

أثر برنامج تدريبي وفق نموذج (TPACK) في تحسين المعرفة البيداغوجية لدى معلمات المرحلة الأساسية في الأردن

إعداد الباحثان:

[أ.د. علي محمد الزعبي - كلية العلوم التربوية - جامعة اليرموك]

[د. نبيله أحمد عتوم - وزارة التربية والتعليم - الأردن]

الملخص:

الأهداف: هدفت الدراسة إلى تقصي أثر برنامج تدريبي وفق نموذج (TPACK) في تحسين المعرفة البيداغوجية لدى معلمات رياضيات المرحلة الأساسية، تكونت عينة الدراسة المتيسرة من (18) معلمة ممن يدرسون الصفوف من الخامس الأساسي إلى الصف الثامن الأساسي. **المنهجية:** اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتمّ جمع البيانات من خلال بطاقة ملاحظة ضمن المعرفة السياقية الجبرية، وتحليل أداء المعلمات في المهام التي تضمنها البرنامج التدريبي وفق مؤشرات أداء بطاقة الملاحظة. **النتائج:** أظهرت النتائج تحسناً في المعرفة البيداغوجية من خلال مواءمة مخرجات التعلم المقصودة وتطبيق البرنامج التدريبي وفق النموذج. **الخاتمة:** إن البرنامج التدريبي وفر فرصاً في مجال المحتوى الرياضي والبيداغوجيا والتكنولوجيا التي تناسب العملية التعليمية ومتطلباتها الأساسية بهدف تحسين المعرفة البيداغوجية.

الكلمات المفتاحية: البرنامج التدريبي وفق نموذج (TPACK)، المعرفة البيداغوجية، معلمة رياضيات المرحلة الأساسية.



<https://doi.org/10.62690/ijssp3>

[Effectiveness of a Training Program Based on the (TPACK) Model in Improving Pedagogical Knowledge Among Primary Teachers in Jordan]

Researchers:

[Prof. Ali M. Al-Zoubi - College of Education Sciences, Yarmouk University]

[Dr. Nabeela A. Otoum - Ministry of education, Jordan]

Abstract:

Objectives: The current study aims to investigate the effectiveness of a training program based on the (TPACK) model in improving pedagogical knowledge among primary school mathematics teachers, the study sample consisted of (18) primary teachers. **Curriculum:** The study adopted the descriptive analytical approach, and the data was collected through a special observation card for the knowledge of the model within the content of algebra, and the performance of the parameters was analyzed on the tasks included in the training program. **Results:** The quantitative and qualitative results showed a significant improvement in pedagogical knowledge by aligning intended learning outcomes as a result of the application of the training program based on the (TPACK) model. **Conclusion:** the program provided various pedagogical and technological opportunities within the algebraic content to improve pedagogical knowledge.

Keywords: (TPACK) Model, Pedagogical Knowledge, Primary School Mathematics Teacher.

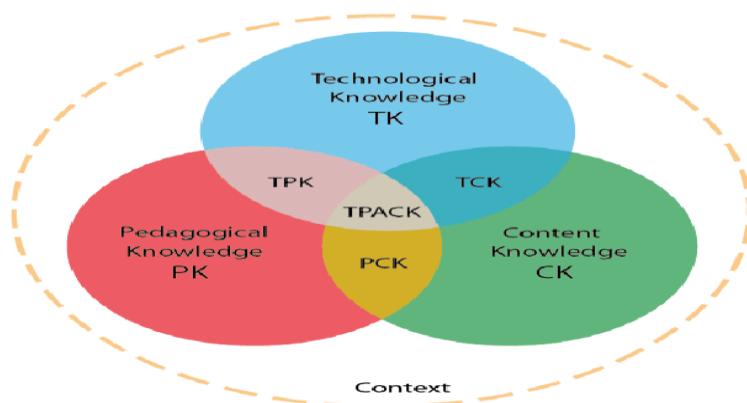
المقدمة:

قدمت القاعدة البحثية في مجال تعلم وتعليم الرياضيات أساساً معرفياً يتطلب توظيف استراتيجيات تعليمية ونماذج تدريسية وإجراءات تقييم محددة، وقد أثرت نتائج البحث مطالب جديدة للبرامج التعليمية الموجهة للمعلمين بهدف تحسين دور المعلم من خلال معرفته البيداغوجية ومعرفته للمفاهيم والحقائق والمهارات الأساسية للمحتوى الرياضي كنتاج للعمل الفكري الذي يشكله المعلم ويدير به العملية التعليمية (Cedillo, 2006). وتتضمن معرفة الرياضيات البيداغوجية فهم محتوى عام ومعرفة خاصة بمجال المتعلمين ومهارات تعلم وتعليم الهيكل الرياضي وفهم المتعلمين لتعميم أو حقيقة رياضية، وتوظيف استراتيجيات لتحسين مهارات تفكير المتعلمين، وتقييم استجاباتهم من أجل تحريك جدول العمل الرياضي (Harris & Others, 2017).

وقد طرح شولمان (Shulman, 1986) أسس معرفة المعلمين من خلال مجموعة من الأسئلة التي تُطرح في مجال معرفة المعلم والمتمثلة بـ "ما هي معرفة المحتوى والمعرفة البيداغوجية ذات الصلة؟ وما هي أشكال المعرفة المتمثلة في أذهان المعلمين؟ وما هي الطرق الواعدة لتعزيز اكتساب هذه المعرفة وتنميتها؟" كما فصل المعرفة البيداغوجية إلى استراتيجيات إدارة الفصول الدراسية وتنظيمها بدءاً من معرفة المتعلمين وخصائصهم، ومعرفة السياقات التعليمية وأعمال الفصول الدراسية، ومعرفة المحتوى التي تتضمن أدوات المعلمين أهمها فهم المواد والبرامج.

وأكد بول وثيرمز وفيلبس (Ball & Thames & Phelps, 2008) أنّ معرفة المُعلّمين يجب أن تتجاوز الوعي بالمواد التي يجب إتقانها، وأن معرفة المحتوى الرياضي تشكل قاعدةً معرفيّة خاصة توفر رؤى عميقة في العملية التعليمية ومتطلباتها الأساسيّة. إلا أن ميشرا وكوهلر (Mishra & Koehler, 2009) عملا على توسيع إطار مفاهيمي بنائي أكثر شمولاً سُمي (TPACK) تضمن المعرفة بالمحتوى والبيداغوجيا والتكنولوجيا Technological Pedagogical Content Knowledge كما يوضحه الشكل (1).

الشكل (1): نموذج (TPACK) [/http://tpack.org](http://tpack.org)



عرّف فيليبس

(Phillips, 2014) معرفة البيداغوجيا (PK) (Pedagogical Knowledge) من خلال معرفة المعلم الممارسات البيداغوجية والاستراتيجيات والأساليب لتعزيز تعليم المتعلمين، كما عرّف معرفة البيداغوجيا والمحتوى (PCK) (Pedagogical Content Knowledge) بمعرفة المعلم طرق وأساليب تدريس المحتوى الرياضي المختلفة وتركز على المعرفة السابقة للمتعلمين وربطها بالمعلومات الجديدة والبيداغوجيا التي تعالج أخطاء التعلم المفاهيمية والاجرائية.

وعرّف كيم (Kim, 2018) معرفة التكنولوجيا والبيداغوجيا (TPK) (Technological Pedagogical Knowledge) معرفة المعلم بالاستراتيجيات البيداغوجية وإمكانية تطبيقها باستخدام التكنولوجيا، وتشمل فهم التكنولوجيا والممارسات البيداغوجية والعلاقات فيما بينها، وتتطلب من المعلم تطوير مهاراته وتوسيع الأفق لديه لرؤية ماذا يمكن أن تقدم له التكنولوجيا كمدرس؛ لينتج عن تفاعل المعارف السابقة التركيز على توظيف التكنولوجيا وملائمتها للبيداغوجيا ضمن محتوى في سياق تعليمي تُعرّف بنموذج (TPACK).

فصل بينشيرا و ألسينا (Pincheira & Alsina, 2021) المعرفة البيداغوجية للمحتوى من خلال معرفة المحتوى والمتعلمين الذي يُعرف بأنه معرفة المحتوى المتشابهة مع معرفة كيفية تفكير المتعلمين في هذا المحتوى، والسماح بتنبأ المعلم للمواقف وتوقع صعوبات المتعلمين، ومعرفة الجوانب البيداغوجية المشاركة في تعلم المتعلمين، ومعرفة ممثلة بمجموعة كاملة من البرامج المصممة لتدريس مواضيع معينة.

وحلل هاريس وميشرا وكوهلر (Harris & Mishra & Koehler, 2009) بشكل نقدي أساليب دمج التكنولوجيا في البيداغوجيا والاختار بعين الاعتبار العلاقات الديناميكية بين المحتوى والتكنولوجيا والبيداغوجيا والسياق واستخدام (TPACK) كطريقة للتفكير في التكامل التكنولوجي الفعال والاعتراف بالتكنولوجيا والبيداغوجيا والمحتوى والسياق كجوانب مترابطة من معرفة المعلمين اللازمة لتدريس المناهج القائمة على المحتوى.

وناقش ميشرا وكوهلر وكين (Mishra & Koehler & Cain 2013) الممارسات التدريسية التي تتطلب تشابك العديد من أنواع المعرفة المتخصصة، وتتطلب من المعلمين تطبيق هياكل معرفية وسياقات صفية ديناميكية، وتطوير الفهم للوصول الى معرفة منظمة ومتكاملة بما في ذلك معرفة تفكير المتعلمين، ومعرفة المحتوى على نحو متزايد بمعرفة التكنولوجيا. وجاءت قرارات اللجنة الاستشارية لتعليم الرياضيات في إنجلترا (Advisory Committee on Mathematics Education) (ACME,2013)؛ لتطوير قدرات مُعلّمي الرياضيات من خلال معرفة أعمق بالمحتوى الرياضي وتصميم التعلّم الذي يحسّن تدريس المُعلّمين للرياضيات، ويساعد في تحسين المعرفة الخاصة بمحتوى الرياضيات والمعرفة الخاصة بكيفية تدريسها.

