

فاعلية استخدام برنامج تعليمي قائم على المحاكاة الحاسوبية في التحصيل الدراسي وتنمية مهارات التفكير العلمي لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في مادة العلوم للبرنامج الدولي

The Effectiveness of Using Educational Program Based on Computer Simulation in Academic Achievement and Developing Scientific Thinking Skills among Fourth- Grade Students in the Science Subject for the International Program

Dula Jamal Mousa Abu- Ghoush*

Faculty of Arts and Educational Sciences
Middle East University- Jordan
mhileh@meu.edu.jo

Moh'd Mahmoud Al Hileh

Faculty of Arts and Educational Sciences
Middle East University- Jordan
prof.hileh@gmail.com

Ayat Mohammad Almughrabi

Faculty of Arts and Educational Sciences
Middle East University- Jordan
aalmughrabi@meu.edu.jo

Reham Jibril Qaralleh

Faculty of Arts and Educational Sciences.
Middle East University- Jordan.
r.qaralleh@meu.edu.jo

Deefallah Mohammad Alshorman

Faculty of Arts and Educational Sciences
Middle East University- Jordan
d.shorman@meu.edu.jo

دلى جمال موسى أبو غوش

كلية الآداب والعلوم التربوية
جامعة الشرق الأوسط / الأردن

محمد محمود الحيلة

كلية الآداب والعلوم التربوية
جامعة الشرق الأوسط / الأردن

آيات محمد المغربي

كلية الآداب والعلوم التربوية
جامعة الشرق الأوسط / الأردن

رهام جبريل القراله

كلية الآداب والعلوم التربوية
جامعة الشرق الأوسط / الأردن

ضيف الله محمد الشرمان

كلية الآداب والعلوم التربوية
جامعة الشرق الأوسط / الأردن

Received: 05/07/2025

Accepted: 20/08/2025

Published: 20/08/2026

Abstract

This study aimed to investigate the effectiveness of using a computer simulation-based program on the academic achievement and developing scientific thinking skills among fourth- grade students in the Science subject for the international program. The study was conducted in the International Independent School in the capital city of Amman, Jordan, during the first semester of the academic year (2023/2024). To achieve the study objectives, a quasi-experimental design was used, with a total of (41) intentionally selected and randomly distributed fourth-grade students. They were divided into two groups: the experimental group, consisted of (20) students, studied using the computer simulation program (PhET Interactive Simulation), and the control group, consisted of (21) students, studied using the traditional method. An achievement test and a scientific thinking skills test were used as study tools. The results showed the effectiveness of using the computer simulation-based program (PhET) on academic achievement and the development of scientific thinking skills in favor of the experimental group. In light of these results, the study recommends the necessity of incorporating simulation-based computer programs in the educational process, especially in science subjects, due to their clear positive impact on academic achievement and the development of students' scientific thinking skills.

Keywords: Computer Siumaltion, Academic Achievement, Scientific Thinking Skills, Science Subject

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إستقصاء فاعلية برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية، في التحصيل الدراسي، وتنمية مهارات التفكير العلمي، لدى طلبة الصف الرابع الأساسي، في مادة العلوم، وأجريت الدراسة في مدارس "المستقلة الدولية"، في محافظة العاصمة: عمان / الأردن، خلال الفصل الدراسي الأول، من العام الدراسي (2023/2024). ولتحقيق أهدافها: تم استخدام المنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي، حيث تكون أفراد الدراسة من (41) طالباً وطالبة، من الصف الرابع الدولي، تم اختيارهم قصدياً، وتوزعهم عشوائياً، إلى مجموعتين: المجموعة التجريبية، وتكونت من (20) طالباً وطالبة، درست باستخدام برنامج المحاكاة الحاسوبي PhET (Interactive Simulation)؛ والمجموعة الضابطة، وتكونت من (21) طالباً وطالبة، درست بالطريقة المعتادة، وتم إعداد الاختبار التحصيلي، واختبار مهارات التفكير العلمي، كأدوات للدراسة. وأظهرت النتائج فاعلية استخدام برنامج المحاكاة الحاسوبية (PhET)، في التحصيل الدراسي، وتنمية مهارات التفكير العلمي، لصالح المجموعة التجريبية. وأوصت الدراسة، بضرورة استخدام برامج قائمة على المحاكاة الحاسوبية، في العملية التعليمية التعلمية، وخاصة في مادة العلوم؛ لما لها من أثر إيجابي واضح في التحصيل الدراسي، وتنمية مهارات التفكير العلمي، لدى الطلبة.

الكلمات المفتاحية: المحاكاة الحاسوبية، التحصيل الدراسي، مهارات التفكير العلمي، مادة العلوم

المقدمة

في عصر يتسارع فيه التقدم التكنولوجي بشكل لافت؛ تنفتح أمام العالم ثورة جديدة في مجال التعليم، حيث تتشابك التكنولوجيا بشكل فعال مع بيئة التعلم، وتتسع أفق التعليم لاستضافة تطورات جديدة، تعززها الابتكارات الحديثة. أدى دخول التكنولوجيا، والأدوات الرقمية الحديثة؛ إلى اعتماد العديد من الممارسات المتطورة، التي تشارك في اكتساب المعرفة العلمية وبناءها لدى الطلبة؛ فكان لها أثر كبير على أدائهم وتنمية مهاراتهم. وتطورت أساليب وطرق التعلم باستخدام الحاسوب، ومن أبرز التطورات التي ظهرت في التعليم المحاكاة الحاسوبية، وأنماط استخدامها في بناء العمليات الواقعية، التي يصعب القيام بها في المواقف الفعلية (البرادعي والعكية، 2019). فالمحاكاة الحاسوبية هي نموذج يتم بناؤه باستخدام الحاسوب، يتمثل في تقليد محكم لظواهر أو أنظمة تجسد الواقع، وتتيح للطلاب الفرصة لمتابعة تعلمه خطوة بخطوة (Gunawan et al, 2023).

يُعد التحصيل الدراسي من الأهداف الرئيسة للتربية والتعليم؛ باعتباره المعيار الوحيد لنجاح الطلبة ونقلهم إلى صف أعلى، وكذلك توزيع الطلبة في مسارات التعليم المختلفة، أو القبول في الجامعات، وعلى الرغم من هذه الأهمية للتحصيل، إلا أنه متدنٍ في المواد الدراسية المختلفة بشكل عام، وفي مادة العلوم بشكل خاص، وهو في تراجع نسبي في مختلف المراحل التعليمية، لذلك برزت الحاجة إلى تقصي أسباب هذا التراجع، ومحاولة التغلب عليها، من خلال تطبيق استراتيجيات تعليمية جديدة، تزيد من مستوى الدافعية للتعلم لدى الطلبة (السوليمين، 2014).

والتعليم بحاجة ماسة إلى تنمية مهارات التفكير العلمي لدى الطلبة؛ إذ يعتمد هذا التفكير على الأدلة المنطقية والاستنتاجات الدقيقة؛ مما يعزز فهم الطلبة، وقدرتهم على التفاعل الفعال مع المحتوى التعليمي، فالتفكير ضرورة حيوية في سياق الاتجاهات التربوية الحديثة (الهندساوي، 2018). ويشهد تعليم العلوم اهتماماً كبيراً، على المستوى المحلي والعالمي، منذ عدة سنوات؛ وذلك للتطور السريع في مختلف ميادين العلوم والاتصالات (شمس الدين، 2023). ويتم تشجيع الطلبة، في مادة العلوم، على تطبيق مهارات التفكير العلمي، وفهم النتائج بناءً على الأدلة العلمية؛ مما يتيح لهم تطوير فهم أعمق للمفاهيم العلمية، وتحليل الظواهر بشكل منهجي، وجعل دراسة العلوم وتعلمها ممتعاً ومفيداً وفعالاً. ولضمان فاعلية هذه العملية؛ يمكن استخدام وسائل تعليمية، مثل: المحاكاة، والتجارب العلمية العملية؛ لتشجيع الطلبة على التفكير الناقد، وتطبيق المفاهيم العلمية في سياقات واقعية (Doyan et al, 2023).

إن الهدف من تعلم العلوم هو قدرة الطلبة على تطبيق المعرفة (Al-Bustai, 2020)، واستخدام تفكيرهم، واستيعابهم للمقررات الدراسية، ويأتي ذلك بربطها بالحياة اليومية؛ لتكون أكثر واقعية، ويسهل فهمها بشكل أسرع، وتعلم العلوم في المدارس الابتدائية يتطلب أيضاً تجهيز الطلبة لمواجهة التحديات. إن استخدام برامج المحاكاة الحاسوبية في التعليم؛ يبنى الأداء المهاري للطلبة ويحسن من مستوى تحصيلهم الدراسي (Mallari et al, 2020). إذ يرى (Cho & Park, 2023) أن تقنيات الحاسوب والمحاكاة الحاسوبية تعد من أفضل الأدوات في تحسين تدريس العلوم؛ حيث توفر المحاكاة للطلبة التجارب التي يصعب إجراؤها في ظروف عادية أو تكون ذو تكلفة عالية، وتساعد المحاكاة الحاسوبية في تنمية وتوسيع المعرفة العلمية، وتعزيز التفكير العلمي والعمل، وتساهم في تعزيز قدرة المتعلمين على تنفيذ أفكار جديدة.

مشكلة الدراسة

تعد مادة العلوم من المواد الدراسية التي تحتاج إلى تطبيق عملي وتجريبي؛ لفهمها بشكل كامل، وتحددت مشكلة الدراسة من خلال ملاحظة الفريق البحثي للصعوبات التي يواجهها الطلبة الذين يدرسونهم مادة العلوم، والتي تحتوي على العديد من المفاهيم العلمية، التي قد يشكل عرضها عبئاً معرفياً على الطلبة. لذلك؛ قام الفريق البحثي بمناقشة مجموعة

من المعلمين والمعلمات، في المدرس التي يعملون بها : لتقصي أسباب المشكلة بشكلٍ دقيق ومفصل، وأفادوا بأنَّ الطلبة يواجهون صعوبات عند دراسة مادة العلوم، التي تتضمن عدة مفاهيم علمية نظرية، يصعب عليهم فهمها، وقد يعود السبب في ذلك إلى استخدام الأساليب المعتادة في التدريس، والتي قد تسبب عبئاً معرفياً لعملية التعلم، وخصّوا بالذكر مادة العلوم.

ومن خلال الاطلاع على مجموعة من الدراسات، وبالرجوع إلى التوصيات التي اهتمت بتفعيل المحاكاة الحاسوبية في العملية التعليمية؛ كشفت نتائج الدراسات أن تفعيل المحاكاة الحاسوبية، باستخدام برنامج (PhET Simulation) في تدريس العلوم؛ يساهم في تحقيق تحسن ملحوظ في تحفيز الطلبة، وزيادة دافعيتهم في أثناء عملية العلم والتعلم؛ حيث يوفر هذا البرنامج مساعدات تعليمية تؤدي إلى فهم المحتوى بسهولة. وأشارت الدراسات إلى أن هناك أثراً إيجابياً في التفكير والفهم والدافعية للتعلم، عند استخدام المحاكاة الحاسوبية (Banda & Nzabahimana, 2023؛ Nsabayezu et al, 2023).

وجاء في توصية (Chotimah et al, 2023) الدعوة إلى إجراء المزيد من البحوث حول المحاكاة الحاسوبية في مجالات تعليم العلوم، وفعاليتها في تنمية متغيرات أخرى، مثل: مهارات التفكير العليا، وأن استخدام المحاكاة الحاسوبية، في تعلم العلوم لطلبة المدارس، في المرحلة الأساسية لا يزال جديداً. وأوصت دراسة (Durkaya, 2023) بضرورة تعزيز الأبحاث الحالية، من خلال دراسات مستقبلية، في جميع المراحل الأساسية. واستناداً على ذلك؛ جاءت هذه الدراسة لتقصي فاعلية استخدام برنامج تعليمي قائم على المحاكاة الحاسوبية، في التحصيل الدراسي وتنمية مهارات التفكير العلمي.

أسئلة الدراسة

تمثلت أسئلة الدراسة في الآتي:

السؤال الأول: ما فاعلية استخدام برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية في التحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في مادة العلوم للبرامج الدولية؟

السؤال الثاني: ما فاعلية استخدام برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية في تنمية مهارات التفكير العلمي لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في مادة العلوم للبرامج الدولية؟

أهداف الدراسة

هدفت الدراسة الحالية التعرف إلى فاعلية استخدام المحاكاة، في تحسين زيادة التحصيل الدراسي، وتنمية مهارات التفكير العلمي، لدى طلبة المرحلة الأساسية للصف الرابع في مادة العلوم، في البرنامج الدولي، وتحديد أهداف إلى:

- قياس فاعلية استخدام المحاكاة في تحسين زيادة التحصيل الدراسي، لدى طلبة الصف الرابع، الأساسي الدولي، في مادة العلوم.
- قياس فاعلية استخدام المحاكاة في تنمية مهارات التفكير العلمي، لدى طلبة الصف الرابع، الأساسي الدولي، في مادة العلوم.

