

تدريس النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء
الاصطناعي لتحسين المهارات العملية ومهارات التعلم
الذاتي لدى طلاب كلية التربية

إعداد

أ.م.د/شرين شحاته عبد الفتاح
أستاذ مساعد المناهج وطرق تدريس العلوم
كلية التربية - جامعة الوادي الجديد
shereinshehata@yahoo.com

تدريس النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي لتحسين المهارات العملية ومهارات التعلم الذاتي لدى طلاب كلية التربية

أ.م.د/ شرين شحاته عبد الفتاح *

مستخلص

هدف البحث الحالي إلى تعرف كيفية تدريس النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي لتحسين المهارات العملية ومهارات التعلم الذاتي لدى طلاب كلية التربية. من خلال الوحدة المقترحة استخدم التصميم شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة لدراسة أثر العامل المستقل (استخدام المعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي) على العاملين التابعين (المهارات العملية، ومهارات التعلم الذاتي)، وقد تم اختيار مجموعة البحث وعددهم (٣٠) طالب وطالبة بالفرقة الثالثة كلية تربية شعبة كيمياء. وقدم البحث أداتين بحثيتين هما: مقياس للمهارات العملية، واختبار لمهارات للتعلم الذاتي، وتم مقارنة متوسطات المجموعة التجريبية قبلية وبعدياً، وكانت أهم نتائج البحث: وجود فروق دالة أحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطات المجموعة التجريبية قبلية وبعدياً في مقياس للمهارات العملية لصالح التطبيق البعدي، ووجود فروق دالة أحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطات المجموعة التجريبية قبلية وبعدياً في اختبار مهارات التعلم الذاتي لصالح التطبيق البعدي مما يدل على تأثير وحدة النانوكيمياء المصممة بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي في تحسين المهارات العملية ومهارات التعلم الذاتي لدى طلاب المجموعة التجريبية.

الكلمات المفتاحية: المعمل الافتراضي - الذكاء الاصطناعي - المهارات العملية - مهارات التعلم الذاتي.

* أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد - كلية التربية - جامعة جنوب الوادي

Teaching Nanochemistry Using an Artificial Intelligence-Enhanced Virtual lab to Improve laboratory Skills and Self-learning Skills Among College of Education Students

Dr/ Sherein Shehata Abdel Fatah*

Abstract

The current research aims to: identify how to teach nanochemistry using a virtual laboratory enhanced by artificial intelligence to improve laboratory skills and self-learning skills among students of the Faculty of Education. Through the proposed unit, a quasi-experimental design with a single group was used to study the effect of the independent factor (the use of the virtual laboratory enhanced by artificial intelligence) on the dependent factors (laboratory skills and self-learning skills). The research group was selected and consisted of (30) male and female students in the third year of the Faculty of Education, Chemistry Department. The study presented two research tools: a laboratory skills scale and a self-learning skills test. The pre- and post-test averages of the experimental group were compared. The most important results of the study were: There were statistically significant differences at the 0.01 level between the pre- and post-test averages of the experimental group on the laboratory skills scale, in favor of the post-test. There were also statistically significant differences at the 0.01 level between the pre- and post-test averages of the experimental group on the self-learning skills test, in favor of the post-test. This indicates the impact of the nanochemistry unit designed in the artificial intelligence-enhanced virtual laboratory on improving the laboratory skills and self-learning skills of the experimental group students.

Key words: Virtual Laboratory, Artificial Intelligence, Laboratory Skills, Self-Learning Skills

*Assistant Professor, Faculty of Education, New Vally University.

مقدمة البحث:

يعد الذكاء الاصطناعي أحد مخرجات الثورة التكنولوجية القائمة على الاندماج بين ذكاء الإنسان وذكاء الآلة، وهو جزءاً لا يتجزأ من الحياة اليومية، ويستخدم في التطبيقات العامة دون أن يطلق عليه اسم الذكاء الاصطناعي * (Popenlel, 2017, p5)

كالتنقل مع Uber والترجمة من Google وغيرها من الاستخدامات (Sadulk, et al, 2021)، ونرى آثاره في كثير من المجالات كالإعلام والصحافة الآلية وفي التطبيقات المصرفية والخدمات المصرفية عبر الهاتف المحمول وفي التعليم وغير ذلك (Tyagi, 2021) لقد زاد الوعي بأهمية استخدام الذكاء الاصطناعي؛ خاصةً بعد التوسع في استخدام الإنترنت في العملية التعليمية، وظهور منصات وبيانات تعلم ذكية التي تتميز بتوفير الجهد، والوقت.

نتج عن إصابة دول العالم بجائحة كورونا (COVID-19) إلى شلل النظام التقليدي للتعليم، وأجبرت تلك الدول على اتخاذ التدابير الاحترازية، والاعتماد على التعليم الإلكتروني والتعليم عن بعد في مواجهة هذه الأزمة في التعليم والتخطيط لممارسات التعليم والتعلم بما يساهم في تحقيق الأهداف التعليمية المنشودة (خالد عزام، ٢٠٢١، ص ٢١)

وهنا يتضح أهمية الدمج المنهجي للذكاء الاصطناعي في تفعيل القدرة على مواجهة عديد من التحديات بوصفه أحد فروع علم الحاسب الهادف إلى تصميم الآلات الذكية المزودة بأنظمة حاسوبية قادرة على محاكاة قدرات البشر في التفكير المنطقي، والتعلم؛ من أجل أداء مهام تتطلب - عادةً - ذكاءً بشرياً لإنجازها؛ أي أن الذكاء الاصطناعي يتعلق بالقدرة على التفكير الفائق وتحليل البيانات (يوب أمال، ٢٠٢٢، ص ٣).

ويعرف كل من شيماء أحمد، وإيمان يونس (٢٠٢٠) الذكاء الاصطناعي بأنه فرع من علوم الحاسب الآلي متخصص في تصميم البرامج التي يمكنها محاكاة القدرات العقلية البشرية وأنماط العمل الخاصة بها؛ مثل التعلم وحل المشكلات والتخطيط والاستدلال واتخاذ القرار والإدراك والتواصل، وتساعد هذه الأنماط الذكية على أداء مهام جديدة دون تدخل العنصر البشري، وهي آلات تعتمد على الحاسب الآلي وتؤدي وظائف وقدرات عقلية محدودة مشابهة للتي يقوم بها العقل البشري بالإضافة إلى البحث عن حل لبعض المشكلات.

كما يشير الذكاء الاصطناعي إلى قدرة أجهزة الحاسب الآلي على التفكير مثل البشر، حيث إنه مجال شامل يدمج علوم الحاسب الآلي والإحصاء وعلم الأعصاب

* ستنتج الباحثة توثيق APA 7 للمراجع الأجنبية وستكتب الأسس الأولى والأخير للمراجع العربية.

والعلوم الاجتماعية بهدف تصميم برامج يمكن أن تحل محل البشر في الإدراك والتحليل واتخاذ القرار (xiong, ٢٠١٩).

كما لم تعد بيئة التعلم التقليدية قادرة - وبخاصة في عصرنا الحالي على تلبية حاجات المتعلمين؛ بسبب التطور التكنولوجي السريع؛ إذ أضحت بيانات التعلم الذكية قادرة على تقديم تحليلات وبيانات ضخمة عن عمليات التعلم والتفاعل التي تتم بها، والتي من شأنها تحسين تجربة المتعلم، وتحقيق النتائج التعليمية المرجوة. وفي السنوات الأخيرة، أجرت الرابطة الدولية لبيئات التعلم الذكية (IASLE) International Association of Smart Learning Environments والمؤتمر الدولي لبيئات التعلم الذكية International Conference of Smart Learning Environments (ICSLE) ومجلة بيانات التعلم الذكية، أبحاثاً ودراسات حول التقنيات الاصطناعية الحديثة، وفاعلية دمجها في بيئات التعلم لتحسين العملية التعليمية، ونواتج التعلم، وخُصصت إلى أنه قد أسهم الذكاء الاصطناعي - بأدواته، وتقنياته المختلفة في تحسين بيئات التعلم، وتقديم تعلم أكثر كفاءة وفعالية. (Pan et al., 2022, p. 11)

كما انتشر الذكاء الاصطناعي في جميع مجالات الحياة؛ بهدف تحسين الكفاءة، وتعزيز تجربة المستخدم؛ لذلك توصي عدد من الدراسات بأهمية محو الأمية بالذكاء الاصطناعي، وكذلك تطوير مهارات استخدام التطبيقات القائمة على الذكاء الاصطناعي في جميع المجالات ولا سيما التعليم استجابة للتطور التقني والذكي لهذا العصر. (Ng et al., 2021, p.2) مما أدى إلى ظهور تطبيقات جديدة للذكاء الاصطناعي في التعليم؛ مثل تطبيقات التدريس الخصوصي التكيفية Intelligent Tutoring for precise Adaption وتطبيقات التعلم العميق Deep Learning، وتطبيقات التدريب المسبق الذي يتشكل على المعرفة المسبقة Generative Pre-Training (GPT)؛ فضلا عن عدد من الأدوات المساعدة في تحسين التعلم وتقييمه، والمعتمدة على قدر كبير من البيانات عن المتعلم؛ مثل تحليلات التعلم، وذكاء المحتوى (Stephen et al., 2021, p.2) كما إنه ثمة طرائق أكثر منطقية لتوظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم أبرزها: تحليل المشكلات الحالية في الممارسات التعليمية، تصميم بيئات التعلم، وتحليل المتعلمين، وتصميم المحتوى واختيار الاستراتيجيات والأدوات التعليمية والتقييم التعليمي والتغذية الراجعة، فضلا عن الإدارة وصنع القرار، (Yu & Lu, 2021, p4).

ومن المجالات التي يشملها الذكاء الاصطناعي في التعليم، استخدام البصريات والواقع الافتراضي والمعامل الافتراضية والروبوتات والأنظمة الخبيرة، والوكيل الذكي، والتعلم الشخصي، والمحتوى الذكي؛ حيث أكدت البحوث انخراط المتعلمين في تلك البيئات، وتحسين تجربة التعلم، وتحقيق النتائج المرجوة (Zhang & Aslan, 2021, p.9).

وقد أدى انتشار جائحة كورونا إلى انقطاع الطلاب عن الذهاب إلى المدرسة أو الجامعة؛ مما دعا وزارة التربية والتعليم المصرية إلى الأخذ بالتعليم عن بعد، واستخدام التقنيات الحديثة والذكية من خلال بنك المعرفة المصري ، وكذلك استخدام عدد من المنصات؛ كمنصة Edmodo وهي منصة اجتماعية مجانية توفر للمعلمين والطلاب بيئة آمنة للاتصال والتعاون وتبادل المحتوى التعليمي والتطبيقات الرقمية، إضافة إلى الواجبات المنزلية والدرجات والمناقشات ومنصة Microsoft Teams التي تسهل التواصل بين المعلمين والطلاب؛ سواء داخل المدرسة خارجها، وتطبيق Minds Park الذي يعتمد على نظام تعليمي تكيفي عبر الإنترنت يساعد الطلاب في ممارسة الرياضيات وتعلمها (عبد الرزاق محمود ، ٢٠٢٠، ص ٢١٠) كما أدى تطور التعلم الرقمي إلى ظهور عديد من منصات محتوى التعلم عبر الإنترنت ؛ مثل: LinkedIn Learning و Coursera و Udemy و Skillshare و Degreed و Skillsoft و Udacity حيث بدأ نجاح وانتشار هذه المنصات مع تطور الذكاء الاصطناعي ودخوله مجال التعليم، وبالتالي الاهتمام بفكرة جعل التعليم العالي أكثر جودة وسهولة كما تشير التوجهات والأبحاث الحديثة في مجال التعليم بالذكاء الاصطناعي إلى أنه كل ما زادت مساحة التعلم بالتطبيقات الحديثة ؛ قلت عدد الساعات المستغرقة في المدارس، وهذا ما يقابل مساحة التعلم الذاتي لدى الطلاب

ونظرًا لتمييز مناهج العلوم بالتجارب العلمية والأنشطة العملية حيث يمثل المعمل بصفة عامة رأس الزاوية في تعليم الطالب مواد العلوم الحياتية المختلفة، وذلك لأن المناهج العملية تعتمد بالكامل، بل تقوم على إجراء التجارب العملية والأنشطة العلمية، أي أنه يعتبر البيئة الخصبة لشرح وفهم الطالب مواد العلوم الحياتية المختلفة ومعرفة المبادئ والحقائق العملية التي تشكل له ركيزة أساسية في فهم الحياة والكون من حوله. (شيماء الحديدى وآخرون، ٢٠٢٣، ١٢٤)

وقد أشار (Didik, 2017, P.229) إلى أن المعامل تلعب دوراً استراتيجياً ووظيفة مهمة في دعم عملية تعلم العلوم؛ فضلاً عن كونها إحدى المواد التعليمية التي تيسر عملية التعلم، إذ تعزز تنمية المواهب الفريدة وتسهم في تطوير قاعدة مهمة للبحث العلمي. ول سوء الحظ؛ فلا تزال هناك مؤسسات علمية تمتلك معامل بأحدث التجهيزات ولا يعلم أحد عنها شيئاً؛ لذلك كان من الضروري وجود نظام لنشر المعامل، وتسهيلاتها وإمكاناتها عبر الويب بشكل جذاب فظهر تصميم المعامل الافتراضية كحل مناسب لتوفير وسائط نشر تواصلية ممتعة.

إذ ساعدت المعامل الافتراضية أو الجافة على بناء المناهج الدراسية المختلفة، لتكون أكثر جاذبية وخدمة للعملية التعليمية بشكل عام، والمهارات التطبيقية بشكل خاص ٢٠١٩، Ababneh, Bawaneh, & Aldalalah, Alzubi). فالمعامل الافتراضية تقدّم للطلاب بيئة تعليمية تفاعلية تمكنهم من إجراء التجارب باتباع الخطوات المنظمة والمتسلسلة والمشاركة الحسية الفاعلة،

والخبرة المباشرة وإمكانية تكرار المهارات المكتسبة في المختبرات العلمية مرات متعددة التي يصعب القيام بها في المختبرات الاعتيادية السائلة، وتوفير بيئة تعليمية تتناسب وقدرات كل متعلم، وتراعي الفروق الفردية له (فداء العقاد، ٢٠١٥)، وذلك ينعكس بشكل إيجابي على الأداء المعلمي، دون أن يشعر الطلاب بخوف أو قلق أثناء أداء التجربة.

فالأداء المعلمي سلسلة متتابعة من الحركات والخطوات الأدائية داخل المعمل ، يقوم بها الطلاب أثناء تطبيق التجارب، سعياً لتحقيق هدف محدد، وقد يسهم المعمل الافتراضي في تفعيل التطبيق العملي داخل المختبرات ويدير الطلاب على المهارات العملية قبل نزولهم لأرض الواقع في المعمل الاعتيادي ويقلل من حدوث معوقات المعامل الاعتيادية مثل عدم توافر الأجهزة والأدوات والمواد، و يقلل من حدوث المخاطر للطلاب والمعلم التي قد تحدث نتيجة الخطأ في بعض التجارب لذلك ظهرت المعامل الجافة لتوفير بيئة افتراضية آمنة تحقق أهداف العملية التعليمية وتتغلب على معوقات المعامل الاعتيادية.

وتعتبر الكيمياء أحد فروع العلوم الحياتية والتي تعتمد بشكل فوق الأساسي على اجراء التجارب العلمية سواء كانت صعبة أو معقدة ويعتبر المعمل الافتراضي طوق النجاة في هذه الحالة للمعلم والمتعلم حيث إنه يلعب دوراً أساسياً في تنمية المفاهيم الكيميائية المعقدة، مما يقلل من نفور الطالب من المادة، ويعمل على زيادة حماسهم وينمي التفكير بمختلف مهاراته وذلك لأنه يتم ربط الجانب العلمي والجانب النظري مما يجعل مادة الكيمياء أكثر واقعية له، وسهلة الاحتفاظ بها في ذاكرته.

وعلى الجانب الآخر وجد أن البرامج التعليمية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي تزيد من فرص التعلم الذاتي والتعلم بشكل أسهل وبأقل تكلفة ووقت، وتجعل الطلاب فاعلين في العملية التعليمية وليس متلقين، وتزيد من فرص التواصل بين المعلم والطلاب (رياض زروقي، وأميرة قالتة، ٢٠٢٠، ص ٧٨)

كما أوضح (Cazan and Schioca ٢٠١٤) أن فلسفة التعلم الذاتي تقوم على جعل كل متعلم مسؤولاً عن تعلمه؛ بالإضافة إلى أن يكون كل متعلم في العملية التعليمية مستقلاً عن باقي الطلاب، وهذه الفلسفة تشجع أن يعتمد المتعلم على ذاته ، حيث تستمر عملية التعلم والتعليم مدى الحياة، فالمتعلم ذاتي التوجيه هو فرد يتميز بدرجة عالية من الكفاءة الذاتية، والدافعية الداخلية، كما أنه فرد يمتلك عديد من المهارات التي تساعد في البحث عن المعلومات من خلال استخدام مصادر المعرفة المتنوعة على شبكة الانترنت حيث ظهر عديد من أنماط التعلم التي تعتمد على تواصل المتعلمين من خلال شبكة الانترنت، ومن أهم هذه الأنماط التعلم باستخدام المعمل الافتراضي.

