مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية
Kirkuk University Journal: Humanity Studies
ISSN P:1992-1179 ISSN E:3107-3360
https://kujhs.uokirkuk.edu.iq/
Volume 21, Issue 2, June 2026 المجلد (٢١) ، العدد (٢) ، حزيران ٢٠٢٦

The Effectiveness of Deep Learning and Productive Errors in Developing Mathematical Cognitive Flexibility and Cognitive Engagement among Middle School Students

Asst. Prof. Dr. Oday Hashim Alwan
Email: Udayhashem@uomisan.edu.iq
Department of Primary Education – College of Basic Education – University of Misan

معلومات البحث
تاريخ الاستلام 05 /04/2026
تاريخ التعديل 17/04/2026
تاريخ القبول 19/04/2026
تاريخ النشر 15/6/2026
نوع البحث بحث اصيل
Doi: 10.32894/1992-1179.2026.170609.1381
IRAQI Academic Scientific Journals https://iasj.rdd.edu.iq

Abstract :This study aimed to investigate the effectiveness of deep learning and productive errors strategies in developing mathematical cognitive flexibility and cognitive engagement among first-grade intermediate students. The study adopted an experimental design with equivalent groups. A sample of (120) female students was randomly assigned into three groups: two experimental groups (deep learning and productive errors) and one control group taught using the traditional method .

Two instruments were used: a mathematical cognitive flexibility test consisting of (35) items and a cognitive engagement scale consisting of (25) items. Both instruments were validated and tested for reliability using appropriate statistical methods .

The results revealed statistically significant differences in favor of the experimental groups in both cognitive flexibility and cognitive engagement compared to the control group. However, no significant differences were found between the deep learning and productive errors strategies, indicating their comparable effectiveness .

The study concludes that employing modern teaching strategies based on deep understanding and learning from errors enhances the quality of mathematics learning, promotes flexible thinking, and increases students' cognitive engagement. These findings support contemporary educational trends that emphasize a shift from surface learning to deep learning .

Keywords: Deep Learning, Productive Errors, Mathematical Cognitive Flexibility, Cognitive Engagement, Middle School Students.

الباحث المسؤول : علوان ، عدي هاشم ، فاعلية التعلم العميق والأخطاء المنتجة في تنمية المرونة المعرفية الرياضية والاندماج المعرفي لدى طلبة المرحلة المتوسطة ، مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية ، https://kujhs.uokirkuk.edu.iq/
Doi: 10.32894/1992-1179.2026.170609.1381

فاعلية التعلم العميق والأخطاء المنتجة في تنمية المرونة المعرفية الرياضية والاندماج المعرفي لدى طلبة المرحلة المتوسطة

أ.م.د عدي هاشم علوان
Email: Udayhashem@uomisan.edu.iq
جامعة ميسان – كلية التربية الاساسية– قسم معلم صفوف اولى

ملخص البحث :

يهدف هذا البحث إلى التعرف على فاعلية كل من التعلم العميق واستراتيجية الأخطاء المنتجة في تنمية المرونة المعرفية الرياضية والاندماج المعرفي لدى طالبات الصف الأول المتوسط. اعتمد البحث المنهج التجريبي باستخدام تصميم المجموعات المتكافئة، حيث تم اختيار عينة مكونة من (١٢٠) طالبة وزعت عشوائياً على ثلاث مجموعات: مجموعتان تجريبيتان (التعلم العميق، والأخطاء المنتجة) ومجموعة ضابطة درست بالطريقة الاعتيادية. و تم استخدام أداتين للقياس هما: اختبار المرونة المعرفية الرياضية المكون من (٣٥) فقرة، ومقياس الاندماج المعرفي المكون من (٢٥) فقرة، وقد تم التحقق من صدقهما وثباتهما باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة. و أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعتين التجريبيتين في تنمية المرونة المعرفية والاندماج المعرفي مقارنة بالمجموعة الضابطة، في حين لم تظهر فروق دالة بين استراتيجيتي التعلم العميق والأخطاء المنتجة، مما يشير إلى تقارب فاعليتهما. ويستنتج البحث أن توظيف استراتيجيات التعلم الحديثة القائمة على الفهم العميق واستثمار الأخطاء يسهم في تحسين جودة تعلم الرياضيات، وتنمية التفكير المرن، وزيادة اندماج الطلبة في التعلم، مما يدعم التوجهات التربوية الحديثة في الانتقال من التعلم السطحي إلى التعلم العميق.

الكلمات المفتاحية :

التعلم العميق، الأخطاء المنتجة، المرونة المعرفية الرياضية، الاندماج المعرفي ، طلبة المرحلة المتوسطة .

الفصل الاول

اولا : مشكلة البحث

يواجه تعليم الرياضيات في المرحلة المتوسطة في العراق تحديات تتمثل في ضعف الفهم المفاهيمي لدى الطلبة واعتمادهم على الحلول الإجرائية دون القدرة على توظيف المعرفة في مواقف جديدة، وهو ما أكدته الأدبيات الحديثة التي أشارت إلى استمرار هيمنة الأساليب التقليدية التي لا تدعم التعلم العميق

Fullan, 2023,)

(OECD, 2023, p. 78 ؛p. 45

كما تشير دراسات حديثة إلى أن الأخطاء الصفية لا يتم استثمارها بوصفها فرصًا للتعلم، بل يتم تصحيحها بشكل مباشر، مما يحرم الطلبة من بناء المعرفة من خلال الصراع المعرفي، ويضعف قدرتهم على التفكير المرن .

Loibl & ؛Kapur, 2022, p. 112)

(Rummel, 2023, p. 67

وعلى المستوى الميداني، أظهرت نتائج استبانة استطلاعية لمدرسي الرياضيات في المدارس المتوسطة أن التدريس يفتقر إلى توظيف كل من التعلم العميق واستراتيجيات التعلم من الخطأ ، كما يعاني الطلبة من ضعف في تغيير استراتيجيات الحل وانخفاض في الاندماج المعرفي داخل الصف. وتتفق هذه النتائج مع دراسات عراقية حديثة أكدت استمرار الاعتماد على الأساليب التلقينية. (التميمي، ٢٠٢٤، ص ٥٣؛ العزاوي، ٢٠٢٣، ص ٨٨)

وعلى الرغم من أهمية كل من التعلم العميق والأخطاء المنتجة في تحسين تعلم الرياضيات، إلا أن هناك نقصًا في الدراسات التي تناولت أثر كل منهما بصورة مستقلة، وكذلك أثر التفاعل بينهما في تنمية المرونة المعرفية الرياضية والاندماج المعرفي لدى طلبة المرحلة المتوسطة في البيئة العراقية ، وعليه تتحدد مشكلة البحث بالسؤال الآتي:

– ما فاعلية التعلم العميق والأخطاء المنتجة في تنمية المرونة المعرفية الرياضية والاندماج المعرفي لدى طلبة المرحلة المتوسطة ؟

ثانيا : أهمية البحث

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من سعيها إلى معالجة إحدى المشكلات الجوهرية في تعليم الرياضيات في المرحلة المتوسطة في العراق، والمتمثلة في ضعف الفهم المفاهيمي واعتماد الطلبة على الأساليب الإجرائية التقليدية، وهو ما أكدت عليه الأدبيات التربوية الحديثة التي أشارت إلى أن الأنماط التدريسية السائدة لا تزال تركز على نقل المعرفة بدلاً من بنائها، مما يحدّ من تحقيق التعلم العميق . (Fullan, 2023, p. 52؛ OECD, 2023, p. 81)

وفي هذا السياق، يبرز التعلم العميق بوصفه مدخلًا تربويًا معاصرًا يسهم في تمكين الطلبة من فهم العلاقات الرياضية وتوظيفها في مواقف جديدة، بينما تمثل الأخطاء المنتجة أحد المداخل الفعالة التي تعيد تعريف الخطأ كأداة تعلم تسهم في إثارة التفكير وإعادة بناء المعرفة، وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن التعلم القائم على الخطأ يعزز الفهم طويل الأمد وينمّي القدرة على التكيف المعرفي . (Kapur, 2022, p. 118؛ Loibl & Rummel, 2023, p. 70)

كما تنبع أهمية البحث من تركيزه على متغيرين أساسيين في تعلم الرياضيات هما المرونة المعرفية الرياضية والاندماج المعرفي، إذ تعد المرونة المعرفية مؤشرًا على قدرة المتعلم على تغيير استراتيجيات التفكير والتكيف مع المواقف الجديدة، في حين يعكس الاندماج المعرفي مستوى انخراطه الذهني في عملية التعلم، وقد أكدت الأدبيات الحديثة أهمية هذين المتغيرين في تحسين نواتج التعلم (Hattie, 2023, p. 97). وعلى مستوى الواقع العراقي، تشير الدراسات المحلية إلى وجود ضعف واضح في توظيف الاستراتيجيات الحديثة

في تدريس الرياضيات، واستمرار الاعتماد على الأساليب التلقينية ، الأمر الذي ينعكس سلبًا على تفاعل الطلبة وفهمهم العميق (التميمي،٢٠٢٤، ص٦٠؛ العزاوي،٢٠٢٣،ص٩٠)

ومن هنا، تبرز أهمية هذا البحث في كونه يقدّم معالجة تربوية معاصرة قائمة على دمج التعلم العميق مع الأخطاء المنتجة، بما يسهم في تحسين ممارسات التدريس، ويوفر إطارًا يمكن أن يستفاد منه في تطوير المناهج وإعداد المعلمين، فضلًا عن دعم التوجهات الحديثة التي تنادي بالانتقال من التعلم السطحي إلى التعلم القائم على الفهم والتفكير.

ثالثا : اهداف البحث : يهدف البحث الحالي إلى التعرف على

١- فاعلية التعلم العميق في تنمية المرونة المعرفية الرياضية لدى طلبة الصف الأول المتوسط.

٢- فاعلية الأخطاء المنتجة في تنمية المرونة المعرفية الرياضية لدى طلبة الصف الأول المتوسط.

٣- فاعلية التعلم العميق في تنمية الاندماج المعرفي لدى طلبة الصف الأول المتوسط.

٤- فاعلية الأخطاء المنتجة في تنمية الاندماج المعرفي لدى طلبة الصف الأول المتوسط.

رابعا: فرضيات البحث

أ- الفرضيات المتعلقة بالمرونة المعرفية الرياضية :-

١- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة التعلم العميق والمجموعة الضابطة في اختبار المرونة المعرفية الرياضية.

٢- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة الأخطاء المنتجة والمجموعة الضابطة في اختبار المرونة المعرفية الرياضية.

٣- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة التعلم العميق ومجموعة الأخطاء المنتجة في اختبار المرونة المعرفية الرياضية.

ب- الفرضيات المتعلقة بالاندماج المعرفي :-

٤- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة التعلم العميق والمجموعة الضابطة في مقياس الاندماج المعرفي.

٥- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة الأخطاء المنتجة والمجموعة الضابطة في مقياس الاندماج المعرفي.

٦- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة التعلم العميق ومجموعة الأخطاء المنتجة في مقياس الاندماج المعرفي.

خامسا : حدود البحث

١- الحدود البشرية: طلبة الصف الأول المتوسط.

