CC BY 4

College of Basic Education Research Journal

https://berj.uomosul.edu.iq/

The Effect of the (P.E.C.S) Strategy on Mathematics Learning Efficiency Among Fifth Scientific Grade Students

Asim Ahmed Khaleel Al-Shumam
University of Mosul, College of Education for Pure Sciences, Department of Mathematics, Mosul, Iraq.

Article Information

Article history:
Received: May 3, 2026
Reviewer: June 13, 2026
Accepted: ***June 21, 2026***
Available online: September, 2026

Keywords:
(P.E.C.S) strategy,
learning efficiency,
mathematics learning efficiency,
cognitive load,
mathematics subject.

Correspondence:
Asim Ahmed Khaleel
Email: asim_alshumam@uomosul.ed

Abstract

The present study sought to investigate the impact of the (P.E.C.S) instructional strategy on optimizing mathematical learning efficiency among fifth-grade scientific female students. To fulfill this objective, an experimental sample comprising (61) female participants from the aforementioned grade was selected and randomly allocated into two distinct cohorts. The experimental cohort, consisting of (28) students, was instructed utilizing the sequential procedures of the (P.E.C.S) strategy, whereas the control cohort, involving (33) students, received instruction via conventional pedagogical methods.

Prior to the intervention, statistical equivalence between both groups was established across several variables. To accurately assess the multidimensional construct of learning efficiency, the researcher designed a comprehensive, integrated measurement instrument. This tool encompassed an objective mathematical achievement test of (30) items. Uniquely, each individual test item was appended with a nine-point rating scale to instantaneously gauge the specific cognitive load (mental effort) exerted during its resolution, alongside a precise recording of the total time consumed to complete the test. The methodological distinctiveness of this research lies in its data processing approach; the raw scores of these heterogeneous indicators were transformed into standardized scores, enabling their consolidation into a novel mathematical equation proposed by the researcher to holistically compute learning efficiency. The developed instrument demonstrated robust psychometric properties, including validity, item discrimination, and reliability.

The field experiment was conducted during the first semester of the academic year (2025-2026). Upon data collection and subsequent statistical analysis, the empirical findings demonstrated the following:

1. A statistically significant difference emerged at the (0.05) alpha level between the mean scores of learning efficiency, favoring the experimental cohort subjected to the (P.E.C.S) strategy.
2. The implemented strategy proved highly superior in significantly minimizing both the invested cognitive effort and the time consumed, while concurrently sustaining a high degree of response accuracy in academic achievement, in contrast to the conventional teaching approach.

P-ISSN: 1992–7452 **E-ISSN:** 2664-2808

استراتيجية (P.E.C.S) وأثرها في كفاءة تعلم مادة الرياضيات لدى طلبة الصف الخامس العلمي

عاصم احمد خليل الشمام

جامعة الموصل، كلية التربيــة للعلوم الصرفة، قسم الرياضيات، الموصل، العراق.

المستخلص

هـدف البحث إلــى التعرف على أثر استراتيجية (P.E.C.S) فــي كفاءة تعلم مادة الرياضيات لدى طالبات الصف الخامس العلمي. ولتحقيق هدف البحث، تألفت عينة البحث من (61) طالبة من طالبات الصف الخامس العلمي، وُزعن عشوائياً إلى مجموعتين، ضمت الأولى (28) طالبة ومثلت المجموعة التجريبية التي درست وفق خطوات استراتيجية (P.E.C.S) بينما ضمت المجموعة الثانية (33) طالبة ومثلت المجموعة الضابطة التي درست وفقاً للطريقة الاعتيادية.

أجرى الباحث عملية التكافؤ بين المجموعتين فــي متغيرات عدة ولحساب درجة كفاءة التعلم بأبعادها الثلاثة المتكاملة، صمم الباحث أداة قياس مركبة ومدمجة تمثلت في اختبار تحصيلي في الرياضيات مؤلف من (30) فقرة موضوعية، بحيث تُذيل كل فقرة اختبارية بمقياس تساعي الرتب لتقدير مقدار الجهد العقلي المبذول في الإجابة عنها تحديداً، فضلاً عن توثيق الزمن الكلي المستغرق لإتمام الاختبار، لتُعالج هذه المؤشرات الثلاثة معاً وتُدمج في معادلة لحساب كفاءة التعلم. وتتجلى خصوصية البحث الحالي في طريقة المعالجة التي يتم فيها تحويل الدرجات الخام لهذه المتغيرات المتباينة إلى درجات مُوَحَّدة لغرض دمجها في معادلة رياضية اقترحها الباحث لقياس كفاءة التعلم، وقد اتسمت الأداة بالصدق والتمييز والثبات.

طبقت التجربة فــي الفصل الدراسي الأول مـن العام الدراسي (2025–2026م)، وبعد جمع البيانات ومعالجتها إحصائياً كشفت نتائج البحث عن الآتي:

1. وجود فرق دال إحصائيا عـند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي درجات كفاءة التعلم لصالح المجمـوعـة التجريبـية التي درست بإستراتيجيــة.(P.E.C.S)
2. أظهرت النتائج عن تفوق الاستراتيجية في خفض الجهد العقلي والزمن المستغرق مع الحفاظ على دقة الاجابات في التحصيل مقارنة بالطريقة الاعتيادية.

وفــي ضوء النتائج، خرج الباحث بعدد مـن الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات.

الكلمات المفتاحية: استراتيجية (P.E.C.S)، كفاءة التعلم، كفاءة تعلم الرياضيات، العبء المعرفي، مادة الرياضيات.

مقدمة:

شهد العالم في عصرنا الراهن تحولات جذرية متسارعة في شتى ميادين المعرفة، ناتجة عن الثورة العلمية والتكنولوجية والتدفق الهائل للبيانات. وقد فرضت هذه التحولات واقعاً جديداً على المؤسسات التربوية والأكاديمية، جاعلةً من الانتقال نحو استراتيجيات التعليم المبتكرة ضرورة حتمية للحاق بعجلة التقدم.

فلم تعد الغاية من التعليم مقتصرة على نقل المعرفة أو إبقاء المدرس ملقناً والطالب مستقبلاً فحسب، بل أصبح للمتعلم دور فاعل في بناء المعرفة، وتحول المدرس إلى موجه وميسر للعمليات العقلية لبناء عقول مفكرة قادرة على التحليل والاستنتاج لمواجهة تحديات العصر (زيتون، 2021: 112).

وفي خضم هذا التطور المعرفي، يتبوأ علم الرياضيات بفروعه المختلفة مكانة الصدارة بوصفه لغة العلم الدقيقة لارتباطه الوثيق بإعمال العقل والتفكير المنطقي. حيث تحول النظر إلى الرياضيات من كونها منظومة ذات مفاهيم مجردة إلى نظام متناسق يركز على تنمية التفكير والتواصل والقدرة على مواجهة المشكلات (Thompson, 2007: 3). فالرياضيات لم تعد مجرد حسابات رقمية وحفظ للقوانين، بل هي منهجية تفكير تمنح المتعلم القدرة على قراءة الواقع واتخاذ القرارات في المواقف المعقدة، وأضحى التنور الرياضي عنصراً أساسياً لا يمكن الاستغناء عنه لترجمة الظواهر إلى بيانات كمية دقيقة (الشمري والتميمي، 2022: 45).

وعلى الرغم من هذه الأهمية البالغة إلا أن الممارسات التدريسية في العديد من القاعات الدراسية لا تزال أسيرة للطرائق الاعتيادية التي تعتمد على التلقين واسترجاع الخوارزميات بشكل آلي، مما يحد من قدرة الطالبات على إعمال العقل ويسبب حالة من الركود المعرفي. فقد أثبتت الدراسات الميدانية الحديثة أن الاعتماد على هذه الطرائق بات يشكل عائقاً أمام استيعاب المفاهيم المجردة (الطائي، 2022: 93) إن هذا الواقع يتطلب تدخلاً منهجياً من خلال تبني طرائق تدريس تتناسب مع نظريات التعلم الحديثة، وفي طليعتها استراتيجيات التعلم النشط التي تعمل على إثارة دافعية المتعلم، وتنقله من دائرة التلقي السلبي إلى دائرة الاندماج الإيجابي والمشاركة في بناء المعرفة (الخفاجي وآخرون، 2021: 17).

