نموذج تدريسي مقترح قائم على نظرية التعلم المستند للدماغ لتنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي

إعـــداد

د / عبد الناصر محمد عبدالحميد عبد البر

أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المساعد

كلية التربية بشبين الكوم – جامعة المنوفية

nasseredu2010@yahoo.com

١٤٤٠هـــ - ٢٠١٩م

مستخلص البحث :
هدف البحث إلى بناء نموذج تدريسي مقترح قائم على نظرية التعلم المستند للدماغ لتدريس وحدتي النسبة والتناسب والتغير الطردي والتغير العكسي، والإحصاء من مقرر الرياضيات، ودراسة فاعلية النموذج المقترح في تنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي. وتكونت عينة البحث من (٩٤) تلميذا وتلميذة قسمت إلى مجموعتين، مجموعة تجريبية قوامها (٤٨) تلميذًا وتلميذة درست باستخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ، والأخرى ضابطة قوامها (٤٦) تلميذا وتلميذة درست المحتوى نفسه باستخدام الطريقة المعتادة في التدريس.
وقد تم التوصل إلى عدة نتائج منها:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار الفهم العميق للرياضيات ككل ومكوناته الفرعية (مهارات التفكير التوليدي – مهارة اتخاذ القرار – مهارة التفسير – مهارة طرح الأسئلة) كل على حدة وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية .
- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس مهارات ما وراء المعرفة ككل ومكوناته الفرعية (مهارات التخطيط – مهارات التحكم والمراقبة – مهارات التقويم) كل على حدة وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية .
- وجود علاقة ارتباطية موجبة ودالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

وفي ضوء النتائج السابقة تم تقديم بعض التوصيات والمقترحات.

الكلمات المفتاحية : النموذج التدريسي - نظرية التعلم المستند للدماغ - الفهم العميق للرياضيات - مهارات ما وراء المعرفة

Abstract:

The current research aimed at developing third year preparatory pupils' deep understanding of mathematics and metacognitive skills through using an instructional model based on brain-based learning to teach the units of proportion, proportionality, change and reverse change, and the statistics of the mathematics course. The sample consisted of (94) pupils and they are divided into two groups, an experimental group consisting of (48) pupils and pupils, studied using the proposed teaching model based on the theory of brain-based learning, and a control one of (46) pupils and pupils, studied the same content using the traditional method.

The results revealed that :

- There is a statistically significant difference at the level of (0.01) between the mean scores of the experimental and control groups in the overall deep understanding test of mathematics and its sub-components (thinking skills, decision making skills, interpretation skills, and question-asking skill) in favor of the experimental group.
- There is a statistically significant difference at the level of (0.01) between the mean scores of the experimental and control groups in the overall meta cognitive skills scale and its sub-components (planning skills, control and observation skills, and evaluation skills) in favor of the experimental group.
- There is positive correlational relationship and a statistical function at level (0.01) between the deep understanding of third grade pupils' mathematics and meta cognitive skills

In the light of these results, some recommendations and suggestions have been given.

Keywords: Instructional model - Brain-based learning theory - Deep understanding of mathematics - Meta cognitive skills.

مقدمــة :

لقد شـهدت العقود القليلـة الماضـية قفزات علميـة هائلـة لـم تشـهد البشـرية لهـا مثيلاً منـذ القدم، وأحدثت الثورات العلمية المتلاحقة طفرات في جميع مجالات الحياة، خاصة في المجال التربوي، حيث يعنى بمتابعة هذه الثورات، وإعداد جيل قادر على التكيف معها ومواكبتها، والأخذ بزمام المبادرة في الإضافة إليها وتطويرها، الأمر الذي دفع التربويين إلى التفكير في طرق واستراتيجيات ونماذج جديدة في التدريس لمواجهة التحديات التي تواجه العملية التعليمية من جهة، وللمساعدة في تجويد وتحسين العملية التعليمية، والعمل على تنمية وتطوير مهارات التفكير والفهم لدى التلاميذ من جهة أخرى.

وتهدف مادة الرياضيات إلى تنمية الفهم العميق للأفكار الرياضية واستنتاج العلاقات، واستبصار خطوات حل المشكلات الرياضية، ولذا تعد مادة الفهم وإعمال العقل وتوسيع مدارك التلاميذ، وزيادة قدرات الاستيعاب لديهم، وتنمية مهاراتهم الذهنية لاحتوائها على مشكلات ومواقف رياضية، تتطلب حلها وفق منهجية التفكير الرياضي ومهارات حل المشكلات، كما أن أنشطة الرياضيات تزيد من قدرة التلميذ على تمثيل المعرفة الرياضية ودمجها في بنيته العقلية، وتنمية مهاراته في توظيف هذه المعرفة في المستقبل(مرفت كمال؛ رشا عبدالحميد،٢٠١٧).

وتعد مهارات الفهم العميق مجموعة من القدرات المترابطة التي تنمى وتعمق عن طريق الأسئلة والاستقصاء الناشئ عن التأمل والمناقشة واستخدام الأفكار، ويعني الفهم العميق أن يحقق التلميذ أكثر من مجرد امتلاك المعرفة، حيث يتضمن ويتطلب استبصارات وقدرات تنعكس في أداءات متباينة، وهذه المهارات يمكن تنميتها من خلال المنهج الدراسي(جابر عبدالحميد، ٢٠٠٣). كما لا يعني الفهم العميق للرياضيات المعرفة والمهارة فقط، وإنما استبصارات تنعكس على أداء الفرد المتعلم في توليد الأفكار وطرح التفسيرات وإثارة الأسئلة التي تؤدي للربط بين ما هو جديد وبنية الفرد المعرفية، وتظهر في مواقف التعلم المختلفة من إمكانية تشكيل البناء المعرفي في ضوء الموقف الرياضياتي وفي سياقه(ماهر زنقور،٢٠١٨).

وعطفًا على ما سبق .. تشكل مهارات ما وراء المعرفة البعد الحقيقي والعملي لما وراء المعرفة، حيث تتيح للتلميذ أن يدرك ويحدد ما يعرفه وما لا يعرفه، ويحدد ما يفكر فيه أثناء تعلمه، ويقيم مدى فهمه لموضوع التعلم، وذلك من خلال عمليتي المراقبة الذاتية حيث يتابع التلميذ عمليات فهمه لموضوع التعلم، وعملية التنظيم الذاتي والتي تمكن التلميذ من ضبط عمليات التعلم من خلال التخطيط والتنظيم والمراقبة(Tok,2013).

وتتضمن مهارات ما وراء المعرفة فهم العمليات المعرفية التي يقوم بها التلميذ وضبطها من خلال مراقبة تلك العمليات ورصد تغيراتها أثناء قيامه بعملية التعلم. ويهتم الباحثون بمهارات ما وراء المعرفة لأنها تؤمن لهم مراقبة معرفية Cognitive Monitoring للتلميذ، حيث يدرك ما الذي يعرفه، وما الذي لا يعرفه، ويتعلم أن يدرك ما يدور في ذهنه أثناء التعلم، وذلك من خلال عمليتي المراقبة الذاتية والتنظيم الذاتي(Shimamura,2000). كما أن التفكير في ما وراء المعرفة

له دور بارز في إدارة الوقت والجهد في القيام بالمهام الصعبة، ويتضمن ذلك فهم الموقف أو المشكلة قبل التسرع في محاولة حلها، كما يتضمن التخطيط والمتابعة والرقابة وتقدير نوع العمل، وطريقة السير فيه، وتقدير الزمن الذي يمكن أن يستغرقه أداء هذا العمل(وليم عبيد،٢٠٠٠).

وتهتم مهارات ما وراء المعرفة بقدرة التلميذ على أن يخطط ويراقب ويسيطر ويقوم تعلمه، وبالتالي تحسين طريقة تفكيره، فالتلميذ الذي يفكر تفكيرا ما وراء معرفي يقوم بأدوار متعددة في وقت واحد عندما يواجه مشكلة في الموقف التعليمي، حيث يقوم بدور مولد الأفكار، ومخطط وناقد، ومراقب لمدى التقدم الحادث في أداء المهام، ومدعم لفكرة معينة، وموجه لمسلك معين، ومنظم لخطوات الحل، كما يضع أمامه خيارات وبدائل متعددة، ثم يقيم كلًا منها ويختار الأفضل منها، وبذلك يكون مفكرا منتجًا، وهذا يوجد نوعًا من المتعة والإثارة العقلية، وبالتالي يساعد على دافعية أكبر للتعلم(عبدالناصر الجراح وعلاء الدين عبيدات،٢٠١١). وقد أكدت نتائج الدراسات على أهمية مهارات ما وراء المعرفة في تعليم وتعلم الرياضيات، وأثرها الإيجابي على تنمية نواتج التعلم المختلفة لدى التلاميذ (Ajisuksmo & Saputri,2017; Özsoy & Ataman,2017; Radmehr & Drake,2018; Veenman & Van Cleef,2018).

ولذلك تعد مهارات ما وراء المعرفة أحد متطلبات التعلم الفعال، وتلعب دورًا مهمًا في تعليم وتعلم الرياضيات، وفي حل المشكلات الرياضية بصورة أفضل، وهذا بدوره ينعكس على تعلم التلاميذ، حيث تمكنهم من تعلم الرياضيات بشكل أفضل، ويمكن تنمية مهارات ما وراء المعرفة من خلال التعليم والتدريب، وهذا ما يجعلها ضرورية للوصول إلى تعلم ذي معنى.

وعلى الجانب الآخر .. ترتبط العملية التعليمية ارتباطًا وثيقًا بنظريات التعلم التي توجه مسيرتها، وتحدد أنواع فعاليتها المختلفة، وهذا يستدعي متابعة المستجدات في هذا المجال، لما لها من أهمية في تطوير عمليتي التعليم والتعلم، وتعد نظرية التعلم المستند للدماغ من النظريات الحديثة التي ظهرت إلى الوجود في تسعينات القرن العشرين، ويحتاج ظهور هذه النظرية إلى التجريب لبيان مدى تأثيرها في الميدان التربوي(يوسف الجوراني،٢٠٠٨).

ولقد أثبتت نتائج الأبحاث المتعلقة بالدماغ أننا نمتلك أسلوبين مختلفين ولكن متكاملين في معالجة المعلومات، فالإنسان يمتلك دماغًا واحدًا، إلا أنه يتكون من نصفي كرة لمعالجة المعلومات بأسلوبين مختلفين، فالجانب الأيمن من الدماغ يتخصص في إعادة بناء وتركيب الأجزاء لتكوين كل متكامل، كما أنه يتعرف على العلاقات بين الأجزاء المنفصلة وهو لا ينتقل بصورة خطية وإنما يعمل بشكل متوازٍ، بينما الجانب الأيسر خطي (خطوة إثر خطوة) ويحلل الأجزاء التي تتشكل منها الأنماط(وليم عبيد، وعزو عفانة،٢٠٠٣). وتُعد نظرية التعلم المستند إلى الدماغ إحدى الاتجاهات التربوية في الفكر التربوي الحديث، ونهجًا للتعلم المبني على البحوث الحالية في علم الأعصاب، حيث قدمت تكنولوجيا تصوير المخ لعلماء الأعصاب أدوات جديدة قوية تساعدهم على النظر إلى بنية المخ ووظيفته لدى الإنسان مما أسهم في فك شفرة العمليات المعقدة للدماغ(ديفيد ساوسا،٢٠٠٦).

وبدأ الاهتمام بجانبي الدماغ في العقدين الأخيرين من القرن العشرين من أجل التعلم والفهم القائمين على المعنى، وذلك من خلال تعرف آليات عمل الدماغ بجانبيه، حيث ظهرت أصوات تنادي ببناء برامج ومناهج دراسية تعتمد على التعلم القائم على الدماغ (ناديا السلطي، ٢٠٠٤). حيث أكدت نظرية التعلم القائم على الدماغ على أن كل فرد قادر على التعلم إذا توفرت لديه بيئة تعليمية نشطة تحفز المتعلمين، حيث يولد كل شخص ولديه دماغ يعالج المعلومات والأفكار، ولكن التعلُّم التقليدي يعمل غالبا على الحد من قدرة الدماغ عن طريق التثبيط، والتجاهل، أو المعاقبة والتخويف (Jensen,2008). كما أن تقديم المعلومات بالطريقة المناسبة لنمط معالجة المعلومات لدى الفرد تتيح الفرصة ليتعلم بالطريقة المفضلة والأكثر فاعلية بالنسبة له(سليمان يوسف،٢٠١١).

كما أكدت العديد من الدراسات على أن التعلم المستند للدماغ يستند على مجموعة من المبادئ التي تشكل اللبنة الأولى في إكساب التعلم معناه الحقيقي وتتلخص هذه المبادئ فيما يلي: الدماغ نظام ديناميكي حي، الدماغ ذو طبيعة اجتماعية، البحث عن المعنى أمر فطري، يبحث الدماغ عن المعنى من خلال الأنماط، إن العواطف مهمة وضرورية لتشكيل الأنماط، يدرك الدماغ الأجزاء والكل بشكل تلقائي، يتضمن التعلم كلاً من الانتباه والإدراك للمثيرات الجانبية، التعلم يشمل عمليات الوعي واللاوعي، يمتلك كل فرد على الأقل طريقتين لتنظيم الذاكرة، التعلم له صفة النماء والتطور، الإثارة والتحدي تعززان التعلم والتهديد والتوتر يكبته ويعوقه، كل دماغ منظم بطريقة فريدة(Pinkerton,2002؛ ذوقان عبيدات، ٢٠٠٣؛Weimer,2007؛ عزو عفانة؛ ويوسف الجيش،٢٠٠٩؛ Duman,2010 ؛ سليمان يوسف،٢٠١١). ولذا أكدت نتائج العديد من البحوث والدراسات السابقة على أهمية مراعاة مبادئ التعلم المستند للدماغ عند تدريس الرياضيات في المراحل التعليمية المختلفة، وذلك لتحقيق نواتج التعلم المختلفة للرياضيات المدرسية(يعن الله القرني،٢٠١٠؛ خالد الجوهري،٢٠١٤؛ بهيرة الرباط،٢٠١٨).

مشكلة البحث وأسئلته:

تمثلت مشكلة البحث الحالي في انخفاض مستوى فهم تلاميذ المرحلة الإعدادية للرياضيات من ناحية، وتدني مهارات ما وراء المعرفة لديهم من ناحية أخرى، الأمر الذي يؤثر سلبيًا على تحصيلهم الدراسي، ومن مظاهر هذا الضعف[*]عدم قدرة التلاميذ على: طرح تساؤلات متعمقة أثناء التعلم وإعطاء تفسيرات واستنتاجات مناسبة للموقف التعليمي، تحويل المفاهيم والتعميمات الرياضية من صورة لأخرى وتفسيرها والتنبؤ بنتائجها، توليد البدائل الصحيحة والأصيلة عند حل المشكلات الرياضية والتي تخرج عن المألوف والمعتاد، اتخاذ القرار باختيار الطريقة المناسبة لحل المشكلات الرياضية وتبرير ذلك، وتوضيح المفاهيم والتعميمات الرياضية المستخدمة أثناء الحل، وضع الخطط

[*] تم ملاحظة ذلك أثناء إشراف الباحث على الطلاب المعلمين في التربية العملية، وملاحظته لتلاميذ المرحلة الإعدادية أثناء تعليم وتعلم الرياضيات.

والأهداف وتحديد المصادر الرئيسة قبل التعلم، معرفة كيفية التغلب على الصعوبات التي تواجههم وكيفية معالجة الأخطاء.

ويمكن صياغة مشكلة البحث في السؤال الرئيس الآتي:

ما فاعلية نموذج تدريسي مقترح قائم على نظرية التعلم المستند للدماغ في تنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي؟

ويتفرع من السؤال السابق الأسئلة الفرعية الآتية:

١- ما النموذج التدريسي المقترح القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ لتنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي؟
٢- ما فاعلية النموذج التدريسي المقترح في تنمية الفهم العميق للرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي؟
٣- ما فاعلية النموذج التدريسي المقترح في تنمية مهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي؟
٤- ما نوع العلاقة الارتباطية بين الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

- بناء نموذج تدريسي مقترح قائم على نظرية التعلم المستند للدماغ لتدريس وحدتي النسبة والتناسب والتغير الطردي والتغير العكسي، والإحصاء من مقرر الرياضيات للصف الثالث الإعدادي.
- دراسة فاعلية النموذج التدريسي المقترح في تنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث الحالي فيما يمكن أن يقدمه لكل من:

- معلمي الرياضيات بالمرحلة الاعدادية: حيث يقدم دليلًا للمعلم لاستخدام نموذج تدريسي قائم على نظرية تربوية حديثة (التعلم المستند للدماغ) في تدريس الرياضيات لتلاميذ الصف الثالث الإعدادي، والتي تمدهم بنماذج فعالة في تعليم الرياضيات، قد تنمي تحصيل التلاميذ، وتيسر عملهم التدريسي أيضًا، بالإضافة إلى تزويدهم ببعض الأدوات، والتي يمكن استخدامها للتعرف على مستوى هؤلاء التلاميذ في بعض نواتج التعلم المهمة، مثل: الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة.
- تلاميذ المرحلة الإعدادية: من خلال توفير بيئة تعلم نشطة مناسبة تعمل على زيادة إيجابيتهم ومشاركتهم في المواقف التعليمية المختلفة، الأمر الذي قد ينعكس إيجابيًا على فهمهم العميق

للرياضيات، وكذلك مهارات ما وراء المعرفة لديهم، الأمر الذي قد يسهم في رفع كفاءة التفكير لديهم من خلال المشاركة في التخطيط والمراقبة والتقويم للعمليات المعرفية للتفكير.

