IUGJEPS
Vol 28, No 6, 2020, pp 992 - 1016

ISSN 2410-3152

مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية

تاريخ الإرسال (2019-08-04)، تاريخ قبول النشر (2019-11-02)

أثر برنامج تدريبي مستند إلى أبعاد التعلم في تنمية المعرفة البيداغوجية لدى معلمي الرياضيات ما قبل الخدمة في الأردن

اسم الباحث الأول: أ. أنور محمد شقر

اسم الباحث الثاني: أ.د. أمل عبد الله خصاونة

اسم الباحث الثالث : أ.د. علي أحمد البركات

[1] اسم الجامعة والبلد: جامعة اليرموك -الأردن

[2] اسم الجامعة والبلد:

[3] اسم الجامعة والبلد:

* البريد الالكتروني للباحث المرسل:

E-mail address: anwar.shaqar@hotmail.com

الملخص:

هدفت الدراسة إلى تقصّي أثر برنامج تدريبيّ مستند إلى نموذج أبعاد التعلّم في تنمية المعرفة البيداغوجيّة لدى معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة في الأردن. ولتحقيق أهداف الدراسة تمّ إعداد برنامج تدريبيّ مستند إلى نموذج أبعاد التعلّم لمارزانو، واختبار في المعرفة البيداغوجيّة بأربعة مجالات: معرفة المنهاج، ومعرفة إستراتيجيّات التدريس، ومعرفة الطلبة، ومعرفة التقييم. وقد شارك في هذه الدراسة (36) معلمًا من معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة، توزعوا بالتساوي في مجموعتين: إحداهما تجريبيّة، والأخرى ضابطة.

وأظهرت نتائج التحليلات الإحصائيّة وجود فروق جوهريّة بين أداء مجموعتي الدراسة على اختبار المعرفة البيداغوجيّة البعديّ، وعلى مستوى كلّ مجال من مجالاته (المعرفة بالمنهاج، والمعرفة بإستراتيجيّات التدريس، والمعرفة بفهم الطلبة، والمعرفة بتقييم الطلبة)، ولصالح المجموعة التجريبيّة التي تعرّضت للبرنامج التدريبيّ. وخلصت الدراسة إلى مجموعة من التوصيات، في مقدمتها الاهتمام بإعداد معلمي الرياضيّات وتدريبهم من أجل تنمية المعرفة البيداغوجيّة من خلال برامج قائمة على أبعاد التعلّم.

كلمات مفتاحية: المعرفة البيداغوجيّة، برنامج تدريبيّ، نموذج مارزانو، معلم الرياضيّات ما قبل الخدمة، تعليم الرياضيّات.

Impact of a Training Program Based on Dimensions of Learning in Developing Pre-service Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Jordan

Abstract:

The aim of this study was to investigate the impact of a training program based on Dimensions of Learning on the development of pre-service mathematics teachers' pedagogical content knowledge (PCK). To achieve the purpose of the study, a training program based on Dimensions of Learning, and a test of pedagogical content knowledge in algebra were used. The participants were (36) pre-service mathematics teachers, distributed equally into experimental and control groups.

The statistical analysis revealed significant differences in the performance of the two groups on the pedagogical content knowledge test, and on each of its domains (knowledge of the curriculum, knowledge of teaching strategies, knowledge of students, and knowledge of assessment), in favor of the experimental group, which means that there is a significant effect of the training program based on dimensions of learning on the pedagogical mathematics content knowledge. According to the results of the study, the researchers recommend the necessity of holding training programs based on the dimensions of learning, for the aim of improving and supporting mathematics teachers' pedagogical content knowledge.

Keywords: Pedagogical content knowledge, Training program, Marzano model, Pre-service mathematics teacher, mathematics education

مقدّمة:

تعدّ معايير التطوّر المهْنيّ لمعلمي الرياضيّات التي تصدّرت عمليّات الإصلاح على المستويات العالميّة والإقليميّة والمحليّة من أبرز القضايا التي يفترض أن يوليها القائمون على عمليّات إصلاح مناهج الرياضيّات الاهتمام الكبير، سواء أكان ذلك على مستوى إعداد معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة أم على مستوى تأهيلهم أثناءها؛ وذلك نظرًا لتدنّي مستوى تحصيل الطلبة في الرياضيّات، إضافة إلى تدنّي مستوى فهم الأفكار الرياضيّة لديهم. وقد كان المجلس القوميّ لمعلمي الرياضيّات في الولايات المتّحدة الأمريكيّة ((National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) من بين المؤسّسات التي أصدرت عدّة وثائق ترافقت مع وثيقة مبادئ الرياضيّات المدرسيّة ومعاييرها، ومن أبرزها وثيقة المعايير المهْنيّة لتدريس الرياضيّات.

وقد تضمّنت وثيقة المعايير المهْنيّة لتدريس الرياضيّات ستة معايير للتطوّر المهْنيّ لمعلمي الرياضيّات، هي: اكتساب خبرة جيّدة في تدريس الرياضيّات، ومعرفة جيّدة في مادة الرياضيّات والرياضيّات المدرسيّة، ومعرفة الطلبة كمتعلمين للرياضيّات من حيث قدراتهم، وطرق تفكيرهم، والصعوبات التي يواجهونها أثناء تعلّم الرياضيّات، ومعرفة بيداغوجيا المحتوى الرياضيّ من حيث طرائق التدريس، والمداخل المهمّة في عرض الأفكار الرياضيّة، وتطوير معلّم الرياضيّات، ودور معلّم الرياضيّات في عمليّة التطوّر المهْنيّ (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 1991, p. 123).

إنّ معايير التطوّر المهْنيّ السابقة تفرض حاجة معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة وأثناءها، إلى المعارف المختلفة اللازمة لتدريس الرياضيّات في المراحل المدرسيّة كافّة. ولكي يكتسب معلمو الرياضيّات تلك المعارف، وفي مقدّمتها المعرفة البيداغوجيّة في المحتوى الرياضيّ، لا بدّ من تصميم برامج لإعدادهم وتدريبهم، والتي تتطلّب نشاطات مختلفة تدعم كلًّا من المعرفة الرياضيّة وطرائق تدريسها، وفهم الرياضيّات، ومعرفة المنهاج، ومعرفة الطلبة، بالإضافة إلى تنمية النزعة الإيجابيّة نحو الرياضيّات وتدريسها.

ولأنّ إتقان الرياضيّات المدرسية يعد عنصرًا أساسًا لاحتراف مادة الرياضيّات، والتي هي متطلّب لعديد من التخصّصات الجامعيّة، ومتطلّب لتحقيق النجاح في العديد من مجالات العمل؛ فمن الضروريّ مساعدة الطلبة لتطوير المهارات الرياضيّة، والوصول بها إلى المستوى الذي يمكّنهم من تحقيق التميّز أكاديميًّا ومهنيًّا في المستقبل. وهذا يكون عن طريق مساعدة الطلبة لتطوير فهم أعمق للمحتوى الرياضيّ بشكل عامّ، والوصول بهم إلى مستوى الطلاقة في الإجراءات الرياضيّة، وتمكينهم من فهم المفاهيم التي بُنِيت عليها هذه الإجراءات. بالإضافة إلى ذلك، يجب مساعدة الطلبة في إتقان عمليّات التفكير المختلفة، مثل حلّ المشكلات، والاستنتاج، والإثبات بالبراهين، والتواصل، والربط، والتمثيل الرياضيّ.

وقد أكّد يوسيسكين (Usiskin, 1995) على ضرورة أن يدرك الطلبة السبب الذي يدرسون الرياضيات من أجله، وأن يشعروا بأهميّة هذا الموضوع، وارتباطه بحياتهم. وهنا يأتي دور معلم الرياضيّات في إيجاد الدافعيّة لدى الطلبة، وتوضيح التطبيقات الحياتيّة المرتبطة بهذه المادّة. كما يُعَدّ فهم الكيفيّة التي يفكّر بها الطلبة، والصعوبات التي يمكن أن تواجههم أثناء دراسة المقرّرات الدراسيّة ومن بينها الرياضيّات، جزءًا من المنظومة المعرفيّة التي دعى الباحثون في مجال التعليم إلى ضرورة أن يمتلكها المعلّمون. وأكّد أزميدار ودارهيم وداهلان (Azmidar, Darhim & Dahlan, 2017) على هذا الأمر، واقترحوا سببين رئيسين لعدم اهتمام الطلبة بدراسة الرياضيّات، هما: عدم قدرة الطلبة على الربط بين المفاهيم الرياضيّة المجرّدة وواقع حياتهم، وأساليب التدريس التقليديّة التي يستخدمها المعلّمون في التدريس دون مراعاة احتياجات الطلبة، ودون فهم لكيفيّة تكوينهم للمفاهيم.

ومع استمرار عمليّات البحث عمّا من شأنه مساعدة الطلبة على الفهم، بدأت التوجّهات الحديثة باعتبار المتعلّم محور العمليّة التعليميّة التعلُّميّة، وأصبحت عمليّة تطوير معرفة المعلّمين ضمن هذا التوجّه عاملًا أساسًا في الخطط التربويّة، وتسهم في إعداد الأجيال القادرة على مواكبة متطلّبات العصر الحديث. وقد تحدّث شولمان (Shulman, 1986) عن مفهوم المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى، سعيًا منه إلى تحديد المعرفة التي يحتاجها المعلّم لتدريس محتوى معيّن. وقد أثار ذلك جدلًا حول معرفة المحتوى، والتي كانت في فترة السبعينيًّات هي المعيار الأساس لتوظيف المعلّم، ولفت النظر باتجاه معارف أخرى إضافيّة ينبغي أن يمتلكها المعلّم من أجل تحقيق تعليمٍ جيد.

وعرّف شولمان (Shulman, 1987) المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى بأنّها ما يستخدمه المعلّم من تمثيلات وشروحات وأمثلة مفيدة لجعل الفكرة أو موضوع الدرس سهلًا للفهم، بالإضافة إلى فهم الصعوبات التي تواجه الطلبة خلال تعلّم موضوع معيّن، وما يحمله الطلبة من خبرات ومفاهيم سابقة حول الموضوع، وميّز بين ثلاثة أنواع من المعرفة المتعلّقة بما يتمّ تدريسه، وهي: المعرفة بمحتوى المادّة الدراسيّة، والمعرفة البيداغوجيّة بالمحتوى، والمعرفة بالمنهاج الذي يتمّ تدريسه. وقد أكّد شولمان على ضرورة اكتساب المعلّمين لهذه المعرفة البيداغوجيّة من أجل تحقيق تدريس فعّال. ويشير ماجنيسون وكراجيك وبوركو (Magnusson, Krajcik and Borko, 1999) إلى أنّ المعرفة البيداغوجيّة بالمحتوى هي فهم المعلّم لكيفيّة مساعدة الطلبة على فهم موضوع محدّد، وتتضمّن المعرفة بالكيفيّة التي يمكن من خلالها تنظيم جوانب موضوع معين، وكيفيّة تمثيله وتكييفه بما يتوافق مع اهتمامات الطلبة وقدراتهم المختلفة.

وقد أحدثت أفكار شولمان حول المعرفة اللازمة للتدريس نقلةً نوعيّةً في عالم البحث حول المعلّم والتعليم، وأثارت أسئلة حول مدى فائدة المحتوى العلميّ الذي يدرسه معلمو قبل الخدمة في الجامعات (Ball, Thames & Phelps, 2008)، فقد أعاد شولمان تعريف معرفة المعلّم على أنّها نوع من المعرفة المهْنيّة، وهي مزيج متخصّص من معرفة المحتوى والمعرفة البيداغوجيّة. وقد اتفق التربويّون على أنّ المعرفة التي يحتاجها معلّم تخصّص معيّن تتجاوز معرفة المحتوى، فمعرفة المعلّم الجيّدة بالمحتوى لا تعني بالضرورة قدرته على تدريس هذا المحتوى، كما أنّ المعرفة التي يحتاجها معلّم الرياضيّات للتدريس، تختلف عن تلك التي يحتاجها الرياضيّ (Hill & Ball, 2008).

ونتج عن الدراسات المتلاحقة في هذا المجال عدّة نماذج للمعرفة البيداغوجيّة للمحتوى، كنموذج هيل وشيلنج وبول (Hill, Schilling & Ball, 2004) الذي تمّ تطويره من خلال مجموعة أبحاث هدفت إلى تحديد المعرفة التي يحتاجها المعلّمون لتدريس الرياضيّات، وقسّم هذا النموذج المعرفة الرياضيّة إلى: المعرفة بالمحتوى الرياضيّ بشكل عامّ، والمعرفة المتخصّصة بمحتوى رياضيّ محدّد كالجبر، والمعرفة بأبعاد المحتوى الرياضيّ، وعمليّة الربط بين عناصر المحتوى الرياضيّ، كما صنّف المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى إلى المعرفة بالمحتوى والطلبة، والمعرفة بالمحتوى والتدريس، والمعرفة بالمنهاج.

