الرياضيات الممتعة مدخلًا لتنمية التفكير المنتج وخفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ مختلفي التحصيل بالمرحلة الإعدادية

Fun Mathematics Approach for Developing Productive Thinking and Reducing The Level of Cognitive Burden among Students of Different Achievement in The Preparatory Stage

إعداد الدكتور

عبدالناصر محمد عبدالحميد عبدالبر

أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المساعد(المشارك)

كلية التربية – جامعة المنوفية

Dr.nasseredu@gmail.com

(١٤٤٣هـ- ٢٠٢١م)

الرياضيات الممتعة مدخلًا لتنمية التفكير المنتج وخفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ مختلفي بالمرحلة الإعدادية

أ.م. د/ عبدالناصر محمد عبدالحميد
كلية التربية – جامعة المنوفية

تاريخ استلام البحث : ٧ / ٨ /٢٠٢١ | **تاريخ قبول البحث : ١ / ٩ /٢٠٢١**

مستخلص البحث

هدف البحث إلى التعرف على فاعلية استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في تنمية التفكير المنتج وخفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية، وكذلك دراسة نوع العلاقة الإرتباطية بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى كل فئة من هؤلاء التلاميذ. واعتمد البحث في اجراءاته على التصميم شبه التجريبي القائم على استخدام المجموعتين التجريبية والضابطة مع اختبارات قبلية بعدية، حيث هدفت الاختبارات القبلية إلى التأكد من تكافؤ تلاميذ المجموعتين قبل التجربة، في حين هدفت الاختبارات البعدية إلى التعرف على فاعلية استخدام المتغير المستقل (مدخل الرياضيات الممتعة) في تنمية المتغيرين التابعين (التفكير المنتج وخفض مستوى العبء المعرفي) لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

وتم التوصل إلى عدة نتائج منها:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في اختبار التفكير المنتج في الرياضيات، لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.
- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في مقياس مستوى العبء المعرفي، لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة.
- وجود علاقة إرتباطية سالبة (عكسية) ودالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

وعلى ضوء تلك النتائج؛ تم تقديم بعض التوصيات والمقترحات، ومنها: تدريب معلمي المرحلة الإعدادية على استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس، وإجراء دراسة حول بناء استراتيجية مقترحة قائمة على نظرية العبء المعرفي لتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين والاحتفاظ بتعلم الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

الكلمات المفتاحية: مدخل الرياضيات الممتعة- التفكير المنتج- العبء المعرفي- التلاميذ مختلفي التحصيل- المرحلة الإعدادية.

Fun Mathematics Approach for Developing Productive Thinking and Reducing The Level of Cognitive Burden among Students of Different Achievement in The Preparatory Stage

Abstract

The research aimed at identifying the effectiveness of using fun mathematics approach on developing productive thinking and reducing the level of cognitive burden among students of (high- medium- low) achievement in the preparatory stage, as well as studying the type of correlation between productive thinking in mathematics and the level of cognitive burden for each of these students. The research adopted the quasi-experimental design of experimental and control groups with pre/post tests, where the pre-tests aimed at ensuring that the students of the two groups were equal before the administration, while the post-tests aimed at identifying the effectiveness of using the independent variable (fun mathematics approach) on developing the two dependent variables (productive thinking and reducing the level of cognitive burden) of preparatory stage pupils.

Some results were revealed as follows:

- There was a statistical significant difference at ($\alpha \leq 0.05$) level between the experimental and the control groups' mean scores (high- medium – low) achievement in the mathematical productive thinking in favor of the experimental group.
- There was a statistical significant difference at ($\alpha \leq 0.05$) level between the experimental and the control groups' mean scores (high- medium– low) achievement in the cognitive burden level scale in favor of the control group.
- There was a statistical and reverse negative correlation relationship at ($\alpha \leq 0.05$) level between the mathematical productive thinking and cognitive burden level of preparatory stage pupils' achievement (high– medium – low).

On the light of these results, some recommendations and suggestions were presented.

Keywords: Fun mathematics approach - Productive thinking - Cognitive burden - Different achievement's pupils - Preparatory stage.

أولًا: مقدمة البحث والحاجة إليه:

إن بناء القدرات العقلية للتلاميذ وتنمية مهارات التفكير لديهم أصبح ضرورة حتمية في العصر الحالي، حيث باتت نهضة الأمم مرهونة بما تمتلكه من عقول مفكرة قادرة على بناء مجتمعاتها والأخذ بأيديها نحو التقدم، ولذا تزايد الاهتمام بمداخل وإستراتيجيات التدريس التي قد تسهم في تنمية التفكير لدى التلاميذ. وتعد الرياضيات من المواد المهمة لتنمية مهارات التفكير، والتي تستخدم في حل المشكلات المختلفة، لأنها الأكثر تداخلًا في جميع مجالات الحياة، علميًا وتكنولوجيًا وحياتيًا.

ويعد رفع مستوى العملية التعليمية أحد الركائز الأساسية، التي تعمل على تقدم المجتمعات وتطورها، ولكي يتم تطوير المجتمعات لابد من تطوير العملية التعليمية التعلمية، من خلال الاهتمام بسائر مكوناتها الرئيسة، بما فيها المعلم وطريقة التدريس والمادة الدراسية والتلاميذ أنفسهم، والذي يعد أحد أوجه الاهتمام بالتلاميذ هو التعرف على الطرائق التي يتبعها المعلمون عند تقديم المعارف والمعلومات والمهارات، بحيث تتناسب مع قدراتهم وميولهم وتلبي احتياجاتهم وتراعي الفروق الفردية بينهم(محمد الحيلة،٢٠١٤)[*]. كما أن العملية التعليمية الجيدة تسعى دائمًا إلى تطوير طرق خزن الخبرات المتعلمة، وترتيبها وتنظيمها في ذاكرة التلميذ، بهدف استرجاعها في الوقت الملائم، والاستفادة منها في الحياة العملية، وهذا ما تسعى له العملية التعليمية من تخريج تلاميذ ذوي معلومات غزيرة ومعارف غنية، يمتازون بذاكرة منظمة وأفكار مترابطة، ولديهم المهارات العملية المختلفة لتوظيفها في خدمة أنفسهم وخدمة مجتمعهم(أفنان دروزة،٢٠١٥).

وتكمن أهمية المرحلة الإعدادية فيما تقدمه من معارف وخبرات وأنشطة، ودورها المهم في تنمية شخصية التلميذ وتحسين قدراته العقلية ومهاراته المعرفية، حيث تبدأ هذه المرحلة من سن الثانية عشر حتى الخامسة عشر من العمر تقريبًا، وفيها يتطور التفكير المنطقي، ووضع الفرضيات والاحتمالات، والتطور في التفكير الناقد، ومقارنة الأشياء وتحليلها واختيار الأنسب، كما ينمو التفكير ويتجه من المحسوس إلى المجرد ومن المعلوم إلى المجهول، كما تزداد القدرة على التحليل والتركيب والاستنتاج والاستدلال، وحل أي مشكلة تواجهه بأسلوب علمي(ظافر الشهري،٢٠١٨).

---

[*] يتبع البحث نظام توثيق الجمعية الأمريكية لعلم النفس – الإصدار السابع (7th ed.) APA .

ويعد التفكير المنتج من الأهداف الرئيسة للتربية في العصر الحاضر، حيث أكد التقرير الذي أعده خبراء اليونسكو إلى اللجنة الدولية المعنية بالتربية الحديثة للقرن الحادي والعشرين بعنوان "نتعلم لنكون" أننا في عالم شديد التغير، يتمثل أحد محركاته الرئيسة في التجديد الاجتماعي والاقتصادي على السواء، ولذا يجب إفساح المجال أمام الأفراد للتفكير والابداع الذي يقودهم نحو المستقبل(عبدالحكيم الصافي وسليم قارة،٢٠١٠).

كما تؤكد الاتجاهات التربوية الحديثة على أهمية التفكير المنتج، وإسهامه الإيجابي في العملية التربوية، ولذا أصبح لزامًا على القائمين على العملية التعليمية تفعيله والاهتمام به، وتشير الأبحاث والدراسات المتخصصة إلى أن التفكير المنتج يأخذ قوته وفاعليته من مجمل قوة العقل والعصف الذهني الذي يقوم به التلميذ، حيث يشكل خلاصة العديد من أنواع التفكير الفعال (الإبداعي والناقد) الذي يمارسه التلميذ لتحقيق أهدافه المرجوة(Furtak & Ruiz-Primo,2015).

ويعد الأداة المنهجية العلمية التي تجمع بين التفكير الإبداعي والتفكير الناقد للقيام بالأعمال وحل المشكلات بجودة عالية، ونقطة قوته أنه يجمع بين التفكير الإبداعي والتفكير الناقد ويوظفهما لتحقيق نتائج إيجابية عملية(Hurson,2008; Parton & James,2013). ومن أهم الاتجاهات الحديثة التي تسمو بالرياضيات عن كونها مجرد تراكم للمعلومات والمعارف، فالتفكير المنتج هو "اندماج لنمطي التفكير الناقد والابداعي، يقوم فيه الفرد بتنظيم أفكاره تنظيمًا ذاتيًا ويهدف إلى تحقيق نتائج إيجابية عملية"(آلاء الأسمر،٢٠١٦، ٥).

والتفكير المنتج أحد أنماط التفكير فوق المعرفي، والذي يعتمد على قيام التلميذ بحل المشكلات بطرق إبداعية، واقتراح حلول غير مألوفة ثم تقييمها ونقدها، بمعنى أن التفكير المنتج يشير إلى قدرة التلميذ على التكامل في ممارسة مهارات التفكير الابتكاري ومهارات التفكير الناقد، من خلال التوصل إلى حل المشكلات وتقديم حلول تتميز بالجدة والأصالة ثم نقدها وتقييمها في ضوء عدة معايير محددة مسبقًا(Hernandez,2014). كما أنه بمثابة عملية عقلية تعتمد على التفاعل بين الخبرات السابقة لدى التلميذ مع المدركات الحسية الجديدة المقدمة إليه في ظل الدوافع الداخلية أو الخارجية المحيطة به أو كلاهما، كما يعتبر أداة عملية تحث التلميذ على توليد الأفكار واكتشاف العلاقات الجديدة وحل المشكلات وتحقيق الأهداف المرجوة من خلال الجمع بين قدرات

التفكير الابتكاري والتفكير الناقد وتوظيفهما في المواقف والأحداث الغامضة لإنجاز المهام بطرق غير مألوفة(Cunningham & MacGregor,2016). وبالتالي فإن كلًا من التفكير الابتكاري والتفكير الناقد ضروريين للتفكير المنتج، حيث يتيح التفكير الابتكاري للمتعلم فرصًا لتوليد الأفكار وللتوسع في الخيارات والبدائل، بينما يقدم التفكير الناقد فرصًا للتركيز على جودة القرارات وتقييم البدائل واختيار الأفضل منها(مصطفى عبدالرؤف،٢٠٢٠).

ويستمد التفكير المنتج قوته من مجمل قوة العقل البشري وقدرته على العصف الذهني الذي يولد أفكار جديدة، وكذلك يشتمل على أنواع التفكير الفعال الذي بإمكان الفرد توظيفه لتحقيق أفضل نتائج إيجابية تفيده في حياته الشخصية والعملية(Furtak & Ruiz-Primo,2015). ومن الصعب الفصل بين مهارات التفكير الناقد ومهارات التفكير الإبداعي، لأن الكشف عن مهارات التفكير الناقد سيعزز التفكير الإبداعي، كما أن تدريب التلاميذ على العمليات الإبداعية سيزيد من قدرة التفكير الناقد(Wahyud, Verawats, Ayub & Prayogi,2019).

وعطفًا على ما سبق .. يعتبر العبء المعرفي من أهم المشكلات التعليمية التي تعيق عمليتي التفكير والتعلم بشكل فاعل داخل حجرات الدراسة، وقد يرجع ذلك إلى التوظيف المستمر لطرق التدريس التقليدية، التي تشجع على الحفظ من خلال ضخ المعلومات المتواصل في ظل استخدام القليل من مصادر ووسائط التعلم، مما يعيق التلميذ من الانتباه بشكل جيد للمعلومات المقدمة إليه، ومن ثم يصعب ترميزها ومعالجتها وتمثيلها بشكل جيد داخل الذاكرة العاملة، مما يؤثر بالسلب على مهارات التفكير ويعيق قدرة التلميذ على حل المشكلات المختلفة(مليكة مدور ورقية وافي،٢٠١٨). وهناك عدة أعراض لزيادة العبء المعرفي لدى التلميذ؛ ومنها: تدني مستوى الكفاءة الأكاديمية والدافعية الذاتية في إنجاز المهام التعليمية، وعدم القدرة على الاحتفاظ بالمعلومات، بالإضافة إلى الإغلاق العقلي وعدم القدرة على حل المشكلات وإتمامها(مروان الحربي،٢٠١٥).

فقد يصبح التلميذ غير قادر على حل المشكلات كلما زاد مقدار العبء المعرفي على العمليات المعرفية والذاكرة العاملة، ويكون أداؤه ضعيفًا أثناء إنجاز المهام، ويتطلب ذلك تنشيط التفكير الذي يجعل التلميذ يحكم على نوعية المعلومات وأهميتها، بحيث يستبعد المعلومات الدخيلة أثناء حل المشكلات (المسائل)، ويركز على المعلومات ذات الصلة المباشرة بها ويدمجها في وحدات ذات

معنى تشغل حيزا صغيرا في الذاكرة العاملة(Van Merrienboer & Sweller,2005). ولذا يرتبط العبء المعرفي بوجود مهام أو مشكلات (مسائل) صعبة؛ حيث يزداد معدل العبء المعرفي كلما زادت درجة صعوبة المهام أو المشكلات (المسائل)، فالعبء المعرفي يلعب دورًا بارزًا أثناء قيام التلميذ بحل المشكلة أو المسألة(Si & Dongsik,2011).

ولقد استندت النظرية الخاصة بالعبء المعرفي على مرتكزين أساسيين في عملية التدريس، يتم من خلالهما خفض العبء المعرفي وتنشيط التفكير لدى التلميذ وتحقيق قدر كبير من التعلم الفعال، أول هذه المرتكزات ضرورة بناء مواقف للتعليم والتعلم وفق البناء المعرفي للتلميذ، كما يتمثل المرتكز الثاني في أهمية تحديد أسلوب البناء وكيفية الربط بين البناء المعرفي وعملية التدريس في ظل المخزون المعرفي المتضمن في الذاكرة طويلة المدى(Sweller,2003؛ أزهار السباب،٢٠١٦). كما أن التلميذ دومًا في حاجة إلى خفض العبء المعرفي المحمل على الذاكرة العاملة أثناء عملية التعلم، بغرض تنشيط مهارات التفكير العليا وإحداث تعلم فعال، ويتطلب ذلك تقديم المعلومات بصورة مترابطة تمكن التلميذ من بناء مخططات عقلية في الذاكرة طويلة المدى، ويستطيع من خلالها معالجة المعلومات الجديدة وفهمها وتطبيقها في المواقف والمشكلات غير المألوفة(هالة أبو العلا،٢٠١٥؛ صبحي الحارثي،٢٠١٥).

ويمكن خفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ من خلال عملية التدريس، حيث يجب أن تصمم برامج التعلم في ضوء البنية المعرفية للتلاميذ، وتوظيف مداخل التدريس التي تساعدهم على اكتشاف وبناء المعرفة، بجانب تصميم أنشطة تعليمية تتوافق مع نماذج تجهيز المعلومات، بحيث يستطيع التلميذ التعامل مع كم وحجم المعلومات المخزنة في الذاكرة طويلة المدى لديه بطرق متفردة(Sweller,2011).

كما يعد مستوى العبء المعرفي مؤشرًا للتحصيل الدراسي بوجه عام للتلاميذ؛ حيث توصلت العديد من الدراسات السابقة الحديثة إلى وجود علاقة ارتباطية سالبة بين العبء المعرفي والتحصيل الدراسي، أي أنه كلما زاد العبء المعرفي قل التحصيل الدراسي لدى التلاميذ والعكس صحيح(دعاء عبدالعزيز،٢٠٢٠؛ عبدالرحمن زمزمي،٢٠٢٠؛ Al-Shammari & Al-Khafaji,2019; Thees, et al,2020).

ويتفق العديد من التربويين على أن التلميذ الذي تزيد لديه مظاهر العبء المعرفي عادة ما يتسم بمجموعة من السمات المعرفية السلبية كتدني مستوى أداء المهام المعرفية بكفاءة، وصعوبة القيام بإجراءات التنشيط المعرفي للمهام المراد إنجازها خاصة المهام الرياضية والحسابية إذ يصعب فهمها واشتقاق الحلول منها، عطفًا على تضاؤل مقدار حفظ وتخزين المعلومات، وبالتالي تؤكد التطبيقات التربوية المشتقة من نظرية العبء المعرفي على ضرورة تنظيم الأنشطة وموضوعات التعلم المقدمة داخل الحصص الدراسية على نحو يضمن تقليل مصادر العبء المعرفي(Salleh, Shukur & Judi,2018; Al-Shammari & Al-Khafaji,2019; Sweller,2020).

ولذا أكدت الدراسات الحديثة على أن التلميذ بحاجة إلى خفض العبء المعرفي المفروض على ذاكرته العاملة أثناء التعلم، من خلال تحسين تعلم المهام المعرفية المعقدة عن طريق الحفاظ على عبء الذاكرة العاملة في حدود قدراته للمعالجة مع الاستفادة من قدرات الذاكرة طويلة المدى، وبالتالي فإن محاولات خفض العبء المعرفي يجب أن تعتمد على زيادة فاعلية طرق ومداخل التدريس المستخدمة، وتوجيه الأنشطة التعليمية التي تؤدي إلى سهولة اكتساب التلميذ للمخططات المعرفية المتعلقة بموضوعات التعلم(Richland, et al,2017; Padden,2019; Thees, et al, 2020).

وعلى الجانب الآخر.. تتفاوت القدرات العقلية والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، الأمر الذي يحتم على معلمي الرياضيات مراعاة تلك الفروق من جهة، واستخدام مداخل وإستراتيجيات تدريس مناسبة تجعل التلميذ من العناصر الفعالة داخل الفصل من جهة أخرى. بالإضافة إلى ما تؤكده الاتجاهات التربوية الحديثة من ضرورة زيادة دور التلميذ النشط في عمليتي التعليم والتعلم، من خلال استخدام الإستراتيجيات والمداخل الفعالة في العملية التعليمية ليكون التلميذ فاعلًا فيها(علاء الخزاعلة ومأمون الشناق وطارق جوارنه،٢٠٢٠).

ولقد ظهرت في الآونة الأخيرة بعض المصطلحات في مجال تعليم الرياضيات؛ مثل: الرياضيات الممتعة، التعلم الممتع للرياضيات، تعلم الرياضيات للمتعة، التدريس الممتع للرياضيات ..إلخ، وتشير جميعها إلى بعض مداخل وإستراتيجيات التدريس الحديثة، والتي يستطيع التلاميذ من خلالها استخدام كامل قدراتهم ليصبح التعلم لديهم أكثر سهولة وسرعة ومتعة وإنجاز، حيث يراعى فيها

قدرات التلاميذ واحتياجاتهم وميولهم ورغباتهم، ويتم ذلك من خلال استخدام مجموعة من الأنشطة المتنوعة والأدوات ومصادر التعلم المتعددة، التي تمكن المعلم من القيام بدوره على الوجه الأكمل، وتشعر التلاميذ بالسعادة والمتعة والمرح أثناء تعلم الرياضيات. فاستخدام طرائق صارمة في تدريس الرياضيات بعيدًا عن محاولات تحقق متعة تعلمها يؤدي إلى إظهارها بصورة بالغة التجريد، الأمر الذي يسهم في ظهور العديد من المشكلات والصعوبات لدى التلاميذ؛ ومنها: الخوف والقلق من دراسة الرياضيات، وضعف استيعاب المفاهيم الرياضية وقصور التواصل الرياضي، بالإضافة إلى ضعف قدراتهم الإبداعية(Alsardary & Blumberg,2009).

ويعد تعلم الرياضيات من أجل المتعة أو التعلم الممتع للرياضيات من الأسس المهمة التي يقوم عليها بناء وتطوير منهج الرياضيات؛ حيث يمكن تحقيق المتعة في تعلم الرياضيات من خلال: الألعاب الرياضية الذهنية، البحث عن تطبيقات جديدة للرياضيات، تكوين مسائل في صورة مشكلات رياضية والبحث عن حلول مبتكرة لها(مجدي إبراهيم،٢٠٠٠). ويسهم هذا النوع من التعليم في تحفيز التلاميذ وإثارة دافعيتهم وتركيزهم واهتمامهم، حيث يرافق التعلم الممتع غالبًا أحاسيسًا إيجابية بمستوى معتدل كالسعادة والسرور والبهجة التي تسبب لهم أحيانًا الابتسام والضحك اللذين يساعدان على زيادة تدفق الدم في مختلف أنحاء الجسم، وتدفق الأكسجين إلى الدماغ بشكل صحي ومؤثر على عملية التعلم، وبسبب الأحاسيس الإيجابية المرافقة للتعلم الممتع يكون لدى التلاميذ قدرة أعلى على التركيز والتفكير والتعلم بنشاط(محمد حمزة،٢٠١٠). وبالتالي يتعلم التلاميذ الرياضيات بشكل أفضل عندما يكونون مستمتعين بعملية التعلم.

وقد تزايدت التوجهات العالمية نحو مفهوم التعلم الممتع؛ والذي يشير إلى مشاركة التلاميذ في اكتساب المعارف والمهارات من خلال خبرات تعليمية ثرية تنمي روح المتعة والبهجة لديهم، يتم تخطيطها بشكل منضبط يوازن بين تحقيق الأهداف الأكاديمية ومتعة التعلم(خالد محمود،٢٠١٦). كما أن التعلم الممتع كتوجه تعليمي لا يمكن اختصار وصفه بأنه مجموعة من الأنشطة أو الألعاب التعليمية المقدمة في بعض المواقف التعليمية، بل إنه توجه أشمل من ذلك، حيث يحول الموقف التعليمي بكل عناصره ومضمونه التعليمي بصورة منضبطة ومتناسقة إلى خبرات تعليمية مرنة وممتعة، بغرض اكتساب التلاميذ للمعرفة مع تحقق المتعة(Fencl,2014).

والتعلم الممتع ليس تعلمًا بالفكاهة والمرح، لكنه أشمل من ذلك، فهو مبني على أساس تنوع أنماط تعلم التلاميذ سمعيًا وحركيًا وبصريًا؛ فقد يجمع التلميذ الواحد بين كل هذه الحواس لكن بدرجات متفاوتة، وكلما كان التعلم مشبعًا لكل تلك الحواس كلما كان أكثر جاذبية وتشويق، وهذا ما تؤكده النظرية الترابطية للتعلم وكذلك النظرية البنائية، ولذا لا ينظر إلى التعلم الممتع على أنه نوعًا من الترف والرفاهية التعليمية، بل مطلبًا ملحًا وضروريًا في النظرة الإنسانية العادلة للتلميذ وبنائه من منظور إيجابي(عبدالمحسن العرفج،٢٠٠٤؛ ماشي الشمري،٢٠١٥).

وتعتمد مداخل واستراتيجيات التعلم الممتع بشكل أساسي على توفير ظروف الاستمتاع للتلميذ والمعلم أثناء تعلم الرياضيات، ويعد الاستمتاع هو الإحساس الرئيس المستهدف في التعلم الممتع، ويفضل أن ترافقه أحاسيس إيجابية أخرى كالسعادة والمرح والسرور والبهجة والمحبة والحماس والشغف نحو عمليتي التعليم والتعلم، بمستوى معتدل نسبيًا(هبة عبدالله وهلا الشوا،٢٠١٨).

ومن الفوائد التي يحققها التعلم الممتع بصفة عامة؛ أنه: ينمي لدى التلاميذ الذاكرة والتفكير والإدراك والتخيل، ويحقق لهم تأكيد الذات من خلال التفوق على الآخرين فرديًا وفي نطاق الجماعة، ويكسبهم العديد من القيم مثل: التعاون واحترام حقوق الآخرين واحترام القوانين والقواعد والالتزام بها، ويكسبهم الثقة بالنفس والاعتماد عليها ويسهل اكتشاف قدراتهم واختبارها، يخلصهم من انفعالاتهم السلبية والتوتر الذي يتولد نتيجة القيود والضغوط، كما يعزز ثقتهم بأنفسهم وينمي لديهم مهارات الاستكشاف المختلفة(محسن فراج،٢٠١٩).