- المسئولين عن مناهج الرياضيات: بإلقاء الضوء على الاتجاهات الحديثة في تعليم الرياضيات بالمرحلة الإعدادية، والتي أوصت بتنويع نماذج التدريس التي تستند إلى النظريات التربوية الحديثة.
- الباحثين في مجال تعليم الرياضيات: من خلال تقديم بعض التوصيات والمقترحات، والتي تفتح مجالًا لدراسات وبحوث أخرى مستقبلية، قد تسهم في تطوير طرق ونماذج التدريس المستخدمة في تدريس الرياضيات بالمرحلة الإعدادية.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على:

- بعض تلاميذ الصف الثالث الإعدادي بمدرستي كمال الشاذلي الإعدادية والباجور الإعدادية الحديثة، والتابعتين لإدارة الباجور التعليمية محافظة المنوفية.
- محتوى الوحدتين الثانية والثالثة من مقرر الرياضيات للصف الثالث الإعدادي(وزارة التربية والتعليم،٢٠١٨/١٧)، حيث تشتمل الوحدة الثانية على ثلاثة موضوعات هي (النسبة، التناسب، التغير الطردي والتغير العكسي)، وتشتمل الوحدة الثالثة على موضوعين هما (جمع البيانات، التشتت).
- مهارات الفهم العميق: (التفكير التوليدي – اتخاذ القرار – التفسير – طرح الأسئلة).
- مهارات ما وراء المعرفة: (التخطيط – التحكم والمراقبة – التقويم).

المواد التعليمية وأدوات البحث:

لتحقيق أهداف البحث تم إعداد وضبط المواد التعليمية والأدوات الآتية:

- النموذج التدريسي القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ.
- دليل المعلم لاستخدام النموذج التدريسي المقترح .
- اختبار الفهم العميق للرياضيات.
- مقياس مهارات ما وراء المعرفة.

مصطلحات البحث :

- **النموذج التدريسي Instructional Model:** يعرف بأنه "خطة توجيهية تعتمد على نظرية معينة، ومجموعة نواتج وإجراءات مسبقة تسهل على المعلم عملية تخطيط نشاطاته التدريسية على مستوى الأهداف، والتنفيذ، والتقويم، وتنظم عمله ومهامه من مواد وخبرات تعليمية وتدريسية"(يوسف قطامي، ماجد أبو جابر، نايفة قطامي،٢٠٠٢، ١٧٢).

ويعرفه الباحث بأنه "نموذج يعتمد على نظرية التعلم المستند للدماغ ومبادئها، ويوضح وينظم عمل معلم الرياضيات ومهامه في كل مرحلة من مراحل التدريس، ويبرز دور المعلم فيه والظروف البيئية المناسبة والحافزة لبيئة التعلم".

- **نظرية التعلم المستند للدماغ Brain– Based Learning Theory:** تعرف بأنها "نظرية تمثل منهجًا شاملًا للتعليم، يستند إلى علم الأعصاب الحديث، المهيمن على الدماغ البشري، وتستند إلى علوم التشريح والأداء الوظيفي للدماغ، ويشتمل هذا النوع من التعلم على مفاهيم وآليات تعليمية وتعلمية، مثل التعلم الإتقاني، التعلم الذاتي، الذكاء المتعدد، التعلم التعاوني، المحاكاة، التعلم الحركي، التعلم القائم على المشكلة(Gulpinar,2005,302). كما تعرف بأنها "نظرية تتضمن تصميم مواقف التعليم والتعلم وفق القواعد والمبادئ التي يعمل بها الدماغ لتحقيق التعلم ذي المعنى"(Levine,2018,193).

ويقصد بنظرية التعلم المستند للدماغ: نظرية تتعلق بالتعلم الذي يهتم ببنية ووظائف الدماغ، والذي يتم من خلاله تهيئة التلاميذ للتعلم وذلك لربط المعرفة الجديدة بالمعرفة السابقة، وتقديم المعلومات الجديدة من خلال استراتيجيات تتناغم مع عمل الدماغ، وإدماج التلاميذ في أنشطة صفية من أجل الفهم العميق للرياضيات، وتقديم التغذية الراجعة، ثم استخدام ما تعلمه في مواقف جديدة بهدف تعزيزه، وذلك في جو من المتعة والتشويق وغياب التهديد، أثناء تدريس موضوعات الرياضيات لتلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

- **النموذج التدريسي القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ:** خطة يمكن استخدامها في تنظيم عمل المعلم ومهامه من مواد وخبرات تعليمية تعتمد على نظرية التعلم المستند للدماغ، ويبرز فيه دور المعلم والبيئة التعليمية، ويتم في هذا النموذج مساعدة التلاميذ على بناء المعارف والمفاهيم والتعميمات الرياضية وفقًا للمراحل الخمس التالية: الإعداد والتهيئة للتعلم، الاكتساب، التفصيل، بناء الذاكرة، التكامل الوظيفي.
- **الفهم العميق للرياضيات Deep Understanding of Mathematics:** يعرف الفهم العميق بأنه "مجموعة من القدرات المترابطة التي تنمى وتعمق عن طريق الأسئلة والاستقصاء الناشئ عن التأمل والمناقشة واستخدام الأفكار"(جابر عبدالحميد،٢٠٠٣، ٢٨٦-٢٨٧). أما الفهم العميق للرياضيات فيعرف بأنه "نتاج تلك الترابطات التي يقوم الفرد المتعلم بعملها بين تلك المعلومات الجديدة، وبين ما هو قائم في بنيته المعرفية فتخرج معها وصلات تساعد في الوصول إلى حلول منطقية ومعقولة لكل المواقف الرياضياتية المتعلقة بتلك المفاهيم، وتتمثل أبعاده في(التفكير التوليدي، طرح الأسئلة، طبيعة التفسيرات)(ماهر زنقور،٢٠١٨، ٩٥).

ويعرف إجرائيًا بأنه "قدرة التلميذ على طرح تساؤلات متعمقة أثناء تعلمه مفاهيم ومفردات محتوى وحدتي النسبة والتناسب والتغير الطردي والتغير العكسي، والإحصاء، وإعطاء تفسيرات واستنتاجات مناسبة للموقف التعليمي، وإنتاج وتوليد بدائل متعددة ومتنوعة، تعبر عن حلولًا غير تقليدية للمشكلات الرياضية، مع قدرة على تصور أو توقع

نتائج معينة بالاستناد إلى بدائل معينة، وإضافة تفاصيل جديدة ومتنوعة للفكرة الرياضية المقدمة، ويتكون من عدة مهارات فرعية تتمثل في (التفكير التوليدي- اتخاذ القرار– التفسير– طرح الأسئلة). ويقاس إجرائيا بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في الاختبار المعد لذلك.

- **مهارات ما وراء المعرفة Meta Cognitive Skills:** تعرف بأنها "الوعي المدرك والمراجعة الذاتية المنتظمة بهدف تحقق المتعلم من انجاز أهداف تعلمه، وتتضمن الوعي بالمهام والقدرات المعرفية، والخصائص الوجدانية والدافعية للتفكير"(Pugalee,2001,38). كما تعرف بأنها "القدرة على صياغة خطة العمل ومراجعتها ومراقبة الذات نحو تنفيذ الخطة، وتحديد أخطاء العمل والقيام على معالجتها والتأمل في التفكير قبل انجاز العمل وفي أثنائه وبعده"(حسن زيتون،٢٠٠٤، ٦٩).

ويعرفها الباحث بأنها "مجموعة من المهارات العليا، التي تجعل التلميذ على وعي بسلوكه المعرفي وبما يقوم به قبل وأثناء وبعد أداء المهام الرياضية المختلفة، وقدرته على وضع خطط مسبقة لتحقيق أهدافه واختيار الخطة المناسبة وتعديلها، وابتكار خطط أو استراتيجيات جديدة، وكذلك قدرته على التحكم والمراقبة والتقويم، من أجل الوقوف على المسار الذي يسير فيه أثناء أداء المهام الرياضية". وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في الاختبار المعد لذلك.

أدبيات البحث ودراساته السابقة وفروضه الإحصائية:

أولًا: نظرية التعلم المستند للدماغ(خصائصها، مراحلها، مبادئها، تطبيقاتها التربوية):

ترتكز نظرية التعلم المستند للدماغ على بنية ووظائف الدماغ، وهي نتاج التكامل بين مجموعة من المجالات العلمية المختلفة. ولقد ظهرت تلك النظرية نتيجة بحوث علم الأعصاب المعرفي Cognitive Neuroscience (CN) ، والتي تشرح كيفية تعلم الدماغ باعتباره عضو التعلم، وكذلك العمل على إحداث التكامل بين علم الأعصاب والفسيولوجي والكيمياء الحيوية وعلم النفس، ويعد مجال دينامي منذ التسعينات وذلك نتيجة تطور المعلومات حول فسيولوجيا الأعصاب وربطها بعمليات التعلم المعرفية(Kathleen,2006).

وتعد نظرية التعلم المستند للدماغ من التوجهات الحديثة في القرن الحادي والعشرين، والتي تعتبر أن التعلم الوظيفة العظمى للدماغ، وأن التعلم هو نتيجة نمو مادي وفعلي للدماغ، فلا يزال الدماغ متعلمًا حتى نهاية عمر الإنسان، وتظل الشبكات والشجيرات العصبية تنمو كلما كانت البيئة ثرية، وكلما كان الفرد يتفاعل بطريقة مناسبة وآمنة، الأمر الذي يجعل مواقف التعلم أكثر سهولة ومرونة وعمقًا(يوسف قطامي؛ ومجدي المشاعلة،٢٠٠٧)

وقد أكدت نتائج الدراسات التربوية على أن معرفة آلية عمل الدماغ يسهل من طرق إكساب التلاميذ المعرفة وتخفيف القلق، وإحداث الاستقرار النفسي والاجتماعي، وإنجاز المهام التربوية بدقة وسهولة، ولذا ينبغي على كل معلم دراسة آلية عمل الدماغ ونظرية التعلم بجانبي الدماغ، ونماذج

واستراتيجيات التدريس المنشطة للجانب المسيطر من الدماغ، وذلك لرفع مستوى أداء التلاميذ، وتنشيط تفكيرهم وإثارته(عزو عفانة؛ ويوسف الجيش،٢٠٠٩).

ولنظرية التعلم المستند للدماغ عدة خصائص منها أنها: طريقة في التفكير بشأن التعلم والعمل، نظامًا في حد ذاتها وليست تصميمًا معدًا مسبقًا ولا تعاليم مقدسة، طريقة طبيعية وداعمة وإيجابية لتعظيم القدرة على التعلم والتعليم، فهم للتعلم مستند إلى تركيب الدماغ ووظيفته، ليست مذهبا ولا وصفة طبية ينبغي اتباعها، اتجاه متعدد الأنظمة حيث اشتقت من عدد من الأنظمة(عزو عفانة، ويوسف الجيش،٢٠٠٩).

وللتعلم المستند للدماغ عدة مراحل، تتمثل في(ناديا السلطي،٢٠٠٩؛ عزو عفانة ويوسف الجيش،٢٠٠٩؛ Connell,2009):

- **أولًا: مرحلة الإعداد**: وتوفر تلك المرحلة إطار عمل للتعلم الجديد، ويجهز دماغ المتعلم بالترابطات الممكنة، وفكرة عامة عن الموضوع وتصور ذهني للموضوعات ذات الصلة، وكلما كان للمتعلم خلفية أكثر عن الموضوع كان أسرع في تمثيل المعلومات الجديدة ومعالجتها.
- **ثانيًا: مرحلة الاكتساب**: ويعني التعريف العصبي للاكتساب هو تشكيل ترابطات تشابكية جديدة، وتعتمد هذه الخطوة في تكوين الترابطات بشكل كبير على الخبرة السابقة، وكلما كانت الخبرة القبلية أكبر زاد احتمال حدوث لحظة الاكتشاف أو الاستبصار، وقد تتمثل مصادر الاكتساب في الأدوات البصرية والمثيرات البيئية.
- **ثالثًا: مرحلة التفصيل أو الاسهاب**: وتكشف عن ترابط الموضوعات وتدعم تعميق الفهم، للتأكد من أن الدماغ يحافظ على الترابطات التشابكية التي تكونت نتيجة التعلم الجديد، لذا يحتاج المعلمون إلى ادماج التلاميذ في الأنشطة الصفية من أجل فهم أعمق وتغذية راجعة مع استراتيجيات تعلم صريحة وضمنية، كما يتأكد المعلمون من أن التلاميذ لا يرددون الحقائق بشكل آلي ولكنهم يطورون ممرات عصبية معقدة في أدمغتهم تربط الموضوعات بطرق تجعلها ذات معنى.
- **رابعًا: مرحلة تكوين الذاكرة**: وتهدف إلى تقوية التعلم، حيث توجد عوامل أخرى تسهم في قضية الاسترجاع منها: الراحة الكافية والحدة الانفعالية، والتغذية ونوع الترابطات وكميتها، وحالات المتعلم، والتعلم القبلي، تلعب كل تلك العوامل دورًا حيويًا في المعالجة والتعليم الذي يحدث.
- **خامسًا: مرحلة التكامل الوظيفي**: وفي هذه المرحلة يتم استخدام التعلم الجديد بهدف تعزيزه لاحقًا والتوسع فيه.

وترتكز نظرية التعلم المستند للدماغ على عدة مبادئ منها(Jensen,2000; Ozden & Gultekin,2008 ؛ يعن الله القرني،٢٠١٠؛ سلطان الرشيدي،٢٠١١) ما يلي:

- الدماغ جهاز حيوي والجسم والدماغ وحدة دينامية واحدة.
- الدماغ كائن اجتماعي.
- البحث عن المعنى فطري.
- البحث عن معنى يتم من خلال النمذجة.
- الانفعالات حاسمة من أجل النمذجة.
- يتضمن التعلم كلًا من الانتباه والإدراك الطرفي.
- كل دماغ يدرك الأجزاء والكل بشكل متزامن ويفهمها
- يتضمن التعلم دائما عمليات تعلم واعية وعمليات لا واعية.
- توجد طريقتان على الأقل لتنظيم الذاكرة.
- التعلم المعقد يدعم بالتحدي ويكف بالتهديد.
- كل دماغ منظم بطريقة فريدة.
- التعلم تطوري.

وهناك عدة تطبيقات تربوية لنظرية التعلم المستند للدماغ، ولبحوث الدماغ الحديثة، تتمثل في الآتي(ذوقان عبيدات، وسهيلة أبوالسميد،٢٠٠٥؛ Smith,2007؛ Sue Yamin,2009؛ Maynard,2016):

- مراعاة مراحل نضج التلميذ.
- استخدام استراتيجيات تدريس متنوعة لجذب اهتمامات التلاميذ من مختلف الأنماط التعليمية، وذلك لمواجهة تنوع قدرات التلاميذ على التعلم، ولكي يمارس الدماغ وظائفه بصورة تلقائية.
- تقديم أنشطة ودروس مرتبطة بخبرات التلميذ وحياته العلمية، وفي سياق خبرات واقعية، وذلك لإشباع رغبة البحث الفطري عن المعنى وإدراك الأنماط وتشكيلها.
- توفير بيئة صفية تسودها اتجاهات إيجابية بين المعلم والتلاميذ والمادة التعليمية، وتوفير جو من الأمن والإثارة، لأن العواطف مهمة جدًا في عمليات حفظ المعلومات واستدعائها، وأن التعلم يحفز بالإثارة والتحدي ويكبت بالتهديد وانعدام الأمن.
- تصميم أنشطة تعليمية تتطلب تفاعل الدماغ الكلي مع الموقف، وتجنب المعلومات المبعثرة لان ذلك يجعل التعلم صعبًا.
- إغناء البيئة بالملصقات والصور لأن التعلم يتطلب التركيز على الموضوع وعلى العوامل المحيطة بالبيئة.
- تشجيع عمليات التأمل ليكون التلميذ على وعي بما يتعلمه، لأن عملية التعلم تتضمن عمليات واعية ولاشعورية.
- ربط المعلومات والخبرات الجديدة بخبرات التلاميذ السابقة، تسهم في حفظ المعلومات بسهولة في الذاكرة طويلة المدى.

- استخدام تقنيات تبنى على الخبرة العملية والحسية والتطبيقات، وترابط المعلومات وتكاملها تسهم في تعلم أفضل لأنها تكون متضمنة في الذاكرة المكانية.

ويتمثل دور المعلم في التعلم المستند للدماغ في(وليم عبيد وعزو عفانة،٢٠٠٣؛ عزو عفانة ويوسف الجيش،٢٠٠٩):

- التعرف على أنماط التعلم وأساليبه الخاصة لكل تلميذ.
- تهيئة المناخ الصفي الملائم بما يتفق مع العمل التعاوني.
- إتاحة الفرصة للتلاميذ لتحليل وتركيب الأشياء، بحيث يكتسب التلميذ كيفية توظيف الحوار والمناقشة والعمل الجماعي.
- عرض بعض المعلومات اللفظية والبصرية معًا، مما يوفر الفرصة لنجاح التلاميذ في تكوين صورة ذهنية للمحسوسات.
- تهيئة الفرص للتلاميذ لليقظة العقلية والعصف الذهني.
- توفير فرص التحدي الفكري الهادف وتكوين اهتمامات واتجاهات مرغوبة نحو الموضوعات الدراسية مما يزيد من إقبالهم على حل مشكلات علمية واجتماعية تتفق مع قدراتهم.
- توفير الأنشطة والخبرات التعليمية التي تعمل على تنشيط التلاميذ داخل البيئة الصفية وخارجها.