لذا يحاول البحث الحالي توظيف الذكاء الاصطناعي في تدريس النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي لتحسين المهارات العملية ومهارات التعلم الذاتي.

مشكلة البحث:

نظراً لخوف بعض الطلاب من استخدام المواد الكيميائية والتجارب الخطرة، ووجود تجارب يصعب التحقق منها بالعين المجردة، أو في الظروف الطبيعية الاعتيادية ، وعدم توافر الامكانيات أو الأدوات أو تكلفة المواد الكيميائية أو المعامل في بعض المؤسسات التعليمية ، أو تزايد عدد الطلاب مما لا يوفر لفرصة لكل طالب للقيام بالتجارب العملية ويحجب بعض الطلاب عن القيام بالتجارب العملية بانفسهم؛ لذا ظهرت المعامل الافتراضية لحل تلك المشكلات ولتعزيز التعلم المستمر، بالإضافة إلى تمكين المؤسسات التربوية والتعليمية من توسيع الحدود التقليدية للصف المدرسي، وإتاحة فرصة تعلم تحاكي الواقع ويناسب الطالب ذوي المستويات التحصيلية المتنوعة ويسهل عملية الوصول لها، كما يتواجد عديد من المواقف التعليمية والتي تشتمل على تجارب تكون أكثر خطورة أو تكلفتها مرتفعة أو تحد من مشاركة العييد من الطلاب نظراً لحساسيتها فتبرز الحاجة لبيئات التعلم الافتراضية كبديل أكثر فاعلية للطريقة التقليدية .

و قد أكدت عديد من التجارب العالمية المكانة المهمة للمعامل الافتراضية في التعليم والبحث العلمي، وتتعاون الدول النامية و المؤسسات الأكاديمية والبحثية ومنظمات التدريب المنهيّ خصوصاً لتصميم معامل افتراضية ذات جودة عالية وذات مخرجات علمية وتقنية تساهم في صقل مهارات الخريجين والباحثين في المجال العلمي (مهند البياتي، ٢٠٠٦) ويعتبر نظام المعمل الافتراضي من أفضل ما صنعتته التقنيات الحديثة في مجال تطوير تدريس العلوم والكيمياء، فتمتيز المعامل الافتراضية - مقارنة بالوسائل التعليمية الأخرى- بمعالجة الكثير من المشاكل، كاستخدام نظام المحاكاة في عرض المادة العلمية محاكاة الظواهر العالمية والتجارب الخطرة والتجارب التي تحتاج إلى أجهزة معقدة، كما تمكن الطالب من إيجاد الحلول لأي مشكلة تواجهه والتغلب على العديد من الصعوبات وتقديمها في شكل مثالي يحاكي الواقع (عمور درويش، ٢٠٠٩) وتقلل من حدوث المشكلات التي تحدث في العادة داخل المعامل الاعتيادية، وتجعل التعليم أكثر فاعلية

أسئلة البحث:

يسعى البحث للإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

- كيف يمكن تدريس النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي لتحسين المهارات المعملية ومهارات التعلم الذاتي لدى طلاب كلية التربية؟ ويتطلب ذلك الاجابة عن الأسئلة الفرعية التالية:
- ١- كيف يمكن توظيف الذكاء الاصطناعي في تدريس النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي؟
- ٢- ما أثر تدريس النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي على تحسين المهارات المعملية؟

٣- ما تأثير تدريس النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي على مهارات التعلم الذاتي؟

٤- ما تأثير التدريس بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي على مدى اكتساب الطلاب معلومات عن النانوكيمياء؟

فروض البحث:

- يحاول البحث التحقق من صحة الفروض التالية:
 - توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين القياسين القبلي والبعدي لمتغير المهارات العملية لأفراد المجموعة التجريبية (أفراد البحث)، لصالح القياس البعدي.
 - توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين القياسين القبلي والبعدي لمتغير التعلم الذاتي لأفراد المجموعة التجريبية (أفراد البحث)، لصالح القياس البعدي.
 - توجد علاقة ارتباطية تبادلية موجبة بين متغيري المهارات العملية والتعلم الذاتي لأفراد المجموعة التجريبية (أفراد البحث).

أهمية البحث:

- يعد هذا البحث استجابة للاتجاهات التي تنادي بإصلاح وتطوير مناهج العلوم بما يواكب الاتجاهات العالمية.
- تقديم وحدة المقترحة عن النانوكيمياء
- تقديم مقياس للمهارات العملية.
- تقديم اختبار لمهارات للتعلم الذاتي.
- تقديم دليل للمعلم في تدريس الوحدة المقترحة عن النانوكيمياء

حدود البحث:

- تقتصر البحث الحالي على:
 - ٣٠ طالب وطالبة بالفرقة الثالثة شعبة كيمياء لائحة قديمة.
 - وحدة مقترحة في النانوكيمياء.
 - تم التطبيق على الطلاب خلال الترم الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٣/٢٠٢٤
 - اقتصر مقياس الأداء العملي على ستة أبعاد هي (الإعداد والتجهيز- التنفيذ العملي للتجارب- السلامة المخبرية - التحليل والاستنتاج - مهارات إضافية - توظيف خصائص البيئة الافتراضية)
 - اقتصر اختبار مهارات التعلم الذاتي على أربعة مهارات هي (التعلم الفعال والتفكير، التواصل الفعال، ثقافة وتكنولوجيا المعلومات، الحياة والمهنة)

منهج البحث:

- تم استخدام كل من:
 - ١- المنهج الوصفي التحليلي: عند إعداد وحدة النانوكيمياء ومقياس المهارات العملية ومقياس مهارات التعلم الذاتي واختبار النانوكيمياء التحصيلي

واستخدام الأسلوب الإحصائي التحليلي في معالجة البيانات وتحليلها، وإعطاء التفسيرات المنطقية المناسبة لها.

٢- المنهج التجريبي التصميم شبه التجريبي ذو المجموعة الواحدة إلى حيث تم تجريب في المادة على مجموعة لبيان أثر المتغير المستقل (المعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي) على المتغيرات التابعة (المهارات العملية والتعلم الذاتي).

خطوات البحث وإجراءاته:

- ١- الإطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت المعمل الافتراضي والمهارات العملية، ومهارات التعلم الذاتي
- ٢- تصميم وحدة النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي
- ٤- إعداد دليل المعلم لتدريس وحدة النانوكيمياء
- ٥- إعداد أدوات البحث والتحقق من صدقها وثباتها:
 - مقياس المهارات العملية.
 - اختبار مهارات التعلم الذاتي.
- ٦- التطبيق الميداني ويتضمن كل من: اختيار طلاب شعبة الكيمياء
- ٧- تطبيق أدوات البحث قبلها.
- ٨- تدريس الوحدة الخاصة بالنانوكيمياء المصممة بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي
- ١٠- تطبيق أدوات البحث بعدياً.
- ١١- رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً.
- ١٢- تفسير النتائج ومناقشتها
- ١٣- تقديم التوصيات والمقترحات.

مصطلحات البحث:

١- الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence:

هو تقنية حديثة تهدف إلى إنشاء أنظمة كمبيوتر توفر سلوكيات ذكية قابلة للتكيف مع نوع المشكلات التي يتم مواجهتها، مع القدرة على التعلم باختلاف البيانات تماماً مثل الإنسان. (How & Hung, 2019)، ويمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه عملية محاكاة لعمل العقل البشري من خلال أنظمة الكمبيوتر، ولكي تكون الآلة أو برامج الذكاء الاصطناعي ذكية يجب أن تكون قادرة على جمع البيانات وتحليلها واتخاذ القرارات بناءً على عملية التحليل بطريقة تحاكي طريقة عمل العقل البشري (Holand, ٢٠١٩, ٣٩).

٢- المعمل الافتراضي Virtual lab:

عبارة عن حزمة البرمجيات التي تسمح بأداء البحوث والتجارب من غير الحاجة لمعدات حقيقية والمهمة الرئيسية للمختبرات الافتراضية هي المساعدة في التحفيز ومعالجة العمليات الحسابية وكذلك عرض التجارب، وفي تعلم العلوم

القائمة علي التجربة، ويستخدم المعمل الافتراضي في مراحل تعليمية مختلفة في المدارس وكليات العلوم والتكنولوجيا والهندسة (Howlett & Robert,2020,221)

٣-المهارات المعملية Laboratory Skills:

هي كل مهارة عملية تطبيقية يقوم بها الطلاب داخل المعامل العلمية، بالاعتماد على المواد والأدوات والأجهزة المتوفرة داخل المعمل مع الأخذ بعين الاعتبار الحيلة والحذر من هذه الإجراءات التي إذا لم تراعى فيها الدقة قد تتسبب بأضرار داخل المعمل، أو تؤذي الطالب الذي يقوم بالتجربة ومن حوله (ذكرى ثابت، ٢٠١٥).

٤-التعلم الذاتي Self-Learning :

هو الأسلوب الذي يعتمد على نشاط المتعلم، حيث يمر من خلاله ببعض المواقف التعليمية ويكتسب المعارف والمهارات بما يتوافق مع سرعته وقدراته الخاصة، منطلقاً من رغبته الذاتية وقناعاته الداخلية، ومستجيباً لميوله واهتماماته ومعتمداً على نفسه ووثاقاً في قدراته، بما يحقق تنمية شخصيت وتكاملها ويمكن أن يستخدم التعلم في ذلك ما أسفرت عنه التكنولوجيا من مواد مبرمجة ووسائل تعليمية متعددة (إيمان عبد الفتاح، ٢٠٢٠، ٥)

وتشير (نادية عبيد الله، ٢٠٢٢، ٣٢٤) الى أن التعلم الذاتي هو القدرة على اكتساب المهارات والمعارف المطلوبة بصورة ذاتية، من خلال المهام التعليمية وفي ضوء مهارات التعلم الذاتي التي لدى المتعلم.

الإطار النظري

يمكن أن يقدم الذكاء الاصطناعي إسهامات في التعليم مثل توفير تعليم مخصص للمعلمين والمتعلمين وفقاً لاحتياجاتهم، بالإضافة إلى التصحيح الإلكتروني لامتحانات الموضوعية مما يوفر وقت المعلمين ، والتقييم المستمر للمتعلمين مما يساعد على تتبع المتعلمين لقياس مدى اكتساب المهارات بدقة بمرور الوقت، بالإضافة إلى توفير منصات تعليمية ذكية للتعليم الافتراضي، وتوفير عدد من الخبرات المباشرة للمتعلمين، مع إتاحة الفرص للمتعلمين للتواصل والتعاون والتفاعل مع بعضهم البعض، ومساعدة المتعلمين في أداء الواجبات المنزلية، وتقليل تسرب المتعلمين عن طريق جمع بيانات الطلاب والتوصل للطلاب المعرضين لخطر التسرب وتقديم الدعم المناسب وحل المشكلة، بالإضافة إلى جعل التعلم عن بعد أكثر سهولة وفاعلية حيث يمكن للمتعلم التعلم في أي مكان وفي أي وقت وتحقيق استقلالية المتعلم. حيث أدى التطور الكبير في أدوات الذكاء الاصطناعي في التعليم لزيادة مستوى التعلم عبر الإنترنت وتواصل الطلاب ببعضهم البعض ومع معلمهم في بيئات تعلم غير متزامنة عبر الإنترنت تتخطى حواجز المكان والزمان. (Karsenti, 2019) حيث شهدت السنوات الأخيرة

تطبيق العديد من أدوات الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع في العملية التعليمية من قبل المعلمين والمتعلمين والإداريين، حيث يشير مصطلح الذكاء الاصطناعي إلى تطبيقات الحاسب الألى التي تسمح لأجهزة الكمبيوتر والآلات بمحاكاة الإدراك البشري وصنع القرار الخاصة بالمهام المختلفة (Murphy, 2019, P.18).

المحور الأول: المعمل الافتراضي Virtual lab

ومن ضمن مستحدثات التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي - المعمل الافتراضي - كواحدة من أفضل التقنيات التي أنجبها العصر الحديث، فالمختبر الافتراضي تقنية ساعدت في تحويل، وإجراء، وتنفيذ التجارب العلمية الموجودة داخل المناهج والتي كان من الصعب إجراؤها وتطبيقها علي أرض الواقع الي تجارب علمية ملموسة يمكن تنفيذها وتطبيقها لعدد من المرات بسهولة ويسر، وفي أي مكان وزمان. ويستطيع المعلم استخدام هذه التقنية - المعمل الافتراضي - داخل الغرفة الصفية لأنها تسهم في دمج عمليتي التعلم والتعليم معاً، بحيث تتيح إجراء التجارب وجمع البيانات وتحليل النتائج عن طريق الحاسوب دون استخدام الأدوات المعهودة لإجراء التجارب ويستعاض عنها بالأدوات المتوفرة في البرنامج الحاسوبي، وتوفر هذه التقنية دروس تنمي التعلم الذاتي، وتثير دافعية المتعلم نحو التعلم لما يتمتع به الحاسوب من مقومات تشويق وإثارة من خلال الصوت والصورة والحركة والألوان الجذابة وبرمجيات المحاكاة المختلفة (غسان قطيط، ٢٠١٥، ٢٧٣).

المعامل الافتراضية:

تعد من أفضل برامج المحاكاة الافتراضية في التجارب العلمية، وتهدف إلى تطوير الطلاب وتنمية مهاراتهم وإمتاعهم، وزيادة الدافعية نحو التعلم أثناء الأداء المعمل، إضافة إلى عدم الشعور بالخوف من حدوث مخاطرة، أو الوقوع في الخطأ (Tsihouridis, et. Al, ٢٠١٩).

وأثناء جمع المعلومات عن المعمل الافتراضي وجدت مصطلح آخر هو المعمل الجاف وهو: بيئة تعليمية افتراضية من أجل إجراء التجارب العلمية تحتوي على العديد من الأدوات الذكية، التي تسهل تطبيق التجارب وتعلم المفاهيم العلمية، وتقريبها لفهم الطلاب من خلال محاكاة البيئة التعليمية بالمفهوم، وربطها بالواقع الذي يعيشه المتعلم (شريف الشراري وسيناري عابد الجبار، ٢٠١٧).

أي أن المعمل الافتراضي هو نفسه المعمل الجاف

وذكر كل من مريم السيف وعابد العنزي (٢٠٢٠) مميزات للمختبرات الجافة، منها: توفير الوقت والتكلفة القليلة أثناء إجراء التجارب وأنها وسيلة آمنة وسهلة لا تعرض الطلاب إلى الخطورة، فهي تخلق بيئة تعليمية ممتعة من خلال الوسائط المتعددة المستخدمة في هذه البرامج الحاسوبية، إضافة إلى قدرتها في القضاء على مشكلة تزايد الأعداد في القاعات التدريسية الاعتيادية، من خلال إتاحة الفرصة لكل طالب في تطبيق التجربة وإعادتها في الزمان والمكان المناسبين له (Tatli & Ayas, 2013). وترى هند الدليمي (٢٠١٨) بأن المعامل الجافة

إحدى بيئات التعلم الإلكتروني الافتراضي، التي يتم من خلالها محاكاة المعمل الاعتيادي الحقيقي في وظائفه وأحداثه، إذ يقوم الطلاب من خلالها بممارسة الأنشطة المخبرية التي تحدث عادة في المعمل الاعتيادي، والتحكم ببيئة التجربة بدقة عالية عند تنفيذها اعتماداً على برامج الكترونية مختلفة تقوم بمحاكاة التجارب على الحاسب باستخدام الوسائط المتعددة المختلفة، كما أنها تعمل على تجاوز الخوف من المواد والتجارب الخطرة، وتقوم بتجارب يصعب التحقق منها بالعين المجردة، أو في الظروف الطبيعية الاعتيادية، التي من شأنها تعزيز قدرات الطلاب الاستكشافية بواسطة مستحدثات رقمية تساعد الطلاب على تنمية مهارات متعددة، وتمكنهم من القدرة على اتخاذ القرار وإصدار الأحكام؛ فالمعامل الجافة تعمل على تطوير العملية التعليمية وتقلل من حدوث المشكلات التي تحدث في العادة داخل المعامل الاعتيادية، وتجعل التعليم أكثر فعالية (Kristen & Kendra, 2018) وهذا ما أكدته نتيجة دراسة شريف الشراري و سيناريا عبد الجبار (٢٠١٧)، التي هدفت إلى التعرف على أثر استخدام المعمل الجاف في تحصيل طلاب الصف الثالث المتوسط وتنمية مهارات التفكير الإبداعي لديهم بمحاكاة القريات وأظهرت نتائج الدراسة فاعلية طريقة التدريس بالمعمل الجاف في تنمية التحصيل الدراسي والتفكير الإبداعي في مادة العلوم.

