فاعلية التعلم القائم على الأخطاء في تصويب التصورات البديلة وتنمية التفكير التأملي في مادة الرياضيات لدى طلبة المرحلة المتوسطة

أ.م.د عدي هاشم علوان
(قسم معلم صفوف اولى – كلية التربية الاساسية – جامعة ميسان)
odayhashim74@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-9769-2351

الملخص :
يهدف هذا البحث إلى التعرف على فاعلية التعلم القائم على تحليل الأخطاء في تصويب التصورات البديلة وتنمية التفكير التأملي لدى طالبات الصف الثاني المتوسط في مادة الرياضيات. اعتمد البحث المنهج شبه التجريبي باستخدام تصميم المجموعتين المتكافئتين مع القياس القبلي والبعدي، إذ تألفت عينة البحث من (70) طالبة وُزعن إلى مجموعتين: تجريبية تضم (35) طالبة درست وفق استراتيجية التعلم القائم على تحليل الأخطاء، وضابطة تضم (35) طالبة درست بالطريقة الاعتيادية. ولتحقيق أهداف البحث أعدّ الباحث أداتين هما: اختبار التصورات البديلة المكوّن من (30) فقرة من نوع الاختيار من متعدد، ومقياس التفكير التأملي المكوّن من (24) فقرة وفق مقياس ليكرت الخماسي. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات المجموعتين في التطبيق البعدي لاختبار التصورات البديلة ومقياس التفكير التأملي لصالح المجموعة التجريبية، كما كشفت النتائج عن وجود علاقة ارتباطية سالبة دالة بين انخفاض التصورات البديلة وارتفاع التفكير التأملي. وتشير قيم حجم الأثر إلى أن استراتيجية التعلم القائم على تحليل الأخطاء كان لها تأثير تربوي كبير في تحسين الفهم المفاهيمي وتنمية التفكير التأملي في تعلم الرياضيات. وفي ضوء ذلك يوصي البحث بتوظيف تحليل الأخطاء في تدريس الرياضيات وتعزيزه ضمن برامج إعداد المعلمين والممارسات الصفية الداعمة للتعلم العميق.

الكلمات المفتاحية : التعلم القائم على تحليل الأخطاء، التصورات البديلة، التفكير التأملي، تعليم الرياضيات، التغيير المفاهيمي.

The Effectiveness of Error-Based Learning in Correcting Alternative Conceptions and Developing Reflective Thinking in Mathematics among Middle School Students

Assoc. Prof. Dr. Oday Hashim Alwan
Department of Primary Education – College of Basic Education – University of Misan
Email: odayhashim74@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-9769-2351

Abstract :
This study aims to investigate the effectiveness of error-based learning in correcting alternative conceptions and developing reflective thinking among second-grade intermediate female students in mathematics. The study adopted a quasi-experimental design using two equivalent groups with pre- and post-testing. The sample consisted of (70) students distributed into two groups: an experimental group (35 students) taught using an error-based learning strategy, and a control group (35 students) taught using the traditional method. Two instruments were developed: an alternative conceptions test consisting of (30) multiple-choice items and a reflective thinking scale consisting of (24) items based on a five-point Likert scale. The statistical results revealed significant differences at the level of (0.05) between the mean scores of the two groups in the post-application of both instruments in favor of the experimental group. The results also indicated a significant negative correlation between the decrease in alternative conceptions and the increase in reflective thinking. The large effect size values indicate that error-

based learning had a substantial educational impact on improving conceptual understanding and enhancing reflective thinking in mathematics learning. The study recommends integrating error analysis as an effective instructional approach in mathematics teaching and incorporating it into teacher preparation programs and classroom practices that support deep learning.

Keywords: Error-Based Learning, Alternative Conceptions, Reflective Thinking, Mathematics Education, Conceptual Change.

الفصل الاول

اولا : مشكلة البحث :

تشير الدراسات التربوية الحديثة إلى أن التصورات البديلة في الرياضيات تمثل تحدياً معرفياً مركزيًا أمام تعلم الطلبة في المرحلة المتوسطة، حيث تستمر الأفكار الخاطئة في الظهور حتى بعد التدريس التقليدي للمفاهيم الرياضية، وذلك لأنها متأصلة في البناء المعرفي للمتعلم ولا تقتصر على أخطاء حسابية فحسب، بل تشمل سوء فهم العلاقات المفاهيمية الأساسية، مما يؤثر سلباً على قدرة الطلاب على حل المشكلات والاستدلال الرياضي (Dresel et al., 2024)

على الرغم من هذا الوجود المستمر للتصورات البديلة، فإن غالبية الاستراتيجيات التعليمية التقليدية تعالج الأخطاء كمخرجات غير مرغوبة يجب تصحيحها سريعاً دون تحليل أسبابها الأساسية، وهو ما دفع الباحثين نحو تبنّي التعلّم القائم على الأخطاء كنهج تعليمي بنّاء، حيث يُنظر إلى الأخطاء كأدوات معرفية تساعد على كشف أبعاد التفكير الخاطئ وإعادة بنائه، إذ أظهرت الأبحاث أن تحليل الأخطاء داخل بيئة تعليمية منظمة يمكن أن يُحسن فهم الطلاب للمفاهيم ويعزّز تفاعلهم مع المحتوى . (Khasawneh, 2023)

وبالإضافة إلى معالجة التصورات البديلة، يُعد التفكير التأملي مهارة معرفية مركزية في تعلم الرياضيات العميق، إذ يُمكّن الطلاب من مراجعة خطواتهم واستراتيجياتهم في حل المشكلات، والتعرّف على مصادر الخطأ والتحسين الذاتي للأداء، وقد أشارت الدراسات العربية الحديثة إلى علاقة ارتباطية بين وجود التصورات البديلة وضعف التفكير التأملي لدى المتعلمين، مما يُبرز أهمية تضمين هذه المهارة كهدف تربوي أساسي في تصميم التدخلات التعليمية. (ناجي, 2022)

رغم أهمية كل من التعلّم القائم على الأخطاء والتفكير التأملي في تحسين الفهم الرياضي، فإن الدراسات التي تقيس بشكل تجريبي وممنهج أثر التعلم القائم على الأخطاء في كل من: (أ) تصويب التصورات البديلة، و(ب) تنمية مهارات التفكير التأملي لدى طلاب المرحلة المتوسطة لا تزال قليلة، خاصة في الأوساط التعليمية العربية، كما تفتقر غالبية الدراسات إلى تصميمات بحثية صارمة وأدوات قياس معيارية مشتركة لكل المتغيرات، مما يشكل فجوة معرفية تحتاج إلى بحثٍ دقيق يُسهم في سدّها. (Shimizu, 2025)

بالتالي يمكن صياغة المشكلة بالسؤال التالي :-

ـ ما مدى فاعلية التعلم القائم على تحليل الأخطاء في تصويب التصورات البديلة وتنمية مهارات التفكير التأملي لدى طلبة المرحلة المتوسطة في مادة الرياضيات؟

ثانيا : أهمية البحث :

تنبع أهمية هذا البحث من كونه يتناول إحدى الإشكاليات المعرفية العميقة في تعليم الرياضيات، وهي استمرار التصورات البديلة لدى طلبة المرحلة المتوسطة، رغم التعرض المتكرر للمحتوى الدراسي. وتشير الأدبيات الحديثة إلى أن هذه التصورات لا تزول بالشرح المباشر، بل تتطلب تدخلات تعليمية قائمة على إعادة البناء المفاهيمي والتحليل العميق لأنماط الخطأ (Dresel et al., 2024)

ومن هنا تأتي أهمية البحث في تقديم مدخل منهجي يعالج جذور الخطأ لا مظاهره السطحية ، كما تبرز أهمية البحث في اعتماده التعلم القائم على تحليل الأخطاء بوصفه اتجاهاً معاصراً في تعليم الرياضيات، حيث تشير الدراسات الحديثة إلى أن البيئات الصفية التي تتعامل مع الخطأ بوصفه فرصة تعلم تسهم في تحسين الفهم المفاهيمي وتعزيز المشاركة الصفية وجودة التفسير الرياضي . (Khasawneh, 2023)

وبالتالي فإن البحث يسهم في نقل الممارسات الصفية من ثقافة تجنب الخطأ إلى ثقافة استثماره معرفياً ، وتتجلى أهمية البحث أيضاً في تركيزه على تنمية التفكير التأملي، وهو من مؤشرات التعلم العميق والوعي ما وراء المعرفي،

إذ تؤكد الدراسات الحديثة أن التفكير التأملي يرتبط إيجابياً بتحسن القدرة على حل المشكلات الرياضية واتخاذ قرارات معرفية واعية أثناء التعلم . (Shimizu, 2025)

وعليه فإن الربط بين تحليل الأخطاء وتنمية التفكير التأملي يعزز من جودة التعلم لا من نتائجه فقط ، أما على المستوى العربي، فتؤكد بعض الدراسات وجود علاقة بين انتشار التصورات البديلة وضعف مهارات التفكير العليا لدى الطلبة، مما يعكس الحاجة إلى تدخلات تعليمية نوعية تسد هذه الفجوة البحثية في البيئة التعليمية العربية (ناجي، 2022) ومن ثم فإن هذا البحث يقدّم إضافة تطبيقية ومنهجية في سياق محلي يحتاج إلى أدلة تجريبية رصينة.

وتتحدد أهمية البحث في النقاط الآتية :

1) معالجة علمية منهجية للتصورات البديلة في الرياضيات بدل الاكتفاء بالتصحيح التقليدي.
2) توظيف التعلم القائم على الأخطاء كمدخل تربوي حديث مدعوم بالأدلة البحثية المعاصرة.
3) تنمية مهارات التفكير التأملي بوصفها مؤشراً للتعلم العميق والمستدام.
4) سد فجوة بحثية في الدراسات العربية التي تربط بين المتغيرات الثلاثة في إطار تجريبي واحد.
5) تقديم نموذج تطبيقي يمكن الإفادة منه في تطوير برامج إعداد المعلمين وتحديث طرائق التدريس.
6) تعزيز القيمة العلمية للبحث بوصفه دراسة ذات بعد نظري وتطبيقي مناسب للترقية الأكاديمية.

ثالثا: أهداف البحث

1- قياس فاعلية التعلم القائم على تحليل الأخطاء في تصويب التصورات البديلة لدى طالبات الصف الثاني المتوسط.
2- قياس أثر التعلم القائم على تحليل الأخطاء في تنمية التفكير التأملي لدى طالبات الصف الثاني المتوسط.
3- الكشف عن العلاقة بين تصويب التصورات البديلة وتنمية التفكير التأملي بعد تطبيق البرنامج.
4- تقدير حجم التأثير الإحصائي (Effect Size) للتدخل في كل من التصورات البديلة والتفكير التأملي.

رابعا : فروض البحث

الفرضية الصفرية الأولى: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التصورات البديلة ومقياس التفكير التأملي.

الفرضية الصفرية الثانية : لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار التصورات البديلة ومقياس التفكير التأملي.

الفرضية الصفرية الثالثة : لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين درجات تصويب التصورات البديلة ودرجات التفكير التأملي لدى طالبات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي .

خامسا : حدود البحث

1- الحدود الموضوعية : تقتصر الدراسة على قياس فاعلية التعلم القائم على تحليل الأخطاء في تدريس الفصول (4 ،5 ،6) من منهج الرياضيات للصف الثاني المتوسط (المعادلات والمتباينات / الهندسة والقياس / الهندسة الاحداثية)
2- الحدود الزمانية : طبقت الدراسة خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي (2024–2025) ، وتشمل مدة تنفيذ البرنامج التعليمي، والاختبارات القبلية والبعدية ضمن هذا الإطار الزمني فقط.
3- الحدود المكانية : جرت الدراسة في مدرسة حور العين المتوسطة للبنات التابعة إلى مديرية تربية محافظة ميسان.
4- الحدود البشرية : تقتصر الدراسة على طالبات الصف الثاني المتوسط في المدرسة المذكورة .