واقترح بيرس وستايسي (Pierce & Stacey,2014) عرض الفرص البيداغوجية التي تدعم المحتوى من خلال تطبيقات تكنولوجيا قادرة على أداء العمليات الخوارزمية وتنفيذ الإجراءات الرياضية، وتنظيم العرض بما يفيد المعلم من خلال إعطاء مؤشر مرئي لممارسات التدريس والانتباه إلى إمكانيات التدريس وتذكير المعلمين بالخيارات المتاحة، وتحديد ما يحتاجه المعلمين من تطوير مهني. وفي السياق نفسه اقترح زايشنر وباين وبرايكو (Zeichner & Payne & Brayko,2014) إنشاء برامج تدريبية تراعي عوامل مثل: نوعية المعرفة، وعلاقات القوة الموجودة، وبذل الجهود لخلق المزيد من الفرص من المجتمعات المحلية، أو المدارس أو الجامعات؛ لتكون أكثر تشاركية في تخطيط وتنفيذ، وتقييم جوانب العمل وتعمل على خلق بيئة حيث الخبرة والمشاركة

وناقش ريبير وبونتي (Ribeiro & Ponte,2019) المواقف التعليمية التي تقدمها برامج التطوير المهني لمعلمي الرياضيات، وتنظيم مواقف جماعية من العمل والمناقشة بين المعلمين حول مهام التعلم المهنية لتعبئة أبعاد مختلفة من المعرفة المهنية لتدريس الرياضيات، والعمل في مجموعات لتطوير معرفة المعلمين الرياضية والبيداغوجية بطريقة متكاملة. وأكد كوهلر وميشرا و أكجوجل و روزنبرغ (Koehler & Mishra & Akcaoglu & Rosenberg, 2013) حاجة معلمي الرياضيات إلى تصور تكامل التكنولوجيا من خلال أهمية اعتماد إطار بنائي للنظر في دمج التكنولوجيا في برامج إعداد المعلمين، ويتطلب ذلك تحولاً في الممارسات التدريسية في كل من البيداغوجيا ومجالات المحتوى، لذلك يتم حث المعلمين على التفكير في سياقهم الخاص وتعزيز الممارسات التدريسية التي تُستخدم لتفاعل التكنولوجيا والبيداغوجيا والمحتوى.

وفي سياق الاهتمام المؤسسي بمعرفة البيداغوجيا أصدرت جمعية مُعلّمي الرياضيات Association of Mathematics Teacher Educators AMTE,2020) مذكرةً بأهداف سياقية واقعية طويلة الأمد اعتبرتها بمثابة التزام تنظيمي تناول الدعم النشط؛ لتدريس الرياضيات ودعم تعليم مُعلّمي الرياضيات بطرق توفر فرصاً ذات مغزى للتعلّم والتدريس. وقد أكد جولر وسيليك (Guler & Celik, 2021) أهمية تضمين المفاهيم والإجراءات المتعلقة بمحتوى الجبر بالإضافة إلى الخوارزميات التطبيقية والإجراءات الرياضية والتركيز عليها في البرامج التدريبية الموجهة لإعداد المعلمين. يتضح من خلال المراجعة البحثية وجود دراسات تناولت الجبر كمحتوى ضمن النموذج وتناولت تحسين المعرفة البيداغوجية لدى المعلمين في برامج تدريبية، وفي هذا الإطار يمكن عرض الدراسات السابقة التي طبقت النموذج في تدريب المعلمين ومنها:

بحثت دراسة مونتردي و ديانو (Monterde & Diano,2023) العلاقة بين كفاءات معلمي الرياضيات وأداء التدريس في مؤسسات التعليم العالي في الفلبين وفق نموذج (TPACK)، طبقت الدراسة التصميم الوصفي الارتباطي مع عينة مكونة من (120) معلماً تم اختيارهم عشوائياً لتحديد العلاقة بين النموذج والكفاءات والأداء التدريسي، طبق مقياس شميدت وآخرون (2009) ونموذج التقييم الذي تستخدمه مؤسسات التعليم العالي لتقييم أداء المعلمين، وكشفت النتائج أن كفاءات المعلمين ترتبط بشكل كبير بأدائهم في تدريس الرياضيات من خلال استخدام التكنولوجيا لتحسين التدريس وفق النموذج.

واقترحت دراسة نجيكو (Njiku, 2023) نموذج تقييم لمعلمي الرياضيات الثانوية في تنزانيا وفق نموذج (TPACK) يعتمد على تصنيف الممارسات التدريسية الفعلية للمعلمين وفق النموذج، بعينة مكونة من (30) معلم رياضيات تم توزيعهم على ثلاث مجموعات متساوية، اعتمد التصميم شبه التجريبي بتطبيق قبلي - بعدي من خلال تصميم درس تعاوني ومتابعة التطبيق لست جلسات مسجلة بالفيديو للتحقق من صحة الأداة، أوضحت النتائج أن أنشطة تصميم الدروس التعاونية كانت أكثر فعالية في تحسين الممارسات التدريسية مع تطبيق التكنولوجيا لصالح النموذج.

وناقشت دراسة بريتشر (Bretscher, 2022) معرفة تخطيط معلمي الرياضيات الثانوية في نظريات الدائرة وكيفية توظيف التعميم والتجريد ضمن (TPACK)، طبق المنهج النوعي لدراسة حالة بعينة مكونة من (4) معلمي رياضيات في إنجلترا وتطبيق مقابلة شبه منظمة تستند الى (GeoGebra)، أظهرت النتائج أن التطبيق ساعد في تسليط الضوء على النموذج ليكون أكثر وضوحاً لدى معلمي الرياضيات وبناء فهم رياضي لصالح النموذج.

وقدمت الدراسة النوعية لبونافيني ولي (Bonafini & Lee, 2021) تطبيق معلمي الرياضيات استخدام (TPACK) وتقنيات إنشاء دروس فيديو (screencast) باستخدام أجهزة (iPad) ضمن محتوى الاقتارات وتمثيلها، بعينة مكونة من (4) معلمي رياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية وتضمنت أداة الدراسة تطبيق التقنيات من خلال (Screencast) وتقديم مشروع إنشاء درس فيديو، أظهرت النتائج تطوير الأنشطة التي تعزز التكنولوجيا وأن المهام أعطت فرص تقصي التوازن بين مكونات النموذج ومحتوى الجبر لصالح النموذج.

وناقشت دراسة ساريتيبيتشي (Saritepeci, 2021) العقبات المرتبطة بدمج التكنولوجيا في التعليم من خلال العلاقة بين إدارة الفصول الدراسية والتفكير الحسابي وفق (TPACK) بعينة مكونة من (125) معلم رياضيات في تركيا، اعتمد المنهج الوصفي من خلال تطبيق أدوات جمع البيانات لمقياس التفكير الحسابي تناولت خمسة أبعاد: الإبداع والتفكير الخوارزمي والتعاون والتفكير النقدي وحل المشكلات، أظهرت النتائج ارتفاع أداء المعلمين ضمن أبعاد التفكير الحسابي لصالح النموذج.

وهدف دراسة محمد (2020) إعداد برنامج مقترح لتنمية الكفاءات التدريسية القائمة على أبعاد نموذج (TPACK) باستخدام منصة قوقل التعليمية (Google Classroom)، اعتمد المنهج الوصفي من خلال مقياس كفاءات نموذج (TPACK) بعينة مكونة من (22) معلمة رياضيات ما قبل الخدمة في السعودية، وتطبيق المنهج شبه التجريبي ذو مجموعة واحدة وإعداد اختبار تحصيلي وبطاقة ملاحظة ومقياس تصورات المعلمات حول دمج التكنولوجيا في تدريس الرياضيات، أظهرت النتائج تحسن الأداء في الجوانب المعرفية والأداء التدريسي ودمج التكنولوجيا في تدريس الرياضيات لصالح التطبيق البعدي.

وسعت دراسة ندونغفاك (Ndongfack, 2015) الى تحديد المهارات التي يحتاجها معلمي الرياضيات ضمن تطبيق التكنولوجيا وفق (TPACK)، طبقت الدراسة منهجية المسح الكمي في الكاميرون بعينة مكونة من (400) معلم تم اختيارهم باستخدام تقنية أخذ العينات العشوائية الطبقية من (10) مدارس، وأشارت النتائج أن المعلمين لديهم إتقان أفضل لمعرفة المحتوى (CK)، ومعرفة البيداغوجيا (PK)، ومعرفة البيداغوجيا المحتوى (PCK) ومعرفة المحتوى التكنولوجي (TCK) وأظهروا نقاط ضعف في تركيبات أبرزها: معرفة تكنولوجيا البيداغوجيا (TPK).

وتناولت دراسة بوس ولي (Bos & Lee, 2014) النظر في دمج المعلمين للتعليم القائم على التكنولوجيا ومفاهيم الأعداد والهندسة والإحصاء والاحتمالات في ولاية تكساس الأمريكية، بعينة مكونة من (45) معلم وتم تطبيق التصميم شبه التجريبي لمسح (TPACK) المعدل بواسطة شميدت، كوهلر وميشرا (2009) وطريقة نوعية كمقياس لتطبيق النموذج، أظهرت النتائج تحسن كبير في تطبيق التكنولوجيا لصالح النموذج.

واقترحت دراسة ليوبلينسكايا وتورناكي (Lyublinskaya & Tournaki, 2012) برنامج تطوري لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية، بعينة مكونة من (4) معلمي رياضيات، تم تطبيق التصميم الطولي لقياس مستويات نموذج (TPACK) من خلال نموذج تقييم للمعلم، وتصميم مناهج دراسية تضمنت تقنية (TI-Nspire حاسبة الرسوم البيانية) ضمن محتوى الجبر، أشارت النتائج أن البرنامج حسن واقع التدريس في مجال اللغة والتمثيل الجبري لصالح النموذج.

وطبق ربالز (Riales, 2011) دراسة لفحص معارف نموذج (TPACK) بعينة مكونة من (6) معلمي رياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية، طبق منهج دراسة الحالة مع محتوى الجبر باستخدام أنظمة (TI-Navigator) أثناء تحضير دروس باستخدام نموذج (Niess, 2009) وفحص الأداء وفق النموذج، أشارت النتائج إلى زيادة مستوى الأداء البيداغوجي لصالح النموذج.