أهمية الدراسة

تكمن أهمية الدراسة الحالية في:

الأهمية النظرية وتتمثل في الآتي:

قد توضح هذه الدراسة أهمية استخدام برامج المحاكاة لتدريس العلوم؛ لما لها من فائدة في محاكاة الواقع الفعلي، وفي تنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير العلمي لدى طلبة المرحلة الأساسية عامة والصف الرابع الأساسي خاصة مما يفيد القائمين على مؤسسات التربية والتعليم في توظيف التقنيات المتاحة وبخاصة برامج

المحاكاة في العملية التعليمية التعلمية في الموضوعات ذات التعقيد والصعوبة. وقد تضيف هذه الدراسة نوعاً جديداً للدراسات العربية المتعلقة ببرمجيات المحاكاة الحاسوبية وأثرها على التحصيل الدراسي وتنمية مهارات التفكير العلمي.

الأهمية التطبيقية وتمثل في:

الكشف عن أثر فاعلية استخدام المحاكاة في تنمية مهارات التفكير العلمي والتحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في البرنامج الدولي. وفي تحفيز طلبة المرحلة الأساسية لاستخدام المحاكاة الحاسوبية لأنها قد تساعد في تنمية مهارات التفكير العلمي والتحصيل الدراسي. وتزويد معلمي العلوم بالاستراتيجيات والبرامج القائمة على المحاكاة الحاسوبية التي تساعد في تدريس العلوم، والتي يؤمل منها إحداث تغيير نوعي في تعليم مفاهيم العلوم، وتنمية مهارات التفكير العلمي لديهم وتكون مناسبة لطلبة المرحلة الأساسية.

مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية

- **المحاكاة الحاسوبية** : هي عمليات نمذجة وتقليد أنظمة وظروف واقعية، باستخدام الحاسوب (Makinia & Zaborowska, 2020) وتعرفها الباحثة إجرائياً على أنها برنامج تفاعلي للتعلم، يتيح للطلبة من خلاله استخدام برمجيات حاسوبية، تحاكي الواقع، وتجعلهم يتعلمون بطريقة مشابهة للطريقة التي سيتعرضون لها في حياتهم الحقيقية، وذلك من خلال استخدام الباحثة لبرمجيات جامعة كولورادو (PhET Simulation) القائم على المحاكاة.
- **التحصيل الدراسي** : هو المستوى التعليمي الذي وصل إليه الطالب في مادة دراسية، ويُحدد عبر تجميع العلامات التي حصل عليها من الامتحانات التي تُجرى في المدرسة (محمد، 2018). وتعرفه الباحثة إجرائياً على أنه مدى تحقيق الطلبة للأهداف التعليمية، المحددة في المناهج الدراسية وتقاس من خلال الدرجات التي يحصلون عليها في أداة الاختبار التحصيلي، المعد لذلك الغرض.
- **مهارات التفكير العلمي**: هو القيام بمحاولة فهم جوانب العلم بعمق، وفهم العمليات العقلية والمعرفية المتضمنة، وهو نشاط ذهني، يتأثر بالعوامل والمحيط المجتمعي الذي تنشأ فيه المشكلة (Siagian et al, 2023). وتعرفه الباحثة إجرائياً بأنها : مجموعة من القدرات والعمليات العقلية، التي يستخدمها الطلبة : لفهم وتحليل الظواهر والمشكلات العلمية، ويتطلب منهم القيام بالعديد من العمليات العقلية والذهنية، والاستدلال والملاحظة، وغيرها من العمليات، وتقاس من خلال أداة اختبار مهارات التفكير العلمي، الذي أعدته الباحثة لأغراض الدراسة الحالية.
- **مادة العلوم**: هي إحدى المواد التعليمية، التي تُدرّس في المدارس والجامعات، وتهدف إلى توفير فهم شامل للظواهر والعمليات الطبيعية (Elsigini & Yamani, 2021). وتعرفها الباحثة إجرائياً على أنها كتاب مقرر كمنهاج في نظام التعليم البريطاني ال (IGCSE)، وتحتوي على وحدة دراسية تحت عنوان (الطاقة)، وتدرس لطلبة الصف الرابع الأساسي في البرنامج الدولي، في الفصل الأول، من العام الدراسي (2023/2024).

الآدب النظري والدراسات السابقة

المحاكاة الحاسوبية

للتقنيات الحديثة تأثيراً كبيراً على العملية التعليمية، ويشهد العالم اتجاهاً متزايداً نحو استخدام هذه التكنولوجيات في سياق التعليم؛ بهدف تحسين فعاليتها، وتجاوز الطرائق المعتادة للتعليم، وتبرز في هذا السياق أهمية المحاكاة الحاسوبية كوسيلة فعّالة، للتقليل من الفجوة بين البيئة التعليمية والواقع الفعلي إذ تتيح إمكانية عمل بيئة تعلم تقترب بشكل كبير من الواقع، حيث يمكن للطلبة تجربة ومحاكاة سلوكيات وظواهر وأنشطة، بطريقة تؤثر إيجاباً على اتجاهاتهم التعليمية، ويتمثل ذلك في خطوة نحو تحسين نتائج التعلم، وتفاعل أفضل مع المحتوى التعليمي واتجاهات الطلبة التعليمية (Toma,2023). وفي القرن الواحد والعشرين، أصبحت المحاكاة الحاسوبية متاحة للكثير من المعلمين والمعلمات، خاصةً معلمي العلوم؛ إذ تعد هذه التقنية البديلة نقلة نوعية للتدريس المعتاد؛ فهي تجسد روعة التعلم، من خلال توفير رؤى وتفاعلات مبتكرة، مع نماذج حية للظواهر الطبيعية والفيزيائية؛ يؤدي ذلك إلى تحفيز تركيز الطلبة، بشكل فوري، نحو المواضيع التي يتم تدريسها، فيصبح التعلم تجربة ملهمة وشيقة (Anjarsari&Suyatana,2023).

ويشير (Park,2019) إلى أن المحاكاة الحاسوبية هي كالسحر الرقمي؛ تضم مجموعة من البرامج الذكية، التي تُعيد الحياة لنظام أو عملية، أو حتى ظاهرة معينة، وتُعد هذه العملية العلمية وسيلة تعليمية فريدة؛ حيث تعمل جاهدة على تعزيز تعلم الطلبة، من خلال مشاركتهم في رحلة استكشاف ومراقبة الظواهر العلمية، وتتجلى قوة المحاكاة في دورها في تغيير تصوّرات الطلبة، وتطوير فهمهم للمفاهيم العلمية المختلفة، وتجعل عملية التعلم أكثر إثارة وفاعلية؛ حيث تتيح للطلبة التفاعل بشكل مباشر مع الظواهر والمواد العلمية، والنتيجة: تحقيق نتائج متفوقة، وتحفيز أعمق، مقارنة بالأساليب المعتادة للتعليم. وينظر إليها على أنها مجموعة إرشادات تعليمية، تصمم بعناية؛ لتكون تشبيهاً واقعياً لمواقف حياتية، تُجسّد هذه التوجيهات والإرشادات التعليمية، بشكل يشبه الواقع الفعلي؛ حيث تقوم بمحاكاة سيناريوهات مختلفة، سواء كان ذلك لطريقة عمل معينة، أو أداء مهام معينة، أو حتى تنفيذ تجارب وفقاً لخطوات محددة (Rosadi,2023). وقد جاء في تعريف (Bogusevski et al.,2020) أن المحاكاة الحاسوبية عبارة عن: مجموعة من التوجيهات والإرشادات التعليمية الإلكترونية، صممت بشكل يتناغم مع سياق الحياة الواقعي؛ لمحاكاة مواقف معينة، تتم من خلال تقديم الإرشادات بطريقة تحاكي الوضع الفعلي، وتتبع خطوات وإجراءات محددة؛ لتحقيق التفاعل المستند إلى سيناريو معين.

وبناء على ما سبق؛ فالمحاكاة الحاسوبية هي: برامج تعتمد على استخدام الحواسيب، لتمثيل مجموعة من المواقف، التي يصعب على الطلبة دراستها على الواقع؛ نظراً لتكلفتها أو لخطورتها وتتيح لهم التعامل مع الظواهر المختلفة، وتحفيزهم نحو التعلم.

أهمية المحاكاة الحاسوبية في العملية التعليمية

أشار (Widiyatmoko,2018) إلى أهمية المحاكاة الحاسوبية في عملية التعلم بشكل عام، وفي مجال العلوم بشكل خاص، وأن لها دوراً في توفير فرص غنية للمتعلمين لاستكشاف تجارب متعددة مستمدة من الواقع، والتفاعل معها بشكل مباشر، وهي تساهم في تسهيل فهم المفاهيم التي قد تكون بحاجة إلى جهد أكبر في التعلم الاعتيادي لفهمها واستيعابها، في مجال تعلم العلوم. وأشارت دراسة (نوح و الموسى، 2021) بعد مراجعة العديد من الأدبيات التي تؤكد على أهمية المحاكاة الحاسوبية، إلى أهميتها في تعليم العلوم بوضوح من خلال دورها الحيوي في تسهيل دراسة المعلومات، التي قد تكون خطيرة على المتعلمين عند تنفيذها في الواقع، مثل: التجارب الخطرة، وتقوم المحاكاة بتمثيل هذه المعلومات بطريقة تجعلها أكثر فهماً، وتضيف عنصراً من الإثارة والتشويق إلى السياق التعليمي، بالإضافة إلى ذلك، تمكن المحاكاة الحاسوبية المتعلمين

من اكتساب مهارات علمية جديدة، وتفتح هذه الطريقة الأبواب أمام فرص أوسع لتنوع طرق التدريس، وتبني استراتيجيات تعليمية جديدة، كما وأنها تعمل على مراعاة الفروق الفردية، وتسهم في تنمية مهارات التفكير لدى المتعلمين.

وهناك العديد من برامج المحاكاة المستخدمة في التعليم، ومن البرامج المستخدمة في هذه الدراسة: برمجيات جامعة كولورادو (PhEt Interactive Simulations) القائمة على المحاكاة الحاسوبية، ويُعد برنامج (PhEt Interactive Simulations) من التقنيات التعليمية الممتعة، التي تقدم تجارب علمية مشوقة ومثيرة عبر الإنترنت، تم تطويرها؛ لتسهيل فهم المفاهيم العلمية المعقدة، من خلال تفاعل المستخدمين مع نماذج افتراضية، تغطي مجموعة واسعة من المواضيع، وتستخدم على نطاق واسع في المدارس والجامعات وذلك بفضل إمكانياتها الفريدة لتحفيز الاستكشاف والتجربة، ويعتبر برنامج (PhEt) وسيلة فعالة لتعزيز التعلم العلمي بطريقة ممتعة وتفاعلية وإن أكثر ما يميز هذا البرنامج هو مواكبته المستمرة للتطورات؛ إذ يتم تحديثه بشكل دوري من قبل متخصصين أكاديميين، وهو يهدف إلى تلبية الحاجات العالمية، من خلال تحسين تعلم العلوم والرياضيات، بدءاً من المستوى الابتدائي، وصولاً إلى المستوى الجامعي؛ إذ يتضمن تطوير أكثر من (130) محاكاة مستوحاة من الأبحاث، تهدف إلى تشجيع مشاركة الطلبة، وتحويل أسلوب تدريس العلوم والرياضيات، ويقدم البرنامج مجموعة واسعة من الموارد الموجهة للمعلمين؛ مما يسهم في جعل تجربة التعلم أكثر إثارة وتفاعلاً (Wirda et al, 2023).

أنواع المحاكاة: قسمت المحاكاة، استناداً إلى أهداف استخدامها، إلى ثلاثة أنواع (Pranata, 2023):

- **المحاكاة الحركية:** تتضمن أجهزة إضافية يتم توصيلها بالكمبيوتر، تُستخدم في تدريبات مثل: التدريبات على الطيران.
 - **المحاكاة الإجرائية:** تعتمد على التعامل مع رموز تظهر على شاشة الكمبيوتر، تحاكي جمع وتوصيل أجزاء معينة، مثل: التجارب الفيزيائية والكيميائية.
 - **المحاكاة العملية:** تتضمن نماذج لظواهر غير مرئية، تمثل بشكل رياضي من خلال معادلات، وتستخدم لتفسير ورصد التغيرات في تلك الظواهر، مثل: محاكاة حركة الغازات.
- وقد اعتمد الفريق البحثي على "المحاكاة الإجرائية"؛ طبقاً لنوع البرنامج المستخدم.