سادسا : تعريفات المصطلحات

1- التعلّم القائم على تحليل الأخطاء Error-Based Learning : مدخل تدريسي يوظف الأخطاء كأدوات تشخيصية لإعادة بناء الفهم المفاهيمي عبر تحليلها ومناقشتها بصورة منهجية . (Narciss, 2024)

إجرائي : البرنامج التعليمي الذي يطبقه الباحث لتدريس موضوعات الدراسة، ويقاس أثره عبر الفروق القبلية والبعدية بين المجموعتين.

2- التصورات البديلة Alternative Conceptions / Misconceptions : أفكار أو تفسيرات غير متوافقة مع المفهوم الرياضي الصحيح، تستمر ما لم تُعالج باستراتيجيات إعادة البناء المفاهيمي .

(Shimizu, 2025)

إجرائي : الدرجة التي تحصل عليها الطالبة في الاختبار التشخيصي المعدّ للوحدات الثلاث ، ويُعد انخفاض الدرجة بعد التطبيق مؤشراً على التصويب.

3- التفكير التأملي Reflective Thinking : عملية عقلية واعية تتضمن تحليل الخطوات، تقويم الحلول، وإعادة تنظيم المعرفة لتحقيق فهم أعمق (Dresel et al., 2024)

إجرائي : الدرجة التي تحصل عليها الطالبة في مقياس التفكير التأملي المعدّ لأغراض الدراسة قبل وبعد التدخل.)

الفصل الثاني

أولا : الاطار النظري

المحور الأول : التعليم القائم على تحليل الأخطاء Error-Based Learning

1- مفهوم التعليم القائم على تحليل الأخطاء : يمثل التعليم القائم على تحليل الأخطاء مدخلاً تربويًا معاصرًا ينظر إلى الخطأ بوصفه مؤشرًا على البنية المعرفية لدى المتعلم، وليس مجرد ناتج غير صحيح. ويعتمد هذا المدخل على عرض أخطاء واقعية أو نموذجية، وتحليلها، ومناقشة أسبابها، ومقارنتها بالحل الصحيح؛ بما يتيح إعادة بناء المفهوم الرياضي بصورة أعمق وأكثر ثباتًا (Khasawneh, 2022)

كما يؤكد هذا الاتجاه على الانتقال من ثقافة تصحيح الإجابة إلى ثقافة فهم التفكير الكامن وراء الإجابة، حيث يُركز على العمليات العقلية التي أدت إلى الخطأ، مما يسهم في تعزيز الفهم المفاهيمي بدلاً من الحفظ الإجرائي. (Narciss, 2024)

2- الأسس النظرية للتعليم القائم على تحليل الأخطاء : يرتكز هذا المدخل إلى النظرية البنائية في التعلم، التي ترى أن المعرفة تُبنى من خلال التفاعل مع المواقف التعليمية، وأن الخطأ جزء طبيعي من عملية التعلم. ومن خلال تحليل الخطأ يحدث صراع معرفي يدفع المتعلم إلى مراجعة بنيته المفاهيمية وإعادة تنظيمها.

(Dresel et al., 2024)

كما يتصل هذا المدخل بنظرية التغيير المفاهيمي، التي تؤكد أن معالجة التصورات البديلة تتطلب استراتيجيات تعليمية تكشف الخطأ وتعيد بناء المفهوم الصحيح بصورة منظمة. (Shimizu, 2025)

3- آليات تطبيق تحليل الأخطاء في الرياضيات : تتضمن الاستراتيجية عرض حل خاطئ، وتكليف الطلبة بتحديد موضع الخطأ وتفسيره، ثم تصويبه وتعميم القاعدة الصحيحة. ويؤدي هذا التسلسل إلى تنمية مهارات التحليل والتبرير والمقارنة المنطقية بين البدائل. (Khasawneh, 2023)

وتزداد فعالية هذه الاستراتيجية في ظل مناخ صفّي داعم يتقبل الخطأ بوصفه فرصة تعلم، مما يعزز المشاركة والتفاعل المعرفي بين المعلم والطالبات. (Dresel et al., 2024)

4- أثر التعليم القائم على تحليل الأخطاء في تعلم الرياضيات : أظهرت الدراسات الحديثة أن هذا المدخل يسهم في تحسين الفهم المفاهيمي، خصوصًا في موضوعات الجبر والنسب، مقارنة بالتدريس التقليدي الذي يركز على عرض الحل الصحيح فقط. (Khasawneh, 2022)

كما يعزز هذا النوع من التعليم التفكير التأملي، لأنه يتطلب من المتعلم تحليل أسباب الخطأ ومراجعة استراتيجياته، مما يدعم عمليات التنظيم الذاتي والتفكير ما وراء المعرفي. (Narciss, 2024)

5- علاقته بمتغيرات الدراسة : يُعد التعليم القائم على تحليل الأخطاء مدخلاً مباشرًا لتصويب التصورات البديلة، لأنه يكشف مواطن الخلل المفاهيمي ويعيد تنظيمها بصورة علمية. (Shimizu, 2025)

وفي الوقت نفسه، يسهم في تنمية التفكير التأملي من خلال تحفيز المراجعة الذاتية والتقييم النقدي للحلول، وهو ما يجعله مناسبًا لتحقيق أهداف الدراسة الحالية. (Dresel et al., 2024)

المحور الثاني:التصورات البديلة في تعلم الرياضيات Alternative Conceptions Misconceptions

1- مفهوم التصورات البديلة : تشير التصورات البديلة إلى أفكار أو تفسيرات متماسكة داخليًا لدى المتعلم لكنها لا تتوافق مع المفهوم الرياضي العلمي المقبول، وتنشأ غالبًا من تعميمات خاطئة أو فهم جزئي للمفهوم. وتؤكد الأدبيات الحديثة أن هذه التصورات لا تُزال بالشرح المباشر، بل تتطلب تدخلات تعليمية تستهدف كشفها وإعادة بنائها بصورة منظمة. (Shimizu,2025)

كما بيّنت دراسات عربية حديثة أن التصورات البديلة في موضوعات مثل الأعداد النسبية والجبر المبكر شائعة لدى طلبة المرحلة المتوسطة، وترتبط بضعف في مهارات التحليل والتبرير، مما يستدعي اعتماد استراتيجيات تعليمية قائمة على التشخيص والتصويب. (ناجي، 2022)

2- مصادر التصورات البديلة وأنماطها : تنتج التصورات البديلة عن عدة عوامل، منها: الخبرات اليومية غير الدقيقة، والتعميم المفرط، وسوء تفسير الرموز الرياضية، والخلط بين المفاهيم المتقاربة (مثل الخلط بين العدد النسبي والعدد الحقيقي). وتشير المراجعات البحثية الحديثة إلى أن هذه التصورات قد تكون إجرائية أو مفاهيمية ، وأن النوع المفاهيمي أكثر مقاومة للتغيير. (Durkin, 2015; Shimizu, 2025)

وفي السياق العربي، أظهرت بحوث حديثة أن كثيرًا من أخطاء الطلبة في موضوعات الأعداد الحقيقية والحدوديات تعكس خللًا في فهم البنية المفاهيمية، لا مجرد ضعف في المهارة الحسابية . (المجالي، 2023)

3- تصويب التصورات البديلة : يؤكد الاتجاه المعاصر في تعليم الرياضيات أن تصويب التصورات البديلة يتطلب إحداث صراع معرفي موجّه، يكشف للمتعلم قصور تفسيره السابق ويدفعه إلى تبني تفسير أكثر اتساقًا ومنطقية. ويُعد تحليل الأخطاء من أكثر الأساليب فاعلية في هذا المجال، لأنه يضع الخطأ في سياق المقارنة والتفسير. (Khasawneh, 2023)

كما أن توفير بيئة صفية داعمة تسمح بمناقشة الأخطاء بصورة علنية يسهم في تعزيز تقبّل الطلبة لتعديل أفكارهم، مما يزيد من فرص إعادة البناء المفاهيمي بصورة مستقرة. (Dresel et al., 2024)

المحور الثالث : التفكير التأملي في تعلم الرياضيات Reflective Thinking

1- **مفهوم التفكير التأملي** : يُعرَّف التفكير التأملي بأنه عملية عقلية واعية تتضمن مراجعة المتعلم لخطواته في حل المشكلة، وتحليل أسباب الخطأ، وتقييم استراتيجياته، واقتراح بدائل أكثر ملاءمة. ويُعد أحد مكونات التفكير ما وراء المعرفي، ويمثل مؤشرًا للتعلم العميق. (Narciss, 2024)

وتشير دراسات عربية حديثة إلى أن تنمية التفكير التأملي تسهم في رفع مستوى الفهم الرياضي والتحليل المنطقي لدى طلبة المرحلة المتوسطة، خاصة عند استخدام استراتيجيات تدريس تفاعلية. (المرايطة،2021)

2- أبعاد التفكير التأملي في الرياضيات : يتضمن التفكير التأملي عدة أبعاد، منها: تحليل الخطأ، التبرير المنطقي، مراجعة الاستراتيجية، واتخاذ قرار تصحيحي. وتشير الدراسات الحديثة إلى أن هذه الأبعاد ترتبط إيجابياً بالتحصيل المفاهيمي والاستدلال الرياضي. (Dresel et al., 2024)

كما أن الممارسات الصفية التي تتضمن مناقشة الحلول الخاطئة وتحليلها تسهم في تنمية هذه الأبعاد بصورة أوضح مقارنة بالأساليب التقليدية القائمة على عرض الحل النهائي فقط . (Khasawneh, 2022)

3- العلاقة بين التفكير التأملي وتحليل الأخطاء : تؤكد الأدبيات الحديثة أن تحليل الأخطاء يُعد محفزًا مباشرًا للتفكير التأملي، لأنه يدفع المتعلم إلى تفسير سبب الخطأ ومقارنة البدائل المختلفة للحل، مما يعزز الوعي بالعمليات العقلية المستخدمة في التعلم. (Narciss, 2024)

كما أظهرت مراجعات بحثية حديثة أن الطلاب الذين يتعرضون لأنشطة تحليل الأخطاء يظهرون تحسنًا في قدرتهم على التنظيم الذاتي واتخاذ القرار المعرفي، وهو ما يعكس نمواً في التفكير التأملي. (Shimizu, 2025)

يمكن تصور العلاقة بين تحليل الخطأ وتصويب التصورات البديلة والتفكير التأملي ضمن نموذج تكاملي يرى أن مواجهة الخطأ تمثل مثيرًا معرفيًا يدفع إلى إعادة تنظيم البنية المفاهيمية، ومن ثم تنشيط العمليات التأملية العليا.

ثانيا : دراسات سابقة

أ- دراسات أجنبية

1- Shimizu (2025) : (Research on Classroom Practice and Students' Errors in Mathematics Education : A Scoping Review (2018–2023))

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل الاتجاهات البحثية الحديثة المتعلقة بأخطاء الطلبة في تعليم الرياضيات خلال الفترة (2018–2023)، من خلال مراجعة منهجية شملت عدداً كبيراً من الدراسات المنشورة في مجلات عالمية محكّمة. اعتمد الباحث المنهج الوصفي التحليلي (المراجعة المنهجية) لتحليل طبيعة التدخلات التعليمية المرتبطة بتحليل

الأخطاء. أظهرت النتائج أن الاتجاه الحديث يركز على تحويل الخطأ إلى أداة تعليمية بنائية، مع توصيات بضرورة إجراء دراسات تجريبية تربط بين تحليل الأخطاء والتغيير المفاهيمي والتفكير التأملي، في التعليم العام.

2-Dresel et al. (2024) : (Learning from Errors in Mathematics Classrooms : Development over Time and Role of Error Climate)

هدفت الدراسة إلى الكشف عن تطور قدرة الطلبة على التعلم من أخطائهم، ودور مناخ الخطأ الصفّي في ذلك. شملت العينة عدداً من الفصول الدراسية في مدارس التعليم العام، واعتمدت الدراسة المنهج الطولي لمتابعة التغيرات خلال فترة زمنية ممتدة. أظهرت النتائج أن المناخ الصفّي الداعم للأخطاء يعزز استعداد الطلبة لتحليل أخطائهم، ويرتبط إيجابياً بتنمية التفكير التأملي والتنظيم الذاتي.

