درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية وعلاقتها بمستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية

إعداد

د. خولة بنت زاهر بن خميس الحوسنية*

المُستخلَص: هدفتِ الدراسةُ الحالية إلى الكشف عن درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية، وتحديد العلاقة الارتباطية بين تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية واكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية، وتقصَّتِ الدراسةُ الحالية الاختلاف في أداءات الطلبة في اختبار مهارات النمذجة الرياضية بمستويات اكتسابهم المعرفي المختلفة للمخرجات التعليمية. تمثَّلت أدوات الدراسة الحالية في أداتَيِ: اختبار مهارات النمذجة الرياضية، واختبار الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية، وتم تطبيق أدوات الدراسة الحالية على عينة مكوَّنة من ٤١ طالبًا وطالبةً من تخصُّص الرياضيات بكلية التربية في جامعة السلطان قابوس للعام الأكاديمي ٢٠٢٣، وأظهرتِ النتائج درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين من مهارات النمذجة الرياضية بدرجة مرتفعة في المستوى العام للمهارات، وأيضًا على مستوى المهارات الأولى (تحديد المشكلة الحقيقية- بناء النموذج؛ صياغة المشكلة الرياضية)، وكشفتِ النتائجُ عن وجود علاقة موجبة دالة إحصائيًا بين تَمَكُّن الطلبة من مهارات النمذجة الرياضية ومستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية، وأظهرتِ النتائجُ وجود فروق دالة إحصائيا لأداء الطلبة المعلمين على مهارات النمذجة الرياضية (بناء النموذج الرياضي-صياغة المشكلة الرياضية- حل المشكلة الرياضية - تفسير الحل) تُعْزَى لاكتسابهم المعرفي (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض). وأظهرتِ النتائجُ عدمَ وجود فروق ذات دلالة إحصائية لأداء الطلبة المعلمين على مهارات النمذجة الرياضية (تحديد المشكلة الحقيقية- التحقق من صحة النموذج الرياضي- استخدام النموذج للتوضيح أوِ التَّنبُّؤ أوِ اتخاذ القرار) تُعْزَى لاكتسابهم المعرفي، وخَلُصَتِ الدراسةُ بمجموعة من التوصيات التي ركزت على أهمية تعزيز مهارات الطلبة المعلمين في النمذجة الرياضية ضِمْنَ برنامج إعداد معلم الرياضيات.

الكلمات المفتاحية: مهارات النمذجة الرياضية- الاكتساب المعرفي- المخرجات التعليمية- الطلبة المعلمون.

مرجعية الدراسة وإطارها النظري:

يُعَدُّ إعدادُ معلم الرياضيات إعدادًا متكاملًا يتوافق مع تطوُّرات القرن الواحد والعشرين استثمارًا حيويًّا في جودة التعليم ومخرجاته، ويَضمِنُ تزويد الأجيال القادمة بالمهارات اللازمة لمواجهة تحديات المستقبل بفعالية وكفاءة. ويتطلَّبُ هذا الإعـدادُ تعزيز مهـارات التفكير الرياضي

* أستاذ مساعد - تخصص مناهج وطرق تدريس الرياضيات، كلية التربية- جامعة السلطان قابوس.

الإيميل: k.alhosni@squ.edu.om

والإبداعي والتفكير النقدي والمهارات التقنية والرقمية، والقدرة على الابتكار وحل المشكلات، فضلًا عن تعزيز مهارات التواصل والتعاون الفعَّال. وإنَّ معلم الرياضيات المعاصر يجب أَنْ يكون قادرًا على تقديم الرياضيات بطريقة تربطها بالحياة اليومية والواقع العملي؛ مما يساعد الطلبةَ في فهمِ أهمية الرياضيات في مجالات متعددة؛ لذا وَجَبَ على مؤسسات إعدادُ معلم الرياضيات إكساب الطلبة المعلمين مهارات متنوعة تتجاوز حدود المعرفة التقليدية وضمان إلمام المعلم بأحدث الأساليب التعليمية والممارسات التربوية.

وتؤكد التَّوجُّهات الحالية في تجويد برامج إعداد مُعلِّمِي الرياضيات قبل الخدمة؛ أهمية إكساب الطالب المعلم الكفايات التعليمية الجيدة التي تسهم بشكل كبير في تحسين جودة التعليم وتعزيز فعالية الخبرات التدريسية التي يُقدِّمها لطلبتِهِ مُستقبَلًا، وتركز هذه التَّوجُّهات على جوانب أساسية عدة لتعزيز المخرجات التعليمية؛ بما في ذلك تجويد المحتوى الرياضي لِيُعَزِّزَ مهارات التفكير الرياضي والاستقصاء وحل المشكلات والإبداع (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2014). فقد أكد المجلس الوطني لمُعلِّمي الرياضيات (2000) من خلال مبدأ التدريس أهمية أَنْ يكون معلم الرياضيات مُتمكِّنًا من المهارات التي تُعَزِّزُ دورَهُ في إكساب طلبتِهِ العمق المعرفي والتطور المهاري والتفكير الإبداعي. فتؤكد معايير NCTMأهمية اكتساب مُعلِّمِي الرياضيات مهارات متنوعة واستراتيجيات فاعلة تُمكِّنُهم من شرحِ المفاهيم الرياضية بطرائق مختلفة، ورَبْط الأفكار الرياضية ببعضها، وتطبيقها في سياقات متنوعة، وتُعَزِّزُ قدراتهم على تنمية مهارات التواصل والتمثيل الرياضي ومهارات التفكير والاكتشاف وحل المشكلات.

وتُعَدُّ النَّمذجةُ الرياضية أَحَدَ الأساليب التعليمية والتعلُّمية التي تعتمد إلى تحليل المشكلات الحياتية وترجمتها لمسائل رياضية وحلها وتفسير الحل وفقًا للسياق الحقيقي، فالنمذجة في الرياضيات هي عملية استخدام المفاهيم والأدوات الرياضية لوصف وتفسير الواقع؛ بهدفِ فهمِ الظواهر الطبيعية والاجتماعية وتحليلها، وكذلك لتوقُّع السلوك المستقبلي لهذه الظواهر. وتُعَدُّ النَّمذجةُ الرياضية خبرةً تعليمية تعلُّمية فاعلة لأنَّها تسمح بتحويل المشكلات الواقعية إلى صيغة رياضية يمكن التعامل معها باستخدام الرياضيات ومساعدة الطلبة في فهمِ العالم بشكل أفضل وتعزيزِ ثباتِ أثرِ تعلُّم الرياضيات (Blum & Borromeo Ferri, 2009).

ولعلَّ أَحَدَ تحديات إعداد المعلم هو تعميقُ القناعة لديه بأهمية تطبيق الاستراتيجيات القائمة على التفكير والتحليل والنمذجة بدلًا من تبنِّي استراتيجيات قائمة إلى العرض المباشر للمعرفة واستظهارها (Manouchehri, 2017)، وتأسيسًا إلى ذلك؛ يُعَدُّ إدراجُ النمذجة الرياضية

في برامج إعداد معلم الرياضيات في مؤسسات إعداد المعلم أمرًا بالغَ الأهمية ويعكس الوعي بأهمية تطوير مهارات التفكير النقدي والتحليل العلمي وحل المشكلات لدى الطلبة (عبوشي، ٢٠٢٣)، هذا الاهتمام يتجلى في المناهج التعليمية التي تُدْمَج فيها النمذجة جزءًا أساسًا من دروس الرياضيات؛ ما يُعَزِّزُ قدرةَ الطلبة على تطبيق المعارف والمهارات الرياضية في حل المشكلات الواقعية (Özdemir,& Üzel, 2012)، وإنَّ دَمْجَ استخدام البرمجيات التعليمية في مناهج إعداد المعلم، كالبرمجيات الرياضية، وبرامج المحاكاة، وبرمجيات الرسم البياني التي تدعم النمذجة الرياضية التي منها MATLAB ، GeoGebra، و Python ؛ تساعد في تعزيز مهارات المعلم في تطوير دروس تفاعلية ومشروعات تعليمية تستند إلى النماذج الرياضية (الياسين وخصاونة، ٢٠١٨).

وتتطور التَّوجُّهات الحديثة في تطبيق النمذجة الرياضية لتعكس التقدم التكنولوجي والحاجة المتزايدة لتطبيق الرياضيات في مجموعة متنوعة من المجالات. ومن أبرز هذه التَّوجُّهات:

١. دمجُ تقنيات الذكاء الاصطناعي والتقنيات الناشئة والبرمجيات التفاعلية في النمذجة الرياضية لتحليل كميات كبيرة من البيانات واستخلاص الأنماط واستكشاف النماذج الرياضية (أبو عقيل، ٢٠٢١)؛
٢. توظيف النمذجة الرياضية في التطبيقات التي تُحقِّقُ التكامل بين التخصُّصات المختلفة كالرياضيات والفيزياء والهندسة والاقتصاد وغيرها؛
٣. توظيف النمذجة الرياضية ضِمْنَ خبرات تعليمية وتعلُّمية قائمة إلى مشروعات التعلم التعاوني والتعلم الفردي ما يسهم في تلبية احتياجات الطلبة المتباينة (Asempapa, 2023) .