ومن أبرز التوجهات التدريسية المعاصرة التي تترجم فلسفة التعلم النشط تبرز استراتيجية (P.E.C.S) كإحدى الاستراتيجيات الفاعلة في كسر نمطية التفكير الخطي. فهذه الاستراتيجية تمنح العقل مرونة عالية من خلال تفكيك الموقف الرياضي إلى أربع محطات متسلسلة: تبدأ بتحديد (المشكلات)، مروراً بمناقشة (الآثار) المترتبة، ثم استقصاء (الأسباب)، وصولاً إلى اقتراح (الحلول) وتصفيتها (أمبوسعيدي والحوسنية، 2016: 143). إن هذا التسلسل المنطقي يوجه انتباه الطالبات نحو تنظيم الأفكار واستكشاف البدائل المبتكرة، مما ييسر استرجاع القوانين الرياضية وتوظيفها في مواقف جديدة.

إن الغاية القصوى من توظيف هذه الاستراتيجيات الحديثة لا تقف عند حدود النجاح في الاختبارات، بل تتعداه إلى الوصول للتعلم الأمثل، وهو ما يبرز المفهوم الأهم المتمثل بـ (كفاءة التعلم) المستند إلى نظرية العبء المعرفي (Cognitive Load Theory).

كما اشار الفيل (2016) ان الاعتماد على درجات التحصيل المجردة يُعد مؤشراً قاصراً لتقييم التعلم الفعلي؛ تتألف كفاءة التعلم من ثلاثة أبعاد أساسية متفاعلة هي: (التحصيل الأكاديمي، ومقدار الجهد العقلي المبذول، والزمن المستغرق). وإن توظيف خطوات استراتيجيات التعلم النشط ومنها استراتيجية (P.E.C.S) من شأنه أن يجزئ الموقف الرياضي وقد يخفف من العبء المعرفي الدخيل، مما قد يتيح للطلبة استثمار سعة ذاكرته العاملة بكفاءة عالية لتحقيق إنجاز رياضي دقيق بأقل استنزاف للجهد والوقت (الفيل، 2016).

وتتعاظم الحاجة إلى رفع كفاءة التعلم في المرحلة الإعدادية، بوصفها تقع ضمن سلم تعليمي يتدرج في مرحلة "التفكير الشكلي" (Formal Operational Stage)، وهي أرقى مراحل النمو المعرفي التي ينتقل فيها تفكير الفرد من الملموس إلى المجرد (أبو حويج وأبو المغلي، 2007: 127). ففي هذه المرحلة، تتوافر لدى الطلبة قدرات تمكنهن من معالجة المشكلات الرياضية بطريقة علمية واستدلالية، وتبدو الفروق الفردية واضحة، مما يجعل من مادة الرياضيات المحك الحقيقي الذي يتحدى قدراتهن ويقيس كفاءتهن الفعلية (عزيز، 2006: 27).

مشكلة البحث

يشهد الفكر التربوي المعاصر تحولاً جذرياً في أهدافه وغاياته إذ لم يعد التركيز منُصباً على حشو عقول الطلبة بالمعلومات، بل اتجه نحو بناء عقلية المتعلم الكفوء القادرة على معالجة المعرفة وإدارتها ذهنياً. وفي طليعة التخصصات التي تتطلب هذا البناء الذهني الدقيق تقف مادة الرياضيات، بوصفها لغة العلم .

إن تدريس الرياضيات يمثل تحدياً معرفياً يستوجب تنظيماً دقيقاً لبيئة التعلم مما يفرض على المؤسسات التربوية ضرورة مغادرة الأطر التقليدية واستقطاب استراتيجيات تدريسية حديثة تعمل على هيكلة المحتوى الرياضي بما يتلاءم مع السعة المعرفية للطالب ويضمن الارتقاء بمستواه العلمي بمعزل عن التشتت والاستنزاف الذهني إن فلسفة تدريس الرياضيات تتجاوز مجرد الحسابات الرقمية وحفظ القوانين لتصل إلـى كونها أداة لإعمال العقل وتنظيم البنية المعرفية، والوصول إلى الحلول بأقصر المسارات وأكثرها دقة. مما يستوجب ضرورة تحسين مخرجات المرحلة الإعدادية عبر تزويد الطالبات بسبل تمكنهن مـن معالجة المسائل الرياضية بكفاءة عالية.

وبالعودة إلـى واقع مؤسساتنا التربوية، نجد فجوة ملموسة بين التنظير الأكاديمي والتطبيق الميداني؛ إذ يلاحظ الباحث من خلال خبرته الأكاديمية في طرائق تدريس الرياضيات ومتابعته لمخرجات المدارس

الإعدادية، أن الاهتمام بمفهوم كفاءة التعلم لا يزال غائباً عن الساحة التعليمية. فالاعتماد المستمر على الطرائق الاعتيادية والتقليدية التي تركز على التلقين وحشو المعلومات، مما يسبب لهن إرهاق الذاكرة العاملة إن هذا الواقع جعل الطالبات يستنزفن طاقة ذهنية قصوى ووقتاً طويلاً جداً لحل المسائل الرياضية، وهو ما يشكل حكما غير دقيق بالتحصيل فالدرجة العالية التي تحصل عليها الطالبة في الاختبار قد لا تعكس تعلماً حقيقياً وكفؤاً إذا كانت ناتجة عن استنزاف حاد للجهد والزمن.

وعند الاستنارة بآراء المختصين في مجال طرائق تدريس الرياضيات من أساتذة في الميدان ومشرفين اختصاص، تبيّن أن التدريس في الغالب يُقيّد الطالبة بمستويات محدودة من التفكير النمطي، ولا يُحفّزها على تفكيك المشكلات الرياضية أو إدراك أسبابها وآثارها، مما يضعف قدرتها على اقتراح مسارات بديلة للحلول. وهذا بدوره ينعكس سلباً على الأبعاد الثلاثة لكفاءة التعلم (التحصيل، الجهد العقلي، الزمن المستغرق).

إن استمرار هذا القصور في معالجة المحتوى الرياضي يستدعي وقفة تطويرية جادة لتوظيف استراتيجيات تعلم نشط حديثة تكسر هذا الجمود، مثل استراتيجية (P.E.C.S). إذ تُعد هذه الاستراتيجية توجهاً حديثاً يعمل على تحريك الركود العقلي عبر خطوات متسلسلة (المشكلات، الآثار، الأسباب، الحلول) قد تمنح الطالبة دوراً إيجابياً في تنظيم تفكيرها، مما قد يفتح آفاقاً لتحقيق موازنة دقيقة بين جودة الإنجاز الرياضي والجهد والوقت المبذولين. ومن هنا يمكن بلورة **مُشكِلةُ اَلبحْث** فــي اَلإجَابةِ عـن اَلسؤُالِ اَلآتِي:

"مَأ أَثَرُ استراتيجية (P.E.C.S) فــي كفاءة تعلم مادة الرياضيات لـدى طالبـات الصف الخامس العلمي؟"

هــدف البحث:

هدف البحث الحالي إلى التعرف على أثر استراتيجية (P.E.C.S) في كفاءة تعلم مادة الرياضيات لدى طالبات الصف الخامس العلمي.

فرضية البحث: لتحقيق هدف البحث، صاغ الباحث الفرضية الآتية:

" لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي كفاءة تعلم مادة الرياضيات لدى طالبات المجموعة التجريبية اللاتي درسن وفق استراتيجية (P.E.C.S) وطالبات المجموعة الضابطة اللاتي درسن وفقاً للطريقة الاعتيادية".

أهمية البحث:

تنبثق أهمية البحث مـن طبيعة المتغيرات التي يتناولها، ويمكن إجمال هذه الأهمية فــي شقين أساسيين:

الأهمية النظرية:

قد يسهم هذا البحث فــي إثراء الأدبيات التربوية والمكتبة العراقية والعربية، بدراسة تتناول استراتيجية (P.E.C.S) كإحدى استراتيجيات التعلم النشط الحديثة فــي تدريس الرياضيات، مسلطاً الضوء على جعل الطالبة فاعلة ونشطة ومحوراً للعملية التعليمية، مما يضمـن الانتقال الفعلي للمتعلمة مـن دائرة التلقي السلبي للمعلومات إلــى مرحلة الاندماج الإيجابي والمشاركة فــي بناء المعرفة وتفكيك المواقف الرياضية.

