برنامج معد وفق التعلم التكيفي الذكي في الكيمياء الحيوية لتنمية مهارات التمثيل الجزيئي والتفكير البصري لدى طلاب كلية التربية

أ.م.د/ أمانى محمد عبد الحميد أبو زيد
أستاذ المناهج وطرق التدريس المساعد
كلية التربية جامعة عين شمس

ملخص البحث:

يهدف البحث الحالي إلى تعرف فاعلية برنامج معد وفق التعلم التكيفي الذكي في الكيمياء الحيوية لتنمية مهارات التمثيل الجزيئي والتفكير البصري لدى طلاب كلية التربية، وتمثلت مشكلة البحث الحالي في "صعوبة فهم الطالب للطبيعة الجزيئية للمادة وتخيل التفاعلات المتبادلة بين الذرات والجزيئيات في تمثيلها جزيئيًا وبصريًا، وبناء مفاهيم علمية في إطار جزيئي مترابط يفسر الظواهر البيولوجية والكيميائية، وافتقار الطلاب لبعض مهارات التفكير البصري للتعامل مع معطيات علم الكيمياء الحيوية"، وهو ما أكدت عليه دراسات مستحدثة عدة، وتم التأكد منه واقعيًا بتطبيق أداتي تقييم البحث على مجموعة من طلاب كلية التربية وعددهم (٦٠ طالب وطالبة) بشعب "العلوم البيولوجية- الكيميائية- الفيزيائية" بكلية التربية جامعة عين شمس، وكانت النتائج غير دالة احصائيًا". وللتغلب على هذه المشكلة وتلبية أدوات التكنولوجيا المعقدة مثل الذكاء الاصطناعي وعلوم البيانات الكبرى في مجال التعليم والمهارات المستجدة تم إعداد برنامج معد وفق التعلم التكيفي الذكي Intelligent Adaptive Learning في الكيمياء الحيوية لتنمية مهارات التمثيل الجزيئي والتفكير البصري لدى طلاب كلية التربية، حيث تم إعداد أداتي البحث والمتمثلة في "دليل الطالب وملحقاته، ودليل المعلم وملحقاته" في مجموعة من الموضوعات داخل البرنامج الاثرائي، وأداتي التقييم المتمثلة في "اختبار التمثيل البصري و اختبار التفكير البصري"، وتم اختيار مجموعة البحث والتي تكونت من (٣٠) طالب كلية التربية جامعة عين شمس "شعبتي الكيمياء- البيولوجي" للعام الجامعي ٢٠٢٠/٢٠٢١م، وطبقت أدوات البحث على مجموعة البحث. وتوصلت نتائج البحث إلى وجود فرق دال احصائيًا في اختبار التفكير الحاسوبي عند مستوى دلالة (≤٠,٠٥) بين التطبيق القبلي والبعدي، بينما دال عند مستوى (≤٠,٠١) بين القياس القبلي والبعدي لاختبار التفكير البصري، وأوصى البحث بتوجيه نظر القائمين على إعداد وتطوير مناهج العلوم، وكذا برامج إعداد المعلم إلى الأخذ بمتطلبات التعلم التكيفي الذكي، ومهارات التمثل الجزيئي وأدوات الذكاء الاصطناعي والبيانات الكبرى في إعداد المعلم وفقًا لمهارات وأدوات التحول الرقمي.

الكلمات المفتاحية: التعلم التكيفي الذكي Intelligent Adaptive Learning – التمثيل الجزيئي Molecular Representation - التفكير البصري Visual Thinking

Intelligent Adaptive Learning program in Biochemistry to develop the Molecular Representation skills and the Visual Thinking skills for Preservice Students-Teachers

Abstract

The current research aimed to recognize the efficacy of "an Intelligent Adaptive Learning program in Biochemistry to develop the Molecular Representation skills and the Visual Thinking skills for Preservice Students-Teachers". The research problem stated as "The students- Teachers' difficulty in understanding the molecular nature of matter and imagining the interactions between atoms and molecules in its molecular and visual representation", building scientific concepts in a coherent molecular framework that explains chemical and biological phenomena, and the lack of some visual thinking skills to deal with biochemical data" according to many recent studies and supported by the result of the application of the two research assessment tools on a group of students- teachers at faculty of Education. To handle this problem, an enrichment program prepared according to Intelligent Adaptive Learning principals, and visual thinking Skills has been prepared. The research tools were prepared; represented in the student book& its hands on, and the teacher guide, While the assessment tools represented in Molecular Representation test and Visual thinking test. The research group selected; It consisted of (30) students-Teachers "Biology- Chemistry branches" 2020/2021 academic year, faculty of Education. The research tools were administered upon the research group. The results revealed that there is a statistically significant difference at the level of (0.05) between the mean scores of students in the pre- and post-results of Molecular Representation test, In addition to a statistically significant difference at the level of (0.01) between the mean scores of students in the pre- and post-results of visual thinking test. The research recommended reconsidering the preparation of teachers' programs according to Intelligent Adaptive Learning, AI and Big Data sciences to consider the Digital Transformation age requirements.

Key words:

- **Intelligent Adaptive Learning**
- **Molecular Representation skills**
- **Visual Thinking skills**

برنامج معد وفق التعلم التكيفي الذكي في الكيمياء الحيوية لتنمية مهارات التمثيل الجزيئي والتفكير البصري لدى طلاب كلية التربية

أ.م.د/ أمانى محمد عبد الحميد أبو زيد
أستاذ المناهج وطرق التدريس المساعد
كلية التربية جامعة عين شمس

مقدمة:

يواجه الطلاب على جميع المستويات مشكلات عدة في استجاباتهم التعليمية سواء بالحضور الفعلي أو الحضور عبر منصات التعلم عن بعد فيما يعرف بالتعلم المدمج Blended Learning، وذلك نتيجة الاختلاف الكبير والجوهري بين الطلاب في أنماط تعلمهم واستجاباتهم التعليمية خاصة بعد جائحة كورونا، و الاعتماد الكبير على التعليم "المتزامن غير الحضوري" Synchronous E- Learning، مما يستدعي وجود آلية للتغلب على هذه المشكلة وصولًا لنواتج تعلم مرغوبة ورفع مستويات وأداءات الطلاب التعليمية.

و قد حظيت تكنولوجيا تحليلات التعلم بالاهتمام الأكبر في مجال التعليم والتعلم، نتيجة للرغبة في الحصول على البيانات الأفضل وقدرتها على تجميع البيانات بشكل فوري وتغيير ديناميكية التعليم والتعلم، وتساعد تكنولوجيا تحليلات التعلم على تصميم بيئات تكيفية، من خلال متابعة خطوات وتفاعلات المتعلم خلال العملية التعليمية، وتقديم المحتوى المناسب لاحتياجاته وأسلوب تعلمه، ومستواه المعرفي، وتعديل مساره التعليمي، بالإضافة إلى تقديم التوصيات والتوجيهات المساعدة، كما أنها تساعد في تحديد استراتيجيات التعلم المناسبة له.

تتميز تكنولوجيا التعليم بالتطور المستمر في مستحدثاتها، ومن أبرز هذه المستحدثات التعلم الإلكتروني التكيفي الذكي Intelligent Adaptive Learning (IAL)؛ فهو أحد الطرق التعليمية الحديثة القائمة على أنظمة الحاسب المدعمة بأنظمة الذكاء الاصطناعي وعلوم البيانات الكبرى Big Data، التي نشأت بهدف إيجاد بيئة

تعليمية متميزة تواكب احتياجات كل متعلم على حدى؛ قائمة على أساس شخصية المتعلم، واهتماماته، وأدائه ومستواه المعرفي، ومهاراته لتحقيق الأهداف والتقدم الأكاديمي، ورضا المتعلم، وتحسين كفاءة عمليتي التعليم والتعلم (Aguar, et al., 2017).

وللتعلم التكيفي الذكي مستويات تتوفق على طبيعة الخوارزميات وأنظمة الذكاء الاصطناعي المدعوم بها، فمنها أنظمة تكون مدعومة بشكل جزئي بأنظمة الذكاء الاصطناعي بالإضافة إلى توجيهات المعلم، وجزء آخر مدعوم بشكل كامل بنتائج تحليل البيانات بأنظمة الذكاء الاصطناعي AI دون دعم من المعلم؛ وتقوم بتقديم جميع المعارف والدعم العلمي والفني للطلاب بشكل آلي بالكامل اعتمادًا على مستويات الطلاب وتحليل استجاباتهم المختلفة فيما يعرف بتكيف النظم adaptivity وتكون مرهونة بالنظام المستخدم بشكل مميكن، وقدرة النظام على تحليل أداء الطالب في اتخاذ المسار المناسب وفقًا للبدائل المتاحة فيما يسمى القدرة على التكيف من قبل الطالب Adaptability، وهو قائم على استجابات الطالب نفسه، وفقًا لما أوضحه كل من Alzain, et al. (2018), Aguar (2017), Franzoni, et al. (2016) ، ويعتمد البحث الحالي على النظام الأول المدعوم بتوجيه المعلم، حيث أن النظام الثاني يستدعي برامج متطورة غير متوفرة في سياق وآليات التعليم والبحث الحالي.

وقد أشارت عديد من الأبحاث منها Wang, et al. (2018); Pan, et al. (2017); Franzoni, et al. (2016); Chen (2014) أن التعلم التكيفي الذكي بالرغم من مميزاته إلا أنه يشوبه مجموعة من الغموض وذلك لأنه يعتمد بشكل كبير على البيانات المدخلة في النظام مثل المستوى التحصيلي للطالب، أنماط تعلمه وبعض المدخلات مثل طبيعة كل مفردة، ومستويات التمكن Levels of Proficiency التي يتم برمجتها وفق معلومات توفرها الجهة أو المؤسسة التعليمية، وهو ما يدعم تبني البحث للنظام الأول من التعلم التكيفي القائم على التحليلات للمعلومات Data analysis، مدعوم بتوجيهات المعلم. وبالرغم من الغموض الحالي إلا أن العلم التكيفي

الذكي هو التوجه الأحدث في القضاء على مشكلة توحيد آلية تقديم المادة العلمية والمعرفة للطلاب على اختلاف مستوياتهم المعرفية والفكرية وأنماط تعلمهم المختلفة والانتقال بالطلاب وفق مستوى تدرجي مدروس وأدوات تحليلية إلى المستوى اللاحق موفرة له الكفايات وصولًا به إلى اتقان المهارات، وهذا الاتجاه هو الاتجاه القادم للتعلم على جميع مستوياته وفق التوجه الحالي والمستقبلي لسيطرة علوم الذكاء الاصطناعي AI والبيانات الكبرى Big Data وتعلم الآلة Machine Learning على جميع الصناعات والمجالات المختلفة ومنها التعليم.

هذا وتتزايد مشكلات وصعوبات التعليم والتعلم مع المقررات والمحتوى التعليمي ذو الطبيعة المجردة، والذي يحتاج إلى مستويات عليا من التمثيل البصري مثل مقرر الكيمياء الحيوية Biochemistry، مما يتطلب إيجاد آليات علمية وعملية للتغلب على هذه المشكلات وتنمية مهارات عملية ومهارات تفكير عليا لدى الطلاب وهو ما يسعى إليه البحث الحالي، حيث يعتبر التمثيل الجزيئي هو أداة الطلاب لفهم الظواهر العلمية المجردة وتحليل بياناتها بشكل مرئي يعيد المفاهيم إلى أذهانهم بدقة وتعلم ذي معنى، وهذا يوضح أهمية التفكير البصري الذي يتكامل بشكل كبير مع متطلبات التمثيل الجزيئي وأدواته، ومن ثم سعى البحث الحالي إلى دراسة العلاقة بين المتغيرات الثلاث استنادًا إلى رصد الواقع والمتمثل في مشكلة البحث الحالي.

مشكلة البحث:

يتمركز علم الكيمياء الحيوية Biochemistry حول النظرية الجزيئية للمادة على المستويين الكيميائي والبيولوجي، ويمتاز بطبيعته المجردة بالنسبة لمفاهيميه ومعادلاته مثل الذرة والطاقة وعدم إدراك المفاهيم الكيميائية والتفاعلات الكيميائية على المستوى الحيوي والعلاقات المتبادلة بينهما في إطار ظاهرة بيولوجية أو فسيولوجية، مما يجعل الطلاب يحملون كثير من الأخطاء المفاهيمية بسب صعوبة تفسير ما يحدث في العالم الغير المرئي، وأكد ذلك النتيجة التي توصل إليها البحث الحالي بتطبيق أداتي

تقييم البحث على مجموعة من الطلاب (٦٠ طالب وطالبة) بكلية التربية جامعة عين شمس- الشعب العلمية- الفرقة الثالثة الدراسين باللغة الإنجليزية، وكان متوسط درجات الطلاب في اختباري التمثيل الجزيئي والتفكير البصري غير دالة احصائيًا <٠,٥، **ومن ثم تمثلت مشكلة البحث الحالي في "صعوبة فهم الطالب للطبيعة الجزيئية للمادة وتخيل التفاعلات المتبادلة بين الذرات والجزيئيات في تمثيلها جزيئيًا وبصريًا، وبناء مفاهيم علمية في إطار جزيئي مترابط يفسر الظواهر البيولوجية والحيوية"**، وبما أننا نعيش اليوم تحولات كبيرة في جميع المجالات وخاصة التعليم الذي تغير فيه مفهوم التعليم التقليدي إلى التعليم المعتمد على الطالب Self- /Student- centered Learning Paced Learning ، كما توغلت العلوم المستحدثة مثل علوم الذكاء الاصطناعي AI وعلوم البيانات الضخمة Big Data، وعلوم الآلة Machine Learning في جميع العلوم وخاصة التعليم مما تطلب تغيير فلسفة التعليم وآلياته وفق هذه التغيرات الجذرية وإعداد مواطن ومتعلم قادر على التعامل مع مثل هذه العلوم، بل وإيجاد لغاتها ضمنيًا داخل اللغات التعليمية المقدمة بحيث تصبح جزءًا لا يتجزأ من عملية التعليم، وحيث أن خطواتنا في مهدها خلال عصر التحول الرقمي، فقد تم تفقد التوجهات الحديثة للتعلم، ووجد أن التعلم التكيفي الذكي هو أحد أدوات التعلم التنافسي Competitive Learning و التعلم القائم على الكفاءات Competency- based Model الذي فرض نفسه بقوة على الساحة التعليمية، وقد تنافست عديد من الشركات الرائدة مثل مايكروسوفت في تقديم الحلول الرقمية Digital Solution للجهات والمؤسسات المختلفة لدمج علوم الذكاء الاصطناعي والبيانات الكبرى ضمن أدواتها ومنصاتها الرقمية، كما أن التعلم التكيفي الذي يعتمد على التفضيلات التعليمية واختلافات المتعلمين أصبح توجه رائد قائم على جمع البيانات بأدوات الذكاء الاصطناعي حول المتعلمين وله درجات مختلفة ابتداء من المستوى صفر/ الأول Level 0/1 والذي يتدخل فيه المعلم في توجيه المتعلم وفق تفضيلاته التعليمية والبيانات المجمعة عن طلابه وتحليلها

باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي المدمجة بالمنصات التعليمية، وصولًا إلى مستويات لم تقف بعد؛ أخرها أن يتم تصميم برامج تعليمية ذاتية التعلم توجه المتعلم وفق أدوات تحليل البيانات والخوارزميات وعلوم البيانات الكبرى التي تعمل بشكل تلقائي دون أي تدخل بشري وكأنها هي الموجه الأوحد للمتعلم، وباعتبار أننا على بداية خارطة الطريق، يحاول البحث الحالي تقديم آلية لحل مشكلة البحث وتقديم علم بيني مثل الكيمياء الحيوية بمفاهيمه المجردة بالنمذجة الجزيئية ووفق التعلم التكيفي الذكي وأدواته، وذلك من خلال الإجابة على السؤال الرئيس التالي:

ما فاعلية برنامج معد وفق التعلم التكيفي الذكي في الكيمياء الحيوية لتنمية مهارات التمثيل الجزيئي والتفكير البصري لدى طلاب كلية التربية؟

ويتفرع من السؤال الرئيس مجموعة من التساؤلات الفرعية التالية تتمثل في:

١. ما أسس برنامج قائم على التعلم التكيفي الذكي معد للطلاب المعلمين بالشعب العلمية بكلية التربية؟
٢. ما فاعلية البرنامج المعد في تنمية مهارات التمثيل الجزيئي لدى الطلاب المعلمين بالشعب العلمية بكلية التربية؟
٣. ما فاعلية البرنامج المعد في تنمية مهارات التفكير البصري لدى الطلاب المعلمين بالشعب العلمية بكلية التربية؟

حدود البحث:

أولًا: حدود موضوعية

- مهارات التفكير البصري المتفق عليها في الدراسات السابقة، وهم ست مهارات تتمثل في (مهارة التعرف على الشكل البصري وتمييزه، مهارة تحليل الشكل البصري، مهارة إدراك العلاقات المكانية، مهارة تفسير المعلومات، مهارة تحليل المعلومات، مهارة استخلاص المعنى).