وتُعَدُّ الكفاءةُ في مهارات النمذجة الرياضية من الكفايات التدريسية التي تُعَزِّزُ دورَ معلم الرياضيات في تطوير اكتساب طلبتِهِ لمهارات التحليل والتفكير وحل المشكلات؛ فالفهمُ الجيِّد للنمذجة الرياضية يُمَكِّنُ المعلم من إكساب الطلبة المفاهيم الرياضية من خلال تبسيط المفاهيم المجرَّدة وربطها بتطبيقاتها الحياتية، فضلًا عن ذلك يسهم اكتسابُ مهارات النمذجة الرياضية في تعزيز مهارات التفكير العليا وحل المشكلات الرياضية (توبة وصالحة، ٢٠١٤). ومن خلال النمذجة الرياضية؛ يستطيع المعلم شرحَ الظواهر الواقعية وتطبيق الرياضيات في حلها ما يُعَزِّزُ مشاركة الطلبة في استخدام النماذج الرياضية في حل المسائل الحياتية وإدراك قيمة ووجود

الرياضيات في الحياة. حيث يرى بلم وبورومو (Blum & Borromeo Ferri, 2009) أن النمذجة الرياضية هي الانتقال من وإلى العالم الحقيقي مُتَضَمِّنًا عالَم الطبيعة والمجتمع والواقع المَعِيش والتخصُّصات المختلفة إلى عالَم الرياضيات مُتَضَمِّنًا العلاقات الرياضية والعمليات الحسابية والنماذج وغيرها ضِمْنَ دورة مكوَّنة من سبع خطوات مترابطة تُعَبِّرُ عن مهارات النمذجة الرياضية التالية: البناء؛ التبسيط؛ الصياغة الرياضية؛ الحل الرياضي؛ التفسير؛ التأكد؛ التوسع. ويرى جيجر وآخرون (Geiger et al., 2018) أنَّ عملية اكتساب النمذجة الرياضية هي عملية متكاملة تشمل خطوات إجرائية محددة بالاندماج، والاكتشاف، والشرح، والتفسير والتقويم. وتتحدد مهارات النمذجة الرياضية وفقًا لبلم (Blum, 2015) في سبع مهارات أساسية تسهم في نقل المشكلة الحياتية إلى عالَم الرياضيات وحلها وإرجاعها إلى السياق الحقيقي وفقًا للوارد في جدول١.

جدول ١: مهارات النمذجة الرياضية(Blum, 2015)

تحديد المشكلة الحقيقية	تحديد المشكلة التي تحتاج إلى نمذجة بشكل واضح. تحديد المعطيات والمطلوب والشروط. فهمُ السياق وتحديد الأهداف والمعايير التي سيتم استخدامها والفرضيات التي يمكن تحويلها إلى نموذج رياضي.
بناء النموذج الرياضي	استخدام مفاهيم النمذجة الرياضية؛ كمفهوم المقارنة، ومفهوم الجزء للكل، ومفهوم التغير لبناء النموذج الرياضي. رِبط المعطيات والمطلوب والعلاقات بوحدات بناء النموذج الرياضي.
صياغة المشكلة الرياضية	تبسيط العناصر والمتغيرات والفرضيات اللازمة لتحويل المشكلة إلى صيغة رياضية؛ يتضمن ذلك تحديد المعطيات المُهِمَّة وتجاهُل التفاصيل غير الضرورية. تحويل العناصر والفرضيات المُحدَّدة إلى معادلات رياضية تعكس العلاقات بين المتغيرات المختلفة.
حل المشكلة الرياضية	تحليل النموذج الرياضي باستخدام الأساليب الرياضية المناسبة لفهمِ سلوك النموذج وتحديد الحلول المُمكِنة. حل المشكلة الرياضية.
تفسير الحل	رَبْط حل المشكلة بسياق المشكلة الحقيقية.
التحقق من صحة النموذج الرياضي	مقارنة نتائج النموذج بالبيانات الواقعية للتأكد من دِقَّتِهِ وفعَّاليَّتِهِ. إذا لم يكن النموذج دقيقًا بما فيه الكفاية؛ قد يتطلب الأمر إعادة صياغة النموذج أو تعديل الفرضيات
استخدام النموذج للتوضيح أو التَّنَبُّؤ أو اتخاذ قرار	استخدام النتائج المُستخلَصة من النموذج لاتخاذ قرارات مستنيرة أو لفهمٍ أعمق للظاهرة المدروسة

وتشير الدراسات والبحوث إلى أهمية دراسة واقع النمذجة الرياضية لدى الطلبة المعلمين؛ فالطلبة المعلمون الذين يتم إعدادهم ليمتلكوا مهارات النمذجة الرياضية والقدرة على حل المشكلات تكون لديهم القدرة على تقديم تعليم أكثر شمولية وفعالية. فتُمَكِّنُهم هذه المهارات من تبسيط المفاهيم الرياضية المُعقَّدة من خلال تحويلها إلى معادلات رياضية يمكن تحليلها بسهولة. ومن منطلق هذا الاهتمام؛ تقصَّت دراسة عبوشي (٢٠٢٣) مدى امتلاك الطلبة في تخصُّص الرياضيات في جامعة فلسطين التقنية لمهارات النمذجة الرياضية وتصوُّراتهم نحوها، وتم تطبيق اختبار مهارات النمذجة الرياضية ومقياس التصوُّرات على عينة مكوَّنة من ٣٠ طالبًا وطالبةً، وأظهرتِ النتائجُ أنَّ مستوى مهارات النمذجة الرياضية متوسِّطٌ بشكل عام وتصوُّراتهم نحوها مرتفعة، وكشفت نتائج الدراسة عن وجودِ أثرٍ لمتغير المستوى الدراسي في مهارات النمذجة الرياضية والتصوُّرات نحوها، وعدم وجود أثرٍ لمتغير الجنس.

كما تشير الدراسات أنَّه يمكن للمعلمين استخدام مهارات النمذجة الرياضية لتوضيح كيفية تأثير المتغيرات المختلفة على بعضها؛ ما يساعد الطلبة في فهمِ العلاقات الرياضية بشكل أعمق، ويسهم في تعزيز التفكير النقدي والتحليلي لدى الطلبة. علاوةً على ذلك، يُعَزِّزُ المعلمون الذين يطبقون مهارات النمذجة الرياضية في حل المسائل الرياضية من دافعية طلبتهم نحو تعلُّم الرياضيات؛ ما يؤدي إلى تحسين أداءاتهم التحصيلية. فقد كشفت دراسة أبو عقيل (٢٠٢١) مستوى مهارات التفكير فوق المعرفي للطلبة المعلمين من خلال عمليات النمذجة الرياضية في بيئة تكنولوجية، وتم التطبيق على عينة قوامها ٤٨ طالبًا وطالبة، وأظهرت تقارُبًا في مستوى اكتساب الطلبة المعلمين لمهارات النمذجة الرياضية في مراحلها المختلفة، وأظهرتِ النتائجُ أنَّ مستوى مهارات التفكير فوق المعرفي مرتفعٌ في مجال التخطيط، ومتوسِّطٌ في مجالَيِ التنظيم والتقويم، وأوصتِ الدراسةُ بناءً إلى نتائجها بأهمية إدراج النمذجة الرياضية في المساقات الرياضية. وهدفت دراسة (Özdemir,& Üzel, 2012) إلى استقصاء آراء الطلبة في التدريس المُعتمِد إلى النمذجة الرياضية. وتم تصميم الدراسة وفقًا لنموذج البحث الوصفي. نَفَّذَ الطلبة المعلمون للرياضيات التدريس المُستنِد إلى النمذجة الرياضية؛ بعد أَنْ دَرَسُوا مُقرَّرًا في توظيف النمذجة الرياضية في تعليم وتعلُّم الرياضيات استمر لمدة ٣ أشهر، وتم تدريبهم لإعداد خبرات تعليمية تعلُّمية تتضمن مهامَّ نمذجة لتحقيق الأهداف المدرجة في منهاج الرياضيات للصفوف: السادس؛ السابع؛ الثامن، وقد أظهرَ الطلبة المعلمون اتجاهات إيجابية نحو توظيف النمذجة الرياضية في تدريس الرياضيات.

وإنَّ استخدام النمذجة الرياضية في تدريس بعض موضوعات الرياضيات يساعد المعلم في إيجاد بيئة تعلُّم تفاعلية داعمة تسهم في تعزيز الفهم العميق للمعارف الرياضية، وتعزيز دافعية الطلبة لتعلُّم الرياضيات (Gürel, 2023)؛ الذي يتم ذلك من خلال تصميم دروس تفاعلية تشمل أنشطة تطبيقية ومحاكاة تفاعلية للنماذج الرياضية. فضلًا عن ذلك تساعد النمذجة الرياضية المعلمين في تطوير استراتيجيات تدريس تعتمد إلى تحليل البيانات والتَّنبُّؤات الدقيقة ما يُكسِبُ الطلبة مهارات في التحليل والتَّنبُّؤ واتخاذ القرار. وقد أكَّدتِ الدراسات والبحوث في مجال تعليم الرياضيات وتعلُّمها في المدارس؛ فاعلية الاستراتيجيات التدريسية القائمة إلى النمذجة الرياضية في إكساب الطلبة المفاهيم والتعميمات الرياضية ومهارات حل المسائل الرياضية، إلى جانب تنمية قدراتهم في التفكير الإبداعي والناقد والتفكير الرياضي (أبو مزيد، ٢٠١٢؛ توبة وصالحة، ٢٠١٤؛ حمادي، ٢٠١٦، العابد وخمايسة، ٢٠٢٣؛ الساعدي، ٢٠١٦؛ مخالفة، ٢٠٢٣).

عطفًا على ذلك، هدفت دراسة (توبة وصالحة، ٢٠١٤) إلى تقصِّي أثرِ النمذجة الرياضية في استيعاب المفاهيم الرياضية وتعزيز القدرة على حل المسائل الرياضية لدى طلبة الصف السابع في وحدة القياس. وكشفتِ النتائجُ عن وجودِ أثرٍ إيجابي للنمذجة الرياضية في الاكتساب المفاهيمي وحل المسائل الرياضية. وتقصَّت دراسة (حمادي ،٢٠١٦) أثرَ النمذجة الرياضية في حل المشكلات التطبيقية لدى طلبة الصف الثاني متوسط في الرياضيات، وأظهرتِ النتائجُ وجودَ أثرٍ إيجابي دالٍ إحصائيًّا للنمذجة الرياضية في حل المشكلات التطبيقية لصالح طلبة المجموعة التجريبية. وأظهرت نتائج دراسة (الحبيب والحربي ،٢٠٢١) فاعلية استراتيجية قائمة إلى النمذجة الرياضية في تنمية الثقافة العددية لدى طلبة المرحلة الابتدائية. وأكدت دراسة (جريش والبعلي ،٢٠١٨) فاعلية النمذجة الرياضية في تنمية التفكير الإبداعي لدى الطلبة ذوي صعوبات تعلُّم الحساب.