ويعد مدخل الرياضيات الممتعة من مداخل التدريس الحديثة التي تخاطب وجدان التلاميذ وتحفز انفعالاتهم، وتثير روح المتعة والمرح أثناء عملية التعلم لديهم، حيث يركّز هذا المدخل على التلاميذ ويجعلهم في حالة تفاعل ونشاط مستمرين؛ الأمر الذي يسهم في إتقان العديد من المهارات الرّياضية وتثبيت الحقائق والمعلومات المتضمنة في المنهج مما يساعد في تحقيق الأهداف المنشودة وتنمية العديد من نواتج التعلم لديهم.

وقد تطرقت بعض الدراسات السابقة إلى التعلم والتدريس الممتع للرياضيات (عبد العزيز الرويس،٢٠٠٩؛ إبراهيم رفعت، ٢٠١٧؛ نيفين البركاتي،٢٠١٨؛ هبة عبدالله وهلا الشوا،٢٠١٨؛ هديل رمضان وعودة أبو سنينة،٢٠٢٠؛ Fouryza, Amin & Ekawati,2018; Huffman,

2019; DeAndrade & Fachada,2020; Jayadevan,2020; Dobie & Sherin,2021; Ruswidiono, et al,2021). إلا أن أي منها لم يتطرق – في حدود قراءات الباحث – إلى دراسة فاعلية استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في تنمية التفكير المنتج وخفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ مختلفي التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

الإحساس بمشكلة البحث:

نبع الإحساس بمشكلة البحث من خلال عدة شواهد وملاحظات؛ لعل من أهمها:

- نتائج بعض الدراسات السابقة الحديثة التي أكدت على أهمية تنمية التفكير المنتج لدى المتعلمين بالمرحل الدراسية المختلفة، وخاصة المرحلة الإعدادية(ظافر الشهري،٢٠١٨؛ فائدة البدري،٢٠١٩؛ رافع أسود،٢٠٢١؛ Ahmaad,2020; Guzey & Jung,2021; Mohammed & Jalil,2021).
- توصيات العديد من الأبحاث والدراسات السابقة بالعمل على خفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ كعامل أساسي في نجاح العملية التعليمية من خلال استخدام إستراتيجيات ومداخل تدريس تساعد التلاميذ على اكتشاف وبناء المعرفة، وتشجيعهم على التعامل مع المعلومات المخزنة في الذاكرة طويلة المدى لديهم بطرق مناسبة(أسماء عبدالصمد،٢٠١٨؛ مصطفى عبدالرؤوف،٢٠٢٠؛ تهاني سليمان،٢٠٢١؛ Cerdan, Candel & Leppink, 2018; Al-Shammari & Al-Khafaji,2019).
- تفاعل الباحث مع تلاميذ المرحلة الإعدادية في حصص الرياضيات أثناء الإشراف على طلبة التربية العملية، حيث تبين عدم قدرة غالبية التلاميذ على: تفسير بعض المواقف الرياضية والنتائج المترتبة عليها، الحكم على بعض المواقف الرياضية في ضوء أدلة متاحة، تقديم أكبر عدد ممكن من الحلول والأفكار الرياضية حسب الموقف المقدم في الحصة الدراسية، إنتاج حلول وتوليد أفكار رياضية تتسم بالجدة والندرة والنوعية، ويعد ذلك مؤشرًا لانخفاض مهارات التفكير المنتج لدى التلاميذ.
- نتائج الدراسة الاستكشافية التي أجراها الباحث بهدف التعرف على مستويات التلاميذ في كل من: التفكير المنتج والعبء المعرفي، حيث تم تطبيق اختبار مبدئي استكشافي للتفكير المنتج

(ملحق:١)، وكذلك مقياس العبء المعرفي (ملحق:٢) على عينة عشوائية مكونة من خمسين تلميذًا وتلميذة بالصف الأول الإعدادي في إحدى المدارس بمدينة شبين الكوم منتصف شهر أكتوبر عام (٢٠١٩/٢٠٢٠م)، وتم التوصل إلى النتائج الموضحة في الجدول(١) الآتي:

جدول (١): نتائج الدراسة الاستكشافية للتعرف على مستويات التلاميذ في التفكير المنتج ومستوى العبء المعرفي

أداة القياس	الدرجة العظمى	فئات الدرجات	عدد التلاميذ	النسبة المئوية
اختبار مهارات التفكير المنتج	٣٠	(صفر– أقل من ١٠)	٣٣	٦٦ ٪
		(١٠– أقل من ٢٠)	١٤	٢٨ ٪
		(٢٠– أقل من ٣٠)	٣	٦ ٪
		المجمـــوع	**٥٠**	١٠٠ ٪
مقياس مستوى العبء المعرفي	٦٠	(٢٠– أقل من ٣٠)	٤	٨ ٪
		(٣٠– أقل من ٤٠)	١٠	٢٠ ٪
		(٤٠– أقل من ٥٠)	٢١	٤٢ ٪
		(٥٠– أقل من ٦٠)	١٥	٣٠ ٪
		المجمـــوع	**٥٠**	١٠٠ ٪

ويتضح من النتائج المتضمنة في جدول (١) السابق أن (٣٣) تلميذًا وتلميذة وبنسبة مئوية (٦٦٪) حصلوا على درجات أقل من ثلث الدرجة العظمى للاختبار وقدرها (٣٠) درجة، مما يوضح أن هناك انخفاضًا ملحوظًا في مستويات هؤلاء التلاميذ في التفكير المنتج في الرياضيات. كما يتضح من النتائج المتضمنة في الجدول نفسه أن (٣٦) تلميذًا وتلميذة وبنسبة مئوية (٧٢٪) حصلوا على درجات تراوحت ما بين (٤٠–٦٠) درجة على مقياس مستوى العبء المعرفي، مما يوضح أن هناك زيادة ملحوظة في مستوى العبء المعرفي لدى هؤلاء التلاميذ.

مشكلة البحث وأسئلته:

تمثلت مشكلة البحث الحالي في ضعف التفكير المنتج في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، بالإضافة إلى زيادة مستوى العبء المعرفي لدى هؤلاء التلاميذ، الأمر الذي ينعكس سلبًا على تحصيلهم الدراسي بوجه عام، ولعلاج ذلك يستخدم الباحث مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس لما له من مزايا عديدة في عمليتي التعليم والتعلم لدى تلاميذ تلك المرحلة على اختلاف مستوياتهم التحصيلية.

ويمكن صياغة مشكلة البحث في السؤال الرئيس الآتي:

ما فاعلية استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في تنمية التفكير المنتج وخفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية؟

ويتفرع من السؤال الرئيس السابق الأسئلة التالية:

١- ما فاعلية استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في تنمية التفكير المنتج لدى التلاميذ (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية؟
٢- ما فاعلية استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في خفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية؟
٣- ما نوع العلاقة الارتباطية بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية؟

فروض البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث تم صياغة الفروض الإحصائية التالية:

١- يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل في اختبار التفكير المنتج في الرياضيات، لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.
٢- يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل في مقياس مستوى العبء المعرفي، لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة.

٣- توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

١- التعرف على فاعلية استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في تنمية التفكير المنتج وخفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ مختلفي التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

٢- دراسة نوع العلاقة الارتباطية بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث الحالي في كونه:

- يعد استجابة لما ينادي به التربويون من ضرورة إعادة النظر في الطرائق المستخدمة في التدريس والتي قد تظهر الرياضيات بصورة بالغة التجريد، واستخدام مداخل أخرى تؤكد على التفاعل البناء بين المعلم والتلاميذ، وتوفر المتعة والسرور أثناء عمليتي التعليم والتعلم.
- يقدم لتلاميذ المرحلة الإعدادية مدخلًا حديثاً في تدريس الرياضيات، يتيح لهم تعليم وتعلم الرياضيات بطرائق تدريس ممتعة وشيقة تحبب الرياضيات إلى نفوسهم وتقرب دراستها إلى قلوبهم، الأمر الذي قد ينعكس إيجابًا على تحصيلهم الدراسي فيها من جهة، وتنمية مهارات التفكير المختلفة وخفض مستوى العبء المعرفي لديهم من جهة أخرى.
- يقدم دليلًا للمعلم للتدريس لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة، وكذلك بعض أدوات القياس التي يمكن الاستفادة منها في التعرف على مستوى تلاميذ المرحلة الإعدادية في كل من مهارات التفكير المنتج ومستوى العبء المعرفي.
- يقدم للمسؤولين عن إعداد وتطوير المناهج بعض الأفكار والطرائق التي يمكن الاستفادة منها في إثراء مناهج الرياضيات وطرائق تدريسها في مراحل التعليم المختلفة عامة والمرحلة الإعدادية خاصة.

- يفتح المجال أمام الباحثين والمهتمين بتعليم وتعلم الرياضيات لإجراء بحوث ودراسات مستقبلية أخرى مماثلة، قد تسهم في تطوير مداخل وإستراتيجيات التدريس المستخدمة في مختلف المراحل التعليمية.

حدود البحث وقيوده:

تتقيد النتائج التي يتوصل إليها البحث بالحدود الآتية:

- **الحدود الموضوعية:**
  - **الوحدة الثانية:** وحدة الجبر، وتشتمل على تسعة دروس كالآتي: الحدود والمقادير الجبرية، الحدود المتشابهة، ضرب الحدود الجبرية وقسمتها، جمع المقادير الجبرية وطرحها، ضرب حد جبري في مقدار جبري، ضرب مقدار جبري مكون من حدين في مقدار جبري آخر، قسمة مقدار جبري على حد جبري، قسمة مقدار جبري على مقدار جبري آخر، التحليل بإخراج العامل المشترك الأعلى.
  - **مهارات التفكير المنتج:** (التفسير، التبرير، الاستنتاج، الطلاقة، المرونة، الأصالة).
  - **أبعاد العبء المعرفي:** (العبء العقلي، العبء البدني، عبء الضغوط الزمنية، عبء الأداء، عبء الجهد، عبء الشعور بالإحباط).
- **الحدود البشرية:** تلاميذ الصف الأول الإعدادي.
- **الحدود المكانية:** مدرسة الوعي القومي الإعدادية بنين – إدارة شبين الكوم بمحافظة المنوفية.
- **الحدود الزمانية:** الفصل الدراسي الأول عام (٢٠١٩/٢٠٢٠م).

مواد وأدوات البحث:

تمثلت مواد وأدوات البحث والتي أعدها الباحث في الآتي:

- دليل المعلم لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس
- اختبار التفكير المنتج في الرياضيات.
- مقياس مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

خطوات البحث وإجراءاته:

للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صدق فروضه؛ سار العمل وفقًا للمراحل الآتية:

- **أولًا: مرحلة الدراسة النظرية:** وتضمنت الآتي:

- مراجعة الأدبيات التربوية والدراسات السابقة التي تطرقت إلى متغيرات البحث المختلفة(التعلم الممتع للرياضيات– التفكير المنتج– مستوى العبء المعرفي) لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- بناء الإطار النظري للبحث؛ واشتمل على المباحث الآتية:
  - **المبحث الأول:** التعلم الممتع للرياضيات (مبادئه– خصائصه– مزاياه– تحقيقه داخل الفصل– مراحل استخدامه).
  - **المبحث الثاني:** التفكير المنتج (مفهومه وأهميته– مهاراته– سبل ووسائل تنميته).
  - **المبحث الثالث:** العبء المعرفي (مفهومه– أنواعه– أسباب حدوثه وعلاجه):
- تحديد وتوصيف المراحل الرئيسة لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس؛ حيث لم تتطرق الأدبيات والدراسات السابقة إلى ذلك بالتفصيل.
- إعداد مواد وأدوات البحث: وتمثلت في: دليل المعلم، اختبار التفكير المنتج، مقياس مستوى العبء المعرفي.

- **ثانيا: مرحلة الدراسة الاستطلاعية:** وتضمنت الآتي:

- عرض دليل المعلم في صورته الأولية على بعض المحكمين المتخصصين في مجال تعليم الرياضيات، وإجراء التعديلات اللازمة والتوصل إلى صورته النهائية.
- عرض أداتي القياس في صورتها الأولية (اختبار التفكير المنتج– مقياس مستوى العبء المعرفي) على السادة المحكمين لضبطها، والتوصل إلى الصورة النهائية لكل منها.
- اختيار عينة استطلاعية (غير عينة البحث الأساسية) من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بإحدى مدارس مدينة شبين الكوم، لتطبيق أداتي القياس (المذكورة سلفًا) على تلك العينة، لضبطها وحساب الثبات والزمن المناسب للتطبيق.

- **ثالثا: مرحلة الدراسة التجريبية:** وتضمنت الآتي:
  - تحديد عينة البحث الأساسية من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بمدرسة الوعي القومي الإعدادية بنين بإدارة شبين الكوم التعليمية محافظة المنوفية.
  - تطبيق أداتي القياس قبليًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، للتعرف على المستوى الأولى لهؤلاء التلاميذ في كل من: التفكير المنتج ومستوى العبء المعرفي، والتأكد من تكافؤ تلاميذ المجموعتين في المتغيرين المذكورين.
  - تدريس وحدة الجبر لتلاميذ المجموعة التجريبية باستخدام مدخل الرياضيات الممتعة، في حين يدرس تلاميذ المجموعة الضابطة باستخدام الطريقة المعتادة في التدريس.
  - تطبيق أداتي القياس بعديًا، للتعرف على المستوى الذي وصل إليه التلاميذ في التفكير المنتج وكذلك مستوى العبء المعرفي بعد المعالجة التجريبية.
- **رابعًا: مرحلة الدراسة الإحصائية:** وتضمنت الآتي:
  - تصحيح أداتي القياس (اختبار التفكير المنتج- مقياس مستوى العبء المعرفي).
  - رصد الدرجات ومعالجتها إحصائيًا، والمقارنة بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لأداتي القياس.
  - الإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صدق فروضه، وتفسير النتائج ومناقشتها.
  - تقديم بعض التوصيات والمقترحات على ضوء النتائج التي تم التوصل إليها.

مصطلحات البحث:

- **مدخل الرياضيات الممتعة Fun Mathematics Approach:** يعرف المدخل التدريسي *Teaching Approach* بأنه مجموعة من المسلمات أو المنطلقات والافتراضات المسلم بصحتها، والتي تترابط فيما بينها بعلاقات وثيقة، بعضها يرتبط بطبيعة المادة، وبعضها يرتبط بعمليتي التعليم والتعلم، ويتضمن المدخل التدريسي أكثر من طريقة تدريس تربط بينها جميعًا مجموعة من الأسس والتصورات والمبادئ(حسن شحاته وزينب النجار،٢٠١١، ٢٦١-٢٦٢). أما مدخل الرياضيات الممتعة فيعرف بأنه مدخل لتدريس الرياضيات لتلاميذ المرحلة الإعدادية، يعتمد على تطوير الخبرة التعليمية المقدمة بمشاركة التلاميذ بما يحقق لهم المتعة في عملية التعلم،

مثل: الأنشطة والمهام البحثية والتعلم بالعمل والألعاب الرياضية والألغاز والأحاجي والقصص المشوقة والطرائف العلمية الرياضياتية.. إلخ، وفق تنظيم شامل متكامل لكافة عناصر العملية التعليمية، بهدف تحقيق الأهداف المنشودة، وبالشكل الذي يؤثر في امتاع التلاميذ بما يتعلمونه، وكسر مشاعر الملل والإحباط والتي قد تصاحب تدريس الرياضيات بالطرائق المعتادة.

- **التفكير المنتج Productive Thinking**: يعرف بأنه "عملية ذهنية، يتفاعل فيها الإدراك الحسي مع الخبرة، ويتطلب مجموعة من القدرات أو المهارات، ويسعى الفرد إلى اكتشاف علاقات جديدة، أو طرائق غير مألوفة، لتحقيق هدف معين، بدوافع داخلية أو خارجية أو كلاهما معًا"(محسن عطية،٢٠١٥، ٣١). أما التفكير المنتج في الرياضيات Productive Thinking in Mathematics فيعرف بأنه "اندماج لنمطي التفكير الناقد والإبداعي، يقوم فيه التلميذ بتنظيم أفكاره تنظيما ذاتيًا، ويهدف إلى تحقيق نتائج إيجابية عملية"(آلاء الأسمر،٢٠١٥، ٥) ويعرفه الباحث بأنه عملية ذهنية، يتفاعل فيها الإدراك الحسي مع خبرة التلميذ، للتوصل إلى إجابات وحلول غير مألوفة للمشكلات الرياضية، ويتضمن مجموعة من القدرات أو المهارات تتمثل في (التفسير، التبرير، الاستنتاج، الطلاقة، المرونة، الأصالة)؛ ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في الاختبار المعد لذلك.
- **العبء المعرفي Cognitive Load**: يقصد به "الحمل الواقع على الذاكرة العاملة أثناء التعلم وحل المشكلات، ويشير إلى مستوى الجهد المبذول في التفكير والتعلم، كمؤشر للضغط الواقع على الذاكرة العاملة أثناء تنفيذ مهمة محددة أو نشاط ما"(Haapalainen, Kim, Forlizzi & Dey,2010,304)، كما يعرف بأنه "إجمالي الطاقة العقلية التي يستهلكها المتعلم أثناء معالجة موضوع تعلم أو حل مشكلة ما أو أداء مهمة معينة، وهذه الطاقة العقلية تختلف من موضوع لآخر ومن متعلم لآخر"(حلمي الفيل،٢٠١٥، ٩٣). ويعرف إجرائيًا بأنه كمية الجهد المبذول من قبل التلاميذ لتعلم المعرفة الخاصة بالرياضيات، وإبقائها في الذاكرة العاملة النشطة من أجل فهم المادة المتعلمة وتخزينها في الذاكرة طويلة المدى، ويتكون من عدة أبعاد تتمثل في (العبء العقلي، العبء البدني، عبء الضغوط الزمنية، عبء الأداء، عبء الجهد، عبء الشعور بالإحباط)، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في المقياس المعد لذلك.

- **التلاميذ مختلفي التحصيل:** يقصد بهم تصنيف التلاميذ إلى عدة مستويات كالتالي: مرتفعي التحصيل وهم التلاميذ الذين يحصلون على الإرباعى الأعلى(٢٥٪) من درجات تحصيل الرياضيات الممنوحة لهم في الصف الدراسي السابق، والتلاميذ منخفضي التحصيل وهم الذين يحصلون على الإرباعى الأدنى(٢٥٪) من درجات تحصيل الرياضيات، وكذلك التلاميذ متوسطي التحصيل وهم التلاميذ الذين تنحصر درجاتهم بين الإرباعين الأعلى والأدنى(٥٠٪) من الدرجات الممنوحة لهم(عبدالعزيز الرويس وعبدالناصر عبدالحميد وسمر الشلهوب،٢٠١٣، ٤٩٩).

ثانيا: الأدب التربوي والدراسات السابقة:

المبحث الأول: التعلم الممتع للرياضيات (مبادئه - خصائصه - مزاياه - تحقيقه داخل الفصل - مراحل استخدامه):

تتسم الرياضيات كعلم بمجموعة من السمات التي تكسبه طبيعة خاصة بين العلوم ومنها: اعتماد الرياضيات في بنائها المعرفي على المنطق والاستدلال بدرجة كبيرة وأساسية، كما تتسم بالتركيب القوي المتناسق بين مكوناتها من تعاريف وعلاقات ونظريات، بالإضافة إلى اللغة الرسمية التي تعتمد عليها والتي تميل إلى درجة كبيرة من التجريد متمثلة في الرموز والأعداد والأشكال، وإذا كان من المقبول الاعتراف بهذه الخصائص للرياضيات كعلم يتسم بالدقة، فإنه من غير المقبول أن يمتد تأثير هذه الخصائص على تعليم الرياضيات، بحيث يتسم بدرجة كبيرة من التجريد بالشكل الذي يحول تعليم الرياضيات إلى حالة من الضيق وعدم الارتياح لدى التلاميذ بسبب أساليب تدريسية صارمة(إبراهيم رفعت،٢٠١٧).

وعلى الرغم من أن تعليم الرياضيات يرتبط ارتباطًا وثيقًا بتنمية مهارات التفكير لدى التلاميذ، إلا أن واقع تدريس الرياضيات في المرحلة الإعدادية يؤكد التركيز على الكم وحده، كما أن طرائق وأساليب التدريس المستخدمة قد تشجع على الحفظ والاستظهار. ولذا فمن الضروري استخدام مداخل وإستراتيجيات فعالة في التدريس تعتمد على استقبال المعلومات ومعالجتها بأقل عبء معرفي من أجل ضمان عملية تعلم فعالة.

مبادئ التعلم الممتع للرياضيات:

هناك عدة مبادئ للتعلم الممتع عامة يمكن إجمالها في(إبراهيم رفعت،٢٠١٧؛ أمل راغب،٢٠١٩):

- **اقتصاد الخبرة The Experience Economy:** تؤثر الخبرة التعليمية التي يمر بها التلميذ تأثيرًا كبيرًا على الكيفية التي يستقبل بها المعرفة، ومن ثم كيفية استيعابها وتوظيفها تبعًا لمستوى الخبرة التي يمر بها، من حيث كونها خبرة مباشرة أو غير مباشرة، ومن خلال هذا المنظور فإن التعلم الممتع يعمل على تعديل الخبرة التعليمية التي يعايشها التلميذ بنفسه، كما يمنح التلميذ فرصة أفضل لاكتساب المعرفة واستيعابها والاحتفاظ بها، الأمر الذي يعكس اقتصادية خبرة التعلم الممتع، فالخبرات التعليمية التي يتم العمل على إثرائها وتفتقد التعلم الممتع تأخذ جهد ووقت أكبر اقتصاديًا من خبرات التعلم التي تكون ذات مردود أكبر(Liu, Rosenblum, Horton & Kang,2014).
- **خبرة التدفق Flow Experience:** إذا كانت النظرية البنائية تقوم على اعتبار أن التعلم الحقيقي هو التعلم الذي يتمركز حول المتعلم من خلال اندماجه في عملية التعلم، فإن التعلم الممتع يعمل على اندماج المتعلم وجدانيًا بالشكل الذي يحافظ على استمرار نشاطه الذهني في اكتساب المعرفة، وبصفة عامة فإن خبرة التدفق يمكن وصفها على أنها ربط خبرتين ببعضهما، وهما المتعة والتركيز المكثف، فالتلاميذ يستمتعون بتعلمهم وفي الوقت نفسه يستغرقون ذهنيًا فيما يتعلمونه بالفعل من منظور أكاديمي (Niño,2015; Khoirul & Rohmy,2016).
- **التأثير الوجداني Emotional Effect:** يمثل الجانب الوجداني الباعث المهم في التأثير على الكيفية التي ينجز بها التلاميذ مهامهم، فدوافع التلاميذ واتجاهاتهم ومعتقداتهم ازاء ما يتعلمونه قد تكون سببًا في حالات الاخفاق والانسحاب من المواقف التعليمية إذا كانت سلبية، ويعمل التعلم الممتع على محاولة الاستفادة من التأثير الوجداني للتلاميذ، والذي يتحقق من خلال الممارسات التي يحقق فيها التعلم ذاته تبعًا لمشاركتهم مع أقرانهم وشعورهم بمتعة الإنجاز والتنافس(Mathrani, Christian & Ponder-Sutton,2016).

- **الفضول المعرفي Curiosity:** إذا كان التعلم النشط يستند في مبادئه إلى تهيئة بيئة تعليمية تثير تفكير التلميذ للحد الذي يبلغ معه درجة الفضول المعرفي لحل التناقضات المعرفية، وإكمال الفجوات التعليمية بين مكوناتها المختلفة، فإن التعلم الممتع يعمل على خلق رغبة الفضول المعرفي لدى التلاميذ، من خلال إنجاز الأنشطة والمهام والتي تفرض عليهم ضرورة حدوث الفضول المعرفي لاكتساب المعارف والمهارات المقصودة(Fouryza, Amin & Ekawati,2018; Eden,2019).
- **الدافعية الذاتية Intrinsic Motivation:** تستند نظرية الدوافع في علم النفس إلى أن هدف الفرد وطموحه قد يشكل الدافع الرئيس للقيام بالعمل، على اعتبار أن الدافعية بمثابة محصلة التفاعل بين خبرات الإنجازات السابقة، والهدف الذي يسعى إليه التلميذ من وراء تحقيق تلك الإنجازات، ويعمل التعلم الممتع على تحريك الدوافع الذاتية والداخلية للتلميذ في الموقف التعليمي، حيث أن تلك الدوافع تصاحب اشتراكه في عملية التعلم الممتع بفضل الاندماج الوجداني والأكاديمي(DeAndrade & Fachada,2020).

