أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي على تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم في مادة الفيزياء لطلاب الصف الأول الثانوي

إعداد

ا.م.د/ إيمان عبد الكريم كامل نويجي

أستاذ مساعد المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية– جامعة حلوان

أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي على تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم في مادة الفيزياء لطلاب الصف الأول الثانوي

أ.م.د./ إيمان عبد الكريم كامل نويجي *

المستخلص:

هدف البحث إلى تعرف أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر)، والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد)، والتفاعل بينهما على تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي. وتكونت عينة البحث من ٤٤ طالب من طلاب الصف الأول الثانوي بمدرسة حدائق المعادي الرسمية للغات ٢٠ طالب يمثل الأسلوب المعرفي المستقل، و٢٤ طالب يمثل الأسلوب المعرفي المعتمد، وزع طلاب كل أسلوب معرفي عشوائيًا على مجموعتين تجريبيتين. واعتمد البحث على التصميم التجريبي المعروف باسم التصميم العاملي 2x2 Factorial Design 2x2. واستعانت الباحثة في جمع البيانات على أداتين هما: اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء ومقياس متعة التعلم.

وأوضحت النتائج أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى الطلاب "عينة البحث"، وتفوق مجموعة الطلاب التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الموجه على مجموعة الطلاب التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الحر في التفكير التحليلي، كما أن قدرة الطلاب "عينة البحث" على التفكير التحليلي لم تتأثر كثيراً بالأسلوب المعرفي للطلاب ولا بالتفاعل بين متغيري البحث. كما أشارت النتائج إلى تفوق مجموعة الطلاب التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الموجه على مجموعة الطلاب التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الحر في متعة التعلم، كما أن متعة التعلم لدى الطلاب "عينة البحث" لم تتأثر كثيراً بالأسلوب المعرفي للطلاب، بينما تأثرت متعة التعلم لدى الطلاب "عينة البحث" بالتفاعل بين كل من نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET، والأسلوب المعرفي بفروق دالة إحصائيًا.

الكلمات المفتاحية: المحاكاة التفاعلية PHET، تدريس الفيزياء، التفكير التحليلي، متعة التعلم، الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد).

* **أ.م.د. إيمان عبد الكريم كامل نويجي:** أستاذ مساعد المناهج وطرق تدريس العلوم– كلية التربية – جامعة حلوان.

The interaction between the type of using the interactive simulation PHET and the cognitive style and its effect on developing analytical thinking and learning enjoyment in physics secondary school students

Dr. Iman Abdel Karim Kamel Noweigy

Abstract:
The aim of this research was to identify the effect of the difference in the type of using the interactive simulation PHET (directed versus free), and the cognitive style (independent versus dependent), and the interaction between them on developing analytical thinking and learning enjoyment among first-year secondary school students. The research sample consisted of 44 first-year secondary school students at Hadayek El Maadi Official Language School, 20 students representing the independent cognitive style, and 24 students representing the dependent cognitive style. Students of each cognitive style were randomly distributed into two experimental groups. The research relied on the experimental design known as the factorial design 2x2. The researcher used two tools to collect data: the analytical thinking test in physics and the learning enjoyment scale. The results showed the effect of using interactive simulation PHET in developing analytical thinking and enjoyment of learning among students (research sample), and the superiority of the group of students who used the directed interactive simulation PHET over the group of students who used the free interactive simulation PHET in analytical thinking. Moreover, the ability of students (research sample) to think analytically was not greatly affected by the cognitive style of students or the interaction between the two research variables. The results also indicated the superiority of the group of students who used the directed interactive simulation PHET over the group of students who used the free interactive simulation PHET in enjoyment of learning. Furthermore, the enjoyment of learning among students (research sample) was not greatly affected by the cognitive style of students, while the enjoyment of learning among students (research sample) was affected by the interaction between both the type of using interactive simulation PHET and the cognitive style with statistically significant differences.

Keywords: PHET interactive simulation, teaching physics, analytical thinking, enjoyment of learning, cognitive style (independent/dependent).

أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي في تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم في مادة الفيزياء لطلاب الصف الأول الثانوي

مقدمة:

إن التطورات العلمية والتكنولوجية في العصر الحالي أحدثت تحولات كبرى في شتى مجالات الحياة وخاصة مجال التعليم، حيث أعادت تشكيل كيفية تقديم المعرفة واستهلاكها. وقد أدى دمج التقنيات المتطورة، مثل المحاكاة التفاعلية والواقع الافتراضي ومنصات التعلم التكيفي، إلى إحداث ثورة في طرق واستراتيجيات التدريس. هيأت هذه الأدوات والتقنيات تجارب تعليمية ثرية ومرنة. ووفرت إمكانية حصول الطالب على ردود فعل في الوقت الفعلي وتعليمات تكيفية، مما يعزز مشاركة الطلاب وفهمهم، بالإضافة إلى إمكانية الوصول إلى الموارد عبر الإنترنت والتقنيات التعليمية، الأمر الذي أتاح تعليم عالي الجودة للطلاب في جميع أنحاء العالم.

في ذات السياق تمد المحاكاة التفاعلية الطلاب ببيئة تسمح لهم باكتشاف المفهوم أو الظاهرة ومعالجة المتغيرات، ويمكن أن تساعد المعلم في شرح المفاهيم والظواهر العلمية، كما يمكن للطلاب استخدامها بأنفسهم، وذلك لاستكشاف الظواهر العلمية وتفسيرها.

(Batuyong, C. T., Antonio, V. V. (2018) [1]

وهناك نوعان مختلفان من المحاكاة، وهما: محاكاة التدريب: وهي تحاكي محاكاة التدريب على العمليات في العالم الحقيقي من خلال إعادة تمثيل نوع معين من النظام أو العملية من أجل تحسين الأداء وتعظيم كفاءة المستخدم. ومحاكاة النمذجة: وهي تحاكي أنظمة محددة من أجل إنشاء و/أو اختبار النموذج – مثل محاكاة الطقس.

(De Smale, S., Overmans, T., Jeuring, J., van de Grint, L., 2016)

واتجهت عديد من المؤسسات التعليمية إلى دمج المحاكاة التفاعلية ضمن بيئات تعليمية مختلفة، فهي لا تمثل وحدها بيئة تعليمية كاملة، ولا تقدم تعليمًا كاملًا، بل تركز على أداءات ومهارات محددة لذا ينبغي دمجها ضمن بيئات تعليمية أكبر مثل بيئات التعلم المدمج (محمد عطية خميس، ٢٠٢٠، ٣٩٠). وتتطلب المحاكاة سياقًا وتوجيهًا من المعلم لتكون ناجحة.

---

[1] تم استخدام نظام توثيق جمعية علم النفس الأمريكية الإصدار السادس (American Psychological ED) (الاسم الأخير، السنة، الصفحة) للمراجع الأجنبية، والمراجع العربية الأسم كامل حيث يشير الرقم الأول في المرجع إلى السنة الميلادية والرقم الثاني إلى أرقام الصفحات، وتم ترتيبها في قائمة المراجع كاملة من الأول إلى الأخير.

في هذا الإطار ذكر تقرير صادر عام ٢٠١١ عن الأكاديميات الوطنية للعلوم والهندسة والطب في الولايات المتحدة أن المحاكاة لديها القدرة على تعزيز أهداف التعلم العلمي المتعددة، بما في ذلك الدافع لتعلم العلوم، والفهم المفاهيمي لموضوعات العلوم، ومهارات عمليات العلم، وفهم طبيعة العلم، وغيرها.(Moore, E.B.; Perkins, K.K., 2018)

لقد ساعد دمج المحاكاة التفاعلية في بيئة التعلم التقليدية من خلال توفير منصات ديناميكية وجذابة الطلاب على استكشاف المفاهيم العلمية المعقدة. ومن منصات المحاكاة الفعالة المحاكاة التفاعلية PHET، التي طورتها جامعة كولورادو بولدر، لتقديم مفاهيم الفيزياء المجردة بأسلوب أكثر واقعية من خلال واجهات تفاعلية سهلة الاستخدام.

(Rayan, Baraa, et al., 2023)

تتمثل إحدى المزايا الرئيسية للمحاكاة التفاعلية PHET في قدرتها على التكيف مع الاحتياجات الفردية للطلاب وتوفير محتوى وملاحظات مخصصة. هذا النهج الشخصي مفيد في تعلم الفيزياء، حيث غالبًا ما يكافح الطلاب مع مستويات متفاوتة من المعرفة والفهم المسبق. فمن خلال مواءمة التدريس للأساليب المعرفية للطلاب، يمكن المساعدة في سد الفجوات في المعرفة وتسهيل الفهم بشكل أعمق بما يساعد في ممارسة مهارات التفكير العليا. (Evangeline Q. Omoy, 2023)

وأظهرت دراسة (Astutik, S., Prahani, B. K., 2018) زيادة كبيرة في الإبداع العلمي للطلاب عند إشراك طلاب المدارس الإعدادية في مجموعات تعاونية باستخدام المحاكاة التفاعلية PhET، وعلى مستوى التعليم العالي، تم تقييم التفكير الإبداعي الناجم عن استخدام المحاكاة التفاعلية PhET وأظهرت النتائج زيادة كبيرة في مهارات التفكير الإبداعي لدى الطلاب. (Habibi et al., 2020)

كما بينت نتائج عديد من الدراسات أهمية المحاكاة التفاعلية PHET في تعزيز التعلم المعرفي والعاطفي والسلوكي وتعليم مهارات العالم الحقيقي، كما أنها تزيد من اهتمام الطلاب ومشاركتهم في التعلم (Talan, T., 2021). علاوة على ذلك، فإن استخدام المحاكاة التفاعلية PHET له تأثير كبير على التحصيل الأكاديمي للطلاب في سياق تعليم العلوم، والمساعدة في التغلب على تحديات تعلم الفيزياء ومنها تصور مفاهيم الفيزياء وربط الفهم الرياضي بمفاهيم الفيزياء. (Saudell M., et al., 2021)

وعند الأخذ في الاعتبار أن الفيزياء هي واحدة من المواد الصعبة في المدرسة الثانوية ويقل اهتمام الطالب بها بشكل كبير بسبب شكلها المعقد والمجرد. وأن تعليم الفيزياء وتعلمها

يواجه تحديات أدت إلى انخفاض الأداء الأكاديمي وهذا يمثل مصدر قلق لأي نظام تعليمي (Casinillo & Aure, 2018). ومن بين التحديات التي تواجهها نقص المعامل والمعدات في تعليم الفيزياء؛ لذا يجب أن يكون هناك تدخل بشأن كيفية زيادة اهتمام الطلاب بتعلم المزيد من الفيزياء بطريقة أكثر جدوى. وهذا يمثل تحدٍ لمعلمي الفيزياء لاستحداث طرق لجعل التدريس والتعلم محفزين ويعزز أداء الطلاب.

يشارك الطلاب عند استخدام المحاكاة التفاعلية PhET في عملية استكشاف مثل العلماء وأن هذا يؤدي إلى تعلم أكبر وأعمق للمفاهيم العلمية وأخذ الوقت لاستكشاف المحاكاة من خلال أسئلتهم الخاصة وإجراء الروابط واستنتاج القواعد. (Potane J., Bayeta R., 2018)

إن جعل الطلاب يندمجون بشكل منتج في نشاط ما ويعرضون سلوكًا يشبه سلوك العلماء يتطلب تحديات متوازنة واستنباط طريقة المشاركة الصحيحة. وقد ثبت أن المحاكاة التفاعلية PhET ناجحة في كلتا المهمتين أثناء المقابلات مع الطلاب، وفي المختبر وأثناء الأنشطة الصفية (Talan, T., 2021).

وفي السنوات الأخيرة، زاد الاهتمام بتأثير الأساليب المعرفية في عمليتي التعليم والتعلم، فالأسلوب المعرفي أحد أهم الاستعدادات الخاصة بالمتعلم التي تتضمن كافة المجالات المعرفية والعقلية والإدراكية المرتبطة بشخصيته. حيث يشير الأسلوب المعرفي إلى طريقة الفرد المميزة في تناول المعلومات، سواء استقبالها، أو معالجتها، أو تنظيمها والتعامل المميز مع المواقف الإدراكية. وأحد الأبعاد الأكثر دراسة للأسلوب المعرفي هو التمييز بين الاستقلال عن المجال والاعتماد على المجال، حيث سلط هيرمان ويتكين وزملاؤه الضوء على كيفية إدراك الأفراد لبيئتهم والتفاعل معها، وخاصة في سياقات التعلم (Muhammad, T., et al., 2015).

ويمكن أن يساعد تحديد الأسلوب المعرفي للطلاب المعلم في استخدام طرق واستراتيجيات تدريس أكثر فعالية تتوافق مع تفضيلات التعلم للطلاب. لذا يُعد التفاعل بين استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأساليب المعرفية مجالًا قد يكون مهمًا، وأحد الأبعاد الأكثر دراسة للأسلوب المعرفي هو التمييز بين الاستقلال عن المجال والاعتماد على المجال وكيفية إدراك الأفراد لبيئتهم والتفاعل معها، وخاصة في سياقات التعلم. فيميل الطلاب المستقلون عن المجال إلى أن يكونوا أكثر تحليلاً ويفضلون العمل بشكل مستقل، بينما يستفيد الطلاب المعتمدون على المجال من التوجيه المنظم وبيئات التعلم التعاونية (محمد أبو اليزيد أحمد مسعود، ٢٠٢٢)؛ لذا ترى الباحثة أن فهم هذه الأساليب المعرفية أمر مهم للاستفادة من المحاكاة التفاعلية PHET بشكل فعال.

وفي سياق متصل فإن أحد أهداف التربية العلمية تنمية مهارات التفكير العليا مثل الاستنتاج والتمييز والتحليل والقدرة على فهم العلوم والرموز المجردة وهذه المهارات تعبر عن التفكير التحليلي.

ويُعد التفكير التحليلي عنصرًا مهمًا في النشاط العقلي الذي يُمَكّن الأفراد من حل المشكلات بسرعة وفعالية. وهو يشتمل على مهارات تسمح بتجزئة المشكلات المعقدة إلى مكونات أبسط وأكثر قابلية للإدارة في معالجة البيانات، فيأخذ التفكير التحليلي دورًا رئيسيًا في أنشطة مثل: معالجة البيانات، وعمل التنبؤات وتصور البيانات وتصميمها، واستخلاص المعرفة من البيانات المتراكمة، وتقديم حلول فعالة.(Rasheva-Yordanova, Katia et al., 2018)

إلى جانب ذلك فإن التفكير التحليلي يساعد الطالب على فهم الروابط بين المعلومات والأحداث، والتعرف على صحة المعلومات والحجج المختلفة، والتعرف على الأخطاء التي يرتكبها في تفكيره وتحسينها، وحل المشكلات واتخاذ القرارات بفعالية. وهذا ما أكدت عليه عديد من الدراسات منها (Putri, Sindhu, et al., 2019) (Sundari, P. K., et al., 2020).

وفي سياق متصل فمن أهم أهداف التربية العلمية إعداد متعلم مستمتعًا بدراسة العلوم ولدية القدرة على بناء المعرفة بذاته (حسام الدين مازن، ٢٠١٥، ٤٢). فعندما يجد الطالب متعة في التعلم يندمج بعمق في موضوع التعلم، ويحقق أهداف التعلم بشكل أفضل، ويمكن للمحاكاة التفاعلية PHET بمميزاتها التفاعلية والتكيفية، أن تهيئ بيئة تعليم/ تعلم جذابة وممتعة.

الإحساس بمشكلة البحث:

نبعت مشكلة البحث من خلال:

أولاً– الدراسات والبحوث السابقة:

أ. في مجال استخدام المحاكاة التفاعلية PHET:

أشارت نتائج عديد من الدراسات ومنها دراسات (هيا محمد المزروع ، وعبير المسعودي، ٢٠١٤)،(Batuyong, C. T., (Guy, Retta, Lownes-Jackson, Millicent., 2015) (Antonio, V. V., 2018، (Potane J., Bayeta R., 2018) (نورة بنت مسعود الهزاني، ٢٠١٩) (Banda, H. (Saudell M., et al. 2021) ،(Talan, T. 2021) ، (Taibu, R., et al. 2021) J., Nzabahimana, J. 2023) إلى أهمية استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تعليم وتعلم العلوم وخاصة الفيزياء لما لها من دور فاعل في تحسين الإنجاز الأكاديمي وتنمية مهارات التفكير العليا التي تنطوي على قيام الطالب بعمليات الاستدلال العقلي في حل المواقف الصعبة والمعقدة بطريقة علمية وموضوعية والتفكير العلمي والناقد وزيادة الدافعية للتعلم وحب

الاستطلاع العلمي. وأوصت باستخدام المحاكاة التفاعلية PHET حيث تساعد في تسهيل الوصول إلى الأفكار والمفاهيم المجردة من خلال توفير تمثيلات مرئية وتفاعلية، مما يسمح للطلاب باستكشاف واستيعاب الموضوعات المعقدة بشكل أكثر فعالية. كما أنها تعمل على سد الفجوة بين النظرية والتطبيق، وتمكن الطلاب من تطبيق المعرفة النظرية في التجارب الافتراضية، مما يعزز التعلم ويضمن قدرة الطلاب على رؤية الآثار العملية لما يتعلمونه في الفصل الدراسي. وتوفر فرصًا للتعليم المتمايز، حيث يمكن للطلاب التعلم بالسرعة التي تناسبهم، وإعادة النظر في المفاهيم الصعبة، والمشاركة في استكشاف موسع للموضوعات التي يجدونها مثيرة للاهتمام. وتقدم سيناريوهات من العالم الحقيقي تتطلب من الطلاب تطبيق معرفتهم لحل المشكلات، وبالتالي تطوير قدرتهم على التفكير المنطقي وحل المشكلات المعقدة. بالإضافة إلى أنها جذابة وتلبي أنماط التعلم المختلفة، مما يساعد على الحفاظ على اهتمام الطلاب وتحفيزهم في المواد العلمية.

إلا أن نتائج بعض الدراسات أشارت إلى فاعلية استخدام المحاكاة التفاعلية الحر حيث يقوم الطالب بالدور الأساسي ويتوقع منه أن يتصرف كعالم بالاستعانة بتعليمات الموقع فقط للإجابة عن سؤال مفتوح عن موضوع التعلم، بينما أشارت نتائج دراسات أخرى إلى فاعلية استخدام المحاكاة التفاعلية الموجة الذي يسمح للمعلم بالتدخل في الوقت المناسب لتشكيل الخبرة لدى الطالب وتوجيه تفكيره ونشاطاته من أجل تمكينه من تحقيق أهداف التعلم. وهذا الاختلاف في النتائج يتطلب إجراء مزيد من الدراسات لتحديد النمط الأكثر فاعلية لاستخدام المحاكاة التفاعلية لتحقيق نواتج التعلم المعرفية والمهارية والوجدانية.

ب. في مجال التفكير التحليلي:

أشارت نتائج عديد من الدراسات العلمية ومنها دراسات (Taleb, T., et al., 2016) (عادل حميدي المالكي، ٢٠١٧) (Sundari, P. K., et al., 2020) (Putri, Sindhu, et al., 2019) (Muhsin, L. B., Laksono, E. W. 2023) (نوف محمد العطني، وآخرون، ٢٠٢٤) إلى أهمية تنمية التفكير التحليلي لأنه يُمَكّن الطلاب من تحليل المشكلات المعقدة وتحديد المبادئ الأساسية وتطبيق التفكير المنطقي لإيجاد الحلول، إلى جانب ممارسة مهارات معرفية عليا مثل الاستنتاج والتمييز والتصنيف وإيجاد العلاقات. كما أنه يرتبط بالقدرة على فهم العلوم والرموز المجردة. ويساعد الطلاب على تشريح هذه المفاهيم وتعرف الأنماط وفهم العلاقات بين القوانين والظواهر الفيزيائية المختلفة. ويزودهم بالقدرة على التعامل مع المشكلات بشكل منهجي، وتقييم وجهات نظر متعددة، واستنباط حلول فعالة.

وبينت الدراسات أنه يمكن تنمية التفكير التحليلي من خلال استخدام استراتيجيات مثل: حل المشكلات النشط، والتعلم القائم على الاستقصاء، وخرائط المفاهيم، والخرائط الذهنية الالكترونية الفائقة، والمناقشات التعاونية، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

ج. في مجال متعة التعلم:

تعد تنمية متعة التعلم في تعليم/تعلم العلوم وخاصة الفيزياء في الصف الأول الثانوي أمرًا ضروريًا فعندما يجد الطالب متعة في التعلم يكون متحمس وفضولي ومنفتح على استكشاف المفاهيم المعقدة، مما يؤدي إلى فهم أكثر جدوى للفيزياء. كما يُعد الشعور بمتعة التعلم أحد مكونات الاقبال على أنشطة التعلم والاندماج بإيجابية ونشاط فيها ويؤثر ذلك على طريقة تفكيره وسلوكياته وتوجهاته العلمية (Hagenauer, Gerda; Hascher, Tina., 2010). وأشارت عديد من الدراسات والبحوث منها (Sammet, R., et al., 2015) (شرين السيد إبراهيم، ٢٠١٨) (سماح محمد أحمد، ٢٠٢٠) (شيري مجدي نصحي، ٢٠٢١) (Lu, YY., et al., 2023) إلى أن متعة التعلم تحسن من التحصيل الأكاديمي، وتشجع على المثابرة في مواجهة المشكلات الصعبة وتعزز الموقف الإيجابي تجاه البحث والاستقصاء، وهو أمر بالغ الأهمية للنجاح في تحقيق أهداف تعلم الفيزياء. بالإضافة إلى ذلك، عندما يشعر الطلاب بالمتعة في التعلم، يمكن أن يحول تصورهم للفيزياء من موضوع صعب إلى مجال مثير للاكتشاف والاهتمام.

د.في مجال الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد):

أشارت عديد من الأدبيات ونتائج الدراسات العلمية منها (Zhang, L. F. 2004) (Muhammad, T., (Sternberg, R.J., et al., 2014) (Üstünel, H., et al. 2015) (Nisiforou, E., Laghos, A. 2016) et al., 2015) (إسراء النجار، وآخرون، ٢٠١٩) (Farmaki C., et al., 2019) (محمد أبو اليزيد أحمد مسعود، ٢٠٢٢) إلى أهمية تعرف تفضيلات التعلم المتنوعة بين الطلاب واستيعابها، حيث يتمتع كل طالب بطرق فريدة لاستقبال المعلومات ومعالجتها، والتي يمكن أن تؤثر بشكل كبير على نتائج التعلم الخاصة به. ومن خلال تصميم التجارب التعليمية لتلبية هذه التفضيلات، يمكن للمعلمين تعزيز مشاركة الطلاب وتحقيق أهداف التعلم.

ثانيًا– الدراسة الاستكشافية:

قامت الباحثة بدراسة استكشافية في محاولة منها للوقوف على مدى امتلاك طلاب الصف الأول الثانوي لمهارات التفكير التحليلي واستمتاعهم بتعلم الفيزياء ورغبتهم في مزيد من الإنجاز في مهام تعلم الفيزياء، وتعرف مدى استخدام المحاكاة التفاعلية وخاصة محاكاة

PHET أثناء تعليم/ تعلم الفيزياء وتعلمها بالصف الأول الثانوي. وتم ذلك من خلال إجراء مقابلات شخصية مفتوحة وغير مقننة مع ثلاثين طالباً من طلاب الصف الأول الثانوي، وسبعة معلماً من معلمي الفيزياء بالصف الأول الثانوي، وكانت أهم الأسئلة التي دارت حولها تلك المقابلات:

أ. ما مدى امتلاك طلاب الصف الأول الثانوي لمهارات التفكير العليا وخاصة التحليلي في مادة الفيزياء؟
ب. ما مدى رغبة الطلاب بالاستمرار في الإنجاز والاندماج في تعلم الفيزياء بإيجابية ونشاط؟
ج. ما المحاكاة التفاعلية التي يستخدمها معلمو الفيزياء في التدريس لطلاب الصف الأول الثانوي؟ وهل يستخدمون محاكاة PHET؟
د. إلى أي مدى يتم استخدام المحاكاة التفاعلية كأداة مساعدة لتحقيق الطلاب أهداف التربية العلمية؟ وخاصة مهارات التفكير العليا والاستمتاع بالتعلم؟
هـ. ما الطرق التي يستخدم بها معلمو الفيزياء المحاكاة التفاعلية في التدريس لطلاب الصف الأول الثانوي؟
و. هل تفضل الطلاب العمل مع المحاكاة التفاعلية بنفسك، أو أن يشرحها لك المعلم، أو أن يكون لديك مجموعة صغيرة لمناقشتها؟ لماذا؟
ز. هل تفضل الطلاب استخدام المحاكاة التفاعلية مع ورقة عمل إرشادية، أم المحاكاة وحدها؟
ح. في أي مرحلة (البداية، حل المشكلات، المراجعة، إلخ) من تعلم موضوع الفيزياء تعتقد أنها الأفضل لاستخدام المحاكاة التفاعلية؟ لماذا؟
ط. هل تعتقد أن المحاكاة التفاعلية مفيدة لتصور مفاهيم الفيزياء المجردة؟

وبتحليل استجابات الطلاب والمعلمين توصلت الباحثة إلى انخفاض ممارسة ٧٠% من الطلاب لمهارات التفكير العليا وخاصة التحليلي عند أداء مهام التعليم/التعلم أو حل المشكلات الفيزيائية، وأفاد ٨٠% من الطلاب أن الفيزياء أحد المواد الصعبة في المدرسة الثانوية بسبب شكلها المعقد والمجرد، وشعورهم بالملل عند دراستها ورغبتهم بالعزوف عنها.

