مدى جاهزية مدارس التعليم الثانوي بمدينة مصراتة لتوظيف المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء

د. إبراهيم عثمان ارحيم
جامعة مصراتة، مركز البحوث والاستشارات ، ليبيا

أ.آمنة عبدالسلام الشح
الأكاديمية الليبية - مصراتة، علوم التعليم، ليبيا

استلمت الورقة بتاريخ 12- 05- 2026 /، وقبلت بتاريخ 2026/06/10
ونشرت بتاريخ 2026/06/11

الكلمات المفتاحية:
المعامل الافتراضية – التعليم الثانوي.

الملخص

هدف هذا البحث إلى التعرّف على مدى جاهزية مدارس التعليم الثانوي بمدينة مصراتة لتوظيف المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء، وفي ضوء ذلك اعتمد الباحثان على المنهج الوصفي المسحي، وتمثّل مجتمع البحث في جميع معلمي الكيمياء بمرحلة التعليم الثانوي بمدينة مصراتة والبالغ عددهم (177) معلماً ومعلمة، ولتحقيق هدف البحث تمَّ استخدام استبانة مكونة من (38) فقرة موزعة على (5) محاور كأداة لجمع البيانات التي تم معالجتها باختيار الأساليب الإحصائية المناسبة باستخدام برنامج (SPSS). وتوصل البحث إلى النتائج الآتية:

- درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة حسب استجابات (المعلمين)، كانت (متوسطة).
- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين استجابات معلمي الكيمياء في تحديد درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية، تُعزى لمتغيرات (المؤهل العلمي - سنوات الخبرة).
- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين استجابات معلمي الكيمياء في تحديد درجة توفّر المتطلبات المتعلقة بـ: (البيئة التعليمية - المتعلمين - المقررات الدراسية - البرمجيات الافتراضية)، تُعزى إلى متغير (الدورات التدريبية). بينما توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تحديد درجة توفّر متطلبات تتعلق بالمعلم تُعزى إلى متغير الدورات التدريبية، وتتجه الفروق لصالح المعلمين الحاصلين على دورات تدريبية بمتوسط حسابي تبلغ قيمته (3.48).

amntbdalslam8@gmail.com

المقدمة:

يتسم العصر الحالي بالتقدم العلمي والتكنولوجي، والثورة المعرفية والمعلوماتية المتسارعة، وتطوّر وسائل الاتصال وتبادل الخبرات، مما أدَّى إلى التغيّر السريع في كل مجالات الحياة، فقد حوّلت مستحدثات التقنية العالم إلى قرية افتراضية تلاشت فيها حواجز الزمان والمكان، وفي ظل ذلك يتزايد الاهتمام بتطوير المنظومة التعليمية، وتحقيق جودة التعليم؛ لمواكبة المتغيرات التكنولوجية السريعة.

وبما أن التعليم من أهم القطاعات التنموية في الدولة؛ حيث يوفّر لأفراد المجتمع المعارف، والمهارات، والاتجاهات، التي تُسهم في دمجهم بالحياة العملية والعلمية، وتنمي شخصية المتعلم منذ الصغر ضمن إطار متكامل؛ لذلك أكّدت الاتجاهات التربوية الحديثة على أنَّه من الضروري تطوير طرائق تدريس المواد الدراسية في صورة متكاملة وشاملة.(عبد الصبور، 2001، ص 70)

ومن ضمن المراحل الأساسية في نظام التعليم العام بدولة ليبيا مرحلة التعليم الثانوي، وهي المرحلة التي تمهد انتقال الطلاب للتعليم العالي الذي يعدهم لسوق العمل، لذلك تزود الطلاب بالمعارف والمهارات الأساسية؛ من خلال مقررات دراسية متنوعة، مثل الكيمياء وغيرها.

فالكيمياء (Chemistry) من العلوم التي تدرس المواد لفهم خصائصها، وتكوينها، كما تهتم بدراسة تحولات المادة من شكل لآخر والطاقة الناتجة عن ذلك، وتعدُّ من المواد الدراسية المهمة لما لها من علاقة مباشرة بحياة الإنسان. (حسن، 2018، ص 24)

وتعتبر المهارات العملية هدف أساسي من أهداف تدريس مادة الكيمياء، والتي تعتمد على النشاط، والتجريب العملي، وما يتطلبه ذلك من استخدام للأدوات، والأجهزة، والمواد الكيميائية. فمعامل الكيمياء تقوم بدور فعّال في تعزيز المفاهيم، والمهارات العلمية، وإكساب مهارات الاستقصاء العلمي، وقد اتفق معلمو العلوم على أن الطريقة المثلى، لتحسين تعلّم العلوم؛ لا تتم إلا من خلال التجريب بالمعامل المدرسية. (الشهراني، 2022، ص 168).

وعلى الرغم من تلك الأهمية للمعامل المدرسية، إلَّا أنَّ هناك صعوبات تحول دون استخدامها؛ فليست جميع المؤسسات التعليمية مزوّدة بالمعامل والتجهيزات اللازمة، وإن توفّرت فهناك تجارب يصعب تنفيذها لكونها تجارب معقّدة، أو مكلّفة مادياً، أو ذات خطورةٍ عند تنفيذها.(السيد، 2017). الأمر الذي دعا إلى البحث عن بدائل تكنولوجية لمعالجة هذا القصور.

ومن أهم هذه البدائل المعامل الافتراضية التي توصف بأنها بيئة منفتحة يتم من خلالها محاكاة معمل العلوم الحقيقي، والقيام بربط الجانب العملي بالجانب النظري، ويكون لدى الطلاب مطلق الحرية في اتخاذ القرارات بأنفسهم دون أن يكون لذلك أي آثار سلبية. (حسن، 2018).

فالمعامل الافتراضية حققت نجاحاً ملموساً، وأثراً كبيراً في تدريس العلوم، والتي أتاحت المساحة للطلاب في اكتساب المهارات، والخبرات العلمية بطريقة شيقة تحفز مخيلتهم، وتنمي مهارات التفكير لديهم، وذلك من خلال توفير أدوات رقمية تفاعلية تعزز دافعيتهم للتعلّم. (الرويلي والسرحان، 2016).

وأشارت الحازمي (2016، ص57)، إلى أن استخدام المعامل الافتراضية قد عالج كماً هائلاً من المشكلات التي واجهت تدريس العلوم التطبيقية، وقد دلَّت التجارب العالمية لعديد من الجامعات، ومراكز البحوث العلمية على أهمية المعامل الافتراضية في التعليم، وأثبتت تميّزها من خلال نماذج، وتجارب عالمية في مجال المعامل الافتراضية وفي هذا السياق أوضحت نتائج دراسة أبو زاهرة (2023)، أثر استخدام المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء على اكتساب المفاهيم العلمية لدى طالبات المرحلة الثانوية لصالح المجموعة التجريبية، وبذلك تتضح أهمية توظيف المعامل الافتراضية كتقنية مدعمة للمعامل الحقيقية في تدريس الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي.

مشكلة البحث:

الكيمياء من المواد التي تمتاز بكثرة المعلومات، والمفاهيم العلمية التي قد يصعب على الطالب فهمها، كما أنها تُبنى من خلالها المفاهيم العلمية والعملية معاً، وإن أكثر ما يميزها النشاط المعملي، وإجراء التجارب، حيث يُسهم المعمل في تحويل المفاهيم المجردة إلى مفاهيم ملموسة، كما يساعد الطالب على اكتساب المفاهيم العلمية عن طريق التجارب العملية.(أبو زاهرة، 2023،).

وباطلاع الباحثان على تقارير التفتيش والتوجيه التربوي بقسم التعليم الثانوي في الكيمياء اتضح وجود قصور في تدريس المعلمين للتجارب والأنشطة العملية التي تتضمنها مقررات الكيمياء؛ إمَّا بسبب افتقار المدارس إلى وجود المعامل المجهزة بكافة المواد، والأجهزة الضرورية للتطبيق العملي، وإمَّا لعدم وجود معامل بها؛ الأمر الذي أدى إلى تركيز معلمي الكيمياء على الجانب النظري من المقرر وإهمال الأنشطة العملية به؛ وترتّب على ذلك ضعف اكتساب الطلاب للمهارات

العملية، إضافةً إلى صعوبة استيعابهم لمقرر الكيمياء؛ مما أدَّى إلى تدني مستوى التحصيل الدراسي لدى طلاب المرحلة الثانوية في الكيمياء والعزوف عن تعلمها.

وهذا ما أشارت إليه دراسة محمد (2023، ص209)، إلى أنَّ من صعوبات تعلّم الكيمياء لدى الطلاب بالمرحلة الثانوية اعتماد المعلم في تدريسه على أسلوب التلقين؛ مما يسبّب لهم ضعفاً في فهمها، وهذا يدل على أهمية الجانب العملي في تدريس الكيمياء، والتنبيه للدور الكبير الذي تؤديه المعامل المدرسية. وعلى الرغم من أهمية المعامل المدرسية إلَّا أنَّ بها قصور في توفير البيئة الآمنة عند إجراء التجارب التي بها درجة من الخطورة، وخاصة مع تزايد أعداد الطلاب في فصول المدارس. (كامل، 2010).

وبالرجوع إلى نتائج وتوصيات الدراسات والأدبيات السابقة كدراسة الموال (2021)، فقد أوصت بضرورة استخدام المعامل الافتراضية، في تدريس الكيمياء لجميع المدارس المتوسطة، والجامعات بالدولة الليبية، وأشارت دراسة كلٍ من: هزاع (2020)، والخراز (2022)، والسيد (2022)، والشهراني (2022)، وأبو زاهرة (2023)، والعماري والكاسي (2023)؛ إلى أهمية استخدام المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء بعد إثبات فاعليتها في تنمية التحصيل المعرفي، والأداء المهاري لدى الطلاب، بالإضافة إلى دورها في معالجة عيوب المعامل المدرسية.

كما أوصت بعض المؤتمرات العلمية، كالمؤتمر الدولي الثالث لمستقبل التعليم الرقمي في الوطن العربي (2022)، والمؤتمر الدولي للواقع الافتراضي في التعليم (ICVR-E)، إلى أهمية دمج تقنيات الواقع الافتراضي في المناهج الدراسية والتطبيقات التعليمية. وبناءً على ما سبق تبلّورت مشكلة البحث، وتحددت في السؤالين الآتيين:

1. ما درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة وفق تقديرات معلمي الكيمياء؟
2. هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند المستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين المتوسطات الحسابية لدرجات توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية وفق تقديرات معلمي الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة تُعزى لمتغيرات (المؤهل العلمي - سنوات الخبرة - الدورات التدريبية)؟

أهداف البحث.

هدَف البحث إلى معرفة درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة وفق تقديرات معلمي الكيمياء. والكشف عن الفروق ذات الدلالة الإحصائية تُعزى لمتغيرات (المؤهل العلمي - سنوات الخبرة - الدورات التدريبية).

أهمية البحث.

تنبع أهمية البحث من فاعلية المعامل الافتراضية وتأثيرها على العملية التعليمية، وعليه يمكن أن يُسهم البحث في:

1. تسليط الضوء على أهمية المعامل الافتراضية في تعزيز قدرات المتعلمين الاستكشافية، والتغلب على مشكلات المعامل الواقعية.
2. توجيه أنظار القائمين على العملية التعليمية إلى تطبيق تقنية المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء بمرحلة التعليم الثانوي.
3. المساعدة في إثراء الأبحاث والدراسات التي تتناول تطوير طرائق تدريس الكيمياء بما يواكب التطوّرات التكنولوجية.
4. وضع خطط لبرامج تأهيل وتدريب المعلمين على استخدام التقنيات الحديثة.
5. توضيح أهمية التطبيق العملي لطلاب مرحلة التعليم الثانوي؛ باعتبارها المرحلة التي تمهّد للدراسة الجامعية.

حدود البحث.

