فاعلية نظام تدريس قائم على الذكاء الاصطناعي لتنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي لدي طلاب المرحلة الثانوية

د/ أسامة جبريل أحمد عبد اللطيف* د/ ياسر سيد حسن مهدى**

د/ سالي كمال إبراهيم***

الملخص:

هدف البحث الحالي إلى التعرف على فاعلية النظام التدريسي القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي لدي طلاب المرحلة الثانوية.

ولتحقيق هذا الهدف، قام الفريق البحثي بإعداد نظام قائم على الذكاء الاصطناعي؛ لتدريس وحدة الكيمياء النووية بمنهج الصف الأول الثانوي. كما تم بناء أدوات البحث، وهي عبارة عن اختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية، ومقياس القابلية للتعلم الذاتي. وللتحقق من فاعلية نظام التدريس، تم اختيار مجموعة مكونة من ٦٥ طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي، وتقسيمها إلى مجموعة تجريبية درست وحدة الكيمياء النووية باستخدام نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي، وأخرى ضابطة درست نفس الوحدة بالطريقة التقليدية. وتم تطبيق أدوات البحث قبل وبعد دراسة الوحدة. وأظهرت نتائج البحث وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لأدوات البحث لصالح المجموعة التجريبية، وكذلك وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لأدوات البحث لصالح التطبيق البعدي. وهذا يدل على فاعلية النظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي لدي طالبات الصف الأول الثانوي.

الكلمات المفتاحية: نظام تدريس - الذكاء الاصطناعي - الفهم العميق - القابلية للتعلم الذاتي

المقدمة:

اتصف العقل البشري بالذكاء منذ قديم الأزل، ولقد أدرك الإنسان أن ذكاءه هو نقطة قوته التي بإمكانه استثمارها في تصميم حواسيب آلية قادرة على تنفيذ المهام تلقائيا، وإجراء العمليات المعقدة. ولقد ظل الحاسب لفترة طويلة بدون أي مظهر من مظاهر الذكاء بل ارتبط بالعمل الروتيني المجرد من الابتكار. ونتيجة لذلك أجري المبرمجون جهودا كبيرة لنقل صفة الذكاء للحاسب الآلي بهدف تعليمه كيفية التعلم بدلا من تعليمه كيفية أداء كل مهمة على حدة، ولقد توجت هذه الجهود بظهور برمجيات الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence.

*أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد – كلية التربية – جامعة عين شمس
البريد الالكتروني : osamagebril@edu.asu.edu.eg
**أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد – كلية التربية – جامعة عين شمس
البريد الالكتروني : yasersayed@edu.asu.edu.eg
***مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم– كلية التربية – جامعة عين شمس
البريد الالكتروني : Salykamal@edu.asu.edu.eg

ولقد تم صياغة مصطلح الذكاء الاصطناعي عام ١٩٥٦ بواسطة عالمي الحاسوب بجامعة ستانفورد مارفن مينسكاي Marvin Minsky وجون مكارثي John McCarthy، وذلك خلال المؤتمر الذي عقد بكلية دارتموث تحت عنوان مشروع أبحاث الصيف حول الذكاء الاصطناعي The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence (DSRPAI). وأثناء المؤتمر، عرف مكارثي الذكاء الاصطناعي بأنه علم وهندسة صنع الآلات الذكية. ومنذ ذلك الحين، وتوالت أبحاث الذكاء الاصطناعي في شتى المجالات، فخلال الخمسينات تطورت أبحاث الذكاء الاصطناعي وأصبحت تركز على الشبكات العصبية الصناعية Artificial Neural Network، وبدء من الستينات حتى الثمانينات ساعد ظهور ثورة الجيل الخامس من الحاسبات في حدوث طفرة كبيرة في أبحاث الذكاء الاصطناعي (Haenlein & Kaplan, 2019).

وقد أدت هذه التطورات في علم الذكاء الاصطناعي إلى الاعتماد عليه - في الوقت الراهن- من قبل عدد من الشركات الكبرى، مثل: جوجل Google، وفيس بوك Facebook، وأمازون Amazon، وتسلا Tesla في أداء مهام متنوعة كالترجمة الآلية، والبحث التلقائي، والتشغيل الآلي للأجهزة المنزلية، والتنبؤ بقرارات المستهلكين، وتوقع احتياجاتهم، وتوجيه السيارات ذاتية القيادة (de Ridder, 2019). ومن المتوقع أن يزداد انتشار الذكاء الاصطناعي -خلال السنوات القليلة القادمة- وأن يصبح أكثر قدرة على تحليل البيانات واتخاذ القرارات، مما سيجعل كل شركة وكل موظف أذكي وأسرع وأكثر إنتاجية. وستتمكن خوارزميات الذكاء الاصطناعي من تحليل المليارات من الإشارات الواردة من شبكات التواصل الاجتماعي وكاميرات المراقبة وغيرها؛ لتوجيه الخدمات تلقائيا إلى العملاء الأكثر احتمالا لشراء منتج معين، كما سيتمكن من مساعدة الأطباء في تحديد أنواع الخلايا السرطانية أو التشوهات داخل الجمجمة (بنيوف، ٢٠١٧).

ومن المتوقع أن يسهم الذكاء الاصطناعي في إحداث طفرة كبيرة في كافة مناحي الحياة، فعلى سبيل المثال قدر مشروع أجرته واحدة من أكبر شركات الخدمات المهنية في العالم، وهي شركة برايس وتر هاوس كوبرز Price Waterhouse Coopers أن تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي يمكن أن تزيد الناتج المحلي العالمي بمقدار١٥.٧% تريليون دولار، أي بنسبة ١٤% بحلول ٢٠٣٠م (Rao & Verweij, 2017). كما توصلت دراسة أجراها معهد ماكينزي العالمي McKinsey Global Institute في الصين إلى أن التشغيل الآلي المعتمد على الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحدث تقدما ضخما في الإنتاجية من شأنه أن يضيف من ٠.٨ إلى ١.٤ نقطة مئوية لنمو الناتج المحلي الإجمالي سنويا (Barton et al., 2017).

ونظرا للمزايا الفريدة التي يتمتع بها الذكاء الاصطناعي، فقد تم التوسع في استخدامه في ميدان التعليم من خلال ما يعرف بنظم التدريس الذكية Intelligent Tutoring Systems بهدف سد الاحتياجات التي لا يمكن مواجهتها بالطرق التقليدية. وتعتبر هذه النظم نقطة تحول في علم التدريس في ظل التغير المتنامي للتكنولوجيا الحديثة؛ حيث توفر تدريس مواكب ومتجدد ومنفتح على العوالم الافتراضية (زايد، 2017). وتوفر نظم التدريس الذكية مزايا كثيرة للمتعلم منها إتاحة تفاعل المتعلم بصور ومستويات متنوعة، فتتيح له أن يتحكم في معدل تعلمه وفقا لقدراته واستعداداته، كما أنها تساعده على اكتساب الكثير من المهارات التي تحسن من جودة العملية التعليمية. وفي ضوء ذلك يمكن اعتبار

نظام التدريس الذكي نظام تعليمي متكامل يجمع بين أشكال عديدة من المثيرات التعليمية المكتوبة والمسموعة والمتحركة بشكل وظيفي لتحقيق المخرجات التعليمية (برسولي وعبد الصمد، 2019).

ولقد ظهر اهتماما كبيرا بنظم التدريس الذكية تمثل في عقد مؤتمرات دولية عديدة بهدف الاستفادة من إمكانات الذكاء الاصطناعي في التعليم، وقد تمكن فريق البحث الحالي من رصد أكثر من ١٧ مؤتمرا دوليا في عام ٢٠١٩ فقط حول توظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم، ومن الأمثلة على هذه المؤتمرات: المؤتمر الدولي العشرين حول الذكاء الاصطناعي في التعليم the 20th International Conference on Artificial Intelligence in Education, AIED المنعقد في شيكاغو بالولايات المتحدة الأمريكية في الفترة من ٢٥ إلى ٢٩ يونيو (Isotani et al., 2019). والمؤتمر الدولي للذكاء الاصطناعي والتعليم International Conference on Artificial Intelligence and Education الذي عقدته منظمة اليونسكو بالتعاون مع حكومة جمهورية الصين في بكين من ١٦ إلى ١٨ مايو (UNESCO, 2019). وقد أكدت هذه المؤتمرات على ضرورة تضمين التطبيقات الذكية والتفاعلية في السياق التعليمي بما يحقق نقلة نوعية لمستوى التعليم حول العالم، كما اقترحت مجموعة برمجيات ذكية تدعم المدارس والطلاب، وتقدم خدمات تعليمية تراعي الفروق الفردية وتحقق المساواة في التعليم.

ونتيجة للاهتمام الدولي بالذكاء الاصطناعي، قام المبرمجون حول العالم بتصميم المئات من برمجيات التعلم الذكي التي فاقت الحد في براعة إنتاجها، وتم إتاحة تلك البرامج من خلال عدد كبير من مواقع الشبكة العنكبوتية مثل: موقع أبل استور Apple Store، وموقعGoogle Play. ومن المتوقع أن يزداد الإنفاق على تصميم هذه النوعية من البرمجيات في المستقبل؛ حيث سيرتفع الإنفاق على برمجيات التعلم الذكي إلى ٢ مليار دولار أمريكي بحلول عام ٢٠٢٣م، وسيحدث نمو في سوق توظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم بنحو ٣٨% في الفترة من ٢٠١٨ إلى ٢٠٢٣، مما يعكس مقدار تنامي السوق العالمي لبرمجيات التعلم الذكي (Market Research Future, 2019).

وعلى الرغم من الاهتمام بتوظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم إلا أن هذا الاهتمام لم يصل بالدرجة المناسبة إلى ميدان التربية العلمية؛ حيث تركزت معظم الدراسات التي أجريت على مجال تكنولوجيا التعليم (مثل: عمر، ٢٠١٧؛ إبراهيم، ٢٠١٥؛ أحمد، ٢٠١٥)، كما أجريت دراسات في مجالات الجغرافيا (عبد الجابر، ٢٠١٤)، والإحصاء (كامل، ٢٠١٦)، وتعليم اللغة الإنجليزية (Cuiye, 2016). وقد أوصت هذه الدراسات بضرورة إدخال نظم التدريس القائمة على الذكاء الاصطناعي بؤرة اهتمام الباحثين؛ لإنتاج برمجيات تعلم ذكي تتناسب مع خصائص الطلاب الحالية والمستقبلية، واحتياجات بيئة التعلم الحديثة، وضرورة الاستفادة من إمكانيات وقدرات الذكاء الاصطناعي داخل المؤسسات التعليمية المختلفة؛ حيث يمكن استخدامها للقيام بمهام عديدة خاصة بالعملية التعليمية.

أما بالنسبة للتربية العلمية، فلا تزال الدراسات التي سعت إلى توظيف نظم التدريس القائمة على الذكاء الاصطناعي محدودة للغاية، فبالنسبة للدراسات العربية توصل فريق البحث إلى دراسة واحدة، وهي دراسة سلامة (٢٠١٦) التي استهدفت تطوير برنامج تعلم إلكتروني قائم على النظم الخبيرة لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير وحل المشكلات في مقرر الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية في البحرين. أما على المستوى العالمي فقد تم إجراء عدد من الدراسات، منها دراسة أورلاندو وزملائه Orlando et al. (2019) التي استهدفت استخدام بيئة تدريس ذكية تتكامل مع علم الروبوت robotics لتنمية مهارات حل المسائل الفيزيائية. كما قام صالحين وزملاؤه Saleheen et al. (2018) بتصميم

مساعد تدريس ذكي للمعمل الافتراضي Virtual Open Laboratory Teaching Assistant (VOLTA) يقوم بتقديم الإرشادات المعملية، وأفلام الفيديو الخاصة باستخدام الأدوات المعملية، ويحاكي تصميم الدوائر الكهربائية، ويشخص المشكلات التي يقع فيها الطلاب، وتوصلت الدراسة إلى أن المساعد الذكي أكثر فاعلية من المساعد البشري في توجيه الطلاب أثناء العمل المعملي، كما توصلت الدراسة إلى حدوث نمو في اتجاهات الطلاب الإيجابية نحو المساعد الذكي VOLTA.

علاوة على الدراسات التجريبية، قام عدد من الباحثين بتوظيف الذكاء الاصطناعي في عمليات تقويم تعلم العلوم، فعلى سبيل المثال قام سن وآخرون Sen et al. (2018) باستخدام الآلات الذكية؛ لإعداد سلسلة من الإيضاحات البصرية العلمية التي تتضمن عدد من المشكلات بهدف قياس الطلاقة الإدراكية Perceptual Fluency، وقد توصلت الدراسة إلى أن سلسلة الإيضاحات التي أنتجتها الآلات الذكية تفوقت تماما على تلك التي تم انشاؤها بواسطة الخبراء. كما قام كليبانوف وزملائه Klebanov et al. (2017) باستخدام البرمجيات الذكية لمعالجة اللغات الطبيعية Natural Language Processing في تقييم كتابات الطلاب التأملية حول القيمة الوظيفية للعلم، وقد توصلت الدراسة إلى أن الكتابة التأملية أداة ذات فاعلية في زيادة دافعية الطلاب نحو مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات Science, Technology, Engineering and Math (STEM).

وهدفت دراسة هاسبون وزملائه Hasibuan et al. (2019) إلى الكشف عن أنماط التعلم لدى الطلاب بطريقة آلية من خلال التعرف على معلوماتهم السابقة حول أحد القضايا ثم تحليل تلك المعلومات باستخدام شبكة أعصاب صناعية Artificial Neural Network. واستخدم أكغون وديمير Akgün and Demir (2018) شبكة الأعصاب الصناعية في التنبؤ بتحصيل الطالب المعلم في مقرري التربية العلمية والتكنولوجية I وII من خلال إدخال بيانات متنوعة للنظام تشمل الجنس، ونوع التعليم، ومجال الدراسة في المرحلة الثانوية، ودرجات الطلاب في ١٤ مقرر تم دراستهم مسبقا، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية أن دقة التنبؤ يمكن اعتبارها جيدة جدًا بالنسبة للعلوم الاجتماعية.

ومن بين المشروعات التي أجريت لتوظيف الذكاء الاصطناعي في تدريس العلوم استخدام برنامج IBM المرشد للمعلم IBM's Teacher Advisor Program بهدف تقديم المساعدة الذكية للمعلم في البحث عن خطط الدروس والأفلام والمعلومات التي تساعده في تدريس مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM، وتحقق للمتعلم أقصى استفادة من الأنشطة العلمية (Noonoo, 2017). كما تم إعداد مشروع لتطوير معمل كهرباء افتراضي Virtual Power Laboratory (VPL) يعتمد على نظام تدريس ذكي يتتبع الطلاب ويراقب تصرفاتهم داخل المعمل الافتراضي، كما يجيب عن تساؤلاتهم ويوجههم أثناء أداء كافة المهام. وقام جونج وفريقه البحثي Gong et al. (2016) بتنفيذ هذا المشروع بتمويل من المؤسسة الوطنية للعلوم National Science Foundation (NSF) بهدف التقليل من نفقات إنشاء معامل الفيزياء، وضمان سلامة الطلاب الذين يتعاملون مع مصادر الجهد العالي، والتغلب على نقص مشرفي المعامل.

وتشير الأهمية الكبيرة للذكاء الاصطناعي والاهتمام العالمي به إلى ضرورة توظيفه في تصميم نظم ذكية لتدريس الموضوعات التي يعاني الطلاب من صعوبة كبيرة أثناء تعلمها؛ نظرا لطبيعتها المجردة، ولصعوبة إجراء تجاربها معمليا، ويأتي على رأس تلك الموضوعات التفاعلات النووية.

ولعل موضوع التفاعلات النووية من الموضوعات التي تتطلب فهما عميقا للمفاهيم والمعلومات المتضمنة به، وذلك لان مفاهيم التفاعلات النووية تعتبر من المفاهيم المجردة التي ترتبط بتكوينات غير مرئية والتي لا يمكن استيعابها دون فهم العلاقات المتبادلة بين تلك التكوينات. ولكي يتمكن الطالب من فهم التفاعلات النووية والظواهر المرتبطة بها لابد من بناء تصور ونماذج ذهنية تسمح للطالب بتخيل هذه التكوينات غير المرئية. مما يتطلب وضع الطالب في بيئة تعلم تفاعلية تسمح له بتخيل ومحاكاة هذه التكوينات، وتحويلها من صور حسية إلى صور مجردة في عقله (الحافظ وحسين، ٢٠١٦).

ويسهم تحقيق الفهم العلمي لدي الطلاب في خلق أجيال واعية، ومدركة لما يدور حولها وقادرة على التصرف في محدثات الأمور، فلهذا بات تحقيق الفهم العميق هدفا رئيسا من أهداف التربية العلمية تسعي المؤسسات التربوية لتحقيقه وتنميته لدي الطالب طوال حياته حتى يتمكن من التعامل مع الأمور والمتناقضات في القضايا الفكرية والعلمية والأخلاقية بطريقة ناضجة وواضحة (خلاف، ٢٠١٦).

ويتحقق الفهم العلمي السليم لدي الطالب عندما ينغمس في تفسيرات متعمقة حول موضوع التعلم، وتتطلب منه طرح التساؤلات ومراجعة المعرفة وبناء الأفكار، واستدعاء المعرفة السابقة أثناء أدائه لمهام حقيقية سياقية، وهنا تحدث عمليات تفاعلية بين المعلم وطلابه، وكما أن ما يوفره المعلم من تغذية راجعة لطلابه تؤدي إلى تعميق الفهم لديهم. كما أنه يمكن تنميته لدي الطلاب من خلال بيئات تعلم تفاعلية وفعالة تقوم بدور مؤثر في تذكر وفهم عناصر المحتوي وابتكار الأشكال والتشبيهات وتكوين صور عقلية وطرح التساؤلات، وإحداث معالجات عميقة متمثلة في عمليات فهم المعاني، وتحديد المبادئ والأفكار واستخدام الأدلة والبراهين (الجهوري، ٢٠١٢).

كما أن الطالب المتبني لأسلوب الفهم العميق في التعلم يكون مدفوعا باهتمام داخلي بموضوع التعلم، ويتسم بالثقة بما لديه من معلومات، وتزداد رغبته في البحث عن المعني واستخدام التشابه والتماثل في وصف الأفكار بصورة متكاملة وربط الأفكار الجديدة بالخبرات السابقة، واستخدام الأدلة والبراهين في تعلمه. وذلك بعكس الطالب الذي يعتمد على الفهم السطحي في تعلمه فيكون مدفوعا بأشكال مختلفة من الدافعية الخارجية، والتي تعزز بالخوف من الفشل لإشباع متطلبات التقييم، مع ما يرافقها من مشاعر سلبية وقلق في مواقف التقييم المختلفة (جديد، ٢٠١٠).

وقد حظي موضوع تنمية الفهم العميق لدي الطلاب -في الفترة الأخيرة- باهتمام كبير في بحوث التربية العلمية، إلا أن واقع تدريس الكيمياء في المرحلة الثانوية لازال يركز على المعرفة التي يكتسبها الطالب دون النظر إلى كيفية معالجتها وتنظيمها داخل بنيته المعرفية. هذا إلى جانب وجود فجوة كبيرة بين قدرة الطالب على تعلم المبادئ والمفاهيم الأساسية للكيمياء، وقدرته على تطبيق هذه المبادئ والمفاهيم في سياقات جديدة تعكس فهمه لما تعلمه، ولعل هذا يتفق مع ما أشارت إليه دراسة هاني والدمرداش (٢٠١٥) والتي توصلت إلى تدني مستويات الفهم العميق لدي طلاب المرحلة الثانوية، وقد أرجعت السبب في ذلك هو الشكل المجرد التي تقدم به الوحدات الدراسية، وأنها تفتقد كثير من الحيوية وتتسم بالجمود.