هذا إلى جانب أن الاهتمام باستخدام المحاكاة التفاعلية في حصص الفيزياء قليل جداً وعدم معرفة ٩٠% من المعلمين والطلاب بالمحاكاة التفاعلية PHET؛ على الرغم من تقرير حوالي ٥٠% من المعلمين بأن المحاكاة التفاعلية يُعد مجالاً خصباً لإثارة مهارات التفكير العليا لدى الطلاب، وإتاحة الفرصة لتحقيق متعة التعلم؛ إلا إنهم لا يعرفون كيف يمكنهم استخدامها في تعليم الفيزياء وتعلمها. بالإضافة إلى أن حوالي ٧٠% من الطلاب لا يعرفون كيف يمكنهم استخدام المحاكاة التفاعلية مع شرح المعلم أو بدونه أو في مناقشتها مجموعات صغيرة، مع

ورقة عمل ارشادية أو بدونها. وهذا يبرر إجراء هذا البحث لتعرف أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET على تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

مشكلة البحث:

تأسيسا على ما تقدم؛ فقد تبلورت مشكلة البحث في وجود ثمة قصور في بعض مهارات التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي، إلى جانب عزوف الطلاب عن دروس الفيزياء لشعورهم بالصعوبة والغموض والملل، وقد يعزو السبب في ذلك إلى استخدام طرق التدريس التقليدية.

ونظرًا لسعى المعنيون بتدريس العلوم بصفة عامة والفيزياء بصفة خاصة إلى البحث عن بدائل تدريسية توظف المستحدثات التكنولوجية لتحقيق أهداف التربية العلمية. فقد أشارت عديد من الدراسات والأدبيات التربوية إلى أهمية تضمين المحاكاة التفاعلية PHET كجزء أساسي من منهج العلوم حيث يسهم بشكل فاعل في تحقيق بعض أهداف تعليم العلوم في مراحل التعليم المختلفة. ولكنها لم تحدد نمط الاستخدام الأكثر فاعلية الحر أم الموجه.

وإذا كان استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تدريس الفيزياء سيكون فعالاً في تحقيق أهداف التربية العلمية ومنها تنمية قدرة الطلاب على التفكير التحليلي ومتعة التعلم، إلا أنه من المتوقع أن تتأثر فاعلية المحاكاة التفاعلية PHET في تدريس الفيزياء في هذا البحث ببعض السمات الشخصية للطلاب مثل الأسلوب المعرفي، خاصة وأن الطلاب ذوي الأسلوب المستقل، يميلون إلى الاعتماد على تجاربهم الخاصة، وحدسهم، وحكمهم عند اتخاذ القرارات، والتركيز على الصورة الكبيرة والسياق العام بدلاً من التفاصيل، ويكونون أقل تأثرًا بالعوامل الخارجية والضغوط الاجتماعية، ويكونون أكثر تحفيزًا ذاتيًا واستقلالية في اتخاذ القرارات؛ بينما يميل الطلاب ذوو الأسلوب المعرفي المعتمد إلى الاعتماد بشكل كبير على المصادر الخارجية للمعلومات مثل الخبراء، والتركيز على التفاصيل وإجراءات محددة بدلاً من السياق العام، والبحث عن حلول محددة مصممة خصيصًا لموقف معين، وقد تتأثر بالعوامل الخارجية والضغوط الاجتماعية، وطلب التوجيه والموافقة من الآخرين قبل اتخاذ القرارات. (Farmaki C., et al., 2019)، و(نوير عيد متعب المطيري، ٢٠٢٣)، و (Albandri Sultan Alotaibi, 2024). ويستنتج من هذا أن اختلاف الأسلوب المعرفي قد يكون له أثر في استخدام المحاكاة التفاعلية PHET لتنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم.

تأسيسًا على ما سبق اتجه هذا البحث إلى دراسة التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه/ الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل/ معتمد) وقياس أثره على تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء.

أسئلة البحث:

بصورة إجرائية يحاول هذا البحث الإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

ما أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي في تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم في مادة الفيزياء لطلاب الصف الأول الثانوي؟

وتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما مهارات التفكير التحليلي الواجب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء؟
٢. ما أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بصرف النظر عن نمط استخدامها (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟
٣. ما أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بصرف النظر عن نمط استخدامها (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟
٤. ما أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟
٥. ما أثر اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟
٦. ما أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟
٧. ما أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟
٨. ما أثر اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟
٩. ما أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟

أهداف البحث:

في ضوء ما تقدم هدف البحث إلي:

١. إعداد قائمة بمهارات التفكير التحليلي الواجب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء.
٢. تقصي أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بصرف النظر عن نمط استخدامها (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
٣. تقصي أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بصرف النظر عن نمط استخدامها (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
٤. تعرف أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
٥. تعرف أثر اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
٦. الكشف عن أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
٧. تعرف أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
٨. تعرف أثر اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
٩. الكشف عن أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

أهمية البحث:

قد يُسهم هذا البحث فيما يلي:

١. توجيه انتباه القائمين على إعداد وتنفيذ وتطوير مناهج الفيزياء لمهارات التفكير التحليلي الواجب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

٢. توفير رؤى قائمة على الأدلة حول فعالية المحاكاة التفاعلية PHET في تعليم الفيزياء بأساليب منهجية تزيد من فعالية تدريسها بشكل اجرائي تنفيذي داخل قاعات الدراسة وخارجها.
٣. استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بأساليب متنوعة قد يسهم في تنمية مهارات التفكير العليا بصفة عامة والتفكير التحليلي بصفة خاصة.
٤. جعل الطلاب ذوي أساليب المعرفة المختلفة في حالة من التفكير والعمل النشط والماتع في تفاعلهم مع أنشطة تعليم/تعلم الفيزياء.
٥. توجيه المعلمين والإداريين وصناع السياسات في اتخاذ قرارات مستنيرة حول دمج المحاكاة التفاعلية PHET في تعليم الفيزياء لتحسين جودة التعليم وتعزيز بيئة تعليمية أكثر جاذبية وفعالية ومساواة لجميع الطلاب.
٦. لفت انتباه المسؤولين التربويين والمعلمين إلى أهمية المحاكاة التفاعلية PHET وإتاحة فرص استخدامها في تعليم/تعلم الفيزياء، وتقديم خبرات يسهل على الطالب تمثلها بشكل ممتع ومبسط، يشجعه على ممارسة مهارات التفكير العليا وخاصة التفكير التحليلي.
٧. المساهمة في مجموعة المعرفة المتنامية حول التعلم الشخصي والاستخدام الفعال للمحاكاة التفاعلية PHET. فقد يكون لنتائج هذا البحث آثار جيدة على مستقبل تعليم/تعلم الفيزياء.

حدود البحث:

١. **من حيث المحتوى:** اقتصر البحث على موضوعات الباب الثاني: الحركة الخطية بفصليه: الأول "الحركة في خط مستقيم"، والثاني "الحركة بعجلة منتظمة" والمقرر على طلاب الصف الأول الثانوي للعام الدراسي ٢٠٢٣/ ٢٠٢٤.
٢. **من حيث العينة:** اقتصر البحث على (٤٤) طالب من طلاب الصف الأول الثانوي بمدرسة حدائق المعادي الرسمية للغات وتم توزيعهم على أربع مجموعات تجريبية.
٣. **من حيث المجال الزمني:** طبق هذا البحث في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٢٣/٢٠٢٤م وقد استغرق التطبيق ست أسابيع.
٤. **من حيث المتغيرات التابعة:** اقتصر البحث الحالي على مهارات التفكير التحليلي في الفيزياء (التمييز، والتنظيم، والاسناد)، وأبعاد متعة التعلم (المشاركة العاطفية، الاهتمام والفضول، المشاركة المعرفية، المشاركة السلوكية، المتعة الاجتماعية).

فروض البحث:

حاول هذا البحث اختبار صحة الفروض الإحصائية التالية:

١. يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي.
٢. يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي.
٣. يوجد فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" في مجموعتي استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) بصرف النظر عن الأسلوب المعرفي.
٤. يوجد فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" في مجموعتي الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) بصرف النظر عن نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET.
٥. توجد فروق دالة إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين المتوسطات الداخلية لدرجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء لطلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث ترجع إلى التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي.
٦. يوجد فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب عينة البحث في مجموعتي استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) بصرف النظر عن الأسلوب المعرفي.
٧. يوجد فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب عينة البحث في مجموعتي الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) بصرف النظر عن نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET.
٨. توجد فروق دالة إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين المتوسطات الداخلية لدرجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب عينة البحث ترجع إلى التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي.

منهج البحث:

عند اعتبار هدف البحث وتساؤلاته من ناحية، وطبيعة مناهج البحث العلمي من ناحية

أخرى، فقد تم استخدام المنهج الوصفي في تحليل ودراسة البحوث والدراسات السابقة وإعداد الإطار النظري للبحث وأدواته ومواد المعالجة التجريبية. كما تم استخدام المنهج التجريبي لقياس أثر اختلاف استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر)، والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) والتفاعل بينهما على تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث في مادة الفيزياء.

التصميم التجريبي:

١-متغيرات البحث:

أ. **المتغيرات المستقلة:** يشتمل هذا البحث على متغيرين مستقلين، هما:

- **عامل مستقل تجريبي**، وهو نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في الفيزياء، وله مستويان، هما:
  - الموجه. • الحر.
- **عامل مستقل تصنيفي**، وهو الأسلوب المعرفي، وله مستويان، هما:
  - مستقل. • معتمد.

ب. **المتغيرات التابعة:** لهذا البحث متغيران تابعان، هما:

- التفكير التحليلي في الفيزياء. - متعة التعلم.

٢-نوع التصميم التجريبي:

لما كان لمتغيرين البحث المستقلين مستويان، فلقد وقع اختيار الباحثة على التصميم التجريبي المعروف باسم التصميم العاملي Factorial Design 2x2 2x2 (صلاح علام، ٢٠٠٥)، ويسمح مثل هذا التصميم بالإجابة عن تساؤلات البحث التي تتعلق بالأثر الأساسي للعامل المستقل الأول (نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET)، والأثر الأساسي للعامل المستقل الثاني (الأسلوب المعرفي)، وكذلك أثر التفاعل بينهما. ولقد تم تطبيق أداتا البحث وهما: اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء، ومقياس متعة التعلم على مجموعات البحث الأربعة التي اشتمل عليها هذا التصميم قبل تنفيذ تجربة البحث وبعدها، وذلك من أجل التعامل إحصائيًامع درجات الكسب الفعلي عند قياس التفكير التحليلي في الفيزياء ومتعة التعلم.

٣-المجموعات التجريبية:

يتضح من التصميم التجريبي السابق أن هذا البحث يشتمل على أربع مجموعات تجريبية يوضحها الجدول التالي:

جدول (١) المجموعات التجريبية

الأسلوب المعرفي	نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في الفيزياء	
	الاستخدام الموجه	الاستخدام الحر
المستقل	مجموعة (١)	مجموعة (٢)
	استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفى المستقل	استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر+ الأسلوب المعرفى المستقل
المعتمد	مجموعة (٣)	مجموعة (٤)
	استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفى المعتمد	استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر+ الأسلوب المعرفى المعتمد

أدوات البحث:

لتحقيق أهداف البحث فقد استخدم هذا البحث ثلاثة أدوات، هي:

- **أداتا قياس**، وهما: اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء (إعداد الباحثة)، ومقياس متعة التعلم (إعداد الباحثة).
- **أداة تصنيف**، وهي: مقياس الأسلوب المعرفي (إعداد الباحثة)

خطوات البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه تم إتباع الخطوات التالية:

١. تحليل ودراسة الأدبيات التربوية والبحوث والدراسات السابقة في مجال استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تعليم/تعلم العلوم بصفة عامة والفيزياء بصفة خاصة، وكذا التفكير التحليلي ومتعة التعلم وأهميتهما وأساليب تنميتهما وأساليب القياس.
٢. إعداد قائمة بمهارات التفكير التحليلي في الفيزياء الواجب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
٣. إعداد مواد المعالجة التجريبية والمتمثلة في قائمة بتطبيقات المحاكاة التفاعلية PHET ودليل المعلم وأوراق عمل الطلاب وفق متطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في فصلي "الحركة في خط مستقيم" و "الحركة بعجلة منتظمة" المقررة على طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء للعام الدراسي ٢٠٢٣/ ٢٠٢٤.
٤. إعداد أدوات البحث والتأكد من صدقها وثباتها.
٥. تحديد عينة البحث وقد اختيرت العينة بصورة عشوائية. كما راعت الباحثة التوزيع العشوائي أيضاً عند توزيع الطلاب ذوي الأسلوب المعرفي المستقل على مجموعتين تجريبيتين

(مجموعة ١، مجموعة ٢)، وكذلك عند توزيع الطلاب ذوي الأسلوب المعرفي المعتمد إلى مجموعتين تجريبيتين (مجموعة ٣، مجموعة ٤).

٦. تطبيق أدوات البحث (اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء، ومقياس متعة التعلم) على عينة البحث قبلياً.
٧. تنفيذ التجريب باستخدام مواد المعالجة التجريبية على طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".
٨. تطبيق أدوات البحث (اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء، ومقياس متعة التعلم) على عينة البحث بعدياً.
٩. رصد النتائج ومعالجتها إحصائيًاوتفسيرها.
١٠. تقديم مجموعة من التوصيات والمقترحات في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث.

مصطلحات البحث:

- **المحاكاة:** هي نماذج تعبر عن أنظمة معقدة في العالم الحقيقي. تُستخدم المحاكاة لتحليل أنظمة معينة، أو تطوير نماذج ذهنية لدى المتعلمين، أو البحث في البيئات الاصطناعية. (de Smale, S., et al., 2016)
- **المحاكاة التفاعلية:** نماذج حاسوبية ديناميكية لمواقف حقيقية أو افتراضية أو أنظمة العالم الحقيقي تسمح للطلاب بالتفاعل النشط معها داخل بيئة افتراضية، واكتشاف الآثار المترتبة على إجراء بعض التعديلات على متغيراتها.
- **المحاكاة التفاعلية PHET:** تعد عمليات المحاكاة التفاعلية Physics Education Technology (PHET) أدوات تعليمية حاسوبية ديناميكية طورتها جامعة كولورادو بولدر. وتمثل عمليات المحاكاة التفاعلية هذه المفاهيم والعمليات والظواهر العلمية في الفيزياء والكيمياء والرياضيات وعلوم الأرض والبيولوجي، وتتيح للمستخدمين المشاركة في التجارب العملية والاستكشاف داخل بيئة افتراضية. وتم تصميمها بناءً على نتائج البحوث والدراسات العلمية والتحقق من فاعليتها، ثم إتاحتها لجميع الطلاب والمعلمين في كل مكان. (https://phet.colorado.edu)

ويُعرف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET اجرائيًا بأنه: الطريقة التي يتم بها توظيف المحاكاة التفاعلية PHET لتدريس موضوعات الفيزياء "الحركة في خط مستقيم" و"الحركة بعجلة منتظمة" لطلاب الصف الأول الثانوي لتنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم، وله مستويان هما:

المستوى الأول: استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه (الذي يسمح للمعلم بالتدخل في الوقت المناسب لتشكيل الخبرة لدى الطالب وتوجيه تفكيره ونشاطاته من أجل تمكينه من تحقيق أهداف التعلم).

والمستوى الثاني: استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر (حيث يقوم الطالب بالدور الأساسي ويتوقع منه أن يتصرف كعالم بالاستعانة بتعليمات الموقع فقط للإجابة عن سؤال مفتوح عن موضوع التعلم).

- **التفكير التحليلي:** يُعرف التفكير التحليلي على أنه القدرة التي يصل بها الفرد إلى فهم جوانب وأجزاء الموقف المشكل أو محل الاهتمام وتجزئته إلى أجزاء صغيرة، مما يستدعي إجراء عمليات أخرى على هذه المكونات. (سليمان عوده الزبون، ٢٠١٨، ٦٤٤) وينطوي التفكير التحليلي على فرز وفصل العناصر عن سياقها والميل إلى التركيز على خصائص الأشياء والعناصر من أجل تصنيفها إلى فئات وتفضيل استخدام القواعد حول الفئات والتنبؤ بسلوك العناصر وفقًا لذلك (Putri, Sindhu, et al., 2019).

وتعرفه الباحثة إجرائيًا بأنه: قدرة الطالب على تحليل مهمة ما أو موقف مشكل أو ظاهرة معينة في علم الفيزياء والوقوف على عناصرها والتعرف على العلاقات بين أجزائها للوصول إلى استنتاجات منطقية بناءً على الأدلة.

ومهارات التفكير التحليلي هي: التمييز، والتنظيم، والإسناد.

ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها طلاب الصف الأول الثانوي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء المُعد لذلك

متعة التعلم: هي الاستجابة العاطفية الإيجابية والمشاركة التي يختبرها المتعلم أثناء عملية اكتساب المعارف أو المهارات الجديدة. وهي تنطوي على شعور عميق بالرضا والاهتمام والدافع الذي ينشأ عن فهم المفاهيم الجديدة أو حل المشكلات أو إتقان أداء المهام. وتتميز متعة التعلم بحالة من التدفق، حيث يندمج المتعلم تمامًا في النشاط، ويجده مجزيًا بطبيعته، ويشعر بالحافز لمواصلة التعلم. (Hagenauer, Gerda; Hascher, Tina., 2010)

وتعرفه الباحثة إجرائيًا بأنه: استجابة وجدانية وعاطفية نحو مادة الفيزياء تنطوي على شعور بالارتياح والرضا ورغبة بالاستمرار في الإنجاز والاندماج في التعلم بطريقة إيجابية يتولد لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" خلال استخدام المحاكاة التفاعلية PHET مما يعطيهم إحساسًا بالاستمتاع، وأبعاد متعة التعلم هي: المشاركة العاطفية، الاهتمام والفضول،

المشاركة المعرفية، المشاركة السلوكية، المتعة الاجتماعية. وتقاس متعة التعلم بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في المقياس المُعد لذلك.

الأسلوب المعرفي (مستقل/ معتمد):

يشير الأسلوب المعرفي إلى الطريقة التي يعالج بها الأفراد المعلومات وينظمونها.

وأحد الأبعاد الأكثر دراسة للأسلوب المعرفي هو التمييز بين الاستقلال عن المجال الإدراكي فالأفراد الذين لديهم أسلوب معرفي معتمد على المجال يرون الأشياء على أنها متكاملة مع خلفياتهم، ويميلون إلى النظر إلى المواقف بشكل شامل ويتأثرون بشكل أكبر بالسياق المحيط. بينما الأفراد الذين لديهم أسلوب معرفي مستقل عن المجال يُعرفون بأنهم أكثر تحفيزًا ذاتيًا وأقل اعتمادًا على دعم الآخرين أو الهياكل المحددة مسبقًا والقدرة على تمييز التفاصيل من السياق المحيط (Farmaki et al., 2019).

ويحدد الأسلوب المعرفي لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" بالدرجة التي يحصل عليها في المقياس المُعد لذلك.

الإطار النظري للبحث:

في ضوء طبيعة البحث الحالي وأهدافه، فيما يلي عرض الإطار النظري والدراسات السابقة في المحاور التالية:

أولاً– المحاكاة التفاعلية PHET:

تُعد المحاكاة التفاعلية نموذج لعالم واقعي يقدم تبسيط تجريدي أو إيضاحي لموقف حقيقي، أو لعملية ما يؤدي فيها الطالب أدوار متنوعة تعتمد على نشاطه، وتربط بين النظرية والتطبيق في مواقف أكثر واقعية، وتهيئ بيئة تعلم مفتوحة تسمح للطلاب باكتشاف المفهوم أو الظاهرة العلمية والتحكم في عناصر الموقف ومتغيراته بطريقة سهلة، متخطية بذلك عنصري الزمان والمكان، وعناصر الخطورة من خلال برامج حاسوب قوية مستخدمة عناصر النص والصوت، والصورة، والحركة، وغيرها.

وتشير المحاكاة الحاسوبية التفاعلية إلى الوقت الذي يتفاعل فيه الطالب مع محتوى المحاكاة مع القدرة على تغيير المحاكاة ومقاطعتها أثناء تشغيلها. وهذا يعني أنها طريقة مرنة وسهلة الاستخدام لتحديد التجارب التي يتم إجراؤها على النموذج، وأنه أثناء تشغيل المحاكاة التفاعلية، يمكن للمستخدم تغيير قيم مدخلات النموذج والمتغيرات، وإدراك كيفية تأثير هذه التغييرات على ديناميكية النموذج. (هيا محمد المزروع، وعبير المسعودي، ٢٠١٤) (Guy, Retta, Lownes-Jackson, Millicent., 2015)

١-نبذة مختصرة عن المحاكاة التفاعلية PHET:

قام كارل ويمان Carl Wieman الحائز على جائزة نوبل وزملاؤه في جامعة كولورادو Colorado University بالولايات المتحدة الأمريكية بتقديم مشروع لتطوير معرفة وتعليم العلوم والرياضيات في جميع أنحاء العالم من خلال المحاكاة التفاعلية المجانية Physics Education Technology (PhET) عام ٢٠٠٢. وطور المشروع أكثر من 160عملية محاكاة تفاعلية قائمة على نتائج البحوث والدراسات العلمية والتحقق من فاعليتها، ثم إتاحتها لجميع الطلاب والمعلمين في كل مكان.

تهيئ المحاكاة التفاعلية PHET بيئات تعليم/ تعلم تفاعلية تتسم بالبساطة وسهولة الاستخدام ومليئة بالأنشطة بحيث يتعلم فيها الطلاب من خلال الاكتشاف والاستقصاء. وتؤكد على العلاقات بين المفاهيم العلمية المجردة وتطبيقها في الواقع الفعلي، وتعمل على جعل اللامرئي مرئيًا (مثل الإلكترونات)، كما تتضمن نماذج بصرية ديناميكية تهدف إلى تحقيق الفهم والاستيعاب. وقد صُممت لتكون أدوات مرنة قابلة للاستخدام في بيئات ولأغراض متعددة (مثل المحاضرات، والمختبرات، وكذلك في أداء التكليفات المنزلية)، وداخل الصف الدراسي أو عبر شبكة الإنترنت، بالإضافة إلى إمكانية تشغيلها دون الاتصال بالإنترنت لدعم استخدامها في المناطق التي لا تتمتع بخدمات الإنترنت، وعبر مختلف المراحل التعليمية وصولاً إلى المرحلة الجامعية، وجميعها موارد تعليمية مفتوحة المصدر (https://phet.colorado.edu).

قد حقق مشروع PHET اليوم أكثر من ٨٠ مليون استخدام سنوي لعمليات المحاكاة التفاعلية عبر موقعه الإلكتروني من جميع أنحاء العالم. ويذكر أن ثلث هذه الاستخدامات يأتي من خارج الولايات المتحدة، كما يبلغ معدل النمو السنوي للمشروع ٢٥ في المائة. وتمت ترجمة عمليات المحاكاة التفاعلية إلى ٨٩ لغة، كما تمت ترجمة كامل محتوى الموقع الإلكتروني للمشروع إلى ٤٠ لغة منها اللغة العربية. (Moore, E.B.; Perkins, K.K., 2018)

٢. سمات المحاكاة التفاعلية PHET:

تتسم المحاكاة التفاعلية PHET بعدة سمات من أهمها:

(Moore, E.B.; Perkins, K.K., 2018) ،(Astutik, S., & Prahani, B. K., 2018)
(Evangeline Q. Omoy, 2023)،(Taneo E., et al., 2021) ،(Bhatti M., 2021)

تم تصميم المحاكاة التفاعلية PhET بواجهة سهلة الاستخدام للطلاب ونص بسيط، وتتميز بأنها تفاعلية ومتحركة، وتستجيب بشكل فوري لتفاعل الطلاب. يتم فيها استخدام عناصر العالم الحقيقي (مثل المصابيح الكهربائية، ومضخة الدراجة، وألواح التزلج) حتى يتمكن الطلاب من

رؤية الارتباطات بين الظواهر ومعرفتهم الحالية. وتتمتع المحاكاة بفائدة إضافية تتمثل في القدرة على جعل غير المرئي مرئيًا وتوفير تمثيلات متعددة (مجهريًا، ورسومًا بيانية، وما إلى ذلك..).