تحدَّد البحث من خلال ما يأتي:

- **الحدود المكانية:** جميع مدارس التعليم الثانوي بمدينة مصراتة.
- **الحدود الزمانية**: أُجرى البحث خلال الفصل الثاني من العام الدراسي 2023م / 2024م.
- **الحدود الموضوعية**: تحددت الحدود الموضوعية للبحث في: التعرف على درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة.
- **الحدود البشرية:** جميع معلمي الكيمياء بمرحلة التعليم الثانوي في مدينة مصراتة.

مصطلحات البحث ومفاهيمه:

المعامل الافتراضية: عرّفها wood field,& et al (2005, p11) بأنها " بيئة منفتحة يتم من خلالها محاكاة مختبرات العلوم الحقيقية، والقيام بربط الجانب العملي مع الجانب النظري، ويتم من خلالها تدريس مهارات التفكير، ويكون لدى الطلبة مطلق الحرية في اتخاذ القرارات بأنفسهم دون أن يكون لذلك أي آثار سلبية ".

أما علي (2011، ص 182) فقد عرّفها بأنَّها " معامل مبرمجة تحاكي المعامل الحقيقية، وتمكّن المتعلم من إجراء تجارب معملية عن بعد، كما أنها تُسهم بدرجة كبيرة في تعميق فهم الأفكار الصعبة، ويمكن من خلالها إجراء التجارب لأي عدد ممكن من المرات، كما تُساعد على سد العجز في الأجهزة المعملية ".

ويعرفها الباحثان إجرائياً بأنَّها: برمجية حاسوبية تحاكي المعامل الحقيقية، وتساعد الطلاب بمدارس التعليم الثانوي على اكتساب المفاهيم الكيميائية، وإجراء تجارب الكيمياء المعملية بشكل افتراضي في بيئة آمنة، إما باستخدام مواقع معينة على شبكة الإنترنت، أو من خلال تطبيقات مثبتة على أجهزة الحاسوب

التعليم الثانوي: "هو المرحلة التعليمية الأخيرة قبل الانتقال إلى التعليم العالي أو سوق العمل، وتستهدف الطلاب الذين تتراوح أعمارهم من (15-18) سنة، وتهدف هذه المرحلة إلى إعداد الطلاب لتحقيق التفوق الأكاديمي والمهني". (وزارة التربية والتعليم بدولة ليبيا n .d).

ويعرّفه الباحثان إجرائياً بأنه: مرحلة دراسية بدولة ليبيا؛ يلتحق بها الطالب بعد إنهاء مرحلة التعليم الأساسي، ومدتها ثلاث سنوات، الأولى منها دراسة عامة، وفي السنة الثانية يختار الطالب التخصص العلمي، أو التخصص الأدبي، وباجتيازها يصبح مؤهلاً للالتحاق بإحدى مؤسسات التعليم العالي.

الدراسات السابقة.

- **دراسة هزاع (2020):** هدفت إلى التعرّف على فاعلية استخدام المعامل الافتراضية في التحصيل الدراسي لدى طلاب المرحلة الثانوية في مقرر الكيمياء بمحافظة جدة بالمملكة العربية السعودية، واعتمدت الدراسة على المنهجين: المنهج الوصفي، والمنهج شبه التجريبي، وتوصّلت للنتائج التالية: توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي لمقرر الكيمياء لصالح المجموعة التجريبية.
- **دراسة الموال (2021):** وهدفت إلى توضيح مدى تأثير المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء في جميع المراحل التدريسية داخل المؤسسات التعليمية والجامعات الليبية على التحصيل الأكاديمي للطلاب، اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي للدراسات والأدبيات السابقة وخرجت بتوصيات أبرزها الاهتمام بتوفير المعامل الافتراضية وبرمجياتها القائمة على المحاكاة لجميع المدارس المتوسطة والجامعات من قبل وزارة التعليم في ليبيا.
- **دراسة الشهراني (2022):** وهدفت الدراسة الى معرفة أثر برنامج مقترح قائم على تطبيقات المعامل الافتراضية في تنمية المهارات المختبرية للكيمياء لدى طالبات الصف الثاني ثانوي، واستخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي، وأسفرت النتائج عن: وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات التجريبية والضابطة في الجانبين المعرفي والأدائي للمهارات المختبرية لمادة الكيمياء لصالح طالبات المجموعة التجريبية.
- **دراسة أبو زاهرة (2023):** هدفت الدراسة إلى التعرّف على أثر استخدام المختبرات الافتراضية في تدريس الكيمياء على اكتساب المفاهيم العلمية لدى طالبات المرحلة الثانوية بمدينة جدة. واستخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي، وتوصّلت الدراسة إلى النتائج التالية: وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في اختبار المفاهيم العلمية في مادة الكيمياء لصالح المجموعة التجريبية.
- **دراسة الحارثي (2023):** وهدفت الدراسة إلى التعرّف على مدى استخدام تقنية المعامل الافتراضية في تدريس مقرر الكيمياء بالمرحلة الثانوية في بيئة التعليم المدمج من وجهة نظر المعلمات. وقد استخدمت الباحثة المنهج الوصفي المسحي، وقد أسفرت الدراسة عن مجموعة من النتائج أهمها: درجة استخدام تقنية المعامل الافتراضية في تدريس مقرر الكيمياء بالمرحلة الثانوية في بيئة التعليم المدمج جاءت بدرجة (كبيرة). ومعوقات استخدام تقنية المعامل الافتراضية في تدريس مقرر الكيمياء بالمرحلة الثانوية في بيئة التعليم المدمج جاءت بدرجة (كبيرة).
- **دراسة العماري والكاسي (2023):** وهدفت الدراسة إلى تقصي واقع استخدام المختبرات الافتراضية كروكودايل في تدريس التجارب العملية في الكيمياء من وجهة نظر المعلمين، ولإجراء الدراسة فقد استخدم الباحثان المنهج الوصفي المسحي، وأظهرت النتائج ما يلي: اتفاق أفراد عينة البحث على أنَّ المختبرات الافتراضية تساعد على تدريس التجارب العملية بفاعلية وتنفيذها وتقويم المهارات العملية. واتفاقهم كذلك، على المعوقات التي تحد من استخدام المختبرات الافتراضية بفعالية التي كان من أبرزها، قلة عدد أجهزة الحاسوب اللازمة لاستخدام هذه المختبرات، وضعف الدعم الفني المُرافق لاستخدام هذه المختبرات.

التعقيب على الدراسات السابقة:

شكّلت الدراسات السابقة قاعدة بيانات مهمة للباحثين في وضع المخطط التنظيمي للبحث كما ساعدتهما في تحديد متطلبات توظيف المعامل الافتراضية بمدارس التعليم الثانوي، وبناء أداة البحث على الرغم من اختلاف البحث الحالي عن هذه الدراسات في الأهداف، ومجتمع البحث والإجراءات الميدانية، ويمكن تحديد أوجه الاستفادة من هذه الدراسات كما يلي:

- وظّف الباحثان توصيات ومقترحات الدراسات السابقة في دعم مشكلة البحث، ومن أهمها الدراسة المحلية الموال (2021)، التي أوصت بضرورة الاهتمام باستخدام المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء لجميع المدارس المتوسطة، والجامعات الليبية.
- تمَّ الاستئناس بالدراسات السابقة ذات العلاقة بموضوع البحث في تصميم الاستبانة وإتباع الأساليب الإحصائية المناسبة لطبيعة البحث.
- شكلت الدراسات السابقة دليلاً لبعض المصادر والمراجع العلمية من خلال الرجوع إلى قوائمها والاستعانة بها.

الإطار النظري:

مفهوم المعامل الافتراضية.

من خلال الاطلاع على الأدبيات المتعلقة بالمعامل الافتراضية، فإن هناك أكثر من تعريف لها ولكن إن اختلفت هذه التعريفات في صياغتها إلا أنها تتفق في المضمون، فهي تعتمد على تكنولوجيا الواقع الافتراضي، حيث عرّفها كل من Jackson & Rudaitis (2020) بأنها: بيئات تعلم تتيح للطلبة إجراء التجارب والممارسات عن بعد من خلال منصة عبر الإنترنت، وتوفر هذه البيئات تجربة تعليمية عملية وواقعية في بيئة آمنة وخاضعة للرقابة، دون الحاجة إلى التواجد فعلياً في مختبر مادي.

أما الموال (2021، ص169) فعرّفتها بأنها: "محاكاة حاسوبية تمكّن من تنفيذ الوظائف الأساسية للتجارب المعملية، والتي تحاول تمثيل تجارب المعمل الحقيقي بأقرب ما يكون على الحاسوب".

وعرّف كلٌّ من العماري والكاسي (2023، ص239) المعامل الافتراضية بأنَّها: "مختبرات حاسوبية افتراضية تستخدم برمجيات متخصصة تحقق تفاعل المستخدم، وانغماسه فيها من خلال محاكاة المختبرات التقليدية في إجراء التجارب العملية، واستخلاص النتائج رقمياً، وتقديم العروض، والشروحات ثلاثية الأبعاد لتلك النتائج".

ويلخص الباحثان مفهوم المعامل الافتراضية بأنَّها: إحدى بيئات التعليم الافتراضي المعتمدة على برامج حاسوبية لإجراء التجارب في مجالات مختلفة، باستخدام تقنيات الواقع الافتراضي (Virtual Reality- VR)، أو الواقع المعزز (Augmented Reality - AR)، حيث تسمح للمستخدمين بالوصول إلى معلومات، وموارد تعليمية عالية الجودة وتفاعلية في بيئة افتراضية آمنة تحاكي البيئة الواقعية في المعامل الحقيقية، وبأقل التكاليف.

أهداف المعامل الافتراضية.

تتعدد الأهداف لاستخدام المعامل الافتراضية في تدريس العلوم بصفة عامة، والكيمياء بصفة خاصة، ومن أهم تلك الأهداف ما يلي:

بالنسبة للمعلم:

1. التدريب على كيفية توظيف التعليم الإلكتروني في عملية التعلم.
2. التدريب على استخدام البرمجيات التعليمية وكيفية توظيفها.
3. التدريب على أسلوب حل المشكلات.
4. التدريب على كيفية تبسيط المعلومات وتقديمها بطريقة مثيرة ومشوقة.
5. التدريب على ترجمة المفاهيم العلمية إلى واقع يدركه المتعلم. (الشهري، 2009، ص88).

بالنسبة للطالب:

1. الارتقاء بالطلاب ومساعدتهم على التعامل مع البرمجيات التعليمية.
2. إبعاد الملل الذي يورثه النمط الواحد من التعليم.
3. جعل عملية التعلم أكثر متعة وإثارة للطلاب.
4. تنمية القدرات العقلية للطلاب المتفوقين، وغير المتفوقين دراسياً.

5. مساعدة الطلاب ضعاف التحصيل على معالجة نقاط الضعف. (البلطان، 2013، ص45).

مما سبق خلص الباحثان إلى أنَّ توظيف المعامل الافتراضية بالعملية التعليمية؛ يهدف إلى تدريب المعلمين على كيفية استخدام التعليم الإلكتروني وأنماطه المتنوعة في تدريسهم، وكذلك تدريبهم على تنفيذ استراتيجيات التعلم النشط من خلاله؛ مما يجعل عملية التعلم أكثر متعة وإثارة، كما يهدف إلى رفع مستوى تعامل الطلاب مع البرمجيات الافتراضية؛ مما يساعد على تنمية التفكير العلمي لديهم، وهذه الأهداف تعطي للمعامل الافتراضية مميزات تزيد من الإقبال على استخدامها.

الفرق بين المعامل الافتراضية والمعامل الحقيقية.

