جامعة سوهاج
كلية التربية
المجلة التربوية

برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي

إعداد

أ.م.د./ سامية جمال حسين أحمد

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

كلية التربية – جامعة أسوان

تاريخ استلام البحث : ١١ سبتمبر ٢٠٢٤م – تاريخ قبول النشر: ٥ أكتوبر ٢٠٢٤م

المستخلص :

هدف البحث الحالي إلى قياس فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، ولتحقيق ذلك؛ تم استخدام المنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي للمجموعتين (التجريبية والضابطة) على عينة مكونة من (٧٢) طالبة، تم تقسيمها إلى مجموعتين: تجريبية بلغه مجموعها (٣٦) طالبة، درسة وحدة (خواص الموائع الساكنة) المصوغة باستخدام نظرية معالجة المعلومات، والمجموعة الضابطة (٣٦) طالبة، تم تدريسها بالطريقة المعتادة، وأُعدَّ لذلك أدوات البحث المتمثلة في: اختبار الفهم العميق، ومقياسي: التفكير التحليلي، والعبء المعرفي، والتي طُبِّقت على المجموعتين قبليًا وبعديًا خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي (٢٠٢٣ / ٢٠٢٤م)، وقد أسفَرت نتائج البحث عن استخلاص قائمة بأبعاد الفهم العميق، ومهارات التفكير التحليلي، وأبعاد العبء المعرفي، كما أسفرت النتائج عن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين مُتوسطي درجات طلاب مجموعتي البحث في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق، ومقياسي: التفكير التحليلي، والعبء المعرفي، لصالح المجموعة التجريبية، ونسبة الكسب المُعدل لـ"بليك" كانت مقبولة بالنسبة لنمو الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي، وحجم تأثير البرنامج في المتغيرات التابعة جاء مرتفعًا، وفي ضوء النتائج تم تقديم مجموعة من التوصيات والمقترحات.

الكلمات المفتاحية :نظرية معالجة المعلومات؛ الفهم العميق؛ التفكير التحليلي؛ العبء المعرفي.

Abstract:

The current research was to measure the effectiveness of a physics program based on the theory of information processing to develop deep understanding and analytical thinking and reduce cognitive load among second-year secondary school female students. To achieve this; The experimental method with a quasi-experimental design was used for the two groups (experimental and control) on a sample of (72) female students, divided into two groups: an experimental group with a total of (36) female students, studying the unit (Properties of Static Fluids) formulated using the information processing theory, and a control group (36) female students, taught in the usual way, and a deep understanding test was prepared for this, and the two measures: analytical thinking, and cognitive load, which were applied to the two groups before and after during the second semester of the academic year (2023/2024 AD), and the results of the research resulted in extracting a list of dimensions of deep understanding, analytical thinking skills, and dimensions of cognitive load, and the results also showed the existence of statistically significant differences at the level (0.05) between the average scores of the students of the two research groups in the post-application of the deep understanding test, and the two measures: analytical thinking, and cognitive load, in favor of the experimental group, and the adjusted gain rate for "Blake" was acceptable for the growth of deep understanding Analytical thinking and reducing cognitive load, and the size of the program's impact on the dependent variables was high, and in light of the results, a set of recommendations and proposals were presented.

Keywords: Information processing theory; deep understanding; analytical thinking; cognitive load..

مقدمـــة:

يشهد العصر الحالي ثورة علمية وتكنولوجية أدت إلى زيادة المعلومات نتيجة للمتغيرات والتطورات السريعة التي فرضت على عقول المتعلمين عبء معرفيًا؛ نظرًا لمعالجة كميات هائلة من المعلومات، إلا أن هناك حدود معرفية من حيث مقدار المعلومات التي يمكن للمتعلم معالجتها، وعدم قدرته على معالجة هذا الكم من المعلومات، يمكن أن يؤدي إلى زيادة العبء المعرفية عليه، وبالتالي تزيد احتمالية الحد من قدرته على اتخاذ القرارات، وإحداث الارتباك أو الإحباط له.

ويُعد العبء المعرفي مقدار الطاقة العقلية اللازمة لمعالجة المعلومات المقدمة للطالب في وقت معين، ومقدار النشاط العقلي المفروض على الذاكرة العاملة في وقت معين (Sweller, 2003)، أي أنه مقدار الذاكرة العاملة الذي تتطلبه عملية حل المشكلة (Sweller, 1988, P.257)، كما أنه الكم الكلي للجهد العقلي الذي على الذاكرة العاملة القيام به خلال فترة زمنية محددة (الزعبي، ٢٠١٧، ص.١٩٥).

كما أن العبء المعرفي يشير إلى مجموع الأنشطة العقلية المفروضة على الذاكرة العاملة في أثناء عملية التعلم (مهدي، ٢٠١٨، ص. ٧٦)، ويعد ناتج عن درجة صعوبة المادة التعليمية أو المهمة ويتأثر بالكفاءة الذاتية والدافعية ومدى تفاعل الطالب وكفاءة المعلم والوسائل التعليمية الإيضاحية المستخدمة (الزعبي، ٢٠١٧، ص.١٩٥).

ويمثل العبء المعرفية الضغط الذي يوضع على عقول المتعلمين عند تعلم معلومات أو مهارات جديدة، ونظرًا لوجود قيود الذاكرة العاملة، فإنه عند تحميلها بالكثير من البيانات بسرعة كبيرة جدًا، مما يترتب عليه تباطؤ عملية المعالجة، وعدم تخزين المعلومات الأساسية. (Lewis, 2016, p. 877)، ويرى الفيل (٢٠١٥، ص.٩٣) أن العبء المعرفي يُعد إجمالي الطاقة العقلية التي يستهلكها الطالب أثناء معالجة موضوع تعلم أو حل مشكلة ما أو أداء مهمة معينة، وهذه الطاقة العقلية تختلف من موضوع لآخر ومن مهمة لأخرى ومن متعلم لآخر.

وتنقسم مصادر العبء المعرفي إلى ثلاث أنواع، وهي: العب الداخلي (الجوهري) ويتكون نتيجة الطبيعة المعقدة للمعلومات التي يجب معالجتها، ويتحدد هذا العبء بصورة رئيسة بواسطة التفاعل الداخلي لعناصر المعلومات، وبعدد العناصر المعرفية التي يجب الإبقاء عليها بوقت واحد في الذاكرة العاملة (Sweller,Chadler, 1994, p.185)، أي أن هذا التفاعل الداخلي للعناصر يفرض عبئًا معرفيًا جوهريًا أو حقيقيًا عاليًا جدًا؛ مما يؤثر على معالجة الطالب للمعلومات بصرة صحيحة (Sweller, 2005, p.19-30)، والنوع الثامي العبء الشكلي (غير الحقيقي) ويتولد بصورة رئيسة عن طريق

الشكل التدريسي للمادة الدراسية، ويُعد هذا العبء غير ضروري يتسبب بواسطة شكل وتنظيم المادة التعليمية (Kalyuga, et. al, 1998, p. 1-7)، والنوع الثالث العبء وثيق الصلة، ويحدث عندما يقوم الطالب بالاشتراك في العملية المقصودة لمعالجة المعرفة التي تؤدي إلى بناء المخطط المعرفي، وبالتالي فإنه سيزداد بأي شكل من الأشكال ويكون العبء مناسبًا أو متوافقًا إذ أنه يساعد ويدعم بناء المخطط العقلي (Sweller, et. al., 1998, p.296)

ونظرًا لأهمية خفض العبء المعرفي لدى الطلاب، أجريت مجموعة من البُحوث، والدراسات التي استهدفت خفضه لديهم أثناء تعليم وتعلم العلوم، ومنها: دراسة عزالدين (٢٠١٧)، ودراسة مهدى (٢٠١٨)، ودراسة عبدالعزيز (٢٠٢٠)، ودراسة القحطاني، والعطاب (٢٠٢٠)، ودراسة سليمان (٢٠٢٠)، ودراسة السيد (٢٠٢٢)، ولقد توصلت تلك الدراسات إلى أنه يجب خفض جميع أنواع العبء المعرفى باعتباره جهدا زائداً على الذاكرة العاملة، واستخدمت في ذلك مجموعة من الاستراتيجيات والنماذج التدريسية، ومنها: استراتيجية الصف المقلوب، والمنظمات الرسومية، واستراتيجية التساؤل الذاتي، والاستقصاء الشبكي.

وتؤكد سليمان (٢٠٢٠، ص. ١١٩) أن العيش في بيئة تعتمد بشكل رئيس على التكنولوجيا والوسائط الرقمية، تتسم بالوصول إلى كم وفير من المعلومات، مما يتطلب من المتعلم امتلاك مجموعة من مهارات التفكير المتعلقة باكتساب المعلومات واختيارها وتقييمها واستخدامها بشكل مناسب وفعال؛ حيث أنه عندما يعرف كيفية الوصول إلى البيانات، يكون أكثر قدرة على التنقل في محيطها الشائع، وعندما يعرف كيفية تقييم تلك البيانات، يمكنه فهمها، وبالتالي تحويلها إلى معلومات ومن خلال معرفته كيفية الاستخدام الفعال للمعلومات، يمكنه تحويلها إلى معرفة مفيدة.

ويشير بهجات، وأحمد، وأحمد (٢٠١٢) إلى أن التفكير التحليلي يعبر عن القدرة العقلية التي تمكن الفرد من الفحص الدقيق للحقائق والوقائع و الأشياء و الأفكار والحلول والمواقف وتقسيمها إلى مكوناتها الفرعية.(ص.٥٦)، كما أنه لا يمكن لعمليات التفكير الأكثر تعقيدًا منه أن تتم دون ممارسته (عامر، ٢٠٠٧، ص.٥٠)، وهو تفكير يمكن تعلمه وتعليمه عن طريق تطيل عناصر الموقف إلى أجزائه الرئيسة، وفهمها، ووضعها في نسق منتظم والسير في ذلك بطريقة منتظمة (قطامي، ٢٠٠٧، ص.١٥٥).

كما يُعد خطوة أساسية من مراحل التفكير العلمي، وكذلك يهدف إلى إيصال الفرد إلى حالة من الاتزان الذهني؛ ولذلك يكون سلوك الفرد مدفوعا بالهدف (علي، وأبو ناجي، وعبد الحافظ، ٢٠٢٣، ص.١٦٧)، ويعبر عن قدرة الطالب على تحليل تفاصيل المواقف الفيزيائية الى أجزاء دقيقة، أو تفصيلية (Tar man, 2005, p,20)، وكذلك التصور، والتعبير، والتحليل للمشكلات والموضوعات، والقدرة على اتخاذ القرارات؛ لإيجاد الحل المناسب لتلك المشكلات (Jakus, Zubcic, 2014, p. 5).

وتؤكد زكي (٢٠١٨) على أن التفكير التحليلي يعمل على تزويد الطلاب بالأدوات التي يحتاجونها أثناء دراسة العلوم؛ حتى يتمكنوا من التعامل بفاعلية مع أي نوع من المعلومات، وتقييم دقتها، وفحص صحة الإدعاءات التي يتعرضون لها؛ مما يؤثر على فاعلية القرارات التي يتخذونها؛ لمواجهة التحديات والمشاكل التي تواجهه بشكل خلاق (ص.٢٣)، ويرى بهجات، وأحمد، وأحمد (٢٠١٢، ص.٥٨) أن التفكير التحليلي يمكن الطالب من الفحص الدقيق للأفكار والوقائع و الظواهر، وتحليل الأفكار إلى أجزائها الفرعية، وترتيب الأفكار أو الأشياء في مجموعات، وتحديد العلاقات بين الأفكار أو الظواهر أو الأحداث، واستخدام الملاحظات في التوصل إلى أفكار خارج إطار الملاحظة.

ونظرًا لأهمية تنمية التفكير التحليلي لدى الطلاب، أجريت مجموعة من البُحوث والدراسات التي استهدفت تنميته لديهم ، ومنها: دراسة هاني (٢٠١٧)، ودراسة مراد (٢٠١٧)، ودراسة زكي (٢٠١٨)، ودراسة عبدالفتاح (٢٠١٨)، ودراسة الأشقر (٢٠١٨)، ودراسة البدرساوي (٢٠٢٠)، ودراسة عبدالحليم (٢٠٢١)، ودراسة خليل، محمد، ومحمد (٢٠٢١)، ودراسة أبو شامة (٢٠٢٢)، ودراسة مسلم، وغريب (٢٠٢٢)، ودراسة حسانين، ومحمد، وزكي (٢٠٢٢)، ودراسة علي، وأبو ناجي، وعبد الحافظ (٢٠٢٣)، ودراسة سليمان (٢٠٢٣)، ودراسة الصحفي، وبابطين (٢٠٢٤)، ودراسة عبدالقادر، وشعيرة (٢٠٢٤)، واستخدمت تلك الدراسات مجموعة متنوعة من المداخل والاستراتيجيات والنماذج التدريسية، ومنها: الخرائط الذهنية، واستراتيجية جالبين، ونموذج نيدهام البنائي، والمحطات العلمية.

يتضح مما سبق أنه يمكن من خلال التفكير التحليلي تعزيز قدرة الطلاب على إدراك العلاقات التي تربط المشكلة ببعضها، كما يمكنهم من استخدام مهارات الاتصال، والتحليل، والتقييم، وحل المشكلات، واتخاذ القرار، وينمي لديهه قدرة الطلاب على الاستيعاب، والفهم؛ إلا أن الوصول إلى المستوى العميق للفهم يحتاج إلى كيفية تحفيز المتعلمين لطرح الإسئلة وذلك من خلال إعطائهم الحافز المناسب.

ويؤكد طنطاوي (٢٠٠٧) على أن تنمية مهارات التفكير لدى الطلاب، والعمل على تنشيط أذهانهم باستمرار، وتحفيزهم على استخدام عمليات التفكير في إيجاد التفسيرات الصحيحة، واتخاذ القرارات المناسبة للمشكلات التي تواجههم في أثناء دراستهم؛ مما يحسن من عملية تعليم وتعلم الفيزياء، ويُسهم في إكساب الطلاب فهم أعمق لمادة الفيزياء.

ويُعد الفهم العميق عبارة عن فهم ناقد الأفكار والحقائق والظواهر الفيزيائية، ووضعها في البناء المعرفي القائم، ووعمل ترابطات متعددة بين هذه الأفكار والعلاقات، وبحيث يبحث فيها المتعلم عن المعني، ويركز على الحجج والبراهين الأساسية (عبد المحسن، ٢٠١٦، ص.١٧٨–١٧٩)، وتؤكد نصحي (٢٠١٨،

ص.١٩٦) أن قدرة الطالب على الفهم العميق تتمثل في قدرته على تطبيق ما تعلمه في مواقف جديدة وكيفية التواصل بفاعلية مع الآخرين لانجاز المهام هذا بالإضافة إلى القدرات الفوق معرفية وما يحدث داخل الشخص مثل تعلم كيف يتعلم وقدرة المتعلم على مواصلة واستمرار التعلم.

ويرى جابر (٢٠٠٣) أن الفهم العميق يتضمن استبصارات وقدرات تنعكس في أداءات وسياقات مختلفة، ومن ثم يتطلب شاهداً ودليلاً لا يمكن تحقيقه واكتسابه من الاختبارات التقليدية، بالإضافة إلى شرح وتفسير المعرفة العلمية، وتطبيقها في مواقف جديدة، والقدرة على سماع ونقد وجهات النظر المتعددة، والتعاطف، ومعرفة الذات (ص.٣٨٥).

ونظرًا لأهمية تنمية الفهم العميق لدى الطلاب، أجريت مجموعة من البحوث والدراسات التي استهدفت تنميته لديهم، ومنها: إدريس (٢٠٢٣)، ودراسة الاغا (٢٠٢٣)، ودراسة جاد، رضا، والسيد (٢٠٢٣)، ودراسة حجاج (٢٠٢٣)، ودراسة خنجر، وصبري (٢٠٢٣)، ودراسة السعداوي (٢٠٢٣)، ودراسة الشهري، والمطرفي (٢٠٢٣)، ودراسة علي (٢٠٢٣)، ودراسة هلال، ومحمد، وزكي (٢٠٢٣)، ودراسة الزهراني، والعمودي (٢٠٢٤)، ودراسة الشيخ، والجمال، ومصطفى (٢٠٢٤)، ودراسة عبدالرؤف، وغلوش، ويوسف (٢٠٢٤)، ودراسة الميموي، والطاهر (٢٠٢٤)، ودراسة عبدالرؤف، وغلوش، ويوسف (٢٠٢٤) ووظفت تلك الدراسات مجموعة متنوعة من المداخل والاستراتيجيات والنماذج التدريسية في تدريس العلوم، ومنها: النظرية التواصلية، ونموذج التعلم ثنائي الموقف، والتدريس المتمايز، واستراتيجية (REACT)، استراتيجية الرؤوس المرقمة، والتعلم السريع ، واستراتيجية الأركان الأربعة، ونموذج الاستقصاء القائم على الجدل، ونمط الفصول المعكوسة، ونموذج الاستقصاء التقدمي، والأنشطة المتدرجة، ونموذج (SAMR).

وفي ضوء ما سبق يتضح أن الفهم العميق يحدث عندما ينغمس الطلاب في تفسيرات متعمقة حول موضوع الفيزياء، تتطلب منهم طرح التساؤلات، ومراجعة المعرفة، وبناء الأفكار، واستدعاء المعرفة السابقة في أثناء أدائهم لمهام حقيقة، وما يتبعها من عمليات تفاعلية بين المعلم وطلابه، وما يوفره لهم من تجاوز المعرفة السطحية للتعلم إلى مستوى تفكير الطالب بشكل متكامل ومتعددة الأبعاد قائمة على البحث والتقصي والاستكشافات العلمية للتوصل إلى معني الأفكار الفيزيائية من خلال معالجتها بتنظيم المعلومات واستقبالها وتخزينها داخل البنية المعرفية، بشكل يسمح لإحداث تكامل أو ترابط بين مكوّناتها؛ حتى يسهل استدعاؤها واستخدامها بشكل أمثل عند مواجهة المواقف المختلفة.

وتعد نظرية معالجة المعلومات، إحدى النظريات المعرفية المهمة التي اهتمت بعمليتي التعليم والتعلم، وفيها يتم النظر إلى الطالب على أنه إيجابي نشط يبادر، ويخطط، ويتخذ القرارات، ويحلُّ المشكلات، ويربط بين المعلومات الجديدة وما تم تعلمه سابقًا (عبد الحفيظ، ٢٠١٩، ص.١٠)، ولقد اتفقت النماذج

المنبثقة من النظرية على ضرورة النظر إلى عمليات التشفير بالذاكرة، باعتبارها عمليات أساسية لكل من الإدراك والفهم؛ ومنها: كنموذج بوسنر (Posner)، ونموذج أتكنسون وشيفرين (,Atkinson) Baddeley، ونموذج بادلي (Sternberg)، ونموذج ستر بيرج (Shiffrin)، وعلى الرغم من تميز كل نموذج عن الآخر، إلا إنها اتفقت في مجملها على عمليات معالجة المعلومات، التي تتوسط المثير والاستجابة، بالإضافة لتقسيم الذاكرة إلى: حسية، وقصيرة المدى، وطويلة المدى (أبو العينين، ٢٠١٥، ص.٧٦–٨١).

وتُعد نظرية معالجة المعلومات مدخل للنمو المعرفي يوضح الطريقة التي يعالج بها الطلاب المعلومات التي يتلقونها، وهي تناقض النظرية السلوكية التي ترى أن الطالب يستجيب ببساطة للمنبهات، وتقترح أن المعلومات تعالج على مراحل، مثل الطريقة التي يعالج بها الحاسب البيانات؛ حيث تدخل المعلومات إلى المخ من خلال الحواس، وبعد ذلك تعالج في الذاكرة العاملة؛ حيث تخزن وتستدعى من مناطق محددة من الذاكرة طويلة المدى، ويمكن أن تؤدي هذه المعلومات المُسترجعة إلى استجابة للمُخرجات (,Orey) 2002.

وانطلاقًا من أهمية توظيف نظرية معالجة المعلومات في عمليتي التعليم والتعلم، فقد حظيت باهتمام كبير في مجال التدريس من خلال إعداد برامج مُقترحة أو استخدام نماذج وطرق واستراتيجيات تدريسية حديثة، ولا يوجد في مجال تعليم وتعلم العلوم –على حد علم الباحثة– سوى دراستي: خواجي، وآل كاسي (٢٠٢١)، ودراسة مهدى (٢٠١٨) وكانت في مجال تدريس الكيمياء، كما يوجد مجموعة من الدراسات في المواد الدراسية الأخرى، ومنها: دراسة هلالي (٢٠١٨)، ودراسة الشهري، وآل حسن (٢٠٢٠)، ودراسة عبدالباقي (٢٠٢٢)، ودراسة حسين، والحياني (٢٠٢٣)، ودراسة البطوش، والعدوان (٢٠٢٣)، ودراسة عبدالرؤف، والسيد، والشيخ (٢٠٢٤)، وسعت تلك الدراسات لتنمية مجموعة متنوعة من المتغيرات، منها: عمق المعرفة، وتحسين اللياقة الذهنية، وتنمية مهارات الكتابة الوظيفية والإبداعية، وتنمية مهارات التواصل، والشفهي وخفض قلق التحدث، ومهارة بناء خوارزميات نظم التدريس الذكية، ومهارات التدريس الاستراتيجي، وأبعاد الفهم العميق والوعي القرائي.