- مجموعة من طلاب كلية التربية جامعة عين شمس- الفرقة الثالثة علمي "شعبتي بيولوجي- كيمياء" الدارسين باللغة الإنجليزية.

- تم اقتصار البرنامج على منصة تعليمية LMS واحدة هي Microsoft Teams، لإتاحة التسجيل عليها بشكل رسمي من قبل الطلاب، وتوظيف إمكانات أدوات الذكاء الاصطناعي بها، ودعمها ببرنامج للمحاكاة البصرية والتمثيلات البصرية الخاصة بمفاهيم ومركبات الكيمياء الحيوية.

ثانيًا: حدود مكانية: التجريب الميداني للبرنامج التجريبي- بكلية التربية جامعة عين شمس- مصر.

ثالثًا: حدود زمانية: فترة التطبيق في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٠-٢٠٢١م.

مصطلحات البحث:

١- التعلم التكيفي الذكي Intelligent Adaptive Learning:

عرفه Villegas, et al. (2020) بأنه: هو بيداغوجيا تعليمية قائمة على تحليل استجابات الطلاب أثناء عملية تعليمهم وتعلمهم، في بيئة تعليمية أكاديمية قائمة على تجميع البيانات وتحليلها، وتحويل آليات العملية التعليمية تجاه احتياجات الطالب وأنماط تعلمهم، وحصيلتهم المعرفية المسبقة، بما يؤهل الطالب التقدم في التعلم وفق سياقه المعرفي والعقلي الخاص به، انطلاقًا من مبدأ تفريد التعليم واختلاف فروق الطلاب واحتياجاتهم، واستجابة لعصر يتحول فيه التعليم إلى التعلم القائم على الطالب لتحقيق نواتج تعلم مرغوبة.

يعرف كل من عزمي والمحمدي (٢٠١٧) بيئات التعلم الالكتروني التكيفي بأنها نمط من أنماط التعلم الالكتروني يتميز بالمرونة التي تراعي الفروق الفردية للمتعلمين؛ وبالتالي يجعل عملية التعلم أكثر مرونة، وديناميكية من خلال تكييف بيئة التعلم بناءً على

رضا المتعلم واحتياجاته وأسلوب تعلمه، وذلك بهدف زيادة الأداء وفق مجموعة من المعايير المحددة مسبقًا.

ويعرفه البحث الحالي: أنه بيئة تعلم تكيفية مبرمجة على مدخلات وبيانات معرفية وتعليمية وفنية قائمة على أدوات الذكاء الاصطناعي والبيانات الكبرى وعلوم الآلة، تراعي مبدأ تفريد التعليم والتعلم واحتياجات الطلاب والفروق العقلية والمهارية، في سياق تعليمي يدعم بدائل ومسارات عدة يختار منها الطالب وفقًا لاحتياجاته، ويكون مدعم وموجه بشكل مميكن تنبؤي ومتقن وفق استجاباته، وقد يكون المعلم ميسر وموجه لعمليتي التعليم والتعلم، أو يكون التعلم ذاتي قائم على الطالب، وموجه لتحقيق نواتج تعلم مرغوبة وفق كفايات مهنية ومعرفية محددة مسبقًا. ويتمثل في البحث الحالي بالبرنامج المعد في الكيمياء الحيوية القائم على أسس ومبادئ التعلم التكيفي الذكي لتنمية مهارات التمثيل الجزيئي والتفكير البصري لدى طلاب كلية التربية الشعب العلمية.

٢- التمثيل الجزيئي: Molecular Representation

عرف Aw, eta al. (2020) التمثيل الجزيئي بأنه: هو تمثيل للظواهر البيولوجية والكيميائية على المستوى الجزيئي بما يوضح تركيب الأيونات والذرات للمركبات الخلوية والكيميائية بشكل ثنائي أو ثلاثي الأبعاد.

كما عرف Hussein, et al. (2020) **مهارات التمثيل الجزيئي** بأنها: قدرة المتعلم على إدراك التمثيلات الجزيئية بمستوياتها المختلفة، والتي تتمثل بداية في التفكير الجزيئي غير الملاحظ الذي يرتبط بإدراك الظواهر شكليًا دون التطرق إلى أسبابها عالمستوى الكيميائي والجزيئي والحيوي، ثم التفكير الجزيئي الملاحظ والذي يرتبط بطبيعة تركيب نظام وحركة دقائق المادة، وعلاقة ذلك بتغير الخواص الكيميائية للمادة، وأخيًرا المستوى الثالث وهو مستوي التفكير الرمزي للتعبير عن المادة باستخدام الرموز والصيغ والمعادلات الكيميائية.

وعرفه البحث الحالي: التمثيل الجزيئي هو مجموعة من المهارات ذات مستويات عدة تختلف وفقًا للإدراك الظاهري للجزيء في إطار المركب أو الظاهرة التي يعتبر جزءًا منها، على المستوى الظاهري والجزيئي في تمثيلات ثنائية وثلاثية الأبعاد تحول المركب أو الظاهرة من الشكل المجرد إلى شكل يمكن تخيله، وتفسير علاقات عدة في ضوء هذه التمثيلات، ويستدل عليه إجرائيًا من خلال استجابات الطلاب ومهاراتهم في اختبار التمثيل الجزيئي المعد كأحد أداتي تقييم البحث الحالي.

٣- التفكير البصري Visual Thinking

عرفته محمود (٢٠١٦) بأنه "منظومة من العمليات الذهنية والتي تترجم قدرة الطلاب على قراءة الأشكال والصور والخرائط، وتمييزها وتفسيرها وتحليلها وإدراك العلاقات فيما بينها، والتعبير عنها بلغة لفظية مكتوبة أو منطوقة".

وعرفه البحث الحالي: التفكير البصري هو مجموعة من النشاطات والمهارات العقلية التي تساعد المتعلم في الحصول على المعلومات لتمثيلها وفهمها وإدراكها ثم التعبير عنها من خلال عرض الصور والرسومات والمعادلات الكيميائية الممثلة للظواهر العلمية المتضمنة في البرنامج المقترح للكيمياء الحيوية، وتمثيلها جزيئيًا وتحليها للوصول إلى تفسير الغموض للظواهر والمركبات بتمثيلاتها الجزيئية واللفظية، بشكل تندمج فيه الرؤية والرسم والتخيل في تفاعل نشط لتوضيح العلاقة بينهم، ويستدل عليه إجرائيًا باستجابات الطلاب ومهاراتهم في اختبار التفكير البصري المعد كأحد أداتي البحث الحالي.

منهج البحث والتصميم التجريبي:

استخدمت الباحثة المنهجين البحثيين التاليين:

١- المنهج الوصفي التحليلي Analytical Descriptive Curriculum: عند وضع الإطار العام للبرنامج المقترح، وعند إعداد أداتي التقييم واستخدام الأسلوب الاحصائي التحليلي في معالجة البيانات وتحليلها، وإعطاء التفسيرات المنطقية المناسبة لها.

٢- **المنهج التجريبي The Experimental Curriculum**: في الإجراء الخاص بالجانب التطبيقي للبحث للتأكد من فاعلية البرنامج المقترح.

واستُخدم التصميم البحثي ذي المجموعة الواحدة ويشمل المتغيرات التالية:

- **المتغير المستقل:** برنامج قائم على التعلم التكيفي الذكي
- **المتغيرات التابعة**: مهارات التمثيل الجزيئي- مهارات التفكير البصري

فروض البحث:

١. يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى دلالة ($0.05 \geq \alpha$) بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار التمثيل الجزيئي وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي.

٢. يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى دلالة ($0.05 \geq \alpha$) بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار التفكير البصري، وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي.

أهداف البحث:

يهدف البرنامج الحالي القائم على التعلم التكيفي الذكي والقائم على مدخل التعلم القائم على الطالب Student centric approach، والذي يدعم دور أدوات الذكاء الاصطناعي وعلوم الآلة والبيانات الكبرى في دعم المتعلم وفقًا لاستجاباته، وتحليل البيانات بما يدعم عمليتي التعليم والتعلم ويقود مسارها بشكل مثمر للطالب، ومحقق لنواتج العملية التعليمية بشكل أكثر كفاءة، وهو أحد توجهات التعلم وفق أجندة ٢٠٢٥ ومتطلبات التعليم والتعلم المستقبلي، ومعايير الجيل القادم NGSS. وتتمثل أهداف البحث فيما يلي:

١- إعادة هيكلة تعلم الطلاب واكتسابهم للمعارف في بيئة تعلم تكيفية ذكية وفقًا لاستجاباتهم واختلاف أنماط تعلمهم من خلال برنامج تفاعلي قائم على التعلم التكيفي الذكي.

٢- تنمية مهارتي التمثيل الجزيئي والتفكير البصري التي تدعما تعلم المتعلم وفهمه لمقررات ذات مستويات تجريد عال مثل مقرر الكيمياء الحيوية برموزه وظواهره على المستويين الظاهري والجزيئي.

أهمية البحث: تتضح أهمية البحث الحالي فيما يمكن أن يسهم به بالنسبة لكل من:

١- القائمين على إعداد وتطوير برامج إعداد المعلم وبرامج تعليم العلوم:

- برنامج معد وفقًا للتعلم التكيفي الذكي المتمركز حول الطالب Student-centered Learning والذي يتماشى مع معايير العلوم للجيل القادم Next Generation Science Standards (NGSS)، مدعم ببعض أدوات الذكاء الاصطناعي والمعامل الافتراضية وأدوات التمثيل الجزيئي.
- دليل للقائم بالتدريس يوضح له كيفية تطبيق البرنامج بأدواته ونبذة عن التعلم التكيفي الذكي، وأدواته وعلاقته بالتمثيل الجزيئي والتفكير البصري.

٢- قد يستفيد الباحثين في مجال مناهج وطرق تدريس العلوم من أداتي التقييم المتمثلتين في:

- اختبار التمثيل الجزيئي حيث يمكن تطويعه في أبحاث أخرى.
- اختبار التفكير البصري يمكن تطبيقه في مجالات بحثية أخرى.

الإطار النظري للبحث:

يتناول الإطار النظري للبحث الحالي متغيرات البحث والعلاقة بين المتغير الرئيس والمتغيرات التابعة مقسمة في ثلاث محاور هي "التعلم التكيفي الذكي، التمثيل الجزيئي، التفكير البصري" موضحًا فيما يلي:

أولًا: التعلم التكيفي الذكي Intelligent Adaptive Learning

يمكن تعريف بيئة التعلم الالكتروني التكيفية بأنها نظام تعلم الكتروني ذكي، يمكنه تخصيص وتكيف التعلم المقدم للمتعلمين وفقًا لحاجاتهم، وخصائصهم، وأساليب

تعلمهم بهدف تقديم التعلم المناسب لكل متعلم في ضوء مدخلاتهم والمعلومات التي يحصل عليها. وقد حظيت تكنولوجيا تحليلات التعلم بالاهتمام الأكبر في مجال التعليم والتعلم، نتيجة للرغبة في الحصول على البيانات الأفضل وقدرتها على تجميع البيانات بشكل فوري وتغير هيكل ديناميكية التعلم وآلياتها، وتساعد تكنولوجيا تحليلات التعلم على تصميم بيئات تكيفية من خلال متابعة خطوات وتفاعلات المتعلم خلال العملية التعليمية وتقديم المحتوى المناسب لاحتياجاته وأسلوب تعلمه ومستواه المعرفي وتعديل مساره التعليمي، بالإضافة إلى تقديم التوصيات والتوجيه والمساعدة، كما أنها تساعد في تحديد استراتيجية التعلم المناسبة له في ضوء تكنولوجيا تحليلات التعلم.

وتتم عملية التكيف في البيئات التكيفية بطريقتين، **الطريقة الأولى**: في ضوء معلومات يطلبها النظام من المستخدم مثل: تطبيق المقاييس والاستبيانات، والتكيف هنا يحدث من البداية في ضوء المعلومات التي حصل عليها، **الطريقة الثانية**: يقوم النظام بذلك بشكل تلقائي دون أن يطلب من المستخدم أي معلومات حيث يقوم النظام بتتبع أفعال المستخدم وأدائه من خلال تحليلات التعلم، ثم ينمذج هذا الأداء، ويقوم بعملية التكيف، ومن ثم فالتكيف هنا لا يحدث من البداية (Troung, 2016).

يتسم التعلم التكيفي الذكي بخصائص عدة يكتسبها من إمكانيات وخصائص تكنولوجيا النظم الذكية والذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence، ذكرها كل من Alzain et al., (2018); Aguar, et al. (2017) كما يلي:

- **الذكاء Intelligence**: إن بناء بيئة التعلم التكيفي يتطلب استخدام بعض أدوات الذكاء الاصطناعي التي تستطيع التنبؤ بسلوكيات المتعلم وتحليلها.
- **التكيف Adaptability**: وتعني تكيف وتعديل البيئة بالكامل بجميع وحداتها حسب سرعات وقدرات المتعلمين، وأساليب تعلمهم من حيث التغير في شكل وتتابع ومستوى وطريقة عرض الموضوعات.

- **الاستقلالية Independence:** وتعنى استقلال بناء وحدات البيئة عن بعضها، وهذا الاستقلال يسهل من عمليات التطوير، والحذف، والإضافة.
- **التكاملية Integrity:** حيث يوجد ترابط وتكامل بين جميع وحدات ومكونات ونماذج البيئة (نموذج المجال، نموذج المتعلم، نموذج التكيف، نموذج المجموعة)، حيث يكمل كل واحد دور الآخر.
- **الاستدلال والاستنتاج Reasoning& Conclusion:** وتعني القدرة على حل المشكلات، واتخاذ القرارات المرتبطة بموضوع التعلم مثل: تحديد طريقة التدريس المناسبة، وقت ومقدار التعلم، تسلسل الموضوعات، وقت تقديم التغذية الراجعة، تقديم المساعدات والنصح والإرشاد، والقدرة على إجابة استفسارات المتعلم.
- **الاتصال متعدد الاتجاهات Contact Multidirectional:** حيث تسمح بالاتصال السهل والمباشر بين المعلم والنظام والمتعلم والنظام والمتعلمين بعضهم مع بعض.
- **السرعة Velocity**: حيث بإمكان المتعلم الحصول على المعلومات في الحال أينما كان.
- **سهولة الاستخدام Ease of Use**: تتسم بسهولة التجول والابحار وتحميل الملفات وقبول مدخلات المتعلم والمعلم بجميع أشكالها.
- **التتبع Tracking:** حيث يقوم النظام بمتابعة ومراقبة أفعال المتعلم وخطواته وحالته المعرفية بدقة واستمرارية، وتقويم المتعلم بطريقة كمية وكيفية، وتتبع مواطن ضعفه ومعالجتها، ومواطن قوته وتعزيزها.
- **توليد استجابات عدة Obstetrics:** يقدم النظام الأسئلة والأمثلة والتعليمات بدرجات غير محدودة، وبدرجات صعوبة مختلفة، ونماذج إجابات الأسئلة، ومسارات مختلفة ومتنوعة لحلول المشكلات المعروضة والتفسيرات والتوضيحات.
- **الاستمرارية Continuity:** الاستمرار في المتابعة والتعديل من نفسه، واستمرارية المتعلم في تكملة جلساته الحالية على ما تم فعله في الجلسات السابقة.