وأجرت فداء العقاد (٢٠١٥) دراسة هدفت إلى معرفة أثر استخدام المختبر الجاف والمدعم بالحاسب اللوحي في تدريس العلوم على استيعاب الطلاب للمفاهيم العلمية ودافعيتهم نحو تعلم العلوم وأظهرت النتائج فاعلية المختبر الجاف المدعم بالحاسب اللوحي في إثارة الدافعية لدى الطالبات في تدريس مادة العلوم، ورفع مستوى استيعاب المفاهيم العلمية لديهن.

تعريف المعمل الافتراضي:

تعرف مريم عطيف (٢٠١٨، ٢٠١٨) الـ الافتراضي بأنها: مختبرات علمية رقمية تستخدم في المدارس والجامعات والمعامل الخاصة تحتوي علي أجهزة كمبيوتر ذات سرعة و طاقة تخزين وبرمجيات علمية مناسبة ووسائل اتصال بالشبكة العالمية، تمكن المتعلمين من القيام بالتجارب العلمية الرقمية وتكرارها ومشاهدة التفاعلات والنتائج من غير التعرض لأدني مخاطرة وبأقل جهد وتكلفة ممكنة

ظهرت عدة تعريفات للواقع الافتراضي حيث عرفة (unesco2021) هو ابتكار يُستخدم في السياقات التعليمية، وغالباً ما يتم دمجها في تقنيات الذكاء الاصطناعي حيث يستخدم في تدريس العديد من الموضوعات من رياض الأطفال حتي التعليم الثانوي وما بعده. كما عرفة (Mikropoulos, Nasis, 2011) هو بأنه نظام متقدم للوسائط المتعددة يشمل برمجيات تقنية محددة تساعد على الانغماس الحسي بالإضافة إلى إمكانية اعتباره وسيلة لتمثيل المحتوى المتطور القادر على محاكاة أو تقليد العوالم الحقيقية والمتخيلة.

اما من جهة نظر الباحثة فالمعمل الافتراضي هو أحدي تقنيات التعليم التي ظهرت حديثا والتي أضافت الكثير الي العملية التعليمية وساعدت علي حل مشكلات علمية خاصه بإجراء تجارب معملية كان من الصعب إجراؤها علي ارض الواقع وذلك عن طريق محاكاتها بصورة افتراضية".

وقد صنف الواقع الافتراضي الي ثلاث أقسام رئيسية حسب درجة الغمر أو الاستغراق كما في (أحمد الحصري، ٢٠٠٢؛ مثلى الريامية، ٢٠١٨)

أنواع المعمل الافتراضي

المعمل الافتراضي اللاغامر

هي أبسط أنواع بيانات الواقع الافتراضي وأكثرها انتشارا، ويطلق عليها و desktop vl أيضا يتطلب استخدام شاشات حاسوبية ذي مواصفات قياسية أو شاشات تليفزيون لعرض الواقع الافتراضي ويرى المستخدم الواقع الافتراضي بأبعاد ثنائية أو ثلاثية من خلال شاشة الحاسوب، ويمكنه التجول فيه باستخدام الفأرة، وتقع المحاكاة الحاسوبية تحت هذا التصنيف من بيانات الواقع

المعمل الافتراضي شبه الغامر

ويسمى هذا النوع بـ projected vl يتوفر هذا النوع بشكل كبير في دور عرض السينما، ويندمج فيه المستخدم نسبيا مع الواقع الافتراضي من خلال شاشة مسطحة قابلة للميلان بدرجة ١٣٠، بحيث تتيح مجالا واسعا للرؤية، ويمكن مشاهدة من قبل مجموعة من الأشخاص في نفس الغرفة يستطيع الفرد الإحساس بوجود الآخرين حوله ولا تسمح له بالتفاعل الفردي مع البيئة ويمكن استخدام نظارات الواقع الافتراضي فيها.

المعمل الافتراضي الغامر

يأتي هذا النوع في قمة بيانات الواقع الافتراضي حيث يحتاج إلى بيئة متكاملة من الوسائط تجعل لمستخدم محاطا بشكل كامل بالبيئة الافتراضية من خلال أجهزة خاصة تتيح له الشعور بوجوده بشكل كامل في هذه البيئة.

ويعد المعمل الافتراضي اللاغامر (non-immersive virtual reality) هو من أكثر الأنواع انتشارا وأبسطها استخداما في اليومية نظرا لتوافر أدواته، وهذا النوع يتم ربط الطالب ببيئته الافتراضية لإجراء التجارب عن طريق شاشة الكمبيوتر أو جهاز اللاب توب الشخصي بالطالب، ويتميز هذا النوع أنه لا يتطلب تكلفه مادية كبيرة مقارنة بالنوعين الآخرين (الغامر - شبه الغامر) يتميز أيضا أنه آمن على صحة الطالب أي لا يسبب أي تأثير عليه بعد استخدامه كما يحدث في الأنواع الأخرى (دوخة - قصر نظر).

مكونات المعمل الافتراضي:

والمعمل الافتراضي له عدة مكونات أساسية أشار إليها مهند البياتي (٢٠٠٦)، (٢٨-٣٢) لابد من توفيرها تتمثل في:

١. الأجهزة والمعدات العملية تضمن أجهزة متخصصة تقوم باستلام البيانات والأوامر وإعطاء إشارات التحكم اللازمة وتغيير قيم المدخلات حسب متطلبات التجربة، ثم إرسال البيانات الخاصة بنتائج التجربة.
 ٢. أجهزة الحاسب الآلي: يحتاج المستخدم عند إجراء التجربة جهاز حاسب شخصي بالإضافة الي البرامج الخاصة بالمحاكاة.
 ٣. شبكة الاتصالات والأجهزة الخاصة بها وتنقسم الي نوعين: نوع خاص بتعلم أداء التجارب وتوفير ما تتطلبه التجربة، والثاني يتضمن برامج المحاكاة مصممة من قبل متخصصين في المجال
 ٤. برامج المعمل الافتراضية: تقوم هذه البرامج بتسجيل الطالب في البرنامج المعمل وتحديد أنواع حقوق الوصول الواجب توافرها لكل مستخدم بالمعمل في التجارب المختلفة.
- وعندما يكون المعمل الافتراضي على الشبكة يكون هناك مكون خامس على النحو التالي:

٥. شبكة الاتصالات والأجهزة الخاصة بها: في هذه الحالة تربط الأجهزة. جميع مع شبكة الحاسوب، ويجب توفر قناة اتصال ذات جودة عالية تمكن المستفيد من التواصل مع المعمل عن طريق الشبكة حتى يستطيع القيام بجميع التجارب المطلوبة.

وترى الباحثة انه في ظل التطور التكنولوجي للعملية التعليمية أصبح من السهل توفير مكونات المعمل الافتراضي وينبغي علي الأجهزة المعنية بالعملية التعليمية استغلال هذا التطور في عمل مختبرات افتراضية حيث يمكننا الاعتماد عليها بدرجة كبيرة في حالة تفشي اي مرض او وباء كما حدث في ٢٠١٩ وظهور فيروس كورونا، وفي حالة عدم وجود امكانيات مادية كثيرة تتطلب تحديث الادوات وفي حاله عدم وجود أماكن تسع الأعداد الكبيرة من الطلاب وخاصة في المناطق النائية.

نماذج المعامل الافتراضية:

هناك العديد من المعامل الافتراضية ذكرها (السيف عثمان، ٢٠٢٣، ٢٤٧-٢٥٢):

- المعمل الافتراضي المنتج من شركة كروكودايل كليبز البريطانية (Crocodile Clips)
- المعمل الافتراضي التابع لمشروع فيت في جامعة كولورادو الامريكية (PHET) موقع phet ويعتبر من أفضل تطبيقات المحاكاة التي تقدم

التجارب التفاعلية للعلوم الأساسية حيث يحتوي على أكثر من مليار نموذج محاكاة تفاعلي باللغة العربية، ويعمل من خلال متصفح الإنترنت.

- المعمل الافتراضي Praxilabs

- موقع محاكاة Gizmos

- تطبيق Unreal Chemist هو برنامج تعليمي ومرجع متاح على جميع منصات الهواتف الذكية

- تطبيق BEAKER: إنه تطبيق يتيح مزج المواد الكيميائية المختلفة بالرجوع إلى الأوزان الذرية (الكتلة المولية والكثافة). كما أنه يحتوي على الرموز الكيميائية لكل مادة وكذلك الأسماء الشائعة لبعض الكيمياءات المنتشرة.

- تطبيق معمل المحاليل الإلكترونية الافتراضي Virtual lab larutan elektrolit: هذا التطبيق عبارة عن مختبر افتراضي يحتوي على بعض المواد الكيميائية والتي ويحتوي هذا التطبيق على بعض الغازات مثل الغازات النبيلة وغيرها، يتم تصنيفها إلى محاليل إلكتروليتيّة وغير الكتروليتية

- تطبيق Chemistry Lab : هذا التطبيق يمكننا من التعرف على خصائص المواد الكيميائية المختلفة وكيفية تفاعلها مع بعضها البعض. وتعتبر واجهة هذا التطبيق بسيطة وسهلة الاستخدام كما يوفر التطبيق وصفاً مفصلاً لكل مادة كيميائية وتفاعل، مما يسهل من فهم واستيعاب الدروس بشكل أكبر.

- تطبيق Chemist: لقد قمنا باستخدام هذه التطبيقات والمواقع في أداء العديد من التفاعلات الكيميائية الهامة الخاصة ودراسة تأثير التركيز على ظروف التفاعل الكيميائي.

دور المعلم في المعمل الافتراضي:

مع دخول التكنولوجيا في العملية التعليمية، واستخدام تقنيات تعليمية حديثة مثل (المعمل الافتراضي) تغير دور المعلم من كونه المحور الأساسي في نقل المعلومات للطلاب إلى (وسيط)، وقد اشارت (حنان رضا، ٢٠١٠، ٧٤) الى دور المعلم في المعمل الافتراضي وذكرت الآتي :

١. يصبح المعلم خبيراً يثير النقاشات بين المتعلمين ويعددهم بالمصادر والمراجع التعليمية التي يحتاجون إليها، وبالتالي فإن دور المعلم لا يتوقف على التلقين فقط

٢. يتعاضد دور المعلمين فيما بينهم من خلال تصميم الخبرات التعليمية التي يمر بها المتعلمين مع التأكيد على تشجيع المتعلمين وإثارة المنافسة فيما بينهم من أجل الاستفادة الكاملة من قدراتهم ومهاراتهم.

٣. يصبح المعلم عضواً فعالاً مشاركاً في البيئة التعليمية، وبهذا تتغير الصورة النمطية عن المعلم من ناحية دورة غير الفعال فيما يتعلق بعملية التعليم.

وفي ظل وجود هذه التقنيات والطرق الحديثة والتي منها المعمل الافتراضي لا يلغي دور المعلم علي الاطلاق، بل تصبح هذه الطرق والتقنيات وسائل وادوات تساعد في مواكبة التطور التكنولوجي الكبير وكم المعلومات المعارف العلمية والمتواجدة وتصحيحة للمفاهيم الكيميائية الخاطئة والمجردة للطلاب فهي تعمل علي تدعيمه ومساعدته في دوره الهام الذي لا غني عنه في العملية التعليمية بأكملها

دور المعمل الافتراضي في تعليم العلوم:

يعتبر المعمل الافتراضي طوق نجاه في دراسة العلوم للطلاب حيث كان يجد في السابقة صعوبة بالغة في اجراء التجارب العملية وفي فهم وتذكر المفاهيم العلمية، التي لا تصل الي ذهن الطالب فالمعمل الافتراضي أسقط عن كاهل المعلم الكثير من المهام وساعد ايضا ذلك في تبسيط العلوم ومقرارات وفروعة للطلاب وقد ذكر (ابراهيم البطلان وأحمد عبد اللطيف، ٢٠١١) ان أهمية المعمل في تعليم العلوم تبرز في إثبات صدق المعلومات، والمعرفة العلمية، وفهم الطلبة المادة العلمية وليس حفظها وبالتالي محاولة تطبيقها في حياته أو في مجال دراسته المستقبلية، وتحقيق مبدأ التعلم عن طريق العمل، واكتساب الاتجاهات والميول العلمية ويساعد على تنمية التفكير العلمي عند الطلبة واتاحة الفرصة للإبداع والابتكار.

وقد أكد ايضا (جميل شاهين وخولة خطاب، ٢٠٠٥، ٦٤) أن استخدام المعمل في التدريس العلوم يساعد الطلبة على إكتساب مهارات ومعلومات وأفكار نظرية، مما يؤدي إلى فهم أفضل لطبيعة العلوم ولأهمية التجريب العملي، كما يساهم في رسوخ المعلومات التي يتعلمها الطالب إلى حد بعيد مقارنة بالمعلومات التي يتعلمها نظريا.

مميزات المعمل الافتراضي:

١. يعمل المعمل الافتراضي دون فترات راحة للأجهزة المستخدمة، ويمكن للمختبر الافتراضي القيام بمهام متعددة في ان واحد.
٢. يسهل المعمل الافتراضي اجراء التجارب التي تحتاج الي وقت طويل للحصول علي نتائجها
٣. يمكن من خلال المعمل الافتراضي ان يلبي كل متعلم احتياجاته من الاجزاء المفقودة منه اثناء اجراء التجربة، أو التي يصعب عليه فهمها من المرة الاولى من شرحها، فالمعمل يمكن ان يقوم بتكرارها أكثر من مرة له.
٤. يساعد المعمل الافتراضي المتعلم الذي لديه رهبة وخوف من اجراء التجارب الصعبة. يساعد المعمل الافتراضي المتعلم علي تغلبه على الخجل من اجراء التجارب أمام اقرانه من الطلاب خوفا من النقد او تلاقى الملاحظات النقدية

٥. من خلال المعمل الافتراضي اجراء التجارب والاختفاء فيها دون ان يعرض حياه المتعلم للخطر أو انه يستهلك الكثير من المواد والادوات باهظة الثمن.

٦. سهل المعمل الافتراضي علي المتعلم الكثير من الجهد من خلال ربطة للجانب النظري والذي يتمثل في (المفاهيم الكيميائية المجردة) بالجانب العملي.

٧. خفف المعمل الافتراضي من العبء علي المعلم في تكراره للتجارب العلمية.

عيوب المعمل الافتراضي :

وبالرغم من المميزات الكثيرة للمختبر الافتراضي الا انه يؤخذ عليه بعض النقاط كما ذكرها (حسن زيتون ٢٠٠٥، ١٦٥؛ مريم عطيف ٢٠١٨، ٧٧) انه:

١. يحتاج تصميم برمجيات المعمل الافتراضي الي فريق متكامل من المبرمجين وخبراء المناهج وخبراء المواد الدراسية وعلماء النفس

٢. الأمية التكنولوجية لدي بعض المعلمين وتخويفهم من استخدام تلك البرمجيات

٣. يأخذ المتعلم الي عالم افتراضي بعيدا عن الواقع الحقيقي مما يضعف مهارات التواصل الاجتماعي وبعض المهارات العملية.

٤. قد يقضي المتعلم وقتا طويلا أمام الحاسوب مما يعرضه لمشكلات صحية.

كما وجدت الباحثة بعض التحديات والمعوقات لتعميم فكرة المعامل الافتراضية مثل:

- قلة المعامل الافتراضية التي تعتمد على اللغة العربية.
- معظم تطبيقات المعامل الافتراضية غير مجانية وتحتاج لأكواد تفعيل مما يجعل استخدامها من قبل الطلاب مكلف مادياً.

ويمكن معالجة هذه العيوب من خلال تدريب المعلمين علي استخدام المعمل الافتراضي في العملية التعليمية، وإرسال بعثات الي الخارج اذا امكن لزيادة المعرفة والتدريب علي المعمل الافتراضي، توعية الطالب بالاستخدام الصحيح والسليم عند الجلوس لاستخدام المعمل الافتراضي وحثة علي عدم الجلوس لفترات طويلة، يمكن التعاون مع المهندسين المحليين في استبدال الاجهزة والمعدات الباهظة باجهزة محلية الصنع بمقابل مادي اقل.

ومما سبق نجد أن المعمل الافتراضي من أفضل الوسائل التعليمية التكنولوجية التي يمكن الاعتماد عليها في توصيل المعلومات للطالب بدون بذل جهد، وان استخدام المعمل الافتراضي لا يقتصر علي مجال التعليم فقط بل يمكن استخدامه في الهندسة والطب والصناعة والزراعة وغيرها من المجالات المختلفة.

ومن ضمن الدراسات التي تناولت المختبر الافتراضي:

دراسة وصفي السيد، وياسر سعيد (٢٠٢٢): للكشف عن استخدام المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء لطلاب المرحلة الثانوية. ولُحظ أن التجارب التي تجري بالمعامل الافتراضية تجذب انتباه الطلاب وتوفر زمن للمعلم للشرح في ضوء نتائج الدراسة توصي الدراسة بالاستفادة من المعامل الافتراضية لتجاوز المشكلات والعوائق التي تواجه الطلاب في تدريس الكيمياء.