ولكي يتم ترجمة أبحاث الدماغ في غرفة الصف يجب مراعاة العناصر التسعة المنسجمة مع الدماغ وهي البيئة الغنية أو المحسنة، المحتوى ذو المعنى، التعاون، الحركة، الخيارات (تقديم خيارات للتلاميذ)، الوقت الكافي، التغذية الراجعة، الإتقان/ التطبيق، غياب التهديد/ تعزيز التفكير التأملي(سوزان كوفاليك، كارين أولسن،٢٠٠٤)

وعلى ذلك فقد تم مراعاة بعض الإجراءات عند بناء واستخدام النموذج التدريسي المقترح، ومنها:

- توفير مناخ صفي يدفع للتحدي والمنافسة، وخال من التهديد.
- تهيئة بيئة صفية مناسبة لتنمية الفهم العميق للرياضيات، ومهارات ما وراء المعرفة.
- تهيئة عقول التلاميذ للموضوع الرياضي الجديد من خلال تعرف الارتباطات الشبكية بين الخبرات السابقة وخصائص الموضوع الجديد.
- توفير خبرات وأنشطة تعليمية رياضية مرتبطة ببيئة التلاميذ، وتساعد على تنمية مهارات الفهم العميق (التفكير التوليدي – اتخاذ القرار – التفسير – طرح الأسئلة) .
- توفير بيئة تعلم حقيقية تجعل التلاميذ يمارسون الرياضيات المعيشية أو الحياتية.
- إعطاء التلاميذ فترة راحة للدماغ (استراحة عقلية) أثناء شرح الدرس.
- دمج التلاميذ في أنشطة تعلمية متنوعة من أجل تكوين الفهم العميق للرياضيات وتقديم تغذية راجعة مناسبة.

- عرض أسئلة التقويم بأسلوب شيق وجذاب .
- إعطاء التلاميذ مشكلات رياضية إضافية ترتبط بواقع الموضوع المطروح بحيث يعزز من اكتساب الخبرات، وينمي مهارات ما وراء المعرفة (التخطيط – التحكم والمراقبة – التقويم).
- توضيح علاقة موضوع الدرس الحالي بالموضوعات اللاحقة، من أجل تكوين ترابطات وتطوير ترابطات صحيحة وتقويتها في الدماغ .

ولقد تزايد الإهتمام في الآونة الأخيرة ببناء واستخدام نماذج تدريس مختلفة لتنمية نواتج التعلم المرتبطة بالرياضيات لدى المتعلمين بالمراحل التعليمية المختلفة، ومنها على سبيل المثال لا الحصر: نموذج تدريسي مقترح قائم على استراتيجيات ما وراء المعرفة في تنمية التفكير الناقد في الرياضيات لدى طالبات الصف الأول الثانوي(هبة عبدالنظير، محمد البسيوني،٢٠٠٨)، نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم الاستراتيجي وفاعليته في تنمية التحصيل ومهارات التنظيم الذاتي(إيمان حمدي،٢٠١٤)، أنموذج تدريسي مقترح في ضوء نظرية الذكاء الناجح لتنمية تحصيل طلاب الصف الرابع العلمي في مادة الرياضيات وتنمية تفكيرهم الإبداعي(عبدالواحد الكنعاني،٢٠١٦)، نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم السريع لتنمية التفكير الجانبي والتنظيم الذاتي في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي(علي عبدالله ،٢٠١٦)، نموذج تدريسي قائم على النظرية البنائية في تدريس الرياضيات لتنمية مهارات التفكير المنظومي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي(منصور الصعيدي،٢٠١٧)، نموذج تدريسي قائم على نظرية جانبي الدماغ لتنمية مهارات التفكير الرياضياتي لدى طالبات الصف الثامن الأساسي في فلسطين(منية مزيد، شعبان عيسوي، أحمد أبو الليل، ميرفت علي،٢٠١٧)، نموذج تدريسي قائم على التعلم المنظم ذاتياً في تنمية مهارات التنظيم الذاتي والقدرة على حل المشكلات الإحصائية وخفض قلق الرياضيات لدى طالبات السنة التحضيرية بجامعة الملك سعود(ميرفت كمال، رباب المرسي،٢٠١٧).

ويتضح من تلك الدراسات أن بناء النماذج التدريسية المختلفة اعتمدت على بعض النظريات التربوية واستراتيجيات التدريس الحديثة مثل: استراتيجيات ما وراء المعرفة، التعلم الاستراتيجي، نظرية الذكاء الناجح، التعلم السريع، النظرية البنائية، نظرية جانبي الدماغ، التعلم المنظم ذاتياً. كما يتضح فاعلية استخدام تلك النماذج في تنمية بعض نواتج تعلم الرياضيات، مثل: التفكير الناقد، التحصيل ومهارات التنظيم الذاتي، التفكير الإبداعي، التفكير الجانبي والتنظيم الذاتي، مهارات التفكير المنظومي، مهارات التفكير الرياضياتي، القدرة على حل المشكلات الإحصائية وخفض قلق الرياضيات.

كما أثبتت نتائج بعض الدراسات السابقة الأخرى فاعلية بعض البرامج والاستراتيجيات التدريسية القائمة على التعلم المستند للدماغ في تنمية بعض المتغيرات، مثل: تنمية القدرات الرياضية لدى الأطفال(Vannes,2011)، مهارات التواصل الرياضي والحساب الذهني لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية(أحمد خطاب،٢٠١٣)، مهارات التواصل الرياضي والدافعية للإنجاز الدراسي

لدى تلميذات المرحلة الابتدائية(بثينة بدر،٢٠١٣)، مهارات التفكير الهندسي والتحصيل الدراسي في الهندسة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية(خالد الجوهري،٢٠١٤)، عادات العقل ومفهوم الذات الأكاديمي لدى الطلاب ذوي صعوبات تعلم الرياضيات بالمرحلة الابتدائية(سامية جودة،٢٠١٤)، مهارات الحس العددي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية(عبدالقادر محمد،٢٠١٤)، مهارات القوة الرياضياتية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية(سامية هلال،٢٠١٦)، إلا أن أي من تلك الدراسات لم تتطرق إلى بناء نموذج تدريسي قائم على نظرية التعلم المستند للدماغ لتنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

ثانيا: الفهم العميق للرياضيات (مفهومه- مهاراته - مظاهره - محاوره):

يعرف الفهم العميق بأنه الفحص الناقد للأفكار والحقائق الجديدة، ووضعهم في البناء المعرفي، وعمل ترابطات متعددة بين تلك الأفكار، وكذلك القدرة على تقديم التفسيرات المختلفة لمشكلة أو موضوع معين، وإيجاد حلول جديدة لهذه المشكلة(Stephenson,2014). ومن مظاهره: التفكير التوليدي، طبيعة التفسيرات، طرح الأسئلة، أنشطة ما وراء المعرفة، مداخل إتمام المهمة(Chin & Brown,2000).

والفهم العميق لا يعني فقط المعرفة والمهارة في الرياضيات، وإنما استبصارات تنعكس على أداء التلميذ في توليد الأفكار وطرح التفسيرات، وإثارة الأسئلة التي تؤدي للربط بين ما هو جديد وبنية التلميذ المعرفية، وتظهر في مواقف التعلم المختلفة(ماهر زنقور،٢٠١٨).

ولكن يعني الفهم العميق أن يحقق التلميذ أكثر من مجرد امتلاك المعرفة، ولكنه يتضمن إستبصارات وقدرات تنعكس في أداءات متباينة، ومن مظاهره أو مكوناته الآتي(جابر عبدالحميد،٢٠٠٣):

- **الشرح Explanation**: ويقصد به تقديم أوصافًا متقنة مدعمة للحقائق والبيانات.
- **التفسير Interpretation**: وهو التوصل إلى نتيجة من بيانات أو حقائق منفصلة أو ترجمات سليمة.
- **التطبيق Application**: وهو القدرة على استخدام المعرفة بفاعلية في مواقف جديدة وسياقات مختلفة.
- **المنظور Perspective**: وهو أن يرى الفرد ويسمع وجهات النظر الأخرى عن طريق عيون وآذان ناقدة للرؤية الشاملة للصورة.
- **التعاطف Empathy**: قدرة الفرد لإدراك العالم من وجهة نظر شخص آخر.
- **معرفة الذات Self-knowledge**: معرفة الفرد مواضع قصوره، وكيف تؤدي أنماط تفكيره إلى فهم مستنير أو متحيز.

وتوجد عدة مهارات للفهم العميق، تتمثل في (McConnell, Parker & Eberhardt,2013; Fenwick, Humphrey, Quinn & Endicott,2014):

- **التفكير التوليدي**: ويتضمن طلاقة المعاني والافكار، المرونة، وضع الفروض، التنبؤ في ضوء المعطيات الرياضية المعطاة.
- **اتخاذ القرار**: ويقصد بها القدرة على اتخاذ القرار المناسب عند مواجهة موقف معين، مع تبرير هذا الاختبار.
- **التفسير**: القدرة على تفسير الخبرات التعليمية، وإعطاء معنى منطقي للنتائج أو العلاقات الرابطة، وقد يعتمد المعنى على المعلومات السابقة أو على طبيعة المشكلة الرياضية المقدمة وخصائصها.
- **طرح الأسئلة**: أي طرح عدد كبير من الأسئلة متنوعة المستويات، والمختلفة في طبيعتها مثل أسئلة(التذكر، الفهم، التطبيق، التحليل، ... إلخ).

كما أشارت الدراسات إلى بعض نواتج التعلم والتي تعبر عن مظاهر الفهم العميق للرياضيات، ومنها(Vahey, Knudsen, Rafanan & Lara-؛Havard, Du, Olinzock,2005 Meloy,2013؛ Vidal, Bruna, Giryes & Soatto,2017؛ ماهر زنقور،٢٠١٨):

- قدرة التلميذ على طرح تساؤلات متعمقة أثناء تعلمه وإعطاء تفسيرات واستنتاجات مناسبة للموقف التعليمي، وترجمته من صورة إلى أخرى.
- ترجمة المادة العلمية من صورة لأخرى وتفسيرها والتنبؤ بنتائجها من خلال الاستنتاجات، والاستفادة منها بإعادة استخدامها بطرق متعددة.
- بناء معرفي يجمع بين نقد المعرفة الجديدة وربطها بالموجودة، من خلال تفاعل نشط ينتج منه بدائل تعبر عن حلولًا غير تقليدية لمواقف التعليم والتعلم.
- التفاعل مع الآخرين أثناء تعلم الرياضيات لتحقيق الفهم، وربط الأفكار الجديدة بالبنية المعرفية المسبقة، واستخدام تساؤلات عميقة من خلال تفحص مناقشات التلاميذ، ثم التعمق في الفهم وصولًا إلى التنبؤ واتخاذ القرارات.
- الإبداع الرياضي يعد أحد مظاهر الفهم العميق للرياضيات، وكذا طرح الاستفسارات المنطقية وإثارة الفضول نحو معرفة ما وراء المفهوم، وتوليد البدائل الأصيلة والتي تخرج عن المألوف والمعتاد، ما هي إلا تعمق في فهم المحتوى الرياضي المعروض.

ويتضح مما سبق أن الفهم العميق للرياضيات لا يرتبط فقط بمعرفة المحتوى الرياضي المقدم أو أداء التلاميذ لبعض المهام المقدمة في حصص الرياضيات، وإنما استبصارات تنعكس على أداء التلميذ في توليد الأفكار الرياضية، وطرح التفسيرات وإثارة الأسئلة التي تؤدي للربط بين ما هو جديد وبنيته المعرفية، وتظهر في مواقف التعليم والتعلم المختلفة من خلال تشكيل البناء المعرفي للتلميذ في ضوء الموقف الرياضياتي وفي سياقه.

وقد تطرقت بعض الدراسات السابقة إلى دراسة الفهم العميق للرياضيات لدى المتعلمين في مختلف المراحل الدراسية ومنها: برنامج مقترح لتنمية الفهم العميق للرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية، وتشجيع التلاميذ على أن يسألوا أنفسهم وأقرانهم أسئلة عميقة من أجل تقييم وبناء فهم عميق خاص بهم للرياضيات(Oakes & Star,2008)، وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية لتنمية مهارات الفهم العميق لدى طلاب المرحلة الثانوية(مرفت هاني، محمد الدمرداش،٢٠١٥)، الاستراتيجيات التي تستخدمها معلمات الرياضيات لتمكين تلميذات المرحلة الابتدائية من الفهم العميق لبنية المسألة الرياضية اللفظية(محارب الصمادي؛ رحاب النقيب،٢٠١٧)، توظيف التعليم المتمايز من خلال الكتاب الإلكتروني في تدريس الهندسة لتنمية الفهم العميق لدى طلاب الصف الثاني الإعدادي (مرفت كمال؛ رشا عبدالحميد،٢٠١٧)، التفاعل بين تجزيل المعرفة الرياضياتية والنمط المعرفي والسعة العقلية لتنمية الفهم العميق في الرياضيات لدى طلاب الصف الأول الثانوي(ماهر زنقور،٢٠١٨).

وقد تم الاستفادة من تلك الدراسات في تحديد محاور الفهم العميق للرياضيات وبناء الأداة المتعلقة به (اختبار الفهم العميق)، وتمثلت تلك المحاور في الآتي:

١- **التفكير التوليدي:** ويتضمن عدة مهارات فرعية، تتمثل في:

- **الطلاقة الفكرية**: قدرة التلميذ على إعطاء أكبر عدد ممكن من الأمثلة الرياضية والأشكال التي تشترك في المعنى أو أي صفة أخرى في وقت محدد.
- **المرونة:** قدرة التلميذ على توليد أكبر عدد من الأفكار المتنوعة أو الحلول الجديدة للمشكلات الرياضية المقدمة.
- **وضع الفروض**: قدرة التلميذ على وضع استنتاجات أو حلول مبدئية للمشكلات الرياضية، ثم يخضعها للفحص والتجريب، حتى يصل إلى الحل الصحيح.
- **التنبؤ في ضوء المعطيات:** قدرة الطالب على توقع حدوث نتيجة رياضية معينة من خلال معطيات المسألة.

٢- **اتخاذ القرار**: ويقصد بها قدرة التلميذ على اتخاذ القرار باختيار طريقة لحل المشكلات الرياضية المعروضة أمامه مع تبريره لاختيار طريقة الحل.

٣- **التفسير**: ويقصد بها قدرة التلميذ على اعطاء تبريرات وتوضيحات لحلول رياضية معينة، وتوضيح المفاهيم والتعميمات الرياضية التي استخدمها أثناء الحل.

٤- **طرح الأسئلة**: قدرة التلميذ على إنتاج أكبر عدد من الأسئلة المتنوعة مختلفة المستويات، مثل أسئلة(التذكر، الفهم، التطبيق، التحليل، ... إلخ).

ثالثا: مهارات ما وراء المعرفة (مفهومها - أهدافها - أهميتها) :

يعد مفهوم ما وراء المعرفة Meta Cognition أحد المصطلحات المستحدثة في علم النفس المعاصر، وقد تعددت تعريفاته باختلاف الباحثين وتخصصاتهم المتنوعة، كما ظهرت مسميات عديدة أخرى للمصطلح نفسه، مثل الميتا معرفة، والتفكير في التفكير، وما فوق المعرفة، والوعي بالتفكير، وما بعد المعرفة، والمعرفة حول المعرفة، ويعد ما وراء المعرفة أكثر هذه المصطلحات استخدامًا وانتشارًا.

ويرجع مفهوم ما وراء المعرفة إلى العالم فلافل Flavell والذي قصد به وعي الفرد بعملياته وقدرته على ضبط هذه العمليات وإدارتها بنشاط، فمعظم الأنشطة النفسية مثل العمليات المعرفية والدوافع والانفعالات والمهارات الحركية الواعية منها وغير الواعية، يمكن أن تكون ضمن ما وراء المعرفة(Flavell, Miller & Milleres,2001).

وتعرف مهارات ما وراء المعرفة بأنها "المهارات التي تقوم بمهمة السيطرة على جميع نشاطات التفكير العاملة، والموجهة لكل مشكلة واستخدام القدرات أو المواد المعرفية للفرد بفاعلية في مواجهة متطلبات مهمة للتفكير وتضم مهارات التخطيط والمراقبة والتقييم"(حسن شحاته وزينب النجار،٢٠٠٣، ٣٠٥). كما تعرف بأنها "وعي الفرد المتعلم بالعمليات المعرفية التي يمارسها، وقدرته على وصف تفكيره بدقة، وقدرته على وضع خطط محددة لإنجاز المهام الموكلة إليه، بالإضافة إلى قدرته على مراجعة ذاته، وتقويمها باستمرار"(مجدي إبراهيم،٢٠٠٥، ١١٣). ويقصد بها وعي الفرد وتحكمه في تفكيره وعمليات تعلمه، أي معرفته بكيفية معرفته وعدم معرفته وماذا يفعل حيال عدم معرفته، ويتضمن ذلك الوعي الذاتي للفرد والذي يشمل معرفته لتفكيره الذاتي، وكيف ومتى يستخدم استراتيجيات محددة لحل مشكلات محددة، كما يتضمن الضبط الذاتي للتفكير، ويشمل قدرة الفرد على التخطيط والمراقبة والتقويم والتنظيم(Urbina,2003; Corliss,2005; Cleary, Velardi & Schnaidman,2017).