- **التنوع Diversity:** حيث تشتمل البيئات التكيفية على محتوى متنوع، يناسب المتعلمين المختلفين.
- **التفاعلية Interactivity:** حيث يتطلب تفاعل المتعلم مع النظام؛ للحصول على المساعدة المطلوبة.
- **سهولة التحديث Up to date:** حيث أن المحتوى التكيفي ديناميكي ويسهل تحديثه عبر نظام التعلم التكيفي.
- **التغذية الراجعة Feedback:** تعني القدرة على الاستجابة لأفعال المتعلمين، وتقديم تغذية راجعة تكيفية وفقًا لاستجابات المتعلم.
- **القدرة على التنبؤ Predictability**: تعني القدرة على تحديد السلوك المستقبلي للمتدربين.

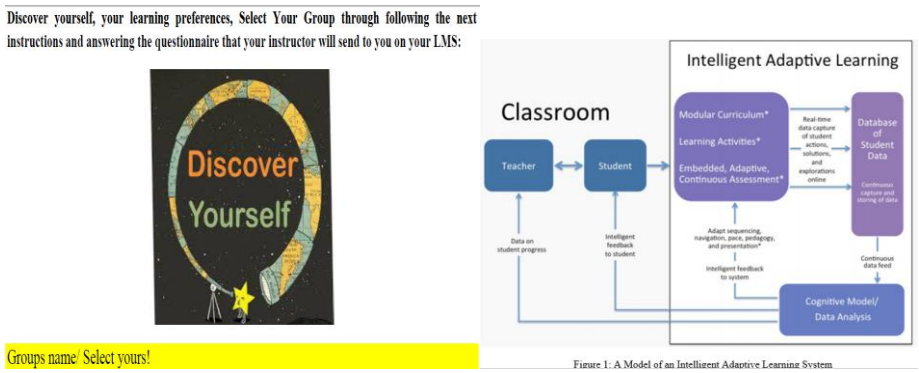
مكونات بيئات التعلم الالكترونية التكيفية:

أوضح Herder, et al. (2017) أن بيئات التعلم الالكتروني الذكي هي أنظمة حاسوبية مساعدة في عملية التعلم قائمة على مبدأ تفريد التعلم وفق أنماط وسلوكيات فردية Personalised manner، تمكن المتعلم من التقدم في أداءاته وتحفظ له مستوى كاف من التشجيع والتحمس لإنجاز وإتمام المهام التعليمية لتحقيق نواتج التعلم المرغوبة. كما أوضحا Eryılmaz& Adabashi (2020) أن التعلم التكيفي الذكي يعتمد على نظام التدريس الذكي Intelligent Tutoring System (ITS)، وهو نظام يعتمد على نظم معالجة اللغة الطبيعية Natural Language processing، الذي يستمد معلوماته من أنظمة التعلم البشرية ولغاتهم في التعلم وتحليل استجاباتهم المختلفة. كما أكد على أن بيئة التعلم الافتراضية المدمجة بأدوات الذكاء الصناعي ولغات التعلم الطبيعية قائم على مبدأ تفريد التعلم Personalised Learning، لتناسب احتياجات المتعلمين وخصائصهم. ويستخدم نموذج التكيف المعلومات المخزنة في نموذج الطالب ومجال المعرفة كنموذج لتكييف المواد التعليمية

بما يناسب استجابات الطالب، كما يقدم نموذج التعلم التكيفي الذكي وبيئته التكيفية خيارات تربوية متعددة لدعم الطالب وفقًا لمبدأ تفريد التعلم أثناء عملية تعلمه.

وتتكون بيئة التعلم التكيفي الذكي من سبع نماذج رئيسة اتفقت عليها دراسات عدة منها Jonssdottir& Stefansson (2015) Eryılmaz& Adabashi (2020) ، Matar (2014)، خميس (٢٠١٥) تتمثل فيما يلي:

١. نموذج المجال (المحتوى) The Domain Model: هو مستودع بيانات يشتمل على موضوعات المحتوى وعناصره، والعلاقات بينها في شكل كائنات تعلم Learning Objects، ومواصفات البيانات المعرفية والسلوكية المتمثلة في أنماط تعلم واستجابات للمتعلم، كما يشتمل روابط الإبحار الداعمة للمادة التعليمية والمصادر الاثرائية، ويوجد قسمان لنموذج المجال هما: محتوى المقرر، ونظام التسجيل في واجهة هذا المجال Interface، ويجب أن يكون نظام الدعم قادرًا على دعم كل أنواع المحتوى ويتكيف مع المتطلبات المختلفة لمحتوى المقرر وفقًا لاستجابات الطلاب المتعددة. وقد تم مراعاة ذلك بشكل توظيفي في منصة التعلم الالكترونية Microsoft Teams وتكيفها لتشمل ذلك النموذج في البحث الحالي.



شكل (١) يوضح كائنات التعلم بواجهة البرنامج بشكل مجمع داخل البرنامج- تعريف الطالب بآلية تعرفه على نمط تعلمه

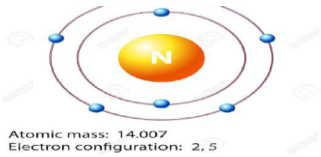
٢. نموذج المستخدم/المتعلم The User/ Student Model: يصف هذا النموذج المعرفة والمعلومات والتفضيلات الخاصة بالمتعلم، ونموذج المتعلم يحتفظ بمعلومات حديثة عن هدف كل متدرب وخلفيته ومعرفته، ومستوى المهارات المطلوبة وفقًا لطبيعة البرنامج التعليمي، ويقوم النظام بتجميع المعلومات عن المتعلم من خلال الإجابة على الاستبيانات، والاختبارات المقدمة لهم، وملاحظة سلوك المتدربين التصفحي أثناء ابحارهم في المادة التعليمية، وذلك من خلال تحليل عملية التفاعل، كما يعرض النموذج كيفية نمذجة أسلوب تعلم المتعلمين بهدف تحديد طريقة عرض المحتوى بالنسبة لكل متدرب، ويعرض أيضًا كيفية نمذجة الحالات المعرفية للطالب المرتبطة بكل هدف أو مفهوم تعليمي ضمن المقرر. ونظرًا لأن هذا النموذج يتطلب برمجيات وخوارزميات وأنظمة ذكاء اصطناعي مستحدثة، اكتفى البحث الحالي بتضمين أدوات تقييم البحث القبلية والبعدية ومتابعة تفضيلات المتعلمين بشكل مباشر وتحديث البرنامج وفق هذه التفضيلات أثناء عملية التعليم مع اتاحة بعض النماذج الالكترونية وبدائل التعلم وفق مسارات التعلم مختلفة وفق أدوات الذكاء الاصطناعي المدعمة على منصة التعلم Microsoft Teams، ونظام الدعم الفني الآلي Chatbots، وأنظمة تحليل الاستجابات والانجاز التعلمي وإنجاز المهام Insights on Dashboard.

شكل (٢) توضيح لآلية استخدام بعض أدوات الذكاء الاصطناعي على مايكروسوفت تيمز بدليل القائم بالتدريس

٣. نموذج التكيف Adaptive Model: يشتمل هذا النموذج على القدرة على التغيير وفقًا للأداءات المختلفة، وتغيير البيئات التعليمية وأساليب التعليم والتعلم Pedagogic Methods/ Environment، وفقًا لاستجابات الطالب، أنماط تعلمه من خلال النظام

الآلي الداعم لهذا النموذج والسابق برمجته مسبقًا. ويعتمد نموذج التكيف على أنظمة عدة، اعتمد البحث الحالي على نظام Intelligent tutoring system (ITS)، والذي تم الإشارة إليه مسبقًا.

وتتكون عملية التكيف من ثلاث مراحل رئيسة وهي: (١) مرحلة تصميم مواد المعالجات التكيفية وتخزينها في نموذج المجال، (٢) مرحلة تحديد خصائص المتعلم وأسلوب تعلمه وتخزينها في نموذج المتعلم، (٣) مرحلة استرجاع المعلومات من نموذج المتعلم وتوليد المحتوى المناسب من نموذج المجال من خلال نموذج التكيف. وقد تم مراعاة ذلك حيث أن استجابات المتعلم لكل جزء تعليمي هي التي تحدد أي مسار يمكنه استكماله وفق بدائل عدة أعدت وفق أنماط المتعلمين وتفضيلاتهم التي تم تحديدها في البرنامج المطور في البحث الحالي.



Check the Following link to know more about history and distribution on Nitrogen:

https://www.britannica.com/science/nitrogen

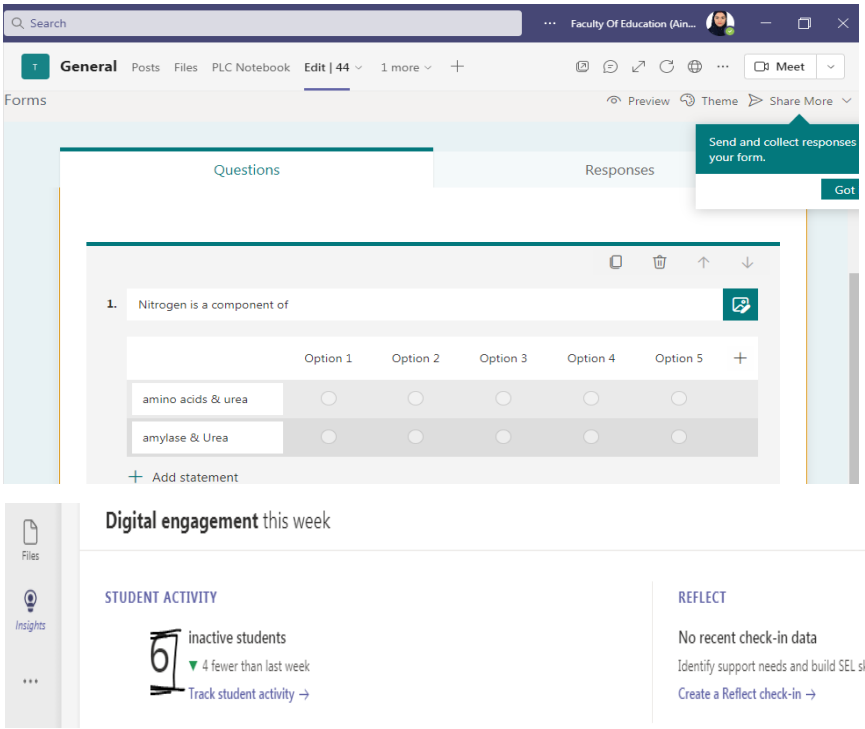
then, answer the following quiz!

https://www.funtrivia.com/playquiz/quiz2756201f8e1e8.html

شكل (٣) يوضح آلية سير البرنامج لتوجيه الطالب بحسب استجابته للموضوع محل الدراسة

٤. نموذج المجموعة Group Model: يعتمد نموذج المجموعة على تحديد مجموعة من المتعلمين الذين يتشاركون في الخصائص والسلوك وغير ذلك، ويستخدم النموذج في تحديد ما يتشابه أو لا يتشابه فيه المتعلمون، وما إذا كان متدربان ينتميان إلى نفس المجموعة، وهذا المدخل الديناميكي يستخدم بشكل واسع في فلترة المجموعات التشاركية، ويقدم توصياته، واعتمد البحث الحالي في تكوين المجموعات التشاركية على أسلوب المتعلمين ذوي أساليب التعلم المتشابهة داخل كل مجموعة فيما يعرف

باستراتيجية "المجموعات المرنة" Flexible Grouping، وهي استراتيجية تعتمد في جوهرها على الاختلاف والممارسات المعتمدة على جمع المعلومات data-driven practice، والتي تمكن المعلمين من معرفة احتياجات وتفضيلات طلابهم، مما يمكنهم من توجيههم لمسارات تعليمية أكثر ملائمة، كما يتم دعمها بشكل ذكي خلال التعلم التكيفي الذكي من خلال التفضيلات التعليمية المدعمة داخل النظام التعليمي ليختار الطلاب ما يتوافق مع تفضيلاتهم التعليمية واتفاقاتهم وفقًا لنمطين؛ نمط المجموعة وفقًا للتفضيلات التعليمية، ووفقًا لتحليلات أداء المتعلم على حدى وأداء المجموعة من خلال ما يعرف بـ "Insights"، لتحليل أداء المتعلم وتوجيهه بشكل آلي أحيانًا من خلال البرنامج واختياراته وبدائله، أو من خلال توجيهات معلمه.



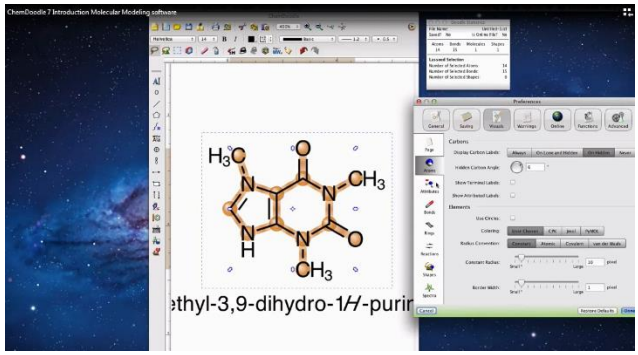
شكل (٤) يوضح آلية دعم مايكروسوفت تيمز بالاستبيانات لاختبار نمط تعلم الطالب- وتحليل رقمي للطلاب المتفاعلين وغير المتفاعلين

٥. نموذج التدريس Pedagogical Model: والذي يمد النظام بآليات استراتيجيات وطرق التدريس المقترحة التي يمكن أن تدعم الطالب في ابحاره في المادة العلمية مدعومًا بالأنشطة المختلفة باختلاف أنماط التعلم واستجابات الطلاب، وهذا الإجراء مازال معقد حتى الآن بالرغم من تطور نظم الذكاء الاصطناعي وأدواته، ومن هنا يظهر دور المعلم بل ويتعظم دوره كمرشد وميسر للعملية التعليمية وفق استراتيجيات وطرق التدريس المناسبة لطبيعة المحتوى التعليمي ومستوى الطالب، وقد تم توضيح ذلك تفصيليًا بالبحث الحالي في دليل القائم بالتدريس.

٦. نموذج التقييم Assessment Model: والذي يشتمل على أدوات تقييم الطلاب لكل مهارة معرفية أو مهارية، وأدوات تحليل كل مفردة من مفردات الاختبار، لأن النتيجة الكلية قد لا تعكس المهارات والكفايات التي يمتلكها الطالب، في حين قد يتميز الطالب في مهارة أو بعد معرفي مقارنة بالأبعاد الأخرى ولا يتضح هذا من إجمالي درجاته في اختبار أو مقياس. هذا وقد يتطرق هذا النموذج إلى النموذج المقنن Deep Learner model والذي لا يقيم أداء الطالب وتقديم تغذية راجعة له بل وتحديد مدى معرفة الطالب بعمليات ما وراء المعرفة وكيفية تفكيره في التعامل مع المحتوى العلمي، وكيف يتعامل على المستوى الاجتماعي مع أقرانه Social interaction.

٧. نموذج الانتقال Transition Model: وهذا النموذج يحدد وفقًا لنموذج التقييم السابق الخطوات القادمة للطالب في خطة تعلمه إما بالرجوع إلى جزء سابق لمزيد من التمكن برؤى وآليات مختلفة، أو الانتقال إلى الخطوة اللاحقة سواء كان "مفردة- موضوع- موديول...."، ويتم تصميمه في نظام هرمي hierarchical وفقًا للخرائط المعرفية والذهنية والاستجابات المتوقعة والمبرمجة وفق النظام وآلية عمله، ولابد أن يكون الطالب على وعي بآلية عمل هذا النموذج والغرض منه. كما يقوم هذا النموذج على التحفيز Motivation، ليجد المتعلم الحماس الكافي تجاه إكمال مراحل تعلمه واتقان عملية تعلمه، ويكون المعلم هنا الملهم لطلابه، فيدعم طلابه وعناصر النظام

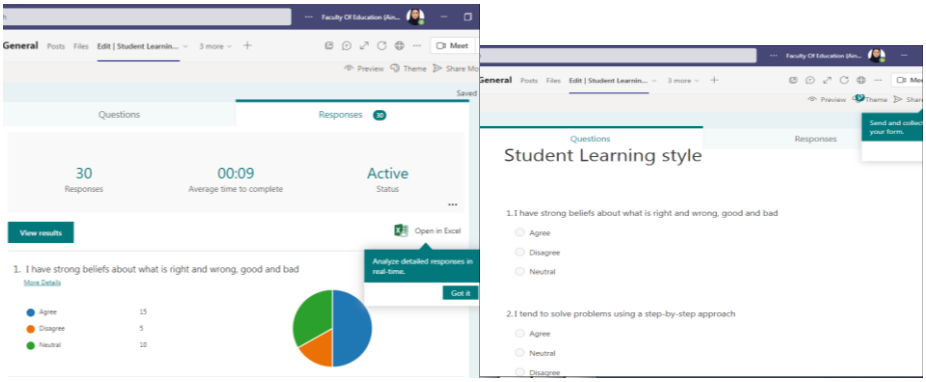
بأدوات ووسائل للتحفيز الذهني والمعرفي والمهاري، وهذا نظام تعليمي يدعى "النظام الذكي" Smart Education، والذي تطوع فيه أدوات التكنولوجيا العملية والتعليمية، والتحكم فيها، وعدم إلغاء دور المعلم، وقد قام القائم بالتدريس في البحث الحالي بتحليل نتائج الطلاب وفق التقييم البنائي Formative assessment، ودعمهم بالمصادر والبرمجيات التي تدعم تعلمهم مثل ChemDoodle 7 Introduction Molecular Modeling software.