خصائص التعلم الممتع للرياضيات:

هناك عدة خصائص للتعلم الممتع؛ منها(إبراهيم رفعت،٢٠١٧؛Khoirul & Rohmy,2016):

- **يحقق الاستكشاف والتخيل معًا:** إن حدوث التعلم الممتع يرتبط ارتباطًا وثيقًا بمرور التلميذ بالمواقف التعليمية التي تتطلب درجة مناسبة من استكشاف المعرفة، وأبعد من ذلك فإن تصميم المواقف التعليمية بصورة تثير قدرة التلميذ على التخيل، حيث أن الاكتفاء بالاستكشاف وحده قد يحول الموقف التعليمي إلى موقف أكاديمي صارم في حين أن الاكتشاف الممتزج بالتخيل هو الذي يحتمل تأثيره المفضل في تحقق التعلم الممتع.
- **الخبرة التعليمية متعددة الحواس:** يتسم التعلم الممتع بتقديم خبرات تعليمية تخاطب الحواس المختلفة للتلميذ، بحكم طبيعة الإجراءات التي يسلكها في عملية التعلم، ومع تعدد الحواس في الخبرات المختلفة فإن اندماج التلميذ الوجداني والأكاديمي يمكن توقع حدوثه بدرجة أكبر.
- **الاقتصاد في الجهد المبذول ظاهريًا:** قد يتصور بطريقة خطأ أن حدوث التعلم الممتع يتحقق من خلال محاصرة التلميذ برزمة من المواقف التعليمية المتعددة والمتنوعة، على اعتبار أن

لديه درجة معقولة من الدافعية، وفي الحقيقة فإن هذا الأمر بمثابة خطأ إجرائي كبير، فمحصلة ذلك حدوث حالة من الإرهاق الذهني للتلميذ تنعكس في النهاية على اكتساب محدود للمعرفة المستهدفة، وعلى هذا فإن المحك الحقيقي في التعلم الممتع هو الاستثمار الدقيق لقدرات التلاميذ في خبرات تعليمية تثري تعلمهم وتشعرهم بالمتعة في الوقت نفسه.

- **تحقق فرصة الاختيارات:** يتسم التعلم الممتع بدرجة كبيرة من المرونة في إعطاء التلميذ درجة معقولة من حرية وضع واختيار البدائل المختلفة التي تشكل مكونات الخبرة التعليمية للتعلم الممتع، وتعد هذه الخاصية فرقًا مهمًا بين التعلم الممتع والتعلم باللعب أو لعب الأدوار، حيث يكون هناك تحديدًا دقيقًا للمهام والإجراءات المطلوبة من التلاميذ، في حين يتاح لهم في التعلم الممتع فرصة إضافة مهام تتوافق مع ميولهم، وبما يدعم الخبرة التعليمية من خلال المعلم الذي يعمل بمثابة الموجه والميسر لهذا الأمر.

مزايا استخدام التعلم الممتع:

يوفر التعلم الممتع للرياضيات بيئة تعليمية محببة إلى نفوس التلاميذ، يتم من خلالها توظيف بعض الأنشطة الرياضياتية الممتعة التي يمارسونها داخل حجرة الصف وخارجها، وتمكنهم من اكتساب المفاهيم والمعلومات الجديدة بطرق مسلية وممتعة، كما يشجعهم على التعلم الممتع وتطوير قدراتهم المختلفة. والتعلم الممتع نوع من أنواع النشاط الحر لاستغلال الطاقة الحركية والذهنية للتلميذ في آن واحد ويمارسه للحصول على خبرة أقل كثافة– دون التركيز على الكم المعرفي– ولا يعتمد على وجود أهداف واضحة لديه أو تلقي تغذية راجعة؛ بل يعتمد بدرجة كبيرة على الفضول المعرفي لتحقيق المتعة والتسلية بطريقة مباشرة، ولا يقصد من ورائه سوى المتعة المتمثلة في ممارسته، ويعد ميلًا فطريًا عامًا وإن اختلفت أشكاله من سن إلى أخرى ومن مجتمع لآخر(محسن فراج،٢٠١٩).

ولاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس عدة مزايا؛ منها:

- تحفيز التلاميذ لحضور الحصص الدراسية وتعلم المعارف والمهارات المختلفة، والمشاركة الفاعلة في عملية التعلم، بالإضافة إلى زيادة تركيزهم واستيعابهم، وبناء بيئة تعليمية اجتماعية تشجع على التواصل البناء بينهم(Lucardie,2014).

- تنمية التحصيل الدراسي لدى التلاميذ، متى أحسن التخطيط له وتنظيمه والإشراف عليه، حيث يؤسس مدخلًا وظيفيًا لمسار تعلمي فعال يتجاوز كثيرًا من سلبيات طرائق التدريس المعتادة(فواز الحارثي،٢٠١٥).
- مساهمته في النمو النفسي للتلاميذ من خلال توفير فرص التعلم في جو لطيف وبطريقة مريحة، وعدم زيادة الضغط أو العبء النفسي لدى التلاميذ وتوفير الدافعية نحو التعلم لديهم(Widyawulandari, Sarwanto & Indriayu,2018).
- يسهم في تنمية أساليب التفكير المختلفة لدى التلاميذ، لاسيما حل المشكلات(Huffman,2019).
- زيادة فرص تعليم التلاميذ من خلال الأنشطة التي يقومون بها، وتفاعلهم مع الآخرين(هديل رمضان وعودة أبو سنينة،٢٠٢٠).
- وسيلة تجعل عملية التعلم لدى غالبية التلاميذ سهلة وممتعة في المدارس، الأمر الذي يسهم في تحفيف العديد من نواتج التعلم لديهم(Jayadevan,2020).
- توفير بيئة تعليمية غير معتادة داخل المدرسة وخارجها، ويعد سمة للخبرات التعليمية الجيدة التي تجعل التعلم أكثر عمقًا وأبقى أثرًا(Dobie & Sherin,2021).

تحقيق التعلم الممتع للرياضيات داخل الفصل:

لتحقيق التعلم الممتع للرياضيات داخل الفصل يجب استخدام إستراتيجيات ومداخل تدريس تحافظ على انتباه التلاميذ وإقبالهم على التعلم بعيدًا عن شعورهم بالملل. ولذا يجب على المعلم مراعاة بعض الأمور مثل: تقليل النقد المباشر للتلاميذ كلما أمكن ذلك، التعزيز بالمدح والثناء كلما لزم الأمر، تشجيع التلاميذ على المناقشات مع أقرانهم، الابتعاد عن الأنشطة التقليدية التي تأخذ طابع التلقين حتى لا يمل التلاميذ مع التركيز على الأسئلة المثيرة للتفكير، تغير دوره من ملقن للمعلومات إلى قائد للنقاشات وموجه للأنشطة، ويعد الترويح من أكثر الطرق فاعلية في رفع الملل عن التلاميذ، وهناك عدة وسائل للحفاظ على انتباههم أثناء الحصة الدراسية، ومنها: اللعب، المزاح، نبرات الصوت، التبسم، التعلم بالتسلية، .. إلخ(علي الحفناوي،٢٠١٥).

وللأحاجي والألغاز الرياضية دور مهم في تحقيق التعلم الممتع للرياضيات. حيث تساعد الألغاز الرياضية في استثارة قدرات التلاميذ وتحفيزهم لاستيعاب متطلبات اللغز والسعي إلى تفسيره، كما أن استخدام الألغاز في حل الأنشطة وطرح الأسئلة المثيرة يساعد التلاميذ للوصول إلى الاستنتاجات المطلوبة(دارين سوداح،٢٠١٦). وتعتمد الأحاجي والألغاز المنطقية والرياضية سواء اللفظية أو المصورة على أساس تحدي مستوى ذكاء التلاميذ، فيعملون بهمة ونشاط من أجل الوصول إلى الحلول الصحيحة، فإذا تحقق ذلك فإنهم يشعرون بالبهجة والفرح والارتياح(شيرين عبدالحكيم،٢٠١٨).

وبالإضافة إلى ذلك؛ هناك عدة طرائق فعالة يمكن الاسترشاد بها لتحقيق التعلم الممتع لدى التلاميذ ومنها(Brown,2019; Cox,2019):

- بناء وتهيئة بيئة صفية يسودها المرح وذلك بدمج الأنشطة الممتعة في الدروس، وتهيئة جو من المتعة المصاحب لدراسة الموضوعات الصعبة حتى يتمكن التلاميذ من الإنخراط في الأنشطة عن طريق أنشطة اللعب أو المسابقات أو الألغاز، مما يجعل التعليم ممتعًا.
- دمج التكنولوجيا في التعليم يساعد التلاميذ على الاستمتاع والإنخراط في التعلم، ويتم ذلك بوسائل متعددة كألعاب الفيديو، أو الرسائل النصية مع أقرانهم أو سماع قصة أو لعبة.
- تكليف التلاميذ بإجراء بعض التجارب بأنفسهم، لأنهم يجدون متعة في إجرائها، وتعد طريقة مميزة لجعل التعلم أكثر متعة، ولابد أن تكون التجارب بسيطة وممتعة في الوقت نفسه.
- مراجعة الدروس بصورة مرحة وممتعة ليقبل التلاميذ على الدرس بشغف، ودافعية من خلال الألعاب والمسابقات، وبالتالي تكون الأنشطة الخاصة بالمراجعة ممتعة وغير مملة لهم.
- الخروج عن الجو التقليدي للصف برحلة أو زيارة، تساعد في تهيئة جو من المتعة في التعلم مثل زيارة المتاحف، المساجد، الحدائق، لجعل التعلم متعًا.
- السماح للتلاميذ بالتعلم التعاوني ليكون التعلم أكثر متعة وجاذبية، ويحتفظون بالمعلومات بشكل أسرع ولمدة أطول، كما يطورون مهارات التفكير الناقد ومهارات التواصل لديهم.
- إعطاء استراحة لدماغ التلاميذ لأنهم يعملون بجد كل يوم، وقد أظهرت الأبحاث أن التلاميذ يتعلمون أفضل عندما يتعرضون لكسر الروتين المتبع طوال اليوم الدراسي.

مراحل استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس:

لتحديد مراحل استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس، تم مراجعة العديد من المصادر العربية والأجنبية ذات الصلة(عبد العزيز الرويس،٢٠٠٩؛ إبراهيم رفعت، ٢٠١٧؛ نيفين البركاتي،٢٠١٨؛ هبة عبدالله وهلا الشوا،٢٠١٨؛ هديل رمضان وعودة أبو سنينة،٢٠٢٠؛ Fouryza, et al,2018; Posamentier, et al,2019; Huffman,2019; DeAndrade & Fachada,2020; Jayadevan,2020; Pujiastuti, Haryadi & Ridwan,2020; Dobie & Sherin,2021; Ruswidiono, et al,2021)، حيث تم استخلاص خمسة مراحل لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس لتلاميذ المرحلة الإعدادية؛ تتمثل في الآتي:

١- **المرحلة الأولى:** التخطيط للتعلم الممتع.

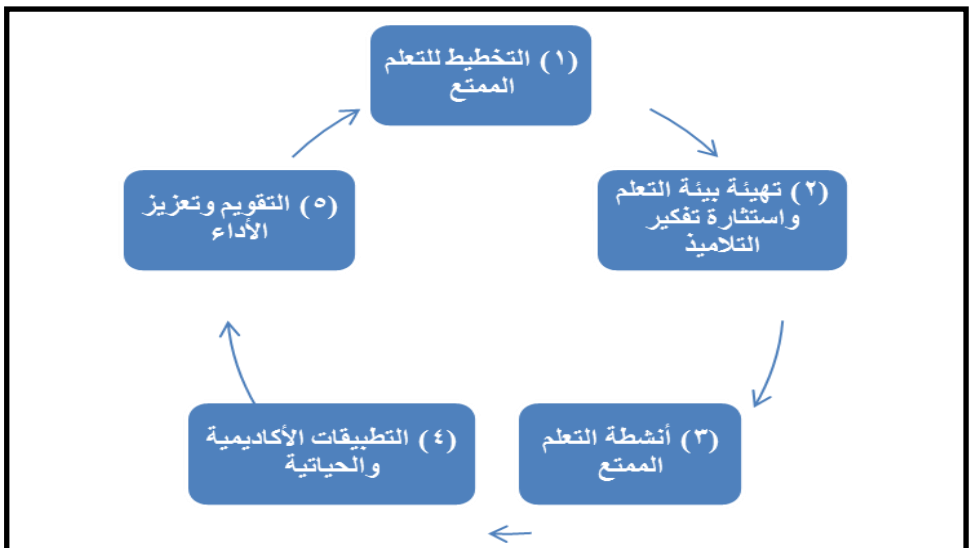
٢- **المرحلة الثانية:** تهيئة بيئة التعلم واستثارة تفكير التلاميذ.

٣- **المرحلة الثالثة:** أنشطة التعلم الممتع.

٤- **المرحلة الرابعة:** التطبيقات الأكاديمية والحياتية.

٥- **المرحلة الخامسة:** التقويم وتعزيز الأداء.

ويمكن تمثيل تلك المراحل في الشكل (١) الآتي:



شكل (١): مراحل استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس

ويعرض الباحث فيما يلي مراحل استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس بالتفصيل:

- **المرحلة الأولى: التخطيط للتعلم الممتع:** وفي هذه المرحلة يتم تحديد أهداف ونواتج التعلم المراد تحقيقها لدى التلاميذ بصورة دقيقة، وتحديد مصادر التعلم والمواد والوسائط التعليمية المناسبة لموضوع الدرس، وكذلك إعداد بعض الأنشطة الرياضية الممتعة ذات الصلة، كما يقوم المعلم بوضع إطار عام للخبرات التعليمية المقدمة لتحقيق التعلم الممتع، بصورة تتناسب مع خبرات التلاميذ وميولهم وقدراتهم الخاصة، وكذلك طبيعة الأهداف التعليمية المقصودة والمحددة سلفًا.
- **المرحلة الثانية: تهيئة بيئة التعلم واستثارة تفكير التلاميذ:** وفيها يتم تهيئة بيئة التعلم من خلال تأمين الاحتياجات المادية اللازمة للتعلم الممتع، حيث يتم تحديد الأدوات أو الخامات اللازمة لتنفيذ الخبرة التعليمية (إذا لزم الأمر)، ويتولى المعلم الإشراف على التلاميذ أثناء تنفيذ مهام التعلم الممتع، ويتم التنسيق مع التلاميذ في جمع الأدوات أو الخامات، وكذلك ترتيب البيئة الصفية داخل حجرة الدراسة، ولاشك أن مشاركة التلاميذ في هذه المهام تزيد من درجة شعورهم بالمسئولية ومثابرتهم في تنفيذ المهام المختلفة، كما يتم استثارة تفكير التلاميذ من خلال تشجيعهم على استخدام مهارات التفكير المختلفة ولاسيما مهارات التفكير المنتج (التفسير، التبرير، الاستنتاج، الطلاقة، المرونة، الأصالة)، باستخدام أسئلة تثير دافعيتهم، وكذلك تحفيز وتنشيط الأفكار الرياضية الموجودة لديهم، بالإضافة إلى تنشيط الذهن والوجدان والتفكير فيما يدرسونه من خلال تقديم أنشطة وتطبيقات تحبب الرياضيات إلى نفوسهم وتقربها إلى قلوبهم.
- **المرحلة الثالثة: أنشطة التعلم الممتع:** وفي هذه المرحلة يتم إعداد بعض الأنشطة الرياضية ذات الصلة بموضوع الدرس المقدم، ويمكن أن تأخذ تلك الأنشطة صورًا متعددة مثل:
  - **الأنشطة والمهام البحثية:** وهي كل ما يقوم به التلاميذ تحت إشراف وتوجيه المعلم، بهدف مساعدتهم على الوصول للمعلومات والحلول حول مشكلة محددة وتحليلها لاتخاذ قرار بشأنها، وقد تتم بشكل فردي أو جماعي، ويمكن أن تتم داخل المدرسة أو خارجها.
  - **الأحاجي والألغاز الرياضية:** وهي أنشطة فردية أو جماعية قائمة على المنافسة، تهدف للفوز ويحكمها قواعد محددة، ويحدد الفائز في النهاية، وتساعد التلاميذ على ممارسة المهارات وتبسيط المفاهيم المقدمة في الدرس.

- **القصة:** وهي تجربة واقعية أو خيالية تتناول أشخاصًا أو كائنات، من خلال صياغات وأحداث ومواقف مترابطة ومتسلسلة، تهدف إلى استثارة عواطف ووجدان القارئ، وتسعى إلى إكسابه العديد من الاتجاهات والقيم المرغوبة.
- **الألعاب التعليمية:** يعد التعلم باللعب موقفًا يقوم به التلاميذ لتحقيق هدف معين، قد يكون للتسلية أو الترفيه، والتعلم باللعب يجلب المتعة والراحة النفسية للتلاميذ، كما يكسبهم الثقة بالنفس والعمل الجماعي واحترام حقوق الآخرين.
- **التعلم بالعمل:** ويعد من أنشطة التعلم الممتع حيث ينخرط التلميذ في العمل، ويتفاعل مع المادة بصورة عملية خاصة إذا قدمت المفاهيم المرتبطة به بصورة ممتعة، ويساعد على سد الفجوة بين النظرية والتطبيق أو الجوانب النظرية والجوانب العملية للرياضيات، وتحويل البيئة الصفية إلى بيئة تعلم يسودها جو من المرح والعمل في تقديم المفاهيم الرياضية للتلاميذ.
- **الطرائف العلمية الرياضياتية:** كل ما يصدر من المعلم من قول أو فعل مقصود ومعد مسبقًا، من شأنه أن يثير اهتمام تلاميذه، ويحدث لديهم عجبًا ودهشة نحو موضوع من موضوعات الرياضيات، ويدعوهم إلى التساؤل عن حقيقة هذا القول والسر الكامن وراء ذلك.

- **المرحلة الرابعة: التطبيقات الأكاديمية والحياتية:** وتتضمن هذه المرحلة ما يلي:

- **التطبيقات الأكاديمية:** وتمثل تدريبًا عمليًا على التطبيقات الرياضية ذات الطبيعة المجردة لاستيعاب المعارف والمفاهيم المختلفة، بالإضافة إلى حل بعض التدريبات الموجودة في الكتاب المدرسي.
- **التطبيقات الحياتية ذات الطبيعة الممتعة:** حيث يتم تقديم مواقف تطبيقية حياتية تشتمل على بيانات ومعارف مثيرة للتلاميذ وتتصل بالبيئة التي يعيشون فيها، بحيث تسهم في عملية التعلم الممتع لموضوعات الرياضيات.

- **المرحلة الخامسة: التقويم وتعزيز الأداء:** يعد التقويم جزءًا لا يتجزأ من عملية التعلم ومقومًا أساسيًا من مقوماتها، ويواكبها في جميع خطواتها. وتهتم هذه المرحلة بتقويم تعلم التلاميذ لدرس

الرياضيات وتقديم التغذية الراجعة لهم وتعزيز أدائهم بعد أداء المهام والأنشطة المختلفة، وقد تمثلت أساليب التقويم، والتي تتناسب مع مدخل الرياضيات الممتعة في الآتي:

- **التقويم القبلي:** ويهدف إلى تحديد خبرات التلميذ ومهاراته السابقة إلى جانب تحديد أفكاره الخاطئة، ويستخدم قبل الشروع في شرح الدرس، لتحديد احتياجات التلاميذ، والتعرف على المستوى الأولي لهم قبل بدء الدرس.
- **التقويم البنائي:** ويطلق عليه أحياناً التقويم المستمر، ويعرف بأنه عملية التقويم التي يقوم بها المعلم أثناء عملية التعلم، ويبدأ مع بداية التعلم ويواكبه أثناء سير الحصة الدراسية، وحيث أن التقويم البنائي يحدث أثناء البناء أو التكوين فيجب بذل الجهد من أجل استخدامه في تحسين تلك العملية نفسها. ويتم خلال الحصة الدراسية، ويساعد المعلم على التأكد من كيفية تقدم التلاميذ في التعلم.
- **التقويم النهائي:** ويقصد به عملية التقويم التي تجرى في نهاية الحصة الدراسية أو بعد الإنتهاء من دراسة برنامج تعليمي أو وحدة دراسية معينة (الوحدة الثانية: الجبر)، يكون التلميذ قد أتم متطلباته في الوقت المحدد لإتمامها، والتقويم النهائي يحدد درجة تحقيق التلاميذ للمخرجات الرئيسة لتعلم المقرر الدراسي أو بعض وحداته.

كما تتضمن تلك المرحلة مناقشة أداء التلاميذ بعد الانتهاء من المهام التعليمية المقدمة، سواء كانت فردية (يقوم بها تلميذ واحد) أم جماعية (يقوم بها عدة تلاميذ)، والسماح ببعض التعليقات الفكاهية والتي تسهم في شعور التلاميذ بالفرح والسرور أثناء حصة الرياضيات.

وقد تطرقت بعض الدراسات السابقة خلال السنوات القليلة الماضية إلى استخدام بعض مداخل تدريس الرياضيات ودراسة فاعليتها في تنمية بعض نواتج التعلم لدى التلاميذ في المراحل الدراسية المختلفة؛ ومنها على سبيل المثال: المدخل الجمالي لتنمية تحصيل الهندسة والتفكير الإبداعي لدى طالبات الصف الثاني المتوسط في العراق(إيمان الربيعي،٢٠١٩)؛ المدخل مفتوح النهاية لمعالجة صعوبات حل المسألة الرياضية لدي طالبات الصف العاشر في الأردن(حنان حسن وأمل خصاونة وعلى البركات،٢٠١٩)؛ المدخل الجمالي لتنمية الحس الفكاهي والتذوق الجمالي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي(علي غريب،٢٠١٩)؛ مدخل STEM لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات

الرياضية لدى طالبات الصف الثاني المتوسط في السعودية(منى طاهر ورجب الميهي،٢٠١٩)؛ المدخل الواقعي للرياضيات لتنمية القدرة على التواصل الرياضي لدى تلاميذ المدارس المتوسطة(Hasbi, Lukito, Sulaiman & Muzaini,2019)؛ المدخل الدرامي لتنمية الحس الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية(أمين منصور،٢٠٢٠)؛ مدخل التعلم العميق لتنمية التفكير السابر والبراعة الرياضية وخفض التجول العقلي لدى طلاب المرحلة الثانوية(خلف الله فاوي،٢٠٢٠)؛ استخدام مداخل متعددة (المدخل القرآني، المدخل القصصي، مدخل الألعاب التعليمية) لتنمية تحصيل الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائيّة بالعراق(فاضل عطاالله،٢٠٢٠)؛ المدخل البصري القائم على برنامج GSP لعلاج اضطرابات الإدراك البصري وخفض القلق الرياضي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي ذوي صعوبات التعلم(محمد العشري،٢٠٢٠)؛ مدخل التطبيقات العملية لمادة الرياضيات لتنمية التحصيل والتفكير الناقد لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية(يحيى العايدي وفؤاد موسي وزهدي مبارك،٢٠٢٠)؛ استخدام مدخل STEM في حل المسائل اللفظية الرياضية لتنمية التحصيل والتفكير الإبداعي لدى طلاب الصف الثالث المتوسط في مكة المكرمة(يحي الزهراني،٢٠٢١).