3- Khasawneh (2022) : The Effect of Error Analysis-Based Learning on Proportional Reasoning Ability of Seventh-Grade Students

هدفت الدراسة إلى قياس أثر التعليم القائم على تحليل الأخطاء في تنمية الاستدلال النسبي لدى طلبة الصف السابع. تألفت العينة من مجموعتين (تجريبية وضابطة)، واستخدم التصميم شبه التجريبي بقياس قبلي وبعدي. أظهرت النتائج تفوقاً ذا دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية في الفهم المفاهيمي والاستدلال الرياضي، مما يؤكد فاعلية أنشطة تحليل الأخطاء في تحسين التعلم المفاهيمي.

ب- دراسات عربية

4- المجالي (2023) : (الأخطاء المفاهيمية لدى طلبة المرحلة المتوسطة في موضوع الأعداد الحقيقية)

هدفت الدراسة إلى الكشف عن طبيعة الأخطاء المفاهيمية في موضوع الأعداد الحقيقية لدى طلبة المرحلة المتوسطة. اعتمد الباحث المنهج الوصفي التحليلي، وطبّق اختباراً تشخيصياً على عينة من طلبة المرحلة المتوسطة. أظهرت النتائج انتشار تصورات بديلة تتعلق بخصائص الأعداد الحقيقية والعمليات عليها، وأوصت بضرورة تبني استراتيجيات تعليمية تستهدف تحليل الأخطاء وتصويبها بصورة منهجية.

5- ناجي (2022): (التصورات البديلة وعلاقتها بالتفكير التأملي لدى طلبة قسم الرياضيات)

هدفت الدراسة إلى التعرف على العلاقة بين التصورات البديلة ومستوى التفكير التأملي لدى طلبة قسم الرياضيات في كليات التربية. استخدمت الباحثة المنهج الارتباطي، وطبقت اختباراً للتصورات البديلة ومقياساً للتفكير التأملي. أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباطية دالة بين ارتفاع مستوى التصورات البديلة وانخفاض مستوى التفكير التأملي، مما يشير إلى ضرورة تطوير تدخلات تعليمية تعالج المتغيرين معاً.

6- الخزرجي (2022) : (استراتيجية معالجة المعلومات وأثرها في تنمية التفكير التأملي لدى طلاب المرحلة المتوسطة في مادة الرياضيات)

هدفت الدراسة إلى قياس أثر استراتيجية معالجة المعلومات في تنمية التفكير التأملي. استخدم الباحث التصميم شبه التجريبي، وطبّق مقياس التفكير التأملي قبلياً وبعدياً على مجموعتين. أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية، مما يؤكد أهمية الاستراتيجيات النشطة في تعزيز التفكير التأملي في الرياضيات.

دلالات ومؤشرات مناقشة الدراسات السابقة :

1- الدراسات الأجنبية ركزت على تحويل الخطأ إلى أداة تعليمية، وأثبتت فاعليته في تنمية الفهم المفاهيمي (Khasawneh, 2022)، وفي تعزيز التفكير التأملي ضمن مناخ صفّي داعم (Dresel et al., 2024).

2- المراجعات الحديثة (Shimizu, 2025) تشير إلى وجود فجوة في الدراسات التي تجمع بين تحليل الأخطاء والتغيير المفاهيمي والتفكير التأملي ضمن نموذج تجريبي متكامل.

3- الدراسات العربية ركزت إما على التصورات البديلة بصورة منفصلة (المجالي، 2023) ، أو على التفكير التأملي بصورة مستقلة (الخزرجي، 2022) ، أو على العلاقة الارتباطية بينهما دون تدخل تجريبي مباشر (ناجي، 2022).

موقع الدراسة الحالية مقارنة بالدراسات السابقة :-

1- الجمع بين التعليم القائم على تحليل الأخطاء و تصويب التصورات البديلة و تنمية التفكير التأملي في نموذج تجريبي واحد.

2- التطبيق على موضوعات محددة في منهج الصف الثاني المتوسط (الأعداد النسبية، الأعداد الحقيقية، الحدوديات).

3- استخدام قياس قبلي وبعدي مع تقدير حجم الأثر، وليس الاكتفاء بالتحليل الوصفي أو الارتباطي.

4- التطبيق في بيئة تعليمية عربية مدرسية، مما يسد فجوة بحثية محلية.

تكشف الدراسات السابقة ، على الرغم من تأكيدها فاعلية تحليل الأخطاء في تحسين الفهم المفاهيمي (Khasawneh, 2022) ودور المناخ الصفّي في تعزيز التعلم من الخطأ (Dresel et al., 2024)، عن قصورٍ منهجي يتمثل في التركيز على متغير واحد غالبًا دون بناء نموذج تكاملي يربط بين تصويب التصورات البديلة وتنمية التفكير التأملي بصورة تجريبية مباشرة. كما أن الدراسات العربية اتجهت إما إلى الطابع الوصفي في تشخيص الأخطاء (المجالي، 2023)، أو الارتباطي في دراسة العلاقة بين التصورات البديلة والتفكير التأملي (ناجي، 2022)، دون اختبار تدخل تعليمي يجمع المتغيرات الثلاثة في إطار سببي واضح. كذلك تبرز محدودية في تناول موضوعات محددة من منهج المرحلة المتوسطة ضمن تصميم قبلي–بعدي مضبوط مع قياس حجم الأثر. ومن ثم فإن الدراسة الحالية تسعى إلى تجاوز هذا القصور عبر نموذج تجريبي متكامل يدمج تحليل الأخطاء كمتغير مستقل، ويختبر أثره المباشر وغير المباشر في البنية المفاهيمية والتفكير التأملي ضمن سياق مدرسي عربي محدد.

الفصل الثالث

اجراءات البحث والتصميم التجريبي :-

أولا : التصميم التجريبي

اعتمدت الدراسة التصميم شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين المتكافئتين (قبلي–بعدي)، وهو من أكثر التصميمات استخدامًا في بحوث فاعلية التدريس، لما يوفره من إمكانية مقارنة أداء مجموعتين في ظل تطبيق معالجة تعليمية على إحداهما دون الأخرى، مع قياس مستوى الأداء قبل التدخل وبعده للتحقق من مقدار التغير الناتج عن المتغير المستقل. ويُعد هذا التصميم مناسبًا في البحوث المدرسية التي يصعب فيها التحكم الكامل بالمتغيرات، مع المحافظة على درجة مقبولة من الضبط المنهجي (Dresel et al., 2024؛ الخزرجي، 2022)

جدول (3-1) التصميم التجريبي للبحث

المجموعة	عدد الطلبة	القياس القبلي	المعالجة التجريبية	القياس البعدي
المجموعة التجريبية	35 طالبة	اختبار التصورات البديلة + مقياس التفكير التأملي	التعليم القائم على تحليل الأخطاء	اختبار التصورات البديلة + مقياس التفكير التأملي
المجموعة الضابطة	35 طالبة	اختبار التصورات البديلة + مقياس التفكير التأملي	التدريس الاعتيادي	اختبار التصورات البديلة + مقياس التفكير التأملي

ثانيًا: مجتمع البحث واختيار عينة البحث :-

1- مجتمع البحث : يتحدد مجتمع البحث بطالبات الصف الثاني المتوسط في المدارس المتوسطة التابعة لمديرية تربية محافظة ميسان للعام الدراسي (2024–2025)، باعتبارهن الفئة المستهدفة لدراسة فاعلية التعليم القائم على تحليل الأخطاء في موضوعات الرياضيات المقررة في الفصل الدراسي الثاني . ويُعد تحديد المجتمع بدقة خطوة أساسية في البحوث التجريبية لضمان إمكانية تعميم النتائج في حدود الإطار الزماني والمكاني للدراسة، ولتحقيق الاتساق بين مشكلة البحث وأهدافه وإجراءاته المنهجية .

(Creswell & Creswell, 2018؛ عبيدات وآخرون، 2020)

2- عينة البحث وطريقة اختيارها : اختيرت عينة البحث بطريقة قصدية من طالبات الصف الثاني المتوسط في مدرسة حور العين المتوسطة للبنات التابعة لمديرية تربية محافظة نيسان، وذلك لملاءمة ظروف التطبيق وتوافر البيئة الصفية المناسبة لتنفيذ التجربة بصورة منتظمة. وقد بلغ عدد أفراد العينة الكلي (70) طالبة، وُزّعن إلى مجموعتين متكافئتين: مجموعة تجريبية عددها (35) طالبة خضعت لبرنامج التعليم القائم على تحليل الأخطاء، ومجموعة ضابطة عددها (35) طالبة درست بالطريقة الاعتيادية ، وجاء اختيار العينة بهذا الحجم استنادًا إلى متطلبات الدراسات شبه التجريبية التي تتطلب توازنًا عدديًا بين المجموعتين لضمان قوة إحصائية مناسبة عند اختبار الفروق، مع إمكانية ضبط المتغيرات القبلية والتحقق من التكافؤ الإحصائي قبل تطبيق المعالجة (Shadish, Cook, & Campbell, 2002؛ Shimizu, 2025)

ثالثا : إجراءات الضبط :-

1- **السلامة الداخلية للتصميم التجريبي (تكافؤ مجموعتي البحث قبليًا)** : تُعد السلامة الداخلية (Internal Validity) من المرتكزات الأساسية في الدراسات شبه التجريبية، إذ تشير إلى مدى قدرة التصميم البحثي على عزو

التغير في المتغيرات التابعة إلى المتغير المستقل دون تأثره بمتغيرات دخيلة. وتشير الأدبيات المنهجية إلى أن تعزيز الضبط الإجرائي يقلل من تأثير التهديدات المحتملة مثل النضج، والتاريخ، والاختبار القبلي، والتسرب التجريبي (Creswell & Creswell, 2018 ؛Shadish, Cook, & Campbell, 2002). وانطلاقًا من ذلك، اتخذت الدراسة الحالية مجموعة من الإجراءات المنهجية لضمان سلامة النتائج ودقتها ، تحقيقًا لمتطلبات الصدق الداخلي في التصميم شبه التجريبي، تم التحقق من تكافؤ مجموعتي البحث (المجموعة التجريبية = 35 طالبة، والمجموعة الضابطة = 35 طالبة) في عدد من المتغيرات القبلية ذات الصلة بطبيعة الدراسة. وقد استخدم اختبار (t) لعينتين مستقلتين بعد التحقق من تجانس التباين باستخدام اختبار Levene، مع حساب حجم الأثر القبلي (Cohen's d) للتحقق من عدم وجود فروق عملية، انسجامًا مع التوجهات المنهجية الحديثة التي تؤكد ضرورة الجمع بين الدلالة الإحصائية وحجم الأثر .

(Lakens, 2013 ؛Creswell & Creswell, 2018)

أ- التكافؤ في اختبار التصورات البديلة (قبليًا) :-

جدول (3-2) نتائج التكافؤ في التصورات البديلة قبليًا

المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	Levene F	Sig (Levene)	المحسوبة t	الجدولية t	df	Sig (t)	Cohen's d
تجريبية 35	22.34	3.72	0.12	0.731	0.54	1.99	68	0.591	0.13
ضابطة 35	22.81	3.65							

يتضح أن قيمة (Levene) غير دالة إحصائيًا (0.731 < 0.05)، مما يشير إلى تحقق شرط تجانس التباين. كما أن قيمة (t) المحسوبة (0.54) أقل من القيمة الجدولية (1.99)، والقيمة الاحتمالية (0.591) أكبر من مستوى الدلالة (0.05)، مما يدل على عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين. ويعزز ذلك انخفاض حجم الأثر (d = 0.13)، والذي يقع ضمن الأثر الصغير جدًا، مما يؤكد التكافؤ القبلي عمليًا وإحصائيًا.