التحصيل الدراسي

عرف الساعدي، (2020) التحصيل الدراسي بأنه: الدرجة أو المستوى الذي يحققه الطالب في مادة دراسية، على مستوى متقدم في المجال التعليمي، ويتعلق هذا بمدى فهم المفاهيم، والقدرة على تطبيق المهارات المكتسبة في المجال الأكاديمي، ويمكن أن يتضمن التحصيل الدراسي تقييماً للأداء الأكاديمي، وتحديد مدى التفوق في الاختبارات، ويسهم في تقييم تقدم الطالب في الدراسة وفهمه للمحتوى الأكاديمي. وعرفه الشامي (2023) على أنه مدى تحقيق الطالب للأهداف التعليمية، ويظهر بدرجة الاكتساب التي يحققها في دراسته لمواضيع معينة، ويعكس هذا المصطلح مستوى النجاح الفردي في المادة الدراسية.

أنواع التحصيل الدراسي والعوامل المؤثرة فيه:

هناك ثلاثة أنواع رئيسة للتحصيل الدراسي: التحصيل الجيد، الذي يظهر عندما يكون أداء الطالب أعلى من متوسط الطلبة، ويستخدم الطالب فيه كل إمكانياته وقدراته؛ أما التحصيل المتوسط، فيتمثل في الدرجة التي تمثل نصف إمكانيات الطالب، حيث يكون أدائه متوسطاً، واستفادته من المعلومات بسيطة؛ بينما التحصيل المنخفض يشير إلى أداء ضعيف، حيث يكون أداء الطالب أقل من المستوى العادي، واستفادته من المقرر الدراسي تكون ضعيفة

(حدة، 2013). والتحصيل الدراسي هو عملية معقدة، تتأثر بعدة عوامل: حيث يشمل ذلك جوانب تتعلق بالذكاء، ودافعية الإنجاز، وقلق الامتحان، بالإضافة إلى ذلك العوامل الخارجية مثل: المستوى الاقتصادي والإجتماعي، والمستوى الثقافي الذي يحيط بالطالب، أما العوامل النفسية الداخلية، فتلعب دورًا حيويًا في التحصيل الدراسي، وتسبب في تأثير إيجابي أو سلبي على أداء الطلبة الدراسي (فطرياني، 2020).

التفكير العلمي

التفكير العلمي هو النشاط العقلي، الذي يتمثل في قدرة الطلبة على تحديد المشكلة تحديدًا دقيقاً، ووضع خطة؛ من أجل دراستها واختبار مدى صحتها، وتقديم تفسيرات منطقية لها، والتوصل إلى نتائج نهائية يمكن تعميمها، وتمثل أهميته بأنه مفتاح رئيس لفهم وحل المشكلات؛ إذ إنه يتضمن القدرة على تحليل المشكلة بعقلانية، والاستناد إلى الحقائق والأدلة، ويركز على التجربة، وفحص التفاصيل بعناية؛ لفهم جوانبها المختلفة، ويبرز أهمية الآراء الجيدة في صياغة حلول فعالة (عبد الحميد، 2020).

وتبرز أهميته كذلك في العمليات والوظائف التي يقوم بها؛ حيث يمنح الطلبة فرصة لتنمية التفكير الإيجابي؛ مما يساهم في توليد أفكار جديدة، وإعدادهم للتحديات التعليمية والعملية، ويعمل على مساعدتهم في التحول، من مجرد اكتساب المعرفة إلى توظيفها بفعالية لمعالجة التحديات الحقيقية في المجتمع وسوق العمل، وهو يقوم بمساعدة الطلبة في حل المشكلات المختلفة، على الصعيد العملي والحياتي (مراد، 2016).

مهارات التفكير العلمي

مهارات التفكير العلمي: "هي عملية عقلية محددة، تستخدم عن قصد، يمكن تعلمها وتنميتها بالتدريب في مختلف المراحل العمرية، والتدريب عليها يساعد في تنمية التفكير" (الجمال، 2019، ص 15). وهي مجموعة من العمليات والقدرات العقلية اللازمة لتطبيق العلم والتفكير العلمي بشكل صحيح، وإن القدرة على استخدام هذه العمليات يتطلب من الطالب معالجة المعلومات (زيتون، 2010).

وقد تحددت مهارات عدة تساعد على تنمية التفكير العلمي لدى الطلبة، ومنها: (الدوغان وآخرون، 2018)

- **الملاحظة:** هي عملية الانتباه المنظم للأحداث والظواهر؛ من أجل اكتشاف أسبابها وقوانينها باستخدام الحواس الخمسة، والأجهزة العملية، وتعد من أهم مهارات التفكير العلمي التي يمتلكها الطالب، وأساس عمليات العلم الأخرى وأقدمها.
- **التطبيق:** وهي القدرة على توظيف المعارف التعليمية، والتجارب السابقة، في سياقات جديدة، حيث يكون الطالب قادرًا على حل المشكلات، واستكشاف المواقف، وربط العلاقات، كما يشمل ذلك تطبيق القوانين والمبادئ، ويتطلب هذا المستوى من المهارة درجة عالية من الفهم والمعرفة.
- **الاستنتاج:** وهي قدرة الطالب على الانتقال من الصورة العامة للمعلومات المطروحة أمامه، إلى الوصول للنتائج الجزئية كنتيجة للملاحظة الموجودة؛ مما يساعده في تفسير الملاحظات التي يحصل عليها من خلال التجارب العلمية.
- **التنبؤ:** وهو عملية عقلية، يمكن التدرب عليها، وممارستها من خلال تحليل المعلومات الموجودة لدى الطالب؛ مما يزوده بالقدرة على التحكم بالظواهر المحيطة به، والتعامل معها بسهولة، بناءً على التوقعات التي توصل إليها من المعلومات السابقة.
- **التفكير الناقد:** وهي عملية عقلية، تنطوي على جمع الأدلة حول موضوع معين، ومن ثم التحليل والتفسير لها، واستخلاص الاستنتاجات؛ بهدف إصدار قرار أو حكم معين، أو حتى حل مشكلة (الهيلات، 2013). والتفكير

الناقد يشجع التعلم الذاتي لدى الطلبة، وينمي روح التساؤل والبحث، والتحقق من الحقائق قبل تسليمها (الخلايفات، 2019).

وتضمنت هذه الدراسة مهارات التفكير العلمي الآتية: (الملاحظة، التطبيق، والتفكير الناقد)، حيث حدد الفريق البحثي المهارات التي تتناسب مع مادة العلوم، ومع المرحلة العمرية، والخصائص النمائية لطلبة الصف الرابع الأساسي، التي أجمع عليها أغلب الباحثين، وذلك بعد رجوعها إلى الدراسات السابقة، والاطلاع على ما تضمنته من مهارات التفكير العلمي.

دور معلمي العلوم في تنمية التفكير العلمي لدى طلبة المرحلة الأساسية: (الفحطاني والراشد، 2020).

إن تعليم الطالب كيف يفكر هدف مهم، وتعتبر مناهج العلوم، التي تدرس بطريقة حديثة، مجالاً فعالاً لتنمية التفكير العلمي لدى الطلبة وإن لمعلمي العلوم دور كبير في مساعدة الطلبة على اكتساب مهارات التفكير العلمي؛ إذ يتجلى دورهم في التركيز على الجانب التطبيقي في تدريس العلوم، وتهيئة الفرصة للطلبة للقيام بالتجارب العملية؛ لتتكون لديهم المهارات والعمليات العقلية اللازمة للتفكير العلمي، ويكمن دورهم أيضاً في توظيف البرامج والأنشطة العلمية المناسبة لمستواهم.

الدراسات السابقة ذات الصلة

استعان الفريق البحث بالرسائل العلمية، العربية والأجنبية، التي استخلصت منها فاعلية استخدام برامج المحاكاة الحاسوبية في التحصيل الدراسي، وتنمية مهارات التفكير العلمي للطلبة، من خلال تلك المنشورات، وفقاً لتسلسلها الزمني، من الأحدث إلى الأقدم:

- الدراسات المتعلقة بفاعلية برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية في التحصيل الدراسي:

استقصت دراسة (Banda, & Nzabahimana, 2023) أثر استخدام المحاكاة الحاسوبية (PhET Interactive Simulations) في التحصيل الدراسي، والدافعية لدى طلبة الفيزياء (مالاوي)، في مجال الارتدادات والموجات. استخدمت عينة مؤلفة من (280) طالباً وطالبة من أربع مدارس في منطقة بلانتايرية في مالاوي حيث استخدم منهج شبه تجريبي من المجموعات غير المكافئة، وتم تعريض المجموعة التجريبية لتعلم مبتكر، يعتمد على المحاكاة الحاسوبية باستخدام برنامج (PhET) بينما تم استخدام الأساليب التدريسية المعتادة في المجموعة الضابطة، وتم استخدام الاختبارات الأولية والنهائية لجمع البيانات حول التحصيل الدراسي، وجمعت الاستبيانات حول الدافعية. وأظهرت النتائج فرقاً إحصائياً بين المجموعتين في الاختبارات النهائية للإنجاز، وفرقاً إحصائياً بين المجموعتين في الاختبارات النهائية للتحصيل الدراسي. ساعدت على تحسين التحصيل الدراسي ومستويات الدافعية لدى الطلبة.

في حين هدفت دراسة (Tuyizere & Yadav, 2023)، إلى التعرف على تأثير المحاكاة الحاسوبية في التحصيل الدراسي ودافعية التعلم لدى الطلبة، أجريت الدراسة في دولة (رواندا) وسط شرق أفريقيا، واستخدمت تصميماً شبه تجريبي، وتكونت عينة الدراسة من (163) طالباً رواندياً في الصف الخامس الثانوي، حيث تكونت المجموعة الضابطة من (80) طالباً، و(83) طالباً في المجموعة التجريبية، وتم فحص تعلم الطلبة في الفيزياء الذرية، باستخدام البرنامج الحاسوبي القائم على المحاكاة (PhET)، للمجموعة التجريبية، في حين تم استخدام أساليب التدريس المعتادة للمجموعة الضابطة، وصمم اختبار أداء فيزياء الذرة القبلي والبعدي، وكذلك استبيان متعلق بالدافعية. وأظهرت النتائج وجود دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية، في اختبار التحصيل الدراسي والدافعية نحو التعلم..

وأجرت نوح والموسى (2021) دراسة هدفت إلى تفصي أثر استخدام برنامج تعليمي قائم على المحاكاة الحاسوبية، في تدريس مادة العلوم الحياتية، وتحديد أثره في التحصيل والاتجاه نحو التعلم، لدى طالبات التاسع الأساسي بمدارس الناصر الحديثة بالأردن، وتم استخدام التصميم شبه التجريبي، كما استخدمت ثلاث أدوات: برنامج المحاكاة الحاسوبية، واختبار التحصيل، ومقياس الاتجاه نحو التعلم. وتكونت عينة الدراسة من شعبتين من شعب بالصف التاسع، في مدرسة الناصر الحديثة، تم اختيارهما بشكل عشوائي؛ إحداهما: تجريبية تكونت من (24) طالبة، درست باستخدام المحاكاة الحاسوبية، والأخرى: ضابطة، تكونت من (24) طالبة، درست بالطريقة المعتادة. وأظهرت نتائج الدراسة وجود أثر لبرنامج المحاكاة الحاسوبية لصالح المجموعة التجريبية. واستناداً للنتائج.

وأجرى (Yildirim, 2021) دراسة هدفت إلى الكشف عن تأثير استخدام تطبيق المختبر الافتراضي، في تدريس العلوم، على تحصيل الطلبة وآرائهم حول هذا التطبيق. وتألّفت مجموعة البحث من (62) طالباً يدرسون في الصف الثامن في إحدى مدارس ثانوية (أنطاليا)، خلال السنة الأكاديمية (2020/2019). وتم استخدام تصميم الأسلوب المختلط في البحث، ومقارنة المجموعة الضابطة بالمجموعة التجريبية، التي تم تدريسها باستخدام تطبيقات المختبر الافتراضي من حيث التحصيل الدراسي، وتم استخدام المقابلة كأداة للقياس، وأجريت المقابلات مع طلبة المجموعة التجريبية بعد التطبيق، والبيانات المستمدة من استمارات المراقبة التي أُجريت خلال التطبيق. وأظهرت نتائج الدراسة أن تطبيقات المختبر الافتراضي زادت من نجاح الطلبة أكاديمياً، وأن هذه التطبيقات تسهم في تحقيق تعلم ذي مغزى للطلبة عن طريق تجسيد المفاهيم المجردة، وأنها تسهم كذلك بشكلٍ إيجابي في دعم اهتمام وحساس الطلبة، تجاه مادة العلوم.