في حين تطرقت بعض الدراسات السابقة الأخرى إلى التدريس والتعلم الممتع؛ ومنها: برنامج تدريبي للمعلمات في استخدام الرياضيات الممتعة داخل الصف لتنمية بعض مهارات التفكير الناقد وخفض قلق الرياضيات لدى طالباتهن(عبدالعزيز الرويس،٢٠٠٩)؛ إستراتيجية مقترحة للتعلم للمتعة في اكتساب العمليات الأساسية للمجموعات وتنمية الذكاء الفكاهي لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية(إبراهيم رفعت،٢٠١٧)؛ برنامج تدريبي مقترح قائم على إستراتيجيات التعلم الممتع لمعلمات الرياضيات بالمرحلة الإبتدائية في ضوء واقع احتياجاتهن التدريبية(نيفين البركاتي،٢٠١٨)؛ برنامج تدريبي للتنمية البشرية قائم على التعلم الممتع في الممارسات التدريسية والمهارات الحياتية لمعلمي الرياضيات(هبة عبدالله؛ وهلا الشوا،٢٠١٨)؛ استخدام التدريس الممتع لتنمية التحصيل والكفاءة الاجتماعية في الرياضيات لدى طالبات الصف السادس(هديل رمضان وعودة أبو سنينة،٢٠٢٠).

وقد تم الاستفادة من تلك الدراسات في تهيئة البيئة الصفية المناسبة للتعلم الممتع، وكذلك إعداد دليل المعلم الخاص باستخدام مدخل الرياضيات الممتعة.

المبحث الثاني: التفكير المنتج (مفهومه وأهميته - مهاراته- سبل ووسائل تنميته):

مفهوم التفكير المنتج وأهميته:

يعد التفكير نشاطًا إنسانيًا ميز به الله – عز وجل – الإنسان عن سائر المخلوقات. ولقد تعددت وتنوعت تعريفات التفكير المنتج باختلاف تعدد وتنوع تخصصات الباحثين وتوجهاتهم الفكرية. فعرف التفكير المنتج بأنه "اكتشاف علاقات جديدة تتطلب مجموعة من المهارات أو القدرات التي تشمل المرونة، الأصالة، التوسع، والتخيل، حيث تعني الطلاقة: القدرة على توليد أكبر قدر من الإستجابة في فترة زمنية محددة، المرونة: وتعني القدرة على تغير اتجاه التفكير وتوليد أفكار متنوعة، الأصالة: وتعني القدرة على إنتاج الجديد، التوسع: القدرة على إضافة تفاصيل جديدة ومتنوعة، والتخيل: القدرة على إثارة التفكير وتوسيع النظرة والرؤية"(عزة عبدالسميع وسمر لاشين،٢٠١٢، ٢٥). وعرف بأنه "القدرة على تنظيم التعلم بناء على الخبرات السابقة والقيام بعمل بعض الأفعال والأشياء لحل المشكلات ويجمع بين الإبداع والنقد"(Cunningham & MacGregor,2013, 47). كما عرف بأنه "مجموعة من العمليات أو الأنشطة العقلية التي تتمثل في نمطي التفكير الناقد والإبداعي، لإنتاج أفكار جديدة وفعالة بأقل وقت وجهد ممكن"(ظافر الشهري،٢٠١٨، ١١٧).

ويعرفه الباحث بأنه عملية ذهنية، يتفاعل فيها الإدراك الحسي مع خبرة التلميذ، للتوصل إلى إجابات وحلول غير مألوفة للمشكلات الرياضية، ويتضمن مجموعة من القدرات أو المهارات تتمثل في (التفسير، التبرير، الاستنتاج، الطلاقة، المرونة، الأصالة).

وبالتالي فإن التفكير المنتج يؤدي إلى ناتج جديد حيث يقوم التلميذ بنقد وتحليل المعلومات الرياضية، وانتقاء أفضل الحلول للمشكلات الرياضية المقدمة، حيث يجمع بين مهارات التفكير الإبداعي والناقد.

مهارات التفكير المنتج:

هناك عدة مهارات للتفكير المنتج، قد تتنوع وتختلف وفقا لاختلاف الباحثين؛ فقد حدد Hurson(2008) مهارات التفكير المنتج في: تحديد المشكلة، جمع المعلومات التي ترتبط بها، صياغة المشكلة، استخدام المعلومات التي تم جمعها في توليد أكبر عدد من الأفكار لحل المشكلة، تقويم الحجج والمعلومات لاختيار أفضل الحلول، والاصالة في تطوير الحل المقترح وتنظيمه.

واقتصرت دراسة عزة عبدالسميع وسمر لاشين(٢٠١٢) على المهارات التالية: الطلاقة، المرونة، الأصالة، التوسع، التخيل، والإنتاج.

ولخصت دراسة آلاء الأسمر(٢٠١٦) مهارات التفكير المنتج في الرياضيات في: الاستنتاج، التنبؤ بالافتراضات، تقويم الحجج والمناقشات، التفسير، الطلاقة، المرونة، والأصالة. وحددتها دراسة ظافر الشهري(٢٠١٨) في: التفسير، التبرير، الاستنتاج، الافتراض، الطلاقة، المرونة، والأصالة. أما دراسة مصطفى عبدالرؤوف(٢٠٢٠) فقد حددت تلك المهارات في: الطلاقة، المرونة، الأصالة، معرفة الافتراضات، الاستنتاج، وتقييم الحجج، في حين حددت دراسة نهلة جاد الحق(٢٠٢٠) مهارات التفكير المنتج في: الاستنتاج، التفسير، التعرف على الافتراضات، تحديد مدي مناسبة المعلومات، الطلاقة، الأصالة، والحساسية للمشكلات.

وفي ضوء ذلك اقتصر البحث الحالي على المهارات الفرعية التالية للتفكير المنتج في الرياضيات؛ وهي: التفسير، التبرير، الاستنتاج، الطلاقة، المرونة، الأصالة، وذلك لمناسبتها للمرحلة العمرية لتلاميذ الصف الأول الإعدادي. ويمكن تعريف كل منها كالتالي:

- **التفسير:** القدرة على تفسير موقف رياضي والنتائج المترتبة عليه للتوصل إلى أفضل النتائج.
- **التبرير:** الحكم على موقف رياضي في ضوء الأدلة المتاحة.
- **الاستنتاج:** القدرة على انتقال المعارف والمعلومات من العام إلى الخاص.
- **الطلاقة:** القدرة على تقديم أكبر عدد ممكن من الحلول أو الأفكار حسب الموقف الرياضي.
- **المرونة:** القدرة على تنوع أساليب الحلول أو الأفكار حسب الموقف الرياضي.
- **الأصالة:** القدرة على إنتاج حلول أو توليد أفكار تتسم بالجدة والندرة والنوعية حسب الموقف الرياضي.

ويتضح مما سبق أهمية تنمية مهارات التفكير المنتج في الرياضيات لدى التلاميذ في المراحل الدراسية المختلفة، الأمر الذي يتطلب من القائمين على العملية التعليمية الاهتمام بتدريب التلاميذ على تلك المهارات، لكي يستطيعوا من خلالها تنظيم المعلومات وتصنيفها وتحليلها، وتقييمها للتوصل للاستنتاجات الصحيحة، وفي توليد أفكار رياضية جديدة وبدائل متنوعة، وحل المشكلات الرياضية المقدمة بطرق إبداعية.

أهمية التفكير المنتج:

تكمن أهمية التفكير المنتج في كونه: ينمي ثقة التلميذ في نفسه، ينمي الإبداع المفاهيمي والتفكير الإستقرائي لدى التلاميذ، ينمي احترام التلميذ لذاته وكفاءته وقدراته الأكاديمية، يعد مؤشرًا لنجاح التلاميذ في العلاقات الأكاديمية والعملية والإجتماعية، يساعد في استكشاف الحقائق وتحديد الأنماط والعلاقات، يؤدي إلى تغيير الاتجاه العام لدى التلاميذ نحو التفكير كعملية وكناتج معًا، يدرب التلاميذ على البحث عن حلول إبداعية للمشكلات التي تواجههم، يعمل على تكوين اتجاهات إيجابية محببة نحو حل المشكلات المختلفة، يشجع التلاميذ على معالجة مهارات ومهام عقلية صعبة تتطلب المثابرة العقلية(سناء سليمان،٢٠١١؛ Murtianto, et al, 2019).

كما ترجع أهمية تنمية مهارات التفكير المنتج إلى أنه:

- ينمي لدى التلميذ التفكير الإبداعي من خلال تنمية قدراته على التنظيم واكتشاف الحلول للمشكلات بطرق جديدة وغير مألوفة(Cunningham & MacGregor,2013).
- يكسب التلميذ طرق جديدة للتفكير في المفاهيم والعمليات، ويساعده في حل المشكلات التي تواجهه في الحياة، وجعل التعلم ذا معنى(Branchini, Savardi & Bianchi,2015).
- يزيد من ثقة التلميذ بنفسه ويرفع مستوى قدرته على حل المشكلات الرياضية واتخاذ القرارات المناسبة(آلاء الأسمر،٢٠١٦).
- ينمي قدرة التلميذ على الحكم على المعلومات المتاحة، واستخدام المحكات المنطقية مما يزيد من التفكير المتروي، وينمي قدرته على ممارسة الإستدلال والبعد عن الذاتية، واكتشاف العلاقات بين الأشياء، وانتاج حلول إبداعية للمشكلات والمواقف بطرق جديدة وغير مألوفة(سالم العنزي،٢٠١٦).
- يمكن التلميذ من طرح الأسئلة التي تمكنه من التفكير وإتاحة الفرصة أمامه من خلال الحوار والمناقشة، وكذلك دعم السلوك الإيجابي لديه(ضياء شقورة،٢٠١٤؛ ظافر الشهري،٢٠١٨).
- ينمي دافعية التلميذ الداخلية للتعلم والقيم التربوية، ويشجعه على اكتشاف حلول المشكلات والاعتماد على الأنشطة التربوية، وينمي التفكير الإيجابي لديه(Lumbelli,2018).

- يؤدي إلى فهم أعمق للمحتوى، حيث يحول عملية اكتساب المعرفة من عملية خاملة إلى نشاط عقلي، يساعد التلميذ على فهم العلاقة بين عمليات التفكير وإدراك العلاقات، ويزيد من قدراته الإبداعية في حل المشكلات(نهلة جاد الحق،٢٠٢٠؛Biswal & Raipure,2020).
- يعد من أساليب التفكير المهمة التي يجب تنميتها لدى المتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة، وله علاقة وثيقة بمهارات القرن الحادي والعشرين اللازم توافرها لديهم(رافع أسود،٢٠٢١).

ويتضح مما سبق أن التفكير المنتج في الرياضيات شكل من أرقى أشكال التفكير، ويتمتع بأهمية بالغة حيث تؤكد الاتجاهات التربوية على أهميته وإسهامه الإيجابي في العملية التعليمية، والتأثير المثمر في بناء شخصية التلميذ، حيث يحول عملية التعلم إلى عملية عقلية نشطة تجعل منه شخصية متوازنة قادرة على حل المشكلات الرياضية، واتخاذ القرارات وتحليل المعلومات والحكم على مدى صحتها وصدقها.

وقد اهتمت بعض الدراسات والأبحاث السابقة بتنمية التفكير المنتج في المواد الدراسية المختلفة؛ من خلال استخدام بعض نماذج واستراتيجيات التدريس؛ ومنها: استخدام نموذج أوريجامى لتنمية التفكير المنتج والأداء الأكاديمي في الرياضيات لدى التلاميذ ذوي الإعاقة السمعية في المرحلة الاعدادية(عزة عبدالسميع وسمر لاشين،٢٠١٢)؛ استخدام نموذج "أورى كيرجامي" لتنمية التصور البصرى المكاني والتفكير المنتج في الرياضيات لدى التلاميذ ذوى الاعاقة السمعية في المرحلة الاعدادية (أمل حافظ وسمر لاشين،٢٠١٣)، برنامج تدريبي قائم على عادات العقل لتنمية مهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصفين الخامس الابتدائي والأول المتوسط في السعودية(سالم العنزي،٢٠١٦)؛ برنامج قائم على أبعاد التعلم عند مارزانو لتنمية مهارات التفكير المنتج في مادة الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي(يوسف رضوان،٢٠١٧)؛ استخدام إستراتيجيات التفكير المتشعب لتنمية التحصيل ومهارات التفكير المنتج في الرياضيات لدى طالبات الصف الثاني المتوسط(فائدة البدري،٢٠١٩)؛ توظيف بعض تطبيقات جوجل التعليمية التفاعلية لتنمية مهارات تصميم ملفات الإنجاز الإلكتروني والتفكير المنتج لدى طلاب الدبلوم العام(فهد الشمري،٢٠١٩)؛ استخدام نموذج أبعاد التعلم لمارزانو لتحسين التفكير المنتج في الرياضيات(علاء الخزاعلة ومأمون

الشناق وطارق جوارنه،٢٠٢٠)؛ استخدام برنامج تدريبي قائم على المدخل التكاملي STEM لتنمية الأداء التدريسي ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب كلية التربية(نهلة جاد الحق،٢٠٢٠)؛ استخدام بعض الاستراتيجيات القائمة على نظرية العبء المعرفي لتنمية مهارات التفكير المنتج والتنظيم الذاتي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية(تهاني سليمان،٢٠٢١).

كما تطرقت بعض الدراسات الأجنبية الحديثة إلى استخدام بعض المداخل والإستراتيجيات والبرامج بهدف تنمية مهارات التفكير المنتج لدى المتعلمين؛ ومنها: استخدام استراتيجية معالجة المعلومات في التدريس(Rashid & Al-Hantoush,2019)؛ استخدام مدخل الاكتشاف في حل المشكلات الجبرية(Murtianto, et al,2019)؛ إستراتيجيات التدريس القائمة على النظرية البنائية الاجتماعية(Ahmaad,2020)؛ تصميم نماذج المحاكاة والنماذج الهندسية(Aranda, Lie & Guzey,2020)؛ استخدام البرامج التربوية القائمة على نظرية المرونة المعرفية(Hady, Obaid & Al Zabaidi,2020)؛ استخدام مخططات التفكير في حل المشكلات الرياضية(Turmudi & Susanti,2020)؛ تصميم الفرق التعليمية من خلال التعلم التعاوني في عمليتي التعليم والتعلم داخل الفصل الدراسي(Guzey & Jung,2021)؛ استخدام استراتيجية Fan-N-Pick والتي توفر بيئة تعليمية جيدة لتنمية مهارات التفكير المنتج لدى طالبات المرحلة المتوسطة(Mohammed & Jalil,2021). وقد تم الاستفادة من تلك الدراسات في تصميم وتهيئة البيئة التعليمية الداعمة لتنمية التفكير، وتحديد المهارات الفرعية للتفكير المنتج، وكذلك بناء اختبار التفكير المنتج في الرياضيات.

المبحث الثالث: العبء المعرفي (مفهومه – أنواعه – أسباب حدوثه وعلاجه):

مفهوم العبء المعرفي:

يقصد بالعبء المعرفي "الحمل الواقع على الذاكرة العاملة أثناء حل المشكلة والتعلم"(Mandal,2010,8). ويعرف بأنه "الجهد المبذول من المتعلم للتعامل مع الأنشطة والمعلومات والمشكلات المفروضة على النظام المعرفي الخاص به وبصفة خاصة على الذاكرة العاملة خلال القيام بمهمة ما"(رمضان حسن،٢٠١٦، ٥٠٢). كما عرف بأنه "الكمية الكلية من النشاط الفعلي في الذاكرة العاملة خلال وقت معين والعامل الرئيس الذي يشكل العبء المعرفي هو العدد الذي يتوجب الإنتباه لها"(صلاح الدين محمود،٢٠١٨، ٢٢).

ويتضح مما سبق أن العبء المعرفي كمية النشاط العقلي الذي يبذلها التلميذ في التعلم، ويتطلب معالجة المعلومات في الذاكرة العاملة لفترة معينة، ويساعد على فهم وتخزين المادة التعليمية في الذاكرة طويلة المدى، ويقاس بعدد العناصر المعرفية التي تدخل الذاكرة العاملة في وقت محدد. وعلى ذلك يمكن تعريف العبء المعرفي إجرائيًا على أنه كمية الجهد المبذول من قبل التلاميذ لتعلم المعرفة الخاصة بالرياضيات، وإبقائها في الذاكرة العاملة النشطة من أجل فهم المادة المتعلمة وتخزينها في الذاكرة طويلة المدى.

أنواع العبء المعرفي:

حددت نظرية "سويلر" ثلاثة أنواع للعبء المعرفي تؤثر في أداء التلميذ للمهام وحل المشكلات؛ هي: العبء المعرفي الداخلي ويتعلق بالمحتوى وصعوبته وتعقد مهامه، والعبء المعرفي الخارجي ويرتبط بعدم جودة طرق وأساليب عرض المواد التعليمية، ويعيق اكتساب المعرفة وتطبيقها، والعبء المعرفي العلاقي ويرتبط بمحاولات التلميذ في معالجة المواد التعليمية، ويعد وثيق الصلة بالجهد العقلي المبذول في عملية ربط المعلومات الجديدة بالبنية المعرفية وتكوين مخططات معرفية قوية تسهم في تطوير عمليات التفكير وإحداث تعلم ذا معنى(Choi, van Merriënboer & Paas, 2014; Mason, Cooper & Wilks,2015).

ويمكن تصنيف أنواع العبء المعرفي وفقًا لمصادر الجهد الذهني الذي يبذله المتعلم في العملية التعليمية؛ في التالي(يوسف قطامي،٢٠١٣؛ نور الدين فليح،٢٠٢٠؛ Sweller,2016):

- **العبء المعرفي الداخلي Intrinsic Cognitive Load:** ويسمى هذا النوع بالعبء المعرفي الجوهري، ويشير إلى عدد العناصر التي يتوجب معالجتها في وقت واحد في الذاكرة العاملة، ويعني ذلك تفاعل تلك العناصر مما يسبب العبء المعرفي(Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011). ويتطلب التعامل مع العبء المعرفي الداخلي تعديل طبيعة مهام التعلم المقدمة للتلاميذ، مثل حذف بعض العناصر أو العلاقات وإستبدالها بمهام أبسط من أجل خفض العبء المعرفي(Kalyuga,2011). ولذا يساعد هذا النوع مصممي التعليم على بناء المعلومات بشكل مناسب، لأن ذلك سيخفض من العبء المعرفي الداخلي ويساعد على استبعاد أي أنشطة عقلية غير موجهة لبناء واكتساب البنيات المعرفية، وينشأ من الطبيعة التي تفرضها المعلومات

المقدمة، فبعض المواد تكون صعبة التعلم لأنها تتطلب معالجة العديد من العناصر المتداخلة في آن واحد(حلمي الفيل،٢٠١٥). وّإذا تجاوز العبء المعرفي الداخلي مساحة الذاكرة فإن التعلم ومعالجة المعلومات سينخفض مقدارهما، أي أن التغير في الذاكرة طويلة المدى سيكون غير مفيد(صلاح الدين محمود،٢٠١٨).

- **العبء المعرفي الخارجي Extraneous Cognitive load**: ويسمى العبء المعرفي الدخيل، ويعزى هذا النوع إلى طرائق التدريس المستخدمة في عرض المعلومات على التلاميذ، كالرسوم والجداول والخرائط المفاهيمية. ويعرف كذلك بالعبء المعرفي غير الفعال، ويعد نتيجة التقنيات التعليمية التي يحتاجها التلاميذ للمشاركة في أنشطة الذاكرة العاملة والتي لا ترتبط مباشرة بمخطط البناء المعرفي للتلميذ(Sweller, et al,2011). وهذا النوع من العبء يمكن تعديله باستبدال طرائق التدريس المستخدمة، ولا توجد مشكلة في التعلم إذا كان العبء المعرفي الداخلي منخفضًا (محتوى سهل) والتلميذ يمتلك معرفة حول ذلك الموضوع، والتلميذ في مثل هذه الحالة يتعلم بأية وسائط تعليمية، وعندها يكون التعلم ناجحًا، وعلى العكس إذا كان العبء المعرفي الداخلي عاليًا (محتوى صعب) وطرائق التدريس المستخدمة عالية العبء (غير مناسبة)، فإن مجموع العبء المعرفي يتفوق على إمكانيات الذاكرة العاملة وعندئذ يفشل التعلم(حسين أبو رياش،٢٠٠٧).
- **العبء المعرفي وثيق الصلة Germane load**: ويختلف عن النوعين السابقين في علاقته الإيجابية بالتعلم، لأنه ينشأ نتيجة تكريس المصادر المعرفية في اكتساب وتكوين البنيات المعرفية، وقد نشأت فكرته من الحاجة لتحديد تأثيرات العبء المعرفي على اكتساب وبناء المخططات المعرفية، ويسمى بالعبء المعرفي الأساسي أو الفعال، ويحدث نتيجة للمعالجة المعرفية المفيدة، مثل المفاهيم المجردة وغيرها والتي تعزز من خلال الوسائط التعليمية(Sweller, et al,2011). ويحدث هذا النوع بسبب الإستراتيجية التعليمية الصحيحة والعمليات المرتبطة بها التي تؤثر مباشرة في عملية التعلم كالحث والاسهاب، ففي حالة الظروف التعليمية المعقدة تعمل الطرائق الفعالة في تقليل العبء المعرفي(يوسف قطامي،٢٠١٣).

أسباب حدوث العبء المعرفي وعلاجه:

يشير العبء المعرفي إلى مقدار الحمل الذي يقع على الذاكرة العاملة أثناء عملية التعلم، وينقسم إلى جزأين العبء المعرفي الداخلي والعبء المعرفي الخارجي، ويختص العبء المعرفي الداخلي بصعوبة مواد التعلم، أي صعوبة المحتويات والمفردات المراد تعلمها، مما يتطلب جهدًا معرفيًا من التلميذ يفوق سعة ذاكرته، بينما العبء الخارجي فيمثل الصعوبة الإضافية غير الضرورية التي تختص بطريقة عرض مواد التعلم، أي عدم مناسبة طرائق التدريس المستخدمة في عرض المفردات والعناصر المراد تعلمها، كالرسوم والجداول والخرائط المفاهيمية التي تتطلب جهد أكبر في التعلم(Mandal,2010; Cerdan, Candel & Leppink,2018). ويعد الغرض الأساسي لنظرية العبء المعرفي هو كيفية تقديم المعلومات الجديدة بصورة منتظمة من أجل خفض العبء المعرفي غير الضروري على الذاكرة العاملة، وبالتالي تسهيل التغير في الذاكرة طويلة المدى(صلاح الدين محمود،٢٠١٨).

وهناك عدة أسباب رئيسة لحدوث العبء المعرفي الواقع على التلميذ؛ ومنها: استناد المعلم في عملية التدريس لطرائق تقليدية تعتمد على عملية التلقين من جانب المعلم والاستماع السلبي من جانب التلميذ، كما أن توظيف تلك الطرائق لا يمنح التلميذ فرصًا للتفكير أو معالجة المهام أو تنشيط الذاكرة العاملة للقيام بوظائفها؛ نظرًا لقلة ممارسة الأنشطة التعليمية ذات المهام المتنوعة داخل الفصل، مما يؤدي لمحدودية الذاكرة وعدم قدرتها على معالجة المعلومات الصعبة والمعقدة، وبالتالي عدم القدرة على الاحتفاظ بها أو استدعائها مستقبلًا(رمضان حسن،٢٠١٥ & Kruger Doherty,2016;).

ويفسر العبء المعرفي وكيفية خفضه لدى التلاميذ وفق مبادئ وافتراضات نظرية العبء المعرفي Cognitive Load Theory (CLT). حيث تعد من أهم النظريات في مجال علم النفس المعاصر، وقدمت تفسيرات متعددة للدور الذي يمكن أن يحدثه العبء المعرفي في عملية حل المشكلات وممارسة المتعلم لمهارات التفكير المتنوعة عند تنفيذ المهام الصعبة والمعقدة(Van Merrienboer & Sweller,2005). وتستند نظرية العبء المعرفي في تفسيراتها إلى افتراض المعالجة النشطة، الذي يؤكد على أن المتعلم يمكنه معالجة المعلومات بشكل نشط من خلال

توظيف ثلاث من العمليات المعرفية هي: الانتباه إلى المعلومات المقدمة، وتنظيمها ذهنيًا بشكل متناسق ومتماسك، والربط بين الخبرات الجديدة والسابقة بطريقة تزيد من تكامل وترابط البنية المعرفية، وكذلك تستند على افتراض القناة المزدوجة، بمعنى حدوث المعالجة النشطة من خلال قناتين منفصلتين، القناة البصرية المكانية، والقناة السمعية اللفظية(Elliott, Kurz, Beddow & Frey,2009).