كما يؤطر البحث لأهمية مغادرة الطرائق الشائعة، مبيناً كيف أن الخطوات المتسلسلة للاستراتيجية (المشكلات، الآثار، الأسباب، الحلول) تمـنح العقل مرونة عالية وتخفف من العبء المعرفي الدخيل، مما يساعد في استدعاء القوانين والمبرهنات الرياضية وتوظيفها بشكل صحيح فــي مواقف جديدة بأقل استنزاف للجهد والوقت.

الأهمية التطبيقية:

يقدم هذا البحث أداة مركبة ومعادلة رياضية جديدة لقياس كفاءة التعلم بأبعادها الثلاثة (التحصيل، الجهد العقلي، الزمن المستغرق)، يمكن للباحثين والمقومين التربويين ومدرسي الرياضيات الإفادة مـنها فــي تقويم أداء طلبتهم بشكل علمي دقيق يتجاوز مجرد الدرجة الامتحانية التقليدية.

كما يسهم في توجيه أنظار مدرسي ومدرسات مادة الرياضيات والمشرفين الاختصاص إلــى إمكانية التطبيق الفعلي والميداني لاستراتيجية (P.E.C.S) داخل القاعات الدراسية. ومساعدة الطالبات على تذليل العقبات والصعوبات التي تواجههن فــي فهم مادة الرياضيات ومعالجة مسائلها المعقدة بطريقة منظمة ترفع من كفاءتهن الكلية.

حُدُودُ البَحْثِ:

1. الحد البشري: طالبات الصف الخامس العلمي
2. الحد المَكَانِيَّ: المدارس الاعدادية والثانوية التابعة للمديرية العامة لتربية نينوى في مدينة الموصل.
3. الحد الزماني: الفَصْلُ الدِّرَاسِيُّ الأَوَّلُ مـن السنة الدِّرَاسِيّة (2024–2025م).
4. الحد الموضوعي: الفصول الثلاث الاولى من كتاب الرياضيات (اللوغاريتمات، المتتابعات، القطوع المخروطية) المقرر للصف الخامس العلمي، الطبعة الثالثة عشر المعتمدة من وزارة التربية العراقية.

تحديد المصطلحات:

1. استراتيجيات استراتيجية (P.E.C.S)

يُعرّفها أمبوسعيدي وهدى (2016) بأنها: "استراتيجية تدريسية تحقق أهداف التعلم النشط المتمثلة في إثارة الدافعية لدى الطلاب وتعتمد على التدريس الجماعي وتتيح للطلبة فرصة المناقشة

الجماعية، إذ يقوم المدرس بعرض موضوع أو مشكلة ويقوم الطلاب بتناول المشكلة من جوانبها الأربعة، ويقوم الطلاب بتحديد المشكلة الموجودة، الآثار الناتجة عن المشكلة، الأسباب المؤدية للمشكلة، والحلول المقترحة للمشكلة" (أمبوسعيدي وهدى، 2016: 110).

يُعرّفها الباحث إجرائياً بأنها: "مجموعة الخطوات والإجراءات المنظمة التي تتبعها مُدَرِّسة مادة الرياضيات مع طالبات الصف الخامس العلمي داخل غرفة الصف من خلال تجزئة الموقف الرياضي ومناقشته بشكل تفاعلي وفقاً للجوانب الأربعة (تقديم المشكلة، دراسة اثار الحلول المؤقتة، بيان الأسباب، تقويم الحلول المقدمة) بهدف رفع كفاءة تعلمهن للمادة.

2. كفاءة التعلم (Learning / Instructional Efficiency):

يُعرّفها Paas & Van Merriënboer (1993) بانها مؤشر تعكس مدى التوازن بين مستوى الأداء الذي يحققه المتعلم في الاختبار التحصيل ومقدار الجهد العقلي الذي بُذل لتحقيق ذلك الأداء، وتُعد الكفاءة عالية عندما يحقق المتعلم أداءً مرتفعاً بجهد عقلي منخفض". (Paas & Van Merriënboer, 1993: 738)

ويُعرّفها الباحث نظريا: بأنها الحالة التي تعكس مدى التوازن بين مستوى الإنجاز أو الأداء الأكاديمي الذي يحققه الفرد في مهمة تعليمية معينة ومقدار العبء المتمثل بالجهد العقلي والزمن المُستثمر لتحقيق ذلك الأداء، وتتحقق الكفاءة العالية عندما يتم إنجاز المهمة بأداء عالٍ مترافقاً مع أقل استنزاف ممكن للطاقة الذهنية والوقت.

ويُعرّفها الباحث إجرائياً بأنها: قدرة طالبة الصف الخامس العلمي على التنظيم العلمي المحكم للمعارف الرياضياتية بأقل استنزاف لطاقة الذاكرة العاملة وتُحدد بالدرجة الكلية الناتجة عن معالجة نتائج (الاختبار التحصيلي، ومقياس الجهد العقلي "تساعي الرتب"، والزمن المستغرق) وتحويل قيمها إلى درجات مُوَحَّدة وإخضاعها للمعادلة الرياضية التي اقترحها الباحث.

التعريف الإجرائي: هي قدرة طالب الصف الثالث فـي قسم العلوم التربوية والنفسية على أداء المهارات الست (تحديد المعطيات، صياغة الفرضيات الصفرية والبديلة، اختيار الوسيلة الإحصائية المـناسبة، إجراء الحل، استخراج القيمة الجـدولية، واتخاذ القرار الإحصائي) لحل اي مسالة احصائية فـي دروس الإحصـاء الاستدلالي ويقاس بدرجة الطالب مـن خلال استجابته لاختبار مهارات حل المسألـة الإحصائية الذي أعده الباحث لهذا الغرض.

دراســات سابقــة

اِطلعَ الباحث عَلى مجموعة مـن الدراسـات اَلسابقـة المتعلقة بِمُتغيراتِ البحث، وَتمَّ تصنيفها إلـى محورين عَلى النحو اَلآتي:

المحور اَلأولُ: دراســات تَناولتْ استراتيجية (P.E.C.S)

دراسة عبد الحسن (2019):

أُجريت هذه الدراسة في العراق محافظة ميسان استهدفت التعرف على "فاعلية استراتيجية (PECS) في تنمية المفاهيم الفيزيائية ومهارات حل المسألة الفيزيائية لدى طالبات الصف الأول المتوسط". ولتحقيق هذا الهدف، استخدمت الباحثة المنهج التجريبي المطبق على عينة بلغت (62) طالبة، قُسمن بالتساوي إلى مجموعة تجريبية ومجموعة ضابطة.

واعتمدت الباحثة في جمع بياناتها على أداتين تمثلتا في اختبار للمفاهيم الفيزيائية واختبار لمهارات حل المسألة. وقد أسفرت المعالجات الإحصائية للبيانات عن وجود فرق ذي دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية التي درست وفق الاستراتيجية في كلا المتغيرين.

(عبد الحسن، 2019)

دراسة التميمي والفتلاوي (2023):

اجريت هذه الدراسة في العراق جامعة بغداد وهدفت إلى التعرف على أثر استراتيجية (PECS) في تحصيل طالبات الصف الثاني المتوسط في مادة علم الأحياء. وظفت الباحثتان المنهج شبه التجريبي على عينة قوامها (60) طالبة، وُزعن إلى مجموعتين تجريبية وضابطة. وفيما يخص أدوات الدراسة، فقد تم بناء اختبار تحصيلي مؤلف من (40) فقرة. وكشفت التحليلات الإحصائية عن تفوق طالبات المجموعة التجريبية اللواتي درسن باستراتيجية (PECS) على المجموعة الضابطة، مما يؤكد فاعلية الاستراتيجية في رفع التحصيل الدراسي. (التميمي والفتلاوي، 2023)

المحور الثاني: دراســات تناولت الكفاءة:

دراسة حمد (2025):

أُجريت هذه الدراسة بهدف التعرف على أثر تصميم تعليمي وفق التعلم الخبراتي في التحصيل وكفاءة التعلم والذكاء الإبداعي في مادة الرياضيات لدى طلبة المرحلة الإعدادية. ولتحقيق هذا الهدف، استخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي على عينة من الطلبة، قُسمت إلى مجموعة تجريبية ومجموعة ضابطة. واعتمدت الباحثة في جمع بياناتها على إعداد أداة لقياس كفاءة التعلم، فضلاً عن اختبار للتحصيل

واختبار للذكاء الإبداعي. وبعد المعالجة الإحصائية، أظهرت النتائج وجود فرق ذي دلالة إحصائية في كفاءة التعلم والتحصيل والذكاء الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية. (حمد، 2025)

دراسة جاسم (2018):

أُجريت الدراسة في محافظة ميسان واستهدفت إلى استقصاء "أثر التصميم التعليمي–التعلمي في الكفاءة الرياضية وعادات العقل والميل إلى الإنتاج لدى طالبات الصف الرابع العلمي". ومن الناحية المنهجية، استخدمت الباحثة المنهج التجريبي، مطبقةً إياه على عينة قصدية بلغت بعد الاستبعاد (80) طالبة. ولتحقيق أهداف الدراسة، تم إعداد اختبار للكفاءة الرياضية ومقياس للميل إلى الإنتاج واختبار لعادات العقل كأدوات للقياس. وبعد جمع البيانات وتحليلها إحصائياً، أسفرت النتائج عن وجود فرق دال إحصائياً في اختبار الكفاءة الرياضية لصالح المجموعة التجريبية.

