فاعلية معمل افتراضي في تنمية التحصيل والمهارات المعملية لدي طلاب السنة الأولى بكلية الهندسة في مادة الفيزياء العامة

أ-هناء محمد محمد القحيص ـ قسم التربية وعلم النفس ـ
جامعة ليبيا المفتوحة

The Effectiveness of a Virtual Laboratory in Enhancing Academic Achievement and Laboratory Skills Among First-Year Engineering Students in General Physi

Abstract
The present study aimed to investigate the effectiveness of a virtual laboratory in enhancing academic achievement and laboratory skills among first-year engineering students in the General Physics course. The study sample consisted of 60 male and female students, who were divided into two groups: a control group that studied using the traditional laboratory, and an experimental group that studied using the virtual laboratory. The research adopted a pre-post experimental design. The researcher developed a virtual laboratory and employed two instruments for data collection: an achievement test and an observation checklist. The results indicated the effectiveness of the virtual laboratory in improving both academic achievement and laboratory skills among students in the experimental group.

الملخّـــــــــص:

هدف البحث الحالي الي التعرف علي فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية التحصيل والمهارات المعملية لدي طلاب السنة الاولي بكلية الهندسة، في مادة الفيزياء العامة ،وتكونت عينة البحث من 60 طالب وطالبة ،وزع الطلاب علي مجموعتين ضابطة درست باستخدام المعمل التقليدي وتجريبية درست باستخدام المعمل الافتراضي، واعتمد البحث علي التصميم التجريبي القبلي والبعدي ،قامت الباحثة بتصميم معمل افتراضي كما استعانت في جمع البيانات علي أداتين هما اختبار تحصيلي وبطاقة ملاحظة، وأوضحت النتائج فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية التحصيل والمهارات المعملية لدي الطلاب في المجموعة التجريبية.

الكلمات المفتاحية: معمل افتراضي، التحصيل، المهارات المعملية، تدريس الفيزياء

المقدمـــة:

لقد فرض علينا التطور الهائل في شتي مجالات الحياة أن نواكب هذا التطور في المجال التعليمي حيث أن التغيرات المتسارعة والمتلاحقة ألقت بظلالها على أنماط وأساليب التعلم من جهة والاستراتيجيات وطرق التدريس من جهة أخرى. فقد أدى التقدم الكبير في مجال التكنولوجيا والحاسوب الي ظهور تقنيات حديثة أصبحت جزءا من حياة المجتمعات البشرية، ومما لا شك فيه ان توظيف هذه التقنيات واستخدامها في المجال التعليمي في العقود السابقة فد أسهم في التّغلب على العراقيل والمشكلات التي تقف دون تحقيق الغايات والاهداف المنشودة.

ولعل أبرز إفرازات ذلك التقدم التكنولوجي ظهور ما يسمى بالتعليم الالكتروني والذي يعتمد على توظيف الحاسوب والانترنت في التدريس أن التعليم الالكتروني يشير الي الاعتماد على التقنيات الحديثة في تقديم المحتوي التعليمي للطلبة بطريقة فاعلة من خلال الخصائص الإيجابية التي يتميز بها كاختصار الوقت والجهد والكلفة الاقتصادية، إضافة الي توفير بيئة تعليمية مشوقة ومتفاعلة ومثيرة يتم فيها التخلص من محددات الزمان والمكان بالإضافة الي السماح للطلبة بالتعلم في ضوء إمكانياتهم وقدراتهم العلمية ومستواهم المعرفي. (1)

ويعد الواقع الافتراضي نمط من أنماط التعليم الالكتروني، فالواقع الافتراضي هو عبارة عن بيئات تعلم افتراضية تحاكي بيئات العالم الحقيقي يتفاعل معها المتعلم عن طريق الحاسوب، حيث يمكن من خلاله إعادة إيجاد التجارب الحسية التي تشمل الحواس.(2)

أن استخدام الواقع الافتراضي في العملية التعليمية ذو أثر فعال حيث يهيئ للطالب بيئات افتراضية متنوعة تسمح له بالتفكير والتصور البصري للمفاهيم المجردة والتفاعل مع الخبرات التي يصعب دراستها في الواقع.(3)

ويعد المعمل الافتراضي شكلاً من أشكال الواقع الافتراضي فهو عبارة عن بيئة تفاعلية افتراضية مبرمجة تحاكي المعامل الحقيقية وهي تمكن الطالب من إجراء تجارب معملية بنفسه او في مجموعة من الافراد المتواجدين في أماكن مختلفة ويمكنهم الاشتراك في بناء وإجراء نفس التجربة علي جهاز الحاسوب(4)، ويستطيع المعلم أن يستخدم المعمل الافتراضي لأنه يسهم في دمج عمليتي التعلم والتعليم معاً، بحيث يتيح إجراء التجارب وجمع البيانات وتحليل النتائج بالحاسوب ولا يستخدم الأدوات الملموسة لإجراء التجارب بل يتم الاستعاضة عنها بنفس الأدوات الجاهزة والمتوفرة علي جهاز الحاسوب.(5)

ومما لا شك فيه أن المعامل والتجارب العملية لها دور مهم في توضيح المفاهيم الفيزيائية للطلبة حيث ان التجارب تساعد الطلبة على فهم المبادئ الأساسية للفيزياء وتطبيق المفاهيم الفيزيائية على العالم الحقيقي.(6)

ونظرا لأهمية التجارب العملية في الفيزياء والدور المهم الذي يلعبه المعمل، إلا أنه قد يعيق استخدام المعمل التقليدي عدة أسباب كالتكلفة المادية وكثرة اعداد الطلبة وقصر الوقت المخصص للمعمل ومن هنا أصبح استخدام المعمل الافتراضي كبديل للمعمل التقليدي حلا مجديا للتغلب على العراقيل التي تحول دون الاستخدام الأمثل للمعمل التقليدي.

وفي سـياق متصل ترى العوض والشهراني (7) أن الفيزياء من أهم العلوم التي يمكن توظيف التعليم الالكتروني في تدريسها، فمن خلال تقنية المعامل الافتراضية يمكن محاكاة التجارب المعملية حيث يتمكن المتعلم من إجراء التجارب من خلالها دون التقيد بمكان او زمان كما هو الحال في المعامل الحقيقية وتتيح للمتعلم سهولة التطبيق العملي للمقررات النظرية مما يسهل فهمها، وتعد الفيزياء من المواد التي يمكن تدريسها باستخدام المعامل الافتراضية لارتباطها بالتقنية سواء كان ارتباط معرفي أومن خلال دمج التقنية.