كما أوضحت دراسة حافظ (٢٠١٤) أن هناك مشكلات تعوق إدراك الطلاب لمفاهيم علم الكيمياء، مثل: اعتماد الطلاب على أسلوب الحفظ بدلا من البحث عن كيفية بناء معانيهم الخاصة ببنية المادة المتعلمة، وعدم إدراك العلاقات المطلوبة لاستيعاب المفاهيم المطروحة، وفشل طرائق التدريس التقليدية في تقديم المفاهيم الكيميائية والعلاقات بينها، مما يسبب في تدني الفهم العلمي لهذه المفاهيم، وتشوه النماذج العقلية لديهم، والتي تستخدم لوصف عمليات الفهم. ودراسة البعلي وصالح (٢٠١١) والتي أوضحت أن

هناك قصورا في أبعاد الفهم العميق لدي طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الكيمياء، وذلك لتركيز عملية التدريس الحالية على المعارف والمفاهيم الكيميائية التي يكتسبها الطلاب دون التركيز على استيعابهم للتطبيقات العلمية لهذه المفاهيم، وحل كافة المشكلات الكيميائية، وهذا بدوره لا يمكن أن يسهم في حدوث تعلم ذي معني أو يساعد في تنمية الفهم العميق.

بالإضافة إلى أهمية تنمية الفهم العميق لدى الطلاب، فإن تنمية مهاراتهم وقدراتهم في البحث والتعلم الذاتي تُعد من متطلبات تطبيق تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي. فقد مكنت التطورات في تكنولوجيا التعليم الأفراد من الوصول إلى المعلومات من خلال بيئات تعليمية أكثر مرونة وفرص تعليمية جديدة، يستطيع الطلاب من خلالها إدارة تعلمهم وفقًا لتفضيلاتهم التعليمية واهتماماتهم وقدراتهم، واكتساب المزيد من المعرفة حول القضايا الاجتماعية والثقافية والمهنية. كما إن فرص التعلم الجديدة هذه تعني أنه لا يمكن حصر التعلم في المؤسسات التعليمية الرسمية؛ لأن التعلم خارج المدرسة سيكون أكثر فعالية في حياة المتعلمين من التعليم الرسمي (Gündüz & Selvi, 2016).

فنظام التعليم التقليدي غير مجهز لغرس مهارات التعلم مدى الحياة في الطلاب (Golightly & Guglielmino, 2015)، لذا تحتاج مؤسسات التعليم والمدارس إلى إعداد المتعلمين للمشاركة في ممارسات التعلم الذاتي، ليس فقط لتحسين مهاراتهم التعليمية وتعزيزها، ولكن أيضًا لإعدادهم للتعلم مدى الحياة خارج جدران المؤسسة.

ويهدف التعلم الذاتي إلى مواكبة التطور المعرفي والاستفادة من المستحدثات التكنولوجية الحديثة في التعلم والتعليم، بحيث يراعي ما بين المتعلمين من فروق فردية، وتقديم تعليماً يتناسب واحتياجاتهم الخاصة وقدراتهم، وزيادة قدرة المتعلم على تحمل المسئولية في تعلمه، ومساعدته ليصبح متعلماً مستقلاً، سواء بتوجيه مباشر، أو غير مباشر من المعلم من خلال التكنولوجيا الرقمية والهواتف المحمولة وتطوير البرمجيات الذكية (Sumuer, 2018; Curran et al., 2019).

ويوصى دى تويتبريتس Du Toit-Brits (2019) بأن يقوم المعلمون بتحويل بيئاتهم التعليمية إلى بيئات تعليمية موجهة ذاتياً عن طريق ممارسة تعليم جيد من خلال: تحفيز الطلاب ليس فقط على التعلم، ولكن تعليمهم كيفية التعلم بطريقة مناسبة وذات مغزى، وتبادل حبهم للموضوعات مع الطلاب، وتشجيع الاستقلال في التعلم، وتنفيذ مناهج التدريس التي تتطلب من الطلاب أن يتعلموا بنشاط من خلال تحمل المسؤولية، وإظهار التوقعات الإيجابية من تعلم الطلاب وتشجيعهم على الانخراط في التعلم الذاتي.

ويعد التوجه نحو الاهتمام بالقابلية للتعلم الذاتي لدى المتعلمين من الموضوعات المهمة، ويبدو أن هناك حاجة ملحة في ظل التطورات السريعة المتلاحقة في ظل التكنولوجيا التي فرضت طبيعتها وطبيعة استخدامها إلى تعزيز القابلية للتعلم الذاتي.

واستخلص بارثولوميو Bartholomew (2017) من خلال مراجعته للدراسات ذات الصلة منذ عام ٢٠٠٠ سمات المتعلم ذو القابلية للتعلم الذاتي وهي: رغبة قوية في التعلم والفضول، مستوى عالي من الكفاءة الذاتية، وقدرة على دمج استراتيجيات التعلم، والدافعية الذاتية، ومهارات إدارة الوقت، والقدرة على وضع أهداف التعلم، والابداع.

ويختلف الطلاب في درجة توافر السمات السابقة، ويقال إن القابلية للتعلم الذاتي موجود على طول سلسلة متصلة، وتنتهي هذه السلسلة بطرفين، أحدهما يمثل الاعتماد التام على النفس، ويمثل الطرف الآخر الاعتماد على الآخرين، بحيث أن كل فرد يمكن تمثيله بنقطة على البعد الذي يصل بين الطرفين لتحديد درجة معينة من القابلية للتعلم الذاتي (Asfar & Zainuddin 2015).

وحاولت بعض الدراسات القليلة تنمية القابلية للتعلم الذاتي ومنها دراسة كاياكان واكتيم Kayacan and Ektem (2019) التي توصلت إلى تأثير ممارسات مختبرات البيولوجيا التي تدعمها استراتيجيات التعلم ذاتية التنظيم على القابلية للتعلم الذاتي ومواقف طلاب الفرقة الثانية بكلية التربية تجاه التجارب العلمية في البيئات المختبرية. كما أشارت دراسة عطيفي (٢٠١٤) إلى فعالية أسلوب الحقائب التعليمية في تنمية القابلية للتعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

ونظرا للمشكلات التي تواجه تعليم الكيمياء بصفة عامة، والكيمياء النووية بصفة خاصة، وفى ضوء التوجهات العالمية التي تدعو إلى تمكين الطلاب من إدارة تعلمهم وفقًا لتفضيلاتهم واهتماماتهم وقدراتهم، فإن فريق البحث يرى ضرورة استخدام بيئات تعلم ذكية تساهم في تنمية فهم الطلاب العميق للمفاهيم والمبادئ الكيميائية، وتنمى قابليتهم للتعلم الذاتي. وفي ضوء ذلك، يسعى البحث الحالي إلى بناء نظام تدريس قائم على الذكاء الاصطناعي بهدف تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية وقابلية للتعلم الذاتي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

مشكلة البحث:

حُددت مشكلة البحث الحالي في "تدني مستوي الفهم العميق للتفاعلات النووية لدي طلاب المرحلة الثانوية، وضعف قابليتهم للتعلم الذاتي". وللتصدي لهذه المشكلة يحاول البحث الإجابة عن السؤال التالي: "ما فاعلية نظام تدريس قائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي لدي طلاب المرحلة الثانوية؟" ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي لتدريس التفاعلات النووية لطلاب المرحلة الثانوية؟
٢. ما فاعلية نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية لدى طلاب المرحلة الثانوية؟
٣. ما فاعلية نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية القابلية للتعلم الذاتي لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

هدف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

- تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية لدى طلاب المرحلة الثانوية الثانوي باستخدام نظام تدريس قائم على الذكاء الاصطناعي.
- تنمية القابلية للتعلم الذاتي لدى طلاب المرحلة الثانوية باستخدام نظام تدريس قائم على الذكاء الاصطناعي.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على:

- مجموعة من طالبات الصف الأول الثانوي بمدرستي يوسف السباعي الثانوية بنات والمرج الثانوية بنات.
- وحدة "الكيمياء النووية" من وحدات منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي.
- أبعاد القابلية للتعلم الذاتي المناسبة لطلاب الصف الثانوي (القابلية للاستمتاع بالتعلم الذاتي، وتحمل مسؤولية التعلم، والقابلية لإدارة الذات، والقابلية للتعامل مع التكنولوجيا الحديثة، والوعي بأهمية التعلم الذاتي).
- بعض مستويات الفهم العميق (الشرح، والتفسير، والتطبيق، وتحليل المنظور، والتقمص العاطفي، ومعرفة الذات).

مصطلحات البحث:

- نظام تدريس قائم على الذكاء الاصطناعي Intelligent tutoring system: هي بيئة تعليمية يتم خلالها محاكاة سلوك المعلم وعمليات تفكيره أثناء تدريس وحدة الكيمياء النووية. ويتم اتخاذ القرارات بناء على تعرف احتياجات المتعلم ونمط تعلمه وخصائصه الفردية، والتشخيص الذكي لنقاط الضعف والقوى لديه، وتتبع مسارات تصفحه وكيفية تنقله داخل البيئة التعليمية.
- الفهم العميق Deep Understanding: هي العمليات العقلية التي تعتمد على قدرة المتعلم على أن يشرح ويفسر ويطبق المفاهيم العلمية ويكون وجهات نظر ناقدة لما يطرح عليه من موضوعات وأفكار من خلال عملية عقلية يطلق عليها المنظور، بالإضافة إلى قدرة الطالب على الإدراك بحساسية المفاهيم، وإدراك العالم من وجهة نظر الأخر من خلال عملية تعرف بالتعاطف وأيضا معرفة الذات ووعيه الذاتي على تحديد ما يفهمه وما لا يفهمه من موضوعات وأفكار. ويقاس من خلال الدرجة الكلية التي يحصل عليها في اختبار الفهم العميق المستخدم في هذا البحث.
- القابلية للتعلم الذاتي Self-Directed Learning Readiness: هي إقبال المتعلم مدفوعا برغبته الذاتية للاستمتاع بالتعلم الذاتي، وتحمل مسؤولية تعلمه وإدارة ذاته، والتعامل مع التكنولوجيا الحديثة، والوعي بأهمية التعلم الذاتي، من خلال مجموعة المواقف والأنشطة التي يمر بها، من أجل تحقيق الأهداف التعليمية. ويقاس من خلال الدرجة الكلية التي يحصل عليها في مقياس القابلية للتعلم الذاتي المستخدم في هذا البحث.

مجتمع البحث والتصميم التجريبي:

المجتمع المستهدف للبحث طلاب الصف الأول الثانوي، وتكونت مجموعة البحث من ٦٥ طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي، وتم استخدام تصميم المجموعة الضابطة ذات الاختبار القبلي والبعدي Pre-test/Post-test control group design، والذي يتضمن مجموعة تجريبية، ومجموعة ضابطة، ويوضح جدول ١ التصميم التجريبي للبحث:

جدول ١

التصميم التجريبي للبحث

المجموعة	التطبيق القبلي	المعالجة	التطبيق البعدي
التجريبية	• اختبار فهم التفاعلات النووية • مقياس القابلية للتعلم الذاتي	نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي	• اختبار فهم التفاعلات النووية • مقياس القابلية للتعلم الذاتي
الضابطة		الطريقة التقليدية	

فروض البحث:

١. يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار فهم التفاعلات النووية لصالح المجموعة التجريبية.

٢. يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار فهم التفاعلات النووية لصالح التطبيق البعدي.

٣. يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي لصالح المجموعة التجريبية.

٤. يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي لصالح التطبيق البعدي.

أهمية البحث:

قد يفيد هذا البحث كلاً من:

- مخططي مناهج الكيمياء: حيث يقدم لهم نظام لتدريس الكيمياء النووية قائم على الذكاء الاصطناعي.
- مقومي مناهج الكيمياء: حيث يقدم لهم اختبارًا لقياس الفهم العميق للتفاعلات النووية، كما يقدم لهم مقياسا لقياس قابلية طلاب المرحلة الثانوية للتعلم الذاتي.
- الطلاب: حيث أنها تقدم نظام تعلم ذكي يقدم الخبرات التعليمية بما يتناسب مع قدرات كل طالب وإمكاناته وخطوه الذاتي.

الإطار المعرفي للبحث

المحور الأول- نظم التدريس القائمة على الذكاء الاصطناعي:

شهد علم الذكاء الاصطناعي -في الفترة الأخيرة- طفرة كبيرة حققت أثارا مهمة في مستقبل البشرية؛ حيث تمكن الإنسان بفضل الذكاء الاصطناعي من تصميم آلات تشارك الإنسان في سلوكيات توصف بأنها ذكية، وبذلك تستطيع اتخاذ قرارات موضوعية بعيدة عن الانحياز، وتقديم حلول تتسم بالدقة والكفاءة والسرعة للمشكلات المعقدة. ولقد بات الذكاء الاصطناعي جزءا من حياة الإنسان اليومية بدء من الهواتف الذكية إلى أجهزة المساعدة الإلكترونية مرورا بالآليات ذاتية القيادة، وتشخيص الأمراض ووصف الأدوية، والاستشارات القانونية والمهنية، والمجالات الأمنية والعسكرية. كما تم التوسع في استخداماته لتشمل عددا كبيرا من مجالات الحياة، والتي من بينها: التمويل، والأمن القومي، والرعاية الصحية، والعدالة الجنائية، والنقل، والمدن الذكية.

ويوجد عديد من التعريفات التي تناولت مفهوم الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence، والتي تتوحد في مضمونها، وتختلف في ألفاظها، فيرى شيونغ Xiong (2019) أن الذكاء الاصطناعي يشير إلى قدرة أجهزة الكمبيوتر على التفكير كالبشر، فهو مجال شامل يدمج حدود علوم الكمبيوتر والإحصاء وعلم الأعصاب والعلوم الاجتماعية بهدف تصميم برمجيات يمكن أن تحل محل الإنسان في الإدراك والتحليل واتخاذ القرارات. ويعرفه تشاو ووليو Zhao and Liu (2019) بأنه دراسة قواعد أنشطة الذكاء البشري بهدف بناء نظم اصطناعية تمكن الحاسوب من أداء المهام التي تحتاج إلى ذكاء. بينما يعرفه كريستي ودي غراف Christie and de Graaff (2017) بأنه تقنية حديثة تهدف إلى إنشاء أنظمة حاسوبية تقدم سلوكيات ذكية وقابلة للتكيف مع طبيعة المشكلات التي تواجهها، مع القدرة على التعلم من بيئتها، تمامًا مثل البشر.

ومن خلال دراسة الفريق البحثي لتعريفات متنوعة لمفهوم الذكاء الاصطناعي، أمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه: "أحد فروع علم الحاسب الآلي التي تختص بتصميم البرمجيات التي تستطيع محاكاة القدرات العقلية للإنسان وأنماط عملها؛ مثل: القدرة على التعلم، وحل المشكلات المعقدة، والتخطيط، والاستنتاج، واتخاذ القرارات، والإدراك الحسي، والتواصل. وتساعد هذه القدرات الآلات الذكية على القيام بمهام جديدة لم يبرمج عليها بدون تدخل العامل البشري".

وبالرغم من محاولة محاكاة الذكاء الاصطناعي للذكاء الإنساني إلا أن التعريفات السابقة تشير إلى وجود مجموعة من الفروق الجوهرية بينهما، ويحدد (Balinggan, 2019; Gómez, et al., 2018) هذه الفروق من خلال جدول ٢ التالي:

جدول ٢

مقارنة بين الذكاء الاصطناعي والذكاء الإنساني

الذكاء الاصطناعي	الذكاء الإنساني
- يعمل عبر إدخال معلومات رمزية	- يستفيد من الخبرة الحسية المباشرة
- يستخدم الخوارزميات لحل المشكلات	- يستخدم المنطق لحل المشكلات
- أكثر ثباتا بسبب ثبات أجهزة الحاسوب	- غير مستقر لأنه معرض للتلف بسبب النسيان
- يقوم باتخاذ قرارات معقدة بموضوعية أكبر	- يتخذ قرارات أقل تعقيدا وبموضوعية أقل
- سهولة توزيعه ونسخة إلى أجهزة أخرى	- صعوبة نقل الذكاء من شخص لآخر
- أقل تكلفة من توفير بشر أصحاب ذكاء	- ارتفاع تكلفة القوى البشرية الذكية
- أسرع وأدق وأكثر كفاءة	- أقل سرعة ومن المحتمل أن يكون أقل دقة
- يسهل مراقبته عن طريق متابعة نشاط النظام	- يصعب مراقبة نشاط البشر ومتابعة تفكيرهم
- أقل من المتوسط في المهارات الاجتماعية	- أكثر تمكنا من المهارات الاجتماعية
- لا يزال غير قادر على الوعي بالذات	- يمتلك الوعي بالذات

ويتفاعل الذكاء الإنساني مع الذكاء الاصطناعي من خلال عملية تعرف بهندسة المعرفة Knowledge Engineering، والتي يتم خلالها انتقال المعلومات من الخبراء إلى الحاسوب لتحدث لها عمليات المعالجة، وتعود المعلومات الجديدة مرة أخرى للإنسان. وتتم هندسة المعرفة خلال خمس مراحل رئيسية حددها (Joram et al., 2017; Simões-Marques & Figueira, 2018) فيما يلي:

١- اكتساب المعرفة Knowledge Acquisition: يتم خلالها تخزين قاعدة بيانات كبيرة داخل برمجية الذكاء الاصطناعي من مصادر متنوعة تتضمن الخبراء والمصادر الأخرى كالكتب والمستندات

وأجهزة الاستشعار. وقد تكون تلك المعرفة مرتبطة بالمجال المعرفي للمشكلة أو بإجراءات حل المشكلات.

٢- تمثيل المعرفة knowledge Representation: تقوم خلالها برمجية الذكاء الاصطناعي بتنظيم المعرفة المكتسبة مسبقاً لتصبح جاهزة للاستخدام. وتتضمن هذه العملية تشفير المعرفة، وإعداد خرائط المعرفة، والتعامل مع المفاهيم المجردة وعلاقتها ببعضها.

٣- التحقق من صحة المعرفة Knowledge Validation: تقوم البرمجية بإجراء عمليات اختبار لصحة المعرفة للتأكد من جودتها. وعادة ما يتم عرض نتائج عمليات الاختبار على الخبراء للتأكد من دقة النظام الذكي.

٤- الاستدلال Inferencing: تقوم برمجية الذكاء الاصطناعي بالاستقراء والاستنباط لبناء مستويات أعلى من المعرفة يمكن استخدامها في حل المشكلات حتى في حالة عدم توافر كافة البيانات اللازمة، وكذلك التعامل مع البيانات التي يناقض بعضها البعض الآخر.

٥- التفسير والتبرير Explanation and Justification: يتم فيها تقديم المعرفة الجديدة التي تمثل حل المشكلة باستخدام طرق عرض مناسبة كالطرق البصرية أو السمعية مع إمكانية تفسير تلك المعرفة، مثل: عرض كيفية توصل النظام الذكي لاستنتاج معين.

ولقد تم توظيف المراحل الخمس السابقة في حل مختلف المشكلات في مجموعة واسعة من مجالات الحياة، شملت النظم الخبيرة Expert Systems التي تقوم بدور الخبراء في مجال معين، ومعالجة اللغات الطبيعية Natural language processing بهدف فهم لغات البشر المكتوبة ثم المنطوقة، وتعرف الكلام وفهمه وتوليده حاسوبيا، والتعلم الآلي Machine Learning الذي يسعى إلى تعديل سلوك الآلات بناء على الخبرات التي يتم التعرض لها، والرؤية الحاسوبية Computer Vision التي تقوم بإدراك المواد البصرية، والشبكات العصبية الصناعية Artificial Neural Network وهي خوارزميات تحاكي الطريقة التي يؤدي بها دماغ الإنسان مهمة معينة، والألعاب الاستراتيجية Strategic Games وفيها يكون الحاسوب ندا يصعب التغلب عليه كما في لعبة الشطرنج (Corea, 2019).

