Dirasat: Educational Sciences, Volume 47, No. 4, 2020

Deanship of Scientific Research

The Relationship between Creative Thinking in Mathematics and Mathematical Modeling among University Students

Batoul M.Al-Eisa[1], Mamoun M.Al-Shunnaq[2], Eid M.Kana'an[3]

[1] Ministry of Education, Irbid, Jordan.

[2, 3] School of Education, Yarmouk University, Jordan.

Received: 10/10/2019
Revised: 1/3/2020
Accepted: 21/4/2020
Published: 1/12/2020

Citation: Al-Eisa, B. M., Al-Shunnaq, M. M., & Kana'an, E. M. (2020). The Relationship between Creative Thinking in Mathematics and Mathematical Modeling among University Students. *Dirasat: Educational Sciences*, 47(4), 391–407. Retrieved from https://dsr.ju.edu.jo/djournals/index.php/Edu/article/view/2511

Abstract

The study aimed to reveal the relationship between creative thinking in mathematics and mathematical modeling among university students. The sample consisted of (120) mathematics and engineering students from Yarmouk University and Jordan Science and Technology University during the summer semester of 2018/2019 academic year, who were selected by cluster sample method. Creative thinking in mathematics and mathematical modeling tests were used. The results showed that the creative thinking in mathematics and mathematical modeling levels among students was moderate. The results also showed a significant differences in mathematical modeling due to the specialization variable in favor of engineering students, while showed no differences due to gender. It also showed no differences in creative thinking in mathematics due to gender and specialization variables. Moreover, the results showed a strong positive correlations between creative thinking in mathematics and mathematical modeling. According to these findings, the study recommended that students should be given the opportunity to practice creative thinking and mathematical modeling and skills through enriching school curricula and university courses with activities and tasks rich in life situations that require mathematical modeling.

Keywords: Creative thinking in mathematics, mathematical modeling, university students.

العلاقة بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين

بتول محمد العيسى[1]، مأمون محمد الشناق[2]، عيد محمد كنعان[3]

[1]وزارة التربية والتعليم، إربد، الأردن

[2]، [3] كلية التربية، جامعة اليرموك، الأردن

ملخّص

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن طبيعة العلاقة بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين. وتكونت عينتها من (120) طالبًا وطالبة من طلبة الرياضيات والهندسة في جامعتي اليرموك والعلوم والتكنولوجيا في الأردن خلال الفصل الصيفي من العام الدراسي 2019/2018. وتمثلت أدواتها في اختباري التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية. وبينت نتائجها أن حوالي ثلاثة أرباع الطلبة (76.66%) لم يتجاوزوا المستوى (1) من التفكير الإبداعي في الرياضيات، كما أن مستوى النمذجة الرياضية لديهم كان متوسطًا. وأظهرت نتائجها عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في التفكير الإبداعي في الرياضيات لدى الطلبة تعزى إلى متغيري الجنس والتخصص، ووجود فروق في النمذجة الرياضية تعزى إلى متغير التخصص لصالح طلبة كلية الهندسة. وأشارت نتائجها إلى وجود علاقة ارتباطية طردية قوية دالة إحصائيًا بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية. وفي ضوء هذه النتائج، أوصت الدراسة بضرورة إتاحة الفرصة للطلبة لممارسة التفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية من خلال إثراء المناهج المدرسية والمساقات الجامعية بالنشاطات والمهمات الثرية بالمواقف الحياتية التي تتطلب النمذجة الرياضية.

الكلمات الدالة :التفكير الإبداعي في الرياضيات، النمذجة الرياضية، طلبة الرياضيات والهندسة.

المقدمة

تعد الرياضيات من أهم الموضوعات التي يتعلمها الفرد في مراحل حياته الأولى. فقديمًا كانت الرياضيات تعتمد على الفطرة والسليقة، وبدأت بالتطور تدريجيًا تزامنًا مع أهميتها البالغة في شتى مناحي الحياة؛ لذلك كان لأم العلوم اهتمامًا متزايدًا من قبل الباحثين والعلماء والتربويين، وجاء هذا الاهتمام بها ككل، وبموضوعاتها كأجزاء. والتفكير، كأحد هذه الاجزاء، يُعد العمود الفقري للرياضيات، فلا يمر موقف إلا ويحتاج إلى تفكير. وفي المجال التربوي الذي يُعد الطالب فيه محور العملية التعليمية التعلمية، فإن التفكير جزء رئيسي ومهم، وخاصة التفكير الإبداعي الذي يُعد من أهم أهداف أي نظام تعليمي.

وأشار عبيد (2004) إلى أن أهم أهداف الرياضيات تنمية الإبداع، فالإبداع هو قدرة وسلوك لتوليد معلومات وأفكار رياضية تتسم بالجدة والأصالة. وتبدأ تنمية الإبداع عندما نشجع الطلبة على توليد الأفكار، ودمجهم في نشاطات مبدعة، وإذا ما أحسن توفير البيئة المناسبة، والمعلم المبدع، والمناخ الإبداعي، وطريقة التدريس الإبداعية، فإن ذلك سينمي القدرات الإبداعية لدى الطلبة، ويوجههم نحو الأصالة والمرونة.

ويرى تورانس (Torrance)، المشار إليه في (Millar, 1997)، بأن جميع الأفراد مبدعون، وأن الإبداع عملية قابلة للتطور والنمو، لكنه لا يتطور بشكل خطي، ولا يتوقف عند سن معين، كذلك يمكن حظره أو تعزيزه بطرق متعددة، كاستخدام النشاطات، وأساليب التدريس، والدافعية، والبيئة التنظيمية، والإجراءات المناسبة. كما يرى أن التفكير الإبداعي عملية معقدة تنطوي على مجموعة متكاملة من القدرات، منها: الطلاقة (Fluency): وهي قدرة الفرد على تعدد الأفكار وإكثارها في موضوع معين؛ والمرونة (Flexibility): وهي قدرة الفرد على تنوع الأفكار واختلافها؛ والأصالة (Originality): وهي قدرة الفرد على التجديد والانفراد بأفكار حول موضوع معين.

وفي ذات السياق، يرى جيلفورد (Guilford) أن التفكير الإبداعي يتضمن أربع مهارات رئيسة، هي: الطلاقة، أي القدرة على الخروج بأفكار متعددة؛ والمرونة، أي القدرة على إيجاد حلول متعددة ومتنوعة من الناحية النوعية؛ والأصالة، أي القدرة على توليد أفكار نادرة وغير نمطية؛ والتفصيل، أي القدرة على تطوير الأفكار (Karwowski, Jankowska, & Szwajkowski, 2017).

ويرى ايرفك (Ervynck, 2002) أن التفكير الرياضي يتطور من خلال ثلاث مراحل، هي: التقنية الأولية، والنشاط الخوارزمي، والنشاط الإبداعي (بنائي– مفاهيمي)؛ إذ تتضمن مرحلة التقنية الأولية تطبيق القواعد والإجراءات الرياضية التي ثبت جدواها دون وعي لأساسها النظري، كما تتضمن مرحلة النشاط الخوارزمي الإجراءات والخوارزميات كتحليل كثيرات الحدود (حساب، تكاملات). أما المرحلة الثالثة فهي مرحلة الإبداع الرياضي، وهي بمثابة القوة المحركة لتوليد ما هو جديد، سواء نظرية جديدة أو استراتيجية حل جديدة. كما يصف ثلاثة مستويات لتطور الإبداع الرياضي، هي: المستوى الأول، وفيه يعتمد الفرد بشكل كبير على تطبيق خوارزمية، والإبداع المتضمن هنا يتطلب فقط إدراك الوضع الإجمالي للمشكلة الرياضية وبنية النموذج المناسب، كنظام المعادلات الخطية، وجداول الصدق. والمستوى الثاني، وفيه يستند الطالب إلى التبرير. والمستوى الثالث الذي يبنى فيه الحل من خلال البحث الذكي فيما هو وارد في تفاصيل المشكلة.

وعرّف سباسي (Spacey, 2017) التفكير الإبداعي بأنه عملية تفكير بطريقة مرنة وأصيلة، ويُعد عنصرًا مهمًا في حل المشكلات، واتخاذ القرار التي تسمح بحلول أكثر ندرة. ويضيف دويلي (Doyle, 2018) أن التفكير الإبداعي هو النظر إلى شيء ما بطريقة جديدة، أي التفكير خارج الصندوق، وأنه القدرة على إدراك الأنماط غير الواضحة. أما التفكير الإبداعي في الرياضيات، فقد عرفه نادجافيخاه (Nadjafikhah, 2011) بأنه خلق مفهوم رياضي جديد، واكتشاف علاقة غير معروفة، وإعادة تنظيم بنية النظرية الرياضية. ويرى يي (yee, 2005) أنه صياغة جديدة للمشكلات غير المعقدة، واكتشاف طرق ووسائل حلها، واكتشاف طرق أصيلة لحل المشكلات غير الروتينية، والوصول إلى أكثر من إجابة محتملة.

ويرى إيرفيك (Ervynck, 2002) أن الإبداع الرياضي يتكون من مجموعة من المكونات، وهي: واكتساب الألفة بالموضوع؛ والحدس بالبنية العميقة للموضوع؛ والتخيل والإلهام؛ وأخيرًا النتائج التي تتجسد في بنية استنتاجية (رسمية). وبناءً على هذه المكونات، فإن القوى المحركة للإبداع الرياضي تكمن في كل مما يأتي:

1. **الفهم**: ويشير إلى القدرة على تجديد خطوات الإبداع الرياضي لمؤلف النظرية، ويستند على الإبداع الرياضي، ويجلب معه، في آن واحد تعميق الفهم للمفهوم والتبصر به.
2. **الحدس**: تشكيل صور مفهوم التي تعود على المفهوم الرسمي لفهم التخمين المعقول، وهو يمكّن الرياضي من أداء الاختيار المثمر بشكل جيد.
3. **التبصر**: وهي القوة الدافعة اللازمة للتحرك نحو صياغة معرفة جديدة، ويتطلب إعادة تركيز الاهتمام، وإعادة التوجيه لدمج ما هو مهم، ولتصور أنه سيكون مهمًا في المستقبل.
4. **التعميم**: وهو يُعد شكلًا من أشكال الإبداع الرياضي، وترتبط القدرة على التعميم بعملية التبصر؛ إذ إنه يعتمد بشكل كبير على القدرة على التنبؤ بما سيكون مهمًا في المستقبل.