وفي دراسة أجراها الوهيبي وآخرون (٢٠٢١)، التي تم تطبيقها على عينة من ٥٦ مُعلِّمًا ومُعلِّمةً من مُعلِّمِي الرياضيات في سلطنة عُمَان للكشف عن مَدَيَات معارفهم بالنمذجة الرياضية؛ أظهرت نتائج الدراسة مستويات مرتفعات من المعرفة لدى مُعلِّمِي الرياضيات عن النمذجة الرياضية. وهدفت دراسة (الياسين وخصاونة ،٢٠١٨) إلى الكشف عن تصوُّرات ١٤٣ مُعلِّمًا ومُعلِّمةً من مُعلِّمِي الرياضيات لمفهوم "النمذجة الرياضية" ومستويات كفاءاتهم الذاتية في مهارات النمذجة، وأظهرتِ النتائجُ أنَّ درجة تصوُّرات المعلمين للنموذج الرياضي متوسطة؛ بينما درجة تصوُّراتهم للنمذجة الرياضية منخفضة، وإنَّ مستوى الكفاءة الذاتية في مهارات النمذجة

لدى المعلمين كان مرتفعًا. وأكَّدت هذه الدراساتُ ضرورةَ تبنِّي برامج تدريب وإعداد مُعلِّمِي الرياضيات للخبرات التي تُعَزِّزُ الكفاءة لدى المعلمين في مهارات النمذجة الرياضية.

وأكَّدتِ الدراساتُ أهميةَ تضمين مناهج الرياضيات مهارات النمذجة الرياضية ضِمْنَ أهداف التعلم ومحتوى الكتب والأنشطة والتدريبات. فقد أظهرت نتائج دراسة (الياسين وخصاونة ،٢٠١٨) ، وقد أظهرتِ النتائجُ توَفُّرَ مهارات النمذجة الرياضية في أهداف منهاج الرياضيات للمرحلة الثانوية بشكل مباشر أم غير مباشر وعدم توافُق ذلك مع المحتوى المُقدَّم في الكتب الدراسية، وأظهرتِ النتائج أنَّ ٨٧٪ من المعلمين بمستوى مُبتَدِئ في النمذجة الرياضية، وكشفتِ النتائجُ عن وجود فروق جوهرية بين تصوُّرات المعلمين وكفاءاتهم الذاتية. وفي السياق العُمَانِي، كشفت دراسة (الوهيبي وآخرون ،٢٠٢٢) عن مستويات تضمين مفهوم "النمذجة الرياضية" في كتب الرياضيات للصف الحادي عشر؛ فقد أظهرتِ النتائجُ مُؤشِّراتٍ جيدة في تضمين مسائل تتطلب مهارات النمذجة الرياضية، وأوصت الدراسةُ بتضمين تدريبات أكثر يمكن حلُّها باستخدام النمذجة الرياضية.

وتأتي الدراسة الحالية استكمالًا لجهود تقييم وتطوير برامج إعداد معلم الرياضيات من خلال الكشف عن درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية وعلاقتها بمستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية في مُقرَّرات طرق تدريس الرياضيات.

مشكلة الدراسة وأسئلتها:

تمثل عملية تقويم مخرجات برنامج اعداد معلم الرياضيات أحد أهداف برنامج اعداد المعلم بكلية التربية بجامعة السلطان قابوس الذي يسعى لتحقيق التمكن الأكاديمي والخبرات التخصصية، وتطوير الممارسات التدريسية وتطويرها ، وتوظيف المهارات التأملية والخبرات البحثية بصورة ترتقى بمستويات الطلبة التعليمية(College of Education, 2024) ، وقد أظهرت نتائج بعض الدراسات كدراسة الحجرية وآخرون (٢٠٢٢) أهمية إعادة النظر في بعض المقررات التربوية المقدمة في برنامج اعداد معلمي العلوم والرياضيات بكلية التربية لتتوافق مع السمات العامة للتعلم المنتج للمعرفة والذي يركز على العمل التشاركي الذي ينمي مهارات حل المشكلات والتفكير الرياضي، كما أكدت دراسة الحارثي وآخرون (Alharthi et al., 2022) على وجود احتياج لتطوير بعض مهارات الطلبة المعلمين التقنية، وتُعتبر مهارات النمذجة الرياضية جزءًا أساسيًا من إعداد معلم الرياضيات، حيث تعزز من قدرته على تقديم تعليم ذو جودة عالية

وتطوير امتلاك الطلبة لمهارات حل المشكلات بطريقة فعّالة. تمثَّلت مشكلة الدراسة الحالية في الإجابة عن السؤال الرئيس التالي:

ما درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية، وعلاقتها بمستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية؟

ينبثق من هذا السؤال الأسئلة الفرعية التالية:

السؤال الأول: ما درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية؟

السؤال الثاني: ما العلاقة الارتباطية بين تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية واكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية؟

السؤال الثالث: هل يختلف أداء الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات في اختبار مهارات النمذجة الرياضية باختلاف مستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)؟

أهداف الدراسة:

سَعَتِ الدراسة الحالية إلى تحقيق الأهداف التالية:

- تحديد درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية.
- الكشف عن العلاقة الارتباطية بين تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية، واكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية.
- تَقَصِّي الاختلاف في أداء الطلبة على اختبار مهارات النمذجة الرياضية باختلاف مستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية.

أهمية الدراسة:

- تستمد الدراسة الحالية أهميتها من أهمية تجويد اكتساب الطلبة للمخرجات التعليمية في مُقرَّرات طُرُق تدريس الرياضيات ضِمْنَ برنامج إعداد معلم الرياضيات؛ فتقييمُ الكفايات التدريسية المقدَّمة للطلبة المعلمين في برامج إعداد مُعلِّمي الرياضيات لها دور فاعل في ضمان تقديم المحتوى التربوي والتعليمي بكفاءة وأساليب ناجعة فعالة، وإنَّ الكشف عن مستويات اكتساب الطلبة المعلمين للمخرجات التعليمية يسهم في تطوير برنامج الإعداد

ما يؤدي إلى تخريج مُعلِّمين ذوي كفاءة عالية قادرين على إحداث تأثير إيجابي مُستدَام في جودة تعليم الرياضيات وتعلُّمها.

- تَنْبُعُ أهمية الدراسة الحالية من أهمية النمذجة الرياضية؛ فهي تُعَدُّ الأساسَ في اكتساب الطلبة مهارات متقدمة في التحليل والتفكير الرياضي والتفكير النقدي وحل المشكلات الحقيقية، وتُعَدُّ النمذجة الرياضية من الموضوعات التي تُوجِدُ فُرَصًا تطبيقيَّةً لربطِ الرياضيات بالتخصُّصات الأخرى والواقع المَعِيش؛ ما يُضِيف قيمةً ومعنًى ووجودًا للرياضيات في حياة الطالب، وقُرْبًا من ممارساتِهِ اليومية.
- قد تُتِيحُ نتائجُ الكشف عن درجة تَمَكُّن الطلبة من مهارات النمذجة الرياضية فُرَصًا لتقييم الخبرات التعليمية والتعلُّمية المُقدَّمة للطلبة المعلمين؛ ما يفتح مجالات متنوعة للتطوير والتحسين في نوعية هذه الخبرات ومجالات تطبيقها.
- من الناحية التطبيقية، تُوفِّر الدراسة الحالية أدوات لقياس مهارات النمذجة الرياضية، وقياس مستويات الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية لمُقرَّرات طُرُق تدريس الرياضيات.

حدود الدراسة ومُحدِّداتها:

الحدود: أُجرِيَتِ الدراسةُ الحالية في خريف ٢٠٢٣؛ على طلبة مُقَرَّر طُرُق تدريس الرياضيات جميعهم المُسجَّلين بكلية التربية في جامعة السلطان قابوس، البالغ عددهم ٤١ طالبًا وطالبةً.

المُحدِّدات: اقتصرتِ الدراسةُ الحالية على استخدام اختبار مهارات النمذجة الرياضية الذي ركَّز على سبع مهارات (تحديد المشكلة الحقيقية- بناء النموذج الرياضي- صياغة المشكلة الرياضية- حل المشكلة الرياضية، تفسير الحل- التحقق من صحة النموذج الرياضي- استخدام النموذج للتوضيح أو التَّنبُّؤ أوِ اتخاذ قرار) وفقا لنموذج لبلم للنمذجة الرياضية (Blum, 2015)؛ ويتحدد تصنيف الطلبة إلى مُرتفِعِي ومتوسِّطِي ومُنخفِضِي الاكتساب المعرفي بناءً إلى اختبار الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية في مُقرَّرات طُرُق تدريس الرياضيات.

مصطلحات الدراسة:

مهارات النمذجة الرياضية: تُعَرَّفُ إجرائيًّا أنَّها خطوات متدرجة مترابطة متكاملة تسهم في حل المشكلات التطبيقية الحياتية ضِمْنَ مهارات (تحديد المشكلة الحقيقية- بناء النموذج الرياضي- صياغة المشكلة الرياضية- حل المشكلة الرياضية، تفسير الحل، التحقق من صحة النموذج الرياضي- استخدام النموذج للتوضيح أو التنبؤ أو اتخاذ قرار). وتتحدد درجة التمكن من

مهارات النمذجة الرياضية إجرائيًّا بالدرجة التي يحصل عليها الطالب المعلم بعد تعرُّضه لاختبار مهارات النمذجة الرياضية المُعَدِّ لأهداف الدراسة الحالية.

الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية: هو شكل من أشكال التحصيل الدراسي وقد عرَّف الفاخري التحصيل الدراسي (٢٠١٨، ص.١١) أنَّه "حصيلة ما يكتسبه الطالب من العملية التعليمية من معارف ومعلومات وخبرات ونتيجةً لجهدِهِ المبذول خلال تعلُّمه بالمدرسة أو مذاكرته في البيت أو ما اكتسبه من قراءته الخاصة في الكتب والمراجع". ويُعرَّف الاكتساب المعرفي إجرائيًّا في الدراسة الحالية أنَّه مجموعة المعارف والمهارات والخبرات التعليمية والتعلُّمية المُكتسَبة في مقرر طُرُق تدريس الرياضيات وفقًا لمخرجات المقرر وأهدافه ومحتواه، ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية المُعَدِّ لأهداف الدراسة الحالية.

مستوى الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية: يتحدَّد إجرائيًّا بالدرجة التي يحصل عليها الطالب المعلم بعد تعرُّضه لاختبار الاكتساب المعرفي، ويُقَسَّم الطلبة وفقًا له لثلاثة مستويات: مُرتَفِعِي الاكتساب المعرفي؛ مُتَوَسِّطِي الاكتساب المعرفي؛ مُنْخَفِضِي الاكتساب المعرفي.

الطلبة المعلمون: طلبة البكالوريوس تخصُّص الرياضيات بكلية التربية في جامعة السلطان قابوس في خريف ٢٠٢٣ للعام الأكاديمي ٢٠٢٢-٢٠٢٣.

عينة الدراسة:

تكوَّنت عينة الدراسة الحالية من ٤١ طالبًا وطالبةً من طلبة بكالوريوس التربية– تخصُّص الرياضيات الذين يُمثِّلون الطلبة جميعهم المُسجَّلين لمقرر طُرُق تدريس الرياضيات في فصل خريف ٢٠٢٣ للعام الأكاديمي ٢٠٢٢-٢٠٢٣، وتُمثِّل طُرُقُ تدريس الرياضيات أَحَدَ متطلبات الخطة الدراسية للطالب في تخصُّص الرياضيات.

منهجية الدراسة وأدواتها:

اتَّبعتِ الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحليلي الارتباطي الذي يعتمد إلى دراسة العلاقة الارتباطية بين المتغيرات الذي يمكن من خلاله التعرف إلى درجة واتجاه العلاقات الارتباطية. وتسعى الدراسة الحالية للكشف عن درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية وعلاقتها بمستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية، وتمثَّلت أدوات الدراسة الحالية في أداتَيْنِ هُمَا: اختبار مهارات النمذجة الرياضية، واختبار الاكتساب

المعرفي للمخرجات التعليمية في مُقرَّر طُرُق تدريس الرياضيات؛ يمكن استعراضهما على النحو التالي:

أوَّلًا: اختبار مهارات النمذجة الرياضية:

يهدُف اختبار مهارات النمذجة الرياضية لتحديد درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين من مهارات النمذجة الرياضية. ومن أجل بناء الاختبار؛ تم اتِّباع الخطوات الآتية:

- مراجعة الأدب التربوي المتعلق بالنمذجة الرياضية والاستفادة من الدراسات السابقة منها دراستَا كُلٍّ من (Blum, 2015؛ Blum & Borromeo Ferri, 2009) في بناء اختبار مهارات النمذجة الرياضية.
- تحديد مهارات النمذجة الرياضية التي سيتم بناء مفردات تقويمية لها، وهي سبع مهارات: (تحديد المشكلة الحقيقية- بناء النموذج الرياضي- صياغة المشكلة الرياضية- حل المشكلة الرياضية، تفسير الحل، التحقق من صحة النموذج الرياضي- استخدام النموذج للتوضيح أو التَّنبُّؤ أوِ اتخاذ قرار).
- وَضْع مُحدِّدات وصفية لكل مهارة من مهارات النمذجة الرياضية للبناء عليها في صياغة المفردات التقويمية.
- بناء المفردات التقويمية بناءً إلى الأدب النظري، ووفقًا للمُحدِّدات الوصفية لمهارات النمذجة الرياضية.
- بناء المفردات التقويمية لتشملَ التنوع بين الأسئلة الموضوعية (اختياري من متعدد)، والأسئلة المقالية (مشكلات حياتية)، ونوع المفردات والمستوى يُغطِّيان مهارات النمذجة الرياضية.
- وَضْع مقياس للتصحيح على النحو التالي:
  - نظرًا لأهمية كل مهارة من مهارات النمذجة الرياضية، وعدم أفضلية مهارة على أخرى؛ رُوعِيَ عند وضعِ نموذج إجابة الاختبار تخصيص درجات متساوية لكل مهارة.
  - تم تصحيح الأسئلة الموضوعية المُتضَمِّنَة أسئلة الاختيار من متعدد وأسئلة الاكمال؛ التي تتكون من ٨ مفردات، بواقع درجة واحدة لكل مفردة لِيَكُون مجموع الدرجات ٨ درجات؛ تتضمَّن هذه الأسئلة مواقف حياتية ورياضية فيُطْلَب من الطالب توظيفُ فَهْمِهِ لمهارات النمذجة الرياضية (تحديد المشكلة

الرياضية – تفسير الحل– التحقق من صحة النموذج الرياضي– استخدام النموذج للتوضيح أوِ التَّنبُّؤ أوِ اتخاذ قرار) للإجابة عن هذه الأسئلة.

- تم تصحيح الأسئلة المقالية المُتضَمِّنة مشكلات حياتية؛ فيُطلَب من الطالب حل مشكلتين حياتية باستخدام مهارات النمذجة الرياضية، بواقع ١٧ درجة لكل مشكلة بمجموع ٣٤ درجة، وجدول ٢ يوضح توزيع مواصفات الاختبار وتوزيع الدرجات.

جدول ٢: مواصفات اختبار مهارات النمذجة الرياضية

مهارات النمذجة الرياضية	درجات الأسئلة الموضوعية	درجات أسئلة حل المشكلات	الدرجة الكلية
تحديد المشكلة الحقيقية	٢	٤	٦
بناء النموذج	–	٦	٦
صياغة المشكلة الرياضية	–	٦	٦
حل المشكلة الرياضية	–	٦	٦
تفسير الحل	٢	٤	٦
التحقق من صحة النموذج الرياضي	٢	٤	٦
استخدام النموذج للتوضيح أوِ التَّنبُّؤ أوِ اتخاذ قرار	٢	٤	٦
مجموع الدرجات	٨	٣٤	٤٢
النِّسَب	%١٩.٠٥	٪٨٠.٩٥	٪١٠٠

- تحديد درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين من مهارات النمذجة الرياضية وفقًا لمقياس المدى؛ فقد جرى تحديد المستويات بناءً إلى المعادلة الآتية:

مدى درجة التمكن= (الدرجة النهائية – الدرجة الأقل) / عدد المستويات

مدى درجة التمكن = (٦–٠) /٣= ٢

- يتم تقسيم درجة التمكن (درجة مرتفعة؛ درجة متوسطة؛ درجة منخفضة) وفقًا للمعيار التالي وفقًا لما يوضِّحه جدول ٣:

جدول ٣: المعيار الإحصائي المُستخدَم لتحديد درجة التمكن في مهارات النمذجة الرياضية

درجة التمكن	المتوسط الحسابي
منخفضة	٢–٠
متوسطة	٤–٢,٠١
مرتفعة	٦–٤,٠١

- تم عرض الاختبار على المحكمين من أساتذة مناهج وطرق تدريس الرياضيات حيث تركزت الملاحظات على التعديل في بعض الصياغات للمفردات التقويمية، كما تم قياس ثبات الاختبار على عينة مكوَّنة من ٣٠ طالبًا وطالبةً؛ وقد بلغ معامل الاتِّساق الداخلي ألفا كرونباخ ٠.٧٦٥؛ ما يشير أنَّ الاختبار يتمتع بمستوى ثبات مقبول تربويًّا.

ثانيًا: اختبار الاكتساب المعرفي المخرجات التعليمية:

هدفُ اختبار الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية لتحديد مستوى تحصيل الطلبة المعرفي لمخرجات مقرر طُرُق تدريس الرياضيات، وتصنيف الطلبة إلى مستويات الاكتساب الثلاثة (مُرتفِعِي الاكتساب المعرفي؛ مُتوسِّطِي الاكتساب المعرفي؛ مُنخفِضِي الاكتساب المعرفي). ومن أجل بناء اختبار الاكتساب؛ تم اتِّباع الخطوات الآتية:

- مراجعة مخرجات تعلُّم مقرر طُرُق تدريس الرياضيات (كلية التربية، ٢٠٢٢) التي تركز على أَنْ يكون الطالب قادرًا على:
  - يُطوِّر المعارف والمفاهيم الأساسية بِطُرُق وأساليب تدريس الرياضيات وفقًا للاتجاهات الحديثة في تدريسها لاسِيَّما معايير مجلس NCTM.
  - يُخطِّط لتدريس وحدة دراسية في مناهج سلاسل كامبيردج للرياضيات وفق استراتيجيات وأساليب التدريس المعاصرة.
  - يُطوِّر معارفَهُ التخصصية لمفاهيم الإدارة الصفية وأساليبها وتحدياتها وعوامل نجاحها.
  - يتعرف إلى المفاهيم والممارسات الخاطئة في التدريس.
  - يُطبِّق المعارف والمهارات في تخطيط الدروس وتنفيذها وتقويمها.
  - يُوظِّف أدبيات المعرفة ومصادرها في إيجاد العلاقة بين طُرُق تدريس الرياضيات وعملية بناء المفاهيم الرياضية لدى الطلبة.
  - يُقدِّم تغذية راجعة عند متابعة أقرانِهِ في التدريس المُصَغَّر أو الخبرات الميدانية.
  - يُصَمِّمُ أساليب تقويم مناسبة ويُوظِّفها في تقييم نتائج التعلم والتعرف إلى الأخطاء المفاهيمية لدى الطلبة.
  - يُطَوِّر المهارات الإبداعية النقدية والتأملية ومهارات التفكير الرياضي (الجبري، والهندسي)، ويُوظِّفها في التدريس المُصَغَّر والممارسات الميدانية.