٢- الحدود المكانية: مديرية تربية محافظة ميسان / متوسطة حور العين .

٣- الحدود الزمانية: الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي (٢٠٢٤-٢٠٢٥).

٤- الحدود الموضوعية: تدريس موضوعات (الفصول الرابع والخامس والسادس) من كتاب الرياضيات للصف الأول المتوسط.

٥- الحدود المنهجية: التعلم العميق والأخطاء المنتجة بوصفهما متغيرين مستقلين، والمرونة المعرفية الرياضية والاندماج المعرفي بوصفهما متغيرين تابعين.

سادسا : تعريف المصطلحات

١- **التعلم العميق (Deep Learning)** : يُعرَّف التعلم العميق بأنه نمط من التعلم يركز على بناء الفهم المفاهيمي العميق من خلال ربط المعرفة الجديدة بالمعرفة السابقة، وتمكين المتعلم من تفسير الأفكار وتوظيفها في مواقف جديدة، بدل الاقتصار على الحفظ السطحي . (Fullan, 2023, p. 54)

التعريف الإجرائي: هو مجموعة الإجراءات التدريسية التي سيعتمدها الباحث في تدريس موضوعات الرياضيات، والتي تركز على الفهم، والتفسير، وربط المفاهيم، ويُقاس أثرها من خلال تنمية المرونة المعرفية الرياضية والاندماج المعرفي لدى طلبة الصف الأول المتوسط.

٢- **الأخطاء المنتجة (Productive Errors / Productive Failure)** : تُعرَّف الأخطاء المنتجة بأنها مدخل تعليمي قائم على إتاحة الفرصة للمتعلمين لارتكاب أخطاء أثناء محاولة حل المشكلات، بحيث تُستثمر هذه الأخطاء في بناء الفهم العميق من خلال المناقشة وإعادة تنظيم المعرفة . (Kapur, 2022, p. 120)

التعريف الإجرائي : هي الاستراتيجية التي يستخدمها الباحث في عرض مشكلات رياضية تتطلب محاولات أولية من الطلبة قد تتضمن أخطاء، ثم توظيف هذه الأخطاء داخل الموقف التعليمي لتحفيز التفكير وبناء الفهم، وقياس أثرها في المتغيرات التابعة.

٣- **المرونة المعرفية الرياضية (Mathematical Cognitive Flexibility)** : تُعرَّف المرونة المعرفية بأنها قدرة المتعلم على تغيير استراتيجيات التفكير، وإعادة تنظيم المعرفة، والتكيف مع المواقف الجديدة أو غير المألوفة، بما يتيح له التعامل مع المشكلات بطرائق متعددة . (OECD, 2023, p. 83)

التعريف الإجرائي : هي قدرة طلبة الصف الأول المتوسط على تغيير طرائق الحل، واستخدام استراتيجيات متعددة في معالجة المسائل الرياضية، كما تُقاس بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في اختبار المرونة المعرفية المعدّ لهذا البحث.

٤- الاندماج المعرفي (Cognitive Engagement) : يُعرَّف الاندماج المعرفي بأنه مستوى انخراط المتعلم ذهنيًا في عملية التعلم من خلال استخدام استراتيجيات التفكير العميق، مثل التحليل والتفسير والتنظيم الذاتي للمعرفة .

Hattie,)

(2023, p. 99

التعريف الإجرائي: هو درجة مشاركة طلبة الصف الأول المتوسط ذهنيًا في تعلم الرياضيات من خلال الفهم والتفكير النشط، ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في مقياس الاندماج المعرفي المستخدم في هذا البحث.

الفصل الثاني

أولاً : الاطار النظري

المحور الاول : تفكيك البنية المفاهيمية لمتغيرات البحث :-

١) التعلم العميق(من تراكم المعرفة إلى إعادة تنظيمها) : لا يُفهم التعلم العميق بوصفه مستوى أعلى من التعلم فحسب، بل بوصفه تحولًا في طبيعة المعرفة نفسها، حيث تنتقل من كونها وحدات منفصلة إلى بنية مترابطة قابلة لإعادة التوظيف. ويشير (Fullan, 2023, p. 54) إلى أن جوهر التعلم العميق يكمن في قدرة المتعلم على إعادة بناء المعرفة وتطبيقها في سياقات جديدة، وهو ما يتجاوز حدود الاستظهار.

كما يذهب (Hattie, 2023, p. 95) إلى أن التعلم العميق يرتبط بعمليات عقلية عليا مثل التفسير والتقويم، مما يجعله مؤشرًا على جودة التعلم وليس كميته. وفي سياق الرياضيات، يُعد هذا التحول جوهريًا، لأن المعرفة الرياضية بطبيعتها علاقاتية، لا تُفهم إلا من خلال الترابط بين المفاهيم . (OECD, 2023, p. 82)

غير أن هذا التصور يصطدم في الواقع التعليمي العراقي بثقافة تعليمية تركز على الناتج النهائي، مما يُبقي التعلم في مستوى سطحي (العزاوي، ٢٠٢٣، ص ٨٨) ، وهو ما يخلق فجوة بين الإمكانات النظرية والتطبيق الفعلي.

٢) الأخطاء المنتجة (من خلل معرفي إلى أداة أبستمولوجيا) : يمثل مفهوم الأخطاء المنتجة إعادة تعريف جذرية للخطأ، إذ يتحول من كونه مؤشرًا على القصور إلى آلية لكشف البنية المعرفية وإعادة بنائها.

ويؤكد (Kapur, 2022, p. 120) أن التعلم الحقيقي يبدأ عندما يواجه المتعلم حدود فهمه، وأن الأخطاء تمثل نقطة الانطلاق لهذا الإدراك .

وتوضح (Loibl & Rummel, 2023, p. 70) أن التعلم من الخطأ لا يقتصر على تصحيح المعلومة، بل يتضمن إعادة تنظيم المعرفة على مستوى أعمق، وهو ما يؤدي إلى بناء معرفة أكثر ثباتًا ، إلا أن الممارسة الصفية التقليدية غالبًا ما تُقصي الخطأ بدل استثماره، مما يحدّ من إمكانات التعلم البنائي (التميمي، ٢٠٢٤، ص ٥٨) ، ويُبقي المتعلم في حالة اعتماد على الحل الجاهز.

٣) المرونة المعرفية(ناتج إعادة التنظيم وليس التكرار) : لا تُعد المرونة المعرفية مهارة منفصلة، بل هي نتيجة مباشرة لعمق البنية المعرفية. ويشير (OECD, 2023, p. 83) إلى أن المرونة تظهر عندما يكون المتعلم قادرًا على إعادة توظيف المعرفة في سياقات مختلفة.

وفي الرياضيات، تتجلى هذه المرونة في القدرة على تغيير استراتيجيات الحل، والانتقال بين التمثيلات، وإعادة تفسير المشكلة، وهي عمليات تتطلب فهمًا عميقًا وليس مجرد تدريب إجرائي . (Hattie, 2023, p. 97)

وتشير الدراسات العربية إلى أن ضعف المرونة المعرفية لدى الطلبة يرتبط بطبيعة التدريس القائم على الحل الواحد (الجبوري، ٢٠٢٣، ص ١٣٠)، مما يعكس محدودية في بناء المعرفة.

٤) الاندماج المعرفي (مؤشر ديناميكي على جودة التعلم) : يمثل الاندماج المعرفي البعد الديناميكي للتعلم، إذ يعكس مدى انخراط المتعلم في العمليات العقلية المرتبطة بالفهم. ويؤكد (Hattie, 2023, p. 99) أن الاندماج المعرفي يرتبط ارتباطًا مباشرًا بجودة التعلم، حيث يكون المتعلم أكثر فاعلية عندما يكون مشاركًا في بناء المعرفة.

كما يشير (Fullan, 2023, p. 56) إلى أن البيئات التي تشجع على التفكير والمناقشة تؤدي إلى رفع مستوى الاندماج، في حين أن البيئات التلقينية تقلل من هذا الانخراط. وتدعم الدراسات العربية هذا الاتجاه، حيث أظهرت انخفاض مستويات الاندماج نتيجة الأساليب التقليدية (الموسوي، ٢٠٢٣، ص ١٠٢).

المحور الثاني : التركيب التفسيري للعلاقات بين المتغيرات

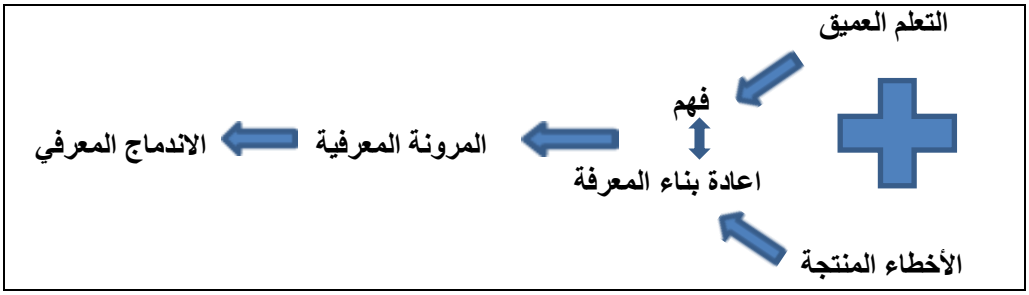
١) من البناء إلى إعادة البناء (آلية إنتاج المعرفة) يمكن فهم العلاقة بين التعلم العميق والأخطاء المنتجة ضمن ثنائية البناء/إعادة البناء، حيث يعمل التعلم العميق على إنشاء البنية المفاهيمية، بينما تعمل الأخطاء المنتجة على اختبار هذه البنية وإعادة تنظيمها. ويشير (Kapur, 2022, p. 125) إلى أن هذا التفاعل يمثل جوهر التعلم الفعّال.

٢) من إعادة البناء إلى المرونة المعرفية : عندما تُعاد تنظيم المعرفة نتيجة الصراع المعرفي، يصبح المتعلم قادرًا على استخدامها بمرونة، إذ لم تعد المعرفة ثابتة بل قابلة للتكيف. وهذا ما يفسر نشوء المرونة المعرفية بوصفها ناتجًا مباشرًا للتعلم العميق المدعوم بالأخطاء المنتجة (OECD, 2023, p. 84).

٣) من المرونة إلى الاندماج(حلقة التعلم المتكاملة) : تؤدي المرونة المعرفية إلى تعزيز ثقة المتعلم بقدرته على الفهم، مما يزيد من انخراطه في التعلم، أي رفع مستوى الاندماج المعرفي . وهنا تتشكل حلقة متكاملة: (فهم ← إعادة بناء ← مرونة ← اندماج) ، وقد أكدت دراسات حديثة أن هذا التسلسل يمثل أساس التعلم الفعّال .

(Fullan, 2023, p. 58؛ الساعدي، ٢٠٢٤، ص ٥٥)

٤) النموذج النظري التكاملي : شكل (١ – ٢)



يتضح أن متغيرات البحث لا تمثل عناصر منفصلة، بل منظومة معرفية متكاملة، حيث يُعاد تشكيل التعلم من خلال التفاعل بين البناء (التعلم العميق) وإعادة البناء (الأخطاء المنتجة) ، مما يؤدي إلى إنتاج معرفة مرنة وانخراط معرفي فعّال. وهذا الطرح يتجاوز التفسير الخطي للعلاقات، ليقدّم نموذجًا ديناميكيًا يفسر التعلم بوصفه عملية مستمرة من التفاعل المعرفي.