ويتميز الأشخاص المبدعون رياضيًا بالعديد من السمات، ولعل من أبرزها: القدرة على نقد الحل واكتشاف الخطأ المتضمن في الأفكار أو حلول المشكلات الرياضية، وإنتاج أكبر عدد ممكن من الأسئلة المختلفة والمتنوعة حول مسألة رياضية، والنظر إلى المشكلات الرياضية من زوايا مختلفة، والقدرة على تحمل الصعوبات والعقبات التي تساعد على النجاح في اكتشاف حلول جديدة، ونقد الحلول التي يصل إليها وتقييمها؛ إضافة إلى القدرة على التواصل الرياضي (Mann, 2005).

أشارت وثيقة المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (National Council of Teachers of Mathematics-NCTM, 2000) إلى ضرورة تمكين الطلبة من تطوير وتحديد أفضل نموذج ملائم لبيانات العالم الحقيقي من خلال الاعتماد على معرفتهم الخاصة للأفكار والأساليب التي يطورونها، كما ينبغي أن يكونوا قادرين على توضيح السبب في كون النموذج معقولًا. كما نادت باستخدام النماذج الرياضية لتمثيل العلاقات الكمية وفهمها، واستخدام التمثيلات لنمذجة وتفسير الظواهر الفيزيائية، الاجتماعية، الرياضية.

عرف بولاك (Pollak, 2003) النموذج الرياضي بأنه تمثيل الموقف الحياتي بآخر رياضي، وقد يكون على شكل صور، أو رسومات، أو تمثيلات بيانية، أو معادلات، أو جداول، أو خرائط. ويرى المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM, 2000) بأنه تمثيل رياضي للعناصر والعلاقات لظاهرة معقدة. أما النمذجة الرياضية، فهي العملية التي تتطلب مواجهة موقف حياتي، وتشكيل السؤال المتعلق بالموقف، واستخدام الرياضيات للبحث عن إجابة لهذا السؤال، وهي تتضمن تحديد المظاهر المتعلقة بالموقف رمزيًا، وتحليل النموذج، والنظر في دقته ومحدداته (NCTM, 2000). وعرفها ليش ودوير (Lesh & Doerr, 2003) بأنها العملية التي تستخدم الأنظمة المفاهيمية والنماذج الموجودة لابتكار وتطوير نماذج جديدة في سياقات جديدة.

وأشار غالبريث (Galbraith, 2012) إلى منظورين محتملين للنمذجة الرياضية، هما: النمذجة كمحتوى، أي النمذجة كهدف في حد ذاته من تعليم الرياضيات؛ والنمذجة كأداة، أي النمذجة كوسيلة لتعليم الرياضيات. وتبعًا لهذين المنظورين تعددت وجهات النظر حول خطوات عملية النمذجة الرياضية ومهاراتها الرئيسة والفرعية. فقد أورد المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM, 2000) أن النمذجة الرياضية عملية غير خطية تتضمن خمس خطوات، هي: تحديد المشكلة الحقيقية وتبسيطها، وبناء النموذج الرياضي، وتحويل وحل النموذج، وتفسير النموذج، والتحقق من صحة النموذج واستخدامه.

أما فيري (Ferri, 2006)، فيرى أن عملية النمذجة تتكون من سبعة خطوات تتمثل في: فهم المسألة، بناء النموذج الحياتي، تحويل النموذج الحياتي إلى نموذج رياضي، الإجراءات الرياضية، تفسير النموذج، التحقق من صحة النموذج، تقديم النموذج. وحدد البرنامج الدولي لتقييم الطلبة (Programme for International Student Assessment- PISA, 2015) ثلاثة مهارات أساسية للنمذجة الرياضية، هي: صياغة المواقف رياضيًا، واستخدام/ توظيف المفاهيم والحقائق والإجراءات الرياضية، وتفسير النتائج الرياضية وتطبيقها وتقييمها.

يرى ميزنك (Meznik, 1999) بأن أهمية النمذجة الرياضية تكمن في كيفية تطبيق النظريات الرياضية في الواقع، وهو أحد الأهداف الأساسية للرياضيات، كما أنها تسهم في تنمية التفكير الذي يعد من أهم أهداف تعلم وتعليم الرياضيات. وأشار بلوم ونيس (Blum & Niss, 1991) إلى أن النمذجة الرياضية تشكل عنصرًا أساسًا في الرياضيات، مما يساعد في تقديم الرياضيات بصورة تساعد على الإبداع، وفي صورة متكاملة مع حل المشكلات في المجتمع المحيط. وفي المقابل، يرى مارزانو (2004) أن التفكير الإبداعي يعد أحد أنماط التفكير أو النمذجة الرياضية. كما أشار الهويدي (2010) أن التفكير الإبداعي يسهم في تنمية مهارة الطلبة بالنمذجة الرياضية.

ومن جانب آخر، أشارت العديد من الدراسات (أبو مزيد، 2012، أحمد، 2010) إلى فاعلية استخدام مدخل النمذجة الرياضية في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى الطلبة؛ إذ أشارت نتائجها إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية التي درست الوحدة الدراسية باستخدام النمذجة الرياضية، والمجموعة الضابطة التي درست نفس الوحدة بالطريقة الاعتيادية، وذلك في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الإبداعي الكلي، وكل من مهاراته: الطلاقة، والمرونة، والأصالة، ويشير ذلك إلى أن تنوع النشاطات، والمشكلات الحياتية ربما يؤدي إلى ارتفاع مستوى الإبداع لدى الطلبة في المجموعة التجريبية. ويؤكد ذلك على أن استخدام النماذج وفعاليتها قد ساهم بشكل مباشر أو غير مباشر في تقليل تجريد المحتوى العلمي لمادة الرياضيات، والإفادة من مميزاتها في المواقف التعليمية.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

لاحظ الباحثان من خلال عملهما في المدارس والجامعات الحكومية أن معظم المهمات والتطبيقات الموجودة في الكتب المدرسية، والمساقات الجامعية تمثِّل تمارين شبيهة بالأمثلة التي يقدمها المعلم، التي لا تعزز التفكير الإبداعي في الرياضيات بمعناه الحقيقي، ولا تمثل المهمات الحقيقية التي تتطلب النمذجة الرياضية. فقد أشارت نتائج دراسة الياسين (2019) إلى عدم وجود مسائل في كتب الرياضيات للمرحلة الثانوية تتطلب النمذجة الرياضية بشكل تكاملي؛ إذ جاءت مهارات النمذجة الرياضية في موزعة على عدد قليل جدًا من المسائل.

وعلى الرغم من أهمية التفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية، إلا أن هناك العديد من الدراسات التي أشارت إلى تدني مستوى الطلبة في التفكير

الإبداعي في الرياضيات (الزعبي، 2014؛Kidar & La Masi, 2014)، إضافة إلى تدني مستوى مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة في مرحلة التعليم العام (PISA, 2012, 2015)، ولدى الطلبة الجامعيين (لحمر، 2007؛ Frejd & Ärlebäck, 2011; Huang, 2011; Lingefjärd, 2004; Mrayyan, 2016)، إضافة إلى تدني مستوى المعلمين في بعض مهارات النمذجة الرياضية، لا سيما مهارات صياغة المشكلة، وفهم الموقف وتفسيره، وبناء الفرضيات وتبسيطها، والتحقق بالعودة للموقف الأصلي (الياسين، 2019؛ Tekin & Yılmaz, 2013).

وتأسيسًا على ما ذكر، ونظرًا إلى أهمية كل من التفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية، تأتي الدراسة الحالية للكشف عن طبيعة العلاقة بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين. وتحديدًا، حاولت الدراسة الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1) ما مستويات التفكير الإبداعي في الرياضيات لدى الطلبة الجامعيين؟
2) ما مستوى النمذجة الرياضية الطلبة الجامعيين؟
3) هل يختلف مستوى كل من التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين باختلاف متغيري (الجنس، التخصص)؟
4) هل توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيًا عند مستوى (α= 0.05) بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين؟

أهمية الدراسة

تستمد الدراسة أهميتها من أهمية الموضوع الذي تناولته، وهو التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية. وتتمثل أهمية الدراسة من الناحية النظرية في أنها تعد من الدراسات القليلة –وفي حدود علم الباحثة- التي جرت في الوطن العربي بعامة، وفي الأردن بخاصة، وذلك في مجال البحث في العلاقة بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية. وبالتالي إثراء الأدب التربوي في تقديم بعض المفاهيم الأساسية والقضايا المرتبطة بالتفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية في تعليم الرياضيات. كما تُعد منطلقًا لإجراء دراسات مستقبلية في هذا المجال.

أما من الناحية العملية، فيؤمل من هذه الدراسة ونتائجها أن تفيد واضعي المنهاج، وصانعي القرار والمهتمين في تطوير عملية التعلم والتعليم من خلال تضمين التفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية في مناهج الرياضيات المدرسية لجميع المراحل. كما يؤمل أن يستفيد المعلمين والباحثين من الاختبارات التي تضمنتها الدراسة.

التعريفات الاصطلاحية والإجرائية

- **التفكير الإبداعي في الرياضيات**: القدرة على حل المشكلات وتطوير التفكير، مع الأخذ في الاعتبار الطبيعة المنطقية– الاستنتاجية الفريدة للفرع المعرفي، ومطابقة المفاهيم الناتجة لتكاملها في صميم ما هو مهم في الرياضيات (Ervynck, 2002).

ويعرف التفكير الإبداعي في الرياضيات إجرائيًا بأنه مقدرة الطالب على توليد أكبر عدد ممكن من الأفكار (الطلاقة)، وحلول لمشكلات تنطوي على إحداث تفكير معمق ومختلف ومتنوع (المرونة) يؤدي إلى إنتاج حل فريد إبداعي نادر (الأصالة). وتحدد مستويات التفكير الإبداعي في الرياضيات بالدرجة الكلية التي يحصل عليها الطالب بالإجابة عن أسئلة الاختبار الذي تم إعداده لهذا الغرض.

- **النمذجة الرياضية**: العملية التي تتطلب مواجهة موقف حياتي، وتشكيل السؤال المتعلق بالموقف، واستخدام الرياضيات للبحث عن إجابة لهذا السؤال؛ التي تتضمن تحديد المظاهر ذات الصلة رمزيًا، وتحليل النموذج، والنظر في دقته ومحدداته (NCTM, 2000).

وتعرف النمذجة الرياضية إجرائيًا بمقدرة الطالب على كل من فهم المشكلة وتحديدها، ووضع الفروض اللازمة لبناء النموذج الرياضي، وبناء النموذج الرياضي، وحل النموذج الرياضي، والتحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي. ويقاس مستوى النمذجة الرياضية بالدرجة الكلية التي يحصل عليها الطالب بالإجابة عن أسئلة الاختبار الذي تم إعداده لهذا الغرض.