إن أهمية توظيف بيئات التعلم الافتراضية في التعليم الجامعي بكافة مراحله للاستفادة منه في تطوير العملية التعليمية والعمل علي دعم الطالب كمشارك في العملية التعليمية وكذلك تفعيل أساليب التعلم (8) وعند الاخذ في الاعتبار أن الفيزياء هي واحدة من المواد التي يواجه تعليمها وتعلمها تحديات أدت الي انخفاض الأداء الاكاديمي والذي أصبح مصدر قلق لاي نظام تعليمي (9) مما فرض علي القائمين علي تدريس هذه المادة البحث عن حلول للمشاكل والعراقيل التي تواجههم ومن تلك الحلول هي استخدام تقنية المعامل الافتراضية حيث أكد عبد الله وأسماء الاشهب (10) على ضرورة إنشاء الجامعات الافتراضية واستغلال التقنيات المعاصرة والاعتماد علي الانترنت في مؤسسات التعليم العالي في ليبيا وذلك لمواجهة التحديات كازدياد اعداد الطلبة وقلة المخصصات المادية والعدد المتواضع لأعضاء هيئة التدريس داخل الجامعات الليبية.

كما بينت نتائج عديد الدراسات وكذا توصيات المؤتمرات المهتمة في ذات السياق بان لاستخدام المعمل الافتراضي نتائج إيجابية للرفع من مستوي التحصيل والأداء الأكاديمي ومن هذه الدراسات:

دراسة (جمال وهبة وآخرون،2023) (11) التي تم أجراها على عينة مكونة من 60 طالب للكشف عن فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية المهارات العملية في مادة الفيزياء وقد أكدت نتائج الدراسة على تفوق المجموعة التجريبية التي درست باستخدام المعمل الافتراضي على المجموعة الضابطة، مما يؤكد فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية المهارات العملية.

اما دراسة(إيمان أحمد،2022)(12)هدفت الي التعرف علي أثر المعمل ألافتراضي في تنمية مهارات الفهم العميق لدي طلاب المرحلة الإعدادية وقد أثبت النتائج فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية المهارات لدي الطلاب بينما أكدت نتائج دراسة (عبير عبد الصمد 2019) (13) علي الأثر الإيجابي للمعمل الافتراضي في تنمية التحصيل لدي طلاب كلية التربية ،وهذا ما توصلت اليه دراسة كلا من (Taibu,R.,et al.2021) التي تشير الي أهمية استخدام تجارب تفاعلية في الفيزياء باستخدام تقنية Phet في تنمية الأداء الاكاديمي والتحصيل الدراسي.(14) ودراسة (Talan,T.2021) التي تؤكد نتائجها على فاعلية التجارب التفاعلية في تنمية التحصيل. (15)

وتتفق الباحثة مع ما سبق ذكره وأكدت عليه نتائج الدراسات حيث ان المعمل الافتراضي قد يكون حلا مناسب في تنمية التحصيل وفي الرفع من كفاءة المهارات المعملية للطلاب كما أنه قد يعد بديلا مناسب للمعمل التقليدي في حال تعذر استخدام المعمل التقليدي لاي سبب كان .

الإحساس بالمشكلة:

استشعرت الباحثة مشكلة البحث من خلال :

1- قيام الباحثة بتدريس مقرر الفيزياء العامة لطلاب السنة الاولي كلية الهندسة لمدة خمس سنوات متتالية بواقع فصلين دراسين خلال العام الدراسي الواحد وقد لاحظت ضعف عام في مستوي الطلبة في الشق العملي للمقرر من ناحية التحصيل الدراسي فيما يخص الجانب النظري للتجارب المقررة وكذا ضعف المهارات المعملية للطلبة اثناء تنفيذ التجارب .وبالبحث عن الأسباب من خلال المناقشة والحوار مع فنين المعمل و حول الصعوبات التي تواجههم والأسباب التي قد تكون وراء ذلك الضعف ، كما قامت الباحثة بإعداد استبيان يتضمن أسئلة مفتوحة وزع علي الطلبة . وقد تلخصت أغلب الأسباب في الاتي:

ـ القدرة الاستيعابية للمعمل، حيث انه نتيجة الى الاعداد الكثيرة للطلبة يضطر الفنيون واستاذة المادة الي تقسيم الطلبة الي مجموعات تعتبر كبيرة نسبيا من ناحية العدد حيث

تتضمن المجوعة الواحدة مالا يقل عن سبعة طلاب. كما ان هذه المجموعات كثيرة حيث ان الفصل الدراسي الواحد به مالا يقل عن خمسة عشر مجموعة وهذا ينعكس على الوقت المخصص لكل مجموعة.

ـ يتم تقسيم الجدول الدراسي في الاغلب على ان تكون المحاضرات النظرية في الساعات الاولي من اليوم الدراسي مما يترتب عليه دخول الطلبة وهم منهكون او يشعرون بالملل والتعب وغياب الرغبة بالقيام بالتجارب بنشاط وحماس.

ـ يقتصر تطبيق التجارب علي طالب او طالبين في المجموعة في حين أن البقية تأخذ دور المتفرج دون المشاركة الفعلية.

2ـ جائحة كورونا سنة 2020 فقد لجاءت جامعة سبها للتدريس عن بعد من خلال تطبيق الكلاس روم classroom وكان التطبيق يمثل حلاً مناسباً فيما يخص الشق النظري للمقرر في حين ظل عاجزاً عن إيجاد حل للشق العملي للمقرر من حيث تنفيذ التجارب المقررة.

وللتغلب على هذه العقبات والمصاعب كان المعمل الافتراضي يمثل حلاً مناسباً من وجهة نظر الباحثة.

3ـ مراجعة الأدبيات والدراسات التربوية ذات العلاقة مما يؤكد نجاح المعمل الافتراضي في تنمية التحصيل والمهارات المعملية.

وبذلك يمكن القول إن مشكلة البحث تتلخص في:

(ضعف التحصيل والمهارات المعملية لدي طلاب السنة الاولي بكلية الهندسة في مادة الفيزياء العامة)

أسئلة البحث:

السؤال الرئيسي: -

ما أثر استخدام المعمل الافتراضي في تنمية التحصيل والمهارات المعملية لطلاب السنة الاولي بكلية الهندسة في مادة الفيزياء العامة.