وقام لانين وزملاؤه (Lannin et al., 2013) بالتوفيق بين نموذج هيل وزملائها ونموذج ماجنيسون وزملائها (Magnusson et al. 1999) ، وذلك للخروج بنموذج جديد للمعرفة البيداغوجيّة في المحتوى، يتضمن المعرفة بالمنهاج، والمعرفة بفهم الطلبة، والمعرفة بإستراتيجيات التدريس، والمعرفة بالتقييم. ويوضح الشكل (1) نموذج لانين وزملائه.

الشكل (1): نموذج المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى (Lannin et al., 2013)

ومن هنا، لا بدّ من إعطاء برامج إعداد المعلّمين وتدريبهم أولوية خاصّة؛ لأنّه أصبح على المعلّم ممارسة أدوار مختلفة لا تتحدّد بنقل المعلومة للطلبة. وبما أنّ المعلّم هو الأساس في منظومة التعليم، فأيّ عمليّة للإصلاح يجب أن تبدأ به، وهذا يتطلّب تزويده بالمهارات والمعارف التي تمكّنه من ممارسة التدريس بفاعليّة. ويشير ضحاوي وحسين (2009) إلى أنّ اليونسكو قد اعتمدت إعداد معلّم الرياضيّات وتدريبه من الاستراتيجيات المهمّة لمواجهة أزمة التعليم.

ويرى كوني (Cooney, 2001) أنّ إعداد معلّم الرياضيّات وتدريبه يعدّ الركيزة الأساس لتوفير بيئة مناسبة لتعلّم الرياضيّات، ويضيف بأنّ إعداد المعلّم بحيث يصبح أكثر تمكّنًا في أداء دوره يعود بجذوره إلى الباحثين الذين ينظرون إلى التعليم نظرة شموليّة، مثل ديوي (1916) الذي قام بدراسة هدف التعليم بشكل عامّ، وفاعليّة الأنشطة التأمليّة مقارنة مع عمليّة توفير المعلومات. ويشير كوني (Cooney, 2001) من خلال خبرته في إعداد معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة إلى أنّهم يفتقرون إلى ربط المفاهيم في الرياضيّات المدرسيّة، وكثيرًا ما يظهرون تصوّراتٍ مفاهيميّة خاطئة، ويحاولون تدريس الرياضيّات بالطرق التقليديّة التي استخدمها معلموهم. ويعتقد كوني بأنّ أفضل مدخل لتشكيل نظام من المعتقدات نحو الرياضيّات وتعليمها هو من خلال دراسة الرياضيّات المدرسيّة وتحليلها، ودعا إلى ممارسة التكامليّة بين المحتوى الرياضيّ والبيداغوجيا؛ لتشجيع التفكير التأمليّ، وما يمكن أن ينتج عن هذا التفكير.

وفي السياق ذاته ، يدّعي بول وكوهين (Ball & Cohen, 1999) أنّ برامج إعداد معلّم الرياضيّات وتطويره المهنيّ لا تلبي حاجات المعلمين؛ فمعظمها لا ينطلق من قضايا أساسيّة متعلّقة بالمنهاج، وعمليّة التعلّم التي تحتاج إلى تحديث؛ فالمدرسة لا يمكن أن تتغيّر إلّا إذا تغيّر منهج التعليم فيها، وعلى الجميع أن يدرك بأنّ الطلبة يجب أن يحقّقوا معايير أداء عالية الجَودة، في مقدّمتها القدرة على حلّ المسألة. ويؤكد سودر (Sowder, 2007) أنّ إعداد معلّم الرياضيّات وتطويره المهْنيّ يجب أن يحقّق مجموعة من الأهداف، وفي مقدّمتها وجود رؤية واضحة عن برامج التدريب التي تنطلق من دور الرياضيّات المدرسيّة، وكيفيّة التعلّم، وتصميم التعليم الذي يساعد على التعلّم، إلى جانب تطوير فهمهم لتفكير طلبتهم أثناء تعلّم الرياضيّات، وتطوير المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى الرياضيّ. وهذا ما أكّده مبدأ التعليم والتعلّم الذي أشار إليه المجلس القوميّ لمعلمي الرياضيّات في الولايات المتّحدة (NCTM, 2014) الذي يفترض أنّ تعليم الرياضيّات الفعّال يتطلب من معلّم الرياضيّات فهم ما يعرفه الطلبة، وما يحتاجون معرفته، وبالتالي تحدّيهم ودعمهم لتعلّم المعرفة الرياضيّة.

ويُعَدّ نموذج مارزانو لأبعاد التعلّم أساسًا نظريًّا للبرامج التدريبيّة، إذ يهدف إلى تحسين جَوْدة التعليم داخل الغرفة الصفيّة، ويقوم على الأبحاث التربويّة المتعلّقة بكيفيّة تعلّم الطلبة، والتأكيد أنّ التعلّم هو عمليّه بناء المعاني بالنسبة للمفاهيم والأفكار. وتُعَدّ الأبعاد الخمسة في النموذج مؤشّرات لعمل العقل أثناء التعلّم، وواجب الطالب اكتساب المعرفة الجديدة وتكاملها مع السابقة، وكذلك تطوير معرفة جديدة من خلال نشاطات تحسّن المعرفة الحاليّة وتثريها، واستخدام تلك المعرفة بطرق ذات معنى،

والمعلم بدوره يخطّط للتدريس، وينفّذ المنهاج، ويقيّم أداء الطلبة باستخدام إستراتيجيّات تناسب كلّ بُعد من أبعاد التعلّم، مع الأخذ بعين الاعتبار أنّ كلّ متعلّم لديه اتجاهات وتصوّرات تقود إلى تعلّم أفضل باستخدام عادات العقل المنتجة. وقدّم مارزانو وزملاؤه نموذج أبعاد التعلّم كتفسير تطبيقيّ للإطار النظريّ الذي صُمّم في مجال التفكير، والذي جاء استجابة لظاهرة تمّ ملاحظتها في المدارس، وهي أنّ التعلّم أو التفكير لم يعُد هدفًا واضحًا يسعى إليه الطلبة، ممّا أدّى إلى ظهور جيل يدرس لأجل الحصول على علامة.

وتمّ بناء هذا الإطار ليكون مرشدًا في بناء برامج التدريب والتطوير المهْنيّ للمعلّمين والتربويّين، ولكي يكون أساسًا لتخطيط المناهج في جميع المراحل التعليميّة. وقد تمّ التركيز فيه على كيفيّة تعلّم الطلبة استخدام مهارات التفكير بشكل متكرّر طوال دراستهم للموادّ المختلفة (Marzano et al., 1988). وقد أصبح هذا النموذج أداة تساعد المعلّمين في جميع المراحل الدراسيّة على إعادة تنظيم المادّة التعليميّة، وعمليتي التعليم والتقييم. وقد حدد مارزانو (Marzano et al., 1997a) نموذجاً من خمسة أبعاد هي:

1. **الاتجاهات والتصوّرات الإيجابيّة نحو التعلّم:**

يشكّل هذا البُعد أهميّة كبيرة؛ لأنّ الاتجاهات والتصوّرات تؤثّر في قدرة الطلبة على التعلّم. وهناك فئتان من الاتجاهات والتصوّرات: أولاهما الاتجاهات والتصوّرات التي تتعلّق بجوّ التعلم أو مُناخه، وتتضمّن إحساس الطالب بتقبّل الآخرين له، والإحساس بالراحة والنظام. وثانيهما الاتجاهات والتصوّرات التي تتعلّق بالمهمّات التي تعطى داخل الغرفة الصفيّة، وتتضمن شعور الطلبة بأنّ المهمّات التي يُطلب منهم تنفيذها ذات فائدة وقيمة لهم، وأنّ الإمكانات اللازمة لإتمام هذه المهمّات في متناول أيديهم. ويتمثّل دور المعلّم في القيام بالممارسات التي من شأنها إشعار الطالب بالقبول عنده. لذلك، من الضروريّ أن يشارك الطلبة في وضع أهداف تعليميّة خاصّة بهم؛ لتتكوّن لديهم الدافعيّة اللازمة للتعلّم.

2. **اكتساب المعرفة وتكاملها:**

يؤكّد هذا البُعد أهميّة أن يتمّ تدريس محتوى الموادّ بالتكامل مع عمليّات التفكير والاستدلال، بحيث يوجّه المعلّم الطلبة خلال تعلّمهم لمفاهيم جديدة؛ كي يقوموا بربط المعلومات الجديدة بتلك التي يعرفونها سابقًا، وتنظيمها بشكل يساعدهم على الاحتفاظ بها في ذاكرتهم طويلة الأمد. ولتحقيق ذلك يجب أن يتعلّم الطلبة كلًّا من المعرفة المفاهيميّة والمعرفة الإجرائيّة بطريقة تكامليّة. ويتضمّن تعلّم المعرفة المفاهيميّة ثلاث مراحل: بناء المعرفة، وتنظيمها، وتخزينها. ويتمّ بناء المعرفة من خلال استخدام المعرفة السابقة لتفسير المعرفة الجديدة، ويكون ذلك من خلال استخدام إستراتيجيّات مختلفة، مثل: (ماذا أعرف؟ ماذا أريد أن أعرف؟ وماذا تعلمت؟). ويتبع بناء المعرفة خطوة تنظيم هذه المعرفة، وتحديد أيّها أكثر أهميّة.

أمّا بالنسبة للمعرفة الإجرائيّة فيتمّ بناء نماذجها من خلال خوارزميّات الحلّ، وهي مجموعة من الخطوات المحدّدة التي تضمن الوصول إلى نتيجة معيّنة، ويستخدم المعلّم أثناء تعليم النماذج للطلبة أسلوب نمذجة التفكير بصوت عالٍ. أمّا بالنسبة إلى تشكيل المعرفة الإجرائيّة، فيقوم كلّ طالب بتعديل النموذج الذي قام ببنائه، وهنا يحتاج الطلبة إلى توجيه ومتابعة من قبل المعلّم، حتى لا يحدث خلل خلال تبنّي الطالب للنموذج، مع عدم التركيز على سرعة الأداء في هذه المرحلة، بل على صحّة الأداء.

3. **تعميق المعرفة وصقلها والتوسّع فيها:**

يكون ذلك عن طريق تطوير مهارات التفكير التي تساعد على فهم المفاهيم الجديدة بشكل أكبر، والوصول إلى استنتاجات. وتساعد مهارات التفكير بدورها الطلبة على التوسّع في المعرفة وتطبيقها في سياقات مختلفة. ويصعب حصر المهارات

التي تساعد على التوسّع بالخبرة والتدقيق فيها، إلّا أنّ أهمّ المهارات هي: المقارنة، والتصنيف، والاستدلال، والاستقراء، وتحليل الأخطاء، وبناء الأدلّة، والتجريد، والتحليل. ورغم أنّ هذه الأنشطة يمكن استخدامها خلال مرحلة اكتساب المعرفة، إلّا أنّ على الطالب ممارستها فيما بعد عن وعي لتوسيع خبرته.

4. الاستخدام ذو المعنى للمعرفة:

لضمان التعلّم الفعّال للطلبة، على المعلّم توفير فرص مناسبة لطلبته لاستخدام المعلومات الجديدة التي يتمّ تعلّمها في تطبيقات عمليّة من واقع حياتهم اليوميّة. ويكون استخدام المعرفة استخدامًا ذا معنى في مهمّات عديدة من الحياة اليوميّة، منها: اتخاذ القرارات، والاستقصاء، والبحث التجريبيّ، وحلّ المشكلات، والاختراع. وهناك العديد من الأمثلة التي قام مارزانو بطرحها لاستخدام مهارة اتخاذ القرارات في التعامل مع المحتوى في الغرفة الصفيّة، تتضمن طرح البدائل، واختيار الحلّ الأمثل بناء على ذلك. بينما يتضمّن الاستقصاء تحديد ما هو معروف أو مقبول عن مفاهيم معينّة، ومن ثمّ استكشاف التناقضات بين المعلومات، والوصول إلى حلّ الإشكاليّة. أمّا البحث التجريبيّ فهو العمليّة التي يقوم بها الطالب عند محاولته شرح مفهوم ما، والتنبّؤ بأمور لاحقة متعلّقة به. وبالتأكيد، فإنّ حلّ المشكلات يتضمّن التفكير بالمشكلة، والعمل على تخطّيها لتحقيق هدف ما. ويتضمّن الاختراع التوصّل لما يحقّق حاجة لم يسبق تحقيقها من قبل.

