الجمعية الأردنية للعلوم التربوية، المجلة التربوية الأردنية، المجلد التاسع، العدد الثالث، الملحق (2)، 2024
DOI: https://doi.org/10.46515/jaes.v9i3.897

The Effect of a Strategy Based on Mathematical Modeling on Divergent Thinking among Basic Tenth Grade Students of Different Cognitive Styles

Abdullah Mousa Al Khamaysah*
Prof. Adnan Salim Al Abed**

Received 10/6/2022 Accepted 2/8/2022

Abstract:

This study aimed at investigating the effect of a strategy based on mathematical modeling on divergent thinking among basic tenth grade students of different cognitive styles. The study employed the experimental methodology and quasi-experimental design for two groups, an experimental and control. The study subjects were selected from two schools in the capital city Amman-Jordan, and two classes were randomly assigned in each school. The experimental group were (50) students, and the control group were (52) students. The study members were selected from the basic tenth-grade students from two schools in the capital Amman in Jordan. Two divisions were randomly assigned in each school. The cognitive styles test was used in the study, and the divergent thinking test was prepared. The results showed that there were statistically significant differences (α=0.05) in divergent thinking attributed to the teaching method, in favor of the experimental group, while the results showed no statistically significant differences (α=0.05) in divergent thinking due to the interaction between the teaching method and the cognitive styles. The study recommended encouraging mathematics teachers to adopt teaching topics in mathematics according to the strategy based on mathematical modeling which was adopted by this study, and conducting introductory sessions for them with the strategy. Training mathematics teachers in building teaching strategies based on mathematical modeling.

Keywords: Mathematical modeling, Divergent thinking, Cognitive styles, Grade 10.

Jordan\ABD9190306@ju.edu.jo*
Faculty of Educational Sciences\ The University of Jordan\ Jordan\a.abed@ju.edu.jo **

أثر استراتيجية قائمة على النمذجة الرياضيّة في التفكير التباعديّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسيّ مختلفي الأساليب المعرفيّة

عبد الله موسى الخمايسة *
أ.د. عدنان سليم العابد **

ملخص:

هدفت الدراسة الحالية إلى تقصّي أثر استراتيجية قائمة على النمذجة الرياضيّة في التفكير التباعديّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسيّ مختلفي الأساليب المعرفيّة. واعتمدت الدراسة المنهج التجريبي والتصميم شبه التجريبي لمجموعتين، تجريبية وضابطة، واُختير أفراد الدراسة من طلبة الصف العاشر الأساسيّ من مدرستين من مدارس العاصمة عمّان في الأردن، وعُيّنت شعبتان عشوائيا في كل مدرسة، اُختيرت إحداهما تجريبية، درست وفق الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، والأخرى ضابطة، درست وفق الطريقة الاعتيادية، وبلغ عدد أفراد المجموعة التجريبية (50) طالبًا وطالبة، وبلغ عدد أفراد المجموعة الضابطة (52) طالبا وطالبة. اُستخدم في الدراسة اختبار الأساليب المعرفيّة، وأعدّ اختبار التفكير التباعديّ. أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية (α=0.05) في التفكير التباعديّ تعزى إلى طريقة التدريس، ولصالح المجموعة التجريبية، بينما أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية (α=0.05) في التفكير التباعديّ تعزى إلى التفاعل بين طريقة التدريس والأساليب المعرفيّة. وقد أوصت الدراسة بحثّ معلّمي الرياضيّات على تبنّي تدريس موضوعات في الرياضيات وفق استراتيجية الدراسة القائمة على النمذجة الرياضيّة التي اعتمدتها هذه الدراسة، وتنظيم دورات تعريفيّة لمعلّمي الرياضيّات باستراتيجية الدراسة القائمة على النمذجة الرياضيّة، وتدريبهم على بناء استراتيجيات تعليميّة قائمة على النمذجة الرياضيّة.

الكلمات المفتاحية: النمذجة الرياضيّة، التفكير التباعديّ، الأساليب المعرفيّة، الصف العاشر الأساسيّ.