ويتفرع من هذا السؤال الأسئلة الفرعية الاتية:

1ـ ما أثر المعمل الافتراضي في تنمية التحصيل في مادة الفيزياء لدي طلاب السنة الاولي بكلية الهندسة.

2ـ ما أثر المعمل الافتراضي في تنمية المهارات المعملية في مادة الفيزياء لدي طلاب السنة الاولي بكلية الهندسة.

فروض البحث:

للإجابة على أسئلة البحث وضعت الباحثة الفروض الاتية:

1- لا يوجد فروق دالة احصائيا عند مستوى (0،05) بين متوسط درجات المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي.

2- يوجد فروق دالة احصائياً عند مستوي (0،05) بين متوسط درجات المجموعة الضابطة ومتوسط درجات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي لصالح المجموعة التجريبية.

3- يوجد فروق دالة احصائيا عند مستوي (0،05) بين متوسط درجات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي والقبلي للاختبار التحصيلي لصالح التطبيق البعدي.

4- يوجد فروق دالة احصائيا عند مستوي (0،05) بين متوسط درجات المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية عند تطبيق بطاقة الملاحظة لصالح المجموعة التجريبية.

أهداف البحث:

1- تصميم وبناء معمل افتراضي في مادة الفيزياء العامة.

2- معرفة مدي فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية التحصيل لدي طلاب السنة الأولى بكلية الهندسة في مادة الفيزياء العامة .

3- معرفة فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية المهارات المعملية لدي طلاب السنة الأولى بكلية الهندسة في مادة الفيزياء العامة.

4- المقارنة بين المعمل الافتراضي والمعمل التقليدي وايهما الأفضل في تنمية التحصيل والمهارات المعملية لدى الطلاب.

أهمية البحث:

1- جاء هذا البحث كاستجابة للدعوات التربوية التي تنادي بضرورة استخدام واستثمار مستحدثات التكنولوجيا في التعليم.

2- توافق هذا البحث مع اهداف التعليم ومواكبة الاتجاهات الحديثة التي تقتضي ضرورة دمج التقنية في عملية التدريس.

3- قلة الأبحاث والدراسات التي تناولت استخدام المعامل الافتراضية في التعليم الجامعي بدولة ليبيا.

4- توفير بيئة تعليمية تفاعلية مدعمة بالوسائل المتعددة في التعليم الجامعي.

5- توجيه القائمين بالتعليم العالي الي أهمية تبني أنماط تعليمية حديثة.
6- قد تزود نتائج البحث المسؤولين عن السياسات والبرامج التعليمية بصعوبات وإيجابيات استخدام المعامل الافتراضية في التدريس.
7- يمكن ان تسهم مقترحات البحث في تحسين الممارسات التدريسية.
8- قد تفتح نتائج البحث آفاقا جديدة أمام الباحثين وتزويدهم ببعض المعلومات حول استخدام المعامل الافتراضية في المجال التعليمي.
9- نشر ثقافة التعليم الالكتروني والاستفادة من مميزات هذا النمط من التعليم، والذي قد يمثل البديل المناسب للتعليم التقليدي في الظروف التي تمنع من القيام بالتعليم التقليدي.

حدود البحث :

1- الحدود البشرية: 60 طالبة وطالبة من طلبة السنة الاولي بكلية الهندسة، جامعة سبها سابقاً جامعة وادي الشاطئ حالياً.
2- الحدود الموضوعية: يقتصر البحث الحالي على تنمية التحصيل والمهارات المعملية في التجارب المقررة في مقرر الفيزياء العامة للسنة الاولي بكلية الهندسة.
3- الحدود الزمانية: الفصل الدراسي ربيع 2021-2022.

أدوات البحث:

- معمل افتراضي: تصميم الباحثة.
- بطاقة الملاحظة: تصميم الباحثة.
- اختبار تحصيلي: تصميم الباحثة

مصطلحات البحث:

المعامل الافتراضيـــــة: هي معامل مبرمجة تحاكي المعامل الحقيقية ومن خلالها يتمكن المتعلم من إجراء التجارب المعملية عن بعد، لاي عدد ممكن من المرات، كما تعوض غياب الأجهزة المعملية، كما يمكن تغطية معظم أفكار المقررات بتجارب افتراضية وهو ما يصعب تحقيقه في الواقع نظراً لمحدودية وقت العملي وعدد المعامل.(16)
وكذلك تعرف بانها: بيئة افتراضية يتم فيها أجراء تجارب محاكية للواقع ويمكن من خلالها إضافة مكونات جيدة وابتكار تجارب جديدة ويتاح للمتعلمين فيها مطلق الحرية في اتخاذ القرارات دون أن يترتب على هذا القرار أي آثار سلبية (17)
أما التعريف الإجرائي: المعمل الافتراضي: هو بيئة تعليمية إلكترونية يتم من خلالها استخدام تطبيق حاسوبي معد مسبقا يحاكي التجارب المقررة في مادة الفيزياء العامة.

المهارات المعملية: هي مجموعة المهارات التي يتم تدريب الطلاب عليها من خلال مهام انشطة التعلم المتنوعة النظرية والعملية منها بصورة منظمة (18)

وتعرفها الباحثة إجرائياً بانها: مجموعة من المهارات الواجب توفرها لدى الطلاب للقيام بإجراء التجارب واستخلاص النتائج بشكل صحيح.

التحصيل الدراسي: هو حصيلة ما يكتسبه الطالب من العملية التعليمية من معارف ومعلومات وخبرات ونتيجة لجهده المبذول خلال تعلمه بالمدرسة أو مذاكرته في البيت أو ما اكتسبه من قراءته الخاصة في الكتب والمراجع (19)

وتعرفه الباحثة إجرائياً: هو مقدار ما يتحصل عليه الطالب من معلومات ومعارف يمكن الكشف عنها من خلال اختبار يقيس المستويات المعرفية ويتميز هذا الاختبار بالموضوعية والصدق والثبات.