شكل (٥) يوضح البرمجية التي دعم الطلاب بها ودمجها في سياق البرنامج الاثرائي على مايكروسوفت تيمز

وقد حدد Aguar et al. (2017) **العوامل والمتغيرات في بيئات التعلم الالكترونية التكيفية** في مجموعة من المتغيرات وأساليب واستراتيجيات تختلف باختلاف العوامل والمتغيرات التي يتم نمذجتها وتتمثل في: الأساليب المعرفية Cognitive Styles، الخبرة السابقة Prior Knowledge، التفضيلات التعليمية Instructional Preferences، الذكاءات المتعددة Multiple Intelligences. والتي تم مراعاتها أثناء إعداد محتوى البرنامج الحالي كما تم تضمين تحليل لاستجابات المتعلمين وفق عناصر تحليل المتعلمين من خلال ما يعرف بـ insights in Microsoft teams، والتي حددت عدد الطلاب المتفاعلين من عدمه وطبيعة تفاعلهم ومن ثم تم دعم الطلاب غير المتفاعلين وفق أساليب التعلم الخاصة بهم التي تم تحديدها وفق استبيان "أساليب وأنماط التعلم" الالكتروني الذي تم ارساله للطلاب في بداية عملية

تعلمهم باستخدام Microsoft Teams forms مدمج على M. teams، كما تم دمج مجموعة من التطبيقات التي دعمت أدوات التحليل التكيفي داخل منصة التعلم Microsoft Teams مثل Power app الذي يدعم المتعلمين ويحدد مدى تناسق التطبيقات والمواقع المستخدمة داخل تعلمهم في مجموعات. وبرنامج Power visual agent لبناء Chatbot للرد على استفسارات الطلاب بشكل تلقائي. وبرنامج Tasks by planner to do ليساعد الطلاب في تنظيم مهام العمل الضمنية داخل مجموعات عملهم وفق آلية عمل ووقت محدد مسبقًا. كما تم دمج مجموعة من الأنشطة والتقييم البنائي بشكل تفاعلي داخل البرنامج التدريبي مما أثرى المحتوى وأوضح معدل استجابات الطلاب وتحليل ذلك بشكل اوتوماتيك على insights Dashboard الخاص بالطلاب.



شكل (٦) يوضح Insights Dashboard وتحليل نتائج تفاعل الطلاب

في حين حدد كل من Lie, et al. (2021) & Dabolins (2017) أن مفهوم الذكاء Intelligent في نظام التعلم التكيفي الذكي يعتمد على ثلاث مداخل رئيسة تتمثل فيما يلي:

- يتم تحديد تتابع المنهج أو المادة التعليمية بشكل مختلف بحسب استجابات الطالب وتفاعله مع المادة التعليمية، حيث يمكن للطالب التعرف على تتابع الوحدات أو

الموديولات التعليمية إذا أراد ذلك لمزيد من الفهم لطبيعة عرض المادة العلمية، ومن ثم يكون على وعي بآلية التعامل مع المواضيع المختلفة وتعديل خريطته المعرفية وفقًا لذلك.

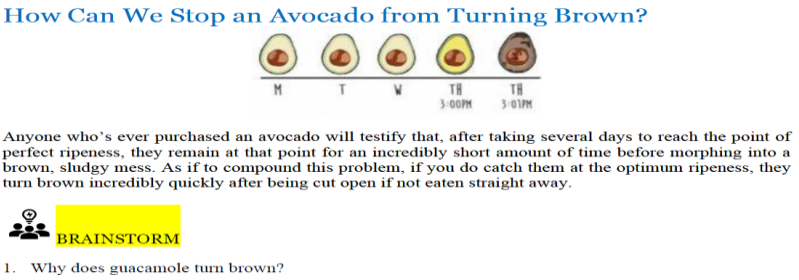
- النظام المميكن وفقًا لدعم أدوات الذكاء الاصطناعي يحدد له مدى صحة تتابع خطواته من عدمها مع توضيح الأسباب وإمداده بالمراجع أو دليل استرشادي يوجهه لتحقيق أفضل أداء.
- نظام دعم آلي بحل مشكلات الطالب والإجابة عن استفساراته لمزيد من الوضوح والدعم الفني للطالب.

ويعتمد هذا النظام على دمج بين آليات الذكاء الاصطناعي وأدواته Natural Language Processing (NLP)، وهو يدعم الطالب بتوجيهات وفقًا لتحليل للعمليات المعرفية والمستوى التحليلي للمهارات المطلوبة وتوجيهه وفقًا لهذه النواتج التحليلية، مما يضمن وصول الطلاب إلى حد الكفايات وصولًا للكفاءات Competencies، وامتلاك مستوى عال من المهارات Mastery of skills.

ثانيًا: التمثيل الجزيئي Molecular Representation

تعد عملية الاستيعاب للتمثيلات الجزيئية من أهم أهداف تدريس العلوم المتداخلة Interdisciplinary Sciences ، وكذلك العلوم ذات الطابع المجرد الذي يصعب على الطالب استيعابه، بل يتطلب البحث عن آليات لتمثيل المعلومات ذات الطابع التجريدي، بل وإشراك الطالب في آلية إعداد هذه التمثيلات، حيث يتمثل هذا الاستيعاب بقدرة الطلاب على إدراك ثلاث من التمثيلات أو طرق التمثيل الجزيئي، والتي تتمثل بداية في التفكير الجزيئي غير الملاحظ الذي يرتبط بالظواهر، وهو إدراك الظاهرة شكليًا دون التطرق إلى أسبابها عالمستوى الكيميائي والجزيئي والحيوي، ثم التفكير الجزيئي الملاحظ والذي يرتبط بطبيعة تركيب نظام وحركة دقائق المادة وعلاقة ذلك بتغير الخواص الكيميائية للمادة، وأخيًرا المستوى الثالث وهو مستوى التفكير الرمزي

للتعبير عن المادة باستخدام الرموز والصيغ والمعادلات الكيميائية وفقًا لما أكده Hussein& Kadom (2020). **وقد تم تناول ذلك في تطبيق البرنامج بالبحث الحالي في دراسة ظواهر علمية عدة منها مثلًا "دراسة أسباب تغير لون الأفوكادو بدرجات مختلفة".**



شكل (٧) يوضح دراسة "تغير لون الأفوكادو" كظاهرة بيوكيميائية ضمن برنامج البحث

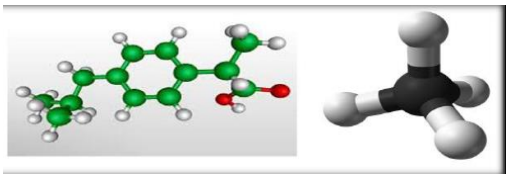
وقد أشارت دراسة زنقور (٢٠١٣) إلى العلاقة المتبادلة بين التمثيل الجزيئي ومهارات التفكير البصري، حيث أكدت دراسة Sim& Daniel (2014) على مهارات التمثيل الجزيئي وتمثيل حركة الجزيئات والذرات باستخدام المجسمات الكروية والرسومات في المستوى الجزيئي لتخيل الكينونات الدقيقة الداخلة في الظواهر العلمية والمعادلات الكيميائية وتفسيرها وتتضمن ثلاث مراحل هي المستوى الظاهري والرمزي والجزيئي.

التمثيل الجزيئي متغير تتعدد مكوناته بحسب طبيعة الدراسة، ولكن بعض الدراسات التي تناولته مثل Remington, et al. (2020), Hussein& Kadom (2020), Chrissy (2014) اتفقوا أنه يشتمل على مجموعة من المهارات تتمثل فيما يلي:

أولاً: التمثيلات ثلاثية الأبعاد:

حيث تستخدم في هذه الطريقة النماذج المجسمة أو الصلصال أو برامج الحاسوب لإبراز الجزيئات والذرات وتتيح للمتعلم فرصة التخيل للذرات والجزيئات بشكل مرئي وتصميم

نماذج ثلاثية الأبعاد لها. وفيما يلي شكل يوضح التمثيلات الثلاثية الأبعاد باستخدام الحاسوب:



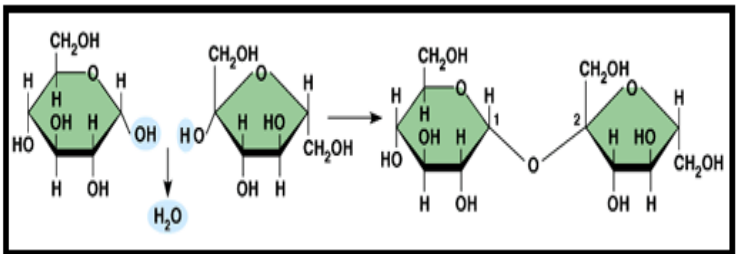
شكل (٨) التمثيلات الثلاثية الأبعاد للجزيء باستخدام الحاسب

ثانيًا: التمثيلات ثنائية الأبعاد:

يعتمد المتعلم في هذه الطريقة على استخدام الدوائر والرسومات في تمثيل الجزيئات والذرات، واستخدام الألوان الدالة على أنواع الذرات المختلفة وهناك نوعان من التمثيلات ثنائية الأبعاد:

١- الدمج بين المستويين الرمزي والجزيئي:

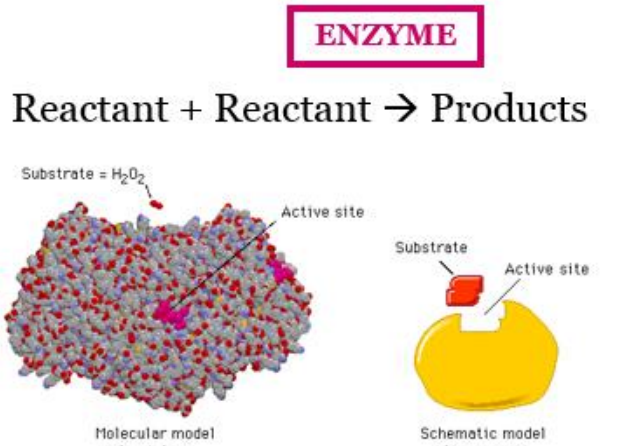
تحدث عندما تتم التمثيلات الجزيئية عن طريق الدمج بين المستوى الرمزي والجزيئي، وتوضيح لطبيعة الصيغ والمعادلات الكيميائية بمركباتها المختلفة، مما قد يوضح حركة الجزيئات داخل التفاعل الكيميائي، كما يمكن لهذه الطريقة إضافة توضيحات دقائقية إلى المعادلات الكيميائية الرمزية لتصبح أكثر فاعلية في توضيح حركة التنقلات والتبادلات التي تحدث في المستوى الجزيئي أثناء حدوث التفاعل الكيميائي، وفهم الأرقام الموجودة في المعادلة. فما قبل الرمز = عدد الجزيئات، وما بعد الرمز = عدد الذرات، المساعدة في عملية وزن المعادلات، الكشف عن الأخطاء الموجودة في كيفية ترابط الذرات مع بعضها البعض داخل الصيغة الجزيئية الواحدة. يمكن توضيحه في الشكل التالي:



شكل (٩) استخدام الرسومات ودرجات الألوان المختلفة للدمج بين المستويين الرمزي والجزيئي

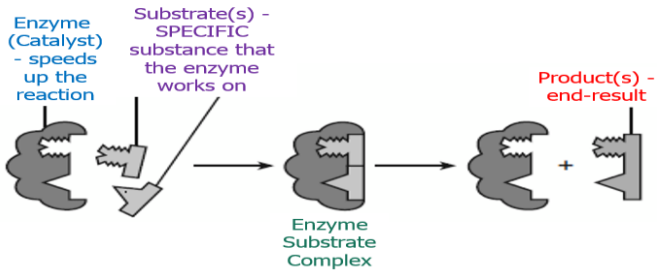
٢- الدمج بين المستويين الظاهري والجزيئي:

يتم الدمج بين المستوى الظاهري الرمزي والجزيئي للمادة أو المركب، ويمكن أن تستخدم أو تتضح من خلال صورة موضحة للظاهرة أو النموذج الكيميائي، وفيها تتضح جزيئات المركب أو الظاهرة على المستوى الجزيئي، وعلاقة هذه الظاهرة على المستوى الجزيئي أو التركيبي Molecules/ Components، بالظاهرة مما يوضح مسببات حدوث هذه الظاهرة وعواملها، وما يحدث في المستوى الجزيئي مما يؤدي إلى تفسير دقيق لأسباب حدوث الظاهرة والقدرة على تخيلها. والشكل التالي يوضح ذلك الدمج:



شكل (١٠) دمج للمكون الجزيئي للإنزيم ومكونات عمله كيميائيًا لتوضيح آلية عمل الانزيم

إن وصف الظواهر العلمية ظاهريًا دون التعمق في المستويات الجزيئية لها تساعد في إبقاء المفهوم في المستوى الظاهري الأمر الذي يمهد لتكوين مفاهيم خاطئة لدي الطالب، ولذلك يمكن تحويل اللغة المكتوبة التي تصف الظاهرة من لغة تعتمد على المستوى الظاهري إلى لغة تستخدم المصطلحات الجزيئية بتمثيلات بصرية يمكنها تقديم الظاهرة بشكل أكثر ايضاحًا للطالب. ويمكن توضيح ذلك بالشكل التالي:



شكل (١١) المكونات اللفظية لتفاعل الانزيم والمحفز

جدير بالذكر أنه لا يمكن أن يكتفى بإظهار الصورة المتعلقة بالظاهرة الكيميائية كتابًا بلغة بسيطة لأنها تجعل الطالب يقبع في زاوية المستوى الظاهري فلا يستطيع تخيل ما يحدث من خفايا في عالم الذرات والجزيئيات وبذلك فإنه يفتقد لقدرات التفكير الفراغي، ويمنعه من تفسير الظاهرة الكيميائية على المستوى البيولوجي والجزيئي بدقة. لذلك لابد من وصفها وصفًا دقيقًا، وتوضيح ما يحدث في المستوى الجزيئي حتى يتمكن الطالب من التفكير في الظاهرة الكيميائية وتفسيرها بدقة ويترجمها في مخيلته من المستوى الظاهري إلى الجزيئي، وبذلك تتنمى قدرته على التفكير الفراغي وثلاثي الأبعاد، مما يدعم مهارات التفكير البصري.

كما أوضحت دراسات مستحدثة أن التمثيلات الجزيئية كأدوات واستراتيجيات مدمجة ضمن محتوى تدريسي وبيئة تعلم تكيفية تزيد من قدرة الطالب على مزيد من التخيل البصري والعقلي، مما قد يسهم فيما يلي بحسب ما أكده كل من Hussein& Kadom (2020), David, et al (2020), Gruyter (2020) :

- إدراك العلاقات بين الذرات والجزيئات على المستوى الظاهري والجزيئي مما يعطى معنى ومغزي للظاهرة لدى الطالب يساعده على استيعابها وإدراك العلاقات البينية والجزيئية ومن ثم أسباب حدوثها.
- تحفيز الطالب وإثارة دافعيته للتعلم نتيجة للممارسات العملية التي يقوم بها بنفسه في تصميم هذه التمثيلات، خاصة مع إتاحة برامج محاكاة أو معامل افتراضية

وبرامج تصميم تمكنه من تصميم المركبات والجزيئات بنفسه واستخدام الألوان ذات الدلالات ذات المعنى لمزيد من الفهم والاستيعاب والتخيل والتعلم ذي المعنى.