وتوجد عدة توصيات خاصة بتصميم التدريس Instructional Design والتي تهدف لتخفيف العبء المعرفي لدى التلاميذ؛ ومنها(Kruger & Doherty,2016; Sweller,2016):

- تقديم مشكلات متنوعة ومتدرجة الصعوبة للتلاميذ، مع إرفاق نماذج وأمثلة لخطوات حل تلك المشكلات، لتجنب فرض عبء معرفي ثقيل على الذاكرة العاملة.
- توظيف العديد من الوسائط التعليمية والتقنيات ومصادر التعلم بأسلوب قائم على التكامل فيما بينها، وذلك لتقليل عملية الدمج العقلي للمعلومات من قبل التلميذ والتي تزيد من الحمل والجهد العقلي على ذاكرته العاملة.
- تقليل العبء الدخيل الإضافي وغير الضروري من خلال عدم اللجوء إلى الشرح والتكرار الزائد للمعلومات وعناصرها غير المهمة ضمن المحتوى التعليمي.
- تقديم المعلومات السمعية/ اللفظية بجانب المعلومات البصرية/ المكانية بطريقة متزامنة أثناء عملية التدريس، حيث يشكلان مصدرًا أساسيًا لفهم المعلومات المقدمة، مما يسهل زيادة السعة العقلية بالذاكرة العاملة.

كما اقترحت نظرية العبء المعرفي توظيف عدة مبادئ في عملية التدريس، بهدف تخفيف العبء المعرفي لدى التلاميذ؛ ومنها(Wong, Leahy, Marcus & Sweller,2012; Reedy,2015):

- **الأمثلة العملية المحلولة:** حيث يتم عرض المادة التعليمية بأمثلة من قبل المعلم، ويساعد ذلك على خفض العبء المعرفي الناتج عن استخدام طرائق غير مناسبة لحل المشكلات، أي إعطاء التلاميذ مثال عملي محلول للمشكلات بدلًا من إعطائهم المشكلة لحلها.
- **الإكمال:** وفيه يتم تبديل المهام التقليدية بمهام إكمال تزود بحل جزئي للمشكلة التي يجب على التلميذ إكماله، ويقلل هذا المبدأ العبء الخارجي الناتج عن طرق حل المشكلات

التقليدية، حيث يقلل من الفجوات الفارغة في المشكلة من خلال إعطاء جزء من الحل يقلل من المساحة التي تشغلها المشكلة في الذاكرة العاملة.

- **تقسيم الإنتباه:** وفيه يتم استبدال المصادر والمعلومات الموزعة في أكثر من مكان بالنص بمصدر موحد للمعلومات، لأن المصدر المتكامل من المعلومات يقلل العبء المعرفي الخارجي، حيث لن يكون هناك داع بالنسبة للتلاميذ لإحداث التوليفة العقلية للمصادر المختلفة من المعلومات حتى يتم التعلم الفعال.
- **الشكلية أو النمذجة:** ويشير هذا المبدأ إلى تقديم المعلومات بشكلين بصري وسمعي، فإذا تم تقسيم الموضوع الواحد المتكامل عند عرضه على قسمين بحيث تعرض بعض أجزاء الموضوع بصريًا والبعض الآخر لفظيًا، ويساعد ذلك على استثمار المعالجتين الفرعيتين في الذاكرة العاملة، مما يقلل العبء الخارجي.
- **إزالة الحشو الزائد أو الإسهاب:** ويشير إلى عدم تكرار عرض المعلومات بشكلين مختلفين عندما يكون محتوى كلا الشكلين واضح وقابل للفهم إذا تم التخلي عن الشكل الآخر، أي حذف المعلومات والتكرارات الزائدة التي لا يؤثر عدم وجودها على الإخلال بالمعنى.

ويتضح مما سبق أن معالجة المعلومات الرياضية الجديدة في ضوء مستوى العبء المعرفي يتم من خلال ثلاثة أنواع من العبء؛ العبء المعرفي الجوهري الذي يجب ألا يتجاوز سعة الذاكرة العاملة والعبء المعرفي غير الفعال المرتبط بالتقنيات التعليمية والذي يجب إدارته بشكل جيد، والعبء المعرفي وثيق الصلة الذي يجب تحسينه واستغلاله لخفض الجهد العقلي والوصول للتعلم المثمر للرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

وقد اهتمت بعض الدراسات العربية السابقة بدراسة العبء المعرفي لدى المتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة، وتحديد إستراتيجيات وطرائق ومداخل التدريس المختلفة، التي من شأنها أن تسهم في خفض مستوى العبء المعرفي لديهم؛ ومنها: استخدام السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية وخفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي(زكريا بشاي،٢٠١٦)؛ استخدام تصميم تعليمي تعلمي قائم على نظرية العبء المعرفي في تحصيل مادة الرياضيات والذكاء المكاني البصري لدى طلاب المرحلة المتوسطة بالعراق(عبدالواحد

مكي،٢٠١٦)؛ بناء برنامج قائم على نظرية العبء المعرفي لحل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي(حمدان الشامي،٢٠١٧)؛ تدريس وحدة مقترحة في ضوء بعض مبادئ نظرية العبء المعرفي في تنمية مهارات التفكير البصري وخفض الجهد العقلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية المعاقين سمعيًا(إيمان العزب،٢٠١٨)؛ استخدام البرامج التدريبية العلاجية لذوي صعوبات تعلم الرياضيات بالمرحلة الإبتدائية(محمد خليل وهشام الخولي ورضا الصاوي وعبير عبده،٢٠١٩)؛ إعداد أنشطة إثرائية قائمة على نظرية العبء المعرفي لتنمية مهارات التفكير الجبري وتحسين مستويات تجهيز المعلومات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية(طاهر عبدالحميد ونهى سليمان،٢٠٢٠).

كما أكدت نتائج بعض الدراسات الأجنبية فاعلية استخدام بعض نماذج وطرائق التدريس في خفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ؛ ومنها: المناقشات الرياضية التي تجرى داخل الفصول سواء بين التلاميذ وبعضهم البعض أو بين التلاميذ ومعلميهم(Richland,et al, 2017) ؛ استخدام نموذج السقالات التعليمية في التدريس(Salleh, et al,2018)؛ استخدام الواقع المعزز في عمليتي التعليم والتعلم(Thees, et al,2020)؛ استخدام تكنولوجيا التعليم بصورها المختلفة داخل الفصول الدراسية(Sweller,2020).

وقد تم الاستفادة من تلك الدراسات في التعرف على أبعاد العبء المعرفي، والعلاقة بين العبء المعرفي والتحصيل الدراسي، وكذلك بناء مقياس مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

ثالثا: إجراءات البحث والمنهجية المستخدمة:

منهج البحث وتصميمه التجريبي:

اعتمد البحث في إجراءاته على المنهج التجريبي، حيث تم استخدم التصميم شبه التجريبي Quasi Experimental Design القائم على تصميم المجموعتين التجريبية والضابطة مع اختبارات قبلية بعدية Pre–post test، حيث هدفت الاختبارات القبلية إلى التأكد من تكافؤ تلاميذ المجموعتين قبل بدء التجربة الأساسية للبحث، في حين هدفت الاختبارات البعدية إلى بيان فاعلية المعالجة التجريبية (استخدام مدخل الرياضيات الممتعة) في تنمية المتغيرين التابعين (التفكير المنتج في الرياضيات– خفض مستوى العبء المعرفي) لدى التلاميذ مختلفي التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

مجتمع البحث وعينته:

تكون مجتمع البحث من جميع تلاميذ وتلميذات الصف الأول الاعدادي بمحافظة المنوفية، في حين اقتصرت عينة البحث على بعض تلاميذ الصف الأول الاعدادي بمدرسة الوعي القومي الاعدادية بنين إدارة شبين الكوم التعليمية، وعددهم (٢١٦) تلميذا يدرسون في ستة فصول مختلفة، تراوح عدد التلاميذ بكل فصل منها ما بين (٣٦-٣٩) تلميذًا، ويوضح الجدول (٢) وصف عينة البحث وعدد التلاميذ (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل في المجموعتين التجريبية والضابطة.

جدول (٢): وصف عينة البحث وعدد التلاميذ (مرتفعي – متوسطي – منخفضي) التحصيل في المجموعتين التجريبية والضابطة

المجموعة	مرتفعي التحصيل	متوسطي التحصيل	منخفضي التحصيل	المجموع الكلي
المجموعة التجريبية	٢٦	٥٢	٢٦	١٠٤
المجموعة الضابطة	٢٨	٥٦	٢٨	١١٢
المجموع الكلي	٥٤	١٠٨	٥٤	٢١٦

ويتضح من البيانات المتضمنة في الجدول (٢) السابق أن عدد تلاميذ المجموعة التجريبية (١٠٤) تلميذًا، بينما عدد تلاميذ المجموعة الضابطة (١١٢) تلميذًا، وتم استبعاد (١٣) تلميذًا من مجموعتي البحث استبعادًا شكليًا فقط (أثناء المعالجات الإحصائية)، أي عدم التعامل مع نتائج هؤلاء التلاميذ خلال نتائج البحث، حيث تم استبعاد نتائج الراسبين والباقين للإعادة، وأولئك الذين تغيبوا في إحدى مرات تطبيق أدوات البحث (قبليًا أو بعديًا)، كما تم استبعاد نتائج التلاميذ الذين تكررت مرات غيابهم أثناء تنفيذ التجربة، وبذلك بلغ عدد تلاميذ عينة البحث (٢١٦) تلميذًا.

إعداد وضبط مواد وأدوات البحث:

تمثلت مواد وأدوات البحث في الآتي: دليل المعلم لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس، اختبار التفكير المنتج في الرياضيات، مقياس مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وقد تم إعداد وضبط كل منها كالآتي:

إعداد وضبط دليل المعلم:

تم إعداد دليل للمعلم للاسترشاد به عند تدريس الوحدة المختارة (الوحدة الثانية: الجبر)، وقد اشتمل الدليل على: الهدف من استخدام الدليل، ومقدمة عن التعلم الممتع للرياضيات وخصائصه وكيفية تحقيقه داخل الفصل، مزايا استخدامه، مراحل استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس (التخطيط للتعلم الممتع – التهيئة واستثارة تفكير التلاميذ – أنشطة التعلم الممتع – التطبيقات الأكاديمية والحياتية – التقويم وتعزيز الأداء)، والجدول الزمني لتدريس موضوعات الوحدة المختارة، بالإضافة إلى إجراءات التدريس باستخدام مدخل الرياضيات الممتعة، وقد تكون كل درس من دروس الوحدة من العناصر الآتية: عنوان الدرس والزمن المخصص لتدريسه، تحديد الأهداف التعليمية المتوقعة، حيث تم صياغة أهداف تعليمية لكل درس، روعي في صياغتها أن تكون واضحة المعنى والصياغة ومناسبة لتلاميذ الصف الأول الإعدادي، المواد والوسائل التعليمية ومصادر التعلم، إجراءات تنفيذ الدرس باستخدام مدخل الرياضيات الممتعة.

ولضبط الدليل تم عرضه على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال تعليم الرياضيات(ملحق:٣)، بغرض معرفة مدى ملاءمته لمعلمي الرياضيات، وكذلك طبيعة وخصائص تلاميذ المرحلة الإعدادية، وبعد إجراء بعض التعديلات الطفيفة، أصبح الدليل صالحًا للاستخدام(ملحق:٤).

إعداد وضبط اختبار التفكير المنتج في الرياضيات:

تم إعداد وضبط اختبار التفكير المنتج في الرياضيات وفقا للخطوات الآتية:

- **تحديد الهدف من الاختبار:** هدف الاختبار إلى التعرف على مستوى مهارات التفكير المنتج في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي كناتج تعلم لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس لهؤلاء التلاميذ.
- **تحديد مهارات التفكير المنتج:** لتحديد تلك المهارات تم مراجعة بعض المصادر والدراسات السابقة الحديثة التي تطرقت إلى بناء أدوات لقياس مهارات التفكير المنتج؛ ومنها(آلاء الأسمر،٢٠١٦؛ ظافر الشهري،٢٠١٨؛ نهلة جاد الحق،٢٠٢٠؛ Lumbelli,2018؛ Ahmaad, 2020; Biswal & Raipure, ؛Cunningham & MacGregor, 2019

(2020; Hady, et al, 2020; Guzey & Jung,2021; Mohammed & Jalil,2021;)، حيث تم تحديد ستة مهارات فرعية لقياس التفكير المنتج في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، تتمثل في (التفسير، التبرير، الاستنتاج، الطلاقة، المرونة، الأصالة). وقد سبق التطرق إلى ذلك بالتفصيل سابقًا في أدبيات البحث.

- **إعداد جدول مواصفات الاختبار:** تم إعداد جدول لمواصفات الاختبار، تضمن المهارات الفرعية المكونة للتفكير المنتج والاسئلة المتعلقة بكل منها، وقد تكون الاختبار من (١٢) سؤالًا متنوعًا، موزعة بالتساوي على المهارات الفرعية الست للتفكير المنتج، ويوضح الجدول (٣) التالي عدد أسئلة الاختبار والدرجة المخصصة لكل منها:

جدول (٣): مواصفات اختبار التفكير المنتج في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي

م	مكونات الاختبار	الأسئلة	الدرجة المخصصة
١-	التفسير	١، ٢	١٠
٢-	التبرير	٣، ٤	١٠
٣-	الاستنتاج	٥، ٦	١٠
٤-	الطلاقة	٧، ٨	غير محددة
٥-	المرونة	٩، ١٠	غير محددة
٦-	الأصالة	١١، ١٢	غير محددة
المجموع الكلي		**١٢**	**غير محددة**

- **تقدير صدق الاختبار:** تم تقدير صدق الاختبار بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجالي تعليم الرياضيات وعلم النفس التعليمي، حيث أجمعوا على أن الاختبار يقيس ما وضع لقياسه، ومن ثم فالاختبار صادق ظاهريًا.
- **التجريب الإستطلاعي للاختبار:** تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية قوامها(٣٠) تلميذًا بالصف الأول الإعدادي (غير العينة الأساسية للبحث)، حيث تم حساب التالي:

- **حساب صدق الاتساق الداخلي:** تم حساب صدق الاتساق الداخلي لمكونات الاختبار عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجة كل مهارة فرعية ودرجة الاختبار ككل، وتراوحت قيم معاملات الارتباط ما بين (٠,٨٧–٠,٩٤)، كما موضح في الجدول (٤) التالي:

جدول (٤): معاملات الارتباط بين درجة كل مهارة فرعية ودرجة الاختبار ككل

مكونات الاختبار	التفسير	التبرير	الاستنتاج	الطلاقة	المرونة	الأصالة
معامل الارتباط	٠,٩٣	٠,٩٢	٠,٩٠	٠,٩٤	٠,٩١	٠,٨٧

- قيم معاملات الارتباط جميعها دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥).

- **حساب معامل ثبات الاختبار:** تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معامل ألفا كرونباخ Alpha Coefficient(صفوت فرج،١٩٨٩)، وتم التوصل إلى النتائج المبينة في الجدول(٥) التالي:

جدول (٥): معاملات ثبات اختبار التفكير المنتج في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي

مكونات الاختبار	التفسير	التبرير	الاستنتاج	الطلاقة	المرونة	الأصالة	الاختبار ككل
معامل ألفا كرونباخ	٠,٩١	٠,٩٠	٠,٨٨	٠,٩١	٠,٨٨	٠,٨٦	٠,٨٩

- قيم معاملات الثبات جميعها دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥).

ويتضح من البيانات المتضمنة في الجدول (٥) السابق أن الاختبار يتمتع بدرجة مقبولة من الثبات

- **تحديد زمن الاختبار:** تم حساب زمن الاختبار عن طريق حساب الزمن الذي استغرقه كل تلميذ على حده في الإجابة عن أسئلة الاختبار، ثم حساب متوسط الأزمنة الذي استغرقها جميع التلاميذ في التجربة الاستطلاعية، وقد بلغ الزمن المناسب لتطبيق الاختبار (٤٥) دقيقة.

وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية جاهزًا للتطبيق في التجربة الأساسية للبحث(ملحق:٥).

إعداد وضبط مقياس مستوى العبء المعرفي:

تم إعداد وضبط مقياس مستوى العبء المعرفي وفقا للخطوات الآتية:

- **تحديد الهدف من المقياس:** هدف المقياس إلى التعرف على مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، كناتج تعلم لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس.
- **تحديد أبعاد المقياس:** تم تحديد أبعاد المقياس من خلال مراجعة الدراسات السابقة التي اهتمت ببناء المقاييس الخاصة بمستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ؛ ومنها(محمد خليل وآخرون،٢٠١٩؛ دعاء عبدالعزيز،٢٠٢٠؛ مصطفى عبدالرؤوف،٢٠٢٠؛ تهاني سليمان،٢٠٢١؛ Salleh, et al ,2018; Al-Shammari & Al-Khafaji,2019; Padden,2019; Sweller,2020)، حيث تم تحديد أبعاد العبء المعرفي في(العبء العقلي، العبء البدني، عبء الضغوط الزمنية، عبء الأداء، عبء الجهد، عبء الشعور بالإحباط).
- **نظام تقدير درجات المقياس:** تم اتباع تقدير درجات المقياس تبعًا لنموذج ليكرت Likert- ذي الثلاث نقاط (دائمًا– أحيانًا– أبدًا)، ودرجات كل منها على الترتيب (٣– ٢– ١).
- **تقدير صدق المقياس:** تم تقدير صدق المقياس بطريقين مختلفتين هما:
  - **الطريقة الأولى:** صدق المحتوى: حيث تم عرض المقياس على بعض السادة المحكمين في مجالي تعليم الرياضيات وعلم النفس التعليمي بكليات التربية (ملحق:١)، حيث أجمعوا على أن المقياس يقيس ما وضع لقياسه، وأنه على درجة عالية من الصدق.
  - **الطريقة الثانية:** صدق الإتساق الداخلي لعبارات المقياس، حيث تم حساب معامل الارتباط بين درجات التلاميذ في كل بعد من أبعاد المقياس ودرجاتهم في المقياس ككل، كما يتضح في الجدول (٦) الآتي:

جدول (٦): معاملات الارتباط بين أبعاد مقياس مستوى العبء المعرفي والمجموع الكلي للمقياس

أبعاد المقياس	العبء العقلي	العبء البدني	الضغوط الزمنية	عبء الأداء	عبء الجهد	عبء الشعور بالإحباط
معاملات الارتباط	٠,٩٢	٠,٩٢	٠,٩٠	٠,٩١	٠,٨٨	٠,٩١

- قيم معاملات الارتباط جميعها دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠٥).

ويتضح من البيانات المتضمنة في الجدول (٦) السابق أن معاملات الإرتباط بين درجات التلاميذ في كل بعد من الأبعاد المكونة للمقياس ودرجاتهم في المقياس ككل، جميعها دالة احصائياً عند مستوى (٠,٠٥)، مما يدل على أن فقرات المقياس متجانسة داخليًا، ومن ثم فالمقياس على درجة عالية من الاتساق الداخلي.

- **حساب ثبات المقياس:** تم حساب ثبات المقياس باستخدام طريقة إعادة التطبيق Test-Retest بعد فترة زمنية مقدارها (٢١) يومًا من التطبيق الأول(عزت حسن،٢٠١٦، ٥١٥-٥١٦)، وقد بلغ معامل الثبات المحسوب بهذه الطريقة (٠,٨٨) مما يدل على تمتع المقياس بدرجة مناسبة من الثبات تؤهل للثقة فيه، ويوضح الجدول (٧) التالي معاملات ثبات أبعاد مقياس مستوى العبء المعرفي وكذلك المقياس ككل:

جدول (٧): معاملات ثبات أبعاد مقياس مستوى العبء المعرفي وكذلك المقياس ككل

أبعاد المقياس	العبء العقلي	العبء البدني	الضغوط الزمنية	عبء الأداء	عبء الجهد	عبء الشعور بالإحباط	المقياس ككل
معاملات الثبات	٠,٨٦	٠,٨٦	٠,٨٩	٠,٩١	٠,٨٥	٠,٨٨	٠,٨٨

- قيم معاملات الثبات جميعها دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (٠,٠٥).

- **المقياس في صورته النهائية:** تكون المقياس في صورته النهائية (ملحق:٦) من (٣٠) عبارة، تقيس في مجموعها مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، ويوضح الجدول (٨) التالي أبعاد المقياس وعدد العبارات المتعلقة بكل منها:

جدول (٨): محاور مقياس مستوى العبء المعرفي وعدد العبارات المتعلقة بكل منها

م	أبعاد المقياس	العبارات	العدد	الدرجة
١-	العبء العقلي	١، ٧، ١٣، ١٩، ٢٥	٥	١٥
٢-	العبء البدني	٢، ٨، ١٤، ٢٠، ٢٦	٥	١٥
٣-	عبء الضغوط الزمنية	٣، ٩، ١٥، ٢١، ٢٧	٥	١٥
٤-	عبء الأداء	٤، ١٠، ١٦، ٢٢، ٢٨	٥	١٥
٥-	عبء الجهد	٥، ١١، ١٧، ٢٣، ٢٩	٥	١٥

م	أبعاد المقيـاس	العبـارات	العـدد	الدرجــة
٦-	عبء الشعور بالإحباط	٦، ١٢، ١٨، ٢٤، ٣٠	٥	١٥
المجمــوع الكـلي		**٣٠**	**٣٠**	**٩٠**

ويتضح من الجدول السابق أن المقياس اشتمل على (٣٠) عبارة متنوعة، موزعة بالتساوي على أبعاده الست، وقد بلغت الدرجة العظمى لمقياس مستوى العبء المعرفي (٩٠) درجة.

التطبيق القبلي لأدوات البحث وضبط متغيراته:

ضبط المتغيرات غير التجريبية:

وقد تمثلت تلك المتغيرات في:

- **العمر الزمني:** ولضبط هذا المتغير تم حساب العمر الزمني للتلاميذ من واقع السجلات المدرسية بداية العام الدراسي، وتم التأكد من تكافؤ تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في المتغير المذكور، بعد استبعاد بعض التلاميذ الراسبين والباقين للإعادة (إحصائيًا).
- **التحصيل السابق في الرياضيات:** ولضبط هذا المتغير تم رصد درجات تحصيل التلاميذ في اختبار الرياضيات في العام السابق (الصف السادس الابتدائي)، وتم التأكد من تكافؤهم في هذا المتغير.
- **المستوى الاقتصادي والاجتماعي:** ينتمي تلاميذ المجموعتين لبيئة جغرافية واحدة تقريبًا (مدينة شبين الكوم- الحي القبلي) وغالبًا ما يكون أبناء الحي السكني الواحد متقاربين في المستوى الثقافي والاقتصادي، ولا يوجد بينهم تفاوتًا ملحوظًا، لاسيما أنهم يدرسون في المدرسة الحكومية نفسها، لذلك يمكن اعتبار تلاميذ المجموعتين متكافئتين في هذا المتغير.

ضبط المتغيرات التجريبية:

تمثلت المتغيرات التجريبية التي اشتمل عليها البحث الحالي في: التفكير المنتج في الرياضيات، ومستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وفي ضوء التصميم شبه التجريبي المستخدم تم ضبط كل منهما، كما تم التعرف على المستوى المبدئي لتلاميذ العينة في هذين المتغيرين قبل بدء التجربة الأساسية للبحث، وفيما يلي توضيح لكيفية ضبط هذين المتغيرين:

أولًا: التفكير المنتج في الرياضيات:

ولضبط هذا المتغير تم تطبيق اختبار التفكير المنتج في الرياضيات قبليًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (وفقا لتصنيفاتهم المختلفة)، وقد روعي في التطبيق توضيح التعليمات والالتزام بالزمن المحدد للإجابة، وتم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة (ت) للتعرف على دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين، كما موضح في الجدول (٩) الآتي:

جدول (٩): دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل في التطبيق القبلي لاختبار التفكير المنتج

التلاميذ	المجموعة	عـــدد التلاميذ	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة
مرتفعي التحصيل	التجريبية	٢٦	١٢,٣٥	١,٤١	٥٢	٠,٩٤	الفروق غير دالة إحصائيًا
	الضابطة	٢٨	١٢,٧٤	١,٥٨			
متوسطي التحصيل	التجريبية	٥٢	٩,٨٣	١,٢٠	١٠٦	١,٤٩	
	الضابطة	٥٦	٩,٤٩	١,١٥			
منخفضي التحصيل	التجريبية	٢٦	٧,٥٢	١,٠٦	٥٢	١,٢٤	
	الضابطة	٢٨	٧,٩٠	١,١٣			

- قيمة (ت) الجدولية عند درجة حرية (٥٢) ومستوى دلالة (٠,٠٥) لاختبار الدلالة أحادي الطرف = (١,٦٧)، وقيمتها عند درجة حرية (١٠٦) ومستوى الدلالة نفسه = (١,٦٦).