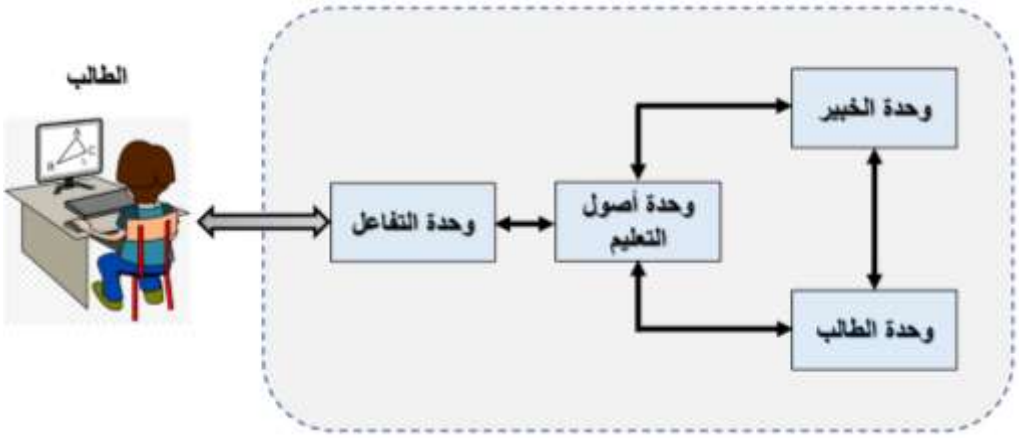
علاوة على المجالات السابقة، تعتبر نظم التدريس الذكية Intelligent Tutoring Systems أحد أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي حظيت باهتمام كبير في الفترة الأخيرة. وتعد نظم التدريس الذكية أحد أشكال صناعة تكنولوجيا التعليم التي تمر في مراحل تطويرية ووفق معايير تصميمية. وتعرف برسولي وعبد الصمد (٢٠١٩) نظم التدريس الذكية بأنها أنظمة تربوية مدارة بالحاسب ومبنية على الذكاء الاصطناعي، وتستخدم المنطق والقواعد الرمزية Symbolic, Logic, and Rules بهدف محاكاة المعلم البشري في سلوكه وقرارته في المواقف التعليمية، ولا تعتمد هذه الأنظمة فقط على تدريس الحقائق والمعارف الإجرائية، لكنها بالإضافة إلى هذا تعلم الطالب مهارات التفكير وحل المشكلات، مما يجعلها مناسبة بدرجة كبيرة لأغراض التعليم المختلفة. ويتفق كامل (٢٠١٦) مع هذا التعريف؛ حيث يعرفها بأنها أنظمة تعليم بالحاسب الآلي توظف تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتطوير برامج تعليمية إلكترونية تكون قادرة على محاكاة المعلم البشري في تفاعله مع الطالب. ويرى أتكينسون Atkinson (2016) أنها أحد علوم الحاسب الآلي التي تهتم بإعداد برامج تعليمية قائمة على تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي؛ حيث يمكنها تشخيص حالة المتعلم، وتقييمه، ومتابعته بطريقة تحاكي المعلم البشري في تعامله وتفاعليه.

ويعرف فريق البحث الحالي نظم التدريس القائمة على الذكاء الاصطناعي بأنها: "بيئات تعليمية مدارة باستخدام الذكاء الاصطناعي، يتم خلالها محاكاة سلوك المعلم وعمليات تفكيره أثناء تدريس وحدة

الكيمياء النووية. ويتم اتخاذ القرارات بناء على تعرف احتياجات المتعلم ونمط تعلمه وخصائصه الفردية، والتشخيص الذكي لنقاط الضعف والقوة لديه، وتتبع مسارات تصفحه وكيفية تنقله داخل البيئة التعليمية". ومن خلال تحليل التعريفات السابقة وغيرها من التعريفات، يمكن التوصل إلى مجموعة من السمات التي تتميز بها نظم التدريس الذكية، ومن هذه السمات:

- التعلم الذاتي من خلال اتاحة مداخل تختلف حسب مستوى الطالب وقدراته ومعدل تقدمه.
- تشخيص متى وكيف أخطأ المتعلم من أجل تقديم التغذية الراجعة المناسبة له.
- تنوع الحوار بين الحاسوب والطالب باستخدام اللغة المكتوبة والمسموعة.
- يتغير تتابع موضوعات المحتوى العلمي وفقا لاستجابات كل متعلم.

ويمكن إرجاع السمات التي تتميز بها نظم التدريس الذكية إلى مجموعة المكونات الرئيسية التي تمثل الأساس في بناء برمجياتها، وطبيعة التفاعلات التي تحدث بين تلك المكونات، ويحدد (Alawar & Abu Naser, 2017; Al-Shawwa et al., 2019; AbuEl-Reesh & Abu-Naser, 2018) هذه المكونات على النحو التالي:



شكل١. المكونات الرئيسية لنظم التدريس الذكي (Alawar & Abu Naser, 2017).

- وحدة الخبير Expert Module: تعتبر الدعامة الأساسية لنظم التدريس الذكية؛ حيث يخزن محتوى المنهج المراد تدريسه من حقائق ومفاهيم واستراتيجيات حل المشكلات، ولذلك يطلق على هذه الوحدة "قاعدة المعرفة"، ويستخدم النظام تلك المعرفة في توليد التوضيحات، وتقديم الإجابات المناسبة لأسئلة الطالب، والتصحيح المتزامن للحلول خطوة بخطوة.
- وحدة الطالب Student Module: تخزن المعلومات الشخصية والعلمية لكل طالب، وتتعقب مسار تنقله وتفاعله مع النظام، وتحدد أجزاء المحتوى التعليمي التي قد تعلمها أو لم يتعلمها بعد.
- وحدة أصول التعليم Pedagogy Module: وتتضمن أساسيات التعلم التي يجب اتباعها أثناء التدريس وتطبيق الاختبارات، وتحتوي وحدة أصول التعليم على استراتيجيات تدريس مختلفة ومتنوعة؛ بحيث تقابل احتياجات وأنماط الطلاب المختلفة بناء على المعلومات الواردة من وحدة الطالب، مما يدعم ويؤكد مبدأ التدريس الفردي الفعال بدرجة كبيرة.
- وحدة التفاعل User Interfaces Module: وتمثل الجزء الذي يدركه الطالب ويتعامل معه مباشرة، وتعتبر نافذة التحاور والترابط بين الطالب والنظام، ويتيح للطالب التفاعل مع الوحدات

الأخرى للنظام التعليمي الذكي (وحدة الخبير، وحدة الطالب، وحدة أصول التعليم). وتستخدم واجهة التفاعل كل الأساليب والوسائل وأنماط الحوار التفاعلية التي توفرها التكنولوجيا الحديثة، مثل: العروض الرسومية، والأصوات، والنصوص، والقوائم، واللغة الطبيعية، وغيرها.

ولقد أدت السمات والمكونات الفريدة التي تتمتع بها نظم التدريس الذكية إلى امتلاكها لعدد من المزايا والإمكانات التي تجعلها منافسا قويا لنظم التدريس التقليدية؛ حيث تتيح قدرا كبيرا من التفاعلية بين المتعلم والبرمجية، كما تجيب عن كافة استفساراته وتساؤلاته، وتنبهه إلى أخطائه وتصحح مسارات حله للمشكلات، ويرى إردمير Erdemir (2019) أن نظم التدريس الذكية ذات أهمية كبيرة بالنسبة لتعليم العلوم؛ نظرا لأنها تقضي على المشكلات المتعلقة بتباين قدرات المتعلمين وساعات الدراسة غير الكافية للبعض مما يساعد في تحقيق تكافؤ الفرص التعليمية، كما أنها تمنح المتعلمين الوقت للممارسة ومناقشة الموضوعات العلمية الأعمق مما يزيد من ميول الطلاب نحو دراسة العلم.

ويضيف ليون وزملائه Rodriguez et al. (2017) إلى ذلك أن الذكاء الاصطناعي يسهم في أتمتة Automation مهام التدريس أي جعل عملية التدريس تتدفق بطريقة آلية، كما أنها توجه التعلم نحو ملائمة الشخصية المتفردة لكل متعلم، واكتشاف الموضوعات التي تحتاج إلى تعزيز في الفصل، وإرشاد ودعم الطلاب خارج الفصل، واستخدام البيانات التي يتم جمعها في اتخاذ قرارات ذكية تدعم تعلم الطلاب. ويشير ريفر وكويدينجر Rivers and Koedinger (2017) إلى أن نظم التدريس الذكية تعتبر مصادر قوية لتحسين عملية التعليم والتعلم؛ حيث أنها قادرة على توفير معلم افتراضي مدرب تدريبا كاملا وله خصائص إنسانية، علاوة على أنه قادر على التفاعل مع المتعلم في كل مكان وفي أي وقت.

ولقد أثبتت نتائج الدراسات أهمية توظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم لتحقيق مخرجات تعلم عديدة؛ حيث توصلت الدراسات إلى فاعلية استخدام نظم التدريس الذكية في تنمية التحصيل الدراسي (عبد الجابر، ٢٠١٤؛ سلامة، ٢٠١٦)، ومهارات التفكير وحل المشكلات (إبراهيم، ٢٠١٥؛ سلامة، ٢٠١٦)، وحل المسائل الفيزيائية (Orlando et al., 2019)، ومهارات اتخاذ القرار (إبراهيم، ٢٠١٥)، ومهارات التفكير الناقد (عبد الجابر، ٢٠١٤)، والاتجاه نحو مساعد التدريس الذكي (Saleheen et al., 2018)، ومهارات إدارة الفصول الإلكترونية (أحمد، ٢٠١٥).

ونظرا للمزايا الفريدة التي تتمتع بها نظم التدريس الذكية، فقد بذل المبرمجون حول العالم جهودا كبيرة لابتكار أنماط عديدة منها، والتي تشمل: النظم التكيفية Adaptive Systems، ونظم الخبراء Expert Systems، والتعلم التلقائي Automatic Learning، والوكلاء الأذكياء Intelligent Agents، وغير ذلك من نظم التدريس الذكية التي تحمل إمكانات وقدرات واعدة بالنسبة لمجال التعليم (Verma, 2018). ولقد جرت عدد من المحاولات الميدانية لتوظيف هذه الأنماط في عدد من الدول حول العالم، ويعرض تشاو وليو Zhao and Liu (2019) لبعض من هذه المحاولات فيما يلي:

- منصة التعليم التكيفي استراليا أونلاين Australia Online Adaptive Education Platform: وهي منصة ذكاء اصطناعي أطلق عليها اسم "الببغاء الذكي Smart Sparrow"، وتشمل تخصصات العلوم والطب والهندسة وغيرها. ولا تقدم المنصة محتوى علمي بل تساعد المعلمين على تصميم محتوى تعليمي تكيفي يناسب أنماط متنوعة من المتعلمين. وقامت المنصة بدمج عدد كبير من

تجارب المحاكاة مثل: الجراحة الافتراضية المعقدة، والتجارب المعملية الافتراضية، وتصميم المباني الافتراضية مما سمح للطلاب بالتعلم من خلال الممارسة.

- منصة أمريكا ترغب في التعلم America Desire2Learn: وتهدف إلى تغيير الطريقة التي يتعلم بها العالم من خلال أنظمة إدارة التعلم الذكية التي توفرها المنصة؛ حيث تسمح المنصة للطلاب بتعلم دروسهم، وتقديم الواجبات، والإجابة عن الاختبارات، والتواصل مع زملاء الدراسة. وتقوم المنصة بتحليل البيانات الكبيرة التي يتم الحصول عليها وتحليلها وعرض النتائج على الطلاب والمعلمين، واستخدام هذه النتائج في التنبؤ بما إذا كان الطلاب مناسبين لبعض الدورات الجديدة أم لا.
- الروبوت جيل واتسون Robot Jill Watson: هو أحد برمجيات الذكاء الاصطناعي عبر الإنترنت التي تستند إلى جهاز الحاسوب العملاق IBM Watson، ويقوم الروبوت بالإجابة عن ٩٧% من أسئلة الطلاب عبر الانترنت، ولم يدرك معظم الطلاب أن الروبوت كان يجيب عن أسئلتهم.
- عقل بيتي Betty's Brain: قام أستاذ التربية بجامعة ستانفورد دانييل شوارتز Daniel Schwartz بتطوير شخصية افتراضية بتمويل من منظمة العفو الدولية. وتقوم بيتي بمرافقة الأطفال أثناء أنشطة التعلم. ويتم تسجيل استفسارات الأطفال أثناء الحوار التعاوني، وتقوم بيتي بتقييم تلك الاستفسارات وتقديم التعليق الفوري المناسب.
- الروبوت الصيني "ليتل فات" "Little Fat" China Robot: تم استخدام هذا الروبوت الصغير داخل الفصول الدراسية في نهاية عام ٢٠١٦، وقد تمكن من رسم الخرائط ذاتيا، كما أجرى مع الأطفال المناقشات بسلاسة كبيرة، بل وتمكن من محاكاة عادات وسلوكيات الأطفال.

وعلى الرغم من الاهتمام الدولي الكبير بتوظيف الذكاء الاصطناعي في التدريس؛ إلا إن التربية العلمية في المنطقة العربية لاتزال بعيدة إلى حد كبير عن تلك الحركة العالمية، مما يحتم ضرورة توظيف نظم التدريس الذكية في تعليم العلوم، وبخاصة الموضوعات الصعبة ذات الطبيعة المجردة والتي يصعب إجراء التجارب المعملية عليها كما في موضوع التفاعلات النووية بما يحقق فهمها فهما عميقا.

المحور الثاني- الفهم العميق Deep Understanding:

يعتبر تنمية الفهم العميق لدي الطلاب هدفا رئيسا في مراحل التعليم المختلفة؛ حيث أن تحقيق هذا المستوى من الفهم يسهم في خلق أجيال واعية ومدركة لما يدور حولها وقادرة على التصرف في المواقف المختلفة. كما أن الفهم العميق يمهد الطريق أمام اكتساب مهارات التفكير العلمي القائم على المعني، كما يكسب المتعلم القدرة على تنظيم وتخطيط المعلومات وتأمل الذات، مما يمكنه من الاحتفاظ بالمعلومات وتفسير المفاهيم والافكار العلمية وتطبيقها في مواقف جديدة.

وتعرف دراسة نصحي (٢٠١٨) الفهم العميق بأنه الفحص الناقد للأفكار والحقائق الجديدة، ويتمثل في قدرة الطالب على تفسير هذه الحقائق وتطبيقها في مواقف جديدة، والتنبؤ في ضوئها بما سيحدث، ومن ثم استخدمها في انتاج أفكار متعددة ومتنوعة لحل مشكلات حياتية مختلفة محددا مواضع قصوره لتحقيق الفهم المستنير. وأشارت دراسة خلاف (٢٠١٦) إلى أن الفهم العميق هو عملية عقلية تعتمد على إضافة المعني للمحتوي العلمي، وذلك من خلال توضيح المفاهيم العلمية وتفسيرها، والتوسع فيها من خلال تطبيقها في مواقف جديدة، مع حسن التعامل مع المشكلات العلمية المطروحة والنظر إلى حلها بطرائق مختلفة في ضوء الأدلة العلمية. كما بين الجهوري (٢٠١٢) أن الفهم العميق هو عملية عقلية تتجاوز

المعرفة السطحية للتعلم بشكل يحقق تفكير الطالب بشكل متكامل ومتعدد الأبعاد ومعقد في داخل اطاره المفاهيمي.

ومن خلال التعريفات السابقة، يمكن ملاحظة اتفاقها على أن الفهم العميق يعد أحد العمليات العقلية التي تعتمد على قدرة الطالب على شرح وتفسير وتطبيق المفاهيم العلمية، وتكوين وجهات نظر ناقدة لما يطرح عليه من موضوعات وأفكار من خلال عملية عقلية يطلق عليها المنظور، بالإضافة إلى قدرة الطالب على الإدراك بحساسية المفاهيم، وإدراك العالم من وجهة نظر الآخر من خلال عملية تعرف بالتعاطف، وأيضا معرفة الذات وقدرته الذاتية على تحديد ما يفهمه وما لا يفهمه من موضوعات وأفكار.

وبالنظر إلى مهارات الفهم العميق، فيشير بيليجرينو Pellegrina (2012) إلى أنه يمكن تقسيم مهارات الفهم العميق إلى ثلاث مجالات رئيسة، وهي:

١. مهارات معرفية Cognitive Skills: ومن خلالها يكون الطالب قادراً على تطوير قدرته المعرفية عن المادة العلمية، ولديه قدرة على التفكير الناقد وتحليل وتركيب المعلومات، وحل المشكلات العلمية المرتبطة بالمعرفة العلمية، بالإضافة إلى تقييم فاعلية الحلول المقترحة.

٢. مهارات شخصية Personal Skills: ومن خلالها يكون الطالب متمكنا من مهارات حل المشكلات وتنظيم المعلومات والمعتقدات، ونقل المعرفة العلمية إلى منظورات حياتية جديدة، ويكون مراقبا لتعلمه؛ حيث يكون قادرا على الحكم على ما تعلمه وتحديد عوائق النجاح.

٣. مهارات تفاعلية بين الأشخاص: تتمثل قدرة الطالب على الفهم العميق في قدرته على تطبيق ما تعلمه في مواقف جديدة، والتواصل بفاعلية مع الاخرين لإنجاز المهام، والعمل في مجموعات لإتمام المهام التعليمية.

تعتبر التفاعلات النووية من الموضوعات المهمة التي يتضمنها كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي. ويتضمن هذا الموضوع عدد من المفاهيم والمصطلحات العلمية المجردة التي تحتاج إلى فهمها فهما عميقا والتطبيق عليها. كما يتضمن موضوع التفاعلات النووية عدد من التطبيقات الحياتية التي تحتاج إلى فهم الطالب لطبيعة المعارف والمفاهيم الكيميائية، وتنمية قدرته على اكتساب تلك المعارف بالاعتماد على ذاته من خلال قيامه بالتجريب والاستقصاء وحل المشكلات وتقديم حجج منطقية للظواهر والتطبيقات المرتبطة بهذه المفاهيم.

ولكي يمكن تعرف طبيعة الفهم العميق لابد من تحديد عناصره أو أبعاده الأساسية، ويمكن تحديد ٦ أبعاد للفهم العميق تعكس دلالات مختلفة، وهي بمثابة مؤشرات دالة على حدوثه:

١.الشرح والتوضيح Explanation: ويقصد به تقديم نظريات متطورة ورسوم توضيحية، تطرح وصفا مبررا يتسم بسعة المعرفة للأحداث والتصرفات والأفكار، بحيث يوضح الطالب كيف تعمل الأشياء وما مضامينها، ويقدم أسبابا معقولة تستند للنظريات، والمبادئ المدعمة بأدلة والبراهين مستخدما عادات عقلية واعية ومنظمة (نصحي،٢٠١٨). وفي البحث الحالي يعتبر الشرح هو قدرة طلاب المرحلة الثانوية على تقديم شرح وتوضيح للمحتوي العلمي المتضمن في موضوع التفاعلات النووية، مع تدعيم هذا التوضيح بالمبررات المناسبة.