ودراسة أحمد العمري، وأحمد الكاسي (٢٠٢٣): التي هدفت إلى تقصي واقع استخدام المعامل الافتراضية كروكودايل في تدريس التجارب العملية في الكيمياء والفيزياء من وجهة نظر المعلمين، ووجد أن المعامل الافتراضية تساعد على تدريس التجارب العملية بفاعلية في مجال تخطيط دروس التجارب العملية وتنفيذها وتقويم المهارات العملية.

ودراسة عمر الحوسني (٢٠٢٣): وأوصت الدراسة بتضمين مواد العلوم بتجارب وأنشطة تدعم بيانات التعلم الافتراضية بالإضافة إلى الدمج بين التجارب في المعمل التي تقام بشكل واقعي والتجارب ذات الأساليب التكنولوجية ضمن المعامل الافتراضية.

المحور الثاني: المهارات العملية Laboratory Skills :

يمكن تحديد المهارات العملية التي يمكن تنميتها بالمعامل الافتراضية (دعاء بغدادى وآخرون، ٢٠١٤؛ Potkonjak et al, 2016؛ المركز القومي للتعليم الإلكتروني ٢٠١٥) كما يلي:

١- الإعداد والتجهيز:

- التعرف على الأدوات والأجهزة: القدرة على التعرف على الأدوات والأجهزة المخبرية الافتراضية ووظائفها.
- تحضير المحاليل: القدرة على تحضير المحاليل الافتراضية بالنسب والتركيزات المطلوبة.
- تجهيز العينات: القدرة على تجهيز العينات الافتراضية بشكل صحيح للتجارب.

2- التنفيذ العملي للتجارب:

- استخدام الأدوات والأجهزة: القدرة على استخدام الأدوات والأجهزة المخبرية الافتراضية بشكل صحيح وآمن.
- اتباع التعليمات: القدرة على اتباع التعليمات والإجراءات التجريبية بدقة.
- القياس والتسجيل: القدرة على قياس المتغيرات وتسجيل البيانات بدقة في السجلات الافتراضية.
- الملاحظة: القدرة على ملاحظة التغيرات والملاحظات المهمة أثناء التجربة.

3- السلامة المخبرية:

- الوعي بالمخاطر: فهم المخاطر المحتملة في التجارب المخبرية الافتراضية.
- استخدام معدات السلامة: القدرة على استخدام معدات السلامة الافتراضية (مثل النظارات الواقية والقفازات).
- التصرف في حالات الطوارئ: تعلم كيفية التصرف في حالات الطوارئ الافتراضية (مثل انسكاب المواد الكيميائية).

4- التحليل والاستنتاج:

- تحليل البيانات: القدرة على تحليل البيانات التي تم جمعها من التجارب الافتراضية.
- تفسير النتائج: القدرة على تفسير النتائج واستخلاص الاستنتاجات المنطقية.
- كتابة التقارير: القدرة على كتابة تقارير علمية عن التجارب الافتراضية.

5- مهارات داعمة (المهارات العليا والإضافية):

- حل المشكلات: القدرة على تحديد المشكلات التي تواجه التجربة وإيجاد حلول لها.
- العمل الجماعي: التعاون مع الآخرين في تصميم وتنفيذ التجارب (في البيئات الافتراضية متعددة المستخدمين).
- التواصل: القدرة على التواصل بفعالية حول التجارب والنتائج.
- التفكير النقدي: تحليل وتقييم التجارب والنتائج بشكل نقدي.

٦-توظيف خصائص البيئة الافتراضية

وتعد المعامل الافتراضي

١-بيئة آمنة للتجارب:

إجراء تجارب خطيرة: توفر المعامل الافتراضية بيئة آمنة حيث يمكن للطلاب إجراء تجارب كيميائية قد تكون خطيرة في المختبرات الحقيقية دون التعرض لمخاطر المواد الكيميائية الضارة أو التفاعلات الخطرة. هذا يعزز من فهمهم لكيفية التعامل مع هذه المواد بشكل آمن.

2- التفاعل العملي:

محاكاة تفاعلات كيميائية: يمكن للطلاب استخدام المعامل الافتراضية لمحاكاة تفاعلات كيميائية مختلفة، مما يساعدهم على فهم كيفية تفاعل المواد الكيميائية مع بعضها البعض وكيفية قياس النتائج.

3- تطوير مهارات الملاحظة والتحليل:

تسجيل وتحليل البيانات: توفر المعامل الافتراضية أدوات لتحليل البيانات، مما يساعد الطلاب على جمع وتحليل وتفسير البيانات الناتجة عن التجارب الافتراضية. هذا يعزز مهاراتهم في التعامل مع المعلومات الكيميائية.

4- تعليم السلامة الكيميائية:

فهم إجراءات السلامة: من خلال المحاكاة، يمكن للطلاب تعلم كيفية التعامل مع المواد الكيميائية بطريقة آمنة، بما في ذلك كيفية ارتداء معدات الحماية الشخصية وكيفية التصرف في حالة الطوارئ.

5- التكرار والتعلم الذاتي:

إعادة التجارب: يمكن للطلاب إجراء التجارب عدة مرات حتى يتقنوا المهارات المطلوبة دون الحاجة إلى موارد مكلفة أو خطر الفشل في التجربة. هذا يعزز من فرص التعلم الذاتي ويزيد من ثقتهم في التعامل مع المواد الكيميائية.

6- تعزيز الفهم النظري والعمل:

دمج النظرية بالتطبيق: تساعد المعامل الافتراضية الطلاب على تطبيق المفاهيم النظرية المتعلقة بالمواد الكيميائية في بيئة عملية، مما يعزز فهمهم لكيفية عمل هذه المواد وكيفية استخدامها بشكل صحيح.

7- الموارد التعليمية والدعم:

مواد تعليمية إضافية: تقدم المعامل الافتراضية مواد تعليمية مثل مقاطع الفيديو والشروحات التي تساعد الطلاب على فهم نظريات التجارب وخطوات إجرائها، مما يسهل عليهم التعامل مع المواد الكيميائية فهي تقدم التغذية الراجعة فوراً بعد الانتهاء من التجربة.

المحور الثالث:

التعلم الذاتي Self-Learning :

وفي ضوء خصائص وأهمية تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تم عرضها مسبقاً فإنه يمكن استخدام هذه التطبيقات في تنمية العديد من المهارات لدى المتعلمين والتي من أهمها مهارات التعلم الذاتي حيث أن ثورة التكنولوجيا والاتصالات التي نشهدها تحتم علينا مواكبتها ، حيث أن التعليم يعتبر وسيلة إعداد أبنائنا وتهيئتهم لمواجهة تلك الثورة وهي الأداة الأقوى في إحداث التغير ومواجهة التحديات المتسارعة لاعدادهم كمواطنين صالحين من أجل الحياة في الوقت الحاضر والمستقبل، مما يحتم علينا تنمية مهارات التعلم الذاتي لديهم ٢, ٢٠١٩, Tomask). ويعد التعلم الذاتي من أشهر أنواع التعليم الفعال والذي من خلاله يعتمد المتعلم على نفسه بشكل كبير في اكتساب جوانب التعلم المعرفية والتدريب على العديد من المهارات (Thuy, N., ٢٠٢٠, ٣١٦).

والتعلم الذاتي هو النشاط الذي يقوم به الطالب بدافع داخلي من أجل تطوير مهاراته وقدراته بما يتناسب مع ميوله لتحقيق التنمية الذاتية بهدف الاندماج والتعامل الناجح مع مجتمع المعرفة والتعلم من خلال الاعتماد والثقة بالنفس والقدرات في عمليتي التعليم والتعلم، والتي يكتسب من خلالها كيفية التعلم من خلال مصادر المعرفة المختلفة بالإضافة إلى اكتساب عدد من المهارات التي تمكن

الطالب من التعلم في جميع الأماكن والأوقات في أي مكان داخل وخارج أماكن الدراسة بما يتناسب مع متطلبات العصر الحالي، الذي من أهم خصائصه زيادة كمية المعرفة وتغيرها المستمر وصعوبة الإلمام بها بشكل كامل وبطريقة مستمرة وعدم القدرة على متابعة تطورها والاختيار منها والتحقق من صحتها ٢٠١٦ (Kayange, Msiska).

مهارات التعلم الذاتي Self-Learning skills:

وقد عرفته دراسة (Boronaro, 2018) كسمة شخصية للمتعلم والذي يعني المتعلم تجاه هذا النوع من التعلم الذي يعتمد على الاستقلالية في عملية التعلم، بالإضافة إلى عملية التعلم التي يقوم فيها المتعلم بمساعدة أو بدون مساعدة خارجية، وتحديد نواتج التعلم والموارد البشرية والمادية للتعلم، واختيار وتنفيذ استراتيجيات التعلم المناسبة لتحقيق نواتج التعلم، وتقييم النتائج، وعرفته دراسة (Bartholomew 2017) بأنه طريقة يُعلم فيها الطالب نفسه عن طريق المرور بمجموعة من الخبرات التعليمية التي تساعد في اكتساب جوانب التعلم المعرفية بمستوياتها المختلفة بالإضافة إلى تنمية جوانب التعلم المهارية والوجدانية، كما عرفت ريماء الجرف (٢٠١٦) التعلم الذاتي على أنه استمرار المتعلمين في اكتساب المعارف والتدريب على المهارات خارج الصفوف الدراسية في المدرسة أو الجامعة، بطريقة ذاتية من خلال الاعتماد على النفس ليس من أجل النجاح أو الحصول على الشهادة، بل لتحقيق احتياجات شخصية كالإجابة عن بعض التساؤلات أو البحث عن حل لمشكلة،

من التعريفات السابقة نستنتج أن التعلم الذاتي هو نوع من أنواع التعلم الذي يعتمد فيه المتعلم على نفسه في تحصيل بعض جوانب التعلم المعرفية واكتساب بعض المهارات بدافع داخلي للإجابة على عدد من الأسئلة أو حل بعض المشكلات دون مساعدة من المعلم بما يؤهله للاستمرار في عملية التعلم مدى الحياة.

وهناك عدة أسباب للاهتمام بالتعلم الذاتي

من أهمها عدم القدرة على مواكبة الانفجار المعرفي من خلال مؤسسات التعليم النظامي، والاهتمام بالتلقين والحفظ وإهمال المستويات العليا من جوانب التعلم المعرفية كالتحليل والتقويم والإبداع، وعدم قدرة المناهج الحالية على تحقيق احتياجات الأفراد والمجتمع، بالإضافة إلى نقص المعلمين وزيادة أعداد المتعلمين، والذي ساعد على تحقيق الأهداف السابقة ظهور تطبيقات تعليمية عديدة باستخدام الحاسب الآلي والهواتف النقالة، والتعليم المبرمج والعديد من المنصات التعليمية على شبكة الانترنت مما يشجع علي توجيه المتعلمين للحصول علي المعارف والمعلومات ذاتيا سواء بالمدرسة أو خارجها (فوزي الشربيني وعفت الطناوي، ٢٠١١، ٧٥).

وللتعلم الذاتي أهمية في المساعدة على إتقان مهارات التعلم الأساسية اللازمة لمواصلة التعلم دون الالتزام بسن معين أو مرحلة دراسية معينة، مما يزيد من قدرة الطلاب على اكتساب مهارة البحث والتفكير وتنظيم جوانب التعلم المعرفية الجديدة بشكل أفضل من تزويدهم بالمعارف والمعلومات مباشرة بسبب زيادة وتراكم المعارف في كافة الميادين العلمية، وتكوين اتجاه إيجابي نحو عملية التعلم، وتحمل الطلاب مسؤولية التخطيط لتعلمهم الذاتي، وزيادة قدرة المتعلم على التقييم الذاتي، وبناء مجتمعات التعلم، بالإضافة إلى إكسابهم المهارات التي تؤهلهم للالتحاق بسوق العمل، والعمل على مراعاة الفروق الفردية، وتوفير التعليم لكل متعلم بما يتناسب مع احتياجاته وقدراته ومهاراته، بالإضافة إلى استقلالية المتعلم في عملية التعلم، وبناء قدرات وميول ومهارات المتعلم الشخصية مثل حل المشكلات والتفكير الإبداعي واتخاذ القرار ورفع مستوى الدافعية لديهم نحو التعلم ويزيد مثابرتهم ويحسن من مستوي أدائهم (أسامه السيد وعباس الجمل، ٢٠١٦، ١٥٣).

ويوجد عديد من أنماط وأساليب التعلم الذاتي والتي على الرغم من وجود بعض الاختلافات بينها إلا أنها تتفق جميعا في تحقيق تعليم يؤكد على إيجابية المتعلم، ويراعي خصائصه الفردية، ومن هذه الأنماط التعلم الذاتي المبرمج، والتعلم التعاوني، والتعلم الذاتي بالحقائب التعليمية والرمز التعليمية، والموديولات التعليمية، وبرامج التربية الموجهة للفرد، وأساليب التعلم للإتقان، وطريقة المشروعات التعليمية، والتعلم عن بعد، والبطاقات التعليمية، والتعلم الذاتي بالحاسوب، والتعلم باستخدام معامل الوسائط المتعددة (منال مبارز، وسامح إسماعيل، ٢٠١٦، ٢٥). وقد ذكرت دراسة فوزية الأنصاري (٢٠١٧) أن للتعلم الذاتي عدد من المبادئ التي يقوم عليها ومنها مبدأ مراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين ويؤكد على الجهد الذاتي للمتعلم، كما إنه يُحمل المتعلم المسؤولية عن تعلمه واتخاذ القرارات، حيث يسمح للمتعلم أن يختار ما يتعلمه ويقيم مستواه خطوة بخطوة من خلال توفير تغذية راجعة فورية حتى يعرف المتعلم مدى صحة ما يقوم به ويعدل خطته في ضوء هذه النتائج، ويتطلب بذل الجهد والمثابرة والثقة بالنفس والقدرة على التحمل المسؤولية واتخاذ القرار، وليس بالضرورة أن يتم التعلم الذاتي بصورة فردية بعيدا عن باقي المتعلمين ولكن يمكن أن يتم من خلال التعاون بين المتعلم وباقي الزملاء.

بالإضافة إلى أن امتلاك وإتقان المتعلم لمهارات التعلم الذاتي يُمكنه من التعلم المستمر في جميع الأوقات وعلى مر الزمن خارج المؤسسات التعليمية وداخلها، حيث إنه من الضروري تزويد الطالب بالمهارات اللازمة للتعلم الذاتي، أي تعليمه كيفية التعلم، ومن بين هذه المهارات مهارات خاصة بجوانب التعلم المعرفية مثل مهارات التفكير المختلفة، وحل المشكلات، ومعالجة وإدارة المعلومات والفهم والاستيعاب ومهارات خاصة بجوانب التعلم الوجدانية مثل تحديد الأهداف، والتوجيه والضبط الذاتي، والدافعية ومهارات المتعلم الحياتية مثل اتخاذ القرار،

والتواصل والتفاوض، وإدارة الوقت، وجوانب التعلم المهارية مثل استخدام وسائل التعلم، والتعامل مع تكنولوجيا المعلومات ومهارات البحث (حياة العمري، و آمنة الشنقيطي، ٢٠١٩، ٣٢).

حيث أوضح كلا من (Ziyu & Jing2019) أنه يوجد ثلاثة محاور لجوانب التعلم الذاتي : المحور الأول وهو الأساس المعرفي: والذي يساعد المتعلم في تحقيق أهداف التعلم فمعرفة المتعلم تمكنه من فهم المهام التعليمية المكلف بها وتحديد الهدف منها وتحديد المعلومات المطلوبة لأدائها مثل القوانين والحقائق وكذلك تساعده في توقع النتائج وعلي هذا تسهل المعرفة أداء المهام التعليمية، **والمحور الثاني: مهارات ما وراء المعرفة** والتي تعتبر من المهارات الهامة لأنها تساعد المتعلم في تحديد أسباب صعوبات تعلم بعض الموضوعات، بالإضافة إلى الدراسة بطريقة فعالة وزيادة التحصيل، بالإضافة إلى مساعدته في القدرة على الفهم، ومفيدة أيضاً في اختيار الاستراتيجيات المناسبة لتحقيق الأهداف والتغلب على الصعوبات، **والمحور الأخير: الدافعية** والتي تعتبر من أهم العوامل الداخلية التي توجه سلوك المتعلم لتحقيق الأهداف التعليمية، وتحافظ علي استمرار ذلك السلوك ما دامت هناك حاجة لذلك، وتؤثر العوامل الخارجية في دافعية المتعلم مثل البيئة المادية أو النفسية المحيطة بالمتعلم، والثلاث محاور السابقة تؤثر بشكل مؤثر على مهارات التعلم الذاتي للمتعلم.