(جاسم، 2018)

مُؤشراتٌ ودلالات مــن الدراســات اَلسابقــة:

بَعدَ استعراض الدراسـات اَلسابقـة بمحوريها، يُسجلُ الباحث جُملةً مـن المؤشرات والدلالات المـنهجية التي برزت من خلال تحليلها فقد أجمعت تلك الدراسات على فاعلية الاستراتيجيات الحديثة والتصاميم التعليمية النشطة، كاستراتيجية (P.E.C.S) والتعلم الخبراتي، في تحقيق نتاجات تعليمية متقدمة تفوق الطرائق التقليدية، سواء في رفع مستوى التحصيل واستيعاب المفاهيم كدراستي (التميمي والفتلاوي، 2023؛ عبد الحسن، 2019)، وكفاءة التعلم والكفاءة الرياضية كدراستي (حمد، 2025؛ جاسم، 2018). ومن الناحية المنهجية، اتفقت الدراسات على استخدام المنهج التجريبي أو شبه التجريبي ذي المجموعات المتكافئة، وهو ما يعزز رصانة هذا التصميم في إبراز أثر المتغيرات المستقلة، وهو التصميم ذاته الذي سيتبناه الباحث في دراسته الحالية. وفيما يخص العينات، فقد لوحظ تباينها بين المرحلتين المتوسطة والإعدادية، مع تركيز واضح وإجماع على استهداف عينة (الطالبات)، مما يتناغم بصورة جلية مع عينة البحث الحالي المتمثلة بطالبات الصف الخامس العلمي. أما على صعيد أدوات القياس، فقد تنوعت بين الاختبارات التحصيلية، واختبارات حل المسألة، ومقاييس الكفاءة، وهو التنوع الذي أفاد الباحث اذ سيقوم ببناء وبناء أداة مركبة وشاملة لقياس كفاءة تعلم الرياضيات بأبعادها.

وتأسيساً على ما سبق، تبرز الضرورة لإجراء الدراسة الحالية إذ لم تتطرق أي من الدراسات السابقة (على حد علم الباحث) إلى توظيف استراتيجية (P.E.C.S) مع متغير كفاءة التعلم المستند إلى نظرية العبء المعرفي في تدريس مادة الرياضيات، مما يجعل هذا البحث محاولة علمية في الميدان الأكاديمي ومحاولة منه في ابراز متغير كفاءة التعلم وتقديم رؤية جديدة لحسابه.

إجراءات البحث:

اتبع الباحث سلسلة مـن الإجراءات المـنهجية لضمان سلامة التجربة ودقة نتائجها بدءاً مـن تحديد المـنهج والتصميم التجريبــي مروراً بتحديد المجتمع واختيار العينــة وضبط المتغيرات الدخيلة وصولاً إلــى بناء أداة البحث وفـيما يأتي تفصيل لهذه الإجراءات:

أولاً: التصميم التجريبــي

اعتمد الباحث التصميم التجريبي الذي يطلق عليه (تصميم المجموعات المتكافئة ذو الاختبار البعدي)، كونه يناسب هذا البحث ويحقق أهدافه؛ إذ يتضمن هذا التصميم مجموعتين متكافئتين، ويعد متغير (كفاءة التعلم) متغيراً تابعاً يُقاس في نهاية التجربة، كما مبين في الشكل الآتي:

شكل (1) التصميم التجريبــي

مجموعتي البحث	المتغيرات الخاصة بالتكافؤ	المتغير المستقل	المتغير التابع
التجريبـية	– العمر الزمني – درجة الرياضيات السابقة للصف الرابع العلمي – المعدل العام	استراتيجية (P.E.C.S)	اختبار كفاءة التعلم
الضابطة		الطريقة الاعتيادية	

ثانياً: مجتمع البحث:

تحدد مجتمع البحث من طالبات الصف الخامس العلمي في المدارس الإعدادية والثانوية للبنات في مدينة الموصل للسنة الدراسية (2024 – 2025م).

ثالثاً: اختيار عينة البحث:

بعد تحديد مجتمع البحث، تم اختيار إعدادية التحرير للبنات الكائنة في حي المثنى في مركز القضاء لمدينة الموصل قصدياً لتنفيذ التجربة وذلك للأسباب الآتية:

1- إبداء إدارة المدرسة استعدادها للتعاون مع الباحث في إجراء التجربة وتقديم التسهيلات.
2- وجود مدرسة لمادة الرياضيات على قدر عالٍ من الكفاءة والاستعداد للتدرب على الاستراتيجية وتطبيقها كونها حاصلة على شهادة الماجستير في طرائق تدريس الرياضيات.
3- تتمتع المدرسة بوجود (3) شعب لطالبات الصف الخامس العلمي (أ، ب، ج) وبواقع (32، 34، 31) طالبة على التوالي.

حُدّدت مجموعتا البحث (التجريبية والضابطة) عشوائياً، إذ اختيرت الشعبة (أ) لتمثل المجموعة التجريبية التي تدرس مادة الرياضيات على وفق استراتيجية (P.E.C.S)، والشعبة (ب) لتمثل المجموعة الضابطة التي تدرس على وفق الطريقة الاعتيادية.

وقد استبعد الباحث الطالبات الراسبات (إحصائياً) من مجموعتي البحث تجنبا لعامل الخبرة السابقة، وكما هو موضح في الجدول الآتي:

جـدول (1)

عينة البحث وتوزيعها على المجموعتين (التجريبية والضابطة) قبل الاستبعاد وبعده

المجمـوعـة	الشعبة	عدد الطالبات قبل الاستبعاد	الطالبات الراسبات	عدد الطالبات بعد الاستبعاد
التجريبـية	أ	32	4	28
الضابطة	ب	34	1	33
المجموع الكلي		66	5	61

رابعاً: تكافؤ مجموعتي البحث:

حرص الباحث قبل الشروع بتطبيق التجربة على مكافأة مجموعتي البحث إحصائياً في عدد من المتغيرات التي قد تؤثر في المتغير التابع (كفاءة تعلم الرياضيات)، لضمان أن أي فرق في النتائج يُعزى إلى أثر المتغير المستقل المتمثل بـ استراتيجية (P.E.C.S) وليس لخصائص العينة. وهذه المتغيرات هي: (العمر الزمني محسوباً بالشهور، درجة مادة الرياضيات للصف الرابع العلمي، والمعدل العام).

وقد اعتمد الباحث درجات الطالبات المثبتة في السجلات الرسمية لإدارة المدرسة، وباستخدام الاختبار التائي (t–test) لعينتين مستقلتين، أظهرت النتائج عدم وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين المجموعتين عند مستوى دلالة (0.05) في جميع متغيرات التكافؤ، مما يؤكد تكافؤهما إحصائياً، وكما هو موضح في الجدول الآتي:

جدول (2)

نتائج الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية والقيمة التائية لمتغيرات التكافؤ بين مجموعتي البحث (التجريبية والضابطة)

متغيرات التكافؤ	المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	القيمة التائية	
				المحسوبة	الجدولية
العمر الزمني بالشهور	التجريبية	209.107	6.314	0.673	2.001
	الضابطة	209.969	3.495		
درجة مادة الرياضيات للرابع العلمي	التجريبية	64.678	8.628	0.489	
	الضابطة	63.636	8.008		
المعدل العام	التجريبية	77.928	8.554	0.483	
	الضابطة	76.697	10.950		

خَامساً: تهيئة مُستلزماتِ البحث: تطلب تحقيق هدف البحث والتحقق من فرضياته تهيئة المستلزمات الآتية:

1- المادة اَلعلميةِ: تم تحديد المادة العلمية بالفصول الثلاثة الأولى المقررة للفصل الأول من كتاب الرياضيات للصف الخامس العلمي، وشملت: الفصل الأول (اللوغاريتمات) من ص(5-18)، والفصل الثاني (المتتابعات) من ص(19-38)، والفصل الثالث (القطوع المخروطية) من ص(39-53).