- يُوظِّف التقنية في مراحل العملية التدريسية المختلفة (تخطيط – تنفيذ – تقويم).
- يُنَمِّي اتجاهات ايجابية نحو مهنة التدريس.

- تحديد الأهداف العامة المستقاة من المخرجات التعليمية العامة التي تُمثِّل القاعدة التي سَتُبْنَى إليها مفردات الاختبار؛ تتحدد هذه الأهداف في الآتي:
  - اكتساب معارف وخبرات في مستويات التفكير الهندسي وتطبيقها في تصميم أنشطة الاكتشاف.
  - اكتساب معارف وخبرات في استراتيجيات التعليم المتمايز وتطبيقها في: دروس الأعداد والعمليات عليها– الجبر– الهندسة.
  - اكتساب معارف وخبرات في النمذجة الرياضية وتطبيقها في: دروس الأعداد والعمليات عليها– الجبر– الهندسة.
  - تطبيق النظرية البنائية في تصميم خبرات تعليمية لتدريس موضوعات من محاور الأعداد والعمليات عليها– الجبر– الهندسة.
  - تطبيق مستويات الفهم الجبري في تقديم المفاهيم الرياضية.
- تحليل المحتوى التربوي المرتبط بمخرجات التَّعلُّم السابقة المُتضمِّنَة للمحاضرات النظرية والأنشطة التطبيقية وأدوات التقويم.
- بناء المفردات التقويمية بناءً إلى: المحتوى النظري المُقدَّم للطالب؛ الأنشطة التطبيقية المُنفَّذة لتدريس هذا المحتوى؛ خبرات التدريس المُصغَّر المُوظِّفة للمحتوى.
- بناء المفردات التقويمية لِتَشملَ التنوع بين الأسئلة الموضوعية (اختياري من متعدد المُتضَمِّنة موضوعات: مستويات التفكير الهندسي– مهارات التمثيل الرياضي– أبعاد الجودة في التدريس– النظرية البنائية في التدريس) والأسئلة المقالية القصيرة المُتضمِّنة (تصنيف الخبرات التقويمية وفقًا لمستويات التفكير الهندسي؛ توظيف مبدأ الفهم في النظرية البنائية)، والأسئلة المقالية المُمتَدَّة (المُتضَمِّنة تصميم عَقْدِ تعلُّم ضِمْنَ استراتيجيات التعليم المتمايز–تصميم أنشطة تعليمية وفقًا للذكاءات التعليمية– حل مشكلات حياتية وفقًا لمهارات التنظيم والترجمة والنمذجة)؛ لِتُغَطِّيَ هذه الأسئلة مستويات الفهم والتطبيق والتحليل والتركيب وفقًا لمستويات بلوم.

- تم تصحيح الأسئلة الموضوعية المُتضَمِّنَة أسئلة الاختيار من متعدد؛ التي تتكون من ١٠ مفردات، بواقع درجة واحدة لكل مفردة لِيَكُون مجموع الدرجات ١٠ درجات، بينما تم تصحيح الأسئلة المقالية وفق دليل مُوحَّد للتصحيح خاص بكل مُكوِّن من مكونات الأسئلة بمجموع ٣٠ درجة، والجدول ٤ يوضح توزيع مواصفات الاختبار وتوزيع الدرجات.

جدول ٤: مواصفات اختبار الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية

محاور بناء الاختبار	محتوى أسئلة الاختبار		
	أسئلة موضوعية (مستوى الفهم)	الأسئلة المقالية القصيرة (مستوى التطبيق)	الأسئلة المقالية الممتدة (التحليل والتركيب)
عدد المفردات	١٠ مفردات	٣ مكوِّنات	مكوِّنان
مجموع الدرجات	١٠	١٥	١٥
مجموع الدرجات الكلي	٤٠ درجة		

- تم عرض الاختبار على المحكمين من أساتذة مناهج وطرق تدريس الرياضيات حيث تركزت الملاحظات على التعديل في محتوى بعض المفردات التقويمية لتنسجم مع مستويات التحليل والتركيب والتي تتطلب مستويات عليا في التفكير الرياضي، كما تم قياس ثبات الاختبار على عينة مكوَّنة من ٢٦ طالبًا وطالبةً؛ وقد بلغ معامل الاتِّساق الداخلي ألفا كرونباخ ٠.٧٠٨؛ ما يشير إلى أنَّ الاختبار يتمتع بمستوى ثبات مقبول تربويًّا.
- تم رَصْدُ درجات عينة الدراسة الحالية على اختبار الاكتساب المعرفي في مقرر طُرُق تدريس الرياضيات وترتيبها تنازليًّا، وبناءً إليه؛ تم تقسيم المستوى الأكاديمي للطلبة على النحو الآتي:
  - أعلى ٣٣٪ من الدرجات تُمثِّل درجات الطلبة مُرتَفِعِي الاكتساب المعرفي.
  - أدنى ٣٣٪ من الدرجات تُمثِّل درجات الطلبة مُنخَفِضِي الاكتساب المعرفي.
  - درجات الطلبة المحصورة بين درجات الطلبة مُرتَفِعِي الاكتساب المعرفي، ومُنخَفِضِي الاكتساب المعرفي تُمثِّل درجات الطلبة مُتوسِّطَي الاكتساب المعرفي.

التحليل الإحصائي لنتائج الدراسة الحالية:

ينصُّ السؤال الأول على الآتي: ما درجةُ تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية؟

أظهرتِ النتائجُ أنَّ المتوسط العام لدرجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية جاء بدرجة مرتفعة، وأظهرتِ النتائجُ تَدَرُّجَ درجات التمكن في مهارات النمذجة الرياضية فقد تم رَصْدُ درجة مرتفعة للمهارات الأولى للنمذجة (تحديد المشكلة الحقيقية– بناء النموذج، صياغة المشكلة الرياضية)، في حين إنَّ درجة تَمَكُّن المهارات الأخرى (حل المشكلة الرياضية– تفسير الحل– التحقق من صحة النموذج الرياضي، واستخدام النموذج للتوضيح أوِ التَّنبُّؤ أوِ اتخاذ قرار) جاءت بدرجة متوسطة؛ وفقًا لما هو موضَّح في الجدول ٥.

جدول ٥: درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين من مهارات النمذجة الرياضية وفقًا للمتوسطات الحسابية

مهارات النمذجة الرياضية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة التمكن
تحديد المشكلة الحقيقية	٥.٢٦٨٣	٠.٧٤٢٤	مرتفعة
بناء النموذج	٥.٨١٧١	٠.٤٩٦٩	مرتفعة
صياغة المشكلة الرياضية	٥.٦٧٠٧	٠.٦٢٨٦	مرتفعة
حل المشكلة الرياضية	٢.٨٤١٥	١.٣٤٣٧	متوسطة
تفسير الحل	٣.٠٣٦٦	١.٦٧٤٨	متوسطة
التحقق من صحة النموذج الرياضي	٢.٤٣٩٠	١.٥٤٩٩	متوسطة
استخدام النموذج للتوضيح أوِ التَّنبُّؤ أوِ اتخاذ قرار	٤.٠٠٠٠	١.٤٤٩١	متوسطة
المتوسط العام لدرجات الاختبار	٤.١٥٣٣	٠.٨١٤٣	مرتفعة

***الدرجة الكلية لكل مهارة ٦، الدرجة الكلية للاختبار ٤٠ درجة، ومتوسط درجات الطلبة المعلمين ٢٩.٠٧**

ينصُّ السؤال الثاني من أسئلة الدراسة الحالية على الآتي:

ما العلاقة الارتباطية بين تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية واكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية؟

تم حساب معامل ارتباط بيرسون لتحديد العلاقة الارتباطية بين تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية واكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية؛ يُبَيِّن الجدول ٦ هذه النتائج.

جدول ٦: معامل ارتباط بيرسون بين درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين من مهارات النمذجة الرياضية ومستويات اكتسابهم المعرفي

العلاقة الارتباطية بين:	معامل ارتباط بيرسون	القيمة الاحتمالية
تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية واكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية	٠.٥٣١	٠.٠٠٠*

*دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى ٠.٠١

أظهرتِ النتائجُ أنَّه تُوْجَدُ علاقة ارتباطية موجبة دالة إحصائيًّا بين درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية واكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية.

ينصُّ السؤال الثالث من أسئلة الدراسة الحالية على الآتي: هل يختلف أداء الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات في مهارات النمذجة الرياضية باختلاف مستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)؟

يندرج تحت هذا السؤال العام السؤالان الفرعيَّان الآتيان:

- **هل تختلف أداءات الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية على المستوى العام بمستويات اكتسابهم المعرفي المختلفة للمخرجات التعليمية (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)؟**
- **هل تختلف أداءات الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات في كل مهارة من مهارات النمذجة الرياضية بمستويات اكتسابهم المعرفي المختلفة للمخرجات التعليمية (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)؟**

يُبَيِّنُ الجدول ٧ المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستويات الاكتساب المعرفي في مقرر طُرُق تدريس الرياضيات الثلاثة (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض) لدى الطلبة المعلمين.