يتضح مما سبق اهتمام نظرية معالجة المعلومات بكيفية اكتساب الطالب للمعلومات، وتخزينها واسترجاعها بحيث تمكنه من التعرف على جوانب القوة والضعف في عملياته العقلية، والعمل على تقويمها، كما أن فهم المعلم لعملية معالجة المعلومات يساعده في إعداد وتهيئة البيئة المناسبة، التي تسهل عليه توجيه اهتمام وانتباه طلابه.

وبمُراجعة تلك البُحوث والدراسات السابقة التي استخدمت نظرية معالجة المعلومات في تدريس العلوم عامة، وبخاصة الفيزياء، فلم تجد الباحثة – في حدود علمها– أي دراسة استهدفت تنمية تلك المتغيرات في

مجال تدريس الفيزياء باستخدامها، لذا تولدت لديها قناعة بأهمية بناء برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات وقياس فاعليته في تنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

مشكلة البحث:

يمثل العبء المعرفي أحد أهم المشكلات المعرفية التي تهدد النظام التعليمي السائد في المدارس والجامعات على المستويين العربي والعالمي، كما يُعد مصدرًا للضغط الذي يوضع على عقول المتعلمين عند تعلم معلومات أو مهارات جديدة (غنايم، ٢٠٢١، ص.١٠٩)، ويُعد زيادة العبء المعرفي مع مقدار المعلومات المطلوب معالجتها، ليست مشكلة جديدة ولكنها بالتأكيد تتفاقم مع ظهور الحوسبة والإنترنت، ومع هذا الانفجار في مصادر المعرفة، يصبح الحصول على المعلومات المناسبة أكثر أهمية من توفرها، ويؤكد حسن (٢٠١٦، ص.٤٩٩) على أن العبء المعرفية يُؤثر سلبًا في العمليات العقلية المختلفة، ويمكن تقليل مستواه من خلال إيجاد طرق واستراتيجيات فعالة لعرض المعلومات لعرض المعلومات، ويرى رمضان، والدرس (٢٠١٦، ص.٣٥) أنه يمكن خفض العبء المعرفية عن طريق جعل الطلاب أكثر إيجابية وتعزيز ثقتهم بأنفسهم وزيادة دافعيتهم، بما ينعكس على أدائهم ودافعيتهم للعمل الأكاديمي، وذلك من خلال استخدام طرق واستراتيجيات ونظريات تدريسية تعمل على خفضه.

ولقد لاحظت الباحثة من خلال إشرافها على مجموعات التربية العملية بالمدارس الثانوية عدم قدرة معظم الطلاب على على الاحتفاظ ومعالجة معظم جوانب التعلم المتضمنة في المحتوى التدريس لمادة الفيزياء؛ كما لاحظت أن المعلمين يعتمدون على أنماط التعليم التقليدية؛ حيث يتولون الدور الرئيس في عملية التعلم، وأن أجاب فإنهم لا يعطونه وقت كافي لكي يفكر وعدم إعطاء فرصة كافية للإجابة؛ مما يعني تعطيل الذاكرة العاملة لكي تقوم بوظائفها، وللتأكد من مستوى العبء المعرفي لديهن قامت الباحثة بإجراء دراسة استكشافية علي (٩٠) طالبة بمجموعة من المدارس بمحافظة أسوان، طبقت فيها مقياسًا مبدئيًا للعبء المعرفي [1*] تضمن (١٢) مفردة، بواقع أربع مفردات لكل بعد، وجاءت النتائج ارتفاع مستوى العبء المعرفي لديهن؛ حيث بلغت النسبة المُئوية لدرجات الطالبات الحاصلون على أعلى من نصف الدرجة (٧٧٪)، والنسبة المُئوية لدرجات الطالبات الحاصلون على أقل من نصف الدرجة (١٣٪)، ويُؤكد ويؤكد نتائج الدراسة الاستكشافية عديد من الدراسات السابقة مثل: دراسة عبدالعزيز (٢٠٢٠)، ودراسة القحطاني، والعطاب (٢٠٢٠)، ودراسة سليمان (٢٠٢٠)، ودراسة السيد (٢٠٢٢) التي أكدت على ارتفاع مستوى العبء المعرفي، وأرجعته إلى تقديم كم كبير من المحتوى للطلاب،

[1*]) ملحق رقم (١) مقياسًا العبء المعرفي (الدراسة الاستكشافية).

وعدم اشراكهم في الحصول على المعلومات، ووجود معلومات كثيرة دخيلة ليس لها صلة بالموضوع، بالإضافة عدم تنويع طرق واستراتيجيات التدريس المستخدمة أثناء تدريس الفيزياء.

كما أن الباحثة من خلال ملاحظتها لطلاب المرحلة الثانوية وجدت أن الطلاب غير قادرين على اختيار الأدوات والإجراءات الملائمة التي ترشد وتساعد في عملية جمع المعلومات الفيزيائية، وعدم القدرة على تحديد أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين بعض الموضوعات، أو الأفكار، أو الظواهر الفيزيائية، وعلاقتها ببعضها البعض.

ويُعد مهارات التفكير التحليلي لدى المتعلمين من أهم أهداف تدريس العلوم؛ وذلك لما لمناهج العلوم من دور بالغ الأهمية في تنشيط ذهن المتعلم وقدراته العقلية المختلفة واستثارة تفكيره (جودة، وإبراهيم، ٢٠١١، ص.٣٦؛ وعلي، وأبو ناجي، وعبد الحافظ، ٢٠٢٣، ص.١٦٧).

وللتأكد من ذلك أجرت الباحثة دراسة استكشافية طبقت فيها مقياسًا مبدئيًا للتفكير التحليلي[2*] تضمن (١٦) عبارة بواقع أربع عبارات لكل بعد من أبعاد التفكير التحليلي علي نفس المجموعة، وجاءت النتائج لتُؤكد ضعف مستوي التفكير التحليلي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؛ حيث بلغت النسبة المُئوية لدرجات الطالبات الحاصلون على أعلى من نصف الدرجة (١٧٪)، والنسبة المُئوية لدرجات الطالبات الحاصلون على أقل من نصف الدرجة (٨٣٪)، ويُؤكد ذلك دراسة ودراسة الأشقر (٢٠١٨)، ودراسة خليل، محمد، ومحمد (٢٠٢١)، ودراسة حسانين، ومحمد، وزكي (٢٠٢٢)، ودراسة علي، وأبو ناجي، وعبد الحافظ (٢٠٢٣)، ودراسة سليمان (٢٠٢٣)، ودراسة عبدالقادر، وشعيرة (٢٠٢٤) التي أشارت إلى ضعف مستوي التفكير التحليلي لدى الطلاب، وقد يُعزي ذلك إلى عدم استخدام طرق وأساليب واستراتيجيات تدريسية تُسهم بفاعلية في تنمية التفكير التحليلي لديهم.

ومن ناحية أخرى تُؤكد نصحي (٢٠١٨) على أن الفهم العميق على أن الفهم العميق هدف أساسي من أهداف تدريس الفيزياء، حيث أن دراستها تتطلب تنمية قدرات الطلاب على توليد المعارف والمفاهيم الفيزيائية بشكل مستقل بالاعتماد على أنفسهم فى التجريب والاستقصاء وحل المشكلات وتقديم حجج منطقية للظواهر والتطبيقات المرتبطة بهذه المفاهيم (ص.٢٠٩).

وبالنظر لواقع تدريس الفيزياء في المرحلة الثانوية نجد أنه لا يزال يركز على المعرفة لذاتها التى يكتسبها الطلاب دون النظر إلى كيفية معالجتها وتنظيمها داخل بنيته المعرفية من خلال السياق، وبالتالي ضعف قدرته على تفسير الظواهر الفيزيائية، وتطبيق ما يتعلموه في مواقف حياتية؛ بهدف إنتاج المعرفة

[2*]) ملحق رقم (٢) مقياس التفكير التحليلي (الدراسة الاستكشافية).

وتطبيقها (قنديل، الحبشي، وسلامة، ٢٠٢٤؛ وعلى، ٢٠٢٤، وهاني، مرفت، والجمال، والغنام، ٢٠٢٣؛ وأبو غنيمة، ٢٠٢٣).

وللتأكد من ذلك أجرت الباحثة دراسة استكشافية طبقت فيها اختبارًا مبدئيًا للفهم العميق[3*] تضمن (٢١) سؤالًا علي نفس المجموعة، بواقع ثلاث عبارات لكل بعد من أبعاد الفهم العميق علي نفس المجموعة، وجاءت النتائج لُتؤكد ضعف مستوي الفهم العميق لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؛ حيث بلغت النسبة المُئوية لدرجات الطالبات الحاصلون على أعلى من نصف الدرجة (١٧٪), والنسبة المُئوية لدرجات الطالبات الحاصلون على أقل من نصف الدرجة (٨٣٪)، ويُؤكد ذلك دراسة عبدالحسن (٢٠١٦)، ودراسة القرنى، وعمر (٢٠١٧)، ودراسة شومان، وعبدالسلام، وقرني (٢٠١٨)، ودراسة عبدالرؤف، والنسور، والسيد (٢٠٢١)، ودراسة هلال، ومحمد، وزكي (٢٠٢٣)، ودراسة على (٢٠٢٤)، ودراسة التي اكدت على إلى ضعف مستوي التفكير التحليلي لدى الطالبات أثناء دراسة الفيزياء؛ وقد يُعزي ذلك إلى عدم استخدام طرق وأساليب واستراتيجيات تدريسية تُسهم بفاعلية في تنمية التفكير التحليلي لديهن، حيث أن تدريس الفيزياء لازال حتى الآن يركز على جمع المعلومات دون الوصول للفهم العميق الذي يشمل تفسير البيانات وتطبيقها، ومن ثم التنبؤ فى ضوئها بما سيحدث في المواقف الحياتية المختلفة.

وتحددت مشكلة البحث الحالي في وجود ضعف مستوى الفهم العميق والتفكير التحليلي وارتفاع العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، ويمكن التغلب على هذه المشكلة من خلال بناء برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات، وتقصي فاعليته في تنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

[3*]) ملحق رقم (٣) اختبار الفهم العميق (الدراسة الاستكشافية).

أسئلة البحث:

تحددت أسئلة البحث الحالي في التالي:

١. ما الأسس التي يقوم عليها برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟
٢. ما صورة برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات على تنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟
٣. ما فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات على تنمية الفهم العميق لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟
٤. ما فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات على تنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟
٥. ما فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات على خفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلي قياس فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات في:

١. تنمية الفهم العميق لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.
٢. تنمية التفكير التحليلي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.
٣. خفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

فروض البحث:

سعى البحث الحالي إلي اختبار صحة الفروض التالية:

١. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لاختبار نمو الفهم العميق، وأبعاده.
٢. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لمقياس التفكير التحليلي المعرفي وأبعاده.
٣. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠,٠٥) بين متوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لمقياس العبء المعرفي وأبعاده.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث الحالي فيما يلي:

١. الأهمية النظرية: قدم البحث الحالي دراسة نظرية حول نظرية معالجة المعلومات، والفهم العميق والتفكير التحليلي والعبء المعرفي.

٢. الأهمية التطبيقية: وتتمثل في التالي:

- مُخططي مناهج برامج تعليم الفيزياء وتعلمه: يقدم نموذجًا إجرائيًا لتخطيط المناهج الدراسية بوجه عام ومناهج الفيزياء بوجه خاص باستخدام نظرية معالجة المعلومات؛ الأمر االتي يثري المواقف التعليمية ويُزيد من مُشاركة المُتعلمين الفاعلة في العملية التعليمية.
- مُنفذي برامج تعليم الفيزياء وتعلمه من مُعلمين ومُوجهين: يُزود مُوجهي الفيزياء ومُعلميه بالمرحلة الثانوية بمهارات تخطيط وتنفيذ دروسهم (كتاب الطالبة – دليل المُعلمة) بطريقة تُساعدهم على توظيف برنامج قائم على نظرية معالجة المعلومات على في تدريس الفيزياء؛ الأمر الذي قد يُسهم في تنمية تنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، وكذلك يقدم أدوات تقويم: اختبار (الفهم العميق)، ومقياسي: (التفكير التحليلي – العبء المعرفي)؛ يمكن الإفادة منها في تقويم بعض نواتج العملية التعليمية في مجال تعليم وتعلم الفيزياء.
- طالبات الصف الأول الثانوي المُستفيداين: يُقدم كتاب للطالبات لكيفية استخدام برنامج قائم على نظرية معالجة المعلومات على في تدريس الفيزياء؛ الأمر الذي قد يُساعد على دراسة مادة الفيزياء بطريقة محببة لديهم؛ مما يُثري المواقف التعليمية التعلُمية، ويُزيد من مُشاركتهم النشطة داخل غرفة الصف؛ مما يُنمي لديهم الفهم العميق والتفكير التحليلي ويعمل على خفض العبء المعرفي.
- ميدان البحث في تدريس الفيزياء: يُسهم البحث الحالي في فتح المجال لاجراء دراسات مُشابهة في تدريس الفيزياء في المراحل الدراسية المُختلفة التي تهدف إلى بناء برنامج قائم على نظرية معالجة المعلومات على في تدريس الفيزياء؛ لتنمية مُتغيرات تابعة أخرى.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالية علي الحدود التالية :

١. بناء برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.
٢. إعادة صياغة إحدى وحدات البرنامج، وهي: وحدة (خواص الموائع الساكنة) من كتاب الفيزياء المقرر علي طالبات الصف الثاني الثانوي خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٣ / ٢٠٢٤م؛ وذلك لمناسبة طبيعة هذه الوحدة لنظرية معالجة المعلومات، ولاحتوائها علي عديد من المعلومات والحقائق والظواهر الفيزيائية التي تتطلب من الطالبات مستوى عال من المعالجة للمعلومات الواردة بها.
٣. اقتصرت مجموعة البحث على مجموعة من طالبات الصف الثاني الثانوي من دراو الثانوية بنات بمحافظة أسوان؛ إذ تتسم هذه المرحلة بنشاط الطالبات وزيبادة النمو العقلي لديهن، والرغبة في التعلم وتقصي الحقائق واكتشاف الجديد
٤. اقتصر الفهم العميق، على الأبعاد التالية: التفكير التوليدي (وضع الفروض) – التفكير التوليدي (التنبؤ) – التفكير التوليدي (الطلاقة) – التفكير التوليدي (المرونة) – اتخاذ القرار – التفسيرات – طرح الأسئلة؛ لأنها تتناسب مع طبيعة البحث الحالي، وطبيعة مجموعة البحث؛ طبقًا لأراء السادة المحكمين.
٥. اقتصر التفكير التحليلي، على الأبعاد التالية: (المقارنة– التصنيف – علاقة الجزء بالكل – التسلسل) ؛ لأنها تتناسب مع طبيعة البحث الحالي، وطبيعة مجموعة البحث؛ طبقًا لأراء السادة المحكمين.
٦. اقتصر خفض العبء المعرفي، على الأبعاد التالية: (العبء المعرفي الجوهري – العبء المعرفي الدخيل – العبء المعرفي وثيق الصلة)؛ لأن العب المعرفي إما أن يكون بسبب تعقد المواد التعليمية، أو بسبب كثرة المعلومات غير ذات الصلة بموضوع التعلم أو بسبب التصميم التعليمي السيء، أو بسبب استثارة الجهد العقلي المبذول من قبل المتعلم في بناء البني المعرفية والتشغيل التلقائي لها.
٧. تطبيق البحث خلال الفترة الزمنية من يوم الأحد المُوافق ١١ فبراير ٢٠٢٤م إلى يوم الإثنين المُوافق ١٥ أبريل ٢٠٢٤م، حولي تسعة أسابيع دراسية.

مواد البحث وأدواته :

تم إعداد مواد البحث وأدواته التالية:

- مواد البحث:

١. برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات. (إعداد الباحثة).
٢. كتاب الطالبة؛ لدراسة وحدة (خواص الموائع الساكنة). (إعداد الباحثة).
٣. كراسة أنشطة الطالبة؛ لدراسة وحدة (خواص الموائع الساكنة). (إعداد الباحثة).
٤. دليل المُعلمة؛ لتدريس دروس وحدة (خواص الموائع الساكنة). (إعداد الباحثة).

- أدوات البحث:

١. اختبار الفهم العميق في وحدة (خواص الموائع الساكنة). (إعداد الباحثة).
٢. مقياس التفكير التحليلي. (إعداد الباحثة).
٣. مقياس العبء المعرفي. (إعداد الباحثة).

منهج البحث:

استخدم البحث الحالي المنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي للمجموعتين (التجريبية والضابطة)، مع قياس قبلي بعدي لأدوات البحث، حيث تدرس المجموعة التجريبية وحدة (خواص الموائع الساكنة) من كتاب الفيزياء المُقرر علي طالبات الصف الثاني الثانوي المصوغة باستخدام نظرية معالجة المعلومات، في حين تدرس المجموعة الضابطة الوحدة نفسها بالطريقة المعتادة.

مصطلحات البحث:(*4)

١. برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات: تُعرف إجرائيًا بأنها: "تتابع تعليمي يتضمن مجموعة من الأهداف واستراتيجية التدريس والوسائل والأنشطة التعليمية وأساليب التقويم لمجموعة من الخبرات التعليمية التي تم بناؤها وفقًا لنظرية معالجة المعلومات، ويتم تدريسها لطالبات الصف الثاني الثانوي؛ بحيث يتضمن سلسلة من العمليات المعرفية تشمل على تنظيم المعلومات، وتشفيرها، وتحليلها، وتخزينها، واستدعائها من الذاكرة؛ لإنتاج السلوك المناسب، بغرض تنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لديهن".
٢. الفهم العميق: تُعرف إجرائيًا بأنها: قدرة طالبات الصف الثاني الثانوي على الفحص الناقد للأفكار والحقائق والظواهر الفيزيائية أثناء دراستهم للبرنامج في القائم على نظرية معالجة المعلومات، بحيث

[4]*)) تناولت الباحثة التعريفات المختلفة لمصطلحات البحث تفصيلًا أثناء عرض الإطار النظري في أصل الدراسة الحالية.

يتمكن من التفكير التوليدي بما يتضمنه من: "وضع الفروض، والتنبؤ، والطلاقة، والمرونة"، والتفسير، وطرح الأسئلة، واتخاذ القرار، ويقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في اختبار الفهم العميق الذي أُعد لهذا الغرض.

٣. التفكير التحليلي: تُعرف إجرائيًا بأنها: قدرة طالبات الصف الثاني الثانوي على فحص المعلومات التي أمامها، وتجزئتها، وإجراء مجموعة من العمليات، وهي: المقارنة، والتصنيف، وعلاقة الجزء بالكل، والتسلسل، أثناء دراستهن للبرنامج في القائم على نظرية معالجة المعلومات، وتقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في مقياس التفكير التحليلي المُعد لهذا الغرض.

٤. العبء المعرفي: تُعرف إجرائيًا بأنها: الجهد الواقع على الذاكرة العاملة لطالبات الصف الثاني الثانوي عند أداء مهمة معينة أثناء دراستهن للبرنامج في القائم على نظرية معالجة المعلومات بسبب صعوبة مادة الفيزياء أو عدم امتلاكهن المعارف السابقة المناسبة عن المهمة، ويقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في مقياس العبء المعرفي المُعد لهذا الغرض.

الإطار النظري البحث:(*5)

أولاً- نظرية معالجة المعلومات وعلاقتها بتعليم وتعلم الفيزياء:

بدأ الاهتمام بنظرية معالجة المعلومات منذ أربعينيات القرن العشرين عندما حاول العلماء فهم كيفية عمل العمليات المعرفية من ترميز وتخزين واسترجاع (سيد، ٢٠١٦، ص.٩١)، ويمكن القول أنه في عام ١٩٥٦، طور عالم النفس الأمريكي جورج ميلر نظرية معالجة المعلومات واعتقد أن العقل يتلقى المنبهات والمدخلات، ويعالجها، ويخزنها، ويحددها، ثم يستجيب لها وذكر أيضًا أن العقل البشري يمكنه الاحتفاظ بـ ٥–٩ أجزاء فقط من المعلومات في كل مرة (Miller, ١٩٥٦)، يتضح مما سبق أن نظرية معالجة المعلومات تعد إحدى النظريات المشتقة من الاتجاه المعرفى الذي أن المتعلمون مختلفون فى مستوى نشاط وآليات أعمالهم الذهنية المُستخدمة فى المواقف المختلفة أو فى معالجة الخبرة، من خلال النظر الى العقل البشرى على أنه حاسب آلي من حيث وجود مدخلات وعمليات ومخرجات.

وتعرف نظرية معالجة المعلومات بأنها: "نظرية معرفية تركز على تشفير المعلومات في الذاكرة، وتصف النظرية كيف يقوم الدماغ بتصفية المعلومات، من المعلومات التي ننتبه إليها، وإلى ما يتم تخزينه في الذاكرة قصيرة المدى أو العاملة وفي النهاية إلى الذاكرة طويلة المدى" Lawless, ٢٠١٩))، وعرفتها الشلوي (٢٠٢١) بأنها: "سلسلة من العمليات المعرفية من تنظيم المعلومات، وتشفيرها، وتحليلها، وتخزينها، واستدعائها من الذاكرة؛ لإنتاج السلوك المناسب" (ص.٩٠)، كما عرفتها عبدالباقي (٢٠٢٢)

*5)) تناولت الباحثة الإطار النظري تفصيلًا أثناء عرض الإطار النظري في أصل الدراسة الحالية.