* الأردن/ ABD9190306@ju.edu.jo
** كلية العلوم التربوية/ الجامعة الأردنية/ الأردن/ a.abed@ju.edu.jo

المقدمة

أضحت الرياضيّات لغة تبادل الأفكار بين فروع العلوم المختلفة، وأصبحت مكونًا من مكونات الثقافة الأساسيّة، لا يمكن الاستغناء عنها. ومع توسع معطيات العصر، ولا سيما في مجال العلوم والصناعات والتقدّم العلمي والتقني، وظهور مشكلات تتطلّب من الطالب أن يسلك طرائق أكثر تنوعًا، بات للرياضيات دور أكثر فاعلية وأهمية؛ لذا كان لا بد من تجاوب مناهج الرياضيّات وطرائق تدريسها مع هذه المعطيات، والاهتمام بالرياضيّات وتعلّمها وتعليمها، وتحرّي طرائق واستراتيجيات مستحدثة ومتنوعة في تدريسها؛ بهدف إيصال معارفها ومهاراتها للطلبة وتمكينهم منها.

وعلى الرغم من الأهمية الكبيرة للرياضيّات وتطبيقاتها، إلا أنها من وجهة نظر كثير من الطلبة تتطلب جهدًا لفهمها واستيعابها، وتحتاج لمهارات تعليمية عالية، وهذا يستدعي إعادة النظر في عرض المحتوى الرياضيّ والتوسّع في أهداف الرياضيّات لتشمل مجالات النمو المختلفة، والتوجّه باستراتيجيات تدريسية غير مباشرة يكون محورها الطالب، وأساسها التفكير بأبعاده، وهو ما يحتّم على المعلّم اختيار استراتيجيات تدريس قائمة على إثراء معلومات الطلبة، وإكسابهم أساليب التفكير السليم، وتنمية المهارات العقلية لديهم. لذا فإن فهم الرياضيّات بات هدفًا أساسيًا للتعامل معها واستخدام تطبيقاتها، فوفقًا للمجلس القومي لمعلّمي الرياضيّات National Council of Teachers of Mathematics-NCTM، فإن الطلبة يفهمون الأفكار الرياضيّة، حينما يمكنهم ربطها بخبرات أخرى، وتمثيل مفاهيمها بطرائق مختلفة، والتحويل والنقل من مفهوم إلى آخر بسهولة، وإمكانية التطبيق عليه؛ وهو ما دعا هذا المجلس إلى استخدام ما يسمى بـ "النمذجة الرياضيّة" Mathematical Modeling لتوثيق العلاقة بين فروع الرياضيّات المختلفة مثل الأعداد والعمليات عليها، والجبر والهندسة (NCTM, 2000).

وفي ضوء ذلك، فإن توظيف النمذجة الرياضيّة في مناهج الرياضيّات قد يُحفّز الطالب للتفكير والابتكار، وبذلك يسهم في تحسين مستوى التفكير لديه، ويزيد من تفاعله في العملية التعلّمية. فضلاً عن ذلك، أنه حينما يكون الطالب هو محور العملية التعليمية فإن ذلك قد يساعد في زيادة حرصه على الفهم العميق لجميع محاور الخبرة الرياضية التي يراد فهمها واستيعابها،

وهو ما تؤكّد عليه عملية النمذجة الرياضيّة؛ فهي تركّز اهتمامها بالطالب، ومن خلالها يُؤكد دور المعلّم على الإرشاد والإشراف والتوجيه (Blum, 2007).

وعليه، يحتاج معلّمو الرياضيّات إلى فرص لتطوير مهاراتهم الأساسيّة في مجال النمذجة الرياضيّة، وتعزيز معرفتهم المهنية بالنمذجة الرياضيّة، وكيفية تصميم مهماتها، وتنفيذ هذه المهمات في صفوفهم الدراسية عبر رسمٍ أو تمثيل أو ربط بواقع الطلبة وحياتهم (Blum, 2007). ولذا، يمكن القول إن النمذجة الرياضيّة تمثل جسرًا يستطيع الطالب من خلاله تسهيل تعلّمه الرياضيّات، وتنمية فهمه وتفكيره؛ وعليه، فإن النمذجة الرياضيّة وتطبيقاتها وما تتطلّبه من مهارات، باتت تمثّل خبرة أساسية لا بد من تمكين الطلبة منها (Hansson, 2010).

ومع الحاجة الى استخدام النمذجة الرياضيّة وتوظيفها في نطاق أوسع في شتى مجالات العلوم عامةً والرياضيّات خاصة، فإن هذا يفتح آفاقًا لإيجاد حلول أكثر دقة ومنطقية للمواقف والمشكلات التي تواجه الطلبة في حياتهم اليومية. وفي هذا الصدد، لا بد من تنمية أنماط التفكير في الرياضيات، فهو العملية التي ينظّم بها العقل خبرات الفرد بطريقة جديدة لإدراك العلاقات وحلّ المشكلات واتخاذ القرارات؛ إذ تعدّ مهارات التفكير وعملياته بمثابة الأدوات التي يحتاجها الطالب حتى يتمكّن من التعامل بفاعلية مع أي نوع من المعلومات أو المتغيرات التي يأتي بها المستقبل، ولذا يكتسب تعلّم مهارات التفكير أهمية متزايدة وحاجة لنجاح الفرد وتطوّر المجتمع (Dixon & Brown, 2012).