وفيما يلي عرض لأهم مهارات التعلم الذاتي (بندر الرشدي، ٢٠٢٠؛ عاصم أحمد، ٢٠٢٢؛ Sriarunrasmee, et. al. 2015):

١- التعلم الفعال والتفكير: هي المهارات التي تسمح للمتعلمين باستخدام مهارات التفكير المختلفة لذا فهي أساس النجاح في العملية التعليمية وفي الحياة وتشمل عدد من المهارات الفرعية مثل التفكير الناقد وحل المشكلات بطريقة إبداعية.

٢- التواصل الفعال التي تتضمن القدرة على العمل مع الآخرين بفاعلية، ومهارات التواصل اللفظية وغير اللفظية، بالإضافة إلى استخدام وسائل التواصل الاجتماعية عبر شبكة الانترنت، والمسؤولية الجماعية والفردية في العمل الجماعي واحترام وجهات النظر المختلفة.

٣- ثقافة وتكنولوجيا المعلومات حيث تعد هذه المهارات مطلب أساسي للتعلم الذاتي مدي الحياة فهي ضرورية لكل التخصصات في كل بيئات التعلم وكافة مستويات التعليم وذلك نتيجة تعقد البيئة المعلوماتية الناتج عن التنوع الكبير في مصادر المعلومات، فثقافة المعلومات تهتم بتعليم وتعلم كافة مصادر المعلومات والقدرة علي تحديد الاحتياج من المعلومات والوصول إليها وتقييمها ومن ثم استخدامها بكفاءة بالإضافة إلى القدرة علي استخدام البرامج والتطبيقات التكنولوجية المختلفة للبحث عن المعلومات وتنظيمها وتقييمها واستخدام التكنولوجيا الرقمية وتقييم المعلومات للعمل بنجاح في

اقتصاد المعرفة، بالإضافة إلى الاهتمام بالقضايا الأخلاقية المتعلقة باستخدام هذه المعلومات

٤- الحياة والمهنة ويشمل تطوير مهارات الطلاب ليصبحوا لديهم استقلال وتوجيه ذاتي، وأن يصبحوا رأس مال بشري وقوة في المجتمع عن طريق القدرة على تحمل المسؤولية والتكيف مع التغيرات المختلفة وتقبل النقد ووجهات النظر المختلفة والقدرة على التواصل الفعال.

الإجراءات المنهجية للبحث:

١- هدف البحث إلى معرفة أثر تدريس وحدة مقترحة في النانوكيمياء مصصمة بالمعمل الافتراضي على المهارات المعملية، ومهارات التعلم الذاتي

٢- تصميم وحدة النانوكيمياء بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي

٣- إعداد دليل المعلم لتدريس وحدة النانوكيمياء

٤- إعداد أدوات البحث والتحقق من صدقها وثباتها:

- مقياس المهارات المعملية.

- اختبار مهارات التعلم الذاتي.

٥- التطبيق الميداني ويتضمن كل من: اختيار طلاب شعبة الكيمياء

٦- تطبيق أدوات البحث قبلها.

٧- تدريس الوحدة الخاصة بالنانوكيمياء المصصمة بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الاصطناعي

٨- تطبيق أدوات البحث بعدياً.

٩- رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً.

١٠- تفسير النتائج ومناقشتها

١١- تقديم التوصيات والمقترحات

١. تحديد مجموعة البحث:

مجموعة تجريبية واحدة تكونت من (٣٠) طلاب الفرقة الثالثة شعبة كيمياء لائحة قديمة بكلية التربية جامعة الوادي الجديد.

٢. بناء أدوات البحث:

- مقياس للمهارات المعملية.

- اختبار لمهارات للتعلم الذاتي.

أولاً: إعداد مقياس الأداء المعمل

- تم تحديد ستة أبعاد هي: (الإعداد والتجهيز- التنفيذ العملي للتجارب- السلامة المخبرية- التحليل والاستنتاج- مهارات إضافية-توظيف خصائص البيئة الافتراضية)

صياغة عبارات المقياس: تم صياغة عبارات المقياس في شكل إجراء يقوم به الطالب أي يتعامل بطريقته وتكون المقياس من ٤٥ عبارة لكل بعد عدد معين من العبارات كما هو موضح بالجدول التالي.

جدول (١)

مواصفات مقياس الأداء المعملية

أبعاد مقياس الأداء المعملية	عدد العبارات	أرقام كل بعد
١- الإعداد والتجهيز	٨	٨-١
٢- التنفيذ العملي للتجارب	٩	١٧-٩
٣- السلامة المخبرية	٦	٢٣-١٨
٤- التحليل والاستنتاج	٨	٣١-٢٤
٥- مهارات إضافية	٨	٣٩-٣٢
٦- توظيف خصائص البيئة الافتراضية	٦	٤٥-٤٠
الأجمالي	٤٥	

- **تحديد صدق المقياس:** للتأكد من صدق مقياس الحس العلمى تم عرضه على مجموعة من المحكمين، وتم التعديل وفق آرائهم.

للتأكد من صدق مقياس الحس العلمى تم عرضه على مجموعة من المحكمين، وتم التعديل وفق آرائهم.

- **التجريب الاستطلاعي للمقياس:** وقد طبق مقياس الأداء المعملية (١) العينة وكذلك إعادة التطبيق وذلك لتحديد:

- **ثبات المقياس عن طريق حساب معامل ألفا- كرونباخ Alpha:**

تم حساب ثبات المقياس عن طريق حساب معامل ثبات الاتساق الداخلي (الفا لكرونباخ) ، وكانت النتائج كما يوضحها جدول (٢)

جدول (٢)

معاملات الفا كرونباخ لكل بعد والدرجة الكلية لمقياس الاداء المعملية

البعد	الإعداد والتجهيز	التنفيذ العملي للتجارب	السلامة المخبرية	التحليل والاستنتاج	مهارات إضافية	توظيف خصائص البيئة الافتراضية	المقياس ككل
معامل الفا لكرونباخ	.806	.821	.843	.863	.778	.798	.834

- تُظهر نتائج الجدول (٢) الخاص بمعاملات ألفا كرونباخ مستويات عالية من الثبات الداخلي لجميع أبعاد مقياس الأداء المعملية والدرجة الكلية للمقياس، مما

(١) ملحق (٤) مقياس الأداء المعملية.

يؤكد على الاتساق الداخلي للأداة وموثوقيتها في قياس المتغيرات المستهدفة. حقق بُعد التحليل والاستنتاج أعلى معامل ثبات بلغ (٠,٨٦٣)، يليه بُعد السلامة المخبرية بمعامل (٠,٨٤٣)، ثم بُعد التنفيذ العملي للتجارب بمعامل (٠,٨٢١)، في حين سجل بُعد الإعداد والتجهيز معامل ثبات قدره (٠,٨٠٦). وعلى الرغم من أن بُعد توظيف خصائص البيئة الافتراضية حقق أدنى معامل ثبات بين الأبعاد بقيمة (٠,٧٩٨)، إلا أنه ما زال يقع ضمن المستوى المقبول إحصائياً، بينما سجل بُعد المهارات الإضافية معامل ثبات قدره (٠,٧٧٨) والذي يُعتبر مقبولاً وفقاً للمعايير السيكومترية المعتمدة.

- إن تحقيق المقياس ككل لمعامل ألفا كرونباخ بلغ (٠,٨٣٤) يُعد مؤشراً قوياً على الثبات العام للأداة، حيث تجاوز هذا المعامل الحد الأدنى المقبول إحصائياً وهو (٠,٧٠)، ويقترب من المستوى الممتاز للثبات الذي يبدأ من (٠,٩٠). تُشير هذه النتائج مجتمعة إلى أن المقياس يتمتع باتساق داخلي مرتفع، وأن عبارات كل بُعد تقيس نفس المفهوم بطريقة متسقة وموثوقة، مما يعني أن تطبيق المقياس في أوقات مختلفة على نفس العينة سيؤدي إلى نتائج متشابهة ومستقرة. كما تؤكد هذه المعاملات على صلاحية المقياس للاستخدام في البحوث العلمية وتقييم الأداء العملي، وتدعم الثقة في النتائج المستخلصة من تطبيقه في السياقات التعليمية والبحثية المختلفة.

- حساب الاتساق الداخلي للمقياس:

يقصد بصدق الاتساق الداخلي التأكد من مدي ارتباط كل عبارة من عبارات المقياس والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه، وبين درجة كل بعد والدرجة الكلية للمقياس، وتم التحقق من صدق المقياس عن طريق معامل بيرسون Pearson Correlation، وجدول (٣) يوضح هذه النتائج:

جدول (٣)

معاملات الارتباط بين العبارات والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه وبين درجة كل بعد والدرجة الكلية لمقياس الاداء العملي

الإعداد والتجهيز	معامل الارتباط	التنفيذ العملي للتجارب	معامل الارتباط	السلامة المخبرية	معامل الارتباط
١	.796**	١	.741**	١	.792**
٢	.705**	٢	.793**	٢	.763**
٣	.735**	٣	.820**	٣	.739**
٤	.772**	٤	.763**	٤	.778**
٥	.726**	٥	.782**	٥	.790**
٦	.818**	٦	.783**	٦	.734**
٧	.833**	٧	.727**		
٨	.787**	٨	.734**		
	.762**	٩	.733**		
البعد بالمقياس	.858**	البعد بالمقياس	.890**	البعد بالمقياس	.816**

معامل الارتباط	البيئة الافتراضية	معامل الارتباط	مهارات إضافية	معامل الارتباط	التحليل والاستنتاج
.865**	١	.711**	١	.783**	١
.877**	٢	.756**	٢	.783**	٢
.739**	٣	.703**	٣	.756**	٣
.768**	٤	.770**	٤	.703**	٤
.814**	٥	.763**	٥	.770**	٥
.777**	٦	.795**	٦	.783**	٦
		.796**	٧	.770**	٧
		.705**	٨	.763**	٨
.816**	البعد بالمقياس	.790**	البعد بالمقياس	.758**	البعد بالمقياس

- يُظهر الجدول (٣) معاملات الارتباط بين العبارات والدرجة الكلية لكل بُعد من أبعاد مقياس الأداء العملي، بالإضافة إلى معاملات الارتباط بين درجة كل بُعد والدرجة الكلية للمقياس، وتشير النتائج إلى مستويات مرتفعة من الاتساق الداخلي عبر جميع أبعاد المقياس. ففي بُعد الإعداد والتجهيز، تراوحت معاملات الارتباط بين العبارات والدرجة الكلية للبُعد بين (٠,٧٠٥) و(٠,٨٣٣)، وهي قيم مرتفعة تدل على قوة العلاقة بين كل عبارة والبُعد الذي تنتمي إليه. وبالمثل، حقق بُعد التنفيذ العملي للتجارب معاملات ارتباط تراوحت بين (٠,٧٢٧) و(٠,٨٢٠)، بينما سجل بُعد السلامة المخبرية معاملات ارتباط تراوحت بين (٠,٧٣٤) و(٠,٧٩٢). كما أظهرت أبعاد التحليل والاستنتاج، والمهارات الإضافية، والبيئة الافتراضية معاملات ارتباط متسقة ومرتفعة تراوحت بين (٠,٧٠٣) و(٠,٨٧٧)، مما يؤكد على الصدق البنائي للمقياس وتماسك عباراته ضمن كل بُعد.

- تُعزز النتائج المتعلقة بمعاملات الارتباط بين الأبعاد والدرجة الكلية للمقياس من قوة البنية العاملية لمقياس الأداء العملي، حيث حقق بُعد التنفيذ العملي للتجارب أعلى معامل ارتباط بلغ (٠,٨٩٠)، يليه بُعد الإعداد والتجهيز بمعامل (٠,٨٥٨)، ثم بُعدي السلامة المخبرية والبيئة الافتراضية بمعامل متساوٍ بلغ (٠,٨١٦) لكل منهما، في حين سجل بُعد المهارات الإضافية معامل ارتباط قدره (٠,٧٩٠)، وحقق بُعد التحليل والاستنتاج أدنى معامل ارتباط بلغ (٠,٧٥٨). جميع هذه المعاملات تجاوزت المحك المقبول إحصائياً وهو (٠,٣٠)، وتُصنف ضمن المستوى المرتفع للارتباط، مما يشير إلى أن كل بُعد يساهم بشكل جوهري في قياس البنية الكلية للأداء العملي، ويؤكد على صلاحية المقياس كأداة موثوقة لتقييم مختلف جوانب الأداء العملي في البيئات التعليمية والبحثية.

- تحديد زمن المقياس: ووجد أنه كان حوالى (٣٥) دقيقة.

- تصحيح مقياس الأداء المعلمي: تم تحديد درجة انطباق العبارات على الطالب في ضوء خمس اختيارات يقوم الطالب باختيار واحدة فقط تعبر عن رأيه وهي: موافق بشدة 5 = درجات، موافق 4 = درجات، غير متأكد 3 = درجات - غير

موافق = ٢ درجة - غير موافق بشدة 1 = درجة واحدة ، تم عرض المقياس على المحكمين وأجريت التعديلات المطلوبة وبعد التعديلات تكون المقياس من ٤٥٤ عبارة . وبذلك تكون الدرجة الكلية للمقياس $45 \times 10 = 450$ درجة.

ثانياً : إعداد اختبار لمهارات التعلم الذاتي

- يهدف هذا الاختبار إلى قياس مستوى مهارات التعلم الذاتي لدى طلاب الفرقة الثالثة بكلية التربية شعبة الكيمياء
- أصبح الاختبار في صورته الأولى مكوناً من ٤٠ سؤال مفتوح.
- ولحساب زمن الاختبار تم حساب متوسط زمن إجابة الطلاب على الاختبار والذي بلغ ٥٥ دقيقة، وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية كأداة صادقة وثابتة لقياس مهارات التعلم الذاتي مكوناً من ٤٠ سؤال،
- وقد تم إعداد مقياس متدرج لتصحيح الاختبار مكون من ثلاث مستويات، وبذلك تكون الدرجة الكلية للاختبار ١٢٠ كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول (٤)

مواصفات اختبار مهارات التعلم الذاتي

المهارات	عدد الاسئلة	رقم السؤال	الوزن النسبي
التعلم الفعال والتفكير	١٠	١٠-١	٪٢٥
التواصل الفعال	١٠	٢٠-١١	٪٢٥
ثقافة وتكنولوجيا المعلومات	١٠	٣٠-٢١	٪٢٥
الحياة والمهنة	١٠	٤٠-٣١	٪٢٥
المجموع	٤٠	٤٠	٪١٠٠

ثبات المقياس عن طريق حساب معامل ألفا- كرونباخ Alpha:

تم حساب ثبات المقياس عن طريق حساب معامل ثبات الاتساق الداخلي (الفا لكرونباخ)، وكانت النتائج كما يوضحها جدول (٥)

جدول (٥)

معاملات الفا كرونباخ لكل بعد والدرجة الكلية لمقياس مهارات التعلم الذاتي

البعد	التعلم الفعال	التواصل الفعال	ثقافة وتكنولوجيا	الحياة والمهنة	المقياس ككل
معامل الفا لكرونباخ	.722	.785	.765	.768	.814

تُشير نتائج الجدول (٥) الخاص بمعاملات ألفا كرونباخ لمقياس مهارات التعلم الذاتي إلى مستويات مقبولة من الثبات الداخلي عبر جميع أبعاد المقياس، مع تباين طفيف في درجات الثبات بين الأبعاد المختلفة. حقق بُعد التواصل الفعال أعلى معامل ثبات بلغ (٠,٧٨٥)، يليه بُعد الحياة والمهنة بمعامل (٠,٧٦٨)، ثم بُعد الثقافة والتكنولوجيا بمعامل (٠,٧٦٥)، في حين سجل بُعد التعلم الفعال أدنى معامل ثبات بين أبعاد المقياس بقيمة (٠,٧٢٢)، والذي يقع ضمن الحد الأدنى المقبول إحصائياً. جميع هذه المعاملات تجاوزت المحك المعياري للثبات وهو (٠,٧٠)،

مما يؤكد على الاتساق الداخلي لكل بُعد وقدرة عباراته على قياس المفهوم المستهدف بطريقة موثوقة ومتسقة.

يُعزز معامل ألفا كرونباخ للمقياس ككل، والذي بلغ (٠,٨١٤)، من الثقة في موثوقية أداة قياس مهارات التعلم الذاتي وصلاحياتها للاستخدام في البحوث العلمية والتطبيقات التربوية. هذا المعامل المرتفع يشير إلى أن المقياس يتمتع بدرجة عالية من الاتساق الداخلي، وأن أبعاده الأربعة تتكامل معاً لتقديم صورة شاملة ومتماسكة لمهارات التعلم الذاتي لدى المفحوصين. كما تدل هذه النتائج على استقرار المقياس وقدرته على إنتاج نتائج متسقة عند التطبيق المتكرر، مما يجعله أداة موثوقة لتقييم وقياس مهارات التعلم الذاتي في السياقات التعليمية المختلفة، ويدعم إمكانية الاعتماد على نتائجه في اتخاذ قرارات تربوية مبنية على أسس علمية سليمة.