تبين الدراسات السابقة تنوع الأهداف والإجراءات ونتائج الدراسات حول تطبيق نموذج (TPACK) في البرامج التدريبية الموجهة للمعلمين، وتشابهت دراسات في تطبيق النموذج ضمن محتوى الجبر (Bonafini & Lee, 2021; Lyublinskaya & Tournaki, 2012; Riales, 2011) كما أثرت الدراسات السابقة الباحثان في الاطلاع على الأدب النظري وإعداد أدوات الدراسة، ومما سبق يتضح أن الإطار المفاهيمي للنموذج يوفر نظرة تنظيمية لطبيعة العلاقة بين المعلم والمتعلم والمعرفة، ويظهر المعنى للمعرفة البيداغوجية من خلال دمج المحتوى وتطبيق تكنولوجيا بيداغوجيا مناسبة، وتهتم الدراسة الحالية أثر تطبيق النموذج ضمن برنامج تدريبي موجه لمعلمي الرياضيات في تحسين المعرفة البيداغوجية الجبرية، بحيث تتكامل معرفة المحتوى البيداغوجي والتكنولوجيا ضمن مهام أدائية من تصميم الباحثين تناسب هدف تطبيق الدراسة.

مشكلة الدراسة:

يعد إعداد المعلم ضمن المحتوى الرياضي والبيداغوجيا المتناغمة مع هذا المحتوى أحد توجهات عصرنا الحاضر، وفي ظل تغيير مناهج الرياضيات والاهتمام بالمسار المهني لمعلم الرياضيات في الأردن فإن هناك حاجة إلى وجود برامج تدريبية للمعلمين تدعم حركات التغيير، وتؤكد بلخير (2016) الحصول على خبرات متنوعة للمعلمين يؤدي إلى تحسين مستوى الواقع التدريسي ويزيد من الطاقات الإنتاجية من خلال برامج منظمة ومواكبة لأحدث الأساليب، وتطبيق الوسائل والتقنيات الحديثة وأنه لا بد من الاهتمام بمحتوى البرامج التدريبية والأخذ بآراء وخبرة المعلمين في عملية تأطير البرامج وإعدادها بما يخدم ممارساتهم ومعتقداتهم التدريسية. وفي نفس السياق أكدت عثمان (2020) وجود ضعف لدى معلمي الرياضيات في التنبؤ بالنمط وإعطاء تفسيرات جبرية منطقية وتحديد قاعدة الاقتران، وأن اتجاهات المعلمين تحتاج إلى مزيد من البرامج التدريبية لتعزيز المحتوى الجبري.

أسئلة الدراسة

إن التوجه البحثي المطروح يتمحور في الإجابة عن السؤالين التاليين:

- ما مستوى أداء معلمات رياضيات المرحلة الأساسية في معارف نموذج (TPACK) ضمن بطاقة الملاحظة المُعدة؟
- ما مظاهر أداء معلمات رياضيات المرحلة الأساسية في المهام التي تضمنها البرنامج التدريبي وفق مؤشرات أداء بطاقة الملاحظة؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى:

- تنمية اتجاهات إيجابية نحو التدريب في المعرفة البيداغوجية ومعرفة المحتوى الجبري والتكنولوجيا الداعمة، وصياغة بيئة تعليمية تطبيقية لمحتوى البرنامج التدريبي.
- إكساب المعلم خبرات تدريسية ضمن محتوى الجبر بما يتناسب مع المحتوى المحدد بهدف تحسين المعرفة البيداغوجية.

أهمية الدراسة:

يضيف التوجه البحثي إلى المجتمع التربوي مرجع نظري من الممكن أن يساهم في رفع أداء المعلم وكفاءته وينعكس إيجاباً في تحسين قدرات المتعلمين وتقديمهم أثناء عملية التعلم بما يناسب متطلبات التقدم المعرفي، وتفيد نتائج التوجه البحثي إثراء الجانب المعرفي في كيفية تصميم مواقف تعليمية مدعمة بالتكنولوجيا الملائمة لطبيعة المحتوى الجبري لدى معلمي الرياضيات، ويُفيد تقديم فرص مقترحة للمعلم للتمكن من أن يكون المعلم كمتعلم وأن يكون المعلم المحلل والمسهل والمصمم.

مصطلحات الدراسة:

يُعرف البرنامج التدريبي وفق نموذج (TPACK) إجرائياً بأنه: مجموعة من الفعاليات والمراحل التدريبية المنظمة ضمن إطار نموذج (TPACK) لينتج معرفة سياقية تتضمن معرفة بيداغوجيا المحتوى الجبري (PCKA)، ومعرفة محتوى الجبر التكنولوجي (TCKA)، ومعرفة بيداغوجيا الجبر التكنولوجي (TPKA)، ومعرفة بيداغوجيا المحتوى الجبري والتكنولوجي (TPACKA).

تُعرف المعرفة البيداغوجية إجرائياً بأنها: الدرجة التي تحصل عليها معلمة رياضيات المرحلة الأساسية في بطاقة ملاحظة ككل المُعدة من قبل الباحثين لقياس الأداء خلال البرنامج التدريبي بتصنيف ضمن مستويات أداء (خبير، متوسط، بحاجة إلى تدريب).

تُعرف معلمة رياضيات المرحلة الأساسية إجرائياً بأنها: معلمة الرياضيات التي تقوم بتدريس المرحلة الأساسية من الصف الخامس الأساسي إلى الصف الثامن الأساسي، والتابعة لمديرية التربية والتعليم/ محافظة جرش.

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي وذلك لتقصي أثر البرنامج التدريبي وفق نموذج (TPACK) في تحسين المعرفة البيداغوجية الجبرية لدى معلمات رياضيات المرحلة الأساسية، وللإجابة عن السؤال الأول تم تحليل استجابات المعلمات على بطاقة ملاحظة من تصميم الباحثين حول معارف النموذج، وللإجابة عن السؤال الثاني فقد تم عرض بعض استجابات عينة الدراسة على المهام المضمنة في البرنامج التدريبي وتصنيف المهام تبعاً لمؤشرات أداء بطاقة الملاحظة.

مجتمع الدراسة وعينته:

تكون مجتمع الدراسة من جميع معلمات الرياضيات في محافظة جرش والبالغ عددهم (165) معلمة للعام الدراسي (2022/2023) وتكونت عينة الدراسة المتيسرة من (18) معلمة رياضيات من معلمات المرحلة الأساسية ممن يدرسون الصفوف من الخامس الأساسي الى الصف الثامن الأساسي التابع لمديرية التربية والتعليم في محافظة جرش.

بطاقة الملاحظة وفق نموذج (TPACK)

تم تصميم بطاقة ملاحظة وفق نموذج (TPACK) من قبل الباحثين للإجابة على أسئلة الدراسة، حيث تم الربط بين معارف النموذج ومحتوى الجبر ضمن حزم: المقادير الجبرية، وحل أنظمة المعادلات الخطية، العلاقات والانماط، وعُرضت بطاقة الملاحظة على محكمين ذوي اختصاص لأخذ آرائهم في الصياغة اللغوية للفقرات ومناسبتها لنتائج ومصطلحات الدراسة وتضمنت بطاقة الملاحظة بصورتها النهائية (7) فقرات بمستويات وتقديرات عددية: أطبق (3)، أطبق بشكل متوسط (2)، لا أطبق أبداً (1)، وتم تطبيق البطاقة على عينة استطلاعية مكونة من (25) معلمة رياضيات من مجتمع الدراسة ومن خارج عينتها والتأكد من ثبات بطاقة الملاحظة بحساب معامل الاتساق الداخلي بتطبيق معادلة كرونباخ ألفا على استجابات العينة الاستطلاعية وقد بلغ (0.79) وهي مقبولة لأغراض الدراسة، وحساب معامل الارتباط لفقرات بطاقة الملاحظة ككل ولكل فقرة من فقرات البطاقة وكان ضمن الفترة (0.71 – 0.91) وهي دالة إحصائياً، والجدول (1) يبين معاملات الثبات والارتباط لبطاقة الملاحظة.

الجدول (1): معاملات الثبات والارتباط لمؤشرات الأداء ضمن بطاقة الملاحظة ككل

مؤشرات الأداء	معامل الثبات	معامل الارتباط
القدرة على تحديد البيداغوجيا المناسبة لمحتوى الجبر.	0.79	0.82
القدرة على تصميم أنشطة تعليمية توظف التمثيلات المتعددة لمحتوى الجبر.	0.78	0.81
القدرة على تكييف البيداغوجيا لتوجيه تفكير الطلبة وتعليم محتوى الجبر.	0.79	0.78
القدرة على بناء بيئة تفاعلية واستخدام تكنولوجيا مناسبة لدعم محتوى الجبر.	0.77	0.91
القدرة على تحديد الصعوبات المفاهيمية والاجرائية ضمن محتوى الجبر.	0.78	0.80
القدرة على تصميم وسائل تكنولوجيا تربط البيداغوجيا بمحتوى الجبر.	0.79	0.71
القدرة على دمج التكنولوجيا ضمن بيداغوجيا مناسبة في محتوى الجبر.	0.79	0.79

وبالنسبة لمفتاح تصحيح بطاقة الملاحظة فقد حُسبت درجة كلية لبطاقة الملاحظة، وتم اعتماد المتوسط الحسابي دون الدرجة (7) بمستوى "بحاجة الى تدريب" والمتوسط الحسابي للدرجة من (8-15) لمستوى "متوسط" والمتوسط الحسابي للدرجة (16-23) لمستوى "خير"، واستخدم تحليل التباين (ANOVA) لتقصي أثر التدريب في تحسين استجابات العينة على بطاقة الملاحظة ككل.

الدليل الارشادي

بعد مراجعة الأدب النظري حول تطبيق الإطار المفاهيمي لنموذج (TPACK) الذي طوره كوهلر وميشرا (2006) والدراسات السابقة (Yanti & Riandi & Suhandi, 2020; Rahman, 2019, Philips, 2014) ومراجعة الإطار العام للمناهج الأردنية (2021) والمعايير التخصصية لمعلم الرياضيات الصادرة عن وزارة التربية والتعليم الأردنية (2019) تم تصميم الدليل الارشادي للبرنامج التدريبي وفق وحدة في الجبر تضمنت (3) حزم لمواضيع: المقادير الجبرية وحل المعادلات الخطية والعلاقات والأنماط، كما حُدثت التكنولوجيا الداعمة ضمن www.emaze.com وتطبيق تكنولوجيا محتوى وحدة الجبر ضمن www.wordwall.com و www.liveworksheet.com وتم تصميم الأنشطة لكل من وحدة الجبر والدليل الارشادي، وقد تضمن الدليل مهام أدائية مقترحة ضمن محاور الجبر بالاعتماد على مصفوفة المدى والتتابع للصفوف من الخامس الأساسي حتى الصف الثامن الأساسي الصادرة عن المركز الوطني لتطوير المناهج الأردنية (2021) وعُرضت المهام باستخدام وسائل تعليمية متنوعة، وتم التحقق من دلالات صدق المادة التعليمية وعرضها بصورتها الأولية على محكمين من ذوي الخبرة والاختصاص بهدف التحقق من النتائج وتوافقها مع الإطار المفاهيمي للنموذج والنتائج المقصودة، وتم تصميم محتوى الجبر والتحقق من دلالات صدقه بعرض الصورة الأولية على محكمين من ذوي الخبرة والاختصاص والتحقق من النتائج المقصودة والتوافق مع الإطار المفاهيمي لنموذج (TPACK) وفيما يلي عرض محتوى الجبر بصورته النهائية في الجدول (2).