وما وراء المعرفة هو تأملات الفرد عن المعرفة والتفكير في التفكير، ويرتبط هذا المفهوم بثلاث أنواع من السلوك العقلي هي: معرفة التلميذ عن عمليات فكره الشخصي ومدى دقته في وصف تفكيره، التحكم في والضبط الذاتي ومدى متابعته لما يقوم به عند انشغاله بعمل عقلي، معتقداته وحدثه الوجداني فيما يتعلق بفكره عن المجال الذي يفكر فيه ومدى تأثير هذه المعتقدات في طريقة تفكيره(Bannert & Mengelkamp,2008).

وهناك عدة مهارات لما وراء المعرفة، تشتمل كل منها عدة مهارات فرعية، يمكن إجمالها فيما يلي(صلاح الدين محمود،٢٠٠٦؛ Seraphin, Philippoff, Kaupp & Vallin,2012 ؛ رقية العبيدي وعلاء الشبيب،٢٠١٦؛ Veenman & Van Cleef,2018):

- **التخطيط Planning**: ويتمثل في قدرة التلميذ على وضع الخطط والأهداف وتحديد المصادر الرئيسية قبل التعلم، وتشير إلى الأنشطة التي تنظم كافة عمليات التعلم، وتشمل: تحديد الهدف، أو الشعور بوجود المشكلة، اختيار استراتيجية تنفيذ الحل، ترتيب وتسلسل

خطوات التنفيذ، تحديد الصعوبات والأخطاء المحتملة، تحديد الوقت اللازم للتعلم، التنبؤ بالنتائج المرغوب فيها أو المتوقعة.

- **التحكم والمراقبة Controlling and Monitoring**: وتعني وعي التلميذ لما يستخدمه من استراتيجيات للتعلم، وقدرته على استخدام الاستراتيجيات البديلة لتصحيح الفهم وأخطاء الأداء، كما تشير إلى الأنشطة التي تسهل التقدم في عملية التعلم، ومن أمثلتها: الإبقاء على الهدف في بؤرة الاهتمام، الحفاظ على تسلسل الخطوات، تحديد وقت الانتقال إلى العملية التالية، معرفة كيفية التغلب على الصعوبات ومعالجة الأخطاء.
- **التقويم Evaluation**: ويتمثل في القدرة على تحليل الأداء والاستراتيجيات الفعالة عقب حدوث التعلم، وتشير إلى تقييم الفرد لعمليات تعلمه، وتتضمن تقويم لمدى تقدمه في انجاز أنشطة التعلم المختلفة، وتساعد تلك المهارة التلاميذ على تنمية مجموعة من المهارات والاستراتيجيات الضرورية التي تعينهم في عملية التعلم وتحسينه، وتشمل: تقويم مدى تحقق الهدف، الحكم على دقة النتائج وكفايتها، تقويم كفاية الخطة والاستراتيجية المستخدمة وكذلك كيفية تنفيذها.

وتحقق مهارات ما وراء المعرفة مجموعة من الأهداف منها: مساعدة التلميذ على إدراك ما يعرفه وما لا يعرفه، تنمية قدرته على تصميم خطط تعلمه وتنفيذها ومتابعتها، القدرة على تحمل المسؤولية والتعلم الذاتي، جعل التلميذ أكثر إدراكًا بعمليات ونواتج التعلم، نقل عمليات التعلم من قاعات الدراسة وجعلها أسلوب في الحياة، جعل المتعلم قادرًا على وصف عمليات تفكيره، انتقال أثر التعلم إلى مواقف جديدة، التقليل من صعوبات التعلم ومن الاضطرابات والضغوط النفسية(Thamraksa,2004, Manita & Marcel,2008; Ajisuksmo & Saputri,2017).

ولقد أصبح الاهتمام بمهارات ما وراء المعرفة ضرورة حتمية في تعليم وتعلم الرياضيات، من منطلق أنها تسعى إلى(بسمة بارود، محبات أبوعميرة، مكة البنا،٢٠١٦؛ Desoete,2017):

- الإسهام في زيادة وعي التلاميذ بعمليات التفكير، واستراتيجيات الحل المختلفة التي يتم استخدامها أثناء أداء المهام الرياضية.
- مساعدة التلاميذ على تنمية قدراتهم على مراقبة وتنظيم أنشطتهم المعرفية في عمليتي التعليم والتعلم.
- تنمية قدرة التلاميذ على التحكم في حل المشكلات وأداء المهام الرياضية، من خلال تصميم خطط لتعلمهم، وتنفيذها، ومراقبة مدى تحقيقها للأهداف.
- تشجيع التلميذ على التفكير في حل المشكلات وأداء المهام الرياضية أكثر من مجرد إعطائه إجابات محددة، أو إعطاء معلومات وحقائق رياضية يحفظها.
- تشجيع التلميذ على وصف عمليات تفكيره، وإدراك ما يعرفه وما لا يعرفه.

- مساعدة التلاميذ على زيادة وعيهم بتعلمهم، وبالخبرة التي يكتسبوها وتنميتها.
- مساعدة التلاميذ على انتقال أثر التعلم إلى مواقف جديدة.

ويتضح مما سبق أن ما وراء المعرفة تعد أحد العمليات العليا للتفكير، وتعني قدرة الفرد على الوعي بعمليات التفكير المعرفية الخاصة به وفهمها والتحكم فيها والسيطرة عليها أثناء القيام بحل المشكلة الرياضية، ويتضمن ذلك إدراك المعرفة الموجودة مسبقًا، والتخطيط ووضع الأهداف اللازمة واختيار المهام والاستراتيجيات، ومراقبة عمليات التفكير في إطار التوجه نحو تحقيق الأهداف المطلوبة.

ولقد توصلت نتائج بعض الدراسات السابقة إلى فاعلية بعض مداخل واستراتيجيات التدريس في تنمية مهارات ما وراء المعرفة في الرياضيات لدى المتعلمين، ومنها: الدعائم التعليمية في تدريس الرياضيات لذوي صعوبات التعلم بالمرحلة الإعدادية(شيماء حسن،٢٠٠٤)، استراتيجية مقترحة في ضوء ما وراء المعرفة في تدريس حساب المثلثات لطلاب الصف الأول الثانوي(مكة البنا،٢٠٠٨)، نشاطات قائمة على حل المسألة لدى الطلبة ذوي صعوبات التعلم(سلوى يوسف،٢٠١٣)، استخدام التأمل التعاوني وخرائط التفكير التعاونية للطلاب المتفوقين بالصف الأول الثانوي(أشرف فرغلي،٢٠١٤)، التعلم الإلكتروني القائم على المشكلة لدى طلاب المرحلة الثانوية(صباح عبدالعظيم،٢٠١٤)، استراتيجية النمذجة لحل المشكلات الجبرية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي(السيد مدين،٢٠١٥)، برنامج مقترح في ضوء التعلم القائم على المخ لطلبة المرحلة الثانوية(بسمة بارود، محبات أبوعميرة، مكة البنا،٢٠١٦)، إستراتيجية مقترحة قائمة على المتشابهات والمتناقضات لتلاميذ المرحلة الإعدادية(سماح سليمان،٢٠١٧)، نموذج ستيبانز التدريسي(عدنان عياد،٢٠١٧)، دورة النمذجة الرياضية في الرياضيات لدى طلاب الصف الأول المتوسط(محمد الخطيب،٢٠١٧)، طريقة التعلم التعاوني المحسنة واستراتيجيات ما وراء المعرفية(Erdoğan & Şengül,2017)، تنمية مهارات ما وراء المعرفة من خلال الحل الرياضي غير الروتيني(Abdullah, AbdRahman & Hamzah,2017)، نموذج لاستخدام مهارات ما وراء المعرفة في حل المشكلات الرياضية(Tan & Limjap,2018).

ويتبين من خلال مراجعة تلك الدراسات الاهتمام المتزايد بدراسة مهارات ما وراء المعرفة، كأحد نواتج التعلم المراد تحقيقها وتنميتها لدى المتعلمين في مختلف المراحل الدراسية، وكذلك النماذج والاستراتيجيات التدريسية المناسبة لتنميتها، وقد تنوعت أدوات قياس مهارات ما وراء المعرفة بين الاختبارات والمقاييس، إلا أن غالبية تلك الدراسات اهتمت ببناء مقاييس لقياس مهارات ما وراء المعرفة لدى التلاميذ، مما حدا بالباحث إلى بناء مقياس لقياس ذلك الجانب لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

فروض البحث:

يختبر البحث صحة الفروض الإحصائية الآتية:

١- يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار الفهم العميق للرياضيات ككل ومكوناته الفرعية (مهارات التفكير التوليدي – مهارة اتخاذ القرار – مهارة التفسير – مهارة طرح الأسئلة) كل على حدة وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٢- يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس مهارات ما وراء المعرفة ككل ومكوناته الفرعية (مهارات التخطيط – مهارات التحكم والمراقبة – مهارات التقويم) كل على حدة وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية.

٣- توجد علاقة ارتباطية موجبة ودالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

المعالجات التجريبية للبحث وإجراءاته:

منهج البحث وتصميمه التجريبي:

اعتمد البحث في إجراءاته على المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين التجريبية والضابطة مع اختبارات قبلية بعدية Pre– post test design ، حيث هدفت الاختبارات القبلية إلى التأكد من تكافؤ تلاميذ المجموعتين قبل بدء التجربة الأساسية للبحث، في حين هدفت الاختبارات البعدية إلى بيان فاعلية استخدام المتغير المستقل (النموذج التدريسي القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ) في تنمية المتغيرين التابعين (اختبار الفهم العميق للرياضيات، مقياس مهارات ما وراء المعرفة) لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

مجتمع البحث وعينته:

تكون مجتمع البحث من جميع تلاميذ الصف الثالث الإعدادي بمحافظة المنوفية والبالغ عددهم (٦٠٢٥٩) تلميذًا وتلميذة يدرسون في (١٤١٦) فصل دراسي وفقًا لإحصاءات مديرية التربية والتعليم بالمنوفية للعام الدراسي (٢٠١٨/١٧م)، في حين اقتصرت عينة البحث على (٩٤) تلميذًا وتلميذة من تلاميذ مدرستي كمال الشاذلي الإعدادية والباجور الإعدادية الحديثة بإدارة الباجور التعليمية، شملتهم التجربة الأساسية للبحث، حيث تم اختيار فصل (٢/٣) من كل مدرسة منها، ليمثل تلاميذ المدرسة الأولى وعددهم (٤٨) تلميذًا وتلميذة المجموعة التجريبية، وتلاميذ الأخرى وعددهم (٤٦) تلميذا وتلميذة المجموعة الضابطة.

بناء وضبط مواد وأدوات البحث:

بناء وضبط النموذج التدريسي القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ:

تم بناء وضبط النموذج التدريسي المقترح وفقًا للخطوات الآتية:

١- **تحديد أسس بناء النموذج:** تم تحديد عدة أسس تم الاستناد إليها عند بناء النموذج التدريسي المقترح، ومنها الآتي:

- التنوع في مجالات الأنشطة المقدمة لتتماشى مع المبادئ المختلفة لنظرية التعلم المستند للدماغ.
- يتناسب مع قدرات وخصائص واهتمامات تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، ويراعي متطلباتهم التربوية.
- يتضمن بعض الأنشطة والفعاليات التي تنمي الفهم العميق ومهارات ما وراء المعرفة لدى التلاميذ.
- مراعاة تسلسل خطوات الدرس وفقًا للمراحل الخمس للتعلم المستند للدماغ.
- مراعاة العوامل المؤثرة في التعلم الدماغي، مثل: البيئة التعليمية المهيأة، جذب انتباه الدماغ، التوتر أو الاسترخاء، الدافعية، الإنفعالات، الحركة... إلخ.
- مراعاة مبادئ نظرية التعلم المستند للدماغ، ومنها أن: البحث عن المعنى أمر فطري في الدماغ، كل دماغ يستقبل وينتج أجزاء وكليات في الوقت نفسه، التعلم في الدماغ له صفة النماء والتطور، ينمو التعلم في الدماغ المعقد عن طريق التحدي ويعاق عن طريق التهديد.
- تقديم مواقف وخبرات تعليمية مرتبطة بالبيئة الصفية أو المحيطة بالتلميذ، إذ أن الدماغ تتغير خلاياه من حين لآخر.
- التوظيف الأمثل لمفهوم المكافأة في ضوء فهمها من الناحية الفسيولوجية، وذلك لرفع كفاءة عملية التعلم إلى أقصى مستوى.
- توفير فرصًا للتعبير عن العواطف مما يساعد التلاميذ على التعامل مع المواقف الوجدانية المصاحبة للمواقف الحياتية.
- استخدام بعض المشكلات الرياضية الحياتية ذات المعنى، ودمج التلاميذ في الواقع الخارجي.
- استخدام الأنشطة المرتكزة على الحواس المتعددة.
- استخدام أنشطة تعليمية غير مألوفة، الأمر الذي يساعد التلاميذ على استكشاف وابتكار المفاهيم والتعميمات الرياضية.
- تقديم خبرات لاحقة، لها علاقة بالخبرات السابقة لدى التلميذ، لتزداد الارتباطات والعلاقات داخل دماغ المتعلم، حيث تعد الخبرات السابقة أساس البنية المعرفية.
- تهيئة التلميذ ليتفاعل مع أقرانه في البيئة الصفية ويكتسب منهم أنماطًا وعلاقات تسمح بتوسيع سعة الدماغ وتطوره.

- توظيف الوسائل السمعية والبصرية، والاعتماد على الأنشطة الحركية في إعداد الدماغ لاستقبال المعلومات أثناء عملية التعلم، ومن ثم حدوث عملية التعلم بشكل جيد وسليم.

٢- **تحديد الهدف العام والأهداف الفرعية للنموذج:** وقد تمثل الهدف العام للنموذج التدريسي في: تنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي من خلال تدريس الوحدتين المختارتين باستخدام النموذج التدريسي المقترح، أما الأهداف الفرعية فقد تم صياغتها في صورة سلوكية يسهل قياسها لكل درس من الدروس، وفقًا لجوانب التعلم الثلاث (المعرفية والمهارية والوجدانية).

٣- **اختيار محتوى النموذج:** تم اختيار وحدة النسبة والتناسب والتغير الطردي والتغير العكسي، وتشتمل على ثلاثة موضوعات هي(النسبة، التناسب، التغير الطردي والتغير العكسي)، ووحدة الإحصاء وتشتمل على موضوعين هما(جمع البيانات، التشتت)، وقد تم اختيار هاتين الوحدتين لملاءمتهما لمتغيرات البحث، تتضمن الوحدتين بعض الموضوعات المرنة التي يمكن من خلالها تنمية الفهم العميق وكذلك مهارات ما وراء المعرفة لدى التلاميذ.

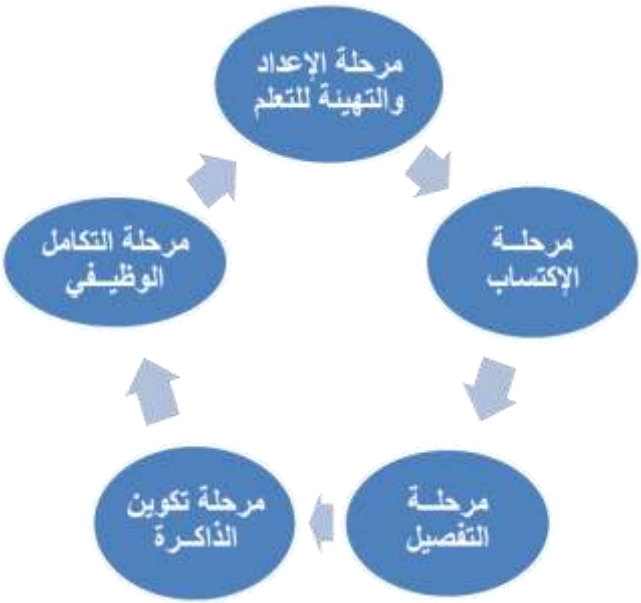
٤- **تحديد الأنشطة والوسائل التعليمية المستخدمة:** وقد روعي عند تحديد الأنشطة والوسائل التعليمية المصاحبة للنموذج التدريسي الآتي:
- ممكنة التحقيق في ضوء الإمكانات المتاحة.
- تكون مناسبة لمحتوى النموذج التدريسي وأهدافه.
- تحث التلاميذ على المزيد من التعلم والبحث.
- تتناسب مع مستوى التلاميذ وتثير دافعيتهم نحو التعلم، وتحثهم على أداء المهام المطلوبة.
- متنوعة بحيث تتيح للتلاميذ فرصة الاختيار من بينها، بما يتناسب مع اهتمامات وقدرات كل تلميذ.

وفي ضوء هذه الشروط تم اختيار بعض الأنشطة والوسائل التعليمية التي تسهم في تنفيذ النموذج، ومنها على سبيل المثال لا الحصر: أنشطة تجارب عملية، إحصاءات وبيانات مجدولة أو مصورة، شفافيات، أقلام ملونة، بعض المجلات والصحف، مصادر إلكترونية متنوعة.

٥- **إجراءات التدريس المتبعة:** تضمن النموذج التدريسي القائم على نظرية المستند للدماغ عدة مراحل أو خطوات يمكن إجمالها في المراحل الآتية:
- **أولًا: مرحلة الإعداد والتهيئة للتعلم:** وتوفر هذه المرحلة إطار عمل للتعلم الجديد، وتجهيز دماغ التلميذ بالترابطات الممكنة، وتشتمل على فكرة عامة عن الموضوع وتصور ذهني للموضوعات الرياضية ذات الصلة.
- **ثانيًا: مرحلة الاكتساب:** ومن مصادر الاكتساب: المناقشة والأدوات البصرية والمثيرات البيئية ولعب الدور والمشاريع الجماعية، ونظرًا لأن هذه الخطوة في تكوين الترابطات تعتمد بشكل كبير على الخبرة السابقة.