الدراسات السابقة:

أولاً دراسات تناولت المعامل الافتراضية في المرحلة الجامعية:

1- دراســــــــــة : عبد الكريم الجبري (2022) ، وهدفت الدراسة إلى التعرف علي متطلبات استخدام المعامل الافتراضية بالجامعات اليمنية ودرجة توفرها من وجهة نظر أعضاء هيئة التدريس ومساعديهم ثم تقديم تصور مقترح لاستخدام المعامل الافتراضية في تدريس تجارب الاحياء المعملية بالجامعات اليمنية وقد اعتمدت الدراسة علي المنهج الوصفي التحليلي وتكون مجتمع الدراسة من جميع أعضاء هيئة التدريس ومساعديهم تخصص علوم الحياة بالجامعات اليمنية وقد بلغت عينة الدراسة 80 عضواً ولتحقيق أهداف الدراسة تم استخدام الاستبانة لجمع البيانات وتوصلت النتائج إن درجة توفر متطلبات استخدام المعامل الافتراضية في تدريس تجارب الأحياء بالجامعات اليمنية من وجهة نظر أفـراد العينة كانت قليلة وقد أوصت الدراسة بضرورة تبني التصور المقترح من قبل وزارة التعليم العالي وكذلك اوصت بتشكيل فريق عمل متخصص من قبل وزارة التعليم العالي لإنتاج برامج المعامل الافتراضية.(20)

2- دراســــــــــة : هند الدليمي (2018) هدفت الدراسة الي تصميم وبناء نموذج لمعمل افتراضي في مادة الاحياء والتعرف علي أثر هذا المعمل في التحصيل والمهارات المعملية لدي طلاب كلية التربية بجامعة القادسية بالعراق وقد بلغ عدد عينة البحث 60 طالب وطالبة بكلية التربية وقد أكدت النتائج علي أن استخدام المعامل الافتراضية له أثر كبير في تحسين التحصيل والمهارات المعملية وأوصت الدراسة بضرورة الاستفادة

من تقنية المعامل الافتراضية في التعليم الجامعي ، وكذلك إنشاء موقع علي شبكة الانترنت للمعامل الافتراضية بما يتيح الاستفادة للطلاب والأساتذة من هذه التقنية.(1 2) (Salame, I. I., & Makki, J., 2021) تقصت الدراسة تصورات الطلاب حول تأثير(معمل افتراضي قائم علي استخدام تقنية)علي تعلمهم ومواقفهم ومميزات هذه التقنية ،ومدي فائدتها بالنسبة لهم في دراسة الكيمياء ،تم إجراء البحث في جامعة مدينة نيويورك وبلغ عدد المشاركين 158طالبا وأستخدم استبيان يتألف من أسئلة علي مقياس ليكرت وأسئلة مفتوحة تم توزيعها علي الطلاب الذين كانوا يدرسون باستخدام المعمل الافتراضي كجزء من دروس المعمل الخاصة بهم وأشارت النتائج الي أن المعمل له آثر إيجابي علي مواقف الطلاب وإدراكهم للتعلم وعزز تطوير الطلاب لفهم واستيعاب مفاهيم ومحتوي الكيمياء ووفرت التجارب الافتراضية فرصا للتعلم لا يمكن تحقيقها في بيئة المعمل التقليدي وأوصت الدراسة بوجود حاجة لتحديث وتعديل معامل الكيمياء لتعكس التقنيات الحديثة.(22)

ثانيا ـ دراسات تناولت المعامل الافتراضية في مادة الفيزياء:

1- دراســـــة : أسماء الشهري (2018) ، هدف البحث الى الكشف عن تصور مقترح لتصميم معمل افتراضي في تنمية التفكير العلمي بمقرر الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية بمنطقة الباحة، واستخدمت المنهجين الوصفي وشبه التجريبي القائم على المجموعة الواحدة مع القياس القبلي والبعدي للكشف عن فاعلية المتغير المستقل (البرمجية التعليمية) في المتغير التابع التفكير العلمي, وتكون مجتمع البحث من جميع طالبات الصف الثالث الثانوي في محافظة المخواة، وتكونت عينة البحث من (30) طالبة من طالبات الصف الثالث الثانوي وكان اختيار العينة قصدياً، وقد قامت الباحثة ببناء ادوات البحث المتمثلة في اختبار التفكير العلمي، ومن خلال الأدوات تم التعرف على مستوى اداء افراد العينة، وتم استخدام برنامج الحزمة الاحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) لتحليل النتائج.

وقد كشفت نتائج البحث الى انه يوجد فرق ذو دلاله إحصائية عند مستوى الدلالة (0.05) بين متوسطات درجات طالبات عينة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لدرجات اختبار مهارات التفكير العلمي لصالح التطبيق البعدي، وتُعزى هذه النتيجة إلى المعالجة التجريبية (استخدام المعامل الافتراضية).

وفي ضوء النتائج التي توصل اليها البحث ختم البحث بمجموعه من المقترحات والتوصيات كان من أهمها، الاهتمام باستخدام المعامل الافتراضية في تدريس المواد

العلميّة (الكيمياء والفيزياء والأحياء) لطـّلاب المرحلة الثانوية أحد المستحدثات التكنولوجية في مجال التعليم، إعداد دورات وورش عمل للمعلمين لتدريبهم على استخدام المعامل الافتراضية في التدريس، تعميم اختبار التفكير العلمي الذي قدمه البحث بالمدارس الثانوية (23).

2ـ دراســـــة: جمال وهبة(2023) ، وهدف البحث إلى الكشف عن فاعلية المعامل الافتراضية في تنمية المهارات العملية في مادة الفيزياء لدي طلاب الصف الثالث الثانوي وقد تم إجراء التجربة على عينة مكونة من60 طالباً وقسمت العينة الي 30 طالب كمجموعة تجريبية و30 طالب كمجموعة ضابطة، ودرست المجموعة التجريبية وحدة الكهرباء التيارية والكهرومغناطيسية باستخدام المعمل الافتراضي فيما درست المجموعة الضابطة باستخدام المعمل التقليدي.