شكل (2): أبعاد التعلّم وفقًا لنموذج مارزانو (Marzano et al.,1997a)

5. عادات العقل المنتجة:

تكمن أهميّة هذا البُعد في تعلّم المهارات العقليّة، وهي الهدف الأهمّ لعمليّة التعليم، والتي تساعد الطلبة على تعلّم أيّ خبرة يحتاجونها في المستقبل. ويتطلّب هذا البُعد معرفة المعلّم بعادات العقل المنتجة، وممارستها أثناء التدريس، إلى جانب مساعدة الطلبة في ممارسة عادات العقل المنتجة، والمتمثّلة بمهارات التفكير الناقد، والتفكير الإبداعيّ، والتفكير المنظّم ذاتيًّا. ويبيّن شكل (2) نموذج مارزانو الذي يجمع الأبعاد الخمسة، ويوضح العلاقات بينها، ويظهر فيه البُعدان الأوّل والخامس يحيطان بالأبعاد الثلاثة الأخرى، أي أنّه بدون الاهتمام بالأبعاد الأوّل والخامس لا يمكن أن يحدث التعلّم الفعّال بالنسبة للأبعاد الثاني والثالث والرابع.

الدراسات السابقة

تمّ الاطلاع على العديد من الدراسات السابقة في مجال إعداد المعلّمين وتدريبهم، سواء أكان ذلك قبل الخدمة أم أثناءها؛ ودراسات متعلّقة بنموذج أبعاد التعلّم لمارزانو؛ بالإضافة إلى دراسات تناولت تقصّي المعرفة البيداغوجيّة في الرياضيّات لدى المعلّمين.

ففي مجال برامج إعداد معلّم الرياضيّات، تقصّت دراسة كيليك (Kilic, 2010) طبيعة معرفة معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة بالطلبة، من حيث تفكيرهم، وطبيعة أخطائهم أثناء ممارسة الرياضيّات، وكيفيّة معالجتها، وذلك بعد تعرّضهم لمساق في تدريس الرياضيّات وما يرافقه من تدريب ميدانيّ. شارك في الدراسة ستة من الطلبة المعلّمين، وجُمِعت البيانات من خلال المقابلات والملاحظات الصفيّة والأعمال المكتوبة، وأظهرت النتائج أنّ معلمي ما قبل الخدمه يواجهون صعوبة في تحديد مصادر الأخطاء،

والمعرفة المفاهيميّة التي يفتقر إليها الطلبة، إضافة إلى أنّهم يركّزون على معالجة الأخطاء من خلال إعادة الإجراءات، أو تطبيق القواعد والقوانين في حلّ المسائل، دون الاهتمام بالفهم المفاهيميّ.

وفي السياق نفسه تقصّت دراسة كيليك (Kilic, 2009) أثر التدريب على إستراتيجيّات التدريس لدى معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة، إذ تضمّنت تطبيقًا ميدانيًّا للإستراتيجيّات التي يتمّ التدرّب عليها في مجال المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى. بالإضافة إلى ذلك قام الباحث بتقصّي أيّ من مكوّنات المادة التدريبيّة ساهمت في تنمية المعرفة البيداغوجيّة بالمحتوى. وتمّ جمع المعلومات من ستة معلّمين من خلال المقابلات الشخصيّة، والملاحظة، والاستبانة، والموادّ التي تمّ تصميمها في الغرفة الصفيّة. وقد تمّ تحليل البيانات بالاستناد إلى إطار المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى، الذي تضمّن المعرفة الرياضيّة، والمعرفة بإستراتيجيّات التدريس، والمعرفة بالطلبة، والمعرفة بالمنهاج. وأظهرت النتائج أنّ المعرفة الرياضيّة تدعم المعرفة البيداغوجيّة، وذلك من خلال قدرة المعلّمين على الربط بين المفاهيم الرياضيّة، وإيجاد حلول مختلفة للمسائل، واستخدام تمثيلات متنوّعة للمفاهيم، في حين أنّ الخبرة الميدانيّة ساعدت معلمي ما قبل الخدمة على التعامل مع الصعوبات والأخطاء المفاهيميّة التي تواجه الطلبة. وأظهرت النتائج أنّ مكوّنات البرنامج التدريبيّ ساهمت في تحسين معرفتهم البيداغوجيّة بشكل عامّ.

كما أشارت دراسة شميدت وزملائه (Schmidt et al, 2007) إلى أن برامج إعداد معلّم الرياضيات تعمل على تنمية معرفة المعلّم في ثلاثة مجالات، هي: معرفة المحتوى الرياضيّ، والمعرفة حول تعليم الرياضيّات، والمعرفة البيداغوجيّة العامّة، بحيث تُعِدّ معلّمين قادرين على تعليم طلبتهم بشكلٍ يضمن أن يكون أداؤهم في اختبار الرياضيّات والعلوم الدوليّ (TIMSS) عاليًا. وقد توصّل الباحثون إلى هذه النتيجة بعد أن قاموا بدراسة برامج إعداد المعلّمين في ستة بلدان هي: تايوان، وكوريا، وبلغاريا، وألمانيا، والمكسيك، والولايات المتّحدة الأمريكيّة. واستخدمت الدراسة ثلاثة أنواع من الاستبانات: إحداها موّجهة إلى المؤسّسة التعليميّة، والثانية إلى أعضاء الهيئة التدريسيّة، والثالثة خاصّة بالمعلّم. وقد خلصت الدراسة إلى ضرورة تطوير برامج إعداد المعلّمين قبل الخدمة لتحسين نتاجات الطلبة على المدى الطويل، كما تبيّن أنّ برامج إعداد معلّم الرياضيّات في البلاد التي سجّل طلبتها نتائج أفضل في اختبار (TIMSS) كانت تختلف في متطلّباتها مقارنة مع تلك في البلدان الأخرى، خاصّة فيما يتعلّق بالتدريب العمليّ المكثّف على الجانب البيداغوجيّ العامّ والخاصّ بالرياضيّات.

وفي السياق ذاته، أجرى تروبست وكليكمان وديبايبي وهينيز وكونتر (Tröbst, Kleickmann, Depaepe, Heinze, & Kunter, 2019) دراسة هدفت إلى التعرّف على أثر التدريب على المعرفة البيداغوجيّة لمحتوى الكسور في الرياضيّات للصف السادس، في تشكيل معرفة المحتوى والمعرفة البيداغوجيّة. وبلغ إجماليّ عدد المعلّمين الذين تلقّوا التدريب (59) معلّمًا في المرحلة الابتدائيّة ما قبل الخدمة، إذ تلقت ثلاث مجموعات سبع ساعات من التدريب في معرفة المحتوى، أو المعرفة البيداغوجيّة، أو المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى. وكشفت تحليلات تسجيلات الفيديو، وتقييمات جَودة الخطط العلاجيّة واختبارات المعرفة أنّ أثر التدريب في المعرفة البيداغوجيّة كان أكثر اتّساقًا وقوّة من الناحية الإحصائيّة من الأثر على معرفة المحتوى.

كما أجرى كليكمان وزملاؤه (Kleickmann, et al., 2012) دراسة هدفت إلى تقصّي الاختلاف في تطوّر المعرفة في المحتوى الرياضيّ والمعرفة البيداغوجيّة في المحتوى عبر ثلاث مراحل لإعداد معلم الرياضيّات، اثنتين منها ما قبل الخدمة وواحدة أثناءها. جمعت البيانات من خلال اختبارات في معرفة المحتوى الرياضيّ والمعرفة البياغوجيّة في المحتوى نفسه ، وتناول اختبار المعرفة البيداغوجيّة معرفة الطلبة، وطرق التدريس، وطبيعة المهمّات الرياضيّة، وجميعها تمثّل مواقف صفيّة. أظهرت

النتائج تطوّر معرفة المحتوى الرياضيّ عبر مسيرة إعداد معلّم الرياضيّات، لصالح ذوي الخبرة في تدريس الرياضيّات. كما أظهرت النتائج أنّ مراحل الإعداد ما قبل الخدمة تلعب دورًا مهمًّا في تطوّر المعرفة البيداغوجيّة، بعكس نتائج تطوّر المعرفة الرياضيّة.

وفي سياق تنمية معرفة معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة، أجرى هاين (Hine, 2015) دراسة هدفت إلى الكشف عن استعداد معلّمي ما قبل الخدمة لتدريس الرياضيّات، وذلك بعد التحاقهم بمساق في تعليم الرياضيّات للمرحلتين المتوسّطة والثانويّة، وبلغ عددهم (20) معلّمًا ومعلّمة ما قبل الخدمة، وقُدِّمت لهم استبانات قبليّة وبعديّة تتعلق بمدى استعدادهم لتدريس موضوعات شملت الجبر، والأعداد، والقياس، والإحصاء، والاحتمالات. أسفرت النتائج عن أنّ معلّمي ما قبل الخدمة يؤكّدون حاجتهم إلى مزيد من التعمّق والدعم لفهم وتنمية المحتوى الرياضيّ المدرسيّ، والمعرفة البيدغوجيّة اللازمة لذلك المحتوى.

أمّا في مجال الدراسات التي تناولت نموذج أبعاد التعلّم، فهناك العديد من الدراسات التي تناولت أثر النموذج في تنمية تحصيل الطلبة، بالإضافة إلى متغيّرات التفكير، والعمليّات ما وراء المعرفيّة، وعادات العقل المنتجة، والدافعيّة، ومهارات التواصل الرياضيّ، مثل دراسات (التخاينة، 2011)، و(عقيل، 2012)، و(القحطاني، 2014)، و(علي، 2017)، و الربابعة (Alrababah, 2017). وأظهرت جميعها آثارًا إيجابيّة لنموذج أبعاد التعلّم في المتغيّرات التابعة المختلفة، وتُعَدّ مثل هذه الدراسات خارج نطاق التدريب الميدانيّ لمعلمي ما قبل الخدمة وأثناءها.

في حين كانت الدراسات التي تناولت أثر تصميم برامج تدريبيّة للمعلّمين قائمة على نموذج أبعاد التعلّم محدودة جدًّا على المستويات العالميّة والإقليميّة والمحليّة، ومنها دراسة تارلتون (Tarleton, 1992) التي هدفت الى الكشف عن أثر تصميم برنامج تدريبيّ للمعلّمين قائم على نموذج مارزانو، وإمكانية تطوير برامج واستراتيجيات تساعد المعلّمين على توظيف مجموعة متنوّعة من الممارسات التدريسيّة. وتضمّنت الدراسة تدريب مجموعة من المعلّمين على نموذج أبعاد التعلّم، ليقوموا بعدها بتطبيق ما تعلموه في الغرف الصفيّة، وتمّ تقسيم التجربة إلى مرحلتين: هدفت المرحلة الأولى إلى مساعدة المعلّمين في تغيير ممارسات التعليم لديهم، وهدفت المرحلة الثانية إلى تقييم أثر تطبيق النموذج على مهارات التفكير لدى الطلبة، وعلى تحصيلهم العلميّ. وطُلِب من المعلّمين المشاركين في التجربة تسجيل ملاحظاتهم حول تطبيقهم للنموذج، وأثر ذلك على الطلبة. وأظهر المعلّمون ارتياحهم في تطبيق بعض أبعاد التعلّم في النموذج أكثر من أبعاد أخرى. ومما يجدر ذكره أنّ هذه الدراسة تمّت قبل أن يقوم مارزانو وزملاؤه بإعداد دليل المدرّب لتدريب المعلّمين على استخدام نموذج أبعاد التعلّم.

وفي إطار التركيز المتزايد في عمليّة التعليم على المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى باعتبارها عنصرًا من عناصر المعرفة الرئيسة، بحثت دراسة جولير وسيليك (Güler & Celik, 2019) في تدريس الرياضيّات لمعلمي ما قبل الخدمة، في مجال الأعداد، والعمليّات عليها، وتمّ اعتماد سلسلة من (10) أسئلة مفتوحة تتحدّى معرفة معلّمي الرياضيّات ما قبل الخدمة، عُرِضت في سياق المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى. وبعد تحليل استجابات المشاركين، أظهرت النتائج أنّ أداء العديد من معلمي ما قبل الخدمة كان جيّدًا في تحديد الفهم، أو التصوّر الخطأ الذي قد يصدر عن الطلبة في مواقف محدّدة، إلّا أنّ أداء غالبيّة المشاركين كان ضعيفًا عند عرض المحتوى من حيث استراتيجيات التدريس. وتمشّيًا مع هذه النتائج، يقترح الباحثان تنفيذ برامج لتدريب المعلّمين؛ كي تدعم طرق عرض المحتوى الرياضيّ، واستراتيجيات تدريسه.