أشارت بعض الدراسات إلى وجود فروق بين خصائص التعلم في المعامل الافتراضية مقارنة بالمعامل الحقيقية مثل دراسة بغدادي (2014، ص523)، ودراسة حسين وعادي (2019، ص509)، والجدول الآتي يوضح تلك الفروق:

جدول (1) يوضح الفرق بين المعامل الافتراضية والمعامل الحقيقية

ر	المعامل الافتراضية	المعامل الحقيقية
1	بيئة تعليمية مفتوحة ومرنة.	بيئة تعليمية مغلقة.
2	هذا النوع من التعلم يعتمد على مصادر متنوعة ويعتمد أيضاً على الوسائط المتعددة الحاسوبية.	المقرر الدراسي والمعلم هما المصدر الرئيسي للمعرفة.
3	تمتاز بتحقيق التكامل بين الجانب النظري والجانب التطبيقي خاصة في المواقف التخيلية (الافتراضية) التي تحاكي الواقع إلى حد كبير.	الفصل بين الجانب النظري والجانب التطبيقي وكذلك الفصل بين الواقع والخيال.
4	أسلوب تعلم ذاتي مستمر.	تعليم رسمي نمطي.
5	التدريس لمجموعات كبيرة.	التدريس من خلال مجموعات صغيرة.
6	أساليب تعلم وتعليم متنوعة في التدريس واستخدام تقنيات التعليم المطورة تبعاً لآخر المستجدات.	أسلوب التعليم النمطي المعتمد على تطبيق خطوات التجارب وكتابة النتائج.
7	المشاركة الإيجابية والفعالة بين المعلم والطلبة	المعلم إيجابي والطالب سلبي في أغلب الأحيان.
8	استمرار عملية التعلم داخل المؤسسة وخارجها فالمعامل ليست مقيدة بحدود الزمان والمكان.	تستخدم في التعليم الرسمي بالمراحل والسنوات المرتبطة بحدود الزمان والمكان.

أهمية المعامل الافتراضية في تدريس مقررات الكيمياء.

تعد المعامل الافتراضية امتداداً للمحاكاة الإلكترونية، ومن خلالها يتم الحصول على نتائج تشبه نتائج المعمل الحقيقي الواقعي. فقد أشارت دراسة حجازي (2011، ص441) إلى أهمية المعامل الافتراضية كما يلي:

- تعوض النقص في المواد والأجهزة المعملية الحقيقية لعدم توفر التمويل الكافي.
- إمكانية إجراء التجارب المعملية التي يصعب تنفيذها في المعامل الحقيقية بسبب خطورتها على المتعلم مثل تجارب الطاقة النووية.
- إمكانية تغطية كل أفكار المقرر الدراسي بتجارب عملية تفاعلية.
- التزامن بين عملية شرح الأفكار النظرية والتطبيق العملي.
- إتاحة التجارب المعملية للمتعلمين في كل الأوقات ومن أي مكان.
- إمكانية إجراء التجربة عدد من المرات.
- دعم الاقتصاديات الضعيفة بتوفير المواد المستهلكة مثل الكيمياويات.

أنواع المعامل الافتراضية.

يتوفر في بيئة التعلم الافتراضي نوعان من المعامل الافتراضية ذكرها الباوي (2016) فيما يلي:

1- **معامل المحاكاة**: وهي عبارة عن معامل افتراضية تحاكي المعامل الحقيقية؛ حيث يتم إجراء التجارب في بيئة افتراضية عن طريق استخدام تقنية الواقع الافتراضي.
2- **المعامل الحقيقية المستخدمة عن بعد**: حيث تمكّن الطلاب من الاتصال بالمعمل الحقيقي من المنزل، باستخدام التحكم ونظم التواجد الافتراضي عن بعد؛ لتنفيذ التجربة.

كِلا النوعين السابقين يزودان الطلاب، والمعلم بوسائل التعاون، وتمكنهما من التغلب على عقبات التواصل البيئية والجغرافية.

وصنَّف Robinson (2004) المعامل الافتراضية إلى فئتين رئيستين هما:

- **معامل افتراضية تعتمد على كيفية اكتساب المعرفة:** وهي عبارة عن مجموعة حقائق محددة يقوم بإدراجها المبرمج داخل المعمل الافتراضي.
- **معامل افتراضية تعتمد على قاعدة المعارف**: وهي عبارة عن نموذج بعيد المدى، من الناحية النظرية مما يتيح مجموعة تجارب أشمل بكثير من التجارب التي يريدون القيام بها.

وأشارت دراسة البحري (2024، ص3) إلى أنواع أخرى من المعامل الافتراضية؛ تختلف درجات الاندماج فيها بناءً إلى التقنية المُصَمَّمة على أساسها إلى:

- **المعامل الغامرة:** وفيها يندمج الطالب ذهنياً، ويستخدم القفازات لتحريك ولمس الأدوات والتفاعل معها، وتستخدم تقنية (3D-4D-5D)، والأدوات المستخدمة هي، الحاسوب ونظارات الواقع الافتراضي.
- **المعامل شبه غامرة:** يندمج الطالب فيها دون التفاعل معها، وتستخدم تقنية (2D-3D)، أما الأدوات المستخدمة فهي، الحاسوب والفأرة، ونظارات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد.
- **المعامل غير غامرة:** لا يندمج الطالب فيها ذهنياً، ويتفاعل فقط من خلال الحاسوب صوتاً وصورة، وتستخدم تقنية (1D-2D)، والأدوات المستخدمة هي الحاسوب والفأرة.

مما سبق يمكن القول أنَّ أنواع المعامل الافتراضية اختلفت حسب الهدف والأسلوب والتجارب التي تجرى من خلالها ونوع التقنية المستخدمة ودرجة اندماج الطالب معها وهذا يتيح اختيارات متعددة أمام المعلم بتوظيف النوع الذي يتناسب مع المواقف التعليمية المختلفة وحسب الإمكانيات المتاحة.

المقومات اللازمة لاستخدام المعامل الافتراضية.

أشار السيالي (2014)، إلى مجموعة من المقومات اللازمة للمعلم والطلاب، عند استخدام المعامل الافتراضية، يمكن توضيحها فيما يلي:

أ- المعلم: لابد أن يكون قادراً على:
- تشغيل واستخدام أجهزة الحاسب الآلي.
- تعليم الطلبة المبادئ الحاسوبية.
- استخدام الحاسوب في جمع المعلومات ومعالجتها وعرضها.
- استخدام الوسائل المتعددة والفائقة لدعم عمليات التعلم.
- معرفة المصادر التي تجعله مرتبطاً بالتطبيقات، والتكنولوجيا الحديثة في التعلم.
- استخدام الوسائل والسبل التي تضمن الإنتاجية، والتطور المهني.
- تصميم أنشطة الطلبة إلكترونياً.

ب- الطلاب: لابدَّ أن يتوفّر لديهم طموح في التعلم والتميّز، والتفكير باستقلالية كاملة، وأن يكونوا قادرين على:
- التعامل مع تعقيدات المستقبل القائم على التعليم الإلكتروني؛ الذي يحتم على الطالب أن يكون مفكراً مستقلاً، وقائداً منتجاً.
- الوصول إلى المعلومات بأنفسهم.
- التعامل مع المواقف التعليمية المختلفة من حيث: التخطيط، المتابعة، التوجيه، والتقويم.
- التصوّر والتخيّل والاتصال والتفاعل مع المجتمع.

مكونات المعامل الافتراضية.

بعد الاطّلاع على الدراسات السابقة، والبحوث التي تناولت المعامل الافتراضية (القرشي، 2013، ص37؛ والشهري، 2018، ص45؛ الجبري، 2022، ص50)، تمَّ تحديد مكونات المعامل الافتراضية فيما يأتي:

1- **المكونات المادية وتتمثل في:**

- **الأجهزة والمعدات المعملية**: وتتمثل في ربط أجهزة متخصصة تقوم باستلام البيانات والأوامر، حسب متطلبات التجربة.
- **أجهزة الحاسبات الآلية**: وهي أجهزة حاسوب شخصية مرتبطة بالشبكة المحلية أو مرتبطة بالشبكة العالمية؛ كي يستطيع من خلالها الطلبة التعامل مباشرة مع المعامل.
- **شبكة الاتصالات والأجهزة الخاصة بها**: بما أن ربط جميع المستفيدين مع المعمل في حالة إجراء التجارب عن بعد يكون عن طريق التراسل الرقمي، فيجب أن تربط جميع الأجهزة مع شبكة الحاسوب، وأن تكون خطوط الاتصال هذه مأمونة وذات اعتمادية عالية

2- **المكونات البرمجية وتتمثل بالآتي:**

- **البرامج الخاصة بالمعمل الافتراضي:** وتتمثل في برامج المحاكاة، والمصممة من قبل متخصصين في هذا المجال، حيث تصمم تلك البرامج بالاستعانة بتقنيات التحريك والصورة والصوت والرسوم ثلاثية الأبعاد.
- **برامج المشاركة والإدارة:** وهي التي تتعلق بكيفية إدارة المعمل والعاملين على أداء التجارب من معلمين وطلاب، حيث تقوم هذه البرامج بتسجيل الطلاب في البرنامج العملي، وتحديد أنواع حقوق الوصـول الواجب توافرها لكل مستخدم للعمل في التجارب المختلفة.
- برامج عرض وتشغيل البرامج التعليمية.
- توفر قواعد بيانات كما يحدث في برامج المحاكاة.
- روابط لمواقع على شبكة الإنترنت، وكذلك مواقع المؤسسة التعليمية التي تشرف على المعمل.

وأشارت دراسة طاهر ومحمد (2019، ص843) إن تصميم معامل افتراضية يتطلب توفر عدد من العناصر الأساسية، ومن أهم وأبرز هذه العناصر: الحاسب الآلي - شبكة الإنترنت - برامج خاصة لتفعيل المعمل الافتراضي - برامج للتواصل - أجهزة معملية خاصة تبعاً لأنواع التجارب.

متطلبات استخدام المعامل الافتراضية.

حيث تتطلب المعامل الافتراضية مجموعة من المنظومات المركزية هي:

1. شبكة من المعامل تتراوح ما بين معامل بسيطة، إلى مراكز ومرافق بحثية متطورة.
2. شبكة من المزودات (Servers) المجهزة بالبرمجيات اللازمة لتمثيل التجارب المختلفة.
3. قواعد البيانات الخاصة بها والتي يمكن الوصول إليها عن بعد.
4. شبكة تسمح للطلاب والمعلمين الذين لهم صلاحية الوصول إلى هذه المعامل، والارتباط بها في مجاميع، ويكونوا مجهزين بالبرامج الخاصة التي تمكنهم من استخدام هذه المعامل.
5. توفر تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ITC) شبكات الحاسوب الآمنة ذات السعة الكبيرة والاعتمادية العالية، لتنوع أدوات الاتصال وأهمية معرفة تفاصيلها وتقسيماتها في عمل المعامل الافتراضية. (الحازمي، 2016).

خلص الباحثان إلى أنَّ المعامل الافتراضية تمكّن المعلمين والطلاب من إجراء التجارب في بيئة آمنة، والمحاكاة تتم دون الحاجة إلى موارد تجريبية حقيقية، وبتكاليف أقل؛ وذلك باستخدام التكنولوجيا الحاسوبية التي أصبحت جزء كبير وعنصر مهم في حياتنا، كما أنها تعتبر البديل الأمثل لتعثر المعامل المدرسية التي يصعب تجهيزها بكل المواد، والأجهزة اللازمة لإجراء التجارب العملية؛ ولذلك توجد العديد من النماذج والتجارب العالمية الناجحة في تطبيق تقنية المعامل الافتراضية، والتي يتم تحسينها وتطويرها باستمرار بما يتناسب مع بيئات التعليم المختلفة، وليتم توظيف المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي؛ لابد من توفر المتطلبات الأساسية لاستخدامها وهي:

متطلبات تتعلق بالبيئة التعليمية - متطلبات تتعلق بالمعلم - متطلبات تتعلق بالمتعلمين - متطلبات تتعلق بالمقررات الدراسية - متطلبات تتعلق بالبرمجيات الافتراضية.

منهج البحث وإجراءاته.

لتحقيق أهداف البحث يعرض الباحثان وصفاً للمنهج المستخدم، ومجتمع البحث، وكذلك أداة البحث وخطوات بنائها، والأساليب الإحصائية المتبعة في معالجة البيانات كما يلي:

منهج البحث.

