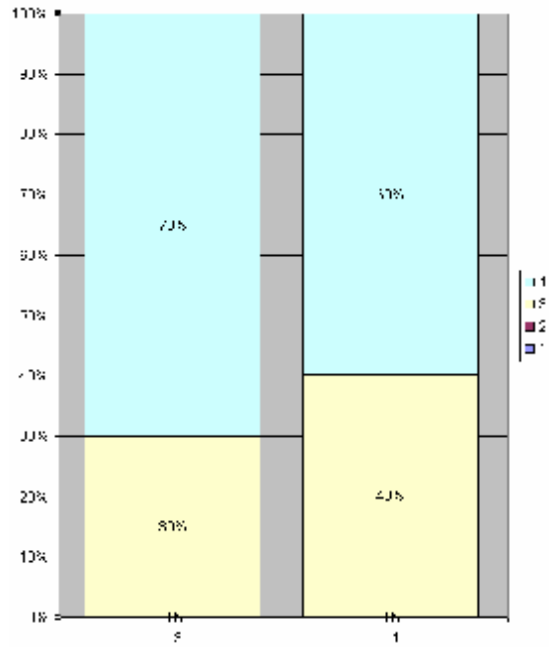
13-2-7- بنية النصوص الترابطية (Hypertext Structure)

يمكن من الشكلين السابقين (13-13) و (13-14) ملاحظة مايلي:

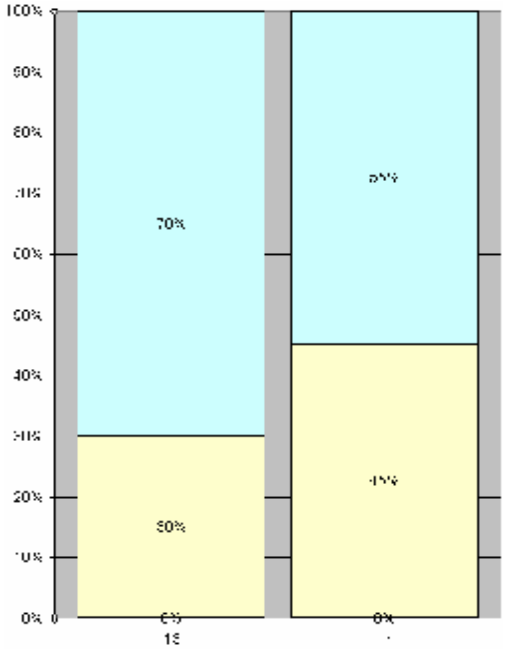
السؤال (13): 70% كل من المصممين والطلاب يوافق بشدة، و30% يوافق على أنَّ بنية وهيكلية النصوص والقوائم الترابطية واضحة ومرتبة ترتيب منطقي.

السؤال (14): 60% من المصممين يوافق بشدة، و40% يوافق، بينما 45% من الطلاب يوافق بشدة، و45% يوافق على أنَّ طريقة تقديم روابط أدوات المصمم والطالب جذَّابة.

مما تقدم، يمكن القول إنَّه يجب تحسين بعض الشيء في بنية روابط أدوات المصمم والطالب من أجل الحصول على صفحات مترابطة مع بعضها البعض بشكل أفضل.

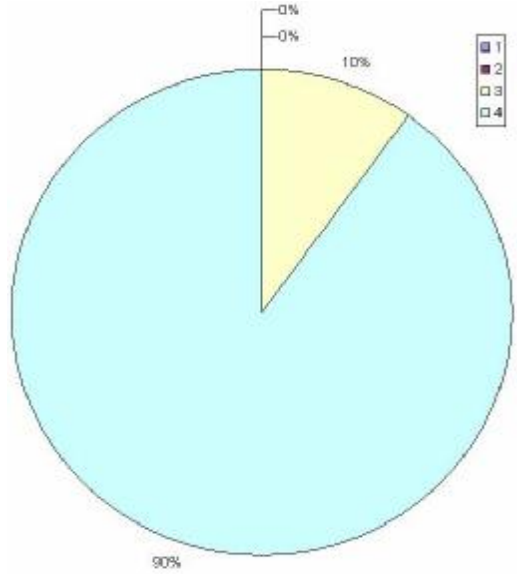


الشكل (13-14)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (13، 14).

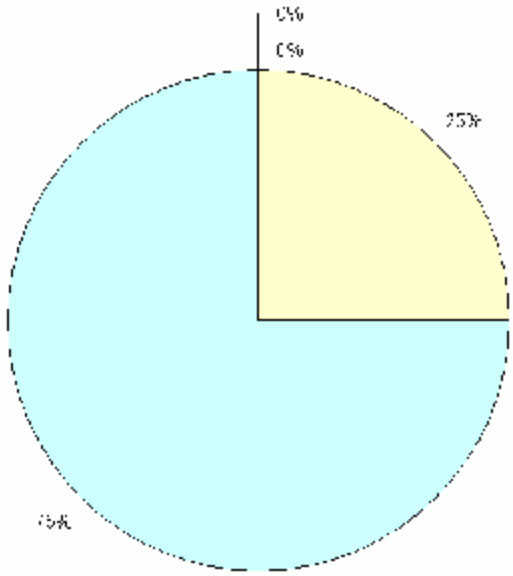


الشكل (13-15)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (13، 14).

13-2-8- الاستقلالية (Autonomy)



الشكل (13-16)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على السؤال (15).



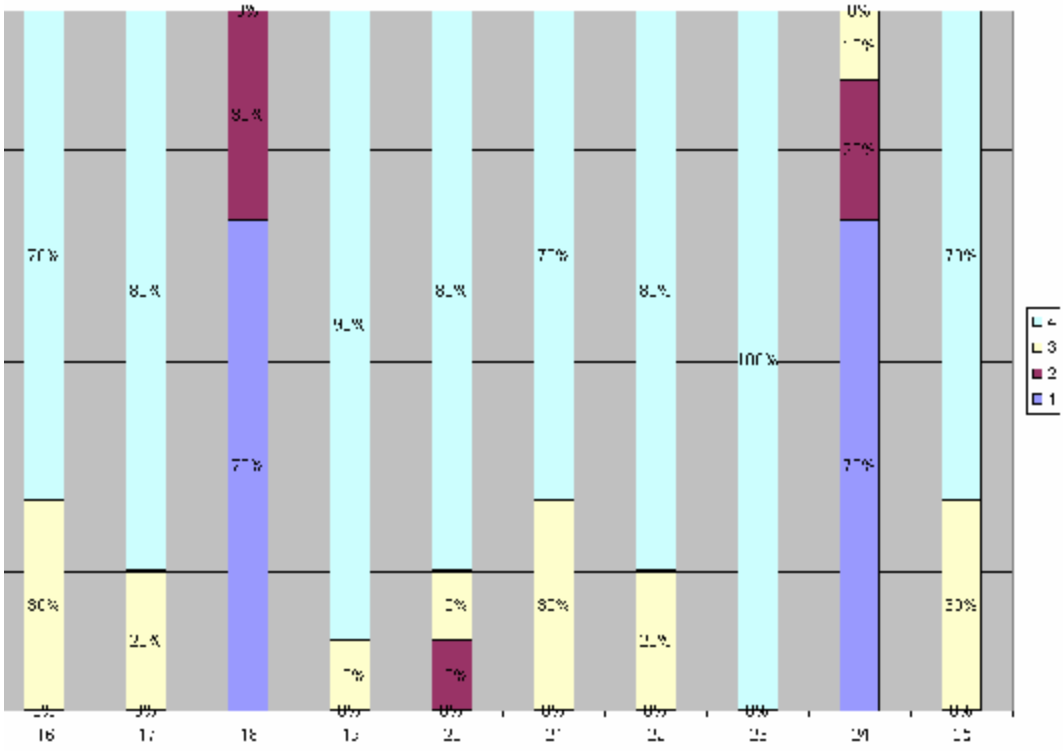
الشكل (13-17)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على السؤال (15).

من الشكلين (13-16) و (13-17) يمكن ملاحظة مايلي:

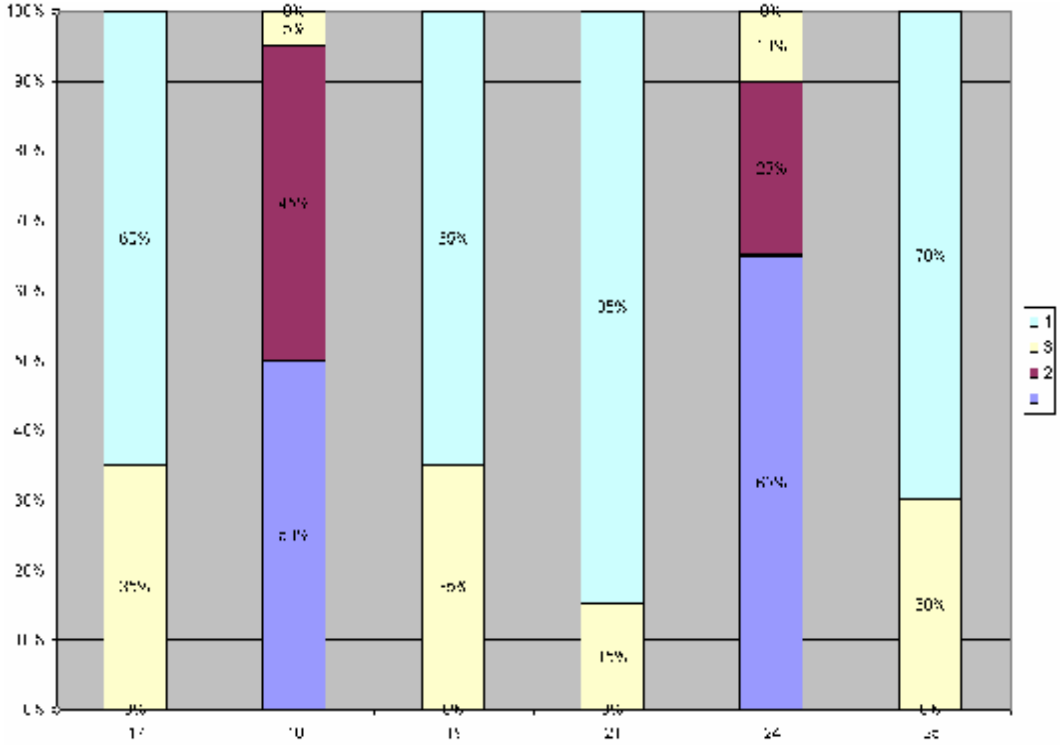
السؤال (15): 90% من المصممين يوافق بشدة، و10% يوافق، بينما 75% من الطلاب يوافق بشدة، و25% يوافق على أنَّ النظام مزود بأدوات تسمح لهم بالشعور بإستقلالية التحرك والتصميم خلال عمليات بناء المقررات التَّعليمية، عن طريق إنشاء صفحات HTML، إدارة ملفات، إدارة أسئلة تعليمية أو امتحانية متنوعة.

13-2-9- سهولة الاستخدام (Easy of use)

من الشكلين (13-18) و (13-19) يمكن ملاحظة مايلي:



الشكل (13-18)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (من 16 إلى 25).



الشكل (13-19)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (17، 18، 19، 21، 24، 25).

السؤال (16): 70% من المصممين يوافق بشدة، و30% يوافق على أنَّ خدمة تحميل الملفات التَّعليمية واضحة وسهلة الإستخدام.

السؤال (17): 80% من المصممين يوافق بشدة، و20% يوافق، 65% من الطلاب يوافق بشدة، و35% يوافق على أنَّهم يشعرون بالثقة عند استخدامهم للنظام.

السؤال (18): 70% من المصممين لايوافق بشدة، 30% لايوافق، و35% من الطلاب لايوافق بشدة، و45% لايوافق، و5%يوافق على أنَّ درجة تعقيد أدوات النظام عالية وغير واضحة.

السؤال (19): 90% من المصممين يوافق بشدة، و10% يوافق على أنَّ عملية إنشاء مقررات وتحديثها سهلة جداً، بينما 65% من الطلاب يوافق بشدة، و 35% يوافق على أنَّ دراسة المقرر التَّعليمية باستخدام النظام الجديد سهلة جداً.

السؤال (20): 80% من المصممين يوافق بشدة، و10% يوافق، و10% غير موافق على أنَّ عملية إنشاء وتحديث الأهداف والمفاهيم التَّعليمية سهلة جداً.

السؤال (21): 70% من المصممين يوافق بشدة، و 30% يوافق على أنَّ عملية إنشاء وتحديث الأسئلة الإمتحانية سهلة جداً، بينما 85% من الطلاب يوافق بشدة، و15% يوافق على أنَّهم استطاعوا اتباع الامتحانات القبلية والبعدية بسهولة.

السؤال (22): 80% من المصممين يوافق بشدة، و20% يوافق على أنَّ عملية تحديث صفحات المحتوى التَّعليمي الخاص بكل مفهوم سهلة جداً.

السؤال (23): 100% من المصممين يوافق بشدة على أنَّ عملية إنشاء مقررات تعليمية وتصديرها وتحزيمها وفق المعيار SCORM سهلة وواضحة.

السؤال (24): 70% من المصممين غير موافق بشدة، 20% غير موافق، و10% موافق، بينما 65% من الطلاب غير موافق بشدة، و25% غير موافق، 10% يوافق على أنَّهم يحتاجون إلى دورة تدريبية قبل الشروع بالعمل مع أدوات النظام.

السؤال (25): 70% من المصممين والطلاب يوافق بشدة، و30% يوافق على أنَّ الأدوات المستخدمة في عمليتي التصميم والتَّعلُّم يمكن تعلُّمها بسرعة.

مما سبق يمكن القول إنَّ جميع أدوات النظام واضحة وسهلة الإستخدام ولايحتاج المستخدميين إلى دورات تدربيية مسبقة لكي تساعدهم على إتقانها، وإنَّما يمكنهم إكتشاف بيئة العمل نفسهم بنفسهم.

13-2-10- الجمالية (Aesthetic)

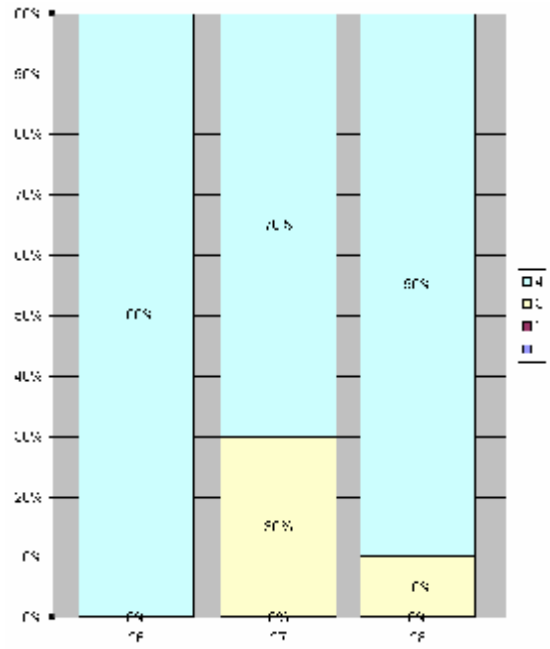
من الشكلين (13-20) و (13-21) يمكن ملاحظة مايلي:

السؤال (26): يرى جميع المصممين و90% من الطلاب بأنَّ صفحة البدء للنظام تحتوي على ألوان وأيقونات منسجمة مع بعضها البعض.

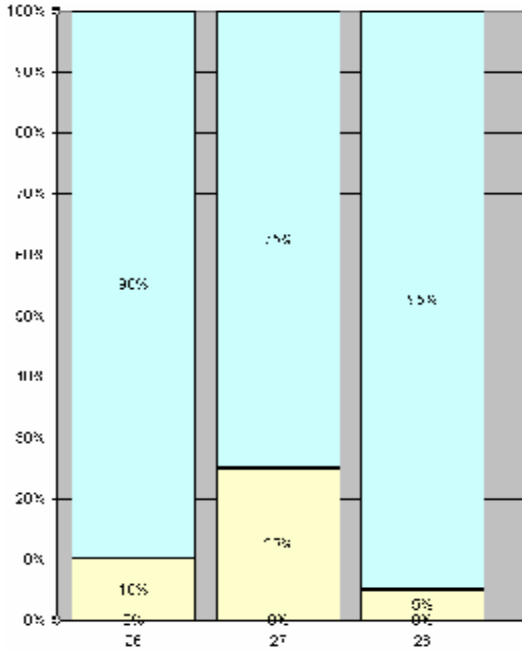
السؤال (27): 70% من المصممين يوافق بشدة، و30% يوافق، بينما 75% من الطلاب يوافق بشدة، و25% يوافق على أنَّ صفحة الأدوات مناسبة من حيث النصوص المستخدمة وطريقة توزيعها ضمن الصفحة.

السؤال (28): 90% من المصممين يوافق بشدة، و10% يوافق، 95% من الطلاب يوافق بشدة، و5% يوافق على أنَّ أدوات النظام تُقدَّم بطريقة جميلة وسلسة.

مما تقدم، يمكن القول بأنَّ أدوات النظام منسجمة مع بعضها البعض وهذا مايعزز سهولة فهمها واستخدامها.



الشكل (13-20)، النسبة المئوية لإجابات مصممي المقررات على الأسئلة (26،27، 28).

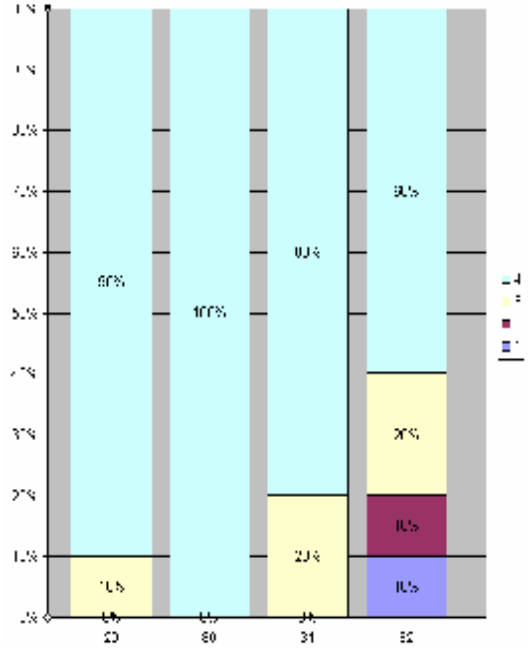


الشكل (13-21)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (26، 27، 28).

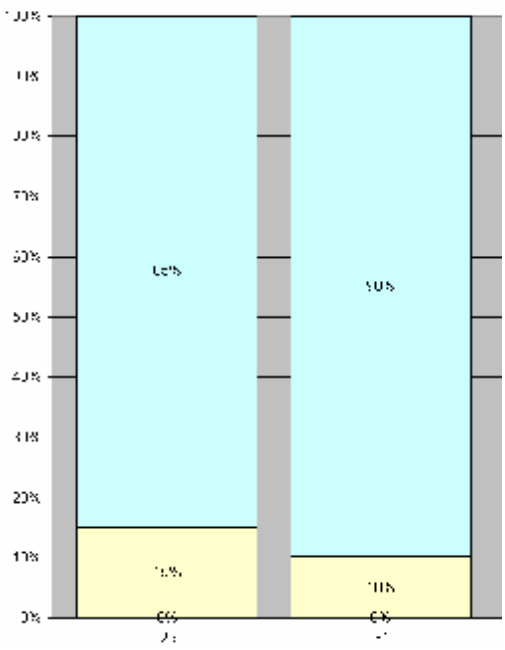
13-2-11- تعاوني (Collaborative)

السؤال (29): 90% من المصممين يوافق بشدة، و10% يوافق على أنَّهم يستطيعون التعاون فيما بينهم في إنشاء مقررات تعليمية، بينما 85% من الطلاب يوافق بشدة، و15% يوافق على أنَّ النظام مزود بأدوات تساعد الطلاب على تبادل معارفهم العلمية والخاصة بالمقرر.

السؤال (30): يرى جميع المصممين بأنَّهم يستطيعون مشاركة كائناتهم التَّعليمية بسهولة من أجل تفادي إعادة بنائها وتوفير الجهد والوقت اللازمين لذلك.



الشكل (13-22)، النسبة المئويـــة لإجابـــات مصممي المقررات على الأسئلة (29-32).



الشكل (13-23)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (29 و 31).

السؤال (31): 80% من المصممين يوافق بشدة، و20% يوافق، بينما 90% من الطـــلاب يوافق بشدة، و10% يوافق على الإستفادة من عمل زملائهم الآخرين.