وتناولت دراسة دانسمان وتانسيلي (Danisman & Tanisli, 2017) تقصّي المعرفة البيداغوجيّة في موضوع الاحتمالات لدى معلّمي المرحلة الثانويّة في مجالات معرفة المحتوى، ومعرفة المنهاج، ومعرفة الطلبة، ومعرفة طرق التدريس،

وذلك من خلال تصميم دراسة حالة لثلاثة من المعلّمين. جُمِعت البيانات من خلال الملاحظة، والمقابلة شبه المقنّنة، وباستخدام التحليل النوعيّ الاستنتاجيّ كشفت النتائج عن عدم كفاية المعرفة البيداغوجيّة لمحتوى الاحتمالات لدى المعلّمين.

وتأسيسًا على ما تقدّم، ونظرًا لندرة الدراسات التي اعتمدت نموذج مارزانو في تدريب المعلّمين، تمّ تصميم البرنامج التدريبيّ في هذه الدراسة، بحيث يكون نموذج أبعاد التعلّم هو الإطار الرئيس لهذا البرنامج؛ إذ يقدم مارزانو في نموذجه آليّة محدّدة ومنهجًا واضحًا في بناء البرامج التدريبيّة التي تدعم عمليّات بناء قدرات المعلّمين لتحسين نوعيّة التعليم الذي يُقدَّم للطلبة، والموضّحة في كتابه أبعاد التعلّم: دليل المدرّب (Marzano et al., .1997b) ويؤكّد كارباتي (Karpati, 2009) في هذا الصدد أنّ نموذج أبعاد التعلّم لمارزانو يتوافق مع الإطار النظريّ لمنهجيّة تدريب المعلّم بشكل متكامل " The whole teacher approach" الذي يتضمّن الأخذ بعين الاعتبار جوانب الاتّجاهات والمعرفة والممارسة معًا عند القيام بالتخطيط لعمليّات إعداد المعلّم وتدريبه.

مشكلة الدراسة وأسئلتها:

تتّسم عمليّة التخطيط لتدريس الرياضيّات المدرسيّة، ومن ثمّ القيام بتدريسها فعليًّا، بأنّها عمليّة تفكير معقّدة، يحتاج المعلّم خلالها إلى توظيف معارفه في عدّة مجالات. ونتيجة للاطّلاع، وملاحظة النقص في البرامج التدريبيّة المتخصّصة في تعليم وتعلّم الرياضيّات التي يتمّ تقديمها للمعلّمين الجدد قبل التحاقهم بالخدمة، ممّا يجعل قيامهم بالمهمّات التعليميّة الخاصة بهم في تدريس الرياضيّات وتنفيذها بكفاءة مهمّة شاقّة، ويؤثّر بالتالي على فهم الطلبة للمحتوى الرياضيّ، ويصبح تركيز المعلّمين على توجيه تعلّم الطلبة نحو حفظ جوانب التعلّم الرئيسة في الرياضيّات، دون التركيز على الفهم المفاهيميّ لهذه الجوانب، تظهر أهميّة إعداد برامج متخصّصة تعمل على تطوير فهم هذه الفئة من المعلّمين للمحتوى الرياضيّ بمجالاته المختلفة، كالجبر، بالإضافة إلى فهم مكوّنات البناء الرياضيّ، وإستراتيجيّات تدريسها، وآليّات تقييمها، وفهم تفكير الطلبة أثناء ممارسة الرياضيّات.

وتزداد حاجة القيادات التربوية إلى بذل المزيد من الجهد في إعداد المعلمين بشكل جيد في مجال الرياضيات، لأن احتراف الرياضيات أصبح ضرورة لتقدم المجتمع في العديد من المجالات الانتاجية والخدمات التكنولوجية. وعلى الرغم من هذه الأهمية التي تحظى بها الرياضيات وعلاقتها الوثيقة مع مستقبل الأفراد، تشير تقارير نتائج الامتحانات العالمية بيسا PISA عام 2012 (OECD, 2014)، ونتائج تيمس عام 2011 (Mullis, Martin, Foy & Arora., 2013) إلى أن الطلبة في الأردن لا يمتلكون الكفايات اللازمة في مادة الرياضيات للتنافس عالمياً في هذا المجال، إذ حقق الأردن في برنامج التقييم الدولي للطلبة عام 2012م Program for International Student Assessment (PISA) الترتيب 60 من أصل 64 دولة مشاركة، وبلغ معدل تحصيل الطلبة 386 من 1000، بينما كان معدل تحصيل الطلبة في شنغهاي والتي حققت المستوى الأول على الدول المشاركة 613 من 1000. ويُعد معدل التحصيل الذي وصلت إليه الأردن أدنى من معدل دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) الذي بلغ 494 من 1000 (OECD, 2014).

وبمقارنة هذه النتائج بنتائج عام 2015 (OECD, 2018) حصلت الأردنّ على المركز (64) من أصل (70) دولة مشاركة وبمعدل (380) من (1000) في الرياضيات وهو أقل مما كان في الدورة السابقة. ويؤكد المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية (2017) إلى تراجع مستوى الأردن في اختبار الرياضيات للصف الثامن في الدراسة الدولية للرياضيات والعلوم " TIMSS

" (20) نقطة من 2011 إلى 2015 (Mullis, Martin, Foy & Hooper,2016) ، كما احتلت الأردنّ المرتبة الخامسة بين (10) دول عربيّة.

وتشير القطاطشة (2014) إنطلاقا من الكفايات التي حدّدها مؤتمر المعايير الوطنية لتنمية المعلمين مهنيا الذي تم عقده في الأردن عام (2006)، أن على معلم الرياضيات امتلاك الكفايات التي تساعد على تطوير التعليم، والتمكن من طرق التفكير الخاصة بمبحث الرياضيات وكيفية تعليمها للطلبة، وتطوير مهاراته في مجال التخطيط للدروس، وتطبيق استراتيجيات التدريس المختلفة بما يتوافق مع حاجات الطلبة التعلمية والمواقف التعليمية، وتقييم أعمال الطلبة، بالإضافة إلى التطوير الذاتي بشكل عام واكتساب أخلاقيات مهنة التعليم.

ومن أجل النهوض بالمستوى الأكاديمي في الرياضيات للطلبة في المرحلة الأساسية، لا بد من إعداد المعلمين للمعرفة البيداغوجية والمعرفة بالمحتوى الدراسي. فقد أكدت نتائج أبحاث سابقة أن المعلمين الذين يملكون مستوى أعلى في المعرفة البيداغوجية للمحتوى الرياضي، استطاع طلبتهم تحقيق انجازات أكبر في مادة الرياضيات (Baumert et al., 2010؛ Campbell et al., 2014) ، وقد ورد في الدراسات السابقة بعض المحاولات لتنظيم برامج تنمية مهْنيّة لتطوير المعرفة الرياضيّة، والمعرفة البيداغوجيّة للمحتوى الرياضيّ لدى المعلمين، ودراسة أثرها في تحسين عمليّة التدريس. ويُعدّ الاستمرار في إجراء هذا النوع من البحوث الطريقة المثلى لتطوير هذه المعارف لدى المعلّمين. كما أوصت العديد من الدراسات (Stewart, 2009؛ Sibuyi, 2012؛ Hine, 2015 ؛ الزعابي، 2012؛ صيام، 2014؛ الطراونة، 2016) إلى ضرورة تصميم برامج لإعداد المعلّمين قبل الخدمة تسعى إلى تطوير المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى الرياضيّ في مواضيع رياضيّة محدّدة.

وفي هذا السياق، يُطرح سؤال حول إمكانيّة أن يُحدث برنامج لإعداد معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة، قائم على نموذج أبعاد التعلّم لمارزانو تحسّنًا في مستوى المعرفة البيداغوجيّة لدى المعلّمين. وبالتحديد حاولت الدراسة الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

1. ما أثر برنامج تدريبيّ مستند إلى نموذج أبعاد التعلّم في تنمية المعرفة البيداغوجيّة في موضوع الجبر لدى معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة؟

وانبثقت عن هذا السؤال الفرضيتان الآتيتان:

1. ما دلالة الفروق بين متوسطَي علامات مجموعتَي الدراسة (التجريبيّة والضابطة) على الاختبار البعديّ الكليّ للمعرفة البيداغوجيَّة (α= 0.05).
2. ما دلالة الفروق بين متوسّطات علامات مجموعتَي الدراسة (التجريبيّة والضابطة) على كلّ مجال من مجالات المعرفة البيداغوجيّة (معرفة المنهاج، معرفة استراتيجيات التدريس، معرفة الطلبة، معرفة التقييم) في الاختبار البعديّ (α= 0.05).

أهميّة الدراسة

تستمدّ الدراسة الحاليّة أهميّتها من دور برامج إعداد معلّمي الرياضيّات وتدريبهم ما قبل الخدمة في تطويرهم المهْنيّ الذي يُعَدّ أساسًا في نجاح عمليّة التعليم، إضافة إلى أهميّتها في تطوير أدائهم، وتحسين ممارساتهم التعليميّة؛ ليتمكّنوا من أداء واجباتهم وأدوارهم

داخل الغرفة الصفيّة بدرجة عالية من الإتقان، إذ تُعَدّ الدراسة الحاليّة استمرارًا للدراسات السابقة، تحديدًا في مجال تطوير المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى الرياضيّ لدى معلّمي ما قبل الخدمة. كما تكمن أهميّة الدراسة في كونها تتناول مجال الجبر، الذي يُعَدّ فهمه من قبل الطلبة مهمًا لاستمراريّة الطلبة في تعلّم الرياضيّات في المراحل الدراسيّة العليا، إذ يحمل الجبر وزنًا نسبيًّا كبيرًا في المحتوى الرياضيّ في المرحلة الأساسيّة العليا مقارنة بمجالات الرياضيّات الأخرى، كالهندسة والإحصاء والاحتمالات والقياس. كما تسهم الدراسة الحاليّة في إثراء مجال البحث في الرياضيّات من خلال تطوير اختبار في المعرفة البيداغوجيّة للمعلّمين قائم على مواقف ومهمّات تعليميّة.

وعلاوة على ما سبق، تقدّم الدراسة الحاليّة برنامج تدريب قائم على أبعاد التعلّم؛ ممّا يتيح المجال لمعلّمي الرياضيّات ما قبل الخدمة في التعرّف على نموذج أبعاد التعلّم لمارزانو، وإمكانية استخدامه في تدريس الرياضيّات، وتقدم نموذجًا إجرائيًّا في كيفيّة إعداد برنامج تدريبيّ لمعلّمي الرياضيّات ما قبل الخدمة وأثنائها، يستند إلى نموذج أبعاد التعلّم، بحيث يعطي تصورًا للتربويّين القائمين على إعداد معلّمي الرياضيّات ما قبل الخدمة في بناء برامج تدريبيّة مشابهة، تدعم معرفة المعلّمين للمعرفة البيداغوجيّة في مجالات معرفيّة أخرى في الرياضيّات، وتفتح المجال لدراسات مستقبليّة في مجال إعداد معلّمي الرياضيّات وتطويرهم المهنيّ، سواء ما قبل الخدمة أو أثناءها، وفي موضوعات رياضيّة مختلفة.

مصطلحات الدراسة:

لأغراض هذه الدراسة، تمّ اعتماد المصطلحات والتعريفات الآتية:

المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى: هي المعرفة الناتجة عن دمج وتفاعل أربعة معارف، هي: المعرفة بالمنهاج، والمعرفة باستراتيجيات التدريس، والمعرفة بفهم تفكير الطلبة، والمعرفة بالتقييم، وذلك حسب نموذج لانين وآخرون (Lannin et al., 2013)، وتقاس إجرائيًّا بالعلامة التي يحصل عليها المعلّم ما قبل الخدمة في اختبار المعرفة البيداغوجيّة المُعَدّ لهذا الغرض.