ب- التكافؤ في التفكير التأملي (قبليًا) :-

جدول (3-3) نتائج التكافؤ في التفكير التأملي قبليًا

المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	Levene F	Sig (Levene)	المحسوبة t	الجدولية t	df	Sig (t)	Cohen's d
تجريبية 35	56.48	6.95	0.09	0.765	0.38	1.99	68	0.706	0.09
ضابطة 35	57.10	7.21							

تشير النتائج إلى تحقق تجانس التباين (Sig = 0.765)، كما أن قيمة (t) المحسوبة أقل من الجدولية، والقيمة الاحتمالية أكبر من مستوى الدلالة، مما يدل على عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في التفكير التأملي قبليًا. ويؤكد حجم الأثر (0.09) أن الفروق غير ذات أهمية عملية.

ت- التكافؤ في التحصيل السابق في الرياضيات :-

جدول (3-4) نتائج التكافؤ في التحصيل الدراسي السابق

المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	Levene F	Sig (Levene)	المحسوبة t	الجدولية t	df	Sig (t)	Cohen's d
تجريبية 35	78.62	8.14	0.21	0.648	0.23	1.99	68	0.817	0.05
ضابطة 35	79.05	7.89							

تبين أن قيمة (Levene) غير دالة، وأن قيمة (t) أقل من الجدولية، كما أن القيمة الاحتمالية (0.817) تفوق مستوى الدلالة (0.05)، مما يدل على تكافؤ المجموعتين في الخلفية التحصيلية. ويُظهر حجم الأثر (0.05) عدم وجود فروق عملية.

ث- التكافؤ في العمر الزمني (بالأشهر) :

جدول (3-5) نتائج التكافؤ في العمر الزمني

المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	Levene F	Sig (Levene)	المحسوبة t	الجدولية t	df	Sig (t)	Cohen's d
تجريبية	165.2	3.40							
ضابطة 35	165.6	3.10	0.17	0.681	0.52	1.99	68	0.604	0.12

تشير النتائج إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في العمر الزمني، حيث جاءت قيمة (t) أقل من القيمة الجدولية، والقيمة الاحتمالية أكبر من مستوى الدلالة. كما أن حجم الأثر (0.12) يؤكد عدم وجود فروق عملية، مما يقلل من احتمال تأثير عامل النضج على نتائج الدراسة. تدل نتائج التحليل الإحصائي، من خلال اختبار (t) وتجانس التباين وحجم الأثر القبلي، على تحقق التكافؤ الكامل بين المجموعتين التجريبية والضابطة في المتغيرات القبلية محل الفحص. وعليه يمكن الاطمئنان إلى أن أي فروق تظهر في القياس البعدي يمكن تفسيرها في ضوء أثر المتغير المستقل (التعليم القائم على تحليل الأخطاء)، وهو ما يعزز الصدق الداخلي للتصميم شبه التجريبي ويمنح الدراسة قوة تفسيرية عالية .

(Shimizu, 2025 ؛Lakens, 2013 ؛Creswell & Creswell, 2018).

2- السلامة الخارجية للتصميم التجريبي : تشير السلامة الخارجية (External Validity) إلى مدى إمكانية تعميم نتائج الدراسة خارج إطارها المكاني والزمني والبشري الذي أجريت فيه، وهي تمثل بعدًا منهجيًا مكملًا للصدق الداخلي. وتؤكد الأدبيات المنهجية أن الدراسات شبه التجريبية، رغم قوتها في اختبار العلاقات السببية، تحتاج إلى إجراءات دقيقة لضبط العوامل التي قد تحد من قابلية تعميم النتائج ، وقد تم مراعاة الأسس الآتية :- (Shadish, Cook, & Campbell, 2002 ؛Creswell & Creswell, 2018).

أ- ظروف تنفيذ التجربة (Experimental Conditions) : حرص الباحث على تنفيذ التجربة في بيئة صفية طبيعية ضمن السياق المدرسي الاعتيادي، دون إدخال متغيرات مصطنعة قد تؤثر في استجابات الطالبات. وتم توحيد عدد الحصص، والزمن المخصص للتدريس، والمحتوى الدراسي بين المجموعتين، بما يحد من تأثير المتغيرات السياقية غير المرغوبة. وتؤكد الدراسات الحديثة في تعليم الرياضيات أن تنفيذ التجارب داخل بيئة صفية حقيقية يعزز من قابلية تعميم النتائج، مقارنة بالتجارب المعملية أو المصطنعة

(Shimizu, 2025 ؛Dresel et al., 2024).

ب- انتقال الأثر التجريبي (Diffusion of Treatment) : لتقليل احتمال انتقال أثر المعالجة من المجموعة التجريبية إلى الضابطة، تم الفصل بين الشعبتين في أوقات التدريس، وعدم إشراك الطالبات في أنشطة مشتركة تتعلق بمحتوى التجربة خلال مدة التطبيق. كما تم توعية الطالبات بأهمية الالتزام بإجراءات التجربة. ويُعد التحكم في انتشار المعالجة من المتطلبات الأساسية لضمان صدق النتائج وإمكانية تعميمها بصورة سليمة . (Shadish et al., 2002؛ عبيدات وآخرون، 2020).

ت- أثر النضج (Maturation Effect) : نظرًا لأن الدراسة أُجريت خلال فصل دراسي واحد ولمدة زمنية محدودة نسبيًا، فقد تم تقليل تأثير عامل النضج الطبيعي من خلال تنفيذ التطبيق القبلي والبعدي خلال فترة متقاربة لكلا المجموعتين. كما أن تساوي العمر الزمني والتحصيل السابق يعزز من ضبط هذا المتغير. وتشير الأدبيات إلى أن تقليل الفترة الزمنية بين القياسين يسهم في الحد من تأثير النضج كأحد تهديدات الصدق (Creswell & Creswell, 2018).

ث- اختيار أفراد العينة (Selection Bias) : تم اختيار العينة من نفس المجتمع المدرسي، وتوزيعها إلى مجموعتين متكافئتين عددياً (35 تجريبية، 35 ضابطة)، مع التحقق من التكافؤ القبلي إحصائيًا في المتغيرات الأساسية. ويُعد ضبط التحيز في الاختيار شرطًا جوهريًا لتقوية الصدق الداخلي والخارجي في الدراسات شبه التجريبية (Shadish et al., 2002).

كما أن اختيار عينة من بيئة مدرسية فعلية يعزز من قابلية تعميم النتائج إلى مدارس مشابهة في السياق التعليمي ذاته (Shimizu, 2025)

ج- أداة القياس (Instrumentation) : تم استخدام أدوات قياس موحدة في التطبيقين القبلي والبعدي، مع التحقق من صدقها وثباتها وفق المعايير السيكومترية المعتمدة. ويؤكد الباحثون أن ثبات أداة القياس واستقرارها عبر القياسين يعد شرطًا أساسيًا للحفاظ على سلامة النتائج وقابليتها للتعميم ، كما أن تصميم الأدوات في ضوء الأدبيات الحديثة

المتعلقة بتحليل الأخطاء والتفكير التأملي يعزز من صدق المحتوى ويزيد من القوة التفسيرية للنتائج. (Field, 2018؛ أبو علام، 2021).

3- أثر الإجراءات التجريبية :-

أ- سير التجربة : نُفذت التجربة وفق خطة تدريسية منظمة تضمنت تطبيقًا قبليًا، ثم تنفيذ المعالجة التعليمية، يعقبها التطبيق البعدي، بما يضمن تسلسلًا منطقيًا يقلل من التداخلات الخارجية ويعزز الصدق الداخلي (Creswell & Creswell, 2018؛ Shadish et al., 2002).

ب- الوسائل التعليمية : استُخدمت وسائل تعليمية متنوعة (أمثلة محلولة تتضمن أخطاء مقصودة، أوراق عمل تحليلية، مناقشات صفية موجهة) لدعم التفاعل المعرفي وتعزيز التعلم من الخطأ، وهو ما توصي به الاتجاهات الحديثة في تعليم الرياضيات . (Shimizu, 2025 ؛Dresel et al., 2024)

ت- تدريس المادة :دُرِّست موضوعات(المعادلات والمتباينات/الهندسة والقياس/ الهندسة الإحداثية)وفق استراتيجية تحليل الأخطاء في المجموعة التجريبية ، مقابل الطريقة الاعتيادية في الضابطة، مع توحيد المحتوى والزمن لضبط المتغيرات الدخيلة (عبيدات وآخرون، 2020)

ث- مكان تنفيذ التجربة : نُفذت التجربة داخل البيئة الصفية الطبيعية في المدرسة، بما يعزز الواقعية التربوية وقابلية تعميم النتائج في سياقات تعليمية مشابهة . (Creswell & Creswell, 2018)

ج- مدة التجربة : استمرت التجربة طوال الفصل الدراسي الثاني ، مع تقارب زمني بين القياسين القبلي والبعدي للحد من أثر النضج والتاريخ

ح - توزيع الحصص الدراسية : تم توزيع الحصص بصورة متكافئة بين المجموعتين ، وبمعدل زمني ثابت أسبوعيًا ، لضمان ثبات المعالجة التعليمية ومنع تأثير عامل الزمن في النتائج .

(Field, 2018؛ أبو علام، 2021)

رابعا : مستلزمات البحث :-

أ- تحديد المادة العلمية وتحليل محتواها : اقتضى البحث تحديد المادة العلمية بدقة، والمتمثلة في موضوعات الفصل الدراسي الثاني من منهج الرياضيات للصف الثاني المتوسط (المعادلات والمتباينات / الهندسة والقياس / الهندسة الإحداثية). وتم تحليل المحتوى تحليلاً علميًا لاستخراج المفاهيم الأساسية، والعلاقات البينية، والمهارات المرتبطة بها، مع تحديد النقاط المفاهيمية التي يحتمل ظهور تصورات بديلة حولها. ويُعد تحليل المحتوى خطوة أساسية لبناء أدوات قياس صادقة ولمواءمة الأهداف مع المحتوى التعليمي .

(اللقاني والجمل، 2022)

ب- تحديد التصورات البديلة المتوقعة : نظرًا لأن أحد متغيرات الدراسة يتمثل في تصويب التصورات البديلة، فقد استلزم ذلك تحديد أنماط الأخطاء الشائعة المرتبطة بالمفاهيم المستهدفة، من خلال مراجعة الأدبيات السابقة وإجراء تحليل استكشافي أولي. ويُعد هذا الإجراء ضروريًا لبناء اختبار تشخيصي يعكس طبيعة الفهم الخاطئ بصورة واقعية . (أبو جادو، 2020؛ عبيدات وآخرون، 2020)

ت- صياغة الأهداف السلوكية : تم اشتقاق أهداف سلوكية إجرائية من المحتوى المحدد، مع التركيز على المستويات العليا للمجال المعرفي، مثل التحليل والتفسير والتقويم، لارتباطها بتنمية التفكير التأملي. وقد روعي في صياغة الأهداف أن تكون واضحة، قابلة للقياس، ومنسجمة مع متغيرات الدراسة، انسجامًا مع المعايير الحديثة في تخطيط التدريس . (زيتون، 2021)

ث- إعداد الخطط التدريسية : أُعدّت خطط تدريسية مفصلة للمجموعة التجريبية وفق استراتيجية التعليم القائم على تحليل الأخطاء، تضمنت مراحل: عرض الخطأ، تحليل أسبابه، مناقشته، وتصويبه. كما أُعدّت خطط مقابلة للمجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية، مع توحيد المحتوى والزمن. ويُعد التخطيط المنظم أحد متطلبات ضبط المعالجة التجريبية وضمان اتساقها (اللقاني والجمل، 2022)

خامسا : أداتا البحث :-

الاداة الاولى : اختبار التصورات البديلة (Alternative Conceptions Test) : يُعد اختبار التصورات البديلة من الأدوات التشخيصية المتخصصة التي تستهدف الكشف عن البنية المفاهيمية العميقة لدى المتعلم، وليس مجرد قياس مستوى التحصيل الإجرائي. فالتصورات البديلة تمثل أنماطًا معرفية تتشكل نتيجة خبرات سابقة أو تعميمات غير دقيقة، وقد تستقر في البناء المعرفي للمتعلم ما لم يتم الكشف عنها وتصويبها بصورة منهجية .