كما تتسم بالمرونة والدعم حيث يمكن استخدام المحاكاة كجزء من عروض المحاضرات والمختبرات والأنشطة الفردية أو الجماعية في الفصل الدراسي والفصول الدراسية عبر الإنترنت ومهام الواجبات المنزلية. تتاح هذه المرونة بفضل التصميم المفتوح للمحاكاة. كما لا يوجد مسار تعليمي مفضل واحد من خلال المحاكاة؛ بل توجد مسارات تعليمية متعددة يمكنها معالجة أهداف تعليمية متعددة في تسلسلات مختلفة. كما يسمح غياب التعليمات الصريحة للمعلمين بتضمين المحاكاة في مناهجهم بطرق عديدة وصياغة تجارب تعليمية مع المحاكاة تتوافق مع أهدافهم التربوية وسياقهم وممارساتهم، وعلى الرغم من وجود مسارات تعلم متعددة من خلال المحاكاة، إلا أن هناك بعض المسارات التي تدعم بشكل أكثر كفاءة أهداف التعلم الأساسية للمحاكاة. ويمكن استخدامها عبر مجموعة واسعة من الفئات العمرية للطلاب وسياقات الفصول الدراسية وممارسات التدريس مع دعم الطلاب أيضًا للمشاركة بشكل منتج. (Moore, E.B.; Perkins, K.K., 2018)

علاوة على ذلك، تتسم بالترخيص المفتوح والتوافق الواسع النطاق حيث تبنى مشروع PhET استراتيجية توزيع تتضمن سياسة ترخيص مفتوحة، مع إمكانية الوصول بدون تكلفة، وتوافق واسع النطاق مع الأجهزة فيمكن تشغيلها على أجهزة الكمبيوتر المكتبية وأجهزة الكمبيوتر المحمولة والأجهزة اللوحية والأجهزة المحمولة باستخدام أنظمة تشغيل متعددة ومتصفحات الإنترنت. كما يمكن الوصول إلى المحاكاة وتشغيلها عبر الإنترنت (لا يلزم التنزيل) أو تنزيلها للاستخدام والتوزيع دون اتصال بالإنترنت.

كما تتسم بالترجمة للغات عديدة فمع زيادة الاستخدام الدولي لمحاكاة PhET، بدأ فريق عمل المشروع في البحث عن طرق لدعم المتعلمين من خلفيات متنوعة. وطور أداة ترجمة تسمح للمتطوعين في جميع أنحاء العالم بترجمة محاكاة PhET وموقع PhET الإلكتروني إلى لغتهم المحلية أو لهجتهم (Adams et al. 2012). كما تتوفر إصدارات مترجمة من المحاكاة من موقع PhET الإلكتروني.

في ذات السياق فإحدى السمات الرئيسية للمحاكاة التفاعلية PHET هي تضمين تحديات متوازنة مثل الألغاز الصغيرة. هذه التحديات قابلة للتحقيق وتجذب الطالب إلى الهدف الرئيسي المتمثل في فهم المفهوم العلمي الأساسي من خلال استكشاف الظواهر الفيزيائية. فيتفاعل الطلاب مع المحاكاة من خلال الاندماج في الاستكشاف حيث يمكنهم التفاعل مع هذه البيئة المرئية بالسرعة التي تناسبهم والتحقيق فيما ليسوا متأكدين منه وبناء إطار ذهني يشبه الخبراء

حول المفهوم حيث يرون الميزات التي تؤثر على كيفية تصرف المحاكاة. وهذا يخلق فهمًا يتضمن تصورًا للظواهر وإيجاد الروابط بين أجزاء المعرفة.

ومن خلال تطوير وتنفيذ هذه الابتكارات في التصميم والنشر والتنوع والترجمة، أصبح مشروع PhET رائدًا في تصميم المحاكاة التفاعلية، وأصبحت محاكاة PHET منتشرة في الفصول الدراسية العلمية في جميع أنحاء العالم.

٣. المحاكاة التفاعلية PHET وتقنيات الذكاء الاصطناعي:

لقد استفادت المحاكاة التفاعلية PHET من تقنيات الذكاء الاصطناعي لإنشاء بيئات تعليمية ديناميكية وقابلة للتكيف تستجيب لتفاعلات الطلاب وتوفر ملاحظات شخصية. فيما يلي بعض الطرق التي تم بها دمج الذكاء الاصطناعي في المحاكاة التفاعلية.

(https://phet.colorado.edu /en/about) (https://ai-learning-tools.com/phet-interactive-simulations) (Habibi, H., Jumadi, J., & Mundilarto, M., 2020)، (عبد الرازق مختار محمود، ٢٠٢٠) ، (Rayan, Baraa, et al., 2023) ، (دياب أمين صادق عبد الموجود، ٢٠٢٤، ٥٧٥):

أ. **تقديم الملاحظات والتقييم في الوقت الفعلي** Real-time Feedback and Assessment: يتم تقديم ملاحظات فورية بناءً على تصرفات الطلاب داخل المحاكاة. غالبًا ما يتم تصميم هذه الملاحظات لتتناسب مع الأخطاء أو النجاحات المحددة للطالب، مما يساعده على فهم ما فعله صحيح أم خطأ وكيفية التحسين.

ب. **معالجة اللغة الطبيعية** (NLP) Natural Language Processing: لتسهيل التفاعلات الطبيعية بين الطلاب والمحاكاة. على سبيل المثال، في مختبر افتراضي، قد يطرح الطلاب أسئلة أو يعطون أوامر باللغة الطبيعية، ويمكن لنظام الذكاء **الاصطناعي الفهم والاستجابة بشكل مناسب، مما يجعل التجربة أكثر سهولة وتفاعلًا.**

ج. **التحليلات التنبؤية** Predictive Analytics: يمكن للذكاء الاصطناعي التنبؤ بالأداء المستقبلي بناءً على البيانات الحالية والماضية. من خلال تحليل كيفية تفاعل الطلاب مع المحاكاة، يمكن تحديد صعوبات التعلم المحتملة قبل أن تصبح مشكلات كبيرة، وتقديم الدعم للطلاب عند الحاجة.

د. **إضفاء الطابع الشخصي** Personalization: يمكن للذكاء الاصطناعي تخصيص تجربة التعلم من خلال مراعاة أساليب التعلم الفردية وتفضيلاتها ووتيرتها. يمكن تصميم

المحاكاة التفاعلية لتتناسب مع هذه الخصائص الفردية، مما يضمن حصول كل طالب على تجربة التعلم الأكثر فعالية وجاذبية ممكنة.

٤. التطوير المستمر للمحاكاة التفاعلية PHET:

كجزء من التطوير المستمر للمحاكاة التفاعلية PhET، قام فريق عمل مشروع PHET بتسجيل أكثر من ٣٠٠ مقابلة بأسلوب التفكير بصوت عالٍ مع أكثر من ١٠٠ طالب متطوع من مراحل دراسية مختلفة. أثناء هذه المقابلات، لا يُطلب من الطالب إبداء رأيه أو ملاحظاته حول المحاكاة فقط؛ بل التفكير بصوت عالٍ أثناء الاستكشاف. يتم إجراء من أربع إلى ست مقابلات مدتها من ٣٠ إلى ٦٠ دقيقة مع كل نسخة من المحاكاة. تُستخدم نتائج المقابلات لتعديل المحاكاة إذا لزم الأمر، ثم يتم إجراء سلسلة جديدة من المقابلات مع الطلاب الجدد. تستمر هذه العملية حتى تساعد المحاكاة الطلاب على استنباط المفاهيم الصحيحة فقط وتكون الواجهة بديهية الاستخدام. (Banda, H. J., & Nzabahimana, J., 2023)

لذا تُعد المحاكاة التفاعلية PhET بيئات متحركة تفاعلية للغاية ومعقدة تخلق فرصة فريدة للتعلم ليس فقط للطالب، ولكن للباحث أيضًا. تخلق المحاكاة تصورًا مشتركًا وتستكشف عقل الطالب مما يوفر عديد من الفوائد مثل عندما يصبح الطالب هادئًا أثناء المقابلة، يمكن للباحث "رؤية" ما يفكر فيه الطالب من خلال مشاهدة ما يستكشفه بالمحاكاة. كما توفر المحاكاة مفردات مشتركة. غالبًا ما يستخدم الطلاب الكلمات التي حصلوا عليها من المحاكاة، أو يمكن للباحث مراقبة ما يستخدمه الطالب عندما يستخدم مصطلحًا معينًا لمعرفة ما يفكر فيه الطالب بدقة أكبر. إذا لم يعرف الطالب الكلمة التي يجب استخدامها لشيء ما، فإنه ببساطة يوضح ذلك من خلال المحاكاة.(Potane J., Bayeta R., 2018)

٥. أهمية استخدام المحاكاة التفاعلية:

تؤدي المحاكاة التفاعلية دورًا حاسمًا في تعليم العلوم الحديثة من خلال تعزيز تجربة التعلم من خلال أدوات ديناميكية وجذابة. فيما يلي عدة أسباب رئيسية لأهميتها:

(هيا محمد المزروع، وعبير المسعودي، ٢٠١٤) (نورة بنت مسعود الهزاني، ٢٠١٩) (Rayan, Baraa, 2023) (Salame, I. I., & Makki, J., 2021)

أ. تعمل المحاكاة التفاعلية على تقسيم الظواهر العلمية المعقدة إلى عناصر تفاعلية وبصرية. وهذا يساعد الطلاب على فهم المفاهيم المجردة أو الصعبة بشكل أكثر فعالية من الطرق التقليدية.

ب. تعزز التعلم النشط والإيجابي من خلال السماح للطلاب بالتعامل مع المتغيرات والتحكم فيها ومراقبة النتائج.

ج. توفر التغذية الراجعة في الوقت الفعلي، مما يُمكّن الطلاب من رؤية العواقب المباشرة لأفعالهم. وتساعد هذه التغذية الراجعة الفورية على تعزيز التعلم وتسمح للطلاب بتصحيح الأخطاء والمفاهيم الخاطئة. كما أن الملاحظات الفورية حول تأثير التغييرات التي أجروها. يسمح لهم بالتحقيق في علاقات السبب والنتيجة والإجابة عن الأسئلة العلمية من خلال استكشاف المحاكاة.

د. توفر المحاكاة التفاعلية منصة آمنة لتجربة السيناريوهات التي يحتمل أن تكون خطرة أو غير عملية. يمكن للطلاب الاستكشاف والتعلم دون المخاطر المرتبطة بالتجارب الفيزيائية في بعض موضوعات التعلم.

هـ. تجعل تعلم العلوم في متناول نطاق أوسع من الطلاب، بما في ذلك أولئك الذين قد لا يتمكنون من الوصول إلى المعامل والمختبرات. يمكن استخدام المحاكاة في أي مكان باستخدام جهاز كمبيوتر وإمكانية الوصول إلى الإنترنت، مما يجعلها أداة تعليمية شاملة.

و. تشجع على الاستكشاف والاستقصاء من خلال السماح للطلاب بتجربة متغيرات مختلفة ومراقبة النتائج المختلفة، تعمل المحاكاة التفاعلية على تعزيز الشعور بالفضول وتشجيع البحث العلمي وممارسة مهارات التفكير العليا.

ز. تقلل الحاجة إلى المواد والموارد المادية، والتي يمكن أن تكون مكلفة. وهذا يجعل من السهل على المدارس ذات الموارد الأقل توفير تعليم عالي الجودة للعلوم.

ح. تلبي المحاكاة التفاعلية الاحتياجات الفردية للطلاب ذوي أنماط التعلم المختلفة، بما في ذلك المتعلمون البصريون والسمعيون والحركيون.

متطلبات استخدام عمليات المحاكاة التفاعلية ونظريات التعلم الداعمة:

يتطلب استخدام المحاكاة التفاعلية في التعليم موارد تكنولوجية وتربوية محددة، مدعومة بنظريات التعلم. حيث تتوافق هذه الأدوات مع المبادئ البنائية، وإدارة العبء المعرفي، وتشجع التعلم الاجتماعي، وتوفر فرص التعلم التجريبي والموقفي، مما يجعلها أصولًا قوية في التعليم الحديث. وفيما يلي متطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية: (هيا محمد المزروع، وعبير المسعودي، ٢٠١٤) (Stephens, A. Lynn, Clement, John J., 2015) (نورة بنت مسعود الهزاني، ٢٠١٩)

- يجب أن تتماشى عمليات المحاكاة مع المنهج الدراسي وأهداف التعلم، مما يضمن تعزيزها للموضوعات التي يتم تدريسها والمساهمة بشكل هادف في فهم الطلاب.

- امتلاك المدارس أجهزة كمبيوتر أو أجهزة لوحية أو أجهزة رقمية أخرى يمكن الاعتماد عليها، بالإضافة إلى إمكانية الوصول الثابت إلى الإنترنت لدعم استخدام عمليات المحاكاة التفاعلية.
- سهولة الوصول إلى برامج أو منصات المحاكاة المناسبة، سواء كانت مجانية أو تتطلب ترخيصًا، لتنفيذها في الفصل الدراسي.
- تدريب المعلمين على كيفية دمج عمليات المحاكاة بشكل فعال في ممارساتهم التعليمية، بما في ذلك كيفية التنقل في البرنامج، ومواءمته مع أهداف المنهج، وتسهيل مشاركة الطلاب.
- امتلاك الطلاب المهارات الرقمية الأساسية للتفاعل مع عمليات المحاكاة وفهم وظائفها.
- تهيئة بيئة تعلم تشجع على الاستكشاف والاستقصاء والتعلم التعاوني على تعزيز فعالية عمليات المحاكاة التفاعلية.

ومن أهم نظريات التعلم الداعمة لاستخدام المحاكاة التفاعلية ما يلي:
(Astutik, S., Prahani, B. K., 2018) (Adams W. K., 2010) (https://phet.colorado.edu)

- **البنائية:** تفترض هذه النظرية أن المتعلمين يبنون فهمهم ومعرفتهم بأنفسهم، وتوفر المحاكاة التفاعلية PHET فرص يتفاعل فيها الطلاب بشكل نشط مع المحتوى، مما يسهل على الطلاب بناء المعرفة بأنفسهم.
- **نظرية العبء المعرفي:** يتم تحسين التعلم عندما تتم إدارة العبء المعرفي بشكل فعال. وتساعد المحاكاة التفاعلية من خلال تقسيم المفاهيم المعقدة إلى مكونات مرئية وتفاعلية يمكن التحكم فيها، مما يقلل من العبء المعرفي الزائد ويعزز تحقيق نواتج التعلم.
- البنائية الاجتماعية: تتضمن المحاكاة التفاعلية PHET أنشطة ومهام يمكن تنفيذها بشكل تعاوني، مما يسمح للطلاب بالعمل معا ومشاركة الأفكار وبناء المعرفة بشكل جماعي.
- **التعلم التجريبي:** يؤكد على التعلم من خلال الممارسة، وتوفر المحاكاة التفاعلية PHET منصة للطلاب للتجربة واتخاذ القرارات ورؤية عواقب أفعالهم في الوقت الفعلي، مما يؤدي إلى تجارب تعليمية ذات معنى.
- **التعلم القائم على الموقف:** توفر المحاكاة التفاعلية تجارب تعليمية سياقية من خلال دمج الطلاب في سيناريوهات واقعية، ومساعدتهم على تطبيق المعرفة النظرية في المواقف العملية.

وبناء على ما سبق تقترح الباحثة إجراءات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET كما يلي:

- **الإعداد الأولي:** يبدأ الطلاب بتحديد المتغيرات الأساسية في المحاكاة التفاعلية PHET. تتضمن هذه الخطوة غالبًا اختيار متغيرات محددة للتعامل معها، مثل المسافة أو السرعة أو الزمن.
- **ضبط قيم المتغيرات:** أثناء المحاكاة PHET، يمكن للطلاب ضبط هذه المتغيرات لملاحظة مدى تأثير التغييرات على النظام. على سبيل المثال، تغيير سرعة جسم ما في محاكاة حركة الرجل (Moving Man).
- **الملاحظة:** توفر المحاكاة التفاعلية PHET بيانات مرئية ورقمية في الوقت الفعلي تعكس تأثيرات تغييرات الطالب، وغالبًا ما تكون في شكل رسوم بيانية أو مخططات أو رسوم متحركة.
- **جمع البيانات:** يمكن للطلاب جمع البيانات الناتجة عن المحاكاة التفاعلية PHET لتحليل الأنماط واختبار الفرضيات واستخلاص النتائج. وقد يتضمن ذلك أخذ قياسات أو تسجيل الملاحظات في مراحل مختلفة.
- **التكرار:** تسمح المحاكاة التفاعلية PHET بإجراء التجارب عدة مرات، مما يشجع الطلاب على التعديل بناءً على النتائج السابقة واستكشاف سيناريوهات مختلفة.
- **التحليل والتأمل:** بعد معالجة المحاكاة التفاعلية PHET وجمع البيانات، يقوم الطلاب بتحليل النتائج ومقارنتها بالتنبؤات النظرية والتفكير في النتائج التي توصلوا إليها لتعزيز فهمهم.

٦. دراسات اهتمت باستخدام المحاكاة التفاعلية PHET:

- **هدفت دراسة (Yunzal, Jr., A. N., & Casinillo, L. F., 2020)** إلى معرفة ما إذا كانت محاكاة تكنولوجيا تعليم الفيزياء (PhET) يُمكن أن تحسن أداء طلاب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في مدرسة ثانوية عليا بالفلبين في الديناميكا الكهربائية. اعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من ٧٢ طالبًا من طلاب STEM وتم تقسيمهم عشوائيًا إلى مجموعتين إحداهما ضابطة والأخرى تجريبية. سُمح لطلاب المجموعة التجريبية بأداء محاكاة تفاعلية PhET لمدة ساعة باستخدام فترة فراغهم كل يوم، بينما لا يتم تعريض المجموعة الضابطة لأي نشاط. وأظهرت نتائج الدراسة أن تدريس الديناميكا الكهربائية باستخدام محاكاة PhET لم يُحسن بشكل دال إحصائيًا من تعلم الطلاب، على الرغم من أن الطلاب أظهروا اهتمامًا بالمحاكاة، وتحسن طفيف في أدائهم.

- **بينما تقصت دراسة (Salame, I. I., & Makki, J., 2021)** تصورات الطلاب حول تأثير محاكاة PHET على تعلمهم ومواقفهم وتحديد أكثر ميزات PHET إفادة بالنسبة لهم في دراسة الكيمياء. تم إجراء البحث في كلية مدينة نيويورك، وبلغ عدد المشاركين ١٥٨ طالبًا. كانت أداة جمع البيانات استبيان يتألف من أسئلة على مقياس ليكرت وأسئلة مفتوحة تم توزيعها على الطلاب الذين أكملوا الكيمياء العامة الثانية وكانوا يستخدمون محاكاة PHET كجزء من جلسات المختبر الخاصة بهم. وأشارت النتائج إلى أن المحاكاة التفاعلية PHET لها تأثير إيجابي عام على مواقف الطلاب وإدراكهم للتعلم، وعززت تطوير الطلاب لفهم واستيعاب مفاهيم ومحتوى الكيمياء، حيث إن محاكاة PHET عززت وسهلت التعلم وفهم المفاهيم المجردة، ووفرت محاكاة PHET فرصًا للتعلم لا يمكن تحقيقها بخلاف ذلك في بيئة مختبرية تقليدية. وأوصت الدراسة بوجود حاجة لتحديث وتعديل مختبرات الكيمياء العامة لتعكس التقنيات الحديثة مثل محاكاة PhET PHET التفاعلية.
- **كما هدفت دراسة (Taibu, R., et al., 2021)** إلى استخدام المحاكاة التفاعلية PHET لتحسين المهارات العلمية واتجاهات طلاب الكليات المجتمعية. وللتحقق من ذلك اندمج طلاب الفيزياء عينة الدراسة في استقصاء علمي باستخدام محاكاة تفاعلية PHET من خلال مشاريع جماعية في الفيزياء استمرت لمدة فصل دراسي كامل. استخدم المعلم والطلاب معايير تقييم القدرات العلمية (SAAR) لتقييم عروض المشاريع والأوراق البحثية (التقييم التكويني). كما تم تقييم مشروع البحث الجماعي باستخدام استبيان تقييم المهارات المعملية الذاتية (LSSA) قبل وبعد التجريب واستبيان التأمل البعدي. كما تم استخدام مخزون مهارات عملية العلوم (SPSI) لتحليل بعض استجابات الطلاب لاستبيان التأمل. وأظهر التحليل الكمي لاستبيان تقييم المهارات المعملية الذاتية حجم تأثير كبير للطلاب عينة الدراسة. كما دعم التحليل النوعي لاستبيانات التأمل النمو الواضح في مهارات المختبر وكشف عن تجارب إيجابية كبيرة للطلاب لمحاكاة PhET كما أشار ٨٨٪ من الطلاب إلى رضا إيجابي.
- **في ذات السياق تقصت دراسة (Banda H. J., Nzabahimana J., 2023)** أثر التعلم القائم على محاكاة PHET على دافعية الطلاب وإنجازهم الأكاديمي في تعلم التذبذبات والموجات بين طلاب الصف الأول الثانوي في مالاوي. وتكونت العينة من ٢٨٠ (٤٤.٦٪ إناث) من طلاب المدارس الثانوية من أربع مدارس في منطقة بلانتير الحضرية في مالاوي. تبنت الدراسة التصميم شبه تجريبي فقد تعرضت المجموعة

التجريبية للتعلم القائم على المحاكاة التفاعلية PhET، بينما تم استخدام طرق التدريس التقليدية في المجموعة الضابطة. تم استخدام الاختبارات القبلية والبعدية لجمع البيانات حول التحصيل الأكاديمي، كما جمعت الاستبيانات البيانات حول الدافع. أظهر اختبار t للعينات المستقلة فرقًا دال إحصائيًا بين المجموعتين في الاختبار البعدي للتحصيل الأكاديمي. كما أظهر تحليل استبيانات الدافع فرقًا كبيرًا دال إحصائيًا مع حجم تأثير صغير بين مجموعات الدراسة في الكفاءة الذاتية واستراتيجيات التعلم النشط وأهداف الأداء وأهداف الإنجاز وتحفيز بيئة التعلم والمواقف تجاه التعلم باستخدام المحاكاة التفاعلية. وعليه أوضحت النتائج أن التعلم القائم على المحاكاة التفاعلية PhET يُحسن مستويات التحصيل الأكاديمي والدافعية لدى الطلاب.

- **أما دراسة Evangeline Q. Omoy. (2023)** فقد قامت بتقييم فعالية المحاكاة التفاعلية PhET في تحسين الأداء الأكاديمي للطلاب في موازنة المعادلات الكيميائية لدى طلاب الصف العاشر. تكونت عينة الدراسة من ٨ طلاب و١٢ طالبة من الصف العاشر الذين تم اختيارهم عمدًا للدراسة. كانت الأدوات المستخدمة في الدراسة هي الاختبار القبلي المكون من ١٥ عنصرًا والاختبار البعدي من بنك عناصر الاختبار الإقليمي. كانت عناصر الاختبار عبارة عن موازنة معادلات كيميائية بحتة تتوافق مع كفاءة التعلم حول كيفية تطبيق مبادئ الحفاظ على الكتلة في التفاعلات الكيميائية، وخاصة مهارات موازنة المعادلات الكيميائية في منهج العلوم للصف العاشر K–12. علاوة على ذلك، استخدم الباحث أدوات إحصائية هي التوزيع التكراري والمتوسط والنسبة المئوية واختبار t. كشفت نتائج الدراسة عن وجود فرق كبير دال إحصائيًا بين أداء الطلاب قبل وبعد التجريب، وهذا يعني أن المحاكاة التفاعلية PhET هي أداة فعالة في تحسين مستوى إتقان الطلاب في موازنة المعادلات الكيميائية، وبالتالي زيادة الأداء الأكاديمي.
- **وتقصت دراسة (Rayan, Baraa, et al., 2023)** أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET على تصور تلاميذ الصف الثالث الابتدائي للمفاهيم العلمية. تكونت عينة الدراسة من ١٩ طالبًا عملوا في أزواج وثلاثيات أثناء تفاعلهم مع المحاكاة التفاعلية PhET لاستكشاف "حالات المادة وتغيراتها" و"الذوبان والتشبع" ومعالجة الأسئلة ذات الصلة. ركزت الملاحظات على تتبع تفاعلات الطلاب مع المحاكاة وتقدمهم عبر مستويات المعرفة المختلفة وفقًا لتصنيف بلوم. تم استخدام تحليل المحتوى الاستنتاجي

والاستقرائي لتحليل بطاقات الملاحظة. كشف تحليل النتائج على تصنيف بلوم أنه في مستوى "التذكر" أظهر الطلاب ميلًا إلى ربط التجارب الشخصية بالمحاكاة، مما يؤكد دور سياق الحياة الواقعية في التعلم. وسلط مستوى "الفهم" الضوء على الكيفية التي سهلت بها محاكاة PhET الفهم العميق، حيث قام الطلاب بإبداء ملاحظات ثاقبة. بالإضافة إلى ذلك، أظهر مستوى "التطبيق" الترجمة الفعالة للمعرفة المستمدة من المحاكاة إلى سيناريوهات عملية، مما يربط بين الفهم النظري والفهم الواقعي. وأظهر استخدام الطلاب لمهارات التفكير العليا، في مراحل التحليل والتقييم والإبداع، أن المحاكاة دعمت طلاب الصف الثالث في عمليات تعلمهم للمفاهيم العلمية. وأكدت الدراسة على فعالية دمج محاكاة PhET في تعليم العلوم الابتدائية، وتعزيز معرفة الطلاب من خلال تعزيز المشاركة النشطة ومهارات حل المشكلات.