وقد أظهرت النتائج فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية المهارات العملية لدي الطلاب كما أوصت الدراسة بضرورة الاستفادة من خبرات الدول المتقدمة في تصميم واستخدام المعامل الافتراضية في تدريس مواد العلوم وتصميم مواقع للمعامل الافتراضية على الانترنت يستفيد منها الطلبة والمعلمين.(24)

3-دراســـــة : G.siksoy (2017)، بعنوان اثر المعامل الافتراضية علي اتجاهات الطلاب في معمل الفيزياء وهدفت الدراسة الي التعرف علي اتجاهات الطلاب في معمل الفيزياء وتأثير المعمل علي التحصيل واستخدم الباحث المنهج شبه التجريبي والمنهج الوصفي ،وتضمنت العينة 42 طالباً مقسمين الي مجموعتين مجموعة تجريبية شملت 21طالباً ومجموعة ضابطة شملت 21طالباً وتمثلت الأدوات في مقياس الاتجاهات لمعمل الفيزياء وأظهرت النتائج أن تجارب المعمل الافتراضي لها تأثير إيجابي علي اتجاهات الطلاب في مادة الفيزياء وتساعد علي تنمية التحصيل الدراسي لدي الطلاب في مادة الفيزياء.(25)

تعقيب:

من خلال إطلاع الباحثة على الأدب التربوي المتعلق بموضوع البحث لاحظت أن الدّراسات السابقة التي تناولت متغيرات البحث كانت قليلة ولم توجد دراسة جمعت بين المتغيرات الثلاثة معا ؛ وإنما وجدت متغيرات متفرقة في دراسات مختلفة، كما أن الدراسات التي تناولت استخدام المعمل الافتراضي في الجامعات الليبية كانت قليلة؛ بل تكاد تكون نادرة ، وإن وجدت فهي تقتصر على استخدام المنهج الوصفي ، وأما تفرد

وتميز هذا البحث فانه يكمن بأنه قدم تطبيق فعلي لهذه التقنية من خلال بناء وتصميم المعمل من جهة وتجريبه فعليا علي الطلبة من جهة أخري.

منهج البحث :

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي فيما يخص مراجعة الادبيات والدراسات السابقة والإطار النظري للبحث، والمنهج شبه التجريبي في اختبار صحة الفروض.

التصميم التجريبي للبحث: استخدم التصميم المعروف باسم القياس القبلي – البعدي.(-pretest-post-test design)- والذي يشمل مجموعتين هما المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية كما هو موضح:

جدول رقم (1) يوضح التصميم التجريبي للبحث

المجموعات	التطبيق القبلي	المعالجة	التطبيق البعدي
المجموعة التجريبية	اختبار تحصيلي	التدريس بالمعمل الافتراضي	بطاقة ملاحظة اختبار تحصيلي
المجوعة الضابطة	اختبار تحصيلي	التدريس بالمعمل التقليدي	بطاقة ملاحظة اختبار تحصيلي

إعداد أدوات البحث:

أولاً ـ تصميم وإعداد المعمل الافتراضي:

تم مراعاة الجوانب الفنية والمحتوي العلمي وكذلك الجوانب التعليمية والتربوية للمعمل وتم الاستعانة بالخطوات التي ذكرها كلا من: الغريب زاهر إسماعيل (27) وكفاح البدو (28) وبذلك تم التصميم وفق الخطوات الاتية:

1- مرحلة الاعـــــداد: في هذه المرحلة تم وضع التصور المقترح للمعمل كتصميم مبدئ لمحتويات المعمل وعرضه على المتخصصين من أساتذة المادة وفنين المعمل وكذلك تم الاستعانة بمهندس مختص في مجال المحاكاة وبناءاً علي اراءهم تم أجراء التعديلات اللازمة وفق للإمكانيات المتاحة.

1. مرحلة تنفيذ التصميم:

أ- تصميم واجهة المستخدم:

احتوت على الايقونات الآتية:

ـ أيقونة تحتوي على إجراءات الأمن والسلامة التي يجب مراعاتها عند استخدام الحاسوب كالمسافة الامنة والجلوس السليم...الي غير ذلك.

ـ أيقونة التعليمات العامة التي تساعد الطالب في تنفيذ التجارب.

ـ أيقونة تحتوي على التجارب والتي تم تجميعها وإعدادها وفقا للتجارب المقررة وتم الاستعانة بمعامل كروك وديل في الفيزياء وموقع فيت Phet للمعامل الافتراضية، بالإضافة الي ادخال بعض التعليمات باللغة العربية لكل تجربة على حدي والتي من شانها ان تساعد الطالب في تنفيذ خطوات التجربة.

2- مرحلة التقويم: تمت هذه المرحلة كالآتـــــي: -

ـ تم عرض المعمل في صورته المبدئية على المحكمين وتم اخذ ملاحظاتهم بعين الاعتبار واجراء ما يلزم من تعديلات.

ـ تجربة استطلاعية على عينة من الطلاب خارج مجموعات البحث وقد اكدت هذه التجربة على صلاحية وقابلية المعمل للتطبيق.

والجدير بالذكر أنه قد تم مراعاة الجوانب الفنية عند تصميم المعمل من استخدام الألوان المريحة للعين، المرونة في الانتقال بين التجارب او بين الايقونات.

ثانياً- إعـــداد الاختبار التحصيلي :

1- تحديد الهدف من الاختبار التحصيلي:

أ- يهدف الاختبار الي قياس مدي تحقق الأهداف المعرفية السلوكية في الجانب النظري للتجارب المقررة في الفيزياء العامة لدي طلاب السنة الاولي بكلية الهندسة.

ب- الحصول على مقياس ثابت وصادق لقياس أثر المعمل الافتراضي في التحصيل الدراسي على عينة البحث ذلك من خلال:

ـ استخدامه في القياس القبلي للتعرف على ما لدي الطلاب من مفاهيم ومعلومات سابقة وكذلك للتأكد من تجانس المجموعة الضابطة والتجريبية قبل البدء في تجربة البحث.

ـ استخدامه في القياس البعدي للتعرف على أثر المعالجة التجريبية بدلالة التحصيل.

2- تحديد وصياغة مفردات الاختبار التحصيلـــي:

في ضوء الأهداف المعرفية السلوكية تمت صياغة مفردات الاختبار وقد تم إعدادها من نوع الاختيار من المتعدد ضمن نمط الأسئلة الموضوعية وذلك لما تتميز به من مميزات كسهولة التصحيح وتحليل النتائج كما انها لا تخضع لذاتية المصحح وتصلح لقياس النواتج العقلية المتعددة.

وفي ضوء ذلك تم إعداد اختبار تحصيلي مكون من 30 فقرة مفردة اختبارية وتم اعتماد أربعة بدائل لكل مفردة لتقليل آثر التخمين وقد روعي عند صياغة مفردات الاختبار والبدائل شروط إعداد الاختبار الجيد.

1- وضع تعليمات الاختبار التحصيلي: تم صياغة تعليمات الاختبار بحيث تكون سهلة وواضحة ومباشرة حتى يتمكن الطالب من الإجابة بكل يسر وسهولة ووضعت تعليمات الاختبار في بداية كراسة الأسئلة في صفحة مستقلة.