اعتمد الباحثان على المنهج الوصفي بأسلوبيه (المسحي/ التحليلي)، كمنهج يتناسب مع طبيعة هذا البحث، والذي يعرّفه درويش (2018، ص118) بأنَّه: من المناهج الرئيسية التي يُعتمد عليه في دراسة الواقع أو الظاهرة، كما توجد في الميدان ويهتم بوصفها وصفاً دقيقاً، ويعبر عنها تعبيراً كيفياً أو كمياً يوضّح مقدار هذه الظاهرة، ودرجات ارتباطها مع الظواهر المختلفة الأخرى.

مجتمع البحث وعينته.

تمثّل مجتمع البحث في جميع معلمي مادة الكيمياء بمرحلة التعليم الثانوي في مدينة مصراتة، والبالغ عددهم (177) معلماً ومعلمة حسب إحصائية مصلحة التفتيش والتوجيه التربوي فرع مصراتة للعام الدراسي 2023م/2024م، موزعين وفق البيانات الأولية كما يلي:

- **توزيع معلمي الكيمياء وفقاً لمتغير المؤهل العلمي:**

جدول (2) يوضّح توزيع معلمي الكيمياء وفقاً لمتغير المؤهل العلمي

المؤهل العلمي	التكرار	النسبة المئوية
بكالوريوس تربية	45	% 25.4
بكالوريوس	120	% 67.8
ماجستير	12	% 6.8

يتضح من الجدول السابق بأنَّ النسبة الأعلى كانت للمؤهل العلمي (بكالوريوس)، وهم من خريجي كليات العلوم والصيدلة والهندسة، حيث بلغت (67.8%)، وتليها نسبة المؤهل التربوي (بكالوريوس تربية) التي بلغت (25.4%) وهم من خريجي كلية التربية، بينما كانت النسبة الأقل للمؤهل العلمي الماجستير بنسبة (6.8%).

توزيع معلمي الكيمياء وفقاً لمتغير سنوات الخبرة:

جدول (3) يوضح توزيع معلمي الكيمياء وفقاً لمتغير سنوات الخبرة

سنوات الخبرة	التكرار	النسبة المئوية
أقل من 5سنوات	27	%15.3
من 5إلى 10سنوات	25	%14.1
أكثر من 10سنوات	125	%70.6

يتضح من الجدول السابق بأن النسبة الأعلى لمعلمي سنوات الخبرة (أكثر من 10 سنوات)، حيث بلغت (70.6%)، وتليها النسبة (15.3%) لمعلمي سنوات الخبرة (أقل من 5سنوات)، وكانت النسبة الأقل (14.1%) لمعلمي سنوات الخبرة (من 5 إلى 10 سنوات).

- **توزيع معلمي الكيمياء وفقاً لمتغير الدورات التدريبية في مجال استخدام المعامل الافتراضية:**

جدول (4) يوضح توزيع معلمي الكيمياء وفقاً لمتغير الدورات التدريبية

الدورات التدريبية	التكرار	النسبة المئوية
حاصل على دورات تدريبية	49	%27.7
غير حاصل على دورات تدريبية	128	%72.3
المجموع	177	%100

يتضح من الجدول السابق، بأنَّ نسبة المعلمين المتحصلين على دورات تدريبية في مجال استخدام المعامل الافتراضية تصل إلى (27.7%)، بينما النسبة الأعلى (72.3%) للمعلمين الذين لم يتحصّلوا على دورات تدريبية.

أداة البحث.

استخدم الباحثان الاستبانة كأداة لجمع المعلومات المطلوبة من مجتمع البحث حيث تكوّنت في صورتها الأولية من قسمين رئيسيين يتضمن القسم الأول البيانات والمعلومات الشخصية للمفحوصين، في حين يتضمن القسم الثاني (37) فقرة موزعة على خمسة محاور هي:

1- المحور الأول: متطلبات تتعلق بالبيئة التعليمية (7) فقرات.
2- المحور الثاني: متطلبات تتعلق بالمعلم (9) فقرات.
3- المحور الثالث: متطلبات تتعلق بالمتعلمين (6) فقرات.
4- المحور الرابع: متطلبات تتعلق بمحتوى المقررات الدراسية (6) فقرات.
5- المحور الخامس: متطلبات تتعلق بالبرمجيات الافتراضية (9) فقرات.

صدق وثبات أداة البحث.

1. **صدق أداة البحث**: الصدق يعني أنَّ الاستبانة تقيس فعلاً ما صممت لقياسه، ولا تقيس ظاهرة أو سمة أخرى، ولقياس صدق الاستبانة اتبع الباحثان الإجراءات الآتية:

ب. **الصدق الظاهري**.

وهو الصدق المعتمد على آراء المحكّمين، حيث قام الباحثان بعرض الاستبانة في صورتها الأولية على المحكّمين وذلك لإبداء الرأي حول مدى صلاحية الفقرات وشمولها، ومناسبة ارتباط كلٍ منها بالمحور الذي تنتمي إليه، وتقييم مستوى الصياغة اللُغوية مع إمكانية حذف، أو تعديل، ما يرونه مناسباً. وعلى ضوء آراء المحكّمين؛ تمَّ الإبقاء على الفقرات المتفق عليها، وإجراء التعديلات على البعض الآخر وتمَّ التوصل إلى الصورة النهائية للاستبانة، حيث تكونت من (38) فقرة.

ب- صدق الاتساق الداخلي.

قام الباحثان بحساب معامل ارتباط كل فقرة مع الدرجة الكلية للمحور الذي تنتمي إليه، وكذلك تمَّ حساب معامل ارتباط كل محور مع الدرجة الكلية للاستبانة وذلك باستخدام معامل ارتباط بيرسون وكانت القيم دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$)، مما يشير إلى صدق الاتساق الداخلي.

ثبات الاستبانة.

الثبات يعني الاستقرار في نتائج الاستبانة، وعدم تغيرها بشكل كبير فيما لو تمت إعادة توزيعها على أفراد العينة عدة مرات خلال فترات زمنية معينة، مما يقلل من تأثير عوامل الصدفة، أو العشوائية على نتائج الاستبانة. ولتقدير ثبات الاستبانة قام الباحثان بحساب معاملات الثبات (ألفا كرونباخ) للمحاور، والاستبانة ككل وكانت معاملات الثبات على النحو الآتي:

جدول (5) يوضح معاملات الثبات (ألفا كرونباخ) للمحاور والاستبانة ككل

م	المحاور	عدد الفقرات	معامل الثبات ألفا كرونباخ
1	متطلبات تتعلق بالبيئة التعليمية	7	0.903
2	متطلبات تتعلق بالمعلم	11	0.854
3	متطلبات تتعلق بالمتعلمين	5	0.864
4	متطلبات تتعلق بالمقررات الدراسية	6	0.875
5	متطلبات تتعلق بالبرمجيات الافتراضية	9	600.9
	الاستبانة ككل	38	0.928

يتبين من نتائج الجدول السابق وفق معادلة ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) للثبات على مستوى المحاور والاستبانة ككل، أن قيمة معاملات الثبات عالية فقد بلغت قيمة معامل الثبات للاستبانة (0.928)، وهو ما يعني أن الاستبانة تتمتع بثبات عالي. وبناءً على نتائج صدق وثبات الاستبانة؛ فقد تم اعتماد جميع فقراتها ومحاورها دون حذف أو إلغاء لأي فقرة أو محور في صورتها المحددة للتطبيق بعد التحكيم.

التطبيق النهائي للأداة: بعد التأكد من تحقق شروط بناء أداة البحث (الاستبانة) من حيث الصدق، والثبات تمَّ الشروع في تطبيقها وتوزيعها على مجتمع البحث والبالغ عددهم (177) معلم ومعلمة كيمياء بمدارس التعليم الثانوي واستمر التطبيق لمدة شهر.

معيار الحكم على استجابات أفراد مجتمع البحث.

استخدم الباحثان مقياس (ليكرت) الخماسي: (كبيرة جداً - كبيرة – متوسطة – قليلة - قليلة جداً)، وتم تحديد طول الفئات للمتوسطات، لإعطاء التقديرات اللفظية المقابلة لكل متوسط كما في الجدول الآتي:

جدول (6) يوضح محك الحكم على درجة التوفّر حسب المتوسطات الحسابية

المدى	التقدير	القيمة المقابلة	الوزن النسبي
من (1) إلى (1.80)	قليلة جداً	1	20% إلى أقل من 36%
من (1.81) إلى (2.60)	قليلة	2	36% إلى أقل من 52%
من (2.61) إلى (3.40)	متوسطة	3	52% إلى أقل من 68%
من (3.41) إلى (4.20)	كبيرة	4	68% إلى أقل من 84%
من (4.21) إلى (5)	كبيرة جداً	5	84% إلى 100%

الأساليب الإحصائية المستخدمة.

تم استخدام برنامج الحزم الإحصائية SPSS)) لمعالجة البيانات والحصول على النتائج الإحصائية المطلوبة وفيما يلي أهم الأساليب الإحصائية المستخدمة:

- التكرارات والنسب المئوية (Frequencies & Percentages
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson) ومعامل ألفا كرونباخ (Cronbach's, Alpha)
- المتوسط الحسابي (Mean)، والانحراف المعياري (Standard Deviation)
- اختبار ت (T-Test) واختبار التباين الأحادي (ANOVA)

➢ **نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها.**

حيث يتم عرض النتائج الميدانية التي أسفر عنها البحث، وتفسيرها ومناقشتها بعد تحليلها؛ وذلك بهدف الإجابة عن الأسئلة المتعلّقة بدرجة توفّر متطلبات استخدام المعامل الافتراضية بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة، ومعرفة ما إذا كانت هناك فروق ذات دلالة إحصائية في استجابة معلمي الكيمياء وفق البيانات الأولية (المؤهل العلمي – سنوات الخبرة – الدورات التدريبية).

- **عرض نتائج السؤال الأول للبحث وتفسيرها ومناقشتها.**

ينص السؤال الأول على: **ما درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة وفق تقديرات معلمي الكيمياء؟**

وللإجابة عن هذا السؤال، تمَّ حساب تقديرات معلمي مادة الكيمياء لدرجة توفّر المتطلبات من خلال حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية لدرجة التوفّر، وذلك على مستوى المحاور والفقرات على النحو الآتي:

- النتائج الكلية لدرجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية على مستوى المحاور، وفق تقديرات المعلمين، كما يبينها الجدول الآتي:

جدول (7) يوضّح المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتقدير استجابات معلمي الكيمياء لدرجة التوفّر على مستوى المحاور

رقم المحور	المحاور	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة التوفّر	الرتبة
3	متطلبات تتعلق بالمتعلمين	3.81	0.73	كبيرة	1
2	متطلبات تتعلق بالمعلم	3.04	0.86	متوسطة	2
4	متطلبات المقررات الدراسية	2.69	0.79	متوسطة	3
5	متطلبات البرمجيات الافتراضية	2.23	0.91	قليلة	4
1	متطلبات البيئة التعليمية	2.06	0.79	قليلة	5
	الأداة ككل	2.69	0.58	متوسطة	ـــــ

يتضح من الجدول السابق، أنَّ المتوسط الحسابي لدرجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة، على مستوى الأداة ككل قد بلغ (2.69)، وبانحراف معياري (0.58)، وبدرجة توفّر (متوسطة). ويعزو الباحثان هذه النتيجة إلى أنَّ متطلبات توظيف المعامل الافتراضية ليست بالمستوى المطلوب، وقد يرجع سبب ذلك إلى عدم وجود خطة واضحة لتوظيف هذه التقنية في التعليم؛ لحداثة الموضوع ونقص اهتمام المسؤولين بذلك. وهذه النتيجة تتفق مع نتائج كل من: دراسة الشمراني (2020)، ودراسة الجبري (2022)، ودراسة كريري (2022)، ودراسة أبوعوة والعجمي (2023)، وتختلف عن نتائج كلٍ من: دراسة السيد (2022)، ودراسة الحارثي (2023)، ودراسة الحربي (2023)، التي أشارت إلى أنَّ درجة توفّر متطلبات استخدام المعامل الافتراضية (كبيرة).