الجدول (2): محتوى الجبر ضمن نموذج (TPACK)

المعيار	فهم المعلمين وتعليم الجبر	المحتوى في تعليم الجبر	التمثيلات المتعددة للجبر
محتوى الجبر	المعرفة بالجبر	اللغة الرمزية للجبر	نمذجة الحساب
مواصلة	الجبر كسياق	مصفوفة المدى والتتابع	التبرير المنطقي الجبري
التعلم	المتغير	المتغير كمية منفصلة	المتغير في السياق
المقادير الجبرية	المتغيرات والعمليات	أو مستمرة	التعلم البصري للمتغير
المساواة	المساواة	ارتباط الكميات	نمذجة المعادلات
المعادلات الخطية	حل المعادلة	الكميات المتعددة	التمثيلات المتعددة
اكتشاف النمط	صياغة قاعدة النمط	اكتشاف النمط	التعلم البصري للأنماط
الاقتراح	متغيرات الاقتراح	قاعدة الاقتراح	التمثيلات المتعددة
المقادير الجبرية	التحليل والتركيب	العمليات على المقادير	نمذجة المقادير الجبرية
المعادلات الخطية	حل المعادلات الخطية	الجبرية	تحسين المعرفة بالجبر
التمثيل بيانياً		التمثيل البياني لحل المعادلة	

أهداف البرنامج العامة:

يعد نموذج (TPACK) أحد التوجهات التي تدعم تكاملية أداء المعلم في ضوء معرفته بالمحتوى والبيداغوجيا والتكنولوجيا اللازمة كمتطلبات لتكوين هيكل منظم يوضح العلاقة بين هذه المكونات الثلاثة، مما أدى إلى بناء برنامج تدريبي يقوم على مجموعة من المهام الادائية والإجراءات التطبيقية تهدف إلى تحسين المعرفة البيداغوجية لدى معلمي رياضيات المرحلة الأساسية.

أهداف البرنامج الفرعية:

- 1- التكامل بين المحتوى والمعرفة ببيداغوجيا المحتوى والتكنولوجيا المستخدمة.
- 2- يتضمن التمكين المهني للمعلم المتعلم والمعلم المصمم والمعلم الميسر والمسهل والمحلل.
- 3- توفير فرص لتعلم الرياضيات والتركيز على أفكار المحتوى والعمليات التي تعزز فهماً في تدريس الرياضيات، وتوفير فرص في تعلم ممارسات تدريس الرياضيات. وكانت الجلسات على النحو التالي:
- الجلسة الأولى: تضمن معرفة محتوى الجبر (CKA) ومهارات التفكير الرياضي ضمن السياق الجبري ومواءمة مخرجات التعلم المقصودة لنموذج (TPACK) والمعرفة بمحتوى الجبر (CKA) ومعرفة بيداغوجيا الجبر (PKA) ومواءمة مخرجات التعلم المقصودة لنموذج (TPACK) مع معرفة بيداغوجيا الجبر (PKA).
- الجلسة الثانية: تضمن معرفة تكنولوجيا الجبر (TKA) ومواءمة مخرجات التعلم المقصودة لنموذج (TPACK) مع معرفة تكنولوجيا الجبر (TKA) ومعرفة بيداغوجيا محتوى الجبر (PCKA) ومواءمة مخرجات التعلم المقصودة لنموذج (TPACK) مع معرفة بيداغوجيا محتوى الجبر (PCKA).
- الجلسة الثالثة: تضمن معرفة تكنولوجيا محتوى الجبر (TCKA) ومواءمة مخرجات التعلم المقصودة لنموذج TPACK مع معرفة تكنولوجيا محتوى الجبر (TCKA) وتضمن معرفة تكنولوجيا بيداغوجيا الجبر (TPKA) ومواءمة مخرجات التعلم المقصودة لنموذج (TPACK) مع معرفة تكنولوجيا بيداغوجيا الجبر (TPKA).
- الجلسة الرابعة: تضمن معرفة بيداغوجيا وتكنولوجيا محتوى الجبر (TPACKA) ومواءمة مخرجات التعلم المقصودة لنموذج (TPACK).
- الجلسة الخامسة: تضمن ضوابط نموذج (TPACK) ضمن محتوى الجبر، واقتراح مصادر الكترونية داعمة.

إجراءات الدراسة

- تهتم الدراسة الحالية بتطبيق نموذج (TPACK) ضمن برنامج تدريبي موجه لمُعَلِّمي الرياضيات ومعرفة أثر البرنامج في تحسين المعرفة البيداغوجية مع مجموعة متنوعة من المهام الادائية ومحاكاة السياقات التعليمية ضمن تكنولوجيا محددة، وفيما يلي عرض إجراءات الدراسة:
- قام الباحثان بإجراء مسح لقواعد البيانات ومراجعة الأدب النظري والدراسات السابقة المتعلقة بنموذج (TPACK)، بالإضافة إلى المجالات والدوريات والملخصات العلمية ذات العلاقة بمشكلة الدراسة.
 - قام الباحثان باختيار المادة العلمية الخاصة بالبرنامج التدريبي ومحتوى وحدة الجبر المصممة للمرحلة الأساسية، وحددت بمواضيع: المقادير الجبرية، وحل أنظمة المعادلات الخطية، والعلاقات والأنماط.

- قام الباحثان بإعداد الدليل الإرشادي وفق نموذج (TPACK) وأدوات الدراسة بصورتها النهائية والتحقق من صحتها وثباتها.
- قام الباحثان بتجهيز التكنولوجيا الداعمة للبرنامج التدريبي وإعداد المهام الأدائية الخاصة بالبرنامج التدريبي، وتقديمها بشكل متكامل ضمن مجتمع تعلم في محافظة جرش بالتعاون مع مشرف الرّياضيات التابع لمديرية التربية والتعليم/ قسم الإشراف.
- قام الباحثان بتطبيق بطاقة ملاحظة وفق نموذج (TPACK) على مجموعة الدراسة قبل البدء بالبرنامج التدريبي.
- قام الباحثان بتطبيق البرنامج التدريبي وفق نموذج (TPACK) على مجموعة الدراسة مقسم على (5) جلسات بواقع (3) ساعات لكل جلسة.
- قام الباحثان بتفريغ بطاقة ملاحظة النموذج وتحليلها ورصد النتائج وتفسيرها والخروج بتوصيات في ضوء نتائج الدراسة.

المعالجة الإحصائية:

تم استخدام التحليلين الكمي والنوعي من خلال حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لبطاقة الملاحظة القبلي والبعدي على مجموعة الدراسة تبعاً لتطبيق البرنامج التدريبي وفق نموذج (TPACK) ولمعرفة فيما كانت الفروق الظاهرية بين المتوسطات الحسابية في القياس البعدي لبطاقة الملاحظة تم استخدام تحليل التباين (one way- ANOVA) لمجموعة الدراسة قبلياً وبعدياً وتحليل إجابات عينة الدراسة على المهام الأدائية المضمنة في البرنامج التدريبي.

نتائج الدراسة ومناقشتها:

للإجابة عن السؤال الأول " ما مستوى أداء معلمات رياضيات المرحلة الأساسية في معارف نموذج (TPACK) ضمن بطاقة الملاحظة المُعدة؟ " فقد تم إيجاد المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى أداء معلمات رياضيات المرحلة الأساسية على بطاقة الملاحظة والخطأ المعياري كما في الجدول (3).

الجدول (3): الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لبطاقة الملاحظة ككل

بطاقة الملاحظة	العدد	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
القياس القبلي	18	13	2.6	0.62
القياس البعدي	18	18	3.4	0.80

يُلاحظ من الجدول (3) تحسناً في أداء المعلمات على بطاقة الملاحظة ككل للقياس البعدي مقارنة بالقياس القبلي لعينة الدراسة، فقد سجل القياس البعدي متوسط حسابي بلغ (18) بمستوى أداء "خير" مقارنة بالمتوسط الحسابي للقياس القبلي الذي بلغ (13) بمستوى أداء "متوسط"، وللتأكد فيما إذا كان اختلاف الأداء على بطاقة الملاحظة في القياس البعدي تبعاً للبرنامج التدريبي وفق النموذج، استخدم تحليل التباين (ANOVA) كما في الجدول (4).

الجدول (4): تحليل التباين (ANOVA) للقياس البعدي على بطاقة الملاحظة ككل

مصدر التباين	مجموع المتوسطات	درجات الحرية	مربع المتوسطات	F	Sig.	(η^2)
بين المجموعات	220.028	1	220.028	9.514	.004	0.63
داخل المجموعات	786.278	34	23.126			
الكلي	1006.306	35				

يُلاحظ من الجدول (4) وجود فرق دال إحصائياً في متوسط أداء المعلمات في القياس البعدي لبطاقة الملاحظة ككل يُعزى لأثر تطبيق البرنامج التدريبي، وقد بلغت قيمة F المحسوبة (9.514) بدلالة إحصائية (P) تساوي (0.004) لصالح القياس البعدي على مجموعة الدراسة وفق نموذج (TPACK) وحُسبت مربع إيتا (η^2) بمقدار (0.63) مما يعني أن التدريب المستند إلى النموذج يُعزز المعرفة البيداغوجية التي تضمنتها بطاقة الملاحظة، وذلك يتوافق مع دراسة كل من بريتش (Bretscher, 2022) وليوبلينسكايا وتورناكي (Lyublinskaya, 2012) في أن التطبيق ساعد في تسليط الضوء على النموذج ليكون أكثر وضوحاً لدى عينة الدراسة وتحسين الفهم الرياضي والواقع التدريسي في الجبر لصالح تطبيق النموذج، وعزى الباقي لعوامل أخرى.