ثانيا : دراسات سابقة

أ) الدراسات الأجنبية

١) Kapur (2022)

هدفت الدراسة إلى الكشف عن فاعلية استراتيجية الأخطاء المنتجة في تنمية الفهم المفاهيمي في الفيزياء (الحركة الكينماتيكية) . استخدمت الدراسة المنهج التجريبي على عينة بلغت (n = 103 مجموعة تعاونية من طلبة الصف الحادي عشر)، حيث تم توزيع الطلبة إلى مجموعتين (50 مجموعة تجريبية، 53 ضابطة)، وأُجريت الدراسة في سنغافورة – جامعة نانيانغ التكنولوجية ، أظهرت النتائج أن الطلبة الذين تعلموا من خلال حل مشكلات غير منظمة قبل التعلم المباشر، رغم فشلهم الأولي، حققوا أداءً أعلى في الاختبارات البعدية،

خاصة في نقل المعرفة والفهم العميق، مقارنة بالطريقة التقليدية. (Kapur, 2022, p. 120)

٢) Loibl & Rummel (2023)

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل أثر التعلم من الأخطاء في تنمية الفهم والاندماج المعرفي، باستخدام تصميم شبه تجريبي في بيئات تعلم تفاعلية. شملت الدراسة تحليل عدد كبير من الدراسات التجريبية، بعينات متنوعة تجاوزت (أكثر من 1000 متعلم عبر دراسات متعددة) في أوروبا (ألمانيا وهولندا).، وأظهرت النتائج أن التعلم من الأخطاء يؤدي إلى رفع مستوى الفهم وزيادة الاندماج المعرفي نتيجة التفاعل العميق مع المحتوى. (Loibl & Rummel, 2023, p. 70)

٣) OECD (2023)

تناول تقرير منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية دور التعلم العميق في تنمية مهارات التفكير العليا، وهدف إلى بيان أثره في تطوير المرونة المعرفية لدى المتعلمين. اعتمد التقرير على بيانات دولية واسعة (الاف الطلبة من دول متعددة) ، وأشار إلى أن التعلم القائم على الفهم والتحليل يسهم في قدرة المتعلم على التكيف مع المواقف الجديدة واستخدام المعرفة بمرونة . (OECD, 2023, p. 83)

ب) الدراسات العراقية

٤) الجبوري (٢٠٢٣)

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على أثر استراتيجيات تدريس حديثة في تنمية المرونة المعرفية لدى طلبة المرحلة المتوسطة في العراق، باستخدام المنهج التجريبي. تكونت العينة من 60 طالبا من طلبة مدارس متوسطة، وأظهرت النتائج تحسنًا في قدرة الطلبة على تغيير استراتيجيات الحل، إضافة إلى زيادة تفاعلهم داخل الصف، مما يشير إلى تنمية الاندماج المعرفي . (الجبوري، ٢٠٢٣، ص ١٣٢)

٥) التميمي (٢٠٢٤)

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن أثر استراتيجيات التعلم الحديثة في تنمية التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة المتوسطة، حيث استخدمت المنهج التجريبي على عينة من 70طالبا من طلبة المدارس العراقية. وأظهرت النتائج وجود فروق دالة لصالح المجموعة التجريبية في التفكير المرن والتفاعل الصفي، مما يعكس تنمية المرونة المعرفية والاندماج المعرفي . (التميمي، ٢٠٢٤، ص ٦٠)

دلالات ومؤشرات الدراسات السابقة :

١- تشير الدراسات الأجنبية إلى أن التعلم العميق والأخطاء المنتجة يمثلان أساسًا لبناء وإعادة بناء المعرفة .

Kapur,)

(Loibl & Rummel, 2023 ؛2022

٢- تؤكد الأدبيات الحديثة أن المرونة المعرفية ناتج مباشر للتعلم القائم على الفهم (OECD, 2023).

٣- تُظهر الدراسات العراقية أن تطبيق الاستراتيجيات الحديثة يؤدي إلى تحسين التفاعل الصفي والاندماج المعرفي .

(الجبوري، ٢٠٢٣؛

التميمي، ٢٠٢٤)

٤- تبيّن النتائج وجود علاقة ضمنية بين (الفهم – إعادة البناء – المرونة – لاندماج)

الفجوة البحثية :

١- معظم الدراسات تناولت متغيرًا واحدًا أو متغيرين بشكل منفصل

٢- قلة الدراسات التي جمعت بين: التعلم العميق و الأخطاء المنتجة و المرونة المعرفية و الاندماج المعرفي .

٣- ضعف الدراسات التي قدمت نموذجًا تكامليًا يفسر العلاقة بين هذه المتغيرات

علاقة الدراسة الحالية بالدراسات السابقة :

تستند الدراسة الحالية إلى ما توصلت إليه الدراسات الأجنبية من أطر نظرية وتستفيد من نتائج الدراسات العراقية في التطبيق الميداني وتتميز بأنها:

١- تجمع بين المتغيرات في نموذج واحد

٢- تفسر العلاقة بينها بشكل تكاملي

٣- تطبق ذلك في البيئة التعليمية العراقية

وفي الختام يتضح من تحليل الدراسات السابقة وجود اهتمام متزايد بتوظيف المداخل الحديثة في التعلم، إلا أن معظمها تناول هذه المتغيرات بصورة جزئية، في حين يسعى البحث الحالي إلى تقديم نموذج تكاملي يجمع بين التعلم العميق والأخطاء المنتجة وتنمية المرونة المعرفية والاندماج المعرفي، مما يمثل إضافة نوعية في مجال تعليم الرياضيات في المرحلة المتوسطة.

الفصل الثالث

منهجية البحث واجراءاته

أولا : التصميم التجريبي

يُعد التصميم التجريبي من أكثر التصاميم دقة في البحوث التربوية، إذ يعتمد على تنظيم المجموعات وضبط المتغيرات للكشف عن فاعلية المعالجات التجريبية في المتغيرات التابعة. ويقوم هذا التصميم على المقارنة بين مجموعات متكافئة بعد تطبيق المعالجة ، بهدف تفسير الفروق بصورة علمية دقيقة (Creswell, 2022, p. 147؛ Fraenkel et al., 2023, p. 280) . كما يسهم في تحديد العلاقات السببية بين المتغيرات من خلال التحكم بالعوامل المؤثرة .

Johnson & Christensen,) (2020, p. 315

جدول (٣-١) التصميم التجريبي للبحث

المجموعة	متغيرات التكافؤ		المعالجة التجريبية	القياس البعدي
التجريبية	١- العمر الزمني	٤- اختبار المرونة المعرفية الرياضية القبلي	التعلم العميق	اختبار المرونة المعرفية الرياضية + مقياس الاندماج المعرفي
التجريبية	٢- تحصيل سابق	٥- مقياس الاندماج	الاخطاء المنتجة	
الضابطة			الطريقة الاعتيادية	

ثانياً: مجتمع البحث

يتكون مجتمع البحث الحالي من جميع طلبة الصف الأول المتوسط في المدارس المتوسطة التابعة إلى مديرية تربية محافظة ميسان للعام الدراسي (٢٠٢٤–٢٠٢٥)، إذ يمثل هذا المجتمع الفئة المستهدفة التي يسعى البحث إلى تعميم نتائجه عليها، نظرًا لارتباط موضوع البحث بطبيعة تعلم الرياضيات في هذه المرحلة الدراسية.

ثالثًا : عينة البحث

اختيرت عينة البحث بطريقة قصدية من طلبة الصف الأول المتوسط في مدرسة حور العين للبنات التابعة إلى مديرية تربية محافظة ميسان ، لملاءمتها لإجراء التطبيق التجريبي من حيث التعاون الإداري وتوفر الإمكانات اللازمة وقد بلغ حجم العينة (120) طالبة، تم توزيعهم على ثلاث مجموعات كما يأتي:

- المجموعة التجريبية الأولى: (40) طالبة، درست وفق استراتيجية التعلم العميق
- المجموعة التجريبية الثانية: (40) طالبة، درست وفق استراتيجية الأخطاء المنتجة
- المجموعة الضابطة: (40) طالبة، درست وفق الطريقة الاعتيادية

وتم توزيع الطالبات على هذه المجموعات بصورة عشوائية لضمان تكافؤ الفرص وتقليل أثر التحيز.

رابعا : تكافؤ مجموعات البحث :-

١- التكافؤ في العمر الزمني (بالأشهر): تم الحصول على العمر الزمني للطالبات من السجلات المدرسية، ثم تحليل البيانات باستخدام تحليل التباين الأحادي.

جدول (٣-٢) التكافؤ في العمر الزمني

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الأولى	40 طالبة	158.28	5.32
التجريبية الثانية	40 طالبة	157.97	5.41
المجموعة الضابطة	40 طالبة	157.63	5.55

جدول (٣-٣) نتائج تحليل التباين الاحادي للعمر الزمني

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	8.45	2	4.22	0.14	0.87
داخل المجموعات	3447.60	117	29.47		
الكلي	3456.05	119			

تشير النتائج إلى أن قيمة (F) غير دالة إحصائيًا، مما يدل على عدم وجود فروق بين المجموعات في العمر الزمني، ويعكس ذلك تجانسها في هذا المتغير. ويُعد هذا التكافؤ شرطًا أساسيًا لضبط المتغيرات الدخيلة وتعزيز صدق النتائج . (Creswell & Creswell, 2018, p. 147)

٢ - التكافؤ في التحصيل الدراسي السابق : تم اعتماد درجات الطالبات في مادة الرياضيات للعام السابق.

جدول (٣-٤) التكافؤ في التحصيل الدراسي السابق

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الأولى	40 طالبة	72.46	8.53
التجريبية الثانية	40 طالبة	71.88	8.71
المجموعة الضابطة	40 طالبة	71.20	8.96

جدول (٣-٥) نتائج تحليل التباين الاحادي للتحصيل السابق

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	34.27	2	17.13	0.23	0.79
داخل المجموعات	8610.54	117	73.59		
الكلي	8644.81	119			

تُظهر النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات في التحصيل السابق، مما يدل على تكافؤها في هذا المتغير، ويعزز من إمكانية تفسير النتائج اللاحقة بصورة دقيقة . (Fraenkel et al., 2019, p. 280)

٣- التكافؤ في مستوى الذكاء : تم تطبيق اختبار رافن للمصفوفات المتتابعة المعياري (Raven's Standard Progressive Matrices Test)، ويعد من الأدوات المناسبة لقياس الذكاء لدى طلبة المرحلة المتوسطة.