- **ثالثًا: مرحلة التفصيل:** وتكشف هذه المرحلة عن ترابط الموضوعات الرياضية وتدعّم الفهم العميق، ولذا يتم دمج التلاميذ في الأنشطة الصفية من أجل فهم أعمق وتغذية راجعة مناسبة تقدم للتلاميذ.
- **رابعًا: مرحلة تكوين الذاكرة:** وتهدف هذه المرحلة إلى تقوية التعلم واسترجاع المعلومات الرياضية بشكل أفضل، وهناك عوامل أخرى تساعد في تحقيق دوام التعلم وسهولة استرجاعه، ومنها: الراحة الكافية، والحدة الانفعالية، ونوع الترابطات وكميتها، وحالات المتعلم، والتعلم القبلي.
- **خامسًا: مرحلة التكامل الوظيفي:** وتهتم تلك المرحلة باستخدام التعلم الجديد بهدف تعزيزه بشكل أكبر وتوسيعه والإضافة إليه. وبهذا يصبح التعلم الجديد متينًا وعميقًا وسهلًا لوجود ترابطات عصبية متشعبة بشكل هائل بين الخلايا العصبية.

ويوضح الشكل التالي مراحل النموذج التدريسي المقترح القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ، والمستخدم في البحث الحالي:



شكل (١): مراحل النموذج التدريسي القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ

٦- **أساليب التقويم المتبعة:** تنوعت أساليب التقويم المستخدمة في النموذج التدريسي، حيث تم استخدام التقويم المبدئي للتعرف على مدى معرفة التلاميذ للمحتوى العلمي الذي سيتم تدريسه وفقًا للنموذج المقترح، واستخدام التقويم البنائي بعد كل مرحلة من مراحل استخدام النموذج التدريسي في عمليتي التعليم والتعلم، كما استخدم التقويم النهائي للتحقق من تحقيق الأهداف التعليمية التي تم تحديدها سلفًا، بالإضافة إلى أداتي البحث والمتمثلة في اختبار الفهم العميق للرياضيات، ومقياس مهارات ما وراء المعرفة، وقد تنوعت أساليب التقويم ما بين فردية وجماعية، وذاتية للتلميذ نفسه أو لغيره من التلاميذ داخل الفصل.

٧- **عرض النموذج على السادة المحكمين:** تم عرض النموذج على بعض المحكمين المتخصصين في مجال تعليم الرياضيات وعلم النفس التعليمي، وبعد إجراء بعض التعديلات، أصبح النموذج التدريسي صالحًا للاستخدام في صورته النهائية (ملحق:١).

بناء وضبط دليل المعلم:

تم إعداد دليل للمعلم للاسترشاد به عند التدريس باستخدام النموذج لتدريسي القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ، وقد تضمن: مقدمة عن النموذج التدريسي ومزايا استخدامه في تدريس الرياضيات لتلاميذ الصف الثالث الإعدادي، بالإضافة إلى أهداف الدليل، والجدول الزمني لتدريس الموضوعات المختارة وإجراءات التدريس المتبعة في كل منها، وقد اشتمل الدليل على خمسة دروس تضمنتها الوحدتين المختارتين وهي: النسبة، التناسب، التغير الطردي والتغير العكسي، جمع البيانات، التشتت. وتكون كل درس من العناصر التالية: عنوان الدرس، الأهداف السلوكية، وروعي في صياغتها أن تكون واضحة المعنى والصياغة، الوسائل والأدوات التعليمية، إجراءات ومراحل النموذج التدريسي، التقويم، كما تم توضيح دور كل من المعلم والتلميذ أثناء التعليم والتعلم باستخدام النموذج التدريسي القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ، ولضبط الدليل تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال تعليم الرياضيات، بغرض معرفة مدى ملاءمته لتلاميذ الصف الثالث الإعدادي، حيث أجمعوا على أن الدليل صالحًا للاستخدام(ملحق:٢).

بناء وضبط اختبار الفهم العميق للرياضيات:

الهدف من الاختبار ووصفه: هدف الاختبار إلى التعرف على مستوى الفهم العميق للرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، كناتج تعلم لاستخدام النموذج التدريس القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ، وتكون الاختبار من عشرة أسئلة تتعلق كل منها بمحتوى الوحدتين المختارتين، وتم تصنيف أسئلة الاختبار وفقًا لمهارات الفهم العميق الآتية (التفكير التوليدي - اتخاذ القرار - مهارة التفسير - طرح الأسئلة)، ويوضح جدول (١) الآتي مواصفات الاختبار:

جدول (١): مواصفات اختبار الفهم العميق للرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي

م	مكونـــات الاختبـار	عدد الأسئلة	النسبة المئوية	الدرجة المخصصة
١	التفكير التوليدي	٤	٤٠ %	٢٠
٢	اتخاذ القرار	٢	٢٠ %	١٠
٣	مهارة التفسير	٢	٢٠ %	١٠
٤	طرح الأسئلة	٢	٢٠ %	١٠
المجمـــوع الكـــلي		**١٠**	**١٠٠ %**	**٥٠**

تقدير صدق الاختبار: تم تقدير صدق الاختبار بطريقين مختلفتين، أولهما بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في تعليم الرياضيات، حيث أجمعوا على أن الاختبار يقيس ما وضع لقياسه، ومن ثم فالاختبار صادق فيما يقيسه. أما الطريقة الثانية فكانت صدق الاتساق الداخلي، حيث تم حساب معامل الارتباط بين درجات التلاميذ في كل مهارة من المهارات الأربع الرئيسة، ودرجاتهم في الاختبار ككل، كما يتضح في جدول (٢) الآتي:

جدول (٢): معاملات الارتباط بين مهارات الفهم العميق للرياضيات والمجموع الكلي للاختبار

م	مكونات الاختبار	معامل ارتباط بيرسون	مستوى الدلالة
١	التفكير التوليدي	٠,٤٩٧	(٠,٠١)
٢	اتخاذ القرار	٠,٦٢١	(٠,٠١)
٣	مهارة التفسير	٠,٦٤٨	(٠,٠١)
٤	طرح الأسئلة	٠,٥٣٢	(٠,٠١)

ويتضح من البيانات المتضمنة في الجدول (٢) السابق أن معاملات الارتباط بين درجات التلاميذ في كل مهارة رئيسة من مهارات اختبار الفهم العميق للرياضيات، ودرجاتهم في الاختبار ككل، جميعها دالة احصائياً عند مستوى (٠,٠١)، مما يدل على أن المهارات الفرعية الممثلة في الفقرات التي يقيسها الاختبار متجانسة داخليًا، أي أن الاختبار على درجة عالية من الاتساق الداخلي.

حساب معامل ثبات الاختبار: تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة كيودر- ريتشاردسون Kuder-Richardson (صفوت فرج،١٩٨٩)، وقد بلغ معامل ثبات الاختبار وفقًا لهذه الطريقة (٠,٩٣) ويعد معامل ثبات مناسب للاختبار.
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(٩٠) دقيقة.
تصحيح الاختبار: لتصحيح الاختبار تم تخصيص (٢٠) درجة للتفكير التوليدي نظرًا لأنه يشتمل على العديد من المهارات الفرعية، في حين خصصت (١٠) درجات لكل مكون من المكونات الثلاثة الأخرى للاختبار، وبالتالي بلغت الدرجة الكلية للاختبار(٥٠) درجة.
وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية جاهزًا للتطبيق في التجربة الأساسية(ملحق:٣).

بناء وضبط مقياس مهارات ما وراء المعرفة:
الهدف من المقياس ووصفه: هدف المقياس إلى التعرف على مستوى مهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي كناتج تعلم لاستخدام النموذج التدريسي القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ، وقد روعي في صياغة عبارات المقياس أن تكون واضحة، ومناسبة لمستوى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، وقد بلغت عدد مفردات المقياس (٤٠) مفردة (ملحق:٤)، وزعت على ثلاثة محاور هي: (مهارات التخطيط - مهارات التحكم والمراقبة - مهارات التقويم)، ويوضح الجدول (٣) الآتي مواصفات ذلك المقياس:

جدول (٣): مواصفات مقياس مهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي

م	محاور المقياس	ترتيب العبارات	عدد المفردات	الدرجة العظمى
١	مهارات التخطيط	المفردات من (١-١٠)	١٠	٥٠
٢	مهارات التحكم والمراقبة	المفردات من (١١-٢٥)	١٥	٧٥
٣	مهارات التقويم	المفردات من (٢٦-٤٠)	١٥	٧٥
المجمـــوع الكـــلي		**٤٠ مفردة**	**٤٠**	**٢٠٠**

صدق المقياس: لتقدير الصدق الظاهري للمقياس تم عرضه على بعض المحكمين المتخصصين في مجالي تعليم الرياضيات وعلم النفس التعليمي، حيث أجمعوا على أنه يقيس ما وضع من أجله وأن المقياس على درجة مناسبة من الصدق. كما تم حساب صدق الاتساق الداخلي لمفردات المقياس،

حيث تم حساب معامل الارتباط بين درجات التلاميذ في كل محور من المحاور الثلاث الرئيسة، ودرجاتهم في المقياس ككل، كما يتضح في جدول (٤) الآتي:

جدول (٤): معاملات الارتباط بين مهارات ما وراء المعرفة والمجموع الكلي للمقياس

م	محاور المقياس	معامل ارتباط بيرسون	مستوى الدلالة
١	مهارات التخطيط	٠,٦٠٨	(٠,٠١)
٢	مهارات التحكم والمراقبة	٠,٤٧٥	(٠,٠١)
٣	مهارات التقويم	**٠,٥٩٣**	**(٠,٠١)**

ويتضح من البيانات المتضمنة في الجدول (٤) السابق أن معاملات الارتباط بين درجات التلاميذ في كل مهارة رئيسة من مهارات ما وراء المعرفة، ودرجاتهم في المقياس ككل، جميعها دالة احصائياً عند مستوى (٠,٠١)، مما يدل على أن المهارات الفرعية الممثلة في الفقرات التي يقيسها المقياس متجانسة داخليًا، أي أن المقياس على درجة مناسبة من الاتساق الداخلي.

ثبات المقياس: تم حساب الثبات عن طريق إعادة تطبيقه مرتين متتاليتين بفاصل زمني (٢٨) يومًا تقريبًا، وباستخدام معادلة سبيرمان – بروان(فؤاد البهي السيد،٢٠٠٦، ٣٨٢-٣٨٥) بلغ معامل ثبات المقياس ككل(٠,٨٩) مما يدل على أن المقياس يتمتع بمعامل ثبات مناسب.

تصحيح المقياس: تم استخدام تدرج ليكرت likert الخماسي في تحديد شكل استجابة التلميذ على مفردات المقياس، وقد حددت الاستجابات الخمس في الآتي: (دائمًا – غالبًا – أحيانًا – نادرًا – مطلقًا)، وقد وزعت الدرجات على تلك الاستجابات وفقًا للتدرج (٥- ٤- ٣- ٢- ١). وبالتالي تبلغ الدرجة العظمى للمقياس ككل (٢٠٠) درجة، بينما الدرجة الصغرى (٤٠) درجة.

ضبط متغيرات البحث:

أولا: ضبط المتغيرات غير التجريبية:

وتمثلت تلك المتغيرات في:

- **العمر الزمني للتلاميذ**: 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.
- **التحصيل السابق في الرياضيات**: ولضبط هذا المتغير تم رصد درجات تحصيل التلاميذ في الرياضيات في العام السابق (الصف الثاني)، وتم التأكد من تكافؤهم في هذا المتغير.

- **المستوى الاقتصادي والاجتماعي**: ينتمي تلاميذ المجموعتين لبيئة جغرافية واحدة تقريبًا (مدينة الباجور) وغالبًا ما يكون أبناء المدينة الواحدة متقاربين في المستوى الثقافي والاقتصادي، ولا يوجد بينهم تفاوتًا ملحوظًا، ولاسيما أنهم يدرسون في المدارس الحكومية نفسها، لذلك يمكن اعتبار المجموعتين متكافئتين في هذا المتغير.

ثانيًا: ضبط المتغيرات التجريبية:

تتمثل المتغيرات التجريبية في البحث الحالي في الفهم العميق للرياضيات، ومهارات ما وراء المعرفة، وفي ضوء التصميم التجريبي للبحث تم ضبط كل منها، كما تم التعرف على المستوى الأولي لتلاميذ العينة في هذين المتغيرين قبل بدء تجربة البحث الأساسية، وفيما يلي توضيح لكيفية ضبط هذه المتغيرات:

أولا: اختبار الفهم العميق للرياضيات:

ولضبط هذا المتغير تم تطبيق اختبار الفهم العميق للرياضيات قبليًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، وقد روعي في التطبيق توضيح التعليمات والالتزام بالزمن المحدد للإجابة، وتم حساب المتوسط والانحراف المعياري وقيمة (ت) للتعرف على دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، كما موضح في جدول(٥) الآتي:

جدول (٥): دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لاختبار الفهم العميق للرياضيات

جوانب الاختبار	المجموعة	عدد التلاميذ	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة
التفكير التوليدي	التجريبية	٤٨	٧,٦٢	١,٩١	٩٢	٠,٧٨	الفرق غير دال إحصائيًا
	الضابطة	٤٦	٧,٩٤	٢,٠٥			
اتخاذ القرار	التجريبية	٤٨	٢,٨٥	١,١٢	٩٢	١,٠٢	
	الضابطة	٤٦	٣,٠٩	١,١٤			
التفسير	التجريبية	٤٨	٣,٢٧	١,٢٦	٩٢	٠,٦٧	
	الضابطة	٤٦	٣,٤٥	١,٣٢			
طرح الأسئلة	التجريبية	٤٨	٣,٨١	١,٢٥	٩٢	١,٠٩	
	الضابطة	٤٦	٣,٥٤	١,١٣			
الاختبار ككل	التجريبية	٤٨	١٧,٥٥	٢,٨٧	٩٢	٠,٧٨	
	الضابطة	٤٦	١٨,٠٢	٢,٩٣			

- **قيمة (ت) الجدولية عند درجة حرية (٩٢) ومستوى دلالة (٠,٠١) = (٢,٣٦).**

ويتضح من جدول (٥) السابق أن الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة غير دال إحصائيًا، حيث لم تتجاوز قيم (ت) المحسوبة (٠,٧٨)، (١,٠٢)، (٠,٦٧)، (١,٠٩)، (٠,٧٨) قيمتها الجدولية (٢,٣٦) عند درجة حرية (٩٢) ومستوى دلالة (٠,٠١)، مما يدل على أن تلاميذ المجموعتين متكافئين في هذا المتغير.

ثانيا: مقياس مهارات ما وراء المعرفة:

ولضبط هذا المتغير تم تطبيق مقياس مهارات ما وراء المعرفة قبليًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، وقد روعي في التطبيق توضيح تعليمات المقياس، وتم حساب المتوسط والانحراف المعياري وقيمة(ت) للتعرف على دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة كما مبين في جدول (٦) الآتي:

جدول (٦): دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي لمقياس مهارات ما وراء المعرفة

محاور المقياس	المجموعة	عدد التلاميذ	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة
مهارات التخطيط	التجريبية	٤٨	٢٢,١٧	٢,٥٦	٩٢	٠,٦٣	الفرق غير دال إحصائيًا
	الضابطة	٤٦	٢١,٨٣	٢,٦٨			
مهارات التحكم والمراقبة	التجريبية	٤٨	٣٩,٦٢	٣,٧٢	٩٢	٠,١٧	
	الضابطة	٤٦	٣٩,٤٩	٣,٥٦			
مهارات التقويم	التجريبية	٤٨	٣٤,٨٥	٣,٨١	٩٢	١,١٥	
	الضابطة	٤٦	٣٥,٧٧	٣,٩٠			
الاختبار ككل	التجريبية	٤٨	٩٦,٦٤	٦,٤٥	٩٢	٠,٣١	
	الضابطة	٤٦	٩٧,٠٩	٦,٧١			

ويتضح من جدول (٦) السابق أن الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة غير دال إحصائيًا، حيث لم تتجاوز قيم (ت) المحسوبة (٠,٦٣)، (٠,١٧)، (١,١٥)، (٠,٣١) قيمتها الجدولية (٢,٣٦) عند درجة حرية (٩٢) ومستوى دلالة (٠,٠١)، مما يدل على أن تلاميذ المجموعتين متكافئين في متغير مهارات ما وراء المعرفة.