تعقيب:

- تعد المحاكاة التفاعلية PHET أداة تعليمية قوية في تعليم العلوم بصفة عامة، حيث يمكن استخدامها بطريقة إجرائية وجذابة للطلاب لاستكشاف وفهم المفاهيم المعقدة. كما أنها تعزز التعلم من خلال توفير نماذج ديناميكية يمكن التحكم بها لأنظمة العالم الحقيقي، وتعزز الفهم العميق وممارسة مهارات التفكير العليا من خلال المشاركة النشطة والتجربة التكرارية.
- تعد المحاكاة التفاعلية PHET مثالاً رئيسيًا لكيفية دمج الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا التعليمية لتعزيز تجارب التعلم. من خلال توفير مسارات التعلم التكيفية، وملاحظات في الوقت الفعلي، وتفاعلات اللغة الطبيعية، وتفريد تجربة التعلم، مما يجعل التعلم أكثر جاذبية وفعالية ويلبي الاحتياجات الفردية لكل طالب.
- يؤدي دمج عمليات المحاكاة التفاعلية في تدريس العلوم إلى تعزيز التجربة التعليمية بشكل كبير. إنها توفر طريقة جذابة وآمنة ويمكن وصول الطلاب إليها لاستكشاف وفهم المفاهيم العلمية المعقدة، مما يعزز بيئة تعليمية أعمق وأكثر نشاطًا.
- بينت الدراسات السابقة فاعلية استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تعليم/ تعلم العلوم بصفة عامة والفيزياء بصفة خاصة، ولكن بعض الدراسات استخدمتها بتعلم ذاتي دون شرح أو توجيه من المعلم معتمدة على تعليمات الموقع فقط، في حين دراسات أخرى استخدمتها مصحوبة بتوجيهات وشرح المعلم مع تعليمات الموقع؛ الأمر الذي دفع الباحثة تقصي أيهما أفضل في استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم لطلاب الصف الأول الثانوي في الفيزياء استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه أي

المصحوب بتوجيهات وشرح المعلم مع تعليمات الموقع، أم استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر أي مصحوب بتعليمات الموقع فقط.

ثانيًا– التفكير التحليلي:

١.ماهية التفكير التحليلي وأهميته:

يُعد التفكير التحليلي أحد أنواع التفكير التي تحقق أهداف التربية العلمية؛ حيث يساعد الطالب على الإدراك، ودراسة الأفكار وتحليلها وتقييمها، والدقة في التعبير عن العلاقات بين عناصرها، للوصول إلى قرارات سليمة تساعد على حل المشكلات.

ويُعرف التفكير التحليلي على أنه القدرة التي يصل بها الفرد إلى فهم جوانب وأجزاء الموقف المشكل أو محل الاهتمام وتجزئته إلى أجزاء صغيرة، مما يستدعي إجراء عمليات أخرى على هذه المكونات (سليمان عوده الزبون، ٢٠١٨، ٦٤٤)، وينطوي التفكير التحليلي على فرز وفصل العناصر عن سياقها والميل إلى التركيز على خصائص الأشياء والعناصر من أجل تصنيفها إلى فئات وتفضيل استخدام القواعد حول الفئات والتنبؤ بسلوك العناصر وفقًا لذلك (Putri, Sindhu, et al., 2019).

ويرى (عادل حميدي المالكي، ٢٠١٧) أنه يعبر عن قدرة المتعلم على فحص المسألة أو المشكلة، وتجزئتها، وبناء الاستنتاجات من المعلومات المتاحة، والخروج بخلاصة منطقية تؤدي إلى فهم أكبر للمشكلة، سواء أكانت مألوفة أم شبه مألوفة.

ويُعد التفكير التحليلي أحد عناصر النشاط العقلي التي تُمكن الأفراد من حل المشكلات بسرعة وفعالية. وهو يشتمل على تصنيف منهجي يسمح بتجزئة المشكلات المعقدة إلى مكونات أبسط وأكثر قابلية للإدارة، ويأخذ التفكير التحليلي دورًا رئيسيًا في معالجة البيانات، وعمل التنبؤات وتصور البيانات وتصميمها، واستخلاص المعرفة من البيانات المتراكمة، وتقديم حلول فعالة.(Rasheva-Yordanova, Katia et al., 2018)

التفكير التحليلي هو سلسلة من الأنشطة التي يتم تنفيذها لحل أو وصف موضوع واحد إلى أجزاء أو مكونات أكثر تفصيلاً لحل المشكلات (Ahmad, 2021)

يعتمد التفكير التحليلي هيكلياً على الاستدلال والتقييم. ولكل استدلال أهمية كبيرة من حيث إصدار تعميمات من بعض الظواهر المرصودة التي تسمى الاستقراءات والوصول إلى استنتاجات معينة من التعميمات تسمى الاستنباطات. ويمكن اعتباره تصميمًا يتكون من مزيج من عمليتين أساسيتين للاستدلال مثل الاستقراء والاستنباط للعمليات التحليلية. في عملية التفكير التحليلي، يتم التعامل مع الأشياء أولاً بشكل منفصل؛ ثم يتم فحص التفاعل مع بعضها

البعض بمعنى الوحدة. من خلال التفكير التحليلي يستطيع الفرد فصل أي موضوع أو مشكلة إلى ترجمات باستخدام الطريقة الاستنباطية وتقييم كل معلومة على حدة. الغرض من تقسيم المشكلة أو الموضوعات إلى أجزاء فرعية صغيرة هو تحليل الكل على أساس الوحدة القائمة على الأجزاء (Yulina et al., 2019).

تمثل مهارات التفكير التحليلي جانبًا مهمًا من جوانب عملية التعلم فهي قدرات تنشط عندما يواجه الطلاب مشاكل غير عادية وعدم يقين حتى يتمكن الطلاب من اتخاذ القرارات الصحيحة المتعلقة بالظواهر في الحياة اليومية (Taleb, T., et al., 2016).

تتضح أهمية التفكير التحليلي الذي يقوم خلاله الفرد بتجزئة الموقف إلى عناصره الأساسية إحدى المراحل أو الخطوات الأساسية المتصلة بعدد من عمليات التفكير الأكثر تعقيدًا منها، مثل التفكير الناقد، والإبداعي، واتخاذ القرارات، وحل المشكلات.

والتفكير التحليلي سيساعد الطالب على فهم الروابط بين المعلومات والأحداث، والتعرف على صحة المعلومات والحجج المختلفة، التعرف على الأخطاء التي يرتكبها في تفكيره وتحسينها، وحل المشكلات واتخاذ القرارات بفعالية.

علاوة على ذلك التفكير التحليلي له دور مهم في تعويد الطالب البحث عن المعنى، والربط بين المعلومات الجديدة والسابقة بطريقة تجعلها جزءًا من تفكيره، والتوصل لاستنتاج ما أو معرفة جديدة، بالاعتماد على فروض أو معلومات متوفرة. (افتكار صالح، وتهاني غالب، ٢٠٢١)

٢.مهارات التفكير التحليلي:

إن التفكير التحليلي أداة تفكير قوية لفهم أجزاء الموقف، ويمثل القدرة على البحث وتفكيك الحقائق والأفكار إلى نقاط قوة ونقاط ضعف؛ بالإضافة إلى تطوير القدرة على التفكير بحكمة وذكاء وحل المشكلات وتحليل البيانات وتذكر المعلومات واستخدامها.

وتتعدد مهارات التفكير التحليلي، وقد حددتها (شرين شحاته مهني، ٢٠١٨، ١١) في: تحديد السمات أو الصفات أو الخواص، وإجراء الملاحظة، والتتابع (الترتيب)، والتمييز بين المتشابه والمختلف (المقارنة والمقابلة)، والتجميع والتبويب (التصنيف)، والتنبؤ، وتحديد السبب والنتيجة.

كما يشمل التفكير التحليلي العمليات التي تدخل في عملية فصل الأجزاء التي تشكل الكل عن الجسم، وإعادة تعريف هذه الأجزاء وتصنيفها. (Aksu, Gokhan & Eser, Taha., 2020)

ويرى كيتشن وزملاؤه (Kitchen, E., et al., 2003)أن من يمتلك التفكير التحليلي لديه القدرة على تحديد المشكلات وتعريفها واستخراج المعلومات الأساسية من البيانات وتطوير حلول عملية للمشكلات المحددة من أجل تحديد سبب المشكلة والتحقق منه وتطوير حلول للمشكلات، وحدد مؤشرات سلوكية تدل على التفكير التحليلي، هي:

أ. جمع المعلومات والبيانات.
ب. استخراج البيانات ذات الصلة من أجل تحديد الأسباب المحتملة للمشكلة.
ج. فحص المشكلات بشكل نقدي عن طريق تقسيمها إلى أجزاء يمكن التحكم فيها.
د. تحليل المعلومات لتحديد والتأكد من السبب الأكثر احتمالا للمشكلة.
هـ. تحديد النتائج المنطقية والواقعية بناءً على البيانات والمعلومات والتحليلات التي يتم إجراؤها.
و. تحديد الإجراء اللازم لمنع حدوث المشكلة جزئيًا أو كليًا.

وأشار أريسفونبيشيت (Areesophonpichet, S., 2013) إلى أهمية أن يمتلك الطلاب مهارات التفكير التحليلي حتى يتمكنوا من تطوير عمليات تعليمية ذات مغزى. وصنفها إلى ثلاث مهارات رئيسة، وهي:

أ. مهارات تحليل العناصر: وهي القدرة على تصنيف وتحليل عناصر مهمة، أي إيجاد ملخص للمحتوى والتمييز بين الحقائق والآراء، أوجه التشابه، والاختلاف، والأسباب، والآثار.
ب. مهارات تحليل العلاقات: وهي القدرة على ربط المفاهيم والأسباب وإيجاد العلاقات بينها، أي مقارنة وتحليل معلومات متسقة و/أو معاكسة أو غير عقلانية.
ج. مهارات تحليل المبادئ التنظيمية: وهي القدرة على البحث عن مبادئ العلاقات بين عناصر المعلومات، أي تحديد الأمور الرئيسية من خلال مراعاة المفاهيم ذات الصلة والقدرة على تلخيص المعلومات ذات الصلة إلى مفهوم واحد.

وتتضمن مهارات التفكير التحليلي القدرة على تصنيف المعلومات وتحديد الروابط ودمج المكونات ذات الصلة لفهم الظواهر الواقعية (Zakaria, A. F., & Lim, S. C. J., 2022). ووفقًا لتصنيف بلوم، تنتمي مهارات التفكير التحليلي إلى المستوى الرابع، وهو التحليل. وتصنف هذه المهارات عمومًا إلى ثلاثة مؤشرات: التمييز والتنظيم والإسناد (Rasheva-Yordanova, Katia, et al., 2018).

وسوف يمتلك الطلاب مهارات التحليل كمستوى عالٍ من القدرة المعرفية إذا كان لديهم القدرة على المعرفة والفهم والتطبيق، والتي لها ثلاثة جوانب، وهي (Putri, Sindhu, et al., 2019):

أ. **التمييز** Differentiating: تنطوي على تصنيف المعلومات أو الأشياء بناءً على معايير محددة، والقدرة على تمييز المفاهيم وتفسير المعلومات وفصل الأفكار عن بعضها البعض.

ب. **التنظيم** Organizing: ويتضمن ترتيب المعلومات أو الأشياء بشكل منهجي لفهم علاقاتها وفهم الأنظمة المعقدة.

ج. **الإسناد** Attributing: القدرة على تحديد أسباب أو مصادر الظواهر وفهم آثارها وتداعياتها، ويتضمن التوصل إلى استنتاجات عامة وتقييمها بناءً على البحث والتقصي.

٣. دراسات اهتمت بالتفكير التحليلي:

تقصت دراسة (ناريمان جمعة إسماعيل مراد، ٢٠١٧) أثر استخدام استراتيجية جاليين للتخيل الموجه علي تنمية بعض مهارات التفكير التحليلي في العلوم لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي، والمنهج شبه التجريبي. وتكونت أداة الدراسة من اختبار في مهارات التفكير التحليلي. وتمثلت عينة الدراسة في مجموعتين أحدهما تجريبية بلغ عددها ٣٢ تلميذ، وأخري ضابطة بلغ عددها ٣٢ تلميذ من تلاميذ الصف الأول الإعدادي، وأشارت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوي دلالة ٠.٠٥، بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار التفكير التحليلي ككل لصالح المجموعة التجريبية.

بينما كشفت دراسة (سليمان عوده الزبون، ٢٠١٨) عن أثر استخدام برمجية في إنتاج الوسائل التعليمية وفق خرائط التفكير في تحسين مهارات التفكير التحليلي لدى طالبات كلية الأميرة عالية في ضوء كفاياتهن الحاسوبية، وقام الباحث ببناء اختبار التفكير التحليلي واختبار الكفايات الحاسوبية، وتم تصميم برمجية في إنتاج الوسائل التعليمية وفق خرائط التفكير باستخدام برمجية(Visio) ، وتكونت أفراد الدراسة من (٦٦) طالبة تدرس مبحث إنتاج الوسائل التعليمية، تم تقسيمهن بالطريقة العشوائية العنقودية إلى مجموعتين تجريبية مكونة من (٣٤) طالبة، وأخرى ضابطة تكونت من (32) طالبة، وقد كشفت نتائج الدراسة عن وجود أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام برمجية مصممة وفق خرائط التفكير على تحسين مستوى التفكير التحليلي لدى طالبات كلية الأميرة عالية، وعدم وجود أثر ذو دلالة إحصائية للكفايات الحاسوبية

على مستوى التفكير التحليلي، وعدم وجود أثر للتفاعل بين استخدام البرمجية المصممة وفق خرائط التفكير والكفايات الحاسوبية على تحسين مستوى التفكير التحليلي.

تناولت دراسة (Putri, Sindhu; Cari, C.; Sunarno, W., 2019) تمكين الطلاب من تحسين التفكير التحليلي في ربط الظواهر التي تحدث بمفهوم الفيزياء (درجة الحرارة، والحرارة). واعتبرت التفكير التحليلي قدرة يجب امتلاكها في القرن الحادي والعشرين، حيث يُطلب من الطلاب أن يكونوا قادرين على التحليل وحل المشكلات وتقديم الحلول المناسبة. واعتمدت الدراسة على فحص القدرة التحليلية للطلاب في المدرسة الثانوية. ومنهج الدراسة وصفي نوعي. وتكونت العينة من ٦٩ طالبًا درسوا درجة الحرارة والحرارة. تم جمع البيانات باستخدام أدوات اختبار مصنوعة وفقًا لمؤشرات التفكير التحليلي. وأظهرت نتائج هذه الدراسة أن الطلاب لديهم تفكير تحليلي منخفض وسوء فهم لمفهوم درجة الحرارة. بناءً على ملفات تعريف التفكير التحليلي للطلاب فإن العمليات المعرفية لا تزال منخفضة مع نتائج مهارات التفكير التحليلي التمييز بنسبة ٥٠.٩٧٪ والتنظيم ٤٣.٢٤٪ والإسناد ٣٢.٠٠٪.

وهدفت دراسة (سوزان محمد السيد، ٢٠١٩) إلى تقصي فاعلية استخدام السقالات التعليمية القائمة على نموذج التنظيم الذاتي في تنمية بعض مهارات التفكير التحليلي والحس العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في مادة العلوم .وكانت أداتا الدراسة اختبار التفكير التحليلي واقتصر على مهارات (الفحص والملاحظة – التصنيف – تحديد الأسباب – التتابع – تحديد العلاقات والروابط)، ومقياس الحس العلمي. وتكونت عينة الدراسة من (٦٢) تلميذ من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي وقسمت إلى مجموعتين إحداهما مجموعة ضابطة والأخرى مجموعة تجريبية وأشارت النتائج إلى فعالية استخدام السقالات التعليمية القائمة على نموذج التنظيم الذاتي في تنمية مهارات التفكير التحليلي والحس العلمي لدى التلاميذ عينة الدراسة.

كما هدفت دراسة (Sundari, P. K., Widoretno, S., Ashadi, A., 2020) إلى قياس التحسن في نتائج تعلم الطلاب باستخدام خريطة المفاهيم من خلال وحدة قائمة على التفكير التحليلي. استخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من ٦٦ طالبًا مقسمين إلى مجموعتين إحداهما ضابطة والأخرى تجريبية. وأظهرت نتائج أن الوحدة القائمة على التفكير التحليلي لها تأثير إيجابي على تحسين نتائج تعلم الطلاب.

كشفت دراسة (بدرية محمد حسانين، وإيمان أحمد عبد الفتاح محمد، وحنان مصطفى محمد زكي، ٢٠٢٢) عن أثر تصميم تعليمي قائم على نظرية العبء المعرفي باستخدام تكنولوجيا الهولوجرام في تدريس الكيمياء على تنمية مهارات التفكير التحليلي لدي طلاب الصف

الأول الثانوي. اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي. واستخدمت أداة هي اختبار مهارات التفكير التحليلي، وكانت عينة الدراسة من طلاب الصف الأول الثانوي وقسمت إلى مجموعتين تجريبية وضابطة. وأشارت النتائج إلى وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير التحليلي.

تعقيب:

- التفكير التحليلي هو قدرة الطالب على تحليل مهمة ما أو موقف مشكل أو ظاهرة معينة في علم الفيزياء والوقوف على عناصرها والتعرف على العلاقات بين أجزائها للوصول إلى استنتاجات منطقية بناءً على الأدلة. ومهارات التفكير التحليلي هي: التمييز، والتنظيم، والاسناد.
- لكي يكون الطالب مفكرًا تحليليًا، يجب عليه أن يكون:
  - مراقبا ومتعلما نشطا، وليس مستهلكا سلبيا للمعلومات.
  - منفتحًا ومستعدًا لسماع كافة الحجج ووجهات النظر.
  - منتقد لأفكاره وأفعاله ليرى ما إذا كان من الممكن تحسينها.
  - محددًا ما إذا كانت الحلول التي يقدمها هي الأفضل حقًا أو ما إذا كان من الممكن تحسينها.
  - حاسمًا ليس فقط تجاه الآخرين، ولكن أيضًا مع نفسه وصادقًا بشأن ما لديه من نقاط القوة والضعف وكيف تؤثر على قراراته وأفعاله.
- يتضح من الدراسات السابقة تنوع استخدام المعالجات التجريبية بهدف تنمية التفكير التحليلي، واستخدمت معظمها اختبار لقياس التفكير التحليلي، وأكدت جميعها على أهمية وضرورة تنمية التفكير التحليلي لدى الطلاب في المراحل التعليمية المختلفة. وتختلف هذه الدراسة عن الدراسات السابقة التي تم عرضها في تقصي فاعلية استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تنمية مهارات التفكير التحليلي في مادة الفيزياء، ولا توجد دراسات – على حد علم الباحثة – تناولت هذه النقطة البحثية.
- استفادت الباحثة من محور التفكير التحليلي في تحديد ماهية التفكير التحليلي ومهاراته وسبل تنميته لإعداد مواد المعالجة التجريبية واختبار التفكير التحليلي.

ثالثًا– متعة التعلم:

١. ماهية متعة التعلم في الفيزياء وأبعادها:

تقدم الفيزياء، كفرع أساسي من فروع العلوم، للطلاب فهمًا عميقًا للعالم الطبيعي من خلال استكشاف مفاهيم مثل الحركة والسرعة، والشغل، والطاقة، والقوى. وغالبًا ما تشكل دراسة الفيزياء، بنظرياتها المجردة وأسسها الرياضية، تحديات كبيرة لطلاب الصف الأول الثانوي. يمكن أن تؤدي هذه التحديات أحيانًا إلى قلة اهتمام الطلاب وتحفيزهم. ومع ذلك، عندما يستمتع الطلاب بعملية التعلم الخاصة بهم، يمكن تحويل هذه التحديات إلى فرص للنمو والاكتشاف. ولذلك فإن الاستمتاع بالتعلم في العلوم، وخاصة في الفيزياء، أمر ضروري للتغلب على هذه التحديات، حيث يشجع الطلاب على الاندماج في التعلم، والمثابرة في مواجهة الصعوبات، وتحقيق فهم أعمق.

وتُعرف متعة التعلم بأنها شعور وإحساس المتعلم بالسعادة والرضا بما يتعلمه، ويستشعر أهمية ما يتعلمه وفائدته له ولمجتمعه حاضرًا ومستقبلًا وإحساسه بأن ما يتعلمه ليس عبئًا إضافيًا مفروضًا عليه (حسام الدين مازن، ٢٠١٥، ٢٦).

ويشير (حسن شحاته، ٢٠١٨، ٣٤) إلى أن متعة التعلم مُخرج تعليمي وجداني يمكن توليده باستخدام استراتيجيات التدريس النشط والتي تعزز التعلم ذو المعنى، مع توفير ممارسات تشجيعية للمتعلم، وتقديم التغذية الراجعة لتعديل مسار التعلم، وهذه البهجة أو المتعة قد تكون ملازمة لعملية التعلم فتخفف عناء التعلم وتزيد النشاط وتقلل الملل، أو تكون بعد انجاز مهام وأنشطة التعلم وتحقيق الأهداف.

ويمكن تعريف متعة التعلم بأنها حالة من المشاركة العاطفية الإيجابية التي تنشأ من عملية استكشاف المفاهيم العلمية وفهمها وإتقانها. تتميز هذه الحالة العاطفية بالفضول والاهتمام والشعور بالإنجاز، والتي تعمل معًا على تعزيز الارتباط الأعمق بالموضوع (Lu, YY., et al., 2023).

وفي الفيزياء، يمكن أن تزيد هذه المتعة عندما يطبق الطلاب المعرفة النظرية بنجاح لحل مشاكل العالم الحقيقي، أو إجراء التجارب، أو اكتشافات من خلال التعلم القائم على الاستقصاء.

كما يتم تعريف متعة التعلم على أنه مفهوم متعدد الأبعاد يتكون من خمس مكونات: العاطفي، والتحفيزي، والإدراكي، والفسيولوجي، والتعبيري. المتعلم الذي يختبر المتعة يشعر بالبهجة (¼ مكون عاطفي)؛ ويقيم الموقف بطريقة إيجابية (¼ مكون إدراكي)؛ ويريد الاستمرار في التعلم (¼ مكون تحفيزي)؛ وينتج استجابة فسيولوجية (مثل معدل نبض مرتفع)، وخصائص

تعبيرية (مثل زوايا الفم المرتفعة) (Hagenauer, Gerda, Hascher, Tina., 2010) وتتطور العاطفة على أساس تقييم التفسير الشخصي لحدث سابق.

وأكدتا (نهى يوسف السيد، ونورا مصلحي علي، ٢٠١٥) على أن هناك ثلاثة عناصر أساسية لحدوث متعة التعلم وهي: بيئة تعلم نشطة وثرية وممتعة وأمنة، ومعلم موجه لطلابه يقدم التشجيع والدعم باستمرار، وطرق واستراتيجيات تدريس تساعد الطلاب على تكوين بنيتهم المعرفية.

ولمتعة التعلم عدة أبعاد هي: (Hagenauer, Gerda, Hascher, Tina, 2010) (Manasia, Loredana, 2014)

أ. **المشاركة العاطفية:** مدى شعور الطلاب بالعواطف الإيجابية مثل الرضا والسعادة والإثارة أثناء التعلم.

ب. **الاهتمام والفضول العلمي:** مدى فضول الطلاب واهتمامهم بموضوع التعلم بما يعكس دافعهم الداخلي للتعلم.

ج. **المشاركة المعرفية:** مستوى التركيز والجهد العقلي الذي يستثمره الطلاب في أنشطة التعلم الخاصة بهم، ومدى إدراك الطلاب لقيمة المحتوى الذي يتعلمونه لحياتهم أو أهدافهم المستقبلية.

د. **المشاركة السلوكية:** مشاركة الطلاب النشطة في مهام التعلم، مثل طرح الأسئلة والمشاركة في المناقشات وإكمال المهام بحماس. والمثابرة التي يظهرها الطلاب عند مواجهة التحديات بما يعكس التزامهم بتحقيق أهداف التعلم.

هـ. **المتعة الاجتماعية:** المتعة التي يشعر بها الطلاب عند العمل مع أقرانهم، بما في ذلك المشاريع الجماعية والمناقشات وأنشطة التدريس بين الأقران، وارتباط الطلاب بمجتمع التعلم الخاص بهم.