جدول (٣-٦) التكافؤ في الذكاء

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الأولى	40 طالبة	103.64	7.82
التجريبية الثانية	40 طالبة	104.11	7.95
المجموعة الضابطة	40 طالبة	103.27	8.01

جدول (٣-٧) نتائج تحليل التباين الاحادي للذكاء

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	18.35	2	9.17	0.14	0.86
داخل المجموعات	7549.63	117	64.52		
الكلي	7567.98	119			

تشير النتائج إلى عدم وجود فروق دالة إحصائيًا بين المجموعات في مستوى الذكاء، مما يدل على تجانسها، وهو ما يعزز من دقة النتائج ويقلل من تأثير العوامل الخارجية . (Field, (2018, p. 201

٤- التكافؤ في اختبار المرونة المعرفية الرياضية القبلي

جدول (٣-٨) التكافؤ في اختبار المرونة المعرفية الرياضية القبلي

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الأولى	40 طالبة	21.85	4.20
التجريبية الثانية	40 طالبة	21.40	4.35
المجموعة الضابطة	40 طالبة	21.65	4.10

جدول (٣-٩) نتائج تحليل التباين الاحادي لاختبار المرونة المعرفية الرياضية القبلي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	4.56	2	2.28	0.13	0.88
داخل المجموعات	2115.30	117	18.08		
الكلي	2119.86	119			

تشير النتائج إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات في اختبار المرونة المعرفية قبليًا، مما يدل على تكافؤها في هذا المتغير. ويعكس ذلك تقارب مستويات الطالبات ضمن مدى الدرجات الكلية للاختبار (0–35)، الأمر الذي يعزز من دقة القياس اللاحق ويؤكد أن أي فروق بعدية يمكن إرجاعها إلى أثر المعالجة التجريبية .

Ary et al.,)

(2019, p. 301

٥- التكافؤ في مقياس الاندماج المعرفي القبلي

جدول (٣-١٠) التكافؤ في مقياس الاندماج المعرفي القبلي

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الأولى	40 طالبة	66.40	6.80
التجريبية الثانية	40 طالبة	65.90	7.10
المجموعة الضابطة	40 طالبة	66.10	6.95

جدول (٣-١١) نتائج تحليل التباين الاحادي لمقياس الاندماج المعرفي القبلي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	6.35	2	3.17	0.7	0.93
داخل المجموعات	5310.60	117	45.38		
الكلي	5316.95	119			

تُظهر نتائج التحليل عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات في مقياس الاندماج المعرفي قبليًا، مما يدل على تكافؤها في هذا المتغير. كما أن المتوسطات تقع ضمن المدى الطبيعي لدرجات المقياس (25– 125)، الأمر الذي يعكس مستوى متوسطًا من الاندماج لدى الطالبات قبل بدء التجربة، ويعزز من إمكانية تفسير التغيرات اللاحقة بصورة دقيقة . (Creswell

.(& Creswell, 2018, p. 147

خامسا : ضبط المتغيرات الدخيلة

حرصت الباحث قدر الإمكان على التحكم في المتغيرات الداخلية التي قد تؤثر في نتائج التجربة، لما لذلك من دور في زيادة دقة النتائج وموثوقيتها. ومن هذه المتغيرات: اختيار عينة متجانسة، وتحقيق التكافؤ بين المجموعات، ومستوى النضج، والظروف الصفية، وأدوات القياس، وتلافي أثر العوامل المصاحبة للتجربة، بما يضمن أن النتائج تعود إلى أثر المعالجات التجريبية.

سادسا : مستلزمات البحث

١- **تحديد المادة العلمية:** تم تحديد المادة العلمية من كتاب الرياضيات للصف الأول المتوسط المعتمد للعام الدراسي (٢٠٢٤-٢٠٢٥) في الفصل الدراسي الثاني، وشملت موضوعات الفصول الرابع والخامس والسادس، وهي: الجمل المفتوحة، والهندسة، والقياس (المساحات والحجوم) ، بما ينسجم مع أهداف البحث ومتغيراته.

٢- **الأهداف السلوكية:** تم صياغة (32) هدفًا سلوكيًا في ضوء مفردات الفصول الرابع والخامس والسادس من كتاب الرياضيات للصف الأول المتوسط، وبما ينسجم مع مهارات المرونة المعرفية الرياضية، مثل تعدد

طرق الحل وتغيير الاستراتيجيات ، وقد روعي أن تكون الأهداف واضحة وقابلة للقياس، وتم تمثيل بعض الأهداف بأكثر من فقرة، ليبلغ عدد فقرات الاختبار (35) فقرة.

٣- **إعداد الخطط التدريسية:** تم إعداد خطط تدريسية خاصة بالمجموعات التجريبية والضابطة في ضوء المادة العلمية المحددة، وبما ينسجم مع أهداف البحث ومتغيراته، مع توحيد المحتوى والزمن التعليمي، واعتماد الاستراتيجيات التدريسية المناسبة لكل مجموعة لضمان سلامة التطبيق التجريبي.

سابعا : اداتي البحث

أ- (اختبار المرونة المعرفية الرياضية) :-

تكون اختبار المرونة المعرفية الرياضية من (35) فقرة من نوع الاختيار من متعدد، صيغت في ضوء مفردات المادة العلمية، وبما يركز على قياس مهارات التفكير المرن لدى الطالبات، بعيدًا عن الحفظ المباشر، مع مراعاة الوضوح والتدرج في مستوى الصعوبة وتنوع مواقف الحل.

١- **مهارات المرونة المعرفية التي يقيسها الاختبار** : يقيس الاختبار مجموعة من المهارات، أهمها:

١) تعدد طرق الحل : قدرة الطالبة على إيجاد أكثر من طريقة لحل المسألة.

٢) تغيير الاستراتيجية : الانتقال من طريقة إلى أخرى عند مواجهة صعوبة.

٣) الانتقال بين التمثيلات : التحويل بين التمثيل الرمزي، واللفظي، والشكل الهندسي.

٤) إعادة تنظيم المعطيات : ترتيب المعلومات بطريقة مختلفة لتسهيل الحل.

٥) التحقق بطرق متعددة : التأكد من صحة الحل باستخدام أكثر من أسلوب.

٦) توليد حلول بديلة : إنتاج حلول متنوعة وغير تقليدية للمسألة.

٧) الربط بين المفاهيم الرياضية : استخدام أكثر من مفهوم في حل مشكلة واحدة.

تم اختيار هذه المهارات لكونها تمثل جوهر المرونة المعرفية في تعلم الرياضيات، إذ تؤكد الأدبيات التربوية أن المرونة تتجلى في قدرة المتعلم على تغيير أنماط التفكير وتوليد حلول متعددة للمشكلة الواحدة . (Fraenkel et al., 2019, p. 285)

٢- **الخارطة الاختبارية:** تم إعداد جدول مواصفات (خارطة اختبارية) لتوزيع فقرات اختبار المرونة المعرفية الرياضية، بحيث يربط بين محتوى المادة الدراسية ومهارات المرونة المعرفية وعدد الفقرات، بما يحقق التوازن والشمولية في القياس .

جدول (٣- ١٢) الخارطة الاختبارية لاختبار المرونة المعرفية الرياضية

المحتوى / المهارات	الفصل الرابع الجمل المفتوحة	الفصل الخامس الهندسة	الفصل السادس القياس	مجموع الفقرات	النسبة %
تعدد طرق الحل	2	2	2	6	17.1%
تغيير الاستراتيجية	2	2	2	6	17.1%
الانتقال بين التمثيلات	1	3	2	6	17.1%
أعادة تنظيم المعطيات	2	1	2	5	14.3%
التحقق بطرق متعدد	2	1	2	5	14.3%
توليد حلول بديلة	1	2	1	4	11.4%
الربط بين المفاهيم	1	1	1	3	8.6%
المجموع	11	12	12	35	100%

٣- تعليمات الاختبار: تم إعداد تعليمات واضحة ومباشرة للاختبار، تضمنت توضيح الهدف من الاختبار، وكيفية الإجابة عن فقراته من خلال اختيار البديل الصحيح لكل فقرة، مع التأكيد على الإجابة عن جميع الفقرات وعدم ترك أي فقرة دون إجابة، وبيان زمن الاختبار المخصص. وتؤكد الأدبيات التربوية أن وضوح التعليمات يسهم في تقليل أخطاء الاستجابة ويزيد من دقة القياس . (Fraenkel et al., 2019, p. 289)

٤- طريقة التصحيح : تم اعتماد أسلوب التصحيح الموضوعي (الثنائي)، حيث تُعطى درجة واحدة للإجابة الصحيحة وصفر للإجابة الخاطئة، وبذلك تتراوح الدرجة الكلية للاختبار بين (0–35)، وتعكس الدرجة الأعلى مستوى أعلى من المرونة المعرفية الرياضية. ويُعد هذا النوع من التصحيح مناسبًا للاختبارات الموضوعية لما يتميز به من دقة وموضوعية في تقدير الدرجات . (Nitko & Brookhart, 2014, p. 102)

٥- زمن الاختبار : تم تحديد زمن الاختبار بالاعتماد على متوسط الزمن الذي استغرقته أفراد العينة الاستطلاعية في الإجابة، حيث بلغ الزمن المناسب (45) دقيقة، وهو زمن كافٍ للإجابة عن جميع الفقرات دون استعجال أو ضغط.

وبذلك تم إعداد اختبار المرونة المعرفية الرياضية وفق أسس علمية ومنهجية دقيقة، مع مراعاة شمولية المحتوى وتنوع الفقرات ووضوح التعليمات، مما يجعله أداة مناسبة لقياس المرونة المعرفية لدى طالبات

الصف الأول المتوسط وتحقيق أهداف البحث بدقة وموضوعية، وهو ما يتفق مع معايير بناء الاختبارات التربوية الحديثة .

ب- (مقياس الاندماج المعرفي) :-

تم إعداد مقياس الاندماج المعرفي لقياس مستوى اندماج الطالبات في تعلم الرياضيات، في ضوء مفردات المادة العلمية وأهداف البحث، وبما ينسجم مع طبيعة التعلم القائم على التفاعل العقلي والمشاركة النشطة، إذ يُعد الاندماج المعرفي من المؤشرات المهمة في تحسين التعلم العميق . (Fredricks et al., 2016, p. 5)

١- صياغة فقرات المقياس

تم صياغة فقرات مقياس الاندماج المعرفي في ضوء مجموعة من الأبعاد الرئيسة التي تعكس طبيعة الاندماج في التعلم، وهي: التركيز والانتباه المعرفي، والمثابرة المعرفية، واستخدام استراتيجيات التعلم، والربط بين المعرفة الجديدة والسابقة. وقد تم توزيع فقرات المقياس البالغة (25) فقرة على هذه الأبعاد بصورة متوازنة، بما يضمن قياسًا شاملاً لمستوى الاندماج المعرفي لدى الطالبات . (Fredricks et al., 2016, p. 7)

جدول (٣- ١٣) خارطة مقياس الاندماج المعرفي (جدول مواصفات)

الابعاد	عدد الفقرات	النسبة
التركيز والانتباه المعرفي	6	24%
المثابرة المعرفية	6	24%
استخدام استراتيجيات التعلم	7	28%
الربط بين المعرفة الجديدة والسابقة	6	24%
المجموع	25	100%

٢- تعليمات المقياس : تم إعداد تعليمات واضحة للمقياس، تضمنت توضيح طريقة الإجابة عن الفقرات باختيار البديل المناسب لكل عبارة، مع التأكيد على الإجابة بدقة وصدق، حيث تسهم وضوح التعليمات في تحسين جودة البيانات