وبتحليل نتائج محاور الأداة يتضح الآتي:

- جاء المحور الثالث (المتعلّق بالمتعلمين) في الرتبة الأولى على مستوى المحاور إذ حصل على أعلى متوسط حسابي بلغ (3.81)، وانحراف معياري بلغ (0.73)، وبدرجة توفّر (كبيرة). ويعزو الباحثان السبب في ذلك؛ قد يرجع إلى أنَّ لدى المتعلمين بالمرحلة الثانوية معارف ومهارات كافية تمكّنهم من استخدام المعامل الافتراضية لدراستهم مادة الحاسوب من المرحلة الابتدائية، ولكثرة استخدامهم تطبيقات الهواتف المحمولة، والدخول على شبكات الانترنت. وتختلف هذه النتيجة عن دراسة ثابت (2019)، التي أشارت إلى درجة توفّر (قليلة).
- بينما جاء المحور الأول (المتعلّق بالبيئة التعليمية) في الرتبة الخامسة والأخيرة، إذ حصل على أدنى متوسط حسابي علـى مستوى المحاور ككل فقد بلغ (2.06)، وانحراف معياري بلغ (0.79)، وبدرجة توفّر (قليلة). يعزو الباحثان السبب في ذلك قد يرجع إلى ضعف الميزانيات المخصصة لتجهيز مدارس التعليم الثانوي بالمتطلبات الأساسية لتوظيف المعامل الافتراضية؛ بسبب ضعف اهتمام المسؤولين بتوظيف التقنيات الحديثة في المؤسسات التعليمية. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة كل من: ثابت (2019)، الجبري (2022)، كريري (2022).
- فيما جاء المحور الثاني المتعلّق بالمعلم في الرتبة الثانية بمتوسط حسابي (3.04)، وانحراف معياري (0.86)، وبدرجة توفّر (متوسطة). وقد يرجع السبب في ذلك؛ إلى ضعف اهتمام القائمين على برامج إعداد المعلمين في الكليات بتوظيف تقنية المعامل الافتراضية، وكذلك ندرة الدورات التدريبية المتخصصة للمعلمين، ونقص الحوافز والتشجيع لمن يستخدم منهم هذه التقنية في التدريس، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة كل من الجبري (2022)، وكريري (2022)، كما أشارت دراسة السيف والعنزي (2020) إلى أن من معوقات استخدام المعامل الافتراضية ضعف برامج تدريب المعلمين.
- أما المحور الرابع المتعلّق بالمقررات الدراسية، فقد جاء في الرتبة الثالثة بمتوسط حسابي (2.69)، وانحراف معياري بلغ (0.79)، وبدرجة توفّر (متوسطة).
- كما جاء المحور الخامس المتعلّق بالبرمجيات الافتراضية، في الرتبة الرابعة بمتوسط حسابي بلغ (2.23)، وانحراف معياري بلغ (0.91)، وبدرجة توفّر (قليلة). يعزو الباحثان ذلك قد يرجع إلى حداثة هذه التقنية فلم يتم تضمين برمجياتها من قبل المسؤولين عن التعليم ضمن الخطة التعليمية والتجهيزات المدرسية، وتتفق هذه النتيجة مع ودراسة الجبري (2022)، ودراسة كريري (2022).

ولمزيد من التفاصيل، سيتم عرض نتائج فقرات كل محور من محاور الأداة، وفق تقدير معلمي مادة الكيمياء وذلك على النحو الآتي:

- **النتائج لدرجة التوفّر على مستوى فقرات كل محور من محاور الأداة.**
- **عرض نتائج فقرات المحور الأول: متطلبات تتعلق بالبيئة التعليمية.**

جدول (8) يوضّح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل فقرة من فقرات المحور الأول (متطلبات تتعلق بالبيئة التعليمية) وفق تقديرات المعلمين.

رقم الفقرة	الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة التوفّر	الرتبة
3	وجود توصيلات وشبكة كهرباء جيدة.	3.94	0.97	كبيرة	1
7	وجود إدارة مدرسية متعاونة لتيسير استخدام المعامل الافتراضية.	2.68	1.35	متوسطة	2
1	وجود أجهزة حاسوب مناسبة وبأعداد كافية.	1.91	0.96	قليلة	3
5	توفّر الدعم الفني المستمر لصيانة الأجهزة.	1.78	0.95	قليلة جداً	4
4	توفّر شبكة إنترنت آمنة وبسرعة مناسبة.	1.74	1.15	قليلة جداً	5
2	وجود قاعات مجهزة بالوسائل والمعدات اللازمة لاستخدام المعامل الافتراضية	1.72	0.98	قليلة جداً	6
6	توفّر مخصصات مالية لاستخدام المعامل الافتراضية.	1.61	0.80	قليلة جداً	7
المحور الأول ككل		2.06	0.79	قليلة	

ومن خلال الجدول السابق، وبتحليل نتائج فقرات المحور الأول لمتطلبات البيئة التعليمية يتضح الآتي:

- أن المتوسطات الحسابية لجميع فقرات المحور الأول، تراوحت ما بين (3.94 - 1.61)، وفق مقياس التدرج الخماسي، والمتوسط الحسابي العام لفقرات المحور الأول (2.06)، وبدرجة توفّر (قليلة). واتفقت هذه النتيجة مع دراسة الجبري (2022)، ودراسة كريري (2022)، واختلفت مع دراسة كل من: الشمراني (2020)، والحربي (2023)، التي أشارت كل منهما إلى درجة توفّر (كبيرة) لهذه المتطلبات، وفيما يلي عرض يوضح كل الفقرات:
- تحصلت الفقرة (3) على الرتبة الأولى بأعلى متوسط حسابي بلغ (3.94)، وانحراف معياري بلغ (0.97)، ودرجة توفّر (كبيرة). يعزو الباحثان ذلك، إلى أنَّ التوصيلات والشبكات الكهربائية، من التجهيزات الأساسية التي تحتاجها البيئة التعليمية؛ ما يعكس حرص المسؤولين على ضرورة توفيرها داخل المباني المدرسية، والتقيد بالمواصفات الجيدة للمؤسسات التعليمية.
- بينما تحصلت الفقرة (6) على الرتبة السابعة والأخيرة، بأدنى متوسط حسابي بلغ (1.61)، وانحراف معياري (0.80)، وبدرجة توفّر (قليلة جداً). يعزو الباحثان السبب إلى أنه لا توجد مخصصات مالية لمثل هذه المعامل في الوقت الحالي داخل المدارس، وقد يرجع ذلك لعدم وجود سياسة واضحة لتطوير العملية التعليمية من قبل السلطات العليا،

بإعطاء كامل الصلاحيات للإدارات الدنيا، ومنها إدارات المدارس بالإنفاق على توظيف التقنيات التعليمية الحديثة، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة الجبري (2022).

- فيما تحصلت الفقرة (7) على الرتبة الثانية، وبمتوسط حسابي بلغ (2.68)، وانحراف معياري (1.35)، وبدرجة توفّر (متوسطة). يعزو الباحثان سبب ذلك؛ قد يرجع إلى ضعف قناعة مدراء المدارس بأهمية المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء مما أدَّى إلى قلة توفير الدعم المادي، والتشجيع المعنوي للمعلمين المستخدمين لهذه التقنية وعدم تنظيم الحصص بالجداول المدرسية بما يتناسب مع استخدامها
- أما الفقرة (1) فتحصلت على الرتبة الثالثة، بمتوسط حسابي (1.91)، وانحراف معياري (0.96)، وبدرجة توفّر قليلة، وباقي الفقرات (5، 4، 2) تحصلت على متوسط حسابي تراوح بين (1.72- 1.78)، وبدرجة توفّر (قليلة جداً). يعزو الباحثان سبب ذلك قد يرجع إلى ضعف تجهيز المدارس من قبل المسؤولين عن التعليم إما لضعف قناعتهم بأهمية المعامل الافتراضية، أو بسبب الظروف التي تمر بها البلاد والتي قد تحول دون تمويل التعليم بالقدر الكافي لتوفير هذه المتطلبات.

- **عرض نتائج فقرات المحور الثاني: متطلبات تتعلق بالمعلم.**

جدول (9) يوضّح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل فقرة من فقرات المحور الثاني (متطلبات تتعلق بالمعلم) وفق تقديرات المعلمين

رقم الفقرة	الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة التوفّر	الرتبة
16	أستطيع إكساب الطلبة مهارات التعلم الذاتي.	3.32	1.00	متوسطة	1
17	أمتلك القدرة على تحفيز الطلبة لاستخدام المعامل الافتراضية داخل البيئة المدرسية وخارجها.	3.30	1.12	متوسطة	2
12	أمتلك القدرة على استخدام أجهزة الحاسوب.	3.29	1.26	متوسطة	3
18	أستطيع استخدام أساليب مناسبة لتقييم الطلبة عند استخدام المعامل الافتراضية.	3.28	1.15	متوسطة	4
8	أمتلك المعرفة بأهمية استخدام المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء.	3.25	1.27	متوسطة	5
10	يشجعني المفتش التربوي على استخدام المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء.	3.23	1.31	متوسطة	6
14	أستطيع إدارة الوقت بشكل جيد عند التدريس باستخدام المعامل الافتراضية.	3.20	1.21	متوسطة	7
11	أوظف التكنولوجيا في تدريس الكيمياء.	2.93	1.26	متوسطة	8
13	أتقن تنفيذ استراتيجيات التدريس المناسبة لاستخدام المعامل الافتراضية.	2.89	1.22	متوسطة	9
15	أمتلك الخبرة في تصميم الأنشطة الإلكترونية.	2.45	1.12	قليلة	10
9	توفّر دورات تدريبية تلبي احتياجاتي المعرفية والمهارية لاستخدام المعامل الافتراضية.	2.24	1.32	قليلة	11
المحور الثاني ككل		3.04	0.86	متوسطة	

من الجدول السابق، وبتحليل نتائج فقرات المحور الثاني للمتطلبات المتعلّقة بالمعلم يتضح الآتي:

- أن جميع المتطلبات اللازم توفّرها لدى المعلم، لاستخدام المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء، قد تراوحت متوسطاتها ما بين (3.32 - 2.24)، والمتوسط الحسابي العام لفقرات المحور الثاني (3.04)، وبدرجة توفّر (متوسطة).