2- وضع نموذج ومفتاح إجابة الاختبار التحصيلي: تم احتساب درجة واحدة لكل إجابة صحيحة وصفر للإجابة الخاطئة وبذلك تكون الدرجة العظمي للاختبار 30

1- الصدق الظاهري: تم عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين من أساتذة المادة والمتخصصين في المناهج وطرق التدريس بغرض ضبط الاختبار من خلال التأكد من:

- مدى ارتباط الأسئلة بالأهداف السلوكية.
- مناسبة الصياغة العلمية واللغوية لمفردات الاختبار
- مناسبة البدائل.

وفي ضوء آراء السادة المحكمين تم إجراء بعض التعديلات كتعديل في الصياغة وتغير بعض البدائل غير المناسبة.

1- التجربة الاستطلاعيـــة: تم تطبيق الاختبار على عينة من الطلاب من غير عينة البحث وبناءً على هذه التجربة للاختبار تم حساب كلا من:

2- زمن الاختبار: تم تسجيل الزمن الذي استغرقه كل طالب من طلاب العينة الاستطلاعية وثم حساب المتوسط الحسابي وبذلك فإن الزمن اللازم للإجابة على الاختبار وكان الزمن 45 دقيقة.

3- معامل السهولة والصعوبة لكل مفردة من مفردات الاختبار: تم حساب معامل الصعوبة والسهولة لكل مفردة من مفردات الاختبار وتراوحت المعاملات بين (0،20-0،85) وهي معاملات مقبولة وتدل على ان المفردات ليست شديدة الصعوبة ولا شديدة السهولة كما انه تم بناء على معاملات السهولة ترتيب بعض مفردات الاختبار حيث تدرج من السهل الي الصعب.

4- معامل التمييز لكل مفردة من مفردات الاختبار: تراوحت معاملات التمييزيين (0،36-0،61) وهي نسبة مقبولة تدل على أن مفردات الاختبار قادرة على التمييز بين الأداء المرتفع والمنخفض لأفراد العينة.

5- معامل الثبات: قامت الباحثة بحساب معامل ثبات الاختبار بطريقة التجزئة النصفية، واستخدام معادلة سبيرمان –براون وكما قامت الباحثة بحساب معامل الثبات بمعادلة جوتمان والجدول الاتي يوضح النتائج

جدول (2) يوضح معامل الثبات للاختبار التحصيلي

الاختبار	سبيرمان- بروان	جوتمان
معامل الثبات	0،880	0،876

من الجدول يتضح ان الاختبار يتمتع بدرجة ثبات مقبولة.

1- صدق الاختبار: تم حساب الصدق الذاتي للاختبار بإيجاد الجذر التربيعي لمعامل الثبات وبذلك بلغ (0،93) وهو يشير الي تمتع الاختبار بصدق مقبول.

وبعد التأكد من صدق وثبات الاختبار أصبح الاختبار في صورته النهائية جاهز وصالح للتطبيق

ثالثاً- اعداد بطاقة الملاحظة:

تم إعداد بطاقة ملاحظة لقياس أداء الطلاب والمهارات المعملية وقد تم اتباع الخطوات الاتية في بناء بطاقة الملاحظة:

أ- تحديد الهدف من بطاقة الملاحظة: تهدف هذه البطاقة الي تقييم الجانب العملي للمهارات المعملية لدي طلاب السنة الاولي بكلية الهندسة في مقرر الفيزياء العامة، وتتضمن هذه البطاقة قياسا للمهارات المعملية المرتبطة بالتجارب المقررة. كما تهدف الي الحصول على مقياس ثابت وصادق لقياس أثر المعمل الافتراضي في تحسين الأداء العملي (المهارات المعملية) لعينة البحث.

ب - تحديد مصادر بناء البطاقة: تم بناء البطاقة في ضوء المحتوي التعليمي الموجود بالتجارب المقرر.

ج - تحديد المهارات التي تتضمنها البطاقة: اشتملت البطاقة في صورتها الأولية على أربع مهارات رئيسية وعدد 24مهارة فرعية وقد راعت الباحثة أن ترتب المهارات ترتيبا منطقيا وان تكون العبارات دقيقة وواضحة، موجزة، ان تقيس كل عبارة سلوكا محددا وأن تصف المهارة الفرعية المهارة الرئيسة لها.

د- تحديد أسلوب تقدير مستوي الأداء: تم استخدام التقدير الكمي حيث اشتملت البطاقة على ثلاث مستويات للأداء (جيد، متوسط، ضعيف) وتم توزيع الدرجات كلاتي:

جيد (2)، متوسط (1)، ضعيف (صفر)ويتم تسجيل أداء الطالب بوضع علامة (√) أمام مستوي أداء الطالب المناسب وبذلك يكون مجموع الدرجات الكلي للبطاقة (48) درجة.

ـ ضبط وتقنين بطاقة الملاحظة: وتم ذلك من خلال :

ـ حساب الصّــدق الظّاهـــري: بعد ان تمت عملية الاعداد للبطاقة تم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مادة الفيزياء والمناهج وطرق التدريس وفنين المعمل بغرض تحكيم البطاقة والحكم على صدقها وذلك من خلال التأكد من:

ـ سلامة الصياغة العلمية واللغوية لعبارات البطاقة.

ـ مناسبة مستويات أداء المهارة والتقدير الكمي لها.

ـ مدى صلاحية البطاقة للتطبيق.

وفي ضوء آراء السادة المحكمين تم اجراء التعديلات اللازمة.

ـ إجراء تجربة استطلاعية: تم تنفيذها على عينة من الطلاب (غير عينة البحث الاساسية) ومن خلال هذه التجربة تم حساب:

ثبات البطاقـــــة: من خلال تعدد الملاحظين على أداء الطالب الواحد ثم حساب معامل الاتفاق باستخدام معادلة كوبر، وقد بلغ متوسط اتفاق الملاحظين على ثلاث طلاب من العينة الاستطلاعية 89% مما يعني ان بطاقة الملاحظة ثابتة وصالحة للتطبيق.

صدق الاتساق الداخلي للبطاقة: قامت الباحثة بحساب الاتساق الداخلي من خلال حساب معاملات الارتباط بين كل مفردة والدرجة الكلية للبطاقة وقد تراوحت معاملات الارتباط ما بين (0،178) و (0،823) وهي معاملات ارتباط تشير الي تمتع بطاقة الملاحظة بدرجة مقبولة من الاتساق الداخلي، وتم صلاحيتها للاستخدام.

عرض النتائج وتفسيرها:

للإجابة على أسئلة البحث تم التحقق من صحة الفروض والتي تنص على الاتي:

الفـــرض الأول: لا يوجد فروق دالة احصائيا عند مستوى (0،05) بين متوسط درجات المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي.