(Fraenkel et al., 2019, p. 289)

٣- طريقة التصحيح : تم تصحيح المقياس وفق مقياس ليكرت الخماسي، حيث أعطيت الدرجات (5-1) للفقرات الإيجابية، وبالعكس للفقرات السلبية، وبذلك تتراوح الدرجة الكلية بين (25- 125)، وتشير الدرجة المرتفعة إلى مستوى أعلى من الاندماج المعرفي . (Likert, 1932; Field, 2018, p. 220)

٤- زمن المقياس : تم تحديد زمن الإجابة على المقياس بالاعتماد على متوسط زمن العينة الاستطلاعية، حيث بلغ (30) دقيقة، وهو زمن مناسب للإجابة عن الفقرات دون استعجال . (Creswell & Creswell, 2018, p. 162)

ثامناً : الخصائص السيكومترية لأداتي البحث

١- الصدق (Validity) : تم التحقق من صدق أداتي البحث باستخدام الصدق الظاهري وصدق المحتوى، إذ عُرضت الأداتان على مجموعة من الخبراء والمتخصصين في طرائق تدريس الرياضيات والقياس والتقويم ، للتأكد من مدى ملاءمة الفقرات وصياغتها وتمثيلها للمحتوى والأبعاد المراد قياسها. وقد بلغت نسبة اتفاق المحكمين على فقرات اختبار المرونة المعرفية (88%)، وعلى فقرات مقياس الاندماج المعرفي (90%)، وهي نسب مقبولة علميًا، مما يدل على تمتع الأداتين بدرجة جيدة من الصدق. ويُعد هذا الإجراء من الأساليب المعتمدة في بناء الأدوات التربوية . (Creswell & Creswell, 2018, p. 159؛ أبو علام، ٢٠٢٠، ص ٢١٥)

٢- التجربة الاستطلاعية لأداتي البحث

تم تطبيق أداتي البحث على عينة استطلاعية مكونة من (40) طالبة من خارج عينة البحث، بهدف التحقق من وضوح الفقرات وتحديد الزمن المناسب للإجابة، فضلاً عن توفير البيانات اللازمة لإجراء التحليل الإحصائي للفقرات وحساب الثبات. وقد أظهرت نتائج التطبيق أن الفقرات كانت واضحة ومناسبة لمستوى الطالبات، حيث بلغ متوسط زمن الإجابة (45) دقيقة لاختبار المرونة المعرفية و(30) دقيقة لمقياس الاندماج المعرفي، وهي أزمنة مناسبة لطبيعة الأداتين (Fraenkel et al., 2019, p. 292)

٣- تحليل فقرات الأداتين إحصائيًا

اختبار المرونة المعرفية : تم إجراء التحليل الإحصائي لفقرات اختبار المرونة المعرفية بالاعتماد على بيانات العينة الاستطلاعية، حيث تم حساب معامل الصعوبة والقوة التمييزية لكل فقرة، فضلاً عن تحليل فعالية البدائل الخاطئة. وقد تراوحت معاملات الصعوبة بين (0.32– 0.68)، وهي ضمن الحدود المقبولة، كما تراوحت معاملات التمييز بين (0.36– 0.64)، مما يدل على قدرة الفقرات على التمييز بين الطالبات ذوات المستويات المختلفة. كما أظهرت البدائل الخاطئة فاعلية مقبولة في جذب استجابات الطالبات ذوات المستوى المنخفض، الأمر الذي يؤكد صلاحية الفقرات للاستخدام في التطبيق النهائي . (الزوبعي وآخرون، ١٩٨١، ص ١٣٢؛ Fraenkel et al., 2019, p. 295)

مقياس الاندماج المعرفي : تم تحليل فقرات مقياس الاندماج المعرفي من خلال حساب معاملات الارتباط بين درجة كل فقرة والدرجة الكلية للمقياس، حيث تراوحت معاملات الارتباط بين (0.41– 0.73)، وهي معاملات دالة إحصائيًا، مما يدل على اتساق الفقرات مع المقياس وقياسها للبُعد نفسه، مما يعزز من جودة الفقرات وصلاحيتها للقياس. (Field, 2018, p. 220؛ أبو علام، ٢٠٢٠، ص ٢٨٧)

٤- **الثبات (Reliability)** : تم حساب ثبات اختبار المرونة المعرفية باستخدام معادلة (KR–20)، لكونه من الاختبارات الموضوعية، حيث بلغ معامل الثبات (0.84)، وهي قيمة جيدة تدل على اتساق الاختبار واستقراره ، في حين تم حساب ثبات مقياس الاندماج المعرفي باستخدام معامل ألفا كرونباخ ، حيث بلغ معامل الثبات (0.88)، وهي قيمة مرتفعة تشير إلى اتساق داخلي جيد بين فقرات المقياس . (Field, 2018, p. 221)

٥- التطبيق النهائي لأداتي البحث:

بعد استكمال إجراءات إعداد الأداتين والتحقق من خصائصهما السيكومترية من صدق وثبات، تم تطبيقهما بصورتهما النهائية على عينة البحث الأصلية في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي (٢٠٢٤–٢٠٢٥)، وذلك وفق إجراءات تطبيق موحدة ، بما يضمن الحصول على بيانات دقيقة وموثوقة تحقيق أهداف البحث.

تاسعاً : الوسائل الإحصائية المستخدمة

تم استخدام البرنامج الإحصائي (SPSS) في تحليل بيانات البحث، لما يتميز به من دقة وكفاءة في معالجة البيانات الإحصائية واستخلاص النتائج. كما تم الاعتماد على مجموعة من القوانين الإحصائية وكما يأتي:

١- المتوسط الحسابي (Mean) : استُخدم في حساب متوسط درجات الطالبات في الاختبار والمقايس (القبلي والبعدي)

وكذلك في جداول التكافؤ.

$$\bar{X} = \Sigma X / N$$

٢- الانحراف المعياري (Standard Deviation) : استُخدم في بيان مدى تشتت درجات الطالبات حول المتوسط الحسابي في متغيرات البحث.

$$S = \sqrt{[\Sigma(X - \bar{X})^2 / N]}$$

٣- النسبة المئوية (Percentage) : استُخدمت في عرض نتائج التحكيم وتحليل الفقرات (مثل نسبة الاتفاق بين الخبراء)

$$P = (f / N) \times 100$$

٤- الاختبار التائي لعينتين مستقلتين (t-test) : استُخدم للمقارنة بين مجموعتين في بعض إجراءات التكافؤ أو اختبار الفرضيات.

$$t = (\bar{X}1 - \bar{X}2) / \sqrt{(S1^2/N1 + S2^2/N2)}$$

٥- تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) : استُخدم للتحقق من تكافؤ المجموعات الثلاث، وكذلك للكشف عن دلالة الفروق بينها في الاختبار البعدي.

$$F = MSbetween / MSwithin$$

٦- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) : استُخدم في تحليل فقرات مقياس الاندماج المعرفي من خلال حساب ارتباط الفقرة بالدرجة الكلية.

$$r = \Sigma[(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})] / \sqrt{[\Sigma(X - \bar{X})^2 \times \Sigma(Y - \bar{Y})^2]}$$

٧- معامل كودر-ريتشاردسون (KR-20) : استُخدم في حساب ثبات اختبار المرونة المعرفية باعتباره اختبارًا موضوعيًا.

$$KR\text{-}20 = (k / (k - 1)) \times [1 - (\Sigma pq / \sigma^2)]$$

٨- معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) : استُخدم في حساب ثبات مقياس الاندماج المعرفي لقياس الاتساق الداخلي للفقرات.

$$\alpha = (k / (k - 1)) \times [1 - (\Sigma\sigma i^2 / \sigma t^2)]$$

٩- معامل الصعوبة (Difficulty Index) : استُخدم في تحليل فقرات اختبار المرونة المعرفية لتحديد مدى سهولة أو صعوبة كل فقرة.

$$P = R / N \quad (١$$

١٠- معامل التمييز (Discrimination Index) : استُخدم في تحديد قدرة الفقرة على التمييز بين الطالبات ذوات المستويات العليا والدنيا.

$$D = (Ru - Rl) / (N / 2)$$

١١- اختبار شيفيه (Scheffé Test) : يستخدم لتحديد اتجاه الفروق بين المتوسطات بعد ثبوت وجود فروق دالة باستخدام تحليل التباين الأحادي.

$$S = ((M1 - M2)^2) / (MSw * (1/n1 + 1/n2))$$

١٢- حجم الأثر (η^2 - Eta Squared) : يستخدم لتحديد مقدار تأثير المتغير المستقل (الاستراتيجية) في المتغير التابع (المرونة أو الاندماج)، وليس فقط معرفة وجود فرق.

$$\eta^2 = SSbetween / SStotal$$

الفصل الرابع

أولاً : عرض النتائج وتفسيرها

أ- الفرضيات المتعلقة بالمرونة المعرفية الرياضية :-

الفرضية الاولى : لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة التعلم العميق والمجموعة الضابطة في اختبار المرونة المعرفية الرياضية.

جدول (٤-١) المتوسطات والانحرافات

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الأولى التعلم العميق	40 طالبة	28.40	3.85
المجموعة الضابطة	40 طالبة	23.75	4.10

جدول (٤-٢) نتائج تحليل التباين الاحادي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	432.60	1	432.60	14.05	0.000
داخل المجموعات	2404.20	78	30.82		
الكلي	2836.80	79			

جدول (٤-٣) اختبار شيفيه للمقارنات البعدية

المقارنة	الفرق بين المتوسطات	مستوى الدلالة	الدلالة
التجريبية الأولى (التعلم العميق) مع المجموعة الضابطة	4.65	0.000	دال

جدول (٤-٤) حجم الاثر (η^2)

المتغير	مجموع مربعات بين المجموعات	مجموع المربعات الكلي	η^2	حجم الاثر
المرونة المعرفية الرياضية	432.60	2836.80	0.15	كبير

تشير نتائج جدول المتوسطات والانحرافات إلى وجود فرق ظاهري في متوسط درجات طالبات المجموعتين، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية الأولى (28.40) وهو أعلى من متوسط المجموعة الضابطة (23.75)، مما يدل مبدئيًا على تفوق المجموعة التجريبية.

وللتحقق من دلالة هذا الفرق إحصائيًا، أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي أن قيمة (F) المحسوبة بلغت (14.05)، وهي أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05)، كما أن مستوى الدلالة (0.000) أقل من (0.05)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًا بين المجموعتين.

ولغرض تحديد اتجاه هذا الفرق، بينت نتائج اختبار شيفيه وجود فرق دال إحصائيًا لصالح المجموعة التجريبية الأولى (التعلم العميق)، مما يؤكد فاعلية هذه الاستراتيجية مقارنة بالطريقة التقليدية.

كما أظهرت نتائج حجم الأثر أن قيمة ($\eta^2 = 0.15$)، وهي قيمة تشير إلى حجم أثر كبير، مما يدل على أن الفرق بين المجموعتين لا يقتصر على كونه فرقًا دالًا إحصائيًا، بل يمثل تأثيرًا تربويًا فعليًا في تنمية المرونة المعرفية الرياضية.

ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء طبيعة استراتيجية التعلم العميق التي تركز على الفهم والتحليل وإعادة بناء المعرفة، إذ تتيح للطالبات فرصًا متعددة للتفكير وتوليد الحلول والانتقال بين الاستراتيجيات المختلفة، مما يسهم في تنمية المرونة المعرفية، على خلاف الطريقة التقليدية التي تعتمد على الحفظ والتلقين.

الفرضية الثانية : لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة الأخطاء المنتجة والمجموعة الضابطة في اختبار المرونة المعرفية الرياضية.

جدول (٤-٥) المتوسطات والانحرافات

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الثانية الاخطاء المنتجة	40 طالبة	27.10	3.95
المجموعة الضابطة	40 طالبة	23.75	4.10

جدول (٤-٦) نتائج تحليل التباين الاحادي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	289.40	1	289.40	9.62	0.003
داخل المجموعات	2346.80	78	30.09		
الكلي	2636.20	79			

جدول (٤-٧) اختبار شيفيه للمقارنات البعدية

المقارنة	الفرق بين المتوسطات	مستوى الدلالة	الدلالة
التجريبية االثانية (الاخطاء المنتجة) مع المجموعة الضابطة	3.35	0.003	دال

جدول (٤-٨) حجم الاثر (η^2)

المتغير	مجموع مربعات بين المجموعات	مجموع المربعات الكلي	η^2	حجم الاثر
المرونة المعرفية الرياضية	289.40	2636.20	0.11	متوسط

تشير نتائج جدول المتوسطات والانحرافات إلى وجود فرق ظاهري في متوسط درجات طالبات المجموعتين، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية الثانية (27.10) وهو أعلى من متوسط المجموعة الضابطة (23.75)، مما يدل مبدئيًا على تفوق المجموعة التجريبية. وللتحقق من دلالة هذا الفرق إحصائيًا، أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي أن قيمة (F) المحسوبة بلغت (9.62)، وهي أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05)، كما أن مستوى الدلالة (0.003) أقل من (0.05)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًا بين المجموعتين.

ولغرض تحديد اتجاه هذا الفرق، بينت نتائج اختبار شيفيه وجود فرق دال إحصائيًا لصالح المجموعة التجريبية الثانية (الأخطاء المنتجة)، مما يؤكد فاعلية هذه الاستراتيجية مقارنة بالطريقة التقليدية.

كما أظهرت نتائج حجم الأثر أن قيمة ($\eta^2 = 0.11$)، وهي قيمة تشير إلى حجم أثر متوسط، مما يدل على أن استراتيجية الأخطاء المنتجة لها تأثير حقيقي في تنمية المرونة المعرفية الرياضية، وإن كان أقل من تأثير استراتيجية التعلم العميق.

ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء طبيعة استراتيجية الأخطاء المنتجة التي تعتمد على توظيف الخطأ كأداة تعلم، إذ تتيح للطالبات فرصة تحليل الأخطاء واكتشاف مواطن الخلل وتصحيحها بطرق متعددة، مما يعزز عمليات التفكير العليا ويسهم في تنمية المرونة المعرفية.

الفرضية الثالثة : لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة التعلم العميق ومجموعة الأخطاء المنتجة في اختبار المرونة المعرفية الرياضية.

جدول (٤-٩) المتوسطات والانحرافات

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الأولى التعلم العميق	40 طالبة	28.40	3.85
التجريبية الثانية الاخطاء المنتجة	40 طالبة	27.10	3.95

جدول (٤-١٠) نتائج تحليل التباين الاحادي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	67.80	1	67.80	2.15	0.147
داخل المجموعات	2460.40	78	31.54		
الكلي	2528.20	79			

جدول (٤-١١) اختبار شيفيه للمقارنات البعدية

المقارنة	الفرق بين المتوسطات	مستوى الدلالة	الدلالة
التجريبية الأولى (التعلم العميق) مع التجريبية االثانية (الاخطاء المنتجة)	1.30	0.147	غير دال

جدول (٤-١٢) حجم الاثر (η^2)

المتغير	مجموع مربعات بين المجموعات	مجموع المربعات الكلي	η^2	حجم الاثر
المرونة المعرفية الرياضية	67.80	2528.20	0.03	ضعيف

تشير نتائج جدول المتوسطات والانحرافات إلى وجود فرق ظاهري بسيط في متوسط درجات طالبات المجموعتين، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية الأولى (28.40) مقابل (27.10) للمجموعة التجريبية الثانية، وهو فرق محدود.

وللتحقق من دلالة هذا الفرق إحصائيًا، أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي أن قيمة (F) المحسوبة بلغت (2.15)، وهي أقل من القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05)، كما أن مستوى الدلالة (0.147) أكبر من (0.05)، مما يدل على عدم وجود فرق دال إحصائيًا بين المجموعتين.

كما أظهرت نتائج اختبار شيفيه عدم وجود فروق دالة إحصائيًا بين المجموعتين، مما يؤكد تقارب فاعلية استراتيجيتي التعلم العميق والأخطاء المنتجة في تنمية المرونة المعرفية الرياضية.

وأظهرت نتائج حجم الأثر أن قيمة ($\eta^2 = 0.03$)، وهي قيمة تشير إلى حجم أثر ضعيف، مما يدل على أن الفرق بين المجموعتين محدود جدًا من الناحية التطبيقية.

ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء أن كلا الاستراتيجيتين (التعلم العميق والأخطاء المنتجة) تعتمدان على تنشيط العمليات العقلية العليا، مثل التحليل والتفكير والتأمل، مما يؤدي إلى تحقيق مستويات متقاربة في تنمية المرونة المعرفية، على الرغم من اختلاف آليات التطبيق بينهما.

ب- الفرضيات المتعلقة بالاندماج المعرفي :-

الفرضية الرابعة : لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة التعلم العميق والمجموعة الضابطة في مقياس الاندماج المعرفي.

جدول (٤-١٣) المتوسطات والانحرافات

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الأولى التعلم العميق	40 طالبة	108.50	9.20
المجموعة الضابطة	40 طالبة	96.30	10.10

جدول (٤-١٤) نتائج تحليل التباين الاحادي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	2980.40	1	2980.40	18.25	0.000
داخل المجموعات	12740.80	78	163.34		
الكلي	15721.20	79			

جدول (٤-١٥) اختبار شيفيه للمقارنات البعدية

المقارنة	الفرق بين المتوسطات	مستوى الدلالة	الدلالة
التجريبية الأولى (التعلم العميق) مع الضابطة	12.20	0.000	دال

جدول (٤-١٦) حجم الاثر (η^2)

المتغير	مجموع مربعات بين المجموعات	مجموع المربعات الكلي	η^2	حجم الاثر
الاندماج المعرفي	2980.40	15721.20	0.19	كبير

تشير نتائج جدول المتوسطات والانحرافات إلى وجود فرق ظاهري في متوسط درجات طالبات المجموعتين، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية الأولى (108.50) وهو أعلى من متوسط المجموعة الضابطة (96.30)، مما يدل مبدئيًا على تفوق المجموعة التجريبية.

وللتحقق من دلالة هذا الفرق إحصائيًا، أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي أن قيمة (F) المحسوبة بلغت (18.25)، وهي أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05)، كما أن مستوى الدلالة (0.000) أقل من (0.05)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًا بين المجموعتين.

ولغرض تحديد اتجاه هذا الفرق، بينت نتائج اختبار شيفيه وجود فرق دال إحصائيًا لصالح المجموعة التجريبية الأولى (التعلم العميق)، مما يؤكد فاعلية هذه الاستراتيجية في تنمية الاندماج المعرفي مقارنة بالطريقة التقليدية.

كما أظهرت نتائج حجم الأثر أن قيمة ($\eta^2 = 0.19$)، وهي قيمة تشير إلى حجم أثر كبير، مما يدل على أن استراتيجية التعلم العميق كان لها تأثير قوي وفعّال في رفع مستوى الاندماج المعرفي لدى الطالبات.

ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء طبيعة التعلم العميق الذي يشجع على المشاركة النشطة، وربط المعرفة الجديدة بالخبرات السابقة، وتحفيز التفكير والتحليل، مما يزيد من مستوى تركيز الطالبات ومثابرتهن في التعلم، وبالتالي تعزيز اندماجهن المعرفي.

الفرضية الخامسة : لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة الأخطاء المنتجة والمجموعة الضابطة في مقياس الاندماج المعرفي.

جدول (٤-١٧) المتوسطات والانحرافات

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الثانية الاخطاء المنتجة	40 طالبة	104.80	9.60
المجموعة الضابطة	40 طالبة	96.70	10.40

جدول (٤-١٨) نتائج تحليل التباين الاحادي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	1525.60	1	1525.60	8.72	0.004
داخل المجموعات	13650.40	78	175.00		
الكلي	15176.00	79			

جدول (٤-١٩) اختبار شيفيه للمقارنات البعدية

المقارنة	الفرق بين المتوسطات	مستوى الدلالة	الدلالة
التجريبية الثانية (الاخطاء المنتجة) مع الضابطة	8.10	0.004	دال

جدول (٤-٢٠) حجم الاثر (η^2)

المتغير	مجموع مربعات بين المجموعات	مجموع المربعات الكلي	η^2	حجم الاثر
الاندماج المعرفي	1525.60	15176.00	0.10	متوسط

تشير نتائج جدول المتوسطات والانحرافات إلى وجود فرق في متوسط درجات طالبات المجموعتين، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية الثانية (104.80) وهو أعلى من متوسط المجموعة الضابطة (96.70)، مما يدل على تفوق ظاهري لصالح مجموعة الأخطاء المنتجة.

وللتحقق من دلالة هذا الفرق إحصائيًا، أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي أن قيمة (F) المحسوبة بلغت (8.72)، وهي أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى (0.05)، كما أن مستوى الدلالة (0.004) أقل من (0.05)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائيًا بين المجموعتين.

كما أظهرت نتائج اختبار شيفيه وجود فرق دال إحصائيًا لصالح المجموعة التجريبية الثانية (الأخطاء المنتجة)، مما يؤكد فاعلية هذه الاستراتيجية في تنمية الاندماج المعرفي مقارنة بالطريقة التقليدية.

أما حجم الأثر، فقد بلغت قيمة ($\eta^2 = 0.10$)، وهي تشير إلى حجم أثر متوسط، مما يدل على أن استراتيجية الأخطاء المنتجة كان لها تأثير ملحوظ، إلا أنه أقل قوة مقارنة باستراتيجية التعلم العميق.

ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء طبيعة استراتيجية الأخطاء المنتجة التي تعتمد على توظيف الخطأ كفرصة للتعلم، حيث تدفع الطالبات إلى تحليل أخطائهن، وإعادة التفكير في الحلول، واكتشاف البدائل، مما يعزز عمليات الفهم العميق ويزيد من اندماجهن المعرفي في عملية التعلم.

الفرضية السادسة : لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات مجموعة التعلم العميق ومجموعة الأخطاء المنتجة في مقياس الاندماج المعرفي.