بأنها: "نظرية معرفية، تركز على كيفية تشفير المعلومات في الذاكرة، فتصف كيفية قيام الدماغ بتصفية المعلومات وتخزينها في الذاكرة القصيرة أو العاملة، ثم إلى الذاكرة طويلة الأمد؛ حيث تبدأ معالجة البيانات باستقبال المحفز الخارجي، باستخدام الأعضاء الحسية، ثم تفسير هذه المحفزات وتخزينها، وبهذا يمكن استرجاع هذه المعلومات، واستخدامها عند الحاجة إليها" (ص.٢١١).

يتضح مما سبق أن نظرية معالجة المعلومات نظرية معرفية تركز على تشفير المعلومات في الذاكرة من خلال الخطوات أو المراحل التى يقوم بها المتعلم عند معالجته للمعلومات الفيزيائية، وتتمثل هذه الخطوات فى استقباله للمعلومات ثم تشفيرها وتخزينها فى الذاكرة ثم استدعائها عند الحاجة إليها، ودمجها فى بنيته المعرفية، واستخدامها فى الحياة اليومية.

وتوجد ثلاثة مكونات لمعالجة المعلومات، هي: (Slavin؛Shaffer,2003 , ٢٠٠٣؛ وتيرنر، ومارزانوا، ٢٠١٧؛ وبدر، ٢٠١٩؛ والسباب، ٢٠٢١)

- الذاكرة الحسية: تعد أول المراحل فى نظام معالجة المعلومات، حيث يقوم المتعلم باستقبال المثيرات الحسية من خلال الحواس؛ حيث توجد ذاكرة منفصلة لكل حاسة من الحواس الخمس، كما أنه بالرغم من الحجم الكبير للمعلومات التي تخزن فيها؛ إلا أن وقت تخزينها للمعلومات يتراوح بين (١ : ٤) ثانية، وفي حالة عدم تنشيط وتركيز الانتباه تفقد المعلومات بشكل كبير ويحل محلها معلومات حسية جديدة، وبحكم الانتباه والتركيز تصل بعض المثيرات الى الذاكرة الحسية، ومهمتها نقل صورة العالم الخارجى من خلال الحواس، ولا تقوم تلك الذاكرة بأي عملية معرفية للمعلومات بل يتم ذلك من خلال الذاكرة قصيرة المدى.
- الذاكرة قصيرة المدى: وتشير إلى عملية استقبال المثيرات الحسية من الذاكرة الحسية من خلال العمليات المعرفية، مثل: التعرف، والتنظيم، والتحليل، والتفسير، والتفكير؛ حيث أنه عندما ينتبه المتعلم للمثير الحسى ينتقل الى الذاكرة قصيرة المدى؛ لذا تسمى بالذاكرة العاملة، وهى محدودة السعة والزمن، ويمكن زيادة سعتها التخزينة من خلال التدريب والمران والتسميع والترميز؛ بحيث تصبح المعلومات فى قالب يسمح بتخزينها فى الذاكرة طويلة المدى.
- الذاكرة طويلة المدى: تنتقل المعلومات من الذاكرة قصيرة المدى الى الذاكرة طويلة المدى إذا قام المتعلم بإجراءات معينة، مثل: تنظيم المعلومات وتوضيح المعارف والمفاهيم وما بينها من علاقات، والتفسير وربط المعلومات ببعضها البعض والاستنتاج، والمقارنة والتصنيف وغير ذلك من العمليات، وتتسم الذاكرة طويلة المدى بالسعة غير المحدودة، وتمد الذاكرة العاملة بالمعلومات عند الحاجة لإتمام عمليات الترميز والتفكير وحل المشكلات عند التعامل مع المثيرات الحسية ، وهناك أساليب تحسن

من اداء هذه الذاكرة، كذيادة مدى الانتباه، وتوضيح الهدف من التعليم، تقليل المشتتات، وتوفير المعنى والتنظيم فى الخبرات المقدمة، ونمذجة مساعدات التذكر المتعددة.

وتتمثل مراحل معالجة المعلومات في التالي:

- استقبال المعلومات وتجهيزها: وفيها تمر المعلومات بعملية المسجلات الحسية وتكون هذه المعلومات في صيغة من الإدراك الخام، وتتم عملية استقبال المعلومات في فترة زمنية تتراوح ما بين (٠,٥ إلى ١) ثانية تتحول فيها بعض المعلومات التي تتكون لدى الطالبات إلى الذاكرة قصيرة المدى، وتتوقف درجة الاستفادة من هذه المعلومات على كمية المعلومات الفيزيائية التي تم تحويلها إلى الذاكرة قصيرة المدى.
- سرعة تجهيز المعلومات ومعالجتها: حيث تستغرق عملية قيا الطالبات بتجهيز المعلومات ومعالجتها وقت أطول.
- الانتباه الانتقائي: ويقصد به قدرة الطالبات على استبعاد المعلومات غير المتعلقة بالموضوع الفيزيائية، والابقاء على المعلومات المتعلقة.
- الترميز: وتتم هذه العملية بعد قيام الطالبات بتسجيل المعلومات الفيزيائية عن طريق المسجلات الحسية في الذاكرة قصيرة المدى، وإلى الذاكرة طويلة المدى، حيث تخضع تلك المعلومات خلال انتقائها إلى عملية الترميز؛ بحيث يتم إعطاء معاني ذات مدلول معين للمدخلات الحسية في الذاكرة.
- التخزين: وفي هذه العملية تقوم الطالبات بعملية الاحتفاظ بالمعلومات في الذاكرة، ويختلف ذلك باختلاف خصائص الذاكرة، ومستوى تنشيط المعلومات الفيزيائية لديهم.
- الاسترجاع أو التذكر: ويقصد بتلك العملية قيام الطالبات باستدعاء المعلومات الفيزيائية والخبرات السابقة التي تم اكتسابها التي تم ترميزها وتخزينها في الذاكرة الدائمة.

يتضح مما سبق أن مراحل معالجة المعلومات الفيزيائية تتلخص في القيام بعملية الاستقبال (Receiving) ومن خلالها تتسلم الطالبات المنبهات الحسية المرتبطة بالعالم الخارجي من خلال حواسهن الخمسة، ثم عملية الترميز (Encoding)؛ حيث تقوم الطالبات بإعطاء معاني ذات مدلول معين للمدخلات الحسية في ذاكرتهن، ثم عملية التخزين (Storage)؛ حيث يتم الاحتفاظ بالمعلومات الفيزيائية في ذاكرة الطالبات، ثم عملية الاسترجاع (Retrieval)؛ حيث تقوم الطالبات باستدعاء المعلومات والخبرات السابقة التي تم ترميزها وتخزينها في الذاكرة الدائمة؛ لتوظيفها في المواقف الحياتية اليومية.

ثانيًا- الفهم العميق وعلاقته بتعليم وتعلم الفيزياء:

يعد التدريس من أجل الفهم العميق من أهم أهداف تعلم العلوم التي ينبغي تحقيقها لدى جميع المتعلمين ومن أهم نواتج التعلم المنصوص عليها ضمن المعايير العالمية للتعلم (المصري، ٢٠٢٠، ص.٥٢)؛ كما أن أبعد الفهم العميق من المهام الاساسية في تدريس الفيزياء؛ حيث يركز على فهم الطالبات للمادة العلمية وتطبيقها في حياتهم اليومية، وحتى يتمكن من الوصول للفهم العميق ينبغي اشاكهن في بناء وصنع المعاني للوصول للتعلم ذو المعنى واعطائهن الفرصة لبناء تراكيب معرفية في اذهانهم، وتقريب المعان لأذهانهن من خلال ممارسة الأنشطة المتنوعة الحسية والعقلية، وتطوير معرفتهن، ومسادعتهن على إقامة علاقات اجتماعية سليمة، وإثارة تفكيرهن (هلال، ومحمد، وزكي، ٢٠٢٣، ص.١٢٧–١٢٨)؛ حيث تؤكد معايير العلوم الجيل القادم (NGSS٢٠١٣,) على أهمية التعلم العميق للمفاهيم الفيزيائية وتطبيقها في مواقف جديدة أفضل من تعلم مدى واسع من الحقائق المفككة؛ وتعرفه ويعرفه القرني، وعمر (٢٠١٧) بأنه: "مجموعة من القدرات المترابطة التي يُنميها ويُعمقها الطلاب عن طريق التأمل والمناقشة باستخدام الأفكار" (ص.١٣١)، كما تعرفه نصحي، شيري (٢٠١٨) بأنه: "الفحص الناقد لألفكار، ويتمثل في قدرة الطالب على تفسير الحقائق وتطبيقها في مواقف جديدة، والتنبؤ في ضوئها بما يحدث، واستخدامها في انتاج أفكار متعددة لحل مشكالت حياتية مختلفة لتحقيق الفهم المستنير" (ص.٢٠٠)، ويتضح مما سبق أن التعلم من أجل الفهم العميق يعمق المعرفة الفيزيائية لدى الطالبات والتي تظل رصيد لهن، ويستطيعن توظيفها في مواقف ومشاكل أخرى مماثلة بحياتهن.

ويرى أن أهمية الفهم العميق تتمثل في التعرف على كيفية الحصول على المعلومة الفيزيائية أهم من معرفة المعلومة نفسها، وتدريب العقل على إبتكار حلول للمشكلات الفيزيائية بدلاً من الحلول التقليدية، وتنمية القدرة على النقد بالتمييز بين المعلومات الصحيحة وغير الصحيحة، كما أنه يساهم في عمليات صنع القرار، وحل المشكلات، والبحث والتقصى، والتقويم، وبالتالي تحقيق التعلم ذى المعنى وربط المعرفة الجديدة بالمعرفة السابقة للطالبات (ص.١٨٣)، يتضح مما سبق أن الفهم العميق يعمل على تنمية الفحص الناقد للأفكار والحقائق الجديدة لدى الطالبات، ووضعها في البناء المعرفي وعمل ترابطات متعددة بين هذه الأفكار وبعضها، كما أنه يساعدهن على البحث عن المعني، والتركيز علي الحجج والبراهين الأساسية والمفاهيم المطلوبة لحل المشكلات التي تواجههن في الحياة اليومية.

وتناولت الدراسات والأدبيات التربوية مهارات وأبعاد مختلفة للفهم العميق؛ حيث يشير جابر (٢٠٠٣) إلي أن مهارات الفهم العميق تتمثل في الشرح، والتفسير، والتطبيق، والتعاطف، ومعرفة الذات (ص.٢٥٣)، ويرى القرني، وعمر (٢٠١٧) أن مهارات الفهم العميق تتمثل في: الترجمة، والتفسير،

والاستنتاج، ويرى نصر (٢٠١٨) أن مهارات الفهم العميق تتمثل في: التفسير، والشرح، والتنبؤ، والتطبيق (ص.٦٦٧)، أما أحمد (٢٠١٨) يرى أن مهارات الفهم العميق تتمثل في: التفكير التوليدي (الطلاقة، والمرونة، التنبؤ في ضوء المعطيات، وفرض الفرضيات، والتعرف علي الأخطاءوالمغالطات)، وطبيعة التفسيرات، وطرح الأسئلة (ص.٢٢٥)، وترى حجاج (٢٠٢٣) أن مهارات الفهم العميق هي: طبيعة التفسيرات، والطلاقة، ووضع الفرضيات، والتنبؤ في ضوء المعطيات، والتعرف على الأخطاء والمغالطات، والنقد (ص.٦٩٨)، وترى أحمد، وذكي، سعد يسي، ومحمد، وسعودي (٢٠١٨) أن أبعاد الفهم العميق: التفكير التوليدي (الطلاقة، والمرونة، والتنبؤ في ضوء المعطيات، وفرض الفرضيات، والتعرف علي الأخطاء والمغالطات)، وطبيعة التفسيرات، وطرح الأسئلة) (ص.٢٢٧–٢٢٨)، وترى طنطاوي، وحسام الدين، والسيد (٢٠١٢) أن أبعاد الفهم العميق تتمثل في: التفكير التوليدي: (الطلاقة، والمرونة، والتنبؤ في ضوء المعطيات، وفرض الفروض)، وطبيعة التفسيرات، وإتخاذ القرار، وطرح الأسئلة (ص.١٨١).

وفي ضوء ما سبق، وما أسفرت عنه نتائج أراء السادة المحكمين لقائمة مهارات الفهم العميق، اقتصر البحث الحالي على المهارات التالية: التفكير التوليدي: (الطلاقة، والمرونة، والتنبؤ في ضوء المعطيات، وفرض الفروض)، وطبيعة التفسيرات، وإتخاذ القرار، وطرح الأسئلة؛ لأنها تتناسب مع طبيعة البحث الحالي، وطبيعة مجموعة البحث.

ثالثًا- التفكير التحليلي وعلاقته بتعليم وتعلم الفيزياء:

تُعد مهارات التفكير التحليلي من المهارات الحياتية التي تساعد على التصور وتحليل مكونات المشكلات والقضايا، ووضع الحلول المناسبة للمشكلات وتمييز الأسباب واتخاذ القرارات في ضوء المعلومات المتاحة (خليل، ومحمد، ومحمد، ٢٠٢١، ص.٦٦)، ويعرفها أبوشامة (٢٠٢٢) بأنها: قدرة عقلية تتضمن مجموعة من المهارات التي يمارسها المتعلم عند تعرضه لمشكلة ما، تتطلب فحص مكوناتها بدقة" (ص.٦٧٦)، ويعرفه مسلم، وغريب (٢٠٢٢) بأنه: "قدرة الفرد على تحديد المشكلة أو الفكرة والقيام بتحليلها إلى أجزائها وعناصرها أو مكوناتها الجزئية وقدرته على تنظيم المعلومات اللازمة لاتخاذ القرار المناسب أو إصدار حكم ما وبناء معيار معين لغرض التقويم والاستنتاج (ص.١٣٩)، ويعرفها عبد القادر (٢٠٢٤) بأنها: عملية عقلية أو نشاط عقلي إلى أنها تتفق جميعًا على أن الطلاب يمارسوا بعض العمليات العقلية مثل الملاحظة، وتحديد الخواص والصفات في تحليل مشكلة منها واستنتاج حل لها (ص.٨٦)، يتضح مما سبق أن التفكير التحليلي عبارة عن نشاط عقلى تمارسة

الطالبات، يمكنهن من تحليل المعلومات الفيزيائية واستنباط الاستنتاجات من المعلومات المتاحة من خلال العلاقات بين المعلومات للوصول إلى نتائج منطقية لحل المشكلات.

ويعد التفكير التحليلى أحد أنماط التفكير التى تساعد الفرد على مواجهة المشكلات بطريقة منهجية، وتتضح أهمية التفكير التحليلى فى أنه يساعد الفرد فى (محمد، ٢٠٠٧، ص.٢٧)، وترى إسماعيل (٢٠١٧) بأنه تفكير ذهني، يقوم على ممارسة عمليات ذهنية يستدل عليه من خالل الإجراءات والأثار والأفكار التى تظهر على المتعلم، كما أنه يسير وفق خطوات منظمة ومتتابعة، ويمكن أن تحدد كل خطوة بمعايير لتحديد مدى صحتها (ص.١٤٠).

وتناولت الدراسات والأدبيات التربوية مهارات مختلفة لمهارات التفكير التحليلي؛ حيث تشير حنان (٢٠١٨) بأنها: التمييز بين المتشابه والمختلف واستخراج المختلف، والمقارنة، والتنبؤ والتوقع، والملاحظة رؤية العلاقات، وبناء المعيار، والتصنيف، وإجراء القياس (ص.٧)، كما تشير الأشقر (٢٠١٨) بأنها: تحديد الصفات والسمات، إدراك علاقة الجزء بالكل، المقارنة، التنبؤ، التعميم (ص.٥٣)، ويرى خليل، ومحمد، ومحمد (٢٠٢١) بأنها: الملاحظة، وتحديد الخصائص أو الصفات، وتحديد العلاقة، والترتيب، وتحديد السبب، والتعميم (ص.٧١)، بينما يرى أبوشامة (٢٠٢٢) بأنها: تحديد الصفات، وتحديد الخواص، وإجراء الملاحظة، والتصنيف، ورؤية العلاقات، والتنبؤ (ص.٦٧٦)، ويذكر الصفي، وبابطين (٢٠٢٤) بأنها: تحديد السمات أوالصفات، التصنيف، التفرقة بين المتشابه والمختلف، تحديد السبب والنتيجة، الترتيب ووضع الأولويات، التتابع (ص.٣١). ويرى عبد القادر (٢٠٢٤) بأنها: طرح الأسئلة الملاحظة، وتحديد الصفات أو السمات المقارنة، والتصنيف، وتحديد العلاقات التنبؤ (ص.٨٨)، وفي ضوء ما سبق، وما أسفرت عنه نتائج أراء السادة المحكمين لقائمة مهارات الفهم العميق، اقتصر البحث الحالي على المهارات التالية: (المقارنة، والتصنيف، وعلاقة الجزء بالكل، والتسلسل)؛ لأنها تتناسب مع طبيعة البحث الحالي، وطبيعة مجموعة البحث.

رابعًا- العبء المعرفي وعلاقته بتعليم وتعلم الفيزياء:

يعد العبء المعرفي الكمية الكلية من النشاط الذهني في أثناء معالجة المعلومات في الذاكرة العاملة خلال فترة زمنية معينة، ويمكن معالجته بعدد الوحدات أو العناصر المعرفية التي تدخل ضمن المعالجة الذهنية في وقت محدد (قطامي، ٢٠١٣، ص. ٥٦٠)، ويعرفه بأنه: المقدار الكلي للنشاط العقلي في لحظة معينة، ويتمثل العامل الرئيس الذي يسهم في العبء المعرفي في عدد عناصر المعلومات الجديدة التي ينبغي الانتباه لها، والتي يمكن استخدامها كتمثيل بسيط له (Yao, 2006, P. 12) ويعرف بأنه "مقدار الذاكرة العاملة الذي تتطلبه عملية حل المشكلة (Sweller, 1988, P. 257) ، كما يعرف

بأنه: مقدار المصادر المعرفية المطلوبة لأداء مهمة معينة (Huang, et al., 2006, P. 141)، كما أنه بأنه: " مستوى الجهد المدرك في التعلم والتفكير كمؤشر على الضغط على الذاكرة العاملة خلال تنفيذ مهمة ما" (Haapalainen, et al., 2010. P. 302).

يتضح مما سبق وجود علاقة وثيقة بين مستوى العبء المعرفي ومقدار المساحة المتاحة في الذاكرة العاملة، كما أنه يرتبط بأداء مهام التعلم وحل المشكلات، ويزداد معدل العبء المعرفي بصعوبة المهمة أو تعقد المشكلة، ويُعد جهد مدرك وملحوظ بالنسبة للطالبة.

تنقسم مصادر العبء المعرفي إلى ثلاث أنواع:

- النوع الأول: العبء المعرفي الداخلي (الجوهري): يتكون نتيجة الطبيعة المعقدة للمعلومات التي يجب معالجتها، كما أنه يتحدد بصورة رئيسة بواسطة التفاعل الداخلي لعناصر المعلومات وبعدد العناصر المعرفية التي يجب الإبقاء عليها بوقت واحد في الذاكرة العاملة (Sweller and Chadler, 1994, p. 185).
- العبء المعرفي الخارجي (الشكلي / غير الحقيقي): يتولد هذا النوع من العبء بصورة رئيسة عن طريق الشكل التعليمي أو التدريسي وإن هذا العبء هو عبء غير ضروري يتسبب بواسطة شكل وتنظيم المادة التعليمية (Kalyuga et. al, 1998, p. 1-7).
- النوع الثالث: العبء وثيق الصلة: يحدث هذا النوع من العبء عندما يقوم المتعلم بالاشتراك في العملية المقصودة لمعالجة المعرفة التي تؤدي إلى بناء المخطط المعرفي، فإن العبء المعرفي سوف يزداد بأي شكل من الأشكال ويكون العبء مناسبًا أو متوافقًا إذ أنه يساعد ويدعم بناء المخطط العقلي (Sweller et. al., 1998, p. 296)

يتضح مما سبق أن العبء المعرفي المناسب لدى الطالبات يتولد عن طريق تطور المخطط المعرفي الذي يتطلب سعة إضافية في ذاكرتهن العاملة لذا فإن الذاكرة الحسية تنظم مرور المعلومات الفيزيائية من الحواس والذاكرة القصيرة المدى؛ حيث تسمح بنقل مجموعة من الوحدات المعرفية، والتي قد تكون كلمة أو حرف أو صورة أو جملة، ولا تقوم هذه الذاكرة بأي معالجة معرفية للمعلومات بل تبدأ المعالجة في الذاكرة قصيرة المدى.