السؤال (32): 60% من المصممين يوافق بشدة، و20% يوافق، و10% لايوافق، و10% لايوافق بشدة على إعطاء الآخرين سماحية بالإطلاع على كائناته التَّعليمية ومشاركتها.

مما سبق، يمكن القول إنَّ النظام IWEBISE مزود بأدوات تعاونية تتيح للمصممين تبادل ومشاركة الكائنات التَّعليمية فيما بينهم، وإنشاء مقررات تعليمية من قبل مصممي عدة، كما تسمح للطلاب تطبيق مفهوم التَّعليم التعاوني.

13-2-12- تفاعلي (Interactive)

من الشكلين (13-24) و (13-25) يمكن الملاحظة مايلي:

السؤال (33): 90% من المصممين يوافق بشدة، و10% يوافق، بينما 90% من الطلاب يوافق بشدة، 10% يوافق على أنَّ أدوات النظام تفاعلية تسمح للمصممين بتفاعل محتوى مع محتوى وللطلاب بالتفاعل مع زملائهم.

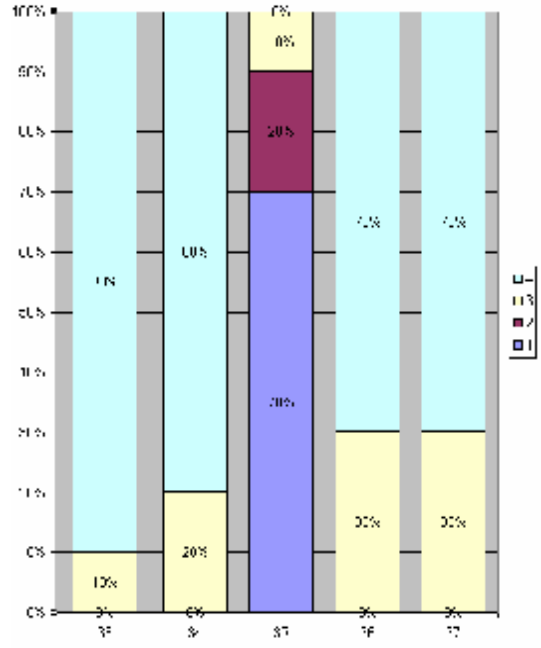
السؤال (34): 80% من المصممين يوافق بشدة، و20% يوافق على أنَّهم استطاعوا التمييز مابين مفهوم الأهداف التَّعليمية والمفاهيم الأساسية والفرعية عند بنائهم لشجرة مقرراتهم.

السؤال (35): 70% من المصممين لايوافق بشدة، و20% لايوافق، و10%يوافق، بينما 60% من الطلاب لايوافق بشدة، و35% لايوافق، و5% يوافق على أنَّ النظام بطيء.

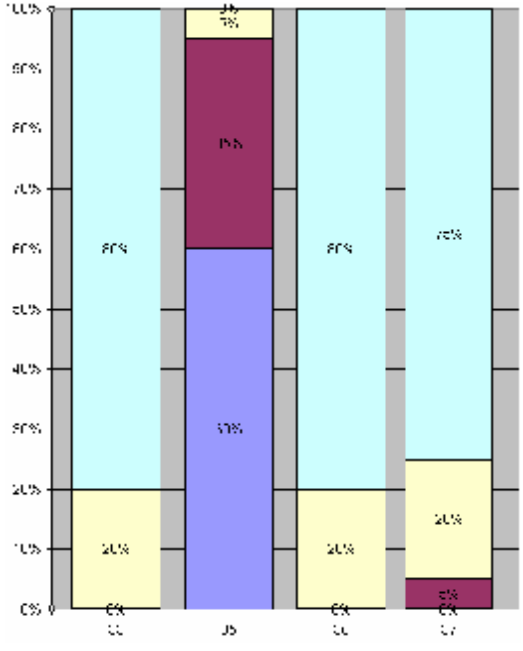
السؤال (36): 70% من المصممين يوافق بشدة، و30% يوافق، بينما 80% من الطلاب يوافق بشدة، و20% يوافق على أنَّ النظام إبداعي.

السؤال (37): 70% من المصممين راضٍ تماماً، 30% راضٍ، بينما 75% من الطلاب راضٍ تماماً، و20% راضٍ، و5% غير راضٍ عن النظام بشكل عام.

مما سبق، يمكن القول إنَّ واجهات النظام تفاعلية وتلبي متطلبات كل من مصممي المقررات التَّعليمية والطلاب بالسرعة والمكان والزمان المناسبين لهم.



الشكل (13-24)، النسبة المئوية لإجابات المصممين على الأسئلة (33، 34، 35، 36، 37).



الشكل (13-25)، النسبة المئوية لإجابات الطلاب على الأسئلة (33، 35، 36، 37).

الخلاصة (Conclusion)

تَمَّ عرض من خلال هذا الفصل نتائج عملية تقويم النظام IWEBISE من وجهة نظر مصممي المقررات التَّعليمية والطلاب. أسهمت هذه المرحلة في تحسين أداء هذا النظام الجديد في عمليتي التَّعليم والتَّعَلُّم، حيث تَمَّ الاعتماد على اثني عشر معياراً أهمها: سهولة الاستخدام، والاستقلالية، والتفاعلية، والتعاونية وقد ساعدت على التأكد من نجاح هذا النظام في تقديم نظم تعليمية ذكية وتكيفية وتفاعلية على الشبكة العنكبوتية.

أسفرت نتائج مرحلة التقويم إلى أنَّ كل من واجهات المصمم والطالب المستخدمة في النظام IWEBISE ثابتة ومترابطة وتفاعلية ومنسجمة ومزودة بأدوات وأدلة واضحة تدفع عجلة عمليتي التصميم ودراسة المقرر إلى الأمام بسرعة وبنجاح أكبر، ملبيةً بذلك متطلباتهم بالسرعة والمكان والزمان المناسبين لهم.

الخلاصة (Conclusion)

لقد أُنجز من خلال هذا البحث مايلي:

- تَمَّ استعرض المفاهيم المرتبطة ارتباطاً وثيقاً بميدان تكنولوجيا التَّعليم الذكية، كالـذكاء الصنعي والتَّعليم وأنواعه والتدريس والتَّعَلُّم وأنماطه والعلاقة الموجودة فيما بينهم، كما تَمَّ عرض مختلف نظريات التَّعَلُّم والتـدريس، وشـرح مفهـوم التَّعلـيم الإلكترونـي ومعاييره وعلاقته مع مفهوم التفاعلية ومستوياتها، وبهكذا تَمَّت الإجابة على الأسـئلة (ا، 2، 3 11، 25) من أسئلة البحث (فقرة 1-8).
- تَمَّ تطبيق في هذا البحث النظرية البنائية من خلال استخدام الخرائط المفاهيمية لأوزبل في تنظيم وتقديم معارف المحتوى التعليمي واسـتراتيجية التـدريس لـدورة الـتَّعَلُّم الرباعية لبياجيه، بهدف تقديم بيئة داعمة للتَّعلُّم المستمر والتَّعلُّم الذاتي المتكيف، وبهذا تَمَّت الإجابة على السؤال (2، 8) من أسئلة البحث.
- تَمَّ عرض علاقة الوسائط الترابطية والنظم التَّعليمية عن طريق شرح مختلف التقانات المستخدمة في نظم الوسائط الترابطية التكيفية والنظم التوجيهية الذكية والنظم التَّعليمية التكيفية والذكية على الشبكة العنكبوتية، كما تَمَّ شرح تطور النظم التَّعليمة عن طريـق عرض تطور أجيالها الثلاثة. إضافةً إلى ذلك إلى أنواع النظم التَّعليميـة ونظـم إدارة التَّعَلُّم وأدوات التأليف مع ذكر أمثلة عديدة لكل نوع، وبهذا تَمَّت الإجابة على الأسـئلة (4، 5، 6) من أسئلة البحث.
- تَمَّ شرح مفهوم نموذج الطالب والمعلومات اللازمة لبنائه، كما تَمَّ عرض تصنيفاته مع ذكر بعض النظم التَّعليمية كأمثلة لكل صنف من هذه الأصناف، وتَمَّ أيضاً شرح مفهوم نموذج المعلم ووظائفه وتصنيفاته. وبهذا تَمَّت الإجابة على الـسؤال (7) مـن أسـئلة البحث.

<u>نموذج المعرفة:</u>

- تَمَّ تمثيل معارف المقرر التَّعليمي باستخدام خريطة (الخـرائط المفاهيميـة لأوزبـل) مؤلفة من أربعة مستويات أساسية (السؤال 8):
  - المفهوم المركب الأساسي أو المقرر التَّعليمي.

- المفاهيم المركبة أو الأهداف التَّعليمية (يمكن أن تحتوي على مستويات جزئية أخرى).
- المفاهيم العامة وهي يمكن أن تكون أساسية (Main concept) أو فرعية (Sub- concept) والتي تمثل قاموس المصطلحات المستخدمة ضمن المقرر.
- الوحدات التَّعليمية: (أمثلة، ومحتوى نصي مع فيديو وصور، ومحتوى نصي، وتمارين، وأسئلة امتحان ذاتي قبلي، وأسئلة امتحان ذاتي بعدي، والملخص).

- تَمَّ نمذجة المقرر التَّعليمي بثلاث طرق مختلفة (من أجل الإجابة على السؤال (9) من أسئلة البحث) بهدف تحديد الطريقة الأمثل:
  - الشبكة العصبونية ذاكرة الترابط ثنائية الاتجاه (BAM):

§ تَمَّ نمذجة المقرر التَّعليمي باستخدام شبكتين من BAM لكي تؤلفا شبكة جديدة تدعى بـ HBAM :

- BAM-1 : تستخدم لربط الأهداف التَّعليمية مع مختلف المفاهيم الأساسية.
- BAM-2: تستخدم لربط المفاهيم الأساسية مع الوحدات التَّعليمية.

ترتبط كلتا الشبكتين مع بعضهما ببعض لتشكل شبكة عصبونية هيكلية واحدة مؤلفة من ثلاث طبقات، أي تكون طبقة الخرج لـ BAM-1 نفس طبقة الدخل لـ BAM-2.

§ تعد طريقة HBAM طريقة جديدة في نمذجة معارف المقررات التَّعليمية.

§ تعد بنية الـ HBAM شبكة عصبية جديدة يمكن أن تفتح آفاقاً جديدة في البحث العلمي ضمن مجالات أخرى كالتعرف على الأشكال والنماذج والصوت، الخ.

§ تحتاج عمليات الاستدعاء للشبكة المهيكلة HBAM إلى زمن كبير في تحديد المفهوم أو الوحدة التَّعليمية المناسبة لعرضها، وهذا يمكن أن يعيق ويؤخر تَعَلُّم الطالب على الشبكة العنكبوتية.

- لاتوفر الشبكة HBAM بنية ثابتة قياسية،لأنَّه فكل مرة يضيف المعلم هدف تعليمي ما أو مفهوم ما أو وحدة تعليمية ما، يجب على النظام إعادة تدريب الشبكة لنمذجته، مما يجعل استخدامها معقداً في معالجة وإنشاء وتعديل أي مقرر تعليمي.
- لم يتم من خلال HBAM فصل بنية المقرر عن المحتوى، لأنَّ إذا أراد المعلم تخصيص نفس الوحدة التَّعليمية لمفهومين مختلفين يجب عليه إعادة تدريب الشبكة مرة ثانية.

- قواعد البيانات العلائقية باستخدام MySql:

- تَمَّ بناء أحد عشر جدولاً لنمذجة مختلف مفاهيم المقرر التَّعليمي الذي سوف يتم إنشاؤها من قبل النظام IWEBISE: جدول الفئات الأساسية (Maincategories)، و جدول الفئات الفرعية (Subcategories)، و جدول المفهوم المركب الأساسي (Subjects)، و جدول المفاهيم المركبة (lo)، و جدول مفاهيم المتطلب الأساسي (lopre)، وجدول المفاهيم الأساسية (concepts)، وجدول مفاهيم المتطلب الأساسي (المفاهيم الأساسية) (conpre)، وجدول المفاهيم الفرعية (subconcept)، وجدول ربط المصطلحات بالمفاهيم الأساسية (attach_con_subcon)، وجدول محتوى المفاهيم الأساسية (concept_contenu)، وجدول بنود الأسئلة (test_items).

- XML:

- تَمَّ بناء المستند الـــ IWEBISE.DTD من أجل تحديد مجموعة من القواعد العامة لتعريف وتوصيف طريقة تنظيم معرفة أي مقرر ضمن مستند XML، وهو ذو بنية عامة تَمَّ بناؤه لاستخدامه ضمن مقررات تعليمية مختلفة في مجالات مختلفة.
- لاتعد طريقة الـــ XML بديلاً عن قواعد البيانات، وإنما تكمن قيمة استخدامها كطريقة في التحويل والتوصيف للمعارف المقرر التي تتمتع بها.

§ تَمَّ استخدام الـــ XML في فصل محتوى الصفحات عن تنسيقها وإمكانية الحصول على صفحات مختلفة من حيث المحتوى العلمي والروابط التي تربطها مع الصفحات الأخرى، كذلك من أجل إعادة توزيع واستخدام المقرر التَّعليمي في أماكن أخرى وضمن نظم أخرى. على الرغم أنَّ طريقة الـــ XML تعد الأفضل في تبادل ونقل البيانات من طريقة قواعد البيانات، ولكن لم يتم استخدامها في توصيف معارف المقرر التعليمي ضمن النظام الـــ IWEBISE، وذلك للأسباب التالية والتي تجعل قواعد البيانات أن تتفوق على الـــ XML:

- تفضيل مصممين المقررات الاحتفاظ بخصوصية بيانـــات مقرراتهم، لكي لاتكون عرضة للسرقة أو الإطلاع غيـــر المعتمد أو غير المرخص به.
- عدم إمكانيتها التعامل مع البيانات الكبيرة وأنواع البيانات غير النصية مثل الصور و الفيديو.

o **<u>نموذج الطالب:</u>**

- تَمَّ استخدام نموذج الطالب الطبقي المفتوح (Open Student Model) والذي يـــسمح للطالب نفسه بنفسه بتغيير حالته المعرفية بالنسبة لكل هدف أو مفهوم تعليمي موجـــود ضمن المقرر، مما يساعده على عدم الشعور بقيود يفرضها النظام عليه، وإنَّما أتاحت له الدراسة بخطوات أوسع إن أراد.
- تَمَّ بناء نموذج الطالب مؤلف من جزئين (السؤال 10):
- الجزء الثابت (Static Part): في هذا الجزء تَـــمَّ حفـــظ المعلومـــات الشخـــصية والعلمية والمهنية للطالب، بالإضافة إلى اسم الدخول وكلمة مـــروره ومعلومـــات تتعلق بتسجيله في المقرر. كما تَمَّ تخزين إجابات الطالب للاستبانة " دليـــل نمـــط التَّعَلُّم " من أجل تحديد نمط تَعَلُّمه. و تَمَّ بنـــاؤه علـــى أربعـــة جـــداول: جـــدول المستخدمين (Users)، وجدول مجموعة الطلاب (students_group)، وجدول التسجيل (Inscription) و جدول دليل نمط التَّعَلُّم (ils).

الجزء الديناميكي (Dynamic Part): في هذا الجزء تَمَّ تخزين معلومـــات تـــشير إلى مدى فهم الطالب ومستواه المعرفي لأجزاء المنهاج خلال العملية التَّعليمية. تَمَّ

بناء هذا الجزء على ثلاثة جداول: جدول تفاعل الطالب مع المقرر (students_interaction) وجدول إجابات الطالب (test_items_stu) لمختلف الأسئلة للامتحانات القبلية والبعدية والتمارين، جدول الخريطة المعرفية للطالب (students_map).

- تَمَّ تحديد نمط تَعَلُّم طلاب المعهد العالي للغات -جامعة حلب باستخدام نموذج Felder and Silverman، حيث أثبتت التجارب على أنَّهم يفضلون دراسة اللغة الأجنبية كمايلي :
  - قراءة عدد كبير من الأمثلة.
  - حل عدد كبير من التمارين.
  - قراءة الأمثلة قبل المحتوى.
  - توضع التمارين بعد المحتوى التَّعليمي.
  - توضع الامتحان البعدي بعد المحتوى التَّعليمي.
  - لا يهم متى يتم تقديم المخطط التمهيدي قبل، أو بعد، أو مابين المفاهيم التَّعليمية.
  - لا يهم قراءة الملخص قبل أو بعد مفهوم المحتوى التَّعليمي.
  - قراءة الملخص قبل أو بعد كل مفهوم مركب.
  - نوع المحتوى مرئي.

هذه النتائج تَمَّ استخدامها كنموذج عام ضمن النظام الـ IWEBISE في توليد مقررات تعليمية ذكية وتكيفية ليس فقط في مجال تعليم اللغات وإنَّما في أي مجال آخر، وهي تساعد على تحديد طريقة عرض أجزاء صفحة المحتوى، وبهذا تَمَّت الإجابة على الأسئلة (12، 17).

- يعد طلاب جامعة حلب عمليون بنسبة 62.5 % وحسيون بنسبة 87.8% ويفضلون أن يعرض محتوى المقرر عليهم باستخدام الوسائل المرئية، كالأفلام والخرائط والمخططات البيانية والصور بنسبة 74.3%، كما يفضلون أيضاً دراسة أجزاء المقرر بطريقة تسلسلية بنسبة 66%، وبهذا تَمّتَ الإجابة أيضاً على الأسئلة(12، 17).

- تَمَّ تصنيف أشعة صفات الطلاب إلى ستة مستويات تمثل الحالات المعرفية المختلفة للطالب، وذلك باستخدام ست طرق مختلفة وهي (وبهذا تَمَّت الإجابة على الأسئلة 13، 14، 15، 16، 17 من أسئلة البحث):
  - الطريقة التقليدية:
    - من خلال هذه الطريقة تَمَّ استخدام معدلين جديدين، معدل الإجابة على الأسئلة ومعدل الزمن من أجل حساب معدل الطالب النهائي.
    - إنَّ القواعد التي تَمَّ استخدمها في الطريقة التقليدية من أجل تصنيف الحالات المعرفية للطالب، يمكن أن تكون مختلفة من معلم إلى معلم آخر، وهذا ما يؤدي إلى عدم تقييم الطالب بشكل صحيح وبشكل عام، فبالتالي يتم أو لا يتم تخطيط وعرض المنهاج بشكل دقيق وصحيح حسب حاجة الطالب، لذا تَمَّ اللجوء إلى استخدام طرق جديدة في التعرف والتصنيف لبارمترات الطالب تستخدم خوارزميات التَّعَلُّم الآلي.
  - طريقة الـ FBAM:
    - استطاعت الشبكة FBAM تدريب وتصنيف جميع أزواج الدخل المقدمة لها بنجاح وبمتوسط زمني قدره 30 دقيقة.
    - استطاعت الشبكة FBAM استدعاء وتصنيف جميع أشعة الدخل القديمة والجديدة بنسبة نجاح 100% وبزمن متوسط لكل شعاع قدره 95 ثانية.
    - تعد عملية تحديد أزواج تدريب FBAM عملية طويلة ومعقدة وغير دقيقة أيضاً، بسبب استخدام عتبات مختلفة غير قياسية ممكن أن تختلف من معلم إلى آخر.
  - طريقة الـ ART2:
    - استطاعت الشبكة أن تستدعي جميع أشعة الدخل القديمة أو المدربة (1500) والجديدة (500) بنسبة 85,80% وبشكل مستقر.