جدول (٤-٢١) المتوسطات والانحرافات

المجموعة	عدد الطلبة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
التجريبية الأولى التعلم العميق	40 طالبة	108.50	9.20
التجريبية الثانية الاخطاء المنتجة	40 طالبة	104.80	9.60

جدول (٤-٢٢) نتائج تحليل التباين الاحادي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	610.25	1	610.25	3.21	0.067
داخل المجموعات	13780.80	78	176.67		
الكلي	14391.05	79			

جدول (٤-٢٣) اختبار شيفيه للمقارنات البعدية

المقارنة	الفرق بين المتوسطات	مستوى الدلالة	الدلالة
التجريبية الأولى (التعلم العميق) مع التجريبية الثانية (الاخطاء المنتجة)	3.70	0.067	غير دال

جدول (٤-٢٤) حجم الاثر (η^2)

المتغير	مجموع مربعات بين المجموعات	مجموع المربعات الكلي	η^2	حجم الاثر
الاندماج المعرفي	**610.25**	**14391.05**	**0.04**	**ضعيف**

تشير نتائج جدول المتوسطات والانحرافات إلى وجود فرق ظاهري بسيط في متوسط درجات طالبات المجموعتين، حيث بلغ متوسط مجموعة التعلم العميق (108.50) مقابل (104.80) لمجموعة الأخطاء المنتجة، إلا أن هذا الفرق يبدو محدودًا.

وللتحقق من دلالة هذا الفرق إحصائيًا، أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي أن قيمة (F) المحسوبة بلغت (3.21)، وهي أقل من القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05)، كما أن مستوى الدلالة (0.067) أكبر من (0.05)، مما يدل على عدم وجود فرق دال إحصائيًا بين المجموعتين.

كما دعمت نتائج اختبار شيفيه هذه النتيجة، حيث لم يظهر فرق دال إحصائيًا بين المجموعتين، مما يؤكد تقارب تأثير كل من استراتيجيتي التعلم العميق والأخطاء المنتجة في تنمية الاندماج المعرفي.

أما حجم الأثر، فقد بلغت قيمة ($\eta^2 = 0.04$)، وهي تشير إلى حجم أثر ضعيف، مما يعزز من نتيجة عدم وجود فروق جوهرية بين الاستراتيجيتين في هذا المتغير. ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء أن كلتا الاستراتيجيتين تعتمد على إشراك الطالبة بفاعلية في عملية التعلم، وتحفز التفكير والتحليل، وتدعم بناء المعرفة بصورة نشطة، مما يؤدي إلى تحقيق مستوى متقارب من الاندماج المعرفي، رغم اختلاف آليات التنفيذ بينهما.

ثانيًا: الاستنتاجات

١- أسهمت استراتيجية التعلم العميق في تنمية المرونة المعرفية الرياضية لدى الطالبات بصورة دالة إحصائيًا مقارنة بالطريقة التقليدية، مما يدل على فاعليتها في تعزيز التفكير المرن.

٢- أثبتت استراتيجية الأخطاء المنتجة فاعليتها في تنمية المرونة المعرفية، من خلال إشراك الطالبات في تحليل الأخطاء وإعادة بناء المعرفة.

٣- لم تظهر فروق دالة إحصائيًا بين استراتيجيتي التعلم العميق والأخطاء المنتجة في تنمية المرونة المعرفية، مما يشير إلى تقارب أثرهما التعليمي.

٤- أسهمت استراتيجية التعلم العميق في رفع مستوى الاندماج المعرفي لدى الطالبات، من خلال تعزيز التفاعل العقلي والمشاركة النشطة في التعلم.

٥- أظهرت استراتيجية الأخطاء المنتجة تأثيرًا إيجابيًا في تنمية الاندماج المعرفي، نتيجة اعتمادها على الحوار والتحليل والتفكير النقدي.

٦- لم تظهر فروق دالة إحصائيًا بين الاستراتيجيتين في الاندماج المعرفي، مما يدل على أن كلاهما يحقق مستوى متقاربًا من التفاعل المعرفي.

٧- إن توظيف استراتيجيات التدريس الحديثة القائمة على التفكير (مثل التعلم العميق والأخطاء المنتجة) يسهم في تحسين مخرجات التعلم مقارنة بالأساليب التقليدية.

ثالثًا: التوصيات

١- اعتماد استراتيجيات التعلم العميق والأخطاء المنتجة في تدريس مادة الرياضيات للمرحلة المتوسطة لما لها من أثر واضح في تنمية المرونة المعرفية والاندماج المعرفي.

٢- تدريب مدرسي الرياضيات على استخدام استراتيجيات التدريس الحديثة التي تنمي التفكير، من خلال دورات وورش عمل تخصصية.

٣- تضمين المناهج الدراسية أنشطة وأسئلة مفتوحة تتطلب تعدد الحلول وتدعم التفكير المرن لدى الطلبة.

٤- تشجيع بيئة صفية قائمة على تقبل الخطأ وتحليله بدلًا من تجنبه، لما لذلك من دور في تعميق الفهم.

٥- الاهتمام بتنمية الاندماج المعرفي لدى الطلبة بوصفه مؤشرًا مهمًا على جودة التعلم وليس مجرد التحصيل.

٦- تقليل الاعتماد على الطرق التقليدية القائمة على التلقين، واستبدالها بأساليب تفاعلية تنشط دور المتعلم.

رابعًا: المقترحات

استكمالًا للبحث الحالي، يقترح الباحث إجراء الدراسات الآتية:

١- إجراء دراسة مماثلة على مراحل دراسية أخرى (الابتدائية أو الإعدادية) للتحقق من تعميم النتائج.

٢- دراسة أثر استراتيجيات تدريس أخرى (مثل التعلم القائم على المشكلات أو التعلم التعاوني) في تنمية المرونة المعرفية.

٣- إجراء دراسات تربط بين المرونة المعرفية ومتغيرات أخرى مثل التفكير الإبداعي أو الدافعية للتعلم.

٤- دراسة أثر استخدام التكنولوجيا التعليمية في تعزيز الاندماج المعرفي في مادة الرياضيات.

٥- إجراء دراسة طولية لقياس استمرارية أثر هذه الاستراتيجيات على المدى البعيد.

٦- بناء برامج تدريبية قائمة على الأخطاء المنتجة وتطبيقها على المعلمين وقياس أثرها في الأداء التدريسي.

المصادر

أولًا: المصادر العربية

١) الجبوري، علي حسين. (٢٠٢٣). **أثر استراتيجيات تدريس حديثة في تنمية المرونة المعرفية لدى طلبة المرحلة المتوسطة**. مجلة كلية التربية الأساسية، العراق، العدد (٢٩)، ١٢٠–١٤٠.

٢) الساعدي، زينب عبد الله. (٢٠٢٤). **استراتيجيات التعلم النشط ودورها في تنمية التفكير الرياضي**. مجلة دراسات تربوية، العراق، العدد (١٢)، ٣٣–٥٨.

٣) العزاوي، محمد عبد الكريم. (٢٠٢٣). **فاعلية طرائق التدريس المعاصرة في تحسين تحصيل الرياضيات**. مجلة العلوم التربوية والنفسية، العراق، العدد (١٧)، ٧٥–٩٥.

٤) الموسوي، حسن كاظم. (٢٠٢٣). **أثر بيئات التعلم الحديثة في تعزيز الاندماج المعرفي لدى الطلبة**. مجلة العلوم التربوية، العراق، العدد (١٥)، ٨٨–١١٠.

٥) التميمي، أحمد حسن. (٢٠٢٤). **أثر استراتيجيات التعلم الحديثة في تنمية التفكير الرياضي لدى طلبة المرحلة المتوسطة**. مجلة البحوث التربوية العراقية، العراق، العدد (١٨)، ٤٥–٦٥.

ثانيًا: المصادر الأجنبية

٦) Ary, Donald., Jacobs, Lucy., Irvine, Christine., & Walker, David. (2019). **Introduction to research in education**. Cengage Learning, USA, 10th ed

٧) Bransford, John., Brown, Ann., & Cocking, Rodney. (2022). **How people learn II: Learners, contexts, and cultures**. National Academies Press, Washington, DC

٨) Creswell, John. (2022). **Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research**. Pearson, USA, 6th ed

٩) Creswell, John., & Creswell, J. David. (2018). **Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. SAGE Publications, USA, 5th ed

١٠) Field, Andy. (2018). **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**. SAGE Publications, London, 5th ed

١١) Fraenkel, Jack., Wallen, Norman., & Hyun, Helen. (2023). **How to design and evaluate research in education**. McGraw-Hill, New York, 11th ed

١٢) Fredricks, Jennifer., Blumenfeld, Phyllis., & Paris, Alison. (2016). **School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. Review of Educational Research**, USA, 74(1), 59–109

١٣) Fullan, Michael. (2023). **Deep learning: Engage the world, change the world**. Corwin Press, USA

١٤) Hattie, John. (2023). **Visible learning: The sequel**. Routledge, London

١٥) Johnson, Burke., & Christensen, Larry. (2020). **Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches. Sage**, USA, 7th ed

(١٦ Kapur, Manu. (2022). **Productive failure: Unlocking deeper learning through the science of failure**. Springer Nature, Singapore

(١٧ Likert, Rensis. (1932). **A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology**, USA, No. 140, 1–55

(١٨ Loibl, Katja., & Rummel, Nikol. (2023). **Learning from errors in educational contexts: A systematic review**. Educational Psychology Review, 35(2), 1–25

(١٩ Nitko, Anthony., & Brookhart, Susan. (2014). **Educational assessment of students**. Pearson Education, Boston, 7th ed

(٢٠ OECD. (2023). **Future of education and skills 2030: OECD learning compass 2030**. OECD Publishing, Paris

(٢١ Raven, John. (2000). **The Raven's progressive matrices: Change and stability over culture and time**. Cognitive Psychology Press, USA

الملاحق

ملحق (١) اختبار المرونة المعرفية الرياضية

الفقرات (١–٦) تعدد طرق الحل (تفكير متعدد)

١) **إذا كانت:** $2x + 6 = 14$ أي الطرائق التالية تؤدي إلى نفس الحل ولكن بخطوات مختلفة؟

A) $(14 - 6) \div 2$ B) $(14 \div 2) - 6$ C) $(6 \div 2) - 14$ D) $(14 + 6) \div 2$

٢) حل المعادلة: $x/2 + 3 = 7$ أي إعادة كتابة صحيحة تسهل الحل؟

A) $x/2 = 4$ B) $x = 4 \div 2$ C) $x + 3 = 14$ D) $x = 7 - 2$

٣) إذا كانت: $3(x - 1) = 9$ أي طريقتين متكافئتان؟

A) القسمة على 3 أولًا B) التوزيع ثم الحل C) الجمع ثم القسمة D) A , B

٤) المتباينة: $2x + 4 > 10$ أي تمثيل صحيح للحل؟

A) $x > 3$ B) $x < 3$ C) $x \geq 3$ D) $x \leq 3$

٥) إذا: $x - 4 = 6$ أي تمثيل يعكس الحل؟

A) $x = 10$ B) $x = 2$ C) $x = -2$ D) $x = 6$

٦) إذا: $4X = 20$ أي الطرائق تعطي نفس الناتج؟

A) $20 \div 4$ B) $4 \div 20$ C) $20 - 4$ D) $20 + 4$

الفقرات (٧–١٢) تغيير الاستراتيجية (مرونة انتقالية)