(أبو جادو، 2020)

ومن هنا تبرز أهمية بناء أدوات قياس قادرة على تحديد طبيعة الفهم الخاطئ، وتحليل أنماطه، وربط كل بديل خاطئ بتصور محدد. وتشير الأدبيات التربوية الحديثة إلى أن اختبار التصورات البديلة يجب أن يُبنى في ضوء تحليل علمي دقيق للمحتوى، مع تحديد المفاهيم الرئيسة والعلاقات البينية بينها، وتضمين بدائل تمثل أخطاء شائعة واقعية، بما يعزز من صدق الأداة التشخيصي ويجعلها أكثر قدرة على تفسير النتائج في ضوء التدخل التعليمي (أبو علام، 2021؛ اللقاني والجمل، 2022). كما يؤكد عبيدات وآخرون (2020) أن بناء أدوات قياس مفاهيمية يتطلب إجراءات منهجية تبدأ بتحليل المحتوى وتنتهي بالتحقق من الخصائص السيكومترية للأداة ، وفي ضوء طبيعة الدراسة الحالية، جاء اختبار التصورات البديلة ليشكل أداة محورية في تقويم أثر التعليم القائم على تحليل الأخطاء ،إذ يتيح الكشف عن التغير البنيوي في فهم الطالبات لموضوعات (المعادلات والمتباينات/ الهندسة والقياس/الهندسة الإحداثية)،ومن ثم رصد مدى فاعلية المعالجة التجريبية في إعادة البناء المفاهيمي بصورة علمية .

أ- الخارطة الاختبارية : بُنيت الخارطة الاختبارية وفق مدخل بنيوي يركز على نوع التصور البديل داخل كل مجال مفاهيمي، لا على التوزيع الزمني للمحتوى فقط، استنادًا إلى أن الخطأ المفاهيمي يتخذ أنماطًا مستقرة نسبيًا (خلط مفاهيمي ، تعميم مفرط ، سوء تفسير رمزي ، خطأ بنيوي)، ويجب تمثيلها تمثيلًا متوازنًا لضمان صدق المحتوى والقوة التفسيرية للأداة (أبو علام، 2021؛ Shimizu, 2025)

كما يتسق هذا البناء مع معايير إعداد جداول المواصفات في البحوث التربوية المتقدمة التي تؤكد ضرورة الربط بين بنية المفهوم وطبيعة الخطأ . (عبيدات وآخرون، 2020).

(3-6) الخارطة الاختبارية لاختبار التصورات البديلة

نوع التصور البديل / المحتوى الدراسي	خلط مفاهيمي	تعميم مفرط	سوء تفسير رمزي	خطأ بنيوي	مجموع الفقرات	الوزن %
الفصل الرابع: المعادلات و المتباينات	3 (10%)	3 (10%)	2 (7%)	2 (6%)	10	33%
الفصل الخامس: الهندسة و القياس	2 (7%)	2 (7%)	3 (10%)	3 (9%)	10	33%
الفصل السادس: الهندسة الإحداثية	2 (7%)	2 (7%)	2 (7%)	4(13%)	10	34%
المجموع الكلي	7 (24%)	7 (24%)	7 (24%)	9 (28%)	30	100%

تم توزيع الفقرات بالتساوي تقريباً بين الفصول الثلاثة (33%–34%) تحقيقاً للتوازن البنائي وضمان تمثيل متكافئ لمجالات المحتوى الرئيسة في المرحلة. و أُعطي الفصل الرابع (المعادلات والمتباينات) تركيزاً نسبياً على الأخطاء المفاهيمية والتعميم المفرط نظراً لشيوع التصورات المرتبطة بسوء فهم خواص المساواة، وقلب إشارة المتباينة، وتعميم خصائص الضرب والقسمة دون مراعاة الإشارات. و في الفصل الخامس (الهندسة والقياس)، برزت أخطاء التفسير الرمزي والبنيوي بدرجة أكبر، نظراً لاعتماد المفاهيم الهندسية على الترابط بين العلاقات الشكلية والقوانين، وما يرافقها من خلط بين الشروط الكافية واللازمة (مثل تطبيق نظرية فيثاغورس أو خصائص الزوايا دون تحقق الشروط). أما الفصل السادس (الهندسة الإحداثية)، فقد مُنح وزناً أعلى للخطأ البنيوي (13%) بسبب الطبيعة التركيبية للمفاهيم (الميل، التحويلات، تمثيل الدوال)، حيث تتداخل العمليات الجبرية مع التمثيل الهندسي، مما يزيد احتمالية الخطأ في البنية الإجرائية.

حافظت الخارطة على توازن عام بين أنواع التصورات البديلة الأربعة (24% لكل من الخطأ المفاهيمي، التعميم المفرط، سوء التفسير الرمزي، و28% للخطأ البنيوي)، مما يعكس شمولية الأداة في قياس أنماط الخطأ الشائعة في الرياضيات المدرسية.

ب- صياغة أنماط الإجابة : صيغت فقرات اختبار التصورات البديلة بصيغة اختيار من متعدد ذات أربعة بدائل، بحيث تمثل الإجابة الصحيحة المفهوم العلمي السليم، بينما صُمِّمت البدائل الخاطئة لتمثيل أنماط تصورات بديلة محددة مسبقًا (خلط مفاهيمي، تعميم مفرط، سوء تفسير رمزي، خطأ بنيوي). وقد رُوعي أن تكون البدائل متقاربة في الطول والبنية اللغوية، وخالية من الدلالات الإيحائية، وأن تعبّر كل منها عن خطأ حقيقي شائع في أدبيات تعليم الرياضيات، لضمان

صدقها التشخيصي وعدم عشوائيتها (أبو علام، 2021؛ Shimizu, 2025). وفي بعض الفقرات أُضيف مستوى تفسيري داعم لتعزيز القدرة على الكشف البنيوي للتصور البديل، بما يتسق مع توجهات الاختبارات التشخيصية المتقدمة.

ت- تعليمات التصحيح : اعتمدت آلية تصحيح موضوعية موحّدة، بحيث تُمنح درجة واحدة للإجابة الصحيحة وصفر للإجابة الخاطئة، وتُحتسب الدرجة الكلية بجمع الدرجات عبر (30) فقرة. وفي الفقرات ذات البعد التفسيري – إن وُجدت – لا تُحتسب الإجابة صحيحة إلا عند توافق الإجابة والتفسير معًا. كما جرى إعداد مفتاح تصحيح يربط كل بديل خاطئ بنمط التصور البديل المقابل له، لتمكين التحليل النوعي لاحقًا. ويُعد وضوح تعليمات التصحيح وثباتها شرطًا لضمان الاتساق الداخلي وموضوعية القياس .

(عبيدات وآخرون، 2020؛ Field, 2018).

ث- تحليل الفقرات : أُجري تحليل إحصائي للفقرات بعد التطبيق الاستطلاعي، بهدف التحقق من جودة كل فقرة من حيث الصعوبة والتمييز وفعالية البدائل. وقد تم اعتماد أسلوب المجموعتين العليا والدنيا (27%–27%) لاستخراج معاملات التمييز، وهو إجراء شائع في تحليل الاختبارات الموضوعية .

(أبو علام، 2021).

كما استُخدمت معاملات الارتباط بين الفقرة والدرجة الكلية (Item-Total Correlation) للتحقق من الاتساق البنائي، مع اعتماد حد أدنى (0.30) لقبول الفقرة.

ج- معامل الصعوبة : حُسب معامل الصعوبة لكل فقرة وفق النسبة المئوية للطلبة الذين أجابوا إجابة صحيحة. واعتمد المدى المقبول (0.30– 0.70) لضمان توازن الفقرات بين السهولة والصعوبة، بما يحقق قدرة تشخيصية مناسبة دون إفراط في التعقيد أو التبسيط. وتؤكد الأدبيات أن الفقرات متوسطة الصعوبة أكثر قدرة على كشف الفروق المفاهيمية الدقيقة (Field, 2018)

ح- معامل قوة التمييز : استُخرج معامل التمييز لكل فقرة بمقارنة أداء المجموعة العليا بالمجموعة الدنيا، واعتمد الحد الأدنى المقبول (≤ 0.30). وتُعد الفقرة ذات معامل تمييز مرتفع أكثر قدرة على التفريق بين من يمتلك الفهم المفاهيمي السليم ومن يحمل تصورًا بديلًا (أبو علام، 2021). وقد استُبعدت أو عُدِّلت الفقرات التي لم تحقق هذا الشرط.

خ- فعالية البدائل : تم تحليل توزيع اختيار البدائل الخاطئة للتأكد من أن كل بديل يمثل تصورًا بديلًا فعّالًا، وذلك بملاحظة نسبة اختياره من قبل أفراد المجموعة الدنيا مقارنة بالمجموعة العليا. ويُعد البديل فعالًا إذا استقطب نسبة ملحوظة من ذوي الأداء المنخفض، مما يدل على تمثيله لخطأ مفاهيمي حقيقي، لا خيارًا عشوائيًا (Shimizu, 2025).

د- الخصائص السيكومترية :-

1- صدق المحتوى : تحقق من صدق المحتوى من خلال عرض الاختبار بصورته الأولية على لجنة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرائق تدريس الرياضيات وقد بلغت نسبة الاتفاق بين المحكمين أكثر من (85%)، مع إجراء التعديلات المقترحة، مما يشير إلى تمتع الأداة بدرجة عالية من صدق المحتوى ، وفق المعايير المعاصرة في بناء الاختبارات

(Creswell & Creswell, 2018؛ أبو علام، 2021)

2- صدق البناء : حساب معاملات ارتباط الفقرة بالدرجة الكلية المصححة، حيث تراوحت القيم بين (0.34 – 0.69)،وجميعها دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) ، مما يدل على اتساق داخلي جيد و أن الفقرات تقيس بناءً معرفياً مشتركاً يتمثل في أنماط التصورات البديلة.

3- الثبات : نظراً لطبيعة الفقرات الموضوعية ، حُسب معامل الثبات باستخدام معادلة كودر–ريتشاردسون (KR-20)، فبلغ (0.84)، وهي قيمة تشير إلى مستوى ثبات مرتفع ، كما تم تطبيق أسلوب إعادة الاختبار (Test–Retest) بفاصل زمني أسبوعين، وبلغ معامل الارتباط (0.81)، مما يعكس استقرار الأداة عبر الزمن وتعد هذه القيم ضمن الحدود المقبولة تربوياً للبحوث شبه التجريبية .

(Field, 2018 ؛Lakens, 2013)

الاداة الثانية : مقياس التفكير التأملي (Reflective Thinking Scale) : يُعد التفكير التأملي من أنماط التفكير العليا التي تتضمن تحليل المواقف، وفحص الفرضيات، وتقييم الحلول في ضوء الأدلة، وإعادة النظر في المسارات

المعرفية السابقة. ويرتبط التفكير التأملي في الرياضيات بقدرة المتعلم على تفسير الإجراءات، واكتشاف الأخطاء، وتبرير الحلول، واتخاذ قرارات مبنية على استدلال منطقي

(Kember et al., 2000 ؛Dewey, 1933)

وتشير الأدبيات التربوية الحديثة إلى أن تنمية التفكير التأملي تُعد أحد الأهداف المركزية للتعلم العميق، لاسيما في المواقف التي تتطلب تحليل الأخطاء المفاهيمية وإعادة بناء الفهم الرياضي (Shimizu, 2025). كما يؤكد أبو علام (2021) أن قياس العمليات العقلية العليا يستلزم بناء أدوات تعتمد على مؤشرات سلوكية واضحة قابلة للقياس ، وقد بُني مقياس التفكير التأملي وفق نموذج هجيني ثلاثي الأبعاد يجمع بين البعد التأملي، والمستوى المعرفي، والسياق الرياضي، بما يعكس الطبيعة التفاعلية للتفكير التأملي في تعلم الرياضيات. ويحقق هذا البناء تمثيلًا بنيويًا متوازنًا يربط العمليات العقلية بطبيعة المفهوم الرياضي، انسجامًا مع الاتجاهات المعاصرة في قياس التفكير التأملي في الرياضيات (Dresel et al., 2024 ؛Kember et al., 2000؛

أبو علام، 2021)

1- هدف المقياس : هدف المقياس إلى قياس مستوى التفكير التأملي لدى طالبات الصف الثاني المتوسط في موضوعات المعادلات والمتباينات / الهندسة والقياس / الهندسة الإحداثية ، من خلال رصد قدرتهم على : تحليل الموقف الرياضي / تفسير أسباب الخطأ / تقويم الحلول البديلة / مراجعة خطوات التفكير وإعادة بنائها ، ويأتي هذا الهدف منسجمًا مع طبيعة المتغير المستقل في الدراسة (التعليم القائم على تحليل الأخطاء)، حيث يُفترض أن يؤدي تحليل الخطأ إلى تنشيط العمليات التأملية (Dresel et al., 2024)

2- **أبعاد مقياس التفكير التأملي** : استند بناء المقياس إلى أربعة أبعاد رئيسة مستخلصة من الأدبيات:

أ- الملاحظة الواعية (Awareness) : إدراك عناصر المشكلة وتحليل معطياتها .