حدود الدراسة

تتحدد نتائج الدراسة الحالية في ما يأتي:

- **الحدود الزمانية**: جرت هذه الدراسة خلال الفصل الثاني من العام الدراسي 2019/2018.
- **الحدود المكانية**: تم إجراء هذه الدراسة في جامعتي اليرموك والعلوم والتكنولوجيا في الأردن.
- **الحدود البشرية**: اقتصرت الدراسة على طلبة الرياضيات والهندسة الذين درسوا مساق النمذجة الرياضية في جامعتي اليرموك والعلوم والتكنولوجيا.
- **الحدود الموضوعية**: تتحدد هذه الدراسة ونتائجها بأدوات جمع البيانات، ودلالات صدقها وثباتها، إضافة إلى مجموعة من مهارات التفكير الإبداعي في الرياضيات (الطلاقة، المرونة، الأصالة)، ومجموعة من مهارات النمذجة الرياضية (فهم وتحديد المشكلة، وضع الفروض اللازمة لبناء النموذج الرياضي، بناء النموذج الرياضي، حل النموذج الرياضي، التحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي)، فضلًا عن طبيعة العينة من طلبة الرياضيات والهندسة.

الدراسات السابقة

هناك العديد من الدراسات التي تناولت التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية. في ما يتعلق بالتفكير الإبداعي في الرياضيات، أجرى البدو (2017) دراسة هدفت إلى الكشف عن العلاقة بين التعلم الذكي والتفكير الإبداعي في الرياضيات للمرحلة الأساسية، وتحديد أدوات التعلم الذكي التي يستخدمها المعلمون. وتكونت عينتها من (100) طالب وطالبة من طلبة مدارس التعلم الذكي في الأردن، و(75) معلمًا ومعلمة يعملون في تلك المدارس. واشتملت أدواتها على اختبار للتفكير الإبداعي في الرياضيات للطلبة، واستبانة للمعلمين. وأشارت نتائجها إلى وجود علاقة إيجابية بين التعلم الذكي والتفكير الإبداعي.

وهدفت دراسة أرفيات وإبراهيم وإيراوان (Ibrahim & Irawan, 2015) إلى الكشف عن أثر طريقة التعلم من خلال الأقران في التفكير الإبداعي في الرياضيات لدى الطلبة. وتكونت عينتها من (60) طالبًا من طلبة الصف الحادي عشر في إندونيسيا تم توزيعهم على ثلاث مجموعات: مجموعة تجريبية أولى درست الوحدة المقررة باستخدام مدخل التعلم من خلال الأقران، ومجموعة تجريبية ثانية درست نفس الوحدة باستخدام مدخل التعلم العملي، ومجموعة ضابطة درست بالطريقة الاعتيادية. وتم تطبيق اختبار للتفكير الإبداعي الرياضي قبليًا وبعديًا. وبينت نتائجها وجود فروق ذات دلالة إحصائية في التفكير الإبداعي الرياضي لدى الطلبة تعزى إلى طريقة التدريس ولصالح المجموعتين التجريبيتين، ووجود فروق بين طلبة المجموعتين التجريبيتين لصالح طلبة المجموعة التي درست باستخدام مدخل التعلم من خلال الأقران.

وأجرى الزعبي (2014) دراسة هدفت إلى تقصي أثر استراتيجية تدريسية قائمة على حل المشكلات في تنمية مهارات التفكير الإبداعي الرياضي لدى طلبة معلم صف في جامعة اليرموك، وتكونت عينتها من (98) طالباً وطالبة وزعوا إلى مجموعتين تجريبية وضابطة. واشتملت أدواتها على اختبار للتفكير الإبداعي الرياضي، واستراتيجية تدريسية قائمة على حل المشكلات الرياضيات في وحدات الهندسة الإقليدية، والقياس، والهندسة المستوية على المجموعة التجريبية. وأظهرت نتائجها تحسنًا في مهارات التفكير الإبداعي الرياضي لصالح طلبة المجموعة التجريبية.

وهدفت دراسة كيدار ولاماسي (Kidar & La Masi, 2014) إلى الكشف عن مستويات التفكير الإبداعي لدى الطلبة. وتكونت عينتها من (176) طالبًا وطالبة من طلبة الصف الثامن في إندونيسيا. تم جمع البيانات باستخدام اختبار للتفكير الإبداعي في الرياضيات، والمقابلات شبه المقننة للطلبة والمعلمين. وخلصت نتائج تحليل البيانات إلى أن مهارة التفكير الإبداعي الرياضي لدى الطلبة كانت منخفضة؛ حيث جاءت مهارتي الاصالة والطلاقة في المرتبتين الأولى والثانية وبمستوى منخفض، بينما جاءت مهارة المرونة في المرتبة الأخيرة وبمستوى منخفض جدًا. وأظهرت نتائج المقابلات الشخصية أن تعليم الرياضيات لا زال يفتقر إلى السياق والمشكلات التي تعزز التفكير الإبداعي وتطوره.

وأجرت البدري (2014) دراسة تجريبية هدفت إلى كشف أثر استراتيجية توليد الأفكار (SCAMPER) في التحصيل والتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى الطالبات. وتكونت عينتها من (45) طالبة من طلبة الصف الخامس في العراق تم توزيعهن على مجموعتين: مجموعة تجريبية دُرست وفق استراتيجية توليد الأفكار (23 طالبة)، وأخرى ضابطة درست وفق الطريقة المعتادة في التدريس (22 طالبة). واشتملت الدراسة على اختبار في التحصيل واختبار للتفكير الإبداعي في الرياضيات. وأسفرت نتائجها عن تفوق طالبات المجموعة التجريبية على طالبات المجموعة الضابطة في الاختبارين. كما أظهرت نتائجها عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات طالبات المجموعتين في كل مستوى من مستويات التفكير الإبداعي الثلاثة (الطلاقة، والمرونة، والأصالة).

أما في ما يتعلق بالنمذجة الرياضية، فقد أجرى الياسين (2019) دراسة هدفت إلى تحديد مظاهر النمذجة الرياضية في منهاج الرياضيات للمرحلة الثانوية والكتب المدرسية والأدلة المرافقة، وإلى الكشف عن تصورات معلمي الرياضيات لمفهوم النمذجة الرياضية، وكفاءتهم الذاتية في النمذجة، ومقدرتهم على تلك النمذجة وطبيعة العلاقة فيما بينها. وتكونت عينتها من (143) معلمًا ومعلمة من معلمي الرياضيات للمرحلة الثانوية. وتم استخدام أربع أدوات، هي: أداة تحليل المنهاج، الذي قام الباحث ببنائها وتطويرها، ومقياس لتصورات المعلمين للنمذجة الرياضية، ومقياس للكفاءة الذاتية في النمذجة الرياضية، واختبار المقدرة على النمذجة الرياضية. وأظهرت نتائجها أن درجة تصوراتهم لبُعد النمذجة الرياضية جاءت منخفضة، وأن كفاءتهم الذاتية في النمذجة الرياضية جاءت بمستوى مرتفع، في حين جاءت مقدرتهم على النمذجة الرياضية بمستوى متوسط. كما أظهرت نتائجها وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية لتصورات المعلمين لمفهوم النمذجة الرياضية، ولمقدرتهم على النمذجة الرياضية بشكل عام، وكل من مهارات: بناء الفرضيات وتبسيطها، وفهم الموقف وتفسيره، وصياغة المشكلة، والتحقق بالعودة للموقف الأصلي تعزى إلى متغير المعرفة السابقة، ولصالح المعلمين الذين التحقوا بمساق النمذجة الرياضية في مرحلة البكالوريوس.

وهدفت دراسة مريان (Mrayyan, 2016) إلى تطوير بعض مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة المعلمين. وتكونت عينتها من (35) طالبًا معلمًا وطالبة من طلبة الرياضيات بجامعة الحسين. ولتحقيق أهداف الدراسة، تم إعداد برنامج خاص بالنمذجة الرياضية يتألف من أربع وحدات، هي: استخدام النمذجة الرياضية لحل المشكلات، ونمذجة البيانات، والنمذجة الرياضية والبحوث العملية، والنمذجة الرياضية باستخدام برمجية رياضية. كما تم استخدام مقياس النمذجة الرياضية (قبلي- بعدي)، واستبانة خاصة باتجاهات الطلبة المعلمين نحو البرنامج المقترح. وأظهرت

نتائجها تدني مستوى الطلبة المعلمين في النمذجة الرياضية على الاختبار القبلي، كما أظهر الاختبار وجود تحسن في مهارات النمذجة الرياضية للطلبة المعلمين، إلا أنهم لم يمتلكون مهارة اختبار النموذج والحكم عليه.

وأجرت قاسم (2014) دراسة نوعية سعت إلى وصف وتمييز عمليات النمذجة لدى الطلبة الجامعيين خلال انخراطهم بنشاطات النمذجة باستخدام التكنولوجيا أو بدونها. وتكونت عينتها من (81) طالبًا وطالبة من طلبة جامعيين في فلسطين، تم تقسيمهم إلى مجموعات تعاونية، وتكليفهم بتنفيذ ثلاثة نشاطات واقعية تتطلب عملية النمذجة؛ حيث تم تصوير أحاديثهم ومناقشاتهم العلمية. وأظهرت نتائجها أن مجموعات الطلبة تشابهت في بعض عمليات ومراحل النمذجة، سواء باستخدام التكنولوجيا أو بدونها، التي تمثلت في تفسيرات واقعية ومنطقية، وعمليات حسابية، وبناء نموذج، بينما اختلفت المجموعات في مدى حاجتها إلى بيانات إضافية، واتخاذ قرارات منطقية واقعية، والقيام بأعمال رياضية في بيئة تكنولوجية، وبناء نموذج رياضي تكنولوجي باستخدام طرق رياضية مختلفة للحل وباستخدام التكنولوجيا.

وهدفت دراسة تاكين ويلمز (Tekin & Yılmaz, 2013) إلى تحديد مهارات النمذجة الرياضية لدى معلمي الرياضيات. وتكونت عينتها من (19) معلمًا من في تركيا؛ حيث تم توزيعهم على أربع مجموعات عمل. وتم جمع البيانات من خلال استجابات المعلمين على مهمات تتعلق بالنمذجة الرياضية، وقد تم تصوير وتسجيل مناقشات المعلمين وتحليلها نوعيًا. وبينت نتائجها أن المشاركين قد مارسوا جميع مهارات النمذجة الرياضية باستثناء المهارة الأخيرة المتعلقة بتفسير النتائج الرياضية في الموقف الحقيقي.

وسعت دراسة هوانج (Huang, 2011) إلى استقصاء تطور مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين خلال مساقات النمذجة الرياضية. تكونت عينتها من (58) طالبًا وطالبة من طلبة كلية الهندسة في إحدى جامعات تايوان. وتم جمع البيانات باستخدام اختبارين متكافئين تم تطبيقهما قبل وبعد الانتهاء من المساق، إضافة إلى المقابلات الشخصية. وبينت نتائجها أن مستوى الطلبة مهارات النمذجة الرياضية قبل الالتحاق بمساق النمذجة الرياضية كان ضعيفًا بشكل عام. كما أشارت نتائجها إلى أن مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة قد تحسنت بعد الانتهاء من المساق، إلا أنها لم تصل إلى مستوى الخبير في النمذجة.