ويتضح من الجدول (٩) السابق أن الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي- متوسطي- منخفضي) التحصيل غير دال إحصائيًا، حيث لم تتجاوز قيم (ت) المحسوبة (٠,٩٤)، (١,٤٩)، (١,٢٤) قيمتها الجدولية عند درجات الحرية الموضحة ومستوى دلالة (٠,٠٥)، مما يدل على أن تلاميذ المجموعتين متكافئين في متغير التفكير المنتج في الرياضيات.

ثانياً: مستوى العبء المعرفي:

ولضبط هذا المتغير تم تطبيق مقياس مستوى العبء المعرفي قبليًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل، وقد روعي في التطبيق توضيح تعليمات المقياس، وتم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة (ت) للتعرف على دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين كما مبين في الجدول(١٠) الآتي:

جدول (١٠): دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة(مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في التطبيق القبلي لمقياس مستوى العبء المعرفي

التلاميذ	المجموعة	عـــدد التلاميذ	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة
مرتفعي التحصيل	التجريبية	٢٦	٦٨,٤٧	٢,٩٣	٥٢	٠,٥٦	الفروق غير دالة إحصائيًا
	الضابطة	٢٨	٦٨,٩١	٢,٧٥			
متوسطي التحصيل	التجريبية	٥٢	٦٦,٢٣	٣,١١	١٠٦	٠,٥٨	
	الضابطة	٥٦	٦٥,٨٨	٣,٠٨			
منخفضي التحصيل	التجريبية	٢٦	٧٣,١٤	٣,٤١	٥٢	٠,٤٩	
	الضابطة	٢٨	٧٢,٦٩	٣,٢٧			

ويتضح من الجدول (١٠) السابق أن الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل غير دال إحصائيًا، حيث لم تتجاوز قيم (ت) المحسوبة (٠,٥٦)، (٠,٥٨)، (٠,٤٩) قيمتها الجدولية عند درجات الحرية الموضحة ومستوى دلالة (٠,٠٥)، مما يدل على أن تلاميذ المجموعتين متكافئين في متغير مستوى العبء المعرفي.

تنفيذ تجربة البحث:

تم تنفيذ تجربة البحث الأساسية وفقًا للخطوات الآتية:

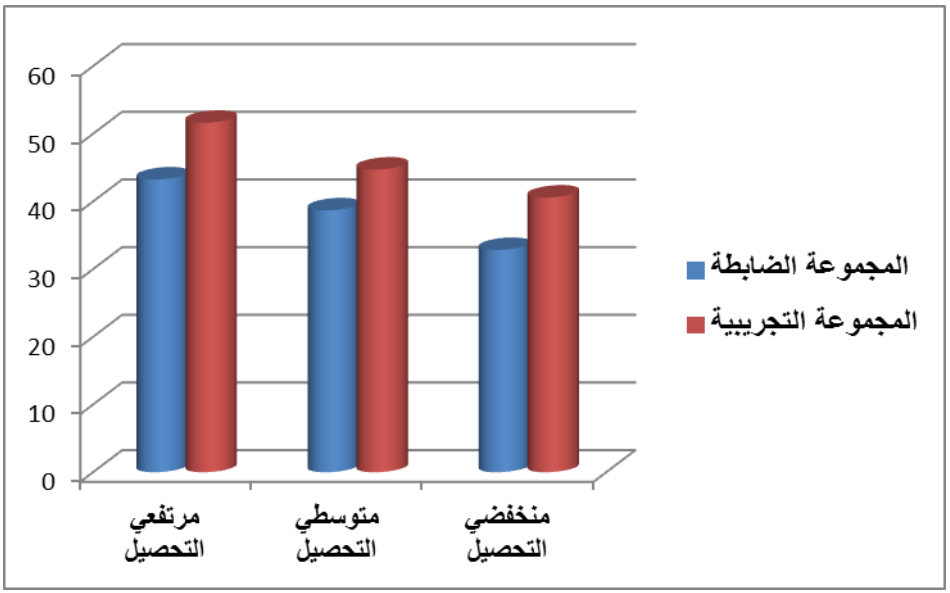
- اختيار مدرسة الوعي القومي الإعدادية بنين بإدارة شبين الكوم التعليمية بمحافظة المنوفية، واختيار فصول الصف الأول جميعها وعددها ستة فصول، نصفها يمثل المجموعة التجريبية والنصف الآخر يمثل المجموعة الضابطة.
- إجراء التطبيق القبلي لأداتي البحث (اختبار التفكير المنتج، مقياس مستوى العبء المعرفي) قبل بدء التجربة، والتأكد من تكافؤ تلاميذ المجموعتين في هذين المتغيرين.
- فيما يتعلق بالقائم بالتدريس: قام أحد معلمي الرياضيات بالمدرسة (بعد تدريبه على استخدام مدخل الرياضيات الممتعة) بالتدريس لتلاميذ المجموعة التجريبية، في حين قام معلم رياضيات آخر بالتدريس لتلاميذ المجموعة الضابطة باستخدام الطريقة المعتادة، في الوقت نفسه وفي الفترة الزمنية نفسها، وكلا المعلمين حاصلين على المؤهل الدراسي نفسه (بكالوريوس العلوم والتربية – تخصص الرياضيات)، ولهما مدة الخبرة نفسها تقريبًا.
- حرص الباحث على شرح فكرة البحث وأهدافه لمعلمي الرياضيات المتعاونين في التطبيق من خلال عدة لقاءات عقدت معهما في المدرسة قبل بدء التجربة.
- تابع الباحث معلمي الرياضيات للتأكد من سير التجربة، حيث تم التأكد من التزام معلم المجموعة التجريبية باستخدام الدليل الخاص باستخدام مدخل الرياضيات الممتعة، كما تم متابعة معلم المجموعة الضابطة أثناء التدريس بالطريقة المعتادة.
- تم التطبيق البعدي لأداتي البحث على تلاميذ المجموعتين، في الوقت نفسه وتحت الظروف نفسها تقريبًا، بعد الانتهاء من التجربة مباشرة.
- تم تطبيق تجربة البحث الأساسية خلال شهري نوفمبر وديسمبر في الفصل الدراسي الأول من عام(٢٠١٩/٢٠٢٠م)، وقد تم الالتزام بالخطة الزمنية الموضوعة لتدريس موضوعات الوحدة الثانية (الجبر) من قبل وزارة التربية والتعليم، والمعتمدة من مديرية التربية والتعليم بالمحافظة.

رابعاً: نتائج البحث (تفسيرها ومناقشتها):

نتائج اختبار الفرض الأول:

نص الفرض الأول من فروض البحث على أنه "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في اختبار التفكير المنتج في الرياضيات، لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لنتائج التطبيق البعدي لاختبار التفكير المنتج في الرياضيات، للتعرف على مستوى التلاميذ بعد المعالجة التجريبية. ولبيان الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، تم تمثيل درجاتهم بيانيًا باستخدام شكل الأعمدة Bar Chart، كما يتضح في الشكل (٢) الآتي:



شكل (٢): شكل الأعمدة Bar Chart لدرجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المنتج في الرياضيات

ويتضح من الشكل (٢) السابق وجود فروق ملحوظة بيانيًا Graphical Differences بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين(مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل، وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية، حيث كانت درجات هؤلاء التلاميذ أعلى من مثيلاتها في المجموعة الضابطة.

ولبيان مدى دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المنتج في الرياضيات، تم استخدام اختبار(ت) لعينتين مستقلتين حيث (ن١≠ ن٢) t-test for independent groups (عزت حسن،٢٠١٦، ٣٠٨)، بعد التحقق من توافر شروط استخدام هذا الاختبار، وتم التوصل إلى النتائج الموضحة في الجدول (١١) الآتي:

جدول (١١): دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة(مرتفعي – متوسطي – منخفضي) التحصيل في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المنتج في الرياضيات

التلاميذ	المجموعة	عـــدد التلاميذ	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة
مرتفعي التحصيل	التجريبية	٢٦	٥١,٦٣	٢,٧٩	٥٢	١٠,٧٩	الفروق دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥)
	الضابطة	٢٨	٤٣,٢٥	٢,٨١			
متوسطي التحصيل	التجريبية	٥٢	٤٤,٧١	٣,٢٤	١٠٦	٩,١٦	
	الضابطة	٥٦	٣٨,٦٩	٣,٥١			
منخفضي التحصيل	التجريبية	٢٦	٤٠,٥٨	٢,٨٧	٥٢	١٠,١٢	
	الضابطة	٢٨	٣٢,٨٤	٢,٦٥			

• قيمة (ت) الجدولية عند درجة حرية (٥٢) ومستوى دلالة (٠,٠٥) لاختبار الدلالة أحادي الطرف = (١,٦٧)، وقيمتها الجدولية عند درجة حرية (١٠٦) ومستوى الدلالة نفسه = (١,٦٦).

وبمراجعة النتائج المتضمنة في الجدول (١١) السابق، يتضح أن قيم (ت) المحسوبة كانت على الترتيب (١٠,٧٩)، (٩,١٦)، (١٠,١٢)، قد تجاوزت قيمتها الجدولية عند درجات الحرية الموضحة ومستوى دلالة (٠,٠٥) لاختبار الدلالة أحادي الطرف One tailed test، مما يدل على وجود فرق حقيقي بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار

التفكير المنتج في الرياضيات وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية (ذات المتوسط الحسابي الأعلى)، كما يتضح الآتي:

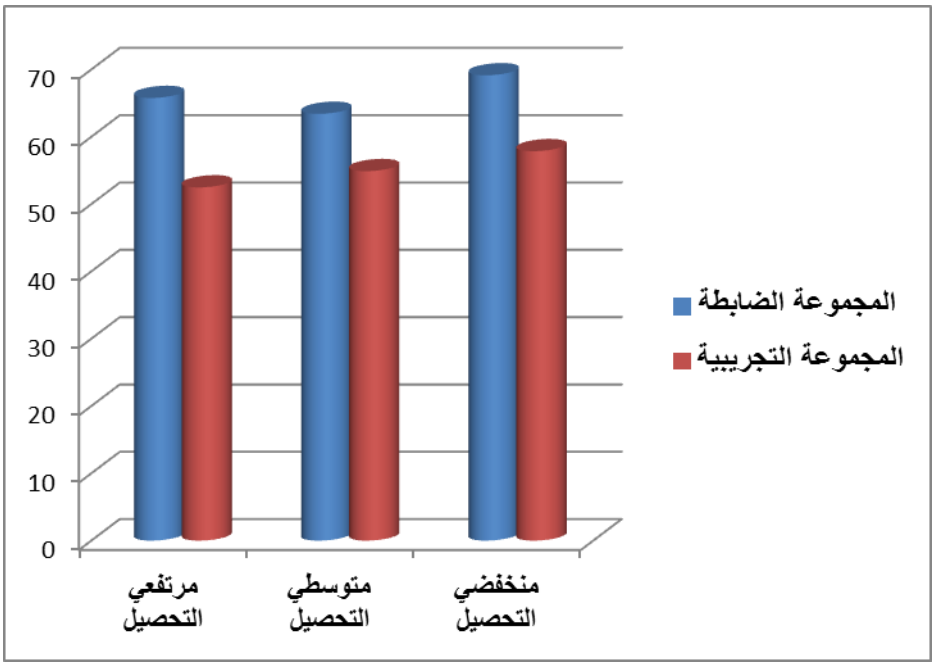
- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي التحصيل) في اختبار التفكير المنتج في الرياضيات، لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.
- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (متوسطي التحصيل) في اختبار التفكير المنتج في الرياضيات، لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.
- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (منخفضي التحصيل) في اختبار التفكير المنتج في الرياضيات، لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

وبالتالي يتم قبول الفرض الإحصائي الأول.

نتائج اختبار الفرض الثاني:

نص الفرض البحثي الثاني على أنه "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في مقياس مستوى العبء المعرفي، لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة".

ولاختبار صحة هذا الفرض تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لنتائج التطبيق البعدي لمقياس مستوى العبء المعرفي، للتعرف على مستوى التلاميذ بعد المعالجة التجريبية. ولبيان الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، تم تمثيل درجاتهم بيانيًا باستخدام شكل الأعمدة Bar Chart، كما يتضح في الشكل (٣) الآتي:



شكل (٣): شكل الأعمدة Bar Chart لدرجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مستوى العبء المعرفي

ويتضح من الشكل (٣) السابق وجود فروق ملحوظة بيانيًا بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل، وذلك لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة، حيث كانت درجات هؤلاء التلاميذ أعلى من مثيلاتها في المجموعة التجريبية. ولبيان دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين في التطبيق البعدي لمقياس مستوى العبء المعرفي، تم اتخاذ الإجراء نفسه في الفرض الإحصائي الأول، وتم التوصل إلى النتائج الموضحة في الجدول (١٢) الآتي:

جدول(١٢): دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة(مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في التطبيق البعدي لمقياس مستوى العبء المعرفي

التلاميذ	المجموعة	عـــدد التلاميذ	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجـة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة
مرتفعي التحصيل	التجريبية	٢٦	٥٢,٤٨	٢,٨٦	٥٢	١٦,٤٠	الفروق دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥)
	الضابطة	٢٨	٦٥,٧٧	٢,٩٨			
متوسطي التحصيل	التجريبية	٥٢	٥٤,٩٠	٢,٧٩	١٠٦	١٤,١٧	
	الضابطة	٥٦	٦٣,٤١	٣,٣٥			
منخفضي التحصيل	التجريبية	٢٦	٥٧,٨٦	٣,١٢	٥٢	١٦,٨٢	
	الضابطة	٢٨	٦٩,١٤	٣,٦٨			

وبمراجعة النتائج المتضمنة في الجدول (١٢) السابق، يتضح أن قيم (ت) المحسوبة كانت على الترتيب (١٦,٤٠)، (١٤,١٧)، (١٦,٨٢)، قد تجاوزت قيمتها الجدولية عند درجات الحرية الموضحة ومستوى دلالة (٠,٠٥) لاختبار الدلالة أحادي الطرف، مما يدل على وجود فرق حقيقي بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مستوى العبء المعرفي وذلك لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة (ذات المتوسط الحسابي الأعلى)، كما يتضح الآتي:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي التحصيل) في مقياس مستوى العبء المعرفي، لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة.
- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (متوسطي التحصيل) في مقياس مستوى العبء المعرفي، لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة.
- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (منخفضي التحصيل) في مقياس مستوى العبء المعرفي، لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة.

وبالتالي يتم قبول الفرض الإحصائي الثاني.

نتائج اختبار الفرض الثالث:

نص الفرض البحثي الثالث على أنه "توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية". وللتحقق من صحة الفرض السابق تم حساب معامل ارتباط بيرسون Pearson (فؤاد البهي السيد،٢٠٠٦، ٢٤٤) بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في كل من اختبار التفكير المنتج في الرياضيات ومقياس مستوى العبء المعرفي، وتم التوصل إلى النتائج الموضحة في الجدول (١٣) الآتي:

جدول (١٣): معامل الارتباط بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في اختبار التفكير المنتج ومقياس مستوى العبء المعرفي

تصنيف التلاميذ	العدد	قيمة (ر)	الدلالة الإحصائية
مرتفعي التحصيل	٢٦	٠,٦٢٤-	دال عند مستوى (٠,٠٥)
متوسطي التحصيل	٥٢	٠,٣٨٧-	دال عند مستوى (٠,٠٥)
منخفضي التحصيل	٢٦	٠,٣١٩-	دال عند مستوى (٠,٠٥)

وبمراجعة النتائج المتضمنة في الجدول (١٣) السابق، يتضح أن قيمة معامل الارتباط (ر) المحسوبة وفقا لتصنيف التلاميذ (مرتفعي التحصيل، متوسطي التحصيل، منخفضي التحصيل) على الترتيب كالتالي: (-٠,٦٢٤)، (-٠,٣٨٧)، (-٠,٣١٩) وهي قيم سالبة (علاقة عكسية) وجميعها دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠٥)، كما يتضح الآتي:

- وجود علاقة ارتباطية سالبة (عكسية قوية) ودالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ مرتفعي التحصيل بالمرحلة الإعدادية.
- وجود علاقة ارتباطية سالبة (عكسية ضعيفة) ودالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ متوسطي التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

- وجود علاقة ارتباطية سالبة (عكسية ضعيفة) ودالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ منخفضي التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

وبالتالي يتم قبول الفرض الإحصائي الثالث.

حساب الدلالة العملية لنتائج البحث:

للتعرف على فاعلية استخدام المتغير المستقل (مدخل الرياضيات الممتعة) في تنمية المتغيرين التابعين (التفكير المنتج في الرياضيات وخفض مستوى العبء المعرفي) لدى التلاميذ مختلفي التحصيل بالمرحلة الإعدادية، تم اتباع اختبارات الدلالة الإحصائية ببعض الإجراءات لفهم معنوية النتائج الإحصائية التي تم التوصل إليها وتحديد درجة أهميتها. ومن الأساليب المناسبة لذلك استخدام اختبار مربع إيتا(η^2)، ويهدف هذا الاختبار إلى تحديد نسبة تباين المتغير التابع والتي ترجع لاستخدام المتغير المستقل، ويمكن تفسير هذه النسبة من تباين المتغير التابع بمعرفة المتغير المستقل(صلاح مراد،٢٠٠٠، ٢٤٧)، ولذا تم الاعتماد على حساب الدلالة العملية *Practical Significance* للنتائج التي تم التوصل إليها لتحديد درجة أهمية النتيجة التي ثبت وجودها إحصائيًا، حيث تم التوصل إلى النتائج الموضحة في الجدولين(١٤)، (١٥) الآتيين:

جدول (١٤): نتائج حساب مربع إيتا (η^2) لدرجات التلاميذ في اختبار التفكير المنتج في الرياضيات

المستوى التحصيلي	قيمة (ت) المحسوبة	درجات الحرية	قيمة (η^2)	الأهمية التربوية
مرتفعي التحصيل	١٠,٧٩	٥٢	٠,٦٩	مهم
متوسطي التحصيل	٩,١٦	١٠٦	٠,٤٤	مهم
منخفضي التحصيل	١٠,١٢	٥٢	٠,٦٦	مهم

جدول (١٥): نتائج حساب مربع إيتا (η^2) لدرجات التلاميذ في مقياس مستوى العبء المعرفي

المستوى التحصيلي	قيمة (ت) المحسوبة	درجات الحرية	قيمة (η^2)	الأهمية التربوية
مرتفعي التحصيل	١٦,٤٠	٥٢	٠,٨٣	مهم
متوسطي التحصيل	١٤,١٧	١٠٦	٠,٦٥	مهم
منخفضي التحصيل	١٦,٨٢	٥٢	٠,٨٤	مهم

ويتضح من البيانات المتضمنة في الجدول (١٤) السابق، أن قيم اختبار مربع إيتا (η^2) لنتائج تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المنتج في الرياضيات كانت على الترتيب: (٠,٦٩)، (٠,٤٤)، (٠,٦٦) وقد تجاوزت هذه النتائج القيمة الدالة علي الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث النفسية والتربوية ومقدارها (٠,١٤)(صلاح مراد، ٢٠٠٠، ٢٤٨)، أي أن هناك فاعلية كبيرة ومهمة تربويًا لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في تنمية التفكير المنتج لدى التلاميذ (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية، حيث كانت أعلاها لدى التلاميذ مرتفعي التحصيل، في حين كانت أدناها لدى التلاميذ متوسطي التحصيل.

كما يتضح من الجدول (١٥) السابق، أن قيم اختبار مربع إيتا (η^2) لنتائج تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في التطبيق البعدي لمقياس مستوى العبء المعرفي كانت على الترتيب: (٠,٨٣)، (٠,٦٥)، (٠,٨٤) وقد تجاوزت هذه النتائج القيمة الدالة علي الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث النفسية والتربوية ومقدارها(٠,١٤)، أي أن هناك فاعلية كبيرة ومهمة تربويًا لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في خفض مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، حيث كانت أعلاها لدى التلاميذ منخفضي التحصيل، في حين كانت أدناها لدى التلاميذ متوسطي التحصيل.

ويتضح مما سبق وجود فاعلية كبيرة ومهمة تربويًا لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في تنمية التفكير المنتج وخفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ مختلفي التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

تفسير ومناقشة نتائج البحث:

النتائج المتعلقة بالتفكير المنتج:

دلت نتائج البحث على وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في اختبار التفكير المنتج في الرياضيات، لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية، وكذلك وجود فاعلية كبيرة ومهمة تربويًا لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في تنمية التفكير المنتج لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وقد يعزى تفوق تلاميذ المجموعة التجريبية (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل على نظرائهم بالمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير المنتج إلى الآتي:

- اهتمام مدخل الرياضيات الممتعة بتعليم وتدريب التلاميذ على مهارات التفكير المختلفة، والتي يستطيعون من خلالها تنظيم المعلومات وتصنيفها وتحليلها، وتقييمها للتوصل لاستنتاجات معينة، وفي توليد أفكار رياضية جديدة وإيجاد بدائل متنوعة، وحل المشكلات الرياضية المقدمة بطرق إبداعية.
- استخدام بعض الأنشطة الرياضية التي تشجع التلاميذ على طرح الأسئلة التي تمكنهم من التفكير وإتاحة الفرصة أمامهم من خلال الحوار والمناقشة، وكذلك دعم السلوك الإيجابي لديهم.
- الحرص على تدريب التلاميذ على الحكم على المعلومات المتاحة، باستخدام محكات منطقية، وتنمية قدراتهم على الإستدلال والبعد عن الذاتية، واكتشاف العلاقات والمفاهيم الرياضية، وانتاج حلول إبداعية للمشكلات الرياضية بطرق جديدة وغير مألوفة.
- تحويل عملية التعلم إلى عملية عقلية نشطة جعلت من التلميذ شخصية متوازنة قادرة على حل المشكلات الرياضية، واتخاذ القرارات وتحليل المعلومات الرياضية والحكم على مدى صحتها.
- تحفيز التلاميذ لحضور الحصص الدراسية وتعلم المعرفة الرياضية والمهارات المختلفة، والمشاركة الفاعلة في عملية التعلم الممتع للرياضيات، بالإضافة إلى زيادة تركيزهم واستيعابهم، وبناء بيئة تعليمية اجتماعية، الأمر الذي أسهم في تنمية مهارات التفكير المنتج المختلفة لديهم.
- زيادة فرص تعليم التلاميذ من خلال الأنشطة التي يقومون بها، وتفاعلهم مع الآخرين أسهم في تنمية قدراتهم على تفسير المواقف المختلفة، والنتائج المترتبة عليها للتوصل إلى أفضل النتائج.