جدول ٧: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستويات الاكتساب المعرفي لدى الطلبة المعلمين

المستوى	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
مرتفع	١٣	٣٣,٣٥	١,٧٥
متوسط	١٥	٢٩,٧٥	١,٠٢
منخفض	١٣	٢٥,٩٢	١,٧١

*الدرجة الكلية للاختبار ٤٠ درجة

يوضح الجدول السابق تَدَرُّجَ المتوسطات الحسابية لأداء الطلبة المعلمين على اختبار الاكتساب المعرفي في مقرر طُرُق تدريس الرياضيات بتَدَرُّج مستويات الاكتساب (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)؛ فقد حَقَّقَ الطلبة مُرتفِعُو الاكتساب المعرفي أعلى متوسط (٣٣.٣٥)، يليهم الطلبة مُتوسِّطُو الاكتساب (٢٩.٧٥)، ثم الطلبة مُنخفِضُو الاكتساب (٢٥.٩٢).

للإجابة عنِ السؤال الفرعي الأول: هل تختلف أداءات الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات من مهارات النمذجة الرياضية على المستوى العام بمستويات اكتسابهم المعرفي المختلفة للمخرجات التعليمية (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)؟ تم استخدام تحليل التباين الأحادي (One Way Anova) وذلك للكشف عنِ الفروق في أداء الطلبة المعلمين على اختبار مهارات النمذجة الرياضية حسب مستويات اكتسابهم المعرفي (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)؛ يوضح الجدول ٨ هذه النتائج.

جدول٨: تحليل التباين الأحادي (One Way Anova) لأداء الطلبة المعلمين على اختبار مهارات النمذجة الرياضية حسب مستويات اكتسابهم المعرفي

مصدر التباين	مجموع مربعات الانحرافات	درجات الحرية	متوسطات مربعات الانحرافات	قيمة ف	القيمة الاحتمالية
بين المجموعات	٢٦١,٩٥٠	٢	١٣٠,٩٧٥	٤,٧٩٦	٠,٠١٤
داخل المجموعات	١٠٣٧,٨٣١	٨٣	٢٧,٣١١		
المجموع	١٢٩٩,٧٨٠	٤٠			

تشير قيمة ف المحسوبة في الجدول السابق إلى أنَّ هناك فروقًا ذات دلالة إحصائية لأداء الطلبة المعلمين على اختبار مهارات النمذجة الرياضية تُعْزَى لاكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية، أَيْ أنَّ أداءاتهم تختلف بمستويات اكتسابهم المعرفي المختلفة (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض). وكَيْ يتم تحديد مصادر هذه الفروق الدالة إحصائيًّا؛ استُخدِمَ اختبار شافيه للفروقات الثنائية البعدية (Scheffe Test)، ويُبَيِّن الجدول ٩ الدلالات الإحصائية للفروق بين مستويات التحصيل.

جدول ٩: الفروق الثنائية البعدية بين مستويات الاكتساب المعرفي ودلالاتها الإحصائية حسب اختبار شافيه

المستوى والمتوسط الحسابي	مرتفع (٣٣.٣٥)	متوسط (٢٩.٧٥)	منخفض (٢٥.٩٢)
مرتفع (٣٣.٣٥)	–	١.٤٠٠	٦.٠٣٨*
متوسط (٢٩.٧٥)	–	–	٤.٦٣٨
منخفض (٢٥.٩٢)	–	–	–

*ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥

يُبَيِّنُ الجدولُ السابق وجودَ فروق ذات دلالة إحصائية بين أداء الطلبة مُرتفِعِي الاكتساب المعرفي وأداء الطلبة مُنخفِضِي الاكتساب المعرفي لصالح الطلبة مُرتفِعِي الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية، ويُبَيِّن الجدولُ عدمَ وجود فروق دالة إحصائيًّا بين الطلبة مُرتفِعِي التحصيل ومُتوسِّطِي التحصيل؛ وأداء الطلبة مُتوسِّطِي التحصيل وأداء الطلبة مُنخفِضِي التحصيل في أداءاتهم على اختبار مهارات النمذجة الرياضية.

وللإجابة عنِ السؤال الفرعي الثاني " هل تختلف أداءات الطلبة المعلمين في تخصُّص الرياضيات في كل مهارة من مهارات النمذجة الرياضية بمستويات اكتسابهم المعرفي المختلفة للمخرجات التعليمية (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)؟ تم استخدام تحليل التباين الأحادي (One Way Anova) وذلك للكشف عن الفروق في أداء الطلبة المعلمين على كل مهارة من مهارات النمذجة الرياضية حسب مستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)، ويوضح الجدول ١٠ هذه النتائج.

جدول ١٠: تحليل التباين الأحادي(One Way Anova) لأداء الطلبة المعلمين على كل مهارة من مهارات النمذجة الرياضية حسب مستويات اكتسابهم المعرفي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة ف	القيمة الاحتمالية
مهارة تحديد المشكلة الحقيقية					
بين المجموعات	٠,٤٦٩	٢	٠,٢٣٥	٠,٤١٣	٠,٦٦٤
داخل المجموعات	٢١,٥٧٩	٣٨	٠,٥٦٨		
المجموع	٢٢,٠٤٩	٤٠			
مهارة بناء النموذج					
بين المجموعات	١,٥٤٧	2	٠,٧٧٤	٣,٥٢٩	٠,٠٣٩
داخل المجموعات	٨,٣٣١	٣٨	٠,٢١٩		
المجموع	٩,٨٧٨	٤٠			
مهارة صياغة المشكلة الرياضية					
بين المجموعات	٢,٦٢٨	2	١,٣١٤	٣,٧٨٩	٠,٠٣٢
داخل المجموعات	١٣,١٧٧	٣٨	٠,٣٤٧		
المجموع	١٥,٨٠٥	٤٠			
مهارة حل المشكلة الرياضية					
بين المجموعات	١٣,٧٥٨	2	٦,٨٧٩	٤,٤٧١	٠,٠١٨
داخل المجموعات	٥٨,٤٦٢	٣٨	١,٥٣٨		
المجموع	٧٢,٢٢٠	٤٠			
مهارة تفسير الحل					
بين المجموعات	٢١,١٩٣	2	١٠,٥٩٦	٤,٤٢٥	٠,٠١٩
داخل	٩١,٠٠٣	٣٨	٢,٣٩٥		

المجموعات					
المجموع	١١٢,١٩٥	٤٠			
مهارة التحقق من صحة النموذج الرياضي					
بين المجموعات	٦,٧٠٣	2	٣,٣٥١	١,٤٢٥	٠,٢٥٣
داخل المجموعات	٨٩,٣٩٥	٣٨	٢,٣٥٢		
المجموع	٩٦,٠٩٨	٤٠			
مهارة استخدام النموذج للتوضيح أو التَّنبُؤ أو اتخاذ قرار					
بين المجموعات	٧,٦٤٤	2	٣,٨٢٢	١,٩٠٢	٠,١٦٣
داخل المجموعات	٧٦,٣٥٦	٣٨	٢,٠٠٩		
المجموع	٨٤,٠٠٠	٤٠			

تشير قيمة ف المحسوبة في الجدول السابق إلى أنَّ هناك فروقًا ذات دلالة إحصائية لأداء الطلبة المعلمين على مهارات النمذجة الرياضية (بناء النموذج الرياضي– صياغة المشكلة الرياضية– حل المشكل الرياضية–تفسير الحل) تُعْزَى لاكتسابهم المعرفي، أَيْ أنَّ أداءاتهم تختلف بمستويات اكتسابهم المعرفي المختلفة (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض). وأظهرتِ النتائجُ عدمَ وجود فروق ذات دلالة إحصائية لأداء الطلبة المعلمين على مهارات النمذجة الرياضية (تحديد المشكلة الحقيقية – التحقق من صحة النموذج الرياضي– استخدام النموذج للتوضيح أوِ التَّنبُؤ أوِ اتخاذ القرار) تُعْزَى لاكتسابهم المعرفي، وكَيْ يتم تحديد مصادر الفروق الدالة إحصائيًا؛ استُخدِم اختبار شافيه للفروقات الثنائية البعدية (Scheffe Test)، ويُبَيِّنُ الجدول ١١ الدلالات الإحصائية للفروق بين مستويات الاكتساب المعرفي.

جدول ١١: الفروق الثنائية البعدية بين مستويات الاكتساب المعرفي ودلالاتها الإحصائية حسب اختبار شافيه

المستوى والمتوسط الحسابي	مرتفع (٣٣.٣٥)	متوسط (٢٩.٧٥)	منخفض (٢٥.٩٢)
مهارة صياغة المشكلة الرياضية			
مرتفع (٣٣.٣٥)	–	٠.١٣٠٨	٠.٤٦١٥
متوسط (٢٩.٧٥)	–	–	*٠.٥٩٢٣
مهارة حل المشكلة			
مرتفع (٣٣.٣٥)	–	٠.٤٦١٥	*١.٤٢٣١
متوسط (٢٩.٧٥)	–	–	٠.٩٦١٥
مهارة تفسير الحل			
مرتفع (٣٣.٣٥)	–	٠.٣٢٥٦	*١.٦٩٢٣
متوسط (٢٩.٧٥)	–	–	١.٣٦٢٣

*ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥

يُبَيِّنُ الجدولُ السابق وجودَ فروق دالة إحصائيًّا بين أداء الطلبة متوسِّطَي الاكتساب المعرفي وأداء الطلبة مُنخفِضِي الاكتساب المعرفي في مهارة صياغة المشكلة الرياضية. ويُبَيِّنُ الجدولُ وجودَ فروق ذات دلالة إحصائية بين أداء الطلبة مُرتفِعِي الاكتساب المعرفي وأداء الطلبة مُنخفِضِي الاكتساب المعرفي في مهارتَيْ حل المسألة الرياضية وتفسير الحل لصالح الطلبة مُرتفِعِي الاكتساب المعرفي عند مستوى دلالة ٠.٠٥.