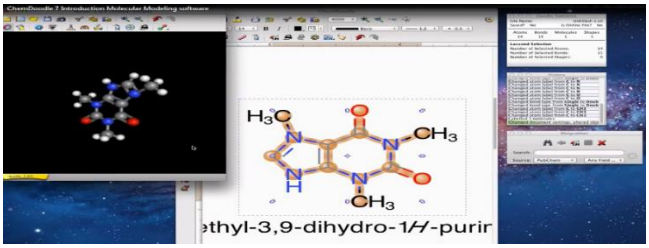
- إعادة تشكيل القاعدة المعرفية للطالب وآليات تعلمه، وعمليات ما وراء المعرفة التي تمكنه من إدراك المعاني والرموز والانتقال بالمستوى المعرفي والادراكي من المستوى الظاهري المجرد إلى التمثيلي البصري.
- تزيد من قدرة الطالب على التعلم الذاتي، والاستقصاء وحل المشكلات بطريقة إبداعية لاستخدامه أدوات تدعم طريقة تعلمه وفق أنماط تعلم مختلفة تعتمد على احتياجاته.
- زيادة مستويات التمثيل المعرفي على كل من المستويات "البصرية، الرمزية، الظاهرية، والجزيئية" مما يدعم المهارات البصرية والتمثيلات العقلية ويجعل التعلم قابل للتطبيق، وزيادة مستوى التفسيرات والتحليلات العلمية.
- تجنب المفاهيم المغلوطة والفهم الخاطئ لبعض المصطلحات أو إدراك الطالب للظواهر العلمية بشكل بعيد عن الغموض ويزيد من خبرات الطالب التعليمية وآليات تعامله مع المادة العلمية.

وبالرغم من الأهمية السابقة إلا أن التمثيلات الجزيئية كمستويات وأدوات واستراتيجية تواجه مجموعة من الصعوبات تتمثل فيما يلي وفقًا لما أوضحه (Bennie, et al. (2019:

- مزيد من التكلفة المادية لتوفير أدوات المحاكاة وبرامج المعامل الافتراضية، وبرامج تمثيل البيانات بشكل مجسم على المستويين الثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد، وهو ما تفتقر إليه عديد من المدارس على الرغم من مستوى تطورها، وقد يرجع ذلك إلى استحداث مفهوم الذكاء الاصطناعي بأدواته المتطورة لتقديم هذه التمثيلات في بيئات تعلم تكيفية تساعد الطالب على تحقيق الأهداف المرجوة.

- تمثل عبء ثقيل على المعلم لتقديم بيئة تعليمية داعمة للطالب لتمكينه من التمثيلات الجزيئية بمستوياتها المختلفة، ومتابعة كل طالب وفقًا لأنماط تعلمه وامكاناته واحتياجاته.
- تتطلب إعداد علمي ومعرفي غير تقليدي كالمناهج بشكلها التقليدي، ومن ثم أصبح تطوير مناهج العلوم والقائمين عليها وبرامج إعداد معلم العلوم لمواكبة هذه المستحدثات أمر مهم وحتمي خاصة مع ظهور مفهوم "التعلم الذاتي" الذي أصبح يطرح ظلاله على منظومة التعليم في العالم أجمع لتشجيع الطلاب على التعلم الذاتي بمستوياته المختلفة سواء بشكل موجه من قبل المعلم جزيئيًا أو بشكل كامل الاستقلال.

ومن ثم سعى البحث الحالي إلى تقديم تصور لبرنامج تعلم تكيفي ذكي يدعم التمثيلات الجزيئية وقدرة الطالب على التمثيل المعرفي على المستوى الجزيئي والبصري، كما يدعم فكرة التعلم التشاركي الاجتماعي Bandura reciprocal social relationship، والذي يؤكد على فكرة التعلم الاجتماعي الذي يخفف من الضغط النفسي للطالب من خلال اشراكه ضمن مجموعات تتفق مع أنماط تعلمه واحتياجاته التعليمية، كما أن استيعاب الطالب للظواهر والتراكيب من خلال تمثيلات جزيئية من تصميمه أو تصميمات محاكاة للتمثيلات الأساسية للظاهرة يدعم ذكائه العلمي وثقته في تعلمه وأدواته، ويدعم لديهم الإصرار في استكمال مسيرتهم التعليمية وتحدي الصعاب، كما قد تغلب على بعض المعوقات السابق ذكرها بتقديم برنامج حاسوبي افتراضي لدعم التمثيلات الجزيئية للمركبات الكيميائية والظواهر البيوكيميائية بشكل مدمج مع نظام إدارة التعلم Microsoft Teams، وأدوات الذكاء الصناعي وتعلم الآلة المستحدثة به.



شكل (١٢) برمجية Chemdoodle 7 للتمثيل الجزيئي

ثالثًا التفكير البصري: Visual Thinking

إن التفكير البصري هو أحد عمليات الاستثمار الناجح للمثيرات البصرية التي يتعرض لها الفرد في كل لحظة من لحظات حياته، حيث أن التفكير البصري يعطي المتعلم القدرة على تخزين المعلومات التي يتلقاها من حوله عن طريق حاسة البصر وإجراء العمليات العقلية المختلفة عليها بدءًا بالانتباه ثم الإدراك والتحليل والمقارنة والتقويم ثم استرجاع هذه المعلومات عند الحاجة لها. فنحن نعيش في مجتمع مليء بالرسائل البصرية، بدءًا من الرسائل البصرية المطبوعة وحتى الرسائل البصرية المصورة، والخبرة التي يكتسبها الإنسان هي خبرة بصرية، بدءًا من الصور التي يشاهدها على شاشة التلفاز، ومرورًا بالصور التي يشاهدها على شاشة الحاسوب، وانتهاء بالصورة الخيالية التي يتخيلها داخل عقله، لذا فالصورة لم تعد بألف كلمة بل أصبحت بملايين الكلمات (صالح، ٢٠١٢).

و أكد عبيد (٢٠٠٥) أن التفكير البصري وإطلاق الخيال الذهني يلعب دورًا بارزًا في الإبداع والابتكار، وقد استخدم عديد من العلماء هذا النوع من التفكير في ابتكاراتهم، وقد استخدم فارداي هذا النوع من التفكير حيث كون فكرته عن المجال الكهربائي بأنه أربطه من المطاط؛ فالمفكر القادر على وضح ترابطات غير معتادة يمكن أن يكون معتادًا على طريقة التفكير البصري.

وللتفكير البصري تعريفات عدة؛ فقد عرفاه اللقاني والجمل (٢٠٠٣) بأن "التفكير البصري" هو قدرة الفرد على اكتساب أوجه الشبه والاختلاف بين الأشياء المختلفة، من خلال مجموعة من الصور المختلفة للأشياء التي تم تجميعها وتركيبها بواسطة المتعلم تحت إشراف وتوجيه المعلم". أما مطر (٢٠١٨) عرفت التفكير البصري بأنه: "أحد قدرات العقل البشري التي تم دعمها بمهارات الحاسب الآلي في الحصول على المعلومات وتمثيلها وتفسيرها وإدراكها وحفظها ثم التغيير عنها وعن أفكاره الخاصة بصريًا ولفظيًا وذلك من أجل تحقيق التواصل مع الأخرين". أما علي (٢٠١٩) عرفه بأنه: "منظومة إدراكية تترجم قدرة المتعلم على قراءة الشكل البصري وتفسيره وفهم مكوناته والتعبير عنه"

وعن مهارات التفكير البصري؛ فقد اهتمت عديد من الدراسات بتنمية مهارات التفكير البصري واختلفت تلك المهارات بناء على أهداف كل بحث، كما اختلفت من مقرر دراسي لآخر، وفي ضوء الاطلاع على الأدبيات التربوية والدراسات السابقة والمتعلقة بمهارات التفكير البصري ومنها دراسة علي (٢٠١٩)، مطر (٢٠١٨)، محمد (٢٠٠٤)، والاطلاع على مقررات الشعب العلمية بكلية التربية جامعة عين شمس، فقد التزم البحث الحالي بالمهارات التالية فقط والتي تتوافق مع طبيعة البحث الحالي وطبيعة البرنامج المقترح وهم ستة مهارات تتمثل في:

١. **مهارة التعرف على الشكل البصري وتمييزه:** هي القدرة على معرفة الشكل البصري من خلال تحديد طبيعته وماهية الشكل البصري المعروض، وتمييزه بصريًا عن باقي الأشكال البصرية الأخرى سواء أكان هذه الشكل البصري عبارة عن صورة أو رسومات توضيحية أو رموز.
٢. **مهارة تحليل الشكل البصري:** هي القدرة على رؤية العلاقات وتحديدها من خلال رسومات توضيحية أو رموز.

٣. **مهارة إدراك العلاقات المكانية:** وتشير إلى القدرة على رؤية علاقة التأثير والتأثر من بين مواقع الظاهرات المتمثلة في الشكل أو الصورة المعروضة، كذلك دراسة الأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد.

٤. **مهارة تفسير المعلومات:** وتشير إلى قدرة المتعلم على فهم كل جزئية من جزئيات الشكل البصري المعروض حيث أن الشكل البصري يحتوي على رموز وإشارات، وإعطاء قيمة علمية لها، وتوضيح المعلومات المرسومة وتفسيرها.

٥. **مهارة تحليل المعلومات:** وتعني التركيز على التفاصيل الدقيقة والاهتمام بالبيانات الجزئية والكلية، بمعنى القدرة على تجزئة الشكل البصري إلى مكوناته الأساسية.

٦. **مهارة استخلاص المعنى:** وهي تعني التوصل إلى معاني جديدة والتوصل إلى مفاهيم ومبادئ علمية من خلال الشكل المعروض مع مراعاة تضمنها للخطوات السابقة.

وتتفق الباحثة مع ما سبق بالاضافة إلى أن مهارات التفكير البصري تساعد الطلاب على التخيل ووصف وتمييز الظاهرة الممثلة تمثيلا جزيئيًا وتحليلها للوصول إلى تفسير الغموض من خلال الشكل المعروض سواء كان صورة أو معادلة أو رسومات، حيث يعد التفكير البصري من النشاطات والمهارات العقلية التي تساعد المتعلم في الحصول على المعلومات وتمثيلها وإدراكها وحفظها تم التعبير عنها، فالتفكير البصري يحدث بشكل تام عندما تندمج الرؤية والتخيل والرسم في تفاعل نشط، وعندما تتطابق الرؤيا مع الرسم فإنها تساعد على تسيير وتسهيل عملية الرسم، بينما تؤدي الرسومات والمخططات دورًا مهمًا في تقوية عملية الرؤية وتنشيطها، عندما يتطابق الرسم مع التخيل فإن الرسم يثير التخيل ويعبر عنه، فالذين يفكرون بصريًا ويوظفون

الرؤية والتخيل والرموز الجزيئية، ينظرون إلى الموقف أو الظاهرة من زوايا مختلفة وبعد أن يتوفر لديهم فهم بصري للموقف أو الظاهرة يحاولون التعبير عن ذلك برسومات ومخططات، وهو ما يدعم التمثيلات الجزيئية ومهاراتها، ويؤثر كل منهما في الآخر.

خطوات البحث وإجراءاته:

أولًا: للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه اتبعت الباحثة الإجراءات التالية:

١- للإجابة عن السؤال الفرعي الأول والذي ينص على: ما أسس برنامج قائم على التعلم التكيفي الذكي معد للطلاب المعلمين بالشعب العلمية بكلية التربية؟ **التزم البحث بالخطوات التالية:**

أ. مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة الخاصة بالتعلم التكيفي الذكي.

ب. تحديد أسس التعلم التكيفي الذكي والنظريات المستند إليها كأساس تنطلق منه فلسفة البرنامج الحالي وأسسه.

ج. تحديد مجالات بيئة التعلم التكيفي الذكي التي يبنى في ضوئها البرنامج المقترح والتي تم تحديدها وفقًا لما أجمعت عليه عدة دراسات مستحدثة وتتمثل في (نموذج المجال- نموذج المتعلم- نموذج التكيف- نموذج المجموعة- نموذج التدريس- نموذج التقييم- نموذج الانتقال).

د. تحديد خصائص كل نموذج ومدى ملائمة خصائص كل نموذج للإمكانات المتاحة للبرنامج المقدم وفقًا لنظام إدارة التعلم Microsoft Teams، والمدعم ببعض أدوات الذكاء الاصطناعي الأخرى كما سبق الاشارة في متن البحث، وتحليل البيانات المدمجة، بالإضافة إلى برامج المحاكاة الداعمة للتكيف الذكي ومحاكاة للتمثيلات الجزيئية على المستويين الجزيئي والظاهري كيميائيًا وبيولوجيًا7 Chemdoodle ، وقد تم توضيح ذلك مسبقًا في الاطار النظري، وتم عمل دليل استرشادي لآلية الاستخدام لمل مما سبق و آليات تطبيقه في أدوات البحث المتمثلة في "دليل الطالب المعلم- دليل القائم بالتدريس".

ه. اختيار موضوعات البرنامج، منطلقة من أهدافه والخطة الزمنية، والتي تتمثل في "Structural& Chemical Biology, molecules, Elements of Life food, Macros & micros, each element function and interactions, Proteins chemical and biological interaction, enzyme kinetics and mechanisms." كموضوعات تراعي فلسفة البرنامج وأهدافه، ومن أهم موضوعات الكيمياء الحيوية المتفق عليها.

و. تصميم البرنامج بموضوعاته وأنشطته وفق التعلم التكيفي الذكي وفلسفته، وأسسه السابق ذكرها في الإطار النظري.

ز. تصميم البرنامج الاثرائي بشكله النهائي، وعرضه على المتخصصين في المجال للتأكد من صحته العلمية، ومناسبته للتطبيق.

ح. وضع البرنامج في صورته النهائية(*[1]) بعد إجراء التعديلات من قبل المتخصصين في المجال والتي اشتملت على دليل القائم بالتدريس و كتاب الطالب المعلم وملحقاته Hands on، تضمن **دليل القائم بالتدريس** "مقدمة عن التعلم التكيفي الذكي- فلسفته و أسسه" كأحد أهم الاتجاهات الحديثة في تكنولوجيا التعلم الذكية، أهداف كل موضوع و خطة السير فيه، الجدول الزمني لتنفيذه، الأساليب و الطرق التدريسية و تمثلت في: (المحاضرة التفاعلية وفقا للتعلم المتزامن وغير المتزامن، النمذجة، الخرائط الذهنية، التعاون الرقمي- التنبؤ- التوضيح- الملاحظة، المناقشات، تعلم الأقران، الاستقصاء التعاوني، التعلم الذاتي، فكرة التجارب، استراتيجية عظام السمك، طريقة المتشابهات، طريقة الشكل فين Venn diagram، بطاقة خرائط المفاهيم، استراتيجية KWL كنت أعتقد.. ولكن الآن أعرف، فحص المحادثات الودية، أسلوب عبارات الموافقة وعدم الموافقة، أسلوب مقارنة أفكار العلماء،

[1] ملحق (١) البرنامج الاثرائي المقترح

أسلوب فكرة التجارب، أسلوب النقطة الأكثر غموضًا)، الأنشطة التعليمية، وأدوات وأجهزة كل درس، مصادر التعلم، أساليب التقويم، المراجع العلمية، والمواقع التي يمكن الاستفادة منها لمزيد من إثراء عملية التعليم، هذا بالإضافة إلى مصادر التعلم، أدوات الأنشطة، ومدى تماشي كل هدف مع معايير الرابطة القومية لإعداد معلمي العلوم NSTA، وآلية تطبيقها. بينما تضمن **دليل الطالب المعلم وملحقاته** على "أهداف البرنامج المقترح- تصنيفات مجموعات العمل وفقًا لخائص المتعلم وأنماط تعلمه ليزيد من وعي الطالب في تحديد المجموعة التي تتواكب مع نمط تعلمه وميوله التعليمي، نبذة عن التعلم التكيفي الذكي، التمثيل الجزيئي وأدواته والبرنامج الافتراضي المدمج وكيفية استخدامه وفق نظام إدارة التعلم "مايكروسوفت تميز"، موضوعات البرنامج (أهداف كل موضوع- محتواه- أنشطته- أوراق عمله"، مصادر التعلم، آلية التعامل معها، طرق التقييم).