يعزو الباحثان ذلك؛ إلى افتقار بعض المعلمين للكفايات التربوية والتكنولوجية اللازمة لتخطيط الدروس وتنفيذها باستخدام المعامل الافتراضية وهذا قد يرجع لوجود بعض القصور عند إعدادهم قبل الخدمة، بالإضافة إلى ندرة استهدافهم بدورات تدريبية تلبي احتياجاتهم في هذا المجال. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة كلٍ من: الجبري (2022)، والزهراني (2022)، وكريري (2022)، والمالكي (2022)، واختلفت هذه النتيجة مع دراسة المطيري (2017)، التي أشارت إلى درجة توفّر(كبيرة)، وفيما يلي توضيح لكل الفقرات:

- تحصلت الفقرة (16) على الرتبة الأولى، وبمتوسط حسابي بلغ (3.32)، وانحراف معياري بلغ (1.00)، ودرجة توفّر (متوسطة). يعزو الباحثان ذلك؛ قد يرجع إلى اعتماد المعلمين على التلقين في التدريس، بدلاً من استخدام استراتيجيات التعلم النشط التي تكسب المتعلمين مهارات التعلم الذاتي، وذلك إمَّا لضعف امتلاكهم للكفايات التربوية بسبب إعدادهم الأكاديمي خارج كلية التربية أو بسبب الأعباء المنوطة بالمعلم مثل: كثرة الحصص، والعدد الكبير للمتعلمين في الصف، ودسامة المقررات الدراسية، وضيق الوعاء الزمني.
- بينما تحصلت الفقرة (9) على الرتبة الأخيرة بأدنى متوسط حسابي بلغ (2.24)، وانحراف معياري بلغ (1.32)، وبدرجة توفّر (قليلة). يعزو الباحثان السبب في ذلك؛ قد يرجع لندرة تنظيم الدورات التدريبية التي تلبي الاحتياجات المعرفية والمهارية للمعلمين في توظيف تقنيات التعليم بصفة عامة، وفي مجال استخدام المعامل الافتراضية بصفة خاصة، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة القرني (2022)، ودراسة الحربي (2023)، وأشارت دراسة الشمراني (2020)، إلى درجة توفّر (متوسطة) لهذا المتطلب.
- وتحصلت الفقرات (17 - 12 - 18- 8 - 10 - 14 - 11 - 13) على متوسطات حسابية تراوحت ما بين (3.30 - 2.89)، وبدرجة توفّر (متوسطة).
- في حين الفقرة (15) بلغت قيمة متوسطها الحسابي (2.45)، وبدرجة توفّر (قليلة). يعزو الباحثان ذلك؛ قد يرجع إلى قلة اهتمام برامج إعداد المعلمين في الكليات بالتعليم الإلكتروني وتصميم الأنشطة الإلكترونية، وعدم وضع هذه الأنشطة من ضمن المتطلبات الأساسية للمقررات الدراسية، وبالتالي ضعف تمكن المعلمين من تصميمها. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة الزهراني (2022).

- **عرض نتائج فقرات المحور الثالث: متطلبات تتعلق بالمتعلمين.**

جدول (10) يوضّح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل فقرة من فقرات المحور الثالث (متطلبات تتعلق بالمتعلمين) وفق تقديرات المعلمين

رقم الفقرة	الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة التوفّر	الرتبة
19	لدى الطلبة الرغبة في التعلم الذاتي الموجه باستخدام التكنولوجيا.	3.98	0.98	كبيرة	1
21	لدى الطلبة الدافعية للتعلم باستخدام المعامل الافتراضية.	3.90	0.95	كبيرة	2
20	للطلبة القدرة على استخدام أجهزة الحاسوب.	3.75	0.91	كبيرة	3
22	للطلبة القدرة على التواصل والتفاعل مع الآخرين في العالم الافتراضي.	3.73	0.97	كبيرة	4
23	للطلبة القدرة على التعامل مع برامج التعليم الإلكتروني.	3.72	0.92	كبيرة	5
المحور الثالث ككل		3.81	0.73	كبيرة	

من الجدول السابق، وبتحليل نتائج فقرات المحور الثالث للمتطلبات المتعلّقة بالمتعلمين يتضح الآتي:

- أن جميع المتطلبات اللازم توفّرها لدى المتعلمين لاستخدام المعامل الافتراضية، قد تراوحت متوسطاتها ما بين (3.98 - 3.72)، والمتوسط الحسابي العام لفقرات المحور الثالث (3.81)، وبدرجة توفّر (كبيرة)، وتختلف هذه النتيجة مع دراسة الجبري (2022)، التي أشارت إلى درجة توفّر (متوسطة) لهذا المتطلب، وفيما يلي عرض يوضح كل الفقرات:
- حصلت الفقرة (19) على الرتبة الأولى وبأعلى متوسط حسابي بلغ (3.98)، وانحراف معياري بلغ (0.98)، ودرجة توفّر (كبيرة). يعزو الباحثان ذلك؛ قد يرجع إلى قدرة الطلبة بهذه المرحلة العمرية على التعلم الذاتي، والاعتماد على النفس، والبحث بأنفسهم عن المعلومات في عالم الانترنت كما أن امتلاك أغلبهم لهواتف ذكية يسّر عليهم هذه المهمة.
- بينما تحصلت الفقرة (23) على الرتبة الأخيرة وبأدني متوسط حسابي بلغ (3.72)، وانحراف معياري بلغ (0.92) وبدرجة توفّر (كبيرة). يعزو الباحثان ذلك؛ قد يرجع إلى أن الطلاب درسوا مادة الحاسوب من المرحلة الابتدائية، بالإضافة إلى استخدامهم المستمر لتطبيقات الألعاب الإلكترونية؛ مما أدى إلى اكتسابهم خبرات كافية للتعامل مع برامج التعلم الإلكتروني.
- وتحصلت بقية الفقرات على متوسطات حسابية تراوحت ما بين (3.90 - 3.73)، وبدرجة توفّر (كبيرة). يعزو الباحثان الدرجات المرتفعة للمتطلبات المتعلّقة بالمتعلمين؛ إلى الاتجاهات الإيجابية لديهم للتعلم بواسطة البرامج الحاسوبية، والمحاكاة الافتراضية، لما توفّره من عناصر المتعة والتشويق أثناء التعلم، وكذلك لمناسبة هذه الأساليب التعليمية للمرحلة العمرية لطلاب الثانوية.

- **عرض نتائج فقرات المحور الرابع: متطلبات تتعلق بالمقررات الدراسية.**

جدول (11) يوضّح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل فقرة من فقرات المحور الرابع (متطلبات المقررات الدراسية) وفق تقديرات المعلمين

رقم الفقرة	الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة التوفّر	الرتبة
25	استراتيجيات تدريس مادة الكيمياء مناسبة لاستخدام المعامل الافتراضية.	3.84	0.98	كبيرة	1
24	مفردات مقرر مادة الكيمياء تتناسب مع استخدام المعامل الافتراضية.	3.70	1.09	كبيرة	2
26	مناسبة الموضوعات المقررة والأنشطة العملية مع الوعاء الزمني المخصص لمادة الكيمياء.	2.90	1.13	متوسطة	3
27	توفّر روابط الكترونية للمعامل الافتراضية ضمن المقرر الدراسي لإجراء التجارب المعملية	1.99	1.15	قليلة	4
29	التحديث المستمر لأهداف ومحتوى المقررات الدراسية بما يتناسب مع التطور التكنولوجي.	1.93	1.14	قليلة	5
28	وجود دليل إرشادي لكيفية استخدام المعامل الافتراضية.	1.80	1.05	قليلة جداً	6
المحور الرابع ككل		2.69	0.79	متوسطة	

من الجدول السابق، وبتحليل نتائج فقرات محور المتطلبات المقررات الدراسية يتضح الآتي:

- إنَّ المتوسطات الحسابية للفقرات تراوحت ما بين (3.84 - 1.80)، وانحراف معياري تراوح ما بين (0.98 - 1.15)، والمتوسط الحسابي العام لفقرات المحور الرابع (2.69)، وبدرجة توفّر (متوسطة)، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة أبو حاصل (2016)، ودراسة الجبري (2022)، وفيما يلي عرض يوضح كل الفقرات:
- تحصلت الفقرة (25) على الرتبة الأولى وبأعلى متوسط حسابي بلغ (3.84) بانحراف معياري بلغ (0.98)، ودرجة توفّر (كبيرة). قد يرجع سبب ذلك إلى أن طبيعة مادة الكيمياء بتصنيفها من العلوم التطبيقية، والتي تعتمد في تدريسها على النشاط العملي واستخدام استراتيجيات التعلم النشط المتلائمة مع استخدام المعامل الافتراضية.

- بينما تحصلت الفقرة (28) على الرتبة الأخيرة بأدنى متوسط حسابي بلغ (1.80)، وانحراف معياري بلغ (1.05)، وبدرجة توفّر (قليلة جداً). قد يكون السبب في ذلك؛ قد يرجع إلى عدم تضمين المعامل الافتراضية بالمقررات الدراسية؛ لذلك لم يهتم القائمون على إعداد المناهج التعليمية بتصميم أدلة استرشادية لاستخدام هذه التقنية.
- فيما تحصلت الفقرة (24) على الرتبة الثانية وبمتوسط حسابي (3.70)، وانحراف معياري (1.09)، ودرجة توفّر (كبيرة). يعزو الباحثان ذلك؛ إلى أنَّ مفردات الكيمياء تحتوي على تجارب وأنشطة عملية تعتمد في تدريسها على التطبيق العملي.
- أما الفقرة (26) فتحصلت على متوسط حسابي (2.90)، وانحراف معياري (1.09)، ودرجة توفّر (متوسطة). أما الفقرتين (27، 29) فتحصلتا على متوسط حسابي على التوالي (1.99 - 1.93)، وانحراف معياري لكل منهما (1.15 - 1.14) وبدرجة توفّر (قليلة). يعزو الباحثان هذه النتائج؛ قد ترجع إلى قلة اهتمام القائمين على إعداد المناهج بتضمين روابط إلكترونية للمعامل الافتراضية بالمقررات الدراسية لمادة الكيمياء، وتخصيص وعاء زمني لاستخدامها في الخطة الدراسية، ويمكن توضيح النتائج السابقة بالشكل الآتي:

- **عرض نتائج فقرات المحور الخامس: متطلبات تتعلق بالبرمجيات الافتراضية.**

جدول (12) يوضّح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل فقرة من فقرات المحور الخامس (متطلبات البرمجيات الافتراضية) وفق تقديرات المعلمين

رقم الفقرة	الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة التوفّر	الرتبة
31	توفّر برامج للمعامل الافتراضية باللغة العربية.	2.75	1.08	متوسطة	1
30	توفّر نسخ أصلية ومرخصة من برامج عرض وتشغيل المعامل الافتراضية.	2.50	1.11	قليلة	2
32	توفّر أدوات تعريب لبرامج المعامل الافتراضية	2.39	1.13	قليلة	3
37	وجود قاعدة معلومات تتضمن مفردات المقررات الدراسية.	2.33	1.05	قليلة	4
36	وجود وسائل لتقييم أداء الطلاب ضمن برامج المعامل الافتراضية.	2.15	1.12	قليلة	5
33	توفّر برامج المشاركة والإدارة.	2.12	1.19	قليلة	6
34	توفّر قواعد بيانات وشبكة اتصال للأجهزة.	1.92	1.10	قليلة	7
35	الاشتراك في المواقع الإلكترونية الخاصة بالمعامل الافتراضية.	1.83	0.96	قليلة	8
38	توفّر موقع للمعامل الافتراضية خاص بوزارة التربية والتعليم الليبية.	1.33	0.67	قليلة جداً	9
المحور الخامس ككل		2.23	0.91	قليلة	

من الجدول السابق وبتحليل نتائج فقرات محور المتطلبات البرمجيات الافتراضية يتضح الآتي:

- إن المتوسطات الحسابية للفقرات تراوحت ما بين (2.75 - 1.33) وانحراف معياري تراوح ما بين (1.08 – 0.67)، والمتوسط الحسابي العام لفقرات المحور الثالث (2.23) وبدرجة توفّر (قليلة)، تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة كل من: أبو حاصل (2016)، والمطيري (2017)، والجبري (2022)، وكريري (2022)، وفيما يلي توضيح لكل الفقرات:
- تحصلت الفقرة (31) على الرتبة الأولى بأعلى متوسط حسابي بلغ (2.75)، وانحراف معياري بلغ (1.08)، وبدرجة توفّر (متوسطة). قد يرجع السبب إلى أن بعض الشركات المنتجة للبرمجيات الافتراضية لا تدعم اللغة العربية ضمن

برمجياتها، وقلة اهتمام المسؤولين بالتعاقد مع مبرمجين لإنتاج برمجيات باللغة العربية، أو مترجمين للبرمجيات باللغات الأجنبية.