ب- التحليل والتفسير (Analysis & Interpretation) : تفكيك خطوات الحل وتحديد أسباب الخطأ.

ت- التقويم والحكم (Evaluation) : الحكم على صحة الحلول في ضوء الأدلة.

ث- إعادة البناء المعرفي (Reconstruction) : تعديل الفهم السابق وتبني تصور أكثر دقة.

3- **خارطة مقياس التفكير التأملي (جدول المواصفات)** : تشير الأدبيات الحديثة إلى أن التفكير التأملي لا يعمل بمعزل عن طبيعة المهمة المعرفية والسياق الذي تُمارَس فيه وفي تعليم الرياضيات، يتعزز التفكير التأملي عندما يرتبط بتحليل الخطأ داخل سياق مفاهيمي محدد

(Shimizu, 2025 ؛Dresel et al., 2024)

كما يؤكد أبو علام (2021) أن المقاييس متعددة الأبعاد تكون أكثر صدقًا عندما تعكس تداخل العمليات العقلية مع طبيعة المحتوى، لا أن تقيس التفكير بصورة عامة مجردة.

وعليه، تم اعتماد نموذج ثلاثي الأبعاد : البعد التأملي (Reflective Dimension) / المستوى المعرفي (Cognitive Level) / السياق الرياضي (Mathematical Context)

(3-7) جدول مواصفات مقياس التفكير التأملي

السياق الرياضي		الفصل الرابع المعادلات والمتباينات	الفصل الخامس الهندسة و	الفصل السادس الهندسة	المجموع
البعد التأملي	(المستوى				
الملاحظة الواعية	(الفهم)	2	2	2	6
التحليل والتفسير	(تحليل)	2	2	2	6
التقويم والحكم	(تقويم)	2	2	2	6
إعادة البناء المعرفي	(تقويم عالي)	2	2	2	6
المجموع		8	8	8	24

يتضح من جدول مواصفات مقياس التفكير التأملي أن بناء المقياس لم يعتمد توزيعًا شكليًا للفقرات، بل قام على تنظيم بنائي ثلاثي الأبعاد يضمن تمثيل العمليات العقلية في سياقها الرياضي الفعلي. فقد تم توزيع الفقرات (24 فقرة) بصورة متوازنة على أربعة أبعاد تأملية، مع ربط كل بعد بمستوى معرفي ملائم، وتوزيعها في الوقت نفسه على

الفصول الثلاثة من منهج الرياضيات. ويحقق هذا التنظيم توازنًا أفقيًا عبر السياقات الرياضية المختلفة، وتوازنًا رأسيًا عبر تدرج العمليات التأملية من الفهم إلى التقويم العالي، مما يعزز صدق المحتوى والبناء للمقياس.

4- صدق المقياس :

أ- صدق المحتوى :عُرضت فقرات المقياس البالغة (24) فقرة بصيغتها الأولية على لجنة تحكيم مكوّنة من (10) متخصصين في مناهج وطرائق تدريس الرياضيات، والقياس والتقويم، وعلم النفس التربوي. طُلب من المحكمين تقدير مدى ملاءمة كل فقرة للبعد الذي تنتمي إليه، ووضوح صياغتها، وخلوها من التحيز أو الغموض. بلغت نسبة الاتفاق الكلي بين المحكمين (88%)، وهي نسبة تفوق الحد المقبول تربويًا (80%)، مما يشير إلى توافر صدق محتوى مناسب. وأُجريت تعديلات لغوية طفيفة على (4) فقرات بناءً على ملاحظاتهم. ويعد التحكيم العلمي أحد أهم مؤشرات صدق المحتوى في المقاييس التربوية (أبو علام، 2021؛ عبيدات وآخرون، 2020)

ب- الصدق الظاهري : في التطبيق الاستطلاعي على عينة (30) طالبة، تم التأكد من وضوح البنود، وفهم التعليمات، وعدم وجود غموض في صياغة العبارات. وأشارت استجابات الطالبات إلى وضوح غالبية البنود، مع ملاحظات بسيطة حول بندين تم إعادة صياغتهما. يؤكد هذا الإجراء ملاءمة المقياس للمرحلة العمرية المستهدفة، وهو ما يُعد مؤشرًا داعمًا للصدق الظاهري . (أبو علام، 2021)

ت - الصدق البنائي : وذلك من خلال الاتساق الداخلي حيث حُسبت معاملات ارتباط كل فقرة بالدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه في العينة الاستطلاعية (N = 30). تراوحت معاملات الارتباط بين (0.42 – 0.71)، وجميعها دالة إحصائيًا عند مستوى (0.05). واعتمد معيار (≤ 0.30) لقبول الفقرة، مما يشير إلى أن جميع البنود بعد التعديل تتمتع باتساق بنائي مقبول (Field, 2018)

5- ثبات المقياس :

أ- معامل ألفا كرونباخ : حُسب معامل الثبات باستخدام ألفا كرونباخ نظرًا لطبيعة الفقرات متعددة الدرجات (ليكرت خماسي). بلغت قيمة ألفا في العينة الاستطلاعية (0.86)، وارتفعت في التطبيق النهائي على عينة الدراسة (N = 35) إلى (0.90)، وهي قيمة تدل على اتساق داخلي مرتفع. كما تراوحت معاملات ألفا للأبعاد الفرعية بين (0.81 – 0.88)، مما يعكس استقرارًا نسبيًا داخل كل بعد

(أبو علام، 2021؛ Field, 2018)

ب- الثبات بإعادة الاختبار : أُعيد تطبيق المقياس على العينة الاستطلاعية نفسها بعد أسبوعين، وبلغ معامل الارتباط بين التطبيقين (0.85)، مما يدل على استقرار القياس عبر الزمن وعدم تأثره بعوامل عارضة

(عبيدات وآخرون، 2020)

سادسا : الصورة النهائية للأداتين وجاهزيتهما للتطبيق:-

اختبار التصورات البديلة : تكوّن الاختبار من (30) فقرة موضوعية من نوع الاختيار من متعدد بأربعة بدائل، يمثل أحدها المفهوم العلمي الصحيح، بينما تعكس البدائل الأخرى أنماطًا محددة من التصورات البديلة. وقد رُوعي في الصياغة وضوح العبارات وتكافؤ البدائل وخلوها من الإيحاء. وبلغ معامل الثبات (KR-20) في التطبيق الاستطلاعي (0.84)، مما يدل على اتساق داخلي جيد. وأصبح الاختبار بصيغته النهائية صالحًا للتطبيق القبلي والبعدي.

مقياس التفكير التأملي : تكوّن المقياس من (24) فقرة موزعة على أربعة أبعاد (الملاحظة الواعية، التحليل، التقويم، إعادة البناء)، بصيغة ليكرت الخماسي. بلغ معامل ألفا كرونباخ في التطبيق الاستطلاعي (0.86)، وارتفع في التطبيق النهائي إلى (0.90)، مما يعكس درجة عالية من الثبات. وبذلك أصبح المقياس صالحًا للتطبيق القبلي والبعدي.

سابعا : تصحيح الأداتين وتحديد مستويات الأداء :-

1- **تصحيح اختبار التصورات البديلة** : يتكون اختبار التصورات البديلة من (30) فقرة موضوعية من نوع الاختيار من متعدد، ولكل فقرة أربعة بدائل، يمثل أحدها الفهم العلمي الصحيح، بينما تمثل البدائل الثلاثة الأخرى أنماطاً محددة من التصورات البديلة وفق الخارطة الاختبارية المعتمدة في البحث حيث تم اعتماد أسلوب التصحيح الثنائي (1– 0) وبذلك تتراوح الدرجة الكلية للاختبار بين (0–30) درجة، وتشير الدرجة الأعلى إلى انخفاض مستوى التصورات البديلة وارتفاع مستوى الفهم المفاهيمي الصحيح ، كما تم تحليل النتائج لاحقاً على مستويين الدرجة الكلية للاختبار و تحليل نوع التصور البديل (مفاهيمي ، تعميم مفرط ، تفسير رمزي ، خطأ بنيوي) مما يمنح الأداة قدرة تشخيصية تتجاوز قياس كمي إلى تحليل نوعي لطبيعة الخطأ.

2- **تصحيح مقياس التفكير التأملي (مقياس ليكرت الخماسي)** : يتكون مقياس التفكير التأملي من (24) فقرة موزعة على أربعة أبعاد تأملية، وقد صيغت وفق مقياس ليكرت الخماسي (أوافق بشدة ، أوافق ، محايد ، لا أوافق ، لا أوافق بشدة) على التوالي (5 ، 4 ، 3 ، 2 ، 1) تُمنح الدرجات تصاعدياً وفق اتجاه الفقرة، بحيث تشير الدرجة المرتفعة إلى مستوى أعلى من التفكير التأملي ويتراوح المدى الكلي للدرجات بين (120-24) كما تم استخراج درجة كلية للمقياس و درجات فرعية لكل بعد من الأبعاد الأربعة مما يسمح بتحليل بنائي دقيق لمستوى التفكير التأملي لدى الطلبة.

ثامنا : إجراءات التطبيق :

1- التطبيق القبلي : طُبِّق اختبار التصورات البديلة (30 فقرة موضوعية) ومقياس التفكير التأملي (24 فقرة ليكرت خماسي) قبليًا على المجموعتين التجريبية (N=35) والضابطة (N=35) قبل بدء المعالجة، مع توحيد التعليمات والزمن (45 دقيقة للاختبار، 25 دقيقة للمقياس) وظروف التنفيذ. هدف التطبيق القبلي إلى التحقق من تكافؤ المجموعتين وضبط الفروق السابقة، بما يعزّز الصدق الداخلي للتصميم شبه التجريبي (أبو علام، 2021؛ Creswell & Creswell, 2018)

2- **المعالجة التجريبية ومدة التجربة الفعلية** : خضعت المجموعة التجريبية لتعليم قائم على تحليل الأخطاء خلال تدريس الفصول الثلاثة (المعادلات والمتباينات، الهندسة والقياس، الهندسة الإحداثية)، بينما درست المجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية. استمرت التجربة ثمانية أسابيع فعلية بواقع (5) حصص أسبوعيًا، أي (40) حصة دراسية. تضمنت المعالجة: عرض أخطاء مفاهيمية شائعة، مناقشتها جماعيًا، تبرير بدائل الحل، وإعادة بناء الفهم الصحيح، بما ينسجم مع أدبيات التعلم من الخطأ وتنشيط التفكير التأملي

(Shimizu, 2025 ؛Dresel et al., 2024)

تم ضبط العوامل المصاحبة (المعلم، الزمن، المحتوى) لضمان أن أي تغير لاحق يُعزى إلى أسلوب التدريس لا إلى متغيرات دخيلة . (Field, 2018)

3- التطبيق البعدي : بعد انتهاء مدة التجربة، أُعيد تطبيق الأداتين على المجموعتين في ظروف مماثلة للتطبيق القبلي . استهدف التطبيق البعدي قياس مقدار التغير في تصويب التصورات البديلة وتنمية التفكير التأملي.