هذا، وتتعدّد أنماط التفكير التي يستخدمها الطلبة، إلاّ أن لكل نمط منها مفهومه الخاص وتعريفه، ومن هذه الأنماط : الاستقرائي والإبداعي والناقد والتقاربي والتباعديّ ، وغيرها. ويعدّ نمط "التفكير التباعديّ " Divergent Thinking من أهم أنواع التفكير المرتبطة بمادة الرياضيات الذي يسمح بإطلاق العنان لتفكير الطلبة نحو إنتاج الأفكار غير المألوفة وغير المكرّرة وتوليدها، ويُعد أقرب أنواع التفكير إلى طبيعة الرياضيات؛ لأنه نشاط ذهنّي هادف توجّهه رغبة قوية في البحث عن حلول أو بدائل لمشكلة ما (Al-Ghamdi, 2013; Sampan, Maitree, & Suladda, 2012).

وبناءً عليه فإن التفكير التباعديّ هو المقدرة على إنتاج عديد من الأفكار المتوافقة التي تعطي الحافز للوصول إلى عديد من الحلول للمشكلة (Dehaan, 2009). كما يمكن الإشارة إلى التفكير التباعديّ بأنه مقدرة الطالب على تطوير أفكار أصيلة وفريدة من نوعها، والتفكير في حلول

متنوعة للمشكلة، وإنتاج سلسة من الأفكار على نحو من السرعة مقابل بعض الاحتياجات (Gonrny, 2007).

ويرتبط التفكير التباعديّ بمقدرة الطالب على رؤية معلومات أو بيانات معطاة في صورة جديدة، بحيث يكون ناتج هذه الرِؤية فريدًا وغير متوقع. ومن جهة أخرى يرتبط التفكير التباعديّ بالرياضيات، إذ إن الرياضيات كمادةٍ تتطلّب مهارات عقلية متعدّدة؛ فهي تتطلّب مرونةً في التفكير، ورؤيةً مختلفة للعلاقات والأفكار، والتوسّع في تفاصيل المشكلات، والتركيز على الأفكار غير المألوفة، والتأكد من صحة الافتراضات، والبحث في مصادر مختلفة ومتعدّدة، وإنشاء وتكوين علاقات وروابط غير تقليدية، وتوليد تمثيلات متعدّدة للمفاهيم أو المشكلة الرياضية، والاستفادة من هذه الإنتاجات في أوضاع جديدة، وهنا يأتي دور التفكير التباعديّ، الذي يتّسم بالطلاقة، ويشير إلى أي نشاط ذهني يبتعد عن الجمود ويقود الطالب لإنتاج يتمّيز بالجدّة (Abu Amira, 2002; Ahmed, 2008).

أما "الأسلوب المعرفي" Cognitive Style، وهو من الأساليب التي يجدر ذكرها أنها تمثل عملية وسيطة بين مدخلات التعلّم ومخرجاته، تعمل على تنظيم الإدراك والعمليات المعرفيّة الأخرى لتحدّد أسلوبًا خاصًا ومميزًا للفرد في معالجته للمعلومات، من خلال عمليات التفكير والتذكّر لحلّ المشكلات واتخاذ القرارات. وتعبّر الأساليب المعرفيّة عن الطريقة التي يوجّه بها الفرد ذكاءه، فالأسلوب المعرفي لا يشير إلى مستوى الذكاء، ولكنه طريقة الفرد في استخدام ذكائه؛ أي إنه الطريقة المثلى التي يستخدمها الفرد في توظيف مقدراته وذكائه (Sternberg, 2004).