٢.التفسير Interpretation: ويقصد به عملية عقلية غايتها إضفاء معني على الخبرات الحياتية أو استخلاص المعني منها، كما يتضمن الإدراك والسيطرة المتقنة والعميقة لمعني النصوص والاحداث والبيانات، وتقديم ترجمات ذات معني ومدلول، فإن عملية بناء المعني وامتلاك القدرات التفسيرية في المواد الدراسية يمكن الطلاب من بناء عادات عقلية مستقلة مثل الكبار، بالإضافة إلى امتلاكهم القدرة على قراءة ما بين السطور (خلاف،٢٠١٦). وفي البحث الحالي يعتبر التفسير هو قدرة الطلاب على تحديد الأسباب التي أدت لنتائج معينة، وتعرف الشواهد والأدلة المرتبطة بمحتوي التفاعلات النووية، والتوصل إلى نتائج من وقائع مصدق بها علميا وتقديم تفسيرات ذات معني حولها.

٣.التطبيق Application: هو الاستخدام الواقعي والأصيل للأفكار والعمليات والمعارف بفاعلية في مواقف جديدة وسياقات حقيقية مختلفة، فالتطبيق يعني تمكن المتعلم من استعمال ما لديه من معرفة حول موضوع معين بكفاءة وبخاصة في المواقف الجديدة والمتنوعة (Rillero, 2016). في البحث الحالي يعتبر التطبيق هو قدرة الطلاب على استخدام المعرفة العلمية المرتبطة بالتفاعلات النووية والمهارات بفاعلية في مواقف جديدة وسياقات مختلفة.

٤.تحليل المنظور Perspective: هو الوعي بوجهات النظر المختلفة، وتمييزها وتحليلها تحليلا ناقدا لتمييز المقبول منها، فامتلاك رؤية ووجهات نظر ناقدة، وتمثيل المشكلات بطرق مختلفة وحلها من زوايا متعددة من شأنه أن ينمي عادات عقلية ظاهرة ومميزة لدي الأفراد (Sookrajh & Paideya, 2010). ويقصد به في البحث الحالي بأنه قدرة الطلاب على تمثيل للمشكلة العلمية المرتبطة بالتفاعلات النووية، وتصويرهم لها بعدد من الطرائق المختلفة وحلها من زوايا متعددة أو أن يري وجهات النظر الأخرى بعين ورؤية ناقدة.

٥.التقمص العاطفي أو التعاطف Empathy: يقصد به أن تتفهم الآخر بمعني أن تضع نفسك مكان الشخص الآخر وتبتعد عن ردود أفعالك لكي تتفهم ردود أفعال الآخرين، ويسهم ذلك في فهم ثقافة الآخرين وأفعالهم (Atherton, 2013). ويعتبر التعاطف في البحث الحالي هو قدرة الطلاب على تعرف مشاعر الآخرين ورؤيتهم للعالم، والتعاطف مع مشاعرهم ومواقفهم الشخصية، شريطة ألا تخالف تلك المشاعر والمواقف الشخصية كل ما من شأنه أن يؤثر على تعميق الفهم العلمي للتفاعلات النووية.

٦.معرفة الذات Self- knowledge: هو قدرة المتعلم ووعيه الذاتي لتحديد ما يفهمه وما لا يفهمه من موضوعات وأفكار، وكيف تؤثر أنماط تفكير إما إلى الفهم المستنير أو الفهم المتحيز؛ حيث يصل الفرد في هذا البعد لمستوي الحكمة الذي يمكنه من معرفة قدراته وعيوبه في فهم وتفسير إي موضوع أو معلومة (أحمد،٢٠١٤). ويقصد بها في البحث الحالي بأنها قدرة الطلاب على معرفة عاداتهم العقلية والشخصية، ووعيهم بما يفهمونه وما لا يفهمونه في المحتوي العلمي للتفاعلات النووية.

ويسهم تنمية الفهم العميق لدي الطلاب في إعداد طلاب لديهم القدرة على فهم وتحليل القضايا العلمية المختلفة المرتبطة بالتفاعلات النووية، وامتلاكهم للمهارات الكاملة للانخراط في الحياة العملية ومتطلباتها العصرية. فالمعرفة وحدها غير كافية لتحقيق الفهم بمعناه الحقيقي، وبالتالي لا يمكن توظيفها في حل المشكلات المختلفة، كما يساعد الفهم العميق في إعداد طلاب محترفين ولديهم عادات عقلية مميزة وأفاق واسعة في ميادين العمل التطبيقي (الزغلول، ٢٠١٥).

كما أن الفهم العميق للتفاعلات النووية يشجع على التعلم طويل المدي والمستمر لمفاهيم التفاعلات النووية. فالفهم العميق لا يرتبط فقط بمجالات المعرفة المحددة، ولكنه يرتبط أيضا بعمليات حل المشكلات وما يشار إليه بعمليات ما وراء المعرفة، وفهم الطالب لعمليات التفكير لديه. كما أن الفهم العميق للمعرفة والمفاهيم يساعد على إيجاد المعني الشخصي لهذه المعرفة في الحياة اليومية. ويعتمد الفهم العميق لمفاهيم التفاعلات النووية على دور الطالب وإضفائه معني للمحتوي العلمي، وذلك من خلال توضيح للمفاهيم العلمية المرتبطة بالتفاعلات النووية وتفسيرها والتوسع فيها وتطبيقها في مواقف جديدة مع حسن التعامل مع المشكلات العلمية المطروحة والمرتبطة بهذا الموضوع. والعمل على حل هذه المشكلات بطرائق مختلفة في ضوء الأدلة والبراهين العلمية (عبد الحسن، ٢٠١٦).

ولقد اهتمت كثير من المشروعات التربوية بالفهم العميق كأحد نواتج التعلم المستهدف تحقيقها لدي الطلاب ومن هذه المشروعات: مشروع الزيرو والذي أطلقته كلية التربية للدراسات العليا بجامعة هارفارد منذ سنوات وهذا المشروع قائم على فلسفة التعلم من أجل الفهم. وقد أشارت نتائج البحوث المكثفة في هذا المشروع إلى أن الدرجة العادية من الفهم مفتقدة لدي كثير من الطلاب. حتى عند أفضل الطلاب الذين يبدو أنهم يفهمون المادة التي تدرس في الفصل. وأن نسبة كبيرة من هؤلاء الطلاب لا يحققون مستويات الفهم العميق للمواد التي تدرس في الفصول على الرغم من درجاتهم العالية في الامتحانات المدرسية (القرني،٢٠١٦).

المحور الثالث- القابلية للتعلم الذاتي Self-Directed Learning Readiness:

ما يزال التعلم الذاتي يلقى اهتماما كبيرا وواسعا من علماء التربية، ويعتبر التعلم الذاتي من الأساليب التعليمية ذات الأهمية في المجال التربوي، فالمتعلم بواسطته يتمكن من الاعتماد على نفسه، لتحقيق تعلم فعال ولهذا فقد اهتم عديد من الباحثين بالدعوة إلى تفعيل استخدامه لأنهم اعتبروه أحد البدائل الناجحة لتطوير التعليم. كما يعد التعلم الذاتي مطلبا مهما للإنسان في هذا العصر؛ لأنه يساعد على الاختيار الأنسب وتحديد ما يراد تعلمه، ورفع مستوى الايجابية التعليمية في مختلف مواقف الحياة بما يتيح للإنسان فرص الابتكار والتجديد. ومن خلاله يمكن تقديم تعلماً أكثر وفاءً لمتطلبات المتعلم.

وعلى الرغم من أن الخطاب السائد في التعلم الذاتي قد جاء من مجالات تعليم الكبار والتعليم العالي وعلم النفس، إلا أن مناقشات التعلم الذاتي في السنوات الأخيرة لم تأتِ فقط من تلك المنظورات، ولكن أيضًا من العديد من المجالات الأخرى بما في ذلك الأعمال والقيادة والموارد البشرية وعلوم المكتبات والطب. هذا الاهتمام من قبل علماء عالميين متنوعين في مجالات متعددة يشير إلى أن الخطاب الخاص بالتعلم الذاتي أصبح أكثر ضرورة من أي وقت مضى (Kranzow & Hyland, 2016).

ويتمتع طلاب اليوم بفرص عديدة للتعلم الذاتي؛ من خلال الوصول إلى مزيد من المعلومات باستخدام التكنولوجيا والأدوات التكنولوجية (Fahnoe & Mishra, 2013)؛ حيث أدت التكنولوجيا إلى توسيع مفهوم التعلم، فلم يعد مقتصراً على عمر محدد أو مكان محدد ومصادر وأدوات محددة. ويرتبط التعلم الذاتي ارتباطا إيجابيا بالوصول إلى التكنولوجيا، والمهارة في استخدام التكنولوجيا لأداء مجموعة متنوعة من المهام، والوقت الذي يقضيه في استخدام التكنولوجيا (Bartholomew, 2017).

وينطوي التعلم الذاتي على تحويل مسؤولية النشاط التعليمي من مصدر خارجي مثل المعلم إلى المتعلم نفسه، مع ضرورة امتلاك المتعلم مستوى معين من التحكم والمشاركة النشطة في عملية التعلم،

سواء كان ذلك يأخذ شكل أنشطة سلوكية، مثل تخطيط الأهداف، وتحديد مصادر التعلم، وتحديد الخطة الزمنية، أو من خلال عملية الاكتشاف والاستقصاء؛ فيصبح دور المتعلم محوريًا في اكتساب المعرفة داخل بيئة موجهة ذاتيًا (Post, 2015). ويشير واجنر Wagner (2018) أنه يمكن تصنيف البحوث في التعلم الذاتي إلى مجالات ثلاثة، هي: التعلم الذاتي كهدف للمتعلم، وعملية الدراسة الذاتية، والسمات الشخصية للمتعلمين ذاتيا.

وعندما يتم فحص تعريفات التعلم الذاتي، يمكن ملاحظة أن مجموعة من الخبراء يعرّفون التعلم الذاتي على أنه سمات شخصية تؤثر على التعلم، بينما يشير آخرون إلى أنها عملية تعلم يحاول المتعلم من خلالها تحقيق أهدافه التعليمية. ويعرّفه البعض منهم كمخرج تعلم. كما يوجد أيضًا بعض الخبراء الذين يتعاملون مع التعلم الذاتي من حيث الجمع بين كل تلك التعاريف (Gündüz & Selvi, 2016). بينما يذكر كرانزو وهايلاند Kranzow and Hyland (2016) أن التعلم الذاتي هو مجموعة من العمليات والمخرجات.

ويشير بوردونارو Bordonaro (2018) إلى أن التعلم الذاتي يتضمن سمة شخصية للأفراد وعملية يشاركون فيها؛ حيث تم تعريف التعلم الذاتي على أنه خاصية شخصية للمتعلم ذاتيا، ويشير إلى أن التعلم الذاتي كسمة شخصية يعني الاستعداد الفردي تجاه هذا النوع من التعلم، والراحة مع الاستقلالية في عملية التعلم. كما تم تعريفه أيضًا على أنه عملية يقوم فيها الأفراد بالمبادرة، بمساعدة أو بدون مساعدة الآخرين، في تشخيص احتياجاتهم التعليمية، وصياغة أهداف التعلم، وتحديد الموارد البشرية والمادية للتعلم، واختيار وتنفيذ استراتيجيات التعلم المناسبة، وتقييم تلك النتائج التعليمية.

ويضع المشهداني (٢٠١٢) تعريفاً شاملا للتعلم الذاتي بأنه نشاط تعليمي يقوم به المتعلم مدفوعا برغبته الذاتية في التعلم بالاعتماد على نفسه، والثقة بقدراته. أي أن المتعلم يعلم نفسه بنفسه، بما يحقق شخصيته وتكاملها، من خلال مجموعة المواقف التي يمر بها، من أجل تحقيق الأهداف المرسومة، سواء أكان ذلك من خلال توظيف تكنولوجيا التعليم والتعلم، أو من خلال المواقف النظرية التي يتعرض لها المتعلم، ويكون دور المعلم مرشدا وموجها للعملية التعليمية.

ونظرا للمزايا العديدة للتعلم الذاتي فقد استخدمت دراسات عديدة نظم وبرامج ووحدات قائمة على التعلم الذاتي لتنمية مخرجات تعلم متنوعة، فعلى سبيل المثال، تم استخدام كل من: الموديولات التعليمية لتنمية المفاهيم العلمية وعمليات العلم (هنداوي، ٢٠١٧)، ونظام تعلم ذكي تكيفي لتنمية مهارات التعلم الذاتي والإنجاز المعرفي في العلوم (حجازي، ٢٠١٧)، ووحدة في الكيمياء قائمة على التعلم الذاتي لتنمية التحصيل (على، ٢٠١٥)، وبرنامج قائم على التعلم الذاتي لتنمية مفاهيم المستحدثات الكيميائية ومهارات اتخاذ القرار (نوار، ٢٠١٥)، وبرنامج مقترح في الثقافة البيولوجية وفقا للتعلم الذاتي باستخدام الوسائط المتعددة لتنمية فهم المفاهيم البيولوجية والحس البيولوجي ومهارات التفكير البصري (زكي، ٢٠١٢)، والرحلات المعرفية عبر الويبكويست لتنمية عمليات العلم والمفاهيم العلمية (طعيمة، ٢٠١٣)، والحاسوب في التحصيل والاتجاه نحو الكمياء (حرب، ٢٠١١).

وفي ظل التكنولوجيا التعليمية الحديثة التي غزت كافة المجالات، من خلال تطوير وتطويع البرمجيات التعليمية التي وفرت فرص للمتعلمين للتقدم في تعلمهم وفقا للقدرات والظروف الخاصة لكل منهم. أصبح الاهتمام بتنمية قدرة المتعلمين على التعلم بمفردهم، والمشاركة في تجارب التعلم والتعليم

التفاعلية، والقابلية للتعلم الموجه ذاتيا من الموضوعات المهمة؛ لجعل طلابنا مستعدين للاعتماد على أنفسهم للوفاء بمتطلبات المستقبل (Douglass & Morris, 2014).

وقد ترجم مصطلح Self-directed learning Readiness في الدراسات العربية إلى عدة مصطلحات مثل: القابلية للتعلم الذاتي، والاتجاه نحو التعلم الذاتي، والاستعداد للتعلم الذاتي، إلا إن القابلية للتعلم الذاتي تتضمن قياس القدرات والاتجاه والخصائص لإظهار الاستعداد للتعلم الذات (Van Duyne, 2017).

ويعرف الزبيدي (٢٠١٣) القابلية للتعلم الذاتي بأنها القدرة على الاستمتاع بالتعلم وإدارة الذات والرغبة في التغيير والانفتاح على المستحدثات التكنولوجية التعليمية، واستخدام المهارات الأساسية في الدراسة.

ويصنف غوندوز وسيلفي Gündüz and Selvi (2016) مهارات القابلية للتعلم الذاتي إلى مهارات الإعداد العاطفي والمعرفي للتعلم الذاتي؛ حيث تشمل مهارات الإعداد العاطفي للتعلم الذاتي مواقف المتعلمين تجاه التعلم، وسلوكياتهم التي تعكس خصائص شخصيتهم، وسلوكياتهم أثناء إدارة وتقييم تعلمهم. ومن هذه المهارات تحمل مسؤولية التعلم، والاستعداد والانفتاح على التعلم وتقييم التعلم. بينما تشير مهارات الإعداد المعرفي للتعلم الذاتي إلى التخطيط والإعدادات للتعلم الذاتي قبل تنفيذ وتقييم عملية التعلم، ومن هذه المهارات تحديد احتياجات وأهداف التعلم، وإدارة موارد التعلم والتواصل مع الآخرين.

وتعتبر القابلية للتعلم الذاتي من السمات الشخصية المرتبطة بنجاح عملية التعلم؛ حيث توصلت دراسات عديدة إلى أن امتلاك مستوى مرتفع من القابلية للتعلم الذاتي يؤدي إلى تحسن مخرجات تعلم عديدة؛ حيث توجد علاقة موجبة بين القابلية للتعلم الذاتي وكل من: مستوى الوعي ما وراء المعرفي (Mukaddes & Osman, 2018)، والتفكير الناقد والكفاءة الذاتية (Turan & Koç, 2018)، والدافعية للإنجاز وتوقعات الكفاءة الذاتية (عيد، ٢٠١٨)، التحصيل ومهارة إنتاج ملفات الإنجاز الإلكتروني (عبد الكريم، ٢٠١٢). علاوة على ما سبق، توصلت دراسة القثامي وفلمبان (٢٠١٩) إلى تأثير التفاعل بين نمط بيئة التعلم الإلكتروني ومستوى القابلية للتعلم الذاتي على مهارات التفكير الناقد والتحصيل لدى طالبات المرحلة الثانوية لصالح الطالبات ذوات مستوى القابلية المرتفع.

إجراءات البحث

أولا: بناء نظام تدريس قائم على الذكاء الاصطناعي:

قام الفريق البحثي ببناء نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي بهدف استخدامه في تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي لدي طلاب المرحلة الثانوية؛ ولتحقيق هذا الهدف تم اتباع سلسلة من الإجراءات، والتي بدأت بمراجعة الدراسات السابقة التي قامت ببناء نظم ذكية لتدريس العلوم (مثل: سلامة، ٢٠١٦؛ Saleheen et al., 2018). كما تم دراسة عدد من المشروعات والتجارب العالمية في مجال توظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم، مثل: مشروع استخدام برنامج IBM في تدريس العلوم IBM's Teacher Advisor Program (Noonoo, 2017)، ومشروع تطوير معمل كهرباء افتراضي Virtual Power Laboratory (VPL) يعتمد على نظام التدريس الذكي (Gong, et al., 2016). علاوة على ما سبق تم الاطلاع على عدد من منصات التعليم الذكي مثل: منصة التعليم التكيفي استراليا أونلاين Australia Online Adaptive Education Platform، ومنصة أمريكا ترغب في

التعلم America Desire2Learn.

وتم اختيار وحدة "الكيمياء النووية" من وحدات منهج الكيمياء للصف الأول الثانوي، وتحديد أهدافها التعليمية، كما تم تحديد بنيتها المعرفية والتتابع المنطقي لموضوعاتها. وتتكون الوحدة من درسين، وهما:

- الدرس الأول- نواة الذرة والجسيمات: ويتناول مكونات الذرة، والنظائر، والترابط النووية، والثبات النووي، والنسبة بين عدد النيترونات والبروتونات في النواة، والجسيمات الأساسية والأولية في الذرة.
- الدرس الثاني- النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية: ويتناول ظاهرة النشاط الإشعاعي، وإشعاعات ألفا وبيتا وجاما، وفترة عمر النصف للعنصر المشع، والتفاعلات النووية، وتفاعلات الانشطار النووي، والاندماج النووي، ومراحل عمل المفاعلات النووية، والأثار الضارة للإشعاع النووي، والاستخدامات السلمية للإشعاع النووي.

وقام الفريق البحثي بجمع المادة العلمية من مصادر متعددة*؛ حيث استخدم بعض المراجع وصفحات الإنترنت للحصول على أفلام، وصور، ورسوم، ونصوص ومخططات، وعروض توضيحية يمكن إضافتها إلى وحدة الخبير Expert Module داخل نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي لهذه الوحدة.

ولتحديد أساسيات التعلم المناسب تضمينها في وحدة أصول التعليم Pedagogy Module تم دراسة خصائص طلاب الصف الأول الثانوي من حيث المرحلة العمرية، والخصائص النفسية، والقدرات العقلية والتعليمية، وأنماط تعلمهم، وخبراتهم ومعلوماتهم السابقة حول موضوع الوحدة. كما تم دراسة احتياجاتهم النفسية والجسمية والاجتماعية. وفي ضوء ذلك، تم اختيار عدد من الاستراتيجيات والطرق المعرفية لتستخدم داخل نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي، مثل: الطريقة الاستقرائية، والطريقة الاستنباطية، وخرائط المفاهيم، وحل المشكلات، والمناقشة بين الطالب والنظام الذكي، علاوة على استخدام استراتيجيات أخرى علاجية للتغلب على الصعوبات التي قد تظهر لدى بعض المتعلمين.