2- تَحديدُ الاهداف اَلسلوكيةِ:

في ضوء تحليل محتوى الفصول المحددة، صاغ الباحث قائمة بالأغراض السلوكية وفقاً لتصنيف بلوم للمجال المعرفي بمستوياته الثلاثة (التذكر، الفهم، التطبيق). وقد بلغ عددها الكلي (45) غرضاً سلوكياً، توزعت على النحو الآتي:

1. مستوى التذكر (16 غرضاً): بواقع (4) للفصل الأول، و(6) للفصل الثاني، و(6) للفصل الثالث.
2. مستوى الفهم (13 غرضاً): بواقع (3) للفصل الأول، و(5) للفصل الثاني، و(5) للفصل الثالث.
3. مستوى التطبيق (16 غرضاً): بواقع (4) للفصل الأول، و(6) للفصل الثاني، و(6) للفصل الثالث.

عُرضت هذه الأغراض السلوكية على لجنة من المحكمين تضم مختصين في طرائق التدريس وعلم النفس التربوي، وتم اعتمادها بعد حصولها على نسبة اتفاق (80%) فأكثر.

3- اعداد الخطط التدريسية:

بعد تحديد المادة الدراسية وصياغة الأغراض السلوكية صاغ الباحث مجموعتين من الخطط التدريسية بواقع (20) خطة لكل مجموعة، (إذ خُصصت بقية الحصص الدراسية من إجمالي الـ 35 حصة لحل التمارين والمسائل الرياضية والمراجعة الدورية).

المجموعة الأولى الخاصة بـ (المجموعة التجريبية) تم صياغتها وفقاً لاستراتيجية (P.E.C.S)، من خلال اعتماد خطوات الاستراتيجية وتوظيفها رياضياً وكالآتي:

1- المشكلات (Problems): وتتضمن تحديد الموقف الرياضي بدقة، وفرز المعطيات عن المطلوب إثباته، مما يساعد في تأطير المسألة وتقليل التشتت الذهني الأولي.

2-الآثار (Effects): وتتضمن المناقشة للآثار المترتبة على المتغيرات الرياضية، كاستنتاج التغيرات التي تطرأ على الدوال (كاللوغاريتمات أو المتتابعات) عند تعويض قيم معينة، وفهم المسألة رياضياً.

3- الأسباب (Causes): وتتضمن توجيه الطالبات للبحث في الأسس الرياضية التي تبرر وتفسر خطوات الحل لربط المعرفة الجديدة بالبنية المعرفية السابقة.

4- الحلول (Solutions): وتتضمن اقتراح مسارات الحل الممكنة ثم تصفيتها واختيار الخطوات الأكثر دقة واختصاراً للوصول إلى الناتج النهائي، بما يضمن استثماراً أمثل للجهد والوقت وهو جوهر كفاءة التعلم.

في حين صاغ الباحث المجموعة الثانية من الخطط والخاصة بـ (المجموعة الضابطة) وفقاً للطريقة الاعتيادية بواقع (20) خطة. وتم تقديم أنموذج من كل خطة تم عرضهما على عدد من المحكمين والخبراء في مجال طرائق تدريس الرياضيات لبيان رأيهم في صلاحيتها وتعديل ما يرونه مناسباً وفقاً لكلّ طريقة، وفي ضوء ما أبداه المحكمون أُجريت التعديلات اللازمة عليها وأصبحت جاهزة للتنفيذ.

سادساً: بناء اختبار كفاءة التعلم:

لتحقيق هدف البحث تطلب الأمر بناء أداة مركبة لقياس متغير كفاءة تعلم الرياضيات بأبعاده الثلاثة المتمثلة بـ (الاختبار التحصيلي، الجهد العقلي، والزمن المستغرق)، ووفقاً للخطوات الآتية:

1. الاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة:

لأجل الشروع بتصميم وبناء أدوات قياس كفاءة التعلم اطلع الباحث على الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت بناء الاختبارات التحصيلية ونظريات العبء المعرفي (Cognitive Load Theory)، كدراسة (الفيل، 2015)، ودراسة باس وفان ميرينبوير (Paas & Van Merriënboer, 1993).

2. بناء فقرات مقياس كفاءة التعلم:

من متطلبات البحث الحالي قياس كفاءة التعلم لدى طالبات الصف الخامس العلمي وبعد اطلاع الباحث على الدراسات السابقة، لم يجد أداة جاهزة تتلاءم وطبيعة البحث الحالي والمحتوى الرياضي المحدد، لذلك ارتأى بناء أداة متكاملة تقيس الأبعاد الثلاثة وفقاً للآتي:

أ. **الاختبار التحصيلي:** بغية تحقيق توازن دقيق في توزيع أسئلة الاختبار بصورة تعكس المحتوى الدراسي بصدق، تم بناء خارطة اختبارية (جدول مواصفات). حيث جرى استخراج الأهداف السلوكية وصياغتها وتصنيف مستوياتها لكل وحدة من وحدات المحتوى المقرر ضمن الاختبار التحصيلي اذ جاءت نسب هذه الأهداف وفقاً لتصنيف بلوم المعرفي كالآتي: (التذكر: 0.36، الاستيعاب: 0.29، التطبيق: 0.35). إلى جانب ذلك، استُخرجت الأوزان النسبية للمادة الدراسية استناداً إلى نسب التركيز، ليكون الاختبار بشكله النهائي من (30) فقرة موضوعية من نوع الاختيار من متعدد وتتضمن أربعة بدائل وهو ما يُبينه الجدول أدناه:

جدول (3)

جدول المواصفات للاختبار

المحتوى	الصفحات		معرفة	فهم	تطبيق	مجموع
	العدد	النسبة	0.180	0.360	0.460	%100
الفصل الأول	8	%23	2	2	3	7
الفصل الثاني	12	%34	3	3	4	10
الفصل الثالث	15	%43	5	4	4	13
المجموع	35	%100	10	9	11	30

ب. **مقياس الجهد العقلي المبذول:** استند الباحث في قياس هذا المتغير إلى الرؤية التربوية التي طرحها الفيل(2016) والتي تؤكد أن الاعتماد على درجات التحصيل المجردة يُعد مؤشراً قاصراً لتقييم التعلم الفعلي ففي مادة الرياضيات على وجه الخصوص، قد تحصل طالبتان على الدرجة النهائية ذاتها في حل مسألة ما، إلا أن الأولى توصلت للحل بأريحية وسعة معرفية غير مستنزفة، بينما توصلت الثانية للحل بعد إرهاق واستنزاف ذهني شديدين. من المنظور التربوي لنظرية العبء المعرفي، تُعد الطالبة الأولى أكثر "كفاءة" من الثانية.

ولترجمة هذا التباين إجرائياً، تبنى الباحث رؤية (Paas & Van Merriënboer, 1993) في قياس الجهد العقلي عبر مقياس التقدير الذاتي ذي التدرج التساعي (9-Point Scale)، والذي يُعد عالمياً من أكثر المقاييس صدقاً واعتمادية. وعليه، تم تذييل كل فقرة من فقرات الاختبار التحصيلي الذي بناه اي الـ (30) فقرة بهذا المقياس، لتقوم الطالبة بتأشير مقدار الجهد المستنزف من (1) إلى (9) لكل فقرة.

ج. حساب الزمن المستغرق: حدد مكان في ورقة الاجابة تُسجل فيها مدرسة المادة الزمن الفعلي (بالدقائق) الذي استغرقته كل طالبة من لحظة الشروع بحل الاختبار التحصيلي وحتى ابلاغها بتسليم الورقة، حيث تُسجل مدرسة المادة الوقت.

د. المعادلة المقترحة لحساب كفاءة التعلم: اطلع الباحث بدقة في الأدبيات ذات الصلة ومنها دراسة (Paas & Van Merriënboer1993) حيث اعتمد على تحويل درجات الأداء والجهد إلى درجات معيارية (Z-scores) لدمجها في معادلة واحدة. وعلى الرغم من الرصانة الإحصائية لهذه الطريقة إلا أن الباحث يرى أنها تعاني من مأخذين أساسيين في التطبيقات التربوية الميدانية:

الأول: أن الدرجة المعيارية تُعطي تقييماً نسبياً يعتمد على أداء العينة ككل (المتوسط والانحراف المعياري) وليس تقييماً مطلقاً لمستوى المستجيب.