ثانيًا: تحديد الامكانات والتقنيات اللازمة لتنفيذ البرنامج الاثرائي تتمثل في: (نظام إدارة التعلم Microsoft Teams- أجهزة حاسب آلي- دليل القائم بالتدريس- كتاب الطالب المعلم وملحقاته- الشبكة الدولية للمعلومات للإبحار التكنولوجي في اللينكات المدعمة ومصادر التعلم الالكترونية- مجموعة من الأدوات والأجهزة الخاصة بكل موضوع/ موديول-برنامج افتراضي للتمثيلات الجزيئية مدمج في سياق تناول الموضوعات على نظام إدارة التعلم- بعض أدوات الذكاء الاصطناعي وتنظيم العمل الداعمة لأنظمة مايكروسوفت تيمز، مجموعة من مصادر التعلم اللازمة).

ثالثًا محتوى البرنامج: قدم البرنامج لمساعدة الطلاب على التعلم وفق نظام تعلمي تكيفي يتواكب مع امكاناتهم وأنماط تعلمهم ويدعم استجاباتهم التعليمية بتوجيه شبه آلي بمساعدة القائم بالتدريس كموجه وميسر للعملية التعليمية، تمثلت في ٣٥ ساعة تدريسية خلال ٥ أسابيع؛ منقسمة بين محاضرات تدريسية، ونظام تعلم ذاتي Self- paced Learning، تنقسم كالتالي (١٦ ساعة تدريسية مدة المحاضرة ٦٠ دقيقة، ١٥ ساعة

تعلم ذاتي مقسمة بحسب طبيعة الموضوعات، ٤ ساعات لأدوات التقييم القبلية والبعدية). وقد تم تطبيقها على مجموعة من طلاب الفرقة الثالثة بكلية التربية جامعة عين شمس- (شعبتي بيولوجي وكيمياء الدارسين باللغة الإنجليزية) التيرم الثاني للعام الدراسي ٢٠٢١/٢٠٢٠.

وتضمن البرنامج المقترح مجموعة من الموضوعات تتمثل فيما يلي:

اللقاء التمهيدي: (التعريف بهدف البرنامج، وأهميته بالنسبة للطالب المعلم، التعريف بمفهوم التعلم التكيفي الذكي والتمثيل الجزيئي وموضوعات البرنامج، واستفادة الطالب منه، تطبيق أدوات البحث قبليًا)، ومدته ١٢٠ دقيقة في لقاء حضوري.

الموضوع الأول: يتناول الموضوع الأول من البرنامج والمتمثل في "الكيمياء أساس الحياة" Chemistry is the foundation of Life، والذي دور الكيمياء في الحياة والهيكل الكربوني، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ الثاني: Elements of Life، والذي يتناول عناصر الحياة كمصطلح ومقدمة عنها، ثم يتناول تفصيليًا عنصر الكربون **Carbon Element** ودوره في الحياة على المستوى الجزيئي كيميائيًا وحيويًا، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ الثالث: Hydrogen Element، والذي يتناول تفصيليًا عنصر الهيدروجين ودوره في الحياة على المستوى الجزيئي كيميائيًا وحيويًا، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ الرابع: Oxygen Element، والذي يتناول تفصيليًا عنصر الأكسجين ودوره في الحياة على المستوى الجزيئي كيميائيًا وحيويًا، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ الخامس: Nitrogen Element، والذي يتناول تفصيليًا عنصر النيتروجين ودوره في الحياة على المستوى الجزيئي كيميائيًا وحيويًا، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

اللقاء السابع: Modeling Quiz with discussion، وهو اختبار مصغر لقياس مدى إلمام الطالب المعلم بالموضوعات السابق دراستها معد بنظام التعلم التكيفي، أي أنه لا ينتقل من نقطة إلى أخرى إلا اذا اجتاز النقطة محل التقييم، وفي حال عدم تجاوزها يتم توجيهه أوتوماتيكيًا إلى مصادر تعلم سابقة أو بديلة لمزيد من التعلم، ومدته ٦٠ دقيقة.

الموضوع/ السادس: **Types of Bonding**، والذي يتناول أنواع الروابط الكيميائية وتأثيرها على الجزيئات والتفاعلات الكيميائية، والظواهر الحيوية بتمثيلات جزيئية على جميع مستويات التمثيلات الجزيئية، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ السابع: **Organic& inorganic compounds**، والذي يتناول المركبات العضوية وغير العضوية ودورها في التغيرات الكيميائية والحيوية والظواهر البيولوجية والكيميائية بمستوياته وتمثيلاته الجزيئية، في محاضرة تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ الثامن: **PH scale**، والذي يتناول مستويات PH، ودورها في التغيرات الكيميائية والحيوية والظواهر البيولوجية والكيميائية بمستوياته وتمثيلاته الجزيئية، ومدته

محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self-paced Learning.

الموضوع/ التاسع: **Macromolecules in Life**، والذي يتناول الجزيئات الكبرى ومكوناته الكيميائية وتأثيرها البيولوجي كما يتناول البروتين كأول نوع من الجزيئات الكبرى (تركيبه الكيميائي- تمثيلاته الجزيئية وأنواعها- دوره البيولوجي- التغيرات الكيميائية)، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ العاشر: **Lipids in Life**، والذي يتناول الليبيدات كثاني نوع من الجزيئات الكبرى (تركيبها الكيميائي- تمثيلاتها الجزيئية وأنواعها- دورها البيولوجي- التغيرات الكيميائية)، في محاضرة تفاعلية أونلاين مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ الحادي عشر: **Carbohydrates in Life**، والذي يتناول الكربوهيدرات كثالث نوع من الجزيئات الكبرى (تركيبها الكيميائي- تمثيلاتها الجزيئية وأنواعها- دورها البيولوجي- التغيرات الكيميائية)، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ الثاني عشر: **Nucleic Acids in Life**، والذي يتناول الحمض النووي (تركيبه الكيميائي- تمثيلاته الجزيئية وأنواعها- دوره البيولوجي- التغيرات الكيميائية)، ومدته محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self-paced Learning.

اللقاء الخامس عشر: Scenario problems (Group Discussion)، والذي يتناول مشكلات علمية في شكل سيناريوهات معدة ليوظف الطالب المعلم ما تعلمه بشكل وظيفي من خلال المناقشات ضمن مجموعات لتبادل الأفكار وتكاملها، ومدته ٦٠ دقيقة،

وفق أنظمة المجموعات التشاركية المقسمة على مايكروسوفت تيمز، والتي تعطي نواتج يمكن تحليل أداء الطلاب بها ومشاركاتهم المصادر التعليمية وتحليل آلية تعلمهم.

الموضوع/ الثالث عشر: How do enzymes speed up chemical reactions?، والذي يتناول الانزيمات (تركيبها- مركباتها الكيميائية وآلية تمثيلها- دورها على المستوى البيولوجي- ميكانيزم عملها)، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self- paced Learning.

الموضوع/ الرابع عشر: Enzymes Activity، والذي يتناول الأنشطة الانزيمية دورها على المستوى البيولوجي- دور المحفزات الكيميائية في عمل الانزيم ونشاطه، في محاضرة أونلاين تفاعلية مدتها ساعة تدريسية، وساعة بنظام التعلم الذاتي Self-paced Learning.

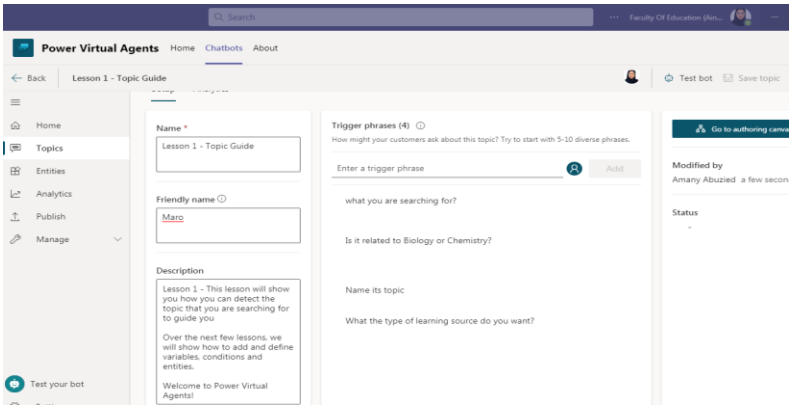
اللقاء العشرون والأخير: ويتضمن تطبيق أداتي التقييم بعديًا، ومدته ١٢٠ دقيقة.

وأثناء التطبيق اتبعت الباحثة الخطوات التالية:

- عرض أهداف البرنامج وأهميته للطلاب المعلمين، وكيفية السير في خطة السير في العمل.
- التعريف بشخص الباحثة كقائمة بالتدريس وفلسفتها للبحث الحالي، مما أثرى التدريس وأضاف للطلاب المعلمين فكرة تكامل الفكر التعليمي باختلاف الخلفية الأكاديمية والفهم المسبق للبحث وأغراضه، والمشاركة فيه بوعي وفهم، وأثر ذلك في اثراء الفكر التعليمي.
- التأكيد على أهمية الاستقصاء، والتساؤل، وطرح الأسئلة، والتفكير الناقد والتحليلي، والتحليل المستمر للمعلومات لتيسير تنفيذ المهام لدى الطلاب.
- التأكد من اشتراك الطلاب المعلمين في نظام إدارة التعلم والاشتراك على قناة Microsoft Teams الخاصة بتدريس البرنامج الاثرائي، وتحديد مواعيد

المحاضرات، وآليات التفاعل، وبرنامج التمثيل الجزيئي الافتراضي، وكيفية استخدامه.

- توجيه المعلم للقيام بالأنشطة والتدريبات المرتبطة بالأهداف الإجرائية لكل موضوع، ومتابعة تحليل تفاعل الطلاب واستجاباتهم وفق الخصائص التي تم تدعيم مايكروسوفت تيمز بها.
- برمجة الربوت الآلي Chatbots، للرد الآلي على استفسارات الطلاب المعلمين أثناء تعلمهم، مع اتاحة الرسائل الالكترونية بين القائم بالتدريس والطلاب للإجابة عن أي مشكلات تواجههم.



شكل (١٣) آلية برمجة Chatbot للإجابة على بعض أسئلة الطلاب على البرنامج في حال كون المحاضر Offline

- إشاعة جو من التواصل والتفاعل وحرية الرأي وإجراء المناقشات، وإرساء قواعد العمل في نظام المجموعات التشاركية وتقسيم الطلاب وفقًا لتفضيلاتهم التعليمية السابق تحديدها باستخدام مقياس التفضيلات التعليمية، وهو مسبق الإعداد من مواقع داعمة لأدوات التقييم الالكتروني، وتوجيه الطلاب إليه في بداية تعلمهم.

- التأكيد على التفاعل البصري قدر الإمكان، وتشجيع الطلاب المعلمين على استخدام الألوان والرموز أثناء تصميمهم للمركبات الكيميائية وجزيئاتها على برنامج ChemDoodle7.
- فتح مجال تواصل دائم بين الباحثة والطلاب لتوضيح أي غموض، والمساعدة في تذليل العقبات أثناء تنفيذ أنشطة البرنامج.

رابعًا أساليب التقييم: تنوعت أساليب التقييم في كل محاضرة/لقاء بحسب السابق عرضه، وبحسب توزيعها في كتاب الطالب المعلم، والمشروح كيفية تطبيقها تفصيليًا في دليل الطالب المعلم، والقائم بالتدريس، ومنها الاختبارات المصغرة التفاعلية، والاستبيانات، الملاحظة، تقييم الأقران، مؤشرات الأداء الموضحة بدليل المعلم للحكم على اتقان الطالب للكفايات الواجب توافرها، ومدى تمكنه من المهارات التعليمية، بالإضافة إلى أداتي تقييم البحث، وتأملهم لأدائهم والتقييم الذاتي وتقييم الأقران، هذا بالإضافة إلى تحليل الأداء من خلال ما يعرف ب Insights، الاختيار المتاح على Microsoft Teams لعمل التحليلات الاحصائية Data Analysis لعمل الطلاب كمجموعات مقسمة.

٢- للإجابة عن السؤال الفرعي الثاني والذي ينص على: ما فاعلية البرنامج المعد في تنمية مهارات التمثيل الجزيئي لدى الطلاب المعلمين بالشعب العلمية بكلية التربية؟ **قامت الباحثة بـ:**

إعداد أداة التقييم الأولى: وهي "اختبار التمثيل الجزيئي"، وعرضه على مجموعة من الخبراء والمحكمين للتأكد من سلامته اللغوية والعلمية، ومناسبته لطبيعة وأهداف الدراسة وفقًا لما يلي:

١. إعداد اختبار التمثيل الجزيئي وذلك من خلال:

- **تحديد الهدف من الاختبار:** يهدف الاختبار إلى قياس مدى امتلاك الطلاب المعلمين لمهارات التمثيل الجزيئي.

- **تحديد أبعاد الاختبار:** تم أخذ معظم مهارات التمثيل الجزيئي المتفق عليها في الأبحاث والأدبيات السابقة، والتي اشتملت على التمثيلات ثلاثية الأبعاد، التمثيلات ثنائية الأبعاد بمهاراته الفرعية "الدمج بين المستويين الرمزي والجزيئي، الدمج بين المستويين الظاهري والجزيئي"، والتمثيلات اللفظية.

- **صياغة مفردات الاختبار:** تم صياغة مفردات الاختبار في شكل أسئلة اختبارية متعدد الاختيارات MCQ، وتتضمن إجابة واحدة فقط صحيحة ضمن ٤ اختيارات، ويجيب الطالب على الأسئلة، وفقًا لفلسفة التعلم التكيفي الذكي، حيث تم تصميم الاختبار على منصة مايكروسوفت تيمز بنظام التقييم التكافؤي بحيث يتم تغيير بنود الاختبار تلقائي لكل طالب حتى لا تكون الأسئلة بنفس الترتيب "نماذج متكافئة من الاختبار وفق بدائل مختلفة الترتيب"، ومن ثم لا تكون هناك رقم إجابة صحيح، وإنما يوجد مسمى إجابة صحيح، وإتاحة المواقع المستخدمة بشكل ضمني embedded داخل البرنامج حتى لا يتطرق الطالب إلى مواقع أخرى.

- **تقدير درجات الاختبار**: تم تقدير درجات الاختبار على النحو التالي:

كل بعد تم صياغته في ٣ مهارات أساسية، منهم مهارة تنقسم إلى مهارتين فرعيتين، أي ٤ مهارات، كل مهارة ممثلة في ١٤ سؤال لضمان التأكد من امتلاك المهارة، كل سؤال له إجابة واحدة صحيحة "درجة واحدة"، بإجمالي ٥٦ درجة.

- **التجريب الاستطلاعي والخصائص السيكومترية لاختبار التمثيل الجزيئي**: تم تطبيق الاختبار في صورته الأولية على عينة مكونة من (٦٠) طالب وطالبة بالشعب العلمية بكلية التربية الفرق الثالثة، لحساب الصدق والثبات وكانت النتيجة كالتالي:

- **صدق الاختبار:** تم حساب صدق الاختبار من خلال عرضه على المحكمين (*[٢]) وحساب صدق الاتساق الداخلي لاختبار مهارات التمثيل الجزيئي باستخدام معادلة معامل بيرسون Person ، فكان معامل الاتساق دال عند مستوى (٠,٠١)؛ أي أن الاختبار يتمتع بمعامل صدق واتساق داخلي لعباراته عالي.

جدول (١) يوضح الاتساق الداخلي لأبعاد اختبار التمثيل الجزيئي مشتملًا مهاراته الفرعية

المهارة الأساسية	المهارة الفرعية	معامل الارتباط بالدرجة الكلية
مهارات التمثيلات ثلاثية الأبعاد	-	**٠,٨٤
مهارات التمثيلات ثنائية الأبعاد	الدمج بين المستويين الرمزي والجزيئي	**٠,٨١
	الدمج بين المستويين الظاهري والجزيئي	**٠,٨٦
التمثيلات اللفظية	-	**٠,٨٥

**** دال عند ٠,٠١**

يتضح من الجدول السابق جميع معاملات الارتباط بين كل بُعد من الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للاختبار دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على أن الاختبار يتمتع بدرجة عالية من الصدق.