البرنامج التدريبيّ: خطة شاملة ذات مسوّغات وأهداف محدّدة، ومحتوى منظّم، وخطوات إجرائية متتابعة، تتمثل في مجموعة متنوّعة من المهمّات والأنشطة التدريبيّة الهادفة، سواء أكانت مباشرة أم غير مباشرة، والتي تمّ تصميمها استنادًا إلى نموذج أبعاد التعلّم لمارزانو، بهدف تنمية المعرفة البيداغوجيّة في محتوى الجبر، لمعلّمي ما قبل الخدمة.

أثر البرنامج التدريبيّ: قدرة البرنامج التدريبيّ القائم على أبعاد التعلّم في تحسين المعرفة البيداغوجيّة لدى معلّمي الرياضيّات ما قبل الخدمة، في المجموعة التجريبيّة الذين تعرّضوا للبرنامج، مقارنة بنتائج المجموعة الضابطة، وذلك نتيجة أدائهم على اختبار المعرفة البيداغوجيّة في المحتوى الرياضيّ.

معلّم الرياضيّات ما قبل الخدمة: هو المعلّم الذي أنهى درجة البكالوريس في تخصّصَي الرياضيّات ومعلّم مجال الرياضيّات، ولم يتمّ تعيينه في وزارة التربية والتعليم معلمًا بعد، والتحق بأكاديميّة الملكة رانيا لتدريب المعلّمين بعد تقدّمه لامتحان قبول، ونجح فيه بموجب معايير محدّدة، وتعرّض لبرنامج الأكاديميّة.

محدّدات الدراسة:

اقتصرت الدراسة على عينة من معلّمي الرياضيّات ما قبل الخدمة، وجميعهن من الإناث، ممّا يحدّ من تعميم النتائج على عينة غير مماثلة. كما أنّ البرنامج التدريبيّ ذاته الذي تمّ تطويره بالاستناد إلى نموذج أبعاد التعلّم، وأعدّ في موضوع الجبر للمرحلة

الأساسيّة العليا، يحدّ من تعميم النتائج لبرامج معدّة استنادًا إلى أطُر نظريّة أخرى، أو في موضوعات رياضيّة أخرى. واقتصرت أبعاد اختبار المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى على المعرفة بالمنهاج، والمعرفة بفهم الطلبة، والمعرفة باستراتيجيات التدريس، والمعرفة بالتقييم، وذلك بناءً على النموذج الذي تمّ اعتماده، في حين أنّ هناك نماذج أخرى يمكن اعتمادها. كما تتحدّد النتائج بالخصائص السيكومتريّة لأداة جمع البيانات.

أفراد الدراسة:

تمّ اختيار أفراد الدراسة بالطريقة المتيسّرة من معلّمي ما قبل الخدمة، خريجي أكاديميّة الملكة رانيا لتدريب المعلّمين؛ إذ يعمل الباحث الأوّل في الأكاديميّة، وبلغ عددهم (36) معلّمًا، توزعوا بالتساوي على مجموعتين: إحداهما تجريبيّة، عدد أفرادها (18) معلّمًا، والأخرى ضابطة، عدد أفرادها (18) معلّمًا. علمًا بأنّ جميع المعلّمين من الإناث، وأعلى مؤهّل أكاديميّ يحملنه هو درجة البكالوريوس في الرياضيّات، باستثناء معلمتين إحداهما تحمل درجة الماجستير في الرياضيّات، والأخرى تحمل درجة الماجستير في تدريس الرياضيّات.

منهج الدراسة:

استُخدم المنهج شبه التجريبيّ من خلال التصميم قبليّ – بعديّ لمجموعتين، إحداهما تجريبيّة خضعت لبرنامج تدريبيّ مستند إلى نموذج أبعاد التعلّم، والأخرى ضابطة لم تخضع للتدريب المباشر أثناء فترة إجراء المعالجة، لقياس أثر البرنامج التدريبي المستند إلى أبعاد التعلم في تنمية المعرفة البيداغوجية لدى معلمي الرياضيات ما قبل الخدمة في الأردن. وتمّ تطبيق أدوات جمع البيانات على كلّ من المجموعة التجريبيّة والضابطة قبل تنفيذ البرنامج التدريبيّ وبعد تنفيذه. وبذلك يمثّل البرنامج التدريبيّ (برنامج تدريبيّ قائم على أبعاد التعلم، عدم التعرّض لبرنامج تدريبيّ) المتغيّر المستقلّ في الدراسة، أمّا المتغيرا لتابع فهو المعرفة البيداغوجيّة، ويتفرع عنها المعرفة بالمنهاج، والمعرفة بإستراتيجيّات التدريس، والمعرفة بفهم الطلبة، والمعرفة بتقييم تعلّم الطلبة.

أدوات الدراسة:

اختبار المعرفة البيداغوجيّة في المحتوى الرياضيّ الجبري:

بعد مراجعة الأدب السابق المتعلّق بالمعرفة البيداغوجيّة للمحتوى وكيفيّة قياسها، تمّ إعداد اختبار المعرفة البيداغوجيّة في موضوع الجبر لدى معلّمي الرياضيّات ما قبل الخدمة، وتضمن الاختبار أربعة مجالات للمعرفة البيداغوجيّة، كما حدّدها لانين وآخرون (Lannin et al., 2013, p.4) وهي: المعرفة في المنهاج، والمعرفة بفهم الطلبة، والمعرفة بإستراتيجيّات التدريس، والمعرفة في تقييم الطلبة. وقد تم تحديد محتوى اختبار المعرفة البيداغوجية في الموضوعات الجبريّة المفتاحيّة الواردة في مناهج الرياضيّات للمرحلة الأساسيّة العليا.

كما تضمّن اختبار المعرفة البيداغوجيّة مجموعة من الأسئلة على شكل مواقف وحوارات تتطلب من معلمي ما قبل الخدمة تقديم إجابات مفتوحة عليها في مختلف مجالات المعرفة البيداغوجيّة. وتمّ تحديد مكوّنات كلّ مجال من المجالات الأربعة بالتفصيل، كالآتي:

- المعرفة بالمنهاج، وتحديدًا بالجبر، وتتضمّن أهداف التدريس العامّة للرياضيّات ومصادر المنهاج المعرفيّة ومحتوى الكتاب المدرسيّ الذي يتمّ، تدريسه والمدى والتتابع للمواضيع الرياضيّة، ومعايير المحتوى والعمليّات.

- المعرفة بإستراتيجيّات التدريس ومداخله، وتتضّمن كيفيّة تنظيم التدريس والإجراءات التي يستطيع المعلّم اتّخاذها أثناء التدريس، والنشاطات والوسائل المستخدمة في تدريس المحتوى الجبريّ، وأفضل التمثيلات التي تناسبه.
- المعرفة بفهم الطلبة ضمن مادّة الرياضيّات، وتتضمّن الأخطاء المفاهيميّة وكيفيّة علاجها لدى الطلبة، والصعوبات التي تواجه الطلبة، وكيف يمكن أن يتعامل الطلبة مع المفاهيم والمسائل، والإستراتيجيّات التي يستخدمها الطلبة لحلّ المشكلات، والمعرفة السابقة لدى الطلبة وأهميّتها في التعلّم اللاحق.
- المعرفة بتقييم تعلّم الرياضيّات، وتتضمّن لماذا يتمّ تقييم الطلبة؟ وما المجالات التي تتضمّنها عمليّة التقييم؟ وما الأدوات والإستراتيجيّات التي يتمّ جمع البيانات من خلالها، وماهي التحدّيات التي تتضمّنها عمليّة التقييم؟

وتوزّعت أسئلة اختبار المعرفة البيداغوجيّة، وعددها (20) سؤالًا على مجالات المعرفة البيداغوجيّة، حيث تضمّن الاختبار خمسة أسئلة في مجال المعرفة بالمنهاج، وخمسة أسئلة في مجال المعرفة بإستراتيجيّات التدريس، وستة أسئلة للمعرفة بفهم الطلبة، وأربعة أسئلة للمعرفة بتقييم تعلم الرياضيات.

وقد تمّ التحقّق من صدق المحتوى لاختبار المعرفة البيداغوجيّة بعرضه على مجموعة من المتخصّصين والمهتمين في مجال الدراسة، وطُلب منهم التحقّق من مدى انتماء فقرات الاختبار لكلّ مجال من مجالاته الأربعة، ووضوحها، ودقّتها، وسلامة لغتها، وفي ضَوء ملحوظاتهم تمّ إجراء التعديلات المقترحة. كما تمّ تجريبه على عينة استطلاعيّة من مجتمع الدراسة وخارج عينتها؛ وذلك من أجل التأكّد من الزمن اللازم للاختبار، وصدق الاتساق الداخليّ له بإيجاد معاملات ارتباط كلّ فقرة مع مجالها، ومع الاختبار الكليّ، إضافة إلى معاملات الارتباط البينيّة للمجالات.

وقد تراوحت جميعها من (0.35) إلى (0.62)، وجميعها ذات دلالة إحصائيّة ($p< 0.05$). وبالنسبة لثبات الاختبار، فقد تمّ حساب معاملات الاتساق الداخليّ باستخدام معادلة كرونباخ ألفا، وبلغت على التوالي (0.85)، (0.80)، (0.83)، (0.84)، (0.81) لكلّ من الاختبار الكليّ ومجالاته: المعرفة بالمنهاج، والمعرفة بإستراتيجيّات التدريس، والمعرفة بفهم الطلبة، والمعرفة بالتقييم، كما تمّ حساب معامل ثبات الاختبار باستخدام طريقة الاختبار وإعادة الاختبار، من خلال تطبيقه وإعادة تطبيقه على العينة الاستطلاعيّة نفسها، وبفارق زمني مقداره ثلاثة أسابيع، وحساب معامل الارتباط بين التطبيقين الأول والثاني باستخدام معامل ارتباط بيرسون. وبلغت قيمة معامل الثبات (0.87). وقد اعتبرت هذه القيم مناسبة لأغراض الدراسة الحاليّة.

ومن أجل تصحيح اختبار المعرفة البيداغوجيّة، فقد تمّ تحديد مؤشّرات الأداء لكلّ سؤال من أسئلة الاختبار، وعلى مستوى كلّ مجال من مجالاته الأربعة. كما تمّ إعداد قاعدة تقدير (Rubric) تصف معايير الأداء النوعيّ في ضوء تلك المؤشّرات: وتعطى ثلاث علامات للإجابة التي تتوافق مع الأداء العالي، وعلامتان للإجابة التي تتوافق مع الأداء المتوسّط، وعلامة واحدة للأداء الذي يتوافق مع الأداء المنخفض. وبذلك تكون العلامة القصوى للاختبار (60)، والعلامة القصوى لمجالاته: معرفة المنهاج، ومعرفة استراتيجيات التدريس، ومعرفة الطلبة، ومعرفة التقييم، (15)، (15)، (18)، (12) على التوالي.

إجراءات الدراسة:

يمكن تلخيص إجراءات الدراسة بالنقاط الآتية:

1. الاطلاع على نموذج أبعاد التعلّم لمارزانو، والمراجع الخاصة بالنموذج، والأبحاث التي تمّ توظيف نموذج مارزانو فيها.
2. مراجعه الأدب السابق المتعلّق بالمعرفة البيداغوجيّة بشكل عامّ، والمعرفة البيداغوجيّة للمحتوى الرياضيّ بشكل خاصّ.
3. اختيار عينة الدراسة بعد الحصول على موافقة لتسهيل إجراء الدراسة، إضافة إلى الحصول على موافقة خطيّة من المعلّمين الذين يشكّلون عينة الدراسة على مشاركتهم في الدراسة، مع توضيح أنّ معلومات الدراسة ستعامل بسريّة تامّة، وستستخدم لأغراض البحث العلميّ فقط.
4. تصميم البرنامج التدريبيّ وتحكيمه من قبل خبراء متخصّصين في مجال التدريب.

تضمن البرنامج التدريبي مجموعة من الجلسات التدريبية المباشرة وجهاً لوجه مدة كل منها خمس ساعات يومياً ولمدة ستة أيام تدريبية بما مجموعه ثلاثون ساعة تدريبية، بالإضافة إلى مجموعة من مهام التعلم الذاتي التي تم تضمينها في البرنامج التدريبي، بحيث يعمل عليها معلمو ما قبل الخدمة كواجبات بيتية مرافقة لمحاور البرنامج، ويطّلع المدرّب على أداء المتدربين لتلك الواجبات، ومن ثمّ يتم نقاشها خلال جلسات حوارية أثناء تنفيذ البرنامج التدريبي، وتقدّر ساعات العمل على مهام التعلم الذاتي من خلال الواجبات البيتية ما يقارب الثلاثين ساعة، ويكون بذلك مجموع ساعات البرنامج التدريبي (60) ساعة تدريبية. وقد تم إعداد البرنامج التدريبي في ضوء ما تم التوصل اليه في الإطار النظري لنموذج مارزانو ودليل المدرّب الذي تم إعداده من قبل مارزانو وآخرون (Marzano et al, 1997b)، وقد مرّ إعداد البرنامج التدريبي في مجموعه من الخطوات هي: تحديد مسوّغات البرنامج التدريبي؛ تحديد الهدف العام من البرنامج التدريبي والأهداف التفصيلية؛ تحديد محاور البرنامج التدريبي؛ تحديد المحتوى الرياضي الجبري المستهدف، بناء محتوى البرنامج التدريبي؛ تطوير أساليب التدريب في البرنامج التدريبي؛ تحديد الجدول الزمني لتنفيذ جلسات البرنامج التدريبي؛ تحكيم البرنامج التدريبي.