- استطاعت الشبكة أن تتعلم بمتوسط زمن قدره 20.80 ثانية لكل شعاع مقدم لها، بينما استطاعت أن تتعرف عليهم بمتوسط زمن قدره 19 ثانية.
- لا تستطيع الشبكة أحياناً أن تتدرب إذا كانت قيمة بارامتر الحساسية مرتفعة.
- لا تستطيع الشبكة أحياناً أن تستدعي أشعة الدخل التي قد تعلمتها من قبل، وذلك في حالة استخدام بارمترات غير مناسبة، أي أنَّها تؤثر على معدل التَّعليم للشبكة وتلعب دوراً هاماً وحيوياً في تسريع عملية التعرف والتصنيف والاستدعاء لها.
- يلعب عدد أشعة الدخل دوراً هاماً في عملية التعرف للشبكة.

o طريقة الـــ Fuzzy-ART2:

- استطاعت الشبكة أن تتدرب وتتعرف على جميع أشعة الدخل القديمة والجديدة بنسبة متوسطة مقدارها 98.17%.
- ساعد استخدام الترميز التكاملي وتطبيق التَّعلُّم السريع (Fast Learning) للشبكة عندما تكون قيمة β=1على الحصول على تعميم أفضل للأشعة الجديدة المقدمة للشبكة.
- استطاعت الشبكة أن تصل إلى استجابتها الأمثلية باستخدام عدد أقل من أشعة الدخل وهو (30) مقارنةً مع العدد المستخدم مع الشبكة ART2 وهو (1500).
- وبتطبيق التَّعلُّم السريع للشبكة وعملية الترميز التكاملي، وتطبيق التَّعلُّم السريع، تَمَّ انخفاض متوسط زمن التدريب من (20.8 ثانية) إلى (19.2 ثانية) مقارنةً مع الشبكة ART2. لأنّ الشبكة لاتدخل في حلقات بحث عن الخلية الأنسب ولايتم تغيير في مصفوفة الأوزان بالنسبة لكل شعاع دخل. ففي هذه الحالة يتم تقديم أشعة الدخل مرة واحدة للشبكة، وبذلك ينخفض زمن التدريب.
- استطاعت الشبكة Fuzzy-ART2 أن تتعرف على أشعة الدخل القديمة والجديدة بمتوسط زمن قدره 18.6 ثانية لكل شعاع مقدم

لها، أي تَمَّ انخفاض أيضاً متوسط زمن التعرف مقارنةً مع الشبكة ART2.

- طريقة الـــ HMM:
  - عدد الحالات المخفية يؤثر على نسبة أداء HMM، فعدد الحالات 3 هو العدد الأمثل لأنه أعطى أعلى نسبة تعرف 66.40%.
  - تَمَّ الحصول على توزيع جديد لأشعة الدخل، مما أدى إلى ارتفاع النسبة المئوية لعملية الاستدعاء.
  - يعد أيضاً ارتفاع طول شعاع متتالية الملاحظات أحد أسباب ارتفاع نسبة المئوية التعرف لعملية الاستدعاء، ففي البداية كان 5 بينما بعد تطبيق عملية الترميز الجديدة أصبح 6 لتمثل عدد الحالات المعرفية للطالب.
  - استطاعت نماذج ماركوف المخفية أن تصنف كل شعاع دخل بمتوسط زمني قدره 19.1 ثانية، وأن تتعرف على أشعة الدخل القديمة والجديدة بمتوسط زمن قدره 17.6 ثانية لكل شعاع مقدم لها.
  - تعد نسبة التعرف 66.40% منخفضة مقارنةً مع نتائج الشبكات العصبونية، وتعد أيضاً غير كافية من أجل الاعتماد عليها في نمذجة معارف الطالب، لذلك تَمَّ اللجوء إلى مزج نتائج خوارزمية الشبكة العصبونية Fuzzy-ART2 مع نتائج نماذج ماركوف المخفية من أجل الحصول على نتائج أفضل في عملية التعرف خلال متوسط زمن أصغر في عمليات التدريب والتعرف.
- طريقة الـــ Fuzzy-ART2/HMM:
  - يعد عدد الحالات 6 هو العدد الأمثل في تصنيف أشعة الطلاب، لأنه أعطى أعلى نسبة تعرف وهي 92.66%.
  - تعد نماذج ماركوف المخفية أداة قوية جداً في نمذجة أشعة متتالية من العمليات التي تتغير في الزمن، بينما تعد الشبكات العصبونية أداة قوية في عمليات التصنيف، لذلك استطاعت الخوارزمية

الهجينة الإستفادة من هاتين الميزتين في تحسين نسبة التعرف من 66.40% إلى 92.66% مقارنةً مع طريقة الـ HMM.

§ استطاعت الخوارزمية الهجينة أيضاً اختصار زمن التعرف على أشعة الدخل القديمة والجديدة بمتوسط زمن قدره 17.1 ثانية، ولكن على العكس تَمَّ ازدياد متوسط زمن التدريب إلى (30.6 ثانية).

- تَمَّ استخدام المعيار F-measurs (السؤال 18 من أسئلة البحث) من أجل قياس جودة عمليات التصنيف دون إشراف بالنسبة للخوارزميات: ART2 و Fuzzy-ART2 وHMM والخوارزمية الهجينة Fuzzy-ART2-HMM، وأظهرت النتائج بأنَّه يجب الاعتماد على خوارزمية الـ Fuzzy-ART2 ضمن النظام الجديد الـ IWEBISE، لأنَّ نتائجها تعد الأمثل مقارنةً مع بقية الخوارزميات، وذلك للأسباب التالية:
  - الحصول على أعلى نسبة تعرف وهي 98.17%.
  - الحصول على أعلى قيمة لمعيار جودة أداء عملية التصنيف مقارنةً مع بقية الخوارزميات وهي: 0.281.
  - على الرغم من أنَّ قيمة معيار الـ F-measures لخوارزمية الـ Fuzzy-ART2 هي الأعلى بالنسبة لبقية الخوارزميات، ولكن كان هذا على حساب متوسط زمن التعرف لها، وتعد جودة التصنيف لمعارف الطالب في النظم التَّعليمية على الشبكة العنكبوتية عاملاً هاماً في تأمين وتقديم خريطة مقرر تعليمي جذابة ومتكيفة مع حالة المعرفية لكل طالب، مما يزيد اهتمامه في متابعة وإنهاء المنهاج ذاتياً.
- يلعب نموذج الطالب في النظام الـ IWEBISE ثلاثة أدوارمختلفة في العملية التكيفية:
  - مخطط لصفحة المحتوى باستخدام نموذج Felder and Silverman.
  - مخطط لشجرة المقرر باستخدام الخوارزمية Fuzzy-ART2.
  - مراقب للعملية التَّعليمية خلال تسجيل خطوات الطالب والزمن الذي يستغرقه في قراءة المحتوى أو في حل تمرين ما، وذلك باستخدام جداول مخزنة في الجزء الديناميكي (السؤال 10).

نموذج المعلم:

- تَمَّ نمذجة مجموعة الاستراتيجيات التَّعليم المتبعة من قبل المعلم من أجل توجيه الطالب خلال العملية التَّعليمية لمقرر ما، باستخدام جدول "القواعد التربوية"، كما تَمَّ تحديد قواعد تربوية قياسية للنظام IWEBISE في حالة لم يتم إدراج أية قواعد جديدة تخص مقرر ما، وبهذا تَمَّت الإجابة على السؤال (19).
- تَمَّ التنبؤ بأفعال الطالب المستقبلية باستخدام خوارزمية HMM، وتَمَّ تقويم أداءها باستخدام معيارين: الحساسية (Sensitivity) والدقة (Precision) وأظهرت النتائج مايلي (السؤال 20):
  - فكلما كان معيار الضبط عالياً يكون معيار الحساسية عالياً أيضاً، أي يكون التنبؤ ذا دقة أعلى.
  - تكون دقة وجودة عملية التنبؤ أعلى كلما استخدمت سلسلة أطول من المفاهيم التَّعليمية في عملية التدريب، وتتراوح نسبتها مابين 20% و 99%، حيث تصل إلى 91% باستخدام نسبة 99% من المفاهيم التي تَمَّت زيارتها من قبل الطالب.
- من خلال استخدام عملية التنبؤ، تَمَّ استخدام نموذج المعلم المُدرب أو الموجه (Coach) وذلك من خلال تقديم النصائح اللازمة للطالب والتي تدفعه في متابعة دراسة المقرر بطريقة أفضل، وبهذا تَمَّت الإجابة على السؤال (19).

محرك التكيف

- يعد محرك التكيف من أهم أجزاء النظام لأنه يربط مختلف أجزائه الأخرى (نموذج المعرفة، نموذج الطالب، نموذج المعلم) بعضها ببعض، ولأنه هو المسؤول بشكل رئيسي عن توليد (إجابة السؤال 17 من أسئلة البحث):
  - صفحات المقرر التَّعليمي وتقديمها للطالب وفق نمط تَعَلُّمه وحالته المعرفية بالنسبة لكل جزء من أجزاء المقرر.
  - الروابط اللازمة لربط مختلف صفحات المقرر بعضها ببعض (خريطة المقرر).
- تَمَّ تقسيم محرك التكيف إلى آليتين: آلية التكيف وفق الحالة المعرفية للطالب، وآلية التكيف وفق نمط تَعَلُّم الطالب.

- تلخص آليات التكيف بأربعة مراحل تمثل إستراتيجية التدريس المستخدمة من قبل المعلم الذكي للنظام، والقائمة على النظرية البنائية من خلال دورة التَّعَلُّم الرباعية لنظرية بياجيه المعرفية: الاكتشاف، والتفسير، والتوسع، والتقييم. وبهذا تَمَّت الإجابة على السؤال (2) من أسئلة البحث.

واجهات المستخدم:

- تَمَّ تقسيم الواجهات التطبيقية للنظام الـ IWEBISE إلى أربعة مستويات وفق طبيعة المستخدم سواء كان مصمماً للمقررات التَّعليمية، أو مسؤولاً عن النظام، أومعلماً، أو طالباً.
- يسمح النظام الجديد لمسؤول النظام بإدارة مستخدميه، والتصنيفات الرئيسية والفرعية للمقررات التي يتم إنشائها من خلاله، كما تسمح له بإدارة الطلاب ومجموعاتهم وإضافة لغة واجهة جديدة.
- يستطيع مصمم المقررات إدارة المقررات التعليمية وأجزائها بشكل كامل وتصديرها لاستخدامها ضمن منصات تعليمية أخرى. وتساعده أيضاً على إدارة أنواع مختلفة من الأسئلة الامتحانية وإنشاء محتوى تعليمي تفاعلي متنوع وذي مستويات مختلفة.
- يستطيع المعلم من خلال الواجهات التي تخصه أن يدير القواعد التربوية الخاصة به وبكل مقرر، وأن يتبع ويراقب مدى تقدم الطالب في دراسة المقرر.
- بينما من خلال واجهات الطالب، يستطيع الطالب أن يقوم بتصفح ودراسة المقرر وتقديم الامتحان القبلي والبعدي وإدارة نموذجه المعرفي وسجل معلوماته الشخصية، والإجابة على استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم".

البرمجة:

- تَمَّ برمجة الخوارزميات الذكية والنظام الجديد IWEBISE باستخدام الـ PHP و Javascript وCSS وMySql.
- تتمثل البنية البرمجية للنظام الجديد في شجرة مؤلفة من مجموعة مجلدات (17 مجلداً) وملفات (أكثر من 100 ملف) لتقوم بأداء مختلف مهام مسؤول النظام، ومصمم المقررات، والطالب، والمعلم، وذلك بغية تقديم مقررات تعليمية ذكية وتكيفية وفق حاجات الطالب ومستواه المعرفي.

اختبار النظام:

- تَمَّ اختبار النظام من وجهة نظر مصمم المقررات، ولوحظ بأنَّ النظام الـ IWEBISE يطبق مفهوم التصميم التعاوني (Collaborative Design) وهو يسمح ببناء مكتبة للكائنات التَّعليمية، تسمح للمصممين تبادلها، ومشاركتها، وتصديرها، مما يوفر لهم الوقت والجهد اللازمين في إنتاج مقرراتهم التَّعليمية المستقبلية، وبهكذا تَمَّت الإجابة على السؤال (21).
- تَمَّ اختبار النظام من وجهة نظر الطالب من خلال دراسة مقرر تعليم قواعد اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية وتَمَّ استنتاج مايلي (السؤال 22):
  - تَمَّ تطبيق تقانة العرض التكيفي كمايلي:
    - تَمَّ تكييف وترتيب أجزاء محتوى صفحة مفهوم ما وفق إجابة كل طالب على استبانة "دليل نمط التَّعَلُّم" أي وفق نمط تَعَلُّمه، أو يتم عرضها باستخدام نمط التَّعَلُّم القياسي.
    - تَمَّ استخدام ستة أصناف من صفحات المحتوى التَّعليمي لكل مفهوم من مفاهيم المقرر، وذلك حسب نوع المحتوى المفضل لدى الطالب ويمكن أن يكون هذا المحتوى نصياً أو مرئياً، وأيضاً حسب الحالة المعرفية للطالب التي تكون منخفضة أو متوسطة أو مرتفعة.
  - تَمَّ تطبيق تقانة الملاحة التكيفية كمايلي:
    - تَمَّ تزويد شجرة المقرر بمربعات ملونة وفق القواعد التربوية التي تَمَّ إدخالها من قبل المعلم، لكي تعبر عن الحالة المعرفية الحالية للطالب.
    - تَمَّ إضافة رابط مساعدة أتاح للطالب معرفة مفاهيم المتطلب الأساسي للمفهوم قيد الدراسة.
    - تَمَّ إخفاء المفاهيم التَّعليمية التي لم يحقق الطالب فيها مستوى وسط على الأقل للمفاهيم المتطلب الأساسي لها، وذلك يتم وفق القواعد التربوية المدخلة والمستخدمة من قبل المعلم.
    - تَمَّ عرض خريطة المقرر بطريقة تكيفية حسب الحالة المعرفية للطالب بالنسبة لمختلف مفاهيم المقرر التَّعليمي.

- تَمَّ تطبيق تقانة تتبع المنهاج عن طريق تقديم قائمة إقتراحات تزود الطالب بأفضل المفاهيم التَّعليمية التالية من أجل تتبعها وتعلمها والعمل معها.

- تَمَّ اختبار عملية تصدير المقرر التَّعليمي (EFL) وفق المعيار SCORM فَتَمَّ الحصول على ملف مضغوط يحتوي على مجلد لصفحات المقرر، ومجلد للوحدات التَّعليمية وملف الـ imsmanifest.xml، وبهذا تَمَّت الإجابة على السؤال (23).
- تَمَّ استيراد وتحميل الملف المضغوط إلى النظام MOODLE بنجاح، أي تَمَّ تحزيم المحتوى التَّعليمي للمقرر EFL متوافق مع المعيار SCORM بنجاح.
- يعد النظام الـ IWEBISE أداة قوية في إنشاء مقررات تعليمية وتحزيمها اعتماداً على المعيار SCORM وبذلك تَمَّ تطبيق ميزتي قابلية التشغيل البيني وإعادة الاستخدام للتعليم الإلكتروني .
- تعد عملية إنتاج حزمة المحتوى باستخدام النظام IWEBISE سهلة جداً.

تقويم النظام:

- تَمَّ تطبيق عملية تقويم على النظام IWEBISE من وجهة نظر مصممين المقررات التَّعليمية والطلاب. بهدف تحسين أداء هذا النظام الجديد في عمليتي التَّعليم والتَّعَلُّم، وبهذا تَمَّت الإجابة على السؤال (24).
- تَمَّ الاعتماد على اثني عشر معياراً في مرحلة تقويم النظام الجديد وهي: التماسك (Consistency)، والوضوح الذاتي (Self-Evidence)، والتوقعية (Predictability)، والثراء (Richness)، والكمال (Completeness)، والدافعية (Motivation)، وبنية النصوص الترابطية (Hypertext Structure)، والاستقلالية (Autonomy)، وسهولة الاستخدام (Easy of use)، والجمالية (Aesthetic)، وتعاوني (Collaborative)، وتفاعلي (Interactive) (السؤال 24). وأسفرت نتائج هذه المرحلة إلى مايلي:
  - تعد واجهات المصمم والطالب المستخدمة في النظام IWEBISE ثابتة ومترابطة.
  - تعد أدوات النظام واضحة، لأنَّ المستخدمين يستطيعون فهم معنى الأشياء المقدمة لهم (الأيقونات، والنصوص، والألوان) وهدفها، هذا مما يدفع عجلة عملية التصميم ودراسة المقرر إلى الأمام بسرعة أكبر وبنجاح.

- استجاب النظام لكل توقعات المستخدمين لنتائج المهام والأحداث التي قاموا بها خلال عمليتي التصميم ودراسة المقرر على التوالي.
- يعد النظام ثرياً بأدوات وأدلة تساعد على عمليات التصميم والتَّعلُّم والتَّعليم، ولكن يجب تحسين خاصية المساعدة بعض الشيء، لكي تكون عند متناول المصممين والطلاب في أي وقت ولأي أداة موجودة ضمن النظام.
- يحتوي النظام على آليات الدخول وتصميم المحتوى والاتصال والتَّعلُّم كافية تغطي جميع أهداف مختلف المستخدمين، ولكن يجب إضافة أدوات اتصال تزامنية أخرى كأداة المؤتمرات المرئية.
- يعد النظام مزوداً بأدوات كافية لكل من المصمم والطالب، بحيث تدفعهم إلى استخدامه بشكل متكرر وعدم إهماله.
- يجب تحسين بنية روابط أدوات المصمم والطالب من أجل الحصول على صفحات مترابطة مع بعضها البعض بطريقة أفضل.
- يعد النظام مزوداً بأدوات تسمح لهم بالشعور باستقلالية التحرك والتصميم خلال عمليات بناء المقررات التَّعليمية، عن طريق إنشاء صفحات HTML، إدارة ملفات، إدارة أسئلة تعليمية متنوعة،...
- تعد جميع أدوات النظام واضحة وسهلة الإستخدام ولايحتاج المستخدمون إلى دورات تدريبية مسبقة لكي تساعدهم على إتقانها، وإنَّما يمكنهم اكتشاف بيئة العمل نفسهم بنفسهم.
- أدوات النظام منسجمة ببعض مع بعض وهذا مايعزز سهولة فهمها واستخدامها.
- يعد النظام الـــ IWEBISE مزوداً بأدوات تعاونية تتيح للمصممين تبادل ومشاركة الكائنات التَّعليمية فيما بينهم، وإنشاء مقررات تعليمية من قبل مصممين عدة، كما تسمح للطلاب تطبيق مفهوم التَّعليم التعاوني عن طريق استخدام المنتدى، وخدمة المحادثة النصية.
- تعد واجهات النظام تفاعلية وتلبي متطلبات كل المستخدمين بالسرعة والمكان والزمان المناسبين لهم.

نتائج عامة:

- تَمَّ تطبيق أنماط التفاعلية التالية (السؤال 25):
  - طالب – معلم: باستخدام خدمات البريد الإلكتروني، والمنتدى، والمحادثة النصية.
  - طالب – طالب: باستخدام خدمات البريد الإلكتروني، والمنتدى، والمحادثة النصية.
  - معلم – محتوى: باستخدام أدوات تسمح بإدارة المقررات التَّعليمية.
  - محتوى – محتوى: باستخدام خاصية مشاركة الكائنات التَّعليمية لمقررات تعليمية أخرى تَمَّ تصميمها عن طريق النظام الـ IWEBISE. وباستخدام خاصية تصدير وتحزيم المحتوى التَّعليمي وفق معيار SCORM لإستخدامه ضمن نظم إدارة تَعَلُّم أخرى.
- وتَمَّ أيضاً تطبيق مستويات التفاعلية التالية (السؤال 25):
  - المستوى الثاني (التفاعلية الهيكلية): يستطيع الطالب التصفح ضمن المقرر التَّعليمي من خلال استخدم خريطة مؤلفة من عدة مستويات لتمثل مختلف أجزاء المقرر.
  - المستوى الثالث (تحديث التفاعلية): يتبع النظام خطوات الطالب من أجل تحديث نموذج الطالب لتقديم محتوى تكيفي.
  - المستوى الخامس (محاكاة التفاعلية): يستطيع الطالب تغيير المعلومات المخزنة في نموذج الطالب من أجل تغيير العملية التكيفية.
  - المستوى السادس (التفاعلية الحرة): من خلال تطبيق مفهوم نموذج الطالب المفتوح، أعطى النظام حرية أكبر في تصفح المحتوى.
- تَمَّ إضافة أدوات إضافية أخرى للنظام الـ IWEBISE:
  - دعم لأربع لغات مختلفة لواجهات العرض (العربية والإنكليزية والفرنسية والإسبانية) مع إمكانية إضافة لغة جديدة.
  - إدارة وتخزين الوحدات التَّعليمية (صور، أو فيديو، ملفات نصية، ملف فلاش، أوملفات PDF، ...).
  - إمكانية تصدير المقررات التَّعليمية من أجل إمكانية استخدامها ضمن منصات عمل أخرى كـ MOODLE.

- إمكانية متابعة المعلم للطلاب.
- تصنيف المقررات التَّعليمية إلى فئات رئيسية وفرعية.
- إنشاء أسئلة امتحانية متنوعة.
- إدارة الطلاب ومجموعات الطلاب.