وأجرى فريجد وأرلباك (Frejd & Ärlebäck, 2011) دراسة هدفت إلى تقصي مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة. وتكونت عينتها من (381) طالبًا وطالبة من المدارس الثانوية في السويد. تم استخدام اختبار مكون من (14) فقرة من نوع الاختيار من متعدد موزعة على (7) مهارات للنمذجة الرياضية. وبينت نتائجها أن مستوى الطلبة في مهارات النمذجة الرياضية ككل كان متوسطًا؛ حيث كان الطلبة أكثر كفاءة في مهارتي صياغة المشكلة، وتحديد المتغيرات والثوابت، إلا أنهم واجهوا العديد من الصعوبات في مهارات بناء الفرضيات وتبسيطها، وتوضيح الهدف، واختيار النموذج. كما أظهرت نتائجها وجود فروق دالة إحصائيًا في مهارات النمذجة الرياضية تعزى إلى متغيري البرنامج التعليمية المطروحة، بينما لم تظهر فروق تعزى إلى متغير الجنس.

وأجرت الأخرس (2010) دراسة تجريبية هدفت إلى معرفة أثر استخدام استراتيجية الاستقصاء الموجه على تنمية المقدرة على النمذجة الرياضية وحل المشكلات لدى الطلبة في الأردن. وتكونت عينتها من (120) طالبًا وطالبة من طلبة الصف العاشر في الأردن، تم تقسيمهم بالتساوي إلى مجموعتين: تجريبية درست وحدة المعادلات بطريقة الاستقصاء الموجه، وضابطة درست نفس الوحدة بالطريقة الاعتيادية. وتم استخدام أداتين: اختبار حل المشكلات، واختبار النمذجة الرياضية. وأظهرت نتائجها وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطي درجات طلبة المجموعتين (الضابطة والتجريبية) على كلا الاختبارين ولصالح المجموعة التجريبية.

وهدفت دراسة أحمد (2010) إلى الكشف عن فعالية النظام التدريسي المتكامل القائم على كل من طريقة حلّ المشكلات، ومدخل التعلّم بالنمذجة، ومدخل التعلّم البنائي في تنمية التحصيل والتفكير الابتكاري في الرياضيات لدى الطلبة، واتجاهاتهم نحوها لدى طلبة المرحلة الإعدادية. وتكونت عينتها من (89) طالبًا وطالبة من طلبة الصف الأول الإعدادي في مصر، تم توزيعهم على مجموعتين: تجريبية درست وحدة الهندسة باستخدام النظام التدريسي المتكامل، وضابطة درست نفس الوحدة بالطريقة الاعتيادية. وتم تطبيق اختبارين للتحصيل، وللتفكير الابتكاري في الرياضيات قبل وبعد البرنامج التعليمي. وأظهرت نتائجها فاعلية النظام التدريسي المتكامل في تنمية التحصيل والتفكير الابتكاري في الرياضيات.

وأجرى لودويج وكسو (Ludwig & Xu, 2010) دراسة هدفت إلى تحديد مستوى الكفاءة في النمذجة الرياضية لدى الطلبة. وتكونت عينتها من (1108) طالبًا وطالبة من طلبة من الصفوف (9-11) في المدارس الألمانية والصينية. وتم جمع البيانات من خلال مهمة تتعلق بالنمذجة تُدعى "تقشير الأناناس"، من أجل تصنيف الطلبة في خمسة مستويات وفقًا لمراحل النمذجة الرياضية. وبينت نتائجها أن (34%) من الطلبة الصينيين تمكنوا من الوصول إلى المستوى الثاني (بناء نموذج حقيقي)، والتوقف عند المستوى الثالث (ترجمة النموذج الحقيقي إلى نموذج رياضي)، في حين تجاوز المستوى الثاني أكثر من (66%) من الطلبة الألمان للوصول إلى المستوى الثالث، والمستويات التي تليه، كما أن أقل من (5%) من الطلبة من كلا البلدين وصلوا إلى المستوى الخامس.

وسعت دراسة لحمر (2007) إلى تنمية بعض مهارات النمذجة الرياضية اللازمة للطلبة المعلمين. وتكونت عينتها من (43) طالبًا وطالبة من طلبة

الرياضيات في جامعة عدن، تم إخضاعهم لبرنامج مقترح تكون من أربع وحدات حول النمذجة الرياضية، وبواقع (4) ساعات أسبوعيًا. وطبق عليهم مقياس مهارات النمذجة الرياضية (قبلي، بعدي) الذي تكون من (25) فقرة تقيس سبع مهارات رئيسة. وبينت نتائجها انخفاضًا ملموسًا في مستوى الطلبة المعلمين في مهارات النمذجة الرياضية قبل تطبيق البرنامج، وأشارت نتائجها إلى فاعلية البرنامج المقترح في تنمية بعض مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة المعلمين.

وأجرى لينجفارد (Lingefjärd, 2004) دراسة سعت إلى تقييم مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين. وتكونت عينتها من (126) طالبًا وطالبة من طلبة الهندسة في السويد. وتم جمع البيانات باستخدام اختبار مكون من (22) فقرة من نوع الاختيار من متعدد موزعة بالتساوي على (8) مهارات للنمذجة الرياضية. وبينت نتائجها أن مستويات مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة تراوحت بين أقل من المتوسط، والمتوسط. كما بينت نتائجها وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعزى إلى متغير الجنس، ولصالح الذكور.

أما من حيث الدراسات التي جمعت بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية، فقد أجرى أبو مزيد (2012) دراسة شبه تجريبية هدفت إلى الكشف عن أثر استخدام النمذجة الرياضية في تنمية مهارات التفكير الإبداعي في الرياضيات لدى الطلبة. وتكونت عينتها من (83) طالباً من طلبة الصف السادس الأساسي بمحافظات غزة؛ حيث تمّ تقسيمهم إلى مجموعتين: مجموعة تجريبية درست الوحدة باستخدام النمذجة الرياضية، وأخرى ضابطة درست بالطريقة الاعتيادية. واشتملت أدواتها على دليل للمعلم، واختبار التفكير الإبداعي، الذي تم تطبيقه الاختبار قبل وبعد إجراء التجربة. وأظهرت نتائجها وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعتين في التطبيق البعدي لاختبار التفكير الإبداعي الكلي، وكل من مهاراته: الطلاقة، والمرونة، والأصالة.

وهدفت دراسة دان وكساي (Dan & Xie, 2011) إلى الكشف عن العلاقة بين مهارات النمذجة الرياضية ومستويات التفكير الإبداعي لدى الطلبة الجامعيين. وتكونت عينتها من (33) طالبًا من كلية الهندسة في إحدى الجامعات الصينية. واشتملت أدواتها على اختبار لمهارات النمذجة الرياضية، واختبار تورنس (Torrance) للتفكير الإبداعي. وبينت نتائجها أن الطلبة الذين يمتلكون مستويات تفكير إبداعية عالية كانوا متميزين في مهارات النمذجة الرياضية، وأن أولئك الذين يمتلكون مستويات متدنية من التفكير الإبداعي كانوا ضعيفين في مهارات النمذجة الرياضية، مما يشير إلى وجود علاقة إيجابية قوية بين هذين النوعين من الكفاءات.

يلاحظ من خلال الدراسات السابقة أنها قد تباينت في مناهجها بين الوصفي، والارتباطي، وشبه التجريبي، كما تباينت في أهدافها أيضًا. كذلك يلاحظ ندرة الدراسات التي ربطت متغيري التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية، فلا توجد سوى دراستين -في حدود اطلاع الباحِثَين- دراسة دان وكساي (Dan & Xie, 2011) التي هدفت إلى الكشف عن العلاقة بين مهارات النمذجة الرياضية والتفكير الإبداعي ومستوياته، ودراسة أبو مزيد (2012) التي هدف إلى معرفة أثر استخدام النمذجة الرياضية في تنمية مهارات التفكير الإبداعي في الرياضيات. مما يستدعي إجراء مثل هذه الدراسة ويزيدها إثراءً وتميزًا؛ إذ تميزت الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في هدفها الذي يتمثل في الكشف عن طبيعة العلاقة بين التفكير الإبداعي التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية، كما تتميز في عينتها من الطلبة الجامعيين في الأردن.

الطريقة والإجراءات

منهج الدراسة

استخدم المنهج الوصفي الارتباطي للكشف عن العلاقة بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين؛ وذلك لمناسبة هذا المنهج لطبيعة هذه الدراسة وأهدافها.

مجتمع الدراسة وعينتها

تكون مجتمع الدراسة من جميع طلبة الرياضيات والهندسة في جامعتي اليرموك والعلوم والتكنولوجيا، الذين سبق لهم وأن درسوا مساق النمذجة الرياضية (Mathematical Modeling) في السنوات السابقة، والمسجلين في الفصل الصيفي من العام الدراسي (2019/2018)، والبالغ عددهم (783) طالبًا وطالبة، وذلك حسب البيانات عن دائرة القبول والتسجيل في الجامعتين.

وتجدر الإشارة إلى أنه تم اختيار مجتمع الدراسة من الطلبة الجامعيين، وتحديدًا طلبة الرياضيات والهندسة الذين درسوا مساق النمذجة الرياضية؛ لأن الأدب النظري والبحثي (الأخرس، 2010؛ لحمر، 2007؛ الياسين، 2019؛ Lingefärd, 2004; Mrayyan, 2016; Tekin & Yılmaz, 2013) أكد أن مقدرة الفرد على النمذجة الرياضية بحاجة إلى الممارسة والخبرة الكافية في عملية النمذجة الرياضية.

وتكونت عينتها من (120) طالبًا وطالبة تم اختيارهم بطريقة العينة المتيسرة، آخذين بعين الاعتبار متغيري الجنس والتخصص. ويبين الجدول (1) وصفًا لخصائص مجتمع الدراسة وعينتها.