اجراءات البحث وخطواته:

للإجابة على أسئلة البحث والتحقق من فروضه تم إتباع الخطوات الأتية:

أولاً: للإجابة على السؤال الأول، والذي ينص علي: "ما الأسس التي يقوم عليها برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟"

تم إعداد قائمة بالأسس والشروط التي يقوم عليها البرنامج القائم على نظرية معالجة المعلومات لتدريس الفيزياء لطالبات الصف الثاني الثانوي وفقاً للخطوات التالية:

١. الهدف من القائمة: تحديد الأسس والمعايير التي يقوم عليها برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.
٢. مصادر اشتقاق القائمة: تم اشتقاق قائمة الأسس والمعايير في ضوء الأبيات، والبحوث والدراسات السابقة التي تناولت: نظرية معالجة المعلومات، والفهم العميق، والتفكير التحليلي، وخفض العبء المعرفي، وكذا التي تناولت طلاب المرحلة الثانوية، وطبيعة تدريس مادة الفيزياء بالمرحلة الثانوية.
٣. الصورة المبدئية للقائمة: تم إعداد الصورة المبدئية للقائمة، وتضمنت: أهداف البرنامج، ومحتواه، وأنشطته، والوسائل التعليمية، واستراتيجية التدريس المُتبعة المنبثقة من نظرية معالجة المعلومات، الفهم العميق، والتفكير التحليلي، وأبعاد العبء المعرفي، وتنظيم العمل داخل حجرة الدراسة، ووسائل التقويم، وتم وضع القائمة في صورة استبيان لعرضها علي المُحكمين.
٤. عرض القائمة علي مجموعة من المُحكمين في مناهج وطرق تدريس الفيزياء، ومُوجهي الفيزياء ومُعلميه؛ لإبداء آرائهم في قائمة الأسس والمعايير التي يقوم عليها البرنامج؛ للحكم على مدى صلاحيته للتطبيق، من حيث: مدى ملائمة الأسس والمعايير لطبيعة طالبات المرحلة الثانوية، وطبيعة مادة الفيزياء، ومدى ارتباط كل أساس أو المعيار بالمحور الذي ينتمي إليه، ومدى ملائمة نظرية معالجة المعلومات، وإضافة أو حذف ما يرونه مناسبًا من محاور، أو أسس أو معايير أخرى.
٥. التوصل إلي الصورة النهائية للقائمة: بعد التعديل التي أشار إليها السادة المُحكمين لقائمة الأسس والمعايير، تم التوصل إلي الصورة النهائية للقائمة .[6*]

[6*]) ملحق رقم (٨) الأسس والشروط التي يقوم عليها برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات.

ثانياً: للإجابة على السؤال الثاني والذي ينص علي" ما صورة برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟"

للتوصل إلي صورة البرنامج القائم على نظرية معالجة المعلومات لتدريس الفيزياء لطالبات الصف الثاني الثانوي في ضوء قائمة الأسس والشروط السالفة الذكر تم إتباع الخطوات التالية:

١. إعداد صورة برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات، من خلال اتباع الخطوات التالية:

- **إعداد الصورة الأولية للبرنامج باستخدام قائمة الأسس والشروط، والتي تتضمن: الوحدات الدراسية، والأهداف العامة، والأهداف العامة والسلوكية، والأنشطة والتطبيقات، والوسائل التعليمية، واستراتيجية التدريس، وأساليب التقويم، وعدد الحصص وروعي في وحدات البرنامج إضافة بعض الأنشطة التي تعالج مهارة أو أكثر من مهارات الفهم العميق والتفكير التحليلي ومجموعة من الأنشطة التي تعمل على خفض العبء المعرفي.**
- **عرض الصورة الأولية علي مجموعة من السادة المُحكمين المُتخصصين في المناهج وطرق تدريس الفيزياء، ومُوجهي الفيزياء ومُعلميه؛ لإبداء آرائهم فيها من حيث: مدى ملائمة البرنامج لطالبات مجموعة البحث، ومدى ملائمته لأسسه ومعاييره، ومدى ملائمة أهدافه، ومحتواه، وأنشطته، وطرق التدريس والوسائل المستخدمه فيه، ومناسبة عدد الفترات لتدريس كل درس من دروس البرنامج.**
- **التوصل إلي الصورة النهائية للبرنامج بناءً علي آراء السادة المُحكمين تم تعديل بعض جوانب التعلم وإضافة بعض الأنشطة، ومجموعة من مصادر التعلم، ومن ثم التوصل إلي الصورة النهائية للبرنامج القائم على نظرية معالجة المعلومات [7].(*)**

٢. إعداد الوحدة التجريبية:

في ضوء الصورة النهائية لبرنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، أعدت الباحثة وحدة من وحدات البرنامج لتجريبها والتأكد من فاعلية البرنامج في تنمية مهارات الفهم العميق والتفكير التحليلي ومجموعة من الأنشطة التي تعمل على خفض العبء المعرفي، وتم ذلك من خلال التالي:

- **اختيار وحدة الدراسة: تم مراجعة مُحتوى الفيزياء المقرر علي طالبات الصف الثاني الثانوي، والمتضمن بالبرنامج، خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٣ / ٢٠٢٤م؛ وذلك**

[7] (*)ملحق رقم (٩) الصورة النهائية لـ (برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات.(

لاختيار الوحدة المُناسبة لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي وتم اختيار وحدة (خواص الموائع الساكنة)؛ وذلك لمناسبة طبيعة هذه الوحدة لنظرية معالجة المعلومات، ولاحتوائها علي عديد من المعلومات والحقائق الفيزيائية التي تتطلب من الطالبات مستوى عال من المعالجة.

- تحديد الأهداف العامة، والسلوكية للوحدة المُختارة: بعد القيام بفحص محتوى الوحدة المختارة تم صياغة الأهداف العامة والإجرائية لها.
- تحديد موضوعات الوحدة المُختارة والخطة الزمنية لتدريسها: تم تحديد المُحتوي العلمي لوحدة (خواص الموائع الساكنة) المختارة المقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي، وعدد أسابيع دراستها، وعدد فترات دراستها كالتالي:

جدول (١)

المُحتوي العلمي لوحدة (خواص الموائع الساكنة) المختارة المقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي، وعدد أسابيع دراستها، وعدد فترات دراستها

عنوان الوحدة	الدروس التي تتناولها الوحدة	محتويات الوحدة	أسابيع الدراسة	عدد الفترات
الوحدة الثانية: خواص الموائع الساكنة	الدرس الأول: الكثافة	حالات المادة ـ خصائص الموائع ـ الكثافة ـ تطبيقات على الكثافة ـ الكثافة النسبية.	الأول	فترة واحدة
	الدرس الثاني: الضغط، والضغط عند نقطة في باطن سائل	الضغط – العوامل التى يتوقف عليها الضغط عند نقطة ـ ضغط سائل عند نقطة في باطنه ـ العوامل التي يتوقف عليها ضغط سائل عند نقطة في باطنه ـالضغط الكلى عند نقطة في باطن سائل ـ تطبيق على الضغط عند نقطة في باطن سائل.	الثاني والثالث والرابع	ثلاث فترات
	الدرس الثالث: تطبيقات على الضغط عند نقطة في باطن سائل	الأواني المستطرقة ـ الأنبوبة ذات الشعبتين ـ تجربة عملية لتعيين كثافة الزيت بمعلومية كثافة الماء باستخدام الأنبوبة ذات الشعبتين.	الخامس والساد س	فترتان
	الدرس الرابع: تابع تطبيقات على الضغط عند نقطة في باطن سائل	البارومتر الزئبقى ـ العوامل التى يتوقف عليها الضغط الجوى ـ استخدامات البارومتر الزئبقى ـ وحدات قياس الضغط الجوى ـ المانومتر ـ تطبيقات على الضغط.	السابع والثامن	فترتان
	الدرس الخامس: قاعدة بسكال	قاعدة باسكال ـ المكبس الهيدروليكي ـ الفائدة الآلية للمكبس ـ الهيدروليكي ـ كفاءة المكبس الهيدروليكي	التاسع	فترة واحدة

- تحديد الوسائل التعليمية ومصادر التعلم: تم تحديدها بكل درس من دروس الوحدة، وروعي فيها ارتباطها بموضوعات الوحدة، وملاءمتها لخصائص الطالبات، وإمكانيات المدرسة، ومناسبتها للإستراتيجيات المستخدمة في كل درس من دروس الوحدة، بالإضافة إلى توافرها في المدرسة.
- تحديد الأنشطة التعليمية: تم تحديد مجموعة من الأنشطة التعليمية التي سيتم ممارستها في كل درس من دروس الوحدة المختارة، وتم تنويعها بين أنشطة الأولية، وأنشطة المناقشة، وأنشطة تطورية، وأنشطة ختامية.
- تحديد استراتيجية التدريس: تم تحديد خطوات التدريس في ضوء نظرية معالجة المعلومات، كما تم تحديد أدوار المعلمة، وكذلك أدوار الطالبات.
- تحديد أساليب التقويم: تم الاعتماد على نوعين من التقييم، هما: التقييم التكويني والتقييم التجميعي وذلك الملاءمتهما لإجراءات التدريس المستخدمة، وبالنسبة للتقويم التقييم والذي يستخدم في أثناء التدريس من خلال مناقشة الطالبات حول خبراتهم السابقة المتعلقة بالأنشطة المراد تنفيذها بالإضافة إلى الفحص المتكرر لكراسة النشاط لكل طالبة، وأسئلة متضمنة في نهاية كل درس من دروس الوحدة المختارة والموجودة داخل كتاب التلميذ، والتقويم التجميعي ويتم من خلال الاختبار النهائي للوحدة موضع التجريب، وهو اختبار الفهم العميق، ومقياسي: الفكير التحليل، وخفض العبء المعرفي؛ حيث تم تطبيقها قبل دراسة الوحدة المختارة وبعد الانتهاء من دراستها.
- إعداد كتاب الطالبة: وقد روعي عند إعداد كتاب الطالبة أن يصاغ المحتوى وفقًا لنظرية معالجة المعلومات؛ بحيث يقدم في صورة أنشطة متحدية لتفكير الطالبات يتطلب حلها وصوله للمعلومات بنفسه، بالإضافة إلى توافر الصور والرسوم التخطيطية والأشكال، وعلى ذلك فقد ضم كتاب الطالبة في صورته النهائية: مقدمة توضح للطالبة كيفية استخدام الكتاب، ودروس الوحدة التجريبية بحيث يضم كل درس مقدمة مختصرة للدرس، وأنشطة الدرس؛ حيث يضم كل نشاط المواد المستخدمة، وخطوات العمل، والملاحظات والأسئلة والتفسيرات، وأسئلة موضوعية ومقالية للتقويم.
- إعداد كراسة الأنشطة: تم تصميم كراسة النشاط بحيث تضم دروس الوحدة موضع التجريب، ويضم كل درس الأنشطة المطلوبة حيث يتكون كل نشاط من المواد المستخدمة، وخطوات العمل، والملاحظات والتفسيرات التي تسجل فيها الطالبة ما تلاحظه وتستنتجه.

بعد التوصل للصورة المبدئية لكتاب الطالبة، وكراسة الأنشطة؛ تمهيدًا لعرضها على السادة المُحكمين، تم عرض كتاب الطالبة، وكراسة الأنشطة على السادة المُحكمين[*8]؛ لضبطه، والتأكد من صلاحيته للتطبيق على مجموعة البحث الحالي، ثم عرضه على مجموعة من السادة المُحكمين بهدف إبداء الرأي في مدى صلاحيته للتطبيق، ومن ثم التوصل للصورة النهائية لكتاب الطالبة[*9]، وكراسة الأنشطة [10]، بعد إجراء التعديلات وفق المقترحات التي أبداها السادة المُحكمون، أصبح لكتاب الطالبة في صورته النهائية، وجاهزًا للتطبيق.**

- **إعداد دليل المعلمة، بهدف مُساعدة المعلمة في تنفيذ دروس الوحدة المُختارة، وقد جاء الدليل في جزأين: الأول– الإطار الفكري للدليل: ويتضمن: نبذة مختصرة عن متغيرات البحث الحالي، وأدوار المعلمة والطالبة، وخطوات تدريس الوحدة باستخدام نظرية معالجة المعلومات، الثاني– الإطار التنفيذي للوحدة المُختارة، ويتضمن الآتي: التقديم، والأهداف العامة للوحدة، والمُحتوى العلمي للوحدة المُختارة، وقائمة بالأنشطة التعليمية، وأساليب التقويم، وإرشادات وتوجيهات عامة للمعلم، وخطوات السير لتنفيذ دروس الوحدة المُختارة.**

بعد التوصل للصورة المبدئية لدليل المعلمة؛ تمهيدًا لعرضها على السادة المُحكمين، تم عرض دليل المعلمة على السادة المُحكمين[*11]؛ لضبطه، والتأكد من صلاحيته للتطبيق على مجموعة البحث الحالي، ثم عرضه على مجموعة من السادة المُحكمين بهدف إبداء الرأي في مدى صلاحيته للتطبيق، ومن ثم التوصل للصورة النهائية لدليل المعلمة[*13***12] ، بعد إجراء التعديلات وفق المقترحات التي أبداها السادة المُحكمون، أصبح دليل المعلمة في صورته النهائية، وجاهزًا للتطبيق.**

ثالثًا: للإجابة على السؤال الثالث والذي ينص علي: "ما فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الفهم العميق لدى طالبات الصف الثاني الثانوي"؟

8*)) ملحق رقم (٤) قائمة بأسماء السادة المُحكمين لمواد وأدوات البحث.

9*)) ملحق رقم رقم (١٠) كتاب الطالبة لدراسة الوحدة (خواص الموائع الساكنة) المُصوغة وفقًا لـ (نظرية معالجة المعلومات).

10**)) ملحق رقم (١١) كراسة الأنشطة لدراسة الوحدة (خواص الموائع الساكنة) المُصوغة وفقًا لـ (نظرية معالجة المعلومات).

11

12***)) ملحق رقم (١) قائمة بأسماء السادة المُحكمين لمواد وأدوات البحث.

13****)) ملحق رقم (٩) دليل المعلمة لدراسة الوحدة (خواص الموائع الساكنة) المُصوغة وفقًا لـ (نظرية معالجة المعلومات).

تم إعداد اختبار الفهم العميق في وحدة (خواص الموائع الساكنة) المُقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي؛ وذلك لاستخدامه كأداة لقياس مدى نمو الفهم العميق لديهنح نتيجة تأثير المُتغير المُستقل (برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات) تبعًا للخطوات التالية:

١- تحديد الهدف من الاختبار: يهدف الاختبار إلى قياس مدى نمو الفهم العميق لدي طالبات الصف الثاني الثانوي في وحدة (خواص الموائع الساكنة) بعد دراستهم لها.

٢- تحديد أبعاد الاختبار: تم الاطلاع على عدد من الدراسات والأدبيات لتحديد أبعاد الفهم العميق، واقتصر البحث الحالي على خمس أبعاد، هي: التفكير التوليدي (وضع الفروض) – التفكير التوليدي (التنبؤ) – التفكير التوليدي (الطلاقة) – التفكير التوليدي (المرونة) – اتخاذ القرار – التفسيرات – طرح الأسئلة.

٣- إعاد قائمة بأبعاد الفهم العميق: تم إعداد قائمة بأبعاد الفهم العميق المراد تضمينها بالوحدة المختارة والمرتبطة ارتباطا وثيقا بموضوعات ودروس الوحدة وعرضها علي مجموعة من المحكمين، وقد تم التأكد من صلاحيتها للتطبيق .[14*]

٤- إعداد جدول المواصفات: بعد تحديد أبعاد الفهم العميق، تم إعداد جدول المواصفات الخاص بذلك بناء على أهداف دروس الوحدة المختارة.

14

جدول (٢)
مواصفات الخاصة باختبار الفهم العميق لوحدة (خواص الموائع الساكنة)

أبعاد الإختبار	أرقام الإسئلة	عدد الأسئلة	الوزن النسبي	درجة السؤال	الدرجة الكلية
التفكير التوليدي (وضع الفروض)	1-2-3-4-5-6	6	12.5%	1	6
التفكير التوليدي (التنبؤ)	7-8-9-10-11-12	6	12.5%	1	6
التفكير التوليدي (الطلاقة)	13-14-15-16-17-18-19-20-21	9	12.5%	2	18
التفكير التوليدي (المرونة)	22-23-24-25-26-27	6	12.5%	2	12
اتخاذ القرار	28-29-30-31-32-33-34-35-36-37	10	12.5%	2	20
التفسيرات	38-39-40-41	4	12.5%	1	4
طرح الأسئلة	42-43-44-45-46-47-48	7	12.5%	2	14
المجمـــــــــــــوع		48	100%	-	80

يتضح من جدول (٢) أن عدد مُفردات الاختبار (٤٨) مُفردة مُوزعة على سبع مهارات للفهم العميق، والدرجة الكلية للاختبار (٨٠) درجة

٥- تحديد نوع مُفردات الإختبار: أُستخدم في إعداد اختبار الفهم العميق نوع من الاختبارات الموضوعية وهو الاختيار من متعدد، والاختبارات المقالية.

٦- صياغة مُفردات الاختبار: تم صياغة مُفردات الاختبار مقالي بالنسبة لأبعاد: التفكير التوليدي (وضع الفروض) – التفكير التوليدي (الطلاقة) – التفكير التوليدي (المرونة) – طرح الأسئلة، وموضوعي بالنسبة لأبعاد: التفكير التوليدي (التنبؤ) – اتخاذ القرار – التفسيرات، ورُوعي عند إعداد الاختبار أن تغطى مُفرداته جميع أبعاد الفهم العميق المُتضمنة في الوحدة المُختارة، وأن تكون الأسئلة مُناسبة لمُستوى الطالبات.

٧- صياغة تعليمات الاختبار: تمت صياغة تعليمات الاختبار، ورُوعي فيها ما يلي: السهولة والوضوح، تحديد الهدف من الاختبار مع شرح فكرته، توضيح عدد مُفردات الاختبار، إعطاء مثال توضيحي لكيفية الإجابة عن أسئلة الاختبار.

٨- تحديد طريقة تصحيح الاختبار: تم تصحيح الاختبار طبقًا لما هو موضح بجدول (١) السابق، وبذلك تكون الدرجة العظمي للاختبار (٨٠) درجة، كما تم إعداد مُفتاح لتصحيح الاختبار؛ وذلك لسرعة وتسهيل عملية التصحيح.

٩- عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من المُحكمين: بعد الانتهاء من إعداد الاختبار في صورته الأولية، تم عرضه على مجموعة من المُحكمين المتخصصين في تدريس الفيزياء؛ لإبداء آرائهم وملاحظاتهم، والتأكد من صلاحيتها، وقد تم تعديل صياغة بعض البدائل لمجموعة من الأسئلة في ضوءآراء السادة المُحكمين، بخلاف تعديل الصياغة اللغوية لمجموعة من الأسئلة، إلا أنه لم يتم حذف أي سؤال، وبذلك أصبح الاختبار في صورته الأولية مُكوناً من (٤٨) سؤالاً.

١٠- التجربة الاستطلاعية للاختبار الفهم العميق: بعد الانتهاء من إعداد الصورة الأولية الاختبار وعرضها على السادة المُحكمين, وعمل التعديلات المطلوبة تم تطبيق الاختبار في صورته النهائية على مجموعة استطلاعية من غير مجموعة البحث تتكون من (٥٠) طالبة بمدرسة (أسوان الثانوية بنات) التابعة لإدارة أسوان التعليمية، وقد اسخدمت الباحثة طريقة تصحيح، والاستعانة بمُفتاح التصحيح الذي أعد من قبل, وكان الغرض من التجربة الاستطلاعية ضبط الاختبار إحصائيًا من خلال حساب ما يلي: زمن تطبيق الاختبار وقد بلغ (١٣٠) دقيقة تقريبًا، مُعاملات صدق الاختبار، حيث بلغ معامل الصدق الذاتي (٠,٩٥٦)، وبلغ معامل صدق الاتساق الداخلي (٠,٨٩٤)، مُعامل ثبات الاختبار حيث بلغ (٠,٩١٤)، جاءت جميع مُعاملات السهولة والصعوبة لمُفردات الاختبار مُعاملات مقبولة تربويًا؛ حيث جاءت محصورة بين (٠,٤١– ٠,٧٢)، وقد جاءت جميع مُعاملات التمييز أكبر من (٠,٣٠)، وهو الحد المُقبول تربويًا، وبذالك أصبح اختبار الفهم العميق صالحًا للتطبيق على مجموعة البحث.[15*]

رابعًا: للإجابة على السؤال الرابع والذي ينص علي"ما فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية التفكير التحليلي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي"؟

تم إعداد مقياس التفكير التحليلي في وحدة) خواص الموائع الساكنة) المُقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي؛ وذلك لاستخدامه كأداة لقياس مدى نمو التفكير التحليلي لديهن نتيجة تأثير المُتغير المُستقل (برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات) تبعًا للخطوات التالية:

[15] **(**)** ملحق قائ (٥) قائمة بأبعاد الفهم العميق الواجب تنميتها لدى طالبات الصف الثاني الثانوي (الصورة النهائية).

١- تحديد الهدف من مقياس التفكير التحليلي: يهدف إلي قياس نمو التفكير التحليلي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

٢- تحديد أبعاد مقياس التفكير التحليلي: تم الاطلاع على عدد من الكتابات لتحديد أبعاد التفكير التحليلي، واقتصر البحث الحالي على أربعة أبعاد: (المقارنة– التصنيف – علاقة الجزء بالكل – التسلسل).

٣- إعاد قائمة بأبعاد التفكير التحليلي: تم إعداد القائمة المراد تضمينها بالوحدة المختارة، وعرضها علي مجموعة من المحكمين، وقد تم التأكد من صلاحيتها للتطبيق.[16*]

٤- إعداد جدول مُواصفات مقياس التفكير التحليلي وتوزيع عبارته: تم إعداد جدول مُواصفات، وتوزيع المواقف المُتضمنة فيه على أبعاده.