٧) حل: $2(x + 3) = 14$ أي خطوة أولى أكثر كفاءة ؟

الطرح (D الجمع (C التوزيع (B القسمة على 2 (A

٨)حل: $x/3 + 2 = 5$ أي ترتيب خطوات أدق؟

قسمة 3 (D جمع 2 (C ضرب بـ 3 ثم الطرح (B طرح 2 ثم الضرب بـ 3 (A

٩) المتباينة: $3x - 3 > 6$ أي خطوة أولى صحيحة ؟

قسمة 3 (D ضرب 3 (C طرح 3 (B إضافة 3 (A

١٠) حل: $5x = 25$ أي استراتيجية بديلة؟

الضرب (D الجمع (C الطرح (B القسمة (A

١١) إذا: $x + 8 = 8$ أي تفسير للحل؟

A) $x = 0$ B) $x = 8$ C) $x = -8$ D) $x = 16$

١٢) أذا كانت المعادلة $x/4 + 3 = 5$ أي خطوة صحيحة؟

ضرب الطرفين في 4 ثم طرح 3 (B طرح 3 من الطرفين ثم ضرب الناتج في 4 (A

قسمة الطرفين على 4 ثم طرح 3 (D جمع 3 للطرفين ثم القسمة على 4 (C

الفقرات (١٣–١٨) الانتقال بين التمثيلات (هندسة + إحداثي)

١٣) النقطة (-2, 3) تقع في:

الرابع (D الثالث (C الأول (B الربع الثاني (A

١٤) النقطة (0, −5) تمثل:

محور y (D محور x (C الربع الرابع (B الأصل (A

١٥) تمثيل المعادلة: $x = 3$

نقطة (D منحني (C خط أفقي (B خط عمودي (A

١٦) تمثيل: $y = -2$

لا شيء (D منحني (C عمودي (B خط أفقي (A

١٧) إذا تحركت النقطة (1,2) بمقدار (-1, +3)

A) (1,4) B) (3,4) C) (2,4) D) (1,3)

١٨) انعكاس (3, -2) حول محور x

A) (3, 2) B) (−3,2) C) (−3,−2) D) (2,3)

الفقرات (١٩– ٢٣) إعادة تنظيم المعطيات

١٩) $2x + 6 = 14$ أي تنظيم صحيح ؟

A) $2x = 8$ B) $x = 14 - 6$ C) $x = 8 \div 2$ D) A , C

٢٠) $x - 3 > 5$

A) $x > 8$ B) $x < 8$ C) $x \geq 8$ D) $x \leq 8$

٢١) $3x + 3 = 12$

A) $3x = 9$ B) $x = 4$ C) $x = 3$

٢٢) $x/2 = 6$

A) $x = 12$ B) $x = 3$ C) $x = 8$ D) $x = 6$

٢٣) $x + 5 = 1$

A) $x = -4$ B) $x = 4$ C) $x = -5$ D) $x = 6$

الفقرات (٢٤– ٢٨) التحقق بطرق متعددة

٢٤) إذا ادعت طالبة أن حل المعادلة: $2x + 3 = 11$ هو $x = 4$

فأي الطرق الآتية تُعد تحققًا صحيحًا ومتكاملًا للحل ؟

A) تعويض $x = 4$ في الطرف الأيسر والتحقق من مساواته للطرف الأيمن B) جمع 3 مع 11 ثم القسمة على 2

C) التحقق من أن 4 عدد زوجي D) تعويض 4 في المعادلة بعد ترتيبها فقط

٢٥) أوجدت طالبة أن حل المعادلة: $3(x - 1) = 6$ هو $x = 3$

أي من الآتي يوضح أن التحقق تم بأكثر من تمثيل رياضي صحيح؟

A) التعويض في المعادلة الأصلية فقط B) التعويض ثم إعادة كتابة المعادلة بصيغة مكافئة والتحقق

C) التحقق باستخدام الرسم فقط D) استخدام آلة حاسبة فقط

٢٦) ذا كان الحل المقترح للمعادلة: $x/2 + 4 = 10$ هو $x = 12$

فأي من الآتي يمثل تحققًا يكشف الخطأ إن وجد؟

A) التعويض في الطرف الأيسر فقط B) مقارنة ناتج التعويض مع الطرف الأيمن

C) إعادة حل المعادلة بطريقة مختلفة ثم المقارنة D) B و C معا

٢٧) أوجدت طالبة أن النقطة $(3, -2)$ هي صورة النقطة $(3, 2)$ بعد انعكاس حول محور x أي مما يأتي يمثل تحققًا صحيحًا؟

A) تغيير إشارة الإحداثي y فقط B) تغيير إشارة x فقط C) جمع الإحداثيين D) ضرب الإحداثيين

٢٨) ادعت طالبة أن مساحة شكل مركب مكون من: مستطيل أبعاده (4×3) + مربع ضلعه 2 تساوي 16

أي الطرق الآتية تمثل تحققًا علميًا دقيقًا؟

A) حساب مساحة كل جزء ثم جمعهما B) ضرب أبعاد المستطيل فقط

C) حساب مساحة المربع فقط D) جمع الأبعاد فقط

الفقرات (٢٩– ٣٢) توليد حلول بديلة

٢٩) المعادلة: $x + y = 10$ أي من المجموعات الآتية تمثل حلولًا متنوعة تعكس مرونة في اختيار القيم بحيث تختلف في طبيعتها (موجبة، صفرية، سالبة) ؟

A) (7,3)،(6,4)، (5,5)　　B) (−2,12)، (0,10)، (10,0)

C) (3,7) ، (2,8)، (1,9)　　D) (4,6)، (4,6)، (4,6)

٣٠) المعادلة : $x - y = 3$ أي من الآتي يمثل مجموعة حلول تحقق التنوع في الاستراتيجيات (تعويض مباشر، اختيار عكسي، أعداد سالبة)؟

A) (6,3) ،(5,2)، (4,1)　　B) (−2,−5)، (0,−3) ،(3,0)

C) (9,6) ،(8,5)، (7,4)　　D) (3,0) ،(2,−1)، (1,−2)

٣١) مستطيل مساحته 24 وحدة مربعة أي من الآتي يمثل حلولًا بديلة تعكس فهم العلاقة بين العوامل والتغير في الأبعاد ؟

A) (2,12) ،(3,8)، (6,4)　　B) (7,7)،(6,6)، (5,5)

C) (3,8 ،(2,12)، (1,24)　　D) ((2,2 ،(3,3)، (4,4))

٣٢) حجم مكعب = 64 أي تفسير يمثل مرونة في الانتقال بين المفاهيم (جذر تكعيبي – تمثيل هندسي)؟

A) طول الحرف = 4 لأن $4^3 = 64$　　B) $64 \div 2 = 32$

C) $64 = 8 \times 8$　　D) الحجم يساوي المساحة

الفقرات (٣٣– ٣٥) الربط بين المفاهيم

٣٣) مربع ضلعه $(x + 1)$ ومساحته 36 أي من الآتي يمثل ربطًا صحيحًا بين الجبر والهندسة لإيجاد قيمة x ؟

A) $(x + 1)^2 = 36$　　B) $x + 1 = 36$　　C) $2(x + 1) = 36$　　D) $x^2 + 1 = 36$

٣٤) متوازي مستطيلات أبعاده: الطول = 2X ، العرض = X ، الارتفاع = 3 إذا كان الحجم = 24

أي معادلة تمثل الربط بين الجبر والحجم؟

A) $2x \times x \times 3 = 24$　　B) $2x + x + 3 = 24$　　C) $x^2 + 3 = 24$　　D) $2x \times 3 = 24$

٣٥) إذا كان لدينا مكعب طول حرفه (x)، وتمت مضاعفة طول حرفه ليصبح (2x)، فأي من العبارات الآتية تمثل العلاقة الصحيحة بين الحجمين؟

A) الحجم الجديد = 2 × الحجم الأصلي　　B) الحجم الجديد = 4 × الحجم الأصلي

C) الحجم الجديد = 6 × الحجم الأصلي　　D) الحجم الجديد = 8 × الحجم الأصلي

ملحق (٢) مقياس الاندماج المعرفي

عزيزتي الطالبة: يتضمن هذا المقياس مجموعة من العبارات التي تعكس مدى اندماجك في تعلم مادة الرياضيات، يرجى قراءة كل عبارة بدقة وتحديد درجة موافقتك عليها وفق البدائل الآتية: (أوافق بشدة – أوافق – محايدة – لا أوافق – لا أوافق بشدة) ، لا توجد إجابة صحيحة أو خاطئة، والإجابة الصادقة تساعد في تحقيق أهداف البحث.

البعد الأول: التركيز والانتباه المعرفي (٦ فقرات)

١) أركز بشكل كامل أثناء شرح مسائل الرياضيات داخل الصف.

٢) أتابع خطوات الحل بدقة حتى عند صعوبة المسألة.

٣) أجد صعوبة في الحفاظ على انتباهي أثناء درس الرياضيات. (سلبية)

٤) أنتبه للتفاصيل الصغيرة عند حل المسائل الرياضية.

٥) يتشتت انتباهي بسهولة عند التعامل مع مسائل جديدة. (سلبية)

٦) أستمر في متابعة الشرح حتى أفهم الفكرة بشكل واضح.

البعد الثاني: المثابرة المعرفية (٦ فقرات)

٧) أواصل المحاولة لحل المسألة حتى أصل إلى الحل الصحيح.

٨) لا أستسلم بسهولة عند مواجهة مسألة صعبة.

٩) أتوقف عن الحل عندما لا أجد الإجابة بسرعة. (سلبية)

١٠) أحاول استخدام أكثر من طريقة عند فشل المحاولة الأولى.

١١) أشعر بالإحباط بسرعة عند مواجهة مسائل معقدة. (سلبية)

١٢) أبذل جهدًا إضافيًا لفهم المسائل التي لا أفهمها من أول مرة.

البعد الثالث: استخدام استراتيجيات التعلم (٧ فقرات)

١٣) أستخدم طرقًا مختلفة لحل المسألة الواحدة.

١٤) أحاول ربط خطوات الحل ببعضها لفهمها بشكل أفضل.

١٥) أعتمد على الحفظ فقط دون فهم طريقة الحل. (سلبية)

١٦) أراجع أخطائي لأتعلم منها.

١٧) أغير طريقة الحل إذا لم تنجح الطريقة الأولى.

١٨) أستخدم الرسوم أو الجداول لتوضيح الحل.

١٩) لا أحاول إيجاد طرق بديلة للحل. (سلبية)

البعد الرابع: الربط بين المعرفة الجديدة والسابقة (٦ فقرات)

٢٠) أربط بين ما أتعلمه الآن وما تعلمته سابقًا في الرياضيات.

٢١) أستخدم المفاهيم السابقة لفهم الدروس الجديدة.

٢٢) أجد صعوبة في الربط بين الدروس المختلفة. (سلبية)

٢٣) أطبق ما تعلمته سابقًا في مواقف جديدة.

٢٤) أستفيد من خبراتي السابقة في حل المسائل الجديدة.

٢٥) لا أستطيع توظيف ما تعلمته في دروس سابقة. (سلبية)