ج. أهمية تنمية متعة التعلم:

هناك عديد من الدراسات والبحوث التي ناقشت تأثير العواطف على التعلم وأثبت بعضها أن المتعة والسعادة والرضا لها تأثير إيجابي على التعلم والذاكرة والسلوك الاجتماعي. وباعتبار أن متعة التعلم انطباع إيجابي بسبب المحفزات الإيجابية، أو الشعور بالرضا، فهي عنصر مهم في مجتمع التعلم. لذا، فإن المتعة تخلق مجتمعًا، وتستحضر ذكريات إيجابية وتجعلها أقوى. وطريقة مناقشة وشرح القضايا والمشكلات أثناء المحاضرات مع الطلاب لها أهمية كبيرة في تذكر المعلومات الجديدة. ويعتقد عديد من المعلمين أن محاضراتهم لا يمكن تقديمها بطريقة خفيفة أو ممتعة لأنها جادة بطبيعتها (مثل الرياضيات أو الفيزياء أو المحاسبة). وهذا غير

صحيح، وفي كل حالة من الممكن اختيار المحفزات العاطفية المناسبة، والتي من شأنها إثارة المشاعر الإيجابية، وبالتالي، ستسمح بحفظ المعلومات بشكل أفضل. وأظهرت النتائج أنه بفضل المحاضرات المبهجة، يصبح الطلاب أكثر سعادة ويتذكرون المزيد من المعلومات، حتى لو كانت الموضوعات تتعلق بمشكلات بحتة. وأن متعة التعلم تؤثر بشكل إيجابي على تحقيق نواتج التعلم. (Hernik, J., Jaworska, E., 2018)

إن متعة التعلم في الفيزياء ليست مجرد نتيجة ثانوية ممتعة للتعليم، ولكنها عنصر أساسي للنجاح الأكاديمي وأحد أهم أهداف التربية العلمية. عندما يجد الطلاب متعة في التعلم فإنهم يستثمرون الوقت والجهد في دراساتهم، ويندمجون في مهام التعلم، ويستمروا في التغلب على التحديات، ويطوروا فهمًا أكثر عمقًا للموضوع. (Sammet, R., et al., 2015)

في ذات السياق فإن تعزيز متعة التعلم يمكن أن يساعد في تخفيف القلق والإحباط الذي يصاحب غالبًا دراسة المواد الصعبة مثل الفيزياء. من خلال خلق بيئة تعليمية إيجابية وجذابة تركز على الفضول والاكتشاف بدلا من الحفظ والتلقين، ويمكن للمعلمين تقليل هذه المشاعر السلبية، بما يسمح للطلاب بالتعامل مع موضوعات التعلم بثقة وحماس، وتعزيز الاهتمام بالتعلم.(Lu, YY., et al., 2023)

تعد متعة التعلم محركًا قويًا لتحقيق أهداف التعلم خاصة في موضوعات مثل الفيزياء، والتي غالبًا ما تمثل تحديات كبيرة لطلاب المدارس الثانوية. من خلال التدريس باستخدام عديد من الاستراتيجيات التي تعزز متعة التعلم ومنها: بيئات التعليم الإلكتروني (حسام الدين محمد مازن، ٢٠١٥)، التعلم القائم على الاستقصاء (شرين السيد إبراهيم، ٢٠١٨)، والمحطات التعليمية (سماح محمد أحمد، ٢٠٢٠)، والتعلم القائم على السياق وخاصة استراتيجية REACT (الربط – الخبرة – التطبيق – التعاون – النقل) (شيري مجدي نصحي، ٢٠٢١)، والمشاريع التعاونية، وتطبيقات الحياة الواقعية، وغيرها. ويمكن للمعلمين تهيئة بيئة أكثر جاذبية وداعمة تعزز الاهتمام العميق والدائم بعمليتي التعليم والتعلم (نهى يوسف السيد، ونورا مصلحي علي، ٢٠١٥) مما يضمن تحفيز الطلاب لتحقيق أهداف التربية العلمية.

تعقيب:

- **متعة التعلم هي:** استجابة وجدانية وعاطفية نحو مادة الفيزياء تنطوي على شعور بالارتياح والرضا ورغبة بالاستمرار في الإنجاز والاندماج في التعلم بطريقة إيجابية يتولد لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" خلال استخدام المحاكاة التفاعلية PHET مما يعطيهم

إحساسًا بالاستمتاع، وأبعاد متعة التعلم هي: المشاركة العاطفية، الاهتمام والفضول، المشاركة المعرفية، المشاركة السلوكية، المتعة الاجتماعية.

- اتضح من العرض السابق تنوع استخدام المعالجات التجريبية بهدف تنمية متعة التعلم، وأكدت جميعها على أهمية وضرورة تنمية متعة التعلم لدى الطلاب في المراحل التعليمية المختلفة.

رابعًا:– الأسلوب المعرفي:

يُعَرِف ستيرنبرج وزملاؤه (Sternberg, R.J., et al., 2014) الأسلوب المعرفي على أنه اختلافات فردية في الطرق المتبعة في أداء المهام والتي يمكن أن تحدث اختلافات في الطريقة التي يدرك بها الشخص أو يتعلم أو يفكر بها، وتوجد هذه الاختلافات في التعلم بين الطلاب والطالبات. بعبارة أخرى، يُعرَّف الأسلوب المعرفي على أنه خصائص فردية ونهج متسق لتنظيم المعلومات ومعالجتها.

كما يُعرف الأسلوب المعرفي بأنه جزء من أسلوب التعلم الذي يصف عادات السلوك التي تبقى في الفرد في تلقي المعلومات والتفكير فيها وحلها وتخزينها. وهذا يعني أن الأسلوب المعرفي يوصف بأنه الطريقة التي يعالج بها الشخص المعلومات أو المعرفة، والطريقة النموذجية التي يستخدمها الشخص في مراقبة وممارسة النشاط العقلي في المجال المعرفي. هذه الطريقة الفريدة من نوعها للفردية والتي غالبًا ما تكون غير واعية وبمجرد تشكيلها تميل إلى الاستمرار. كما يُعرف الأسلوب المعرفي بأنه شكل من أشكال الأسلوب الموجه نحو التعلم للتعامل مع مهام التعلم ومعالجة المعلومات بطرق معينة (Farmaki C., et al., 2019) وبناءً على هذا التعريف، فكل شخص لديه أسلوب معرفي مختلف في التعامل مع المهام المتنوعة.

بناءً على ما سبق، فإن الأسلوب المعرفي يشير إلى الطريقة التي يعالج بها الأفراد المعلومات وينظمونها.

وأحد الأبعاد الأكثر دراسة للأسلوب المعرفي هو التمييز بين الاستقلال عن المجال والاعتماد على المجال؛ حيث يسلط هذا المفهوم الضوء على كيفية إدراك الأفراد لبيئتهم والتفاعل معها، وخاصة في سياقات التعلم. (Muhammad, T., et al., 2015, 58)

خصائص الأفراد المستقلين والمعتمدين على المجال الإدراكي:

هناك بعض الاختلافات فيما توصل إليه علماء النفس التربوي، أحدها يتعلق بالتفكير المعتمد على المجال مقابل التفكير المستقل عن المجال، وحدد كل من (Zhang, L. F. 2004) (Sternberg, R.J., et al., 2014) (Üstünel, H., et al. 2015)

(Nisiforou, E., Laghos, A. 2016) (Muhammad, T., et al., 2015) (إسراء النجار وآخرون، ٢٠١٩) (Farmaki C., et al., 2019) (محمد أبو اليزيد أحمد مسعود، ٢٠٢٢) الخصائص المميزة للأفراد المستقلين والمعتمدين على المجال الإدراكي، ومنها:

أ.خصائص الأفراد المستقلين عن المجال الادراكي:

يُعتبر المتعلم المستقل عن المجال هو ذلك الذي لا يحد من تعلمه بالبيئة المباشرة والمواد المقدمة، ويمكنه توسيع خبرته إلى البيئة الأوسع، ويتمتع الأفراد الذين لديهم تفكير مستقل بإمكانيات أكبر للأداء الجيد في الأعداد والعلوم الطبيعية ومهام حل المشكلات.

ويفضل الطلاب ذوو الأسلوب المعرفي المستقل التعلم الموجه ذاتيًا، فإنهم يزدهرون عندما تتاح لهم الفرصة لاستكشاف المواضيع بأنفسهم، والمشاركة في حل المشكلات، والعمل بشكل مستقل. ويستفيد هؤلاء الطلاب من المهام التي تسمح بالإبداع والتفكير النقدي، فضلاً عن فرص البحث والتفكير المستقل.

الطلاب ذوي الأسلوب المستقل يميلون أيضًا إلى الاعتماد على تجاربهم الخاصة، وحدسهم، وحكمهم عند اتخاذ القرارات، والتركيز على الصورة الكبيرة والسياق العام بدلاً من التفاصيل، والبحث عن حلول عامة يمكن تطبيقها على مواقف متعددة، كما يكونون أكثر ميلاً إلى المخاطرة المحسوبة والانفتاح على الأفكار الجديدة، ويكونون أقل تأثرًا بالعوامل الخارجية والضغوط الاجتماعية، ويكونون أكثر تحفيزًا ذاتيًا واستقلالية في اتخاذ القرارات.

ب.خصائص الأفراد المعتمدين على المجال الإدراكي:

يميل طلاب أسلوب الإدراك المعتمد على المجال إلى التحليل، ولديهم تأثير صافٍ على تعلم القضايا الاجتماعية، وليس لديهم القدرة على انتقاد المعلومات، فهم دائمًا متأثرون ببيئة التعلم. ويميل الأفراد المعتمدون إلى رؤية النمط ككل ويجدون صعوبة في فصل جوانب معينة من الموقف أو النمط الكبير. ويكونوا أكثر توجهاً نحو الآخرين والعلاقات الاجتماعية.

ويميل الطلاب ذوو الأسلوب المعرفي المعتمد إلى الاعتماد بشكل كبير على المصادر الخارجية للمعلومات مثل الخبراء، والتركيز على التفاصيل وإجراءات محددة بدلاً من السياق العام، والبحث عن حلول محددة مصممة خصيصًا لموقف معين، والحذر والبعد عن المخاطرة، وقد تتأثر بالعوامل الخارجية والضغوط الاجتماعية، وطلب التوجيه والموافقة من الآخرين قبل اتخاذ القرارات، والتأثر بالمعايير والتوقعات الاجتماعية.

وغالبًا ما يفضل الطلاب ذوو الأسلوب المعرفي المعتمد التوجيه المنظم والتعليم المباشر، فإنهم يتفوقون في البيئات التي يوجد بها توجيه واضح وتعاون مع أقرانهم ودعم من المعلمين.

ويستفيد هؤلاء الطلاب من الدروس جيدة التنظيم والتعليمات خطوة بخطوة وفرص التعلم التعاوني.

وترى الباحثة أن كل من أسلوبي الإدراك المعتمد على المجال والاستقلال عن المجال لهما نقاط قوة ونقاط ضعف، وهذا لا يعني أن أسلوبًا إدراكيًا واحدًا متفوقًا على الآخر، وإنما من المهم التعرف على تفضيلات التعلم المتنوعة بين الطلاب واستيعابها، حيث يتمتع كل طالب بطرق فريدة لاستقبال المعلومات ومعالجتها، والتي يمكن أن تؤثر بشكل كبير على نتائج التعلم الخاصة به. ومن خلال تصميم الفرص والخبرات التعليمية لتلبية هذه التفضيلات، يمكن للمعلمين تعزيز مشاركة الطلاب وتحقيق أهداف التعلم.

الطريقة والإجراءات:

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

أولاً –إعداد قائمة مهارات التفكير التحليلي في الفيزياء:

يعبر التفكير التحليلي عن قدرة المتعلم على فحص المسألة أو المشكلة، وتجزئتها، وبناء الاستنتاجات من المعلومات المتاحة، والخروج بخلاصة منطقية تؤدي إلى فهم أكبر للمشكلة. ويقوم على أن ينظر المتعلم للمشكلة من عدة زوايا، ويجمع معلومات حولها، ويصل إلى استنتاجات منطقية، تمكنه من وضع حلول أو اتخاذ قرارات مناسبة لها؛ لذا قامت الباحثة بتحديد قائمة بمهارات التفكير التحليلي التي يمكن تنميتها من خلال مادة الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي، وراعت أن تكون هذه القائمة ملائمة لخصائص وطبيعة الطلاب في الصف الأول الثانوي، وطبيعة مادة الفيزياء، ومتطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET وذلك من خلال الخطوات التالية:

١. **مصادر اشتقاق القائمة:** لإعداد القائمة المبدئية لمهارات التفكير التحليلي في مادة الفيزياء، تم مراجعة الأدبيات والبحوث النظرية التي تناولت مفهوم التفكير التحليلي، وقوائم مهارات التفكير التحليلي التي وضعت من قِبل العلماء والباحثين في التربية من خلال الدراسات والبحوث التي تناولت مهارات التفكير التحليلي من خلال المواد الدراسية المختلفة مع التركيز على مادة العلوم، وخاصة الفيزياء، واستفادت الباحثة من تحليل مهارات التفكير التحليلي في تحديد ما يلي:

- أهم مهارات التفكير التحليلي الأساسية التي اتفق عليها أغلب العلماء والباحثين كمهارات مميزة له عن غيره من أنماط التفكير الأخرى.

- المهارات الفرعية التي تندرج تحت المهارات الأساسية للتفكير التحليلي، والتعريف الإجرائي لكل مهارة بما يتناسب وطبيعة الطلاب والمرحلة الثانوية ومادة الفيزياء ومتطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET.

٢. **تحليل محتوى مادة الفيزياء:** حيث قامت الباحثة بتحليل محتوى مادة الفيزياء لتحديد أهم المهارات التي يمكن تنميتها من خلال دراستها بما يزيد من استفادة الطلاب منها في حياتهم المستقبلية. وقد استفادت الباحثة من تحليل محتوى مادة الفيزياء "الحركة الخطية" بما يتضمنه من موضوعات فرعية تشمل: الحركة في خط مستقيم، والحركة بعجلة منتظمة – محتوى المعالجة التجريبية – لتحديد المهارات اللازمة لدراسة الموضوعات العلمية التي تحتوي عليها مادة الفيزياء، وفي الوقت نفسه هي مهارات أساسية للتفكير التحليلي، فمثلًا: في سياق الحركة في خط مستقيم، يتعلم الطلاب مهارة التمييز ولها عدة مهارات فرعية مثل تحليل تأثيرات السرعة والتسارع والوقت بشكل منفصل قبل دمجها في حل شامل. ومهارة التنظيم تتضمن تفسير وتحليل الرسوم البيانية المتعلقة بالحركة الخطية، مثل الرسوم البيانية لزمن الإزاحة والسرعة والزمن، لفهم خصائص حركة الأجسام. كما يقوم الطلاب بتحليل الرسم البياني للسرعة والزمن لتحديد ما إذا كان الجسم يتسارع أو يتباطأ أو يتحرك بسرعة ثابتة، ويستخدمون هذه المعلومات في مهارة الاسناد لاستنتاج تفاصيل حول الحركة الإجمالية للجسم، وهكذا.

وتم استطلاع آراء الخبراء في مجال علم النفس، مناهج وطرق تدريس الفيزياء وبعض الموجهين، حيث تم مناقشتهم حول مهارات التفكير التحليلي التي تم التوصل إليها من خلال المصادر السابقة لبيان أفضل هذه المهارات وأنسبها لطبيعة مادة الفيزياء، وطبيعة طلاب الصف الأول الثانوي، ومتطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET.

٣. **إعداد قائمة مبدئية بمهارات التفكير التحليلي الأساسية والفرعية** التي تلائم مادة الفيزياء، وقد راعت الباحثة التعريف الإجرائي لكل مهارة أساسية، والتعبير عن المهارة الفرعية من خلال عبارة توضحها إجرائيا، وانتماء المهارات الفرعية للمهارات الأساسية التي تندرج تحتها. وارتباط كل من المهارات الأساسية والفرعية بمادة الفيزياء.

٤. **ضبط قائمة مهارات التفكير التحليلي في مادة الفيزياء:** تم عرض الصورة المبدئية للقائمة على عدد من المتخصصين في (علم النفس التربوي، مناهج وطرق تدريس العلوم، وخاصة مادة الفيزياء) وقد زودت القائمة بعرض تحليلي للمهارات وقد عرضت القائمة على كل محكم من المحكمين منفردا وطلب منهم مراجعتها وإبداء الرأي فيها من حيث مدى ملائمة

مهارات التفكير التحليلي الواردة بالقائمة لطبيعة مادة الفيزياء، وخصائص طلاب الصف الأول الثانوي، ومدى سلامة الصياغة العلمية للمهارات.

وقد تم القيام بالتعديلات التي أجمع عليها السادة المحكمين وبذلك أخذت قائمة مهارات التفكير التحليلي الأساسية والفرعية في مادة الفيزياء صورتها النهائية[*] وقد تضمنت ثلاث مهارات أساسية يندرج تحتها أثني عشر مهارة فرعية.

ثانيًا– إعداد أدوات البحث:

١. إعداد اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء:

بعد أن تم تحديد قائمة مهارات التفكير التحليلي المناسبة لطلاب الصف الأول الثانوي والتي يمكن تنميتها من خلال مادة الفيزياء والتي اشتملت على ثلاث مهارات رئيسة تندرج تحتها أثني عشر مهارة فرعية – وذلك بعد ضبطها – تم تصميم اختباراً لقياس هذه المهارات وذلك من خلال مادة الفيزياء الخاص بمحتوى المواد التجريبية "الحركة الخطية" – الحركة في خط مستقيم، والحركة بعجلة منتظمة – لدى طلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث تبعاً للخطوات التالية:

أ. **الهدف من الاختبار:** التحقق من أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تنمية التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث، وكذلك عند اعتبار تنمية التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث ترجع إلى اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه/ الحر)، وكذلك عند اعتبار تنمية التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي ترجع إلى اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل/ معتمد)، وكذلك عند اعتبار تنمية التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث ترجع إلى التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي. وقد استخدم الاختبار في القياس القبلي والبعدي.

ب. **صياغة مفردات الاختبار:** تم صياغة مفردات الاختبار من نوع الاختيار من متعدد لقياس مهارات التفكير التحليلي، وتم مراعاة شروط صياغة السؤال الجيد، واشتمل الاختبار في صورته النهائية على (٣٠) مفردة، وأعد الاختبار بحيث يسجل الطالب إجاباته في ورقة منفصلة، وجاء في كراسة الأسئلة مقدمة توضح الهدف من الاختبار، وتعليمات الإجابة عنه، ومثال توضيحي.

---

[*] ملحق (١): قائمة مهارات التفكير التحليلي في مادة الفيزياء.

ج. **تحديد صدق وثبات الاختبار:** للتحقق من صدق الاختبار، قامت الباحثة بعرض الاختبار على مجموعة من السادة المحكمين، وقد قامت الباحثة بإجراء التعديلات التي أبداها السادة المحكمون وأصبح الاختبار في صورته النهائية جاهزاً للتطبيق على عينة استطلاعية.

وقد تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية تكونت من (٢٥ طالب) من طلاب الصف الأول الثانوي – غير عينة البحث التجريبية– من مدرسة حدائق المعادي التجريبية للغات بإدارة المعادي التعليمية بمحافظة القاهرة وذلك بغرض: تحديد زمن الاختبار، التأكد من وضوح ألفاظ وتعليمات الاختبار والوقوف على مدى استيعاب الطلاب للمطلوب من الأسئلة، وحساب ثبات الاختبار.

وقد تبين للباحثة بعد تطبيق الاختبار على العينة الاستطلاعية ما يلي:

- تم تحديد الزمن المخصص للإجابة عن اختبار مهارات التفكير التحليلي في مادة الفيزياء هو ٣٠ دقيقة.
- تم حساب معاملات صدق الاتساق الداخلي للاختبار، حيث جاءت جميع معاملات ارتباط أبعاد الاختبار (مهاراته) بالمجموع الكلي دالة عند مستوى (٠.٠٥)، وهذا يعني تمتع الاختبار بمستوى صدق مقبول لأغراض البحث.
- وجدت الباحثة أن ثبات الاختبار باستخدام معادلة كيودر ريتشاردسون هو (٠.٧٨) وهي نسبة ثبات مرتفعة نسبياً.

د. **طريقة تصحيح الاختبار:** تم تحديد درجة واحدة لكل إجابة صحيحة وصفر للإجابة الخطأ، وبذلك أصبحت الدرجة النهائية لاختبار مهارات التفكير التحليلي ومهاراته الفرعية (٣٠) درجة.

هـ. **الصورة النهائية للاختبار**(*): بلغ عدد مفردات الاختبار في صورته النهائية (٣٠) مفردة، ودرجته النهائية (٣٠) درجة والزمن المخصص له ٣٠ دقيقة.

٢. إعداد مقياس متعة التعلم(*):

أ. **الهدف من المقياس:** التحقق من أثر استخدام المحاكاة التفاعليةPHET في تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث، وكذلك عند اعتبار تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث ترجع إلى اختلاف نمط

(*) ملحق (٢): اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء.

(*) ملحق (٣): مقياس متعة التعلم.

استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه/ الحر)، وكذلك عند اعتبار تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث ترجع إلى اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل/ معتمد)، وكذلك عند اعتبار تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي عينة البحث ترجع إلى التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي. وقد استخدم الاختبار في القياس القبلي والبعدي.

ب. **تحديد أبعاد المقياس:** في ضوء ما ورد في الإطار النظري للبحث والاطلاع على مقاييس عدة في دراسات وبحوث سابقة فلمتعة التعلم أبعاد عاطفية وإدراكية وسلوكية لتجارب الطلاب أثناء عملية التعلم. وهذه الأبعاد هي: المشاركة العاطفية، الاهتمام والفضول، المشاركة المعرفية، المشاركة السلوكية، المتعة الاجتماعية.

ج. **صياغة عبارات المقياس:** بعد دراسة الأدبيات والمقاييس المرتبطة صيغت العبارات طبقاً لنموذج ليكرت Likert ذي الثلاثة مستويات (موافق تماماً، موافق إلى حد ما، لا أوافق)، وتم صياغة بعض العبارات إيجابية وبعضها الآخر سالب.

د. **صدق المقياس:** للتحقق من صدق المقياس تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين لإبداء الرأي حول مدى ملاءمة المقياس للغرض الذي صمم من أجله، ومدى سلامة العبارات وشمولها لأبعاد متعة التعلم المحددة بالبحث، ومدى ارتباطها بالبعد الذي تنتمي إليه، ومدى مناسبة التعليمات في بداية المقياس، وتم تعديل بعض الصياغات في ضوء أراء السادة المحكمين.

هـ. **التجريب الاستطلاعي:** بعد التأكد من صدق المقياس طبق على عدد من طلاب الصف الأول الثانوي من غير عينة البحث بغرض تحديد:

- **زمن المقياس:** بينت نتيجة التجريب الاستطلاعي أن الزمن المناسب لانتهاء جميع الطلاب من الإجابة عن عبارات المقياس (٢٠) دقيقة.
- **ثبات المقياس:** تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة (ألفا كرونباخ) للاتساق الداخلي، والذي بلغ (٠.٧٦) وهذه القيمة تُعد مقبولة علمياً.

و. **الصورة النهائية للمقياس:** بلغ عدد عبارات المقياس (٣٠) عبارة، أعطى فيها للعبارات الايجابية ثلاث درجات في حالة موافق تماماً، ودرجتين في حالة موافق إلى حد ما، ودرجة واحدة في حالة لا أوافق، والعكس بالنسبة للعبارات السالبة، وبذلك تصبح الدرجة النهائية للمقياس (٩٠) درجة.

٣. إعداد مقياس الأسلوب المعرفي(*):

الأسلوب المعرفي أحد أهم الاستعدادات الخاصة بالمتعلم التي تتضمن كافة المجالات المعرفية والعقلية والإدراكية المرتبطة بشخصيته. حيث يشير إلى الطريقة التي يعالج بها الأفراد المعلومات وينظمونها. وأحد الأبعاد الأكثر دراسة للأسلوب المعرفي هو التمييز بين الاستقلال عن المجال الإدراكي (الأسلوب المعرفي المستقل) والاعتماد على المجال الإدراكي (الأسلوب المعرفي المعتمد). فالأفراد الذين لديهم أسلوب معرفي مستقل عن المجال بأنهم أكثر تحفيزًا ذاتيًا وأقل اعتمادًا على دعم الآخرين أو الهياكل المحددة مسبقًا والقدرة على تمييز التفاصيل من السياق المحيط، في حين يرى الأفراد الذين لديهم أسلوب معرفي معتمد على المجال الأشياء على أنها متكاملة مع خلفياتهم. ويميلون إلى النظر إلى المواقف بشكل شامل ويتأثرون بشكل أكبر بالسياق المحيط. (Farmaki et al., 2019).