جدول (٣)
مواصفات و توزيع الأسئلة الخاصة بمقياس التفكير التحليلي

المهارة الرئيسة	أرقام العبارات	عدد المواقف	الوزن النسبي
المقارنة	1-5-9-21-26-13-18-26	8	25%
التصنيف	2-6-10-28-14	5	25%
علاقة الجزء بالكل	3-7-16-19-27	8	25%
التسلسل	4-8-11-12-15-17-20-22-23-24-25-30	12	25%
المجموع	33		100%

يتضح من جدول(٣) أن عدد مُفردات المقياس (٣٣) مُفردة مُوزعة على أربع مهارات للتفكير التحليلي.

٥- صياغة مُفردات المقياس: تم صياغة مُفردات المقياس في صورة مواقف أمامها ثلاث بدائل، ورُوعي عند إعداد المقياس أن تكون عباراته مُناسبة لمستوى الطلاب، كما روعي عند صياغة مُفردات المقياس: الدقة العلمية واللغوية، صياغة الأسئلة بطريقة تُساعد على فهمها، وارتباط مُفردات وبنود المقياس بالأهداف المحددة للمقياس.

٦- تحديد نظام تقدير الدرجات وطريقة التصحيح: تم تحديد (ثلاث درجات) لكل عبارة من عبارات المقياس، وبذلك تكون الدرجة النهائية للاختبار (٩٩) درجة، كما تم إعداد مُفتاح لتصحيح المقياس؛ وذلك لسرعة وتسهيل عملية رصد الدرجات.

[16*]) ملحق رقم (١١) اختبار الفهم العميق (الصورة النهائية).

٧- عرض المقياس في صورته الأولية على مجموعة من المُحكمين: تم عرض المقياس على مجموعة من المُحكمين المتخصصين في المناهج وطرق التدريس الفيزياء، وعلم النفس، والقياس والتقويم؛ لإبداء آرائهم ومُلاحظاتهم, والتأكد من صلاحته من حيث: مُلائمته لمستوى الطالبات، وصحته من الناحية اللغوية والعلمية، والاتساق بينه وبين المُحتوى العلمي للمادة، وبذلك أصبح المقياس في صورته الأولية مُكونًا من (٣٣) عبارة.

٨- التجربة الاستطلاعية لمقياس التفكير التحليلي: تم تطبيق المقياس في صورته النهائية على المجموعة الاستطلاعية نفسها، وبعد الانتهاء من التطبيق تم تصحيح المقياس بالاستعانة بمُفتاح التصحيح الذي أعد من قبل, ورصد الدرجات بمُعدل ثلاث درجات لكل موقف من المواقف، وتحددت الدرجة النهائية العظمي المقياس (٩٩) درجة وتم رصد الدرجات تمهيدًا للضبط الإحصائي. وكان الغرض من التجربة الاستطلاعية ضبط الاختبار إحصائيًا من خلال حساب ما يلي: زمن تطبيق الاختبار وقد بلغ (٥٥) دقيقة تقريبًا، ومُعامل صدق المقياس، حيث بلغ معامل الصدق الذاتي (٠,٩٣٨)، ومُعامل ثبات المقياس حيث بلغ (٠,٨٨١)، وبذالك أصبح مقياس التفكير التحليلي صالحًا للتطبيق على مجموعة البحث.[17*]

خامسًا: للإجابة على السؤال الخامس والذي ينص علي: "ما فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات على خفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي"؟

تم إعداد مقياس العبء المعرفي المُقررة على طالبات الصف الثاني الثانوي؛ وذلك لاستخدامه كأداة لقياس مدى نمو العبء المعرفي لديهن نتيجة تأثير المُتغير المُستقل (برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات) تبعًا للخطوات التالية:

١- تحديد الهدف من مقياس العبء المعرفي: يهدف إلي قياس مدى انخفاض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

٢- تحديد أبعاد مقياس العبء المعرفي: تم الاطلاع على عدد من الكتابات لتحديد أبعاد العبء المعرفي، واقتصر البحث الحالي على ثلاث أبعاد: (العبء المعرفي الجوهري – العبء المعرفي الدخيل – العبء المعرفي وثيق الصلة).

[17](*) ملحق (٦) قائمة بأبعاد التفكير التحليلي الواجب تنميتها لدى طالبات الصف الثاني الثانوي (الصورة النهائية).

٣- إعاد قائمة بأبعاد العبء المعرفي: تم إعداد القائمة المراد تضمينها بالوحدة المختارة، وعرضها علي مجموعة من المحكمين، وقد تم التأكد من صلاحيتها للتطبيق .[18*]

٤- إعداد جدول مُواصفات مقياس العبء المعرفي وتوزيع عبارته: تم إعداد جدول مُواصفات، وتوزيع عباراته المُتضمنة فيه على أبعاده، كما هو مُوضح في جدول (٤) التالي:

جدول (٤)

مواصفات و توزيع الأسئلة الخاصة بمقياس العبء المعرفي

البعد	أرقام العبارات	عدد المواقف	الوزن النسبي
العبء المعرفي الجوهري	1-2-3-4-5-6-7-8-9	9	33.33 %
العبء المعرفي الدخيل	10-11-12-13-14-15	6	33.33 %
العبء المعرفي وثيق الصلة	16-17-18-19-20-21-22	7	33.33 %
المجموع	22		100%

يتضح من جدول(٤) أن عدد مُفردات المقياس (٢٢) مُفردة مُوزعة على أربع أبعاد للعبء المعرفي.

٥- صياغة مُفردات المقياس: تم صياغة مُفردات المقياس باستخام مقياس ليكرت الخماسي، ورُوعي عند إعداد المقياس أن تكون عباراته مُناسبة لمستوى الطلاب كما روعي عند صياغة مُفردات المقياس: الدقة العلمية واللغوية، وصياغة الأسئلة بطريقة تُساعد على فهمها، وتجنب التلميحات اللفظية التي تُؤدي إلى الإجابة الصحيحة، اعداد مفتاح لتصحيح المقياس, وتحديد توزيع درجته، وتجانس عباراته.

٦- صياغة تعليمات المقياس: تمت صياغة مجموعة من التعليمات للمقياس، ورُوعي فيها ما يلي: السهولة والوضوح، وتحديد الهدف من المقياس مع شرح فكرته، وتوضيح عدد مُفردات المقياس، وإعطاء مثال توضيحي لكيفية الإجابة عن عبارات المقياس.

٧- تحديد نظام تقدير الدرجات وطريقة التصحيح: تم تصحيح المقياس وفقًا لطريقة ليكرت الخماسي، وبذلك تكون الدرجة العظمى للمقياس (١١٠) درجة، كما تم إعداد مُفتاح لتصحيح المقياس؛ وذلك لسرعة وتسهيل عملية رصد الدرجات.

٨- عرض المقياس في صورته الأولية على مجموعة من المُحكمين: تم عرض المقياس على مجموعة من المُحكمين المتخصصين في المناهج وطرق التدريس الفيزياء، وعلم النفس، والقياس والتقويم؛

[18*]) ملحق رقم (١٥) مقياس التفكير التحليلي (الصورة النهائية).

لإبداء آرائهم ومُلاحظاتهم، والتأكد من صلاحته من حيث: مُلائمته لمستوى الطالبات، وصحته من الناحية اللغوية والعلمية، والاتساق بينه وبين المُحتوى العلمي للمادة، وبذلك أصبح المقياس في صورته الأولية مُكونًا من (٣٠) عبارة.

٩- عرض المقياس في صورته الأولية على مجموعة من المُحكمين: تم عرض المقياس على مجموعة من المُحكمين المتخصصين في المناهج وطرق التدريس الفيزياء، وعلم النفس، والقياس والتقويم؛ لإبداء آرائهم ومُلاحظاتهم, والتأكد من صلاحته من حيث: مُلائمته لمستوى الطالبات، وصحته من الناحية اللغوية والعلمية، والاتساق بينه وبين المُحتوى العلمي للمادة، وبذلك أصبح المقياس في صورته الأولية مُكونًا من (٢٢) عبارة.

١٠- التجربة الاستطلاعية لمقياس العبء المعرفي: تم تطبيق المقياس في صورته النهائية على المجموعة الاستطلاعية نفسها، وبعد الانتهاء من التطبيق تم تصحيح المقياس بالاستعانة بمُفتاح التصحيح الذي أعد من قبل, ورصد الدرجات بمُعدل خمس درجات لكل موقف من المواقف، وتحددت الدرجة النهائية العظمي المقياس (١١٠) درجة وتم رصد الدرجات تمهيدًا للضبط الإحصائي. وكان الغرض من التجربة الاستطلاعية ضبط المقياس إحصائيًا من خلال حساب ما يلي: زمن تطبيق الاختبار وقد بلغ (٣٥) دقيقة تقريبًا، ومُعامل صدق المقياس، حيث بلغ معامل الصدق الذاتي (٠,٩٣٤)، ومُعامل ثبات المقياس حيث بلغ (٠,٨٧٣)، وبذالك أصبح مقياس التفكير التحليلي صالحًا للتطبيق على مجموعة البحث.[(*)19]

إجراءات البحث التجريبية:

١- الهدف من تجربة البحث: هدفت تجربة البحث الحالية إلى قياس فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي.

٢- التصميم التجريبى للبحث: استخدم الباحثة المنهج التجريبي، الذى يعتمد على اختيار مجموعتين من الطالبات، إحداهما (تجريبية) تدرس برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات، والأخرى(ضابطة) تدرس البرنامج نفسه بالطريقة المعتادة في نفس الفترة الزمنية ونفس المحتوي التعليمي، كما تم ضبط المتغيرات الأخرى غير التجريبية التي قد تؤثر علي أداء عينة البحث فى المجموعتين التجريبية والضابطة.

[19](*) ملحق (٧) قائمة بأبعاد العبء المعرفي الواجب خفضها لدى طالبات الصف الثاني الثانوي (الصورة النهائية).

٣- الإعداد لتجربة البحث: اختيار مدرسة بمدرسة دراو الثانوية بنات بإدارة دراو التعليمية بمحافظة أسوان لإجراء تجربة البحث، واختيار فصلين من فصول الصف الثاني الثانوي بطريقة عشوائية، وذلك فى الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠٢٣ / ٢٠٢٤م، وقد وقع الاختيار على فصل (٢/٢)، وفصل (٣/٢)، ثم قامت الباحثة بالتأكد من بتوفير الإمكانات التجريبية؛ لتنفيذ تجربة البحث.

٤- التطبيق القبلي لأدوات القياس: قامت الباحثة بتطبيق أدوات القياس قبل تطبيق تنفيذ تجربة البحث بمعاونة المعلمة، حيث تم تطبيق اختبار الفهم العميق على طالبات مجموعتي البحث، وذلك يوم الأحد المُوافق ١١ فبراير ٢٠٢٤م، كما تم تطبيق مقياسي: التفكير التحليلي، والعبء المعرفي على التلاميذ مجموعتي البحث، وذلك يوم الإثنين المُوافق ١٢ فبراير ٢٠٢٤م، وذلك بهدف تعرف المستويات المبدئية لمجموعتي البحث، والتأكد من عدم وجود فرق دال إحصائيًا بين مُتوسطي درجات مجموعتي البحث قبل البدء في تدريس البرنامج، وقد تم تصحيح ورصد الدرجات وحساب مُتوسطيها، وتباينها ودلالة الفروق بينها باستخدام اختبار "ت" لمتوسطين غير مرتبطين، وكانت النتائج بعد تطبيق أدوات البحث قبليًا، وتصحيح ورصد الدرجات في كشوف خاصة تمهيداً لمعالجتها إحصائيًا كما بجدول (٥) التالي:

جدول (٥)

دلالة الفروق بين مُتوسطي درجات مجموعتي البحث في التطبيق القبلي لاختبار الفهم العميق، ومقياسي: التفكير التحليلي والتفكير التحليلي والعبء المعرفي

البيان	المجموعة التجريبية			المجموعة الضابطة			درجات الحرية	قيمة "ت" المحسوبة	مستوى اللدلالة
	ن	م	ع	ن	م	ع			
اختبار الفهم العميق ككل	36	2.42	1.23	36	2.50	1.44	70	-0.26	0.79 غير دال إحصائيًا
مقياس التفكير التحليلي ككل		2.06	0.89		1.92	0.91		-0.65	0.51 غير دال إحصائيًا
مقياس العبء المعرفي ككل		86.14	6.82		85.69	7.37		-0.27	0.79 غير دال إحصائيًا

يتضح من جدول (٥) عدم وجود فرق دال إحصائيًا بين مُتوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية التي ستدرس برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات، وتلاميذ المجموعة الضابطة التى تدرس نفس محتوى البرنامج بالطريقة المعتادة فى التطبيق القبلى لأدوات البحث، مما يدل علي تكافوء المستويات المبدئية للطالبات قبل البرنامج.

٥- تدريس الوحدة التجريبية: قامت الباحثة بتزويد كل طالبة من أفراد المجموعة التجريبية البرنامج القائم على نظرية معالجة المعلومات، والتى تم إعدادها بهدف تنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لديهن، وتم تدريس دروس الوحدة المُختارة للمجموعة الضابطة وفقاً للطريقة المعتادة التي كان يتبعها المعلم معهم، حيث كان يتم يقوم بذكر موضوع الدرس أولاً، ثم مقدمة تمهيدية ثم شرح الحقائق والمعلومات المتضمنة في الدرس، وتكليف الطالبات ببعض الأنشطة المنزلية ورسم بعض الخرائط الموجودة بالكتاب المدرسي، وكان يتم حل بعض التمارين الموجودة بالكتاب المدرسي ومراجعتها معهم.

٦- التطبيق البعدي لأدوات القياس: بعد الانتهاء من تنفيذ تجربة البحث وتدريس الوحدة المُختارة لتلاميذ مجموعتي البحث تم تطبيق أدوات القياس علي كل من المجموعتين (التجريبية والضابطة) بعدياً، وذلك بهدف تعرف فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، ومقارنة نتائج تلاميذ المجموعة التجريبية بنتائج طالبات المجموعة الضابطة, وتم تصحيح أوراق الإجابة، وتسجيل الدرجات فى جداول تفريغ، ومعالجتها إحصائياً وتم ذلك كما يلى:

- تم تطبيق اختبار الفهم العميق على التلاميذ مجموعتي البحث، وذلك يوم الإثنين المُوافق ١٥ أبريل ٢٠٢٤م، مع الالتزام بإبلاغ المجموعتين كلٍ على حده بموعد ومكان تطبيق الاختبار، وتم التصحيح ورصد الدرجات فى كشوف خاصة تمهيدًا لمعالجتها إحصائيًا.
- تم تطبيق مقياسي: التفكير التحليلي، والعبء المعرفي على التلاميذ مجموعتي البحث، وذلك يوم الثلاثاء المُوافق ١٦ أبريل ٢٠٢٤م، وتم التصحيح ورصد الدرجات فى كشوف خاصة تمهيدًا لمعالجتها إحصائيًا.

إختبار صحة فروض البحث وتحليل النتائج وتفسيرها.

يُمكن عرض نتائج البحث من خلال الإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه كالتالي:

١- التحقق من مدى صحة الفرض الأول: الذي نصه: " لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠,٠٥) بين مُتوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لاختبار نمو الفهم العميق ككل، وأبعاده"، ولاختبار صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار لعينتين مُرتبطتين، وذلك لحساب ما يلي: (مُتوسط الفرق بين درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي الاختبار الفهم العميق ككل، وفى كل بعد من أبعاده، وحساب الانحراف المعياري لمُتوسط الفرق بين درجاتهن في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار، ويُوضح جدول (٦) التالي ذلك تفصيليًا:

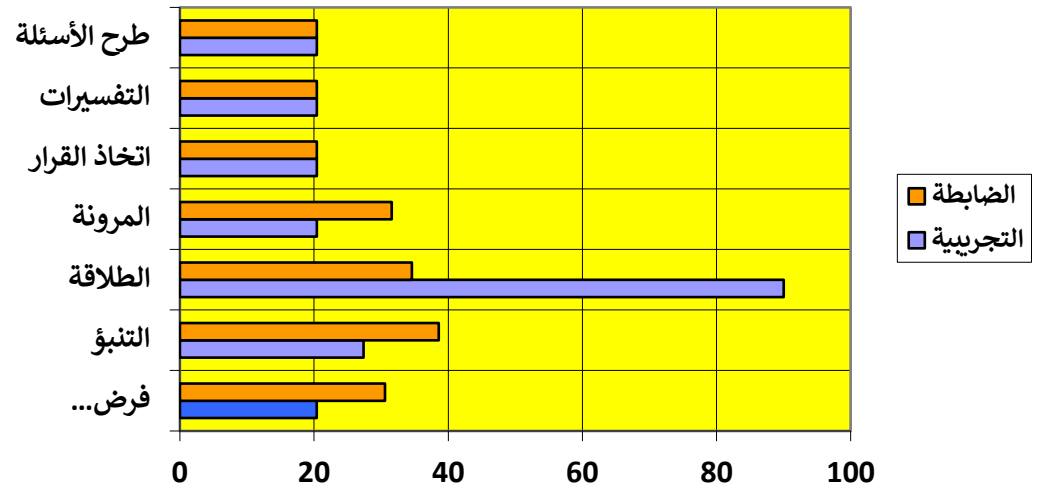
جدول (٦)

مُتوسط الفرق بين درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي، والانحراف المعياري, وقيمة (ت) والاحتمال المناظر لاختبار الفهم العميق ككل، وأبعاده

الأبعاد	المجموعة	ن	م	ع	قيمة (ت)	الدلالة الإحصائية
التفكير التوليدي (فرض الفروض)	التجريبية	36	5.03	0.81	16.34	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		1.94	0.79		
التفكير التوليدي (التنبؤ)	التجريبية	36	4.89	1.01	14.61	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		1.89	0.71		
التفكير التوليدي (الطلاقة)	التجريبية	36	12.69	1.60	30.55	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		3.25	0.94		
التفكير التوليدي (المرونة)	التجريبية	36	8.72	1.86	10.81	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		4.50	1.42		
اتخاذ القرار	التجريبية	36	13.14	1.59	22.03	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		4.61	1.79		
التفسيرات	التجريبية	36	3.14	0.93	11.39	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		1.05	0.58		
طرح الأسئلة	التجريبية	36	8.61	1.88	8.91	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		4.58	1.94		
اختبار الفهم العميق ككل	التجريبية	36	56.50	3.97	32.13	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		21.83	5.11		

يتضح من جدول (٦) أن قيمة "ت" المحسوبة لكل بعد من الأبعاد والاختبار ككل (١٦,٣٤–١٤,٦١–٣٠,٥٥–١٠,٨١–٢٢,٠٣–١١,٣٩–٨,٩١–٣٢,١٣) على الترتيب، مما يُعني وجود فرق دالة إحصائيًا عند مستوي (٠,٠٥) بين مُتوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق ككل، وأبعاده، وهذا يقود إلى رفض الفرض الأول من فروض البحث، وقبول الفرض البديل، وهو: "يوجد فرق دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين مُتوسطي

درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق ككل، وأبعاده"، كما يُوضحه شكل (١) التالي:



شكل (١) مُتوسط درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي في اختبار الفهم العميق ككل، وأبعاده

٢- إجابة السؤال الثالث من أسئلة البحث، والذي نصه: "ما فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات على تنمية الفهم العميق لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟"، وللإجابة على السؤال الثالث من أسئلة البحث تم حساب التالي:

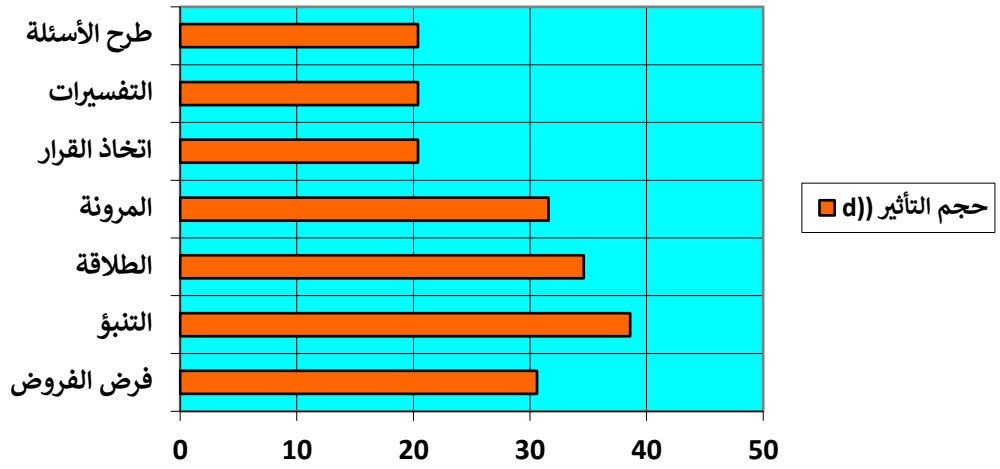
- حساب حجم تأثير البرنامج في تدريس تنمية الفهم العميق:

للتأكد من فاعلية البرنامج في تدريس تنمية الفهم العميق ككل، وأبعاده تم حساب حجم التأثير (d)، وقد جاءت النتائج، كما هو مُوضح في جدول (٧) التالي:

جدول(٧)
قيم (η^2) وقيم (d) المُقابلة لها، ومقدار حجم التأثير بالنسبة لاختبار الفهم العميق ككل، وأبعاده

العامل المُستقل	العوامل التابعة	م (η^2)	d)	حجم التأثير
ج في الفيزياء قائم رية معالجة المعلومات	كير التوليدي (فرض الفروض)	0.79	3.8	مُرتفع
	التفكير التوليدي (التنبؤ)	0.75	3.4	
	التفكير التوليدي (الطلاقة)	0.93	7.2	
	التفكير التوليدي (المرونة)	0.83	2.5	
	اتخاذ القرار	0.87	5.1	
	التفسيرات	0.85	2.6	
	طرح الأسئلة	0.83	2.5	
	الفهم العميق ككل	0.94	7.5	

يتضح من الجدول (٧) أن قيم حجم تأثير العامل المُستقل (برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات) في العامل التابع (الفهم العميق ككل، وأبعاده) جميعها ≥ (٠,٨)، وهذا يدل علي أن للبرنامج تأثير واضح علي تنمية الفهم العميق ككل، وأبعاده، وأن حجم تأثيره مُرتفع.