وهدف دراسة العتوم (2019) إلى فهم تأثير استخدام أسلوب المحاكاة الحاسوبية، في تدريس العلوم، على التحصيل والاحتفاظ لدى طالبات المرحلة الأساسية في الأردن. واستخدمت الدراسة المنهج التجريبي ذا التصميم شبه التجريبي، كما تم استخدام الاختبار كأداة للدراسة، وتم اختيار عينة عشوائية بلغت (62) طالبة، من محافظة جرش، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائية، بين أداء طالبات المجموعتين، على اختبار التحصيل، لصالح طالبات المجموعة التجريبية، اللواتي خضعن للتدريس باستخدام طريقة المحاكاة الحاسوبية، وأظهرت وجود فروق دالة إحصائية، بين أداء طالبات المجموعتين، على الاختبار الآجل، لصالح طالبات المجموعة التجريبية اللواتي خضعن للتدريس باستخدام طريقة المحاكاة الحاسوبية..

- الدراسات السابقة المتعلقة بفاعلية برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية، في تنمية مهارات التفكير العلمي:

هدفت دراسة اسميك (2023) إلى قياس أثر استخدام المحاكاة، في تدريس العلوم للمرحلة الأساسية العليا، على الدافعية نحو التعلم ومهارات التفكير العلمي. أُجريت الدراسة في مدارس الجامعة، في محافظة العاصمة عمان - الأردن، واعتمدت المنهج التجريبي ذا التصميم شبه التجريبي. تم اختيار أفراد الدراسة بطريقة قصدية، وكانت عينة الدراسة تتألف من (60) طالبة من الصف العاشر، وتم تقسيم العينة إلى ثلاث مجموعات، حيث درست المجموعة الأولى باستخدام برنامج (PhET)، والمجموعة التجريبية الثانية باستخدام تطبيق (Crocodile Physics)، والثالثة بالطريقة المعتادة، وأظهرت النتائج عدم فعالية المحاكاة على الدافعية نحو تعلم العلوم مقارنة بالطريقة المعتادة. على النقيض، أشارت النتائج إلى فاعلية المحاكاة باستخدام تطبيق (Crocodile Physics) في تنمية مهارات التفكير العلمي، لدى طلبة المرحلة الأساسية لمادة العلوم، مقارنة بالطريقة المعتادة والطريقة التجريبية باستخدام تطبيق (PhET). وتمثلت التوصيات في عقد ورش عمل، ودورات للطلبة لتعزيز دافعيّتهم وتطوير مهاراتهم، في استخدام التطبيقات المختلفة لخدمة تعلمهم.

أما دراسة (Laila & Anggaryani, 2021) فقد وصف تطبيق المختبر الافتراضي القائم على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، في تعلم مهارات حل المشكلات عن بُعد، في موضوع قانون "نيوتن". طبقت هذه الدراسة في مدينة (سورابايا) - شرق إندونيسيا. واستخدمت الدراسة أداتي: الاستبيان والاختبار، وتم تطبيقها على (102) طالباً، باستخدام المنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة. وأظهرت النتائج أن استخدام التقنية له تأثيرات إيجابية على مهارة حل المشكلات لدى الطلبة، وكان فعالاً في تدريس قانون "نيوتن" الثاني عبر الإنترنت.

وهدف دراسة الزهراني والمنتشري (2020) إلى دراسة فعالية استخدام المعمل الافتراضي في تنمية مهارات التفكير العلمي، مثل (الملاحظة، والمقارنة، والتركيب، والتفسير)، لدى طلبة الصف السادس الابتدائي في منطقة الباحة، في المملكة العربية السعودية. وتم اختيار (80) طالباً عشوائياً من فصول الصف السادس، حيث قسموا إلى مجموعتين: مجموعة تجريبية، استخدمت المعمل الافتراضي؛ ومجموعة ضابطة، استخدمت طريقة التدريس المعتادة، واتبعت المنهج التجريبي ذا التصميم شبه التجريبي. وكانت نتائج الدراسة كالتالي: أظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائية، بين متوسط درجات الطلبة في المجموعة التجريبية والضابطة، خاصة في مهارات الملاحظة، والمقارنة، والتركيب، والتفسير. وجاءت النتائج لتؤكد أن استخدام المعمل الافتراضي يساهم في تطوير مهارات التفكير العلمي لدى طلبة الصف السادس.

وهدف دراسة أحمد (2019) إلى التعرف على أثر استخدام المختبر الحقيقي والمختبر الافتراضي، في تدريس العلوم، على تنمية المفاهيم والتفكير الإيجابي والمهارات العملية العلمية لدى طلبة المرحلة الإعدادية. وقد اتبعت المنهج شبه التجريبي، وتكونت العينة من (80) طالباً وطالبة. أعد الباحث دليلاً إرشادياً للمعلم؛ لكيفية استخدام المختبر الافتراضي. واستخدمت الدراسة اختبار المفاهيم العلمية، ومقياس مهارات التفكير الإيجابي واختبار المهارات العملية العلمية. وأظهرت نتائج الدراسة وجد فروقات دالة إحصائية، في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الإيجابي، لصالح المجموعة التجريبية أما بالنسبة لتطبيق اختبار أداء المهارات العملية العلمية فتفوق أفراد المجموعة الضابطة على التجريبية في مهارة التفكير العلمي.

وأجرى "يونس" (Younis, 2017) دراسة هدفت إلى معرفة أثر المحاكاة على مهارات التفكير العليا، وعلى اتجاهات الطلبة نحو التفاعلات الكيميائية. وتم استخدام المنهج المختلط للبحث، وأُجريت اختبارات تجريبية، قبلية وبعدية، وتم اختيار (76) طالباً من الصف التاسع، بشكل عشوائي، للمشاركة في المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة، حيث كانت تضم كل مجموعة (38) طالباً، وتم استخدام اختبار مهارات التفكير العليا ومقياس الاتجاه نحو الكيمياء، وورقة الاستفسار العلمي؛ لجمع البيانات. وأظهرت النتائج أن درجات الاختبار للمجموعة التجريبية، التي درست باستخدام المحاكاة، كانت أعلى من تلك في المجموعة الضابطة، التي تم تدريسها باستخدام الأنشطة، وبينت أن المحاكاة لها أثر في تنمية مهارات التفكير العليا، وجاءت النتائج لدعم استخدام المحاكاة كأداة فعالة في تدريس الكيمياء.

تميزت الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في كونها اهتمت بمحاولة التعرف على فاعلية استخدام برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية، في زيادة التحصيل الدراسي وتنمية مهارات التفكير العلمي لطلبة الصف الرابع الأساسي، في مادة العلوم؛ حيث إنها دمجت التحصيل الدراسي ومهارات التفكير العلمي، وكانت الفئة المستهدفة المرحلة الأساسية في البرنامج الدولي، في المدارس الخاصة في الأردن، وخصص الفريق البحثي الدراسة على "وحدة الطاقة"، الخاصة بمادة العلوم، وأوضحت أهمية استخدام برنامج المحاكاة الحاسوبية (PhET) لتدريس العلوم في الواقع الفعلي، وتنمية المفاهيم العلمية لدى طلبة المرحلة الأساسية عامة، والصف الرابع الأساسي خاصة، واستفادت الدراسة من الدراسات السابقة في بناء الإطار النظري، تمهيداً للإعداد الاختبار.

الطريقة والإجراءات

منهج الدراسة وتصميمها

استخدمت الدراسة الحالية المنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي، لملامته لأغراض الدراسة؛ إذ تم تقصي فاعلية استخدام برنامج تعليمي، قائم على المحاكاة الحاسوبية، في التحصيل الدراسي، وتنمية مهارات التفكير العلمي، لدى طلبة الصف الرابع الأساسي، في مادة العلوم، للبرنامج الدولي، من خلال تطبيق برنامج تعليمي قائم على المحاكاة الحاسوبية، على الطلبة، وقياس التحصيل الدراسي ومهارات التفكير العلمي لديهم بعد تطبيق البرنامج، من خلال مقياس التفكير العلمي والاختبار التحصيلي، حيث قام الفريق البحثي بتطوير أداتي الدراسة، والتأكد من خصائصهما السيكومترية، وقد تم تقسيم أفراد الدراسة تبعاً للتصميم الوارد في الجدول (1).

الجدول (1): تصميم الدراسة تبعاً للمجموعات وتطبيق القياسين والمعالجة

E G	O1	X1	O2
C G	O1	X2	O2

حيث تشير الرموز الواردة في الجدول (1) إلى ما يلي:

E G: المجموعة التجريبية.

C G: المجموعة الضابطة.

O1: تطبيق الاختبار القبلي للمجموعتين.

O2: تطبيق الاختبار البعدي للمجموعتين.

X1: تطبيق برنامج تعليمي قائم على المحاكاة الحاسوبية.

X2: الطريقة المعتادة.

أفراد الدراسة

اختار الفريق البحثي عينة قصدية، من طلبة الصف الرابع الأساسي، من المدارس المستقلة الدولية، في العاصمة: عمان - الأردن، والمنتظمين في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي (2023 - 2024). حيث تم التوزيع عشوائياً لشعبة واحدة كمجموعة تجريبية، تكونت من (20) طالباً وطالبة، وشعبة أخرى كمجموعة ضابطة تكونت من (21) طالباً وطالبة.

أدوات الدراسة

استخدم الفريق البحثي لأغراض هذه الدراسة الأدوات الآتية:

أولاً: الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة في مادة العلوم

قام الفريق البحثي لأغراض الدراسة الحالية: ببناء الاختبار التحصيلي، في وحدة الطاقة، في مادة العلوم وفق الخطوات الآتية:

- الاطلاع على البحوث والدراسات التي تناولت قياس التحصيل في مادة العلوم، والاطلاع على أهداف تدريس العلوم بالمرحلة الأساسية، وفقاً للبرنامج الدولي.
- الاستفادة من آراء مشرفي ومعلمي العلوم بالمرحلة الأساسية، في البرنامج الدولي حول مستويات المعرفة، وأهداف تدريس العلوم، التي يجب تضمينها في الاختبار التحصيلي.
- إعداد قائمة بأهداف الاختبار التحصيلي، لطلبة الصف الرابع الأساسي، إذ تضمنت القائمة - بصورتها الأولية - أربعة أهداف أساسية، وهي: تحليل تحولات الطاقة في المواقف المختلفة، والتعرف على تأثير الطاقة الشمسية على البيئة، ووصف كيفية تحول الطاقة، واقتراح طرق صديقة للبيئة لتوليد الكهرباء و تحليل نقل الطاقة في جسم ما ، ويندرج تحتها عشرة أسئلة.

- تحليل محتوى وحدة الطاقة في مادة العلوم للطلبة في الصف الرابع الأساسي.
- الاسترشاد بقائمة مهارات الاختبار التحصيلي، في صورتها النهائية؛ لإعداد الاختبار التحصيلي، في وحدة الطاقة، في مادة العلوم، ثم صياغة أسئلة الاختبار، من خلال مراعاة مجموعة من المعايير كما يأتي:
- 1. تحديد هدف الاختبار: والمتمثل في قياس الأهداف الأربعة، التي وضع الاختبار التحصيلي لقياسها، لدى طلبة الصف الرابع الأساسي.
- 2. تحديد محتوى الاختبار: حيث تضمن مجموعة من الأسئلة، التي تقيس مستويات المعرفة في الاختبار التحصيلي.
- 3. صياغة فقرات الاختبار: حيث تمت صياغتها بالاعتماد على الأسئلة الموضوعية (الاختبار من متعدد)، والأسئلة المقالية؛ حيث اشتمل الاختبار في - صورته الأولى - على (10) أسئلة بحيث يشتمل على الأهداف الأربعة ، التي أعد الاختبار التحصيلي لقياسها.

صدق الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة في مادة العلوم

استخرجت دلالات صدق الاختبار من خلال ثلاث طرق:

1. صدق المحتوى

تم بناء هذا الاختبار اعتماداً على تحليل محتوى وحدة الطاقة، في مادة العلوم للصف الرابع، ثم تجزئتها إلى فقرات، بحيث تصاغ الأسئلة الموضوعية (اختبار من متعدد) حول كل فقرة، وتصاغ الأسئلة المقالية وتوضع لها إجابات نموذجية. كما وتم عرض الاختبار التحصيلي المعد في صورته الأولى، على مجموعة من المحكمين، من أعضاء هيئة التدريس في مناهج وأساليب تدريس العلوم والقياس والتقويم التربوي من أساتذة الجامعات الأردنية والمشرفين التربويين؛ وذلك للحكم على مدى مناسبة أسئلة الاختبار للطلبة، وجودة الصياغة اللغوية، ومدى انتماء الأسئلة للهدف الذي تدرج تحته، وقد تم الأخذ باقتراحات المحكمين، والإبقاء على الفقرات التي اتفقوا عليها بنسبة اتفاق (80 %) على تلك الفقرات، ولم يتم حذف أي فقرة وبذلك بقي عدد فقرات الاختبار (10) فقرات.