تفسير النتائج ومناقشتها:

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أنَّ درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين من مهارات النمذجة الرياضية هي بدرجة مرتفعة في المستوى العام للمهارات وعلى مستوى المهارات الأولى (تحديد المشكلة الحقيقية- بناء النموذج، صياغة المشكلة الرياضية)؛ ما يشير لاكتساب جيد لمهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة المعلمين المشاركين في الدراسة الحالية؛ بمعنى أنَّ لديهم القدرة على تعريف المشكلة الحياتية بوضوح وتحديد المتغيرات والعلاقات التي تُشكِّل أساس المشكلة، فضلًا عن قدراتهم على ترجمة المعطيات والفرضيات المُحدَّدة إلى معادلات رياضية تعكس العلاقات بين المتغيرات المختلفة. هذه المعادلات تُوفِّر تمثيلًا رياضيًّا للمشكلة؛ ما يُسهِّل تحليلها وحلها باستخدام الأساليب الرياضية. وتشير النتائجُ أنَّ درجة تَمَكُّن المهارات الأخرى (حل المشكلة الرياضية- تفسير الحل- التحقق من صحة النموذج الرياضي، واستخدام النموذج للتوضيح أوِ التَّنبُّؤ أوِ اتخاذ قرار) هي بدرجة متوسطة؛ وقد يُعْزَى ذلك لما تتطلبه هذه المهارات من قدرات عُليا من المهارات الأولى بِعَدِّ تبسيط المعادلات الرياضية لتسهيل حلها واستخدام الأساليب الرياضية وتحليل النتائج ومقارنتها لفهمِ كيفية تأثير المتغيرات على بعضها داخل النموذج، وتعديل النموذج وتطويره واستخدامه لتوقُّع التغيير في الموقف الحياتي بناءً إلى التعديل المُدخَل على النموذج هي قدرات تحتاج لمزيدٍ من التدريب والتطبيق ومعايشة خبرات متنوعة ليتمَّ صقلُها وتعزيزها ورفع مستوى الكفاءة فيها. وقد يُعْزَى السبب لتركيز الطلبة على الخطوات الأولى لحل المشكلة الحياتية وتجاهُل خطوات التأكد من صحة النموذج الرياضي وإعادة رَبْطِ الحل وتفسيره بسياق المشكلة. وتتَّفِق هذه النتائج مع دراسة غبوشي (٢٠٢٣) التي أظهرت درجة متوسطة في مهارات النمذجة الرياضية لدى طلبة تخصُّص الرياضيات خاصَّةً مهارة تحديد المشكلة الحقيقية وفهمها. في حين إنَّ مهارات (التحقق من صحة النموذج وتفسير الحل) حصلت على أقل الدرجات وأكَّدتِ الدراسةُ الحالية على عوامل مرتبطة بمحدودية الخبرة وضعف القدرة على رَبْطِ المتغيرات ببعضها، والتركيز

على الوصول للحل السريع للمشكلة؛ ما يَحُدُّ من تأكُّدهم من صحة الحل، وتتَّفِق هذه النتيجة مع نتائج دراسات أخرى كدراسة (أبو عقيل، ٢٠٢١).

وأظهرتِ النتائجُ وجودَ علاقة موجبة دالة إحصائيًّا بين تَمَكُّن الطلبة من مهارات النمذجة الرياضية ومستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية، وأظهرتِ النتائجُ وجودَ فروق دالَّةٍ إحصائيًّا في تَمَكُّن الطلبة من مهارات النمذجة الرياضية بين الطلبة مُرتَفِعِي الاكتساب المعرفي ومُنخَفِضِي الاكتساب المعرفي للمخرجات التعليمية. هذه النتائج قد تشير إلى أنَّ الطلبة مُرتَفِعِي الاكتساب المعرفي لديهم فهمٌ عميق للمفاهيم والمعارف والمهارات الرياضية التي تُستخدَم في النمذجة كالجبر، والتفاضل والتكامل، والإحصاء، والاحتمالات، وإنَّ لديهم القدرة على تحليل المشكلات وتبسيطها وتطوير استراتيجيات فعالة لحلِّها باستخدام النماذج الرياضية، وعلى توضيح الأفكار المعقدة وتفسير النتائج الرياضية بوضوح ودقة. وإنَّه قد يشير إلى أنَّ الطلبة الذين يمتلكون مهارات النمذجة الرياضية يُحقِّقون أداءً أفضل في التعامل مع المسائل الرياضية؛ ما يعكس فعالية النمذجة الرياضية بِعَدِّها أداةً تعليمية لِتُحَسِّنَ نواتج التعلم، وهذا ما أكَّدته دراسات كُلٍّ من (توبة وصالحة، ٢٠١٤؛ عبوشي، ٢٠٢٣؛ عدنان والخمايسة، ٢٠٢٣) هذه العلاقة الارتباطية بين مستوى الاكتساب المعرفي والتمكن من مهارات النمذجة الرياضية تشير لطبيعة تعلُّم الرياضيات القائمة إلى التركيز على المخرجات التعليمية التي تُعَزِّزُ مهارات التفكير وحل المشكلات والتحليل. فالنمذجة الرياضية تتطلب فَهْمًا عميقًا للمفاهيم والمهارات الرياضية الأساسية، والطلبة الذين يمتلكون مهارات النمذجة الرياضية يَكُون لديهم أساسٌ قويٌّ يُمكِّنُهم من تطبيق المعارف الرياضية في سياقات جديدة. وإنَّ النمذجة الرياضية تُعَزِّزُ مهاراتَي التفكير التحليلية والنقدية اللَّتَيْنِ هُمَا مهارتان مرتبطتان بالتفكير الرياضي ومُهِمَّتَان في تعزيز الاكتساب المعرفي. فضلًا عن ذلك فإنَّ النمذجة الرياضية تجمع بين المعارف النظرية والتطبيقية؛ ما يُعَزِّزُ الاكتساب المعرفي لنواتج التعلم وهذا ما أكَّدته دراسة (Geiger et al., 2018).

وأظهرتِ النتائجُ أنَّ أداءاتِ الطلبة المعلمين على مهارات النمذجة الرياضية (بناء النموذج الرياضي–صياغة المشكلة الرياضية– حل المشكلة الرياضية– تفسير الحل) تختلف بمستويات اكتسابهم المعرفي المختلفة (مرتفع؛ متوسط؛ منخفض)، وأظهرتِ النتائجُ عدمَ وجود فروق ذات دلالة إحصائية لأداء الطلبة المعلمين على مهارات النمذجة الرياضية (تحديد المشكلة الحقيقية– التحقق من صحة النموذج الرياضي– استخدام النموذج للتوضيح أوِ التَّنبُّؤ أوِ اتخاذ القرار) تُعْزَى لاكتسابهم المعرفي. وقد يُعْزَى ذلك لطبيعة المفردات التقويمية التي ركزت على حل مشكلات حياتية مُتَتَبِّعًا خطواتِ النمذجة الرياضية جميعها؛ فالخطواتُ التي تُركِّز على صياغة

المشكلة الرياضية وبناء النموذج وحل المشكلة تعتمد إلى قدرات الطلبة المتمايزة في بناء النموذج وتقديم تفسيرات منطقية ومعقولة، وهذه الخطوات تُظهِرُ التباين في الخبرات والمعارف بين الطلبة في استجاباتهم لأسئلة النمذجة الرياضية المُعتَمِدَة إلى حل مشكلة تطبيقية.

وإنَّ مهارات النمذجة المُعتَمِدَة إلى تحديد المشكلة الحياتية لم تُظهِرْ فروقًا دالة إحصائيًّا بين الطلبة بمستويات اكتسابهم المعرفي المختلفة، وقد يُعْزَى ذلك إلى أنَّ معظم الطلبة طبَّقُوا هذه المهارة التي هي المهارة الأولى للنمذجة الرياضية بشكل جيد لاعتمادها إلى مهارات مُكتَسَبَة لديهم سابقًا؛ كتحليل المعطيات، وتحديد المتغيرات، والعلاقات المُضَمَّنَة، وتحديد المطلوب؛ في حين إنَّ استجابة معظم الطلبة على مهارات التحقق من صحة النموذج واستخدام النموذج للتوضيح والتَّنبُؤ هي استجابات محدودة لعدم تطبيقها من قبل الطلبة في حل المشكلات الرياضية والاكتفاء بالوصول لحل المشكلة من دون التحقق من الحل ومن دون التعمق في تطوير النموذج، وهذه الممارسة متقاربة في التطبيق بين الطلبة من المستويات المختلفة في الاكتساب المعرفي، وما أكَّدته النتائجُ من درجة تَمَكُّن متوسطة لهذه المهارات، وما أكَّدته نتائجُ بعض الدراسات كدراسة (الياسين والخصاونة ،٢٠١٨) التي أظهرت أنَّ مهارةَ صياغة المشكلة وفهمَ الموقف وتفسيرَه والتحقق بالعودة للموقف الأصلي هي من المهارات التي أظهرت مستوًى مُتَدَنٍ من التطبيق لدى مُعلِّمِي الرياضيات.