بعد الاطلاع على عديد من الأدبيات والدراسات التي تناولت الأسلوب المعرفي والتي اهتمت بإعداد مقاييس الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) ومنها:
(Zhang, L. F. 2004) (Sternberg, R.J., et al., 2014) (Üstünel, H., et al. 2015) (Muhammad, T., et al., 2015) (Nisiforou, E., Laghos, A. 2016) (إسراء النجار وآخرون، ٢٠١٩) (محمد أبو اليزيد أحمد مسعود، ٢٠٢٢) أعدت الباحثة مقياساً لقياس الأسلوب المعرفي، حيث صاغت مجموعة من العبارات تعكس أسلوب الطالب المعرفي من حيث كونه معتمد على المجال الإدراكي أو مستقل عنه، ووضعت أمام كل عبارة استجابتين (نعم، لا) وعلى الطالب أن يضع دائرة حول الاستجابة التي تنسجم مع سلوكه، ولقد بلغ عدد عبارات المقياس في صورته النهائية (٣٠) عبارة، وزود المقياس بمقدمة توضح الهدف منه، وكيفية الاستجابة على عباراته.

وبخصوص تصحيح المقياس فيحسب لكل استجابة بنعم (درجة) ولكل استجابة بلا (صفر) ولتحديد الأسلوب المعرفي للطالب، يتم تحليل استجاباته من خلال تجميع الدرجات في فئتين: استقلال عن المجال والاعتماد على المجال. تتضمن البنود التي تعكس الاستقلال عن المجال أرقام العبارات التالية:

- ١، ٢، ٤، ٥، ٨، ١٢، ١٣، ١٥، ١٧، ١٨، ١٩، ٢١، ٢٣، ٢٥، ٢٧

كما تتضمن البنود التي تعكس الاعتماد على المجال أرقام العبارات التالية:

- ٣، ٦، ٧، ٩، ١٠، ١١، ١٤، ١٦، ٢٠، ٢٢، ٢٤، ٢٦، ٢٨، ٢٩، ٣٠

(*) ملحق (٤): مقياس الأسلوب المعرفي (مستقل/ معتمد).

يتم حساب النتيجة الإجمالية لكل فئة، وتشير الدرجات الأعلى في فئة واحدة إلى ميل أقوى نحو هذا الأسلوب المعرفي. على سبيل المثال، تشير الدرجة الأعلى في عبارات الاستقلال عن المجال إلى أسلوب معرفي مستقل، في حين تشير الدرجة الأعلى في عبارات الاعتماد على المجال إلى أسلوب معرفي معتمد.

وفيما يتعلق بصلاحية المقياس، أي صدقه وثباته، فلقد تم التأكد من صدقه بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين، وطُلب منهم إبداء الرأي في مقياس الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) من حيث دقة عباراته ووضوحها ومدى ارتباطها بالهدف منه ومدى مناسبتها لأفراد عينة البحث، وقد قامت الباحثة بإعادة صياغة بعض عبارات المقياس في ضوء ما أشار إليه المحكمون.

ولحساب ثبات المقياس استخدمت معادلة (α) كرونباخ وبلغت قيمة معامل ثبات المقياس (٠.٧٦) مما يدل على أن المقياس يتصف بدرجة جيدة من الثبات. كما وجد أن زمن الإجابة عن جميع مفردات المقياس حوالي (٢٠) دقيقة. وبذلك أصبح المقياس في صورته النهائية وصالح للتطبيق لأغراض البحث.

ثالثًا– إعداد مادة المعالجة التجريبية:

تم إعداد دليل للمعلم وأوراق عمل الطلاب وفق متطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في محتوى الباب الثاني "الحركة الخطية" بفصليه الأول "الحركة في خط مستقيم" والثاني "الحركة بعجلة منتظمة" والمقرر على طلاب الصف الأول الثانوي للعام الدراسي ٢٠٢٣/٢٠٢٤. وذلك للأسباب التالية:

أ. تُعد الأفكار العلمية والمفاهيم والعلاقات الواردة في محتوى الفصلين أساسية وتمثل جانبا هاما من البنية المعرفية للطالب، حيث لم يدرسها الطالب من قبل وتستمر دراستها بعد ذلك.

ب. الموضوعات التي يتناولها الباب الثاني "الحركة الخطية" بفصليه "الحركة في خط مستقيم"، و"الحركة بعجلة منتظمة" – الحركة وأنواعها، والسرعة وأنواعها، والعجلة وأنواعها، ومعادلات الحركة، والسقوط الحر، وحركة المقذوفات، وغيرها – تثير لدى الطلاب تساؤلات عديدة وتُكَوّن لديهم بعد فهمها معارف ومهارات مهمة تساعدهم على تفسير كثير من الظواهر الفيزيائية في حياتهم اليومية.

ج. توفر تطبيقات عديدة ومتنوعة للمحاكاة التفاعلية PHET المناسبة لهذا المحتوى باللغتين العربية والانجليزية.

د. زمن تدريس الفصلين (٦ أسابيع) بواقع حصتان أسبوعيا مما قد يتيح للطلاب الفرص للتدريب على مهارات التفكير التحليلي والاندماج في مهام التعلم بما قد يزيد من شغفهم واهتمامهم واستمتاعهم بتعلم الفيزياء.

ثم تم إعداد قائمة مبدئية بتطبيقات المحاكاة التفاعلية PHET الملائمة للمحتوى وعددهم (١٣) حتى وقت إعداد البحث، وعرضها على السادة المحكمين لاختيار أفضلهم في ضوء المعايير التالية:

- تتوافق المحاكاة بشكل مباشر مع الأهداف التعليمية المتعلقة بالحركة الخطية، بحيث تغطي كل المفاهيم المتضمنة في "الحركة الخطية" مثل الحركة والسرعة وأنواعها والعجلة وأنواعها، وغيرها.
- تقدم استكشافًا شاملاً للحركة الخطية، مما يسمح للطلاب بتجربة متغيرات مختلفة ومراقبة التأثيرات.
- المحاكاة تفاعلية، بحيث تشرك الطلاب بشكل نشط وليس بشكل سلبي، مما يمكنهم من التعامل مع المتغيرات مثل السرعة الابتدائية والوقت والعجلة.
- تقدم تعليقات فورية للطلاب بناءً على مدخلاتهم، مما يساعدهم على فهم العلاقات بين المتغيرات المختلفة.
- الواجهة سهلة الاستخدام وبديهية، مما يسمح للطلاب ذوي المستويات المختلفة من الكفاءة التكنولوجية باستخدامها دون صعوبة.
- متاحة عبر أجهزة ومنصات متعددة، مما يضمن إمكانية وصول جميع الطلاب إلى الأداة بغض النظر عن التكنولوجيا المتاحة لهم.
- تحتوي المحاكاة على رسومات واضحة ودقيقة وجذابة بصريًا تساعد في تصور مفاهيم الحركة الخطية بشكل فعال.
- تمثل القوانين والمبادئ الفيزيائية بدقة، مع تجنب المبالغة في التبسيط أو الأخطاء التي قد تؤدي إلى مفاهيم خاطئة.
- تلبي المحاكاة مستويات التعلم المختلفة، مع توفير خيارات لضبط التعقيد بناءً على فهم الطالب، بدءًا من المفاهيم الأساسية وحتى المفاهيم المتقدمة للحركة الخطية.
- تعزز بيئة تعليمية قائمة على الاستقصاء حيث يتم تشجيع الطلاب على طرح الأسئلة والاستكشاف واكتشاف المفاهيم بأنفسهم.
- توافق المحاكاة مع البنية التحتية للأجهزة والتابلت الخاص بالطلاب.

- تكون المحاكاة مستقرة وموثوقة، مع الحد الأدنى من المشكلات الفنية لضمان استخدام وقت الفصل الدراسي بشكل فعال.

وفي ضوء أراء السادة المحكمين تم الاتفاق على قائمة [*] بعدد (٦) تطبيقات للمحاكاة التفاعلية PHET تم توزيعها على موضوعات التعلم الست المتضمنة في فصلي "الحركة في خط مستقيم" و"الحركة بعجلة منتظمة".

١. إعداد دليل المعلم[*]:

تم إعداد دليل المعلم وفق متطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET لتدريس الباب الثاني "الحركة الخطية" بفصليه الأول "الحركة في خط مستقيم" والثاني "الحركة بعجلة منتظمة"، وتضمن هذا الدليل العناصر التالية:

- مقدمة لإعطاء المعلم خلفية معرفية عن المحاكاة التفاعلية PHET وأهمية استخدامها في تدريس الفيزياء ونمط استخدامها، بالإضافة إلى مهارات التفكير التحليلي وأبعاد متعة التعلم المراد تنميتها.
- إرشادات عامة لتدريس الفصلين "الحركة في خط مستقيم"، و"الحركة بعجلة منتظمة" والمقررين على الصف الأول الثانوي للعام الدراسي ٢٠٢٣/ ٢٠٢٤، وأهمية دراستهما.
- التوزيع الزمني للتدريس على مدار ست أسابيع وفق الخطة الزمنية المعتمدة.
- الخطط التدريسية لدروس الفصلين متضمنة (الأهداف الإجرائية السلوكية للدرس، المعارف العلمية الرئيسة المتضمنة في الدرس، مصادر التعلم والوسائل المستخدمة، خطوات تنفيذ الدرس محدداً فيها المحاكاة التفاعلية PHET ونمط استخدامها، ودور الطالب ودور المعلم، أساليب التقييم).

تم عرض دليل المعلم على مجموعة من المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم، ومعلمي وموجهي مادة الفيزياء بمرحلة التعليم الثانوي، وقامت الباحثة بإجراء التعديلات وفق أراءهم وملاحظاتهم ليصبح دليل المعلم في صورته النهائية.

٢. إعداد أوراق عمل الطلاب[*]:

تم إعداد أوراق عمل الطلاب وفق متطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في الفصلين الأول "الحركة في خط مستقيم" والثاني "الحركة بعجلة منتظمة" واختصت كل ورقة من

---

[*] ملحق (٥): قائمة تطبيقات المحاكاة التفاعلية PHET المستخدمة في فصلي "الحركة في خط مستقيم"، "الحركة بعجلة منتظمة"

[*] ملحق (٦): دليل المعلم في فصلي "الحركة في خط مستقيم"، "الحركة بعجلة منتظمة" وفق متطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET

(*) ملحق (٧): أوراق عمل الطلاب وفق متطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في فصلي "الحركة في خط مستقيم" و"الحركة بعجلة منتظمة"

أوراق العمل بدرس من دروس الفصلين الست وبتطبيق من تطبيقات المحاكاة التفاعلية PHET.

وقد تضمنت مقدمة بها نبذة بسيطة عن موضوعات الباب الثاني "الحركة الخطية" بفصليه "الحركة في خط مستقيم" و"الحركة بعجلة منتظمة" التي سيدرسها وفقاً لمتطلبات استخدام المحاكاة التفاعلية PHET، وما تتطلبه عمليات نشطة عليهم القيام بها، وما تتضمنه من إجراءات. وتم عرض أوراق عمل الطالب على مجموعة من المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم، ومعلمي وموجهي مادة الفيزياء بمرحلة التعليم الثانوي، وقامت الباحثة بإجراء التعديلات وفق ملاحظاتهم ليصبح أوراق عمل الطلاب في صورتها النهائية.

رابعًا- تحديد عينة البحث:

عينة عشوائية من طلاب الصف الأول الثانوي بمدرسة حدائق المعادي الرسمية للغات في العام الدراسي ٢٠٢٣/٢٠٢٤م، وبلغ قوامها (٤٤) طالب. (٢٠) طالب يمثل الأسلوب المستقل، و(٢٤) طالب يمثل الأسلوب المعتمد، وقد اختيرت العينة بصورة عشوائية. كما حرصت الباحثة على التوزيع العشوائي عند توزيع الطلاب ذوي الأسلوب المعرفي المستقل على مجموعتين تجريبيتين كل مجموعة بها ١٠ طلاب، وكذلك عند توزيع الطلاب ذوي الأسلوب المعرفي المعتمد على مجموعتين تجريبيتين كل مجموعة بها ١٢ طالب.

خامسًا - تنفيذ تجربة البحث:

بعد إعداد مواد المعالجة التجريبية، وتصميم أدوات القياس اللازمة، واختيار عينة البحث عشوائيًا التي بلغ قوامها (٤٤) طالب من طلاب الصف الأول الثانوي. بدأ تطبيق تجربة البحث لمدة (٦) أسابيع، بواقع حصتان أسبوعيا، خلال الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٢٣/ ٢٠٢٤. وقد مر تنفيذ تجربة البحث بالخطوات الآتية:

١- تعريف الطلاب بالهدف من البحث وأهميته بالنسبة إليهم، هذا إلى جانب تعريفهم بالمحاكاة التفاعلية PHET وكيفية استخدامها.

٢- تطبيق مقياس الأسلوب المعرفي على طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" ثم تقسيمهم طبقاً لدرجاتهم في المقياس إلى مجموعتين، ثم تقسيم كل مجموعة عشوائيًا إلى مجموعتين، لتصبح عدد المجموعات التجريبية (٤) مجموعات.

٣- تطبيق أداتا البحث (اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء، مقياس متعة التعلم) – كتطبيق قبلي – على طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"، ثم معالجة درجاتهم فيهما باستخدام أسلوب تحليل التباين الأحادي الاتجاه One – Way Analysis of

Variance، وذلك لضبط السلوك المدخلي لأفراد العينة، ولم يسفر التحليل عن وجود فروق دالة إحصائيا بين المجموعات الأربع، الأمر الذي يشير إلى تجانس السلوك المدخلي لأفراد العينة كما هو موضح في جدول (١)، وجدول (٢).

جدول (١) ملخص نتائج تحليل التباين الأحادى الاتجاه لدرجات التطبيق القبلى فى اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء للمجموعات التجريبية الأربع

مصدر التباين	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	النسبة الفائية
بين المجموعات	٣	٣.٨٥	١.٢٨٣	٠.٩٦٠٣
داخل المجموعات	٤٠	٥٣.٤٢	١.٣٣٦	
المجموع الكلى	٤٣	٥٧.٢٧		

ويتضح من جدول (١) أن قيمة النسبة الفائية المحسوبة قد بلغت (٠.٩٦٠٣) وهى غير دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠٥ حيث إنها تقل عن القيمة الجدولية عند درجات الحرية (٣، ٤١) وهى (٢.٨٤)؛ وهو الأمر الذى يدل على تجانس السلوك المدخلي لأفراد العينة، وتكافؤ المجموعات الأربع في التطبيق القبلي لاختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء.

جدول (٢) ملخص نتائج تحليل التباين الأحادى الاتجاه لدرجات التطبيق القبلى فى مقياس متعة التعلم للمجموعات التجريبية الأربع

مصدر التباين	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	النسبة الفائية
بين المجموعات	٣	١.٦٤٧	٠.٥٤٩	٠.٨٧٨٤
داخل المجموعات	٤٠	٢٤.٩٨٢	٠.٦٢٥	
المجموع الكلى	٤٣	٢٦.٦٢٩		

ويتضح من جدول (٢) أن قيمة النسبة الفائية المحسوبة قد بلغت (٠.٨٧٨٤) وهى غير دالة إحصائيا عند مستوى ٠.٠٥ حيث إنها تقل عن القيمة الجدولية عند درجات الحرية (٣، ٤١) وهى (٢.٨٤) وهو الأمر الذى يدل على تجانس السلوك المدخلي لأفراد العينة وتكافؤ المجموعات الأربع في التطبيق القبلي لمقياس متعة التعلم.

٤- توزيع أوراق عمل الطلاب على المجموعات الأربع وتلي ذلك تعريف كل مجموعة بنظام السير أثناء الدراسة ونمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET.

٥- قام معلم الفيزياء بالتدريس للمجموعات التجريبية الأربع باستخدام دليل المعلم على النحو التالى:

أ- التدريس لمجموعتي البحث ذوي الأسلوب المعرفي المستقل باستخدام نمط المحاكاة التفاعلية PHET الموجه.

ب- التدريس لمجموعتي البحث ذوي الأسلوب المعرفي المعتمد باستخدام نمط المحاكاة التفاعلية PHET الحر.

٦- وبعد الانتهاء من التدريس تم تطبيق أداتا البحث (اختبار التفكير التحليلي – مقياس متعة التعلم) – كتطبيق بعدى – على مجموعات البحث الأربع في نفس اليوم.

٧- تصحيح إجابات الطلاب في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء، ومقياس متعة التعلم، ورصد درجاتهم في كشوف خاصة، تمهيداً لعرض نتائج البحث، وتفسيرها، ومناقشتها.

تعليق على تنفيذ تجربة البحث:

بعد الانتهاء من تنفيذ تجربة البحث التى تم فيها باستخدام المحاكاة التفاعلية PHET باختلاف نمط استخدامه (الموجه مقابل الحر) استخلصت الباحثة بعض الملاحظات التى يمكن إيجازها فيما يلى:

- فى بداية التجريب تم اقتراح قواعد للعمل يلتزم بها كل أفراد المجموعة أثناء العمل، وتم تجميعها وكتبها الطلاب على لوحة ورقية، وتم وضعها فى المكان المخصص لها بحجرة الدراسة. ولاحظت الباحثة تزايد الالتزام بقواعد العمل بمرور الوقت أثناء التجريب.
- من الصعوبات التى واجهت الطلاب في بداية استخدام المحاكاة التفاعلية PHET ضعف انجاز مهام وأنشطة التعلم بالرغم من سهولتها وربما يرجع ذلك إلى إنهم لم يتعودوا القيام بمثل هذه المهام، وبالاستمرار فى التجريب اندمج الطلاب فى استخدام المحاكاة التفاعلية وإنجاز مهام وأنشطة التعلم. وتشجيعاً للطلاب قامت الباحثة بتوزيع جوائز بسيطة على المجموعة ذات الأداء الأفضل.
- قال المعلم الذي شارك في هذا البحث: "أصبح الطلاب أكثر انتباهاً وتقديراً للدرس" وأن المحاكاة التفاعلية PHET كانت مفيدة للغاية فهي جذابة بصريًا وممتعة، وخاصة بالنسبة للجيل الحالي. فعادة ما يُنظر إلى الفيزياء على أنها مملة وغير ذات صلة، ولكن بفضل استخدام هذه المحاكاة، يُنظر إلى الفيزياء الآن على أنها مثيرة للاهتمام وممتعة ومهمة.
- ساعدت المحاكاة التفاعلية PHET الطلاب على التعلم بأنفسهم دون الكثير من التوجيه من معلميهم. فمعظم الطلاب فضوليين لدرجة أنهم قاموا بتكرار عديد من المحاكاة فقط لإرضاء فرضياتهم.
- قال بعض الطلاب لقد اكتسبت المعرفة من خلال استخدام المحاكاة التفاعلية PHET. لقد ساعدتني في حل مشكلات الفيزياء بشكل أسهل وأكثر فعالية، وأعتقد أن المحاكاة كانت

مسلية وتعليمية في نفس الوقت على الرغم من أنني لست مهتمًا بالفيزياء. كما إنها مفيدة عندما تعلق الأمر بتعلم المفاهيم وتحسين مهارات حل المشكلات وبناء الثقة لتقليل مخاوف الطلاب في الفيزياء وتطوير الاعتماد على الذات وتحسين درجات الاختبار.

- الطلاب الذين يفتقرون إلى المهارات في قراءة وتفسير الرسوم البيانية استفادوا بدرجة أقل من بعض تطبيقات المحاكاة التفاعلية PhET.
- احتاج بعض الطلاب إلى مزيد من التوجيه والشرح من المعلم مع التعليمات المتاحة على موقع المحاكاة التفاعلية PhET.
- يمكن للمحاكاة التفاعلية PHET أن تعزز تجربة تعليمية مثيرة ومنتجة، ولكنها ليست كافية لإتمام عملية التعلم. فيجب فحص مدى استيعاب الطلاب وفهمهم بعد استخدام المحاكاة.

أساليب التحليل الإحصائي:

استخدمت الباحثة فى هذا البحث الأساليب الإحصائية الآتية:

١- اختبار "ت" T-Test لمجموعتين مرتبطتين لإيجاد أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء ومتعة التعلم لدى الطلاب عينة البحث (اختبار صحة الفرضين الأول والثاني).

٢- إحصاء استدلالى لاختبار صحة الفروض باستخدام تحليل التباين الثنائى الاتجاه Two-Way Analysis of Variance وقد اجرى هذا التحليل مرة لكل عامل تابع على حده علماً بأن التحليل تم على درجات الكسب الفعلى، لاختبار التفكير التحليلي في الفيزياء، ومقياس متعة التعلم (اختبار صحة الفروض الثالث، والرابع، والسادس، والسابع).

٣- اختبار شيفيه للفرق الدال الموثوق به لإجراء المقارنات المتعددة Multiple Comparisons فى حالة وجود فروق دالة إحصائيا ترجع إلى التفاعل بين متغيرى البحث المستقلين (نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر والموجه، والأسلوب المعرفي المستقل والمعتمد) واختبار صحة الفرضين الخامس والثامن.

نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها:

فيما يلي عرض لنتائج البحث، وتفسيرها ومناقشتها وفقًا لأسئلته:

١. النتائج الخاصة بالسؤال الأول، وهو:

ما مهارات التفكير التحليلي الواجب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء؟

أسفرت إجراءات البحث عن تحديد مهارات التفكير التحليلي الواجب تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء، وهي القدرات المطلوبة لتقييم المعلومات بشكل نقدي

ومنطقي، وتقسيم المشاكل المعقدة إلى أجزاء يمكن إدارتها، وتطوير استنتاجات منطقية بناءً على الأدلة والمنطق. وهذه المهارات هي: التمييز، والتنظيم، والاسناد.

١. **التمييز:** عملية تصنيف أو تجميع العناصر بناءً على خصائص أو معايير مشتركة، والقدرة على تمييز مفاهيم الفيزياء وتفسير المعلومات وفصل الأفكار عن بعضها البعض. ومؤشراته:
   - تجميع العناصر بناءً على السمات المشتركة.
   - تحديد أوجه التشابه والاختلاف بين العناصر.
   - تعرف الأنماط واكتشاف التسلسلات أو الاتجاهات المتكررة.
   - فصل المعلومات/ البيانات ذات الصلة عن المعلومات/البيانات غير ذات الصلة.
٢. **التنظيم:** مهارة ترتيب المفاهيم أو المعلومات الفيزيائية أو الأشياء بشكل منهجي لفهم العلاقات، ومؤشراته:
   - ترتيب المعلومات أو الخطوات بتسلسل منطقي.
   - وضع العناصر في مجموعات محددة من أجل فهم أفضل.
   - إنشاء أطر أو نماذج لتمثيل العلاقات.
   - تصور البيانات من خلال المخططات أو الرسوم البيانية أو خرائط المفاهيم.
٣. **الإسناد:** القدرة على تحديد أسباب أو مصادر الظواهر الفيزيائية وفهم آثارها وتداعياتها، يتضمن ذلك التوصل إلى استنتاجات عامة وتقييمها بناءً على البحث والتقصي، ومؤشراته:
   - استخلاص استنتاجات منطقية من الأدلة والمنطق.
   - تقييم تأثير أو أهمية العوامل المختلفة.
   - صياغة واختبار التفسيرات بناءً على البيانات المرصودة.
   - تحديد الأسباب الكامنة وراء المشكلات أو الظواهر.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسات (Rasheva-Yordanova, Katia, et al., 2018)، (Putri, Sindhu, et al., 2019)

وترى الباحثة أن هذه المهارات ضرورية لتنمية التفكير التحليلي في مادة الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي، وتمكينهم من فهم مفاهيم الفيزياء وتطبيقها بشكل أفضل في مواقف العالم الحقيقي. فهذه المهارات تتضمن تحليل المشكلات المعقدة إلى أجزاء يمكن إدارتها، وتقييم الأدلة، واستخلاص استنتاجات منطقية. وممارسة هذه المهارات يساعد الطلاب على تحليل الظواهر الفيزيائية المعقدة، وفهم المبادئ الأساسية، وتطبيق النماذج الرياضية لحل

المشكلات. فمثلًا عند معالجة مشكلة فيزيائية، يقوم الطلاب بتحديد المتغيرات ذات الصلة، وفهم العلاقات المتبادلة بينها، وتطبيق المعادلات المناسبة لاستخلاص الحلول، وكل هذا يتطلب مهارات التفكير التحليلي التي تم التوصل إليها.

٢.النتائج الخاصة بالسؤال الثاني، وهو:

ما أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بصرف النظر عن نمط استخدامها (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟ وتم اختبار صحة الفرض الأول من فروض البحث، الذي نص على:

يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء للطلاب "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي.

وذلك من خلال استخدام اختبار "ت" للمجموعات المرتبطة لتحديد دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في اختبار التفكير التحليلي لتحديد فاعلية استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تنمية التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".

يوضح جدول (٣) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد عينة البحث في اختبار التفكير التحليلي.