الجدول (1)وصف خصائص مجتمع الدراسة وعينتها

المتغير	مستويات المتغير	جامعة اليرموك		جامعة العلوم والتكنولوجيا		المجموع		النسبة المئوية	
		المجتمع	العينة	المجتمع	العينة	المجتمع	العينة	المجتمع	العينة
الجنس	ذكر	189	29	166	24	355	53	45.3	44.2
	أنثى	226	35	202	32	428	67	54.7	55.8
	الكلي	**415**	**64**	**368**	**56**	**783**	**120**	**100.0**	**100.0**
التخصص	الرياضيات	121	30	98	30	219	60	28.0	50.0
	الهندسة	285	30	279	30	564	60	72.0	50.0
	الكلي	**406**	**60**	**377**	**60**	**783**	**120**	**100.0**	**100.0**

أداتا الدراسة

- **اختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات:** بعد الاطلاع على الأدب التربوي والدراسات السابقة المتعلقة بموضوع التفكير الإبداعي في الرياضيات (الزعبي، 2014; Lee, Hwang & Seo, 2003; Mann, 2005; Sharma, 2014; Sumangala & Sebastian, 2005; Walia & Walia, 2017)، تم تطوير اختبار التفكير الإبداعي بهدف الكشف عن مستويات التفكير الإبداعي في الرياضيات لدى الطلبة الجامعيين. وقد تكون المقياس بصورته الأولية من (8) أسئلة تمثل مشكلات مفتوحة النهاية، تقيس ثلاث مهارات للتفكير الإبداعي في الرياضيات، هي: الطلاقة، والمرونة، والأصالة.
- **اختبار النمذجة الرياضية:** بعد الاطلاع على الأدب التربوي والدراسات السابقة المتعلقة بموضوع النمذجة الرياضية (الياسين، 2019؛ Dan & Xie, 2011; English & Walters, 2004; Ervynck, 1991; Frejd & Ärlebäck, 2011; Haines, Crouch & Fitzharris, 2003; Huang, 2011; Katagiri, 2004; Lingefjärd, 2004)، تم تطوير اختبار النمذجة الرياضية الذي تكون بصورته الأولية من خمس مهمات، تمثل مشكلات ومواقف حقيقية؛ بهدف قياس مستوى النمذجة الرياضية ومهاراتها لدى الطلبة الجامعيين. التي تمثلت في المهارات الآتية: فهم وتحديد المشكلة، وضع الفروض اللازمة لبناء النموذج الرياضي، بناء النموذج الرياضي، حل النموذج الرياضي، التحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي. وقد روعي في اختيار المهمات الشروط الرئيسة الواجب توافرها في مهمات النمذجة الرياضية، وهي: أنها مسائل لفظية ذات سياق حياتي واقعي، وتتطلب الترجمة من اللغة الحياتية إلى لغة الرياضي، كما أنها ليست روتينية.

إجراءات الصدق

أ) **صدق المحتوى**: تم عرض الأداتين في صورتها الأولية على (10) محكمين من الأساتذة الجامعيين المتخصصين في الرياضات، ومناهج الرياضيات وأساليب تدريسها، وذلك لتحديد مدى تمثيل الفقرات للسمة المراد قياسها، والتأكد من الصياغة اللغوية وسلامة العبارات، وتعديل أية فقرات يرونها مناسبة. وفي ضوء آراء المحكمين، تم حذف ثلاث أسئلة من اختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات، ومهمتين من اختبار النمذجة الرياضية، إضافة إلى تعديل صياغة بعض الفقرات من الاختبارين. وبالتالي أصبح اختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات يتكون من خمسة أسئلة، واختبار النمذجة الرياضية يتكون من ثلاث مهمات.

ب) **صدق البناء**: تم التحقق من صدق البناء لأداتي الدراسة بتطبيقهما على عينة استطلاعية مكونة من (20) طالبًا وطالبة من خارج عينة الدراسة المستهدفة، وحُسبت معاملات ارتباط بيرسون -لكل أداة- بين المهارات والاختبار ككل، ومعاملات الارتباط البينية للمهارات، والجدولان (2، 3) يوضحان ذلك.

الجدول (2)قيم معاملات ارتباط مهارات اختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات مع الاختبار ككل ومعاملات الارتباط البينية للمهارات

العلاقة	الطلاقة	المرونة	الأصالة
المرونة	*0.71		
الأصالة	*0.68	*0.65	
الاختبار الكلي	*0.89	*0.87	*0.84

* دال إحصائيًا ($p<0.05$)

الجدول (3)قيم معاملات ارتباط المهارات مع الاختبار ككل ومعاملات الارتباط البينية للمهارات

العلاقة	فهم وتحديد المشكلة	وضع الفروض	بناء النموذج الرياضي	حل النموذج الرياضي	التحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي
وضع الفروض	*0.64				
بناء النموذج الرياضي	*0.60	*0.71			
حل النموذج الرياضي	*0.68	*0.65	*0.69		
التحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي	*0.61	*0.66	*0.72	*0.60	
الاختبار الكلي	*0.84	*0.85	*0.83	*0.87	*0.89

* دال إحصائيًا ($p<0.05$)

يلاحظ من الجدول (2) أن قيم معاملات ارتباط المهارات مع اختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات ككل تراوحت بين (0.84-0.89)، وأن قيم معاملات الارتباط البينية للمهارات تراوحت بين (0.65-0.71). ويلاحظ من الجدول (3) أن قيم معاملات ارتباط المهارات مع اختبار النمذجة الرياضية ككل تراوحت بين (0.83-0.89)، وأن قيم معاملات الارتباط البينية للمهارات تراوحت بين (0.60-0.72)، وجميعها ذات دلالة إحصائية؛ وتشير هذه القيم إلى جودة صدق بناء الاختبارين.

إجراءات الثبات

جرى التحقق من دلالات ثبات الاختبارين من خلال حساب معامل ثبات الاتساق الداخلي لكل اختبار ككل، ولكل من مهاراته، وذلك بحساب معادلة كرونباخ ألفا على درجات أفراد العينة الاستطلاعية السابقة، ويوضح ذلك الجدول (4).

الجدول (4)قيم معاملات ثبات الاتساق الداخلي وثبات الإعادة لاختباري الدراسة ومهاراتهما

الاختبار	الأبعاد/المهارات	ثبات الاتساق الداخلي	عدد المهارات
التفكير الإبداعي في الرياضيات	الطلاقة	0.71	5
	المرونة	0.67	5
	الأصالة	0.63	5
	الاختبار ككل	**0.85**	**15**
النمذجة الرياضية	فهم وتحديد المشكلة	0.62	3
	وضع الفروض	0.54	3
	بناء النموذج الرياضي	0.56	3
	حل النموذج الرياضي	0.64	3
	التحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي	0.51	3
	الاختبار الكلي	**0.82**	**15**

يبين الجدول (4) أن معامل ثبات الاتساق الداخلي لاختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات الكلي بلغ (0.85)، وأن معاملات الاتساق الداخلي للمهارات قد تراوحت بين (0.63-0.71)، كما يبين أن معامل ثبات الاتساق الداخلي لاختبار النمذجة الرياضية الكلي بلغ (0.82)، وأن معاملات الاتساق الداخلي للمهارات قد تراوحت بين (0.51-0.64)؛ وهكذا فإن الاختبارين يتمتعان بدرجة مقبولة من الثبات.

وبعد التحقق من الخصائص السيكومترية للاختبارين، أصبح اختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات بصورته النهائية يتكون من (5) أسئلة يقيس كل سؤال منها ثلاث مهارات للتفكير الإبداعي في الرياضيات، هي: الطلاقة، والمرونة، والأصالة (ملحق أ). كما أصبح اختبار النمذجة الرياضية بصورته

النهائية يتكون من (3) مهمات تقيس خمسة مهارات، هي: فهم وتحديد المشكلة، ووضع الفروض اللازمة لبناء النموذج الرياضي، وبناء النموذج الرياضي، وحل النموذج الرياضي، والتحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي (ملحق ب).

تصحيح أداتي الدراسة

تم إعداد معايير تصحيح لاختبار التفكير الإبداعي في الرياضيات اعتمادًا على الدراسات السابقة (الزعبي، 2014؛ ;Lee, Hwang & Seo, 2003 Mann, 2005; Sharma, 2014; Walia & Walia, 2017)؛ حيث جرى في البداية تحليل وتصحيح جميع الاستجابات على كل سؤال، ثم تصنيف أنماط الاستجابات على كل سؤال، ومن ثَم توزيع الدرجات وفق تصنيف الاستجابة إلى مهارات (الطلاقة، والمرونة، والأصالة)، وذلك على النحو الآتي:

أ) **الطلاقة**: وتشير إلى عدد الاستجابات الصحيحة على كل سؤال، وبحد أعلى (10) استجابات، وفقا للدراسات السابقة (الزعبي، 2014؛ Walia & Walia, 2017؛ Siswono, 2011)، وأعطيت كل استجابة صحيحة درجة واحدة، وبالتالي تتراوح الدرجة الكلية على هذه المهارة بين (0-10) درجات.

ب) **المرونة**: وتشير إلى عدد أنماط الاستجابات الصحيحة، ولا يوجد حد أقصى لعدد الأنماط؛ حيث يعطى كل نمط درجة واحدة. فمثلًا إذا صنّفت استجابات الطالب ضمن أربعة أنماط، يعطى أربع درجات على هذه المهارة، وهكذا.

ج) **الأصالة**: وتشير إلى عدد الاستجابات الصحيحة التي لا يفكر بها الطلبة الآخرون (التي لا تتكرر عند الكثير من الطلبة). وتم توزيع الدرجات على هذه المهارة وفق المعايير الآتية:

- رصد تكرار كل استجابة، أو نمط استجابة لكل فقرة، ولكل طالب.
- حساب النسب المئوية للاستجابات، ولكل طالب.

وبعد ذلك تم توزيع الدرجات وفق الجدول (5) (الزعبي، 2014). وبذلك لا يوجد حد أقصى لدرجة الطالب في هذه المهارة، وبالتالي لا يوجد حد أقصى للاختبار ككل.

الجدول (5)توزيع الدرجات على مهارة الأصالة

نسبة إجابة الطلبة على الفقرة	الدرجة
أجاب عنها (5%) من الطلبة فأكثر	0
أجاب عنها من (3% - أقل من 5%) من الطلبة	1
أجاب عنها من (2% - أقل من 3%) من الطلبة	2
أجاب عنها أقل من (2%) من الطلبة	3

ولتحديد مستويات التفكير الإبداعي على الاختبار، تم الإفادة من التصنيف الذي اقترحه سيسوونو (Siswono, 2011)، الذي يصنف من خلاله التفكير الإبداعي ضمن أربعة مستويات (0، 1، 2، 3)، ويوضح ذلك الجدول (5).