الثاني: صعوبة تفسير درجاتها السالبة والموجبة من قبل المدرسين في الواقع العملي.

ولتجاوز هذه المحددات وتوحيداً لاختلاف وحدات القياس الخام (درجات التحصيل، درجة الجهد العقلي، الزمن)، اقترح الباحث تحويل المتغيرات الثلاثة إلى (درجات مُوَحَّدة) (Unified Scores) ذات مقياس متصل يمتد من (0 إلى 100). وتُستخرج (الدرجة الموحدة) لكل متغير بقسمة الدرجة الخام التي تحصل عليها الطالبة على الحد الأعلى الممكن لذلك المتغير مضروباً في 100 لكل بعد.

وبناءً على هذا الأساس، صاغ الباحث معادلته المقترحة لحساب (كفاءة التعلم)، والتي تنطلق من فلسفة منطقية واضحة: إن الكفاءة هي محصلة الإنجاز الإيجابي الصافي، وتساوي الدرجة الموحدة للتحصيل مطروحاً منها متوسط الدرجات الموحدة للعبء السلبي المستنزف (الجهد والوقت). وتُصاغ المعادلة المقترحة رياضياً كالآتي:

$$E = U_A - \left(\frac{U_M + U_T}{2} \right)$$

حيث ان:

E: الدرجة الكلية لكفاءة التعلم (

U_A:الدرجة المُوَحَّدة للتحصيل (Unified Score of Achievement).

U_M:الدرجة المُوَحَّدة للجهد العقلي المبذول (Unified Score of Mental Effort).

U_T:الدرجة المُوَحَّدة للزمن المستغرق (Unified Score of Time).

هـ. دلالات نتائج المعادلة المقترحة:

1-كفاءة موجبة (عالية): تتحقق عندما تكون الدرجة الموحدة للتحصيل أعلى من متوسط الدرجات الموحدة للعبء (الجهد والزمن)، وكلما كبرت القيمة الموجبة دلّ ذلك على كفاءة تعلم أعلى (إنجاز رياضي دقيق بجهد ووقت أقل).

2-كفاءة سالبة (منخفضة): تتحقق عندما يطغى الجهد العقلي والزمني المستنزف على درجة التحصيل، مما يشير إلى معاناة الطالبة معرفياً دون تحقيق إنجاز يوازي هذا الاستنزاف.

3-كفاءة صفرية (متعادلة): تتحقق عندما تتساوى الدرجة الموحدة للتحصيل تماماً مع الدرجة الموحدة للعبء المستنزف التي تعتمد على متغيري الجهد والزمن المستغرق.

1. **صدق الاختبار:** تحقق الباحث من الصدق الظاهري للاختبار عبر تقديمها إلى لجنة من الخبراء والمتخصصين في مجال طرائق تدريس الرياضيات، وقد عُدت نسبة اتفاق (80%) فما فوق محكاً لقبول الفقرات. واستناداً إلى مقترحاتهم وتوجيهاتهم، عدّل الباحث الصياغة اللغوية لعدد من الفقرات، من دون أن يتم حذف أو إلغاء أية فقرة اختبارية.
2. **تعليمات اختبار كفاءة التعلم وشملت الآتي:**

أ. الارشادات التي تخص الطالبات: صيغت الإرشادات الخاصة بتطبيق الاختبار، حيث وُجهت الطالبات لتسجيل بياناتهن كالاسم الثلاثي، والشعبة الدراسية، واليوم، والزمن. كما أُكد عليهن ضرورة التمعن في قراءة الفقرات بتركيز عالٍ، وتحديد مقدار العبء الذهني المستهلك في كل منها ، ومن ثم تثبيت الخيارات النهائية داخل الاستمارة المخصصة للإجابات.

ب. إرشادات خاصة بالمُصحح: نظراً لكون الاختبار من النوع الموضوعي، جرى إعداد نموذج إجابة انموذجي، حيث تُخصص درجة (1) للبديل الصحيح، في حين تُعطى درجة (صفر) للإجابة غير الصحيحة، أو المتروكة، أو التي تتضمن اختيارين فأكثر.

5. تطبيق الاستطلاعي للاختبار: طبق الباحث الاختبار على مجموعة استطلاعية ضمت (40) طالبة من طالبات الصف الخامس العلمي في إعدادية الرشيدية للبنات، وذلك في يوم الاثنين الموافق 2024/10/7. وقد استهدف هذا الإجراء التحقق من وضوح الفقرات وإرشادات الحل. وبغية تقدير الزمن الفعلي اللازم للحل، جرى تدوين وقت الشروع والانتهاء لكل طالبة، وبعد ذلك

حُسب المتوسط الحسابي لوقت الإجابة الذي وصل إلى (30) دقيقة حيث اعتُبر هذا الوقت ملائماً تماماً لإنجاز متطلبات الاختبار

6. **التحليل الاحصائي للاختبار:** وتشمل هذه العملية حساب ما يأتي:

أ. القوة التميزية لفقرات الاختبار: لغرض الكشف عن معاملات التمييز لفقرات الاختبار، أُخضعت إجابات عينة التجربة الاستطلاعية المكونة من (40) طالبة للتحليل الإحصائي. نُظمت مجمل الدرجات بترتيب تصاعدي، ليتم بعدها فرز نسبة (50%) لتمثيل المجموعة الدنيا، ونسبة (50%) للمجموعة العليا (بمجمل 20 إجابة في كل فئة). تم استخدام المعادلة الرياضية لحساب قوة التمييز، اذ بلغت القيم الناتجة بين (0.32 – 0.55)، مما يؤكد صلاحيتها جميعاً ووقوعها ضمن المدى المقبول، وعليه لم تُستبعد أو تُلغَ أية فقرة.

ب. ثبات الاختبار :اختار الباحث عينة استطلاعية لحساب الثبات بلغت (31) طالبة من طالبات إعدادية التحرير للبنات من غير أفراد العينة الأساسية، وذلك بتاريخ (9 / 10 / 2024م). وبعد تصحيح الإجابات، استخدم الباحث معادلة (ألفا – كرونباخ) لحساب معامل الاتساق الداخلي، إذ بلغ معامل الثبات (0.78). وتوصف هذه القيمة إحصائياً بأنها جيدة، وبذلك عُدّ الاختبار مستقراً وصالحاً للتطبيق، ليصبح بصيغته النهائية مكوناً من (30) فقرة اختبارية..

ج. تصحيح الاختبار :تم وضع إجابة أنموذجية لفقرات الاختبار وكما وُضح سابقاً في فقرة تعليمات التصحيح، إذ أعطيت درجة واحدة على الإجابة الصحيحة وصفراً للإجابة الخاطئة، وأما الفقرات المتروكة فقد عوملت معاملة الإجابة الخاطئة، وبهذا تراوحت درجة الاختبار التحصيلي بين (صفر – 30) درجة. (ومن ثم استخراج الدرجة الكلية لكفاءة التعلم بناءً على المعادلة المقترحة).

سابعاً: تطبيق التجربة :بدأ تنفيذ التجربة يوم الاثنين الموافق 2024/10/14م وبمعدل (4) دروس أسبوعياً، حيث قامت مدرسة المادة بتدريس المجموعتين وذلك لتلافي أثر تغير المدرس وماله من تأثير في نتائج التجربة وسرية التجربة، واستخدام خطوات وإجراءات سير الدرس الخاصة بكل مجموعة وكما يأتي:

أولاً: المجموعة التجريبية :استخدم في تدريس المجموعة التجريبية استراتيجية (P.E.C.S) وفقاً للخطوات التالية:

1. **المشكلات :(Problems)** في هذه الخطوة توجه المدرسة طالباتها لتحديد الموقف الرياضي بدقة، وفرز المعطيات عن المطلوب مما يساعد في تأطير المسألة وتقليل التشتت الذهني الأولي قبل الشروع بالحل.