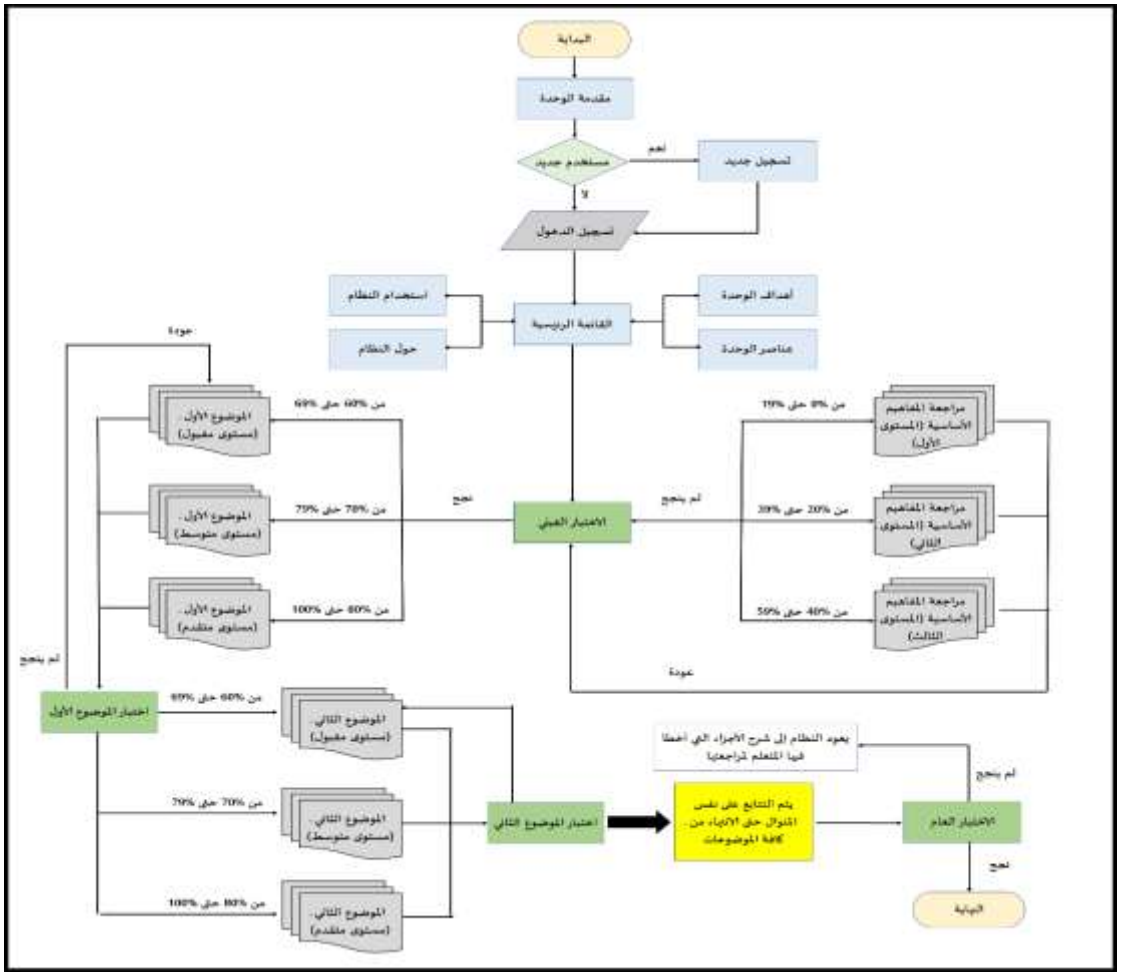
بناء على ما سبق، قام الفريق البحثي بكتابة سيناريو النظام القائم على الذكاء الاصطناعي؛ ويشمل السيناريو مكونين، يتمثل الأول في رسم خريطة الانسيابية داخل النظام، وهي عبارة عن مخطط يوضح تسلسل نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي والمسارات التي سوف يسير فيها الطالب حتى يحقق أهدافها. كما تم تحديد رقم كل شريحة ابتداء من الإطارات الافتتاحية، ويتم عرض تسلسل الشرائح بطريقة لو... إذا If .... Then، وذلك وفقا للمعلومات الواردة من وحدة الطالب Student Module. وقد راعت الخريطة الانسيابية تقسيم الطلاب في ضوء المعلومات التي يجمعها النظام عن أداء كل طالب إلى ثلاث مستويات، هي: مستوى مقبول، ومستوى متوسط، ومستوى متقدم، ويعمل نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي على تقديم موضوعات الوحدة بما يتناسب مع كل مستوى. ويوضح شكل ٢ الخريطة الانسيابية لتسلسل النظام الذكي والتي تعرض مسار الطالب داخل نظام التدريس الذكي، والذي يكون على النحو التالي :

- يبدأ نظام التدريس الذكي بمقدمة الوحدة والتي توضح أهمية الطاقة النووية، واستخداماتها المتعددة في حياة الإنسان.
- يقوم الطالب بالتسجيل للدخول إلى النظام من خلال كتابة الاسم والرقم السري؛ ليقوم النظام بجمع

* ملحق (٢) مصادر إعداد الوحدة

البيانات عن الخطو الذاتي للطالب وقدراته ومستواه.

- بمجرد الانتهاء من عملية التسجيل تظهر للطالب القائمة الرئيسية، والتي تتيح له التعرف على أهداف الوحدة وعناصرها.
- يوجه النظام الطالب للاختبار القبلي؛ وذلك للتأكد من امتلاكه للبنية المعرفية اللازمة لدراسة موضوع التفاعلات النووية، والتي سبق أن اكتسبها في السنوات السابقة.
- في ضوء الدرجة التي يحصل عليها الطالب في الاختبار القبلي يتم تقسيم الطلاب الناجحين إلى ثلاثة مستويات (مقبول – متوسط – متقدم) ليبدأ طلاب كل مستوى في الخطو داخل النظام وفق قدراتهم وإمكاناتهم، ويستمر النظام الذكي في جمع المعلومات عن قدرات كل طالب في كافة المراحل، وتقديم الأنشطة والتدريبات التي تتناسب مع تلك القدرات. أما بالنسبة للطلاب الراسبين فيتم توجيههم إلى دراسة مراجعة للمفاهيم الأساسية، وذلك حسب مستوى كل طالب.
- ينتهي كل موضوع من موضوعات الوحدة باختبار يهدف إلى تحديد درجة تمكن الطالب من هذا الموضوع وتحديد مسار إبحاره داخل النظام الذكي، فقد يوجه النظام الطالب إلى إعادة دراسة الموضوع وذلك في حالة حصوله على درجة أقل من ٦٠%، أو قد يوجهه إلى دراسة الموضوع التالي في مسار يتناسب مع مستواه ومقدار تمكنه.
- في نهاية الوحدة يقدم النظام الذكي اختبارا عاما لتحديد إذا كان المتعلم قد نجح في تحقيق كافة مخرجات التعلم أم يحتاج إلى دراسة بعض أجزاء الوحدة، ويقوم النظام الذكي في هذه الحالة بتحديد تلك الأجزاء بدقة، وتوجيه المتعلم نحوها ليبدأ في إعادة دراستها.



شكل٢. الخريطة الانسيابية لتسلسل نظام التدريس الذكي (إعداد فريق البحث)

أما المكون الثاني من السيناريو فيتمثل في وحدة التفاعل User Interfaces Module؛ حيث يصف بصورة دقيقة كل شريحة من شرائح نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي بما تشمله من نصوص ولقطات ومشاهد مرئية ومواد مسموعة، كما يتضمن السيناريو قاعدة بيانات الأسئلة، والتي تتضمن مجموعة متنوعة من الأسئلة التي تغطي كل موضوع من موضوعات الوحدة. ويقوم النظام بالاختيار من بين تلك الأسئلة لبناء الاختبارات التي تقدم للمتعلم بصورة مستمرة أثناء تنقله داخل النظام بهدف تحديد مستوى كل متعلم وقدراته ونقاط القوة الضعف، وبالتالي يستخدم النظام الذكي هذه المعلومات في اتخاذ القرارات بما يناسب مستوى أداء كل طالب.

ولزيادة كفاءة نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي تم ربط كل شريحة بمساعد جوجل Google assistant وهو عبارة عن مساعد شخصي ذكي يدعم اللغة العربية، ويمكن أن يشارك الطالب في محادثة متبادلة باستخدام خوارزمية معالجة اللغة الطبيعية الخاصة بجوجل، ويستطيع مساعد جوجل التفاعل مع الطالب والإجابة عن كافة أسئلته ومناقشته فيها، كما يستطيع توفير مصادر التعلم التي يحتاجها الطالب أثناء التعلم، علاوة على ذلك يستطيع الطالب تكليفه القيام بعدد من المهام، مثل: إجراء العمليات الحسابية، وغير ذلك الكثير.

وبعد الانتهاء من السيناريو، تم عرضه على مجموعة من المتخصصين في مجال التربية العلمية وتكنولوجيا التعليم، وذلك بهدف تعرف آرائهم وملاحظاتهم على السيناريو. وبتحليل أراء السادة المحكمين تبين اتفاق معظمهم على صلاحية السيناريو للإنتاج ومراعاته لكافة عوامل التصميم الجيد، وذلك فيما عدا عدد من النقاط التي تطلبت تعديلا؛ حيث طلب السادة المحكمون إضافة مزيد من الأمثلة والتدريبات على فترة عمر النصف، وإضافة مزيد من الشرح للتطبيقات السلمية للطاقة النووية، وإجراء تعديلات في بدائل عدد من أسئلة الاختيار من متعدد، وتصحيح عدد من الأخطاء في كتابة الرموز والصيغ الكيميائية. وتم إجراء كافة التعديلات المقترحة، وبالتالي أصبح سيناريو النظام القائم على الذكاء الاصطناعي في صورته النهائية تمهيدا لاستخدامه في عملية الإنتاج*.

تم تقديم السيناريو المعد لفريق من المبرمجين المتخصصين في الذكاء الاصطناعي بهدف بناء وحدة الخبير أو القاعدة المعرفية، ونظم المعالجة Mechanism التي تستخدم هذه المعرفة وتحدد في أي حالة وفي أي مرحلة من مراحل نظام التدريس يكون أي من قوانين الاستدلال فعالا؛ حيث تم الاتفاق معهم على قواعد العمل المنطقية التي تربط بين المعارف والخبرات وطريقة عرضها. وبناء على ذلك، قام فريق المبرمجين بكتابة كود نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي باستخدام لغة بايثون٣ Python3 للربط بين الملفات المختلفة وبين واجهات التفاعل وعناصر النظام المختلفة. وتم مراعاة إمكانية التحديث أو التعديل أو الإضافة للنظام الذكي؛ حتى يمكن تزويده بالجديد والصحيح من الحقائق.

وللتحقق من صلاحية نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي تم عرضه في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين** في مجال الذكاء الاصطناعي والشبكات وتكنولوجيا التعليم وخبراء التربية العلمية، وذلك لاستطلاع آرائهم حول وضوح المادة العلمية المتضمنة، ومناسبة المحتوى لطلاب

* ملحق (٣) سيناريو البرمجية في صورته النهائية
** ملحق (١) قائمة المحكمين على أدوات الدراسة.

الصف الأول الثانوي، ومناسبة تسلسل المادة والإخراج الفني من حيث الوسائط المستخدمة، والألوان وأحجام الخطوط ومناسبة موقع كل عنصر. وبناء على ملاحظات المحكمين تم إضافة بعض الوسائط التعلمية كالأفلام والرسوم المتحركة والصور، وإجراء تغيير لبعض ألوان الرسوم والخلفيات، وحذف عدد من المؤثرات الصوتية التي قد تؤدي إلى تشتت انتباه التلاميذ، وكذلك تصحيح بعض الأخطاء في كتابة الرموز والصيغ الكيميائية. وبناء على ذلك، أصبح نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي جاهز للتجريب***.

وتم تحميل نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي على الأقراص المدمجة، وتجريبه على مجموعة استطلاعية من ١٢ طالبة من طالبات المرحلة الثانوية. وقد اجتمع الباحثون مع أفراد المجموعة الاستطلاعية بهدف تعرف انطباعاتهم، وتحديد نقاط القوة والضعف في نظام التدريس الذكي من وجهة نظرهم. وقام الباحثون بتعديل كافة جوانب القصور التي كشف عنها التجريب الاستطلاعي. وبعد إجراء هذه التعديلات أصبح نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي جاهز للتطبيق.

ثانيا: إعداد اختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية

هدف الاختبار إلى قياس قدرة طالبات الصف الأول الثانوي على الفهم العميق للتفاعلات النووية، والمتضمنة في كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي؛ ولتحقيق هذا الهدف تم صياغة مفردات الاختبار في قسمين. ويشتمل القسم الأول على اسئلة اختيار من متعدد، وتتكون كل مفردة من مفردات الاختيار من متعدد من مقدمة يليها أربعة بدائل يختار الطالب من بينها، ثم يكتب السبب في اختيار هذا البديل. وتقيس أسئلة الاختيار من متعدد أبعاد الشرح، والتفسير، والتطبيق، وتحليل المنظور من الفهم العميق. أما بالنسبة للقسم الثاني، فيتضمن مجموعة من العبارات يتم الاستجابة عليها باستخدام طريقة ليكرت ذات الاستجابات الثلاثية المتدرجة، وتقيس هذه العبارات بعدي التقمص العاطفي، ومعرفة الذات من أبعاد الفهم العميق. ويوجد أمام كل عبارة ثلاث استجابات وهي (غالبا، احيانا، نادرا)، وعلى الطالبة قراءة العبارة جيدا، واختيار الاستجابة التي تتناسب مع رأيها، وذلك بوضع علامة صح أمام كل عبارة، وهذه الاستجابات لها أوزان تتراوح من ١-٣ حسب نوع العبارة (موجبة أو سالبة).

وروعي في صياغة مفردات الاختبار ارتباط العبارات بموضوع الفهم العميق للتفاعلات النووية، ومناسبة المعلومات والألفاظ المستخدمة في صياغة المفردات لمستوي المتعلمين في الصف الأول الثانوي، كما تعبر كل عبارة عن فكرة واحدة، وتكون المفردات مصاغة بلغة بسيطة وواضحة. وبعد صياغة مفردات الاختبار، قام فريق البحث بإعادة قراءتها بعد بضعة أيام للتخلص -بقدر الإمكان- من تأثير الألفة بالمفردات.

وقد تتضمن المقياس في صورته الأولية ٣٦ مفردة موزعة على أبعاد الاختبار الستة، بحيث وضع في القسم الاول ٥ مفردات لكل بعد من أبعاد الفهم العميق (الشرح، التفسير، التطبيق، تحليل المنظور)، أما القسم الثاني فقد وضع ٨ مفردات لكل بعد من أبعاد الفهم العميق (التقمص العاطفي، ومعرفة الذات)، وقد تم مراعاة تساوي عدد العبارات الموجبة والسالبة في كل بعد من أبعاد هذا القسم.

وللتأكد من صدق الاختبار، تم عرض صورته الأولية على مجموعة من المحكمين من أساتذة علم

*** ملحق (٤) نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي في صورته النهائية

النفس ومناهج وطرق تدريس العلوم وأساتذة الكيمياء، بهدف فحص الاختبار، وإبداء الرأي في مدي وضوح تعليمات الاختبار، ومدي صدق مفرداته في قياس كل بعد من أبعاد الفهم العميق، ومدي مناسبة المفردات لمستوي المتعلمين في الصف الاول الثانوي، ومدي صحة الصياغة اللغوية لمفردات الاختبار. وقد أجرى الباحثون كافة التعديلات التي أقرها السادة المحكمون؛ حيث تم تعديل الصياغة اللغوية لعدد من المفردات، كما تم تعديل بعض المعلومات العلمية التي جاءت في بعض المفردات.

وتم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية قوامها ٤٠ طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي، وذلك بهدف:

- تحديد زمن تطبيق الاختبار: حُسب زمن تطبيق الاختبار عن طريق حساب متوسط الزمن الذي استغرقه جميع الطالبات للإجابة عن عبارات الاختبار، ووجد أن زمن الاختبار هو ٢٥ دقيقة.
- حساب معامل ثبات الاختبار: تم حساب معامل الثبات عن طريق إعادة تطبيق الاختبار على مجموعة من طالبات الصف الاول الثانوي بعد مرور فترة زمنية قدرها ٢٢ يوما. وتم حساب معامل ثبات المقياس باستخدام معادلة الفا كرونباخ ووجد أنه يساوى ٠.٨٣، وهو معامل ثبات مناسب ويدل على صلاحية الاختبار للتطبيق.

أصبح الاختبار في صورته النهائية * مكونا من ٣٦ مفردة، حيث تم اعطاء كل مفردة من مفردات القسم الأول درجتين؛ بحيث تحصل الطالبة على درجة على الاختيار الصحيح ودرجة على إعطائها سبب صحيح لهذا الاختيار. وتحصل الطالبة في كل مفردة من مفردات القسم الثاني على درجة تتراوح من ١ إلى ٣ حسب مستوى فهمها العميق. وبذلك تكون الدرجة الكلية للاختبار ٨٨ درجة، ويوضح جدول ٣ مواصفات اختبار الفهم العميق.

جدول ٣

مواصفات اختبار الفهم العميق

الابعاد	عدد المفردات	أرقام المفردات	الوزن النسبي
الشرح	٥	١-٥	%١٣.٩
التفسير	٥	٦-١٠	%١٣.٩
التطبيق	٥	١١-١٥	%١٣.٩
تحليل المنظور	٥	١٦-٢٠	%١٣.٩
التقمص العاطفي	٨	الموجبة ٢١-٢٢-٢٤-٢٨ السالبة ٢٣-٢٥-٢٦-٢٧	%٢٢.٢
معرفة الذات	٨	الموجبة ٢٩-٣٠-٣١-٣٣ السالبة ٣٢-٣٤-٣٥-٣٦	%٢٢.٢
المجموع	٣٦	٣٦	%١٠٠

ثالثاً- إعداد مقياس القابلية للتعلم الذاتي:

أُعد المقياس بهدف قياس قابلية طالبات الصف الأول الثانوي للتعلم الذاتي؛ حيث اطلع فريق البحث على عدد من مقاييس قابلية التعلم الذاتي (مثل: Piper et al., 2018؛ Gündüz & Selvi, 2016؛ الزبيدى، ٢٠١٣)، وحُددت أبعاد المقياس؛ حيث تضمن خمسة أبعاد وهي: القابلية للاستمتاع بالتعلم الذاتي، وتحمل مسؤولية التعلم، والقابلية لإدارة الذات، والقابلية للتعامل مع التكنولوجيا الحديثة، والوعي بأهمية التعلم الذاتي.

* ملحق (٥): اختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية.

واستخدمت طريقة ليكرت ذات الاستجابات الخمس المتدرجة؛ حيث يقدم للطالبة عبارات المقياس، ويوجد أمام كل عبارة خمس استجابات (أوافق تماما، أوافق، غير متأكد، لا أوافق، لا أوافق تماما)، وعلى الطالبة قراءة العبارة قراءة جيدة واختيار الاستجابة التي تتناسب مع رأيها وذلك بوضع علامة (√) أمام كل عبارة، وهذه الاستجابات لها أوزان تقدير تتراوح من (١ - ٥) حسب نوع العبارة (موجبة أو سالبة).