الجدول (5)تصنيف مستويات التفكير الإبداعي

المستوى	الوصف
المستوى 0 (لا إبداع)	لا يظهر الطالب أي مؤشر لأي من المهارات الثلاث
المستوى 1 (ليس إبداعًا على الأغلب)	إذا أظهرت الإجابة مؤشرات الطلاقة فقط
المستوى 2 (إبداع إلى حد ما)	أظهرت الإجابة مؤشرات الطلاقة والمرونة فقط
المستوى 3 (إبداع بدرجة كبيرة)	أظهرت الإجابة مؤشرات المهارات الثلاث

وللتحقق من موثوقية هذا التصنيف، تم توزيع استجابات العينة الاستطلاعية على الاختبار الكلي ضمن هذه المستويات من قبل الباحثة وزميلة أخرى، وحسبت نسبة التوافق بين المصححتين من خلال معادلة كوبر (Cooper)؛ حيث بلغت نسبة التوافق في التصنيف فيما بينهما (0.92). وتعد هذه القيمة مقبولة لأغراض الدراسة وفقًا لما أشار عودة (2010).

أما في ما يتعلق بتحليل إجابات الطلبة على اختبار النمذجة الرياضية، فقد تم وصف مؤشرات الأداء لكل مهارة من مهارات النمذجة الرياضية وفقًا للنموذج الذي اقترحه ماب (Maaß, 2006)، ثم إعداد الإجابة النموذجية للاختبار. وبعد ذلك تم بناء سلم تقدير لفظي (Rubric) يصف

استجابات الطلبة على كل مهارة من مهارات النمذجة الرياضية وفقًا لأسس محددة وواضحة. ومن أجل إطلاق الأحكام على مستوى الطلبة في النمذجة الرياضية، تم استخدام معيار التصحيح المشتق من معادلة المدى (عودة، 2010)، ويوضح ذلك الجدول (6).

الجدول (6)معيار تصحيح اختبار النمذجة الرياضية

فئة المتوسطات الحسابية	مستوى النمذجة الرياضية
2.33 - 1.00	منخفض
3.67 – 2.34	متوسط
5.00 – 3.68	مرتفع

نتائج الدراسة ومناقشتها

نتائج السؤال الأول الذي نص على: "ما مستويات التفكير الإبداعي في الرياضيات لدى الطلبة الجامعيين؟".

للإجابة عن هذا السؤال، تم حساب التكرارات والنسب المئوية لأفراد عينة الدراسة على اختبار التفكير الإبداعي الكلي من أجل تعرُّف مستويات التفكير الإبداعي في الرياضيات لدى الطلبة، ويبين ذلك الجدول (7).

الجدول (7)التكرارات والنسب المئوية لنتائج الطلبة على اختبار التفكير الإبداعي وفق مستويات اختبار التفكير الإبداعي

المستوى	التكرار	النسبة المئوية %
المستوى 0 (لا إبداع)	10	8.33
المستوى 1 (ليس إبداعًا على الأغلب)	82	68.33
المستوى 2 (إبداع إلى حد ما)	21	17.50
المستوى 3 (إبداع بدرجة كبيرة)	7	5.83

يتضح من الجدول (7) أن نتائج الطلبة الجامعيين توزعت ضمن جميع مستويات التفكير الإبداعي في الرياضيات، وأن حوالي ثلاثة أرباع الطلبة (76.66%) لم يتجاوزوا المستوى (1) (ليس إبداعًا على الأغلب). وقد صنف (68.33%) منهم ضمن المستوى (1)، وما نسبته (17.50%) ضمن المستوى (2) (إبداع إلى حد ما)، و(8.33%) ضمن المستوى (0) (لا إبداع)، بينما صنف (5.83%) فقط ضمن المستوى (3) الذي يشير إلى الإبداع بدرجة كبيرة. ويمكن أن يعزى سبب تدني هذه المستويات إلى طبيعة تدريس الرياضيات؛ حيث يكون تركيز الطالب في أثناء التعامل مع المشكلات على إيجاد حل واحد فقط، كذلك إلى طبيعة المشكلات والمسائل التي يتعرض لها الطالب، التي تتصف بالمسائل الروتينية محدودة الإجابة، مما لا يتيح للطلبة الخبرة الكافية في ممارسة مهارتي المرونة والأصالة.

واتفقت هذه النتيجة بشكل جزئي مع نتائج دراسة الزعبي (2014) التي أشارت إلى أن حوالي (70%) من أفراد عينة الدراسة جاؤوا في المستوى الأول من مستويات الإبداع الرياضي؛ إذ تمكنوا من مهارتي الطلاقة والمرونة، في حين لم يتمكن من مهارة الأصالة سوى (2%) تقريبًا من عينة الدراسة.

نتائج السؤال الثاني الذي نص على: "ما مستوى النمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين؟".

للإجابة عن هذا السؤال، تم استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للنمذجة الرياضية ومهاراتها لدى الطلبة، مع مراعاة ترتيب المهارات تنازليًا وفقًا لأوساطها الحسابية. ويتضح ذلك في الجدول (8).

الجدول (8)المتوسطات الحسابية والانحر افات المعيارية للنمذجة الرياضية ومهاراتها لدى الطلبة مرتبة تنازليًا

الترتيب	الرقم	المهارات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المستوى
1	4	حل النموذج الرياضي	4.33	0.61	مرتفع
2	1	فهم وتحديد المشكلة	3.96	0.65	مرتفع
3	2	وضع الفروض	3.64	0.78	متوسط
4	3	بناء النموذج الرياضي	3.58	0.70	متوسط
5	5	التحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي	2.29	50.7	منخفض
النمذجة الرياضية الكلي			**3.56**	**0.83**	**متوسط**

يبين الجدول (10) أن مستوى النمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين كان متوسطًا، بمتوسط حسابي بلغ (3.56)، وبانحراف معياري (0.83)؛ حيث جاءت مهارتي حل النموذج الرياضي، وفهم وتحديد المشكلة في المرتبتين الأولى والثانية على التوالي، وبمستوى مرتفع، تلاهما مهارتي وضع الفروض، وبناء النموذج الرياضي في المرتبتين الثالثة والرابعة على التوالي، وبمستوى متوسط، في حين جاءت مهارة التحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي في المرتبة الخامسة والأخيرة، وبمستوى منخفض.

وقد يعزى ذلك إلى قلة خبرة الطلبة في النمذجة الرياضية، وربما يعود ذلك، وكما أشارنا سابقًا، إلى افتقار المناهج المدرسية إلى مهمات أصيلة ومواقف حقيقية، والسياقات التي تتطلب النمذجة الرياضية، ويبدو أن الطالب لم يتعرض للنمذجة الرياضية ومهاراتها إلا من خلال مساق النمذجة الرياضية في أثناء دراسته الجامعية، وبالتالي اقتصرت خبرته فقط على عدد محدود من المسائل درسها خلال المساق. وقد أشارت العديد من الدراسات (الأخرس، 2010؛ لحمر، 2007؛ الياسين، 2019؛ Lingefärd, 2004; Mrayyan, 2016; Tekin & Yılmaz, 2013) إلى النمذجة الرياضية لا يمكن اتقانها دون ممارسة فعلية، ولا يمكن تعلمها خلال فترة قصيرة؛ إذ لا يمكن اكتسابها من خلال مساق واحد، أو دورة تدريبية واحدة فقط.

أما بالنسبة لترتيب مهارات النمذجة الرياضية ومستوياتها، فيُعَدّ هذا الترتيب مقبولًا ومبررًا منطقيًا؛ إذ إن مهارة حل النموذج الرياضي لا تتطلب سوى عمليات رياضية بحتة، ومن الطبيعي أن يتقنها طلبة الرياضيات والهندسة وهم أهل لها. أما بالنسبة لمهارة فهم المشكلة وتحديدها فتعد الخطوة الأولى من خطوات حل المشكلات، وصمام الأمان للاستمرار في الخطوات اللاحقة، ولا شك في أن هؤلاء الطلبة لديهم المعرفة والخبرة الكافية للتمكن من هذه المهارة.

وفي ما يتعلق بمهارة بناء النموذج الرياضي، فإن عملية بناء النموذج الرياضي تُعد عملية إبداع وابتكار في المقام الأول، وتحتاج إلى المعرفة المتعمقة، والخبرة الواسعة في هذا المجال، ويبدو أن الطلبة اعتادوا على استخدام نماذج رياضية جاهزة لتنفيذ المهمات والنشاطات التي تعرضوا لها خلال تعليمهم المدرسي والجامعي؛ إذ لم تقدم لهم مهمات حقيقية تتيح لهم الفرص الكافية لابتكار النماذج الرياضية. وإضافة إلى ذلك، يبدو أن الطلبة اعتادوا على حل المسائل بشكل عام، ومسائل النمذجة الرياضية على نحو خاص، من أجل الحصول على الدرجة فقط، وبالتالي يكون هدفهم الأول هو الحصول على النتيجة، وإنجاز الاختبار ضمن الوقت المحدد له، بغض النظر عن صحة النتيجة ومعقوليتها، ولعل ذلك قد ساهم في حصول مهارة التحقق بالعودة إلى الموقف الأصلي على المرتبة الأخيرة وبمستوى منخفض.

واتفقت هذه النتيجة بشكل جزئي مع نتائج دراسة لينجفارد (Lingefjärd, 2004) التي أشارت إلى أن مستويات مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة تراوحت بين أقل من المتوسط، والمتوسط. كذلك نتائج دراسة هوانج (Huang, 2011) التي أشارت إلى أن مستوى الطلبة في مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلبة قد تحسن بعد الانتهاء من المساق، إلا أنه لم يصل إلى مستوى الخبير في النمذجة.

كذلك اتفقت بشكل جزئي مع نتائج دراسة الياسين (2019)، ودراسة تاكين ويلمز (Tekin & Yılmaz, 2013)) اللتين أشارتا إلى تدني مستوى أفراد العينة في بعض مهارات النمذجة الرياضية، لا سيما مهارة التحقق بالعودة للموقف الأصلي.

نتائج السؤال الثالث الذي نص على: "هل يختلف مستوى كل من التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين باختلاف متغيري (الجنس، التخصص)؟

للإجابة عن هذا السؤال، تم استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل من التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة تبعًا لمتغيري الجنس والتخصص، ويوضح ذلك الجدول (11).

الجدول (11)المتوسطات الحسابية والانحر افات المعيارية للتفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية لدى الطلبة تبعًا لمتغيري الجنس والتخصص

المتغير	مستويات المتغير	الاحصائي	التفكير الإبداعي	النمذجة الرياضية
الجنس	ذكر	المتوسط الحسابي	3..64	3.57
		الانحراف المعياري	0.74	0.82
	أنثى	المتوسط الحسابي	3.56	3.54
		الانحراف المعياري	0.80	0.84
التخصص	الرياضيات	المتوسط الحسابي	3.63	3.43
		الانحراف المعياري	0.75	0.86
	الهندسة	المتوسط الحسابي	3.57	3.69
		الانحراف المعياري	0.79	0.80

* الدرجة القصوى = 5

يلاحظ من الجدول (11) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لكل من التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة تبعًا لمتغيري الجنس والتخصص. وبهدف التحقق من الدلالة المعنوية للفروق الظاهرية، تم استخدام تحليل التباين الثنائي (2-way ANOVA) للتفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية لدى الطلبة (كل على حدة) وفقًا للمتغيرين، ويوضح ذلك الجدول (12).