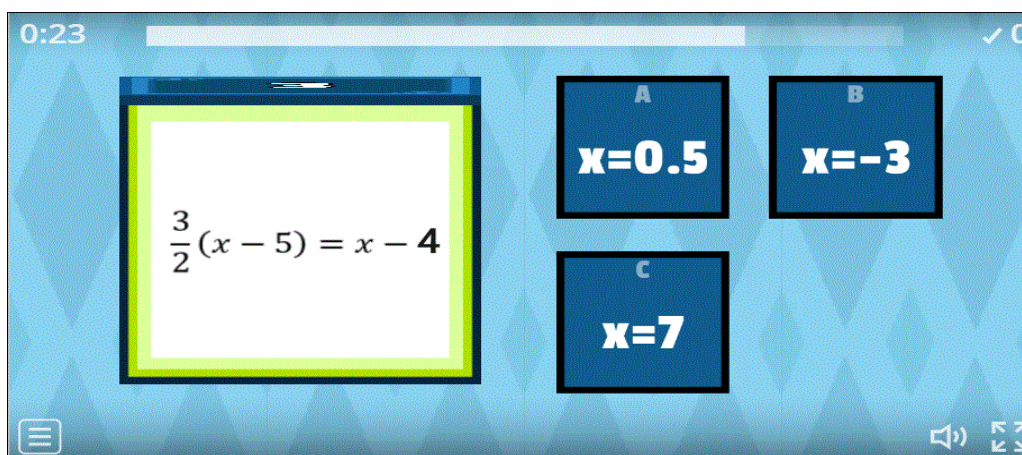
وللإجابة عن السؤال الثاني "ما مظاهر أداء معلمات رياضيات المرحلة الأساسية في المهام التي تضمنها البرنامج التدريبي وفق مؤشرات أداء بطاقة الملاحظة؟"

للإجابة عن السؤال تم تحديد المهام ضمن البرنامج التدريبي بناء على مؤشرات الأداء التي تضمنتها بطاقة الملاحظة ومحاولة الربط بين كل مهمة مع كل جانب من جوانب محتوى الجبر والبيداغوجيا المناسبة له مع معرفة مسبقة بالمتعلمين والأخطاء المفاهيمية والاجرائية المرافقة للمحتوى وتطبيق التكنولوجيا المناسبة له.

تناسب مؤشر الأداء "القدرة على تحديد البيداغوجيا المناسبة لمحتوى الجبر" من خلال طرح المهمة التالية "يقوم معلم الرياضيات بعرض النشاط التالي لتوضيح مفهوم "المعادلة الخطية": إذا كان ($x = 7$) يمثل حل للمعادلة الخطية ($x + 2 = 9$) كيف يمكن للمعلم توجيه الطلبة لإدراك أولويات التفكير في البحث عن الحل والإجابة عن السؤال؟

قدمت معلمة رياضيات تهيئة تتضمن تركيب المعادلة الخطية وعرض الصورة العامة للمعادلة الخطية مع توضيح مفهوم المتغير (x) ومفهوم المساواة من خلال توضيح نموذج الميزان، وعرض سياق واقعي للمعادلة من خلال عرض مسألة "لدى محمد مبلغ من المال أعطاه والده ديناراً فأصبح مجموع ما لدى محمد (9) ديناراً، كم لدى محمد من المال؟" مع تقديم تغذية راجعة كما قامت بتقديم نشاط اثرائي "هل يمكنك اقتراح معادلات خطية بمتغير واحد على الصورة القياسية يكون حلها ($x = 7$)، وصممت نشاط تفاعلي الكتروني كما في الشكل (2) وقامت معلمة أخرى بتقديم تهيئة حول الصورة العامة للمعادلة الخطية وتطبيق مثال لحل المعادلة الخطية بطريقة مباشرة دون تقديم تبرير منطقي وتفصيلات للحل.

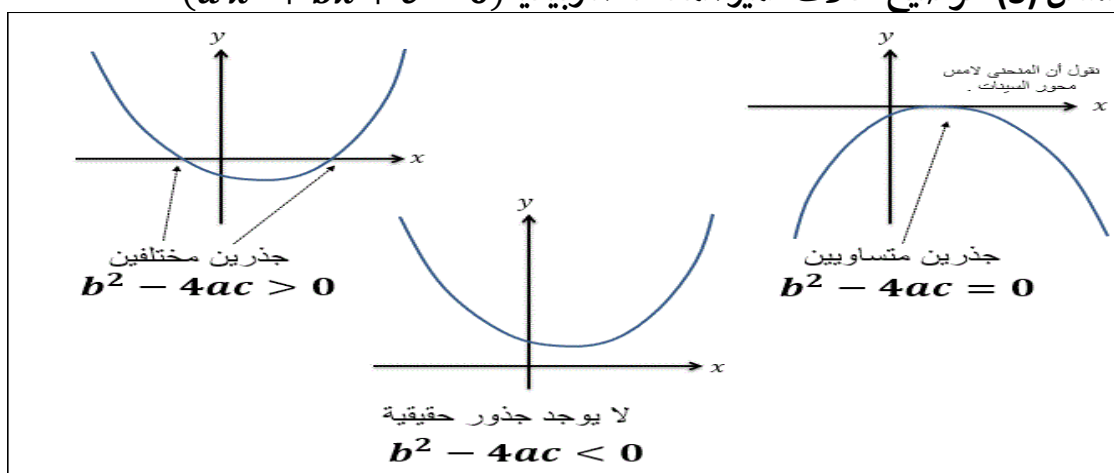
الشكل (2): نشاط تفاعلي الكتروني على حل معادلة خطية



وبالانتقال الى مؤشر الأداء " القدرة على تكييف البيداغوجيا لتوجيه تفكير الطلبة وتعليم محتوى الجبر " فقد تناسب مع المهمة " كيف يمكنك كمعلم أن توظف مهارة التحليل والتركيب في شرح " حل المعادلة التربيعية $(ax^2 + bx + c = 0)$ بطريقة تكسب الطالب كفاءة وطلاقة إجرائية؟ "

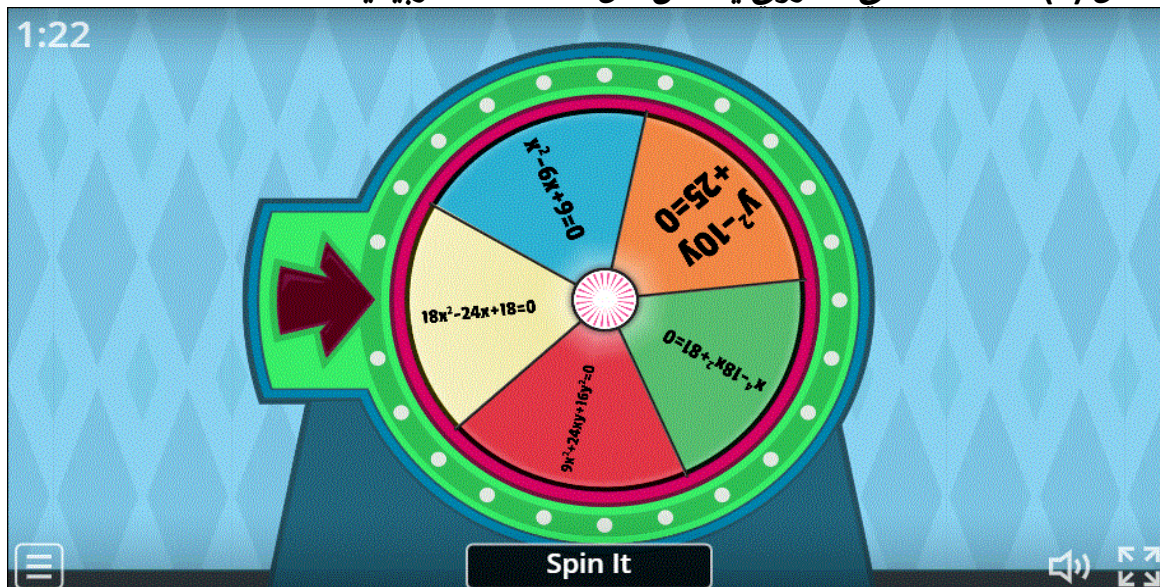
قدمت معلمة رياضيات توضيحاً سريعاً لمفهوم المعادلة التربيعية والصورة العامة القياسية $(ax^2 + bx + c = 0)$ مع توضيح مفهوم المتغير وأن الحاجة هنا للبحث عن حل واحد على الأقل واثنين على الأكثر أو لا يوجد حل من خلال توضيح مفهوم المميز $(b^2 - 4ac)$ وعرض شرح الكتروني كما في الشكل (3).

الشكل (3): توضيح حالات مميز المعادلة التربيعية $(ax^2 + bx + c = 0)$



لحالات المميز $(b^2 - 4ac > 0, b^2 - 4ac < 0, b^2 - 4ac = 0)$ وحل أقواس العوامل الخطية بمساواة الأقواس بالصفر لإيجاد قيم المتغير (x) ، وقدمت منظم متقدم الكتروني لحل المعادلة التربيعية، وأشارت الى أن هناك العديد من الطرق لحل المعادلات التربيعية وتوضيح الطرق مع التركيز على إيجاد المميز للمعادلة التربيعية والتركيز على القواعد التي تنظم حل المعادلة التربيعية وتقديم سياق الكتروني كما في الشكل (4).

الشكل (4): نشاط تفاعلي الكتروني يتضمن حل المعادلات التربيعية



وبالانتقال الى المهمة " كيف يمكن لاستراتيجية القصة أن تكون ذات أهمية في تدريس المفاهيم الرياضية الجديدة وتكون ذات أهمية وأثر واضح في أذهان الطلبة بحيث توفر لهم فهم عميق وطلاقة إجرائية؟" ناقشت معلمة رياضيات مفهوم القصة وأهميتها بشكل عام في توجيه تفكير المتعلمين للإجابة عن سؤال رئيس متمثل في " لماذا نحتاج الى تعلم هذا؟" والقصة بسردها ومكوناتها التي تتمثل في الشخصيات والعقدة والأحداث والإجراءات والذروة ونهاية القصة توجه الى خلق جو من الألفة بين المعلم والمتعلم والمحتوى، وتوفر فرصة لخيال المتعلم وتوظيف جميع الحواس وتضيف المتعة والتسلية ضمن السياق، وتكسب المتعلم مهارات النقد والحوار والتحليل، واقترحت مسألة بشكل قصة قصيرة " أنا عدد يتراوح بين (100 - 1) وأنا عدد فردي إذا ضاعفتني فستحصل على نفس حاصل ضرب (3) في (38) العدد في خانة الاحاد أكبر من العدد الموجود في خانة العشرات بمقدار (2) من أنا؟" وقدمت شرح مفصل حول فهم المعطيات وتحديد المطلوب من القصة وتنظيم خطوات الحل وقدمت مسألة أخرى تتعلق باكتشاف قاعدة النمط فيما يلي " تتساق الدودة فوق الحائط بارتفاع (5) طوبة، كل صباح تبدأ الدودة وتنزل (2) طوبة وعندما تتوقف الدودة عن التساق في الليل تنزل مرة أخرى طوبة واحدة، كم من الوقت ستستغرق الدودة للوصول إلى قمة الجدار؟"، ولعل ما قدمته المعلمة يؤكد على أهمية المواقف التعليمية التي تقدمها برامج التطوير المهني لتعبئة أبعاد مختلفة من المعرفة بالمحتوى والبيداغوجيا بطريقة تكاملية كما ناقشها ريبير وبونتي (Ribeiro & Ponte, 2019).