حساب الاتساق الداخلي للمقياس:

يقصد بصدق الاتساق الداخلي التأكد من مدي ارتباط كل عبارة من عبارات المقياس والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه، وبين درجة كل بعد والدرجة الكلية للمقياس، وتم التحقق من صدق المقياس عن طريق معامل بيرسون Pearson Correlation، وجدول (٦) يوضح هذه النتائج:

جدول (٦)

معاملات الارتباط بين العبارات والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه وبين درجة كل بعد

والدرجة الكلية لمقياس مهارات التعلم الذاتي

التعلم الفعال	معامل الارتباط	التواصل الفعال	معامل الارتباط	ثقافة وتكنولوجيا	معامل الارتباط	الحياة والمهنة	معامل الارتباط
١	.793**	١	.783**	١	.795**	١	.703**
٢	.820**	٢	.727**	٢	.796**	٢	.770**
٣	.763**	٣	.734**	٣	.705**	٣	.783**
٤	.782**	٤	.733**	٤	.763**	٤	.770**
٥	.783**	٥	.711**	٥	.739**	٥	.763**
٦	.783**	٦	.756**	٦	.778**	٦	.703**
٧	.756**	٧	.768**	٧	.790**	٧	.770**
٨	.818**	٨	.814**	٨	.734**	٨	.763**
٩	.833**	٩	.792**	٩	.865**	٩	.877**
١٠	.787**	١٠	.741**	١٠	.777**	١٠	.739**
البعد بالمقياس	.811**	البعد بالمقياس	.821**	البعد بالمقياس	.814**	البعد بالمقياس	.825**

تُظهر نتائج الجدول (٦) الخاص بمعاملات الارتباط لمقياس مهارات التعلم الذاتي مستويات مرتفعة من الاتساق الداخلي والصدق البنائي عبر جميع أبعاد المقياس، مما يؤكد على تماسك البنية العاملية للأداة وقدرتها على قياس المفاهيم المستهدفة بدقة. ففي بُعد التعلم الفعال، تراوحت معاملات الارتباط بين العبارات

والدرجة الكلية للبعد بين (٠,٧٥٦) و(٠,٨٣٣)، بينما حقق بُعد التواصل الفعال معاملات ارتباط تراوحت بين (٠,٧١١) و(٠,٨١٤). وبالمثل، سجل بُعد الثقافة والتكنولوجيا معاملات تراوحت بين (٠,٧٠٥) و(٠,٨٦٥)، في حين تراوحت معاملات الارتباط في بُعد الحياة والمهنة بين (٠,٧٠٣) و(٠,٨٧٧). جميع هذه المعاملات تجاوزت الحد الأدنى المقبول إحصائياً وهو (٠,٣٠) بهامش كبير، وتُصنف ضمن المستوى المرتفع للارتباط، مما يشير إلى أن كل عبارة تقيس بفعالية الجانب المحدد من مهارات التعلم الذاتي الذي تنتمي إليه.

تُعزز معاملات الارتباط بين الأبعاد والدرجة الكلية لمقياس مهارات التعلم الذاتي من قوة البنية التكوينية للمقياس وتؤكد على تكامل أبعاده في قياس المفهوم العام للتعلم الذاتي. حقق بُعد الحياة والمهنة أعلى معامل ارتباط مع الدرجة الكلية بلغ (٠,٨٢٥)، يليه بُعد التواصل الفعال بمعامل (٠,٨٢١)، ثم بُعد الثقافة والتكنولوجيا بمعامل (٠,٨١٤)، وأخيراً بُعد التعلم الفعال بمعامل (٠,٨١١). هذا التقارب في قيم معاملات الارتباط يدل على التوازن في مساهمة كل بُعد في البنية الكلية للمقياس، كما يؤكد على الصدق التكويني للأداة وقدرتها على تقديم قياس شامل ومتوازن لمهارات التعلم الذاتي. إن هذه النتائج مجتمعة تدعم صلاحية المقياس للاستخدام في البحوث التربوية والتطبيقات العملية، وتؤكد على موثوقية النتائج المستخلصة من تطبيقه في قياس وتقييم مهارات التعلم الذاتي لدى المتعلمين.

نتائج البحث:

للتحقق من الفرض الأول: والذي ينص على: توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين القياسين القبلي والبعدي لمتغير المهارات المعملية لأفراد المجموعة التجريبية (أفراد البحث)، لصالح القياس البعدي.

أستخدم اختبار "ت" وجاءت النتائج كما يبينها جدول (٧)
جدول (٧)

نتائج اختبار (ت) للفروق بين القياس القبلي والبعدي لأبعاد الاداء المعملية لدى المجموعة التجريبية

البعد	التطبيق	المتوسط	العدد	الانحراف المعياري	قيمة ت ودالاتها	مربع ابتا	حجم التأثير
الإعداد والتجهيز	القبلي	16.33	30	1.688	-26.474	0.96	9.83
	البعدي	31.53	30	2.688	0.01		
التنفيذ العملي للتجارب	القبلي	19.13	30	2.255	-35.94	0.98	13.35
	البعدي	37.27	30	1.741	0.01		
السلامة المخبرية	القبلي	12.7	30	1.208	-33.889	0.98	12.59
	البعدي	24.93	30	1.484	0.01		
التحليل والاستنتاج	القبلي	15.4	30	1.476	-24.554	0.95	9.12

البعد	التطبيق	المتوسط	العدد	الانحراف المعياري	قيمة ت ودلالاتها	مربع إيتا	حجم التأثير
مهارات إضافية	البعدي	31.43	30	3.54	0.01	0.98	مرتفع
	القبلي	15.43	30	1.547	-39.988		14.85
توظيف خصائص البيئة الافتراضية	البعدي	32.27	30	2.083	0.01	0.91	مرتفع
	القبلي	12.17	30	1.416	-16.9		6.28
الاداء المعلمي ككل	البعدي	21.03	30	2.646	0.01	0.99	مرتفع
	القبلي	91.17	30	2.914	-52.254		19.41
	البعدي	178.47	30	8.492	0.01		مرتفع

يتضح من الجدول (٧) أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية عالية بين القياسين القبلي والبعدي لجميع أبعاد الأداء المعلمي لدى المجموعة التجريبية، حيث بلغت قيم اختبار (ت) مستويات عالية جداً تراوحت بين (-١٦,٩) و (-٥٢,٢٥٤) وجميعها دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠١)، مما يشير إلى وجود تحسن جوهري وملحوظ في الأداء المعلمي للطلاب بعد تطبيق المعالجة التجريبية.

وتظهر النتائج تحسناً كبيراً في بُعد الإعداد والتجهيز، حيث ارتفع المتوسط من (١٦,٣٣) في القياس القبلي إلى (٣١,٥٣) في القياس البعدي، وبلغت قيمة (ت) (-٢٦,٤٧٤) بمستوى دلالة (٠,٠١)، كما بلغ مربع إيتا (٠,٩٦) مما يعكس حجم تأثير مرتفع قدره (٩,٨٣). هذا التحسن الملحوظ يدل على أن المعالجة التجريبية ساهمت بشكل فعال في تطوير قدرة الطلاب على الإعداد المسبق للتجارب العملية وتجهيز الأدوات والمواد اللازمة بطريقة منهجية ومنظمة.

كما يُلاحظ تطور واضح في بُعد التنفيذ العملي للتجارب، والذي حقق أعلى قيمة لاختبار (ت) بلغت (-٣٥,٩٤)، حيث انتقل المتوسط من (١٩,١٣) إلى (٣٧,٢٧)، وبلغ مربع إيتا (٠,٩٨) مع حجم تأثير مرتفع قدره (١٣,٣٥). هذه النتيجة تعكس التأثير الإيجابي الكبير للمعالجة التجريبية في تمكين الطلاب من تطبيق الإجراءات التجريبية بمهارة ودقة عالية، وتنفيذ خطوات التجارب بطريقة علمية منهجية.

وفي سياق السلامة المخبرية، أظهرت النتائج تحسناً جوهرياً حيث ارتفع المتوسط من (١٢,٧) إلى (٢٤,٩٣)، وبلغت قيمة (ت) (-٣٣,٨٨٩) بمربع إيتا (٠,٩٨) وحجم تأثير مرتفع (١٢,٥٩). هذا التطور يشير إلى أن المعالجة التجريبية نجحت في إكساب الطلاب الوعي الكامل بإجراءات السلامة المخبرية وتطبيق المعايير الوقائية اللازمة أثناء العمل في المختبر، مما يعزز من جودة وأمان الممارسة العملية.

أما بُعد التحليل والاستنتاج فقد شهد تطوراً ملحوظاً حيث انتقل المتوسط من (١٥,٤) إلى (٣١,٤٣)، وحقق قيمة (ت) بلغت (-٢٤,٥٥٤) بمربع إيتا (٠,٩٥) وحجم تأثير مرتفع (٩,١٢). هذه النتيجة تدل على أن المعالجة التجريبية عززت

من قدرة الطلاب على تحليل البيانات التجريبية بطريقة علمية واستخلاص النتائج والاستنتاجات المنطقية من التجارب المعملية.

وبالنسبة للمهارات الإضافية، فقد حققت أعلى حجم تأثير بلغ (١٤,٨٥) مع ارتفاع المتوسط من (١٥,٤٣) إلى (٣٢,٢٧)، وقيمة (ت) (-٣٩,٩٨٨) بمربع إيتا (٠,٩٨). هذا يشير إلى أن المعالجة التجريبية لم تقتصر على تطوير المهارات الأساسية فحسب، بل امتدت لتشمل مهارات متقدمة ومتخصصة تثري الأداء المعلمي وترفع من مستوى الكفاءة العملية للطلاب.

كما أظهر بُعد توظيف خصائص البيئة الافتراضية تحسناً واضحاً رغم كونه الأقل في حجم التأثير (٦,٢٨)، حيث ارتفع المتوسط من (١٢,١٧) إلى (٢١,٠٣) بقيمة (ت) (-١٦,٩) ومربع إيتا (٠,٩١). هذا التحسن يعكس قدرة الطلاب على الاستفادة من إمكانيات وخصائص البيئة الافتراضية في تعزيز تعلمهم وأدائهم المعلمي.

وأخيراً، تُظهر النتائج الإجمالية للأداء المعلمي ككل تحسناً استثنائياً، حيث ارتفع المتوسط الكلي من (٩١,١٧) إلى (١٧٨,٤٧)، وحققت قيمة (ت) أعلى مستوى بلغ (-٥٢,٢٥٤) بمربع إيتا (٠,٩٩) وحجم تأثير مرتفع جداً قدره (١٩,٤١). هذه النتيجة الشاملة تؤكد الفعالية العالية للمعالجة التجريبية في تطوير الأداء المعلمي بجميع أبعاده، وتدل على أن التدخل التجريبي حقق نجاحاً كبيراً في تحسين المهارات المعملية للطلاب بشكل شامل ومتكامل.

وقد يرجع ذلك إلى:

- أن بناء وحدة النانو كيمياء بالمعمل الافتراضي المعزز بالذكاء الصناعي تعد من الوسائل التعليمية الفعالة حيث إنها نجحت في تطبيق استراتيجية التعلم النشط فهي أحد المستحدثات التكنولوجية التي تمكننا من إنشاء بيئة تخيلية ثلاثية الأبعاد.
- كما تمكن الفرد من التفاعل معها بشكل فعال وآمن بحيث يشعر كأنه يتعامل مع الواقع الحقيقي بكل أبعاده. فهي وسيلة فعالة تسهم في التدريب على الظواهر الخطيرة المستحيل معايشتها حسيًا من خلال تمثيلات افتراضية للتجارب المعملية.
- كما يمنح المعمل الافتراضي الفرصة للمعلمين لاختبار الطلاب في أي تجربة علمية
- تنوع وتعدد الخبرات والأنشطة ساهم في زيادة المشاركة الفعالة للطلاب حيث تتضمن المعامل الافتراضية النصوص والصور والفيديوهات والرسوم المتحركة من خلال برامج إلكترونية يتم تطبيقها على الطلاب عملياً في الفصول الدراسية وكل ذلك يعزز عملية التعلم.

وتتفق نتيجة البحث الحالي مع دراسة (٢٠٢١, Mashayisha & Basitere)، التي أكدت فاعلية المعامل المقلوبة على أداء الطلاب في المعامل، وأشارت النتائج إلى أن إدخال موارد إعداد متعددة الوسائط الرقمية (مقاطع فيديو ما قبل المعمل والاختبارات عبر الإنترنت) قد تم قبولها بشكل إيجابي، واستفاد منها الطلاب في أدائهم. ودراسة وصفي السيد، وياسر سعيد (٢٠٢٢): التي أكدت أن التجارب التي تجري بالمعامل الافتراضية تجذب انتباه الطلاب وتوفر زمن للمعلم للشرح في ضوء نتائج الدراسة توصي الدراسة بالاستفادة من المعامل الافتراضية لتجاوز المشكلات والعوائق التي تواجه الطلاب في تدريس الكيمياء، وتدريب العاملين على تصميم برامج الحاسب الآلي بوزارة التربية والتعليم على تصميم برامج معامل افتراضية لجميع المراحل التعليمية، وضرورة استخدام تقنية المعمل التي أثبتت فاعليتها في تحقيق أهداف تدريس العلوم عامة والكيمياء بصورة خاصة. ودراسة عمر الحوسني (٢٠٢٣): التي توصلت إلى أنه يجب تضمين مواد العلوم بتجارب وأنشطة تدعم بيانات التعلم الافتراضية بالإضافة إلى الدمج بين التجارب في المعمل التي تقام بشكل واقعي والتجارب ذات الأساليب التكنولوجية ضمن المعامل الافتراضية. ودراسة أحمد (٢٠١٧) أن اكتساب مهارات التجارب العملية مفيد للغاية عند التدريس، إذ لا يمكن فصل الإطار النظري عن الإطار العملي، لما تتطلبه الأنشطة أو الأداء العملي في مختبر العلوم من مهارات يجب إكسابها للطلاب للوصول للأهداف المراد تحقيقها من خلال المشاهدة والتطبيق. ودراسة عليا الشمراني (٢٠١٨) التي أكدت على أن الأداء التطبيقي داخل المعامل، يساعد الطلاب في اكتساب المفاهيم وإدراك أهمية التجريب التي تضيف صفة الواقعية على المعلومات النظرية التي يتلقاها الطلاب فالتجريب يتيح لهم التعلم بأنفسهم. ودراسة روضة المعمري وهائل القباطي ويحيى الشهاري (٢٠١٨)، التي أظهرت نتائجها فاعلية استخدام المعمل الافتراضية، في تنمية مهارات إجراء التجارب العملية الكيميائية، لدى طلبة قسم الكيمياء الصناعية بكلية العلوم التطبيقية في جامعة جدة. ودراسة فاطمة قح (٢٠٢١)، أكدت على أثر المعامل الافتراضية، في تنمية مهارات الاستقصاء لدى طالبات الصف الخامس الابتدائي بجدة، وخلصت الدراسة إلى فاعلية المعامل الافتراضية، في تنمية المهارات مثل مهارات الاستقصاء العلمي.

وللتحقق من الفرض الثاني: توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ بين القياسين القبلي والبعدي لمتغير التعلم الذاتي لأفراد المجموعة التجريبية (عينة البحث)، لصالح القياس البعدي

أستخدم اختبار "ت" وجاءت النتائج كما يبينها جدول (٨)

جدول (٨)
نتائج اختبار (ت) للفروق بين القياس القبلي والبعدي لمهارات التعلم الذاتي لدى المجموعة التجريبية

المهارة	التطبيق	المتوسط	العدد	الانحراف المعياري	قيمة ت ودلالاتها	مربع ايد	حجم التأثير
التعلم الفعال والتفكير	القبلي	12.43	30	1.305	15.587	0.89	مرتفع
	البعدي	20.77	30	2.431	0.01		
التواصل الفعال	القبلي	11.3	30	1.291	19.022	0.93	مرتفع
	البعدي	20.97	30	2.456	0.01		
ثقافة وتكنولوجيا المعلومات	القبلي	11.57	30	1.278	27.893	0.96	مرتفع
	البعدي	23.43	30	1.755	0.01		
الحياة والمهنة	القبلي	12.03	30	1.189	18.935	0.93	مرتفع
	البعدي	21.5	30	2.874	0.01		
مهارات التعلم الذاتي الكلي	القبلي	47.33	30	2.123	35.758	0.98	مرتفع
	البعدي	86.67	30	5.371	0.01		

يتضح من الجدول (٨) أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية عالية بين القياسين القبلي والبعدي لجميع مهارات التعلم الذاتي لدى المجموعة التجريبية، حيث بلغت قيم اختبار (ت) مستويات مرتفعة تراوحت بين (-١٥,٥٨٧) و(-٣٥,٧٥٨) وجميعها دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠١)، مما يشير إلى حدوث تطور جوهري وملحوظ في قدرات التعلم الذاتي للطلاب نتيجة للمعالجة التجريبية المطبقة.