2. صدق البناء

بعد إجراء التعديلات التي اقترحها المحكمون تم تطبيق الاختبار التحصيلي، في وحدة الطاقة في مادة العلوم على عينة استطلاعية، مكونة من (30) طالباً وطالبة، من طلبة الصف الرابع، من خارج عينة الدراسة (مدارس المستقلة الدولية - فرع خلدا)، ومن ثم حساب معاملات الارتباط بين فقرات الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة في مادة العلوم بالدرجة الكلية للاختبار كما هو موضح في الجدول (2):

الجدول (2): معاملات ارتباط فقرات الاختبار التحصيلي بالدرجة الكلية له

الرقم	معامل ارتباط الفقرة بالدرجة الكلية	الرقم	معامل ارتباط الفقرة بالدرجة الكلية
1	0.49	6	0.47
2	0.39	7	0.44
3	0.59	8	0.66
4	0.75	9	0.51
5	0.60	10	0.55

يلاحظ من الجدول (2) أن معاملات ارتباط فقرات الاختبار التحصيلي بالدرجة الكلية له قد تراوحت بين (0.39 – 0.75)، وهي قيم مقبولة لغايات الدراسة الحالية (عطية، 2009).

3. معاملات الصعوبة والتمييز لأسئلة الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة، في مادة العلوم
تم تطبيق الاختبار على مجموعة من خارج عينة الدراسة، مكونة من (30) طالباً وطالبة، وتم استخراج معاملات الصعوبة والتمييز لجميع فقرات الاختبار التحصيلي، بعد تصحيح إجابات طلبة العينة الاستطلاعية عليه، إذ تم استخراج معامل الصعوبة لفقرات الاختبار من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{معامل الصعوبة} = \frac{\text{عدد الإجابات الصحيحة من الفئة العليا} + \text{عدد الإجابات الصحيحة من الفئة الدنيا}}{2n}$$

وتم استخراج معامل التمييز لفقرات الاختبار من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{معامل التمييز} = \frac{\text{عدد الإجابات الصحيحة من الفئة العليا} - \text{عدد الإجابات الصحيحة من الفئة الدنيا}}{\text{عدد طلبة إحدى الفئتين}}$$

حيث تم توضيح قيم معاملات الصعوبة لفقرات الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة في مادة العلوم كما يرد في الجدول (3):

الجدول (3): معاملات الصعوبة والتمييز لفقرات الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة في مادة العلوم.

رقم الفقرة	معامل الصعوبة	معامل التمييز	رقم الفقرة	معامل الصعوبة	معامل التمييز
1	0.39	0.54	6	0.61	0.46
2	0.50	0.77	7	0.57	0.38
3	0.65	0.46	8	0.65	0.54
4	0.54	0.31	9	0.63	0.31
5	0.39	0.38	10	0.50	0.77

يشير الجدول (3) إلى عدم وجود فقرات ذات معامل صعوبة أكثر من (0.80)، أو أقل من (0.20)، كما بلغ متوسط معامل الصعوبة للدرجة الكلية للاختبار التحصيلي، في مادة العلوم (0.51)، وتعد قيم معاملات الصعوبة والتمييز مناسبة لاستخدام هذا الاختبار (عطية، 2009)، لذا لم يتم حذف أي من فقرات الاختبار، وبذلك أصبح عدد فقراته (10) فقرات.

ثبات الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة في مادة العلوم

تم التحقق من ثبات الاختبار التحصيلي، في وحدة الطاقة في مادة العلوم بطريقتين:

1. ثبات الاستقرار من خلال تطبيق وإعادة تطبيق الاختبار (test-retest)، حيث تم تطبيق وإعادة تطبيق الاختبار بعد أسبوعين على مجموعة من خارج مجتمع الدراسة، وعينتها مكونة من (30) طالباً وطالبة، ومن ثم حساب قيمة معامل ارتباط بيرسون بين تقديراتهم في المرتين على الدرجة الكلية له، وقد بلغت قيمته (0.88).
2. حساب قيم معامل الثبات بطريقة الاتساق الداخلي، حسب معادلة "ألفا كرونباخ" وقد بلغت قيمته (0.91). وتعد القيم السابقة قيمًا مناسبة لأغراض الدراسة الحالية (Cohen, 2010).

الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة في مادة العلوم بصورته النهائية:

تكوّن الاختبار في صورته النهائية، من (10) فقرات، تضمنت أربعة أهداف رئيسة، وفيما يلي وصف لتوزيع فقرات الاختبار على مستويات الاختبار التحصيلي، والجدول (4) يوضح ذلك:

الجدول (4): أهداف الاختبار التحصيلي وعدد فقرات كل مستوى ودرجات الاستجابة عليها

الرقم	البعد	عدد الفقرات	أدنى درجة	أعلى درجة	الفقرات الدالة عليها
1	تحليل تحولات الطاقة في المواقف المختلفة	5	0	5	A1 - A5
2	التعرف على تأثير الطاقة الشمسية على البيئة	2	0	4	B1 + B2
3	وصف كيفية تحول الطاقة	2	0	3	C1 + C2
4	اقتراح طرق صديقة للبيئة لتوليد الكهرباء و تحليل نقل الطاقة في جسم ما	1	0	3	D
	المجموع الكلي	10	0	15	A1 – D

طرق استخراج الدرجات على الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة في مادة العلوم:

في ضوء الإجابة عن فقرات الاختبار، وبما أن الاختبار كان من نوع الإجابة من متعدد لبعض فقراته، ومن نوع الأسئلة المقالية لبعضها الآخر؛ تتراوح الدرجات على الاختبار التحصيلي في وحدة الطاقة في مادة العلوم بين (0)، وهي تمثل أدنى درجة يمكن أن يحصل عليها المفحوص، و(15)، وتمثل أعلى درجة يمكن أن يحصل عليها المفحوص على المقياس، في حين يمثل المتوسط الافتراضي للمقياس (7.5) درجة.

ثانيًا: مقياس مهارات التفكير العلمي (Mental imagery Scale):

طور الفريق البحثي، لأغراض الدراسة الحالية، مقياس مهارات التفكير العلمي وفق الخطوات الآتية:

1. تم استعراض مجموعة من المقاييس التي تقيس مهارات التفكير العلمي، مثل: مقياس (MATE)، ومقياس (SALG)، ومقياس (COSMIC)، واقتباس فقرات المقياس الحالي منها.
2. إعادة صياغة الفقرات؛ لتعبر عن المهارات الثلاث للتفكير العلمي، وهي: (الملاحظة، والتطبيق، والتفكير الناقد).
3. عرض المقياس في صورته الأولية، والمكون من (16) فقرة، على عدة محكمين من أعضاء هيئة التدريس في مناهج وأساليب تدريس العلوم وعلم النفس التربوي؛ وذلك للتأكد من الصدق الظاهري للمقياس، ولإبداء ملاحظاتهم واقتراحاتهم وتعديلاتهم حول فقرات المقياس من حيث مدى ملائمة صياغتها اللغوية، ومدى ملائمة الفقرات لعينة الدراسة، ومدى انتمائها وتمثيلها لمهارات التفكير العلمي.

1- صدق المحتوى (المفهوم)

تم عرض المقياس في صورته الأولية، والمكون من (16) فقرة، على عدة محكمين من أعضاء هيئة التدريس في مناهج وأساليب تدريس العلوم وعلم النفس التربوي، والمناهج وأساليب التدريس من أساتذة الجامعات الأردنية، وذلك للتأكد من الصدق الظاهري للمقياس، ولإبداء ملاحظاتهم واقتراحاتهم وتعديلاتهم حول فقرات المقياس من حيث مدى ملائمة صياغتها اللغوية، ومدى ملائمة الفقرات لعينة الدراسة، ومدى انتمائها وتمثيلها لمهارات التفكير العلمي.

وتبعاً لملاحظات واقتراحات لجنة التحكيم؛ قام الفريق البحثي بالإبقاء على بعض الفقرات دون تعديل، وإعادة صياغة بعض الفقرات وتبسيطها، واستبدال الكلمات غير الواضحة من حيث المعنى بكلمات أخرى أكثر وضوحاً، بحيث

تم قبول الفقرات التي اتفق (80 %) من المحكمين عليها. وبناءً على آراء غالبية محكمي مقياس مهارات التفكير العلمي؛ فلم يقترح المحكمون حذف أي فقرة من فقرات المقياس.

2- صدق البناء

تم تطبيق مقياس مهارات التفكير العلمي، بعد إجراء التعديلات التي اقترحها المحكمون على عينة استطلاعية مكونة من (30) طالباً وطالبة، من طلبة الصف الرابع، من خارج عينة الدراسة، ومن ثم تم حساب معاملات الارتباط بين فقرات مقياس مهارات التفكير العلمي، بأبعاد المقياس وبالدرجة الكلية للمقياس، كما تم حساب معاملات ارتباط بيرسون بين أبعاد المقياس والدرجة الكلية له كما هو موضح في الجدول (5):

الجدول (5): معاملات ارتباط فقرات مقياس مهارات التفكير العلمي بأبعاد المقياس والدرجة الكلية له ومعاملات الارتباط بين أبعاد المقياس والدرجة الكلية له

رقم الفقرة	معامل الارتباط		
	الدرجة الكلية	بالبعد	البعد
1	0.47	0.47	0.79
2	0.45	0.63	
3	0.47	0.59	
4	0.46	0.66	
5	0.66	0.75	0.71
6	0.51	0.70	
7	0.47	0.77	
8	0.54	0.57	
9	0.40	0.68	
10	0.58	0.69	
11	0.41	0.62	0.84
12	0.40	0.57	
13	0.58	0.73	
14	0.52	0.70	
15	0.46	0.47	
16	0.58	0.63	

يلاحظ من خلال الجدول (5) أن معاملات ارتباط فقرات مقياس مهارات التفكير العلمي بأبعاد المقياس والدرجة الكلية، ومعاملات ارتباط أبعاد المقياس بالدرجة الكلية، تراوحت بين (0.30 – 0.84)، وهي قيم مقبولة لغايات الدراسة الحالية (عطية، 2009).

ثبات مقياس مهارات التفكير العلمي للدراسة الحالية

تم التحقق من ثبات مقياس مهارات التفكير العلمي بطريقتين:

1- ثبات الاستقرار من خلال تطبيق وإعادة تطبيق الاختبار (test-retest)، إذ تم تطبيق المقياس وإعادة تطبيقه بعد أسبوعين على مجموعة من خارج عينة الدراسة، مكونة من (30) طالباً وطالبة، ومن ثم تم حساب معامل ارتباط بيرسون بين تقديراتهم في المرتين على أداة الدراسة ككل، كما هو موضح في الجدول (6).

2- وتم حساب معامل الثبات بطريقة الاتساق الداخلي حسب معادلة " ألفا كرونباخ "، والجدول (6) يوضح ذلك:

الجدول (6): قيم معاملات ثبات الاستقرار وقيم الاتساق الداخلي من خلال معادلة " ألفا كرونباخ "
لمهارات مقياس التفكير العلمي وللدرجة الكلية للمقياس

الرقم	البعد	قيم ثبات الاستقرار	قيم الاتساق الداخلي
1	الملاحظة	0.81	0.82
2	التطبيق	0.72	0.69
3	التفكير الناقد	0.67	0.70
4	الدرجة الكلية للمقياس	0.92	0.90

يلاحظ من الجدول (3) أن قيم معاملات ثبات الاستقرار لأبعاد مقياس مهارات التفكير العلمي قد تراوحت بين (0.67 – 0.81)، وللدرجة الكلية لمقياس مهارات التفكير العلمي (0.92) كما أن قيم الاتساق الداخلي، من خلال معادلة "كرونباخ ألفا" لأبعاد المقياس، قد تراوحت بين (0.69 – 0.82)، وللدرجة الكلية لمقياس مهارات التفكير العلمي (0.90). ويرى الفريق البحثي أن معاملات الثبات السابقة مناسبة ومقبولة لغايات هذه الدراسة.