تنفيذ تجربة البحث:
تم تنفيذ تجربة البحث الأساسية وفقًا للخطوات والإجراءات الآتية:

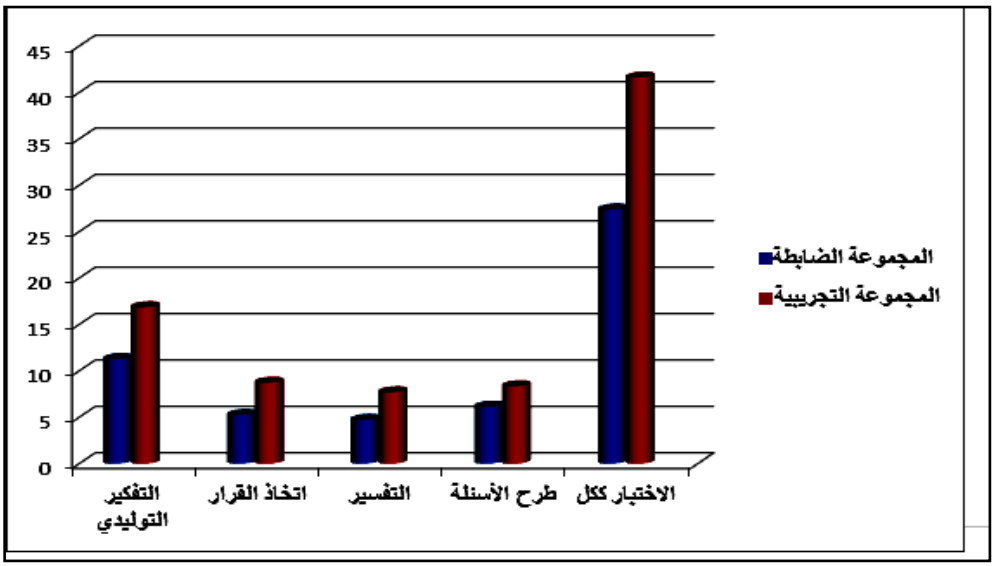
- اختيار مدرستي كمال الشاذلي الإعدادية والباجور الإعدادية الحديثة بإدارة الباجور التعليمية بمحافظة المنوفية، واختيار فصل (٢/٣) من كل مدرسة منها، ولضمان حسن سير التجربة تم توزيع تلاميذ المدرسة الأولى على المجموعة التجريبية، في حين تم توزيع تلاميذ الأخرى على المجموعة الضابطة.
- إجراء التطبيق القبلي لأداتي البحث (اختبار الفهم العميق للرياضيات – مقياس مهارات ما وراء المعرفة) قبل بدء التجربة، والتأكد من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة.
- فيما يتعلق بالقائم بالتدريس: قام معلم الرياضيات بالمدرسة الأولى (بعد تدريبه على استخدام النموذج القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ) بالتدريس لتلاميذ المجموعة التجريبية، في حين قام معلم الرياضيات بالمدرسة الأخرى بالتدريس لتلاميذ المجموعة الضابطة باستخدام الطريقة المعتادة، في الوقت نفسه وفي الفترة الزمنية نفسها، وقد تم التأكد من حصولهما على المؤهل الدراسي نفسه، ومدة الخبرة في التدريس نفسها تقريبًا.
- حرص الباحث على شرح فكرة البحث وأهدافه لمعلمي الرياضيات المتعاونين في التطبيق من خلال عدة لقاءات عقدت معهما في مدرسة كل منهما قبل بدء التجربة.
- تابع الباحث معلمي الرياضيات في المدرستين المختارتين للتأكد من سير التجربة، حيث تم التأكد من التزام معلم المجموعة التجريبية باستخدام الدليل الخاص باستخدام النموذج المقترح، كما تم متابعة معلم المجموعة الضابطة أثناء التدريس بالطريقة المعتادة.
- تم تطبيق أداتي البحث (اختبار الفهم العميق للرياضيات – مقياس مهارات ما وراء المعرفة) بعديًا على تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، في الوقت نفسه وتحت الظروف نفسها تقريبًا، بعد الانتهاء من تجربة البحث مباشرة.
- تم تطبيق تجربة البحث الأساسية خلال شهري نوفمبر وديسمبر في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي(٢٠١٧/٢٠١٨)، وقد تم الالتزام بالخطة الزمنية لتدريس موضوعات الوحدتين من قبل وزارة التربية والتعليم.

نتائج البحث:

الإجابة عن السؤال الأول:
نص السؤال الأول من أسئلة البحث على "ما النموذج التدريسي المقترح القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ والمستخدم لتنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي؟". وللإجابة عن السؤال السابق تم بناء وضبط النموذج التدريسي القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ من خلال: تحديد أسس بناء النموذج التدريسي المقترح، تحديد الهدف العام والأهداف الفرعية للنموذج التدريسي، اختيار محتوى النموذج التدريسي، تحديد الأنشطة

والوسائل التعليمية المستخدمة، تحديد إجراءات التدريس المتبعة، تحديد أساليب التقويم المتبعة في النموذج المقترح (وقد تم التطرق إلى ذلك بالتفصيل سابقًا).
وبذلك يكون الباحث قد أجاب عن السؤال البحثي الأول.

الإجابة عن السؤال الثاني:
نص السؤال الثاني من أسئلة البحث على "ما فاعلية النموذج التدريسي المقترح في تنمية الفهم العميق للرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي؟"
وللإجابة عن السؤال السابق تم صياغة الفرض الإحصائي التالي: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار الفهم العميق للرياضيات ككل ومكوناته الفرعية (مهارات التفكير التوليدي – مهارة اتخاذ القرار – مهارة التفسير – مهارة طرح الأسئلة) كل على حدة وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية".
ولاختبار صحة هذا الفرض تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لنتائج التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للرياضيات، للتعرف على مستوى التلاميذ بعد المعالجة التجريبية. ولبيان الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، تم تمثيل درجات التلاميذ بيانيًا باستخدام شكل الأعمدة Bar Chart، كما يتضح في الشكل الآتي:



شكل (٢): شكل الأعمدة Bar Chart لدرجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للرياضيات

ويتضح من الشكل السابق وجود فروق ملحوظة بيانيًا Graphical Differences بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين، 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 الفهم العميق للرياضيات 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 الآتي:

جدول (٧): دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للرياضيات

جوانب الاختبار	المجموعة	عدد التلاميذ	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة
التفكير التوليدي	التجريبية	٤٨	١٦,٨٥	٢,٥٣	٩٢	١٠,٧٣	الفرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١)
	الضابطة	٤٦	١١,٢٩	٢,٤٧			
اتخاذ القرار	التجريبية	٤٨	٨,٧٢	١,٦١	٩٢	١١,٤٨	
	الضابطة	٤٦	٥,٢٤	١,٢٩			
التفسير	التجريبية	٤٨	٧,٦٩	١,٥٣	٩٢	١٠,٢١	
	الضابطة	٤٦	٤,٧٣	١,٢٥			
طرح الأسئلة	التجريبية	٤٨	٨,٣٤	١,٥٧	٩٢	٧,٢١	
	الضابطة	٤٦	٦,١٣	١,٣٨			
الاختبار ككل	التجريبية	٤٨	٤١,٦٠	٣,٨٢	٩٢	١٨,٤٤	
	الضابطة	٤٦	٢٧,٣٩	٣,٦١			

• قيمة (ت) الجدولية عند درجة حرية (٩٢) ومستوى دلالة (٠,٠١) لاختبار الدلالة أحادي الطرف = (٢,٣٦).

وبمراجعة النتائج المتضمنة في جدول (٩) السابق، يتضح أن قيم (ت) المحسوبة للمهارات الفرعية لاختبار الفهم العميق للرياضيات، وكذلك الاختبار ككل كانت على الترتيب(١٠,٧٣)، (١١,٤٨)، (١٠,٢١)، (٧,٢١)، (١٨,٤٤) قد تجاوزت قيمتها الجدولية (٢,٣٦) عند درجة حرية (٩٢) ومستوى دلالة (٠,٠١) لاختبار الدلالة أحادي الزيل One tailed test، مما يدل على وجود فرق حقيقي بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي

لاختبار الفهم العميق للرياضيات ككل ومكوناته الفرعية (مهارات التفكير التوليدي – مهارة اتخاذ القرار – مهارة التفسير – مهارة طرح الأسئلة) كل على حدة وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية. وبالتالي يتم قبول الفرض الإحصائي الأول.

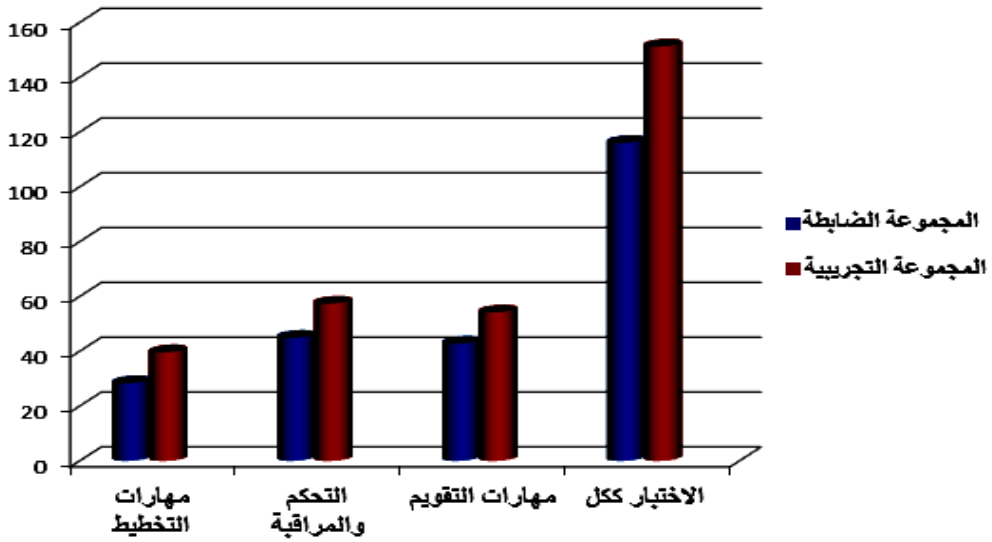
وبذلك يكون الباحث قد أجاب عن السؤال البحثي الثاني.

الإجابة عن السؤال الثالث:

نص السؤال الثالث من أسئلة البحث على "ما فاعلية النموذج التدريسي المقترح في تنمية مهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي؟"

وللإجابة عن السؤال السابق تم صياغة الفرض الإحصائي التالي: "يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس مهارات ما وراء المعرفة ككل ومكوناته الفرعية (مهارات التخطيط – مهارات التحكم والمراقبة – مهارات التقويم) كل على حدة وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية".

ولاختبار صحة الفرض السابق، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لنتائج التطبيق البعدي لمقياس مهارات ما وراء المعرفة. ولبيان الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة، تم تمثيل درجات التلاميذ بيانيًا باستخدام شكل الأعمدة، كما يتضح في الشكل الآتي:



شكل (٣): شكل الأعمدة لدرجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مهارات ما وراء المعرفة

ويتضح من الشكل السابق وجود فروق ملحوظة بيانيًا بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين، 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 لمقياس مهارات ما وراء المعرفة تم اتخاذ الإجراء نفسه في الفرض السابق، وتم التوصل إلى النتائج الموضحة في الجدول الآتي:

جدول (٨): دلالة الفرق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مهارات ما وراء المعرفة

محاور المقياس	المجموعة	عدد التلاميذ	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوي الدلالة
مهارات التخطيط	التجريبية	٤٨	٣٩,٦٥	٣,٠٧	٩٢	١٧,٦٢	الفرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١)
	الضابطة	٤٦	٢٨,٣٧	٣,١١			
مهارات التحكم والمراقبة	التجريبية	٤٨	٥٧,٣٨	٤,٢٣	٩٢	١٤,٤٦	
	الضابطة	٤٦	٤٤,٩٢	٤,٠٨			
مهارات التقويم	التجريبية	٤٨	٥٤,١٨	٤,٤٩	٩٢	١٢,٦١	
	الضابطة	٤٦	٤٢,٧٦	٤,٢٤			
الاختبار ككل	التجريبية	٤٨	١٥١,٢١	٧,٩٦	٩٢	٢٢,٠٩	
	الضابطة	٤٦	١١٦,٠٥	٧,٣٨			

وبمراجعة النتائج المتضمنة في جدول (٨) السابق، يتضح أن قيم (ت) المحسوبة لمحاور المقياس المختلفة وكذلك المقياس ككل (١٧,٦٢)، (١٤,٤٦)، (١٢,٦١)، (٢٢,٠٩) على الترتيب، قد تجاوزت قيمتها الجدولية (٢,٣٦) عند درجة حرية (٩٢) ومستوى دلالة (٠,٠١) لاختبار الدلالة أحادي الزيل، مما يدل على وجود فرق حقيقي بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس مهارات ما وراء المعرفة ككل ومكوناته الفرعية (مهارة التخطيط – مهارة التحكم والمراقبة – مهارة التقويم) كل على حدة وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية. وبالتالي يتم قبول الفرض الإحصائي الثاني.

وبذلك يكون الباحث قد أجاب عن السؤال البحثي الثالث.

الإجابة عن السؤال الرابع:

نص السؤال الرابع من أسئلة البحث على: ما نوع العلاقة الارتباطية بين الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي؟

وللإجابة عن السؤال السابق تم صياغة الفرض الإحصائي الآتي: توجد علاقة ارتباطية موجبة ودالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي. ولاختبار صحة هذا الفرض، تم حساب معامل ارتباط بيرسون Pearson(عزت حسن،٢٠١٦، ٤٠٠) بين درجات التلاميذ في كل من اختبار الفهم العميق للرياضيات (س) ومقياس مهارات ما وراء المعرفة (ص)، وتم التوصل إلى النتائج الموضحة في الجدول (٩) الآتي:

جدول (٩): معامل الارتباط بين درجات التلاميذ في اختبار الفهم العميق للرياضيات ومقياس مهارات ما وراء المعرفة

عدد التلاميذ	اختبار الفهم العميق للرياضيات		مقياس مهارات ما وراء المعرفة		مج س ص	قيمة (ر) المحسوبة	مستوى الدلالة
	مج س	مج س٢	مج ص	مج ص٢			
٤٨	١٩٩٧	٨٤٠٩١	٧٢٥٨	١١٠٠٨٣٤	٣٠٢٥٩٨	٠,٣٤	دال عند (٠,٠١)

وبمراجعة النتائج المتضمنة في جدول (٩) السابق، يتضح أن قيمة معامل الارتباط (ر) المحسوبة (٠,٣٤)، قد تجاوزت قيمتها الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)، مما يدل على وجود علاقة ارتباطية موجبة ودالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين درجات التلاميذ في كل من اختبار الفهم العميق للرياضيات ومقياس مهارات ما وراء المعرفة". وبالتالي يتم قبول الفرض الإحصائي الثالث.

ومن ثم يكون الباحث قد أجاب عن السؤال البحثي الرابع.

حساب فاعلية المتغير المستقل في تنمية المتغيرات التابعة:

للتعرف على فاعلية استخدام المتغير المستقل (النموذج التدريسي المقترح القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ) في تنمية المتغيرين التابعين (الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة)، تم اتباع اختبارات الدلالة الإحصائية (t-test) ببعض الإجراءات لفهم معنوية النتائج الإحصائية التي توصل إليها البحث الحالي وتحديد درجة أهميتها. ومن الأساليب المناسبة لذلك اختبار Omega Squared أو مربع أوميجا(Hewison,1983) (ω2)، ويهدف هذا الاختبار إلى

تحديد نسبة تباين المتغير التابع والتي ترجع للمتغير المستقل، ويمكن تفسير هذه النسبة من تباين المتغير التابع بمعرفة المتغير المستقل(صلاح مراد،٢٠٠٠)، ولذا تم الاعتماد على حساب الدلالة العملية Practical Significance للنتائج التي تم الوصول إليها بتطبيق اختبار مربع أوميجا(ω2) الذي يستخدم لتحديد درجة أهمية النتيجة التي ثبت وجودها إحصائيًا، ويوضح الجدولين (١٠)، (١١) الآتيين النتائج التي تم التوصل إليها:

جدول (١٠): نتائج حساب اختبار مربع أوميجا (ω2) المتعلق باختبار الفهم العميق للرياضيات

م	مكونات الاختبار	قيمة (ت) المحسوبة	درجات الحرية	قيمة (ω^2)	الأهمية التربوية
١	التفكير التوليدي	١٠,٧٣	٩٢	٠,٥٥	مهم
٢	اتخاذ القرار	١١,٤٨	٩٢	٠,٥٨	مهم
٣	مهارة التفسير	١٠,٢١	٩٢	٠,٥٣	مهم
٤	طرح الأسئلة	٧,٢١	٩٢	٠,٣٦	مهم
	المجموع الكلي للاختبار	١٨,٤٤	٩٢	٠,٧٨	مهم

جدول (١١): نتائج حساب اختبار مربع أوميجا (ω2) المتعلق بمقياس مهارات ما وراء المعرفة

م	محاور المقياس	قيمة (ت) المحسوبة	درجات الحرية	قيمة (ω^2)	الأهمية التربوية
١	مهارات التخطيط	١٧,٦٢	٩٢	٠,٧٧	مهم
٢	مهارات التحكم والمراقبة	١٤,٤٦	٩٢	٠,٦٩	مهم
٣	مهارات التقويم	١٢,٦١	٩٢	٠,٦٣	مهم
	المجموع الكلي للاختبار	٢٢,٠٩	٩٢	٠,٨٤	مهم

ويتضح من البيانات المتضمنة في الجدول (١٠) السابق، أن قيم اختبار مربع أوميجا(ω2) لنتائج تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للمكونات الفرعية لاختبار الفهم العميق للرياضيات وكذلك الاختبار ككل كانت على الترتيب (٠,٥٥)، (٠,٥٨)، (٠,٥٣)، (٠,٣٦)، (٠,٧٨)، وقد تجاوزت هذه القيم القيمة الدالة علي الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث

النفسية والتربوية ومقدارها (٠,١٨)(Hewison,1983,15)؛ صلاح مراد،٢٠٠٠، ٢٤٨)، وتعني أن (٧٨٪) من التباين بين درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار الفهم العميق للرياضيات ككل يرجع الي متغير المعالجة التدريسية، أي أن (٧٨٪) من التباين بين درجات تلاميذ المجموعتين في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق للرياضيات يمكن تفسيره بسبب اختلاف المعالجة التدريسية التي تعرضت لها مجموعتي البحث، أي أن هناك فاعلية كبيرة ومهمة تربويًا لاستخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ في تنمية الفهم العميق للرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

كما يتضح من الجدول (١١) السابق أن قيمة اختبار مربع أوميجا(ω2) لنتائج تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في درجات التطبيق البعدي لمقياس مهارات ما وراء المعرفة ككل ومحاوره الفرعية (كل على حدة) كانت على الترتيب (٠,٨٤)، (٠,٧٧)، (٠,٦٩)، (٠,٦٣)، أي أن (٨٤٪) من التباين بين درجات تلاميذ المجموعتين في مقياس مهارات ما وراء المعرفة ككل يمكن تفسيره بسبب اختلاف المعالجة التدريسية التي تعرضت لها مجموعتي البحث، أي أن هناك فاعلية كبيرة ومهمة تربويًا لاستخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ في تنمية مهارات ما وراء المعرفة في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي.