وتُظهر النتائج تحسناً واضحاً في مهارة التعلم الفعال والتفكير، حيث ارتفع المتوسط من (١٢,٤٣) في القياس القبلي إلى (٢٠,٧٧) في القياس البعدي، وبلغت قيمة (ت) (-١٥,٥٨٧) بمستوى دلالة (٠,٠١)، كما بلغ مربع إيتا (٠,٨٩) مما يعكس حجم تأثير مرتفع قدره (٥,٧٩). هذا التطور يدل على أن المعالجة التجريبية نجحت في تنمية قدرة الطلاب على التفكير النقدي والإبداعي، وتطوير استراتيجيات التعلم الفعال التي تمكنهم من معالجة المعلومات وتحليلها بطريقة منهجية ومنطقية.

كما تُشير النتائج إلى تطور ملحوظ في مهارة التواصل الفعال، والتي حققت قيمة (ت) بلغت (-١٩,٠٢٢)، حيث انتقل المتوسط من (١١,٣) إلى (٢٠,٩٧)، وبلغ مربع إيتا (٠,٩٣) مع حجم تأثير مرتفع قدره (٧,٠٦). هذه النتيجة تعكس قدرة المعالجة التجريبية على تعزيز مهارات الطلاب في التعبير عن أفكارهم بوضوح ودقة، والتفاعل الإيجابي مع الآخرين، وبناء علاقات تواصلية فعالة تدعم عملية التعلم الذاتي.

وفي مجال ثقافة وتكنولوجيا المعلومات، أظهرت النتائج أعلى مستوى من التحسن، حيث ارتفع المتوسط من (١١,٥٧) إلى (٢٣,٤٣)، وحقت أعلى قيمة لاختبار (ت) بلغت (-٢٧,٨٩٣) بمربع إيتا (٠,٩٦) وحجم تأثير مرتفع (١٠,٣٦). هذا التطور الاستثنائي يشير إلى أن المعالجة التجريبية كانت فعالة بشكل خاص في تطوير قدرات الطلاب على استخدام التكنولوجيا الحديثة في البحث عن المعلومات وتقييمها ومعالجتها، بالإضافة إلى إكسابهم مهارات الثقافة الرقمية اللازمة للتعلم في العصر الحديث.

أما مهارة الحياة والمهنة فقد شهدت تحسناً جوهرياً حيث انتقل المتوسط من (١٢,٠٣) إلى (٢١,٥)، وحقت قيمة (ت) بلغت (-١٨,٩٣٥) بمربع إيتا (٠,٩٣) وحجم تأثير مرتفع (٧,٠٣). هذه النتيجة تدل على أن المعالجة التجريبية ساهمت في تطوير قدرة الطلاب على ربط تعلمهم بالحياة العملية والمهنية، وإكسابهم المهارات الحياتية الأساسية التي تؤهلهم للنجاح في مختلف جوانب الحياة والعمل المستقبلي.

وتُظهر النتائج الإجمالية لمهارات التعلم الذاتي ككل تحسناً استثنائياً ومتميزاً، حيث ارتفع المتوسط الكلي بشكل كبير من (٤٧,٣٣) إلى (٨٦,٦٧)، وحقت قيمة (ت) أعلى مستوى بلغ (-٣٥,٧٥٨) بمربع إيتا (٠,٩٨) وحجم تأثير مرتفع جداً قدره (١٣,٢٨). هذه النتيجة الشاملة تؤكد الفعالية العالية والتأثير الإيجابي الكبير للمعالجة التجريبية في تنمية مهارات التعلم الذاتي بجميع أبعادها، وتدلل على أن التدخل التجريبي حقق نجاحاً في تطوير قدرات الطلاب على التعلم المستقل والموجه ذاتياً.

وبشكل عام، تتسق هذه النتائج مع الاتجاهات التربوية الحديثة التي تؤكد على أهمية تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى الطلاب، حيث تُظهر قيم مربع إيتا المرتفعة التي تراوحت بين (٠,٨٩) و(٠,٩٨) أن المعالجة التجريبية فسرت نسبة عالية جداً من التباين في الأداء، مما يعني أن التحسن المحقق يُعزى بشكل أساسي إلى فعالية المعالجة المطبقة وليس إلى عوامل عشوائية أخرى.

ويرجع ذلك إلى أن:

١. المعامل الافتراضية توفر إتاحة التجارب المعملية للمتعلمين في كل الأوقات ومن أي مكان
٢. إمكانية إجراء التجربة أي عدد ممكن من المرات طبقاً لقدرة المتعلم علي الاستيعاب وفي الوقت المناسب له ودون وجود رقيب بشري.
٣. إمكانية التفاعل والتعاون مع آخرين في إجراء نفس التجربة عن بعد.
٤. إمكانية تقييم إداء الطالب إلكترونياً ومتابعة تقدمهم في إجراء التجربة
٥. إمكانية شخصنة التجارب المعملية بما يتواءم مع قدرات المتعلم
٦. المرونة في إجراء التجارب

وتتفق هذه النتائج مع نتائج عدد من الدراسات مثل دراسة (عصام أحمد، ٢٠٢٢) التي توصلت الى فاعلية برنامج تدريبي باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التعلم الذاتي والاتجاه نحو التعلم التشاركي لدى معلمى العلوم بإدارة مصر الجديدة التعليمية

ودراسة (شيماء أحمد وإيمان يونس، ٢٠٢٠) التي توصلت إلى فاعلية البرنامج المُعد وفق تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين بالإضافة إلى تنمية الوعي بالأدوار المستقبلية لدى طلاب كلي التربية جامعة عين شمس، ودراسة عبد اللطيف وآخرون، ٢٠٢٠) حيث قاموا بالتعرف على فاعلية نظام تدريس قائم على الذكاء الاصطناعي لتنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي لدى طالبات الصف الأول الثانوى وقد أثبتت نتائج البحث فاعلية نظام التدريس في تنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي، ودراسة جيلان حجازي (٢٠١٧) والتي أشارت إلى فاعلية نظام تعلم ذكي في تنمية مهارات التعلم الذاتي، ودراسة أسماء محمد (٢٠١٤) والتي أشارت إلى فاعلية أسلوب الحقائق التعليمية فى تنمية القابلية للتعلم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

وللتحقق من صحة الفرض الثالث: توجد علاقة ارتباطية تبادلية موجبة بين متغيرى المهارات العملية والتعلم الذاتي لأفراد المجموعة التجريبية (أفراد البحث).

جدول (٩)

مصفوفة معاملات الارتباط بين الاداء المعملية ومهارات التعلم الذاتي

التعلم الذاتي ككل	الحياة والمهنة	ثقافة وتكنولوجيا المعلومات	التواصل الفعال	التعلم الفعال والتفكير	البعد
.542**	.543**	.549**	.558**	.576**	الإعداد والتجهيز
.501**	.534**	.533**	.502**	.546**	التنفيذ العملي للتجارب
.537**	.549**	.468**	.560**	.553**	السلامة المخبرية
.556**	.482**	.463**	.502**	.480**	التحليل والاستنتاج
.512**	.489**	.484**	.483**	.476**	مهارات إضافية
.540**	.474**	.461**	.496**	.551**	توظيف خصائص البيئة الافتراضية
.468**	.493**	.456**	.490**	.529**	الاداء العملي الكلي

** دال عند ٠,٠١

يتضح من الجدول (٩) أن هناك علاقات ارتباطية موجبة ودالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين جميع أبعاد الاداء المعملية ومهارات التعلم الذاتي، مما يشير إلى وجود ترابط قوي ومتسق بين هذين المتغيرين المهمين في العملية

التعليمية. هذه النتائج تدعم الفرضية القائلة بأن تطوير الأداء المعلمي يرتبط إيجابياً بتنمية مهارات التعلم الذاتي والعكس صحيح.

وتُظهر النتائج أن بُعد الإعداد والتجهيز حقق أعلى معاملات الارتباط مع جميع مهارات التعلم الذاتي، حيث بلغ معامل الارتباط مع التعلم الفعال والتفكير (٠,٥٧٦)، ومع التواصل الفعال (٠,٥٥٨)، ومع ثقافة وتكنولوجيا المعلومات (٠,٥٤٩)، ومع الحياة والمهنة (٠,٥٤٣)، ومع التعلم الذاتي ككل (٠,٥٤٢). هذه المعاملات المرتفعة تشير إلى أن قدرة الطلاب على التخطيط والإعداد المسبق للأنشطة العملية ترتبط بقوة مع قدرتهم على التعلم المستقل والتفكير النقدي، مما يعكس الطبيعة التكاملية لهذه المهارات.

كما يُلاحظ أن بُعد التنفيذ العملي للتجارب أظهر ارتباطاً قوياً مع مهارة التعلم الفعال والتفكير (٠,٥٤٦)، ومع الحياة والمهنة (٠,٥٣٤)، ومع ثقافة وتكنولوجيا المعلومات (٠,٥٣٣)، بينما كان الارتباط أقل نسبياً مع التواصل الفعال (٠,٥٠٢) والتعلم الذاتي ككل (٠,٥٠١). هذا التوزيع في قوة الارتباط يشير إلى أن التنفيذ العملي للتجارب يتطلب بشكل خاص مهارات التفكير النقدي والقدرة على التطبيق العملي للمعرفة، وهو ما يتماشى مع طبيعة العمل المعلمي التطبيقية.

وفي سياق السلامة المخبرية، تُظهر النتائج ارتباطاً قوياً مع التواصل الفعال (٠,٥٦٠) والتعلم الفعال والتفكير (٠,٥٥٣)، بينما كان الارتباط أقل مع ثقافة وتكنولوجيا المعلومات (٠,٤٦٨). هذا يعكس أهمية مهارات التواصل والتفكير في تطبيق إجراءات السلامة، حيث يتطلب الأمر قدرة على فهم التعليمات والتواصل الفعال مع الآخرين لضمان بيئة آمنة للعمل.

أما بُعد التحليل والاستنتاج فقد حقق أعلى ارتباط مع التعلم الذاتي ككل (٠,٥٥٦)، وارتباطاً متوسطاً مع باقي المهارات تراوح بين (٠,٤٦٣) و(٠,٥٠٢). هذه النتيجة منطقية حيث أن عملية التحليل والاستنتاج تتطلب مهارات متنوعة في التعلم الذاتي، وخاصة القدرة على معالجة المعلومات وتحليلها واستخلاص النتائج بشكل مستقل.

وبالنسبة للمهارات الإضافية، فقد أظهرت ارتباطاً متوازناً مع جميع أبعاد التعلم الذاتي، حيث تراوحت معاملات الارتباط بين (٠,٤٧٦) و(٠,٥١٢)، مما يشير إلى أن هذه المهارات تتطلب تكاملاً في جميع جوانب التعلم الذاتي دون تركيز على جانب واحد بعينه.

كما يُلاحظ أن بُعد توظيف خصائص البيئة الافتراضية حقق ارتباطاً قوياً مع التعلم الفعال والتفكير (٠,٥٥١) والتعلم الذاتي ككل (٠,٥٤٠)، بينما كان الارتباط أقل مع ثقافة وتكنولوجيا المعلومات (٠,٤٦١). هذا قد يبدو مفاجئاً في البداية، لكنه يعكس أن استخدام البيئة الافتراضية يتطلب بشكل أساسي مهارات التفكير والتعلم الذاتي أكثر من مجرد المهارات التقنية.

وأخيراً، تُظهر النتائج الإجمالية للأداء المعلمي ككل ارتباطاً قوياً مع التعلم الفعال والتفكير (٠,٥٢٩)، وارتباطاً متوسطاً مع باقي مهارات التعلم الذاتي تراوح بين (٠,٤٥٦) و(٠,٤٩٣). هذه النتيجة الشاملة تؤكد وجود علاقة تكاملية بين الأداء المعلمي ومهارات التعلم الذاتي، مما يدعم أهمية تطوير هذين الجانبين معاً في البرامج التعليمية.

وبشكل عام، تُشير هذه المصفوفة الارتباطية إلى أن العلاقة بين الأداء المعلمي ومهارات التعلم الذاتي علاقة تبادلية ومتكاملة، حيث يؤثر كل منهما إيجابياً على الآخر، مما يؤكد أهمية تصميم البرامج التعليمية التي تراعي هذا التكامل وتسعى لتطوير كلا الجانبين بشكل متوازن ومتناسق.

وهذا ما يتفق مع ودراسة (Kayacan, Ektem, ٢٠١٩) والتي هدفت للتعرف على فاعلية استخدام استراتيجيات التعلم ذاتية التنظيم لتدعيم ممارسات مختبرات البيولوجيا في تنمية القابلية للتعلم الذاتي واتجاه طلاب الفرقة الثانية بكلية التربية نحو التجارب العلمية في البيئات المعملية

التوصيات

إن تطبيق المعامل الافتراضية في المدارس يعمل على خفض التكلفة من خلال توفير المواد والأدوات والمعدات والموارد المادية الأخرى التي تتطلب تكاليف عالية، كما يُمكن المؤسسات التعليمية للوصول إلى مجموعة واسعة من المحاكاة الافتراضية العلمية D3 دون العبء المالي لشراء وصيانة معدات المعامل.

١ - دمج المختبرات الافتراضية في تدريس مقررات الكيمياء وضرورة تبني استراتيجيات تعليمية تعتمد على المختبرات الافتراضية في تدريس مقررات الكيمياء في كليات التربية، لما لها من أثر فعال في تنمية المهارات المعملية ومهارات التعلم الذاتي .

٢ - تدريب أعضاء هيئة التدريس من خلال عقد دورات تدريبية لأعضاء هيئة التدريس بكليات التربية على تصميم واستخدام المختبرات الافتراضية في تدريس المقررات العلمية المختلفة، وخاصة مقررات الكيمياء.

٣ - تطوير البنية التحتية التكنولوجية من خلال توفير البنية التحتية اللازمة في كليات التربية لتطبيق المختبرات الافتراضية من أجهزة حاسوب وشبكات إنترنت وبرمجيات متخصصة لتسهيل تطبيق هذه التقنية في التدريس.

٤ - تصميم مناهج متكاملة مثل إعادة صياغة وتصميم مناهج الكيمياء والفيزياء والبيولوجي لتتضمن أنشطة ومهام تعتمد على المختبرات الافتراضية وتراعي تنمية المهارات المعملية جنباً إلى جنب مع تنمية مهارات التعلم الذاتي.

بحوث مقترحة

- بناءً على نتائج البحث الحالية، يمكن اقتراح إجراء البحوث المستقبلية التالية:
- ١ - فاعلية استخدام المختبرات الافتراضية في تنمية المهارات العملية والاتجاه نحو مادة الكيمياء لدى طلاب كلية التربية.
 - ٢ - أثر استخدام المختبرات الافتراضية والمختبرات المدمجة الافتراضية والحقيقية معاً في تنمية المفاهيم الكيميائية ومهارات حل المشكلات لدى طلاب كلية التربية.
 - ٣ - تصور مقترح لتطوير مناهج الكيمياء في كليات التربية في ضوء متطلبات دمج المختبرات الافتراضية ومهارات القرن الحادي والعشرين.
 - ٤ - دور المختبر الافتراضي في تنمية أنماط التفكير (العلمي الاستدلالي) في مادة الكيمياء المعقدة لدى طلاب المرحلة الجامعية.
 - ٥ - فاعلية المختبر الافتراضي في تحسين استيعاب المفاهيم الكيميائية.
 - ٥ - أثر المختبرات الافتراضية في تقليل الأخطاء بالمعمل وتنمية التعلم الذاتي لدى طلاب المرحلة الإعدادية.
 - ٦ - فاعلية تطبيق المحاكاة الحاسوبية عبر المختبرات الافتراضية في رفع مستوى المهارات العملية لدى طلاب قسم الكيمياء.

المراجع:

- أحمد، عاصم محمد سيد (2022) برنامج تدريبي قائم على الذكاء الاصطناعي لتنمية مهارات التعلم الذاتي والاتجاه نحو التعلم التشاركي لدى معلمى مادة الكيمياء، كلية التربية. جامعة أسيوط، ج ٣٨ العدد ٣ الجزء ٢ مارس ١٠٧-١٥٥
- أحمد، شيماء أحمد محمد؛ يونس، إيمان محمد محمود (٢٠٢٠). برنامج معد وفق تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين والوعي بالأدوار المستقبلية لدي طلاب كلية التربية، البحث العلمي في التربية، العدد ٢١، ٤٧١ - ٥٠١.
- أمال، يوب. (٢٠٢٢). تحديات الجامعة مع تطبيقات الذكاء الاصطناعي، المجلة الدولية للتعليم بالإنترنت. ١- ١٢
- الأنصاري، فوزية عبد الله محمد. (٢٠١٧). أثر التعلم النشط على التعلم الذاتي، مجلة الاستواء، جامعة قناة السويس، مركز البحوث والدراسات الإندونيسية، مصر، 5 ٢٢٩، - ٢٨٢.
- بغدادى، دعاء جمال محمد؛ إبراهيم، نهلة المتولي؛ زين الدين، محمد محمود؛ وحسن، إسماعيل محمد إسماعيل. (2014). فاعلية تصميم معمل افتراضي قائم على التفاعلات المتعددة لتنمية بعض مهارات التجارب العملية في منهج الكيمياء لطلاب الصف الأول الثانوي. مجلة كلية التربية، 15ع ، 534 - 511 مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/717493>

البلطان، براهيم، وعبد اللطيف أحمد. (2011). استخدام المعامل الافتراضية في تدريس العلوم بالمرحلة الثانوية رسالة دكتوراه جامعة أم القرى.
البياتي، مهند (٢٠٠٦): الأبعاد العملية والتطبيقية في التعليم الإلكتروني. الشبكة العربية للتعليم المفتوح والتعليم عن بعد. عمان: الأردن.
ثابت، ذكرى احمد. (2015) مستوى امتلاك المهارات الحياتية ذات العلاقة بمنهج العلوم لدى طلبة التاسع الأساسي، رسالة ماجستير. جامعة صنعاء، كلية التربية، الجمهورية اليمنية.