2. **الآثار :(Effects)** تقوم الطالبات بمناقشات حرة لتحديد الآثار المترتبة على المتغيرات الرياضية كاستنتاج التغيرات التي تطرأ على الدوال والعمليات عند تعويض قيم معينة، بهدف الفهم العميق.
3. **الأسباب :(Causes)** يتم توجيه الطالبات للبحث في الأسس والقوانين الرياضية السابقة التي تبرر وتفسر خطوات الحل لربط المعرفة الجديدة بالبنية المعرفية السابقة بثبات.
4. **الحلول :(Solutions)** فيها يتم اقتراح مسارات الحل الممكنة للتمارين والمسائل الرياضية من قبل الطالبات، ثم تصفيتها واختيار الخطوات الأكثر دقة واختصاراً للوصول إلى الناتج النهائي لضمان عدم استنزاف الجهد العقلي.

ثانياً: المجموعة الضابطة :بينما طُبّقت الطريقة الاعتيادية في تدريس أفراد المجموعة الضابطة بحسب الإجراءات الآتية:

1. تدوين العناوين الأساسية للمادة على اللوحة بواسطة المُدرِّسة.
2. تقديم مقدمة كمدخل استهلالي للموضوع وربطه بموضوع الدرس الماضي، مع طرح تساؤلات رياضية محفزة للطالبات.
3. تقديم المادة العلمية بواسطة المُدرِّسة وتوضيح تفاصيلها، مع إبراز الجوانب الجوهرية في الدرس، يتخللها إجابات التمارين، مع إتاحة المجال لتلقي الاستفسارات حول المادة.
4. تدوين الإجابات وتقديم موجز شامل للموضوع من قبل المُدرِّسة، ويُلاحظ هنا أن مسار الدرس يرتكز بشكل جوهري عليها.
5. تشرع المُدرِّسة بخطوة القويم عبر توجيه استفسارات للطالبات لقياس نسبة تحثث الغراض السلوكية ومستوى فهم الموضوع.
6. تسجيل الواجبات المنزلية المطلوبة على اللوحة.

واستمر تدريس المجموعتين طوال الفصل الدراسي الأول وفقاً للخطط التدريسية لكل مجموعة، وبإشراف ومتابعة الباحث وانتهت المدرسة من تدريس المفردات المقررة يوم الاثنين الموافق (2024/12/30). وبعدها تم تطبيق الاختبار التحصيلي وتأشير الجهد من قبل الطالبات للمجموعتين ثم تثبيت التوقيت يوم الأربعاء الموافق (2025/1/8) ثم تولى الباحث تصحيح النتائج واستخراج كفاءة التعلم بالاعتماد على المعادلة المقترحة من قبل الباحث.

ثامناً: الوسائل الإحصائية: تم تحليل البيانات اعتمادا على القوانين الإحصائية الاتية:

- اختبار (t–test) لعينتين مستقلتين: استُخدم لغرضين التكافؤ الإحصائي بين المجموعتين ولكشف دلالة الفروق بين متوسطات درجات المجموعتين فــي اختبار كفاءة التعلم

- معادلة القوة التمييزية للفقرات الموضوعية: استُخدمت لإيجاد تمييز الفقرات.

(النبهان، 2004: 194)

- معادلة (Cronbach's Alpha): استُخدمت لإيجاد ثبات الاختبار الكلي.

(النبهان، 2004: 249).

عرض نتائج البحث ومـناقشتها: صاغ الباحث الفرضية الصفرية الآتية:

"لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي كفاءة تعلم مادة الرياضيات لدى طالبات المجموعة التجريبية اللاتي درسن وفق استراتيجية (P.E.C.S) وطالبات المجموعة الضابطة اللاتي درسن وفقاً للطريقة الاعتيادية".

وللتحقق من هذه الفرضية، حسب الباحث الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للدرجات الخام والموحدة لمكونات كفاءة التعلم (التحصيل، الجهد العقلي، الزمن المستغرق) لمجموعتي البحث وأدرجت النتائج الوصفية في جدول (4) الآتي:

جدول (4): الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للدرجات الخام والموحدة لمكونات كفاءة التعلم

مكونات كفاءة التعلم	المجموعة التجريبية (28 طالبة)				المجموعة الضابطة (33 طالبة)			
	الوسط الحسابي (للدرجة الخام)	الانحراف المعياري (للدرجة الخام)	الوسط الحسابي (للدرجة الموحدة)	الانحراف المعياري (للدرجة الموحدة)	الوسط الحسابي (للدرجة الخام)	الانحراف المعياري (للدرجة الخام)	الوسط الحسابي (للدرجة الموحدة)	الانحراف المعياري (للدرجة الموحدة)
التحصيل(من30)	20.321	7.128	67.738	23.762	17.787	5.694	59.292	18.980
الجهد العقلي (من 270)	127.857	32.903	47.354	12.186	198.727	16.572	73.602	6.137
الزمن المستغرق (من 30 دقيقة)	21.571	3.178	71.904	10.596	28.424	1.225	94.747	4.085

وللتعرف على الفرق المعنوي بين متوسطات كفاءة التعلم الكلية لمجموعات البحث، استخرج الباحث المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لدرجات مجموعتي البحث (التجريبية والضابطة) في كفاءة تعلم مادة الرياضيات ثم طبق الاختبار التائي (t–test) لعينتين مستقلتين وأدرجت النتائج في جدول (5) الآتي:

جدول (5)

نتيجة الاختبار التائي لدرجات كفاءة التعلم لمجموعتي البحث

المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت		الدلالة عند مستوى (0.05)	حجم الاثر	
				المحسوبة	الجدولية		مربع ايتا η^2	الحجم
التجريبية	28	8.108	35.021	4.353	2.001	يوجد فرق	0.243	كبير
الضابطة	33	−24.882	23.856					

وبملاحظة الجدول (5) السابق نجد أن القيمة التائية المحسوبة بلغت (4.353) وهي أكبر من القيمة التائية الجدولية البالغة (2.000) عند مستوى دلالة (0.05) ودرجة حرية (59)، وهذا يدل على وجود فرق دال احصائياً بين مجموعتي البحث في كفاءة تعلم الرياضيات ولصالح المجموعة التجريبية التي درست وفقاً لاستراتيجية (P.E.C.S) وبذلك ترفض الفرضية الصفرية وتقبل بديلتها. كما وتم حساب حجم الاثر من خلال استخراج قيمة مربع إيتا فقد بلغت (0.243) والتي تبين ان حجم الاثر (كبير) في متغير كفاءة التعلم في مادة الرياضيات.

ويعزو الباحث هذه النتيجة إلى أن استراتيجية (P.E.C.S) بما تتضمنه من خطوات متسلسلة ونشطة قد أسهمت بشكل كبير في تحسين كفاءة الطالبات من خلال فهم الموضوعات الرياضية والتعامل مع المحتوى بأسلوب يُيسّر عليهن عملية التعلم ويخفض العبء المعرفي، مما انعكس إيجاباً على تقليل الجهد العقلي والزمن المستغرق لصالحهن رغم تقارب درجات التحصيل. إذ تقوم هذه الاستراتيجية من خلال خطوة المشكلات على تحديد الموقف الرياضي وتفكيكه، الأمر الذي أتاح للطالبات فرصاً لتنظيم المعرفة وربطها بمسارات منطقية دون تشتت.

كما أن التفاعل النشط الذي تتيحه الاستراتيجية المقترحة من خلال خطوة الآثار والأسباب مكن الطالبات من مناقشة المتغيرات الرياضية وربط المعلومات السابقة بالجديدة والمعالجة النشطة للمعرفة مما ساعد على رفع مستوى الفهم العميق لدى طالبات الصف الخامس العلمي.

ومن جهة أخرى فإن استراتيجية (P.E.C.S) عبر خطوتها النهائية الحلول تعمل على توليد دافع معرفي داخلي وتفكير باسلوب غير تقليدي وناقد لدى الطالبة، وتنمي لديها الشعور بالمسؤولية تجاه تعلمها مما سهل عليها التعامل مع التحديات الرياضية من زوايا متعددة لاقتراح مسارات وتصفيتها لاختيار الأنسب

كذلك ساعدتها على تعزيز القدرة على استرجاع المعلومات وتنظيمها والاعتماد على النفس مما زاد من الاندماج المعرفي وأدى ذلك في مجمله إلى تحسين الكفاءة الكلية وإنجاز الاختبار الرياضي بدقة اعلى وفي وقت قياسي.

الاستنتاجات: في ضوء نتائج البحث استنتج الباحث الآتي:

1- ساهمت استراتيجية (P.E.C.S) في رفع كفاءة تعلم الطالبات مادة الرياضيات من خلال توظيف خطواتها المنظمة في تفكيك الموقف الرياضي وتقليل العبء المعرفي لديهن.