جدول(3) يوضح نتائج الاختبار التحصيلي في التطبيق القبلي للمجموعتين

المتغير (تطبيق قبلي)	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجة الحرية	الدلالة
الاختبار التحصيلي	الضابطة	30	3،9	2،91	0،174	58	غيردال عند مستوي 0،05
	التجريبية	30	4،03	2،77			

من الجدول نلاحظ ان قيمة ت المحسوبة اقل من قيمة ت الجدولية عند درجة حرية58 وبذلك يمكن القول ان المجموعتين قبل تطبيق تجربة البحث كانتا متجانستان نوعا ما حيث انه لا يوجد فروق في متوسط درجات افراد المجموعتين في الاختبار التحصيلي في التطبيق القبلي ويعود ذلك الي ان الطلاب لم يدرسوا بعد الجانب النظري المقرر وان ما لديهم من خلفية معرفية عن موضوعات التجارب يعتبر متواضع لا يعدوا كونه فكرة سطحية عن الموضوعات

الفرض الثاني: يوجد فروق دالة احصائياً عند مستوي (0،05) بين متوسط درجات المجموعة الضابطة ومتوسط درجات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي لصالح المجموعة التجريبية.

والجدول الآتي يوضح نتائج التحليل الاحصائي للبيانات:

جدول (4) يوضح نتائج الاختبار التحصيلي في التطبيق البعدي للمجموعتين

المتغير	التطبيق	المجموعات	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة ت
الاختبار التحصيلي	البعدي	المجموعة الضابطة	30	19,4	5,88	58	3,9
		المجموعة التجريبية	30	23,3	4,05		

من الجدول يتضح أن قيمة ت المحسوبة أكبر من قيمة ت الجدولية عند درجة حرية 58وبذلك فانه يتم قبول الفرض الثاني والذي يشير الي ان تفوق المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي وهذه النتيجة تتفق مع نتائج دراسة كلا من هند الدليمي (2018) و.G.siksoy(2017) وقد يعود ذلك الي أن التدريس من خلال المعمل الافتراضي قد ساهم في تنمية التحصيل حيث ان الجانب النظري للتجارب كان معروضا. بحيث يكون جزء من القيام بالتجربة في حين انه عند التدريس بالطريقة التقليدية فان الجانب النظري يقتصر فقط على شرح موجز من قبل أستاذ المادة قبل البدء في التجربة وبالتالي فان تركيز الطلاب ينصب على تنفيذ خطوات اجراء التجربة دون التركيز على النظرية والمفاهيم التي بنيت على أساسها التجربة.

الفرض الثالث: يوجد فروق دالة احصائيا عند مستوي (0،05) بين متوسط درجات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي والقبلي للاختبار التحصيلي لصالح التطبيق البعدي

جدول (5) يوضح نتائج الاختبار التحصيلي في التطبيق القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية

المجموعة التجريبية	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت	الدلالة	درجة الحرية
قبليا	30	3,9	2,91	5,65	دالة عند مستوي 0,05	29
بعديا	30	23,3	4,05			

من الجدول يتضح ان قيمة ت دالة احصائيا عند مستوي 0,05 وبذلك يتم قبول الفرض بوجود فروق لصالح التطبيق البعدي وبالتالي فان استخدام المعمل الافتراضي قد أثبت فاعليته في تنمية التحصيل الدراسي لطلاب المجموعة التجريبية وقد جاءت هذه النتيجة متوافقة مع دراسة كلا من هند الدليمي (2018) و G.siksoy(2017) والتي تثبت الأثر الفعال للمعمل الافتراضي على التحصيل.

الفرض الرابع : يوجد فروق دالة احصائيا عند مستوي (0،05) بين متوسط درجات المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية عند تطبيق بطاقة الملاحظة لصالح المجموعة التجريبية.

جدول (6) يوضح نتائج بطاقة الملاحظة في التطبيق البعدي للمجموعتين

المتغير	التطبيق	المجموعات	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة ت
بطاقة الملاحظة	البعدي	المجموعة الضابطة	30	33,7	5,78	58	9,5
		المجموعة التجريبية	30	36,6	6,69		

من الجدول نلاحظ ان قيمة ت المحسوبة ذات دلالة إحصائية عند مستوي 0،05 مما يدل على فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية المهارات المعملية لدي طلاب المجموعة التجريبية

التوصيات والمقترحات:

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث الحالي فانه يمكن تقديم التوصيات الاتية والتي نأمل من القائمين على التعليم أخذها في عين الاعتبار:

1- الاهتمام باستخدام المعامل الافتراضية في التدريس لما لها من فوائد في العملية

التعليمية وتدريس العلوم بصفة عامة وتدريس الفيزياء بصفة خاصة.

2- إدخال تقنيات التعلم الالكتروني في مرحلة التعليم الجامعي بهدف تفريد تجربة التعلم، مما يجعل التعلم أكثر فعالية ويلبي الاحتياجات الفردية لكل طالب

3- أن دمج تقنية المعمل الافتراضي في تدريس الفيزياء يساعد على فهم المفاهيم الفيزيائية المعقدة فهو يعزز بيئة تعليمية غنية وجذابة.

4- أن ما يتمتع به المعمل الافتراضي من مميزات منها : أنه متاح في أي وقت بالنسبة للطالب يضمن استمرار عملية التعلم خارج أســوار المدرسة أو الجامعة وبذلك فإن استخدامه كاستراتيجية معتمدة في التعليم يحقق إحدى أهداف العملية التعليمية وهي استمرار عملية التعلم بحيث تصبح جزء من ممارسات الحياة اليومية للطلاب.

5- بالإضافة الي كون المعمل الافتراضي ينمي الجانب المعرفي او المهاري في مادة التخصص الا انه ينمي جوانب اخري لدي الطلاب كمهارة استخدام برامج الحاسوب وكيفية التعامل معها وبذلك نضمن للطالب استخدامه لمستحدثات التكنولوجيا الحديثة وان لا يكون بمعزل عنها فمن المجدي للقائمين على رسم السياسات التعليمية دمج تقنية المعمل الافتراضي بحيث يصبح جزءاً لا يتجزأ من المقررات العملية.

المقترحات:

وفي ضوء نتائج هذا البحث تقترح الباحثة إجراء الدراسات الآتية:

1- فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية جوانب اخري كالاتجاه نحو المادة ومتعة التعلم ومهارات التفكير العليا.