وبالانتقال الى المهمة " ما تعليقك على المواقف التالية:

المعلم (1) " يقدم تعريف الصورة العامة للمعادلة الخطية وتمثيلها بيانياً، وي طرح مثال ولا مثال وتدريب يطبق فيه الطالب المعادلة الخطية، ويختم الدرس بواجب بيتي من الكتاب المدرسي".

المعلم (2) " يقدم تعريف الصورة العامة للمعادلة الخطية وورقة عمل تفاعلية باستخدام تطبيق (GeoGebra) ومن ثم تطبيق الكتروني على المعادلة الخطية، ويختم الدرس بورقة عمل الكترونية، وابداء الرأي بمحتوى الدرس." قامت معلمة بالحكم على المواقف التعليمية بمقارنة وفق محاور حددها الموقف

التعليمي كما يوضح الجدول (5)، ولعل ما قامت به المعلمة يؤكد على أهمية التركيز على تطوير قدرات معلمي الرياضيات في الوصول الى معرفة منظمة ومتكاملة بحيث تناسب تطبيق نموذج (TPACK) وهذا ما نادى به قرارات اللجنة الاستشارية لتعليم الرياضيات في إنجلترا (ACME,2013).

الجدول (5): شرح المواقف التعليمية للمعلمة ضمن مستوى "خير"

الموقف التعليمي الأول - المعادلة الخطية								
الدرس	الخطوات الإجرائية	مصادر التعلم	معايير الأداء	المعرفة المفاهيمية	المعرفة الإجرائية	المعرفة بالنشاط	التأمل	الطريقة
المعادلة الخطية	تعريف الصورة العامة للمعادلة الخطية وتمثيلها بيانياً	لا يوجد	المعادلة الخطية	مثال مثال	ولا يطرح تدريب كتطبيق	لا يوجد	يختم بواجب بيتي من الكتاب	تقليدي
الموقف التعليمي الثاني - المعادلة الخطية								
المعادلة الخطية	تعريف الصورة العامة للمعادلة الخطية وتمثيلها بيانياً	تطبيق Geo-Gebra أوراق عمل	سياق واقعي	الصورة العامة للمعادلة الخطية	ورقة عمل تفاعلية إلكترونية وتطبيق GeoGebra	أوراق عمل تفاعلية	ختم بورقة عمل إلكترونية. ابداء الرأي بمحتوى الدرس	بنائي تكاملي وفق النموذج

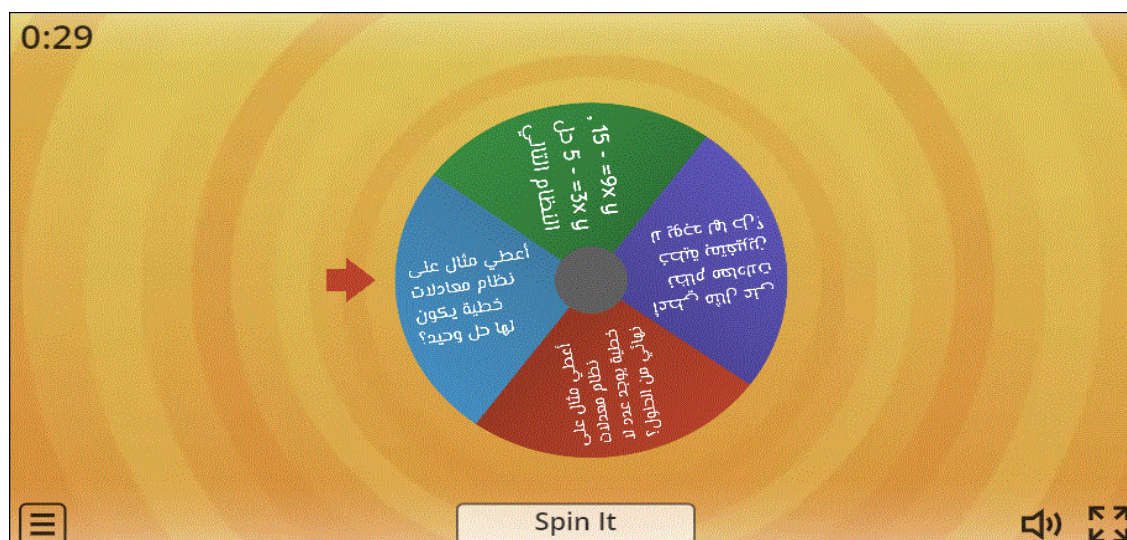
وبالنسبة الى مؤشر الأداء " القدرة على تصميم أنشطة تعليمية توظف التمثيلات المتعددة لمحتوى الجبر " فقد تناسب مع المهمة " كيف يمكن بناء أنشطة إثرائية تساعد على تنشيط التعلم البصري ضمن شرح مفهوم " حل المعادلة الخطية بيانياً " بحيث تتناول الأنشطة الأفكار التالية:

- 1- لا يمكن أن تُحل لأن المعلومات المُعطاة غير كافية.
- 2- يمكن أن تُحل والمعلومات كافية وهي المطلوبة بالضبط.
- 3- يمكن أن تُحل والمعلومات المُعطاة أكثر بعضها غير ضروري.

قامت معلمة رياضيات بإعطاء مثال $(y = 4x - 2)$ لحل نظام المعادلات الخطية بمتغيرين بتمثيل نظام معادلتين خطيتين ولكن المعطيات لا تكفي ولا يمكن أن تُحل لأن المعلومات غير كافية، وقدمت مثال آخر $y = -x + 3$ من خلال التمثيل البياني للمعادلتين الخطيتين وإيجاد نقطة التقاطع وبالتالي المعلومات كافية وهي المطلوبة بالضبط، أما الحالة الثالثة فقد قدمت السياق " إذا علمت أن الخط المستقيم الأول يقطع محور السينات في النقطة (3) ومحور الصادات في النقطة (3) والخط المستقيم الثاني يقطع محور السينات عند النقطة $(\frac{1}{2})$ ومحور الصادات عند (-2) لإيجاد حل المعادلتين $(y = -2, y = 4x - 2)$

(3) $-x + 3$ ، ولذلك يمكن أن تحل والمعلومات المعطاة بعضها غير ضروري، وقدمت المعلمة سياق واقعي يدعم فكرة المهمة وقدمت ورقة عمل تفاعلية كما في الشكل (5). ولعل ما قدمته المعلمة يتناسب مع ما أكد عليه جولر وسيليك (Guler & Celik, 2021) في أهمية تضمين الخوارزميات والإجراءات الرياضية ضمن مجالات تطبيقية تعزز الواقع التدريسي لمحتوى الجبر.

الشكل (5): ورقة عمل تفاعلية على معادلات خطية بمتغيرين



وبالانتقال الى مؤشر الأداء " القدرة على بناء بيئة تفاعلية واستخدام تكنولوجيا مناسبة لدعم محتوى الجبر " فقد تضمنت المهمة " من خلال تجزئة المحتوى التعليمي وتعزيزه بالوسائط المتعددة وأنشطة التغذية الراجعة التي تطبقها الصفوف الافتراضية، كيف يمكن تقديم تصور واضح حول محاور المحتوى والوسائط المتعددة بحيث تجعل البيئة الصفية بيئة داعمة لكل من المحتوى والطالب؟"

وضّحت معلمة رياضيات الأدوات التي يتم استخدامها في تمثيل المعرفة وبناء الفهم واكتساب المفاهيم وعناصر المحتوى من خلال أنشطة تغذية راجعة تدعم بيئة التعلم، وتساعد على تنظيم المعرفة المفاهيمية والاجرائية وتطبيقها ومن الأمثلة " الخرائط المفاهيمية " ودورها في اكتساب المفاهيم والوصول الى مرحلة " التعميم والتجريد"، وقدمت ورقة عمل تفاعلية كتغذية راجعة، وذكرت معلمة أخرى أهمية أنشطة التغذية الراجعة في تعزيز المعرفة وتحديد مستوى أداء الطلبة حول المعرفة الرياضية، وأن الوسائط المتعددة تُعد وسيلة اثرائية لعرض محتوى رياضي ولا يحتاج المعلم لها في كل وقت واعتبرت الوسائط المتعددة فجوة بين ما يريد المعلم تقديمه وما يريد الطالب اكتسابه.

ومؤشر الأداء " القدرة على تحديد الصعوبات المفاهيمية والاجرائية ضمن محتوى الجبر " فقد تناسب مع المهمة " في ضوء توجهات الدراسات والبحوث بأهمية توفير بيئة تعليمية تسمح بتطبيق مدخل اكتشاف الأخطاء في الرياضيات لتكون مصدر للتعلم، كيف يمكنك كمعلم تصميم نشاط لاكتشاف الأخطاء المفاهيمية والاجرائية ضمن مفهوم " حل المعادلة الخطية " ضمن الإطار التكنولوجي لمحتوى الجبر (TCKA)؟" قدمت معلمة رياضيات عرض نشاط لاكتشاف الأخطاء المفاهيمية والاجرائية لمفهوم " حل المعادلة الخطية " من خلال عرض النشاط ضمن تطبيق النموذج في الجدول (6).