الجدول (12)نتائج تحليل التباين الثنائي (2-way ANOVA) للتفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية تبعًا لمتغيري الجنس والتخصص

المتغير التابع	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	وسط مجموع المربعات	ف	الدلالة الإحصائية
التفكير الإبداعي في الرياضيات	الجنس	0.751	1	0.751	.6081	0.123
	التخصص	0.458	1	0.458	819.0	0.201
	الخطأ	54.639	117	0.467		
	الكلي	55.848	119			
النمذجة الرياضية	الجنس	0.425	1	0.425	1.295	0.167
	التخصص	2.308	1	2.308	*7.036	0.000
	الخطأ	96.759	117	0.328		
	الكلي	99.492	119			

* دال إحصائيا عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$)

يتبين من الجدول (12) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للتفكير الإبداعي في الرياضيات لدى الطلبة الجامعيين تعزى إلى متغيري الجنس والتخصص. ويشير ذلك إلى أن جميع الطلبة الجامعيين من تخصصي الرياضيات والهندسة ذكورًا وإناثًا يمتلكون نفس المستوى من مهارات التفكير الإبداعي. ويمكن أن يعود ذلك إلى أن جميع الطلبة على اختلاف جنسهم وتخصّصهم يتعرضون لظرف تعليمية متشابهة إلى حد بعيد؛ إذ إنهم يدرسون مناهج مدرسية واحدة، ومساقات جامعية واحدة، وكلاهما يتضمن ذات الموضوعات والنشاطات والمهمات الرياضية، التي يتم عرضها وتقديمها من خلال ممارسات تدريسية تكاد تكون متشابهة، ولعل كل ذلك ساهم في عدم ظهور فروق دالة إحصائيًا بين أفراد عينة الدراسة على اختلاف جنسهم وتخصّصهم.

ويتبين من الجدول (12) أيضًا عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha = 0.05$) بين المتوسطات الحسابية للنمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين تعزى إلى متغير الجنس، ووجود فروق تعزى إلى متغير التخصص، ولصالح طلبة الهندسة. ويكمن تفسير هذه الفروق في ضوء أن النمذجة الرياضية تنطوي تحت مظلة الرياضيات التطبيقية، التي تتطلب توظيف الرياضيات في الحياة العملية، وفي التخصصات الأخرى من أجل فهم الظواهر وتفسيرها والتنبؤ بها. والتخصصات الهندسية تعد مجالًا رحبًا لتطبيق الرياضيات؛ إذ إن الكثير من المشروعات والأفكار والمواقف الهندسية تتطلب توظيف الرياضيات من أجل نمذجتها رياضيًا لفهمها وتنظيمها وحلها والتنبؤ بها. ومن هنا فإن طلبة الهندسة يمتلكون الفرصة الكافية لممارسة النمذجة الرياضية ومهاراتها، وبالتالي تفوقوا على أقرانهم من طلبة الرياضيات الذين يركزون في أثناء دراستهم الجامعية على الرياضيات البحتة على حساب الرياضيات التطبيقية.

واتفقت هذه النتيجة مع نتائج دراسة الياسين (2019)، ودراسة (Frejd & Ärlebäck, 2011)، كذلك دراسة (Lingefjärd, 2004)، التي أشارت إلى عدم وجود فروق في النمذجة الرياضيات ومهاراتها لدى أفراد عينة الدراسات تعزى إلى متغير الجنس.

نتائج السؤال الرابع الذي نص على: "هل توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيًا عند مستوى (α=0.05) بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية لدى الطلبة الجامعيين؟".

للإجابة عن هذا السؤال، تم حساب معاملات ارتباط بيرسون بين درجات الطلبة على اختباري التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية، ويبين ذلك الجدول (13).

الجدول (13)قيم معاملات الارتباط بين التفكير الإبداعي في الرياضيات و أبعاده والنمذجة الرياضية ومهاراتها لدى الطلبة

العلاقة بين:	الإحصائي	الطلاقة	المرونة	الأصالة	التفكير الإبداعي الكلي
فهم وتحديد المشكلة	معامل الارتباط	**0.76**	**0.71**	**0.80**	**0.78**
	الدلالة الإحصائية	0.00	0.00	0.00	0.00
وضع الفروض	معامل الارتباط	**0.72**	**0.71**	**0.81**	**0.72**

العلاقة بين:	الإحصائي	الطلاقة	المرونة	الأصالة	التفكير الإبداعي الكلي
	الدلالة الإحصائية	0.00	0.00	0.00	0.00
بناء النموذج رياضي	معامل الارتباط	**0.76**	**0.78**	**0.94**	**0.80**
	الدلالة الإحصائية	0.00	0.00	0.00	0.00
حل النموذج الرياضي	معامل الارتباط	**0.70**	**0.66**	**0.79**	**0.76**
	الدلالة الإحصائية	0.00	0.00	0.00	0.00
التحقق بالعودة للموقف الأصلي	معامل الارتباط	**0.76**	**0.75**	**0.82**	**0.79**
	الدلالة الإحصائية	0.00	0.00	0.00	0.00
النمذجة الرياضية الكلي	معامل الارتباط	**0.80**	**0.78**	**0.91**	**0.87**
	الدلالة الإحصائية	0.00	0.00	0.00	0.00

يبين الجدول (13) وجود علاقة ارتباطية طردية إيجابية دالة إحصائيًا عند مستوى (α=0.05) بين التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية، التي بلغت (0.87)، التي صنّفت من حيث قوتها على أنها (قوية جدًا) وفقًا لمعيار هينكل وواير زمان وجيرس (Hinkle, Wiersma & Jurs, 1988). وبمعنى آخر، يكون حجم الأثر للنمذجة الرياضية في مستوى التفكير الإبداعي في الرياضيات يساوي مربع معامل الارتباط (0.87)، وقيمته حوالي (75%) من الوحدة المعيارية، أي أنه كلما زادت النمذجة الرياضية بمقدار وحدة واحدة، زاد التفكير الإبداعي بمقدار ثلاثة أرباع من الوحدة. ولعل ذلك يؤكد ما أشار إليه دا أمبروزيو (D'Ambrosio 1989) بأن النمذجة الرياضية ضرورية للإبداع.

كما يبين الجدول (13) وجود علاقات ارتباطية موجبة بين النمذجة الرياضية ككل من جهة، وجميع أبعاد التفكير الإبداعي في الرياضيات من جهة أخرى، التي تراوحت بين (0.78-0.91)؛ إضافة إلى وجود علاقات ارتباطية إيجابية بين جميع مهارات النمذجة الرياضية من جهة، والتفكير الإبداعي في الرياضيات ككل من جهة أخرى، التي تراوحت بين (0.76-0.80)؛ فضلًا عن وجود علاقات ارتباطية إيجابية بين جميع مهارات النمذجة الرياضية من جهة، وجميع أبعاد التفكير الإبداعي في الرياضيات من جهة أخرى، التي تراوحت بين (0.66-0.94). التي صنفت من حيث قوتها بين (القوية، والقوية جدًا) وفقًا للمعيار السالف الذكر، وجميع هذه العلاقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى (α= 0.05).

وتشير هذه النتائج مجتمعة إلى وجود علاقة ارتباطي إيجابية قوية بين النمذجة الرياضية ككل، وكافة مهاراتها من جهة، والتفكير الإبداعي الرياضيات ككل، وكافة أبعاده من جهة أخرى. ويمكن تفسير ذلك في ضوء العمليات المعرفية، وما وراء المعرفية المتضمنة في النمذجة الرياضية، فعندما ينغمس الطالب في معالجة المواقف الحقيقية، والمشكلات الحياتية الأصيلة ونمذجتها من خلال ممارسة مهارات النمذجة الرياضية التي تتمثل في: فهم المشكلة الحياتية وتحديدها، ووضع الفروض المتعلقة بالمشكلة، وبناء النموذج الرياضي وحله، والتحقق في من صحة النموذج في الموقف الأصلي، إضافة إلى ممارسة مستويات التفكير العليا من التحليل، والتركيب، والتقييم، فضلًا عن استخدام العمليات ما وراء المعرفة المتمثلة في المراقبة والضبط، والتنظيم الذاتي والتقييم، كل ذلك من شأنه أن يساهم في اكتساب عمليات الطلاقة والمرونة والأصالة المتضمنة في التفكير الإبداعي وتنميتها وتعزيزها. لا سيما وأن عملية بناء نموذج رياضي فريد تُعد بحد ذاتها عملية إبداع وابتكار، ولعل ما يؤكد ذلك أن العلاقة بين العلاقة الارتباطية بين مهارة بناء النموذج الرياضي والأصالة حصلت على أعلى معامل ارتباط، الذي بلغ (0.94).

واتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة دان وكساي (Dan & Xie, 2011) التي أشارت إلى وجود علاقة إيجابية قوية بين التفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية؛ إذ إن الطلبة الذين يمتلكون مستويات تفكير إبداعية عالية كانوا متميزين في مهارات النمذجة الرياضية، وأن أولئك الذين يمتلكون مستويات متدنية من التفكير الإبداعي كانوا ضعيفين في مهارات النمذجة الرياضية.

كما اتفقت هذه النتائج بشكل جزئي مع نتائج دراسة أبو مزيد (2012) التي أشارت إلى فعالية استخدام النمذجة الرياضية في تنمية مهارات التفكير الإبداعي في الرياضيات، ومهاراته لدى الطلبة. كذلك نتائج دراسة أحمد (2010) التي أشارت إلى فاعلية النظام التدريسي المتكامل القائم على كل من طريقة حلّ المشكلات، والتعلّم بالنمذجة، والتعلّم البنائي في تنمية التفكير الابتكاري في الرياضيات لدى الطلبة.

التوصيات

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يوصي الباحثان بالآتي:

1. ضرورة إتاحة الفرصة الكافية للطلبة لممارسة التفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية من خلال إثراء المناهج المدرسية بالنشاطات والمهمات الثرية بالمواقف الحياتية التي تتطلب النمذجة الرياضية.

2. تضمين البرامج الدراسية في الجامعات والكليات الأردنية بمساقات متعددة في التفكير الإبداعي والنمذجة الرياضية، بحيث تكون متطلب إجباري لجميع طلبة الرياضيات.
3. إجراء دراسات للبحث في علاقة كل من التفكير الإبداعي في الرياضيات والنمذجة الرياضية مع متغيرات أخرى، وتتناول شرائح وعينات أخرى.
4. إجراء دراسات تتناول مظاهر مهارات التفكير الإبداعي ومهارات النمذجة الرياضية في المناهج المقررة.