- يعكس الجدول التالي الميزات الإضافية التي يستخدمها النظـــام الجديـــد IWEBISE مقارنةً مع بعض النظم التَّعليمية المذكورة في الفصل الثالث اعتماداً بشكل جزئي على الجداول الموجودة في [70، 93].

جدول مقارنة النظام الجديد IWEBISE مع أنظمة تعليمية ذكية وتكيفية أخرى.

	TANGOW	NetCoach	INSPIRE	InterBook	ELM-ART	AHA	Alfanet	MOODLE	IWEBISE
تقانات التكيف									
أجزاء المحتوى	نعم	كلا	كلا	محدودة	كلا	كلا	كلا	كلا	نعم
الصفحات المتنوعة	كلا	كلا	نعم	محدودة	نعم	نعم	نعم	كلا	نعم
التوجيه المباشر	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	كلا	نعم
إخفاء الروابط	كلا	كلا	كلا	نعم	نعم	نعم	نعم	كلا	نعم
الخرائط	كلا	كلا	كلا	كلا	نعم	نعم	كلا	كلا	نعم
التعليقات	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	كلا	نعم
تتبع المنهاج	كلا	نعم	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	نعم
نموذج نمط التَّعَلُّم									
	كلا	كلا	Honey	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	Felder and Silverman
معايير									
	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	IMS SCORM IEEE	IMS SCORM IEEE	SCORM

نموذج الطالب									
يخزن نموذج الطالب	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	كلا	نعم
مفتوح	كلا	كلا	كلا	كلا	نعم	كلا	كلا	كلا	نعم
أدوات المحتوى									
إدارة المحتوى	نعم	نعم	نعم	كلا	كلا	نعم	نعم	نعم	نعم
استيراد المحتوى	كلا	نعم	نعم	نعم	نعم	كلا	نعم	نعم	كلا
أدوات تعاونية									
منتدى	كلا	نعم	كلا	كلا	كلا	كلا	نعم	نعم	نعم
محادثة	كلا	نعم	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	نعم	نعم
محادثة مرئية	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا
لوح أبيض	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا
مشاركة سطح المكتب	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا
بريد الكتروني	كلا	نعم	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	نعم	نعم
إدارة الملفات	كلا	نعم	نعم	كلا	كلا	كلا	نعم	نعم	نعم
أخبار	كلا	نعم	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	نعم	كلا
تقويم	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	نعم	نعم	كلا
عملية التَّعلُّم									
وظائف	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	كلا
مصطلحات	نعم	كلا	كلا	نعم	نعم	كلا	كلا	نعم	نعم
إشارات مرجعية	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا	كلا
محرك بحث	نعم	نعم	كلا	نعم	كلا	كلا	كلا	نعم	كلا

مما تقدم يمكن القول بأنَّه:

- تَمَّ تطوير **نظام تفاعلي ذكي من أجل التَّعليم على الشبكة العنكبوتية** بنجاح تحت اسم IWEBISE. يعد هذا النظام نظام إدارة مقررات تعليمية ذكية وتكيفية على الشبكة العنكبوتية.

المقترحات (Recommendations)

- إدراج أدوات إضافية للنظام IWEBISE تساعد في عمليتي التَّعليم والتَّعَلُّم كـــ: كإدارة الإمتحانات، والقوالب الخاصة بالواجهة، والتقويم، وإدارة الأخبار، الخ.
- تزويد النظام الـــ IWEBISE بأدوات تساعد المعلم في تصميم مقررات تعليمية موجهة لذوي الاحتياجات الخاصة كـــ: قراءة النصوص المكتوبة للمكفوفين، واستخدام قوالب خاصة لضعيفي البصر، واستخدام أزرار خاصة تجعله قابل الاستخدام من قبل المعاقين حركياً أيضاً.
- إضافة محرك بحث ذكي للنظام IWEBISE يساعد المستخدم في الوصول إلى أهدافه بسرعة أكبر، ويمكن أن يكون ذلك عن طريق استخدام الشبكة العصبونية Fuzzy-ART2.
- استخدام بارمترات إضافية للطالب بهدف الوصول إلى نموذج طالب أمثل له. هذه البارمترات يمكن أن تكون: عرض حزمة الاتصال، ونوع نظام التشغيل المستخدم، نوع متصفح الانترنت، ودقة الشاشة المستخدمة، ونوع الجهاز هل هو حاسوب أم هاتف محمول، ونوع وسرعة المعالج، ونوع لوحة المفاتيح، وحجم النص المستخدم.
- تطبيق خاصية التكيفية في انتقاء الأسئلة الامتحانية للطلاب، باستخدام خوارزمية الـــ Fuzzy-ART2.
- تحسين أداء خوارزمية الـــ HMM باستخدام منطق الغموض في عمليات التنبؤ بأفعال الطالب ومقارنة النتائج.
- إضافة نموذج مجموعة الطلاب (Group Model) بهدف تطبيق مفهوم التَّعليم تعاوني، وذلك عن طريق تجميع الطلاب وفق مستواهم المعرفي الخاص بالمقرر بشكل عام أو بكل هدف تعليمي بشكل خاص، بغية مساعدة الطلاب على إيجاد زملاء لهم خلال عملية التَّعَلُّم الذاتي. يمكن أن يتم ذلك باستخدام خوارزمية الـــ Fuzzy-ART2.
- مقارنة نتائج الخوارزميات المستخدمة في نموذج الطالب مع خوارزمية Bayesian، بهدف تحديد الأمثل.

- الأخذ بعين الاعتبار أخطاء الطالب من أجل تقديم مساعدة مناسبة وذكية عند حله للتمارين.
- إضافة أداة استيراد مقررات تعليمية من نظم إدارة تَعَلُّم أخرى.
- تنفيذ النظام IWEBISE ضمن مؤسسات تعليمية من أجل تحسينه والوصول إلى أداء أفضل له.

المراجع
References

المراجع الأجنبية (Foreign References)

[1] Beaumont D. and Granger C. (1992). *English Grammar (an intermediate Reference and Practice Book)*, Heinemann English Language Teaching.

[2] Beaumont, I. (1994). *User modeling in the interactive anatomy tutoring system ANATOM-TUTOR*. User Modeling and User-Adapted Interaction Vol.4 (1), pp. 21-45.

[3] Behaz A.; Djoudi M., (2005). *Génération dynamique de documents hypermédia adaptifs dans un environnement numérique de travail*, Revue ARIMA, Numéro spécial CARI' 04, pp. 25 – 53.

[4] Bilmes J., (2002). *What HMMs Can Do*, UWEE Technical Report Number UWEETR-2002-0003.

[5] Bollin, A., et al. (2002). *Component-based Content Development for E-Learning Systems*. In: M. Driscoll and T. C. Reeves (eds.) Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn 2002, Montreal, Canada, AACE, pp. 1206-1209.

[6] Brusilovsky, P. (1992a). *A Framework for Intelligent Knowledge Sequencing and Task Sequencing*. In: Intelligent Tutoring Systems. (Proceedings of Second International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS'92, Montreal) Berlin: Springer-Verlag, pp. 499-506.

[7] Brusilovsky, P. (1992b). *Intelligent Tutor, Environment and Manual for Introductory Programming*. Educational and Training Technology International Vol. 29 (1), pp.26-34.

[8] Brusilovsky, P. (1995b). *Intelligent Tutoring Systems for World-Wide Web*. In: R. Holzapfel (ed.) Proceedings of Third International WWW Conference (Posters), Darmstadt, Fraunhofer Institute for Computer Graphics, pp. 42-45.

[9] Brusilovsky, P. (1996). *Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia*. In P. Brusilovsky and J. Vassileva (eds.), User Modeling and User-Adapted Interaction 6 (2-3), Special Issue on Adaptive Hypertext and Hypermedia, pp.87-129.

[10] Brusilovsky, P. (1999). *Adaptive and Intelligent Technologies for*

Web-based Education. Künstliche Intelligenz, (4), pp.19-25.

[11] Brusilovsky, P. (2003). *Developing Adaptive Educational Hypermedia Systems: From Design to Authoring Tools*. In: T. Murray, S. Blessing and S. Ainsworth (eds.): Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments: Toward cost-effective adaptive, interactive, and intelligent educational software. Norwood: Ablex, pp. 377-409.

[12] Brusilovsky, P. (2004). *Adaptive Educational Hypermedia: From generation to generation*. Proceedings of 4th Hellenic Conference on Information and Communication Technologies in Education, Athens, Greece, pp.19-33

[13] Brusilovsky, P. (2004). KnowledgeTree: *A Distributed Architecture for Adaptive E-learning*. In: Proceedings of The Thirteenth International World Wide Web Conference, WWW 2004 Alternate track papers and posters), New York, NY, ACM Press, pp. 104-113.

[14] Brusilovsky, P. and Anderson, J. (1998). *ACT-R Electronic Bookshelf: An Adaptive System for Learning Cognitive Psychology on the Web*. In: H. Maurer and R. G. Olson (eds.) Proceedings of WebNet'98, World Conference of the WWW, Internet, and Intranet, Orlando, FL, AACE, pp. 92-97.

[15] Brusilovsky, P. and Cooper, D. W. (1999). *ADAPTS: Adaptive hypermedia for a Web-based performance support system*. In: P. Brusilovsky and P. De Bra (eds.) Proceedings of Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on WWW at 8th International Word Wide Web Conference and 7-th International Conference on User Modeling, Toronto and Banff, Canada, Published as Computer Science Report, No. 99-07, Eindhoven University of Technology, Eindhoven. pp. 41-47.

[16] Brusilovsky, P. and Cooper, D. W. (2002). *Domain, Task, and User Models for an Adaptive Hypermedia Performance Support System*. In: Y. Gil and D. B. Leake (eds.) Proceedings of 2002 International Conference on Intelligent User Interfaces, San Francisco, CA, ACM Press, pp. 23-30.

[17] Brusilovsky, P. and Eklund, J. (1998). *A study of user-model*

based link annotation in educational hypermedia. In P. Carlson (ed.) Journal of Universal Computer Science 4 (4), Special Issue on Assessment Issues for Educational Software, pp. 429-448.

[18] Brusilovsky, P. and Pesin, L. (1994). *An intelligent learning environment for CDS/ISIS users*. In: J. J. Levonen and M. T. Tukianinen (eds.) Proceedings of The interdisciplinary workshop on complex learning in computer environments (CLCE94), Joensuu, Finland, EIC, pp. 29-33.

[19] Brusilovsky, P. and Pesin, L. (1998). *Adaptive navigation support in educational hypermedia: An evaluation of the ISIS-Tutor*. Journal of Computing and Information Technology Vol. 6 (1), pp. 27-38.

[20] Brusilovsky, P. and Rizzo, R. (2002a). *Map-Based Horizontal Navigation in Educational Hypertext*. Journal of Digital Information Vol. 3 (1).

[21] Brusilovsky, P. and Rizzo, R. (2002b). *Using Maps And Landmarks For Navigation Between Closed And Open Corpus Hyperspace In Web-Based Education*. The New Review of Hypermedia and Multimedia 9, pp. 59-82.

[22] Brusilovsky, P. and Vassileva, J. (2003). *Course Sequencing Techniques For Large-Scale Web-Based Education*. International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning Vol. 13 (1/2), pp. 75-94.

[23] Brusilovsky, P. L. and Gorskaya-Belova, T. B. (1992). *An Environment For Physical Geography Teaching. Computers And Education,* Vol. 18 (13), Special Issue on Computers Educ., pp. 85-88.

[24] Brusilovsky, P., et al. (1998). *Web-Based Education For All: A Tool For Developing Adaptive Courseware*. Computer Networks and ISDN Systems (Proceedings of Seventh International World Wide Web Conference) Vol. 30 (1-7), pp. 291-300.

[25] Brusilovsky, P., et al. (2004). *Social Adaptive Navigation Support For Open Corpus Electronic Textbooks*. In: P. De Bra (ed.) Proceedings of Third International Conference on Adaptive

Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH'2004), Eindhoven, the Netherlands.

[26] Brusilovsky, P., et al. (1996a). *ELM-ART: An Intelligent Tutoring System On World Wide Web*. In: C. Frasson, G. Gauthier and A. Lesgold (eds.) Intelligent Tutoring Systems. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1086, (Proceedings of Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS-96, Montreal) Berlin: Springer Verlag, pp. 61-269.

[27] Brusilovsky, P., et al. (1996b). *A Tool For Developing Adaptive Electronic Textbooks On WWW*. In: H. Maurer (ed.) Proceedings of WebNet'96, World Conference of the Web Society, San Francisco, CA, AACE, pp. 64-69.

[28] Brusilovsky, P., et al. (2003). *Adaptive and Intelligent Web-Based Educational Ssytems*, International Journal of artificial Intelligence in Education Vol. 13 pp. 156 - 169.

[29] Carbonell, J. R. (1970). *AI in CAI: An Artificial Intelligence Approach To Computer Aided Instruction*. IEEE Transactions on Man-Machine Systems 0.5 MMS-11(4), pp. 190-202.

[30] CARPENTER G.A. and et.al, (1991). *Fuzzy ART: Fast Learning and Categorization of Analog Patterns by an Adaptive Resonance System*, Technical Report CAS/CNS-TR-91-015. 4

[31] Carpenter G.A. And Grossberg S., (1987). *ART2-A An Adaptive Resonance Algorithm for Rapid Category Learning and Recognition*, Vol 4, pp. 493-504.

[32] Carpenter G.A.; Grossberg S., (1987). *ART2: Self-Organization Of Stable Category Recognition Codes For Analog Input Patterns*, Applied Optics, Vol 1, pp. 4919-4930.

[33] Carro Salas Rosa Maria, (2001). *Un Mecanismo Basado En Tareas Y Reglas Para La Creación De Sistemas Hipermedia Adaptativos: Aplicación A La Educación A Través De Internet*, Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Informática, Departamento de Ingeniería Informática.

[34] Carro, R. M., et al. (1999). *TANGOW: Task-based Adaptive*

learNer Guidance on the WWW. In: P. Brusilovsky and P. D. Bra (eds.) Proceedings of Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web, Toronto and Banff, Published as Computer Science Report, No. 99- 07, Eindhoven University of Technology, Eindhoven. pp. 49-57.

[35] Chi-Chiang S., (2001). *Followyou! An Automatic Language Lesson Generation System. CALL*, Vol 14(2).

[36] Conejo, R., et al. (2004). *SIETTE: A Web-Based Tool For Adaptive Teaching*. International Journal of Artificial Intelligence in Education Vol. 14 (1), pp. 29-61.

[37] Conlan, O., et al. (2002a). *Towards A Standards-Based Approach To E-Learning Personalization Using Reusable Learning Objects*. In: M. Driscoll and T. C. Reeves (eds.) Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn 2002, Montreal, Canada, AACE, pp. 210-217.

[38] Conlan, O., Wade, et al. (2002b). *An Architecture For Integrating Adaptive Hypermedia Services With Open Learning Environments*. In: P. Barker and S. Rebelsky (eds.) Proceedings of ED-MEDIA'2002 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Denver, CO, AACE, pp. 344-350.

[39] Constantino G., et al. (2003). *Coaching web-based collaborative learning based on problem solution differences and participation*. In P. Brusilovsky and C. Peylo (eds.), International Journal of Artificial Intelligence in Education 13 (2-4), Special Issue on Special Issue on Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems, pp. 263-299.

[40] D.Megginson (1998). *Structuring XML Documents*, prentice Hall, upper Saddle River, NJ.

[41] Davison B. And Hirsh H., (1998). *Predicting Sequences of User Actions*, AAAI/ICML workshop on Predicting the Future: AI Approaches to Time-Series Analysis.

[42] De Bra, P. and Calvi, L. (1998). *AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture*. In P. Brusilovsky and M. Milosavljevic (eds.), The New Review of Hypermedia and Multimedia 4, Special

Issue on Adaptivity and user modeling in hypermedia systems, pp. 115-139.

[43] De Bra, P. and Ruiter, J.-P. (2001). *AHA! Adaptive Hypermedia For All*. In: W. Fowler and J. Hasebrook (eds.) Proceedings of WebNet' 2001, World Conference of the WWW and Internet, Orlando, FL, AACE, pp. 262-268.

[44] De Bra, P. M. E. (1996). *Teaching Hypertext and Hypermedia through the Web*. Journal of Universal Computer Science Vol 2 (12), pp. 797-804.

[45] Delestre N ; et al., (1998). *L'Architecture d'un hypermédia adaptatif dynamique pour l'Enseignement*, Conférences sur les Technologies de l'Information et de la Communication dans les formations d'ingénieurs et dans l'industrie, pp. 383-390.

[46] Delestre, N., et al. (1999). *Why To Use A Dynamic Adaptive Hypermedia For Teaching, And How To Design It*? In: P. D. Bra and J. Leggett (eds.) Proceedings of WebNet'99, World Conference of the WWW and Internet, Honolulu, HI, AACE, pp. 277-282.

[47] Díaz Paloma (2003). *Usability of Hypermedia Educational e-Books*, D-Lib Magazine, Vol. 9 Number 3, ISSN 1082-9873

[48] Dimitrova V., et al. (1999). *The Interactive Maintenance Of Open Learner Models*. In Lajoie S and Vivet M (eds.) Artificial Intelligence and Education (AI-ED'99), pp. 405-412.

[49] Dolog, P., et al. (2003). *Integrating Adaptive Hypermedia Techniques and Open RDF-Based Environments*. In: Proceedings of The Twelfth International World Wide Web Conference, WWW 2003, Budapest, pp. 88-98.

[50] Dugad R. and Desai U., (1996). *A Tutorial on Hidden Markov Models*, Technical Report, SPANN-96.1

[51] Duque N. and Ramirez J., (2004). *Modelo de Generación de Cursos Virtuales Adaptados al Perfil del Estudiante*, LatinEduca2004- Primer Congreso Virtual Latinoamericano de Educación a Distancia.

[52] Eklund, J. (1999). *A Study Of Adaptive Link Annotation In*

Educational Hypermedia (Ph.D. Thesis). University of Syndey.

[53] Eliot, C., et al. (1997). *Medtec: A Web-Based Intelligent Tutor For Basic Anatomy*. In: S. Lobodzinski and I. Tomek (eds.) Proceedings of WebNet'97, World Conference of the WWW, Internet and Intranet, Toronto, Canada, AACE, pp. 161-165.

[54] Felder, R.M. and Silverman L.K, (1988). *Learning and Teaching Styles in Engineering Education*. Engineering Education, Vol. 78, No. 7, pp. 674–681.

[55] Fischer, S. (2001). *Course And Exercise Sequencing Using Metadata In Adaptive Hypermedia Learning Systems*. Journal of Educational Resources in Computing Vol. 1 (1).

[56] FOK W.P.; et al., (2005). *Hidden Markov Model Based Characterization Of Content Access Patterns In An E-Learning Environment*, IEEE Xplore, IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME2005), pp. 201-204

[57] Frasson, C., et al. (1996). *An Actor-Based Architecture For Intelligent Tutoring Systems*. In C. Frasson, G. Gauthier, & A. Lesgold (Eds.), Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS-96, Berlin: Springer Verlag, Vol. 1086, pp. 57-65.

[58] Gamboa H. And Fred A., (2001). *Designing Intelligent Tutoring Systems: A Bayesian Approach*, 3rd International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS', pp. 452 – 458.

[59] Gavrilova T., Chernigovskaya T., et. al. (1998). *Intelligent Development Tool for Adaptive Courseware on WWW*, Proceedings of CALISCE'98 4th International Conference on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering, Chalmes University of Technology, Goeteborg, Sweden

[60] Gilbert, J. E. and Han, C. Y. (1999). *Arthur: Adapting Instruction To Accommodate Learning Style*. In: P. D. Bra and J. Leggett (eds.) Proceedings of WebNet'99, World Conference of the WWW and Internet, Honolulu, HI, AACE, pp. 433-438.

[61] Gonschorek, M. and Herzog, C. (1995). *Using Hypertext for An*

Adaptive Helpsystem in an Intelligent Tutoring System. In: J. Greer (ed.) Proceedings of AI-ED'95, 7th World Conference on Artificial Intelligence in Education, Washington, DC, AACE, pp. 274- 281.

[62] Goodsell A. et al. (1992). *What is Collaborative Learning? in Collaborative Learning*, National Center on Postsecondary Teaching, Learning, and Assessment at Pennsylvania State University.