المقياس في صورته النهائية

تكون المقياس في صورته النهائية، من (16) فقرة، تضمنت ثلاث مهارات رئيسة، وفيما يلي وصف لتوزيع فقرات المقياس على مهارات التفكير العلمي ومدى الدرجات العليا والدنيا لها، والفقرات الدالة على كل بعد، والجدول (7) يوضح ذلك:

الجدول (7): أبعاد مقياس مهارات التفكير العلمي وعدد فقراته ومداه

الرقم	الأبعاد المكونة للمقياس	عدد الفقرات	أدنى درجة	أعلى درجة	الفقرات الدالة عليها
1	الملاحظة	4	0	4	1، 4، 11، 12
2	التطبيق	6	0	6	3، 5، 7، 10، 13، 14
3	التفكير الناقد	6	0	6	2، 6، 8، 9، 15، 16
4	الدرجة الكلية للمقياس	16	0	16	1 - 16

ثالثاً: البرنامج التعليمي القائم على المحاكاة الحاسوبية

- بنى الفريق البحثي، لأغراض الدراسة الحالية برنامجاً تعليمياً قائماً على المحاكاة الحاسوبية، وفق الخطوات الآتية:
- الاطلاع على الدراسات السابقة فيما يخص البرامج التدريبية المستخدمة، مثل: دراسة (Jayanagara & Lukita, 2023)، ودراسة (Wirde, 2023)؛ من أجل تحديد الوقت اللازم لكل حصة، والأدوات اللازمة وكذلك الإجراءات والاستراتيجيات التي يجب اتباعها لتحقيق الأهداف العامة والخاصة.
 - تم بناء البرنامج التعليمي بالاستناد إلى المبادئ الآتية، وهي:
 1. التعلم النشط والتطبيق العملي للتجارب المعروضة.
 2. استكشاف وتطبيق المفاهيم العلمية بطريقة شيقة وتفاعلية.
 3. تعزيز الفهم والتفاعل مع المحتوى التعليمي.
 4. السهولة في الاستخدام.

الهدف العام من البرنامج: يهدف البرنامج إلى إشراك الطلبة بنشاط في تعلم العلوم، وتحديدًا التصدي لصعوبات التعلم لدى الطلبة، والتصديّ لتحديّ كبير يواجهه الدول في مختلف أنحاء العالم، ألا وهو تعليم الجيل القادم من العلماء والرياضيين والمهندسين؛ بغية تمكينهم من تطوير تكنولوجيات مبتكرة، تساعد في حل المشكلات المحلية والعالمية الآتية، إذ يسهم البرنامج في تعزيز النمو الاقتصادي وكذلك تطوير المعرفة واسعة النطاق بالعلوم في مجتمعنا القائم على التكنولوجيا بشكل متزايد، من خلال تحفيز وإثارة اهتمام الطلبة بمادة العلوم، وتعميق الفهم النظري لديهم للعلوم وتعزيز مهاراتهم في معالجة المسائل العلمية، وإكسابهم وجهات نظر علمية متعمقة. وللبرنامج القدرة على إشراك الطلبة في " التعلم العميق"، الذي ييسر التفاهم بدلاً من " التعلم السطحي"، الذي يتطلب الحفظ فقط. وتستخدم المحاكاة؛ لتجربة أمور نظرية من الصعب تطبيقها في الواقع.

تم بناء البرنامج ليتمكن الطلبة من تحقيق الأهداف الآتية:

1. تحسين أسلوب تعليم وتعلم العلوم، عن طريق استحداث عمليات محاكاة تفاعلية، تمت مواءمتها مع البحوث التعليمية والتحقق من فاعليتها، ثم إتاحتها لجميع الطلبة والمعلمين في كل مكان.
2. تهيئة بيئات تتسم بالبساطة وسهولة الاستخدام وحب الاستكشاف، تهدف إلى إشراك الطلبة في ممارسات العلوم، وتربط بين المفاهيم العلمية المجردة والواقع العملي.
3. السعي إلى معالجة صعوبات التعلم المعروفة لدى الطلبة، من خلال المحتوى التعليمي.
4. تنمية النمو المعرفي للمتعلمين، وتحسين عملية التذكر، وبقاء أثر التعلم بسهولة وانتقاله إلى مواقف جديدة تجعل المتعلم يتعلم من أخطائه.
5. يهدف إلى زيادة الدافعية باستخدام المحاكاة، التي تجذب اهتمام الطلبة نحو التعلم.

الاستراتيجيات المستخدمة في البرنامج التعليمي

- الاستكشاف والتجربة (Exploration and Experimentation): وذلك باستكشاف المفاهيم من خلال التجربة العملية؛ مما يتيح للمتعلمين التلاعب بالمتغيرات وملاحظة النتائج.
- أنشطة حل المشكلات (Problem-solving Activities): يتضمن البرنامج سيناريوهات وأنشطة تحفيز المتعلمين على تطبيق المعرفة النظرية لحل التحديات العملية.
- التعلم المستند على السيناريوهات (Scenario-based learning): يدمج البرنامج سيناريوهات عملية؛ مما يوفر سياقاً للتفاعل مع المحتوى التعليمي ويوجه التعلم نحو أهداف محددة.
- الحوار والمناقشة.
- التعلم الذاتي: (Self-based learning): إذ يشجع البرنامج الطلبة على تطوير مهارات التعلم الذاتي والاستقلالية في اكتساب المعرفة، وذلك من خلال استكشاف المحتوى، والتفاعل معه بحرية، وفقاً لاحتياجاتهم ووتيرتهم الخاصة، وإثارة فضول المتعلمين، وتحفيزهم لاستكشاف المفاهيم بشكل أكثر تفصيلاً.

خطة جلسات البرنامج التعليمي

تكونت جلسات البرنامج التعليمي من (12) حصة، بواقع خمس حصص أسبوعياً، والجدول (8) يوضح جلسات البرنامج التعليمي للطلبة:

الجدول (8): جلسات البرنامج التعليمي للطلبة

الرقم	المكون	هدف الجلسة	الاستراتيجيات التدريبية المستخدمة	المواد والتجهيزات
1	مفهوم الطاقة	فهم مفهوم الطاقة وأنواعها. تعريف وتحديد أنواع مختلفة من الطاقة، باستخدام برنامج (PhET).	الاستكشاف والتجربة، استراتيجية حل المشكلات. التعلم الذاتي.	جهاز الحاسوب
2	مفهوم الطاقة	فهم تدفق الطاقة عند تسخين أو تبريد الأجسام، أو عند وجود جسمين في اتصال لديهما درجات حرارة مختلفة.	الاستكشاف والتجربة، استراتيجية حل المشكلات. التعلم الذاتي.	جهاز الحاسوب
3	الطاقة الكامنة والطاقة الحركية	التعرف على مفاهيم الطاقة الكامنة والطاقة الحركية باستخدام برنامج PhET	الاستكشاف والتجربة، استراتيجية حل المشكلات. التعلم الذاتي.	جهاز الحاسوب. الإنترنت.
4	الطاقة الكامنة والطاقة الحركية	التعرف على مفاهيم الطاقة الكامنة والطاقة الحركية باستخدام برنامج (PhET).	الاستكشاف والتجربة، استراتيجية حل المشكلات. التعلم الذاتي.	جهاز الحاسوب. الإنترنت.
5	تحولات الطاقة	استكشاف تحولات الطاقة باستخدام برنامج (PhET)، والسرد الإبداعي للسيناريوهات.	الاستكشاف والتجربة، التعلم الذاتي، التعلم المستند إلى السيناريوهات.	جهاز الحاسوب. (Whiteboard). الإنترنت.
6	تحولات الطاقة	سرد قصة الطاقة لأنظمة الحياة الواقعية.	الاستكشاف والتجربة، التعلم الذاتي. التعلم المستند إلى السيناريوهات.	جهاز الحاسوب. (Whiteboard). الإنترنت.
7	تحولات الطاقة	وصف أنواع مختلفة من الطاقة وتقديم أمثلة من الحياة اليومية.	الاستكشاف والتجربة. التعلم الذاتي. التعلم المستند إلى السيناريوهات.	جهاز الحاسوب. (Whiteboard). الإنترنت.
8	تحولات الطاقة	وصف كيف يمكن للطاقة أن تتغير من نوع إلى آخر.	الاستكشاف والتجربة. التعلم الذاتي.	جهاز الحاسوب. (Whiteboard).
9	الطاقة الحرارية	سيقوم الطلبة بمراقبة أن العديد من أشكال الطاقة، يمكن أن تتغير؛ لتعطي طاقة حرارية	الاستكشاف والتجربة. التعلم الذاتي.	جهاز الحاسوب
10	الطاقة الحرارية	التعرف على الطاقة الحرارية ومصادرها، وتنفيذ تجربة حول توصيل الحرارة قائمة على برنامج (PhET).	الاستكشاف والتجربة. التعلم الذاتي.	جهاز الحاسوب. (Whiteboard).
11	طرق انتقال الطاقة الحرارية.	فهم أساليب مختلفة لنقل الطاقة الحرارية، باستخدام برنامج (PhET).	الاستكشاف والتجربة. التعلم الذاتي.	جهاز الحاسوب. الإنترنت.
12	الجلسة الختامية	يجيب عن فقرات مقياس التفكير العلمي والاختبار التحصيلي.	الحوار والمناقشة.	نسخ عن مقياس التفكير العلمي والاختبار التحصيلي

نتائج الدراسة

أولاً: النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الأول، الذي نصّ على: ما فاعلية استخدام برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية في التحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في مادة العلوم للبرامج الدولية؟ وللإجابة عن هذا السؤال: تم فحص الفروق التي تُعزى لأثر متغير طريقة التدريس في الدرجة الكلية للاختبار التحصيلي، حيث تم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية لاستجابات طلبة المجموعتين التجريبية والضابطة، على القياس البعدي، ثم تم استخدام اختبار (ت)، للعينات المستقلة، (Independent- Samples T-Test) وبين الجدول (9) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة اختبار (ت) للعينات المستقلة ودلالاتها الإحصائية للفروق التي تُعزى لطريقة التدريس، في الدرجة الكلية للاختبار التحصيلي، في مادة العلوم.

الجدول (9): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة اختبار (ت) للعينات المستقلة ودلالاتها الإحصائية للفروق التي تُعزى لطريقة التدريس في الدرجة الكلية للاختبار التحصيلي في مادة العلوم

طريقة التدريس	العدد	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت المحسوبة	درجات الحرية	الدلالة الإحصائية
المعتادة	21	9.90	3.74	2.121	39	0.04
المحاكاة الحاسوبية	20	12.05	2.61			

* قيم ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0,05$).

تشير نتائج الجدول رقم (9) إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية، عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$)، في الدرجة الكلية للاختبار التحصيلي في مادة العلوم، تبعاً لطريقة التدريس، حيث بلغت قيمة اختبار (ت) (2.121)، وهي قيمة دالة إحصائياً كما يظهر من الدلالة الإحصائية. وبالنظر إلى المتوسطات الحسابية؛ يلاحظ تفوق الطلبة في المجموعة التجريبية، بمتوسط حسابي وقدره (12.05)، على طلبة المجموعة الضابطة بمتوسط حسابي وقدره (9.90)؛ مما يشير إلى فاعلية استخدام البرنامج القائم على المحاكاة الحاسوبية، في التحصيل الدراسي، لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في مادة العلوم، للبرامج الدولية.

ثانياً: النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثاني والذي نصّ على: ما فاعلية استخدام برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية في تنمية مهارات التفكير العلمي لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في مادة العلوم للبرامج الدولية؟ وللإجابة عن هذا السؤال، تم فحص الفروق التي تُعزى لأثر متغير طريقة التدريس في الدرجة الكلية لمقياس مهارات التفكير العلمي حيث تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات الطلبة على الدرجة الكلية لمقياس التفكير العلمي تبعاً للفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة، كما هو موضح في الجدول (10).

الجدول (10): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد الدراسة على الدرجة الكلية للمقياس البعدي لمقياس التفكير العلمي حسب المجموعة

العدد	القياس البعدي للتفكير العلمي		المجموعة
	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	
21	2.66	6.57	الضابطة
20	1.58	11.80	التجريبية
41	3.42	9.12	المجموع

يلاحظ من الجدول (10) وجود فروق ظاهرية، في استجابات أفراد عينة الدراسة، على الدرجة الكلية لاختبار التفكير العلمي، تبعاً لطريقة التدريس. ولمعرفة تأثير ذلك؛ تم استخدام اختبار تحليل التباين الأحادي لتحديد دلالة هذه الفروق في الدرجة الكلية للمقياس، والجدول (11) يوضح ذلك:

الجدول (11): نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي لأثر طريقة التدريس في الدرجة الكلية للتفكير العلمي

المصدر	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسطات المربعات	اختبار ف	الدلالة الإحصائية	حجم الأثر
طريقة التدريس	280.047	1	280.047	57.989	0.00	0.60
الخطأ	188.343	39	4.829			
الكل المصحح	468.390	40				

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0,05$).