وروعي في صياغة عبارات المقياس ما يلي: ارتباط العبارات بالبعد، وتعبير كل عبارة على فكرة واحدة، وأن تكون لغة العبارات بسيطة وواضحة، وأن تعكس العبارات طبيعة كل بند من بنود المقياس. وبعد صياغة عبارات المقياس، قام فريق البحث بإعادة قراءتها بعد بضعة أيام؛ للتخلص بقدر الإمكان من تأثير الألفة بالمفردات، وليضع نفسه موضع الطالبة. وبذلك يصبح المقياس في صورته الأولية متضمنا لـ ٥٠ مفردة موزعة بالتساوي على ابعاد المقياس الخمسة، كما تم مراعاة تساوى عدد العبارات الموجبة والسالبة في كل بعد.

وللتأكد من صدق المقياس عُرضت صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين من أساتذة علم النفس ومناهج وطرق تدريس العلوم. وقد قام فريق البحث بإجراء التعديلات التي أقرها السادة المحكمون؛ حيث عُدلت صياغة بعض العبارات التي رأى المحكمون عدم مناسبة صياغتها. وبعد إجراء التعديلات اللازمة للمقياس وفق أراء السادة المحكمين طُبق المقياس على عينة استطلاعية قوامها ٤٠ طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي وذلك بهدف:

- تحديد زمن المقياس: حُسب زمن الإجابة على المقياس عن طريق حساب متوسط الزمن الذي استغرقه جميع الطالبات للإجابة عن عبارات المقياس، وقد بلغ الزمن الكلى للإجابة ٣٥ دقيقة.
- التأكد من وضوح عبارات وتعليمات المقياس: وجد فريق البحث أن الألفاظ والتعليمات الخاصة بالاختبار واضحة، ولم تُطرح أي استفسارات من أفراد العينة الاستطلاعية .
- حساب ثبات المقياس: حُسب ثبات المقياس باستخدام معادلة ألفاكرونباخ للاتساق الداخلي، وبلغ معامل ثبات المقياس ٠.٨٦، وهي مناسبة ومقبولة وتدل على صلاحية الاختبار للتطبيق، بعد التأكد من صدق المحتوى تم حساب الصدق الذاتي للمقياس، وهو يساوى الجذر التربيعي لمعامل الثبات، ووجد أنه يساوى ٠.٩٢، مما يدل على أن المقياس على درجة عالية من الصدق الذاتي.

وتكونت الصورة النهائية للمقياس* من ٥٠ مفردة، وبذلك تكون الدرجة الكلية للمقياس ٢٥٠ درجة، ويوضح جدول ٤ توزيع المفردات على مقياس القابلية للتعلم الذاتي في الصورة النهائية.

جدول ٤

توزيع والمفردات على مقياس القابلية للتعلم الذاتي

البعد	عدد المفردات	أرقام العبارات		الوزن النسبي
		الموجبة	السالبة	
القابلية للاستمتاع بالتعلم الذاتي	١٠	٢، ٥، ٧، ٨، ٩	١، ٣، ٤، ٦، ١٠	%٢٠
القابلية لتحمل مسؤولية التعلم	١٠	١١، ١٣، ١٤، ١٥، ١٧	١٢، ١٦، ١٨، ١٩، ٢٠	%٢٠
القابلية لإدارة الذات	١٠	٢١، ٢٤، ٢٦، ٢٧، ٣٠	٢٢، ٢٣، ٢٥، ٢٨، ٢٩	%٢٠
القابلية للتعامل مع التكنولوجيا الحديثة	١٠	٣١، ٣٣، ٣٦، ٣٧، ٤٠	٣٢، ٣٤، ٣٥، ٣٨، ٣٩	%٢٠
الوعي بأهمية التعلم الذاتي	١٠	٤٣، ٤٥، ٤٦، ٤٨، ٤٩	٤١، ٤٢، ٤٤، ٤٧، ٥٠	%٢٠
المجموع	٥٠	٢٥	٢٥	%١٠٠

*ملحق (٦): مقياس القابلية للتعلم الذاتي في صورته النهائية.

رابعا: التجريب الميداني:

لتحديد فاعلية نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي لدي طلاب المرحلة الثانوية، تم اختيار المجموعتين التجريبية و الضابطة بشكل عشوائي من طالبات الصف الاول الثانوي؛ حيث تم اختيار المجموعة التجريبية من طالبات الصف الأول الثانوي (فصل ٢/١) بمدرسة يوسف السباعي الثانوية بنات، وتم اختيار المجموعة الضابطة من طالبات الصف الأول الثانوي (فصل ٧/١) بمدرسة المرج الثانوية بنات، وذلك في العام الدراسي ٢٠١٩/ ٢٠٢٠، ويبين جدول ٥ مواصفات مجموعة البحث.

جدول ٥

مواصفات مجموعة البحث

المجموعة	العدد	المدرسة	طريقة التدريس المستخدمة
التجريبية	٣٢	مدرسة يوسف السباعي الثانوية	نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي
الضابطة	٣٣	مدرسة المرج الثانوية	الطريقة التقليدية
الكلي	٦٥		

وتم تطبيق أداتي البحث على المجموعة التجريبية والضابطة تطبيقا قبلياً يوم ٩ فبراير ٢٠٢٠، وذلك للتأكد من تكافؤ المجموعتين، وتم رصد درجات الطالبات في اختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية ومقياس القابلية للتعلم الذاتي، ومعالجة البيانات باستخدام اختبار "ت t-test "لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والضابطة. وقد أظهرت النتائج تكافؤ المجموعتين إحصائيا في اختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية الكلي ولكافة أبعاده، كما يتضح في جدول ٦:

جدول ٦

نتائج التطبيق القبلي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية

أبعاد الاختبار	الدرجة	الضابطة (ن = ٣٣)		التجريبية (ن = ٣٢)		قيمة	مستوى
		م	ع	م	ع	ت	الدلالة
الشرح	٥	١٣.٧٤	١.٦٧	١٣.٣١	٢.٠٤	٠.٩١	غير دالة
التفسير	٥	١٣.٠٨	١.٧٣	١٢.٧٨	٢.١	٠.٦٢	غير دالة
التطبيق	٥	٢.٢٢	٠.٧٩	٢.١٦	١.٣٧	٠.٢١	غير دالة
تحليل المنظور	٥	١.٤٦	٠.٩١	١.٣١	١.٠٤	٠.٦١	غير دالة
التقمص العاطفي	٢٤	١.١٢	٠.٧١	١.٤٤	٠.٩٧	١.٤٩	غير دالة
معرفة الذات	٢٤	٠.٨٩	٠.٦٧	١.٠٩	٠.٨٨	١.٠٢	غير دالة
المجموع	٦٨	٣٢.٢٨	١.٩٨	٣١.٨١	٣.٠٤	٠.٧٣	غير دالة

كما تم رصد درجات الطالبات في مقياس القابلية للتعلم الذاتي، ومعالجة البيانات إحصائيا، وقد أظهر التحليل الإحصائي أن المجموعتين متكافئتين إحصائيا في مقياس القابلية للتعلم الذاتي الكلي ولكافة أبعاده، كما يتضح من جدول ٧:

جدول ٧

نتائج التطبيق القبلي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي

أبعاد المقياس	الدرجة	الضابطة (ن = ٣٣)		التجريبية (ن = ٣٢)		قيمة	مستوى
		م	ع	م	ع	ت	الدلالة
القابلية للاستمتاع بالتعلم الذاتي	٥٠	٢٥.٥٧	٤.٧٨	٢٤.١٦	٣.٧٣	١.٣	غير دالة
تحمل مسؤولية التعلم	٥٠	٢٥.٩٤	٤.٦٥	٢٥.٧٥	٤.٤٩	٠.١٦	غير دالة
القابلية لإدارة الذات	٥٠	٢٦.٢	٤.٩٣	٢٧.٥٣	٣.٩٨	١.١٧	غير دالة
القابلية للتعامل مع التكنولوجيا الحديثة	٥٠	٢٥.٣٧	٥.٨	٢٥.٢٨	٤.٣١	٠.٠٧	غير دالة
الوعي بأهمية التعلم الذاتي	٥٠	٢٦.١٧	٥.٠٣	٢٥.٧٤	٥.٦١	٠.٣٢	غير دالة

أبعاد المقياس	الدرجة	الضابطة (ن = ٣٣)		التجريبية (ن = ٣٢)		قيمة ت	مستوى الدلالة
		م	ع	م	ع		
المجموع	٢٥٠	١٢٩.٢٥	١٧.٤٥	١٢٨.١٨	١١.٠٦	٠.٢٩	غير دالة

وبعد التأكد من تكافؤ مجموعتي الدراسة، تم تدريس وحدة "الكيمياء النووية" باستخدام نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي للمجموعة التجريبية، أما بالنسبة للمجموعة الضابطة، فقامت معلمة الفصل بتدريس نفس الوحدة باستخدام الطريقة التقليدية. ولقد بدأ التطبيق يوم الاثنين الموافق ١٠ فبراير، وانتهى الخميس ٢٠ فبراير، ٢٠٢٠، بواقع ٦ حصص أسبوعيا.

وفي بداية التطبيق، بدأت المعلمة بتوضيح طريقة تعلم وحدة الكيمياء النووية باستخدام برمجية الذكاء الاصطناعي، ثم بدأت بتوضيح مفهوم الذكاء الاصطناعي، وعرضت عليهن أيقونه (حول النظام) والتي تتضمن معلومات عن نظام التدريس الذكي. قامت المعلمة بإرسال رابط تحميل برمجية الذكاء الاصطناعي للطالبات باستخدام الإيميل، وطلبت من كل طالبة تحميل البرمجية على التابلت الخاص بها باستخدام هذا الرابط. بعد انتهاء عملية التحميل، تأكدت المعلمة بمساعدة الفريق البحثي من وجود البرمجية لدي جميع الطالبات وحل أي مشكلة طارئة. وجهت المعلمة الطالبات إلى فتح البرمجية وتسجيل بيانات الدخول المتمثلة في اسم المستخدم وكود الطالبة. تم تسجيل الاكواد التي استخدمتها الطالبات؛ حتى يمكن الاستعانة بها إذا نسيت إحدى الطالبات الكود الخاص بها. وبدأت الطالبات في الإجابة عن الاختبار القبلي الموجود بالبرمجية لتحديد مستوياتهن القبلية، وفي ضوء مستوى كل طالبة يحدد نظام التعلم الذكي المسار الذي ستبحر خلاله الطالبة؛ فإذا اجتازت الاختبار القبلي يتم نقلها إلى الدرس الأول مباشرة، إما إذا لم تجتاز هذا الاختبار فإنها تنتقل إلى مراجعة المفاهيم الأساسية.

ثم بدأت المعلمة في اليوم التالي بالتأكد من أن جميع الطالبات اكتسبن المفاهيم الأساسية المرتبطة بالكيمياء النووية، ثم بدأ الطالبات في تعلم الدرس الأول من الوحدة؛ حيث قمن بفتح البرمجية مباشرة من التابلت من خلال الاسم والكود الخاص بكل طالبة، و بدأ الطالبات في التفاعل مع عناصر الدرس الأول من خلال عمليات التوجيه والدعم الذي يوفرها النظام الذكي، واستمرت الطالبات في تعلم الدرس الأول على مدار ثلاث حصص متتالية، ثم قامت الطالبات بالإجابة عن اسئلة الدرس الأول لقياس مستوي فهمهن لمحتوي الدرس، وفى ضوء ذلك قام نظام التدريس الذكي بتوجيه كل طالبة إما للدرس الثاني أو إعادة الدرس الأول لمراجعته مرة أخري إذا لم تجتاز الطالبة اختبار الدرس الأول، واستمر تنفيذ ذلك في الدروس التالية حتي اليوم التاسع لتطبيق الوحدة؛ حيث بدأت الطالبات في الإجابة عن الاختبار العام للوحدة. وفي اليوم العاشر بدأت الطالبات في الإجابة عن مقياس القابلية للتعلم الذاتي واختبار الفهم العميق البعدي.

وقد قام الفريق البحثي بمتابعة تطبيق نظام التدريس الذكي على طالبات المجموعة التجريبية، وذلك من خلال زيارة المدرسة خلال فترة التطبيق بالتبادل بين أعضاء الفريق البحثي. وقد تم تسجيل عدد من الملاحظات أثناء تنفيذ التجربة الميدانية؛ حيث لاحظ الباحثون خلال تطبيق نظام التدريس الذكي استمتاع الطالبات بالتعامل معه، كما أن هذا النظام الذكي سهل على الطالبات دراسة مفاهيم الكيمياء النووية؛ حيث قدمت لهن هذه المفاهيم بطريقة تفاعلية؛ جعلتهن أكثر استمتاعا بدراسة هذه المفاهيم التي طالما شكلت صعوبة لهن وعائقا لتعلم الكيمياء، كما اشارت المعلمة إلى أن اعتماد النظام الذكي على كثير من الصور والفيديوهات والتعليقات الصوتية، واعتماده على تقديم المعلومات بطريقة تفاعلية سهلت عليها تدريس

وحدة الكيمياء النووية التي أكدت انها كانت تواجه صعوبة شديدة في تدريسها في السنوات السابقة؛ نظرا لأنها تشتمل على كثير من المفاهيم العلمية المجردة والصعبة التي كانت تدرسها لهن بشكل نظري تقليدي. وقد أكدت المعلمة أن أكثر ما لفت انتباهها في نظام التدريس الذكي هو تمتعه بمرونة عالية، وقدرة على التكيف مع كل طالبة وفقا لقدراتها وإمكاناتها ومستواها العلمي.

أما المجموعة الضابطة فتابع الفريق البحثي تنفيذ الوحدة في نفس توقيت تنفيذها مع المجموعة التجريبية، وقد تم استخدام الطريقة التقليدية في تدريس الوحدة مع الاعتماد على الفيديوهات الموجودة على المنصة الالكترونية.

وبعد الانتهاء من عملية التدريس، تم إعادة تطبيق اختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية ومقياس القابلية للتعلم الذاتي على المجموعة التجريبية في يوم الخميس ٢٠ فبراير٢٠٢٠، وعلى المجموعة الضابطة في يوم الاثنين ٢٤ فبراير ٢٠٢٠.

عرض نتائج البحث:

تم رصد درجات الطالبات في اختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية ومقياس القابلية للتعلم الذاتي للمجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة قبل وبعد تدريس الوحدة باستخدام نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي، وبتحليل البيانات باستخدام برنامج (SPSS) تم التوصل إلى النتائج التالية:

١ـ نتائج تطبيق اختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية:

لاختبار صحة الفرض الأول الذي ينص على "يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية لصالح المجموعة التجريبية" تم حساب المتوسطات، والانحراف المعياري، وقيمة "ت" ـللعينات المستقلةـ لدلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة الضابطة والتجريبية في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية، كما يتضح من جدول ٨:

جدول ٨

نتائج التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية (درجة الحرية = ٦٣)

أبعاد الاختبار	الدرجة	الضابطة (ن = ٣٣)		التجريبية (ن = ٣٢)		قيمة ت	مستوى الدلالة
		م	ع	م	ع		
الشرح	٥	١٤.٧٩	١.٩٩	١٩.١٢	٢.٥٢	٧.٥٨	دالة عند مستوى ٠.٠١
التفسير	٥	١٤.٣٩	١.٤٨	١٨.٦٥	٢.٠١	٩.٥٩	دالة عند مستوى ٠.٠١
التطبيق	٥	٤.٣	٠.٩٨	٨.٤١	١.١٩	١٤.٩٨	دالة عند مستوى ٠.٠١
تحليل المنظور	٥	٣.٤٢	١.٠٩	٦.٩٧	١.٣٦	١١.٤٥	دالة عند مستوى ٠.٠١
التقمص العاطفي	٢٤	٢.٥٨	٠.٩٧	٦.٥٦	١.٥٨	١٢.٠٩	دالة عند مستوى ٠.٠١
معرفة الذات	٢٤	١.٩١	٠.٧٦	٥.٣٨	١.٢٩	١٣.٠٥	دالة عند مستوى ٠.٠١
المجموع	٦٨	٤١.٣٩	٣.٤٢	٦٥.٩٣	٣.٦٣	٢٧.٦٣	دالة عند مستوى ٠.٠١

يتضح من الجدول ٨ وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى ٠.٠١ بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية الكلي ولكافة أبعاده لصالح المجموعة التجريبية، وتشير هذه النتائج إلى قبول الفرض الأول.

ولاختبار صحة الفرض الثاني "يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية" تم حساب المتوسطات،

والانحراف المعياري، وقيمة "ت" -للعينات المرتبطة- لدلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في كل من التطبيق القبلي والبعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية الكلي ولكافة أبعاده، كما يتضح من جدول ٩:

جدول ٩

نتائج التطبيق القبلي والبعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية على المجموعة التجريبية (درجة الحرية = ٣١)

أبعاد الاختبار	الدرجة	المجموعة التجريبية (ن = ٣٢)				قيمة ت	مستوى الدلالة
		التطبيق القبلي		التطبيق البعدي			
		م	ع	م	ع		
الشرح	٥	١٣.٣١	٢.٠٤	١٩.١٢	٢.٥٢	٩.٩٧	دالة عند مستوى ٠.٠١
التفسير	٥	١٢.٧٨	٢.١	١٨.٦٥	٢.٠١	١١.٢٤	دالة عند مستوى ٠.٠١
التطبيق	٥	٢.١٦	١.٣٧	٨.٤١	١.١٩	١٩.١٧	دالة عند مستوى ٠.٠١
تحليل المنظور	٥	١.٣١	١.٠٤	٦.٩٧	١.٣٦	١٨.٤	دالة عند مستوى ٠.٠١
التقمص العاطفي	٢٤	١.٤٤	٠.٩٧	٦.٥٦	١.٥٨	١٥.٣٧	دالة عند مستوى ٠.٠١
معرفة الذات	٢٤	١.٠٩	٠.٨٨	٥.٣٨	١.٢٩	١٥.٢٩	دالة عند مستوى ٠.٠١
المجموع	٦٨	٣١.٨١	٣.٠٤	٦٥.٩٣	٣.٦٣	٤٠.١٢	دالة عند مستوى ٠.٠١

يتضح من الجدول ٩ وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى ٠.٠١ بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية الكلي ولكافة أبعاده لصالح التطبيق البعدي، وتشير هذه النتيجة إلى قبول الفرض الثاني.

ولحساب حجم تأثيرEffect Size تدريس نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي "d" على الفهم العميق للتفاعلات النووية تم حساب "η^2" كما هو مبين بجدول ١٠:

جدول ١٠

قيمة "η^2" وقيمة "d" المقابلة لها ومقدار حجم التأثير لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية على المجموعة التجريبية

أبعاد الاختبار	قيمة ت	قيمة η^2	قيمة d	مقدار حجم التأثير
الشرح	٩.٩٧	٠.٧٥	٣.٤٧	كبير
التفسير	١١.٢٤	٠.٧٩	٣.٩١	كبير
التطبيق	١٩.١٧	٠.٩١	٦.٦٧	كبير
تحليل المنظور	١٨.٤	٠.٩١	٦.٤١	كبير
التقمص العاطفي	١٥.٣٧	٠.٨٨	٥.٣٥	كبير
معرفة الذات	١٥.٢٩	٠.٨٧	٥.٣٣	كبير
المجموع	٤٠.١٢	٠.٩٨	١٣.٩٧	كبير

يتبين من الجدول ١٠ أن حجم تأثير نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي على الفهم العميق للتفاعلات النووية كبير، وهذا يدل على فاعلية نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية لدى طلاب المرحلة الثانوية.