شكل (٢) حجم تأثير برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات في تنمية الفهم العميق ككل، وأبعاده

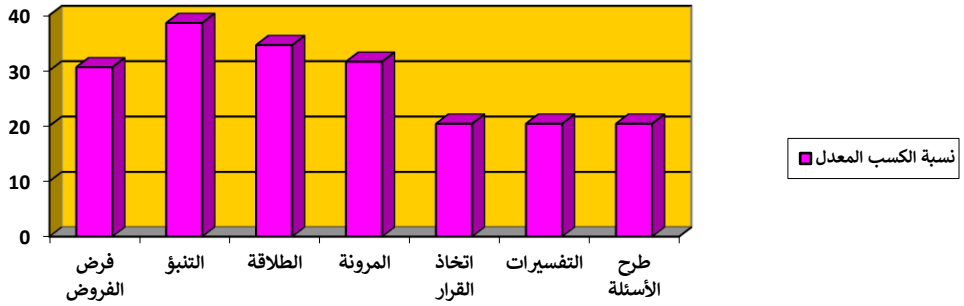
- حساب نسبة الكسب المُعدل لـ "بليك" بالنسبة لاختبار الفهم العميق ككل، وأبعاده:

للتأكد من فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات بالنسبة لاختبار الفهم العميق ككل، وكل بعد من أبعاده، تم استخدام مُعادلة الكسب المُعدل لـ "بليك" التي تتطلب معرفة مُتوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار، والدرجة النهائية له، كما هو مُوضح في جدول (٨) التالي:

جدول (٨)
نسبة الكسب المُعدل لنمو الفهم العميق بالنسبة لطالبات المجموعة التجريبية

التغير التابع	التطبيق القبلي م١	التطبيق البعدي م٢	الدرجة العظمى	نسبة الكسب المُعدل	الدلالة
التفكير التوليدي (وضع الفروض)	0.42	5.03	6	1.62	مقبولة
التفكير التوليدي (التنبؤ)	0.39	4.89	6	1.55	
التفكير التوليدي (الطلاقة)	0.33	12.69	18	1.38	
التفكير التوليدي (المرونة)	0.39	8.72	12	1.41	
اتخاذ القرار	0.36	13.62	20	1.32	
التفسيرات	0.28	3.14	4	1.48	
طرح الأسئلة	0.25	8.61	14	1.24	
الفهم العميق ككل	2.42	56.50	70	1.57	

يتضح من الجدول (٨) أن قيم نسبة الكسب المُعدل لـ "بليك" بالنسبة لاختبار الفهم العميق ككل، وكل بعد من أبعاده، تقع في المدى الذي حدده بليك من (١–٢)، كما أنها أكبر من الحد الفاصل (١,٢)؛ ويدل ذلك على أن البرنامج ذو فاعلية في تنمية الفهم العميق ككل، وكل بعد من أبعاده لدى طالبات المجموعة التجريبية.



شكل (٣) نسبة الكسب المُعدل لـ "بليك" بالنسبة لاختبار الفهم العميق ككل، وأبعاده

- **تفسير النتائج المُتعلقة بالفرض الأول من فروض البحث، والسؤال الثالث من أسئلته:**

تُشير هذه النتائج إلى أن المُتغير المُستقل وهو برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات له أثر دال في تنمية الفهم العميق ككل، وكل بعد من أبعاده لدى طالبات المجموعة التجريبية في مادة الفيزياء والنتيجة السابقة يُمكن أن تُعزي إلى التالي: ساعد البرنامج القائم نظرية معالجة المعلومات الطالبات على فحص الناقد للأفكار والحقائق الفيزيائية الجديدة ووضعها في البناء المعرفي القائم، وعمل ترابطات متعددة بين الأفكار الفيزيائية وبعضها، بحيث تبحث الطالبات عن المعنى الفيزيائي للظواهر والأفكار، والتركيز

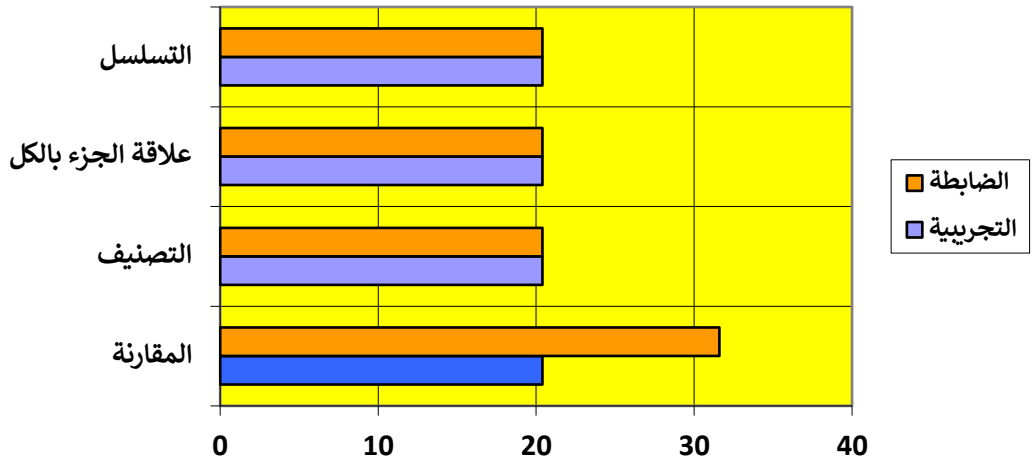
على الحجج والبراهين الفيزيائية لحل المشكلة، والتفاعل النشط، وعمل ترابطات بين التطبيقات الفيزيائية، وإعطاء أمثلة من الحياة الواقعية متعلقة بتلك الأفكار والظواهر، كما ساعد التدريس باستخدام البرنامج الطالبات على الاستدلال بما سيحدث من نتائج بخصوص المواقف الفيزيائية، وتنمية قدرتهن على توليد أكبر عدد من البدائل والأفكار الصحيحة علمية بخصوص أحد الظواهر الفيزيائية فى فترة زمنية معينة، وتوليد أفكار متنوعة أو حلول جديدة ليست من نوع الأفكار والحلول الروتينية، وتتفق تلك الدراسات مع نتائج دراسة عبدالحسن (٢٠١٦)، ودراسة القرنى، وعمر (٢٠١٧)، ودراسة شومان، وعبدالسلام، وقرني (٢٠١٨)، ودراسة Reichstein, et., al (2019)، ودراسة عبدالرؤف، والنسور، والسيد (٢٠٢١)، ودراسة هلال، ومحمد، وزكي (٢٠٢٣)، ودراسة عبدالرؤف، وغلوش، ويوسف (٢٠٢٤)، ودراسة على (٢٠٢٤)، ودراسة Wieman, Salehi (2024)التي أكدت على تنمية التفكير التحليلي لدى المتعلمين أثناء تعليم وتعلم الفيزياء.

٣- التحقق من مدى صحة الفرض الثاني: الذي نصه: "لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠,٠٥) بين مُتوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لاختبار نمو التفكير التحليلي ككل، وأبعاده"، ولاختبار صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار لعينتين مُرتبطتين، وذلك لحساب ما يلي: (مُتوسط الفرق بين درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس التفكير التحليلي ككل، وفى كل بعد من أبعاده، وحساب الانحراف المعياري لمُتوسط الفرق بين درجاتهن في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار، ويُوضح جدول (٩) التالي ذلك تفصيليًا:

جدول (٩)
مُتوسط الفرق بين درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي، والانحراف المعياري، وقيمة (ت) والاحتمال المناظر لمقياس التفكير التحليلي ككل، وأبعاده

الأبعاد	المجموعة	ن	م	ع	قيمة (ت)	الدلالة الإحصائية
المقارنة	التجريبية	36	16.50	1.83	23.38	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		5.94	1.99		
التصنيف	التجريبية	36	10.58	1.08	15.56	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		6.06	1.37		
علاقة الجزء بالكل	التجريبية الضابطة	36	13.28	4.05	10.72	دالة عند (٠,٠٥)
			5.67	1.33		
التسلسل	التجريبية الضابطة	36	23.69	6.06	17.34	دالة عند (٠,٠٥)
			5.47	1.73		
مقياس ككل	التجريبية	36	64.06	8.07	25.17	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		23.14	5.47		

يتضح من جدول (٩) أن قيمة "ت" المحسوبة لكل بعد من الأبعاد والاختبار ككل (٢٣,٣٨– ١٥,٥٦–١٠,٧٢–١٧,٣٤–٢٥,١٧) على الترتيب، مما يُعني وجود فرق دالة إحصائيًا عند مستوي (٠,٠٥) بين مُتوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لمقياس التفكير التحليلي ككل، وأبعاده، وهذا يقود إلى رفض الفرض الأول من فروض البحث، وقبول الفرض البديل، وهو: " يوجد فرق دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين مُتوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لمقياس التفكير التحليلي ككل، وأبعاده"، كما يُوضحه شكل (٨) التالي:



شكل (٤) مُتوسط درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس التفكير التحليلي ككل، وأبعاده

٤- إجابة السؤال الرابع من أسئلة البحث، والذي نصه: "ما فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات على تنمية التفكير التحليلي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟"، وللإجابة على السؤال الأول من أسئلة البحث تم حساب التالي:

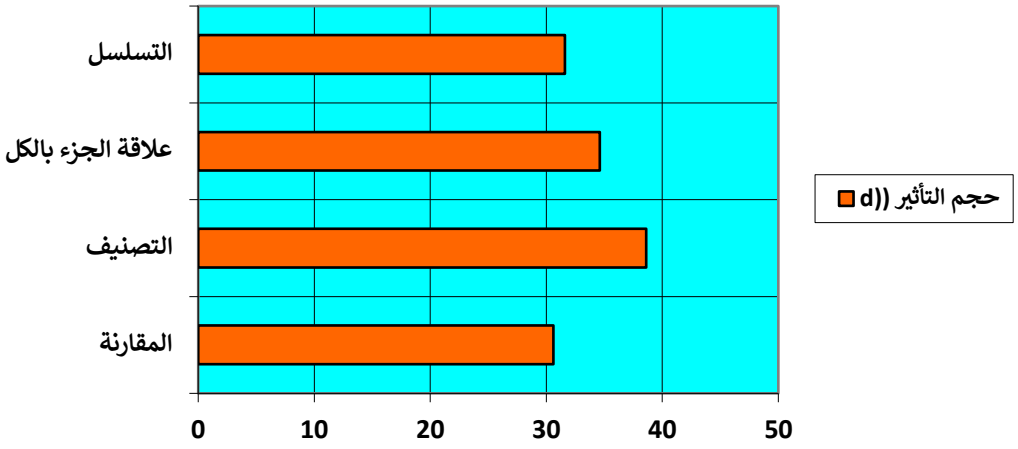
- حساب حجم تأثير البرنامج في تدريس تنمية التفكير التحليلي:

للتأكد من فاعلية البرنامج في تدريس تنمية التفكير التحليلي ككل، وأبعاده تم حساب حجم التأثير (d)، وقد جاءت النتائج، كما هو مُوضح في جدول (١٠) التالي:

جدول(١٠)
قيم (η^2) وقيم (d) المُقابلة لها، ومقدار حجم التأثير بالنسبة لمقياس التفكير التحليلي ككل، وأبعاده

العامل المُستقل	العوامل التابعة	قيم (η^2)	قيم (d)	مقدار حجم التأثير
برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات	المقارنة	0.88	5.51	مُرتفع
	التصنيف	0.77	3.67	
	علاقة الجزء بالكل	0.62	2.53	
	التسلسل	0.81	4.09	
	التفكير التحليلي ككل	0.90	5.93	

يتضح من الجدول (١٠) أن قيم حجم تأثير العامل المُستقل (برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات) في العامل التابع (الفهم العميق ككل، وأبعاده) جميعها $\geq$ ٠,٨، وهذا يدل علي أن للبرنامج تأثير واضح علي تنمية التفكير التحليلي ككل، وأبعاده، وأن حجم تأثيره مُرتفع.



شكل (٥) حجم تأثير برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات في تنمية التفكير التحليلي ككل، وأبعاده

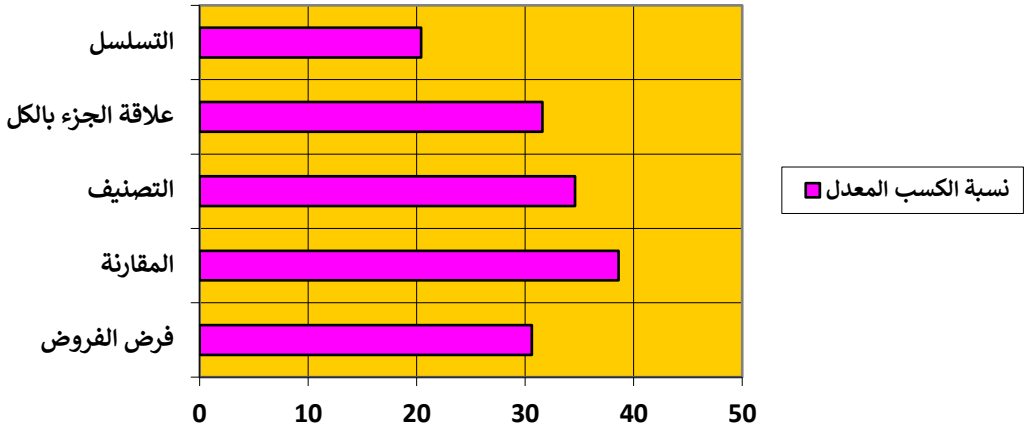
- حساب نسبة الكسب المُعدل لـ "بليك" بالنسبة لمقياس التفكير التحليلي ككل، وأبعاده:

للتأكد من فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات بالنسبة لمقياس التفكير التحليلي ككل، وكل بعد من أبعاده، تم استخدام مُعادلة الكسب المُعدل لـ "بليك" التي تتطلب معرفة مُتوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار، والدرجة النهائية له، كما هو مُوضح في جدول (١١) التالي:

جدول (١١)
نسبة الكسب المُعدل لنمو التفكير التحليلي بالنسبة لطالبات المجموعة التجريبية

التغير التابع	التطبيق القبلي	التطبيق البعدي	الدرجة العظمى	نسبة الكسب المُعدل	الدلالة
	م١	م٢			
المقارنة	0.53	16.50	24	1.74	مقبولة
التصنيف	0.55	10.58	15	1.76	
علاقة الجزء بالكل	0.50	13.28	24	1.07	
التسلسل	0.47	23.69	36	1.30	
التفكير التحليلي ككل	2.06	64.05	99	1.26	

يتضح من الجدول (١١) أن قيم نسبة الكسب المُعدل لـ "بليك" بالنسبة لمقياس التفكير التحليلي ككل، وكل بعد من أبعاده، تقع في المدى الذي حدده بليك من (١–٢)، كما أنها أكبر من الحد الفاصل (١,٢)؛ ويدل ذلك على أن البرنامج ذو فاعلية في تنمية التفكير التحليلي ككل، وكل بعد من أبعاده لدى طالبات المجموعة التجريبية.



شكل (٦) نسبة الكسب المُعدل لـ "بليك" بالنسبة لمقياس التفكير التحليلي ككل، وأبعاده

- **تفسير النتائج المُتعلقة بالفرض الثاني من فروض البحث، والسؤال الرابع من أسئلته:**

تُشير هذه النتائج إلى أن المُتغير المُستقل وهو برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات له أثر دال في تنمية التفكير التحليلي ككل، وكل بعد من أبعاده لدى طالبات المجموعة التجريبية في مادة الفيزياء والنتيجة السابقة يُمكن أن تُعزي إلى التالي: أن البرنامج القائم على نظرية معالجة المعلومات فر بيئة تعليمية ساعدت الطالبات على التعرف العلاقة بين الظواهر الفيزيائية ومكوناتها، ومعرفة الأجزاء الصغيرة التي تكون الظواهر ككل، ثم معرفة ما يحدث للظاهر لو لم يوجد هذا الجزء منها، ومعرفة وظيفته بالنسبة لتلك الظواهر، كما ساعدت الأنشطة الفيزيائية المصاغة باستخدام نظرية معالجة المعلومات في في تنمية القدرة على المقارنة بين الظواهر والأفكار الفيزيائية من عدة زوايا، وتصنيفها في مجموعة بناء على سمات أو خصائص أساسية تم بناؤها مسبقًا، وجمعها في مجموعات على أساس الخصائص التي تميزها، وتتناول ملاحظة أوجه الشبه والاختلاف، وكذلك التداخل بين الصفات ثم تقسيم تلك الظواهر والأفكار إلى مجموعات، وترتيبها بشكل منظم ودقيق، بحيث يتم وضع الأشياء بتنظيم محدد أثناء تدريس الفيزياء، وتتفق تلك النتائج مع نتائج دراسة الخوالدة (٢٠١٤)، ودراسة (٢٠١٤) رمضان، ودراسة Chonkaew, et. al (٢٠١٦)، ودراسة مراد (٢٠١٧)، ودراسة Irwanto, et. al (٢٠١٧),، ودراسة زكي (٢٠١٨)، ودراسة Putri, et. al (٢٠١٩) ودراسة Perdana, et. al (٢٠١٩) ودراسة Yulina, et. al (٢٠١٩) ودراسة البدرساوي (٢٠٢٠)، ودراسة عبدالحليم (٢٠٢١)، ودراسة Sujatmiko, et. al (٢٠٢١)، ودراسة أبو شامة (٢٠٢٢)، وعبد الحافظ (٢٠٢٣)، ودراسة سليمان (٢٠٢٣)، ودراسة البيومي (٢٠٢٣)، ودراسة الصحفي، وبابطين

(٢٠٢٤)، ودراسة عبدالقادر، وشعيرة (٢٠٢٤) ، ودراسة Hidayat, et. al (٢٠٢٤) التي أكدت على تنمية التفكير التحليلي لدى المتعلمين أثناء تعليم وتعلم العلوم.