- استخدام الأحاجي والألغاز الرياضية في عملية التعلم الممتع للرياضيات، حيث ساعدت في استثارة قدرات التلاميذ وتحفيزهم لاستيعاب متطلبات اللغز والسعي إلى تفسيره، بالإضافة إلى حل الأنشطة وطرح الأسئلة المثيرة ساعد التلاميذ للوصول إلى الاستنتاجات المطلوبة.
- توفير بيئة تعليمية غير معتادة داخل المدرسة وخارجها، وهي سمة للخبرات التعليمية الجيدة التي تجعل التعلم أكثر عمقًا، مما أسهم في تنمية قدرة التلاميذ على تقديم أكبر عدد ممكن من الحلول والأفكار للمشكلات الرياضية المقدمة، وكذلك تنمية قدراتهم على تنوع أساليب الحلول والأفكار المتعلقة بتلك المشكلات.
- استطاع التلاميذ من خلال استخدام مدخل الرياضيات الممتعة استغلال كامل قدراتهم، وأصبح التعلم لديهم أكثر سهولة وسرعة ومتعة وإنجاز، واستخدام مجموعة من الأنشطة المتنوعة والأدوات ومصادر التعلم المتعددة، أدى إلى شعور التلاميذ بالسعادة والمتعة والمرح أثناء عملية التعلم، وبالتالي توفير بيئة تعلم مشجعة لتنمية مهارات التفكير المنتج المختلفة.
- تحفيز التلاميذ وإثارة دافعيتهم وتركيز اهتمامهم بالتعلم الممتع، وبسبب الأحاسيس الإيجابية المرافقة تكون لديهم قدرة أعلى على التركيز والتفكير والتعلم بنشاط، الأمر الذي ساعد في تنمية مهارات (التفسير– الاستنتاج– الطلاقة– المرونة)، وهي مكونات أساسية للتفكير المنتج.
- التعلم الممتع للرياضيات أسهم في تنمية الذاكرة والتفكير والإدراك والتخيل لدى التلاميذ، وأكسبهم العديد من القيم مثل: التعاون واحترام حقوق الآخرين واحترام القوانين والقواعد والالتزام بها، كما أكسبهم الثقة بالنفس والاعتماد عليها وسهل اكتشاف قدراتهم واختبارها، وخلصهم من الانفعالات السلبية والتوتر الذي يتولد نتيجة القيود والضغوط، كما عزز ثقتهم بأنفسهم الأمر الذي ساعد في تنمية المهارات المختلفة للتفكير المنتج في الرياضيات لديهم.

وتتفق تلك النتيجة مع نتائج بعض الدراسات السابقة التي تطرقت إلى استخدام التدريس الممتع للرياضيات بصفة عامة، حيث توصلت تلك الدراسات إلى أن: استخدام الرياضيات الممتعة داخل الصف يساعد في تنمية مهارات التفكير الناقد(عبدالعزيز الرويس،٢٠٠٩)؛ التعلم للمتعة يساعد في اكتساب العمليات الأساسية للمجموعات(إبراهيم رفعت،٢٠١٧)؛ استخدام التدريس الممتع يسهم في تنمية التحصيل والكفاءة الاجتماعية في الرياضيات(هديل رمضان وعودة أبو سنينة،٢٠٢٠).

كما تتفق تلك النتيجة مع نتائج بعض الدراسات السابقة التي اهتمت بتنمية التفكير المنتج في الرياضيات من خلال استخدام استراتيجيات ونماذج تدريس مختلفة، ومنها: نموذج أوريجامى(عزة عبدالسميع وسمر لاشين،٢٠١٢)؛ نموذج "أورى كيرجامي"(أمل حافظ وسمر لاشين،٢٠١٣)، إستراتيجيات التفكير المتشعب(فائدة البدري،٢٠١٩)؛ إستراتيجية معالجة المعلومات Rashid & Al-Hantoush,2019)؛ مدخل الاكتشاف(Murtianto, et al,2019)؛ استخدام البرامج التربوية القائمة على نظرية المرونة المعرفية(Hady, Obaid & Al Zabaidi,2020)؛ مخططات التفكير أثناء حل المشكلات الرياضية(Turmudi & Susanti,2020)؛ توفير البيئة التعليمية المناسبة لتنمية مهارات التفكير المنتج لدى التلاميذ(Mohammed & Jalil,2021).

النتائج المتعلقة بمستوى العبء المعرفي:

دلت نتائج البحث على وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل في التطبيق البعدي لمقياس مستوى العبء المعرفي، لصالح تلاميذ المجموعة الضابطة، وكذلك وجود فاعلية كبيرة ومهمة تربويًا لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في خفض مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وقد يعزى انخفاض درجات تلاميذ المجموعة التجريبية (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل مقارنة بنظرائهم بالمجموعة الضابطة في مقياس مستوى العبء المعرفي إلى الآتي:

- مدخل الرياضيات الممتعة ساعد في تهيئة بيئة صفية يسودها المرح ودمج أنشطة الممتعة في الدروس، بالإضافة إلى تهيئة جو من المتعة المصاحب لدراسة الموضوعات الصعبة مكن التلاميذ من الإنخراط في الأنشطة التعليمية عن طريق أنشطة اللعب والمسابقات والألغاز، مما أدى إلى خفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ.
- الحرص على إعطاء فترة استراحة لدماغ التلاميذ أثناء التعلم الممتع، حيث يتعلم التلاميذ بشكل أفضل عندما يتعرضون لكسر الروتين طوال اليوم الدراسي، وقد أسهم ذلك في خفض مستوى العبء المعرفي لديهم.

- مساهمة مدخل الرياضيات الممتعة في مراعاة النمو النفسي للتلاميذ من خلال توفير فرص التعلم في جو لطيف وبطريقة مريحة، وعدم زيادة الضغط أو العبء النفسي لدى التلاميذ وتوفير الدافعية نحو التعلم لديهم.
- الحرص على تقديم مشكلات رياضية متنوعة ومتدرجة الصعوبة للتلاميذ، مع إرفاق نماذج وأمثلة لخطوات حل تلك المشكلات، لتجنب فرض عبء معرفي ثقيل على الذاكرة العاملة.
- توظيف العديد من الوسائل والتقنيات ومصادر التعلم بأسلوب قائم على التكامل فيما بينها، الأمر الذي أدى إلى تقليل عملية الدمج العقلي للمعلومات من قبل التلميذ والتي تزيد من الحمل والجهد العقلي على ذاكرته العاملة، مما أدى إلى خفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ.
- مراعاة تقليل العبء الدخيل الإضافي وغير الضروري أثناء التعلم الممتع للرياضيات، وعدم اللجوء إلى الشرح والتكرار الزائد للمعلومات غير المهمة عند حل المشكلات الرياضية المختلفة.
- عرض المفاهيم والتعميمات الرياضية بطرائق متنوعة، ساعد في خفض العبء المعرفي الناتج عن استخدام طرق غير مناسبة لحل المشكلات الرياضية، بالإضافة إلى إعطاء التلاميذ أمثلة عملية محلولة لتلك المشكلات بدلًا من إعطائهم المشكلة لحلها.
- الحرص على عدم تكرار عرض المعلومات الرياضية المقدمة، وحذف المعلومات الرياضية الزائدة التي لا يؤثر عدم وجودها على الإخلال بالمعنى.
- استخدام مدخل الرياضيات الممتعة ساعد التلاميذ على اكتشاف وبناء المعرفة الرياضية، بالإضافة إلى تصميم أنشطة تعليمية ممتعة تتوافق مع نماذج تجهيز المعلومات، حيث استطاع التلميذ التعامل مع كم وحجم المعلومات المخزنة في الذاكرة طويلة المدى لديه بطرق متفردة.
- تنظيم الأنشطة الرياضية وموضوعات التعلم الممتع المقدمة داخل الحصص الدراسية على نحو ضمن تقليل مصادر العبء المعرفي لدى التلاميذ، وكذلك اكتسابهم للمخططات المعرفية المتعلقة بموضوع التعلم.
- مدخل الرياضيات الممتعة من مداخل التدريس الحديثة التي تخاطب وجدان التلاميذ وتحفز انفعالاتهم، وتثير روح المتعة والمرح أثناء عملية التعلم لديهم، الأمر الذي أسهم في إتقان التلاميذ للمهارات الرّياضية وتثبيت المعلومات مما ساعد في خفض العبء المعرفي لديهم.

وتتفق تلك النتيجة مع نتائج بعض الدراسات السابقة التي اهتمت بخفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ باستخدام طرائق ومداخل تدريس مختلفة؛ ومنها: استخدام السقالات التعليمية(زكريا بشاي،٢٠١٦)؛ استخدام البرامج التدريبية العلاجية(محمد خليل وآخران،٢٠١٩)؛ إعداد أنشطة إثرائية قائمة على نظرية العبء المعرفي لتحسين مستويات تجهيز المعلومات(طاهر عبدالحميد ونهى سليمان،٢٠٢٠)؛ تنظيم المناقشات الرياضية داخل الفصول سواء بين التلاميذ وبعضهم البعض أو بين التلاميذ ومعلميهم(Richland, et al,2017) ؛ استخدام السقالات التعليمية في التدريس(Salleh, et al,2018)؛ استخدام الواقع المعزز (Thees, et al,2020)؛ استخدام تكنولوجيا التعليم بصورها المختلفة داخل الفصول الدراسية(Sweller,2020).

النتائج المتعلقة بالعلاقة الارتباطية بين التفكير المنتج ومستوى العبء المعرفي:

دلت النتائج على وجود وجود علاقة ارتباطية سالبة (عكسية قوية) ودالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ مرتفعي التحصيل بالمرحلة الإعدادية، ووجود علاقة ارتباطية سالبة (عكسية ضعيفة) ودالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ متوسطي التحصيل بالمرحلة الإعدادية، وكذلك وجود علاقة ارتباطية سالبة (عكسية ضعيفة) ودالة إحصائيًا عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين التفكير المنتج في الرياضيات ومستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ منخفضي التحصيل بالمرحلة الإعدادية.

ومعنى ذلك أنه كلما زاد العبء المعرفي قل التحصيل الدراسي لدى التلاميذ (مرتفعي– متوسطي– منخفضي) التحصيل بالمرحلة الإعدادية، وبالتالي لابد من معالجة أسباب زيادة مستوى العبء المعرفي الواقع على التلميذ؛ ومنها: استناد المعلم في عملية التدريس إلى طرق ومداخل تقليدية، حيث لا تمنح الطرق التقليدية التلميذ فرصًا للتفكير أو معالجة المهام أو تنشيط الذاكرة العاملة للقيام بوظائفها، وقلة ممارسة الأنشطة التعليمية ذات المهام المتنوعة داخل الفصل، مما يؤدي لمحدودية الذاكرة وعدم قدرتها على معالجة المعلومات الصعبة والمعقدة، وبالتالي عدم القدرة على الاحتفاظ بها أو استدعائها مستقبلًا في المواقف التعليمية المتعلقة بتعليم وتعلم الرياضيات.

وتتفق تلك النتيجة مع نتائج بعض الدراسات السابقة التي أكدت أن مستوى العبء المعرفي يعد مؤشرا للتحصيل الدراسي للتلاميذ بوجه عام؛ وأنه توجد علاقة ارتباطية سالبة بين العبء المعرفي والتحصيل الدراسي، أي أنه كلما زاد العبء المعرفي قل التحصيل الدراسي لدى التلاميذ والعكس صحيح، أي كلما قل العبء المعرفي زاد التحصيل الدراسي لديهم(دعاء عبدالعزيز،٢٠٢٠؛ عبدالرحمن زمزمي،٢٠٢٠؛ Al-Shammari & Al-Khafaji,2019; Thees, et al,2020).

خامساً: توصيات البحث ومقترحاته:

توصيات البحث:

في ضوء ما تم التوصل إليه البحث الحالي من نتائج؛ يمكن تقديم التوصيات التالية:

- تطوير الأنشطة التعليمية في كتب الرياضيات المدرسية، وتضمينها بعض الطرائف الرياضية والقصص والألغاز والأحاجي لتوفير فرص متعددة للتعلم الممتع، وتقديم بيانات تجذب التلاميذ بعيدا عن الأمثلة التقليدية المعتادة.
- تدريب معلمي الرياضيات بالمرحلة الإعدادية على استخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس، لما يوفره هذا المدخل من تهيئة بيئة تعليمية محببة لنفوس التلاميذ من خلال التعلم الممتع لموضوعات الرياضيات المختلفة.
- ضرورة الإهتمام بخفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ أثناء عمليتي تعليم وتعلم الرياضيات، ليتم استثمار الجهد المبذول في التعلم على أفضل نحو ممكن.
- توفير برامج تنمية مهنية لمعلمي الرياضيات حول كيفية تهيئة البيئة التعليمية الداعمة لتنمية مهارات التفكير المنتج وخفض مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- تطوير برامج إعداد المعلمين بكليات التربية بحيث تتضمن استراتيجيات تدريسية تعمل على تقليل الطبيعة الجافة للمفاهيم الرياضية، وكذلك خفض مستوى العبء المعرفي لدى التلاميذ الأمر الذي يسهم في تحقيق العديد من نواتج التعلم المرغوبة لديهم.

مقترحات البحث:

استكمالًا للجهد المبذول في البحث الحالي، يقترح الباحث إجراء البحوث التالية في المستقبل:

- فاعلية مدخل الرياضيات الممتعة في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين والاحتفاظ بالتعلم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية

- أثر استخدام مدخل الرياضيات الممتعة على تنمية التفكير المنتج وخفض مستوى العبء لدى تلاميذ المرحلتين الإبتدائية والثانوية.
- استخدام بعض مداخل التدريس العصرية (المدخل الحضاري– مدخل الأنشطة البحثية– مدخل تكنولوجيا التعليم) ودراسة أثرها على تنمية المهارات العليا للتفكير وخفض مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- بناء إستراتيجية مقترحة قائمة على نظرية العبء المعرفي لتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين والاحتفاظ بتعلم الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.
- فاعلية استخدام التدريس الممتع في تنمية الممارسات الرياضية والحس الفكاهي لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية.

ماذا أضاف البحث الحالي إلى مجال المناهج وطرائق تدريس الرياضيات ؟

يمكن إيجاز ما أضافه البحث الحالي إلى مجال المناهج وطرائق تدريس الرياضيات؛ في الآتي:

- إلقاء الضوء على أحد مداخل تدريس الرياضيات الحديثة، والتي يستطيع التلاميذ من خلاله استخدام كامل قدراتهم ليصبح التعلم لديهم أكثر سهولة وسرعة ومتعة وإنجاز.
- تصميم وبناء بعض الأنشطة والمهام التعليمية التي تسهم في تحقيق التعلم الممتع للرياضيات، وتخاطب وجدان التلاميذ وتحفز انفعالاتهم، وتثير روح المتعة والمرح أثناء عملية التعلم لديهم.
- تقديم دليل للمعلم لاستخدام مدخل الرياضيات الممتعة في التدريس لتلاميذ المرحلة الإعدادية، مما ييسر عملهم التدريسي ومعالجة سلبيات طرائق التدريس المعتادة.
- تقديم أدوات مقننة (اختبار التفكير المنتج في الرياضيات– مقياس مستوى العبء المعرفي) لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، يمكن استخدامها مستقبلًا للتعرف على مستويات التلاميذ في هذين المتغيرين.
- تقديم إطار نظري حول متغيرات البحث المختلفة (التعلم المتع للرياضيات– التفكير المنتج– مستوى العبء المعرفي) يمكن الإفادة منها في إجراء المزيد من الدراسات والبحوث حول تطوير طرائق وإستراتيجيات تدريس الرياضيات في المراحل الدراسية المختلفة.

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

إبراهيم رفعت إبراهيم (٢٠١٧). فاعلية إستراتيجية مقترحة للتعلم للمتعة في اكتساب العمليات الأساسية للمجموعات وتنمية الذكاء الفكاهي لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية، ***مجلة كلية التربية***، جامعة بورسعيد، (٢٢)، ١-٤٣.

أزهار محمد السباب (٢٠١٦). العبء المعرفي وعلاقة بالسعة العقلية وفقاً لمستوياتها لدى طلبة الجامعة، ***مجلة كلية التربية***، الجامعة المستنصرية، العراق، (٦)، ١٣٩-١٨٤.

أسماء السيد عبدالصمد (٢٠١٨). أثر التفاعل بين نمط الفرص المتاحة وزمن الاستجابة ببرامج التدريب والممارسة القائمة على عناصر محفزات الألعاب الرقمية في إكساب مهارات الحساب الذهني لتلاميذ المرحلة الابتدائية وخفض عبئهم المعرفي، ***مجلة تكنولوجيا التعليم***، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعلم، ٢٨(٤)، ٣-١٢١.

أفنان نظير دروزة (٢٠١٥). ***النظرية في التدريس وترجمتها عمليًا***، فلسطين: دار الفاروق للنشر والتوزيع.

آلاء رياض الأسمر (٢٠١٦). مهارات التفكير المنتج المتضمنة في محتوى مناهج الرياضيات للمرحلة الأساسية العليا ومدى اكتساب طلبة الصف العاشر لها، رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين.

أمل الشحات حافظ؛ وسمر عبدالفتاح لاشين (٢٠١٣). نموذج "أورى كيرجامي" في تنمية التصور البصرى المكاني والتفكير المنتج في الرياضيات لدى التلاميذ ذوى الاعاقة السمعية في المرحلة الاعدادية، ***دراسات عربية في التربية وعلم النفس***، رابطة التربويين العرب، ٤٠(٣)، ٢٦٦-٢٩٧.

أمل رجاء سيف راغب (٢٠١٩). فاعلية التدريب المدمج في اكتساب الطالب معلم الحاسب مهارات استخدام استراتيجيات التعلم الممتع والدافعية لتطبيقها، ***مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية***، كلية التربية النوعية، جامعة المنيا، (٢٢)، ١٨١-٢٣٢.

أمين عبدالعظيم منصور (٢٠٢٠). استخدام المدخل الدرامي في تدريس الرياضيات لتنمية الحس الرياضي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٣(٥)، ٧٥-١١٧.

إيمان صابر العزب (٢٠١٨). أثر تدريس وحدة مقترحة في ضوء بعض مبادئ نظرية العبء المعرفي في تنمية مهارات التفكير البصري وخفض الجهد العقلي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية المعاقين سمعيا، ***دراسات عربية في التربية وعلم النفس***، رابطة التربويين العرب، (١٠٢)، ٢٣-٤٧.

إيمان كاظم الربيعي (٢٠١٩). أثر المدخل الجمالي في تحصيل طالبات الصف الثاني المتوسط في الهندسة وتنمية تفكيرهن الإبداعي، ***دراسات- العلوم الإنسانية والاجتماعية***، الجامعة الأردنية، الأردن، (٤٦)، ٧٥١-٧٦١.

تهاني محمد سليمان (٢٠٢١). فعالية بعض الاستراتيجيات القائمة على نظرية العبء المعرفي في تنمية مهارات التفكير المنتج والتنظيم الذاتي في العلوم بالمرحلة الإعدادية، ***المجلة التربوية***، كلية التربية، جامعة سوهاج، (٨١)، ٢٧٧-٣٣٣.

حسن شحاته؛ وزينب النجار (٢٠١١). ***معجم المصطلحات التربوية والنفسية***، الطبعة الثانية، القاهرة: الدار المصرية اللبنانية.

حسين محمد أبو رياش (٢٠٠٧). ***التعلم المعرفي***، عمان: دار المسيرة للنشر، الأردن.

حلمي محمد عبدالعزيز الفيل (٢٠١٨). ***الذكاء المنظومي في نظرية العبء المعرفي***، القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

حمدان ممدوح الشامي (٢٠١٧). فاعلية برنامج قائم على نظرية العبء المعرفي في حل المشكلات الهندسية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ***مجلة التربية***، كلية التربية، جامعة الأزهر، ١٧٥(٣)، ٤٨٤-٥٢٥.

حنان محمود حسن؛ وأمل عبدالله خصاونة؛ وعلى أحمد البركات (٢٠١٩). فاعلية المدخل مفتوح النهاية في معالجة صعوبات حل المسألة الرياضية لدي طالبات الصف العاشر، ***مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية***، غزة، فلسطين، ٢٧(٦)، ٥٧٤-٥٩٦.

خالد صلاح محمود (٢٠١٦). هل يفتح مفهوم التعلم للمتعة آفاقاً جديدة في ميدان التربية؟، تم استرجاعه بتاريخ ٢٠٢٠/١١/٥ من الرابط: https://www.new-educ.com/author/khaledsalah

خلف الله حلمي فاوي (٢٠٢٠). فعالية مدخل التعلم العميق في تنمية التفكير السابر والبراعة الرياضية وخفض التجول العقلي لدى طلاب المرحلة الثانوية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٣(٤)، ٢١٧-٢٥١.

دارين محمود سوداح (٢٠١٦). أثر استخدام الألغاز في تنمية التفكير الناقد لدى تلاميذ الصف الرابع الأساسي في مادة الرياضيات، ***مجلة جامعة البعث للعلوم الإنسانية***، العراق، ٣٨(٣٤)، ١٠١-١٣٨.

دعاء عبدالرحمن عبدالعزيز (٢٠٢٠). استخدام استراتيجية الصف المقلوب لتنمية بعض المفاهيم العلمية وخفض العبء المعرفي لدى طلاب الصف الأول الإعدادي، ***المجلة التربوية***، كلية التربية، جامعة سوهاج، (٧٥)، ١٢٤٣-١٣١٠.

رافع مطلك أسود (٢٠٢١). التفكير المنتج وعلاقته بمهارات القرن الواحد والعشرين لدى طلبة قسم الرياضيات في كلية التربية، ***مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع***، كلية الإمارات للعلوم التربوية، دولة الإمارات، (٦٣)، ٢١٥-٢٢٤.

رمضان علي حسن (٢٠١٦). العبء المعرفي وعلاقته بالتفكير الناقد لدى طلاب الجامعة، ***دراسات تربوية واجتماعية***، كلية التربية، جامعة حلوان، ٢٢(١)، ٤٩٣-٥٣٤.

زكريا جابر بشاي (٢٠١٦). فاعلية السقالات التعليمية في تنمية مهارات حل المشكلات الهندسية وخفض العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٩(٨)، ٩١-١٣١.

سالم بن مزلوه العنزي (٢٠١٦). أثر برنامج تدريبي قائم على عادات العقل في تنمية مهارات التفكير المنتج لدى طلاب الصفين الخامس الابتدائي والأول المتوسط في المملكة العربية السعودية، ***مجلة العلوم التربوية والنفسية***، جامعة القصيم، السعودية، ٩(٣)، ٧٦٣-٨٢٨.

سناء محمد سليمان (٢٠١١). ***التفكير: أساسياته وأنواعه التعليمية وتنمية مهاراته***، القاهرة: عالم الكتب.

شيرين صلاح عبدالحكيم (٢٠١٨). الأنشطة الحديثة وتدريس الرياضيات، ***المجلة الدولية للبحوث في العلوم التربوية***، المؤسسة الدولية لآفاق المستقبل، استونيا، ١(١)، ٢٢٥-٢٣٤.

صبحي سعيد الحارثي (٢٠١٥). العبء المعرفي وعلاقته بمهارات الإدراك لدى عينة من تلاميذ الصف السادس الابتدائي من ذوي صعوبات التعلم الأكاديمية، ***دراسات تربوية ونفسية***، كلية التربية، جامعة الزقازيق، (٨٦)، ١١-٤٨.

صفوت فرج (١٩٨٩): ***القياس النفسي***، الطبعة الثانية، القاهرة: الأنجلو المصرية.

صلاح أحمد مراد (٢٠٠٠): ***الأساليب الإحصائية في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية***، القاهرة: الأنجلو المصرية.

صلاح الدين عرفة محمود (٢٠١٨). تخفيف الضغوط والأعباء المعرفية لدى التلاميذ من خلال منظومة المنهج الدراسي في ضوء نظريتي العبء المعرفي والمرونة المعرفية، ***دراسات في المناهج وطرق التدريس***، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، (٢٣٥)، ١٦-٣٤.

ضياء حسن شقورة (٢٠١٤). السلوك الإيجابي وعلاقته بالتفكير المنتج لدى طلبة الثانوية العامة في محافظة خان يونس، رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين.

طاهر سالم عبدالحميد؛ ونهى محمد سليمان (٢٠٢٠). أنشطة إثرائية قائمة على نظرية العبء المعرفي لتنمية مهارات التفكير الجبري وتحسين مستويات تجهيز المعلومات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٣(٨)، ٦٧-١١٩.

ظافر فراج الشهري (٢٠١٨). مهارات التفكير المنتج الرياضي السائدة بالمرحلة المتوسطة ومستوى اكتسابها لدى طلاب الصف الأول المتوسط، ***مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية***، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين، ٢٦(٦)، ١١٠-١٢٩.

عبدالحكيم محمود الصافي؛ وسليم محمد قارة (٢٠١٠). ***تضمين برنامج الكورت لتعليم التفكير في المناهج المدرسية***، عمان: دار الثقافة للنشر والتوزيع.