- بينما تحصلت الفقرة (38) على الرتبة الأخيرة بأدنى متوسط حسابي بلغ (1.33)، وانحراف معياري بلغ (0.67)، وبدرجة توفّر (قليلة جداً). قد يرجع السبب إلى قلة اهتمام المسؤولين بأهمية توظيف المنصات الإلكترونية للمحاكاة الافتراضية ضمن الخطة الدراسية للعلوم التطبيقية بصفة عامة وللكيمياء بصفة خاصة.
- وتحصلت الفقرات (30 - 32 - 37 - 36 - 33 - 34 - 35)، على متوسط حسابي تراوح ما بين (2.50 - 1.83)، وانحراف معياري تراوح ما بين (1.11 – 0.96)، وبدرجة توفّر (قليلة). يعزو الباحثان هذه النتائج قد ترجع إلى حداثة تقنية المعامل الافتراضية، وقلة وعي المسؤولين بأهميتها في تدريس الكيمياء، أو لعدم قناعتهم بتوظيفها في المدارس.

- **عرض نتائج السؤال الثاني وتفسيرها ومناقشتها**

ينص السؤال الثاني على: "هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية عند المستوى ($\alpha \leq 0.05$) لدرجات توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية وفق تقديرات معلمي الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة تُعزى لمتغيرات (المؤهل العلمي – سنوات الخبرة – الدورات التدريبية)؟ وللإجابة عن هذا السؤال:

أ- بالنسبة لمتغير المؤهل العلمي:

جدول (13) يوضّح نتائج اختبار التباين الأحادي (ANOVA) لإيجاد الفروق في استجابات المعلمين تُعزى لمتغير (المؤهل العلمي)

المحاور	المؤهل العلمي	العدد	المتوسط الحسابي	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة sig
متطلبات تتعلق بالبيئة التعليمية	بك. تربية	45	2.06	0.069	2	0.035	0.055	0.947
	بكالوريوس	120	2.06					
	ماجستير	12	1.98					
متطلبات تتعلق بالمعلم	بك. تربية	45	3.00	1.690	2	0.845	1.121	0.328
	بكالوريوس	120	3.01					
	ماجستير	12	3.40					
متطلبات تتعلق بالمتعلمين	بك. تربية	45	3.85	1.730	2	0.865	1.531	0.219
	بكالوريوس	120	3.83					
	ماجستير	12	3.45					
متطلبات تتعلق بالمقررات الدراسية	بك. تربية	45	2.60	2.665	2	1.332	2.154	0.119
	بكالوريوس	120	2.77					
	ماجستير	12	2.33					
متطلبات تتعلق بالبرمجيات الافتراضية	بك. تربية	45	2.15	2.683	2	1.341	1.598	0.205
	بكالوريوس	120	2.30					
	ماجستير	12	1.84					

يتضح من نتائج الجدول السابق أن قيمة (F) ليست دالة إحصائياً على مستوى جميع المحاور حيث لوحظ أن قيمة مستوى الدلالة كانت أكبر من (0.05)، وهذا يعني عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين استجابات المعلمين في تحديد

درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية تعزى إلى متغير المؤهل العلمي، مما يعني أن لديهم استجابات متشابهة حول توفر تلك المتطلبات. ويعزو الباحثان ذلك؛ قد يرجع إلى أن البرامج الدراسية في الكليات المختلفة لم تتناول توظيف المعامل الافتراضية، وتتفق هذه النتيجة مع كلٍ من: دراسة القرني (2022)، ودراسة المالكي (2022)، وتتفق جزئياً مع دراسة الجبري (2022) التي أشارت بعدم وجود فروق دالة إحصائياً لدرجة التوفّر على مستوى المحاور (البيئة التعليمية – المقررات الدراسية – البرمجيات الافتراضية).

ب- بالنسبة لمتغير سنوات الخبرة.

جدول (14) يوضّح نتائج اختبار التباين الأحادي (ANOVA) لإيجاد الفروق في استجابات المعلمين تُعزى لمتغير (سنوات الخبرة)

المحاور	سنوات الخبرة	العدد	المتوسط الحسابي	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة sig
متطلبات تتعلق بالبيئة التعليمية	أقل من 5سنوات	27	2.45	5.004	2	2.502	4.120	0.081
	من 5إلى10سنوات	25	2.02					
	أكثر من 10سنوات	125	2.08					
متطلبات تتعلق بالمعلم	أقل من 5سنوات	27	2.94	1.598	2	0.799	1.059	0.349
	من 5إلى10سنوات	25	3.26					
	أكثر من 10سنوات	125	3.01					
متطلبات تتعلق بالمتعلمين	أقل من 5سنوات	27	3.82	0.401	2	0.200	0.350	0.705
	من 5إلى10سنوات	25	3.92					
	أكثر من 10سنوات	125	3.79					
متطلبات تتعلق بالمقررات الدراسية	أقل من 5سنوات	27	2.71	0.011	2	0.005	0.008	0.992
	من 5إلى10سنوات	25	2.69					
	أكثر من 10سنوات	125	2.69					
متطلبات تتعلق بالبرمجيات الافتراضية	أقل من 5سنوات	27	2.31	0.220	2	0.110	0.129	0.879
	من 5إلى10سنوات	25	2.22					
	أكثر من 10سنوات	125	2.21					

يتضح من نتائج الجدول السابق أن قيمة (F) ليست دالة إحصائياً على مستوى جميع المحاور حيث لوحظ أن قيمة مستوى الدلالة كانت أكبر من (0.05)، وهذا يعني عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين استجابات معلمي الكيمياء في تحديد درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية تبعاً لمتغير (سنوات الخبرة)، مما يدل على اتفاق معلمي الكيمياء حول درجة توفّر متطلبات استخدام المعامل الافتراضية على مستوى المحاور بالرغم من اختلاف سنوات خبراتهم، وتتفق هذه

النتيجة مع كل من: دراسة الجبري (2022)، ودراسة القرني (2022)، ودراسة المالكي (2022)، بينما تختلف هذه النتيجة مع دراسة كريري (2022)، التي أشارت إلى وجود فروق دالة إحصائيا تُعزى إلى متغير عدد سنوات الخبرة.

ج- **بالنسبة لمتغير الدورات التدريبية:**

جدول (15) يوضّح نتائج اختبار (T- Test) لقياس دلالة الفروق حول متطلبات استخدام المعامل الافتراضية تبعاً لمتغير الدورات التدريبية.

المحاور	الدورات التدريبية	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة T	درجة الحرية	مستوى الدلالة sig
متطلبات تتعلق بالبيئة التعليمية	حاصل على دورات	49	1.98	0.73	0.83	175	0.402
	غير حاصل على دورات	128	2.09	0.81			
متطلبات تتعلق بالمعلم	حاصل على دورات	49	3.48	0.79	-4.465	175	0.000
	غير حاصل على دورات	128	2.86	0.83			
متطلبات تتعلق بالمتعلمين	حاصل على دورات	49	3.81	0.62	-0.006	175	0.996
	غير حاصل على دورات	128	3.81	0.79			
متطلبات تتعلق بالمقررات الدراسية	حاصل على دورات	49	2.85	0.91	-1.594	175	0.113
	غير حاصل على دورات	128	2.63	0.73			
متطلبات تتعلق بالبرمجيات	حاصل على دورات	49	2.35	0.93	-1.071	175	0.286
	غير حاصل على دورات	128	2.18	0.91			

يتضح من نتائج الجدول السابق، أن قيمة (T) ليست دالة إحصائياً على مستوى أربعة محاور للمتطلبات المتعلّقة بـ: (البيئة التعليمية - المتعلمين - المقررات الدراسية - البرمجيات الافتراضية)، حيث لوحظ أن قيمة مستوى الدلالة كانت أكبر من (0.05)، وهذا يعني عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين استجابات المعلمين في تحديد درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية، كما يتضح من الجدول أن قيمة (T) دالة إحصائياً عند مستوى محور (متطلبات تتعلق بالمعلم)، حيث أن قيمة مستوى الدلالة كانت (0.000)، وهذا يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين استجابات معلمي الكيمياء في تحديد درجة توفّر متطلبات تتعلق بالمعلم لتوظيف المعامل الافتراضية؛ تُعزى لمتغير الدورات التدريبية، وتتجه الفروق لصالح المعلمين الحاصلين على دورات تدريبية في مجال استخدام المعامل الافتراضية، بمتوسط تبلغ قيمته (3.48)، ويعزو الباحثان هذه النتيجة إلى أهمية الدورات التدريبية في اكساب، وتنمية الكفايات المعرفية والمهارية والتكنولوجية للمعلمين؛ لتوظيف المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة الطويرقي (2019).

ملخص النتائج التي توصل إليها البحث.

يمكن تلخيص النتائج التي توصل إليها البحث في النقاط الآتية:

- درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي في مدينة مصراتة حسب استجابات أفراد مجتمع البحث (المعلمين)، كانت (متوسطة).
- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين استجابات معلمي الكيمياء في تحديد درجة توفّر متطلبات توظيف المعامل الافتراضية، تُعزى إلى متغيرات (المؤهل العلمي - سنوات الخبرة).
- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) بين استجابات معلمي الكيمياء في تحديد درجة توفّر المتطلبات المتعلّقة بـ: (البيئة التعليمية - المتعلمين - المقررات الدراسية - البرمجيات الافتراضية)، تُعزى إلى متغير

(الدورات التدريبية)، فيما عدا المتطلبات التي تتعلق بالمعلم توجد فروق دالة إحصائياً وتتجه هذه الفروق لصالح المعلمين الحاصلين على دورات تدريبية بمتوسط حسابي تبلغ قيمته (3.48).

التوصيات.

في ضوء نتائج البحث، تمَّ تقديم التوصيات التي قد تفيد في توظيف المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء بمدارس التعليم الثانوي، على النحو الآتي:

- الاهتمام بتوفير متطلبات استخدام المعامل الافتراضية، وبرمجياتها القائمة على المحاكاة، وذلك لجميع المدارس بالدولة الليبية.
- عقد دورات تدريبية وورش عمل؛ لإكساب المعلمين الكفايات المعرفية والمهارية والتكنولوجية، التي تمكنهم مـــن استخدام المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء.
- تذليل المعوقات التي قد تعترض استخدام تقنية المعامل الافتراضية من خلال توفير الدعم الفني المستمر.
- تطوير مناهج الكيمياء في المرحلة الثانوية، وتضمين المقرَّرات أجزاء عملية تستخدم تقنية المعامل الافتراضية، وإعداد دليل شامل بمنهجية علمية ميسرة وواضحة؛ ليكون مرشداً للمعلمين.
- الاستفادة من تجارب الدول المنتجة، والمستخدمة لبرامج المعامل الافتراضية؛ من خلال تقنين هذه البرمجيات بشكل يُلائم البيئة المحلية للتعليم في الدولة الليبية.
- تشكيل فريق عمل متخصص من قبل وزارة التربية والتعليم؛ لإنتاج برامج المعامل الافتراضية، بحيث تتوافق مع المقررات الدراسية بالمرحلة الثانوية في مادة الكيمياء، وبرامج إعداد المعلمين قبل الخدمة.
- إنشاء موقع إلكتروني للمعامل الافتراضية خاص بوزارة التربية والتعليم الليبية، متاح لكل المنتسبين لقطاع التعليم وفي مختلف التخصصات.
- إقامة ندوات علمية وورش عمل لمفتشي الكيمياء بمجال توظيف المعامل الافتراضية في تدريس الكيمياء.

المقترحات.

في ضوء نتائج الدراسة وتوصياتها اقترح الباحثان العناوين البحثية الآتية:

- إجراء بحوث ودراسات مشابهة في التخصصات العلمية الأخرى.
- إجراء دراسة مسحية توضح اتجاهات المعلمين والطلبة نحو استخدام المعامل الافتراضية بالمدارس الثانوية.
- دراسة تقويمية لبرامج المعامل الافتراضية الأكثر استخداماً في تعليم الكيمياء.
- فاعلية برنامج تدريبي قائم على الكفايات التدريسية اللازمة لاستخدام المعامل الافتراضية لدي معلمي العلوم التطبيقية.
- تصميم معمل افتراضي لإحدى المقررات وقياس أثره على تنمية المهارات العملية لدى الطلاب.
- دراسة فاعلية استخدام المعامل الافتراضية في تنمية مهارات التعلم الذاتي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

المراجع.