[63] GRAF S., (2007). *Adaptivity in Learning Management System Focusing on Learning Styles*, Ph.D. Thesis, Vienna University of Technology, Faculty of Informatics, December.

[64] Granic A., (2004). *Usability Evaluation Methodology for Web-based Educational Systems*, 8th ERCIM Workshop "User Interfaces For All", Vienna, Austria

[65] Greer, J., et al. (1998). *Supporting Peer Help and Collaboration in Distributed Workplace Environments*. International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol. 9, pp. 159-177.

[66] Grmelx A. (1997). *Neural Computing and Neural Science – A Theory of Information processing in the Human Brain*, AGCES Publishing.

[67] Guven S. A, (1999). *Application of Machine Learning Algorithms in Adaptive Web-Based Information Systems*, Middlesex University, School of Computing Science.

[68] Habieb-Mammar H., (2004). *EDPHA : UN Environnement de Développement et de Présentation d'Hyperdocument Adaptifs*, Thèse, L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.

[69] Han B., (2001). *Student Modeling And Adaptively in Web Based Learning Systems*, Master Thesis, Massy University, New Zealand.

[70] Hauger D. And Kock M., (2007). *State of the Art of Adaptivity in E-Learning Platforms*. Institute for Information Processing and Microprocessor Technology, Johannes Kepler University, Linz.

[71] Heift, T., and Nicholson, D. (2001). *Web Delivery Of Adaptive and Interactive Language Tutoring*. International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol. 12(4), pp. 310-324.

[72] Henze, N. and Nejdl, W. (1999). *Adaptivity in the KBS Hyperbook System*. In: P. Brusilovsky, P. D. Bra and A. Kobsa (eds.) Proceedings of Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web, Toronto and Banff, Canada, Published as Computer Science Report, No. 99-07, Eindhoven University of Technology, Eindhoven. pp. 67-74.

[73] Henze, N. and Nejdl, W. (2000). *Extendible Adaptive Hypermedia Courseware: Integrating Different Courses and Web Material*. In: P. Brusilovsky, O. Stock and C. Strapparava (eds.) Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Lecture Notes in Computer Science, (Proceedings of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems, AH2000, Trento, Italy) Berlin: Springer-Verlag, pp. 109-120.

[74] Henze, N. and Nejdl, W. (2001). *Adaptation In Open Corpus Hypermedia*. In P. Brusilovsky and C. Peylo (eds.), International Journal of Artificial Intelligence in Education Vol. 12 (4), Special Issue on Special Issue on Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems, pp. 325-350.

[75] Hockemeyer, C., et al. (1998). *RATH - A Relational Adaptive Tutoring Hypertext WWW-Environment Based On Knowledge Space Theory*. In: C. Alvegård (ed.) Proceedings of CALISCE'98, 4th International conference on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering, Göteborg, Sweden, pp. 417-423.

[76] Huapaya C.R., et. al., (2005). *Sistemas Tutoriales Inteligentes Aplicados A Dominios De La Ingeniería*, JEITICS 2005 - Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICS , Argentina, pp. 110-114.

[77] Jacquiot C., et al. (2004). *GEAHS: A Generic Educational Adaptive Hypermedia System*. In: L. Cantoni and C. McLoughlin (eds.) Proceedings of ED- MEDIA'2004 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Lugano, Switzerland, AACE, pp. 571-578.

[78] Ji P., et al., (2001). *Student Behavioral Model Based Prefetching in Online Tutoring*, University of Massachusetts, Technical Report,

27.

[79] Karagiannidis, C., et al. (2002). *An Architecture For Web-Based E- Learning Promoting Re-Usable Adaptive Educational E-Content*. Educational Technology & Society Vol. 5 (4).

[80] Kay, J. and Kummerfeld, B. (1997). *User Models for Customized Hypertext*. In: C. Nicholas and J. Mayfield (eds.): Intelligent hypertext: Advanced techniques for the World Wide Web. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1326, Berlin: Springer-Verlag.

[81] Kay, J. and Kummerfeld, R. J. (1994). *An Individualised Course for The C Programming Language*. In: Proceedings of Second International WWW Conference, Chicago, IL.

[82] Kayama, M. and Okamoto, T. (1999). *Hy-SOM: The Semantic Map Framework Applied on An Example Case of Navigation*. In: G. Cumming, T. Okamoto and L. Gomez (eds.) Advanced Research in Computers and Communications in Education. Frontiers ub Artificial Intelligence and Applications, Vol. 2, (Proceedings of ICCE'99, 7th International Conference on Computers in Education, Chiba, Japan) Amsterdam: IOS Press, pp. 252- 259.

[83] Laroussi M., (2001). *Conception et réalisation d'un système didactique hypermédia adaptatif: CAMELEON*, E.N.S.I. - Tunis

[84] Laroussi, M. and Benahmed, M. (1998). *Providing an adaptive learning through the Web case of CAMELEON: Computer Aided MEdium for LEarning on Networks*. In: C. Alvegård (ed.) Proceedings of CALISCE'98, 4th International conference on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering, Göteborg, Sweden, pp. 411-416.

[85] Loc N. and Phung D., (2008). *Learner Model in Adaptive Learning*, Proceedings Of World Academy Of Science, Engineering And Technology Vol. 35.

[86] Manouselis, N. and Sampson, D. (2002). *Dynamic Educational e-Content Selection Using Multiple Criteria in Web-based Personalized Learning Environments*. In: P. Barker and S. Rebelsky (eds.) Proceedings of ED-MEDIA'2002 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications,

Denver, CO, AACE, pp. 1213-1218.

[87] Mayo M., (2001). *Bayesian Student Modelling and Decision-Theoretic Selection of Tutorial Actions in Intelligent Tutoring Systems*, PhD. Thesis, University of Canterbury.

[88] Melis, E., et al. (2001). *Activemath: A Web-Based Learning Environment*. International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol. 12(4), pp. 385-407.

[89] Mengel S., and Lively W., (1992). *Using a Neural Network to Predict Student Responses*, ACM Press New York, NY, USA, pp. 669 – 676.

[90] Mitrovic, A. (2003). *An Intelligent SQL Tutor on the Web*. International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol. 13(2-4), pp. 171-195.

[91] Mitsuhara, H., et al. (2002). *An Adaptive Web-Based Learning System with a Free-Hyperlink Environment*. In P. Brusilovsky, N. Henze, & E. Millán (Eds.), Proceedings of Workshop on Adaptive Systems for Web-Based Education at the 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, AH'2002, Málaga, Spain, pp. 81-91.

[92] Mödritscher, F., et al. (2004). *Why Do Standards in The Field of E-Learning Not Fully Support Learner-Centred Aspects of Adaptivity*? In: L. Cantoni and C. McLoughlin (eds.) Proceedings of ED-MEDIA'2004 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Lugano, Switzerland, AACE, pp. 2034-2039.

[93] Mostafa M.; et al., (2006). *An Adaptive E-Learning Model Based Decision Table*, conference IMCL2006, Amman, Jordan.

[94] Murray T. (1999). *Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of The State of the Art*, International Journal of Artificial Intelligence en Education, Vol.10, pp 98-129.

[95] Murray, T. (2003). *Metalinks: Authoring and Affordances for Conceptual and Narrative Flow in Adaptive Hyperbooks*. In P. Brusilovsky and C. Peylo (eds.), International Journal of Artificial Intelligence in Education Vol. 13 (2-4), Special Issue on Special

Issue on Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems, pp. 199-233.

[96] Murray, T., et al. (1998). *Metalinks: A Preliminary Framework for Concept-Based Adaptive Hypermedia*. In: Proceedings of Workshop "WWW-Based Tutoring" at 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'98), San Antonio, TX.

[97] Nakache D. and Metais E, (2005). *Evaluation and NLP*, Lecture Notes in computer Science, Vol. 3684.

[98] Negro, A., (1998). *User adaptivity on WWW through CHEOPS*. In: P. Brusilovsky and P. De Bra (eds.) Proceedings of Second Adaptive Hypertext and Hypermedia Workshop at the Ninth ACM International Hypertext Conference Hypertext'98, Pittsburgh, PA, Published as Computing Science Reports, No. 98/12, Eindhoven University of Technology, Eindhoven. pp. 57-62.

[99] Nejdl, W., et al. (2002). EDUTELLA: A P2P Networking Infrastructure Based on RDF. In: Proceedings of 11th International World Wide Web Conference, Honolulu, Hawaii, USA.

[100] Neumann, G. and Zirvas, J. (1998). *SKILL - A Scallable Internet-Based Teaching and Learning System*. In: H. Maurer and R. G. Olson (eds.) Proceedings of WebNet'98, World Conference of the WWW, Internet, and Intranet, Orlando, FL, AACE, pp. 688-693.

[101] Oda, T., et al. (1998). *Searching Deadlocked Web Learners by Measuring Similarity of Learning Activities*. In: Proceedings of Workshop "WWW-Based Tutoring" at 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'98), San Antonio, TX.

[102] Padayachee I., (2002). *Intelligent Tutoring System: Architecture and Characteristics*, SACLA Conference, London.

[103] Paiva A., Self J., (1995). *TAGUS, A User and Learner Modeling Workbench*, International Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction, Kluwer Academic Publishers, Vol.4(3), pp. 197-226.

[104] Papanikolaou K.; et al. (2002). *INSPIRE: An Intelligent System for Personalised Instruction in a Remote Environment*, In S. Reich.

M. Tzagarakis, P.M.E. De Bra, Hypermedia: Openess, Structural Awareness, and Adaptivity. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2266, 215-225. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

[105] Papanikolaou, K. A., et al. (2003). *Personalising the interaction in a Web-based Educational Hypermedia System: the Case of INSPIRE*. User Modeling and User Adapted Interaction Vol.13 (3), pp. 213-267 .

[106] Pérez, T., et al. (1995a). An adaptive hypermedia system. In: J. Greer (ed.) Proceedings of AI-ED'95, 7th World Conference on Artificial Intelligence in Education, Washington, DC, 16-19 August 1995, AACE, pp. 351-358.

[107] Pilar d. S., et al. (1998). *Concepts And Documents For Adaptive Educational Hypermedia: A Model and a Prototype*. In: P. Brusilovsky and P. De Bra (eds.) Proceedings of Second Adaptive Hypertext and Hypermedia Workshop at the Ninth ACM International Hypertext Conference Hypertext'98, Pittsburgh, PA, Published as Computing Science Reports, No. 98/12, Eindhoven University of Technology, Eindhoven. pp. 35-43.

[108] Rabiner L. R., (1989). *A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition*, Proceedings of the IEEE, Vol.77(2), pp.257-285

[109] Ray E., (2003). *Learning XML*, O'Reilly Media, 2nd ed., ISBN: 0596004206.

[110] Reutlingen F., (2004). *Highly Interactive Web-Based Courseware*, PhD. Thesis, Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

[111] Sanrach, C. and Grandbastien, M. (2000). *Ecsaiweb: A Web-Based Authoring System to Create Adaptive Learning Systems*. In: P. Brusilovsky, O. Stock and C. Strapparava (eds.) Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Lecture Notes in Computer Science, (Proceedings of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems, AH2000, Trento, Italy) Berlin: Springer-Verlag, pp. 214-226.

[112] Santos, O.C., et al. (2004). *An overview of ALFanet: an adaptive ILMS based on standards*. Third International Conference on

Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Organized by: Eindhoven University of Technology, The Netherlands.

[113] Sasaki Y. (2007). *The Truth of the F-measure*, School of Computer Science, University of Manchester.

[114] Schöch, V., et al. (1998). "ADI" - *An Empirical Evaluation of a Tutorial Agent*. In: T. Ottmann and I. Tomek (eds.) Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM'98 - 10th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia and World Conference on Educational Telecommunications, Freiburg, Germany, AACE, pp. 1242-1247.

[115] Seely J., (2007), Oxford *A – Z of Grammar and Punctuation*, OUP Oxford.

[116] Seridi-Bouchelaghem H, et al., (2005). *A Neural Network for Generating Adaptive Lessons*, Journal of Computer Science, Vol.1, pp. 232-243.

[117] Seridi-Bouchelaghem H; et al., (2004). *A Connectionist Approach for Adaptive Lesson Generating*, The Kluwer Proceedings of the international Conference.

[118] Simon, B., et al. (2003). *Smart Space For Learning: A Mediation Infrastructure for Learning Services*. In: Proceedings of The Twelfth International World Wide Web Conference, WWW 2003, Budapest, Hungary, pp. 97- 101.

[119] Smith, A. S. G., and Blandford, A. (2003). *MLTutor: An Application of Machine Learning Algorithms for an Adaptive Web-based Information System*. International Journal of Artificial Intelligence in Education. Vol.13(2-4), pp. 233-260.

[120] Smith, A. S. G., (1999). *Application of Machine Algorithms for an Adaptive Web-based Information System*, Middlesex University, PhD. Thesis.

[121] Soller, A., & Lesgold, A. (2003). *A Computational Approach To Analysing Online Knowledge Sharing Interaction*. In U. Hoppe, F. Verdejo, & J. Kay (Eds.), AI-ED'2003, Amsterdam: IOS Press, pp.

253-260.

[122] Sosnovsky, S., et al. (2004). *QuizGuide: Increasing the Educational Value of Individualized Self-Assessment Quizzes with Adaptive Navigation Support*. In: Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn 2004, Washington, DC, USA, AACE.

[123] Specht, et al. (2002a). *Adaptive Learning Environment (ALE) for Teaching and Learning in WINDS*. In: Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2347, (Proceedings of Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH'2002), Málaga, Spain) Berlin: Springer-Verlag, pp. 572-581.

[124] Specht, et al. (2002b). *Learner's Lounge: Information Brokering for the Adaptive Learning Environment*. In: M. Driscoll and T. C. Reeves (eds.) Proceedings of World Conference on E-Learning, E-Learn 2002, Montreal, Canada, AACE, pp. 2510-2512.

[125] Specht, M. and Oppermann, R. (1998). *ACE - Adaptive Courseware Environment*. In P. Brusilovsky and M. Milosavljevic (eds.), The New Review of Hypermedia and Multimedia 4, Special Issue on Adaptivity and user modeling in hypermedia systems, pp. 141-161.

[126] Specht, M., et al. (1997). *AST: Adaptive WWW- Courseware for Statistics*. In: P. Brusilovsky, J. Fink and J. Kay (eds.) Proceedings of Workshop "Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web" at 6th International Conference on User Modeling, UM97, Chia Laguna, Sardinia, Italy, Carnegie Mellon.

[127] Steinacker A., et al. (1999). *Dynamically Generated Tables of Contents as Guided Tours in Adaptive Hypermedia Systems*. In: Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM'99 - 11th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia and World Conference on Educational Telecommunications, Seattle, WA, AACE.

[128] Steinacker A., et al. (2001). *Medibook: Combining Semantic Networks with Metadata for Learning Resources to Build a Web Based Learning System*. In: Proceedings of ED-MEDIA'2001 -

World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Tampere, Finland, AACE, pp. 1790-1795.

[129] Stern, M. K. and Woolf, B. P. (2000). *Adaptive Content in an Online Lecture System*. In: P. Brusilovsky, O. Stock and C. Strapparava (eds.) Adaptive Hypermedia and Adaptive Web- based systems. Lecture Notes in Computer Science, (Proceedings of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based systens, Trento, Italy) Berlin: Springer-Verlag, pp. 225-238.

[130] Stevens R.; et al., (2005). *Probabilities and Predictions: Modeling the Development of Scientific Problem-Solving Skills*, Cell biology Education, Vol.4(1), pp. 42-57

[131] Stevens R.; et al., (2004). *Modeling the Development of Problem Solving Skills in Chemistry with a Web-Based Tutor*, Springer, Intelligent Tutoring System (3220), pp.580-591.

[132] Tatuzov, A.L., (2006). *Neural Network Models for Teaching Multiplication Table in Primary School*, International Joint Conference on Neural Networks, 2006. IJCNN '06. Vancouver, Canada, ISBN: 0-7803-9490-9

[133] Thomas D. (2003). *Aspects of E-Learning Environments*, Thesis of Ph.D., Institute for Information Processing and Computer Supported New Media (IICM),Graz University of Technology, Graz, Austria.

[134] Ullman Larry, (2008), *Php and MySql for Dynamic Web Sites*, Visual Quick pro Guide, Peachput Press.

[135] Valluru B.R. and Hayagrive V.R., (1993). *C++ Neural Networks and Fuzzy Logic*, New York, MIS:Press.

[136] Virvou M. and Tsiriga V., (2000). *Web Passive Voice Tutor: an Intelligent Computer Assisted Language Learning System over the WWW*. In Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2001). IEEE Computer Society Press.

[137] Virvou M., et al., (2000). *Student Modeling in an Intelligent Tutoring System for the Passive Voice of English Language*, Educational Technology and Society, Vol. 3(4), pp. 139-150.

[138] Vizcaíno, A., et al. (2000). *An Adaptive Collaborative Environment to Develop Good Habits in Programming*. In G. Gauthier, C. Frasson, & K. VanLehn (Eds.), 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS'2000, Berlin: Springer-Verlag,Vol. 1839, pp. 262-271.

[139] Warendorf, K., & Tan, C. (1997). *ADIS - An animated data structure intelligent tutoring system or Putting an interactive tutor on the WWW*. In P. Brusilovsky, K. Nakabayashi, & S. Ritter (Eds.), Proceedings of Workshop "Intelligent Educational Systems on the World Wide Web" at AI-ED'97, 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education, pp. 54-60.

[140] Wasserman P. D., (1989) - *Neural Computing Theory and Practice*, van Nostrand Reinhold, New York, Chap. I, pp.11-26, Chap. III, pp.43-59.

[141] Weber, G. (1999). *Adaptive learning systems in the World Wide Web*. In: J. Kay (ed.) (Proceedings of 7th International Conference on User Modeling, UM99, Banff, Canada) Wien: SpringerWienNewYork, pp. 371-378.

[142] Weber, G. and Brusilovsky, P. (2001). *ELM-ART: An Adaptive Versatile System for Web-Based Instruction*. In P. Brusilovsky and C. Peylo (eds.), International Journal of Artificial Intelligence in Education 12 (4), Special Issue on Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems, pp. 351-384.

[143] Weber, G. and Möllenberg, A. (1995). *ELM-Programming-Environment: A Tutoring System for LISP Beginners*. In: K. F. Wender, F. Schmalhofer and H.-D. Böcker (eds.): Cognition and Computer Programming. Norwood, NJ: Ablex, pp. 373-408.

[144] Weber, G., et al. (2001). *Developing adaptive internet based courses with the authoring system NetCoach*. In: P. D. Bra, P. Brusilovsky and A. Kobsa (eds.) Proceedings of Third workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, Sonthofen, Germany, Technical University Eindhoven, pp. 35-48.

[145] Wu H., (2002). *A Reference Architecture for Adaptive Hypermedia Applications*, Ph.D. Thesis, Eindhoven: Technische

Universiteit Eindhoven.

المراجع العربية (Arabic References)

[146] أبو عمشة و ربداوي غيداء، 2009 - تجربة المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا مع التعلم الإلكتروني- نظرة على الحاضر وتطلعاته مستقبلية، الندوة الرابعة عشرة للجمعية العلمية السورية للمعلوماتية "التعليم الإلكتروني".

[147] أبو هاشم محمد، كمال صفافيناز، 2007 - أساليب التَّعَلُّم والتفكير المميزة لطلاب الجامعة في ضوء مستوياتهم التحصيلية وتخصصاتهم الأكاديمية المختلفة، ندوة التحصيل العلمي للطالب الجامعي - الواقع والطموح، جامعة طيبة، المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية.

[148] أمبو سعيدي وآخرون، 2006- قياس فاعلية استخدام خريطة الشكل Vee في تدريس العلوم على تحصيل طلبة الصف التاسع من التعليم العام واتجاهاتهم نحوها. مجلة كلية التربية، جامعة الإمارات العربية المتحدة، السنة الحادية والعشرون،عدد 23.

[149] بسيوني عبد الحميد، 2007- التعليم الإلكتروني والتعليم الجوال، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع – القاهرة.

[150] بونيه آلان (ترجمة علي صبري فرغلي)، 1993 – الذكاء الإصطناعي واقعه ومستقبله، عالم المعرفة.

[151] جابر ليانا وآخرون، 2004 – أنماط التعلم النظرية والتطبيق، مركز القطان للبحث والتطوير التربوي مؤسسة عبد المحسن القطان- فلسطين.