2-ساهمت استراتيجية (P.E.C.S) في جذب انتباه الطالبات وزيادة تركيزهن من خلال التفاعل.

3- إن استخدام خطوات الاستراتيجية أثناء عرض الدرس ساعد الطالبات على تحديد العلاقات بين المعطيات والمطلوب من خلال إدراك الأسباب والآثار، فضلاً عن ضبطهن في إيجاد مسارات الحلول بدقة دون إجرائها بالطرائق الروتينية المشتتة للجهد والوقت.

4- إن التنوّع في مناقشة الآثار والأسباب الرياضية جعل الطالبات قادرات على التعبير بلُغة الرياضيات كتابياً من خلال اقتراح مسارات متعددة، فضلاً عن تصفيتها واختيار المسار الأقصر للوصول إلى الحلّ المناسب لها.

التوصيات: بناءً على ما تقدم يوصي الباحث بما يأتي:

1- توجيه اهتمام مدرّسي ومدرّسات مادة الرياضيات بعرض المسائل الرياضية وفق استراتيجية (P.E.C.S) مما يساعد الطلبة على فهمها بصورة صحيحة وتقديمها بما يتلاءم مع سعة ذاكرتهم العاملة، وتركيزهم على توفير المواقف الرياضية التي يمكن من خلالها رفع كفاءة التعلم وتقليل استنزاف الجهد والوقت.

2- قيام مديرية الإعداد والتدريب في المديرية العامة لتربية نينوى بدورات تدريبية على استخدام النماذج والاستراتيجيات الحديثة في التدريس ومنها استراتيجية (P.E.C.S)، وتعريفهم بأهمية إدارة العبء المعرفي في العملية التعليمية، فضلاً عن تدريبهم على كيفية حساب كفاءة التعلم بالاعتماد على المعادلة المقترحة.

3- اهتمام لجان تأليف الكتب في مديرية المناهج التابعة لوزارة التربية بتضمين مناهج الرياضيات بمهام وتمثيلات رياضية تحفّز أذهان الطلبة وفق ابعاد التعلم الكفوء.

المقترحات: استكمالا للبحث الحالي يقترح الباحث إجراء دراسات حول:

1- أثر استراتيجية (P.E.C.S) في تنمية القوة الرياضية لدى طالبات الصف الخامس العلمي

2- أثر اســـتراتيجية (P.E.C.S) في رفع كفاءة تعلم مادة الرياضـــيات وتنمية التفكير المنطقي لدى طالبات الصف الرابع العلمي

3- أثر اسـتراتيجية (P.E.C.S) في خفض القلق الرياضـي وتنمية الدافعية المعرفية نحو المادة لدى طالبات الصف الخامس العلمي.

المصادر:

أبو حويج، مروان، وأبو المغلي، سمير. (2007). **المدخل إلى علم النفس التربوي**. دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.

أمبوسعيدي، عبد الله بن خميس، والحوسنية، هدى بنت علي. (2016). **استراتيجيات التعلم النشط: 180 استراتيجية مع الأمثلة التطبيقية** (ط. 1). دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

التميمي، إكرام علي، والفتلاوي، فاطمة عبد الأمير. (2023). أثر استراتيجية (PECS) في تحصيل طالبات الصف الثاني المتوسط في مادة علم الأحياء. **مجلة نسق**، 38(3).

جاسم، زينة عبد الجبار. (2018). تصميم تعليمي – تعلمي على وفق الكفاءة الرياضية وأثره في عادات العقل والكفاءة الرياضية لدى طالبات الصف الرابع العلمي **[أطروحة دكتوراه غير منشورة]**. كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم)، جامعة بغداد.

حمد، سلوى محسن. (2025). أثر تصميم تعليمي وفق التعلم الخبراتي في التحصيل وكفاءة التعلم والذكاء الإبداعي في مادة الرياضيات عند طلبة المرحلة الإعدادية. مجلة اتحاد الجامعات العربية للتربية وعلم النفس، 23(2).

الخفاجي، رائد إدريس، وآخرون. (2021). **التكنولوجيا الحديثة واستراتيجيات التدريس مداخل علاجية وتواصل تعليمي** (ط. 1). مكتب نور الحسن للطباعة والتنضيد.

زيتون، حسن حسين. (2021). **استراتيجيات التدريس: رؤية معاصرة لطرق التعليم والتعلم**. عالم الكتب.

الشمري، والتميمي. (2022). **التنور الإحصائي وتطبيقاته التربوية**. دار النشر والتوزيع الأكاديمي.

الطائي، عايد خضير ضايع. (2022). فاعلية استراتيجية النجم الخماسي في التحصيل والتفكير التحليلي لدى طلاب الثاني المتوسط في مادة العلوم. **مجلة ديالى للبحوث الإنسانية**، (93).

عبد الحسن، رشا عبد الحسين. (2019). فاعلية استراتيجية (PECS) في تنمية المفاهيم الفيزيائية ومهارات حل المسألة الفيزيائية لدى طالبات الصف الأول المتوسط. **مجلة أبحاث ميسان**، 15(29).

عزيز، عمر إبراهيم. (2006). **العصف الذهني وأثره في تنمية التفكير الابتكاري** (ط. 1). المعتز للنشر والتوزيع.

الفيل، حلمي محمد. (2016). فعالية برنامج تدريبي قائم على أنموذج التلمذة المعرفية في تحسين مهارات التفكير الإستراتيجي وكفاءة التعلم لدى طالبات المرحلة الثانوية. **المجلة المصرية للدراسات النفسية**، 26(91)، 60−123.

النبهان، موسى. (2004). **أساسيات القياس في العلوم السلوكية** (ط. 1). دار الشروق للنشر والتوزيع.

Abdul-Hassan, R. A. (2019). The effectiveness of the (PECS) strategy in developing physical concepts and physical problem-solving skills among first intermediate grade female students. Misan Journal of Academic Studies, 15(29).

Abu Huwaij, M., & Abu Al-Mughli, S. (2007). Introduction to educational psychology. Al-Yazouri Scientific Publishing and Distribution.

Al-Feel, H. M. (2016). The effectiveness of a training program based on the cognitive apprenticeship model in improving strategic thinking skills and learning efficiency among high school female students. Egyptian Journal of Psychological Studies, 26(91), 60-123.

Al-Khafaji, R. I., et al. (2021). Modern technology and teaching strategies: Remedial approaches and educational communication (1st ed.). Noor Al-Hasan Office for Printing and Typesetting.

Al-Nabhan, M. (2004). Basics of measurement in behavioral sciences (1st ed.). Dar Al-Shorouk for Publishing and Distribution.

Al-Shammari, & Al-Tamimi. (2022). Statistical literacy and its educational applications. Academic Publishing and Distribution House.

Al-Taie, A. K. D. (2022). The effectiveness of the five-pointed star strategy in achievement and analytical thinking among second intermediate grade students in science. Diyala Journal of Human Research, (93)

Al-Tamimi, I. A., & Al-Fatlawi, F. A. (2023). The effect of the (PECS) strategy on the achievement of second intermediate grade female students in biology. Nasaq Journal, 38(3)

Ambusaidi, A. K., & Al-Hosniyya, H. A. (2016). Active learning strategies: 180 strategies with applied examples (1st ed.). Dar Al-Masirah for Publishing, Distribution and Printing.

Aziz, O. I. (2006). Brainstorming and its effect on developing innovative thinking (1st ed.). Al-Moataz for Publishing and Distribution.

Hamad, S. M. (2025). The effect of an instructional design according to experiential learning on achievement, learning efficiency, and creative intelligence in mathematics among middle school students. Journal of the Association of Arab Universities for Education and Psychology, 23(2)

Jassim, Z. A. (2018). An instructional-learning design according to mathematical proficiency and its effect on habits of mind and mathematical proficiency among fourth scientific grade female students [Unpublished doctoral dissertation]. College of Education for Pure Sciences (Ibn Al-Haitham), University of Baghdad.

Paas, F. G. W. C., & Van Merriënboer, J. J. G. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. Human Factors, 35(4), 737–743.

Thompson, D. R., & Chappell, M. F. (2007). Communication and representation as elements in mathematical literacy. Reading & Writing Quarterly, 23(2), 179-196.

Zaitoun, H. H. (2021). Teaching strategies: A contemporary vision of teaching and learning methods. Alam Al-Kutub.