المراجع العربية:

- أبو زاهرة، نادية عبيدالله (2023). أثر استخدام المختبرات الافتراضية في تدريس الكيمياء على اكتساب المفاهيم العلمية لدى طالبات المرحلة الثانوية في مدينة جدة (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة الملك عبد العزيز، جدة. مسترجع من http //Record/com.mandumah.search/ 1395686
- أبوعوة، أفراح عائضى؛ والعجمي، لبنى حسين (2023). تصور مقترح لتفعيل دور معلمات العلوم في استخدام المعامل الافتراضية وفق متطلبات التحول الرقمي لرؤية المملكة العربية السعودية 2030. دراسات عربية في التربية وعلم النفس، (146)، ص 11-130.
- الباوي، ماجدة إبراهيم (2016). أثر استخدام المختبرات الافتراضية في الأداء النظري والعلمي لطلبة الصف الخامس العلمي. أعمال مؤتمر: تكنولوجيا التربية والتحديات العالمية للتعليم، الجمعية العربية لتكنولوجيات التربية، القاهرة، 5(1)، ص 23-56.

- البحري، خالصة بنت حمد (2024). دور المختبر الافتراضي الغامر IVRL في إكساب طالبات الصف التاسع الأساسي المفاهيم الفيزيائية وتنمية تفكيرهن البصري ومهارات الاستقصاء العلمي (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة السلطان قابوس مسقط.
- بغدادي، دعاء جمال (2014). فاعلية تصميم معمل افتراضي قائم على التفاعلات المتعددة لتنمية بعض مهارات التجارب المعملية في منهج الكيمياء لطلاب الصف الأول الثانوي. مجلة كلية التربية، جامعة بور سعيد، (15)، ص 511-534.
- البلطان، إبراهيم عبد الله (2013). التكنولوجيا الرقمية وتطبيقاتها. الأردن، عمان: دار الشروق.
- ثابت، أمل محمد (2019). معيقات تفعيل المعمل الافتراضي (برنامج يوريكا) في تدريس منهج الأحياء المطور في المدارس الثانوية للبنات بالمدينة المنورة. المجلة التربوية لكلية التربية بسوهاج، 67(67)، ص 610-641.
- الجبري، عبد الكريم أحمد (2022). تصور مقترح لاستخدام المعامل الافتراضية في تدريس تجارب الأحياء المعملية بالجامعات اليمنية. (رسالة ماجستير)، كلية التربية، جامعة ذمار.
- الحارثي، منى مفرح (2023). مدى استخدام تقنية المعامل الافتراضية في تدريس مقرر الكيمياء بالمرحلة الثانوية في بيئة التعليم المدمج من وجهة نظر المعلمات. المملكة العربية السعودية. Journal of Educational and Psychological Sciences (JEPS).Vol7, Issue 14,p: 33-51
- الحازمي، دعاء بنت أحمد حسن (2016). فاعلية استخدام المعمل الافتراضي في تدريس وحدة من مقرر الفيزياء لطالبات الصف الثاني الثانوي على التحصيل الدراسي. مجلة التربية، (168)، ص 879 – 908.
- حجازي، إيمان السعيد (2011). فعالية استخدام المعامل الافتراضية في التحصيل وتنمية المهارات العملية في مادة الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي. مجلة كلية التربية، جامعة بورسعيد، (10)، ص 428-453.
- الحربي، عبدالله بن عبدالكريم (2023)، تصور مقترح لتفعيل استخدام المعامل الافتراضية في تدريس العلوم من وجهة نظر أعضاء هيئة التدريس بجامعة القصيم. مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية، (33)، ص 175-206.
- حسن، مهند يحي. (2018م). استعمال استراتيجية التعليم المتمازج الالكترونية. الأردن، عمان: دار غيداء للنشر والتوزيع.
- حسين، جبريل عطية؛ وعادي، محمود ناصر (2019). فاعلية استخدام المختبر الافتراضي في تحصيل طلبة المرحلة الأساسية العليا في مادة الفيزياء في الأردن. مجلة العلوم التربوية والنفسية، جامعة البحرين، مركز النشر العلمي، (1)، ص503-532.
- الخراز، مها إبراهيم عبدالقادر (2022). درجة استخدام معلمي العلوم للمختبر الافتراضي وعلاقتها بمهارات التفكير المنطقي لدى طلبتهم (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة العلوم الإسلامية العالمية عمان مسترجع من http://:search.mandumah.com/Record/1334620
- درويش، محمود أحمد (2018). مناهج البحث في العلوم الإنسانية. مصر: مؤسسة الأمة العربية للنشر والتوزيع.
- الرويلي، عطا؛ والسرحان، خالد (2016). دورمقترح للمشرف التربوي في تفعيل المختبر الافتراضي في ضوء معايير ضمان الجودة بمنطقة الحدود الشمالية في المملكة العربية السعودية، دراسات العلوم التربوية، (2)، ص 889-908.
- الزهراني، أريج عوض (2022). درجة توظيف المعامل الافتراضية في تدريس المفاهيم العلمية لطالبات المرحلة المتوسطة من وجهة نظر المعلمات والمشرفات بمدينة مكة المكرمة. المجلة العربية للتربية النوعية، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، (22)، ص 23 – 64.
- السيالي، حاتم مسفر (2014). أثر استخدام المعمل الافتراضي في تنمية المهارات العملية لدى طلاب مادة العلوم للصف الاول متوسط. (رسالة ماجستير)، كلية التربية، جامعة أم القرى، السعودية.
- السيد، محمد حمدي (2017). التفاعل بين طريقة اكتشاف المعلومات (استنباطي /استقرائي) داخل بيئات المعامل الإلكترونية التعليمية وأسلوب التعلم الملاحظة التأملية / التجريب النشط في تنمية مهارات التجارب المعملية لدى طلاب كلية التربية النوعية وتصوراتهم نحو سهولة استخدامها. دراسات في المناهج وطرق التدريس. جامعة عين شمس، كلية التربية الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، (2018)، ص 16 – 90.
- السيد، وصفي عبدالمجيد (2022). استخدام المعامل الافتراضية في تدريس مادة الكيمياء لطلاب المرحلة الثانوية من وجهة نظر معلمي الكيمياء بدولة قطر. مجلة العلوم التربوية والنفسية، (49)، ص 78 – 99.
- السيف، مريم محمد؛ والعنزي، عابد جمعان (2020). معوقات تفعيل استخدام المختبرات الافتراضية ونموذج مقترح لتسهيل استخدامها في المدارس الثانوية. المجلة الالكترونية الشاملة. (21)، ص 3- 40.
- الشمراني، علي سالم (2020). استخدام المعامل الافتراضية في تدريس العلوم بالمرحلة المتوسطة: الواقع والمأمول. المجلة العربية للتربية النوعية المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، 4(14)، ص1-22.
- الشهراني، إيمان خالد (2022). أثر برنامج مقترح قائم على تطبيقات المعامل الافتراضية في تنمية المهارات المختبرية للكيمياء لدى طالبات الصف الثاني ثانوي في محافظة بيشة. مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية، (24)، ص 154-183.

- الشهري، أسماء علي (2018). تصور مقترح لتصميم معمل افتراضي في تنمية التفكري العلمي بمقرر الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية بمنطقة الباحة. المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة أسيوط، (8)، ص 175-207.
- الشهري، على بن محمد (2009). أثر استخدام المختبرات الافتراضية في إكساب مهارات التجارب المعملية في مقرر الاحياء لطلاب الصف الثالث الثانوي بمدينة جدة. (رسالة دكتوراه غير منشورة)، جامعة أم القرى، كلية التربية قسم المناهج وطرق التدريس.
- طاهر، أمل محمد؛ ومحمد، إسماعيل حسنين (2019). معيقات تفعيل المعمل الافتراضي "برنامج يوريكا" في تدريس منهج الأحياء المطور في المدارس الثانوية للبنات بالمدينة المنورة. المجلة التربوية، جامعة سوهاج، (67)، ص835-866.
- الطويرقي، ماجد بن عبدالله (2019). معوقات استخدام المعامل الافتراضية لدى معلمي العلوم الطبيعية بالمرحلة الثانوية. مجلة كلية التربية بالمنصورة، (5)، ص 717-741.
- عبدالصبور، منى (2001). الاتجاه المنظومي وتنظيم المعلومات، المؤتمر العربي الأول حول المدخل المنظومي في التدريس والتعليم، مركز تطوير تدريس العلوم. جامعة عين شمس. القاهرة.
- علي، محمد السيد (2011). موسوعة المصطلحات التربوية. الأردن، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
- العماري، أحمد علي؛ والكاسي، عبدالله (2023). واقع استخدام المختبرات الافتراضية كروكودايل في تدريس التجارب العملية في الكيمياء والفيزياء من وجهة نظر المعلمين. المجلة العلمية، كلية التربية، جامعة أسيوط، (39)، ص 229-266.
- القرشي، صالح فلحان (2013). أثر استخدام المعامل الافتراضية في تدريس وحدة من مقرر العلوم على التحصيل الدراسي لتلاميذ الصف الأول المتوسط بمدينة مكة المكرمة. (رسالة ماجستير)، جامعة أم القرى، السعودية.
- القرني، صفية سالم (2022). واقع استخدام المعامل الافتراضية في التعليم عن بعد من وجهة نظر معلمات العلوم (رسالة ماجستير غير منشورة) جامعة الطائف، الطائف. مسترجع من http: // search mandumah .com/Record/ 127498
- كامل، ميشيل عطا الله (2010). طرق وأساليب تدريس العلوم (ط2). عمان، الأردن: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- كريري، عائشة يحيى (2022). واقع استخدام المعامل الافتراضية في تدريس العلوم الطبيعية لدى معلمي المرحلة الثانوية بإدارة تعليم جازان. مجلة المناهج وطرق التدريس، (11)، ص 97 – 125.
- المالكي، أحمد حميدي (2022). درجة توظيف معلمي العلوم بالمرحلة المتوسطة لبرمجيات محاكاة تجارب المعامل واتجاهاتهم نحوها بمدينة مكة المكرمة. مجلة كلية التربية، (5)، ص 173-205.
- محمد، سارة فضل (2023). صعوبات تعلم مادة الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مدرسة عثمان عبدة الثانوية للبنين. مجلة الأندلس للعلوم الإنسانية والاجتماعية، (68)، ص 192-213.
- المطيري، سلطان مرزوق (2017). مستوى تفعيل المعامل الافتراضية في معامل العلوم في مدارس التعليم العام. مجلة البحث العلمي في التربية، (18)، ص 289-326.
- الموال، فوزية عبد الله (2021). المعامل الافتراضية وأثرها في تدريس مادة الكيمياء في المؤسسات التعليمية والجامعات الليبية. مجلة كليات التربية، جامعة الزاوية (21)، ص 163-178.
- المؤتمر الدولي الثالث للتعلم والتعليم في العالم الرقمي (2022). https://econf.najah.edu/ar/
- هزاع، هزاع عبدالله (2020). فاعلية استخدام المعامل الافتراضية في التحصيل الدراسي لدى طلاب المرحلة الثانوية في مقرر الكيمياء بمحافظة جدة بالمملكة العربية السعودية. مجلة مجمع، (32)، ص 427 – 481.
- وزارة التربية والتعليم الليبية. https://moe.gov.ly/

المراجع الأجنبية:

- Jackson, P. A., & Rudaitis, J. (2020). Reproducible solution for implementing online laboratory systems through inexpensive and open-source technology. Paper presented at the ASEE's Virtual Conference.
- Robinson, J. (2004).Virtual Laboratories as a teaching environment A tangible solution or a passing novelty, Southampton University.
- Woodfield, B. F. Catlin, H. Waddoups, G. Mooer, M. Swan, R. Allen, R. Bodily, G. (2005). The virtual chem Lab project: A Realistic and Sophisticated Simulation of Inorganic Qualitative Analysis. Journal of Chemical Eduction, 82, (11), 1728-1735, November.