٢- نتائج تطبيق مقياس القابلية للتعلم الذاتي:

لاختبار صحة الفرض الثالث "يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي لصالح المجموعة التجريبية" تم

حساب المتوسطات، والانحراف المعياري، وقيمة "ت" -للعينات المستقلة- لدلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي، كما يتضح من جدول ١١ التالي:

جدول ١١

نتائج التطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي (درجة الحرية = ٦٣)

أبعاد المقياس	الدرجة	الضابطة (ن = ٣٣)		التجريبية (ن = ٣٢)		قيمة ت	مستوى الدلالة
		م	ع	م	ع		
القابلية للاستمتاع بالتعلم الذاتي	٥٠	٢٧.٦١	٤.٢٨	٣٤.٤٦	٤.٨٢	٥.٩٧	دالة عند مستوى ٠.٠١
تحمل مسؤولية التعلم	٥٠	٢٧.٤٢	٣.٧٥	٣١.٢٨	٤.٦٢	٣.٦٥	دالة عند مستوى ٠.٠١
القابلية لإدارة الذات	٥٠	٢٧.٣	٤.٠٥	٣٢.٢١	٤.٥٤	٤.٥٣	دالة عند مستوى ٠.٠١
القابلية للتعامل مع التكنولوجيا الحديثة	٥٠	٢٦.٦٦	٤.٩٢	٣٧	٤.٧٣	٨.٤٩	دالة عند مستوى ٠.٠١
الوعي بأهمية التعلم الذاتي	٥٠	٢٧	٣.٩٢	٣٥.١٨	٦.٠٣	٦.٤	دالة عند مستوى ٠.٠١
المجموع	٢٥٠	١٣٦	١٣.٤٩	١٧٠.١٥	١٣.٨٦	٩.٩١	دالة عند مستوى ٠.٠١

يتضح من الجدول ١١ وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى ٠.٠١ بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي الكلى، ولكافة أبعاده لصالح المجموعة التجريبية، وتشير هذه النتيجة إلى قبول الفرض الثالث.

ولاختبار صحة الفرض الرابع "يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي لصالح التطبيق البعدي" تم حساب المتوسطات، والانحراف المعياري، وقيمة "ت" -للعينات المرتبطة- لدلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في كل من التطبيق القبلي والبعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي، كما يتضح من جدول ١٢ التالي:

جدول ١٢

نتائج التطبيق القبلي والبعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي على المجموعة التجريبية (درجة الحرية = ٣١)

أبعاد الاختبار	الدرجة	المجموعة التجريبية (ن = ٣٢)				قيمة ت	مستوى الدلالة
		التطبيق القبلي		التطبيق البعدي			
		م	ع	م	ع		
القابلية للاستمتاع بالتعلم الذاتي	٥٠	٢٤.١٦	٣.٧٣	٣٤.٤٦	٤.٨٢	٩.٤١	دالة عند مستوى ٠.٠١
تحمل مسؤولية التعلم	٥٠	٢٥.٧٥	٤.٤٩	٣١.٢٨	٤.٦٢	٤.٧٨	دالة عند مستوى ٠.٠١
القابلية لإدارة الذات	٥٠	٢٧.٥٣	٣.٩٨	٣٢.٢١	٤.٥٤	٤.٣٢	دالة عند مستوى ٠.٠١
القابلية للتعامل مع التكنولوجيا الحديثة	٥٠	٢٥.٢٨	٤.٣١	٣٧	٤.٧٣	١٠.١٩	دالة عند مستوى ٠.٠١
الوعي بأهمية التعلم الذاتي	٥٠	٢٥.٧٤	٥.٦١	٣٥.١٨	٦.٠٣	٦.٣٨	دالة عند مستوى ٠.٠١
المجموع	٢٥٠	١٢٨.١٨	١١.٠٦	١٧٠.١٥	١٣.٨٦	١٣.١٨	دالة عند مستوى ٠.٠١

يتضح من الجدول ١٢ وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى ٠.٠١ بين متوسطي درجات المجموعة

التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي الكلى ولكافة أبعاده لصالح التطبيق البعدي، وتشير هذه النتيجة إلى قبول الفرض الرابع.

ولحساب حجم تأثير Effect Size تدريس نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي "d" على القابلية للتعلم الذاتي تم حساب "η^2" كما هو مبين بجدول ١٣:

جدول ١٣

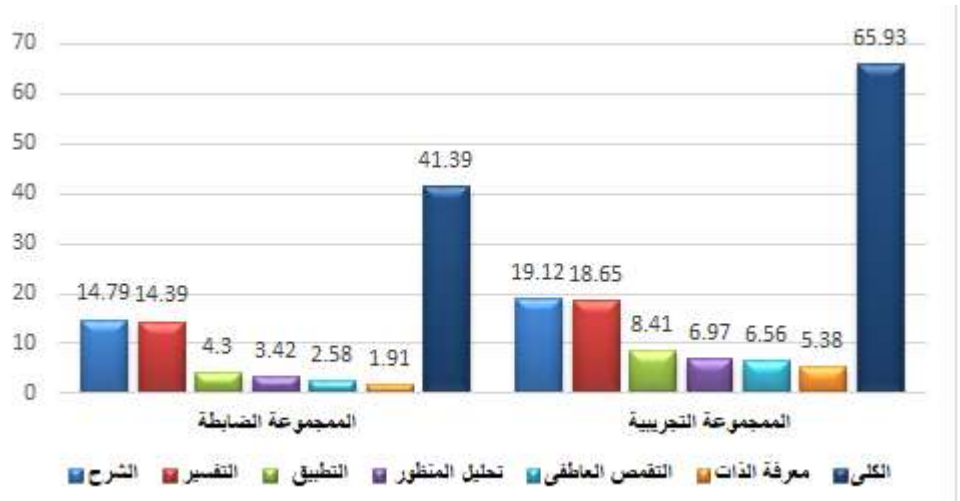
قيمة "η^2" وقيمة "d" المقابلة لها ومقدار حجم التأثير لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي على المجموعة التجريبية

أبعاد الاختبار	قيمة ت	قيمة η^2	قيمة d	مقدار حجم التأثير
القابلية للاستمتاع بالتعلم الذاتي	٩.٤١	٠.٧٣	٣.٢٧	كبير
تحمل مسؤولية التعلم	٤.٧٨	٠.٤١	١.٦٦	كبير
القابلية لإدارة الذات	٤.٣٢	٠.٣٦	١.٥	كبير
القابلية للتعامل مع التكنولوجيا الحديثة	١٠.١٩	٠.٧٦	٣.٥٥	كبير
الوعي بأهمية التعلم الذاتي	٦.٣٨	٠.٥٥	٢.٢٢	كبير
المجموع	١٣.١٨	٠.٨٤	٤.٥٩	كبير

يتبين من الجدول ١٣ أن حجم تأثير نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي على القابلية للتعلم الذاتي كبير، وهذا يدل على فاعلية نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية القابلية للتعلم الذاتي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

تفسير النتائج ومناقشتها:

أظهرت النتائج فاعلية نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية، ويتضح من الشكل ٣ تفوق المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات النووية بالنسبة للاختبار ككل ولكافة أبعاده.



شكل ٣. متوسطات درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للتفاعلات

ويتضح من الشكل انخفاض مستويات الفهم العميق للتفاعلات النووية لدى طلاب المجموعة الضابطة

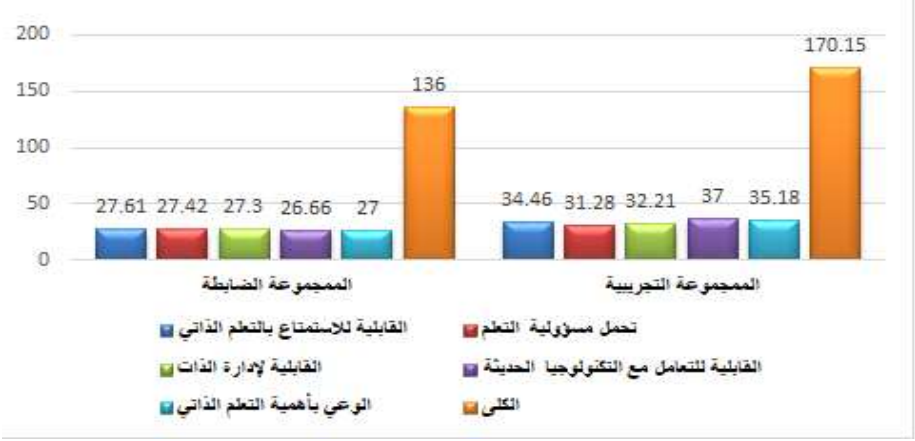
في التطبيق البعدي؛ ويمكن تفسير هذا الانخفاض إلى تدريس وحدة "الكيمياء النووية" باستخدام الطريقة التقليدية التي تعتمد على الحفظ دون الاهتمام بتكوين الفهم العميق؛ حيث يجد الطالبات صعوبة كبيرة في تعلم مفاهيم التفاعلات النووية؛ نظرا لطبيعتها المجردة، ولصعوبة إجراء تجاربها معمليا، وارتباطها بتكوينات غير مرئية لا يمكن استيعابها دون فهم العلاقات المتبادلة بين تلك التكوينات.

وعلى العكس من ذلك، فقد أدى استخدام نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي مع المجموعة التجريبية إلى وصول الطالبات لدرجة كبيرة من الفهم العميق للتفاعلات النووية، حيث نجح النظام الذكي في التناغم مع الخطو الذاتي لكل الطالب، وتحديد مستوي فهمه الحالي للمادة العلمية، ورصد الاخطاء وسوء الفهم لديه، وتقديم مجموعة أنشطة تعلم متنوعة تناسب أنماط تعلم كل طالب، وتساعده في تحسين فهمه للموضوعات والمفاهيم المتضمنة في وحدة الكيمياء النووية، ومعالجة التصورات الخاطئة أو البديلة لديهم.

كما ساعد النظام الذكي في بناء نماذج ذهنية، سمحت للطالب بتخيل التكوينات غير المرئية للتفاعلات النووية، ومحاكاتها وتحويلها من صور حسية إلى صور مجردة في عقله. وتوفير أشكال عديدة من المثيرات التعليمية المكتوبة والمسموعة والمتحركة بشكل وظيفي؛ لتحقيق الفهم العميق للتفاعلات النووية. علاوة على توفير النظام الذكي لتغذية راجعة تشير إلى مستوى التعلم أولا بأول؛ ومن ثم لا ينتقل المعلم من إطار إلى أخر إلا بعد تصحيح أخطائه. كما ساهم تجزئة النظام الذكي للمادة التعليمية إلى مجموعة من الإطارات التي تعرض في تتابع منطقي في تيسير عمليات الاستيعاب والتعلم لحد التمكن.

وتتفق هذه النتائج مع عدد من الدراسات التي توصلت إلى أهمية توظيف الذكاء الاصطناعي في التدريس لتحقيق مخرجات تعلم عديدة؛ ومن هذه الدراسات: دراسة سلامة (٢٠١٦) التي استخدمت برنامج تعلم إلكتروني قائم على النظم الخبيرة؛ ودراسة أحمد (٢٠١٥) نظام تعليمي ذكي لتنمية مهارات إدارة الفصول الإلكترونية؛ ودراسة عبد الجابر (٢٠١٤) التي استخدمت التعلم الذاتي القائم على النظم الخبيرة الكمبيوترية.

أما بالنسبة للقابلية للتعلم الذاتي، فقد أظهرت النتائج فاعلية نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية القابلية للتعلم الذاتي لدى طلاب المرحلة الثانوية. ويتضح من الشكل ٤ نمو القابلية للتعلم الذاتي لدى المجموعة التجريبية عن المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي.



شكل٤. متوسطات درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس القابلية للتعلم الذاتي.

كما يتضح من الشكل انخفاض القابلية للتعلم الذاتي لدى طالبات المجموعة الضابطة، ويمكن إرجاع سبب هذا الانخفاض إلى أن التدريس التقليدي لم ينجح في تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى الطالبات؛ حيث أن نظام التعليم التقليدي الموجه تعليمياً غير مجهز لغرس مهارات التعلم مدى الحياة في المتعلمين، بل يعتمد على التدريس المباشر الذي يركز على نقل أكبر قدر من المعلومات في أقل فترة زمنية. أما بالنسبة للمجموعة التجريبية، فقد أدى استخدام نظام التدريس القائم على الذكاء الاصطناعي إلى زيادة القابلية للتعلم الذاتي لدى الطالبات بصورة ملحوظه، من خلال توفير بيئة تعليمية تحترم تفرد كل طالبة، وتقدم لها ما يتناسب مع احتياجاتها؛ ومن ثم تقبل على التعلم بدوافع ذاتية وليس بدوافع خارجية، مما يزيد من ثقتها في نفسها وتحمل مسؤولية التعلم؛ فهي تخطو خطوات تعليمية منظمة، ومتسلسلة وفي الوقت نفسه لا تخشى إخفاقا أو قلقا.

كما راعت الوحدة المقدمة من خلال البرمجية أنماط تعلم الطالبات، بتوفير نظاما تستطيع كل طالبة التحكم الكامل في كافة عناصره من حيث وقت التعلم، ومكان التعلم، وقدر ما يتم تعلمه في ضوء التوجهات العامة للنظام الذكي؛ حيث تحصل الطالبة على المعرفة بنفسها عن طريق تفاعلها مع مادة التعلم حسب مستواها وقدراتها وخطوها الذاتي. وتوفير نظاما للتقويم المستمر للتعرف على نقاط الضعف ومحاول التغلب عليها وذلك من خلال مجموع من الأسئلة عقب كل درس مدعومة بالتعزيزات للاستجابات الصحيحة مما يعطى كل طالبة قوة دافعة لمزيد من التعلم والنجاح.

وتتفق هذه النتائج مع عدد من الدراسات التي توصلت إلى فعالية نظم التدريس الذكية في تنمية القابلية للتعلم الذاتي؛ مثل: دراسة كاياكان واكتيم (Kayacan and Ektem 2019) والتي أشارت إلى تأثير ممارسات مختبرات البيولوجيا التي تدعمها استراتيجيات التعلم ذاتية التنظيم على القابلية للتعلم الذاتي ومواقف طلاب الفرقة الثانية بكلية التربية تجاه التجارب العلمية في البيئات المختبرية، ودراسة حجازي (٢٠١٧) والتي اشارت إلى فاعلية نظام تعلم ذكي تكيفي في تنمية مهارات التعلم الذاتي، ودراسة عطيفي (٢٠١٤) والتي أشارت إلى فعالية أسلوب الحقائب التعليمية في تنمية القابلية للتعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

توصيات البحث ومقترحاته:

في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها، يوصي البحث بتوظيف الذكاء الاصطناعي في بناء مناهج الكيمياء للمرحلة الثانوية بأنواعه المختلفة والتي تشمل النظم الخبيرة والشبكات العصبية الاصطناعية والتعلم التكيفي. وتجريب نظم التعلم القائمة على الذكاء الاصطناعي في تدريس مواد أخرى مثل: الفيزياء والكيمياء، وعلى صفوف ومراحل دراسية أخرى، بما يساعد على تنمية الفهم العميق والقابلية للتعلم الذاتي.

كما يوصي البحث الحالي بإعادة النظر في تعليم الكيمياء النووية في المرحلة الثانوية، وتوجيه مزيد من الاهتمام لاستخدام تطبيقات التدريس الذكي. وتدريب معلمي المرحلة الثانوية على توظيف النظم الذكية في تدريس الكيمياء النووية بالمرحلة الثانوية بما يساعد على تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي، وتدريب معلمي الكيمياء على كيفية بناء نظم التدريس القائمة على الذكاء الاصطناعي وتوظيفها في تدريس موضوعات أخرى.

وقد توجه نتائج هذا البحث إلى إجراء المزيد من الدراسات المستقبلية على عينات ومراحل أخرى،

ومن الأمثلة على هذه الأبحاث: دراسة فعالية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية متغيرات أخري مثل (التفكير الابتكاري، حل المشكلات، وغير ذلك). وفاعلية برنامج لتدريب معلمي العلوم بالمرحلة الثانوية على توظيف نظم الذكاء الاصطناعي. وإجراء دراسات أخرى لدراسة فعالية تطبيقات الذكاء الاصطناعي على مراحل تعليمية مختلفة. وإجراء بحوث أخرى لتنمية القابلية للتعلم الذاتي باستخدام مستحدثات تكنولوجية أخرى.

المراجع:

إبراهيم، أسامة محمد (٢٠١٥). أثر تصميم نظام خبير تعليمي في تنمية الجوانب المعرفية والأدائية المرتبطة بمهارات إنتاج المقررات الإلكترونية. *مجلة تكنولوجيا التعليم*، ٢٥ (١)، ٢٤١-٢٩٧.

أحمد، أسامة جبريل (٢٠١٤). استراتيجية قرائية لتدريس العلوم قائمة على ما وراء المعرفة لتنمية الاستيعاب المفاهيمي والاتجاه نحو استخدامها لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية، *المجلة المصرية للتربية العلمية*، *١٧* (٤)، ١-٤١.

أحمد، هبة الله (٢٠١٥). *تصميم نظام تعليمي ذكي لتنمية مهارات إدارة الفصول الإلكترونية لدى الطلاب المعلمين* (رسالة دكتوراة غير منشورة). كلية التربية النوعية، جامعة عين شمس، مصر.

برسولي، فوزية وعبد الصمد، سميرة (٢٠١٩). توظيف التكنولوجيا للارتقاء بجودة التعليم العالي: مدخل نظم التدريس الذكية. *ملفات الأبحاث في الاقتصاد والتسيير*، *٧* ، ٣٨٨-٤١٢.

بنيوف، مارك (٢٠١٧). على اعتاب ثورة الذكاء الاصطناعي. مجلة فكر، ١٧، ١٢٠-١٢١.

البعلي، ابراهيم عبد العزيز وصالح، مدحت محمد (٢٠١١). فاعلية استراتيجية مقترحة لتنمية أبعاد التعلم العميق والتحصيل الدراسي في مادة الكيمياء لدي طلاب الصف الأول الثانوي، *مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس*، ١٧٦، ١٤٣-١٨٨.

جديد، لبني (٢٠١٠). العلاقة بين أساليب التعلم كنمط من أنماط معالجة المعلومات وقلق الامتحان وأثرهما على التحصيل الدراسي (دراسة ميدانية على عينة من طلاب الصف الثاني الثانوي في محافظة دمشق)، *مجلة جامعة دمشق*، ٢٦ ، ٩٣-١٢٣.

الجهوري، ناصر على (٢٠١٢). فاعلية استراتيجية الجدول الذاتي (K.W.L.H) في تنمية الفهم العميق للمفاهيم الفيزيائية ومهارات ما وراء المعرفة لدي طلاب الصف الثامن الأساسي بسلطنة عمان، *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، السعودية، ٣٢ (١)، ١١-٥٨.

الحافظ، محمود عبد السلام وحسين، محمد جاسم (٢٠١٦). أثر التدريس وفق الخريطة العنكبوتية في تعديل التصورات البديلة لبعض المفاهيم الكيميائية لدي طلاب الصف الرابع العلمي وتنمية تفكيرهم الاستدلالي، *مجلة دراسات في العلوم التربوية*، ٤٣، ٢٠٨٥-٢١٠٣.

حافظ، زينب محمود (٢٠١٤). فاعلية تدريس الكيمياء وفق انموذج أبعاد التعلم في تنمية المفاهيم الكيميائية ومهارات ما وراء المعرفة لدي طالبات الصف الأول الثانوي، *مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية*، ١٣(١)، ٧٩-١٢٠.