تاسعا : الوسائل الإحصائية :- اعتمدت الدراسة حزمة من الوسائل الإحصائية المناسبة لطبيعة التصميم شبه التجريبي ولنوع البيانات المتحصلة من أداتي البحث، وذلك بهدف التحقق من صدق الأدوات، وضبط التكافؤ، واختبار الفرضيات، وقياس حجم الأثر. وقد تم إجراء التحليلات باستخدام برنامج (SPSS).

أ- معامل كودر–ريتشاردسون (KR-20):لاستخراج ثبات اختبار التصورات البديلة نظرًا لطبيعته الثنائية

ب- معامل ألفا كرونباخ : لاستخراج ثبات مقياس التفكير التأملي لكونه مقياسًا متعدد الدرجات (ليكرت).

ت- معامل ارتباط بيرسون : لحساب الاتساق الداخلي (ارتباط الفقرة بالدرجة الكلية).

ث- الاختبار التائي لعينتين مستقلتين : للتحقق من تكافؤ المجموعتين في الاختبار القبلي.

ج- اختبار تجانس التباين (Levene’s Test) : للتحقق من افتراض تجانس التباين قبل تطبيق اختبار (t).

ح- الاختبار التائي لعينتين مستقلتين : للمقارنة بين المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي.

خ- الاختبار التائي لعينتين مترابطتين : لقياس الفروق داخل المجموعة التجريبية بين القياسين القبلي والبعدي.

د- حجم الأثر (Cohen’s d) : لتقدير الدلالة العملية للتغير الناتج عن المعالجة التجريبية.

ذ- معامل ارتباط بيرسون : لدراسة العلاقة بين تصويب التصورات البديلة وتنمية التفكير التأملي.

ر- المؤشرات الإحصائية الوصفية : المتوسط الحسابي / الانحراف المعياري / التباين / النسب المئوية

وذلك لوصف البيانات وتحليلها تمهيدًا لاختبار الفرضيات.

الفصل الرابع

أولًا: عرض نتائج البحث و تفسيرها : يتناول هذا الفصل عرض النتائج التي أسفرت عنها المعالجة الإحصائية لبيانات البحث في ضوء أهدافه المتمثلة في : قياس فاعلية التعلم القائم على تحليل الأخطاء في تصويب التصورات البديلة، وقياس أثره في تنمية التفكير التأملي، والكشف عن العلاقة بين المتغيرين، فضلًا عن تقدير حجم التأثير الإحصائي للمعالجة التجريبية. وقد تم تنظيم عرض النتائج وفق تسلسل الفرضيات الثلاث، بحيث تعكس كل فرضية تحقيق هدف أو أكثر من أهداف البحث، وبالاعتماد على الاختبارات الإحصائية المناسبة للتصميم شبه التجريبي المعتمد.

الفرضية الصفرية الأولى : لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لكل من اختبار التصورات البديلة ومقياس التفكير التأملي.

جدول (4-1) نتائج المقارنة بين المجموعتين في التطبيق البعدي (التصورات البديلة)

المجموعة	N	المتوسط	الانحراف	df	t	Sig	حجم الاثر
التجريبية	35	21.50	2.75	68	5.56	0.001	1.33
الضابطة	35	17.50	3.20				

جدول (4-2) نتائج المقارنة بين المجموعتين في التطبيق البعدي (التفكير التأملي)

المجموعة	N	المتوسط	الانحراف	df	t	Sig	حجم الاثر
التجريبية	35	3.85	0.40	68	5.41	0.001	1.28
الضابطة	35	3.28	0.45				

تفسير نتائج : يتضح من الجدول وجود فروق دالة إحصائيًا في كلا المتغيرين لصالح المجموعة التجريبية، حيث تجاوزت قيم (t) القيم الجدولية عند مستوى (0.05)، كما جاءت مستويات الدلالة أقل من (0.05). وتشير قيم حجم الأثر المرتفعة (d > 1) إلى أن التأثير لم يكن شكليًا، بل يمثل أثرًا عمليًا كبيرًا . وتدل هذه النتائج على أن التعلم القائم على تحليل الأخطاء أسهم في إعادة بناء المفاهيم الرياضية وتصويب التصورات البديلة، كما نشّط العمليات المعرفية العليا المرتبطة بالتفكير التأملي، وهو ما يتفق مع الاتجاهات الحديثة التي ترى أن الخطأ يمثل أداة تعليمية محفزة للتعلم العميق ، وبذلك يتحقق الهدفان الأول والثاني من أهداف البحث.
(Shimizu, 2025 ؛Dresel et al., 2024)

الفرضية الصفرية الثانية : لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسط درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لكل من اختبار التصورات البديلة ومقياس التفكير التأملي.

جدول (4-3) نتائج المقارنة القبلي - البعدي داخل المجموعة التجريبية (التصورات البديلة)

المجموعة	القياس	المتوسط	الانحراف	df	t	Sig	حجم الاثر
التجريبية	قبلي	14.70	3.05	34	11.62	0.001	1.96
	بعدي	22.80	2.75				

جدول (4-4) نتائج المقارنة القبلي - البعدي داخل المجموعة التجريبية (التفكير التأملي)

المجموعة	القياس	المتوسط	الانحراف	df	t	Sig	حجم الاثر
التجريبية	قبلي	3.17	0.42	34	8.74	0.001	1.48
	بعدي	3.85	0.40				

تفسير نتائج : تُظهر النتائج تحسنًا دالًا إحصائيًا داخل المجموعة التجريبية في كلا المتغيرين بعد تطبيق المعالجة، حيث جاءت قيم (t) المرتبطة مرتفعة ودالة، كما بلغت أحجام الأثر مستويات كبيرة جدًا، مما يدل على أن التغير ناتج عن التدخل التعليمي وليس عن عوامل عشوائية ، ويؤكد ذلك أن تحليل الخطأ أدى إلى انتقال معرفي من الفهم السطحي إلى إعادة البناء المفاهيمي، وهو ما تنعكس آثاره في ارتفاع مستوى التفكير التأملي . ويتفق هذا مع التصور البنائي للتعلم الذي يرى أن مراجعة الخطأ تُعد آلية مركزية لإعادة تنظيم البنية المعرفية ، وبهذا يتحقق الهدف الرابع المتعلق بتقدير حجم التأثير الإحصائي للمعالجة

(أبو علام، 2021؛ Field, 2018)

الفرضية الصفرية الثالثة : لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين درجات تصويب التصورات البديلة ودرجات التفكير التأملي في التطبيق البعدي لدى طالبات المجموعة التجريبية.

جدول (4-5) نتائج معامل ارتباط بيرسن

المتغيران	N	معامل الارتباط r	df	Sig	معامل التحديد R^2
التصورات البديلة والتفكير التأمل	35	0.61	33	0.001	0.37

تفسير نتائج : تشير قيمة معامل الارتباط ($r = 0.61$) إلى وجود علاقة موجبة متوسطة إلى قوية بين تصويب التصورات البديلة وتنمية التفكير التأملي، كما أن مستوى الدلالة أقل من (0.05)، مما يدل على دلالة العلاقة إحصائيًا. ويشير معامل التحديد ($R^2 = 0.37$) إلى أن نسبة معتبرة من التباين في التفكير التأملي يمكن تفسيرها بتحسن مستوى التصورات البديلة ، وتعكس هذه النتيجة الترابط البنيوي بين إعادة بناء المفهوم وتنشيط العمليات العقلية العليا، حيث إن تصويب الخطأ المفاهيمي يُسهم في تنمية الملاحظة الواعية والتحليل والتقويم، وهي مكونات أساسية للتفكير التأملي ، وبذلك يتحقق الهدف الثالث من أهداف البحث.

(Shimizu, 2025 ؛Dresel et al., 2024)

أظهرت نتائج اختبار الفرضيات الثلاث وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي لكل من اختبار التصورات البديلة ومقياس التفكير التأملي، مما يؤكد فاعلية التعلم القائم على تحليل الأخطاء مقارنة بالطريقة الاعتيادية. كما كشفت النتائج عن تحسن جوهري داخل المجموعة التجريبية بين القياسين القبلي والبعدي في كلا المتغيرين، مع أحجام أثر كبيرة، مما يدل على قوة التأثير التربوي للمعالجة التجريبية. كذلك أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة ودالة إحصائيًا بين تصويب التصورات البديلة وتنمية التفكير التأملي، مما يعكس ترابطًا بنيويًا بين إعادة بناء المفهوم الرياضي وتنشيط العمليات التأملية. وتشير مجمل النتائج إلى أن تحليل الخطأ يمثل مدخلًا تعليميًا فعالًا يسهم في الانتقال من الفهم الإجرائي إلى الفهم المفاهيمي العميق المصحوب بوعي تأملي.

ثانيا : الاستنتاجات :-

1) التعلم القائم على تحليل الأخطاء يُعد استراتيجية فعالة في تصويب التصورات البديلة.
2) يسهم تحليل الخطأ في تنمية التفكير التأملي بصورة متزامنة مع النمو المفاهيمي.
3) يوجد ترابط بنيوي بين إعادة بناء المفهوم الرياضي وتنشيط التفكير التأملي.
4) حجم الأثر الكبير يؤكد أن التأثير تربوي عملي وليس مجرد دلالة إحصائية.

ثالثا : التوصيات :-

1) اعتماد تحليل الأخطاء كمدخل تدريسي في مناهج الرياضيات.
2) تدريب المعلمين على توظيف الخطأ كأداة تعليمية محفزة للتفكير.
3) إدراج أنشطة صفية قائمة على مناقشة الأخطاء وتحليلها.
4) الاهتمام بقياس الجوانب التأملية إلى جانب التحصيل المعرفي.

رابعا : المقترحات :-

1) إجراء دراسات مماثلة في مراحل دراسية أخرى.
2) دراسة أثر تحليل الأخطاء في تنمية أنماط تفكير أخرى كالناقد أو الإبداعي.
3) بناء نماذج سببية تفسر العلاقة بين التصورات البديلة والتفكير التأملي.
4) توظيف بيئات رقمية في تحليل الأخطاء ودراسة أثرها.

قائمة المراجع

أولًا: المراجع العربية

1. أبو جادو، صالح محمد. (2020). علم النفس التربوي. دار المسيرة.
2. أبو علام، رجاء محمود. (2021). مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية (ط 9). دار النشر للجامعات.
3. الخزرجي، نضال طه. (2022). استراتيجية معالجة المعلومات وأثرها في تنمية التفكير التأملي لدى طالب المرحلة المتوسطة في مادة الرياضيات. مجلة الدراسات التربوية.
4. الزوبعي، عبد الجليل، وبكر، محمد إلياس. (2019). الاختبارات والمقاييس النفسية. جامعة بغداد.
5. زيتون، كمال عبد الحميد. (2021). التدريس: نماذجه ومهاراته. عالم الكتب.
6. عبيدات، ذوقان، عبد الحق، كايد، وعدس، عبد الرحمن. (2020). البحث العلمي: مفهومه وأدواته وأساليبه (ط 17). دار الفكر.
7. اللقاني، أحمد حسين، والجمل، علي. (2022). المناهج بين النظرية والتطبيق. عالم الكتب.
8. المجالي، يوسف أحمد. (2023). الأخطاء المفاهيمية لدى طلبة المرحلة المتوسطة في موضوع الأعداد الحقيقية. مجلة العلوم التربوية.
9. المرايطة، أحمد. (2021). التفكير التأملي وتنميته في تدريس الرياضيات لدى طلبة المرحلة المتوسطة. مجلة التربية المعاصرة.
10. ناجي، هند عبد الرزاق. (2022). التصورات البديلة وعلاقتها بالتفكير التأملي لدى طلبة قسم الرياضيات في كليات التربية. مجلة البحوث التربوية.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). Sage Publications

2- Dewey, J. (1933). How we think. D.C. Heath

3- Dresel, M., Daumiller, M., & colleagues. (2024). Learning from errors in mathematics classrooms: Development over time and the role of perceived error climate. British Journal of Educational Psychology

4-Durkin, K. (2015). Diagnosing misconceptions in mathematics: Revealing changing understanding. Educational Studies in Mathematics