عبدالرحمن بن معتوق زمزمي (٢٠٢٠). التحصيل الإحصائي لدى طلاب السنة التحضيرية بجامعة جدة في ضوء تباين مصدر العبء المعرفي وتوجهات أهداف الإنجاز ومستوى التعلم المنظم ذاتيًا، ***مجلة العلوم التربوية***، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض، السعودية، (٢٤)، ٣٨٧-٤٢٧.

عبدالعزيز محمد الرويس (٢٠٠٩). فاعلية برنامج تدريبي لمعلمات الرياضيات في استخدام الرياضيات الممتعة داخل الصف على تنمية بعض مهارات التفكير الناقد وخفض قلق الرياضيات عند الطالبات، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، أكتوبر، (١٢)، ٢٦٣-٣٠٢.

عبدالعزيز محمد الرويس؛ وعبدالناصر محمد عبدالحميد؛ وسمر عبدالعزيز الشلهوب (٢٠١٣). مدى مناسبة الأنشطة التعليمية المتضمنة في كتب الرياضيات المطورة للتلاميذ مختلفي المستويات التحصيلية بالمرحلة الابتدائية، ***مجلة العلوم التربوية***، جامعة الملك سعود، السعودية، ٢٥(٢)، ٤٨٧-٥١٢.

عبدالمحسن بن حسين العرفج (٢٠٠٤). التعليم بالترفيه: الضحك في بيئة المدرسة ضرورة لا رفاهية، ***مجلة المعرفة***، وزارة التعليم السعودية، (١١٦)، ١٢٠-١٢٣.

عبدالواحد محمود مكي (٢٠١٦). تصميم تعليمي تعلمي قائم على نظرية العبء المعرفي وفاعليته في تحصيل مادة الرياضيات والذكاء المكاني البصري لدى طلاب المرحلة المتوسطة بالعراق، ***المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث***، المركز القومي للبحوث في غزة، فلسطين، ٢(٦)، ٢٥-٥٥.

عزة محمد عبدالسميع؛ وسمر عبدالفتاح لاشين (٢٠١٢). نموذج أوريجامى في تنمية التفكير المنتج والأداء الأكاديمي في الرياضيات لدى التلاميذ ذوي الإعاقة السمعية في المرحلة الاعدادية، ***دراسات في المناهج وطرق التدريس***، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، ١٨٣، ١٥-٤٧.

عزت عبدالحميد حسن (٢٠١٦). ***الإحصاء النفسي والتربوي – تطبيقات باستخدام برنامج SPSS 18***، القاهرة: دار الفكر العربي.

علاء محمد الخزاعلة؛ ومأمون محمد الشناق؛ وطارق يوسف جوارنه (٢٠٢٠). فاعلية نموذج أبعاد التعلم لمارزانو في تحسين التفكير المنتج في الرياضيات، ***مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية***، جامعة القدس المفتوحة، ١١(٣١)، ٧٧-٨٨.

علي الحفناوي (٢٠١٥). بعض أساليب التدريس الحديثة- التعلم الممتع والمرح، تم استرجاعه بتاريخ ٢٠٢١/٤/٣ من الموقع: https://elhefnawy.yoo7.com/t105-topic .

علي محمد غريب (٢٠١٩). استخدام المدخل الجمالي في تدريس الرياضيات لتنمية الحس الفكاهي والتذوق الجمالي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٢(٢)، ٨٠-١٤٤.

فاضل عبدالعباس عطا الله (٢٠٢٠). فاعلية استخدام مداخل متعددة في تدريس مادة الرياضيات ومدى تأثير كل منها في تحصيل تلامذة المرحلة الإبتدائية، ***أوراق ثقافية: مجلة الآداب والعلوم الإنسانية***، لبنان، ٢(١٠)، ١٨٩-٢٢١.

فائدة ياسين البدري (٢٠١٩). فاعلية استراتيجيات التفكير المتشعب في التحصيل ومهارات التفكير المنتج في الرياضيات لدى طالبات الصف الثاني متوسط، ***المجلة التربوية الدولية المتخصصة***، دار سمات للدراسات والأبحاث، ٨(٤)، ٧٣-٨٦.

فهد فرحان الشمري (٢٠١٩). فاعلية توظيف بعض تطبيقات جوجل التعليمية التفاعلية لتنمية مهارات تصميم ملفات الإنجاز الإلكتروني والتفكير المنتج لدى طلاب دبلوم التربية العام، ***مجلة كلية التربية***، جامعة كفر الشيخ، ١٩(٣)، ٢٣٩-٢٩٢.

فؤاد البهي السيد(٢٠٠٦): ***علم النفس الإحصائي وقياس العقل البشرى***، الطبعة المطورة، القاهرة: دار الفكر العربي.

فواز الحارثي (٢٠١٥). التعلم بالترفيه: أداة فعالة للقضاء على صرامة أساليب التعليم، ***مجلة المعرفة***، وزارة التعليم السعودية، السعودية، (٢٣٥)، ٧٦-٨١.

ماشي محمد الشمري (٢٠١٥). ***101 إستراتيجية في التعلم النشط***، الرياض: مكتبة الملك فهد الوطنية.

مجدي عزيز إبراهيم (٢٠٠٠). تطوير مناهج الرياضيات، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، (٣)، ١٣-٣٦.

محسن حامد فراج (٢٠١٩). بناء العقلية العلمية، التعلم الممتع، جودة الحياة: غايات جديدة للتربية العلمية، **المؤتمر العلمي الحادي والعشرون للجمعية المصرية للتربية العلمية: التربية العلمية وجودة الحياة**، دار الضيافة بجامعة عين شمس، القاهرة، الفترة من (٢١-٢٢) يوليو، ٥-٣١.

محسن علي عطية (٢٠١٥). ***التعلم: أنماط ونماذج حديثة***، عمان: دار الصفاء للنشر والتوزيع.

محمد المري خليل؛ وهشام محمد الخولي؛ ورضا عبدالقادر الصاوي؛ عبير عنتر عبده (٢٠١٩). فعالية برنامج تدريبي في ضوء نظرية العبء المعرفي على التحصيل الدراسي لذوي صعوبات تعلم الرياضيات من تلاميذ المرحلة الإبتدائية، ***مجلة كلية التربية***، جامعة بنها، ٣٠(١١٨)، ٣٣٦-٣٧٨.

محمد عبدالوهاب حمزة (٢٠١٠). ***مفاهيم أساسية في الرياضيات (الأعداد والعمليات عليها وأساليب تدريسها)***، عمان: دار الفكر.

محمد فخري العشري (٢٠٢٠). فاعلية المدخل البصري القائم على برنامج GSP في علاج اضطرابات الإدراك البصري وخفض القلق الرياضي لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي ذوي صعوبات تعلم الرياضيات، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٣(٦)، ٩٠-١٥٢.

محمد محمود الحيلة (٢٠١٤). ***مهارات التدريس الصفي***، الطبعة الرابعة، عمان: دار المسيرة للطباعة والنشر والتوزيع.

مروان علي الحربي (٢٠١٥). الانهماك بالتعلم في ضوء اختلاف مصدر العبء المعرفي ومستوى العجز المتعلم ورتبة السيطرة المعرفية لدى طلاب المرحلة الثانوية، ***مجلة العلوم التربوية***، كلية التربية، جامعة الملك سعود، ٢٧(٣)، ٤٦١-٤٨٨.

مصطفى محمد عبدالرؤوف (٢٠٢٠). التفاعل بين تدريس الفيزياء المستند إلى نظرية الذكاء الناجح وأنماط نظام الإنيجرام Enneagram وتأثيره في تنمية مهارات التفكير المنتج وحل المسائل

الفيزيائية وخفض العبء المعرفي المصاحب لها لدى طلاب المرحلة الثانوية، ***مجلة التربية العلمية***، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ٢٣(٤)، ٤٥-١٤٢.

مليكة مدور؛ ورقية وافي (٢٠١٨). أثر تفاعل كل من السعة العقلية والعبء المعرفي على كفاءة التعلم لدى تلاميذ المرحلة الثانوية: دراسة ميدانية على عينة من تلاميذ المرحلة الثانوية بولاية بسكرة، ***دراسات في علم الإرطوفونيا وعلم النفس*** العصبي، مركز البصيرة للبحوث والاستشارات والخدمات التعلمية، الجزائر، (٦)، ٩٢-١١٤.

منى علي طاهر؛ ورجب السيد الميهي (٢٠١٩). فاعلية استخدام مدخل STEM في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية لدى طالبات الصف الثاني المتوسط، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٢(١٢)، ٢٢٦-٢٦٣.

نهلة عبدالمعطي جاد الحق (٢٠٢٠). برنامج تدريبي قائم على المدخل التكاملي STEM لتنمية بعض الأداءات التدريسية ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب كلية التربية، ***مجلة كلية التربية***، جامعة بنها، ٣١(١٢٢)، ٣٦٩-٤٠٨.

نور الدين حيدر فليح (٢٠٢٠). نظرية العبء المعرفي مفهومها، أهميتها، أنواعها، مبادئها، استراتيجياتها في العملية التعليمية التعلمية، ***حولية كلية الآداب***، جامعة عين شمس، (٤٨)، ٥٣-٦٩.

نيفين بنت حمزة البركاتي (٢٠١٨). برنامج تدريبي مقترح قائم على استراتيجيات التعلم الممتع لمعلمات الرياضيات بالمرحلة الإبتدائية بمدينة مكة المكرمة في ضوء واقع احتياجاتهن التدريبية، ***مجلة التربية***، كلية التربية، جامعة الأزهر، ١٧٧(٢)، ٤٧٦-٥٣٦.

هالة سعيد أبو العلا (٢٠١٥). توظيف نموذج التعلم المعكوس في تدريس الاقتصاد المنزلي وتأثيره في أبعاد العبء المعرفي لدى طالبات المرحلة الإعدادية واتجاهاتهن، ***مجلة كلية التربية***، جامعة الإسكندرية، ٢٥(٦)، ٤٥٩-٥١٨.

هبة محمود عبدالله؛ وهلا محمد الشوا (٢٠١٨). أثر برنامج تدريبي للتنمية البشرية قائم على التعلم الممتع في الممارسات التدريسية والمهارات الحياتية لمعلمي الرياضيات في الأردن وتقويمهم

للبرنامج، ***دراسات – العلوم التربوية***، الجامعة الأردنية، الأردن، ٤٥(٤)، ملحق(٦)، ٢٩١-٣١٠.

هديل حسن رمضان؛ وعودة عبدالجواد أبو سنينة(٢٠٢٠). أثر استخدام التدريس الممتع في التحصيل والكفاءة الاجتماعية في مبحث الرياضيات لدى طالبات الصف السادس في الأردن، ***مجلة العلوم التربوية والنفسية***، المركز القومي للبحوث بغزة، فلسطين، ٤(٣٠)، ٨٨-١١١.

يحي مزهر الزهراني (٢٠٢١). فاعلية التدريس باستخدام مدخل STEM في حل المسائل اللفظية الرياضية في مادة الرياضيات على التحصيل الدراسي والتفكير الإبداعي لدى عينة من طلاب الصف الثالث المتوسط في مدارس مكة المكرمة، ***مجلة القراءة والمعرفة***، الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة، (٢٣٢)، ٣٨٧-٤٢٠.

يحيى عادل العايدي؛ وفؤاد محمد موسي؛ وزهدي علي مبارك (٢٠٢٠). أثر مدخل التطبيقات العملية لمادة الرياضيات لتلاميذ المرحلة الإعدادية على التحصيل والتفكير الناقد، ***مجلة كلية التربية***، جامعة المنصورة، ١١(٤)، ١٢١٥-١٢٣٩.

يوسف إبراهيم رضوان (٢٠١٧). فاعلية برنامج قائم على أبعاد التعلم عند مارزانو لتنمية مهارات التفكير المنتج في مادة الرياضيات لدى طلاب الصف التاسع الأساسي، رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية بغزة، فلسطين.

يوسف قطامي (٢٠١٣). ***استراتيجيات التعلم والتعليم المعرفية***، عمان: دار المسيرة للنشر، الأردن.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

Ahmaad, M. (2020).The effect of a proposed strategy according to the social constructivist theory in teaching the teaching methods subject and its effect on the achievement and development of productive thinking among students of the Department of Biology. ***Al-Fatih journal,***16(81), 79-115.

Alsardary, S. & Blumberg, P.(2009). Interactive, Learner-Centered Methods of Teaching Mathematics, ***PRIMUS: problems, resources, and issues***

in mathematics undergraduate studies, 19(4), 401-416, DOI:10.1080/10511970701678596

Al-Shammari, N., & Al-Khafaji, A. (2019). The Impact of the Formal Strategy of the Theory of Cognitive Burden in Acquiring the Concepts of Middle School Students, ***Indian Journal of Public Health Research & Development***,10(10), Retrieved on 13/5/2021 from: https://medicopublication.com/index.php/ijphrd/article/view/9173

Aranda, M., Lie, R., & Guzey, S. (2020). Productive Thinking In Middle School Science Students' Design Conversations In A Design-Based Engineering Challenge, ***International Journal of Technology and Design Education***, *30*(1), 67-81.

Biswal, A., & Raipure, K. (2020). Fostering Productive Thinking Among Elementary School Students Through FIESI Model, ***Issues and Ideas in Education***, 8(2), 77-85

Branchini, E.; Savardi, U., & Bianchi, I. (2015). Productive Thinking: The Role of Perception and Perceiving Opposition, ***Gestalt Theory***, 37(1), 217-228.

Brown, C. (2019). what can you do to make learning fun and engaging?, Retrieved on 11/5/2021 from: https://www.classcraft.com/blog/features/ways-to-make-learning-fun/

Cerdan, R.; Candel, C. & Leppink, J. (2018). Cognitive Load and Learning in the Study of Multiple Documents, ***Frontiers in Education***, 3, 112-129, DOI:10.3389/feduc.2018.00059.

Choi, H., Van Merriënboer, J. & Paas, F. (2014). Effects of the physical environment on cognitive load and learning: Towards a new model of cognitive load, ***Educational Psychology Review***, 26(2), 225-244.

Cox, J. (2019). 10 Ways to Make Learning Fun for Students, Retrieved on 1/2/2021 from: https://www.thoughtco.com/how-to-make-learning-fun-2081740.

Cunningham, J. & MacGregor, J. (2013). Productive and Reproductive Thinking in Solving Insight Problems, ***The Journal of Creative Behavior***, 48(1), 44–63

Cunningham, J., & MacGregor, J. (2019). A Self Report Measure Of Productive Thinking In Solving Insight Problems. ***The Journal of Creative Behavior***, 53(1), 97-108.

DeAndrade, D. & Fachada, N. (2020). Fun Maths For All Game Development Students, In: ***Proceedings of the* 2020 *ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education***, 529-530,

Dobie, T., & Sherin, B. (2021). The Language Of Mathematics Teaching: A Text Mining Approach To Explore The Zeitgeist Of Us Mathematics Education. ***Educational Studies in Mathematics***,107(1), 159-188

Eden, R. (2019).Restructuring mathematics teaching learning: Co-teaching as a designed approach to teachers' collaborative inquiry. (Doctoral dissertation),Victoria University of Wellington, Creative Commons GNU GPL, Retrieved on 2/1/2021 from: http://researcharchive.vuw.ac.nz/bitstream/handle/10063/8685/thesis_access.pdf?sequence=1

Elliott. S., Kurz, A., Beddow, P. & Frey, J.(2009). Cognitive Load Theory: Instruction-Based Research With Applications for Designing Tests, Paper Presented at the National Association of School Psychologists' Annual Convention, Boston, ***MA***, February 24, 1-22.

Fencl, J. (2014). Fun and Creative Unit Assessment Ideas for All Students in Physical Education, ***Journal of Physical Education, Recreation & Dance***, 85(1), 16-21, Retrieved on 15/1/2021 from: https://doi.org/10.1080/07303084.2014.855589

Fouryza, D., Amin, S. & Ekawati, R. (2018). Review of learning materials development procedure based on fun and easy math (FEM).***AIP Conference, AIP Publishing LLC,*** (1), 20048.

Furtak, E. & Ruiz-Primo, M. (2015). Making Students' Thinking Explicit in Writing and Discussion: An analysis of formative assessment prompts, ***Science Education***, 92 (5), 799 - 824.

Guzey, S., & Jung, J. (2021). Productive Thinking and Science Learning in Design Teams, ***International Journal of Science and Mathematics Education***, 19(2), 215-232

Haapalainen, E., Kim, S., Forlizzi, J., & Dey, A. (2010). Psychophysiological measures for assessing cognitive load, In: ***Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing***, (pp. 301-310). ACM.

Hady, N., Obaid, R., & Al Zabaidi, A. (2020). The effective of the educational program based on the theory of cognitive flexibility in the achievement of the students of the college of Education, ***AEGAEUM JOURNA***, 8(11), 423-431, Retrieved on 15/5/2021 from: http://aegaeum.com/gallery/agm.j-4415.45%20-f.pdf

Hasbi, M., Lukito, A., Sulaiman, R. & Muzaini, M. (2019). Improving the Mathematical Connection Ability of Middle-School Students through Realistic Mathematics Approach, ***Journal of Mathematical Pedagogy***,1(1), 37-46.

Hernandez, J. (2014).The Productive Thinking Model, Retrieved on 22/1/2020 from: http://jesusgilhernandez.com/2014/04/30/theproductive-thinking-model/.

Huffman, J. (2019). The Game of Ur: An Exercise in Strategic Thinking and Problem Solving and A Fun Math Club Activity, ***Open Educational Resources***, Pittsburg State University Digital commons.

Hurson, T. (2008). ***Think Better: An Innovator's Guide to Productive Thinking***, McGraw Hill, New York, United States.

Jayadevan, S. (2020). Why Mathematics Is an Easy and Enjoyable Subject in Some Schools in Kerala?, ***NOLEGEIN-Journal of Consumer***

Behavior & Market Research, 8-12, Retrieved on 2/5/2021 from: http//m:bajournals.in/index.php/JoCBMR/article/view/493

Kalyuga, S. (2011). Cognitive Load Theory: How Many Types of Load Does It Really Need?, ***Educational Psychology Review*** 23(1):1-19.

Khoirul, A. & Rohmy, H. (2016). Evaluating Integrated Task Based Activities and Computer Assisted Language Learning (CALL), ***English Language Teaching***, 9(4), 119-127, DOI:10.5539/elt.v9n4p119.

Kruger, J. & Doherty, S. (2016). Measuring cognitive load in the presence of educational video: Towards a multimodal methodology, ***Australasian Journal of Educational Technology***, 32(6), 19 -31.

Liu, M.; Rosenblum, A.; Horton, L.; Kang, J. (2014). Designing Science Learning with Game-Based Approaches, ***Computers in the Schools***, 31(1), 84-102, Retrieved on 11/8/2020 from: https://doi.org/10.1080/07380569.2014.879776

Lucardie, D. (2014). The Impact of Fun and Enjoyment on Adult's Learning, ***Procedia- Social and Behavioral Sciences***, 142, 439-446.

Lumbelli, L. (2018). Productive Thinking in Place of Problem Solving? Suggestions for Associating Productive Thinking with Text Comprehension Fostering, ***Gestalt Theory***, 40(2), 131-148.

Mandal, J. (2010). The Effect of Interface Consistency and Cognitive Load on User Performance in an Information Search Task, Master's Dissertation, Clemson University, Retrieved on 2/5/2021 from: https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/1052/

Mason, R., Cooper, G. & Wilks, B. (2015). Using Cognitive Load Theory to select an environment for teaching mobile apps development, ***Proceedings of the 17th Australasian Computing Education Conference***, Sydney, Australia, 27-30 January.

Mathrani, A.; Christian, S. & Ponder-Sutton, A. (2016). PlayIT: Game Based Learning Approach for Teaching Programming Concepts, ***Educational Technology & Society***, 19(2), 5-17.

Mohammed, S., & Jalil, W. (2021). The Effect of the Fan-N-Pick Strategy in the Convergent Productive Thinking for Female Students of Chemistry in the Second Intermediate Class**.** ***journal of Education and Scientific Studies***, *2*(17), 115-141.

Murtianto,Y., Muhtarom, M., Nizaruddin, N. & Suryaningsih, S. (2019). Exploring Students' Productive Thinking in Solving Algebra Problem, ***TEM Journal***, 8(4), 1392-1397.

Niño, A. (2015). Language Learners Perceptions and Experiences on the Use of Mobile Applications for Independent Language Learning in Higher Education. ***IAFOR Journal of Education***, 3(SE), 73-84, Retrieved on 21/3/2021 from: https://doi.org/10.22492/ije.3.se.05

Padden, J. (2019). Documentation Burden and Cognitive Burden: How Much is Too Much Information?, CIN: Computers, ***Informatics, Nursing***, 37(2), 60-61, Retrieved on 20/11/2020 from: https://journals.lww.com/cinjournal/Citation

Parton, J. & James, N. (2013). Productive and Re-Productive Thinking in Solving Insight Problems, ***The Journal of Creative Behavior***, 48(1), 44-63, Retrieved on 1/3/2021 from: https://doi.org/10.1002/jocb.40

Posamentier, A., Levine, G., Lieberman, A. & Virgadamo, D. (2019). ***Tools To Help Your Children Learn Math: Strategies, Curiosities, And Stories To Make Math Fun For Parents And Children. World Scientific***, *(8)*.

Pujiastuti, H., Haryadi, R., & Ridwan, F. (2020). Development Of Mathematics Teaching Materials Based On Scientific Approach For Mathematics Learning. ***AKSIOMA*: *Journal Program Studi Pendidikan Matematika***,9(3), 591-600.

Rashid, N. & Al-Hantoush, A. (2019). The impact of information processing strategy in the development of productive thinking among students in the fifth grade in history, ***Journal of Tikrit University for the Humanities***, 26(1), 35-57.

Reedy, G. (2015). Using Cognitive Load Theory to Inform Simulation Design and Practice, ***Clinical Simulation in Nursing***, 11(8), 355-360.

Richland, L, Begolli, K., Simms, N., Frausel, R., & Lyons, E. (2017). Supporting mathematical discussions: the roles of comparison and cognitive load. ***Educational Psychology Review***, *29*(1), 41-53.

Ruswidiono, R., Wahyudi, A., Jimena, E., & Wibowo, S. (2021). Business Fun Math Training for Students of Muhammadiyah 25 Setiabudi Pamulang Senior High School. ***Seminar Nasional ADPI Mengabdi Untuk Negeri***, (2)2, 93-103.

Salleh, S., Shukur, Z., & Judi, H. (2018). Scaffolding model for efficient programming learning based on cognitive load theory. ***Int. J. Pure Appl Math***. *118*(7), 77-83.

Si, J. & Dongsik, K. (2011). How do instructional sequencing methods affect cognitive load, learning transfer, and learning time?, ***Educational Research***, 2(8), August, 1362-1372.

Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture, In : Ross, B. (Ed.). ***The Psychology of Learning and Motivation***, (43), 215-266.

Sweller, J. (2011). Cognitive Load Theory, in: Mestre, J & Ross, B.(Ed.). ***Psychology of Learning and Motivation***, (55), 37-76.

Sweller, J. (2016). Working Memory, Long-term Memory, and Instructional Design, ***Journal of Applied Research in Memory and Cognition,*** (5), 360–367.

Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. ***Educational Technology Research and Development***, *68*(1), 1-16

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

Thees, M., Kapp, S., Strzys, M., 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

Turmudi, T. & Susanti, E. (2020). Productive connective thinking scheme in mathematical problem solving, ***Social Sciences & Humanities***, 28(1), 293-308.

Van Merrienboer, J. & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions, ***Educational Psychology Review***, 17(2), 147-177.

Wahyud, N., Verawats, S., Ayub, S. & Prayogi (2019). Conceptual Framework of Inquiry-Creative-Process Learning Model to Promote Critical Thinking Skills of Physics Prospective Teachers, ***Journal Pendidkan Fisika Indonesia***, 15(1), 5-13

Widyawulandari, R.; Sarwanto, X & Indriayu, M. (2018). Implementation of Joyful Learning Approach in Providing Learning Motivation for Elementary School Student, Advances in Social Science, ***Education and Humanities Research***, 277, 54-58.

Wong, A., Leahy, W., Marcus, N. & Sweller, J. (2012). Cognitive load theory, the transient information effect and e-learning, ***Learning and Instruction***, 22(6), 449- 457.

****