جدول (٣) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد "عينة البحث" في اختبار التفكير التحليلي (قبلي–بعدي) (النهاية العظمى = ٣٠درجة)

التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة "ت" الجدولية	مستوى الدلالة
القبلي	٤٤	١٤.٢٧٥	٤.٤٣	١٣.٠١	2.02	دالة عند
البعدي	٤٤	٢٥.١٢٥	٣.٣١			0.05

يتضح من جدول (٣) أن قيمة (ت) دالة إحصائيًاعند مستوى (0.05) حيث إنها تزيد على القيمة الجدولية عند درجات الحرية ٤٣ وهي (٢.٠٢)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًابين درجات طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التفكير التحليلي لصالح التطبيق البعدي. وتدل هذه النتيجة على أن استخدام المحاكاة التفاعلية PHET قد حقق فاعلية عالية في تنمية التفكير التحليلي لدى جميع عينة البحث بصرف النظر عن نمط استخدامها (الموجه/ الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل/ معتمد).

ولتعرف حجم تأثير المتغير المستقل (استخدام المحاكاة التفاعلية PHET) في المتغير التابع (التفكير التحليلي) تم حساب حجم التأثير من خلال مربع إيتا (η^2)،(d)

جدول (٤) قيمة (η^2)، (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	η^2	قيمة "d"	حجم التأثير
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET	التفكير التحليلي	٠.٧٩٧	٢.٧٨	كبير

يتضح من جدول (٤) أن حجم تأثير العامل المستقل (استخدام المحاكاة التفاعلية PHET) في المتغير التابع (التفكير التحليلي) كبير؛ نظراً لأن قيمة "d" بلغت (٢.٧٨)، كما أن قيمة (η^2) تساوى (٠.٧٩٧)، وهذا يعني أن نسبة ٧٩.٧% من التباين الكلي الحادث في مستوى التفكير التحليلي (المتغير التابع) يرجع إلى استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بنمطيها الموجه والحر (المتغير المستقل).

وهذا يشير إلى أن استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تدريس الفيزياء كان له تأثيراً إيجابياً كبيراً ودالًا إحصائيًا على تنمية التفكير التحليلي لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"، ويتفق هذا مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض الأول.

وهذا يعني قبول الفرض الأول من فروض البحث والذي يشير إلى وجود فرق دال احصائيًا عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء للطلاب "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسات (Potane J., Bayeta R. (2018) (Astutik, S., et al., 2018) (Habibi, H., et al., 2020) (Taibu, R., et al., 2021) (Evangeline Q. Omoy, 2023)

٣.النتائج الخاصة بالسؤال الثالث، وهو:

ما أثر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بصرف النظر عن نمط استخدامها (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟ وتم اختبار صحة الفرض الثاني من فروض البحث، الذي نص على:

يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي.

وذلك من خلال استخدام اختبار "ت" للمجموعات المرتبطة لتحديد دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس متعة التعلم لتحديد فاعلية استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".

يوضح جدول (٥) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد عينة البحث في مقياس متعة التعلم.

جدول (٥) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد "عينة البحث" في مقياس متعة التعلم (قبلي–بعدي) (النهاية العظمى ٩٠= درجة)

التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة "ت" الجدولية	مستوى الدلالة
القبلي	٤٤	٤٤.٢٥	٤.٧٩	٢٣.٣١	2.02	دالة عند 0.05
البعدي	٤٤	٧٧.٨٥	٤.٩٨			

يتضح من جدول (٥) أن قيمة (ت) دالة إحصائيًاعند مستوى (0.05) حيث إنها تزيد على القيمة الجدولية عند درجات الحرية ٤٣ وهي (٢.٠٢)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًابين درجات طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس متعة التعلم لصالح التطبيق البعدي. وتدل هذه النتيجة على أن استخدام المحاكاة التفاعلية PHET قد حقق فاعلية عالية في تنمية متعة التعلم لدى جميع عينة البحث بصرف النظر عن نمط استخدامها (الموجه/ الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل/ معتمد).

ولتعرف حجم تأثير المتغير المستقل (استخدام المحاكاة التفاعلية PHET) في المتغير التابع (متعة التعلم) تم حساب حجم التأثير من خلال مربع إيتا (η^2)،(d)

جدول (٦) يوضح قيمة (η^2)، (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	η^2	قيمة "d"	حجم التأثير
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET	**متعة التعلم**	**٠.٩٢٦**	**٣.٥٤**	**كبير**

يتضح من جدول (٦) أن حجم تأثير العامل المستقل (استخدام المحاكاة التفاعلية PHET) في المتغير التابع (متعة التعلم) كبير؛ نظراً لأن قيمة "d" بلغت (٣.٥٤)، كما أن قيمة (η^2) تساوى (٠.٩٢٦)، وهذا يعني أن نسبة ٩٢.٦% من الحادث في مستوى متعة التعلم (المتغير التابع) يرجع إلى استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بنمطيها الموجه والحر (المتغير المستقل).

وهذا ما يشير إلى أنه قد حدث نمو واضح ودال إحصائيًا في التطبيق البعدي عن التطبيق القبلي في مقياس متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" وذلك لاستخدام

المحاكاة التفاعلية PHET في تدريس الفيزياء، ويتفق هذا مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض الثاني.

وهذا يعني قبول الفرض الثاني من فروض البحث والذي يشير إلى وجود فرق دال احصائيًا عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة (Adams W. K., 2010) (Salame, I. I., & Makki, J., 2021) (Taibu, R., et al., 2021) (Banda, H. J., Nzabahimana, J., 2023)

٤.النتائج الخاصة بالسؤال الرابع، وهو:

ما أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟ وتم اختبار صحة الفرض الثالث من فروض البحث، الذي نص على:

يوجد فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء للطلاب "عينة البحث" في مجموعتي استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) بصرف النظر عن الأسلوب المعرفي.

وذلك من خلال استخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه لتحديد دلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء لتحديد أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) في تنمية التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".

يوضح جدول (٧) نتائج تحليل التباين ثنائي الاتجاه لدرجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء.

جدول (٧) ملخص نتائج تحليل التباين ثنائي الاتجاه لدرجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء

مصدر التباين	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	النسبة الفائية
نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET(موجه/ حر)	١	٥٦.٤٧	٥٦.٤٧	*٦.٢٥
الأسلوب المعرفى (مستقل/ معتمد)	١	٣٣.٩٧	٣٣.٩٧	٣.٧٦
التفاعل بين المتغيرين	١	٢٨.٥٩	٢٨.٥٩	٣.١٩
داخل المجموعات	٤٠	٣٦١.٣٥	٩.٠٣	
المجموع الكلي	٤٣	٤٢٣.٩١		

* تعني دالة عند مستوى ٠.٠٥

يتضح من جدول (٧) أن النسبة الفائية لمتغير استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) قد بلغت ٦.٢٥، وهي دالة عند مستوى ٠.٠٥ لصالح الاستخدام الموجه للمحاكاة التفاعلية PHET؛ حيث إنها تزيد عن القيمة الجدولية عند درجات الحرية (١، ٤٠) وهي ٤.٨.

وتدل هذه النتيجة على أن مستوى التفكير التحليلي الذي حققه طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الموجهة من المعلم مع تعليمات الموقع أفضل من مستوى النمو في التفكير التحليلي الذي حققه طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الحرة بدون توجيه من المعلم مع تعليمات الموقع فقط، وهذا يتفق مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض التنبؤي الثالث.

ويعني هذا قبول الفرض الثالث من فروض البحث والذي يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء للطلاب "عينة البحث" في مجموعتي استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) بصرف النظر عن الأسلوب المعرفي. وبينت النتائج أن الفرق ذو الدلالة إحصائية لصالح استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه.

٥.النتائج الخاصة بالسؤال الخامس، وهو:

ما أثر اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟ وتم اختبار صحة الفرض الرابع من فروض البحث، الذي نص على:

يوجد فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء للطلاب "عينة البحث" في مجموعتي الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) بصرف النظر عن نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET

وذلك من خلال استخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه لتحديد دلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء لتحديد أثر اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) في تنمية التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".

يتضح من جدول (٧) أن النسبة الفائية لمتغير الأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل مقابل معتمد) قد بلغت ٣.٧٦، وهي غير دالة عند مستوى ٠.٠٥؛ حيث إنها تقل عن القيمة الجدولية عند درجات الحرية (١، ٤٠) وهي ٤.٨.

وتدل هذه النتيجة على أن مستوى التفكير التحليلي الذي حققه طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الموجهة من المعلم مع تعليمات الموقع وما حققه طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الحرة بدون توجيه من المعلم مع تعليمات الموقع فقط، لا يتأثر كثيرًا بالأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل مقابل معتمد)، وهذا لا يتفق مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض التنبؤي الرابع.

ويعني هذا رفض الفرض الرابع من فروض البحث والذي يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء للطلاب "عينة البحث" في مجموعتي الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد بصرف النظر عن استخدام المحاكاة التفاعلية PHET.

٦.النتائج الخاصة بالسؤال السادس، وهو:

ما أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي على تنمية التفكير التحليلي في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟ وتم اختبار صحة الفرض الخامس والذي نص على:

توجد فروق دالة إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين المتوسطات الداخلية لدرجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء للطلاب عينة البحث ترجع إلى التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي.

وذلك من خلال استخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه لتحديد دلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء لتحديد أثر التفاعل بين متغيري البحث نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) في تنمية التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".

يتضح من جدول (٧) الذي يوضح ملخص نتائج تحليل التباين ثنائي الاتجاه لدرجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء أن النسبة الفائية للتفاعل بين متغيري البحث (نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET، والأسلوب المعرفي للطلاب) قد بلغت ٣.١٩، وهي غير دالة عند مستوى ٠.٠٥؛ حيث إنها تقل عن القيمة الجدولية عند درجات الحرية (١، ٤٠) وهي ٤.٨.

وتدل هذه النتيجة على أن مستوى تنمية التفكير التحليلي لا يتأثر كثيرًا بالتفاعل بين متغيري البحث وهما: نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل مقابل معتمد)، وهذا لا يتفق مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض التنبؤي الخامس.

ويعني هذا رفض الفرض الخامس من فروض البحث والذي يشير إلى وجود فروق دالة إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين المتوسطات الداخلية لدرجات الكسب الفعلي في اختبار التفكير التحليلي في الفيزياء للطلاب عينة البحث ترجع إلى التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي.

ولتحديد ترتيب المجموعات الأربع في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء، يوضح الجدول التالي ذلك.

جدول (٨) المتوسطات والانحرافات المعيارية للمجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التحليلي في مادة الفيزياء (الدرجة العظمى = ٣٠ درجة)

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفي المستقل	١٠	٢٦.٧	٣.٤٦
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر + الأسلوب المعرفي المستقل	١٠	٢٤.٣	٢.٩٨
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفي المعتمد	١٢	٢٥.٩	٣.٠٤
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر + الأسلوب المعرفي المعتمد	١٢	٢٣.٦	٢.٥٤

يتضح من الجدول السابق أنه جاء ترتيب المجموعات الأربع التجريبية في التفكير التحليلي في مادة الفيزياء كالتالي:

مجموعة استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفي المستقل، ثم استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفي المعتمد، ثم استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر + الأسلوب المعرفي المستقل، ثم استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر + الأسلوب المعرفي المعتمد.

٧.النتائج الخاصة بالسؤال السابع، وهو:

ما أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟ وتم اختبار الفرض السادس الذي نص على:

يوجد فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب عينة البحث في مجموعتي استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) بصرف النظر عن الأسلوب المعرفي.

وذلك من خلال استخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه لتحديد دلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي في مقياس متعة التعلم لتحديد أثر اختلاف نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) في تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".

يوضح جدول (٩) نتائج تحليل التباين ثنائي الاتجاه لدرجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم.

جدول (٩) نتائج تحليل التباين ثنائي الاتجاه لدرجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم

مصدر التباين	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	النسبة الفائية
نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET(موجه/ حر)	١	٥٦.٩٠١٨	٥٦.٩٠١٨	*٧.٣٧
الأسلوب المعرفي (مستقل/ معتمد)	١	٣.٦٠٤	٣.٦٠٤	٠.٤٧
التفاعل بين المتغيرين	١	٥٥.٢	٥٥.٢	*٧.١٥
داخل المجموعات	٤٠	٣٠٨.٧٧٧٥	٧.٧١٩	
المجموع الكلى	٤٣	٣٦٥.٦٧٩٣		

* تعني دالة عند مستوى ٠.٠٥

يتضح من جدول (٩) أن النسبة الفائية لمتغير استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) في مقياس متعة التعلم لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" قد بلغت ٧.٣٧، وهي دالة عند مستوى ٠.٠٥ لصالح الاستخدام الموجه للمحاكاة التفاعلية PHET؛ حيث إنها تزيد عن القيمة الجدولية عند درجات الحرية (١، ٤٠) وهي ٤.٨.

وتدل هذه النتيجة على أن مستوى متعة التعلم الذي حققه طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الموجهة من المعلم مع تعليمات الموقع أفضل من مستوى النمو في متعة التعلم الذي حققه طلاب الصف الأول الثانوي "عينة

البحث" التي استخدمت المحاكاة التفاعلية PHET الحرة بدون توجيه من المعلم مع تعليمات الموقع فقط، وهذا يتفق مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض التنبؤي السادس.

ويعني هذا قبول الفرض السادس من فروض البحث والذي يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب "عينة البحث" في مجموعتي استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) بصرف النظر عن الأسلوب المعرفي. وبينت النتائج أن الفرق ذو الدلالة إحصائية لصالح استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه.

٨.النتائج الخاصة بالسؤال الثامن، وهو:

ما أثر اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟ وتم اختبار صحة الفرض السابع والذي نص على:

يوجد فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب عينة البحث في مجموعتي الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) بصرف النظر عن نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET.

وذلك من خلال استخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه لتحديد دلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي في مقياس متعة التعلم لتحديد أثر اختلاف الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) في تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".

يتضح من جدول (٩) أن النسبة الفائية لمتغير الأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل مقابل معتمد) في مقياس متعة التعلم لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" قد بلغت ٠.٤٧، وهي غير دالة عند مستوى ٠.٠٥؛ حيث إنها تقل عن القيمة الجدولية عند درجات الحرية (١، ٤٠) وهي ٤.٨.

وتدل هذه النتيجة على أن مستوى متعة التعلم الذي حققه طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" ذوي الأسلوب المعرفي المستقل وذوي الأسلوب المعرفي المعتمد، لا يتأثر كثيرًا باختلاف الأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل مقابل معتمد)، وهذا لا يتفق مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض التنبؤي السابع.

ويعني هذا رفض الفرض السابع من فروض البحث والذي يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين متوسطي درجات الكسب الفعلي في متعة التعلم للطلاب "عينة

البحث" في مجموعتي الأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد بصرف النظر عن استخدام المحاكاة التفاعلية PHET.

٩.النتائج الخاصة بالسؤال التاسع، وهو:

ما أثر التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي على تنمية متعة التعلم في الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"؟ وتم اختبار صحة الفرض الثامن والذي نص على:

توجد فروق دالة إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين المتوسطات الداخلية لدرجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب عينة البحث ترجع إلى التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي.

وذلك من خلال استخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه لتحديد دلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي في مقياس متعة التعلم لتحديد أثر التفاعل بين متغيري البحث وهما: نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي (مستقل مقابل معتمد) في تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".

يتضح من جدول (٩) الذي يوضح ملخص نتائج تحليل التباين ثنائي الاتجاه لدرجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم أن النسبة الفائية للتفاعل بين متغيري البحث (نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET، والأسلوب المعرفي للطلاب) قد بلغت ٧.١٥، وهي دالة عند مستوى ٠.٠٥؛ حيث إنها تزيد عن القيمة الجدولية عند درجات الحرية (١، ٤٠) وهي ٤.٨.

وتدل هذه النتيجة على أن مستوى تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" تأثر كثيرًا بالتفاعل بين متغيري البحث وهما: نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) والأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل مقابل معتمد)، وهذا يتفق مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض التنبؤي الثامن.

ويعني هذا قبول الفرض الثامن من فروض البحث والذي يشير إلى وجود فروق دالة إحصائيًاعند مستوى 0.05 بين المتوسطات الداخلية لدرجات الكسب الفعلي في مقياس متعة التعلم للطلاب عينة البحث ترجع إلى التفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي.

أما فيما يتعلق باتجاهات هذه الفروق، فإن الأمر يتطلب إجراء مقارنات متعددة بين متوسطات درجات الكسب الفعلي للمجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لمقياس متعة التعلم باستخدام اختبار شيفيه من أجل تحديد الفروق بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (موجه مقابل حر) والأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل مقابل معتمد) ويوضح الجدولين التاليين ذلك.

جدول (١٠) المتوسطات والانحرافات المعيارية للمجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لمقياس متعة التعلم (الدرجة العظمى = ٩٠ درجة)

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابى	الانحراف المعيارى
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفي المستقل	١٠	٧٦.٤	٢.٥٦
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر + الأسلوب المعرفي المستقل	١٠	٧٨.٧	٢.٨١
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفي المعتمد	١٢	٧٩.٢	٢.٨٢
استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر + الأسلوب المعرفي المعتمد	١٢	٧٧.١	٢.٨٩

يتضح من الجدول السابق أنه جاء ترتيب المجموعات الأربع التجريبية في متعة التعلم كالتالي:

مجموعة استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفي المعتمد، ثم استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر+ الأسلوب المعرفي المستقل، ثم استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر + الأسلوب المعرفي المعتمد، ثم استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه + الأسلوب المعرفي المستقل.

جدول (١١) المقارنات المتعددة بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (موجه/ حر) والأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل/ معتمد) في التطبيق البعدي لمقياس متعة التعلم

نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (موجه/ حر) والأسلوب المعرفي للطلاب(مستقل/ معتمد)		مستقل (موجه، حر)		معتمد (موجه، حر)	
		مستقل موجه	مستقل حر	معتمد موجه	معتمد حر
مستقل (موجه، حر)	موجه مستقل	–	٦.٨٣*	١٠.١٢*	٠.٦٣
	حر مستقل	–	–	٠.٣٢	٣.٣١*
معتمد (موج، حر)	موجه معتمد	–	–	–	٥.٦٩*
	حر معتمد	–	–	–	–

* تعني دالة عند مستوى ٠.٠٠٥.

قيمة ف الجدولية عند درجات حرية (٣، ٤٠) هي ٢.٨٥ ويتضح من الجدول السابق تأثير تفاعلي كبير بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي للطلاب على تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".

تشير النتائج إلى أن بعض الفروق بين المجموعات دالة إحصائيًا لصالح المجموعة ذات المتوسط الأعلى، بينما الفروق الأخرى غير دالة إحصائيًا.

يتضح من جدول (١١) عند مقارنة المجموعة (موجه مستقل) مع المجموعة (حر مستقل) يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين في التطبيق البعدي لمقياس متعة التعلم لصالح مجموعة الحر المستقل. وعند مقارنة المجموعة (موجه مستقل) مع المجموعة (موجه معتمد) يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين في التطبيق البعدي لمقياس متعة التعلم لصالح مجموعة الموجه المعتمد، وعند مقارنة المجموعة (حر مستقل) مع المجموعة (حر معتمد) يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين في التطبيق البعدي لمقياس متعة التعلم لصالح مجموعة الحر المستقل، وعند مقارنة المجموعة (موجه معتمد) مع المجموعة (حر معتمد) يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين في التطبيق البعدي لمقياس متعة التعلم لصالح مجموعة الموجه المعتمد. بينما باقي المقارنات الثنائية غير دالة إحصائيًا.

تفسير النتائج ومناقشتها:

أظهرت نتائج البحث أن نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (الموجه مقابل الحر) قد حقق نتائج فعالة في تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث"، كما اتضح تفوق استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الموجه على استخدام المحاكاة التفاعلية PHET الحر في تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم، كما أظهرت النتائج عدم تأثر التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" باختلاف الأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل مقابل معتمد)، علاوة على ذلك أوضحت النتائج عدم وجود تفاعل بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي للطلاب في تنمية التفكير التحليلي، ووجود تأثير تفاعلي كبير بين نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET والأسلوب المعرفي للطلاب على تنمية متعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة

البحث". وتشير النتائج إلى أن بعض الفروق بين المجموعات دالة إحصائيًا لصالح المجموعة ذات المتوسط الأعلى، بينما الفروق الأخرى غير دالة إحصائيًا.

ويمكن أن ترجع هذه النتائج إلى الأسباب التالية:

- إن دمج المحاكاة التفاعلية PHET في تقديم محتوى الحركة المستقيمة والدائرية لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" عزز بشكل كبير فهمهم لهذه المفاهيم الأساسية. فقد قدمت المحاكاة التفاعلية PHET نهجًا ديناميكيًا للتدريس من خلال السماح للطلاب بتصور الأشياء والتغيير في قيم المتغيرات بها في الوقت الفعلي، مما حول الأفكار المجردة إلى تجارب ملموسة.
- وفر استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بيئة تعليمية ثرية جذبت انتباه طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث". فقد سمحت المحاكاة للطلاب برؤية التأثيرات المباشرة لأفعالهم، مثل كيفية تحرك سيارة لعبة في خط مستقيم أو كيفية تغيير اتجاهها في مسار دائري. لم يجعل هذا الاندماج البصري واللمسي التعلم أكثر متعة فحسب، بل ساعد أيضًا في تطوير فهم أعمق لمفاهيم الحركة من خلال التفاعل مع هذه المحاكاة، ومكن الطلاب من تجربة متغيرات مختلفة، ورؤية تأثيراتها بشكل مباشر، وبالتالي اكتساب زاد استمتاعهم بالتعلم.
- عملت المحاكاة التفاعلية PHET الموجهة على تعزيز مهارات التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" من خلال تشجيعهم على الاستكشاف وطرح الأسئلة. فعندما انخرط الطلاب في المحاكاة، تم حثهم على ملاحظة الأنماط، والتنبؤ، وتحليل النتائج. على سبيل المثال، عند تجربة محاكاة لسيارة تتحرك في خط مستقيم، يمكنهم اختبار كيفية تأثير التغيرات في السرعة على المسافة المقطوعة. وبالمثل، عند استكشاف الحركة الدائرية، قد يتحققون من كيفية تأثير تغيير نصف قطر المسار الدائري على الحركة. حفزت هذه الأنشطة مهارات التمييز والتنظيم والاسناد، والتي تعد المهارات الأساسية للتفكير التحليلي.
- جعلت المحاكاة التفاعلية PHET التعلم أكثر جاذبية ومتعة لطلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث". فغالبًا ما تتضمن الطبيعة المرحة للمحاكاة عناصر من اللعب، والتي يمكن أن تجذب اهتمام الطلاب وتحفزهم على استكشاف المفاهيم بشكل أعمق. من خلال تحويل

التعلم إلى تجربة ممتعة وتفاعلية، يصبح الطلاب أكثر ميلاً إلى تطوير موقف إيجابي تجاه تعلم الفيزياء. وأدى هذا الحماس إلى زيادة الاهتمام بالتعلم وحب الاستطلاع والفضول العلمي والمشاركة إلى جانب المتعة الاجتماعية في العمل الجماعي.

- التوجيه من قِبَل المعلم مع تعليمات الموقع عند استخدام المحاكاة التفاعلية PHET سهل على الطلاب بناء فهمهم؛ في حين أثرت طبيعة التوجيه على مقدار مشاركة الطلاب، فاستكشاف المحاكاة مع توجيه وبأسئلة مفاهيمية مفتوحة شجع الطلاب على استكشاف المحاكاة وتهيئة الفرص لهم لطرح أسئلتهم الخاصة وتضمين تحديات متوازنة شجع الطلاب على التعامل مع حل المشكلات الفيزيائية واكتساب المعرفة بنفس الطريقة التي يتعامل بها الخبراء.
- شكل الطلاب إطارًا ذهنيًا من خلال استخدام المحاكاة التفاعلية PHET ومن خلال تصميمه (عناصر التحكم والميزات والتصورات)، يمكن للمحاكاة التأثير على هذا الإطار، وتشكيله في إطار مماثل لإطار الخبير.
- من منطلق أن المحاكاة التفاعلية PHET تساعد على تكوين نماذج عقلية صحيحة، فإنها يمكن أن تؤدي إلى تكوين المفاهيم الفيزيائية بصورة صحيحة لدى الطالب ففي محاكاة حركة المقذوفات Projectile Motion اكتشف الطالب السقوط الحر بطريقة علمية صحيحة مما شجعه على مزيد من البحث والتقصي؛ الأمر الذي يدل على استمتاعه بالتعلم.
- مثلت المحاكاة التفاعلية PHET بيئة تعلم حقيقية تضمنت خطوط إرشادية منظمة ومتفاعلة مع بعضها وقدمت مواد تعليمية تحاكي الواقع، استخدام المحاكاة والتحكم في المتغيرات وملاحظة التأثيرات الفورية وصولا للنتائج نمى لدى الطلاب عينة البحث الشغف العلمي وحب الاستطلاع مما قد يعبر عن الاستمتاع بالتعلم
- وفرت المحاكاة التفاعلية PHET مقومات التصور البصري الجيد وشجعت عمليات المحاكاة التفاعلية الطلاب على تجربة متغيرات مختلفة واختبار الفرضيات ومراقبة النتائج مما عزز فهم أعمق للمحتوى العلمي والمهارات التحليلية لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث".
- المحاكاة التفاعلية PHET جعلت من الفيزياء مادة حية وأكثر ارتباطًا ببيئة الطالب مما ولد لديه شعور بمتعة تعلمها وزاد من اهتمامه بها.