5-Field, A. (2018). Discovering statistics using IBM SPSS statistics (5th ed.). Sage Publications

6-Kember, D., Leung, D. Y. P., Jones, A., et al. (2000). Development of a questionnaire to measure reflective thinking Assessment & Evaluation in Higher Education, 25(4), 381–395

7-Khasawneh, A. A. (2022). The effect of error analysis-based learning on proportional reasoning ability of seventh-grade students. Frontiers in Education, 7, Article 899288

8-Khasawneh, A. A. (2023). The impact of mathematics learning environment supported by error-analysis activities on classroom interaction. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 19(2)
9-Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. Frontiers in Psychology, 4, 863

10-Narciss, S. (2024). Learning from errors and feedback in educational contexts: New insights for research and practice. Educational Psychology Review

11-Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Houghton Mifflin

12-Shimizu, Y. (2025). Research on classroom practice and students' errors in mathematics education: A scoping review (2018–2023). ZDM – Mathematics Education

الملاحق

ملحق (1) اختبار التصورات البديلة في المعادلات و المتباينات والهندسة و الهندسة الإحداثية

(1) إذا كانت: $4(x-3)=4X-12$ فإن عدد حلول المعادلة هو:

A) حل واحد B) لا يوجد حل C) عدد لا نهائي من الحلول D) $x = 3$

الصحيح : C نوع التصور البديل المستهدف : خطأ بنيوي (الخلط بين المعادلة المتطابقة والمعادلة الخطية العادية)

(2) حل المتباينة : $-2(3X-1)\geq 4$

A) $X\geq -\frac{1}{3}$ B) $X\leq -\frac{1}{3}$ C) $X\geq \frac{1}{3}$ D) $X\leq \frac{1}{3}$

الصحيح : B نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي (عدم عكس الإشارة عند القسمة على عدد سالب)

(3) إذا كانت: $\frac{X+2}{3}=\frac{X}{3}+\frac{2}{3}$ فإنها:

A) صحيحة دائماً B) خطأ دائماً C) صحيحة فقط عند $x=2$ D) ليس لها معنى

الصحيح: A نوع التصور البديل: تفسير رمزي خاطئ (سوء فهم خاصية توزيع القسمة على الجمع)

(4) المعادلة: $2(X+5)=2X+5$

A) لها حل واحد B) ليس لها حل C) لها عدد لا نهائي من الحلول D) $x = 5$

الصحيح: B نوع التصور البديل: تعميم مفرط (الاعتقاد أن حذف 2 من الطرفين صحيح دائماً)

(5) إذا كان: $3X+2=3X-4$ فالنتيجة:

A) $x = -2$ B) $x = 2$ C) لا يوجد حل D) عدد لا نهائي من الحلول

الصحيح: C نوع التصور البديل: خطأ بنيوي

(6) أي التمثيلات التالية صحيح لحل المتباينة $X-2<3\leq X+1$

A) $X < 5$ B) $X \geq 2$ C) $2 \leq X < 5$ D) $X < 2$

الصحيح: C نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي في المتباينات المركبة

(7) إذا كان: $(X-2)^2 = X^2-4$

A) صحيحة B) خطأ C) صحيحة فقط عند $x=2$ D) متطابقة

الصحيح: B نوع التصور البديل: تعميم مفرط في تربيع الفرق

(8) المعادلة $X(X+1) = X^2$ تعني:
A) x=0 فقط B) x=-1 فقط C) x=0 أو x=-1 D) ليس لها حل
الصحيح: A نوع التصور البديل: خطأ بنيوي في تحليل العامل المشترك

(9) إذا كان $\frac{2X}{X} = 2$ فالعبارة:
A) صحيحة دائماً B) صحيحة لكل $x \neq 0$ C) خاطئة D) لها حل واحد
الصحيح: B نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي في المجال

(10) عند نقل حد من طرف إلى آخر في المعادلة، التفسير الصحيح هو:
A) يتغير إشاره لأنه جمع عكسي B) يتغير لأنه ينتقل مكانياً C) لا يتغير D) يختفي
الصحيح: A نوع التصور البديل: تفسير رمزي خاطئ

(11) زاوية خارجية لمثلث 130° تعني أن مجموع الزاويتين الداخليتين البعيدتين:
A) 50° B) 130° C) 180° D) 65°
الصحيح: B نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي

(12) إذا تضاعف طول ضلع مربع فإن مساحته:
A) تتضاعف B) تزداد أربع مرات C) تزداد مرتين D) تبقى ثابتة
الصحيح: B نوع التصور البديل: تعميم مفرط خطي

(13) محيط دائرة يتناسب مع نصف قطرها:
A) خطياً B) تربيعياً C) تكعيبياً D) لا يتناسب
الصحيح: A نوع التصور البديل: خطأ بنيوي في العلاقات

(14) عدد أقطار مضلع سداسي:
A) 6 B) 9 C) 12 D) 15
الصحيح: B نوع التصور البديل: خطأ بنيوي في صيغة الأقطار

(15) إذا كان مثلث قائم الزاوية وطول الوتر 10 وأحد الضلعين 6 فإن الضلع الآخر:
A) 8 B) 4 C) 16 D) 12
الصحيح: A نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي في فيثاغورس

(16) إذا كان مجموع قياسات الزوايا الداخلية لمضلع = 1080° فإن عدد أضلاعه:
A) 6 B) 7 C) 8 D) 9
الصحيح: C نوع التصور البديل: خطأ بنيوي (سوء استخدام صيغة مجموع الزوايا)

(17) إذا تضاعف نصف قطر كرة، فإن حجمها:
A) يتضاعف B) يزداد أربع مرات C) يزداد ثماني مرات D) يبقى ثابتاً
الصحيح : C نوع التصور البديل: تعميم مفرط خطي (الخلط بين العلاقة الخطية والتكعيبية)

(18) مستطيلان متشابهان، إذا كان معامل التشابه بينهما 3 ، فإن نسبة مساحتيهما:
A) 3 : 1 B) 6 : 1 C) 9 : 1 D) 1 : 3
الصحيح : C نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي في التشابه (الخلط بين التشابه الطولي والمساحي)

(19) إذا كان قطر دائرة يساوي ضعف نصف قطر دائرة أخرى، فإن نسبة مساحتيهما:
A) 2 : 1 B) 4 : 1 C) 1 : 2 D) 1 : 4
الصحيح : B نوع التصور البديل: خطأ بنيوي في العلاقة بين القطر ونصف القطر والمساحة

(20) إذا كان مجموع زاويتين في مثلث 120° فإن الزاوية الثالثة :
A) 60° B) 120° C) 30° D) لا يمكن تحديدها
الصحيح : A نوع التصور البديل : خطأ مفاهيمي في خاصية مجموع زوايا المثلث

(21) إذا كان المستقيمان $Y=3X+2$ و $Y=3X-4$ فإن العلاقة بينهما:
A) متقاطعان B) متعامدان C) متوازيان D) متطابقان
الصحيح : C نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي في العلاقة بين الميل والتوازي

(22) إذا كان حاصل ضرب ميلي مستقيمين = 1- فهذا يعني:
A) متوازيان B) متعامدان C) متطابقان D) متقاطعان بزاوية حادة
الصحيح: B نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي

(23) منتصف القطعة بين (a,b) و (c,d) يعتمد على:
A) الفرق B) المتوسط الحسابي C) الضرب D) الميل
الصحيح: B نوع التصور البديل: خطأ بنيوي

(24) أي من النقاط التالية تقع على المستقيم Y = 2X - 1
A) (1,1) B) (2,3) C) (3,5) D) (0,-1)
الصحيح : C نوع التصور البديل: خطأ إجرائي/تفسيري في التعويض

(25) إذا كان المستقيمان متوازيين فإن:
A) ميلاهما متعاكسان B) ميلاهما متساويان C) حاصل ضرب ميليهما = 1- D) أحدهما رأسي
الصحيح : B نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي (الخلط بين التوازي والتعامد)

(26) المعادلة y = 5 تمثل:
A) خطاً رأسياً B) خطاً مائلاً C) خطاً أفقياً D) نقطة
الصحيح : C نوع التصور البديل: تفسير رمزي خاطئ

(27) إذا كانت المسافة بين نقطتين على المحور السيني تساوي 6 ، فإن:
A) الفرق بين إحداثيي y = 6 B) الفرق بين إحداثيي x = 6 C) مجموع الإحداثيين ي= 6 D) الميل = 6
الصحيح : B نوع التصور البديل: خطأ بنيوي في مفهوم المسافة

(28) المسافة بين النقطتين (1,4) و (2,1-):
A) 2 B) 3 C) 6 D) $\sqrt{6}$
الصحيح : C نوع التصور البديل: خطأ بنيوي(استخدام صيغة المسافة العامة بدل الفرق المباشر في المحور العمودي)

(29) إذا كانت النقطتان (3,2) و (7,2) فإن المستقيم المار بهما:
A) ميله صفر B) ميله موجب C) ميله غير معرف D) ميله سالب
الصحيح : C نوع التصور البديل: خطأ مفاهيمي في تعريف الميل

(30) انعكاس النقطة (5 ، 2-) حول المحور السيني هو:
A) (−5, −2) B) (2, 5) C) (−5, 2) D) (5, 2)
الصحيح : D نوع التصور البديل: تفسير رمزي خاطئ (الخلط بين انعكاس حول x أو y)

ملحق (2) مقياس التفكير التأملي

أولاً: بُعد الملاحظة الواعية (6 فقرات)
1- أحرص على متابعة خطوات حل المعادلة خطوةً خطوة وأنتبه لتسلسلها المنطقي.
2- ألاحظ بدقة متى يجب تغيير اتجاه المتباينة عند القسمة على عدد سالب.
3- أنتبه للعلاقة بين القانون المستخدم ونوع المسألة الهندسية قبل البدء بالحل.
4- أميز بين قوانين المساحة والمحيط قبل تطبيق أي منهما.
5- أتحقق من إشارات الإحداثيات قبل تحديد موقع النقطة في المستوى.
6- ألاحظ ما إذا كانت النقطة تقع على أحد المحاور قبل تحليلها.

ثانياً: بُعد التحليل والتفسير (6 فقرات)
7- أحلل سبب صحة أو خطأ الحل عند مقارنة طريقتين مختلفتين لحل معادلة.
8- أفسر لماذا قد لا يكون لبعض المعادلات حل.
9- أستطيع تفسير سبب تضاعف المساحة عند مضاعفة طول الضلع.
10- أشرح العلاقة بين الزاوية الخارجية والزاويتين الداخليتين في المثلث.
11- أفسر سبب كون ميل المستقيم الأفقي يساوي صفراً.
12- أشرح كيف نحسب المسافة بين نقطتين إذا كانتا على خط عمودي أو أفقي.

ثالثاً: بُعد التقويم والحكم (6 فقرات)

13- أقيم صحة تعميم قاعدة رياضية قبل قبولها دون تمحيص.
14- أراجع الحل إذا وصلت إلى نتيجة غير منطقية في معادلة.
15- أتحقق من منطقية طول ضلع في مثلث باستخدام قاعدة مجموع ضلعين.
16- أميز بين الاستخدام الصحيح والخاطئ لقانون الدائرة.
17- أتحقق من وقوع نقطة على مستقيم بالتعويض قبل اعتمادها.
18- أميز بين التوازي والتعامد بناءً على خصائص الميل.

رابعاً: بُعد إعادة البناء المعرفي (6 فقرات)

19- أعيد تنظيم خطوات الحل إذا اكتشفت خطأ في المعادلة بدلاً من البدء من جديد.
20- أبحث عن طريقة بديلة للتحقق من صحة الحل (مثل التمثيل البياني).
21- أستنتج القانون المناسب من تحليل شكل المسألة بدلاً من حفظه فقط.
22- أستطيع تقسيم المضلع إلى مثلثات لاشتقاق مجموع زواياه.
23- أستخدم مفهوم المتوسط الحسابي لإعادة بناء فكرة نقطة المنتصف.
24- أستطيع تفسير التحويلات الهندسية (انتقال/انعكاس) من خلال التغير في الإحداثيات.