حجازي، چيلان السيد كامل (٢٠١٧). *فاعلية نظام تعلم ذكي تكيفي في ضوء أنماط التعلم لتنمية مهارات التعلم الذاتي والإنجاز المعرفي في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية* (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية التربية، جامعة عين شمس.

حرب، عماد عبد المنعم محمود. (٢٠١١). *أثر استخدام الحاسوب في تدريس مادة الكيمياء لطلاب الصف الأول الثانوي في تحصيلهم واتجاهاتهم نحو الحاسوب ومادة الكيمياء* (رسالة دكتوراة غير منشورة)، كلية التربية، جامعة أم درمان الإسلامية، السودان.

خلاف، ابتسام عبد الله (٢٠١٦) فاعلية استراتيجية قائمة على تدريس العلوم من أجل الفهم في تحقيق الفهم العلمي العميق وتنمية عادات العقل لدي طلاب الصف العاشر الأساسي في مديرية جنوب الخليل (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة القدس.

زايد، هالة حلمي (٢٠١٧). *التعلم الذكي*. ورقة مقدمة للملتقى الدولي الأولية لكلية التربية "تطبيقات التكنولوجيا في التربية"، كلية التربية، جامعة بنها، جمهورية مصر العربية.

الزبيدي، بيان محمد احمد (٢٠١٣). مستوى القابلية للتعلم الذاتي لدى طلبة كلية العلوم التربوية في الجامعة الأردنية في ضوء متطلبات التعامل مع المستحدثات التكنولوجية الحديثة، (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية.

الزغلول، عماد عبد الرحيم (٢٠١٥). *مبادئ علم النفس التربوي*، دار المسيرة للطباعة والنشر، عمان الاردن.

زكى، حنان مصطفى (٢٠١٢). برنامج مقترح في الثقافة البيولوجية وفقا للتعلم الذاتي باستخدام الوسائط المتعددة وأثره في تنمية فهم المفاهيم البيولوجية وتنمية الحس البيولوجي ومهارات التفكير البصري لدى طالبات كلية التربية الأقسام الأدبية، *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، ٣(٢٧)، ٥٤-١٢٣.

سلامة، عبد العزيز (٢٠١٦). تطوير برنامج تعلم إلكتروني قائم على النظم الخبيرة لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير وحل المشكلات في مقرر الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية في البحرين (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية التربية، جامعة عين شمس، مصر.

طعيمة، سحر سعيد (٢٠١٣). *فعالية استخدام الرحلات المعرفية عبر الويبكويست لتنمية عمليات العلم والمفاهيم العلمية لطلبة المرحلة الإعدادية* (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية التربية، جامعة المنوفية.

عامر، طارق عبد الرؤوف. (٢٠٠٥). *التعلم الذاتي، مفاهيمه-اسسه-أساليبه*. القاهرة: الدار العالمية للنشر والتوزيع.

عبد الجابر، حارص (٢٠١٤). *فاعلية استخدام التعلم الذاتي القائم على النظم الخبيرة الكمبيوترية في تدريس الجغرافيا على التحصيل المعرفية وتنمية التفكير الناقد والقيم الاقتصادية لدى طلاب الصف الأول الثانوي* (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية التربية، جامعة سوهاج، مصر.

عبد الحسن، رشا عبد الحسيب (٢٠١٦). أثر استراتيجية اسكامبر في تنمية الفهم العميق والرضا عن التعلم في مادة الفيزياء لدي طالبات الصف الثاني المتوسط. *مجلة أبحاث ميسان* ٢٤(١٢)، ١٧١-٢١٤.

عبد الكريم، محمود أحمد (٢٠١٢). أثر العلاقة بين نمط تقديم استراتيجية استقصاء الويب (مفتوح – موجه) ومستوى القابلية للتعلم الذاتي (مرتفع – منخفض) على التحصيل وإنتاج ملفات الإنجاز الإليكترونية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم. *مجلة تكنولوجيا التعليم*، ٢٢(٣)، ١٩٥-٢٣١.

عطيفي، أسماء حمدان محمد (٢٠١٤). *فعالية برنامج قائم على استخدام الحقائب التعليمية لتنمية القابلية للتعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية وإكسابهم بعض المهارات في العلوم* (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية التربية، جامعة اسيوط.

على، فايزة محمد على بلة (٢٠١٥). *أثر استخدام التعلم الذاتي في تحصيل مادة الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي: محلية شرق النيل نموذجا* (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية التربية، جامعة أم درمان الإسلامية، السودان.

عمر، سعاد محمد (٢٠١٧). فاعلية برنامج كمبيوتري قائم على النظم الخبيرة في تنمية بعض الجوانب المعرفية ومهارات التعامل مع برنامج الفيجوال بيزيك دوت نت لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية، ١* (٣)، ٣٥-٦٩.

عيد، يوسف محمد يوسف (٢٠١٨). التفوق الدراسي وعلاقته بالقابلية للتعلم الذاتي والدافعية للإنجاز وتوقعات الكفاءة الذاتية لدى طلاب جامعة الملك خالد. *مجلة التربية الخاصة، جامعة الزقازيق - كلية علوم الإعاقة والتأهيل، ٢٥* ، ١-٣٧.

القثامي، نوره مرزق وفلمبوان، غدير زين الدين (٢٠١٩) أثر التفاعل بين نمط بيئة التعلم الإلكتروني ومستوى القابلية للتعلم الذاتي على التفكير الناقد والتحصيل في مادة الرياضيات لدى طالبات المرحلة الثانوية. *مجلة العلوم التربوية والنفسية، ٣* (٦)، ٩١-١٢٣.

القرني، مسفر بن خفير (٢٠١٦). أثر استخدام استراتيجية التخيل الموجه في تنمية الاستيعاب المفاهيمي لدي تلاميذ الصف السادس الابتدائي بمدرسة الطائف. *مجلة البحث العلمي في التربية، ١٧* ، ٦٤٥-٦٧٧.

كامل، أحمد عبد البديع (٢٠١٦). بناء نظام تعليمي إلكتروني ذكي لتنمية مهارات التحليل الإحصائي. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، عدد خاص، ٣١٧-٣٤٢.

المشهداني، محمود حبيب شلال (٢٠١٢). *التعلم الذاتي: ما له وما عليه. مجلة كلية الآداب، جامعة بغداد، ٩٩* ، ٦٣١-٦٦٤.

نصحي، شيري مجدي (٢٠١٨). فاعلية نموذج الاستقصاء الجدلي في تنمية الفهم العميق والاتجاه نحو الفيزياء لدي طلاب المرحلة الثانوية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢١ (١١)، ١٩٣-٢٣٠.

نوار، ايمان عبد الحميد (٢٠١٥). *برنامج مقترح قائم على التعلم الذاتي لتنمية مفاهيم المستحدثات الكيميائية ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب نوادي العلوم بالمرحلة الثانوية* (رسالة دكتوراة غير منشورة). كلية الدراسات العليا للتربية، جامعة القاهرة.

هاني، مرفت حامد والدمرداش، محمد السيد (٢٠١٥). فاعلية وحدة مقترحة قي الرياضيات البيولوجية في تنمية الفهم العميق لدي طلاب المرحلة الثانوية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، *١٨* (٦)، ٨٩-١٥٦.

هنداوى، إيمان محمد عاطف (٢٠١٧). فاعلية استخدام إستراتيجية مقترحة قائمة على التعلم الذاتي في تنمية المفاهيم العلمية وبعض عمليات العلم في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي (رسالة *ماجستير غير منشورة*). كلية التربية، جامعة مدينة السادات .

AbuEl-Reesh, J. Y., & Abu-Naser, S. S. (2018). An Intelligent Tutoring System for Learning Classical Cryptography Algorithms (CCAITS). *International Journal of Academic and Applied Research*, 2(2), 1-11.

Akgün, E., & Demir, M. (2018). Modeling Course Achievements of Elementary Education Teacher Candidates with Artificial Neural Networks. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 5(3), 491-509.

Alawar, M. W., & Abu Naser, S. S. (2017). CSS-Tutor: An intelligent tutoring system for CSS and HTML. *International Journal of Academic Research and Development*, 2(1), 94-98.

Al-Shawwa, M. O., Alshawwa, I. A., & Abu-Naser, S. S. (2019). An Intelligent Tutoring System for Learning Java. *International Journal of Academic Information Systems Research*, 3(1), 1-6.

Asfar, N., & Zainuddin, Z. (2015). Secondary students' perceptions of information, communication and technology (ICT) use in promoting self-directed learning in Malaysia. The Online Journal of Distance Education and E-Learning, 3(4), 67-82.

Atherton, J., (2013). Learning and Teaching. Deep and Surface learning (on-line:UK) Retrieved From *http://www.learningandteaching.info/learning/deepsurf.htm*

Atkinson, R. (2016). *Intelligent tutoring systems: Structure, applications and challenges*. Nova Science Publishers, Inc.

Balinggan, G. (2019, March). Difference Between Artificial Intelligence and Human Intelligence. Retrieved from https://bit.ly/2Zf4qcX

Bartholomew, S. R. (2017). Middle School Student Technology Habits, Perceptions, and Self-Directed Learning. *International Journal of Self-Directed Learning*, 14(2), 27-44.

Barton, D., Woetzel, J., Seong, J., & Tian, Q. (2017). Artificial Intelligence: Implications for China. *New York: McKinsey Global Institute*, 1.

Bordonaro, K. (2018). Self-Directed Second Language Learning in Libraries. *International Journal of Self-Directed Learning*, 15(2), 1-17.

Christie, M., & de Graaff, E. (2017). The philosophical and pedagogical underpinnings of Active Learning in Engineering Education. *European Journal of Engineering Education*, *42*(1), 5-16.

Corea, F. (2019). AI Knowledge Map: how to classify AI technologies. In *an Introduction to Data* (pp. 25-29). Springer, Cham.

Cuiye, Y. (2016). The construction of English teachers' classroom teaching ability system based on artificial intelligence. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (18B), 94-104.

Curran, V.; Gustafson, D.; Simmons, K.; Lannon, H.; Wang, C.; Garmsiri, M.r; Fleet, L.; Wetsch, L. (2019). Adult Learners' Perceptions of Self-Directed Learning and Digital Technology Usage in Continuing Professional Education: An Update for the Digital Age. *Journal of Adult and Continuing Education*, 25(1), 74-93.

de Ridder, D. (2019). Artificial intelligence in the lab: ask not what your computer can do for you. *Microbial biotechnology*, *12*(1), 38.

Douglass, C. & Morris, S.R. (2014). Student perspectives on self-directed learning. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 14(1),13–25. https://doi.org/10.14434/josotl.v14i1.3202

Du Toit-Brits, C. (2019). A focus on self-directed learning: The role that educators' expectations play in the enhancement of students' self-directedness. *South African Journal of Education*, 39(2), 1-11.

Erdemir, M. (2019). Using Web-based Intelligent Tutoring Systems in Teaching Physics Subjects at Undergraduate Level. *Universal Journal of Educational Research*, *7*(7), 1517-1525.

Fahnoe, C., & Mishra, P. (2013). Do 21st century learning environments support self-directed learning? Middle school students' response to an

intentionally designed learning environment. In R. McBride & M. Searson (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2013* (3131-3139). Chesapeake, VA: AACE

Golightly, A. & Guglielmino, L. (2015) Geography Students' and Student Tutors' Perceptions of Their Self-Directedness in Learning in an Integrated PBL Model: An Exploratory Study. *International Journal of Self-Directed Learning*, 12(2), 63-81.

Gómez, E., Castillo, C., Charisi, V., Dahl, V., Deco, G., Delipetrev, B., & Herrera, P. (2018). Assessing the impact of machine intelligence on human behaviour: an interdisciplinary endeavour. *arXiv preprint arXiv:1806.03192*.

Gong, L., Biswas, S., Bai, L., & Butz, B. (2016, June). An Intelligent Tutoring System for Multimedia Virtual Power Laboratory. In *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, (Vol. 2016).

Gündüz, G. F., Selvi K. (2016). Developing a "Self-directed Learning Preparation Skills Scale for Primary School Students": Validity and Reliability Analyses. *Universal Journal of Educational Research*, 4(10), 2323-2340.

Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 0008125619864925.

Hasibuan, M. S., Nugroho, L. E., & Santosa, P. I. (2019). Model Detecting Learning Styles with Artificial Neural Network. *Journal of Technology and Science Education*, *9*(1), 85-95.

Isotani, S., Millán, E., Ogan, A., Hastings, P., McLaren, B., & Luckin, R. (2019). *Artificial Intelligence in Education 20th International Conference*, AIED, Chicago, IL, USA, June 25-29, 2019, Proceedings, Part II.

Joram, M. K., Harrison, B. K., & Joseph, K. N. (2017). A knowledge-based system for life insurance underwriting. *Int. J. Inf. Technol. Comput. Sci*, *9*, 40-49.

Kayacan, K., & Ektem, I. S (2019). The Effects of Biology Laboratory Practices Supported with Self-regulated Learning Strategies on Students' Self-directed Learning Readiness and Their Attitudes towards Science Experiments. *European Journal of Educational Research*. (8)1, 313-323.

Klebanov, B. B., Burstein, J., Harackiewicz, J. M., Priniski, S. J., & Mulholland, M. (2017). Reflective Writing About the Utility Value of Science as a Tool for Increasing STEM Motivation and Retention–Can AI Help Scale Up?. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *27*(4), 791-818.

Kranzow, J. and Hyland, N. (2016). Self-Directed Learning: Developing Readiness in Graduate Students. *International Journal of Self-Directed Learning.* 13(2), 1-14.

Market Research Future (2019). Artificial Intelligence in Education Market Research Report – Forecast to 2023. Retrieved from https://bit.ly/2NeBBHd

Noonoo, S., (2017). Teachers Can Now Use IBM's Watson to Search for Free Lesson Plans. EdSurge. Retrieved from https://bit.ly/2wq959H

Orlando, S., de la Paz López, F., & Gaudioso, E. (2019, June). Design and Implementation of a Robotics Learning Environment to Teach Physics in Secondary Schools. In *International Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation* (pp. 69-76). Springer, Cham.

Örs M., Titrek O. (2018). The Correlation Between Metacognitive Awareness Level and Self-Directed Learning Readiness of Undergraduate Nursingand Midwifery Students. *Journal of Education and Training Studies*. 6 (11a), 218-228.

Sookrajh, R., & Paideya, V. (2010). Exploring the use of supplemental instruction: Supporting deep understanding and higher-order thinking in chemistry. *South African Journal of Higher Education*, *24*(5), 758-770.

Pellegrina, W., & Hilton, L., (2012). Committee of defining deeper learning and 21st century skills, Center of Education, Division on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council.

Piper, T., Smith T., Jeria J., & Intrieri R. (2018). Development of the Self-Directed Learning for Exercise Scale. *International Journal of Self-Directed Learning* 15(1), 1-17.

Post, E. (2015). An Exploration of SDL as a Conceptual Model for Studying Nascent Entrepreneurs. *International Journal of Self-Directed Learning*, 12(2), 49-62.

Rao, D. A. S., & Verweij, G. (2017). Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalize? *PwC Publication, PwC.*

Rillero, P. (2016). Deep conceptual learning in Science and Mathematics perspectives of teachers and administrators, *Electronic Journal of Science Education*, 20(2), 15-31.

Rivers, K., & Koedinger, K. R. (2017). Data-driven hint generation in vast solution spaces: a self-improving python programming tutor. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *27*(1), 37-64.

Rodriguez, L., de la Caridad, G., & Viña Brito, S. M. (2017). La inteligencia artificial en la educacion superior. Oportunidades y amenazas. *INNOVA Res. J. 2*, 412–422.

Saleheen, F., Wang, Z., Picone, J., Butz, B. P., & Won, C. H. (2018). Efficacy of a Virtual Teaching Assistant in an Open Laboratory Environment for Electric Circuits. *Advances in Engineering Education*, *6*(3), 1-27.

Sen, A., Patel, P., Rau, M. A., Mason, B., Nowak, R., Rogers, T. T., & Zhu, X. (2018). Machine Beats Human at Sequencing Visuals for Perceptual-Fluency Practice. *International Educational Data Mining Society*. Retrieved from https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED593113.pdf

Simões-Marques, M., & Figueira, J. R. (2018, July). How Can AI Help Reduce the Burden of Disaster Management Decision-Making?. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 122-133). Springer, Cham.

Stefani C., & Tsaparlis (2009). Student's level of explanations models and misconceptions in basics quantum Chemistry, *International Journal of Social Sciences teaching*, 46(5), 520-536.

Sumuer, E. (2018). Factors Related to College Students' Self-Directed Learning with Technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(4), 29-43.

Turan M. B.& Koç K. (2018). The Impact of Self-Directed Learning Readiness on Critical Thinking and Self-Efficacy among the Students of the School of Physical Education and Sports. *International Journal of Higher Education*, 7(6), 98-105.

UNESCO (2019). International Conference on Artificial Intelligence and Education, Beijing, People's Republic of China, 16-18 May 2019. Retrieved from https://bit.ly/31J64RP

Van Duyne, I. M. (2017). A Preliminary Study of Online Doctoral Student Scores and the Self-Directed Learning Readiness Scale. *International Journal of Self-Directed Learning* 14(1),1-16.

Verma, M. (2018). Artificial intelligence and its scope in different areas with special reference to the field of education. *Artificial Intelligence,* 3(1), 5-10.

Wagner. S. R. (2018). The Self-Directed Learning Practices of Elementary Teachers. *International Journal of Self-Directed Learning* 15(2), 18-33.

Xiong, X. (2019, February). Analysis of the Status Quo of Artificial Intelligence and Its Countermeasures. In *2018 International Workshop on Education Reform and Social Sciences (ERSS 2018)*. Atlantis Press.

Zhao, Y., & Liu, G. (2019, February). How Do Teachers Face Educational Changes in Artificial Intelligence Era. In *2018 International Workshop on Education Reform and Social Sciences (ERSS 2018)*. Atlantis Press.

The Effectiveness of a Teaching System based on the Artificial Intelligence in developing a Deep Understanding of Nuclear Reactions and Self-Directed Learning Readiness among Secondary Stage Students

Dr. Osama Gabriel Ahmed Abdel Latif
Professor of Curricula and Teaching Methods of Science - Faculty of Education - Ain Shams University

Dr. Yasser Sayed Hassan Mahdy
Professor of Curricula and Teaching Methods of Science - Faculty of Education - Ain Shams University

Dr. Sally Kamal Ibrahim
Lecturer of Curricula and Teaching Methods of Science - College of Education - Ain Shams University

Abstract:

The current research aimed to identify the effectiveness of a teaching system based on the artificial intelligence in developing a deep understanding of nuclear reactions and Sself-directed learning readiness among secondary stage students. To achieve this goal, the research team prepared a system based on artificial intelligence to teach the unit of nuclear chemistry with a first-grade secondary curriculum, Research tools have also been built, which are a deep understanding test of nuclear reactions and a scale of self-directed learning readiness. To verify the effectiveness of the teaching system, a group of 65 students from the first grade secondary class was selected and divided into an experimental group that studied the nuclear chemistry unit using the teaching system based on artificial intelligence, and another control group studied the same unit in the traditional way. Research tools were applied before and after studying the unit. The results of the research showed that there is a statistical significant difference between the mean scores of students of the experimental group and the control group in the post application of the research tools in favor of the experimental group, as well as the presence of a statistically significant difference between the mean scores of the students of the experimental group in the pre and post applications of the research tools in favor of the post application. This indicates the effectiveness of the teaching system based on artificial intelligence in developing a deep understanding of nuclear reactions and self-directed learning readiness among secondary stage students.

keywords: Teaching System - Artificial Intelligence - Deep understanding - Self-Directed Learning Readiness