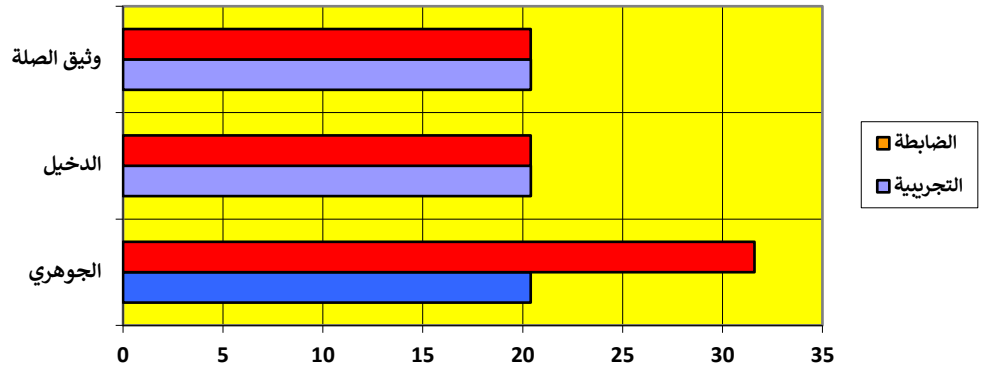
٥- التحقق من مدى صحة الفرض الثالث: الذي نصه: "لا يوجد فرق دالة إحصائيًا عند مستوي (٠,٠٥) بين مُتوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لمقياس العب المعرفي ككل، وأبعاده"، ولاختبار صحة هذا الفرض تم استخدام اختبار لعينتين مُرتبطتين، وذلك لحساب ما يلي: (مُتوسط الفرق بين درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس العب المعرفي ككل، وفى كل بعد من أبعاده، وحساب الانحراف المعياري لمُتوسط الفرق بين درجاتهن في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار، ويُوضح جدول (١١) التالي ذلك تفصيليًا:

جدول (١٢)

مُتوسط الفرق بين درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي، والانحراف المعياري، وقيمة (ت) والاحتمال المناظر لمقياس العب المعرفي ككل، وأبعاده

الأبعاد	المجموعة	ن	م	ع	قيمة (ت)	الدلالة الإحصائية
العبء المعرفي الجوهري	التجريبية	36	11.30	3.11	-21.98	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		35.05	5.67		
العبء المعرفي الدخيل	التجريبية	36	9.55	2.78	-18.21	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		24.22	3.95		
العبء المعرفي وثيق الصلة	التجريبية الضابطة	36	10.14	2.81	-21.13	دالة عند (٠,٠٥)
			28.69	4.46		
مقياس العب المعرفي ككل	التجريبية	36	31.00	5.13	-39.19	دالة عند (٠,٠٥)
	الضابطة		87.97	7.05		

يتضح من جدول (١٢) أن قيمة "ت" المحسوبة لكل بعد من الأبعاد والمقياس ككل (–٢١,٩٨، –١٨,٢١، –٢١,١٣، –٣٩,١٩) على الترتيب، مما يُعني وجود فرق دالة إحصائيًا عند مستوي (٠,٠٥) بين مُتوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لمقياس العب المعرفي ككل، وأبعاده، وهذا يقود إلى رفض الفرض الأول من فروض البحث، وقبول الفرض البديل، وهو: "يوجد فرق دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥) بين مُتوسطي درجات طالبات المجموعتين (التجريبية والضابطة) في التطبيق البعدي لمقياس العب المعرفي ككل، وأبعاده"، كما يُوضحه شكل (٨) التالي:



شكل (٧) مُتوسط درجات طالبات مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس العب المعرفي ككل، وأبعاده

٦- إجابة السؤال الخامس من أسئلة البحث، والذي نصه: "ما فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات على خفض العب المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؟"، وللإجابة على السؤال الأول من أسئلة البحث تم حساب التالي:

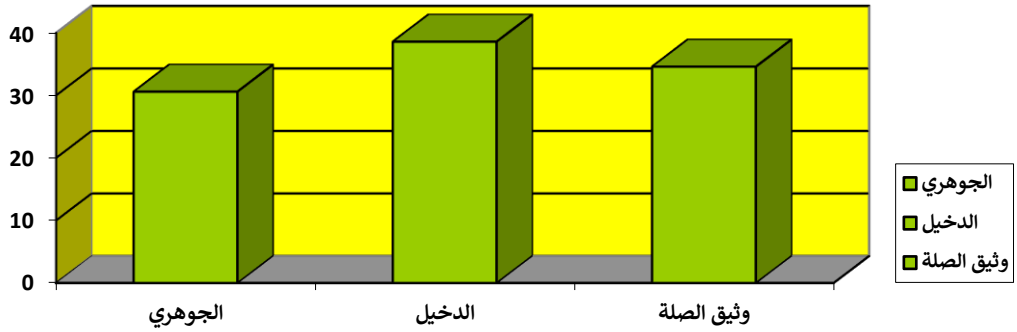
- **حساب حجم تأثير البرنامج في خفض العب المعرفي:**

للتأكد من فاعلية البرنامج في تدريس خفض العب المعرفي ككل، وأبعاده تم حساب حجم التأثير (d)، وقد جاءت النتائج، كما هو مُوضح في جدول (١٣) التالي:

جدول(١٣)
قيم (η^2) وقيم (d) المُقابلة لها، ومقدار حجم التأثير بالنسبة لمقياس العب المعرفي ككل، وأبعاده

العامل المُستقل	العوامل التابعة	قيم (η^2)	قيم (d)	مقدار حجم التأثير
برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات	العبء المعرفي الجوهري	0.82	5.18	مُرتفع
	العبء المعرفي الدخيل	0.83	4.29	
	العبء المعرفي وثيق الصلة	0.86	4.98	
	العبء المعرفي ككل	0.96	9.24	

يتضح من الجدول (١٣) أن قيم حجم تأثير العامل المُستقل (برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات) في العامل التابع (خفض العب المعرفي ككل، وأبعاده) جميعها ≤ ٠,٨، وهذا يدل علي أن للبرنامج تأثير واضح علي خفض العب المعرفي ككل، وأبعاده، وأن حجم تأثيره مُرتفع.



شكل (٨) حجم تأثير برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات في خفض العب المعرفي ككل، وأبعاده

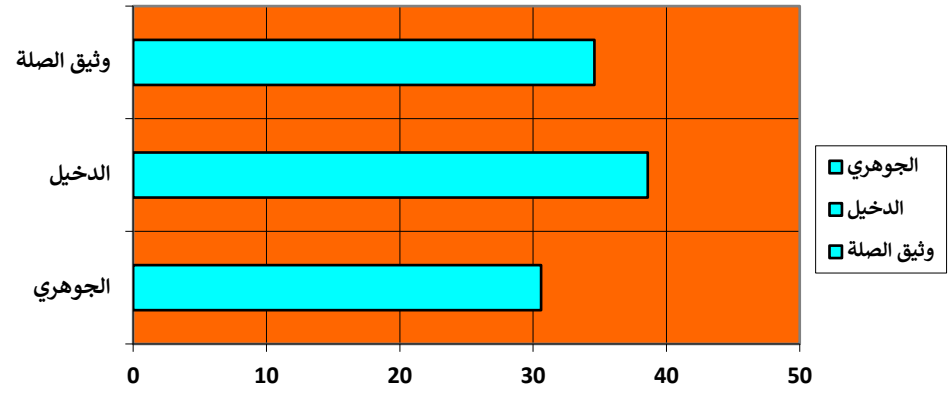
- **حساب نسبة الكسب المُعدل لـ "بليك" بالنسبة لمقياس العب المعرفي ككل، وأبعاده:**

للتأكد من فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات بالنسبة لمقياس العب المعرفي ككل، وكل بعد من أبعاده، تم استخدام مُعادلة الكسب المُعدل لـ "بليك" التي تتطلب معرفة مُتوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للاختبار، والدرجة النهائية له، كما هو مُوضح في جدول (١٤) التالي:

جدول (١٤)
نسبة الكسب المُعدل لنمو التفكير التحليلي بالنسبة لطالبات المجموعة التجريبية

التغير التابع	التطبيق القبلي	التطبيق البعدي	الدرجة العظمى	نسبة الكسب المُعدل	الدلالة
	م١	م٢			
العبء المعرفي الجوهري	34.89	11.30	45	1.22	مقبولة
العبء المعرفي الدخيل	23.08	9.55	30	1.11	
العبء المعرفي وثيق الصلة	28.22	10.14	35	1.24	
خفض العب المعرفي ككل	86.14	31.00	110	1.20	

يتضح من الجدول (١٥) أن قيم نسبة الكسب المُعدل لـ "بليك" بالنسبة لمقياس العب المعرفي ككل، وكل بعد من أبعاده، تقع في المدى الذي حدده بليك من (١–٢)، كما أنها أكبر من الحد الفاصل (١,٢)؛ ويدل ذلك على أن البرنامج ذو فاعلية في خفض العب المعرفي ككل، وكل بعد من أبعاده لدى طالبات المجموعة التجريبية.



شكل (٩) نسبة الكسب المُعدل لـ "بليك" بالنسبة لمقياس العب المعرفي ككل، وأبعاده

- **تفسير النتائج المُتعلقة بالفرض الثالث من فروض البحث، والسؤال الخامس من أسئلته:**

تُشير هذه النتائج إلى أن المُتغير المُستقل وهو برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات له أثر دال في خفض العب المعرفي ككل، وكل بعد من أبعاده لدى طالبات المجموعة التجريبية في مادة الفيزياء والنتيجة السابقة يُمكن أن تُعزي إلى التالي: تعديل طبيعة المهام الفيزيائية المكلف بها الطالبات طريق حذف بعض العناصر والعلاقات في المراحل الأولية من التعليم واستبدالها البعض الأخر بمهام أبسط نسبيًا؛ مما سهل عملية المعالجات التعليمية لجوانب التعلم المختلفة، كما أنه عمل على خفض الجهد العقلي الذي تبذله الطالبات لمعالجة المعلومات التي يتم تعلمها وربطها بالبنية المعرفية الموجود لديهن، كما أن التدريس باستخدام نظرية معالجة المعلومات أعطى الطالبات وقت كافي لكي يفكرون، وبالتالي إعطاء فرصة كافية للذاكرة العاملة لكي تقوم بوظائفها، كما أن البرنامج ركز على المعلومات الفيزيائية الأساسية والتى ترتبط بالجهد وثيق الصلة، ومحاولة إحداث عملية التعلم بأقل جهد عقلى مبذول من قبل الطالبات، فضلًا عن التصميم الجيد للأنشطة وخطوات النشاط؛ مما سهل معالجة المعلومات فى الذاكرة العاملة، كما أن البرنامج ربط عناصر المحتوى التعليمى ببعضها البعض، مما ساهم في إحداث تسلسل منطقى ساعد الطالبات على التعلم، وحذف المعلومات والأنشطة التى لا ترتبط مباشرة بموضوع التعلم، والبناء على المعلومات والخبرات السابقة للطالبات، سهل بناء وتكوين البنيات المعرفية، ووقلل العبء المعرفى المبذول، وتتفق تلك النتائج مع نتائج دراسة كلا من: Erlandson, Nelson, Savenye (2010), Haslam, Hamilton (2010), Meissner, Bogner (2013), Milenković, Segedinac, Hrin (2014), **ودراسة عزالدين (٢٠١٧)، ودراسة مهدى (٢٠١٨)، ودراسة عبدالعزيز (٢٠٢٠)، ودراسة القحطاني، والعطاب (٢٠٢٠)، ودراسة سليمان (٢٠٢٠)، ودراسة السيد (٢٠٢٢)،**

ودراسة كلا من: Evans, et. al. (2024), Wang, Lin, Lee, Wu, Huang (2024), Lin, et. al. (2024), Thees, et. al. (2020) التي أكدت على إمكانية خفض العبء المعرفي لدى المتعلمين أثناء تعليم وتعلم العلوم.

توصيات البحث :

في ضوء النتائج التي تم عرضها يمكن استخلاص مجموعة من التوصيات منها:

١- حث مطور مناهج الفيزياء بوزارة التربية والتعليم والتعليم الفني على ضرورة تخطيط مناهج الفيزياء باستخدام نظرية معالجة المعلومات، وتضمين مهارات الفهم العميق، والتفكير التحليلي فيها، مع إضافة أنشطة تعمل على خفض العب المعرفي للطالبات أثناء دراستهن للفيزياء.

٢- استخدام طرق واستراتيجيات ونظريات التدريس الحديثة في تدريس الفيزياء بالمرحلة الثانوية كـ (نظرية معالجة المعلومات) لتنمية الفهم العميق والتفكير التحليلي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي لديهم بوصفهما من الأهداف الرئيسة التي تسعى مادة الفيزياء لتحقيقها.

٣- تدريب طلاب شعبة الفيزياء بكليات التربية على كيفية استخدام نظرية معالجة المعلومات في تخطيط وتدريس منهج الفيزياء من خلال مُقرر طرق التدريس، والتربية العملية؛ مما يسهم في تطوير مُستوى أداء طلابهم.

٤- عقد برامج تدريبية لمُعلمي الفيزياء في أثناء الخدمة بالمرحلة الثانوية؛ بهدف اكسابهم المهارات والكفايات اللازمة لاستخدام (نظرية معالجة المعلومات) بنجاح في التدريس، وتطوير قدرتهم على تصميم التدريس بهذا الأسلوب؛ مما يجعلهم أكثر قدرة علي تحقيق أهداف تدريس مادتهم.

٥- تطوير الأسئلة في كتب الفيزياء بحيث لا ينصب الاهتمام على قياس مدى حفظ الطلاب للمعلومات والحقائق واستظهارها فحسب، بل يلزم الطالب القيام بالتعليل والتساؤل والبحث والتنبؤ بالافتراضات والربط بين الأسباب والنتائج، وتدريبه على المُقارنة، والموازنة وفرض الفروض والتحليل والتصنيف، مما يُساعد على تنمية فهمه العميق لمادة الفيزياء.

البحوث المقترحة :

في ضوء نتائج البحث الحالية تبدو الحاجة إلي إجراء بحوث أخري في هذا المجال مما يزيده تأصيلاً وعمقاً وثراءً، ومنها:

١- فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات في تنمية مهارات التفكير الناقد والرضا عن تعلم الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٢- فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات في تنمية التفكير عالي الرتبة والميل نحو تعلم الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٣- فاعلية برنامج تدريبي قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية الكفايات التدريسية والاتجاه نحو مهنة التدريس لدى معلمي الفيزياء بالمرحلة الثانوية.

٤- فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات في تنمية عمليات العلم والدافعية نحو تعلم الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٥- فاعلية برنامج في الفيزياء قائم على نظرية معالجة المعلومات في تنمية التفكير الجانبي والاتجاه نحو الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

المراجع:

أولًا- المراجع العربية:

أبو شامة، محمد رشدي. (٢٠٢٢). استخدام نموذج لاندا البنائي في تنمية التفكير التحليلي والانخراط في تعلم العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية منخفضي الدافعية العقلية، مجلة كلية التربية، ***(115)19، .729 – 658***

أبو غنيمة، عيد محمد عبدالعزيز. (٢٠٢٣). استخدام نموذج "الاستقصاء المدفوع بالمحاجة" "ADI" لتنمية مهارات التفكير عالي الرتبة وشغف الفيزياء لدى طالبات المرحلة الثانوية، دراسات في المناهج وطرق التدريس، ***(260) ،.80 – 12***

أحمد، إيمان محمد بدران محمد، وذكي، سعد يسي، ومحمد، نجلاء إسماعيل السيد، وسعودي، منى عبدالهادي حسين. (٢٠١٨). فاعلية استراتيجية **POEE** "تنبأ – لاحظ – اشرح – استكشف" في تنمية الفهم العميق في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، مجلة البحث العلمي في التربية، ***(6)19 ، .241 – 213***

إدريس، مصطفى رياض. (٢٠٢٣). أثر استراتيجية الأركان الأربعة في تنمية الفهم العميق لدى طلاب الصف الثاني المتوسط في مادة العلوم، مجلة الجامعة العراقية، ٦٤(٢)، ٤٤٦ – ٤٥٦.

اسماعيل، ناريمان جمعة. (٢٠١٧). أثر استخدام استراتيجية جاليين للتخيل الموجه على تنمية بعض مهارات التفكير التحليلي في العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. المجلة المصرية للتربية العلمية، ***(2)20 ،.161– 119***

الأشقر، سماح فاروق المرسي. (٢٠١٨). استخدام نموذج نيدهام البنائي في تدريس العلوم لتنمية التفكير التحليلي وتقدير الذات لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، مجلة كلية التربية، ٣٤(٣)، ٤٧ – ٨٨.

الاغا، ضياء الدين فريد صالح. (٢٠٢٣). أثر استراتيجية الرؤوس المرقمة في تنمية مهارات الفهم العميق لدى طلاب الصف العاشر الأساسي بفلسطين في مادة العلوم، مجلة العلوم التربوية والنفسية، ***(24) ، .249 – 217***

بدر، صفاء عبد الجواد عبد الحفيظ. (٢٠١٩). نظرية معالجة المعلومات وتنمية مهارات التفكير. دار التعليم الجامعى.

البدرساوي، غيصوب محمد. (٢٠٢٠). أثر استخدام تقنيات فيت Phet للمحاكاة التفاعيلة في تنمية التحصيل وبعض مهارات التفكير التحليلي في العلوم لدى طلبة الصف السابع بغزة، مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، ***(6)28 ، .468 – 441***

بدوي، زينب عبد العليم.(٢٠١٦). علم النفس المعرفي بين النظرية والتطبيق: الذاكرة المستقبلية. دار الكتاب الحديث.

بهجات، رفعت محمود، وأحمد، منصور عبد الفتاح، وأحمد، أمانى رافت.(٢٠١٢). الدراسات المستقلة نموذج مقترح لحفز التفكير التنسيقى لدى التلاميذ المتفوقين. عالم الكتب.

البيومي، منى خالد فهمي إبراهيم. (٢٠٢٣). استراتيجية مقترحة في حل المسائل الفيزيائية لتنمية مهارات التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى طلاب المرحلة الثانوية، مجلة تطوير الأداء الجامعي، ***21(1)، 324. – 307***

تيرنر، تزبورو ساهاديو، مارزانوا، روبرت. (٢٠١٧). معالجة المعلومات الجديدة: أساليب صفية لمساعدة الطلاب في التفاعل مع المحتوى. مكتب التربية العربي لدول الخليج.

جابر، عبد الحميد جابر. (٢٠٠٣). الذكاءات المتعددة، تنمية وتعميق سلسلة المراجع في التربية وعلم النفس(٢٨). دار الفكر العربي.

جاد، شرين توفيق علي، رضا، حنان رجاء عبدالسلام، والسيد، عماد أبو سريع حسين. (٢٠٢٣). استراتيجية مقترحة قائمة على خرائط التفكير الإلكترونية لتنمية مهارات استشراف المستقبل والفهم العميق في العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، مجلة كلية التربية،***(38) ، – 322 364.***

جودة، سعادة، وإبراهيم، عبد الله. (٢٠١١). تنظيمات المناهج تخطيطها وتطويرها. دار الشروق للنشر.

حتحوت، تهاني محمد سليمان. (٢٠١٨). أثر استخدام بعض استراتيجيات كيجان على تنمية الفهم العميق والتحصيل في العلوم لدى تلاميذ الصف السادس الإبتدائي، المجلة المصرية للتربية العلمية،***21(5) ، 37. – 1***

حجاج، آية أحمد عبدالفتاح. (٢٠٢٣). فعالية استراتيجية REACT في تدريس العلوم لتنمية الفهم العميق والاتجاه نحو العمل التعاوني لدى تلميذات الصف الأول الإعدادي، مجلة كلية التربية، ***34(133)، 736. – 673***

حجاج، آية أحمد عبدالفتاح. (٢٠٢٣). فعالية استراتيجية ***REACT*** في تدريس العلوم لتنمية الفهم العميق والاتجاه نحو العمل التعاوني لدى تلميذات الصف الأول الإعدادي، مجلة كلية التربية، ***34(133)، 736. – 673***

حسانين، بدرية محمد محمد، ومحمد، إيمان أحمد عبدالفتاح، وزكي، حنان مصطفى أحمد. (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،***(11) ، 32. – 1***

خليل، عمر سيد، محمد، السيد شحاته، ومحمد، أماني عبدالشكور عبدالمجيد. (٢٠٢١). مدخل STEM في تدريس العلوم لتنمية بعض مهارات التفكير التحليلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، المجلة التربوية لتعليم الكبار،***(1)3 ، .90 – 61***

خنجر، سعد إبراهيم، وصبري، داود عبدالسلام. (٢٠٢٣). تحليل محتوى كتب نشاطات العلوم للمرحلة الابتدائية في ضوء مهارات الفهم العميق ومدى اكتساب التلامذة لها، مجلة العلوم التربوية والنفسية،***(152) ، .32 – 1***

الخوالدة، صالح عايد أحمد. (٢٠١٤). أثر تدريس مساق الفيزياء الإلكترونية باستخدام نموذج بيركنز وبلايث البنائي المدعم تكنولوجيا في استيعاب المفاهيم الفيزيائية وتحسين مهارات التفكير التحليلي لدى الطلبة في جامعة آل البيت (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة العلوم الإسلامية العالمية، عمان.

رمضان، أحمد ثابت فضل، والدرس، علاء سعيد محمد. (٢٠١٦). فعالية برنامج تدريبي قائم على التعلم المستند إلى الدماغ في تنمية مهارات التفكير المنظومي وخفض العبء المعرفي لدى طلاب كلية التربية، مجلة كلية التربية،***(4)64 ،.82 – 1***

رمضان، حياة علي محمد. (٢٠١٤). التفاعل بين استراتيجية قبعات التفكير الست و النمو العقلي في تحصيل المفاهيم الفيزيائية و تنمية مهارات التفكير التحليلي و اتخاذ القرار لدى طلاب الصف الأول الثانوي، دراسات عربية في التربية وعلم النفس،***(4)47 ، .56 – 13***

الزعبى، محمد يوسف. (٢٠١٢). العبء المعرفى بين النظرية والتطبيق. دار اليازورى العلمية. القاهرة.

زكي، حنان مصطفى أحمد. (٢٠١٨). تصميم وحدة في العلوم في ضوء نظرية تنظيم الفهم وأثرها على تعميق المفاهيم وتنمية مهارات التفكير التحليلي والمسئولية العلمية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، المجلة المصرية للتربية العلمية،***(10)21 ، .58 – 1***

زكي، حنان مصطفى أحمد. (٢٠١٨). تصميم وحدة في العلوم في ضوء نظرية تنظيم الفهم وأثرها على تعميق المفاهيم وتنمية مهارات التفكير التحليلي والمسئولية العلمية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، المجلة المصرية للتربية العلمية،***(10)21 ، .58 – 1***

الزهراني، عزة بنت صالح بن عبدالله، والعمودي، هالة سعيد أحمد باقادر. (٢٠٢٤). فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجد ADI لتدريس الأحياء في تنمية الفهم العميق لدى طالبات المرحلة الثانوية، مجلة التربية،***(201)1 ، .332 – 277***

السباب، أزهار. (٢٠٢١). الدماغ المعرفي وفسلجة الدماغ؛ الإنتباه والإدراك ومعالجة المعلومات في الذاكرة العبء المعرفي وسعة العقلية. مركز ديبونو لتعليم التفكير.