وقد تضمن المحتوى الجبري المستهدف الأفكار المفتاحية الواردة في منهاج الرياضيات للمرحلة الأساسية العليا مثل المقادير الجبرية وتحليلها، والمعادلات الخطية والتربيعية وحلها، والأنماط والعلاقات.أمّا أساليب التدريب المباشر، فقد تناولت حلقات دراسية من خلال المحاضرة، والنقاش الجماعي، وتمثيل الأدوار، وملاحظة حصص مصوّرة ومناقشتها، وعرض فيديوهات تعليمية ومناقشتها، وتطبيقات عملية، ومعظمها قائم على العمل ضمن مجموعات صغيرة وذلك ضمن أبعاد التعلم: الإتجاهات والتصورات الإيجابية، واكتساب المعرفة وتكاملها، وتعميق المعرفة، والإستخدام ذي المعنى لها، وعادات العقل المنتجة. وقد تمّ عرض البرنامج على لجنة من ذوي الإختصاص والإهتمام من أجل تحكيمه من حيث إطاره العام ومدى توافقه مع نموذج مارزانو، وتمّ الأخذ بملحوظاتهم.

5. تصميم أداة جمع البيانات، وهي اختبار المعرفة البيداغوجية في المحتوى الرياضيّ الجبريّ ومجالاته، والتحقّق من مؤشراته السيكومتريّة اللازمة.
6. تحديد مؤشّرات الأداء لكلّ سؤال من أسئلة اختبار المعرفة البيداغوجيّة، ثمّ تصميم مقياس تحليل إجابات المعلّمين على اختبار المعرفة البيداغوجيّة.

7. تطبيق اختبار المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى الرياضيّ على مجموعتي الدراسة التجريبيّة والضابطة قبل البدء بتنفيذ البرنامج التدريبيّ.

8. تنفيذ البرنامج التدريبيّ على عينه الدراسة (المجموعة التجريبيّة) في العطلة الصيفيّة للعام الدراسيّ 2017 / 2018 في شهر آب 2018، وذلك بعد شهرين من انتهاء إلتحاق معلمي ما قبل الخدمة في برنامج الدبلوم المهنيّ الذي تطرحه أكاديميّة الملكة رانيا لتدريب المعلّمين. ولتجنّب التحيّز للمجموعة التجريبيّة، تمّ تزويد معلمي المجموعة الضابطة – الذين لم يتعرضوا لأيّ تدريب خلال فترة تدريب المجموعة التجريبيّة– بالصورة النظريّة لأبعاد التعلّم لمارزانو، للإطلاع والقيام ببعض النشاطات ذاتيًّا حسب رغبتهم، وباستقلاليّة عن بعضهم بعضًا، وبدون أيّ، تواصل أو التعرض للبرنامج عمليًّا.

9. تطبيق اختبار المعرفة البيداغوجيّة على مجموعتي الدراسة بعد الانتهاء من تنفيذ البرنامج التدريبيّ، علمًا بأنّه تمّ تطبيقه على جلستين استغرقت كلّ منهما ساعة ونصف.

10. تحليل البيانات التي تمّ استخلاصها وتحديد نتائج الدراسة من خلال الإجابة على سؤالها الرئيس، وتفسير النتائج والتوصل إلى الاستنتاجات والتوصيات في ضوء نتائج الدراسة.

نتائج الدراسة:

هدف سؤال الدراسة الرئيس إلى تقصّي أثر برنامج تدريبيّ مستند إلى نموذج أبعاد التعلّم في تنمية المعرفة البيداغوجيّة ومجالاتها في موضوع الجبر، لدى معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة. وللإجابة عن هذا السؤال، تمّ اختبار الفرضيّة المرافقة له " لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائيّة ($\alpha = 0.05$) بين متوسطي علامات مجموعتي الدراسة (التجريبيّة والضابطة) على الاختبار البعديّ الكليّ للمعرفة البيداغوجيّة" . ولتحقيق ذلك، تمّ حساب المتوسّطات الحسابيّة والانحرافات المعياريّة للقياسين القبليّ والبعديا في إختبار المعرفة البيداغوجيّة الكليّ، تبعًا للمجموعة، كما يظهر في الجدول (1).

الجدول (1): المتوسّطات الحسابيّة والانحرافات المعياريّة لعلامات معلمي ما قبل الخدمة على اختبار المعرفة البيداغوجيّة القبليّ والبعديّ ككلّ، تبعًا للمجموعة

المجموعة	العدد	الاختبار القبليّ		الاختبار البعديّ	
		المتوسّط الحسابيّ*	الانحراف المعياريّ	المتوسّط الحسابيّ*	الانحراف المعياريّ
التجريبيّة	18	26.78	2.713	50.17	2.383
الضابطة	18	25.17	1.581	43.61	7.655

* العلامة القصوى: 60

يُلحظ من الجدول (1) وجود فروق ظاهريّة بين المتوسّطات الحسابيّة في القياسين القبليّ والبعديّ لاختبار المعرفة البيداغوجيّة الكليّ، تبعًا للمجموعة. وللتأكّد فيما إذا كانت هذه الفروق الظاهريّة ذات دلالة إحصائيّة، تمّ استخدام تحليل التباين الأحاديّ المصاحب (one way ANCOVA) للقياس البعديّ لاختبار المعرفة البيداغوجيّة بعد تحييد أثر القياس القبليّ. ويوضح الجدول (2) تلك التحليلات.

الجدول (2): نتائج تحليل التباين الأحاديّ المصاحب (ANCOVA) للقياس البعديّ لاختبار المعرفة البيداغوجيّة الكليّ، تبعًا للبرنامج التدريبيّ، بعد تحييد أثر القياس القبليّ

مصدر التباين	مجموع المربّعات	درجات الحريّة	متوسّط المربّعات	قيمة ف المحسوبة	مستوى الدلالة	حجم الأثر
الاختبار القبليّ	101.87	1	101.87	3.364	0.076	
البرنامج التدريبيّ	481.410	1	481.410	16.020	0.000	0.327
الخطأ	991.690	33	30.051			
الكليّ المعدّل	1479.556	35				

يظهر من الجدول (2) وجود فرق ذي دلالة إحصائيّة ($p<0.05$) بين المتوسّطات الحسابيّة على اختبار المعرفة البيداغوجيّة الكليّ البعديّ يعزى للبرنامج التدريبيّ، ممّا يشير إلى أثرالبرنامج القائم على أبعاد التعلّم، وبذلك يتمّ رفض الفرضيّة الصفريّة. كما يتّضح من الجدول (2) أنّ قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) لحجم الأثر قد بلغت (0.327)، وهي قيمة كبيرة، ممّا يعني أنّ (32.7%) من التباين في أداء معلّمي ما قبل الخدمة يعود للبرنامج التدريبيّ، بينما (67.3%) يعود لعوامل أخرى غير متحكّم بها. والفروق لصالح متوسط المجموعة التجريبية كما يوضحه الجدول (3) للمتوسطات المعدلة:

الجدول (3): المتوسّطات الحسابيّة المعدّلة والأخطاء المعياريّة لاختبار المعرفة البيداغوجيّة البعديّ، تبعًا للمجموعة

المجموعة	المتوسّط الحسابيّ المعدّل	الخطأ المعياريّ
التجريبيّة	50.792	1.336
الضابطة	42.986	1.336

ولاختبار الفرضيّة الثانية المنبثقة عن سؤال الدراسة الرئيس، تمّ حساب المتوسّطات الحسابيّة والانحرافات المعياريّة للقياسين القبليّ والبعديّ لمجالات اختبار المعرفة البيداغوجيّة (معرفة المنهاج، معرفة استراتيجيات التدريس، معرفة الطلبة، معرفة التقييم) وفقًا للمجموعتين التجريبيّة والضابطة، ويبيّن الجدول (4) ذلك.

الجدول (4): المتوسّطات الحسابيّة والانحرافات المعياريّة للقياسين القبليّ والبعديّ لمجالات اختبار المعرفة البيداغوجيّة، تبعًا للمجموعة

المهارة	المجموعة	العدد	التطبيق القبليّ		التطبيق البعديّ	
			المتوسّط الحسابيّ*	الانحراف المعياريّ	المتوسّط الحسابيّ*	الانحراف المعياريّ
المعرفة بالمنهاج	التجريبيّة	18	6.72	1.406	13.83	0.514
	الضابطة	18	6.50	1.098	12.11	2.494
	Total	36	6.61	1.248	12.97	1.978
المعرفة باستراتيجيات	التجريبيّة	18	6.78	1.166	12.56	1.294

التدريس	الضابطة	18	6.06	0.938	10.94	1.984
	Total	36	6.42	1.105	11.75	1.842
المعرفة بفهم الطلبة	التجريبيّة	18	7.06	0.938	12.22	1.114
	الضابطة	18	6.56	1.247	10.78	1.734
	Total	36	6.81	1.117	11.50	1.612
المعرفة بتقييم الطلبة	التجريبيّة	18	6.22	1.114	11.56	0.705
	الضابطة	18	6.06	1.110	9.78	2.439
	Total	36	6.14	1.099	10.67	1.986

* العلامة القصوى: المنهاج: 15، الإستراتيجيّات: 15، الطلبة: 18، التقييم: 12

يُلحظ من الجدول (4) وجود فروق ظاهريّة بين المتوسّطات الحسابيّة لعلامات القياسين القبليّ والبعديّ لمجالات المعرفة البيداغوجيّة، وللتحقّق من الدلالة الإحصائيّة لتلك الفروق تمّ استخدام تحليل التباين الأحاديّ المصاحب المتعدّد المتغيّرات التابعة (one way MANCOVA). ويبيّن الجدول (5) نتائج التحليل.

الجدول (5): تحليل التباين الأحاديّ المصاحب المتعدّد، وفقًا للبرنامج التدريبيّ على مجالات المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى الرياضيّ مجتمعة

الأثر	نوع الاختبار المتعدّد	قيمة الاختبار المتعدّد	ف الكليّة	درجة حريّة الفرضيّة	درجة حريّة الخطأ	احتماليّة الخطأ	حجم الأثر
البرنامج التدريبيّ	Hotelling's	0.862	5.821	4	27	0.002	0.463

يظهر من الجدول (5) أنّ قيمة ف ذات دلالة إحصائيّة ($p< 0.05$)، وهذا يشير إلى وجود أثر للبرنامج التدريبيّ على القياس البعديّ لمجالات المعرفة البيداغوجيّة مجتمعة. ولبيان أيّ من تلك المجالات كان سببًا في هذا الأثر، تمّ إجراء تحليل التباين الأحاديّ المصاحب (ANCOVA) على مستوى كلّ مجال على حدة، وفقا لمتغير البرنامج التدريبيّ بعد تحييد أثر القياس القبليّ، ويبيّن الجدول (6) نتائج التحليل.