- **ثبات الاختبار:** تم حساب ثبات اختبار مهارات التمثيل الجزيئي باستخدام معادلة "ريتشاردسونKR-21 " وكانت النسبة كما يلي:

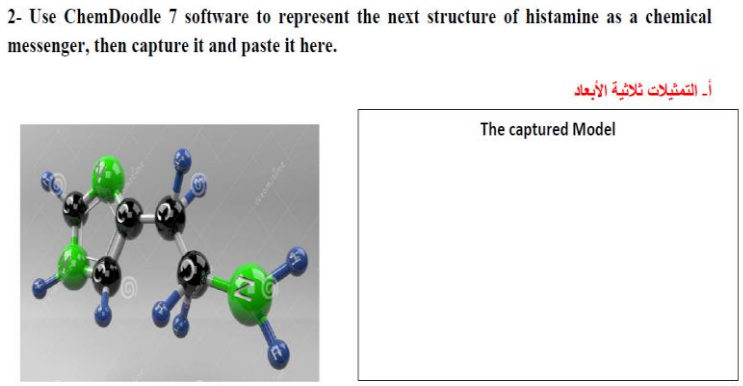
جدول (٢) يوضح معاملى الثبات لاختبار التمثيل الجزيئي

الاختبار	معامل معادلة "ريتشاردسونKR-21	مستوى الدلالة
التمثيل الجزيئي	٨٢.٠	دال عند ٠,٠١

ويتضح من السابق أن معاملي الثبات مرتفعين والذي يؤكد ثبات الاختبار.

[٢] ملحق (٥) أسماء المحكمين

- **زمن الاختبار:** تم احتساب الزمن المناسب للاختبار وفقًا للتجربة الاستطلاعية السابقة حيث استغرق الطلاب للإجابة عن الاختبار من (٦٠-٥٠) دقيقة فتم تحديد زمن المقياس ٦٠ دقيقة.
- **الصورة النهائية للاختبار:** تم عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين للتأكد من سلامة العبارات، والاستعانة بالتجربة الاستطلاعية لوضع الاختبار في صورته النهائية (*[٣])، ليتكون من (٥٦) سؤالًا، والدرجة الكلية للاختبار (٥٦) درجة.



شكل (١٤) أحد مفردات اختبار التمثيل الجزيئي

جدول (٣) جدول مواصفات اختبار مهارات التمثيل الجزيئي

مهارات التمثيل الجزيئي		الوصف	عدد الأسئلة	الدرجة	الوزن النسبي
١. التمثيلات ثلاثية الأبعاد		أسئلة اختيار من متعدد MCQ يختار منها الطالب إجابة واحدة، حيث تتكون كل مهارة من أربعة عشر سؤالًا موزعة بشكل عشوائي في نماذج متكافئة، وكل سؤال عبارة عن عبارة يقرأها الطالب جديدًا ليختار من أربعة بدائل الإجابة الصحيحة	١٤	١٤	٢٥٪
٢. الدمج بين المستويين الرمزي والجزيئي			١٤	١٤	٢٥٪
٣. الدمج بين المستويين الظاهري والجزيئي			١٤	١٤	٢٥٪
٤. التمثيلات اللفظية			١٤	١٤	٢٥٪
الاختبار ككل (٤ مهارات)			٥٦	٥٦	١٠٠٪

[٣] ملحق (٣) اختبار التمثيل الجزيئي

٣- للإجابة عن السؤال الفرعي الثالث والذي ينص على: ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات التفكير البصري لدى الطلاب المعلمين؟ **قامت الباحثة بـ:**

أ. إعداد أداة التقييم الثانية: وهي "اختبار التفكير البصري"، وعرضه على الخبراء والمحكمين للتأكد من سلامته اللغوية والعلمية، ومناسبته لطبيعة وأهداف البحث وذلك من خلال:

- **تحديد أبعاد الاختبار:** تم أخذ مهارات التفكير البصري المتفق عليها في الأبحاث والأدبيات السابقة والمتسقة مع أهداف البحث، والتي اشتملت على "مهارة التعرف على الشكل البصري وتمييزه، مهارة تحليل الشكل البصري، مهارة إدراك العلاقات المكانية، مهارة تفسير المعلومات، مهارة تحليل المعلومات، مهارة استخلاص المعنى".

- **صياغة مفردات الاختبار:** تم صياغة مفردات الاختبار في شكل أسئلة اختبارية متعدد الاختيارات MCQ، وتتضمن إجابة واحدة فقط صحيحة ضمن ٤ اختيارات، ويجيب الطالب على الأسئلة، وفقًا لفلسفة التعلم التكيفي الذكي، حيث تم تصميم الاختبار على منصة مايكروسوفت تيمز بنظام التقييم التكافؤي بحيث يتم تغيير بنود الاختبار تلقائي لكل طالب حتى لا تكون الأسئلة بنفس الترتيب "نماذج متكافئة من الاختبار وفق بدائل مختلفة الترتيب"، ومن ثم لا تكون هناك رقم إجابة صحيح، وإنما يوجد مسمى إجابة صحيح، وإتاحة المواقع المستخدمة بشكل ضمني embedded داخل البرنامج ومنصة التعلم Ms-Teams حتى لا يتطرق الطالب إلى مواقع أخرى.

- **تقدير درجات الاختبار**: تم تقدير درجات الاختبار على النحو التالي:

كل بعد تم صياغته في ٦ مهارات أساسية، كل مهارة ممثلة في ٥ أسئلة، كل سؤال له إجابة واحدة صحيحة "درجة واحدة"، بإجمالي ٣٠ درجة.

- **التجريب الاستطلاعي والخصائص السيكومترية لاختبار التفكير البصري:** تم تطبيق الاختبار في صورته الأولية على عينة مكونة من (٦٠) طالب وطالبة بالشعب العلمية بكلية التربية الفرق الثالثة، لحساب الصدق والثبات وكانت النتيجة كالتالي:

- **صدق الاختبار:** تم حساب صدق الاختبار من خلال عرضه على المحكمين (*[٤]) وحساب صدق الاتساق الداخلي لاختبار مهارات التفكير البصري باستخدام معادلة معامل بيرسون Person ، فكان معامل الاتساق دال عند مستوى (٠,٠١)؛ أي أن الاختبار يتمتع بمعامل صدق واتساق داخلي لعباراته عالي.

جدول (٤) يوضح الاتساق الداخلي لمهارات اختبار التفكير البصري

المهارة الأساسية	معامل الارتباط بالدرجة الكلية
مهارة التعرف على الشكل البصري وتمييزه	٠,٧٩**
مهارة تحليل الشكل البصري	٠,٨٣**
مهارة إدراك العلاقات المكانية	٠,٨٤**
مهارة تفسير المعلومات	٠,٨١**
مهارة تحليل المعلومات	٠,٧٤**
مهارة استخلاص المعنى	٠,٨٤**

** دال عند ٠,٠١

يتضح من الجدول السابق جميع معاملات الارتباط بين كل بُعد من الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للاختبار دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على أن الاختبار يتمتع بدرجة عالية من الصدق.

- **ثبات الاختبار:** تم حساب ثبات اختبار مهارات التمثيل الجزيئي باستخدام معادلة "ريتشاردسونKR-21 " وكانت النسبة كما يلي:

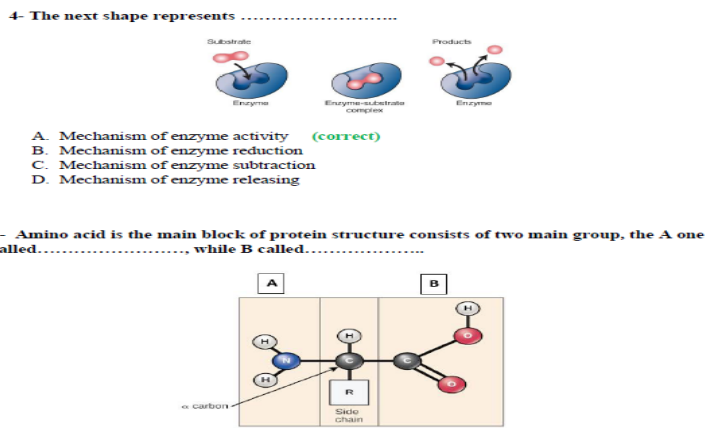
[٤] ملحق (٥) أسماء المحكمين

جدول (٥) يوضح معاملى الثبات لاختبار التفكير البصري

الاختبار	معامل معادلة "ريتشاردسون KR-21	مستوى الدلالة
التفكير البصري	٨٤.٠	دال عند ٠,٠١

ويتضح من السابق أن معاملي الثبات مرتفعين والذي يؤكد ثبات الاختبار.

- **زمن الاختبار:** تم احتساب الزمن المناسب للاختبار وفقًا للتجربة الاستطلاعية السابقة حيث استغرق الطلاب للإجابة عن الاختبار من (٤٥-٤٠) دقيقة فتم تحديد زمن المقياس ٤٥ دقيقة.
- **الصورة النهائية للاختبار:** تم عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين للتأكد من سلامة العبارات، والاستعانة بالتجربة الاستطلاعية لوضع الاختبار في صورته النهائية (*°)، ليتكون من (٣٠) سؤالًا، والدرجة الكلية للاختبار (٣٠) درجة.



شكل (١٥) أحد مفردات اختبار التفكير البصري

جدول (٦) جدول مواصفات اختبار مهارات التفكير البصري

° ملحق (٣) اختبار التفكير البصري

مهارات التفكير البصري		الوصف	عدد الأسئلة	الدرجة	الوزن النسبي
١- مهارة التعرف على الشكل البصري وتمييزه		أسئلة اختيار من متعدد MCQ يختار منها الطالب إجابة واحدة، حيث تتكون كل مهارة من أربعة عشر سؤالًا موزعة بشكل عشوائي في نماذج متكافئة، وكل سؤال عبارة عن عبارة يقرأها الطالب جديدًا ليختار من أربعة بدائل الإجابة الصحيحة	٥	٥	٪١٦,٦٦
٢- مهارة تحليل الشكل البصري			٥	٥	٪١٦,٦٦
٣- مهارة إدراك العلاقات المكانية			٥	٥	٪١٦,٦٦
٤- مهارة تفسير المعلومات			٥	٥	٪١٦,٦٦
٥- مهارة تحليل المعلومات			٥	٥	٪١٦,٦٦
٦- مهارة استخلاص المعنى			٥	٥	٪١٦,٦٦
الاختبار ككل (٦ مهارات)			٣٠	٣٠	٪١٠٠

التصميم التجريبي:

١- اختيار مجموعة البحث: مجموعة من الطلاب المعلمين بكلية التربية- جامعة عين شمس، الفرق الثالثة علمي (بيولوجي_ كيمياء) الدارسين باللغة الانجليزية، وتمثلت مجموعة البحث في (٣٠) طالب وطالبة، وذلك بالتيرم الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠٢١م

٢- التطبيق القبلي لأداتي التقييم السابق إعدادهما.

٣- **تنفيذ تجربة البحث:** تم تدريس البرنامج المقترح في مجموعة من اللقاءات تمثلت في ٢٠ لقاء، منقسم ١٦ محاضرة تفاعلية بواقع ٦٠ دقيقة لكل محاضرة ما بين حصص حضورية Face-2- Face، ومحاضرات افتراضية أونلاين Virtual Lectures، متضمنين ٤ ساعات لتطبيق أداتي التقييم قبلًا وبعديًا، بالإضافة إلى ١٥ ساعة للتعلم الذاتي Self- paced Learning ، أي بواقع ٣٥ ساعة تعليمية.

٤- **التطبيق البعدي لأداتي التقييم:** بعد الانتهاء من تدريس البرنامج المقترح، تم تطبيق أداتي التقييم بعديًا على مجموعة البحث.

التحقق من صحة الفروض ومناقشة النتائج:

١- **نتائج الفرض الأول والذي ينص على:** "يوجد فرق دال احصائيًا بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار التمثيل الجزيئي وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي". للتحقق من هذا الفرض استخدمت الباحثة اختبار "ت" للعينات المرتبطة ويمكن عرض ما توصل إليه البحث الحالي من نتائج من خلال الجدول التالي:

جدول (٧) يوضح الأعداد والمتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة " ت " و دلالتها في اختبار التمثيل الجزيئي فى القياسيين القبلي والبعدي

البعد	القياس	ن	م	ع	ت	مستوى الدلالة	مربع إيتا(٦)	حجم التأثير
التمثيلات ثلاثية الأبعاد	قبلى	٣٠	١,١٢	٠,٨٤	٨,٥٤	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٧٢.٠	كبير
	بعدى	٣٠	٢,٥٤	٠,٧٢				
التمثيلات ثنائية الأبعاد الدمج بين المستويين الرمزي والجزيئي	قبلى	٣٠	١,٥٣	٠,٧٢	٧,٦١	دالة إحصائياً عند ٠,٠٥	٥٩.٠	متوسط
	بعدى	٣٠	٢,٥١	٠,٦٤				
التمثيلات ثنائية الأبعاد الدمج بين المستويين الظاهري والجزيئي	قبلى	٣٠	١,٢٦	٠,٧١	٨,٠٤	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٧٤.٠	كبير
	بعدى	٣٠	٢,٤٣	٠,٧١				
التمثيلات اللفظية	قبلى	٣٠	١,٤١	٠,٧٨	٦,٧٨	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٨٣.٠	كبير
	بعدى	٣٠	٢,٦٤	٠,٦				
الدرجة الكلية	قبلى	٥٦	١٠,٤٣	١,٨٣	٧,٨٣	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٧٩.٠	كبير
	بعدى	٥٦	١٧,٧٩	١,٧٧				

- قد رأى كيس Kiess (1989) (في مراد، صلاح أحمد، ٢٠٠٠، ٢٤٨) أنه إذا كانت قيمة مربع إيتا تساوي ٠,٠١ فإنها تكون ضعيفة في المتغير التابع، و إذا كانت تساوي ٠,٠٦ فإنها تكون متوسطة، و إذا كانت تساوي ٠,١٥ فإنها تكون مرتفعة .

يتضح من الجدول السابق أنه يوجد فرق ذي دلالة احصائية بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في الاختبار ككل عند مستوى دلالة (٠,٠١)، بينما يوجد فرق ذات دلالة احصائية بين القياس القبلي والبعدي لمهارة الدمج بين المستويين الرمزي والجزيئي، كما **يوجد فرق دال احصائيًا** بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في متوسط الدرجة الكلية **لصالح القياس البعدي** حيث كانت قيمة "ت" = ٧,٤٢ وهى دالة احصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) مما يثبت صحة الفرض الأول من فروض البحث. وتعزي الباحثة هذه النتيجة إلى أن التمثيل الجزيئي مثله مثل عديد من مهارات التفكير العليا يحتاج مدى زمني أوسع لتنميته، ولكن النتيجة الإيجابية للطلاب بدلالات نتيجة الاختبار الاحصائية ترجع إلى استمتاع الطلاب بالبرنامج المقترح واتساقه مع مستجدات عصرهم ورغبتهم في امتلاك مهارات التحول الرقمي وأدواته خاصة مع تماشي البرنامج مع ثقافاتهم الرقمية وفعالية التعلم التكيفي الذكي الذي تكيف مع استجاباتهم وأنماط تعلمهم المختلفة وتأكيد "مبدأ تفريد التعلم"، كما أن ساعات التعلم الذاتي غيرت من اتجاهات الطلاب تجاه مفهوم التعلم، ووجهتهم إلى التقصي والبحث العلمي والتعلم الذاتي، وإعمال مهارات العقل كالتمثيل الجزيئي الذي تواكب واتسق مع السياق الذي تم تقديمه فيه ومع التفكير البصري.