السعداوي، رانيا عبدالفتاح محمد. (٢٠٢٣). أثر التعلم السريع Accelerated Learning في تنمية الفهم العميق ومتعة تعلم العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. مجلة كلية التربية،***(19)20*** ، ***165 – 256.***

سليمان، إيمان سعيد عبدالباقي. (٢٠٢٣). استخدام نموذج عجلة تاسك "TASC" في تدريس العلوم لتنمية مهارات التفكير التحليلي ومتعة التعلم لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، مجلة كلية التربية،***(12)39*** ، ***.61 – 1***

سليمان، فوقية رجب عبدالعزيز. (٢٠٢٠). فاعلية برنامج أنشطة مقترح قائم على الاستقصاء الشبكي Web Quests في خفض العبء المعرفي وتنمية التفكير التحليلي الناقد لدي طلبة التدريب الميداني تخصص العلوم بكلية التربية، دراسات تربوية ونفسية،***(108)*** ، ***.177 – 115***

سيد، رمضان علي حسن. (٢٠١٦). العبء المعرفي وعلاقته بالتفكير الناقد لدى طلاب الجامعة، دراسات تربوية واجتماعية،***(1)22*** ، ***.534 – 493***

سيد، شعبان عبدالعظيم أحمد. (٢٠١٦). فعالية برنامج تدريبي مقترح قائم على نظرية معالجة المعلومات في تنمية استراتيجيات التعلم المنظم ذاتيا ومهارات كفاية الذات الأكاديمية والتوجه نحو الهدف لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية، دراسات عربية في التربية وعلم النفس،***(70)*** ، ***– 81 141.***

السيد، محمد حمدي أحمد. (٢٠٢٢). أثر تنوع أسلوبي عرض النص الموازي "متزامن – منفصل" لمقاطع الفيديو الرقمية التعليمية في بيئة تكنولوجيا الواقع المعزز في تنمية المفاهيم العلمية والإدراك البصري وخفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. مجلة التربية،***(195)*** ، ***1 – 83.***

الشلوي، مريم بنت فراج بن عويض. (٢٠٢١). برنامج تدريسي قائم على نظرية التعلم التحويلي وفاعليته في تنمية مهارات معالجة المعلومات لدى طالبات كلية اللغة العربية بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، مجلة العلوم التربوية،***(28)*** ، ***.148 – 73***

الشهري، علي بن عبدالله ابن حسن آل النهي،و المطرفي، غازي بن صلاح بن هليل. (٢٠٢٣). فاعلية نموذج التعلم ثنائي الموقف "DSLM" لتدريس العلوم على تنمية التفكير الناقد والفهم العميق لدى طلاب المرحلة المتوسطة، مجلة التربية،***(200)*** ، ***.338 – 291***

شومان، أحمد محمد إبراهيم شلبي، عبدالسلام، عبدالسلام مصطفى، و قرني، زبيدة محمد. (٢٠١٨). تطوير منهج الفيزياء فى ضوء معايير علوم الجيل القادم وفعاليتة فى تنمية التفكير الناقد والفهم العميق لدى طلاب المرحلة الثانوية (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة المنصورة، المنصورة.

الشيخ، مصطفى محمد، الجمال، محمود عبدالعاطي، ومصطفى، غادة إبراهيم عبدالرحمن أحمد. (٢٠٢٤). فاعلية استراتيجية قائمة على التعلم المستند للدماغ في تنمية الفهم العميق في العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. مجلة كلية التربية،***(115) ، .358 – 333***

الصحفي، أمجاد بنت خالد محمد، وبابطين، هدى بنت محمد بن حسين. (٢٠٢٤). فاعلية نموذج نيدهام البنائي في تدريس العلوم على تنمية مهارات التفكير التحليلي لدى طالبات المرحلة المتوسطة، دراسات عربية في التربية وعلم النفس،***(150) ،57 – 23***

الصحفي، أمجاد بنت خالد محمد، وبابطين، هدى بنت محمد بن حسين. (٢٠٢٤). فاعلية نموذج نيدهام البنائي في تدريس العلوم على تنمية مهارات التفكير التحليلي لدى طالبات المرحلة المتوسطة، دراسات عربية في التربية وعلم النفس، (١٥٠)، ٢٣ – ٥٧.

طنطاوي، وفاء أحمد محمد، وحسام الدين، ليلى عبدالله حسين، والسيد، علياء على عيسى على. (٢٠٢١). أثر استراتيجية مخطط البيت الدائري في تنمية الفهم العميق والدافعية لتعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، مجلة بحوث،***(1)1 ، .246 – 209***

عامر، أيمن. (٢٠٠٧). التفكير التحليلي "القدرة والمهارة والأسلوب". مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث في العلوم الهندسية.

عبدالباقي، نهى عبدالحكم أحمد. (٢٠٢٢). أثر نمطي عرض الإنفوجرافيك (الثابت – المتحرك) وفق نظرية معالجة المعلومات في تنمية مهارة بناء خوارزميات نظم التدريس الذكية لدى طالبات تقنيات التعليم، مجلة جامعة الملك خالد للعلوم التربوية،***(2)9 ،.235 – 201***

عبدالحسن، رشا عبدالحسين صاحب. (٢٠١٦). أثر استراتيجية سكامبير في تنمية الفهم العميق والرضا عن التعلم في مادة الفيزياء لدى طالبات الصف الثاني المتوسط، مجلة أبحاث ميسان، ***12(24) 171 – 213.***

عبدالحليم، ريهام محمد أحمد. (٢٠٢١). فاعلية استراتيجية الفصول المقلوبة في تنمية التحصيل في العلوم والتفكير التحليلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ذوي السعات العقلية المختلفة، مجلة كلية التربية بالإسماعيلية،***(49) ، .86 – 33***

عبدالرؤف، مصطفي محمد الشيخ، النسور، إبراهيم يوسف إبراهيم محمد، و السيد، يوسف السيد عبدالجيد. (٢٠٢١). فاعلية استراتيجية قائمة على نظرية الذكاء الناجح لتنمية الفهم العميق في الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية، مجلة كلية التربية،***(101) ، .210 – 189***

عبدالرؤف، مصطفي محمد الشيخ، غلوش، محمد مصطفى، ويوسف، هند حسن محمود. (٢٠٢٤). فاعلية نموذج الاستقصاء التقدمي في تنمية مهارات الفهم العميق في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية، مجلة كلية التربية،***(114) ، .430 – 411***

عبدالعزيز، دعاء عبدالرحمن. (٢٠٢٠). استخدام استراتيجية الصف المقلوب لتنمية بعض المفاهيم العلمية وخفض العبء المعرفي لدى طلاب الصف الأول الإعدادي، المجلة التربوية،***(75)*** ، ***1243 – 1310.***

عبدالفتاح، شرين شحاتة. (٢٠١٨). فاعلية مقرر العلوم المتكاملة الإلكتروني في تنمية مهارات التفكير التحليلي والإتجاه نحو التعلم الإلكتروني لدى طلاب كلية التربية، مجلة كلية التربية،***(5)34*** ، ***1 – 39.***

عبدالقادر، رحاب جمال الدين شلبي، و شعيرة، سهام محمد أبو الفتوح. (٢٠٢٤). فاعلية مدخل التعلم القائم على السياق في تدريس الأحياء لتنمية مهارات التفكير التحليلي والتحصيل الدراسي والاتجاه نحو المادة لدى طلاب الصف الأول الثانوي، مجلة البحث العلمي في التربية، ***25(7)، 122. – 65***

عزالدين، سحر محمد يوسف. (٢٠١٧). فاعلية استخدام المنظمات الرسومية في تنمية التحصيل وخفض العبء المعرفي المصاحب لحل المشكلات الخوارزمية في الكيمياء التحليلية وأساليب التعلم المفضلة لدى طالبات المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، المجلة الدولية للأبحاث التربوية،***(2)41 ، 124. – 77***

على، علياء محمد أحمد. (٢٠٢٤). فعالية برنامج قائم على نموذج SAMRفي تدريس الفيزياء لتنمية بعض مهارات الفهم العميق لدى طلاب المرحلة الثانوية، مجلة القراءة والمعرفة،***(271) ، 141 – 181.***

علي، رانيا محمود رياض. (٢٠٢٣). برنامج تعليمي قائم على التدريس المتمايز في مادة العلوم لتنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الخامس الإبتدائي، مجلة البحث في التربية وعلم النفس،***(1)38 ، 220. – 189***

علي، مرعي سعد محمد، وأبو ناجي، محمود سيد محمود سيد، وعبد الحافظ، وعبد الله محمد الأنور. (٢٠٢٣). استخدام المحطات العلمية في تدريس العلوم لتنمية مهارات التفكير التحليلي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية بمدارس التعليم المجتمعي، مجلة كطلية التربية، جامعة أسيوط، ٣٩(١٠)، ١٦٣–١٨٦.

غنايم، أمل محمد حسن حسن. (٢٠٢١). العبء المعرفي في السياق العربي: دراسة تحليلية من واقع البحوث النفسية والتربوية في مجال التربية الخاصة والعاديين باستخدام أسلوب التحليل البعدي خلال عقدين من الزمان، دراسات عربية في التربية وعلم النفس،***(138) ، 140. – 107***

الفيل، حلمى محمد حلمى عبدالعزيز. (٢٠١٣).تصميم مقرر إلكترونى فى علم النفس قائم على مبادىء نظرية المرونة المعرفية وتأثيره فى تنمية الذكاء المنظومى وخفض العبء المعرفى لدى طلاب كلية التربية النوعية جامعة الإسكندرية، (رسالة دكتوراه)، كلية التربية، جامعة الإسكندرية.

الفيل، حلمى محمد حلمى عبدالعزيز. (٢٠١٥).الذكاء النظومى فى نظرية العبء المعرفى،. مكتبة الأنجلو المصرية.

القحطاني، سناء سعيد مريع، والعطاب، نادية محمد علي. (٢٠٢٠). فاعلية استراتيجية التساؤل الذاتي في تدريس الكيمياء لتنمية التفكير التأملي وخفض العبء المعرفي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي، العلوم التربوية،***(1)28 ، .312 – 253***

القرنى، فهد حمدان حسن، وعمر، عاصم محمد إبراهيم. (٢٠١٧). فعالية تدريس الفيزياء باستخدام الأنشطة المتدرجة فى تنمية الفهم العميق لدى طلاب الصف الأول الثانوى، دراسات في المناهج وطرق التدريس،***(221) ، .159 – 110***

قطامي، يوسف محمود (٢٠١٣). استراتيجيات التعلم والتعليم المعرفية. دار المسيرة للنشر والتوزيع.

قنديل، أحمد محمد محمد السيد، والحبشي، فوزي أحمد محمد أحمد، وسلامة، مريم رزق سليمان. (٢٠٢٤). فاعلية تدريس الفيزياء باستخدام مدخل التعلم بالسياق لتنمية التفكير التصميمي لدى طلبة المرحلة الثانوية الأزهرية، مجلة القراءة والمعرفة،***(271) ، .87 – 47***

محمد، أيمن عامر. (٢٠٠٧). التفكير التحليلى: القدرة والمهارة والأسلوب، جامعة القاهرة، مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

مراد، ناريمان جمعة إسماعيل إبراهيم. (٢٠١٧). أثر استخدام استراتيجية جاليين للتخيل الموجه على تنمية بعض مهارات التفكير التحليلي في العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، المجلة المصرية للتربية العلمية،***(2)20 ، .161 – 119***

مسلم، محسن طاهر، وغريب، سعدون عمران. (٢٠٢٢). تقويم محتوى كتب الفيزياء للمرحلة الإعدادية في ضوء مهارات التفكير التحليلي، مجلة القادسية في الآداب والعلوم التربوية،***(3)22 ، 133 – 155.***

مسلم، محسن طاهر، وغريب، سعدون عمران. (٢٠٢٢). تقويم محتوى كتب الفيزياء للمرحلة الإعدادية في ضوء مهارات التفكير التحليلي. مجلة القادسية في الآداب والعلوم التربوية، ٢٢(٣)، ١٣٣ – ١٥٥.

المصري، تامر على عبد اللطيف. (٢٠٢٠). فاعلية استخدام خرائط العقل في تنمية الفهم العميق ومهارات حل المشكلات الفيزيائية لدى طلاب الصف الأول الثانوي، مجلة دراسات تربوية واجتماعية،***(3) ،.108-29***

مهدى، ياسر سيد حسن. (٢٠١٨). نموذج مقترح فى تدريس الكيمياء العضوية قائم على نظرية معالجة المعلومات لتنمية التنبؤ بخصائص المادة وخفض العبء المعرفى لدى طلاب المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، دراسات في المناهج وطرق التدريس،***(237) ، .115 – 66***

الميموني، عبير علي محمد، والطاهر، مها محمد كمال. (٢٠٢٤). فاعلية نمط الفصول المعكوسة في تعزيز مهارات الفهم العميق لمقرر العلوم لدى طالبات الصف الثاني المتوسط، المجلة العربية للتربية النوعية، ***(31) ، 158. - 113***

نصر، ريحاب أحمد عبدالعزيز. (٢٠١٧). استخدام عقود التعلم في تنمية الفهم العميق في العلوم لدى المتفوقين عقليا ذوي التفريط التحصيلي من تلاميذ المرحلة الإعدادية، المجلة المصرية للتربية العلمية، ***20(7) ، 236. - 191***

هاني، مرفت حامد محمد. (٢٠١٧). فاعلية استخدام التكامل بين الخرائط الذهنية اليدوية والإلكترونية لتنمية التحصيل في العلوم ومهارات التفكير التحليلي والدافعية لدى التلاميذ مضطربي الانتباه مفرطي النشاط بالمرحلة الإبتدائية، المجلة المصرية للتربية العلمية، ***20(8) ، 259. - 197***

هاني، مرفت حامد محمد، والجمال، محمود عبدالعاطي، والغنام، عمرو شعبان شعبان. (٢٠٢٣). فاعلية استراتيجية بنائية مقترحة في تنمية مهارات التفكير المنتج في الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية الأزهرية، مجلة كلية التربية، ***(112) ، 281. - 257***

هلال، محمد عبده محمد، ومحمد، فايزة مصطفى، وزكي، حنان مصطفى أحمد. (٢٠٢٣). أثر بيئة تعليمية مقترحة قائمة على النظرية التواصلية باستخدام الحوسبة السحابية في تدريس الفيزياء على تنمية الفهم العميق للمفاهيم لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الأزهري، مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية، ***(1) ، 146. - 111***

ثانيًا- المراجع الأجنبية:

Chase, C. C., Shemwell, J. T., & Schwartz, D. L. (2010, June). Explaining across contrasting cases for deep understanding in science: An example using interactive simulations. **In Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences,** (١, ١٥٣-١٦٠).

Chonkaew, P., Sukhummek, B., & Faikhamta, C. (2016). Development of analytical thinking ability and attitudes towards science learning of grade-11 students through science technology engineering and mathematics (STEM education) in the study of stoichiometry. **Chemistry education research and practice**.١٧(٤), ٨٤٢-٨٦١.

Erlandson, B. E., Nelson, B. C., & Savenye, W. C. (2010). Collaboration modality, cognitive load, and science inquiry learning in virtual inquiry environments. **Educational Technology Research and Development** , ٥٨, ٦٩٣-٧١٠.

Evans, P., Vansteenkiste, M., Parker, P., Kingsford-Smith, A., & Zhou, S. (2024). Cognitive load theory and its relationships with motivation: a self-determination theory perspective. **Educational Psychology Review** , ٣٦(١), ٧.

Haapalainen, E.; Kim, S.; Forlizzi, J.; & Dey, A. (2010). Psycho-psychological measures for assessing cognitive load. **A paper presented at the 12 ACM International Conference on Ubiquitous Computing**, Copenhagen, Denmark

Haslam, C. Y., & Hamilton, R. J. (2010). Investigating the use of integrated instructions to reduce the cognitive load associated with doing practical work in secondary school science. **International Journal of Science Education**.١٧٣٧-١٧١٥ ,(١٣)٣٢ ,

Hidayat, R., Nugroho, I., Zainuddin, Z., & Ingai, T. A. (2024). A systematic review of analytical thinking skills in STEM education settings. **Information and Learning Sciences**.٥٨٦-٥٦٥ ,(٨/٧)١٢٥ ,

Huang, Weidong, Peter Eades, and Seok-Hee Hong. "Measuring effectiveness of graph visualizations: A cognitive load perspective." **Information Visualization**.١٥٢-١٣٩ :(٢٠٠٩) ٨,٣

Irwanto, I., Rohaeti, E., Widjajanti, E., & Suyanta, S. (2017, August). Students' science process skill and analytical thinking ability in chemistry learning. **In AIP Conference Proceedings,** (1868),1. AIP Publishing.

Jakus, D. & Zubcic, K. (2014). Analytical and Critical Thinking Skills in Public Relations, Minib Marketing of Scientific and Research Organizations, **Institute of aviation Scientific publishers, Warsaw Poland**, (14) 4, December, 1 – 11.

Kaldaras, L., Wang, K. D., Nardo, J. E., Price, A., Perkins, K., Wieman, C., & Salehi, S. (2024). Employing technology-enhanced feedback and scaffolding to support the development of deep science understanding using computer simulations. **International Journal of STEM Education**.٣٠ ,(١)١١ ,

Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1998). Levels of expertise and instructional design. **Human factors**.١٧-١ ,(١)٤٠ ,

Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1998). Levels of expertise and instructional design. **Human factors**.١٧-١ ,(١)٤٠ ,

Lawless, C.(2019).What is Information Processing Theory? Using it in Your Corporate Traning Online, https://2u.pw/HcpmmlVe.

Lin, X. F., Wong, S. Y., Zhou, W., Shen, W., Li, W., & Tsai, C. C. (2024). Undergraduate Students' profiles of cognitive load in augmented reality–assisted science learning and their relation to science learning self-efficacy and behavior patterns. **International Journal of Science and Mathematics Education**.٤٤٥-٤١٩ ,(٢)٢٢ ,

Meissner, B., & Bogner, F. X. (2013). Towards cognitive load theory as guideline for instructional design in science education. **World Journal of Education**.٣٧-٢٤ ,(٢)٣ ,

Milenković, D. D., Segedinac, M. D., & Hrin, T. N. (2014). Increasing high school students' chemistry performance and reducing cognitive load through an instructional strategy based on the interaction of multiple

levels of knowledge representation. **Journal of Chemical Education** , ٩١(٩), ١٤٠٩-١٤١٦.

Miller, G. (1956). Human memory and the storage of information. **IRE Transactions on Information The**ory, 2(3), 129–137.

Perdana, R., Jumadi, J., Rosana, D., (2019). Relationship between Analytical Thinking Skill and Scientific Argumentation Using PBL with Interactive CK 12 Simulation, **International Journal on Social and Education Sciences**, 1(1), 16-23.

Putri, S. M. Z., Cari, C., & Sunarno, W. (2019, June). Analysis of analytical thinking and misconceptions on the concepts of heat and temperature on physics students. **In Journal of Physics: Conference Series** (Vol. 1233, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.

Reichstein, M., Camps-Valls, G., Stevens, B., Jung, M., Denzler, J., Carvalhais, N., & Prabhat, F. (2019). Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science. **Nature**.٢٠٤-١٩٥ ,(٧٧٤٣)٥٦٦ ,

Rogers, P. R., Miller, A., & Judge, W. Q. (1999). Using information-processing theory to understand planning/performance relationships in the context of strategy. **Strategic management journal**, 20(6), 567–577.

Sujatmiko, Y. A., Isnaeni, W., Ridlo, S., & Saptono, S. (2021, June). The development of andro-webcomic media based on problem-based learning to improve analytical thinking ability and scientific attitude. **In Journal of Physics: Conference Series**, (5)1918, (052023). IOP Publishing.

Sweller J. ; Ayres, P.; & Kalyuga, S. (2011). **Cognitive Load Theory**. New York, NY: Springer

Sweller, J. & Paas, F. (2012). An evolutionary upgrade of cognitive load theory: Using the human motor system and collaboration to Support the Learning of Complex Cognitive Tasks. **Educational Psychological Review**, 24, 27-45

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive Science**, 12, PP. 257-285

Sweller, J. (2005). The Redundancy Principle in Multimedia Learning.

Sweller, J. (2010), Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances. In Plass, J; Moreno, R & Brunken, R. (Eds). **Cognitive Load Theory**. Cambridge University Press. PP 29:47.

Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. **Educational Psychology Review**, 22, 123-138

Sweller, J., and Changler, P., (1994)."Why some material is difficult to learn", **Cognition and Instruction**, 12, 185-233.

Sweller, J., Van Merrienboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. **Educational psychology review**.٢٥١-٢٩٦ ,١٠ ,

Sweller, J.; Merrienboer, J.; & Paas, F. (1998). Cognitive structure and instructional design, **Educational Psychology Review**, 10(3), 251-296

Sweller, John, and Paul Chandler. (1994). Why some material is difficult to learn**, Cognition and instruction**.١٢,٣ ,١٨٥-٢٣٣

Thees, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., & Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. **Computers in Human Behavior**, 108, 106316.

Van Merrienboer, J. J., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. **Educational psychology review**.١٧ ,١٤٧-١٧٧ ,

Wang, W. S., Lin, C. J., Lee, H. Y., Wu, T. T., & Huang, Y. M. (2024). Feedback mechanism in immersive virtual reality influences physical hands-on task performance and cognitive load. **International Journal of Human–Computer Interacti**on.٤٠ ,(١٥)٤١٠٣-٤١١٥ ,

Yao, Y. (2006). The effect of different representation formats of hypertext annotations on cognitive load, learning and learner control. **A doctoral dissertation**, University of Central Florida, Orlando, Florida

Yulina, I. K., Permanasari, A., Hernani, H., & Setiawan, W. (2019, February). Analytical thinking skill profile and perception of pre service chemistry teachers in analytical chemistry learning. **In Journal of Physics: Conference Series** (Vol.1157, No.4, p.042046). IOP Publishing.