[152] جداع ناهد، 2003 - دراسة وتصميم نظام معلوماتي لتدريس مقرر عن بعد باستخدام الحاسوب، رسالة ماجستير ،قسم الرياضيات- كلية العلوم، جامعة حلب.

[153] الحافظ نزار، 2007 – مسرد مصطلحات المعلوماتية إنكليزي – عربي، منشورات الجمعية العلمية السورية للمعلوماتية، دمشق- سوريا.

[154] حمصي مصون، 2002 - دراسة وتصميم منظومة ذكاء اصطناعي للتفاهم بين الإنسان الطبيعي والصم والبكم، رسالة ماجستير،قسم الرياضيات(معلوماتية)- كلية العلوم، جامعة حلب.

[155] السيد حسن وآخرون، 2009- التعليم عن بعد لتضييق الفجوة الرقمية وتجربة

وزارة التربية في التعليم الهجين، الندوة الرابعة عشر "التعليم الإلكتروني" للجمعية العلمية السورية للمعلوماتية –حلب.

[156] الشرقاوي محمد علي، 1996- الذكاء الإصطناعي والشبكات العصبية، سلسلة علوم وتكنولوجيا حاسبات المستقبل، مركز الذكاء الإصطناعي للحاسبات.

[157] شوملي قسطندي، 2007 – الأنماط الحديثة في التعليم العالي التعليم الالكتروني المتعدد الوسائط أو التعليم المتمازج، لمؤتمر السادس لعمداء كليات الآداب في الجامعات الأعضاء في اتحاد الجامعات العربية، ندوة "ضمان جودة التعليم والاعتماد الأكاديمي" جامعة الجنان.

[158] طلبه محمد فهمي، وآخرون، 1994 – الحاسب والذكاء الإصطناعي، مجموعة كتب دلتا.

[159] العبد الله سعد الدين، 1996- الخوارزميات والبرمجة، منشورات جامعة حلب.

[160] قضماني رامي (ترجمة)، 2002 – تعلَّم XML، دار شعاع للنشر والعلوم.

[161] اللجنة الإقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، 2007- نشرة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتنمية في غربي آسيا، العدد 8، الأمم المتحدة.

[162] م. آجي سامر، 2000 - HTML دليل تصميم وإنشاء المواقع على الإنترنت، دار شعاع للنشر والعلوم.

[163] مايكل ج. يونغ، 2000 – خطوة خطوة XML، (ترجمة مركز التعريب والبرمجة) الدار العربية للعلوم.

[164] محمد سلامة عبد الحافظ، 2003- تصميم التدريس، سلسلة تقنيات التعلم، دار الخريجي للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى.

[165] مصطفى صالح مصطفى جودت، 1999 – قائمة المعايير التربوية والمتطلبات الفنية لإنتاج برامج الكمبيوتر التعليمية، رسالة ماجستير، جامعة حلوان.

[166] معجم مصطلحات المعلوماتية، منشورات الجمعية العلمية السورية للمعلوماتية، دمشق- سوريا.

[167] معمو محمد شيخو (ترجمة)، 2003 – PHP للمطور، دار شعاع للنشر والعلوم.

[168] معمو محمد شيخو (ترجمة)، 2007 – أسس الأمان في PHP ، دار شعاع للنشر والعلوم.

[169] معمو محمد شيخو (ترجمة)، 2008 – حلول متقدمة في الويب باستخدام CSS،

دار شعاع للنشر والعلوم.

[170] منصورعلي، 2007- علم الـنفس التربـوي (الجـزء الأول)، مديريـة الكتـب والمطبوعات الجامعية بدمشق.

[171] الموسى عبد العزيز وآخرون، 2003- التعليم الإلكتروني، مفهومه.. خصائصه.. فوائده.. وعوائقه، ورقة عمل مقدمة إلى ندوة مدرسة المستقبل، جامعة الملك السعود.

مواقع مرجعية (Reference Sites)

[172] Adli, Overview of SCORM 2004, Advanced Distributed Learning Initiative. http://www.adlnet.org

[173] Adli, Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Version 1.3, Advanced Distributed Learning Initiative. http://www.adlnet.org/

[174] Blackboard Course Management System 5.1, Blackboard Inc.http://www.blackboard.com/.

[175] Cher Ping L, (2001). What Isn't E-Learning, TechKnowLogia, http://www.techknowlogia.org.

[176] Eisner R., (2005), Basic Evaluation Measures for Classifier Performance, http://www.cs.ualberta.ca/~eisner/measures.html.

[177] E-Learning Glossary, http://www.e-learningGuru.com

[178] English Online : http://www.english-online.org.uk/course.htm

[179] Learn English Free: http://www.learnenglish.de/

[180] Marefa, http://www.marefa.org/index.php

[181] Usability Guidelines, http://web.mit.edu/ist/web/ reference/guidelines /usability.html.

[182] VS Scorm- A Very Simple SCORM Interface, http://www.vsscorm.net/2009/07/06/step-13-the-scorm-1-2-data-model/.

[183] WebCT (2002). WebCT Course Management System 3.8, WebCT, Inc., Lynnfield, MA. http://www.webct.com.

[184] بحيري السيد، التَّعلم الذاتي، على الموقع www.almegbel.net.

[185] طعنون النعمي علي، النظرية البنائية، مدخل مهم في تطوير بيئات التعلم وتـــصميم التدريس (جمـــع)، بوابـــة المعرفـــة ، وكالـــة الـــوزارة للتعلـــيم، المملكـــة العربيـــة السعودية.http://www.edu.gov.sa/portal/newt/dhtml/s/2_1.htm

الملحقات

Annexes

الملحق الأول: استبانة "دليل نمط التعلُّم"

Annex I: "Index Learning Style" Questionnaire

الكلية ..... القسم.....العمر ..... اللغة ..... المستوى.....

1- تستطيع فهم الاشياء بشكل أفضل بعد

أ) تجربتها

ب) التفكير فيها

2- تعتبر نفسك

أ) واقعي

ب) متجدد

3- عندما تحاول التفكير بالأشياء التي قمت بها البارحة، تحاول استرجاعها كـــ:

أ) صورة

ب) كلمات

4-إنك تميل الى

أ) فهم تفاصيل الموضوع بغض النظر عن الهيكل العام

ب) فهم الهيكل العام بغض النظر عن التفاصيل

5-الأشياء الجديدة التي تتعلمها، تساعدك على

أ) التحدث عنها

ب) التفكير بها

6- لوكنت مدرس، تفضل تدريس مناهج

أ) تعالج حقائق وحالات مرتبطة بالحياة الواقعية

ب) تعالج أفكار ونظريات

7-هل تفضل الحصول على معلومات جديدة من خلال

أ) صور ومخططات بيانية وخرائط

ب) معلومات مكتوبة

8-عندما تفهم

أ) كل أجزاء الموضوع، عندئذ تفهم الموضوع بالكامل

ب) الموضوع بالكامل، عندئذ تفهم كيف تكون أجزاء مركبة

9-عند العمل ضمن فريق عمل هل تحاول:

أ) المشاركة بالأفكار

ب) الجلوس والإصغاء

10-هل تجد من الأسهل بالنسبة لك

أ) تعلم حقائق

ب) تعلم تعاريف

11-هل على الارجح مع كتاب مليء بالصور والرسوم البيانيه

أ) تنظر بعناية أكثر إلى الصور والخرائط .

ب) تركز على النص المكتوب.

12-عندما تقوم بحل مسألة رياضيات

أ) عادةً تحل خطوة خطوة لتصل إلى الحل

ب) غالباً، ترى النتيجة أولاً، وبعد ذلك تتخيل وتكتشف الخطوات للوصول إلى الحل الصحيح

13-هل في صفك

أ) عادةً تتعرف على الكثير من الطلاب

ب) نادراً تتعرف على الكثير من الطلاب

14-هل تفضل قراءة

أ) أشياء تعلمك حقائق جديدة أو أشياء تدلك على القيام بعمل ما

ب) أشياء تعطيك أفكار جديدة للتفكير فيها.

15-تفضل المعلمين الذين

أ) يضعون ويستخدمون الكثير من الخطوط والمخططات البيانية على اللوح

ب) يقضون الوقت في الشرح

16-عند تحليلك لقصة ما تحاول أن

أ) تفكر بالأحداث وتحاول أن تضعها مع بعضها البعض للتخيل الموضوع العام

ب) تعرف الموضوع العام وبعد ذلك تحاول التفتيش عن الأحداث

17-هل على الأرجح عندما تقوم بحل وظائفك المنزلية تحاول أن

أ) تبدأ بالحل مباشرةً

ب) تحاول أولاً أن تفهم المسألة بشكل كامل

18-هل تفضل التعامل مع

أ) أفكار يقينية

ب) أفكار نظرية

19-هل تتذكر أكثر

أ) ماترى

ب) ماتسمع

20-هل تفضل أن يقوم المعلم بـــ

أ) وضع محتوى المادة التعليمية بشكل تسلسلي

ب) إعطاء صورة عامة عن المحتوى ومن ثم ربط التفاصيل بمواضيع أخرى

21-هل تفضل الدراسة

أ) ضمن فريق عمل

ب) لوحدك

22-هل تعتبر نفسك على الأرجح

أ) دقيق بتفاصيل عملك
ب) مبدع في ما تعمل

23-عندما تريد الذهاب إلى مكان جديد، هل تفضل
أ) استخدام خريطة
ب) استخدام معلومات مكتوبة

24-هل تتعلم بـــ
أ) بوتيرة وخطوات منتظمة، معتمداً مبدأ، إذا درست بجد سوف أصل
ب) بصورة متقطعة، بداية تشعر الأمور غير مرتبة وفجأة تكون واضحة ومرتبة.

25-هل انت إلى حد ما
أ) تجرب الأشياء
ب) تفكر كيف ستقوم بعمل الأشياء

26- عندما تقرأ للمتعة، هل تفضل الكُتَّاب الذين
أ) يقولون الأشياء بوضوح
ب) يقولون الأشياء بطريقة إبداعية وممتعة

27-هل عندما تشاهد رسم بياني في الصف تتذكر
أ) صورة الرسم البياني
ب) ماذا قد شرح المعلم عنه

28-عندما تكون أمام نص من المعلومات، هل
أ) تركز على التفاصيل ناسياً الصورة العامة
ب) تحاول ان تفهم الصورة العامة قبل وضع التفاصيل مع بعضها البعض

29-هل تتذكر
أ) أشياء قمت بنفسك بعملها
ب) أشياء قد فكرت بها كثيراً

30-عند قيامك بمهمة ما، هل تفضل
أ) إتباع طريقة واحدة تعرفها لإكمالها
ب) محاولة إيجاد طرق جديدة لإكمالها

31-هل تفضل رؤية البيانات عل شكل
أ) مخططات بيانية
ب) ملخص نصي عن النتائج

32-ماهي الطريقة التي تتبعها لكتابتك لمقالة
أ) الكتابة من البداية حتى النهاية
ب) كتابة أجزاء مختلفة من المقالة وبعد ذلك ترتيبها

33-عندما يجب عليك أن تعمل بمشروع جماعي، هل تحب أولاً أن
أ) الجميع يساعد بأفكاره مع بعضكم البعض
ب) العمل منفرداً وبعد ذلك طرح أفكارك لمقارنتها مع الآخرين

34-يمكنك أن تعتبره مديح عندما يصفك أحد بـــ
أ) حساس
ب) خيالي

35-عندما تقابل أشخاص جدد في حفلة ما، هل على الأرجح تتذكر
أ) مظهرهم الخارجي
ب) حديثهم

36-عند تعلمك مادة جديدة، هل تفضل
أ) التركيز عليها والتعلم أكبر قدر ممكن من المعلومات الخاصة بها
ب) المحاولة أن تجد روابط بينها وبين المواد الأخرى

37-هل تعتبر نفسك
أ) منفتح وتحب الخروج
ب) محافظ

38-هل تحب المواد التعليمية التي تسلط الضوء على
أ) المحتوى الملموس كالحقائق والبيانات
ب) المحتوى المجرد كالنظريات والتعاريف

39-ماذا تفضل من أجل التسلية
أ) مشاهدة التلفاز
ب) قراءة كتاب

40-هل تعتبر مخطط المحاضرة التي يضعها المعلم في بداية الدرس
أ) بعض الشيء مفيدة
ب) مفيدة جداً

41-هل فكرة إعطاء علامة موحدة لأعضاء الفريق
أ) تناسبك
ب) لاتناسبك

42-عند قيامك بحسابات طويلة هل
أ) تعيد وتفحص جميع خطوات الحل بعناية كبيرة
ب) تجد أن عملية التدقيق صعبة جداً ولكن تجبر نفسك عليها

43-هل يمكن أن تتصور أماكن قد زرتها
أ) بسهولة وتقريباً بدقة
ب) بصعوبة دون أية تفاصيل

44-عند مشاركتك لفريق العمل بحل أي مسألة، هل
أ) تفكر في خطوات حل هذه المسألة
ب) تفكر في العواقب المحتملة أو التطبيقات من الحل في مجموعة واسعة من المجالات .

الملحق الثاني: عينة عن إجابات طلاب معهد تعليم اللغات على استبيان "دليل نمط التعلم"

Annex II: Samples of Higher Institute of Languages Students' Responses to "ILS" Questionnaire

	الكلية	العمر	اللغة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
1	الطب البشري	23	انكليزي	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	أ	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	ب	أ	أ
2	اقتصاد و تجارة	24	انكليزي	ب	أ	أ	أ	ب	ب	أ	ب	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ	ب	ب	ب	ب	ب	أ	ب	ب	أ	ب	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	ب	أ
3	هندسة حاسبات	25	انكليزي	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	ب	أ	ب	ب	ب	ب	ب
4	هندسة معلوماتية	23	انكليزي	أ	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	ب	ب	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	ب	أ
5	الطب البشري	25	انكليزي	أ	ب	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ
6	العلوم	23	فرنسي	ب	أ	أ	ب	ب	ب	ب	ب	ب	أ	ب	أ	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	ب	أ	ب	ب	ب	أ	أ
7	العلوم	22	فرنسي	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	ب	أ	ب
8	صيدلة	30	انكليزي	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب		ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ
9	الطب البشري	32	انكليزي	ب	أ	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب
10	الآداب	22	انكليزي	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ
11	الآداب	24	انكليزي	أ	ب	ب	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ
12	الطب البشري	18	فرنسي	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	ب	ب	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	ب	ب	أ	ب	ب	أ	أ	ب	أ	أ	ب	ب	ب	أ
13	أدب انكليزي	28	انكليزي	ب	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	ب	ب	ب	ب	أ	ب	أ	أ	ب	أ	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ
14	بكالوريا	17	انكليزي	أ	ب	أ	ب	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ
15	هندسة مدنية	27	فرنسي	ب	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	أ	أ	أ	أ
16	الطب البشري	31	فرنسي	أ	ب	أ	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب		ب	أ	أ	أ	ب	ب	أ	أ	أ	أ
17	هندسة عمارة	23	انكليزي	ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	ب	أ	أ	أ	أ
18	هندسة كهربائية	22	انكليزي	ب	أ	ب	ب	ب	ب	ب	أ	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	ب	ب	أ	ب	ب	أ	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	ب	أ
19	الطب البشري	26	فرنسي	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	ب	أ	ب	ب	أ	أ	ب	ب	أ	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ
20	العلوم	38	فرنسي	أ	أ	أ	ب	ب	أ	أ	ب	ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	ب	ب	ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	ب	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ
21	الطب البشري	26	فرنسي	ب	أ	أ	ب	ب	أ	ب	ب	أ	أ	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	ب	ب	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	ب
22	الآداب	20	انكليزي	ب	ب	أ	أ	ب	ب	ب	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	أ	ب	ب	ب	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	ب	أ	أ	أ	أ
23	هندسة اتصالات	22	فرنسي	أ	ب	أ	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	ب	ب	ب	أ	أ	أ
24	هندسة تقنية	23	فرنسي	ب	ب	أ	أ	ب	ب	أ	ب	أ	أ	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	ب	ب	أ	أ	ب
25	الطب البشري	20	فرنسي	ب	أ	أ	ب	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	أ	أ	ب	ب	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ	ب	أ	أ	أ	أ	أ
26	معلوماتية	40	إنكليزي	أ	ب	أ	ب	ب	أ	ب	ب	أ	أ	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب	ب	ب	أ	ب	ب	ب	ب	أ	أ

الملحق الثالث: شجرة المقرر لتعليم قواعد اللغة الإنكليزية كلغة أجنبية

Annex III: "Teach English Grammar as Foreign Language" Course Tree

المفاهيم الفرعية		متطلب أساسي	اسم المفهوم	#
			EFL	
			Verb to be	I
S01 S02 S03 S04	Auxiliary verbs Main verb tense Personal Pronouns-Subject Adverbs of frequency		Verb to be: Positive Form	C01
S01, S02, S03, S04		C01	Verb to be - Negative Form	C02
S01, S02, S03, S04		C01 C02	Verb to be - Question Form	C03
S01, S02, S03, S04		C03	Verb to be - Short and Long answer	C04
			Numbers	II
S05	Interesting numbers		Numbers : 1- 10	C05
S05		C05	Numbers : 11-20	C06
S05		C06	Numbers : 21-1000	C07
S06	Fractions	C07	Numbers : Ordinal numbers	C08
		I	Simple Present Tense	III
S07 S08	The verb To Do Regular verbs	I	Simple Present Tense: Positive	C09
S07		C09	Simple Present Tense: Negative	C10
S07		C09 C10	Simple Present Tense: Question	C11
		C11	Simple Present Tense : Short and Long answers	C12
		I	Colors	IV
		I	Basics colors	C13
		I	Time	V
		I	Hours	C14
		I	Days of the week	C15
		I	Months of the year	C16
		I	Introductions, greetings and Farewells	VI
		I	Everyday greetings	C17
		C17	Parting	C18
		I	Continuous present tense	VII
S09	Gerund	I	Continuous present tense :Positive Form	C19
S10	Verbs of Actions			
S11	Verbs of state			
S12	Time expressions			
S13	Present participial			

S09, S10, S11, S12, S13		C19	Continuous present tense: Negative form	C20
S09, S10, S11, S12, S13		C19 C20	Continuous present tense: Question form	C21
S09, S10, S11, S12, S13		C21	Continuous present tense: Short and Long answers	C22
		I	Appearance	VIII
S15	Adjectives	I	Height and build	C23
S16	Verb To have	I	Type of Hair	C24
S16		I	Type of complexion	C25
		I	Possessive Adjective	IX
S15			Uses of possessive adjective	C26
		C26	Whose question	C27
		I-III	Simple Past tense	X
S12		III Past Participle	Simple Past tense : Positive form	C28
S12		C28	Simple Past tense : Negative form	C29
S12		C28 C29	Simple Past tense :Question Form	C30
S12		C30	Simple Past tense: Short & long answers	C31
		III	Offering, accepting and refusing	XI
S17	Verbs of likes and dislikes		Offering	C32
S17		C32	Accepting	C33
S17		C32	Refusing	C34
		I-III	Countable and uncountable nouns	XII
S18	Some, any, a little of, a few	I	Use of and how much and how Many	C35
S19	Uncountable noun	C35	Countable & Uncountable :Positive answer	C36
S20	Countable noun			
		C35	Countable & uncountable: Negative answer	C37
			Simple Future tense	XIII
S12		III Past Participle	Simple Future tense : Positive form	C38
تمَّ الإستعانة بالمراجع التاليـــة مـــن أجل بناء هذا المقرر التعليمـــي [1، 178، 179].		C38	Simple Future tense : Negative form	C39
		C38 C39	Simple Future tense : Question form	C40
		C40	Simple Future tense : Short and Long answers	C41

الملحق الرابع: نتائج استبانات التقويم (Annex IV: Evaluation Questionnaire Results)

إجابات مصممين المقررات التعليمية على استبانة التقويم

37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	1
4	3	2	3	3	1	4	4	4	4	3	4	4	1	4	4	4	4	3	1	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	2	3	4	2	4	4	2
3	4	2	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	3	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	3	2	4	3	3	4	4	3
3	3	1	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	2	4	3	4	3	4	3	4	1	3	4	4	3	4	2	2	4	4	4
4	4	1	4	4	2	4	4	4	4	3	4	3	1	4	3	4	4	4	1	4	4	3	4	4	4	4	2	2	4	3	2	4	4	3	4	4	5
4	4	1	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	1	4	4	4	4	4	1	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	6
3	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	3	4	4	1	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4	3	7
4	3	1	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	2	4	1	3	3	4	3	4	4	3	4	2	3	4	3	4	4	3	3	2	8
4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	3	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	9
4	4	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	2	4	4	3	4	4	10