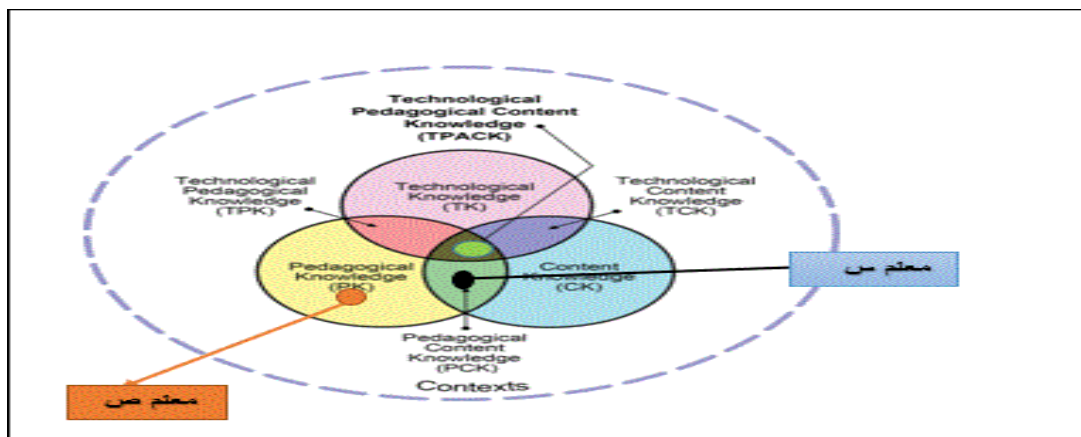
الجدول (6): النشاط باستخدام نموذج (TPACK) لاكتشاف الأخطاء المفاهيمية والإجرائية

المجال	تطبيق " المعادلة الخطية" ضمن نموذج (TPACK)
تصميم	التعلم البصري: السؤال: كيف يمكنك تمثيل المقدارين الجبرين هندسياً؟
ممارسات	$8(x + 1), 4(2x + 2)$
تعلم	حل نظام المعادلات -تتبع المتاهة(wordwall.net) حل النظام - تصنيف المجموعات(wordwall.net)
تقديم	تحديد الأخطاء المفاهيمية والإجرائية " حل المعادلة الخطية"
نموذج	• تطبيق خوارزمية صحيحة ولكن لم يتم التوصل للهدف. • سوء فهم لتحديد نوع الحل لنظام معادلات وإيجاد حل النظام. • سوء فهم لإيجاد عدد حلول النظام. • عدم الدقة في تمثيل حل نظام من معادلتين خطيتين بمتغيرين بيانياً.
التقييم	تأمل الأداء من خلال طرح الأسئلة التالية: كيف ارتبط المحتوى مع المعرفة السابقة؟ كيف تم ترتيب المفاهيم والتعاميم والحقائق بشكل يدعم فكرة الدرس؟ هل تناغم المحتوى مع عنوان الدرس؟ هل تناسب المحتوى مع الفئة العمرية الموجه لها؟

ولعل ما قدمته المعلمة قد تناسب مع ما ناقشه ميشرا وكوهلر وكين (Mishra & Koehler & Cain 2013) في تطبيق سياقات ديناميكية منظمة ومتكاملة على نحو متزايد بمعرفة التكنولوجيا، واقترح بيرس وستايسي (Pierce & Stacey,2014) تقديم تطبيقات تكنولوجية تدعم أداء العمليات الخوارزمية وتنفيذ الإجراءات الرياضية بما يساعد تحسين الواقع التدريسي.

وبالانتقال الى مؤشر " القدرة على تصميم وسائل تكنولوجية تربط البيداغوجيا بمحتوى الجبر" فقد تضمنت المهمة " كيف يمكن أن نحكم على أداء معلم س، ومعلم ص كما هو موضح في الشكل (6) ليصل كل منهما الى النقطة الخضراء في تطبيق النموذج ضمن محتوى الجبر؟"

الشكل (6): أداء المعلم "س" والمعلم "ص" ضمن تطبيق نموذج (TPACK)



قدمت معلمة رياضيات مفارقة بين أداء المعلم "س" والمعلم "ص" ليتمكن كل منهما الوصول الى تطبيق نموذج (TPACK) بالشكل الصحيح بتعريف معرفة بيداغوجيا الجبر (PKA) من خلال تحليل قائمة الاستراتيجيات المناسبة، وصنفت مراحل تطبيق الاستراتيجيات الى: التصميم بتحديد الاستراتيجيات المناسبة وتوظيف التدريب والممارسة لتطبيق المفهوم، والتطوير بتحديد الطريقة المتبعة داخل الاستراتيجية ويجب أن يتأكد المعلم من ملائمتها خصائص الطلبة، ويكون التنفيذ حسب البيداغوجيا أما التقويم فيتم التأكد من جودة الاستراتيجيات بناءً على معايير: هل الطريقة المستخدمة في الأداة أثبتت فاعليتها في إيصال المعلومة؟ هل الطريقة مناسبة للدرس المقدم؟ هل تفاعل الطلبة مع الطريقة؟ هل الطريقة مناسبة أم تحتاج لتغيير في الإعداد القادماً؟ ولعل استجابة المعلمة على المهمة تتوافق مع تعريف فيليبس (Phillips, 2014) في أهمية التركيز على المعرفة السابقة للمتعلمين وربط البيداغوجيا المناسبة بالمحتوى.

أما معرفة بيداغوجيا المحتوى (PCK) فتتمثل في تحديد مكونات المجال من خلال التنظيم والربط بين المفاهيم الجبرية ومعرفة البنية المادية مثل: (كتابة المقادير الجبرية / حل المعادلات الخطية) بحيث يكون مناسب للفئة العمرية ومعرفة خصائص الطلبة مثل (كتابة المقادير الجبرية/ الصف السادس) و (حل نظام معادلات خطية بمتغيرين/ الصف الثامن) والتحويل يتم من خلال تمثيل الموضوع وتحويل المحتوى الى مادة قابلة للفهم (كيف يمكن تمثيل الاقتران الخطي $y = 3x - 1$ بيانياً؟) أما توليد المعرفة فتتمثل في معرفة البنية التركيبية (المتغير x - ذلك الشيء) ولعل ذلك يتوافق مع ما دعا له تعريف كيم (Kim, 2018) من خلال توظيف البيداغوجيا والمحتوى ضمن سياق تعليمي، وقدمت معلمة أخرى تعريف كل من معرفة البيداغوجيا أنها "معرفة المعلم للممارسات التعليمية والاستراتيجيات التدريسية بهدف تعزيز تعليم الطلبة والوصول بخبراتهم لمرحلة التمكن بنسبة (80 %) وتتطلب المعرفة بالبيداغوجيا فهم النظريات المعرفية والاجتماعية وكيفية تطبيقها، وترتبط معرفة بيداغوجيا المحتوى بما يعرفه المعلم عن التدريس والمحتوى الرياضي الذي يقوم بتدريسه.

وبالانتقال الى مؤشر الأداء " القدرة على دمج التكنولوجيا ضمن بيداغوجيا مناسبة في محتوى الجبر " فقد تناسب مع المهمة " التحديات التي تواجه نموذج (TPACK) توافق الآراء الضمنية في مفاهيم الجبر مثل: المشاريع المشتركة بين المعلمين والمشاركة المتبادلة والمعارف المشتركة ويتم الكشف عنها في اللقاءات التربوية التي تنطوي على سن خطة العمل وإعادة صياغتها، وتتأثر إعادة تشكيل الممارسة بتصورات المعلمين

حول النموذج ومحتوى الجبر بشكل خاص وأي محتوى رياضي بشكل عام، ما رأيك بهذا الملخص الذي توصل له المدرب في نهاية البرنامج التدريبي؟

ذكرت معلمة رياضيات أنه لا يوجد حل تكنولوجي واحد ينطبق على كل معلم لذلك فإن النجاح يكمن في قدرة المعلم على التنقل بسهولة ومرونة من خلال معرفة المحتوى والبيداغوجيا والتكنولوجيا والسياق وتضعف الممارسات عندما يتجاهل المعلم الربط بين عناصر المعرفة ويؤدي مزيداً من الأخطاء المفاهيمية والاجرائية وأن التوازن الديناميكي بين عناصر المعرفة بالمحتوى والبيداغوجيا والتكنولوجيا لابد من تطبيقه في السياق، وهذا يتوافق مع مناقشة كل من هاريس وميشرا وكوهلر (Harris, Mishra, Koehler, 2009) وناقشت معلمة أخرى التحديات التي تواجه معلم الرياضيات ضمن تطبيق النموذج وبالأخص التكنولوجيا والفجوة الرقمية نتيجة نقص الخبرة التكنولوجية ويتفق ذلك مع دراسة ندونغفاك (Ndongfack, 2015).

من خلال تحليل أداء معلمات رياضيات المرحلة الأساسية في مهام البرنامج التدريبي يتبين أنه لا بُدّ من الاهتمام بمحتوى البرامج التدريبية والاستفادة من آراء وخبرة المعلمين في عملية تأطير البرامج وإعدادها بما يخدم ممارساتهم ومعتقداتهم التدريسية كما أشار ميشرا وكوهلر وكين (Mishra, Koehler, Cain 2013) في أن الممارسات التدريسية تتطلب تشابك العديد من أنواع المعرفة المتخصصة، وتتطلب من المعلمين تطبيق هياكل معرفية وسياقات صفية ديناميكية والربط بين معرفة المحتوى بمعرفة التكنولوجيا.

ومن خلال تحليل الأداء في مهام تحسين مجال التعميم والتجريد ضمن محتوى الجبر وهذا يتفق مع دراسة بريتش (Bretscher, 2022) في أن بعض المعلمات قدمت أداء مناسب ضمن سياق محدد وبيداغوجيا معينة ووظفت تكنولوجيا مناسبة لها، وذلك يتفق مع دراسة بونافيني و لي (Bonafini, Lee, 2021) ودراسة محمد (2020)، إلا أن الصعوبات ظهرت في أداء المعلمات ضمن المستوى "متوسط" وبحاجة الى تدريب يتفق مع دراسة إردوران وإينسه (Erduran, Ince, 2018) بتصنيف الصعوبات التي يواجهها المعلم في دمج التكنولوجيا ومنها: التدريس بدون تخطيط، وتطبيق دمج أنواع مختلفة من المعرفة، ونقص المعرفة الأساسية، وأخطاء في المعرفة التكنولوجية، ونقص الدعم الميداني.