تفسير ومناقشة نتائج البحث:

تفسير ومناقشة النتائج المتعلقة بتنمية الفهم العميق للرياضيات:

دلت نتائج البحث على وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار الفهم العميق للرياضيات ككل ومكوناته الفرعية (مهارات التفكير التوليدي – مهارة اتخاذ القرار – مهارة التفسير – مهارة طرح الأسئلة) كل على حدة، وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية. وكذلك وجود فاعلية كبيرة ومهمة تربويًا لاستخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ في تنمية الفهم العميق للرياضيات لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، وقد يرجع تفوق تلاميذ المجموعة التجريبية على نظرائهم بالمجموعة الضابطة في اختبار الفهم العميق للرياضيات إلى:

- توظيف نظرية التعلم المستند للدماغ من خلال النموذج التدريسي المستخدم، وما يشمله من مراحل متنوعة شجع على تجهيز دماغ التلاميذ بالترابطات الممكنة، وتمثيل المفاهيم والتعميمات الرياضية الجديدة ومعالجتها بسهولة، مما أدى إلى تكوين ترابطات جديدة

وصحيحة لدى التلاميذ الأمر الذي أسهم في تنمية مهارات: التفكير التوليدي، اتخاذ القرار، التفسير، طرح الأسئلة.

- توفير بيئة تعلم آمنة وخالية من التهديد والوعيد والإحباط، الأمر الذي ساعد في تنمية المهارات الفرعية المكونة للفهم العميق للرياضيات لدى التلاميذ.
- ربط المعرفة الرياضية الجديدة مع ما يوجد لدى التلاميذ من مخزون معرفي خاص بالرياضيات، وتوحيدها في البنية العقلية للتلاميذ بطريقة يسهل استدعائها وتوظيفها في المواقف الجديدة.
- وفر النموذج التدريسي المقترح بيئة تعلم حقيقية جعلت التلاميذ يمارسون الرياضيات المعيشية أو الحياتية، ودمجهم في أنشطة تعلمية متنوعة من أجل تكوين الفهم العميق للرياضيات وتقديم تغذية راجعة مناسبة.
- إيجابية ونشاط التلاميذ في اكتساب الخبرات الرياضية الجديدة، وتمثيلها ودمجها في بنية عقلية جديدة مع إحداث تواؤم مناسب بينها وبين خبراتهم الرياضية السابقة، مما وفر فرصًا مناسبة لإحداث تعلم وظيفي ذي معنى لدى التلاميذ.
- تهيئة البيئة الصفية بحيث كانت متناغمة ومتوافقة مع متطلبات نظرية التعلم المستند للدماغ، ومزودة بخبرات إثرائية مكنت التلاميذ من فهم واستيعاب الترابطات الشبكية، الأمر الذي أدى إلى تحسين فهم التلاميذ العميق للمفاهيم والتعميمات الرياضية المختلفة، وحدوث التفكير العميق لديهم، مما أثر إيجابيًا على مهارات الفهم العميق للرياضيات.

وتتفق تلك النتيجة مع نتائج العديد من نتائج الدراسات السابقة، والتي أكدت على فاعلية البرامج والاستراتيجيات والنماذج التدريسية القائمة على نظرية التعلم المستند للدماغ في تنمية نواتج التعلم المختلفة الخاصة بالرياضيات، ومنها دراسات كل من: Vannes (2011) ؛ أحمد خطاب (٢٠١٣)؛ بثينة بدر (٢٠١٣)؛ خالد الجوهري (٢٠١٤)؛ سامية جودة (٢٠١٤)؛ عبدالقادر محمد (٢٠١٤)؛ سامية هلال (٢٠١٦).

كما تتفق نتائج البحث مع نتائج بعض الدراسات التي تطرقت إلى تنمية الفهم العميق للرياضيات، من خلال استخدام بعض البرامج والنماذج والاستراتيجيات التدريسية، ومنها دراسات كل من: Oakes & Star (2008) ؛ مرفت هاني ومحمد الدمرداش (٢٠١٥)؛ محارب الصمادي ورحاب النقيب (٢٠١٧)؛ مرفت كمال ورشا عبدالحميد (٢٠١٧)؛ ماهر زنقور (٢٠١٨).

تفسير ومناقشة النتائج المتعلقة بتنمية مهارات ما وراء المعرفة:

دلت نتائج الدراسة على وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في مقياس مهارات ما وراء المعرفة ككل ومكوناته الفرعية (مهارات التخطيط – مهارات التحكم والمراقبة – مهارات التقويم) كل على حدة، وذلك لصالح تلاميذ المجموعة التجريبية. وكذلك وجود فاعلية كبيرة ومهمة تربوياً لاستخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على نظرية التعلم المستند للدماغ في تنمية مهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصف الثالث الإعدادي، وقد يرجع تفوق تلاميذ المجموعة التجريبية على نظرائهم بالمجموعة الضابطة في مقياس مهارات ما وراء المعرفة إلى الآتي:

- إتاحة الفرصة للتلاميذ لعرض أفكارهم وشرح ومناقشة الاستراتيجيات المستخدمة في أداء المهام الرياضية، وتفسير معالجتهم للمعلومات الرياضية.
- تزويد التلاميذ بالتغذية الراجعة المناسبة عن أدائهم، الأمر الذي ساعد في إعادة التفكير فيما تم القيام به من مهام وأنشطة رياضية، وما تم عرضه من أفكار رياضية متنوعة.
- أصبح التلاميذ أكثر وعيًا بعمليات التفكير، وأكثر فهمًا لماهية ما وراء المعرفة، الأمر الذي أسهم في زيادة قدرتهم على تعميق الفهم والاستيعاب لموضوعات الرياضيات، وزيادة كفاءتهم في أداء المهام الرياضية، مما أدى إلى قلة الأخطاء أثناء التعلم.
- إعطاء التلاميذ مشكلات رياضية إضافية ترتبط بواقع الموضوع المطروح بحيث يعزز من اكتساب الخبرات، وينمي مهارات ما وراء المعرفة (التخطيط – التحكم والمراقبة – التقويم).
- دور النموذج التدريسي المستخدم في تنمية قدرات التلاميذ على مراقبة وتنظيم أنشطتهم المعرفية في عمليتي التعليم والتعلم، وتشجيعهم على وصف عمليات التفكير أثناء حل المشكلات الرياضية المختلفة.
- تنمية قدرة التلاميذ على التحكم في حل المشكلات وأداء المهام الرياضية، من خلال تصميم خطط لتعلمهم، وتنفيذها، ومراقبة مدى تحقيقها للأهداف، ومساعدتهم على زيادة وعيهم بتعلمهم، وبالخبرة التي يكتسبونها وتنميتها.
- تهيئة عقول التلاميذ للموضوع الرياضي الجديد من خلال التعرف على الارتباطات الشبكية بين الخبرات السابقة وخصائص الموضوع الجديد.

- وفر النموذج التدريسي بيئة تعليمية ملائمة لعمل الدماغ، ومريحة وآمنة وخالية من التهديدات، الأمر الذي أسهم في تنمية مهارات: التخطيط، والتحكم والمراقبة، والتقويم، وبالتالي تنمية مهارات ما وراء المعرفة لدى التلاميذ.

وتتفق تلك النتيجة مع نتائج العديد من الدراسات السابقة، والتي تطرقت إلى دراسة جدوى استخدام بعض نماذج واستراتيجيات التدريس، وكذلك أساليب وأنشطة التعلم المختلفة في تعليم وتعلم الرياضيات على تنمية مهارات ما وراء المعرفة لدى المتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة، ومنها دراسات كل من: شيماء حسن (٢٠٠٤)؛ مكة البنا (٢٠٠٨)؛ سلوى يوسف (٢٠١٣)؛ أشرف فرغلي (٢٠١٤)؛ صباح عبدالعظيم (٢٠١٤)؛ السيد مدين (٢٠١٥)؛ بسمة بارود، محبات أبوعميرة، مكة البنا (٢٠١٦)؛ سماح سليمان (٢٠١٧)؛ عدنان عياد (٢٠١٧)؛ محمد الخطيب (٢٠١٧)؛ Erdoğan & Şengül (2017) ؛ Abdullah, AbdRahman & Hamzah (2017) ؛ Tan & Limjap (2018 .).

تفسير ومناقشة النتائج المتعلقة بنوع العلاقة الارتباطية بين الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة:

دلت نتائج البحث على وجود علاقة ارتباطية موجبة ودالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) بين درجات تلاميذ الصف الثالث الإعدادي في كل من اختبار الفهم العميق للرياضيات ومقياس مهارات ما وراء المعرفة، أي أن هناك علاقة طردية بين الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة، ومعنى ذلك أنه كلما زاد الفهم العميق للرياضيات زادت مهارات ما وراء المعرفة لدى التلميذ بوجه عام، والعكس صحيح، وتتحقق العلاقة الطردية بين كل من الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة في الرياضيات بصفة عامة، من حقيقة مؤداها أن تنمية مهارات ما وراء المعرفة قد يسهم في تحسين وتطوير الفهم العميق للرياضيات، وأنه كلما تفوق التلميذ في الفهم العميق للرياضيات أدى ذلك إلى زيادة مهارات ما وراء المعرفة لديه بصفة عامة ومهارات ما وراء المعرفة في الرياضيات خاصة، الأمر الذي يجعل التلاميذ في اهتمام متزايد دائما بكلا المتغيرين في المواقف التعليمية المختلفة أثناء عمليتي تعليم وتعلم الرياضيات بالمرحلة الإعدادية.

توصيات البحث:

على ضوء النتائج التي توصل إليها البحث الحالي يوصي الباحث بالآتي:

١- تشجيع معلمي الرياضيات على استخدام استراتيجيات ونماذج التدريس القائمة على نظرية التعلم المستند للدماغ، لتنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى المتعلمين بمختلف المراحل التعليمية.

٢- تطوير مناهج الرياضيات بالمراحل الدراسية المختلفة في ضوء مبادئ ومرتكزات نظرية التعلم المستند للدماغ.

٣- إعداد أدلة لتدريس فروع الرياضيات المختلفة للاسترشاد بها عند تدريس الرياضيات وفق نظرية التعلم المستند للدماغ.

٤- تضمين مناهج الرياضيات بالمرحلة الإعدادية بعض الأنشطة والخبرات التعليمية التي تنمي الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ تلك المرحلة.

٥- تدريب معلمي الرياضيات على تصميم وبناء الأنشطة التعليمية القائمة على نظرية التعلم المستند للدماغ واستخدامها في فصول الرياضيات لإثراء التدريس من جهة وتنمية مهارات تلاميذ المرحلة الإعدادية من جهة أخرى.

مقترحات البحث:

على ضوء النتائج التي توصل إليها البحث يقترح الباحث إجراء الدراسات الآتية في المستقبل:

١- نموذج تدريسي مقترح قائم على نظرية التعلم المستند للدماغ لتنمية الفهم العميق للرياضيات ومهارات ما وراء المعرفة لدى تلاميذ الصفين الأول والثاني الإعدادي، وكذلك صفوف المرحلتين الابتدائية والثانوية.

٢- دراسة فاعلية النموذج التدريسي المقترح (المستخدم في البحث الحالي) في تنمية نواتج تعلم أخرى كالإبداع الرياضي وحل المشكلات الرياضية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٣- فاعلية برنامج مقترح لتدريب معلمي الرياضيات بالمرحلة الإعدادية على مهارات التدريس في ضوء نظرية التعلم المستند للدماغ وعلاقة ذلك بتحصيل تلاميذهم.

٤- فاعلية نموذج تدريسي مقترح قائم على نظرية التعلم المستند للدماغ في تنمية تحصيل الرياضيات ومهارات القرن الحادي والعشرين لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

٥- فاعلية نموذج تدريسي مقترح قائم على نظرية التعلم المستند للدماغ لتنمية البراعة الرياضية والدافعية نحو التعلم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

قائمة المراجع:

أولًا: المراجع العربية:

أحمد على إبراهيم خطاب (٢٠١٣): أثر استخدام نظرية التعلم المستند إلى الدماغ في تدريس الرياضيات على تنمية مهارات التواصل الرياضي والحساب الذهني لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، ***مجلة القراءة والمعرفة***، الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة، ١٤٤(١)، ١٦٧-٢٢٧.

أشرف محمد حسين فرغلي (٢٠١٤): تنمية مهارات ما وراء المعرفة باستخدام التأمل التعاوني وخرائط التفكير التعاونية للطلاب المتفوقين في الرياضيات بالصف الأول الثانوي، ***مجلة القراءة والمعرفة***، الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة، (١٥٣)، ١٤٩-١٩١.

إيمان سمير حمدي أحمد (٢٠١٤): نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم الاستراتيجي وفاعليته في تنمية التحصيل ومهارات التنظيم الذاتي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٧(١)، ٦-٩١.

بثينة محمد بدر (٢٠١٣): فاعلية إستراتيجية مقترحة قائمة على نظرية التعلم المستند إلى الدماغ في تنمية مهارات التواصل الرياضي والدافعية للإنجاز الدراسي لدى تلميذات المرحلة الابتدائية بالمملكة العربية السعودية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٦(٢)، أكتوبر، ١٣-٦٩ .

بسمة مصطفى بارود، محبات محمود أبوعميرة، مكة عبدالمنعم البنا (٢٠١٦): برنامج مقترح في ضوء التعلم القائم على المخ لتنمية مهارات ما وراء المعرفة في الرياضيات لدى طلبة المرحلة الثانوية بغزة، ***مجلة البحث العلمي في التربية***، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس، ١٧(٤)، ١٩٥-٢٢٢.

بهيرة شفيق إبراهيم الرباط (٢٠١٨): فاعلية برنامج تدريبي لمعلمي الرياضيات قائم على نظرية التعلم المستند للدماغ والمدخل الإنساني لتنمية مهارات التحقيقات الرياضياتية لدى تلاميذهم بالمرحلة الإبتدائية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢١(٨)، ١٥٢-٣٢٠.

جابر عبدالحميد جابر (٢٠٠٣): ***الذكاءات المتعددة والفهم (تنمية وتعميق)***، عمان: دار الفكر العربي، الأردن.

حسن حسين زيتون (٢٠٠٤): ***تعليم التفكير – رؤية تطبيقية في تنمية العقول المفكرة***، القاهرة: عالم الكتب.

حسن شحاته، وزينب النجار (٢٠٠٣): ***معجم المصطلحات التربوية والنفسية***، القاهرة: الدار المصرية اللبنانية.

خالد محمد محمود الجوهري (٢٠١٤): فعالية برنامج مقترح قائم على التعلم المستند للدماغ في تنمية بعض مهارات التفكير الهندسي ومستوى التحصيل الدراسي في الهندسة لدى تلاميذ

المرحلة الإعدادية، ***مجلة البحث العلمي في التربية***، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس، ١٥(٤)، ٧٧٥-٨٢٤.

ديفيد ساوسا (٢٠٠٦) : ***كيف يتعلم المخ الموهوب***، ترجمة: مراد علي عيسى، وليد السيد أحمد خليفة، القاهرة، زهراء الشروق.

ذوقان عبيدات (٢٠٠٣): ***أبحاث الدماغ الحديثة وانعكاساتها على الكتاب المدرسي***، مجلة المناهج السعودية، رقم (٧٦)، العدد الثاني، ٥٢-٥٥.

ذوقان عبيدات، وسهيلة أبوالسميد (٢٠٠٥): ***الدماغ والتعليم والتفكير***، الطبعة الثانية، عمان: ديبونو، الأردن.

رقية العبيدي، وعلاء الشبيب (٢٠١٦): ***التفكير ما وراء المعرفي***، عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، الأردن.

سامية حسنين هلال (٢٠١٦): فاعلية استراتيجية قائمة على التعلم المستند للدماغ في تنمية بعض مهارات القوة الرياضياتية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٩(٣)، ٦-٥٦.

سامية حسين جودة (٢٠١٤): فاعلية برنامج قائم على التعلم المستند للدماغ في تنمية بعض عادات العقل ومفهوم الذات الأكاديمي لدى الطلاب ذوي صعوبات تعلم الرياضيات بالمرحلة الابتدائية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٧(٨)، ٦-٧٨.

سلطان محمد الرشيدي (٢٠١١): تحليل كتاب الرياضيات للصف الحادي عشر من مرحلة بعد الأساسي في ضوء نظرية التعلم المستند إلى الدماغ، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة مؤته، الأردن.

سلوى توفيق يوسف (٢٠١٣): أثر نشاطات قائمة على حل المسألة في تنمية المهارات ما وراء المعرفية لدى الطلبة ذوي صعوبات التعلم في الرياضيات، رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا، جامعة اليرموك، الأردن.

سليمان عبد الواحد يوسف (٢٠١١): ***المخ البشري آلة التعلم والتفكير والحل الإبداعي للمشكلات***، القاهرة: مؤسسة طيبة للنشر والتوزيع.