تشير نتائج الجدول (11) إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية، عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$) في الدرجة الكلية للتفكير العلمي، بين المجموعتين التجريبية والضابطة، على القياس البعدي، حيث بلغت قيمة اختبار (ف) (57.989)، وهي قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$)، وعند النظر إلى المتوسطات الحسابية يلاحظ تفوق الطلبة في المجموعة التجريبية، الذين بلغ متوسط درجاتهم على القياس البعدي (11.80)، على الطلبة في المجموعة الضابطة الذين بلغت متوسط درجاتهم على القياس البعدي (6.57)؛ مما يشير إلى أن أداء المجموعة التجريبية على القياس البعدي، كان أفضل من أداء المجموعة الضابطة على الدرجة الكلية لمقياس التفكير العلمي، بفضل البرنامج التعليمي. ولفحص الفروق التي تُعزى لأثر البرنامج في مهارات التفكير العلمي؛ تم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، لاستجابات الطلبة، تبعاً للفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة، على القياس البعدي، كما هو موضح في الجدول (12):

الجدول (12): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد عينة الدراسة على مهارات التفكير العلمي تبعاً لمتغير المجموعة

العدد	القياس البعدي		المجموعة	البعد
	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي		
21	0.58	1.33	الضابطة	الملاحظة
20	0.50	2.40	التجريبية	
41	0.76	1.85	المجموع	
21	1.40	2.48	الضابطة	التطبيق
20	1.19	4.50	التجريبية	
41	1.64	3.46	المجموع	
21	1.51	2.76	الضابطة	التفكير الناقد
20	0.85	4.90	التجريبية	
41	1.63	3.80	المجموع	

يلاحظ من الجدول (12) وجود فروق ظاهرية، في مستويات التفكير العلمي، تُعزى لطريقة التدريس. وللكشف عن أثر ذلك؛ فقد تقرر إجراء اختبار تحليل التباين المتعدد (One Way MANOVA).

الجدول (13): نتائج اختبار هوتلنج (Hotelling's Trace) لأثر طريقة التدريس على مهارات التفكير العلمي

المتغير	القيمة	اختبار	درجات الحرية / البسط	درجات الحرية / المقام	الدلالة الإحصائية
طريقة التدريس	1.820	22.442 ^b	3	37.000	0.00

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0,05$).

يتضح من الجدول (13) وجود فروق ذات دلالة إحصائية، على مهارات التفكير العلمي، تُعزى إلى طريقة التدريس. ولإيجاد الفروق التفصيلية، التي تُعزى لطريقة التدريس في مستويات الاختبار التحصيلي؛ تم إجراء اختبار تحليل التباين المتعدد (One Way MANOVA)؛ لفحص تلك الفروق كما هو مبين في الجدول (14):

الجدول (14): نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي المتعدد المصاحب (MANCOVA) لأثر طريقة التدريس في مهارات التفكير العلمي لدى طلبة الصف الرابع الأساسي.

المصدر	المتغيرات التابعة	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسطات المربعات	اختبار	الدلالة الإحصائية	حجم الأثر
الاختبار البعدي	الملاحظة	11.655	1	11.655	39.642	0	0.50
	التطبيق	41.957	1	41.957	24.704	0	0.39
	التفكير الناقد	46.830	1	46.830	30.639	0	0.44
الخطأ	الملاحظة	11.467	39	.294			
	التطبيق	66.238	39	1.698			
	التفكير الناقد	59.610	39	1.528			
الكل المصحح	الملاحظة	23.122	40				
	التطبيق	108.195	40				
	التفكير الناقد	106.439	40				

* ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0,05$).

تشير نتائج الجدول (14) إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية، عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$) في جميع مهارات التفكير العلمي، تُعزى لطريقة التدريس؛ حيث تراوحت قيم اختبار (ف) بين (24.70 – 39.64)، وهي قيم دالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$). وعند النظر إلى المتوسطات الحسابية، يلاحظ تفوق الطلبة في المجموعة التجريبية، الذين تراوحت متوسطات درجاتهم على القياس البعدي بين (2.40 – 4.90)، وهي قيم أعلى من متوسط درجات الطلبة في المجموعة الضابطة، الذين تراوحت متوسطات درجاتهم على القياس البعدي بين (1.33 – 2.76).

مناقشة النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الأول، والذي نصّ على: ما فاعلية استخدام برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية في التحصيل الدراسي لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في مادة العلوم للبرامج الدولية؟

أظهرت نتائج الإجابة عن هذا السؤال إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية، عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0,05$)، في الدرجة الكلية للاختبار التحصيلي في مادة العلوم، تبعاً لطريقة التدريس؛ حيث بلغت قيمة اختبار (ت) (2.121). واستكمالاً لهذه النتائج؛ تم استخراج المتوسطات الحسابية، حيث لوحظ تفوق الطلبة في المجموعة التجريبية، بمتوسط حسابي قدره (12.05)، على طلبة المجموعة الضابطة، بمتوسط حسابي وقدره (9.90)؛ مما يشير إلى فاعلية استخدام البرنامج القائم على المحاكاة الحاسوبية في التحصيل الدراسي، لدى طلبة الصف الرابع الأساسي، في مادة العلوم، للبرامج الدولية.

وهذه النتائج تتفق مع دراسة "تيريز ويداف" (Tuyizere & Yadav, 2023)، والتي بينت وجود دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية، باختبار التحصيل الدراسي والدافعية نحو التعلم، التي خضعت لاستخدام البرنامج الحاسوبي (PhEt)، القائم على المحاكاة. كما واتفقت هذه النتائج مع دراسة "يلديريم" (Yildirim, 2021)، التي أظهرت أن تطبيقات المختبر الافتراضي زادت من نجاح الطلبة أكاديميًا، وأن هذه التطبيقات تساهم بشكلٍ إيجابي في دعم اهتمام وحماس الطلبة تجاه مادة العلوم؛ بسبب جاذبيتها، ونتيجة دراسة (نوح والموسى، 2021)، التي بينت وجود فروق ذات دلالة إحصائية، لصالح المجموعة التجريبية، تُعزى لتدريس العلوم الحياتية، وأن التحصيل الدراسي واتجاه الطلبة نحو التعلم والدافعية، كانت لدى الطلبة الذين قاموا باستخدام برامج المحاكاة الحاسوبية، أعلى من الذين تلقوا التعليم بدون مساعدة البرامج. واتفقت نتائج الدراسة الحالية أيضًا مع نتائج دراسة (العتوم، 2019)، التي بينت وجود فروق دالة إحصائية على التحصيل الدراسي، لصالح المجموعة التجريبية، التي درست باستخدام المحاكاة الحاسوبية ومع نتائج دراسة (الحازمي، 2016)، التي بينت أن استخدام المعمل الافتراضي ساهم في تحسين التحصيل الدراسي لدى الطالبات في مادة الفيزياء. وأوصى الفريق البحثي بضرورة تشجيع تبني تقنية المعامل الافتراضي في تدريس مواد العلوم للحصول على نتائج إيجابية في التحصيل الدراسي.

وقد تُعزى هذه النتيجة إلى فاعلية البرنامج المستند إلى المحاكاة الحاسوبية، على تحصيل طلبة الصف الرابع الأساسي في مادة العلوم؛ فقد احتوى البرنامج التعليمي أنشطة تدريبية أثارت دافعية الطلبة وحماسهم للتعلم، حيث لاحظ الفريق البحثي ذلك خلال تدريسها للمجموعة التجريبية، وبرز تأثير البرنامج، القائم على المحاكاة الحاسوبية، في تحفيز الطلبة، وتعزيز فهمهم للمفاهيم الدراسية ومشاركهم بحماس.

ويمكن عزو هذه النتيجة استناداً إلى ما وفرته المحاكاة الحاسوبية من تسهيل وتبسيط للمفاهيم العلمية التي تحتاج الكثير منها إلى إضفاء بعض الحركات عليها؛ إذ جعلت المحاكاة الحاسوبية الطلبة يخرجون من النمط الاعتيادي المتعارف عليه في تعلم هذه المفاهيم، واستخدام استراتيجيات جديدة في تعلمها. ويمكن تفسير هذه النتيجة أيضاً استناداً إلى ما قدمته المحاكاة الحاسوبية؛ إذ أتاحت الفرصة للطلبة للتفاعل مع البرنامج الحاسوبي (PhEt)، وساعدت المحاكاة على عرض صور متحركة كما لو كانت في الواقع، كما ساعدت على توضيح التفاصيل التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

مناقشة النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثاني والذي نصّ على: ما فاعلية استخدام برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية في تنمية مهارات التفكير العلمي لدى طلبة الصف الرابع الأساسي في مادة العلوم للبرامج الدولية؟

أظهرت نتائج الإجابة عن هذا السؤال إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$)، في الدرجة الكلية للتفكير العلمي، بين المجموعتين التجريبية والضابطة، على القياس البعدي، حيث بلغت قيمة اختبار (ف) (57.989)، وهي قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0,05$)، وعند النظر إلى المتوسطات الحسابية لوحظ تفوق الطلبة في المجموعة التجريبية الذين بلغ متوسط درجاتهم على القياس البعدي (11.80)، على الطلبة في المجموعة الضابطة الذين بلغت متوسط درجاتهم على القياس البعدي (6.57)؛ مما يشير إلى أن أداء المجموعة التجريبية على القياس البعدي، كان أفضل من أداء المجموعة الضابطة على الدرجة الكلية لمقياس التفكير العلمي، بفضل البرنامج التعليمي.

وللتحقق من مدى تأثير البرنامج على مجمل مهارات الطلبة في المادة، تم استخدام اختبار هوتلنج (Hotelling's Trace) وتحليل التباين المتعدد (MANCOVA)، حيث أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية واضحة في جميع مجالات المهارات، مثل الملاحظة، والتطبيق، والتفكير الناقد، لصالح المجموعة التجريبية، التي حققت متوسطات درجات تتراوح بين 2.40 و 4.90 في القياسات البعدية، مقابل متوسطات تتراوح بين 1.33 و 2.76 للمجموعة الضابطة. وتبين أن

حجم الأثر (effect size) كان متوسطاً، حيث تراوحت قيمه بين 0.39 و0.50، مما يدل على أن البرنامج القائم على المحاكاة الحاسوبية في هذه الدراسة كان له تأثير قوي وملحوس في رفع مستوى الأداء العام في مهارات التفكير العلمي، وهو ما يدعو إلى ضرورة اعتماد مثل هذه البرامج في استراتيجيات التعليم المستقبلية.

واتفقت هذه النتائج مع دراسة اسميك (2023) التي وضحت أثر فاعلية المحاكاة، باستخدام تطبيق (Crocodile Physics)، في تنمية مهارات التفكير العلمي لدى طلبة المرحلة الأساسية لمادة العلوم. وأوصى الفريق البحثي بعقد ورش عمل ودورات للطلبة؛ لتعزيز دافعيّتهم، وتطوير مهاراتهم في استخدام التطبيقات المختلفة لخدمة تعلمهم، واتفقت نتائج الدراسة مع دراسة (Laila & Anggaryani, 2021)، حيث أظهرت النتائج أن استخدام برنامج الحاسوب المستند إلى المحاكاة، له تأثيرات إيجابية على مهارة التفكير العلمي (حل المشكلات) لدى الطلبة، كما واتفقت نتائج الدراسة مع دراسة الزهراني والمنتشري (2020)، التي أكدت أن استخدام المعمل الافتراضي، يساهم في تطوير مهارات التفكير العلمي لدى الطلبة وأوصت الدراسة بأهمية تعزيز استخدام المعامل الافتراضية في التعليم، وتوفير البنية التحتية اللازمة؛ لما له من أثر إيجابي على تنمية مهارات التفكير العلمي لدى الطلبة.

كما واتفقت نتائج الدراسة الحالية مع دراسة (أحمد، 2019)؛ حيث أظهرت نتائجها أنه يوجد فروقات ذات دالة إحصائية، في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الإيجابي، لصالح المجموعة التجريبية، واختبار أداء المهارات العملية العلمية، فتفوق أفراد المجموعة الضابطة على التجريبية في مهارة التفكير العلمي. وأوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بتنمية المهارات العملية العلمية، من خلال تفعيل المختبر الافتراضي. واتفقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة يونس (Younis, 2017) حيث أظهرت النتائج أن المحاكاة ساعدت في تنمية مهارات التفكير العليا لدى المجموعة التجريبية. وأوصى الباحث بعدم استخدام المحاكاة كأداة فعالة في التدريس.