2- دراسة أثر دمج المعمل الافتراضي والتقليدي في التدريس.

3- إجراء دراسة مماثلة في فروع آخري من فروع الفيزياء كتجارب الفيزياء النووية والمعمل المتقدم لما للمعمل الافتراضي من مميزات تضمن آمن وسلامة الطلاب في هذا النوع من التجارب.

4- إجراء دراسة مماثلة في مواد أخري في المرحلة الجامعية.

المراجـــــع

1- حذيفة مازن عبد المجيد ومزهر شعبان العاني: التعليم الالكتروني التفاعلي، مركز الكتاب الأكاديمي، عمان، الأردن، 2014، ص23.

2- محمد عطية خميس: اتجاهات حديثة في تكنولوجيا التعليم، المركز الأكاديمي العربي للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية، 2020، ص92.

3- هيثم عاطف حسن: تكنولوجيا العالم الافتراضي والواقع المعزز في التعليم، المركز الأكاديمي للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية،2018، ص55.

4- إبراهيم عمر يحياوي: تأثير تكنولوجيا الاعلام والاتصال على العملية التعليمية في الجزائر، دار اليازوري العلمية، عمان، الأردن،2017، ص186.

5- غسان يوسف: إقطيط: تقنيات التعلم والتعليم الحديثة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2015، ص273.

6- شفاء طاهر عباس: تدريس الفيزياء من الفهم الي الشغف، دار الخليج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن،2023، ص110.

7- نورة محمد حسين العوض وسامي الشهراني: تصورات معلمي ومعلمات الفيزياء في المرحلة الثانوية بمدينة نجران للتدريس باستخدام منصة مدرستي، مجلة كلية التربية، جامعة الإسكندرية، المجلد 33،2023.

8- طارق عبد الرؤوف عامر: التعليم الالكتروني والتعليم الافتراضي، المجموعة العربية للتدريب والنشر، القاهرة، جمهورية مصر العربية، ط1، 2015، ص255.

9- Fajardo, M. T. M. (2019). The effects of interactive science notebook on student teachers' achievement, study habits, test anxiety, and attitudes towards physics. Journal of Turkish Science Education, 16(1), 62-76. DOI: 10.12973/tused. 10266a.

10- عبد الله الاشهب وأسماء الاشهب: التعليم العالي في ليبيا في ضوء بعض المؤشرات الكمية والنوعية للتعليم وفرص التطوير، المؤتمر الدولي الأول لمخرجات التعليم العالي ومتطلبات سوق العمل الليبي، مجلة كلية الاقتصاد، جامعة مصراتة، 2022.

11- جمال وهبة سيد أحمد وآخرون: فاعلية المختبرات الافتراضية في تنمية المهارات العملية بوحدة الكهرباء التيارية والكهرومغناطيسية في مادة الفيزياء لدي طلاب الصف الثالث ثانوي، مجلة كلية التربية، جامعة الازهر، ع 197، ج 5، 2023.

12- إيمان مجدي أحمد: تطوير معمل افتراضي ثلاثي الأبعاد قائم علي الأنشطة التفاعلية وأثره في تنمية مهارات الفهم العميق لدي طلاب المرحلة الإعدادية، مجلة كلية التربية، جامعة المنصورة، ع118، 2022

13- عبير عبد الصمد: برنامج مقترح في النانو تكنولوجي قائم على المعمل الافتراضي وأثره في تنمية المفاهيم العلمية لطلاب كليات التربية، مجلة البحث العلمي في التربية، كلية البنات، جامعة عين شمس، ج20، ع 10، 2019

14- Taibu, R., Mataka, L., Shekoyan, V. (2021). Using PhET simulations to improve scientific skills and attitudes of community college students. International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST), 9(3), 353-370. https://doi.org/10.46328/ijemst.1214

15- Talan, T. (2021). The effect of simulation technique on academic achievement: A meta-analysis study. Int. J. Technol. Educ. Sci. 2021, 5, 17–36.
16- حسين هاشم الفتلي: التعليم الالكتروني والتعليم الافتراضي، دار الوفاق للنشر والتوزيع، الجيزة، جمهورية مصر العربية، 2012، ص 184
17- محمد عطية خميس: بيئات التعلم الالكتروني، ج1ندار السحاب للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية، 2018، ص46.
18- عصام محمد عبد القادر السيد: التوجهات المعاصرة في البحوث والدراسات التربوية، دار التعليم الجامعي، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية، 2020، ص 11.
19- سالم عبد الله سعيد الفاخري: التحصيل الدراسي، مركز الكتاب الأكاديمي عمان، الأردن، 2018، ص11.
20- عبد الكريم أحمد صالح الجبري: تصور مقترح لاستخدام المعامل الافتراضية في تدريس تجارب الاحياء بالجامعات اليمنية، رسالة ماجستير، كلية التربية جامعة ذمار، اليمن، 2022.
21- هند مؤيد عبد الرزاق الدليمي: أثر استخدام المختبرات الافتراضية في تنمية المهارات المعملية لمعلم الاحياء لدي طلاب كليات التربية بالعراق، المجلة العربية للتربية النوعية، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، المجلد 2، ع2، 2018.
22- Salame, I. I., & Makki, J. (2021). Examining the use of PhET simulations on students' attitudes and learning in general chemistry II. Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education, 17(4), e2247. https://doi.org/10.21601/ijese/10966
23- أسماء علي ظافر الشهري: تصور مقترح لتصميم معمل افتراضي في تنمية التفكير العلمي بمقرر الفيزياء لدي طالبات المرحلة الثانوية بمنطقة الباحة، مجلة كلية التربية، جامعة أسيوط، المجلد 34، ع 8، 2018.
24- جمال وهبة وآخرون، مرجع سابق.
25- Asıksoy'G. Islek D. (2017). The Impact of the Virtual Laboratory on Students' Attitudes in a General Physics Laboratory Article submitted 27February. Published as resubmitted by the authors 14 April PP 20: 28.
26- الغريب زاهر إسماعيل: التعليم الالكتروني من التطبيق الي الاحتراف والجودة، عالم الكتب، ط1، القاهرة، جمهورية مصر العربية، 2009، ص289.
27- كفاح محمد البدو: المعمل الافتراضي في القرن الواحد والعشرون، مجلة رسالة المعلم، وزارة التربية والتعليم المملكة الأردنية الهاشمية، مج 54، ع 1.