٢- نتائج الفرض الثاني والذي ينص على: "يوجد فرق دال احصائيًا بين متوسطي درجات الطلاب في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار التفكير البصري لصالح التطبيق البعدي". للتحقق من هذا الفرض استخدمت الباحثة اختبار "ت" للعينات المرتبطة ويمكن عرض ما توصلت إليه البحث الحالي من نتائج من خلال الجدول التالي:

جدول (٨) يوضح الأعداد والمتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة " ت " ودلالتها في اختبار التفكير البصري

المهارة	القياس	ن	م	ع	ت	مستوى الدلالة	مربع إيتا	حجم التأثير
مهارة التعرف على الشكل البصري وتمييزه	قبلى	٣٠	١٦,٠٧	١,٧٥	٢٦,٩٤	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٩١.٠	كبير
	بعدى	٣٠	٢٧,٢١	١,٢٨				
مهارة تحليل الشكل البصري	قبلى	٣٠	١٦,٨٨	٢,٤٤	٣١,٢٢	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٩٣.٠	كبير
	بعدى	٣٠	٢٧,٥٦	١,٤٧				
مهارة إدراك العلاقات المكانية	قبلى	٣٠	٢٤,٢٤	١,٦٦	٢١,٩٣	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٩٢.٠	كبير
	بعدى	٣٠	٣٢,١٦	١,٣٩				
مهارة تفسير المعلومات	قبلى	٣٠	٢٢,٥٧	٢,٤٢	١٨,٩٣	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٨٤.٠	كبير
	بعدى	٣٠	٢٦,٧٧	١,٨٤				
مهارة تحليل المعلومات	قبلى	٣٠	٢٥,٩٣	١,٤٤	١٨,٨٢	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٨٧.٠	كبير
	بعدى	٣٠	٢٧,٤٠	١,٥٢				
مهارة استخلاص المعنى	قبلى	٣٠	٢٤,٧٢	١,٤٤	٢١,٢٣	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٨٩.٠	كبير
	بعدى	٣٠	٣١,٨٤	١,٧٥				
الدرجة الكلية	قبلى	٣٠	١٥,٢	٩,٠٢	٨٨,٩٤	دالة إحصائياً عند ٠,٠١	٩٠.٨	كبير
	بعدى	٣٠	٢٤,١٥	١٠,٩٩				

يتضح من الجدول السابق أنه يوجد فرق ذي دلالة احصائية بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في متوسط أبعاد الاختبار عند مستوى دلالة (≤٠,٠١)، كما **يوجد فرق دال احصائيًا** بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في متوسط الدرجة الكلية **لصالح القياس البعدي** حيث كانت قيمة "ت" = ٨٨,٩٢ وهي دالة احصائيًا عند مستوى (≤٠,٠١)، مما يثبت صحة الفرض الثاني من فروض البحث. ويتضح من النتيجة السابقة أن الطلاب اكتسبوا بشكل كبير مهارات التفكير البصري المختلفة واتساقها مع مهارات التمثيل الجزيئي، وتأثير كلا من المتغيرات بعضهم البعض، وهو ما يوضح أن الأهداف يمكن تحقيقها إذا تم تقديمها في سياق وبيئة تعليمية تدعم هذه الأهداف، كما يعزي ذلك أن التعلم الذاتي له تأثير في اكتساب الطالب مهارات عدة، أثرت المحتوى العلمي وزادت من احتمالية اكتساب المهارات.

وقد تعزى الباحثة نتائج البحث الحالي إلى أن:

- التعلم التكيفي الذكي وبيئته الرقمية هو من أحدث البيئات التي تدعم مبدأ التعلم القائم على الطالب Student- centered approach، وتدعم مبدأ تفريد التعلم Personalized Learning، بالتكامل مع النسق المعرفي المصمم وفق احتياجات الطلاب ,أنماط تعلمهم واستجاباتهم المختلفة، مما جعل الطالب جزء من عملية التعلم يؤثر فيها ويتأثر بها واتعكس احصائيًا في نتائج أداتي البحث التقييمية.
- الاستراتيجيات والأنشطة التي تناولها البرنامج المقترح أدى إلى دعم النواتج المستهدفة من البرنامج المقترح وهو ما يتفق مع دراسات Tand& Abraham (2016),Tasker (2014), Sim & Daniel (2014)

- استخدام النمذجة والتمثيلات الجزيئية وفق البرامج الافتراضية الداعمة لعملية التعلم والمعمل الافتراضي ChemDoodle7، كان له أثر كبير وفاعلية في فهم الطلاب للتمثيلات البصرية والجزيئية للمركبات العضوية وغير العضوية، وتصميمهم بأنفسهم لهذه المفاهيم أثقل من اكتسابهم لهذا المستوى الجزيئي ونقله من الشكل المجرد إلى التمثيل البصري وانعكس ذلك في نتائج الطلاب المعلمين في اختبار التمثيل الجزيئي، والذي ارتبط بدوره وانعكس على مهارات التفكير البصري في اختبار التفكير البصري.
- مراعاة فلسفة التعلم التشاركي، ودور التعلم بالأقران في اكساب الطلاب خبرات متبادلة من خلال المجموعات المتجانسة وغير المتجانسة أثناء تنفيذ الأنشطة التعليمية الجماعية والمناقشات الجماعية في الغرف الرقمية التشاركية على

منصة مايكروسوفت تيمز دعم دور الأقران في اكساب المفاهيم، وتقييم زملائهم، والتأمل مما جعل التعلم ذي معنى.

- أدوات البحث المتمثلة في كتاب الطالب المعلم الالكتروني المدعم بأنشطة تسير وفق استجابات الطالب وأنماط تعلمه جعلت الطالب يشعر أن البرنامج مصمم له بشكل خاص مما أثرى ودعم استجاباته، بالإضافة إلى توجيهات القائم بالتدريس وقد تم الإشارة إلى الدور المنوط به في دليل القائم بالتدريس للاستعانة به في الأبحاث القادمة.
- تم إعداد أداتي التقييم بما يتناسب مع فلسفة التعلم التكيفي الذكي مما أوضح مستواهم الحقيقي قبل وبعد دراسة البرنامج المقترح، وهو ما ظهر في النتائج والمعالجة الاحصائية.
- إن تنمية مهارات التمثيل الجزيئي انعكس على مهارات التفكير البصري مما انعكس بشكل كبير على نتائج الطلاب بالإجراء التجريبي والنتائج البعدية والأساليب الاحصائية، والذي يوضح الدلالات الارتباطية بين متغيرات البحث.

توصيات ومقترحات البحث:

توجيه نظر القائمين على تطوير مناهج العلوم، وبرامج إعداد معلمي العلوم إلى:

١) إعادة النظر في إعداد مناهج العلوم وفق أدوات التعلم التكيفي الذكي وبيئاته.

٢) إعادة النظر في برامج إعداد المعلمين، بحيث يتم التركيز على مهارات النمذجة والمحاكاة، وتدريبهم على أساليب التعلم التكيفي الذكي لرفع كفاياتهم/ كفاءاتهم في تخطيط وتنفيذ وتقويم العملية التعليمية.

٣) عقد دورات تدريبية بصفة مستمرة لتدريب معلمي العلوم على الاتجاهات الحديثة في التدريس ومنها أدوات التعلم بالانغماس والتمثيل الجزيئي.

٤) إعادة صياغة مناهج العلوم في المراحل الدراسية المختلفة وفق تفريد التعلم، والتعلم القائم على الطالب.

٥) الاهتمام بمهارات التمثيل الجزيئي والتفكير البصري لدى جميع الطلاب بجميع المراحل الدراسية.

٦) قياس فاعلية إعادة صياغة وحدة في العلوم وفق التعلم التكيفي الذكي لتنمية مهارات ومتغيرات تابعة أخرى تتسق وفلسفة التنمية المستدامة والتعلم الرقمي.

٧) قياس فعالية استراتيجيات وبرامج تدريبية مقترحة أخرى لتنمية التمثيل الجزيئي لدى الطلاب.

٨) قياس فعالية استراتيجيات ومداخل تدريسية أخرى لتنمية التفكير البصري لدى الطلاب.

المراجع

أولًا: المراجع العربية:

خميس، محمد عطية (٢٠١٥). *مصادر التعلم الالكتروني: الأفراد والوسائط*. القاهرة: دار السحاب للطباعة والنشر والتوزيع.

زنقور، ماهر صالح (٢٠١٣). أثر برمجية تفاعلية قائمة على المحاكاة الحاسوبية للأشكال الهندسية ثلاثية الأبعاد في تنمية مهارات التفكير البصري والتعلم المنظم ذاتيًا لدى طلاب الصف الثاني المتوسط بمنطقة الباحثة. *مجلة تربويات الرياضيات*، ١٦ (٢)، ١٠٤ - ٣٠.

صالح، صالح محمد (٢٠١٢). تقويم محتوى كتب العلوم بالمرحلة الإعدادية على ضوء مهارات التفكير البصري ومدى اكتساب التلاميذ لها. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، ٣ (٣١) ١١ – ٥٤.

عبيد، وليم (٢٠٠٥). فسيولوجيا العقل البشري ومنظومة الابداعي. ورقة عمل مقدمة الى *المؤتمر العلمي الخامس حول المدخل المنظومي في التدريس والتعلم نحو تطوير منظومة التعليم في الوطن العربي*، مصر: جامعة عين شمس، ١٦-١٧ ابريل.

عزمي، نبيل جاد، والمحمدي، مروة (٢٠١٧). *بيئات التعلم التكيفية: موسوعة تكنولوجيا التعليم*. القاهرة: دار الفكر العربي.

علي، نورا عبد الله (٢٠١٩). استراتيجية التفكير البصري وتطبيقاته في تدريس الفنون. *مجلة الأكاديمي*، ع. ٩٢، ١٨٧-٢٠٢. DOI: https://doi.org/10.35560/jcofarts94/187-202

علي، نورا عبد الله (٢٠١٩). استراتيجية التفكير البصري وتطبيقاته في تدريس الفنون. *مجلة الأكاديمي*، ع. ٩٢، ١٨٧-٢٠٢. DOI: https://doi.org/10.35560/jcofarts94/187-202

اللقاني، أحمد، والجمل، على (٢٠٠٣). *معجم المصطلحات التربوية المعرفة في المناهج وطرق التدريس*، القاهرة: عالم الكتب، ١٢.

محمد، مديحة (٢٠٠٤). *تنمية التفكير البصري في الرياضيات لتلاميذ المرحلة الابتدائية والصم والعاديين*. القاهرة: عالم الكتب.

محمود، شيماء بهيج (٢٠١٦). فاعلية استراتيجيتي شبكات التفكير البصرى والفورمات على تنمية التفكير الاستدلالي ومفهوم الذات الأكاديمية لدى طالبات المرحلة الثانوية، *مجلة بحوث عربية في التربية*، ١٧(١)، ٤٣.

مطر، محمد طه (٢٠١٨). عالقة التفكري البصري بمجال ومراحل تطور تكنولوجيا التعليم (دراسة تحليلية). *مجلة دراسات تربوية- كلية التربية، جامعة افريقيا العالمية*، ع.٧، أكتوبر، ١٦٣- ٢٠٢.

ثانيًا المراجع الأجنبية:

Aguar, K.; Sanchez, C.; Beltran, D.; Safaei, S.; Assefi, M.; Arnold, J.; Portes, P.; Arabnia, H.; Gutierrez, J. (2017). Considerations for Interdisciplinary Instruction and Design Influenced by Adaptive Learning. A Case Study Involving Biology, Computer Science, Mathematics, and Statistics. *Physics Education*, v. 2, May, 1-17. Retrieved on: arxiv.org/abs/1703.06010.

Alzain, A.; Clark, S.& Jwaid, S. (2018). Adaptive Education based on Learning Styles: Are Learning Style Instruments Precise Enough? *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, Vol. 13, No. 9. Retrieved on: https://doi.org/10.3991/ijet.v13i09.8554.

Aw, J.; Boellaard, K.; Tan, T.; Yap J.; Loh, Y.; Colasson, B.; Blanc, E.; Lam, Y.& Fung, F. (2020). Interacting with Three-Dimensional Molecular Structures Using an Augmented Reality Mobile App. *Chemical Education*, 97 (10), 3877-3881, DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c00387.

Bennie, S., Ranaghan, K., Deeks, H., Goldsmith, H., O'Connor, M., Mulholland, A., Glowacki, D. (2019). Teaching enzyme catalysis using interactive molecular dynamics in virtual reality. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2488–2496

Chen, C. (2014). An adaptive scaffolding e-learning system for middle school students' physics learning. Australasian Journal Of Educational Technology, 30(3):342-355.

Chrissy, V. (2014). Students´ learning of Molecular Modeling in Science Education The case of computer-aided drug design against malaria disease. *International Journal of Science Education*, v.18, August, 140-162.

Dabolins, J. (2017). Trends of the Usage of Adaptive Learning in Intelligent Tutoring Systems. Researchgate. Retrieved on: https://www.researchgate.net/publication/289406196_Trends_of_the_usage_of_adaptive_learning_in_intelligent_tutoring_systems.

David, L., Thakkar, A., Mercado, R. et al. (2020). Molecular representations in AI-driven drug discovery: a review and practical guide. *J Cheminform* 12**,** 56. Retrieved on: https://jcheminf.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13321-020-00460-5.

Eryılmaz, M.& Adabashi, F. (2020). Development of an Intelligent Tutoring System Using Bayesian Networks and Fuzzy Logic for a Higher Student Academic Performance. *Applied Sciences*, 10, 6638;

doi:10.3390/app10196638, 2-18. Retrieved on: https://www.mdpi.com/journal/applsci.

Franzoni, A.; Assar, S.; Defude, B.; and Rojas, J. (2016). Student learning styles adaptation

Gruyter, D. (2020). Visualizing molecular structures and shapes: a comparison of virtual reality, computer simulation, and traditional modeling. *Chemistry Teacher International Journal*, 15, DOI: https://doi.org/10.1515/cti-2019-0009.

Herder, E.; Sosnovsky, S.; Dimitrova, V. (2017). Adaptive Intelligent Learning Environments In book: Technology Enhanced Learning, Researchgate, DOI: 10.1007/978-3-319-02600-8_10, 2. Retrieved on: https://www.researchgate.net/publication/317178446_Adaptive_Intelligent_Learning_Environments/references

Hussein, H.& Kadom, I.(2020). The Impact of Molecular Representation strategy on Academic achievement and self-efficacy among the 2nd female graders students in Chemistry. -*Palarch's Journal Of Archaeology Of Egypt/Egyptology* (*PJAEE)*, 17 (7). 15354-15375. ISSN 1567-214x.

Jonsdottir, A.& Stefansson, G. (2015). Development and Use of an Adaptive Learning Environment to Research- Online Study Behavior. *Educational Technology & Society*, 18(1), 132-144.

Lei G., Luo X., Yang S., Xiao K. (2021) Adaptive Online Learning Model Based on Big Data. In: Sugumaran V., Xu Z., Zhou H. (eds) Application of Intelligent Systems in Multi-modal Information Analytics. MMIA 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1233. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51431-0_92

Matter, N. (2014). Multi-Adaptive Learning Objects Repository Structure Towards Unified E-learning. *International Arab Journal of eTechnology*, 3(3).

Pane, J., Steiner, E., Baird, M., Hamilton, L., Pane, J. (2017). How Does Personalized Learning Affect Student Achievement? RAND Corporation, Santa Monica. Retrieved on: https://www.rand.org/pubs/research_briefs/RB9994.html.

Remington, J.; Ferrell, J., Zorman, M.; Petrucci, A.; Schneebeli, S.& Li, J. (2020). Machine Learning in a Molecular Modeling course for chemistry, Biochemistry and Biophysics students. *Biophysical society*, 1(2), 1-11, DOI: 10.35459/tbp.2019.000140.

Sim, J.& Daniel, E. (2014). Representational competence in chemistry: A comparison between of Basic Chemical concepts and chemical Representations. *Cogent education*. *1*(1). 15-36.

Tand, H., and Abraham, M.R. (2016). Effect of computer simulations at the particulate and macroscopic level on students' understanding of the particulate nature of matter. *Journal of chemical education*, *93*(1),31-38.

Tasker, R. (2014). Research in to Practice: visualizing the molecular world for deep understanding of chemistry, *teaching science. 60*(2),16-27.

Truong, H. (2016). "Integrating learning styles and adaptive e-learning system: current developments, problems and opportunities," *Comput. Hum. Behav.*, v. 55, 1185-1193. Retrieved on: https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.014

Villegas, W.; Canizares, M.; Alcazar, A.& Pacheco, X. (2020). Data Analysis as a Tool for the Application of Adaptive Learning in a University Environment. *Applied Sciences*, 10, 7016; doi:10.3390/app10207016. Retrieved on: http://www.mdpi.com/journal/applsci

Wang, S.; Feng, M.; Cui W. (2018). Adaptive Learning Goes to China. In: Penstein Rosé C. et al. (eds) Artificial Intelligence in Education. AIED 2018. Lecture Notes in Computer Science,. *Springer*, vol 10948. Retrieved on: https://doi.org/10.1007/978-3-319-93846-2_17