الجرف، ريماء. (٢٠١٦). التعلم الذاتي للطلاب، كتاب إلكتروني، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية، 35. - 1

<https://www.academia.edu/22004>

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

الحديدي، شيماء سعيد سعيد وإبراهيم، أسماء يوسف حجاج. (2023). بناء محتوى ذكي في بيئة تعلم قائمة على الذكاء الاصطناعي لتنمية مهارات تطوير البانوراما المعملية والثقة التكنولوجية لدى طلاب الشعب العلمية بكلية التربية مجلة كلية التربية مج20، ع 250 - 117 116 مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1375308>

الحربي، فوزيه مطلق مزوق. (٢٠١٧). فاعلية استخدام استراتيجيات التعلم المقلوب في تنمية مهارات التعلم الذاتي وتنظيم البيئة الإث ١ رؤية من وجهة نظر الطالبات الموهوبات، مجلة التربية الخاصة والتأهيل، مؤسسة التربية الخاصة والتأهيل، 4 16،

حسن زيتون. (٢٠٠٥). رؤية جديدة في التعليم التعلم الإلكتروني المفهوم -القضايا - التطبيق -التقييم، الرياض، السعودية: الدار الصولتية للتربية.
الحصري، أحمد كامل (٢٠٠٢). أنماط الواقع الافتراضي وخصائصه وأراء الطلاب والمعلمين في بعض برامج المتاحة على الانترنت تكنولوجيا التعليم مصر، ١٢(١). ٤٦-٣.

الحوسني، عمر حمدان سالم. (٢٠٢٣). أثر استخدام تطبيقات المختبرات الافتراضية داخل الغرفة الصفية في تنمية التحصيل العلمي لدى طلبة الصف الثامن الأساسي في مادة العلوم، المناهج وطرق التدريس. ٢(١٣). ٨٣-٧٣.
درويش، عمرو (٢٠٠٩). تطوير نموذج فصل افتراضي لتدريس مقررات الدراسات العليا بأقسام تكنولوجيا التعليم. رسالة ماجستير. كلية التربية. جامعة حلوان. مصر.

الدليمي، هند. (٢٠١٨). أثر استخدام المختبرات الافتراضية في تنمية المهارات المعملية لمعلم الأحياء لدى طلاب كليات التربية بالعراق. العربية للتربية النوعية، (٢) ٣٢٨-٢٢٨

الرشيدي، بندر عبد الرحمن بن مطني (٢٠٢٠). أثر التعلم الإلكتروني في تحسين مهارات التعلم الذاتي لدى طلبة تقنيات التعليم والإتصال في جامعة حائل.

- الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية. مج. ٢٨، ع. ١. يناير. ١٦١-١٤١
- رضا، حنان محمد عبد السلام. (٢٠١٠). فاعلية استخدام المعمل الافتراضي الاستقصائي والتوضيحي في تدريس الكيمياء على تنمية التفكير العلمي لدى طالبات كلية التربية. التربية العلمية ١٣(٦). ٦١-١٠٦.
- المعمري روضة محمد؛ القباطي، هالل أحمد؛ الشهاري، يحيى محسن. (٢٠١٨). أثر استخدام المعامل الافتراضية في تنمية مهارات إجراء التجارب المعملية الكيميائية لدى طلبة قسم الكيمياء الصناعية بكلية العلوم التطبيقية - جامعة حجة واتجاهاتهم نحوها. المجلة العربية للتربية العلمية والتقنية. اليمن: كلية العلوم التطبيقية جامعة العلوم والتكنولوجيا. ٩١-٥٩
- الريامية مثلى علي سالم (٢٠١٨). اثر استخدام تقنية الواقع المعزز في تنمية التفكير الفراغي واكتساب المفاهيم العلمية لدى طالبات الصف الخامس الأساسي. رسالة ماجستير. جامعة السلطان قابوس.
- زروقي، رياض، وقلته، أميرة. (٢٠٢٠). دور الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة التعليم العالي، المجلة العربية للتربية النوعية، جامعة بسكرة، الجزائر، مج، ٤ ع ١٢، ١٢-١
- السيد وصفي، وسعيد ياسر (٢٠٢٢) استخدام المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء لطلاب المرحلة الثانوية من وجهة نظر معلمي الكيمياء بدولة قطر. العلوم التربوية والنفسية-78 (49)،
99. <https://doi.org/10.26389/AJSRP.S110422>
- السيد، أسامة والجمال، عباس (٢٠١٦). أساليب التعلم والتعلم النشط. الطبعة الأولى. دار العلم والایمان. القاهرة، 201- 1
- السيف مريم والعنزي عابد (٢٠٢٠). معوقات تفعيل استخدام المختبرات الافتراضية ونموذج مقترح لتسهيل استخدامها في المدارس الثانوية. المجلة الالكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية، ٢١، ٤٠-١
- شاهين، جميل، وحطاب خولة (٢٠٠٥). المختبر المدرسي ودوره في تدريس العلوم. الاردن. عمان، دار عالم الثقافة للنشر والتوزيع
- الشراري شريف وعبد الجبار، سيناريا. (٢٠١٧). أثر استخدام المختبر الجاف في تحصيل طالب الصف الثالث المتوسط في العلوم وتنمية مهارات التفكير الإبداعي لديهم بمحافظة القريات. دراسات العلوم التربوية. 195-209
- الشربيني فوزى، الطناوي، عفت (٢٠١١). التعلم الذاتي بالموديولات التعليمية ط ١، القاهرة: دار الكتب.
- الشمراي، عليا أحمد يحيى آل حمود (2018) فاعلية بيئة افتراضية ثلاثية الأبعاد (Sloodle) في تنمية مهارات التجارب العملية في مادة الفيزياء لدى طالبات الصف الثاني ثانوي في مدينة جدة. مجلة العلوم التربوية والنفسية، (8) 2، - 56
- 73
- عبد الفتاح، ايمان عاطف. (٢٠٢٠). فاعلية استخدام استراتيجيات مقترحة قائمة على التعلم الذاتي في تنمية تحصيل المفاهيم العلمية وبعض عمليات العلم في مادة العلوم

- لتلاميذ الصف الرابع الابتدائي. التربية في القرن ٢١ للدراسات التربوية والنفسية. م ١. ع ٤. إبريل. ص ص ١-٢٥
- عبد اللطيف، أسامة جبريل، حسن، ياسر سيد، إبراهيم، سالي كمال (٢٠٢٠). فاعلية نظام تدريس قائم على الذكاء الاصطناعي لتنمية الفهم العميق للتفاعلات النووية والقابلية للتعلم الذاتي لدى طلاب المرحلة الثانوية. ج ٢١. ع ٤. إبريل. مسترجعه من 10.21608/jsre.2020.92660
- Mohammad Ameen Ahmad Aldalalah ٢٠٢٣ أثر توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في المختبرات الجافة على مهارات الأداء المعلمي ومستوى القلق المعلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية. المجلة الأردنية للعلوم التطبيقية - سلسلة العلوم الانسانية، مج ٣٧، ١، ١ - ١٨. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1410976>
- عثمان، السيف أبو شملة (٢٠٢٣). المختبرات الافتراضية البديل الناجح في تحصيل طلبة المواد العلمية بالمرحلة الثانوية. المجلة العربية للقياس والتقويم. يناير ع ٤. ج ٧. ٧-١
- عطيف، مريم (٢٠١٨). المعامل الافتراضية تصميمها مكوناتها السعودية) نسخة إلكترونية مقروئه (تم الاسترجاع ب تاريخ ٤-٦-٢٠٢٣ من موقع <https://www.aleslih alaei.com hooks look>
- العقاد، فداء محمد مصطفى (٢٠١٥). أثر استخدام المختبر الجاف والمدعم بالحاسوب اللوحي في تدريس العلوم على استيعاب الطلبة للمفاهيم العلمية ودافعيتهم نحو تعلم العلوم، رسالة ماجستير. الجامعة الأردنية، كلية الدراسات العليا، الأردن. عقل، لمياء عبد الرحيم اسماعيل والعساف حمزة عبد الفتاح عوض (2019). أثر استخدام المختبر الافتراضي في تنمية التحصيل بمادة الكيمياء لدى طلبة الصف العاشر الأساسي في محافظة العاصمة عمان. رسالة ماجستير. جامعة الشرق الأوسط عمان مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1016178MLA>
- العماري، أحمد على محمد، وآل كاسي، أحمد على (٢٠٢٣). واقع استخدام المختبرات الافتراضية كروكودايل في تدريس التجارب العملية في الكيمياء والفيزياء من وجهة نظر المعلمين، مجلة كلية التربية. ٣٩(١٢) ٢٢٩-٢٦٦
- العمري، حياة بنت رشيد حمزة؛ ووالشنيقي، أمانة محمد المختار (٢٠١٩). مدى توفر مهارات التعلم الذاتي لدى طلبة جامعة طيبة في ضوء متطلبات مجتمع التعلم المهني وفقا لأراء أعضاء هيئة التدريس، مجلة العلوم التربوية والنفسية، المركز القومي للبحوث غزة، 3، 24-50
- غسان قطيط (٢٠١٥). تقنيات التعلم والتعليم الحديثة. عمان: دار الثقافة.
- قحم، فاطمة إبراهيم (٢٠٢١). المعامل الافتراضية وأثرها على تنمية مهارات الانقضاء العلمي في مادة العلوم لدى طالبات الصف الخامس الابتدائي بجهة. ج ٥. ع ٣. مسترجعه من <https://doi.org/10.26389/AJSRP.H280720>
- مبارز، منال عبدالعال؛ وإسماعيل، سامح سعيد (٢٠١٦). تفريد التعليم والتعلم الذاتي، الطبعة الثانية، دار الفكر، عمان، الأردن، ٢١-٢٦.

محمد، أسماء حمدان (٢٠١٤). فعالية برنامج قائم على استخدام الحقائق التعليمية لتنمية القابلية للتعليم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية وإكسابهم بعض المهارات في العلوم. رسالة ماجستير. كلية التربية جامعة اسيوط
 محمود، عبد الرازق مختار (٢٠٢٠). تطبيقات الذكاء الاصطناعي: مدخل لتطوير التعليم في ظل تحديات جائحة فيروس كورونا. COVID-19- المجلة الدولية للبحوث في العلوم التربوية. ٤. ١٧١-٢٢٤.
 منصور عزام عبد الرازق. خالد. (٢٠٢١). الذكاء الاصطناعي بين الواقع والحقيقة والخيال في العملية التعليمية. مجلة القراءة والمعرفة. جامعة عين شمس كلية التربية ٢٣٥، ١٥ - ٤٨.

Aldalalah. O. Ababneh. Z Bawaneh, A& AlzubliW. (2019). Effect of Augmented Reality and Simulation on the Achievement of NauLmatic VualimkinaHONeSluEets. International journal of emerging technologies learning 18(14), PP T64 185

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

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

Cazan, A. M., & Schiopca, B. A. (2014). Self- directed learning, personality traits and academic achievement, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 127, 640- 644

Didik, P. (2017). Design of Web-based Laboratory Virtual Tour 360° Application. Proceedings of the 2017 International Conference on Education and Technology (2017 ICEduTech).

directions, 2, 1-11. doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025

doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100008

education Nurs. Educ. Perspect. 31 (5), 314-317.

Holland, H. (2019). Hidden order: How adaptation builds complexity, Addison wales, reading MA and e learning In J Lakhmi (Eds), from https://books.google.com/books.

How, M. & Hung, W. (2019). Educational stakeholders' independent evaluation of an artificial intelligence-enabled network predictive simulations. Educational sciences. 9(10)

https://doi.org/10.1186/s40561-018-0056-z

- Karsenti, T., (2019). Artificial intelligence in education: The urgent need to prepare teachers for tomorrow's schools. *Formation et profession*, 27(1), 105-111.
- Kayacan, K., & Ektem, I. S (2019). The Effects of Biology Laboratory Practices Supported with Self-regulated Learning Strategies on Students' Selfdirected Learning Readiness and Their Attitudes towards Science Experiments. *European Journal of Educational Research*. (8)1, 313-323.
- Kayange, J.; Msiska, M. (2016). Teacher Education in China: Training Teachers for the 21st Century, the *Online Journal of New Horizons in Education*, 6 (4).
- Kilmon Carola, et al (2010). Immersive virtual reality simulations in nursing education *Nurs. Educ. Perspect.* 31 (5), 314-317.
- Kristen, B; Malinda, G; Monica; D & Kendra, M. (2018). Utilizing Online Technology to Effectively Teach Chemistry In Secondary Education. *Modern Chemistry & Applications*, 6(1), 1-3.
- Mikropoulos T.& Natsis A. (2011). Educational virtual environments: A ten- year review of empirical research (1999-2009) *Computers & education*, 56(3) 769- 780.
- Murphy, R. (2019). Artificial Intelligence Applications to Support K-12, Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Opportunities, and Challenges. *Perspective*, Rand Corporation, 1-20.
- Ngo, P., A. & Dang, T. (2021). Digital Learning Platform: CLANED Case Study Analysis and Solution Proposal. *Research Proposal* . March 2017 DOI: 10.13140/RG.2.2.34294.93769
- Pan, R., Zhang, L. & Yang, J. (2022). A Systematic Review of Smart Learning Environments. *Resilience and Future of Smart Learning*, 11-20.
- Popenici, Stefan & Kerr, Sharon. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. 12. 22. 10.1186/s41039-017-0062-8

- Potkonjak, V. Gardner, M. Callaghan, V. Mattila, P. Gütl, C. Petrović, V.M. & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education – Journal*, 95, 309-327
- Robert Howlett & Vladimir Ushov, Lakhmi Jain (2020). *Smart Education*
- Sadiku, Matthew N. O., Ashaolu, Tolulope J, Ajayi-Majebi, Abayomi., & Musa, Sarhan M. (2021). Artificial Intelligence in Education, *International Journal of Scientific Advances*, Vol.2, Issue.1, PP. 5-11, ISSN: 2708-7972.
- Sriarunrasmee, J., Techataweewan, W., & Mebusaya, R. P. (2015). Blended learning supporting selfdirected learning and communication skills of Srinakharinwirot University's first year students. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 197, 1564- 1569.
- Stephen J.H. Yang, Ogata, H., Matsui, T. & Chen, N. (2021). Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 1-5.
- Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. *Educational technology & society*, 16(1), 159-170
- Tomask, B. (2019). *Artificial Intelligence and Its Implications for Future Suffering*, Foundational Research Institute, U.S, 25-66.
- Tsthouridis, C., Vavouglos, D., Batsila, M. & Ioannidis, G. (2019). The Optimum Equilibrium when Using Experiments in Teaching Where Virtual and Real Labs Stand in Science and Engineering Teaching Practice. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (JET)*, 14(23), 67-84.
- Tyagi, Neelam. (2021), 6 Major Branches of Artificial Intelligence (AI), retrieved 6/8/2023 from, <https://www.analyticssteps.com/blogs/6-majorbranches-artificial-intelligence-ai>
- UNESCO, (2021). *AI and education Guidance for policy makers*. <https://unesdoc.unesco.org>

- William Sherman & Alan Craig (2003). Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design Morgan Kaufmaaan
- Xiong, X. (2019). 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
- Yu, S. & Lu, Y. (2021). Bridging Human and Machine: Future Education with Intelligence. Springer Nature Singapore. Doi: <https://doi.org/10.1007/978-981-16-2770-5>
- Zhang, K. & Aslan, A. B. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. AI technologies for education: Recent research & future June 2021 Computers and Education Artificial Intelligence 2(2):100025
- Zhu, T. (2012) Smart Education: A New Realm of Education Informatization. E Educ. Research on Audio-Visual Education, 12, 5-13.
- Ziyu, L & Jing, X. (2019). Study on the strategy of improving self-learning ability of College Students. SHS Web of Conferences. 60. 01005. 10.1051/shsconf/20196001005