سماح عبدالحميد سليمان أحمد (٢٠١٧): فاعلية إستراتيجية مقترحة قائمة على المتشابهات والمتناقضات في تدريس الرياضيات على تنمية التحصيل ومهارات ما وراء المعرفة لتلاميذ المرحلة الإعدادية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٠ (٦)، ١٧١-٢٧١.

سوزان ج. كوفاليك، كارلين د. أولسن (٢٠٠٤): ***تجاوز التوقعات دليل المعلم لتطبيق أبحاث الدماغ في غرفة الصف***، الكتاب الأول، ترجمة مدارس الظهران الأهلية، الدمام: دار الكتاب التربوي للنشر والتوزيع، المملكة العربية السعودية.

السيد مصطفى حامد مدين (٢٠١٥): أثر استراتيجية النمذجة في تنمية مهارات ما وراء المعرفة اللازمة لحل المشكلات الجبرية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٨ (٦)، ١٤٤-١٨٨.

شيماء محمد علي حسن (٢٠٠٤): أثر الدعائم التعليمية في تنمية مهارات التواصل الرياضي وتحسين مهارات ما وراء المعرفة لدى التلاميذ ذوي صعوبات تعلم الرياضيات بالمرحلة الإعدادية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٧ (١)، ١٥٥ – ٢٢٨.

صباح عبدالله عبدالعظيم السيد (٢٠١٤): استخدام التعلم الإلكتروني القائم على المشكلة في تدريس الرياضيات لتنمية بعض مهارات ما وراء المعرفة وبقاء أثر التعلم لدى طلاب المرحلة الثانوية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٧ (٥)، ١٦٧-٢١٩.

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 عرفه محمود (٢٠٠٦): ***تفكير بلا حدود: رؤى تربوية معاصرة في تعليم التفكير وتعلمه***، القاهرة: عالم الكتب.

عبد القادر محمد عبدالقادر(٢٠١٤): فاعلية استراتيجية قائمة على نظرية التعلم المستند إلى الدماغ في تنمية مهارات الحس العددي لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٧(٢)، الجزء(٢)، يناير، ١١٣-١٥٥.

عبدالناصر الجراح، وعلاء الدين عبيدات (٢٠١١): مستوى التفكير ما وراء المعرفي لدى عينة من طلبة جامعة اليرموك في ضوء بعض المتغيرات، ***المجلة الأردنية في العلوم التربوية***، ٧ (٢)، ١٤٥-١٦٢.

عبدالواحد محمود محمد الكنعاني (٢٠١٦):أنموذج تدريسي مقترح في ضوء نظرية الذكاء الناجح وأثره في تحصيل طلاب الصف الرابع العلمي من مادة الرياضيات وتنمية تفكيرهم الإبداعي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٩(٩)، ٦-٥٢.

عدنان محمود عياد موسى (٢٠١٧): فاعلية نموذج ستيبانز في تعديل الأخطاء المفاهيمية لدى الطلبة وفي تحسين قدرتهم على التبرير الرياضي ومهارات ما وراء المعرفة، رسالة دكتوراه، كلية الدراسات العليا، جامعة اليرموك، الأردن.

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

عزو إسماعيل عفانة، ويوسف إبراهيم الجيش (٢٠٠٩): ***التدريس والتعلم بالدماغ ذي الجانبين***، عمان: آفاق الشرق، الأردن.

علي محمد غريب عبدالله (٢٠١٦): نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم السريع لتنمية التفكير الجانبي والتنظيم الذاتي في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ١٩(٢)، ٣١–٨٣.

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

ماهر محمد صالح زنقور (٢٠١٨): التفاعل بين تجزيل المعرفة الرياضياتية والنمط المعرفي (لفظي/ تخيلي) والسعة العقلية لتنمية الفهم العميق في الرياضيات لدى طلاب الصف الأول الثانوي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢١ (١)، ٨١–١٦٩.

مجدي عزيز إبراهيم (٢٠٠٥): ***المنهج التربوي وتعليم التفكير***، القاهرة: عالم الكتب.

محارب علي الصمادي، رحاب منصور النقيب(٢٠١٧): الاستراتيجيات التي تستخدمها معلمات الرياضيات في المرحلة الابتدائية لتمكين التلميذات من الفهم العميق لبنية المسألة الرياضية اللفظية، ***المجلة العربية في العلوم الإنسانية والاجتماعية (مجلة دراسات وأبحاث)***، جامعة الجلفة، الجزائر، السنة التاسعة، (٢٦)، ٧٠–٩١.

محمد أحمد الخطيب (٢٠١٧): أثر استخدام دورة النمذجة الرياضية في تنمية التفكير اللغوي ومهارات ما وراء المعرفة في الرياضيات لدى طلاب الصف الأول المتوسط في المدينة المنورة، ***دراسات ـ العلوم التربوية***، الجامعة الأردنية، ٤٤(٤)، ملحق(٣)، ١- ١٥.

مرفت حامد هاني، محمد السيد الدمرداش(٢٠١٥): فاعلية وحدة مقترحة في الرياضيات البيولوجية في تنمية مهارات الفهم العميق لدى طلاب المرحلة الثانوية، ***مجلة التربية العلمية***، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ١٨ (٦)، ٨٩–١٥٦.

مرفت محمد كمال؛ رشا هاشم عبدالحميد (٢٠١٧): توظيف التعليم المتمايز من خلال الكتاب الإلكتروني في تدريس الهندسة لتنمية المستويات التحصيلية العليا ومهارات التواصل الرياضي والفهم العميق لدى طلاب الصف الثاني الإعدادي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٠ (٤)، ١٢٩-١٧٦.

مكة عبدالمنعم محمد البنا (٢٠٠٨): استراتيجية مقترحة في ضوء ما وراء المعرفة في تنمية مهارات ما وراء المعرفة والتحصيل في مادة حساب المثلثات لدى طلاب الصف الأول الثانوي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، (١١)، ٣٤-٧٩.

منصور سمير الصعيدي (٢٠١٧): فاعلية نموذج تدريسي قائم على النظرية البنائية في تدريس الرياضيات لتنمية مهارات التفكير المنظومي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، ***مجلة تربويات الرياضيات***، الجمعية المصرية لتربويات الرياضيات، ٢٠ (٤)، ٦–٥١.

منية خليل مزيد، شعبان حفني عيسوي، أحمد مهدي أبو الليل، ميرفت محمود علي (٢٠١٧): تنمية مهارات التفكير الرياضياتي باستخدام نموذج تدريسي قائم على نظرية جانبي الدماغ لدى

طالبات الصف الثامن الأساسي في فلسطين، ***مجلة القراءة والمعرفة***، الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة، (١٨٤)، ٨٧–١١٩.

ميرفت محمد كمال، رباب محمد المرسي (٢٠١٧): فاعلية نموذج تدريسي قائم على التعلم المنظم ذاتياً في تنمية مهارات التنظيم الذاتي والقدرة على حل المشكلات الإحصائية وخفض قلق الرياضيات لدى طالبات السنة التحضيرية بجامعة الملك سعود، ***المجلة التربوية***، جامعة الكويت، ٣١ (١٢٣)، ١٣٥-١٨٢.

ناديا سميح السلطي (٢٠٠٩): ***التعلم المستند إلى الدماغ***، عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع، الأردن.

هبة محمد عبدالنظير، محمد سويلم البسيوني (٢٠٠٨): فعالية نموذج تدريسي مقترح قائم على استراتيجيات ما وراء المعرفة في تنمية التفكير الناقد في الرياضيات لدى طالبات الصف الأول الثانوي، ***مجلة كلية التربية***، جامعة بورسعيد، ٢ (٣)، ٢١٢–٢٤٦.

وزارة التربية والتعليم (٢٠١٨/٢٠١٧): ***الرياضيات للصف الثالث الإعدادي – الفصل الدراسي الأول***، قطاع الكتب، مطابع المخابرات العامة.

وليم تاوضروس عبيد (٢٠٠٠): المعرفة وما وراء المعرفة، ***مجلة القراءة والمعرفة***، الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة، العدد الأول.

وليم عبيد، عزو عفانة (٢٠٠٣): ***التفكير والمنهاج المدرسي***، الكويت: دار الفلاح للنشر والتوزيع.

يعن الله علي القرني (٢٠١٠): تصور مقترح لتطوير تدريس الرياضيات في ضوء مهارات التدريس الإبداعي ومتطلبات التعلم المستند للدماغ، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة أم القرى، السعودية.

يوسف أحمد الجوراني (٢٠٠٨): تصميم تعليمي وفقا لنظرية التعلم المستند إلى الدماغ وأثره في تحصيل طالبات الصف الثالث المتوسط في مادة الأحياء وتنمية تفكيرهن العلمي، رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة بغداد، العراق.

يوسف قطامي، ماجد أبو جابر، نايفة قطامي (٢٠٠٢): ***تصميم التدريس***، عمان: دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، الأردن.

يوسف قطامي، ومجدي سليمان المشاعلة (٢٠٠٧): ***الموهبة والإبداع وفق نظرية الدماغ***، عمان: ديبونو، الأردن.

ثانيًا :المراجع الأجنبية:

Abdullah, A., AbdRahman, S. & Hamzah, M.(2017): Metacognitive Skills of Malaysian Students in Non-Routine Mathematical Problem Solving, ***Bolema: Boletim de Educação Matemática***, 31(57), 310-322.

Ajisuksmo, C. & Saputri, G. (2017): The Influence of Attitudes towards Mathematics, and Metacognitive Awareness on Mathematics Achievements, ***Creative Education***, 8(03), 486 .

Bannert, M., & Mengelkamp, C. (2008): Assessment of metacognitive skills by means of instruction to think aloud and reflect when prompted. Does the verbalisation method affect learning?, ***Metacognition and Learning***, 3(1), 39-58, Retrieved on May 8, 2018, from: http://dx.doi.org/10.1007/s11409-007-9009-6

Chin, C. & Brown, D. (2000): Learning in science: A comparison of deep and surface approaches, ***Journal of Research in Science Teaching***, 37 (2), 109-138.

Cleary, T. J., Velardi, B., & Schnaidman, B. (2017): Effects of the Self-Regulation Empowerment Program (SREP) on middle school students' strategic skills, self-efficacy, and mathematics achievement, ***Journal of school psychology***, 64, 28-42.

Connell, J.(2009): The Global Aspects of Brain-Based Learning. ***Educational Horizons***, 88(1), 28-39.

Corliss, S. (2005): The effects of reflective prompts and collaborative learning in hypermedia problem-based learning environments on problem solving and metacognitive skills, Ph.D Thesis, The University of Texas at Austin, Retrieved on May 8, 2018, from: https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/1849

Desoete, A. (2017): Mathematics and metacognition in adolescents and adults with learning disabilities***, International Electronic Journal of Elementary Education***, 2(1), 82-100 .

Duman, B.(2010): The Effects of Brain-Based Learning on the Academic Achievement of Students with Different Learning Styles, Retrieved on March 8, 2017, from: http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/simpleSearch.jsp

Erdoğan, F. & Şengül, S. (2017): The Effect of Cooperative Learning Method Enhanced with Metacognitive Strategies on Students' Metacognitive Skills in Math Course, ***Education and Science***, 42(192), 263-301

Fenwick, L.; Humphrey, S.; Quinn, M. & Endicott, M.(2014): Developing deep understanding about language in undergraduate pre-service teacher programs through the application of knowledge, ***Australian Journal of Teacher Education***, 31(1), 1-38, Retrieved on May 15, 2018, from: http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2014v39n1.4

Flavell, J.; Miller, P. & Miller, S.(2001): ***Cognitive Development***, (4th ed.), Pearson, USA.

Gulpinar, M.(2005): The principles of brain-based learning and constructivist models in education, ***Educational Service: Theory & Practice***, 5 (2), 299 – 306.

Havard, B.; Du, J.; Olinzock, A. (2005): Deep learning: The knowledge, methods, and cognition process in instructorled online discussion, ***The Quarterly Review of Distance Education***, 6(2), 125-135.

Hewison, J.(1983): ***Statistical and Educational Significance***, London, University of London, Institute of Education .

Jensen, E. (2000): Brain Based Learning, A reality Cheek, ***Educational Leadership***, 58(3), 76-80

Jensen, E.(2008): ***Brain-based learning: The new paradigm of teaching***, (2nd ed.), Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Kathleen, C.(2006): ***Brain based learning***, Washington, Information, Science publishing.

Levine, D. S. (2018): Theory of the Brain and Mind: Visions and History, In Artificial Intelligence in the Age of Neural Networks and Brain Computing, (pp. 191- 203), Academic Press.

Manita, V., & Marcel. V. (2008): Relation between intellectual ability and metacognitive skillfulness as predictors of learning performance tasks of young students Performing in different domains, ***Learning and Individual Differences***, 18 (1), 128-134.

Maynard, M.(2016): Effect of a Brain Based Learning Program on Students' Use and Recognition of Self-Advocacy Skills, Philadelphia College of Osteopathic Medicine, Retrieved on May 5, 2018, from: meganha@pcom.edu

McConnell, T.; Parker, J. & Eberhardt, J.(2013): Assessing teachers' science content knowledge: A strategy for assessing depth of understanding, ***Journal of Science Teacher Education***, 24(4),717-743.

Oakes, Abner & Star, Jon R.(2008): Getting To "Got It!" Helping Mathematics Students Reach Deep Understanding, Newsletter Center for Comprehensive School Reform and Improvement, Retrieved on May 15, 2018, from: https://eric.ed.gov/?id=ED501529

Ozden, M.& Gultekin, M.(2008): The Effects of Brain-Based Learning on Academic Achievement and Retention of Knowledge in Science Course, ***Electronic Journal of Science Education***, 12 (1), 3-19, Retrieved on March 10, 2017, from: http://ejse.southwestern.edu/article/download/7760/5527#page

Özsoy, G. & Ataman, A. (2017): The effect of metacognitive strategy training on mathematical problem-solving achievement, ***International Electronic Journal of Elementary Education***, 1(2), 67-82

Pinkerton, K. (2002): Using brain-based learning techniques in high school science, ***Teaching of Change Fall***, 94, 2(1), 4- 24.

Pugalee, David K. (2001): Writing, Mathematics, and Metacognition: Looking for Connections through Students' Work in Mathematical Problem Solving, ***School Science and Mathematics***, 101(5), 236-45

Radmehr, F. & Drake, M. (2017): Exploring students' mathematical performance, metacognitive experiences and skills in relation to fundamental theorem of calculus, ***International Journal of Mathematical Education in Science and Technology***, 1043-1071, Retrieved on May 5, 2018, from: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0020739X.2017.1305129

Seraphin, K., Philippoff, J., Kaupp, L. & Vallin, L. (2012): Metacognition as means to increase the effectiveness of inquiry-based science education, ***Science Education International***, 23(4), 366-382

Shimamura, A. (2000): Toward a cognitive neuroscience and Met cognition, ***Consciousness and Cognition***, 91, 313 – 323

Smith, S. (2007) : Using Action Research to Evaluate the use of Brain Based Teaching Strategies in the Classroom, ***International Journal of Learning***,13(9), 121-126

Stephenson, N.(2014): Inquiry principle: Deep Understanding, Retrieved on May 15, 2018, from: http://teachinquiry.com/index/Understanding.html

Sue Yamin. (2009): Brain-Based Learning, Retrieved on March 10, 2017, from: http://pstc.edu/deprtments/coe/brainbased.html

Tan, D. & Limjap, A.(2018): Filipino Students' Use of Metacognitive Skills in Mathematical Problem Solving: An Emergent Model, ***International Journal for Development Research***, 8(5), 20430-20439.

Thamaraksa, C. (2004): Metacognition: A key to Success for EFL Learners, ***BU Academic Review***, 4(1).

Tok, Sukran (2013): Effects of the know-want-learn strategy on students' mathematics achievement, anxiety and metacognitive skills, ***Metacognition and Learning***, 8(2), DOI: 10.1007/s11409-013-9101-z

Urbina, L. (2003): The Effect of Incorporating the Development of Metacognitive Skills into Test Coaching for the Math Component of an SAT Preparatory Elective in A Private Urban High School, Master Dissertation, Southern Connecticut State University, United States, Retrieved on May 8, 2018, from: http://www.proquest.umi.com .

Vahey, P., Knudsen, J., Rafanan, K. & Lara-Meloy, T.(2013): Curricular Activity Systems Supporting the Use of Dynamic Representations to Foster Students' Deep Understanding of Mathematics, In: Emerging Technologies for the Classroom: A Learning Sciences Perspective, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, (pp. 15-30).

Vannes, F. (2011): Mathematics Education and Neurosciences: Towards interdisciplinary insights into the development of Young Children's

Mathematical abilities, ***Educational Philosophy and Theory***, 43(1), 75- 81.

Veenman, M. & Van Cleef, D.(2018): Measuring metacognitive skills for mathematics: students' self-reports versus on-line assessment methods, ***ZDM***, 1-11.

Vidal, R., Bruna, J., Giryes, R., & Soatto, S.(2017): Mathematics of deep learning, arXiv preprint arXiv:1712.04741, Retrieved on October 20, 2018, from: https://pdfs.semanticscholar.org/e9fb/d4f99439fc4b5d37380aabd83f93f127a299.pdf

Weimer, C. (2007): Engaged Learning the Use of Brain-Based Teaching: A Case Study of Eight Middle School Classrooms. Unpublished Doctorate Theses, Northern Illinois University, Retrieved on March 10, 2017, from: http://gradworks.umi.com/32/72/3272172.html

---