وقد تُعزى هذه النتيجة إلى أن وجود التكنولوجيا في البيئة التعليمية، خصوصاً المحاكاة الحاسوبية؛ مما يعزز التفاعل والتعاون بين الطلبة. كما لوحظ أن الطلبة لا يتفاعلون فقط بشكل فعال مع المحتوى التعليمي، بل يظهرون إشارات واضحة للتفاعل الاجتماعي، ويتسارعون لإتمام المهام التي تتعلق بالمحاكاة الحاسوبية وبناء أفكار جديدة تخدم المفهوم العلمي، وأن طريقة إعداد البرنامج تتيح للطلبة ممارسة مختلف مهارات التفكير العلمية، وإتاحة الفرصة للطلبة بتجربة تجارب عدة ذات تصاميم مختلفة، تزيد من قدرات الطلبة العقلية والفكرية، كما وتساعدهم على الاستكشاف للوصول لحل العديد من المشكلات العلمية والعملية، التي يمكن أن تواجههم في مادة العلوم، وعمل البرنامج على بناء بيئة فكرية تفاعلية تساهم في تنمية مهارات التفكير العلمي، وأن التنوع في مهارات التفكير العلمي، التي تضمنها البرنامج، ساعد الطلبة في الوصول إلى مستويات أعلى من التفكير ومعالجة المعلومات بصورة أكثر عمقاً من عملية الحفظ والتذكر.

التوصيات

في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها، يوصي الفريق البحثي بما يأتي:

- استخدام برامج قائمة على المحاكاة الحاسوبية في العملية التعليمية العلمية، وخاصة في مادة العلوم.
- إجراء دراسات لمعرفة فعالية المحاكاة الحاسوبية مع صفوف مختلفة ودراسة فعالية استخدام البرامج القائمة على المحاكاة الحاسوبية في تنمية مهارات التفكير العلمي الأخرى.
- التوسع باستخدام المحاكاة الحاسوبية في مواد أخرى مثل الرياضيات والهندسة.

أولاً: المراجع العربية

القرآن الكريم

- اسميك، ألاء عدنان (2023). أثر استخدام المحاكاة في تدريس العلوم للمرحلة الأساسية العليا على الدافعية نحو التعلم ومهارات التفكير العلمي [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة الشرق الأوسط.
- البرادي، أشرف محمد والعكبة، أميرة احمد فؤاد حسن. (2019). أثر التفاعل بين نمط التعقب وتقنية الدمج بتكنولوجيا الواقع المعزز على تنمية التحصيل المعرفي والأداء المهاري والاتجاهات نحو بيئة التعلم لدى طلاب تكنولوجيا التعليم. مجلة كلية التربية، 30(120)، 421-496.
- الهندساوي، آلاء مصطفى صالح. (2018). أثر استخدام منهج قائم على النشاط التكامل في تنمية مهارات التفكير العلمي بمبحث العلوم والحياة لدى طلبة الصف الرابع الأساسي بغزة [رسالة ماجستير]. الجامعة الإسلامية بغزة. دار المنظومة. <https://search.mandumah.com/Download?file=>
- الجمال، محمد. (2019). مهارات التفكير وعادات العقل: عمان، دار المسيرة.
- الحازمي، دعاء بنت أحمد حسن وجان. (2016). فاعلية استخدام المعمل الافتراضي في تدريس وحدة من مقرر الفيزياء لطالبات الصف الثاني الثانوي على التحصيل الدراسي. مجلة التربية، 1(168)، 879-908. JSREP.2016.31644/10.21608
- حدة، لونا (2013). علاقة التحصيل الدراسي بدافعية التعلم لدى المراهق المتمدرس. [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة اكلي محند أولحاج.
- الخليفات، مها داود سليمان. (2019). مهارات التفكير الناقد المتضمنة في كتب العلوم للصفوف (الرابع، الخامس، السادس) للمرحلة الأساسية في الأردن. مجلة العلوم التربوية والنفسية، 3(28)، 62-75.
- الدوغان، إيمان، والجبر، تهاني، والفايز، وفاء، والفنيسان، أضواء، والديبيخي، ندى، وأبوحميد، رنا. (2018). دور التقنية في تنمية مهارات التفكير العلمي والمعرفي وفوق المعرفي بمراحل التعليم من خلال البحث العلمي. المجلة المصرية للتربية العلمية، 16(1)، 57-84.
- الزهراني، صالح عبد المجيد علي، والمنتشري، سعيد بن صالح. (2020). فاعلية المعمل الافتراضي في تنمية مهارات التفكير العلمي لدى طلاب الصف الابتدائي بمنطقة الباحة. مجلة كلية التربية بالمنصورة، 4(110)، 981-1023.
- زيتون، عايش. (2010). الاتجاهات العالمية في منهاج العلوم وتدريبها. رام الله: دار الشروق للنشر والتوزيع.
- الساعدي، محسن حيال محيسن. (2020). المعلم الفعال واستراتيجيات ونماذج تدريسه (ط.2). دار الشروق للطباعة والنشر.
- السوليميين، منذر بشارة. (2014). فاعلية تدريس العلوم بأسلوب القصة على التحصيل العلمي والتفكير لدى طلاب الصف الخامس الأساسي في الاردن، مجلة العلوم التربوية، 3(2)، 382-351. JFEB.2019.100863/10.12816.351
- الشامي، عزت عبد الفتاح. (2023). فعالية إستراتيجية الخرائط الذهنية الرقمية في تنمية التحصيل الدراسي والدافعية للإنجاز في مقرر " المكانز وتطبيقاتها ": دراسة تطبيقية على طلاب المكتبات والمعلومات. المجلة العلمية للمكتبات والوثائق والمعلومات. 5(14). 150-212.
- شمس الدين، صفاء علي محمد. (2023). الإدارة الاستراتيجية مدخل لتطوير أداء مديري مدارس المتفوقين في العلوم والتكنولوجيا (STEM) [رسالة دكتوراه، جامعة المنصورة]. اتحاد مكتبات الجامعات المصرية.

- عبد الحميد، راندا. (2020، آب 25). *مهارات التفكير العلمي وأهدافه*. مقال تك. <https://www.maqaltech.com/>
- العنوم، فاطمة فالح محمد. (2019). أثر استخدام أسلوب المحاكاة الحاسوبية في تدريس العلوم على التحصيل والاحتفاظ لدى طالبات المرحلة الأساسية في الأردن. *مجلة القراءة والمعرفة*, 8(211)، 83-113.
- عطية، محسن علي (2009)، *البحث العلمي في التربية (مناهجه، وأدواته)*، عمان، الأردن: دار المعارف العامة للنشر والتوزيع.
- فطرياني، موليدا (2020). *تأثير الطريقة المباشرة على التحصيل الدراسي للطلبة في تعليم اللغة العربي*. رسالة ماجستير غير منشورة. جامعة الرانيري الإسلامية الحكومية بندا اتشيه. اندونيسيا.
- القحطاني، نورة بنت سعيد، والراشد، علي بن أحمد بن صالح. (2020). مهارات التفكير العلمي في مادة العلوم لدى طالبات الصف الثالث المتوسط بمنطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية. *مجلة كلية التربية جامعة الأزهر*, 3(185)، 70-76. jsrep.2020.85851/10.21608
- محمد، نجوى عبد الله درار. (2018). *اتجاهات تلاميذ مرحلة الأساس نحو العوامل الإجتماعية المؤثرة على التحصيل الدراسي في مادة اللغة الإنجليزية* [رسالة ماجستير، جامعة النيلين]. *مجلة كلية التربية*. https://mfes.journals.ekb.eg/article_318940.html
- مراد، سهام السيد صالح. (2016). أثر استخدام استراتيجيات العصف الذهني في تدريس العلوم لاكتساب المفاهيم العلمية وتنمية مهارات التفكير العلمي لدى طالبات الصف السادس الابتدائي. *المجلة التربوية*, 18(44)، 360-364.
- نوح، سعاد، والموسى، نسبية. (2021). بناء برنامج تعليمي مستند على المحاكاة الحاسوبية في تدريس الأحياء وأثره في التحصيل والاتجاه نحو التعلم لدى طالب المرحلة الأساسية في الأردن. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*, 5(12)، 41-63.
- الهيئات، مصطفى قسيم. (2013). *كيف تكون مفكراً ناقداً لامعاً؟* (ط6). مركز دبيونو لتعليم التفكير.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Al-Bustai, Mahmoud. (2020). The effectiveness of using the theory of multiple intelligences in developing the achievement and higher-order thinkings skills of third-grade students in the Arabic language subject. *The Arab Journal of Disability and Talent Sciences*, (14)4, 237-251
- Anjarsari, C., & Suyatna, A. (2023). Comparison of Cognitive Learning Outcomes and Students' Science Process Skills Between Hands on Practicum and Virtual Laboratory Based on PhET Simulation Viewed from Students' Learning Style. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9524-9531.
- Banda, H. J., & Nzabanimana, J. (2023). The impact of physics education technology (PhET) interactive simulation-based learning on motivation and academic achievement among malawian physics students. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 127-141.
- Bogusevski, D., Muntean, C., & Muntean, G. M. (2020). Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: A case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 39(1), 5-18.
- Chotimah, A. N., Setyawarno, D., & Rosana, D. (2023). Effect of Guided Inquiry Model by PhET Simulations Worksheet on Science Process Skills and Mastery of Concepts. *Journal of Science Education Research*, 7(2), 100-105.
- Cohen, Kappa de. (2010). "A coefficient of agreement for nominal scales". *Educational and Psychological Measurement*, 20 (1): 37-46.
- Doyan, A., & Hadi, D. F. (2023). The Effect of PhET Simulation-Assisted Project-Based Learning Model on Students' Creative Thinking Skills in Elasticity Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 3856-3861.
- Durkaya, F. (2023). Virtual laboratory uses in science education with digitalization. *Hungarian Educational Research Journal*, 13(2), 189-211.

- Elsigini, W. T., & Yamani, H. A. (2021). Databases and Their Employment in the Flipped Classroom Learning Environment at Saudi Universities. *Journal of Education and e-Learning Research*, 8(1), 1-7.
- Gunawan, A., Heliawati, L., & Permanasari, A. (2023). Effectiveness of Deep Phet Interactive Simulation Improving Understanding of The Concept of Material Change. *JSEP (Journal of Science Education and Practice)*, 7(2), 40-51.
- Laila, S., Anggaryani, M., (2021). The Use of STEM-Based Virtual Laboratory (PhET) of Newton's Law to Improve Studnets' Problem-Solving Skills. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 125-133.
- Makinia, J., & Zaborowska, E. (2020, March 2). *Mathematical modelling and computer simulation of activated sludge systems*. IWA publishing.
- Mallari, R. L., & Lumanog, G. D. (2020). The effectiveness of integrating PhET interactive simulation-based activities in improving the student's academic performance in science. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 8(9), 1150-1153.
- Nsabayezu, E., Iyamuremye, A., Mukiza, J., Mbonyirivuze, A., Gakuba, E., Niyonzima, F. N., & Nsengimana, T. (2023). Impact of computer-based simulations on students' learning of organic chemistry in the selected secondary schools of Gicumbi District in Rwanda. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3537-3555.
- Park, M. (2019). Effects of simulation-based formative assessments on students' conceptions in physics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(7), em1722.
- Pranata, O. D. (2023). Enhancing Conceptual Understanding and Concept Acquisition of Gravitational Force through Guided Inquiry Utilizing PhET Simulation. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 15(1), 44-52.
- Rosadi, A. (2023). PhET Simulation Media Part Time Using a Problem Based Learning Model Improves Student Learning Outcomes. *Jurnal Pendidikan Profesi Guru*, 1(1), 43-53.
- Siagian, A. F., Ibrahim, M., & Supardi, Z. A. I. (2023). Creative-scientific decision-making skills learning model for training creative thinking skills and student decision making skills. *Nurture*, 17(1), 10-17.
- Toma, M. J. (2023). *The pedagogical opportunities of PhET Interactive Simulations in secondary science education in Bangladesh* (Doctoral dissertation, University of British Columbia).
- Tuyizere, G., & Yadav, L. L. (2023). Effect of interactive computer simulations on academic performance and learning motivation of Rwandan students in Atomic Physics. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(1), 252-259. 10.11591/ijere.v12i1.23617
- Widiyatmoko, A. (2018). The effectiveness of simulation in science learning on conceptual understanding: A literature review. *Journal of international development and cooperation*, 24(1), 35-43.
- Wirda, W., Mauvizar, E., Lubis, S. P. W., & Muzana, S. R. (2023). Utilization of PhET Simulations in Replacing Real Laboratories for Physics Learning. *Radiasi. Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 16(2), 71-79.
- Yildirim, F. S. (2021). The Effect of Virtual Laboratory Applications on 8th Grade Students' Achievement in Science Lesson. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 7(2), 171-181.
- Younis, B. K. (2017). The effects of scientific inquiry simulations on students' higher order thinking skills of chemical reaction and attitude towards chemistry. *American Journal of Educational Research*, 5(11), 1158-1161.