الجدول (6): تحليل التباين الأحاديّ المصاحب وفقًا للبرنامج التدريبيّ على القياس البعديّ لكلّ مجال بعد تحييد أثر القياس القبليّ

مصدر التباين	المجال	مجموع المربّعات	درجة الحريّة	متوسط المربعات	قيمة ف المحسوبة	احتماليّة الخطأ	حجم الأثر
المعرفة بالمنهاج (قبليّ) المصاحب	المعرفة بالمنهاج (بعديّ)	4.889	1	4.889	1.609	0.214	

استراتيجيات التدريس (قبليّ)	المعرفة باستراتيجيات التدريس (بعديّ)	3.794	1	3.794	1.459	0.236	
المعرفة بفهم الطلبة (قبليّ)	المعرفة بفهم الطلبة (بعديّ)	0.089	1	.089	0.045	0.833	
معرفة التقييم (قبليّ)	معرفة التقييم (بعديّ)	2.749	1	2.749	1.018	0.321	
البرنامج التدريبيّ	المعرفة بالمنهاج	29.220	1	29.220	9.616	0.004	0.243
	المعرفة باستراتيجيات التدريس	31.957	1	31.957	12.290	0.001	0.291
	المعرفة بفهم الطلبة	27.222	1	27.222	13.940	0.001	0.317
	المعرفة بتقييم الطلبة	33.468	1	33.468	12.390	0.001	0.292
الخطأ	المعرفة بالمنهاج	91.161	30	3.039			
	المعرفة باستراتيجيات التدريس	78.005	30	2.600			
	المعرفة بفهم الطلبة	58.585	30	1.953			
	المعرفة بتقييم الطلبة	81.034	30	2.701			
الكلّي المعدّل	المعرفة بالمنهاج	136.972	35				
	المعرفة باستراتيجيات التدريس	118.750	35				
	المعرفة بفهم الطلبة	91.000	35				
	المعرفة بتقييم الطلبة	138.000	35				

يبيّن الجدول (6) وجود فروق دالّة إحصائيًّا ($p < 0.05$) في المتوسّطات الحسابيّة، وفقًا للبرنامج التدريبيّ في جميع مجالات المعرفة البيداغوجيّة، ممّا يشير إلى أثرالبرنامج التدريبيّ في تحسين المعرفة البيدغوجيّة في كلّ مجال من مجالاتها، وبذلك ترفض الفرضيّة الصفريّة الثانية. ولبيان لصالح أيّ من مجموعتي الدراسة، جاءت الفروق الدالّة إحصائيًّا، حسبت المتوسّطات الحسابيّة المعدّلة، والأخطاء المعياريّة لها وفقًا للمجموعة. ويبيّن الجدول (7) ذلك.

الجدول (7): المتوسّطات الحسابيّة المعدّلة، والأخطاء المعياريّة للقياس البَعديّ لمجالات المعرفة البيداغوجيّة، تبعًا للمجموعة

المهارة	المجموعة	المتوسّط الحسابيّ المعدّل	الخطأ المعياريّ
المعرفة بالمنهاج	التجريبيّة	13.952	0.429
	الضابطة	11.993	0.429
المعرفة باستراتيجيات التدريس	التجريبيّة	12.774	0.397
	الضابطة	10.726	0.397
المعرفة بفهم الطلبة	التجريبيّة	12.445	0.344
	الضابطة	10.555	0.344
المعرفة بتقييم الطلبة	التجريبيّة	11.715	0.405
	الضابطة	9.619	0.405

يلحظ من الجدول (7) أنّ الفروق الجوهريّة بين المتوسّطات الحسابيّة المعدّلة للقياس البَعديّ في مجالات المعرفة البيداغوجيّة كانت جميعها لصالح المجموعة التجريبيّة، علمًا بأنّ حجم الأثر – كما يظهر في الجدول (6) –قد بلغ (0.243)، (0.291)، (0.317)، (0.292) لكلّ من المعرفة بالمنهاج، والمعرفة باستراتيجيات التدريس، والمعرفة بالطلبة، والمعرفة بالتقييم على التوالي.

مناقشة النتائج:

تشكّل أبعاد التعلّم لمارزانو نظريّة تعلّم ونموذجًا للتعليم الصفيّ؛ إذ يقوم هذا النموذج على التكامليّة والتفاعل بين خمسة أبعاد للتعلّم، تعطي تصوّرًا عن كيفيّة دعم المعلّم لتلك الأبعاد، وتوفير اقتراحات لتخطيط التدريس الذي يخصّ كلّ بُعد، وطرق التكامل بينها، إضافة إلى تقييم طرق التدريس القائمة على تلك الأبعاد. كما تشكّل جَودة المعرفة البيداغوجيّة لدى معلمي الرياضيّات ما قبل الخدمة أهميّة بالغة في مسيرتهم التعليميّة، ولا تقتصر أهميّتها على معرفة محتوى الرياضيّات بشكل عامّ، والرياضيات المدرسيّة بشكل خاصّ، بل تتعدّى ذلك إلى معرفة مداخل التدريس واستراتيجياته، ومعرفة تفكير الطلبة أثناء تعرّضهم لمواقف رياضيّة، وفهم تصوّراتهم حول الرياضيّات، وكيفيّة تقييم تعلّم الرياضيّات. وفي سياق الدراسة الحاليّة كان للبرنامج التدريبيّ دور في تحسين المعرفة البيداغوجيّة لدى معلمي ما قبل الخدمة في المحتوى الرياضيّ الجبريّ للمرحلة الأساسيّة العليا، أي وجود أثر للبرنامج في تحسين المعرفة البيداغوجيّة بشكل عامّ، ومجالاتها بشكل خاصّ، وذلك لدى أفراد المجموعة التجريبيّة، مقارنة بأداء أقرانهم من المجموعة الضابطة.

وتتّفق هذه النتيجة مع نتائج الدراسات التي تؤكّد دور البرامج التدريبيّة في تطوير المعرفة البيداغوجيّة لمعلّمي ما قبل الخدمة، مثل دراسة كراوس وزملاؤه (Krauss et al., 2008) ، إذ أظهرت نتائج دراستهم أنّ معلّمي الرياضيّات ما قبل الخدمة الذين شاركوا في التدريب لديهم درجة أعلى في مجال الربط بين معرفتهم بمنهاج الرياضيّات، ومعرفتهم البيداغوجيّة اللازمة لمنهاج الرياضيّات، وذلك مقارنة مع أقرانهم ممّن لم يخضعوا للتدريب.

ويمكن أن تعزى هذه النتيجة إلى طبيعة البرنامج التدريبيّ القائم على أبعاد التعلّم؛ إذ منح معلمي ما قبل الخدمة فرصة الاطّلاع على الإطار العامّ للنموذج، وفهم أهدافه، ومصادر فاعليتّه، وضرورة التكامليّة بين تلك الأبعاد، فهي تركّز على كافّة الجوانب المعرفيّة وما فوق المعرفيّة، والوجدانيّة، والمهاريّة، كما أنّها تربط بين الجانبين النظريّ والعمليّ التطبيقيّ من خلال النشاطات المتعدّدة، ممّا يعزّز المعرفة الرياضيّة والبيداغوجيا اللازمة لها. فقد ركّز البرنامج على اكتساب المعرفة وتكاملها، وخاصة بين المعرفة المفاهيميّة والإجرائيّة في موضوع الجبر المقرّر للصفوف العليا من المرحلة الأساسيّة، فلا يكفي أن يعرف معلّم الرياضيّات ما يدرسه على مستوى الدرجة الجامعيّة الأولى، بل يُفترض الاطلاع على المنهاج المدرسيّ، والكتب المرافقة له، ويحلّلها، وهذا ما طرحه البرنامج التدريبيّ من خلال النشاطات وورشات العمل. ففي مجال اكتساب المعرفة وتكاملها، قُدّمت مجموعة من النشاطات الفرديّة والزمريّة، ومنها الإطلاع المباشر علىّ الجبر، وتكوين خارطة مفاهيميّة أو معرفيّة يكون مركزها فكرة مفتاحيّة في الجبر، مثل الاقتران والمعادلة، إضافة إلى تحليل المحتوى، بما في ذلك طرق التدريس من خلال عمل المجموعات التعاونيّة التي عمل كلّ منها على أحد كتب الرياضيّات للمرحلة الأساسيّة، ومن ثمّ تبادل الأفكار بين المجموعات. علاوة على ذلك، إنّ الاطّلاع على فيديوهات أو تمثيل الأدوار أو حصص مصوّرة من قبل مجموعات التدريب، وتحليل إجراءات التدريس ومناقشتها ضمن مجموعات التدريب وجماعيًّا يعدّ عنصرًا أساسيًّا في اكتساب المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى، من حيث المنهاج، وطرق التدريس، ومنهجيّات التقييم، وممارسات تُعنى بفهم تفكير الطلبة في المحتوى الجبريّ.

ولاشكّ أنّ التركيز على اكتساب المعرفة الرياضيّة وفهمها وتحديدًا للمقرّر الوارد في المنهاج المدرسيّ، وتكامل ذلك مع المعرفة البيداغوجيّة المرافقة له، يرسّخ المعرفة البيداغوجيّة بمجالاتها المختلفة. وعلاوة على ما سبق، إنّ نشاطات التدريب المباشرة ضمن حلقات دراسيّة والتي شملت المحاضرة والنقاش الجماعيّ وتمثيل الأدوار وملاحظة حصص مصوّرة ضمن محاور أبعاد التعلّم المختلفة، إضافة إلى طرح الأسئلة من قبل المدرّب والمتدرّبين، ونشاطات حلّ المسألة ضمن المجموعات التعاونيّة، ومناقشة الأفكار القائمة عليها وحلولها، وخاصّة في بُعد تعميق المعرفة وصقلها، كل ذلك قد عزّز المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى من خلال التركيز على مهارات المقارنة والتصنيف والاستقراء والاستنتاج، وتصميم مسائل من قبل المتدرّبين تدعم أنواع التفكير السابقة، وخاصة الاستدلال الاستنتاجيّ، الذي يُعدّ حافزًا على توليد المعرفة بدقّة ووضوح.

ولم يغفل البرنامج جانبًا من الاهتمام في تحليل الأخطاء من الناحيتين النظريّة والتطبيقيّة ضمن بُعد تعميق المعرفة وصقلها، وذلك من خلال طرح مصادر الأخطاء ومعيقاتها المعرفيّة والتعليميّة، وطرح أنشطة لاكتشاف الأخطاء وتفسيرها، وتوظيف المبادئ الأساسيّة في معالجتها، مما أدّى إلى التحسّن في مجال معرفة الطلبة، من تعرّف على طرق تفكيرهم وتحليلها، والتعرف على الأخطاء التي قد يرتكبها الطلبة أثناء حلّ المسائل. وتتعارض هذه النتيجة مع نتائج دراسة كيليك (Kilic, 2010) التي أشارت إلى أنّ معلمي ما قبل الخدمة يواجهون صعوبات في التعرّف على الأخطاء الرياضيّة وتفسيرها ومعالجتها، بالرغم من تعرّضهم لبرامج تدريبيّة في هذا المجال. وبالرغم من الأثر الإيجابيّ للبرنامج التدريبيّ القائم على أبعاد التعلّم، إلّا أنّه من خلال ملاحظة الباحثين أثناء التدريب، يحتاج معلمو ما قبل الخدمة إلى مزيد من التعمّق في فهم أفكار الطلبة وتحليل الأخطاء، ممّا يدفع إلى تدريب خاص ومطوّل ومستمرّ في كلّ مجال من مجالات المعرفة البيداغوجيّة موضع الاهتمام في هذه الدراسة، وذلك نظرًا لتعدّد مصادر الفروق الفرديّة بين الطلبة، وطبيعة المهمّات التي تقدّم إليهم، فكلّ مهمة لها خصوصيّتها، وكلّ موضوع رياضيّ له خصوصيّته أيضًا، إضافة إلى تأثّر معلّمي ما قبل الخدمة بخبراتهم السابقة في تعلّم الرياضيّات المدرسيّة والجامعيّة،

من حيث التركيز على الإجراءات، وإهمال الجانب المفاهيميّ، ممّا يعيق التعرّف إلى مصادر الأخطاء التي تُعَدّ مفاهيميّة في معظمها.

إضافة إلى كلّ ما سبق، فإنّ الاستخدام ذا المعنى للمعرفة الجبريّة والمتمثّل بتطبيقاتها في حلّ المسألة الرياضيّة التي تُعدّ بيئة لبناء المحاكمات الرياضيّة، وإدراك الروابط، واستخدام التمثيلات، وتفعيل التواصل الرياضيّ، وذلك من خلال مهمّات غنيّة وذات قيمة معرفيّة، تشجّع على اتخاذ القرار في اختيار الحلّ الصحيح، والاستقصاء، واختبار صحّة القضايا، قد ساهم في دعم المعرفة الجبريّة، وبدورها أدّت إلى دعم المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى الجبريّ. ونظرًا لدعم البرنامج ببعض الأنشطة القائمة على التفكير ما وراء المعرفيّ، وأنشطة تركّز على اقتراح أداءات تدريسيّة لتطوير التحليل الناقد، ربما عزّز المعرفة البيداغوجيّة لدى معلّمي ما قبل الخدمة.

ولا شكّ أنّ النشاطات التي كُلّف بها المتدرّبون على شكل أعمال بيتيّة خلال فترة التدريب، ومناقشة نتائجها ضمن ورشات العمل المباشرة، قد شكّلت عاملًا مهمًّا في تحسين المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى لدى معلّمي ما قبل الخدمة.