توصيات الدراسة ومقترحاتها البحثية:

بحثتِ الدراسةُ الحالية في تقصِّي درجة تَمَكُّن الطلبة المعلمين من مهارات النمذجة الرياضية وعلاقتها بمستويات اكتسابهم المعرفي للمخرجات التعليمية؛ وخلُصتِ الدراسةُ الحالية بمجموعة من التوصيات:

- تعزيز مهارات الطلبة المعلمين في النمذجة الرياضية لِيَتِمَّ التركيز على المهارات جميعها وفق محتوى مُنَظَّم متكامل ضِمْنَ برنامج إعداد معلم الرياضيات.
- عمل ورش تدريبية للطلبة المعلمين في مهارات النمذجة الرياضية واستراتيجية تعزيزها بالتعلم المُنظَّم ذاتيًّا.
- إجراء دراسات لتقييم مهارات حل المشكلات الرياضية وفقًا لمدى الاكتساب لمهارات النمذجة الرياضية.
- إجراء دراسات تَتَبُّعِيَّة للطلبة المعلمين لتقصِّي الاختلاف في مهارات النمذجة الرياضية وفقًا لمتغيرات أخرى.

المراجع

أبو عقيل، إبراهيم إبراهيم. (٢٠٢١). تحليل مهارات التفكير فوق المعرفي أثناء عمليات النمذجة الرياضية في بيئة تكنولوجية لدى طالب– معلم الرياضيات في جامعة الخليل. *مجلة اتحاد الجامعات العربية للتربية وعلم النفس، ١٩* (٣).

أبو مزيد، مبارك مبارك. (٢٠١٢). *أثر استخدام النمذجة الرياضية في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طلبة الصف السادس الأساسي بمحافظات غزة*. رسالة ماجستير غير منشورة. مُسترجَع من www.manaraa.com

توبة، رباب أحمد؛ صالحة، سهيل حسين. (٢٠٢٤). *أثر استخدام استراتيجية النمذجة الرياضية على استيعاب المفاهيم الرياضية وحل المسألة الرياضية لدى طلبة الصف السابع الأساسي في وحدة القياس* (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة النجاح الوطنية، نبلس. مُسترجَع من http://search.mandumah.com/Record/1226413

جريش، منى فرحات؛ البعلي، رانيا سعد. (٢٠١٨). فعالية النمذجة الرياضية في تنمية القدرة على التفكير الإبداعي لدى التلاميذ ذوي صعوبات تعلُّم الحساب. *مجلة كلية التربية. بنها*، ٢٩ (١١٥ يوليو ج ١)، ١–٣٧.

الحبيب، محمد إبراهيم؛ الحربي، عبيد مزعل (٢٠٢١). استراتيجية مقترحة قائمة على النمذجة الرياضية، وفاعليتها في تنمية الثقافة العددية لطلاب المرحلة الابتدائية. *مجلة كلية التربية. بنها*، ٣٢ (١٢٨)، ٣٥٣–٣٩٦.

الحجرية، فاطمة؛ الحوسنية، خولة؛ البدرية، سلامة؛ أمبوسعيدي، عبدالله (٢٠٢٢). مدى تحقُّق مبادئ تصميم مَنْحَى التَّعلُّم الثلاثي في مُقرَّر التدريب الميداني لدى الطلبة المعلمين من تخصُّصَي العلوم والرياضيات بكلية التربية/ جامعة السُّلطان قابوس. *المجلة الأردنية في العلوم التربوية، ١٨* ، ٤: ٧٧٣ –٧٩٠.

حمادي، صباح سعيد. (٢٠١٦). أثر أسلوب النمذجة الرياضية في حل المشكلات التطبيقية لدى طلاب الصف الثاني المتوسط في الرياضيات. *مجلة الأستاذ* ٢١٧ (٢).

العابد، عدنان؛ الخمايسة، عبدالله. (٢٠٢٣). أثرُ استراتيجية قائمة على النمذجة الرياضية لدى طلبة الصف العاشر الأساسي مُختلِفي الأساليب المعرفية في حلهم المسألة الرياضية. *Dirasat: Educational Sciences*, ٥٠(2-S1), 256-270.

عبوشي، مصعب. (٢٠٢٣). مدى امتلاك طلبة قسم الرياضيات في جامعة فلسطين التقنية-خضوري لمهارات النمذجة الرياضية وعلاقتها بتصوراتهم نحوها. *مجلة جامعة فلسطين التقنية للأبحاث*، ١١ (٣)، ٢٦-٤٦.

الفاخري، سالم عبدالله. (٢٠١٨). *التحصيل الدراسي*. مركز الكتاب الأكاديمي مُستخلَص من https://books.google.com

كلية التربية (قسم المناهج والتدريس). (٢٠٢٣). *المقررات الدراسية*. جامعة السلطان قابوس. مُسترجَع من https://www.squ.edu.om/education-ar

مخالفة، آلاء إبراهيم. (٢٠٢٣). *أثَر استخدام استراتيجية النمذجة الرياضية في اكتساب التعميمات الرياضية وتنمية مهارات التفكير الناقد لدى طلبة الصف التاسع الأساسي في مديرية نابلس*. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح الوطنية.

الوهيبي، سالم سعيد؛ الحدابي، داوود عبد الملك؛ الحديدي، محمد راشد. (٢٠٢١). تنمية معرفة مُعلِّمي الرياضيات بطبيعة النمذجة الرياضية في التعليم ما بعد الأساسي (١١-١٢) بسلطنة عُمَان. *مسالك التربية والتكوين*، ٤ (٢)، ١-١٦.

الوهيبي، سالم سعيد؛ الحدابي، داود عبد الملك؛ الحديدي، محمد راشد. (٢٠٢٢). مدى تحقُّق مفهوم النمذجة الرياضية في محتوى منهاج الرياضيات للصف الحادي عشر بسلطنة عُمَان. *Revue Marocaine de l'Évaluation et de la Recherche Educative*، ٧ (٧)، ١٦٥-١٨٠.

الياسين، محمد منصور؛ خصاونه، أمل عبدالله. (٢٠١٨). العلاقة بين تصوُّرات مُعلِّمي الرياضيات للنمذجة الرياضية وكفاءتهم الذاتية في مهارات النمذجة. *مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية*، ٨ (٢٣).

Al-Harthi, A. S., Hammad, W., Al-Seyabi, F., Al-Najjar, N., Al-Balushi, S., & Emam, M. (2022). Evaluating the effectiveness of teacher education in Oman: a multiple case study of multiple stakeholders. *Quality Assurance in Education, 30*(4), 477-494.

Asempapa, R. S. (2023). Mathematical modeling: Essential for elementary and middle school students. *Journal of Mathematics Education*, *8*(1), 16-29.

Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do?. In *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education: Intellectual and*

attitudinal challenges (pp. 73-96). Springer International Publishing.

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt. *Journal of mathematical modelling and application*, *1*(1), 45-58.

Cevikbas, M., Kaiser, G., & Schukajlow, S. (2022). A systematic literature review of the current discussion on mathematical modelling competencies: State-of-the-art developments in conceptualizing, measuring, and fostering. *Educational Studies in Mathematics*, *109*(2), 205-236.

College of Education (2024). The Official Website. Retrieved From https://www.squ.edu.om/education/Latest-News/ArticleID/2170

Geiger, V., Mulligan, J., Date-Huxtable, L., Ahlip, R., Jones, D. H., May, E. J., ... & Wright, I. (2018). An interdisciplinary approach to designing online learning: Fostering pre-service mathematics teachers' capabilities in mathematical modelling. *ZDM*, *50*, 217-232.

Gürel, Z. Ç. (2023). Teaching mathematical modeling in the classroom: Analyzing the scaffolding methods of teachers. *Teaching and Teacher Education*, *132*, 104253.

Jankvist, U. T., & Niss, M. (2020). Upper secondary school students' difficulties with mathematical modelling. *International Journal of mathematical education in science and technology*, *51*(4), 467-496.

Kaiser, G. (2020). Mathematical modelling and applications in education. *Encyclopedia of mathematics education*, 553-561.

Manouchehri, A. (2017). Implementing mathematical modelling: The challenge of teacher educating. *Mathematical modelling and applications: Crossing and researching boundaries in mathematics education*, 421-432.

National Council of Teachers of Mathematics. (2014). Principles to actions: Ensuring mathematical success for all. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). NCTM Principals & Standards for Mathematics. Reston, VA: Author.

Özdemir, E., & Üzel, D. (2012). Student opinions on teaching based on mathematical modelling. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *55*, 1207-1214.

The Mastery Degree of Mathematics Student-Teachers in Mathematical Modeling Skills and its Relationship to their Levels of Cognitive Acquisition of Educational Outcomes

By
Khawla Zaher Al Hosnia,PhD
Assistant Professor of Mathematics Curriculum
College of Education, Sultan Qaboos University
k.alhosni@squ.edu.om

Abstract: The current study aimed to investigate the level of proficiency in mathematical modeling skills among student teachers specializing in mathematics and to determine the correlation between their proficiency in these skills and their cognitive acquisition levels of educational outcomes. Additionally, the study examined differences in students' performance in the mathematical modeling skills test across various cognitive acquisition levels of educational outcomes. The study utilized two primary instruments: a mathematical modeling skills test and a cognitive acquisition test for educational outcomes. These instruments were administered to 41 students from the College of Education at Sultan Qaboos University for 2022-2023. The results indicated a high level of proficiency in mathematical modeling skills among student teachers overall, as well as specifically in the initial skills (identifying the real problem, building the model, and formulating the mathematical problem). The findings also revealed a statistically significant positive correlation between students' proficiency in mathematical modeling skills and their cognitive acquisition levels of educational outcomes. Furthermore, there were statistically significant differences in student teachers' performance on the mathematical modeling skills (building the mathematical model, formulating the mathematical problem, solving the mathematical problem, and interpreting the solution) attributed to their cognitive acquisition levels (high, medium, low). However, the results showed no statistically significant differences in identifying the real problem, verifying the validity of the mathematical model, and using the model. The study concluded with several recommendations emphasizing the importance of enhancing student teachers' mathematical modeling skills within the mathematics teacher preparation program.

Keywords: mathematical modeling skills, cognitive acquisition, educational outcomes, student teachers.