إجابات الطلاب على استبانة التقويم

37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
4	3	1	-	4	-	4	-	4	4	4	4	4	1	-	-	3	-	4	2	4	-	3	4	4	4	3	2	2	3	3	3	4	4	3	4	4	1
4	4	1	-	3	-	4	-	4	4	4	4	3	3	-	-	4	-	3	1	4	-	3	4	4	4	4	1	2	4	3	2	4	4	1	3	2	2
4	4	2	-	4	-	4	-	4	4	3	4	4	1	-	-	4	-	4	2	4	-	4	4	3	3	3	1	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3
4	4	1	-	4	-	4	-	4	4	4	4	4	2	-	-	4	-	4	1	3	-	4	3	4	4	4	2	3	4	2	2	3	4	4	3	4	4
3	4	1	-	4	-	4	-	4	4	4	4	4	1	-	-	4	-	4	2	3	-	4	3	4	4	3	3	1	3	2	1	3	3	4	3	4	5
4	3	1	-	4	-	4	-	4	4	4	4	3	2	-	-	4	-	4	3	4	-	4	4	4	3	4	3	3	4	2	1	3	3	4	4	4	6
4	4	2	-	4	-	4	-	3	4	3	4	4	2	-	-	4	-	4	2	3	-	4	3	3	4	4	4	2	4	1	2	4	4	4	3	3	7
4	4	1	-	4	-	4	-	4	4	4	4	4	2	-	-	4	-	4	1	4	-	3	4	4	3	2	4	2	3	2	2	3	3	3	2	3	8
2	4	2	-	4	-	4	-	3	4	4	4	3	1	-	-	4	-	4	1	3	-	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	2	9
4	3	3	-	4	-	3	-	4	4	4	3	4	1	-	-	4	-	4	2	3	-	4	4	4	4	4	3	1	3	3	2	3	4	4	4	3	10
4	4	1	-	4	-	4	-	4	4	4	3	4	3	-	-	4	-	4	1	4	-	4	3	4	4	3	2	2	4	3	2	2	4	3	3	3	11
3	4	2	-	4	-	4	-	3	4	4	4	4	1	-	-	4	-	3	1	4	-	4	3	3	4	4	4	2	3	3	2	4	4	4	3	4	12
3	4	1	-	4	-	3	-	4	4	4	4	3	1	-	-	4	-	3	1	4	-	3	3	4	3	3	4	2	4	3	3	4	3	4	4	3	13
4	4	1	-	3	-	4	-	4	4	3	4	4	1	-	-	4	-	3	2	4	-	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	2	2	4	3	14
3	4	1	-	4	-	4	-	4	4	3	4	3	1	-	-	3	-	4	1	4	-	4	4	4	4	3	3	2	4	3	2	1	3	4	4	4	15
4	4	1	-	3	-	4	-	4	4	4	4	4	1	-	-	3	-	3	2	3	-	4	4	3	4	4	2	3	4	4	2	2	4	3	3	2	16
4	3	2	-	3	-	4	-	4	3	3	4	4	2	-	-	4	-	4	1	4	-	4	3	3	3	4	3	3	4	2	3	2	3	3	4	3	17
4	4	2	-	4	-	4	-	4	4	4	4	3	1	-	-	4	-	3	2	3	-	4	4	4	4	4	3	3	4	3	2	3	3	4	3	4	18
4	4	1	-	4	-	4	-	4	4	4	4	4	1	-	-	4	-	4	1	4	-	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	19
4	4	2	-	4	-	4	-	4	4	4	4	4	1	-	-	4	-	3	2	4	-	4	4	4	4	4	4	1	4	3	3	4	4	4	4	4	20

Summary

The last two decades have testified the massive and considerable development of information, computer and communication technologies. New techniques have emerged to convert the world in a small town, where its habitants in the east and the west can easily communicate with each others, as if they were living in the same neighborhood. Education has exploited these developments with the objectives to improve the way students, teachers and organizations exchange information and knowledge.

Traditional educational systems (just-put-it-on-the-web) make the course content available from a set of links that lead to different web pages, ignoring the student's background and knowledge acquired during his/her navigation within the course. This sometimes leads to students getting lost in the course hyperspace without achieving the learning objectives. Adaptive and intelligent web-based educational systems (AIWBES) are considered a good solution to this problem. Adaptive systems provide personalization of contents and links for different types of students and groups, while intelligent systems refers to the application of artificial intelligence (AI) techniques to provide broader and better support to the users of web based educational systems. AIWBESs are the result of the intersection of the Adaptive Hypermedia System (AHS) and Intelligent and Tutoring Systems (ITS). Some of their features are: *Navigation Adaptation*: It helps the student in hyperspace orientation and navigation by changing the appearance of visible links. This is done by link sorting, link hiding, direct guidance, annotation or mapping. Examples: ActiveMath, ELM-ART, KBS-Hyperbook, MLTutor and TANGOW. *Presentation Adaptation*: It adapts the content presented in each hypermedia page to student goals, knowledge and other information stored in the student model. Examples: ActiveMath, ELM-ART and TANGOW. *Curriculum Sequencing*: It helps the student to find the optimal path through the learning materials; ELM-ART, SQL-TUTOR and TANGOW are good examples of this method. *Intelligent Solution Analysis*: It tells the student his/her missing or incorrect piece of knowledge. Examples: ELM-ART, SQL-TUTOR, TANGOW and WITS. *Problem Solving Support*: It provides the student with intelligent help on each step of problem solving from giving a hint to executing the next step. Examples: ADIS and AlgeBrain.

Student models are considered the core of any AIWBES. They represent system's beliefs about the student's knowledge, interests and goals and they are constantly updated in accordance with the student

knowledge acquisition process. They can be classified according to a number of factors, ranging from how they are generated to their content, and also to their application. Overlays are considered the most common type of student models. They focus on modeling the student's domain knowledge as a subset of a teacher's domain knowledge. This means that the domain is decomposed into a set of elements and the overly is simply a set of masteries over these elements.

Machine learning is the subfield of artificial intelligence that is concerned with the design and development of algorithms that allow computers to improve their performance over time based on data. Theses algorithms are used widely in education at a distance with objective to incorporate the concept of "adaptation" in current domain knowledge level of the student, content presentation, problem solving and in tutoring and communication with the student. The diversity of student's profile, background, preferences and skills about learning content are stored and updated constantly in student model. Neural networks (NN) and hidden Markov Model (HMM) are good examples of such algorithms and which are used in this research.

Artificial neural networks are considered as information processing systems that have certain performance characteristics in common with biological neural network. They consist of many interconnected neurons with familiar characteristics, such as inputs, synapses, weights, activation and outputs. Artificial neural network training methods can be identified as supervised and unsupervised learning; a target output pattern is associated with each training input pattern. On the other hand, during unsupervised learning the input pattern is only presented to the network. Bidirectional Associative Memory (BAM) is used and it is considered as a good example for supervised training, while Adaptive Resonance Theory (ART) and Fuzzy-ART2 are admirable models for unsupervised training.

Bidirectional associative memory (BAM) is a supervised neural network which is able to memorize binary, bipolar or continuous patterns with two-way retrieval capabilities. It is essentially used in the field of patterns recognition.

It consists of two layers of neurons arranged in X layer and Y layer, connected by bidirectional weighted connection paths. Its essential function is to store and retrieve pattern pairs. m and n denote number of neurons in X layer and Y layer respectively. Both layers serve as both input and output units depending on the direction of propagation.

Adaptive Resonance Theory (ART2) neural network is introduced as a theory of human cognitive information processing. It is an unsupervised neural network that based on competitive learning finds categories autonomously and learns new categories if needed. It is developed to overcome the problems of instability of feedforward systems, particularly the stability-plasticity dilemma.

The heart of ART2 network consists of two parts; the attentional subsystem and the orienting subsystem.

Where I is the input vector. p, q, u, v, w and x represent STM activities of F0 and F1 nodes. y is the STM activity of F2 node. Zij and Zji denote the bottom-up and top-down LTM adaptive filter respectively, and f(x) is a nonlinear function. The attentional subsystem is composed of three fields; two feature representation fields F0 and F1 that include several processing levels and a category representation field F2 where competitive learning takes place. The combination of contrast enhancement, noise suppression, normalisation, and pattern matching is produced in F0 and F1. The two fields F1 and F2 are linked by bottom-up and top-down connections called adaptive filters or Long Term Memory (LTM). The orienting subsystem measures the degree of match between the bottom-up input pattern and top-down template pattern. It also helps guide the attentional subsystem in its search for a new category.

Fuzzy Adaptive Resonance Theory (Fuzzy-ART2) is a self-organizing neural network topology with dynamics based on Adaptive Resonance Theory (ART).

Neural networks are widely used in constructing AIWBES; Multi Layered Perceptron (MLP) is used within the KnowledgeClass system to find the best educational units which match the student's knowledge status, while Backpropagation neural network can predict future students' actions and reactions.

HMM is a probabilistic model used to align and analyze sequence datasets by generalization from a sequence profile. It is commonly used in speech recognition and its applications have been spreading steadily to other fields that include, e.g. communications, computational biology and e-learning systems.

Many educational systems use HMM. It is implemented In WELS (Web-Based English Learning System) to classify students in two groups (novice and advanced) with the objective to offer adaptive course for each group. IMMEX (Interactive Multi-Media Exercises)

utilizes HMM to model students' learning trajectories and to predict their future strategies.

HMM is extensively applied in predication applications. It is implemented in MANIC (Multimedia Asynchrously Networked Individualized Courseware) to prefetch lecture notes by predicting future browsing actions of specific users.

IWEBISE (Intelligent Web-Based Interactive System for Education)

IWEBISE is a new system introduced in this research for building Adaptive and Intelligent Web-Based Educational Systems (AIWBES). These educational systems apply:

- Navigation Adaptation technique by sorting or hiding links in a page.
- Presentation Adaptation by applying page variants concept which links different types (Low, medium and high) of an educational content page according to students' knowledge status. It is also applied by ordering different parts (content, examples, exercises, post-test and conclusion) of a content page depending on students' learning styles.
- Curriculum sequencing by predicting next students' actions, this means the next future concepts will be visited by the student.

IWEBISE also uses a relational database for representing any course knowledge. An opened and overlay student model is utilized to store students' personal information and their knowledge level regarding course content.

The originality of this thesis is based on:

1. The discover and the use of a new neural network architecture called hierarchical HBAM for modeling domain knowledge of a course. This new network can be employed in many other fields such as: pattern recognition.
2. The use of a new hybrid algorithm using a neural network (Fuzzy-ART2) and a statistical method (HMM) in modeling student's knowledge.
3. The comparison of many machine learning algorithms such as: FBAM, ART2, Fuzzy-ART2 and a hybrid structure Fuzzy-ART2/HMM, which are used for categorizing students' thinking and reasoning into six levels; very weak, weak, fair, good, very good and excellent.

4. The use of HMM to predict the next concept, based on the history of concepts, visited by a certain student navigating within the course;
5. Discovering Higher Institute of Languages (University of Aleppo) students' learning styles in learning a language. This is done by using Felder and Silverman model.
6. The comparison of the new system IWEBISE with others adaptive and intelligent educational systems.
7. The ability of the new system IWEBISE to export and package courses according to SCORM standard with the objective to reuse them within others educational platforms such as: MOODLE.
8. The construction and implementation of a new intelligent and adaptive web-based educational system for teaching English grammar.

This thesis is organized into thirteen chapters as follows:

Chapter I: This chapter explains the methodology employed in this research to obtain an intelligent and adaptive system with high performance in creating on-line courses with content adapted and tailored to students' learning style and knowledge status. It also details the main and secondary objectives, the feasibility study, research questions, requirements, limitations and importance.

The other twelve chapters are distributed in three parts;

Part I (Theoretical Framework): This part exhibits the research theoretical framework and it consists of four chapters:

Chapter II (Artificial Intelligence, Learning, Teaching and Instruction): This chapter focuses on the definition of artificial intelligence, teaching, learning, instruction, learning/instruction theories and how they are used together to produce intelligent educational systems.

Learning theories focuses on how knowledge is organized in learner mind and it could be sequential, spiral or pyramid. Instructional theories explain different strategies used by teachers to display course content. There are three main categories or philosophical frameworks under which learning and instructional theories fall: behaviorism, cognitivism, and constructivism. Constructivism is used in our new system IWEBISE for building adaptive and intelligent web-based educational courses. Ausubel’s concepts Maps are utilized for tailoring course content and Piageat’s learning cycle is also employed

with the objective to provide students an exploratory environment which supports intelligent self learning.

This chapter also focuses on students' learning style models and presents some kind of them, but it concentrates on Felder and Silverman model. As well E-learning standards are explained, especially SCORM and its components. At the end of this chapter different levels and styles of interactivity are detailed and how they could be utilized within educational systems.

Chapter III (Hypermedia and Educational Systems): It begins with the concept of hypermedia systems and their techniques(Navigation and Presentation Adaptation), then it reviews the development of educational systems covering Computer Assisted Instruction (CAI), Intelligent Computer Assisted-Instruction (ICAI), Intelligent Tutoring system (ITS), Adaptive and Intelligent Web-Based Educational System (AIWBES) and Learning Management system (LMS). ITSs use Curriculum Sequencing, Problem Solving Support and Intelligent Solution Analysis techniques, while AIWBESs use Adaptive information filtering, Intelligent Collaborative Learning and Intelligent Class Monitoring techniques. This chapter also details the three generation of Adaptive Hypermedia Systems from the beginning of nineties till our days. At the end, some educational systems are presented as examples of all the above mentioned systems.

Chapter IV (Student Model and Tutor Model): It provides the theoretical concepts related to the heart of any intelligent and adaptive educational system which is presented by "Student Model" and "Tutor Model", as well it presents the kind of information that could be employed in the student model. Finally, the chapter reviews some kind of student and tutor models with some examples for each one. Student model could be: Stereotype Model, overlay Model, perturbation Model, Tracing-Model or constraint based modeling, while Tutor model could be: Socratic, Coach, Learning by doing or Learning while doing.

Chapter V (Machine Learning): It gives a high review of some machine learning algorithms such as: Neural Networks (BAM, ART2 and Fuzzy-ART2) and Hidden Markov Model. These algorithms are used within student and tutor models to represent students' knowledge and tutor decisions in giving their students appropriate assistance during the learning process in a timely manner respectively.

Part II (IWEBISE): IWEBISE consists of five modules: Domain Model, Student Model, Tutor Model, Adaptation engine and Users' interfaces, where each module is detailed in a separate chapter:

Chapter VI (Domain Model): The course content is organized into a concept network to represent learning objectives. A learning objective (LO) concerns several concepts which are classified in: main concepts (MC), prerequisite concepts (PC) and sub-Concepts (SC). Each internal node in the network represents a concept, and external nodes in the lowest level symbolize several types of educational units (EU), which are in the form of interactive flash multimedia files, images, videos, texts, exercises, examples and tests.

Three methods are used to model course content with the objective to choose later the best one of them:

In the first method the domain knowledge is conceived and modeled using a hierarchical BAM neural network. The first BAM-1 is to associate learning objectives with concepts and while the second BAM-2 is utilized to assign educational units to each concept. The output layer of BAM-1 is the same input layer of BAM-2 which can be seen as an intermediate layer of the whole architecture. Number of nodes of the input, middle and output layers represent number of learning objectives, concepts and educational units.

In the second method a relational database is used to represent domain knowledge. It consist of eleven tables (Main Category, Subcategories, subjects, Learning objectives, Prerequisite-learning objectives, concepts, Prerequisite-concepts, attach a sub-concepts with concepts, concept content and test items).

A Document Type Definition (DTD) file is constructed in the third method to determine a set of rules to define and describe the organization of knowledge within an XML file.

At the end of the chapter course packaging algorithm using SCORM standard is detailed with the objective to reuse them within other LMS systems.

Chapter VII (Student Model): This chapter details how students' learning style is modeled according to Felder and Silverman model which depends on many parameters such as: Number of examples, number of exercises, examples before or after content and exercises before or after content.

Students knowledge is expressed in the system by using the overlay model which considers it a part of the knowledge domain. The IWEBISE also uses an opened student model, which allows students

to change by themselves their knowledge status related to each concept in domain knowledge; this permits them to study with wide steps without feeling blocked during their learning process. The student model is composed of two parts:

- Static part: It keeps student's personal information.
- Dynamic part: It maintains the record of the students' understanding as the course progresses on the basis of their responses.

The personalization of navigation through the course content depends on several parameters taken from the interaction of student with the system. These parameters are: number of correct answers (NCA), number of incorrect answers (NICA), time spent to solve a question (TSSQ), time spent to reading or interacting with a specific concept (TSR) and number of attempts to answer a question (NAAQ). Once a student passes a pre-test session, the dynamic part is initiated using these parameters. Using these parameters six methods are employed to symbolize student's knowledge status in six levels (Excellent, very good, good, rather good, weak and very weak) with the objective to determine the best one to be used later within IWEBISE. These methods are: FBAM, ART2, Fuzzy-ART2, HMM and NN/HMM.

At the end of this chapter, all previous algorithms performance is evaluated by employing F-measure metric to determine the best one to be used later in our new system.

Chapter VIII (Tutor Module): This chapter explains in details how to model different teachers' strategies in presenting course content to students. This is done by having them in a table consisted of nine fields which allow to store colors utilized to represent students' knowledge status in the course map and the possibility of showing or hiding a learning concept. Chapter VIII also focuses on a prediction algorithm to foresee the next concepts might be visited by students.

The prediction process is achieved by following three phases:

- Initialization phase: For each student a HMM (λ) is built based on his/her previous concept access sequences.
- Adjustment phase: Given a new observed sequence and a HMM (λ), the Baum-Welch algorithm is used to adjust the initialized HMM and to maximize the new observed sequence.
- Prediction phase: The Forward Algorithm is applied to determine the probability distribution of each concept (state) in the course. The highest value represents the next concept will be visited by the student.

Finally, the students' actions prediction accuracy is measured with the recall (sensitivity) and precision measures. The sensitivity is defined as the number of correctly predicted concepts (true positives) divided by the number of annotated concepts (actual positives). The precision is the percentage of positive predictions that are correct.

Chapter IX (Adaptation Engine): This chapter details the two adaptation algorithms used in tailoring the two following points to student:

- Concept content concerning students' learning style depending on Felder and Silverman model.
- Learning concept map according to students' knowledge status.

In addition chapter IX shows:

- How different adaptation technologies are used in IWEBISE such as: Adaptive Presentation, Adaptive Navigation and curriculum sequencing.
- How constructive theory is applied and used by the intelligent tutor.

Chapter X (Users Interfaces): This chapter exhibits some windows used to facilitate the interaction among different users of IWEBISE. These windows are classified in four levels:

- Administrator Interface: It permits administrators to create course category, subcategory, users management and subscription process.
- Designer Interface: It permits course designers to manage learning objectives, learning concepts, subconcepts, concept content and tests questions. It also permits them to package the whole course under SCORM standard.
- Tutor Interface: Teachers can mange their teaching strategies rules and trace students and give them the appropriate advises when they deviate from the final goal of the course.
- Student Interface: Students can complete their learning process by using pretest, post-test, "Index Learning Style" questionnaire, glossary, chat and forum windows.

Part III (Implementation Phase): The critical phase of any life system cycle is the successful execution of the different parts of the system for reaching its objectives and requirements. This is done by putting all those parts in practice with the intention to detect any inconsistencies could be existed between them and then to optimize them. Part III consists of three chapters as follows:

Chapter XI (Programming): This chapter details scripts tree of the new system, additionally all the functions employed to model students' knowledge and to predict their future actions within the course. These algorithms are : BAM, ART2, Fuzzy-ART2 and HMM.

Chapter XII (IWEBISE Testing): Testing step is performed on the entire tool units. "Teaching English Grammar as Foreign Language" course is taken as an application example for carrying out this step. This course is uploaded first by one designer and then by many designers just to verify the ability of IWEBISE to apply collaborative design. It is also monitored many students during their learning process to test the two adaptation mechanisms related to students 'knowledge status and their learning style. Finally, course packaging under SCORM standard unit is also tested.