التوصيات والمقترحات:

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث الحالي، فإنه يمكن تقديم التوصيات الآتية:

١. الاهتمام باستخدام المحاكاة التفاعلية PHET بطريقة إجرائية وجذابة للطلاب لاستكشاف وفهم المفاهيم الفيزيائية المعقدة. كما أنها تعزز التعلم من خلال توفير نماذج ديناميكية يمكن التحكم بها لأنظمة العالم الحقيقي، وتعزز الفهم العميق وممارسة مهارات التفكير العليا من خلال المشاركة النشطة والتجربة التكرارية.

٢. ضرورة استثمار المحاكاة التفاعلية PHET حيث إنها مثالاً رئيسيًا لكيفية دمج الذكاء الاصطناعي في التكنولوجيا التعليمية لتعزيز تجارب التعلم. من خلال توفير مسارات التعلم التكيفية، وملاحظات في الوقت الفعلي، وتفاعلات اللغة الطبيعية، وتفريد تجربة التعلم، مما يجعل التعلم أكثر جاذبية وفعالية ويلبي الاحتياجات الفردية لكل طالب.

٣. العمل على دمج عمليات المحاكاة التفاعلية في تدريس الفيزياء لتعزيز التجربة التعليمية بشكل كبير. إنها توفر طريقة جذابة وآمنة ويمكن وصول الطلاب إليها لاستكشاف وفهم المفاهيم الفيزيائية المعقدة، مما يعزز بيئة تعليمية أعمق وأكثر نشاطًا.

٤. استخدام المحاكاة التفاعلية PHET في تعليم/ تعلم العلوم بصفة عامة والفيزياء بصفة خاصة، مع توجيه من المعلم دون الاعتماد على تعليمات الموقع فقط.

٥. السعي نحو تطوير نوعية تعليم الفيزياء التي توفر للطلاب الفرص لتحليل المهام أو المواقف المشكلة أو الظواهر الفيزيائية والوقوف على عناصرها والتعرف على العلاقات بين أجزائها للوصول إلى استنتاجات منطقية بناءً على الأدلة. وتدعم ممارسة مهارات التفكير التحليلي هي: التمييز، والتنظيم، والاسناد.

٦. التركيز على تنمية مهارات التفكير التحليلي وإتاحة الفرص للطالب ليكون مفكرًا تحليليًا، فيكون مراقبا ومتعلما نشطا، وليس مستهلكا سلبيا للمعلومات، ومنفتحًا ومستعدًا لسماع كافة الحجج ووجهات النظر.

٧. الاهتمام بمتعة التعلم في تعليم وتعلم مادة الفيزياء؛ حيث إنها استجابة وجدانية وعاطفية تنطوي على شعور بالارتياح والرضا ورغبة بالاستمرار في الإنجاز والاندماج في التعلم بطريقة إيجابية تولدت لدى طلاب الصف الأول الثانوي "عينة البحث" خلال استخدام المحاكاة التفاعلية PHET مما أعطاهم إحساسًا بالاستمتاع، والحرص على تهيئة الفرص

لتحقيق أبعادها وهي: المشاركة العاطفية، الاهتمام والفضول، المشاركة المعرفية، المشاركة السلوكية، المتعة الاجتماعية.

٨. من المهم التعرف على تفضيلات التعلم المتنوعة بين الطلاب واستيعابها، حيث يتمتع كل طالب بطرق فريدة لاستقبال المعلومات ومعالجتها، والتي يمكن أن تؤثر بشكل كبير على نتائج التعلم الخاصة به. ومن خلال تصميم الفرص والخبرات التعليمية الثرية والمتنوعة لتلبية هذه التفضيلات، يمكن للمعلمين تعزيز مشاركة الطلاب وتحقيق أهداف التعلم.

وفي ضوء نتائج هذا البحث، تقترح الباحثة إجراء الدراسات التالية:

١. بناء برنامج لتدريب معلمي الفيزياء على استخدام المحاكاة التفاعلية PHET بهدف تنمية التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

٢. دراسة نمط استخدام المحاكاة التفاعلية PHET (حر/ موجه) في الفصل المقلوب لتدريس وأثرها في تنمية مهارات التفكير العليا لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

٣. دراسة أثر التفاعل بين الأسلوب المعرفي للطلاب (مستقل – معتمد) وبيئات تعلم الفيزياء (إلكتروني – مدمج – واقعي) على ميول واتجاهات الطلاب نحو المادة.

٤. إجراء دراسة مماثلة في تدريس مادة الكيمياء لطلاب الصف الأول الثانوي.

٥. إجراء دراسة مماثلة على عينة من تلاميذ التعليم الأساسي.

المراجع

اسراء النجار وأحمد عصر وعماد خيري (٢٠١٩). أثر التفاعل بن نمط التلميح البصري الأسهم وأسلوب التعلم (المعتمد/ المستقل) في الألعاب التعليمية الإلكترونية على التحصيل المعرفي لدي تلاميذ المرحلة الإعدادية. المجلة العلمية لكلية التربية النوعية – جامعة المنوفية. ٦ (٢)، ١٥٥-١٨٤. DOI:10.21608/molag.2019.154204

افتكار أحمد القائد صالح، وتهاني علي ناجي غالب (٢٠٢١). فاعلية استخدام إستراتيجية الأنشطة المتدرجة على التحصيل وتنمية مهارات التفكير التحليلي في العلوم لدى تلميذات الصف الثامن الأساسي في المدارس اليمنية، مجلة الآداب للدراسات النفسية والتربوية، ١٠، ٨١ – ١٤٧.

بدرية محمد حسانين، وإيمان أحمد عبد الفتاح محمد، وحنان مصطفى محمد زكي (٢٠٢٢). أثر تصميم تعليمي قائم على نظرية العبء المعرفي باستخدام تكنولوجيا الهولوجرام في تدريس الكيمياء على تنمية مهارات التفكير التحليلي لدى طلاب الصف الأول الثانوي، مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية، ١١، ١ – ٣٢.

حسام الدين محمد مازن (٢٠١٥). تصميم وتفعيل بيئات التعليم الإلكتروني الشخصي في التربية العلمية لتحقيق المتعة والطرافة العلمية والتشويق والحس العلمي، المؤتمر العلمي السابع عشر: التربية العلمية وتحديات الثورة التكنولوجية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، أغسطس، ٢٣ – ٥٩.

حسن سيد شحاته (٢٠١٨). متعة التعليم والتعلم، مجلة العلوم التربوية، عدد خاص للمؤتمر الدولي الأول لقسم المناهج وطرق التدريس: المتغيرات العالمية ودورها في تشكيل المناهج وطرائق التعليم والتعلم، ٥-٦ ديسمبر، ٣١ -٤٣.

دياب أمين صادق عبد الموجود (٢٠٢٤). تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التعليم (المستجدات والرؤى المستقبلية): دراسة مرجعية، مجلة كلية التربية – جامعة الأزهر، ٤٣ (٢٠٢) ج ٣، إبريل، 617-553.

سليمان عوده الزبون (٢٠١٨). تصميم برمجية في إنتاج الوسائل التعليمية وفق خرائط التفكير وقياس أثرها في تحسين مهارات التفكير التحليلي لدى طالبات جامعة البلقاء، دراسات العلوم التربوية، ٤٥ (٤)، ملحق ٣، ٦٤٣ – ٦٦٤.

سماح محمد أحمد (٢٠٢٠). استخدام المحطات التعليمية في تدريس العلوم لتنمية التفكير البصري ومتعة التعلم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، مجلة التربية العلمية، ٢٣ (٤)، ١ – ٤٣.

سوزان محمد السيد (٢٠١٩). فاعلية استخدام السقالات التعليمية القائمة على نموذج التنظيم الذاتي في تنمية بعض مهارات التفكير التحليلي والحس العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في مادة العلوم، المجلة التربوية، جامعة سوهاج، ٥٨، ٣٣٩ – ٤٥٩.

شرين السيد إبراهيم (٢٠١٨). فاعلية برنامج تدريبي في تنمية مهارات البحث العلمي ومتعة التعلم لدى تلاميذ بالمركز الاستكشافي للعلوم والتكنولوجيا، المجلة المصرية للتربية العلمية، ٢١ (٣)، ١٢٣ – ١٦٠.

شرين شحاته عبد الفتاح مهني (٢٠١٨). فاعلية مقرر العلوم المتكاملة الإلكتروني في تنمية مهارات التفكير التحليلي والاتجاه نحو التعلم الإلكتروني لدى طلاب كلية التربية، مجلة كلية التربية جامعة أسيوط، ٣٤ (٥)، ١- ٣٩.

شيري مجدي نصحي (٢٠٢١). فاعلية استراتيجية REACT (الربط – الخبرة – التطبيق – التعاون – النقل) في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين ومتعة تعلم العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، مجلة كلية التربية في العلوم التربوية، ٤٥ (١)، ٢١٩ – ٢٨٨

عادل حميدي المالكي (٢٠١٧). استخدام الخرائط الذهنية الإلكترونية الفائقة في تنمية التفكير التحليلي لدى طالبات قسم رياض الأطفال. مجلة كلية التربية، جامعة بنها، ٢٨ (١١٠)، ٢٨٤ – ٣١٤.

عبد الرازق مختار محمود (٢٠٢٠). تطبيقات الذكاء الاصطناعي: مدخل لتطوير التعليم في ظل تحديات جائحة فيروس كورونا .COVID 19 المجلة الدولية للبحوث في العلوم التربوية. 224-171 .(4)3 .

عمرو محمد محمد أحمد، وأحمد حسن محمد الليثي (٢٠٢٠)، أثر استخدام منصات الذكاء الاصطناعي في تنمية عادات العقل ومفهوم الذات الأكاديمي لعينة من طلاب المرحلة الإعدادية منخفضي التحصيل الدراسي، مجلة كلية التربية جامعة عين شمس، ٤٤(٤)، ٦١- ١٣٦.

ليلى عبد الله حسين حسام الدين (٢٠١١). تدريس بعض القضايا البيئية بالجدل العلمي لتنمية القدرة على التفسير العلمي والتفكير التحليلي لطلاب الصف الأول الثانوي، مجلة التربية العلمية، ١٤ (٤)، ١٤١ – ١٨٤.

المجلس الوطني للذكاء الاصطناعي. (٢٠٢٢). الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي. إرشادات لواضعي السياسات، جمهورية مصر العربية، القاهرة.

محمد أبو اليزيد أحمد مسعود (٢٠٢٢). أثر تفاعل مصدر الدعم الالكتروني (معلم/ أقران) في بيئة تعلم نقَّال والأسلوب المعرفي (المستقل/ المعتمد) على المجال الإدراكي في تنمية مهارات إنتاج صفحات الويب التفاعلية لطلبة نظم المعلومات بالمعاهد العُليا، مجلة جامعة جنوب الوادي الدولية للعلوم التربوية، يونية (٨)، ٦٢٤ – ٧١٧.

مصطفى محمد سيد عبد العال، وبشرى مسعد عوض، ومحمد السيد النجار (٢٠٢١). التفاعل بين نمط المحاكاة الكمبيوترية القائم على التعلم النقال ووجهة الضبط في تنمية مهارات التجارب الكيميائية والانخراط في التعلم لدى طلاب الصف الأول الثانوي بمملكة البحرين، دراسات تربوية واجتماعية، ٢٧ (٢)، ١٦٩ – ٢٥٤.

ناريمان جمعة إسماعيل مراد (٢٠١٧). أثر استخدام استراتيجية جالبين للتخيل الموجه على تنمية بعض مهارات التفكير التحليلي في العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، مجلة التربية العلمية، ٢٠ (٢)، ١١٩ – ١٦١.

نهى يوسف السيد، ونورا مصلحي علي (٢٠١٥). استراتيجية مقترحة في الاقتصاد المنزلي لتنمية عمليات العلم وكفاءة الذات المدركة وتحقيق متعة التعلم لدى تلميذات المرحلة الإعدادية، دراسات تربوية واجتماعية، ٢١ (٤)، ١٣٥–٢١٠.

نورة بنت مسعود الهزاني (٢٠١٩). واقع توظيف برامج المحاكاة الحاسوبية وفاعليتها في التدريس لدى معلمات العلوم والرياضيات للمرحلة الابتدائية بمنطقة الرياض، مجلة كلية التربية – جامعة الأزهر، يناير ١٨١ (٣)، ١٧١ – ٢١١.

نوف محمد العطني، وسارة عبد الله عصاي، وحصة سليمان القضيبي، وعبلاء محمد الربيعان (٢٠٢٤). أثر الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير التحليلي لدى طالبات المرحلة المتوسطة. المجلة العربية للتربية النوعية، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، ٨(٣٢)، ٤٥٩ – ٤٩٦.

هيا محمد المزروع، وعبير المسعودي (٢٠١٤). فاعلية المحاكاة الحاسوبية وفق الاستقصاء في تنمية الاستيعاب المفاهيمي في الفيزياء لدى طالبات الصف الأول الثانوي، مجلة دراسات العلوم التربوية، ٤١ (١)، ١٧٣ – ١٩١.

Adams W. K. (2010). Student engagement and learning with PhET interactive simulations. DOI 10.1393/ncc/i2010-10623-0

Ahmad, D. N. (2021). Analysis of SAVI Learning Model with the Task of Observation of Video on Science Learning in Producing Analytical Thinking and Critical Thinking Abilities. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 7(1), Article 1. https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i1.543

Ahmadzaide, L. & Shojoe, M. (2013) Investigating the Relationship between Cognitive Style (Field dependence/Independence) and Academic Achievement in Male and Female Students of Behbahn Islamic Azad University. Journal of life Science. Biomed, 3 (3), 245

Aksu, Gokhan & Eser, Taha. (2020). Development of analytical thinking tendency scale: Validity and reliability study. İlköğretim Online. 2307-2321. 10.17051/ilkonline.2020.764229.

Albandri Sultan Alotaibi (2024). Regional differences in field dependent-independent cognitive styles in Saudi Arabia, Acta Psychologica, 244, 104186, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104186.

Areesophonpichet, S. (2013). The development of analytical thinking skills of graduate students by using concept mapping. Asian Conference on Education, Osaka, Japan 1, 15. https://papers.iafor.org/wp-content/uploads/papers/ace2013/ACE2013_0381.pdf

Astutik, S., Prahani, B. K. (2018). The practicality and effectiveness of Collaborative Creativity Learning (CCL) model by using PhET simulation to increase students‟ scientific creativity. International Journal of Instruction, 11(4), 409–424. https://doi.org/10.12973/iji.2018.11426a

Banda, H. J., Nzabahimana, 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. https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3

Batuyong, C. T., Antonio, V. V. (2018). Exploring the Effect of PhET Interactive Simulation- Based Activities on Students' Performance and Learning Experiences in Electromagnetism. Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research, 6(2), 121–131.

Bhatti M., Teevno, R., Devi S. (2021). Teaching Balancing of Chemical Equations Through Phet Interactive Simulations and Powerpoint Presentation SlideShow Visualisation. Elementary Education Online, 20 (1) 4298-4317 http://ilkogretim-online.org doi: 10.17051/ilkonline.2021.01.472

De Smale, S., Overmans, T., Jeuring, J., van de Grint, L. (2016). The Effect of Simulations and Games on Learning Objectives in Tertiary Education: A Systematic Review. In: De Gloria, A., Veltkamp, R. (eds) Games and

Learning Alliance. GALA 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9599. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40216-1_55

Evangeline Q. Omoy (2023). PhET Interactive Simulations: A Tool in Improving Academic Performance of Grade 10 Students in Balancing Chemical Equations. International Journal of Formal Sciences: Current and Future Research Trends, 18(1), 1–11. https://ijfscfrtjournal.isrra.org/index.php/Formal_Sciences_Journal/article/view/746

Eveline, Erlin & Jumadi, Jumadi & Wilujeng, Insih & Kuswanto, Heru. (2019). The Effect of Scaffolding Approach Assisted by PhET Simulation on Students' Conceptual Understanding and Students' Learning Independence in Physics. Journal of Physics: Conference Series. 1233. 012036. 10.1088/1742-6596/1233/1/012036.

Farmaki C., Sakkalis V., Loesche F., Nisiforou E. A. (2019). Assessing field dependence–independence cognitive abilities through EEG-based bistable perception processing Frontiers in Human Neuroscience, October 2019, 13, article 345, 1-18 https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00345

Guy, Retta, Lownes-Jackson, Millicent. (2015). The Use of Computer Simulation to Compare Student performance in Traditional versus Distance Learning Environments. Issues in Informing Science and Information Technology. 12. 095-109. 10.28945/2254.

Habibi, H., Jumadi, J., & Mundilarto, M. (2020). PHET simulation as means to trigger the creative thinking skills of physics concepts. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15(6), 166–172. https://doi.org/10.3991/IJET.V15I06.11319

Hagenauer, Gerda; Hascher, Tina. (2010). Learning enjoyment in early adolescence. Educational Research and Evaluation. 16 (6). 495-516. 10.1080/13803611.2010.550499.

Hao, X., Wang, K., Li, W., Yang, W., Wei, D., Qiu, J., et al. (2013). Individual differences in brain structure and resting brain function underlie cognitive styles: evidence from the embedded figures test. PLoS One 8:e78089. doi: 10.1371/journal.pone.0078089

Hernik, J., Jaworska, E. (2018). The effect of enjoyment on learning, 12th International Technology, Education and Development Conference, 5-7 March, Valencia, Spain, INTED2018 Proceedings, pp. 508-514.

Hunaepi, H., Firdaus, L., Samsuri, T., Susantini, E., & Raharjo, R. (2020). Biology Prospective Teachers' Critical Thinking Disposition and Critical Thinking Skills of IKIP Mataram. Journal of Physics: Conference Series, 1464(1), 012031. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012031

Kitchen, E., Bell, J. D., Reeve, S., Sudweeks, R. R., & Bradshaw, W. S. (2003). Teaching Cell Biology in the Large-Enrollment Classroom: Methods to Promote Analytical Thinking and Assessment of Their Effectiveness. Cell Biology Education, 2(3), 180–194. https://doi.org/10.1187/cbe.02-11-0055

Lu, YY., Smith, T.J., Hong, ZR. Lin, H.S, Hsu, W.Y. (2023). Exploring the relationships of citizens' scientific interest and self-understanding to their learning enjoyment and self-efficacy in science. Current Psychology **42**, 15475–15487. https://doi.org/10.1007/s12144-022-02785-w

Manasia, Loredana (2014). 2014 Enjoyment of learning in upper secondary education. Exploratory research, the 6th International Conference Edu World 2014 "Education Facing Contemporary World Issues", 7th - 9th November, 639 – 646 doi: 10.1016/j.sbspro.2015.02.172

Moore, E.B.; Perkins, K.K. (2018). Advances in PhET interactive simulations: Interoperable and accessible. In Cyber-Physical Laboratories in Engineering and Science Education; Auer, M.E., Azad, A.K.M., Edwards, A., de Jong, T., Eds.; Springer International Publishing: Berlin/Heidelberg, Germany, 141–162.

Muhammad, T., Daniel, Sarojini, E., S & Abdurauf, R. A. (2015). Cognitive styles field dependence/independence and scientific achievement of male and female students of Zamfara State College of Education Maru, Nigeria. Journal of Education and Practice, 6 (10) 58-63.

Muhsin, L. B., Laksono, E. W. (2023). Development of Integrated Assessment to Measure Student's Analytical Thinking Skills and Scientific Attitudes for Chemical Equilibrium Topic. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9(2), Article 2. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i2.2191

Nisiforou, E., Laghos, A. (2016). Field dependence–independence and eye movement types: investigating users' differences through an eye tracking study. Interact. Comput. 28, 407–420. doi: 10.1093/iwc/iwv015

PhET (2024). Interactive Simulations for Science and Math. Retrieved from https://phet.colorado.edu/

PhET Interactive Simulations, available at https://ai-learning-tools.com/phet-interactive-simulations

PhET Team Research page (2024) http://phet.colorado.edu/research/index.php

Potane J., Bayeta R. (2018). Virtual Learning Through PhET Interactive Simulation: A Proactive Approach in Improving Students Academic Achievement in Science https://www.researchgate.net/publication/324673528_

Putri, Sindhu; Cari, C.; Sunarno, W. (2019). Analysis of Analytical Thinking and Misconceptions on the Concepts of Heat and Temperature on Physics Students. Journal of Physics: Conference Series. 1233. 012031. 10.1088/1742-6596/1233/1/012031.

Rasheva-Yordanova, Katia & Iliev, Evtim & Nikolova, Boriana. (2018). Analytical thinking as a key competence for overcoming the data science divide. 10th annual International Conference on Education and New Learning Technologies At: Palma de Mallorca (Spain). 2nd - 4th of July 2018. 10.21125/edulearn.2018.1833.

Rayan, Baraa, Wajeeh, Daher, Hussam, Diab, Nael, Issa. (2023). Integrating PhET Simulations into Elementary Science Education: A Qualitative Analysis. Education Sciences, 13 (9), 884. https://doi.org/10.3390/educsci13090884

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

Sammet, R., Kutta, A. M., Dreesmann, D. (2015). Hands-on or Video-based Learning with ANTicipation? A Comparative Approach to Identifying Student Motivation and Learning Enjoyment During a Lesson about Ants. Journal of Biological Education, *49*(4), 420–440. https://doi.org/10.1080/00219266.2014.1002518

Saudell M., Klelv R., Davies J. (2021). PhET Simulations in Undergraduate Physics: Constructivist Learning Theory in Practice, Journal of Educational Research and Practice, 31, 52-69.

Shi, C (2011). A Study of the relationship between Cognitive Styles and Learning Strategies, Higher Education Studies, 1 (1) 23-24

Stephens, A. Lynn, Clement, John J. (2015). Use of physics simulations in whole class and small group settings: Comparative case studies. Computers & Education, 86, 137-156. doi:10.1016/j.compedu.2015.02.014

Sternberg, R.J., Grigorenkoo, E.L & Zang, L. (2014). Styles of Learning and Thinking Matter in Institution and Assessment. Perspectives on Psychological Science. 3 (6)486-504.

Sulisetijono, S. (2023). Exploring Curiosity and Critical Thinking Skills for Prospective Biology Teacher. International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE), 12(1), Article 1. https://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.23302

Sundari, P. K., Widoretno, S., Ashadi, A. (2020). Effectiveness of Analytical Thinking–Based Module to Improve Students' Learning Outcomes Using Concept Map. Journal of Physics: Conference Series, 1511(1), 012110. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012110

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

Talan, T. (2021). The effect of simulation technique on academic achievement: A meta-analysis study. Int. J. Technol. Educ. Sci. 2021, 5, 17–36.

Taleb, T., Hanan, M., Chadwick, C., & Clifton, C. (2016). Enhancing Student Critical and Analytical Thinking Skills at A Higher Education Level in Developing Countries: Case Study of The British University in Dubai. Journal of Educational and Instructional Studies in the World, 6(1), 67–77.

Taneo E., Liberty E., Moleño, Ruth E. (2021) Students' Performance Using Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation Strategy" at https://jespnet.com/journals/Vol_8_No_2_June_2021/8.pdf

Üstünel, H., Uçar, E., Civelek, T., and Umut, İ (2015). The relationships between field dependent/independent cognitive styles and information & communication technologies-based programs in gifted education. Int. J. Hum. Sci. 12, 266–277. doi: 10.14687/v12i2.3257

Yulina, I. K., Permanasari, A., Herhnani, H., & Setiavan, W. (2019). Analytical thinking skill profile and perception of pre-service chemistry teachers in analytical chemistry learning. International Conference on Mathematics and Science, Education Journal of Physics Conference Series 1157(4) DOI:10.1088/1742-6596/1157/4/042046

Yunzal, Jr., A. N., Casinillo, L. F. (2020). Effect of Physics Education Technology (PhET) Simulations: Evidence from STEM Students'

Performance. Journal of Education Research and Evaluation, 4 (3), 221–226. https://doi.org/10.23887/jere.v4i3.27450

Zakaria, A. F., & Lim, S. C. J. (2022). Data Analytics Skill Development for Design Education: A Case Study in Optimal Product-Service Bundle Design. Thinking Skills and Creativity, 46, 101191. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101191

Zhang, L. F. (2004). Field-dependence/independence: cognitive style or perceptual ability? validating against thinking styles and academic achievement. Personality and Individual Differences, 37 (6), 1295–1311. https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.12.015.