ومجمل القول، فإنّ نماذج التدريس التي طرحها البرنامج انطلاقًا من نموذج مارزانو وهي: نموذج الاهتمام بالمعرفة والتركيز عليها، ونموذج القضايا المرتبطة بتطبيق المعرفة، ونموذج الاكتشاف الذي يعطي حريّة التخطيط والتأمل والتفكير والعمل التعاونيّ بين المتدرّبين، وذلك من خلال مجمل النشاطات التي نُفذّت في البرنامج قد رسّخت لدى معلمي ما قبل الخدمة المعرفة الجبريّة والبيداغوجيا لهذه المعرفة. ومن هنا، يمكن القول أنّ البرنامج التدريبيّ القائم على أبعاد التعلّم قد حسّن من المعرفة البيداغوجيّة في الجبر. ومن أجل إعطاء معنى خاصّ للمعرفة البيداغوجيّة للمحتوى، لا بدّ من الأخذ بعين الاعتبار خصوصيّة المحتوى الرياضيّ، وخصوصيّة إعداد معلّم الرياضيّات، وخصوصيّة تعلّم الرياضيّات التي تؤثّر بدورها على عمليّة التدريس، إضافة إلى أنّ التخطيط للتدريس يجب أن يكون نشاطًا أو ممارسة اجتماعيّة.

التوصيات:

استنادًا إلى نتائج الدراسة، يمكن اقتراح التوصيات الآتية:

- الاهتمام ببرامج إعداد معلّمي الرياضيّات وتدريبهم ما قبل الخدمة، وتضمينها نموذج أبعاد التعلّم لمارزانو، من خلال أنشطة تعزّز المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى.
- تصميم مساقات جامعيّة أو دورات تدريبيّة ضمن برامج إعداد معلّم الرياضيّات، بحيث تركّز على مجالات أبعاد التعلّم مجتمعة، أو منفردة.
- إجراء المزيد من الدراسات التي تعتمد نموذج مارزانو كإطار أساس في تدريب معلّمي الرياضيّات لمعرفة أثر البرنامج في تحسين المعرفة البيداغوجيّة لدى المعلّمين، على عينات أكبر من مجتمع معلّمي ما قبل الخدمة، بحيث تشمل المرحلة الثانويّة.
- إجراء المزيد من الدراسات التي تعتمد نموذج مارزانو كإطار أساس في تدريب المعلمين، لمعرفة أثر البرنامج في تحسين الممارسات التدريسيّة داخل الغرفة الصفيّة على عينات مختلفة من مجتمع المعلّمين.

- إجراء المزيد من الدراسات التي تهتمّ بتدريب معلمي الرياضيّات القائم على نموذج أبعاد التعلّم في مواضيع أخرى، كالهندسة، والأعداد، والإحصاء، والاحتمالات، والنهايات، والتفاضل والتكامل، وفي متغيّرات تابعة تخص معلمي الرياضيّات، مثل الإبداع التدريسيّ، والقدرة على إتخاذ القرارات التدريسيّة.

المصادر والمراجع

التخاينة، بهجت حمد عفنان. (2011). فعاليّة استخدام استراتيجية تدريسيّة قائمة على بعض أبعاد التعلّم في الاتجاه والاتصال الرياضيّ لدى طلاب المرحلة الأساسيّة في مدارس تربية عمّان الخاصّة. مجلّة الجامعة الإسلاميّة للدراسات التربويّة والنفسيّة، غزّة، 19(1)، 399-426.

الزعابي، عبدالله. (2012). *المعرفة البيداغوجيّة في الرياضيّات لدى معلمي الصفوف المتوسّطة في سلطنة عمان*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، الأردنّ.

الطراونة، عوض (2016). *معتقدات معلمي الرياضّيات وعلاقتها بمعرفتهم البيداغوجّية وممارساتهم التدريسيّة*. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، الأردنّ.

القحطانيّ، عثمان. (2014). فاعليّة برنامج اثرائيّ قائم على نموذج أبعاد التعلّم لمادّة الجبر في تنمية عادات العقل المنتج لدى الطلاب المتفوّقين في الصفّ الثاني متوسّط بالمملكة العربيّة السعوديّة. المجلّة العربيّة لتطوير التفوّق، جامعة العلوم والتكنولوجيا، اليمن، 5(8)، 141-168.

القطاطشة، فدوى. (2014). **مقارنة منهاج الرياضيّات الأردنيّ ومنهاج الرياضيّات الياباني**. (تقرير غير منشور)، استرجع بتاريخ 5/5/2019 من الموقع: https://eshrafbusera.files.wordpress.com/2014/06/d985d984d981-d8afd8b1d8a7d8b3d8a9-d8a7d984d985d982d8a7d8b1d986d8a9-d983d8a7d985d984d8a7.docx

المركز الوطنيّ لتنمية الموارد البشريّة. (2017). **التقرير الوطنيّ الأردنيّ عن الدراسة الدوليّة للرياضيّات والعلوم لعام 2015 (TIMSS 2015)**. سلسلة منشورات المركز (183). استرجع بتاريخ 3/5/2019 من الموقع http://www.nchrd.gov.jo/assets/PDF/Studies/Ar/TIMSS_2015_183.pdf

صيام، محمّد (2014). **المعرفة البيداغوجيّة للمحتوى الرياضيّ لدى معلمي الصف الثامن الأساسيّ بغزّة**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلاميّة، غزّة.

ضحاوي، بيومي وحسين، سلامة (2009). **التنمية المهْنيّة للمعلّمين مدخل جديد نحو إصلاح التعليم**. دار الفكر العربيّ، القاهرة، جمهوريّة مصر العربية.

علي، ميرفت. (2017). فاعليّة استخدام نموذج مارزانو لأبعاد التعلّم في تنمية التحصيل وبعض عادات العقل في مادّة الرياضيّات لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائيّ. المجلة التربويّة، جامعة الكويت، 31(3) البحث رقم 14.

عقيل، إبراهيم (2012). أثر أبعاد التعلّم عند مارزانو على تحصيل طلبة الصف السابع الأساسيّ ودافعيتهم نحو تعلّم الرياضيّات. *مجلة جامعة الأزهر*، سلسلة العلوم الإنسانيّة، غزّة، 14(2)، 121-150.

Alrababah, F. E. (2017). The effectiveness of Marzano's dimension of learning in the tenth-grade students' acquisition of scientific concepts in science and the development of critical thinking skills and their attitude towards science. *British Journal of Education*, 5(1), 76-84.

Azmidar, A., Darhim, D., and Dahlan, J. (2017). Enhancing students' interest through mathematics learning. *Journal of Physics*, 895. Retrieved 23-2-2019 https://www.researchgate.net/publication/320229234_Enhancing_Students'_Interest_through_Mathematics_Learning.

Ball, D. and Cohen, D. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional education. In L. Darling-Hammond & G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession* (pp. 3-32), San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: what makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.

Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Thamer V., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. and Tsai, Y. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180

Campbell, P., Rust, A., Nishio, M., DePiper, J. Smith, T., Frank, T., Clark, L., Griffin, M., Conant, D., and Choi, Y. (2014). The Relationship between teachers' mathematical content and pedagogical knowledge, teachers' perceptions, and student achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(4), 419–459

Cooney, T. (2001). Considering the paradoxes, perils, and purposes of conceptualizing teacher development. In F.-L. Lin, & T, J. Cooney (Eds.), *Making sense of mathematics teacher education* (pp.9-31). Dordrecht: Kluwer.

Danisman, S. & Tanisli, D., (2017). Examination of mathematics teachers' pedagogical content knowledge of probability. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 5(2), 16-34.

Güler, M & Celik, D. (2019). How well prepared are the teachers of tomorrow? An examination of prospective mathematics teachers' pedagogical content knowledge, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(1), 82-99.

Hill, H., & Ball, D. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for research of Mathematical Education*, 39(4), 372–400.

Hill, H.C., Schilling, S.G., & Ball, D.L. (2004) Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *Elementary School Journal*, 105, 11-30.

Hine, G. S. C. (2015). Strengthening pre-service teachers' mathematical content knowledge. *In Teaching and learning Uncapped Proceedings of the24th Annual Teaching Learning Forum*, 29-30 January 2015. Perth: The University of Western Australia. http://ctl.curtin.edu.au/events/conferences/tlf/tlf2015/refereed/geng.pdf

Karpati, A. (2009). Teacher training and professional development. In Fazekas, K., Kollo, J., Varga, J. (Eds.), G*reen Book for the Renewal of Public Education in Hungary* (pp 203-226). Budapest, Hungary: Echostat.

Kilic, H. (2010). The nature of preservice mathematics teachers' knowledge of students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 1096-1100.

Kilic, H. (2009). Pedagogical content knowledge of preservice secondary mathematics teachers. (Unpublished PhD thesis). University of Athens, Georgia, USA. Retrieved 25-3-2019 https://pdfs.semanticscholar.org/054a/db19fe6e606bdc8ee9516b39c86fbd012dba.pdf

Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S., Baumert, J. (2012). Teachers' content knowledge and pedagogical content knowledge: The role of structural differences in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 64(1), 90-106.

Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., & Jordan, A. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 716–725.

Lannin, J., Webb, M., Chval, K., Arbaugh, F., Hicks, S., Taylor, C. and Bruton, R. (2013). The development of beginning mathematics teacher pedagogical content knowledge. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(6), 403-462.

Magnusson, S., Krajik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for science Teaching. In Gess-Newsome, J. and Lederman, N. (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95–132). Dordrecht: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Marzano, R., Brandt, R., Hughes, C., Jones, B., Presseisen, B., Rankin, S., and Suhor, C. (1988). *Dimensions of Thinking*: *A Framework for Curriculum and Instruction*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Marzano, R., Pickering, D., Arredondo, D., Blackburn, G., Brandt, R., Moffett, C., Paynter, D., Pollock, J., and Whisler, J. (1997a). *Dimensions of learning: Teacher's manual* (2nd ed.). Aurora, CO: Association for Supervision and Curriculum Development.

Marzano, R., Pickering, D., Arredondo, D., Blackburn, G., Brandt, R., Moffett, C., Paynter, D., Pollock, J., and Whisler, J. (1997b). *Dimensions of learning: Trainer's manual* (2nd ed.). Aurora, CO: Association for Supervision and Curriculum Development.

Mullis, I., Martin, M., Foy, P. and Arora, A. (2013). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Centre.

Mullis, I., Martin, M., Foy, P. and Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 international results in mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Centre.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to Actions*: *Ensuring Mathematical Success for all*. Reston, VA: NCTM.

OECD (2014). *PISA 2012 results overview*. Retrieved 24-2-2019: http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf

OECD (2018). *PISA 2015 results in focus.* Retrieved 24-2-2019: https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf

Sibuyi, C. (2012). *Effective Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Teaching Quadric Functions in Mathematic.* (Unpublished PhD thesis). University of Pretoria. Retrieved 1-4-2019 https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/30392/dissertation.pdf;sequence=1

Stewart, J. (2009). *Investigating Relationship Between Mathematics Teachers' Content Knowledge, Their Pedagogical Knowledge and Their Learners' Achievement in Terms of Functions and Graphs.* MEd dissertation: Nelson Mandela Metropolitan University, South Africa.

Sowder, J. T. (2007) The mathematical education and development of teachers. In F. Lester (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp.157-224). NCTM, Information Age Publishing.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*,15(2), 4-14.

Shulman, L.S (1987). Knowledge and teaching foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*,57(1),1-23

Schmidt, H. W., Tatto, M. T., Bankov, K., Blömeke, S., Cedillo, T., Cogan, L., Han, S., Houang, R., Hsieh, F. J., Paine, L., Santillan, M., & Schwille, J. (2007). *The preparation gap: Teacher education for middle school mathematics in six countries.* Mathematics Teaching in the 21st Century, Center for Research in Mathematics and Science Education, Michigan State University.

Tarleton, D. (1992). *Dimensions of Learning a Model for enhancing Student Thinking and Learning*. (Unpublished PhD thesis). Nova University, USA, Colorado. Retrieved 17-3-2019 https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED361326.pdf

Tröbst, S., Kleickmann, T., Depaepe, F., Heinze, A., & Kunter, M. (2019). Effects of instruction on pedagogical content knowledge about fractions in sixth-grade mathematics on content knowledge and pedagogical knowledge. *Unterrichtswissenschaft*, 47(1), 79-97.

Usiskin, Z. (1995). Why is algebra important to learn? *American Educator*, 9(1), 30-37.