Chapter XIII (IWEBISE Evaluation): This chapter concentrates on the evaluation phase of IWEBISE which consists of many steps:

- Defining Evaluation Objectives: Evaluation phase aims at measuring system impact on its users and how easy of use and understand.
- Planning: This step consists of many points:
  - Selecting Evaluators: Teachers and students from University of Aleppo are selected to evaluate IWEBISE.
  - Tasks Definition: Tasks for teachers and students are defined as follows:
    - Teachers' tasks: (Create new course, Add learning objectives and concepts, test items, upload files and course packaging).
    - Students' tasks: (Course access, presenting pre-test, navigating 2 to 10 concepts and presenting post-tests).
  - Questionnaire Design: Teacher's and student's questionnaires consist of 37 and 30 closed questions respectively, according to Likert scale which is widely employed to measure users' satisfaction. Only four scales (strong disagree, disagree, agree and strong agree) are used to avoid intermediate decisions.
- Evaluation Conducting: The evaluation phase is carried out by giving a workshop separately for 10 teachers and another one of 3 hours for 20 students. At the end of each workshop, questionnaires are distributed to collect their opinions.

- Evaluation results analysis: Results are analyzed to highlight how IWEBISE is easy of use and understand.

Final conclusions summarize the general results of our research which have facilitated the construction of a new *intelligent web-based interactive system for education*. This system is effective, consistent, easy of use and understand in managing both learning and teaching processes.
This research ends with a table of future recommendations, references and many annexes. Annex I refers to "Index Learning Style" questionnaire, while Annex II illustrates some examples of students' responses to ILS, Annex III depicts the course map used as an application example for testing our new system, Annex IV presents results collected by evaluation questionnaires from course designers and students and finally Annex V presents different acceptance letters or e-mails of papers submitted to many international conferences and journals.

Conclusions

IWEBISE is a novel approach described in this thesis. It is used to build adaptive and intelligent web-based educational system utilizing Fuzzy-ART2 algorithm, with the objective to determine and draw students' paths through their navigation in the hyperspace of the course, avoiding them to become overwhelmed with too much text, links and images. Additionally it offers a potentially attractive way to classify their knowledge status in six different levels. Courses built using the new system are also adapted to student learning style using Felder and Silverman model.
The work in this thesis carries out the following points:

Domain Knowledge

- The course knowledge is organized into a concept map as following:
    - Principal composite concept which represent the same course.
    - Learning objectives (LO) concern several concepts which are classified in: main concepts (MC), prerequisite concepts (PC) and sub-Concepts (SC). Each internal node in the network represents a concept, and external nodes in the lowest level symbolize several types of educational units

(EU), which are in the form of interactive flash multimedia files, images, videos, texts, exercises, examples and tests.

- The course knowledge is modeled using three different methods:
  - Bidirectional Associative Memory neural network:
    - HBAM is considered a new method for knowledge representation.
    - HBAM is a new neural network architecture which could be used in many other fields such as: pattern recognition.
    - Recall time of HBAM is very huge and it is considered a time consuming for determining any kind of concept to be displayed, this sometimes leads the student to be very slow during his/her learning process.
    - HBAM does not offer a standard and a fixed architecture to be considered ideal to represent any course knowledge within any intelligent educational systems, due to the necessity to be retrained every time the teacher wants to add any concept to the domain model.
    - HBAM is not able to separate the course content from its architecture, due to the necessity to be retrained every time the teacher wants to link the same learning unit with two different concepts.
  - Relational database using MySql
    - Eleven tables are built to model different concepts encountered within the domain knowledge :
      - Main categories table to represent main classification of the course.
      - Subcategories table to represent sub-classification of the course.
      - Subject table to store course characteristics.
      - Learning objectives table to represent learning objectives features.
      - Perquisites of Learning Objectives table to determine the perquisites of each learning objective.
      - Concepts table to store main concepts.
      - Perquisites of concepts table to determine the perquisites of each learning main concept.
      - Sub-Concepts table to store the course glossary.

        - A table to link sub-concepts to a concept.
        - Concept contents table to store the content of any concept in many levels.
        - Test items to store questions used in pre-tests and post-tests.
      - Relational databases are considered very fast for data retrieval and manipulation due to their architecture which optimize their performance, but at the expense of the flexibility.
      - Relational databases have an excellent security in giving permissions and privileges to access the data.
  - XML
      - A Document Type Definition (DTD) file is constructed to determine a set of rules to define and describe the organization of knowledge within an XML file with the objective to represent the domain knowledge semantically. The obtained "IWEBISE.DTD" file has a general structure and it could be within other courses in different domains.
      - XML could not be considered as an alternative of relational databases, but its importance comes from its ability way to convert and describe the course knowledge.
      - XML separates the course content from its format.
      - Using XML makes course content reusable and interoperable within other educational systems.
  - Relational database is selected to be used within our new system IWEBISE due to the following reasons:
      - Some course designers prefer to have their course contents confidential and protected.
      - XML could not treat huge course contents and all kind of data such as images and video.

Student Model

- The ability of the students to change their knowledge status allows them to finish the course with wide steps and without feeling blocked and limited to the system suggestions and curriculum planning, this was done thanks to the use of open student model technique.
- The static part of the student model is constructed employing four

tables:

- Users' table stores information related to users' personal and system access data.
- Students' group table relates students with each others to grant the teacher the ability to manage them during chat sessions, e-mails messages, assignments, etc more easily.
- Inscription table relates students' and teachers' records with courses' records.
- Index learning style table stores students' responses to the ILS questionnaire to determine their learning styles.

- The dynamic part of the student model is built employing three tables:
  - Students' interactions table traces students' movements during their navigation within the course content.
  - Students' responses table guards all students' responses to pre-tests and post-tests.
  - Students' knowledge map table stores students' knowledge status related to each node encountered within the course map.
- Students' learning styles at Higher Institute of Languages (University of Aleppo) are defined using Felder and Silverman model, this is done by distributing questionnaires to one thousands students of English, French, German courses. Results showed that:
  - Students prefer to study a foreign language utilizing the following parameters:
    - Reading a huge number of examples.
    - Doing a lot of exercises.
    - Preferring to read examples before content
    - Preferring to have exercises after content.
    - Preferring to have post-tests after content.
    - Displaying map course before, after or between learning objectives.
    - Displaying conclusion before or after concept content or composite concept.
    - Content type is visual.

  These parameters are used when a student skips the ILS questionnaire, this means they are considered and defined as default standards within IWEBISE system to generate intelligent and adaptive courses not only in learning languages domain, but also in any other domains.

- 62.5% of students at Higher Institute of languages are active, 87.8% are sensitive, 74.3% are visual and 66% are sequential.

- Students' vectors are categorized into six levels to represent their knowledge status. This is done by applying six different methods:
  - Traditional method:
    - Two rates are utilized which are dependent on the time spent (T) on a concept and the answered questions (Q).
    - The extracted rules used in this method might be different from teacher to teacher, this leads sometimes to students' misevaluation, and then the course plan could not be suitable for their needs and levels.
  - FBAM method:
    - FBAM is set to have 5 nodes in the input layer and 6 nodes in the output layer.
    - FBAM could learn and categorize all students' vectors successfully with average 30 minutes.
    - FBAM could recall and categorize all trained students' vectors and new ones too successfully with 100% percentage.
    - Defining training pairs' process for FBAM is very complicated, time consuming and inaccurate too, this is due to the different thresholds might be employed by teachers and vary from one to another.
  - ART2 method:
    - ART2 is configured to consist of 5 nodes in F0 and F1 for each processing level and 6 nodes in F2 representing different knowledge status.
    - ART2 could recall 1500 trained students' vectors and 500 new ones with 85.80% successfully and stably.
    - ART2 could be trained with a time average 20.80 seconds for each vector and it could recall them with a time average 19 seconds.
    - ART2 could not learn if the vigilance parameter is high.
    - ART2 could not sometimes learn all students' vectors due to the bad choice of network parameters which play an important role in pushing ahead the training and recall phases.

        - Numbers of input vectors also play an important role in recall phase.
    - Fuzzy-ART2 method:
        - Fuzzy-ART2 is configured to consist of 10 (5x2 for complement coding) nodes in F0 and F1 for each processing level and 6 or 12 (6x2) nodes in F2 representing different knowledge status.
        - Fuzzy-ART2 network could learn stably and generalize well with only 30 vectors which are selected randomly for training phase, while the others 1970 are employed to test its performance.
        - ART2 could recall 1934 new students' vectors with 98.17% successfully and stably.
        - Fuzzy-ART2 could train and recall trained students' vectors with a time average 19.2 and 18.6 seconds for each vector respectively. Fuzzy-ART2 takes less time than ART2 to train or recall a vector; this is due to the use of fast learning.
    - HMM method:
        - The number of hidden states of HMMs affects their performance, e.g. No. 3 is considered the optimal to get the highest recall performance percentage 66.40%.
        - The length of the input vector (observation sequence) which is 6, is also affects recall performance.
        - HMM could classify students' vectors with a time average 19.1 seconds for each vector.
        - HMM could recall trained students' vectors and new ones with a time average 17.6 seconds for each vector.
    - Fuzzy-ART2/HMM method:
        - The optimal number of states for classify students' vectors is 6 because recall success is 92.66%.
        - The new hybrid algorithm took advantage of the two algorithms in improving recall performance from 66.40% to 92.66% in comparison with HMM.
        - The new hybrid algorithm could also shorten the categorization time to 17.1 seconds.
- F-measure metric is employed to measure all the above mentioned algorithms performance. Results show that Fuzzy-ART2 gives best categorization quality (0.281 as it is depicted in the following table), which is considered a very important factor to assure that an

appropriate course map is displayed to the student according to his/her knowledge status. This pushes him/her to finish the course completely without feeling boring and lost in it.

Algorithm	Time average training (Seconds)	Time average recall (Seconds)	Percentage of Recognition	F-measure
ART2	20.8	19	%85.80	0.250
Fuzzy-ART2	19.2	18.6	%98.17	0.281
HMM	19.1	17.6	%66.40	0.195
Fuzzy-ART2-HMM	30.6	17.1	%92.66	0.259

- Student model plays three vital roles during adaptation process within IWEBISE system:
    - As a planner of page content using Felder and Silverman model.
    - As a planner of course map using the hybrid algorithm Fuzzy-ART2/HMM.
    - As a student learning process observer using tables stored in the dynamic part of student model.

Tutor Model

- Teachers' strategies are modeled employing a table called Pedagogical rules. Standards rules were also defined and used if the teachers do not insert any new rules related to their courses.
- HMM algorithm is also employed to predict future students' actions.
- Sensitivity (Recall) and Precision measures are employed to evaluate the performance of prediction algorithm and the following results were obtained :
    - HMM generates a higher precision with higher sizes of training sets which vary from 20% to 99%.
    - The prediction precision reaches to 91% using 99% of training set.
    - When precision is high the sensitivity is high too.
- Tutor coach method is applied in tutor model through displaying a suggested next concepts list to students.

Adaptation Engine

- Adaptation engine is considered the most important module of the new system IWEBISE because it joins all others modules (Domain Knowledge, Student Model, Tutor Model and User Interfaces) with each others and it is responsible of producing :
    - Course pages adapted to student's learning styles and knowledge status.
    - Links to associate course pages together (Course map).
- Adaptation engine consists of two mechanisms:
    - Adaptation according to student's learning styles
    - Adaptation according to student's knowledge status.
- Adaptation process is summarized in four steps to present instruction strategy employed by the intelligent tutor. These steps represent Piaget's learning Cycle: Discovering, explanation, extending and evaluation.

User Interfaces

- User interfaces are categorized into four levels regarding users' profile: Administrators, Designers, Teachers and Students.
- Course designer interface permits to upload, manage, share and export course content under SCORM standards to be used later within others platforms such as Moodle.
- Tutor interface allows each teacher to add pedagogical rules and to follow the student's steps and progress during his/her learning process.
- Administrators interface allows them to manage system's users, course' categories, subscribe or unsubscribe students to a course, assign tutors to a course and manage language interface.
- Student interface permits the student interacts with the different learning objectives and concepts of the course. It consists of a window partitioned into 6 areas:
    - Index area: Where a map of course content is displayed to give the student the freedom of surfing among different learning objectives. It also contains a legend of colors to refer students' knowledge status related to each concept.
    - Navigation area: Where concept content is illustrated. It consists of : introduction, examples, content and conclusion ordered and displayed according to student's learning styles.
    - Post-Test area is exhibited dynamically at the top or at the bottom of the content page depending on each student's

learning style. It has a link which displays a window containing post-test questions.

- Exercises area: It has a link to depict a window with exercises related to the current concept. It is also adapted to each student's learning style.
- Prerequisite area shows a link related to all prerequisite concepts related the current concept.
- Glossary area: where sub-concepts presented to support and accelerate student's learning process. It is displayed at the right top of the content page.

Programming

- IWEBISE is constructed using PHP, JavaScript, CSS and MySql.
- IWEBISE scripts tree consist of 17 folders which contains more than 100 files to perform system administrators, designers, tutors and students tasks, with the objective to build adaptive and intelligent web-based courses.

IWEBISE Test

- IWEBISE system is tested by designers and experiments showed that it applies collaborative design which permits to build a learning objects library.
- Learning objects library allows designers to interchange, share and export their learning objects. This feature saves designer's time in building their future courses.
- IWEBISE is also tested by students and experiments exhibited the following results:
  - Presentation adaptation is applied as follows:
    - Page content is adapted and organized according to students' responses to ILS questionnaire which determine their learning styles.
    - Six levels of concept content could be displayed to students (text-low), (text-medium), (text-high), (visual-low), (visual -medium) or (visual -high).
  - Navigation adaptation is applied as follows:
    - Course map uses colored boxes according to pedagogical rules used by the teacher to express students' knowledge status.
    - A help link is used to allow students know prerequisite concepts related to the actual one.

        - Some learning objectives or concepts are hidden if students do not achieve an appropriate level of their prerequisite concepts; this is also depending to teacher's pedagogical rules.
        - Course map is displayed adaptively depending on students' knowledge status.
    - Curriculum sequencing technique is also applied through displaying a suggestions list to students which recommend them the best next concepts should be followed by them.
- Course packaging using SCORM standard is tested and a compressed file is obtained which consists of:
    - A folder stores course pages.
    - A folder contains objects learning.
    - immanifest.xml file.
- The compressed file is imported by MOODLE system successfully, this means that IWEBISE is a powerful tool to create reusable and interoperable courses with other LMS systems using SCORM standard.
- Packaging courses using the new system IWEBISE is easy and very fast.

IWEBISE Evaluation

- IWEBISE is evaluated concerning course designer and students point of views, with the purpose to optimize its performance during teaching and learning processes.
- Twelve criteria are used to evaluate the new system IWEBISE : Consistency, Self-Evidence, Predictability, Richness, Completeness, Motivation, Hypertext Structure, Autonomy, Easy of use, Aesthetic, Collaborative, and Interactive. Evaluation phase results are:
    - Designers and students' interfaces are steady and reliable, this means that IWEBISE provides consistency concerning its layout and many other aspects like edit, create and navigate.
    - System tools are unambiguous because users could understand easily the objectives of objects (icons, texts, buttons, colors) displayed to them, this feature pushes the design and learning processes ahead rapidly.
    - Most of the time users get the expected output.
    - The new system is rich in terms of tools and helps to

facilitate the design and learning process, but some helps' features should be optimized to be at users' reach at any time.
    - IWEBISE provides users with sufficient and plenty tools to cover all their objectives during design and learning process, but other asynchronized tools should be add such as: video – conference.
    - Links existed among designers or students' tools need more refinement and improvement to obtain a better and organized structure.
    - IWEBISE comprises abundance tools and controls which allow users to feel independent and autonomous during their interactions with the system.
    - IWEBISE tools are clear and easy of use because users do not need any training course and they can explore the work and learning environments by themselves.
    - IWEBISE tools are designed harmoniously with each others and this characteristic enforces the system to be self-evident and make users to focus on their primary goals.
    - IWEBISE comprises collaborative tools which allow:
        - Designers to share their learning objects with each others and create courses in groups.
        - Students to apply collaborative learning using forum, chat, etc.
    - Users' interfaces are interactive and respond to their necessities rapidly at suitable time and place.
- IWEBISE applies interactivity as follows:
    - Student – Teacher: Using e-mail, forum, chat, announcements and homework.
    - Student – Student: Employing e-mail, forum and chat.
    - Teacher – Content: Using course management tools.
    - Content – Content: Utilizing sharing learning objects option and using course packaging under SCORM standard.
- IWEBISE uses different levels of interactivity as follows:
    - Second level (Hierarchical Interactivity): Students can navigate the course content by using a hierarchical map, which consists of many levels to represent course structure.
    - Third level (Update Interactivity): The new system traces students' steps by updating their model in order to present adaptive content.

- Fifth level (Simulation Interactivity): Students can change their data stored in their model to modify the adaptation process.
- Sixth level (Free Interactivity): Courses created by IWEBISE are supplied by links which permit students navigate freely while they acquire their knowledge

- IWEBISE utilizes additional tools such as:
  - It supports four languages interface (Arabic, English, Spanish and French) with the possibility to add a new language.
  - File management tool to administrate learning objects.
  - Course packaging.
  - Students' traces.
  - Course categorization and sub-categorization.
  - Quiz items management tool.
  - Users' management tool.
  - Students' management tool.
- IWEBISE is compared with other adaptive and intelligent educational systems as it is illustrated in the following table:

Adaptation Techniques									
	TANGOW	**NetCoach**	**INSPIRE**	**InterBook**	**ELM-ART**	**AHA**	**Alfanet**	**MOODLE**	**IWEBISE**
Fragment variants	yes	no	no	Limited	no	no	no	no	**yes**
Page variants	no	no	yes	Limited	yes	yes	yes	no	**yes**
Direct guide	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	**yes**
Hiding link	no	no	no	no	yes	yes	yes	no	**yes**
Maps	no	no	no	no	yes	yes	no	no	**yes**
Annotations	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	**yes**
Curriculum sequencing	no	no	no	no	no	no	no	no	**yes**

Learning Style									
	no	no	honey	no	no	no	no	no	**Felder and Silverman**
Standards									
							IMS SCORM IEEE	IMS SCORM IEEE	**SCORM**
Student Model									
Store student model	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	**yes**
Open	no	no	no	no	yes	no	no	no	**yes**
Content Tools									
Content management	yes	yes	yes	no	no	yes	yes	yes	yes
Import content	no	yes	yes	yes	yes	no	yes	yes	no

According to the above results, it could conclude that:

- A new **I**ntelligent **WE**b-Based **I**nteractive **S**ystem for **E**ducation (IWEBISE) is developed, tested and evaluated successfully and effectively.

Recommendations

- Add new tools to the new system IWEBISE which help to improve the both teaching and learning processes such as: Tests (quizzes) management tool, Templates management tool, calendar, news, etc.
- Add new tools to help designers to build courses for handicap people such as: course reader for blind people, special templates for visually impaired people, and using access keys for movement impaired people too.
- Add an intelligent search engine to help users achieve their goals rapidly; this could be done by clustering algorithm such as Fuzzy-ART2.
- Take in consideration more students' parameters with the objective to get an optimal student model. These parameters could be: Bandwidth, operating system, Internet Navigator, screen resolution, microprocessor, keyboard, text size and type of devise (mobile or normal computer).
- Apply adaptations techniques in selection tests items.
- Optimize HMM algorithm using fuzzy logic in predicting future students' actions and comparing results with the actual ones.
- Add group model to apply collaborative learning.
- Add intelligent collaborative learning technique by including Group model.
- Compare the obtained results with Bayesian algorithm to detect the best.
- Take in consideration students' errors to give them suitable and intelligent feedback while they doing or resolving problems.
- Add an import tool to make the new system able to upload courses constructed using other LMS systems.
- Implement the new system IWEBISE in real educational institutions and virtual universities with the purpose to improve it and get a better performance.

UNIVERSITY OF ALEPPO
FACULTY OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS
(INFORMATICS)

Intelligent **WE**b-**B**ased **I**nteractive **S**ystem for **E**ducation

Thesis Submitted for PhD. Degree in Informatics

By
Masun Nabhan Homsi Jubrini

1431
2010

UNIVERSITY OF ALEPPO
FACULTY OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS
(INFORMATICS)

Intelligent **WE**b-**B**ased **I**nteractive **S**ystem for **E**ducation

Thesis Submitted for PhD. Degree in Informatics

By
Masun Nabhan Homsi Jubrini

Supervised by
Prof.Ghias Barakat
Dr. Rania Lutfi
in collaboration with
Prof. Najib Abdul Wahed
Prof. Rosa María Carro Salas

1431
2010