التوصيات

نظراً للأهمية المحورية التي يقوم عليها دور المعلم، وأهمية البرامج التدريبية ورصد النتائج لدعم الميدان التربوي بما يخدم تمكين المعلمين والانعكاس على أداء الطلبة والعملية التربوية ككل، والتمكين من فهم آلية عمل المتغيرات والرموز وربطها بالعالم الحقيقي وتعميق الاتجاهات الإيجابية لتحسين الأداء؛ لذا نأمل أن تكون نتائج الدراسة ذات قيمة في تزويد المجتمع التربوي بعض الممارسات التعليمية التي تدعم الرؤى المستقبلية لتكامل معارف المعلم ضمن النموذج، حيث تقصت أثر برنامج تدريبي وفق نموذج (TPACK) في تحسين المعرفة البيداغوجية الجبرية لدى عينة من معلمات رياضيات المرحلة الأساسية، ومن وجهة نظر الباحثان يجب تقديم المزيد من فرص تدريب معلمي الرياضيات ضمن مجالات تخصصية لمحتوى الجبر، لا سيما أن التركيز على المعرفة البيداغوجية الجبرية تربط بين السياق الأولي وتقديم التبريرات غير الرسمية وصولاً الى الأنشطة التعليمية التي توفر فرص تعلم أكثر رسمية وتجريد خالي من السياق الواقعي المطروح. ويمكن تلخيص التوصيات والمقترحات على الشكل الآتي:

- ضرورة التنوع في تطبيق نموذج (TPACK) ضمن محتوى الجبر لمعلمي الرياضيات ولمراحل مختلفة وانعكاس ذلك على أداء كل من المعلم والطالب.
- إجراء المزيد من البحوث للربط بين مجالات المعرفة البيداغوجية ونماذج التدريس المتنوعة من جهة، وأداء المعلمين في مواضيع الرياضيات وانعكاسها على الطلبة من جهة أخرى.

قائمة المراجع والمصادر:

أولاً: المراجع العربية

- القطان، موسى. (2023). تقصي قدرات الطلبة المعلمين المتعلقة بكفايات إطار (TPACK) لدمج التكنولوجيا في التعليم وعلاقتها ببعض المتغيرات من وجهة نظرهم. المجلة التربوية. 37(148)، 13-52. <https://journals.ku.edu.kw/joe/index.php/joe/article/view/563>
- الزهراني، غيداء؛ سلوى، برزنجي. (2019). توظيف التقنيات الحديثة في برامج إعداد المعلم (إطار التيباك TPACK أنموذجاً). المؤتمر الأول للجمعية السعودية للمعلم (جسم). 208-221.
- بلخير، حفيظة. (2016). تطوير برامج التدريب أثناء الخدمة لمعلمي التعليم الأساسي الخاص على ضوء احتياجاتهم التدريبية. مجلة كلية التربية. جامعة الأزهر. 171(4)، 125-185.
- عثمان، شذا. (2020). التفكير الجبري المبكر لدى معلمي المرحلة الأساسية وتلامذتهم. رسالة دكتوراة، جامعة اليرموك، اربد، الأردن.
- محمد، رشا. (2020) برنامج مقترح قائم على نموذج TPACK باستخدام منصة جوجل التعليمية لتنمية كفاءات التيباك والتصور حول دمج التكنولوجيا في التدريس لدى الطالبات معلمات الرياضيات. مجلة كلية التربية ببنها. 121(1)، 125-175.
- المركز الوطني لتطوير المناهج. (2021). الإطار العام والخاص للرياضيات ومعاييرها ومؤشرات أدائها من مرحلة رياض الأطفال حتى الصف الثاني عشر. عمان. الأردن.
- وزارة التربية والتعليم. (2019). ميثاق مهنة التعليم (الجزء الثالث) -المعايير التخصصية لمعلم الرياضيات. إدارة الإشراف والتدريب التربوي. عمان. الأردن.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- ACME. (2013). The Advisory Committee on mathematics Education: aims and principles of effective CPD. <http://acme.org>
- Alqattan, M. (2023). Exploring Student Teachers' Abilities Related to (TPACK) Framework for Technology Integration in Education, and its Relation to Som Variables as Perceived by them, (in Arabic). The Educational Journal, 37(148), 13-51.
- Al-Zahrani, G; Barzanji, S. (2019). Employing modern technologies in teacher preparation programs (TPACK framework as a model), (in Arabic). The first conference of the Saudi Teacher Association (JASS). 208-221.

AMTE. (2020). AMTE 2020-2024 LONG- TERM GOALS. www.amte.net

Ball, D; Thames, M; Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching "What Makes It Special". Journal of Teacher Education. 59(5), 389-407.

Belkheir, H. (2016). Developing in-service training programs for special basic education teachers in light of their training needs, (in Arabic). Journal of the Faculty of Education. Al-Azhar University. 171(4), 125 -185.

Bonafini, F; Lee, Y. (2021). Investigating Prospective Teachers' TPACK and their Use of Mathematical Action Technologies as They Create Screencast Video Lessons on iPads. Tech Trends. 65, 303- 319. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00578-1>

Bretscher, N. (2022). Conceptualizing TPACK Within Mathematics Education Teachers' Strategies for Capitalizing on Transitions Within and Beyond Dynamic Geometry Software, Digital Experiences in Mathematics Education, 1-23.

Bos, B; Lee, K. (2014). Mathematical content, pedagogy, and technology: what it can mean to practicing teachers. <https://www.researchgate.net/publication/268207329>

Cedillo, T. (2006). LEARNING FROM STUDENTS: A STUDY WITH IN-SERVICE MIDDLE SCHOOL MATHEMATICS TEACHERS IN MEXICO. Proceedings of the 28th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, México Universidad Pedagógica Nacional.

Erduran, A; Ince, B. (2018). Identifying Mathematics Teachers Difficulties in Technology Integration in Terms of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). International Journal of Research in Education and Science (IJRES). 4(2), 555- 576 <http://dx.doi.org/10.21890/ijres.428955>

Guler, M; Celik, D. (2021). The Effect of an Elective Algebra Teaching Course on Perspective Mathematics Teachers Pedagogical Content Knowledge. International Electronic Journal of Mathematics Education. 16(2), 1306 – 3030. <https://doi.org/10.29333/iejme/10902>

Harris, J; Mishra, P; Koehler, M. (2009). Teachers Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-base Technology Integration Reframed, JRTE, 41(4), 393–416.

Harris, J; Phillips, M; Koehler, M; Rosenberg, J. (2017). TPCK/TPACK research and development: Past, present, and future directions. Australasian Journal of Educational Technology, 33(3).

Jenset, I. (2017). Practice – Based Teacher Education Coursework: An Examination of the Extent and Characteristics of How Teacher Education Coursework Is Grounded in Practice Across Six Teacher Education Program in Finland, Norway and California, US. [PhD Thesis, University of Oslo] <http://urn.nb.no/URN:NBN:no-64573>

Kim, S. (2018). Technological, pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) and Beliefs of Preservice Secondary Mathematics Teachers: Examining the Relationships. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 14(10), 1-24. <https://doi.org/10.29333/ejmste/93179>

Koehler, M; Mishra, P. (2009). Learning and Leading with Technology. International Society for Technology in Education (ISTE). U.S. & Canada. 14-18.

Koehler, M; Mishra, P; Shin, T. (2012). How Do We Measure TPACK? Let Me Counts the Ways. Information Science Reference (IGI Global), 16- 31.

Koehler, M; Mishra, P; Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). Journal of Education. 193(3), 13-19.

Koehler, M; Mishra, P; Akcaoglu, M; Rosenberg, J. (2013). “The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Teachers and Teacher Educators.” ICT Integrated Teacher Mducation Models, 1–8.

Lyublinskaya, I. (2012). The Effects of Teacher Content Authoring on TPACK and on Student Achievement in Algebra: Research on Instruction with the TI-Nspire Handheld. <https://www.researchgate.net/publication/261725189>

Ministry of Education. (2019). Charter of the Teaching Profession (Part III) - Specialized Standards for Mathematics Teacher, (in Arabic). Department of Educational Supervision and Training. Amman. Jordan.

Mohammed, R. (2020) A proposed program based on the TPACK model using the Google educational platform to develop TIPAC competencies and perception about integrating technology into teaching among female mathematics teachers, (in Arabic). Journal of the Faculty of Education in Banha. 121(1), 125-175.

Monterde, N; Diano, M. (2023) TPACK Correlates Mathematics Teachers' Performance in Selected Private Higher Education Institutions (PHEIS). GEO Academic Journal 4(1). <https://doi.org/10.56738/issn29603986.geo2023.4.41>

National Center for Curriculum Development. (2021). The general and specific framework of mathematics, its standards and performance indicators from kindergarten to twelfth grade, (in Arabic). Amman. Jordan.

National Research Council (NCTM). (2001). Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. Washington, DC. The National academic press, 133-134.

Ndongfack, M. (2015). TPACK Constructs: A Sustainable Pathway for Teachers Professional Development on Technology Adoption. Creative Education. 6, 1697-1709.

Njiku, J. (2023). Assessing the development of mathematics teachers TPACK through an observation rubric. Education and Information Technologies (2024), 29, 2043–2066 <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11901-7>

Othman, S. (2020). Early algebraic thinking among primary school teachers and their students, (in Arabic). [PhD Thesis], Yarmouk University, Irbid, Jordan.

Phillips, M. (2014). Teachers' TPACK enactment in a Community of Practice. [PhD Thesis, Monash University].

Pierce, R; Stacey, K. (2014) Mapping pedagogical opportunities provided by mathematics analysis software, The University of Melbourne, Australia, 1-20.

Pincheira, N; Alsina, A. (2021). Teachers' Mathematics Knowledge for Teaching Early Algebra: A Systematic Review from the MKT Perspective. Mathematics 2021, 9, 2590. <https://doi.org/10.3390/math9202590>

Rahman, M. (2019). Instructing a Mechatronics Course Aligning with TPACK Framework. American Society for Engineering Education. University of West Florida.

Riales, J. (2011). An Examination of Secondary Mathematics Teachers Tpack Development through Participation in a Technology- Based Lesson Study. [Electronic Thesis and Dissertations].

Ribeiro, A; Ponte, J. (2019). Professional Learning Opportunities in a Practice- Based Teacher Education Programme about the Concept of Function. Acta Scientiae, Canoas. 21(2), 49- 74.

Saritepeci, M. (2021). Modelling the Effect of TPACK and Computational Thinking on Classroom Management in Technology Enriched Courses. Tech Trends. 27, 1155- 1169.

Shulman, S. Lee. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher.15(2). 4-14. <http://www.jstor.org/stable/1175860>

Yanti, M; Riandi, R; Suhandi, A. (2019). How Does Teacher's TPACK Affect Student's Activity? Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 4th Asian Education Symposium, 438.