المصادروالمراجع

أبو مزيد، م. (2012). أثر استخدام النمذجة الرياضية في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طلاب الصف السادس الأساسي بمحافظات غزة، *رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الأزهر، غزة.*

أحمد، س. (2010). فعالية النظام التدريسي المتكامل القائم على (طريقة حل المشكلات - مدخل التعلم بالنمذجة - مدخل التعلم البنائي) في تنمية التحصيل والتفكير الابتكاري في الرياضيات واتجاهاتهم نحوها لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، *رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة المنصورة، مصر.*

الأخرس، ي. (2010). أثر التدريس باستخدام استراتيجية الاستقصاء الموجه على تنمية القدرة على النمذجة الرياضية وحل المشكلات لدى طلبة الصف العاشر الأساسي في الأردن، *رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمّان.*

البدري، هـ. (2014). أثر استخدام استراتيجية توليد الأفكار (S.C.A.M.P.E.R) في التحصيل والتفكير الإبداعي في مادة الرياضيات لدى تلميذات الصف الخامس الابتدائي، *رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق.*

البدو، أ. (2017). التعلم الذكي وعلاقته بالتفكير الإبداعي وأدواته الأكثر استخدامًا من قبل معلّمي الرياضيات في مدارس التعلم الذكي. *مجلة التربية والعلوم النفسية، جامعة غزة الإسلامية*، 25(2)، 347-368.

الزعبي، ع. (2014). أثر استراتيجية تدريسية قائمة على حل المشكلات في تنمية مهارات التفكير الابداعي لدى طلبة معلم صف. *المجلة الاردنية في العلوم التربوية*، 10(3)، 305-320.

عبيد، و. (2004). *تعلم الرياضيات لجميع الأطفال في ضوء المعايير وثقافة التفكير*. عمّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

عودة، أ. (2010). *القياس والتقويم في العملية التدريسية*. إربد: دار الأمل.

قاسم، هـ. (2014). عمليات النمذجة عند الطلبة الجامعيين خلال الانخراط في نشاطات نمذجة بواسطة أداة تكنولوجية وبدونها (دراسة نوعية)، *رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.*

لحمر، ص. (2007). فاعلية برنامج مقترح في تنمية مهارات النمذجة الرياضية لدى الطلاب/المعلمين شعبة رياضيات بكلية التربية جامعة عدن، *رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عين شمس، القاهرة، جمهورية مصر العربية.*

مارزانو، ر. (2004). *أبعاد التفكير*. عمّان: دار الفرقان للنشر والطباعة والتوزيع.

الهويدي، ز. (2010). *أساليب واستراتيجيات تدريس الرياضيات*. (ط2). العين: دار الكتاب الجامعي.

الياسين، م. (2019). النمذجة الرياضية في التعليم الثانوي في الأردن، *أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، الأردن.*

References

Abo Mezyed. M. (2012). Impact of using the mathematical modeling in developing the creative thinking skills in mathematics among sixth graders in Gaza Governorates, *Unpublished Master Thesis, Al Azhar University, Gaza*.

Ahmed, S. (2010). The effectiveness of the integrated teaching system based on (problem solving approach- modeling learning approach- constructive learning approach) in developing achievement and innovative thinking in mathematics and their attitudes towards it in preparatory stage students, *Unpublished master thesis, Al Mansorah University, Egypt*.

Al-Akhras, Y. (2010). The effect of teaching using targeted survey strategy on developing mathematical modeling ability and problem solving for tenth grade students in Jordan, *Unpublished master thesis, Jordanian University, Amman*.

Al-Bado, A. (2017). Smart learning and its relationship to creative thinking and its tools most used by mathematics teachers in smart learning schools. *Journal of Education and Psychological Sciences, Islamic University of Gaza, 25*(2), 347-368.

Al-Badri, H. (2014). The effect of using the idea generation strategy (S.C.A.M.P.E.R) on achievement and creative thinking in mathematics among fifth grade primary school students, *Unpublished master thesis, Al-Mostanseriah University, Bagdad, Iraq*.

Al-Howidi, Z. (2010). *Mathematics teaching methods and strategies*. (2nd ed.). Al Ain: University Dar Book.

Al-Yasein, M. (2019). Mathematical Modeling in Secondary Education in Jordan, *Unpublished doctoral dissertation, Al Yarmouk Unversity, Irbid, Jordan*.

Al-Zoebi, A. (2014). The effect of a teaching strategy based on problem solving in developing creative thinking skills for class teacher students. *The Jordanian Journal of Educational Sciences, 10*(3), 305-320.

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects—State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational studies in mathematics*, *22*(1), 37-68.

D'Ambrosio, U. (1989). Historical and epistemological bases for modeling and implications for the curriculum. In W. Blum, M. Niss, & I. Huntley (Eds.), *Modeling applications and appliedproblem solving* (pp. 22–27). London: Eillis Horwood.

Dan, Q. & Xie, J. (2011). Mathematical modelling skills and creative thinking levels. In G. Kaiser, W. Blum, R. Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling- ICTMA 14* (pp. 57-66). London, New York: Springer.

Doyle, A. (2018). *Creative thinking: Definition, skills, and examples*.

English, L. & Watters, J. (2004). Mathematical modelling with young children. In M. Johnsen Hoines & A. Berit Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th International PME Conference* (pp. 335-342). Bergen, Norway: Bergen University College.

Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking*, (pp. 42-53). Netherland, Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

Ferri, R. B. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, *38*(2), 86-95.

Frejd, P. & Ärlebäck, J. (2011). First results from a study investigating Swedish upper secondary students' mathematical modelling competencies. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 407-416). New York: Springer.

Galbraith, P. (2012). Models of modelling: genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), 3–16.

Haines, C., Crouch, R., & Fitzharris, A. (2003). Deconstructing mathematical modelling: Approaches to problem solving. In Qi-Xiao Ye, Werner Blum, Ken Houston & Qi -Yuan Jiang (Eds), *Mathematical Modelling in Education and Culture: ICTMA 10* (pp. 41-53). Chichester: Horwood Publishing.

Hinkle, D., Wiersma, W., & Jurs, S. (1988). *Applied statistics for the behavioral sciences*. Boston: Houghton Mifflin Company.

Huang, C. (2011). Investigating engineering students' mathematical modelling competency. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 10(2), 99-104.

Ibrahim, M., & Irawan, A. (2015). Effectivity of Peer Tutoring Learning to Increase Mathematical. *International Journal of Education and Research*, *3*(1), 613-628.

Karwowski, M., Jankowska, D. & Szwajkowski, W. (2017). Creativity, imagination, and early mathematics education. In R. Leikin, B. Sriraman (Eds.), *Creativity and Giftedness, Advances in Mathematics Education* (pp. 7-22). Switzerland: Springer International Publishing.

Katagiri, S. (2004). *Mathematical thinking and how to teach it*. Tokyo: Meijitosyo Publishers.

Kidar, R. & La Masi, M. (2014). Mathematical creative thinking skills of students junior high school in Kendari city. A paper presented at International Seminar on Innovation in Mathematics and Mathematics Education 1st ISIM-MED, *Innovation and Technology for Mathematics and Mathematics Education*. Department of Mathematics Education, Yogyakarta State University Yogyakarta, November 26-30**.**

Lahmer, S. (2007). The effectiveness of a proposed program in developing mathematical modeling skills among students / teachers, Mathematics Division, Faculty of Education at University of Aden, *Unpublished doctoral dissertation, Ain Shams University, Cairo, Egypt*.

Lee, K., Hwang, D. & Seo, J. (2003). A development of the test for mathematical creative problem solving. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education*, *7*(3), 163 -189.

Lesh, R. & Doerr, H. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics* *problem solving, learning, and teaching (pp. 3-33).* Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Lingefjärd, T. (2004). *Assessing engineering student's modeling skills*.

Ludwig, M., & Xu, B. (2010). A comparative study of modelling competencies among Chinese and German students. *Journal for Didactics of Mathematics, 31*(1), 77-97.

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies?. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM, 38*(2), 113-142.

Mann, E. (2009). Mathematical creativity and school mathematics: Indicators of mathematical creativity in middle school students. *Creativity Research Journal, 21*(4), 338–348.

Marzano, R. (2004). *Thinking dimensions*. Amman: Dar Al-Furqan for Publishing, Printing and Distribution.

Meznik, I. (1999). Modelling as a Support in Teaching of Mathematics. In A. Rogerson (Ed.). *Proceedings of the International Conference on Mathematics Education into the 21th Century*: Societal Challenges, Issues and Approaches (pp. 95-100). Cairo: Third World Forum Project Egypt.

Millar, G. (1997). *E. Paul Torrance: The Creativity Man*. New Jersey: Ablex Publishing.

Mrayyan, S. (2016). How to develop teachers' mathematical molding teaching kills. *Journal of Education and Practice, 7*(12), 119-123.

Nadjafikhah, M., Yaftian, N. & Bakhshalizadeh, S. (2012). Mathematical creativity: some definitions and characteristics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 285–291

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

Obaid, W. (2004). *Learning mathematics for all children in light of the standards and the culture of thinking*. Amman: Dar Al Masirah for Publishing and Distribution.

Odeh, A. (2010). *Measurement and evaluation in the teaching process*. Irbid: Dar Al Amal.

Pollak, H. (2003). A history of the teaching of modeling. In G. Stanic & J. Kilpatrick (Eds.), *A history of school mathematics* (pp. 647-671). Reston, VA: NCTM.

Programmed for International Student Assessment- PISA. (2012, 2015). *Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*, Paris: OECD.

Qasem, H. (2014). Modeling processes for undergraduates through engaging in modeling activities with and without a technological tool (qualitative study), *Unpublished master thesis, An-Najah National University, Nablus, Palestine*.

Sharma, A. (2013). *Associations between Self-Efficacy Beliefs, Self-Regulated Learning Strategies, and Students' Performance on Model-Eliciting Tasks: An Examination of Direct and Indirect Effects*. ProQuest LLC. 789 East Eisenhower Parkway, PO Box 1346, Ann Arbor, MI 48106.

Spacey, J. (2017). *12 types of creative thinking*. https://simplicable.com/new/creative-thinking.

Tekin, A. & Yılmaz, S. (2013). Investigation of modeling competency of elementary mathematics teacher candidates. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 4*(3), 185-206.

Toorrance, E. (1974). *Torrance Test of creativity thinking: Thinking Creativity with words*. USA: Scholastic Testing Services.

Walia, P. & Walia, P. (2017). Development and standardization of mathematical creativity test. *International Journal of Advanced Research, 5*(7), 1293-1300.

Yee, F. (2005). Developing creativity in the Singapore primary mathematics classes: Factors that support and inhibit. *Thinking classroom, 6*,14-46.