وعليه، فقد شرع مفهوم الأساليب المعرفيّة الباب واسعًا أمام الباحثين، لاستخدامه في الإجابة عن عديد من التساؤلات التي تخصّ المجالات التربوية والمهنية وغيرها، في شكلٍ يجمع بين الجوانب المعرفيّة والوجدانية للشخصية، إذ تُعد هي المسؤولة عن الفروق الفردية في كثير من العمليات النفسية، والمتغيرات المعرفيّة والإدراكية والوجدانية (Allinson, 2012). وقد حظيت العلاقة بين هذه الأساليب وبين أبعاد المجال المعرفي باهتمام كبير من الدراسات والبحوث، على افتراض مفاده أن الأساليب المعرفيّة يمكن أن تفسر الفروق الفردية في العمليات المعرفيّة. وفي ضوء ذلك أجريت دراسات وبحوث (Al-Khouly, 2002; Bhagat Vyas, & Singh,2015) تناولت العلاقات بين بعض الأساليب المعرفيّة وبين أبعاد المجال المعرفي، كما أشارت إلى أن هناك دلالات مضطردة على أن الأساليب المعرفيّة تعكس التفاعل بين أبعاد المجال المعرفي

وأبعاد المجال الوجداني، وهو ما دفع بعض الباحثين إلى تحديد هذا المفهوم في ضوء تأثيره بعوامل الدافعية والشخصية.

وعطفًا على ما تقدَّم، وباعتبار أن النمذجة الرياضيّة وتوظيفها يمثّل واحدًا من التوجّهات التربوية الحديثة، التي ارتبطت بمبادئ ومعايير عالمية في مجال تعلّم الرياضيّات وتعليمها، وضمن هذا السياق، فقد اهتمت بعض الدراسات بالبحث في النمذجة الرياضيّة، وأشار عديد منها إلى ضرورة تحرّي أدوارها وأثر استخدامها في متغيرات مرتبطة بتعلّم الرياضيّات وتعليمها، ومن هذه الدراسات، دراسة أبو سارة (Abu Sarah, 2019) التي هدفت إلى تقصّي فاعلية استخدام برنامج قائم على النمذجة الرياضيّة باستخدام تطبيقات الحاسوب التفاعلي الواقع المعزز في تنمية مكونات البراعة الرياضيّة لدى تلاميذ الصف السادس الأساسيّ في فلسطين. وتكونت عينة الدراسة من (112) تلميذاً. وتم إعداد أداتي الدراسة، وهما اختبار مكونات البراعة الرياضيّة المعرفيّة، واستبانة الرغبة الرياضيّة المنتجة. وأظهرت نتائج البحث وجود فروق ذات دلاله إحصائية (α=0.05) بين متوسطات المجموعات الثلاث في اختبار مكونات البراعة الرياضيّة المعرفيّة واستبانة الرغبة الرياضيّة المنتجة لصالح المجموعتين التجريبيتين.

وتقصّت دراسة ماستون (Maston, 2018) وجهات نظر المعلّمين في ولاية جورجيا، في الولايات المتحدة الأمريكية، حول كيفية تدريس النمذجة الرياضيّة مستخدمة المنهج النوعي في تقصّي وجهات نظر المعلّمين لأثر استخدام النمذجة الرياضيّة على الطلبة، وذلك ضمن مبادرة التطوير المهني بواسطة استخدام النمذجة الرياضيّة في الصفوف الدراسية. تضّمنت الدراسة جمع البيانات والمقابلات الميدانية والمذكرات الخاصة بالمعلّمين المشاركين في الدراسة وعددهم أربعة. وخلصت الدراسة إلى أن المعلمين وجدوا أن استخدام النمذجة الرياضيّة كانت طريقة جيدة ومفيدة في التعليم والخبرة الرياضيّة والرؤية التدريسية، وقد أشار المعّلمون من خلالها أنهم بحاجة إلى تعديل بعض من ممارساتهم التعليمية، وتفعيل أدوار النمذجة الرياضيّة في تدريس الرياضيّات؛ وذلك لما لها من أثر إيجابي على معتقداتهم حول الرياضيّات وتعليمها.

وتقصّت دراسة النمرات والزعبي والعمري (Al-Nimrat, Al-Zoubi, & Al-Omari, 2018) أثر استخدام النمذجة الرياضيّة في تنمية مهارات التفكير الناقد في الرياضيّات لدى طالبات الصف التاسع الأساسيّ. تكونت عينة الدراسة من (74) طالبة من مدرسة نسيبة بنت الحسن الأولى في مديرية التربية والتعليم التابعة لقصبة إربد في الأردن، وتم إعداد أداة الدراسة

متمثلة في اختبار مهارات التفكير الناقد الذي تضّمن خمس مهارات رئيسة. وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية لاستخدام النمذجة الرياضيّة في تنمية كل مهارة من مهارات التفكير الناقد.

وكشفت دراسة أجرتها شورتفيغر (Schwerdtfeger, 2017) حول معرفة معلّمي المرحلة الابتدائية قبل وفي أثناء الخدمة بالنمذجة الرياضيّة. استخدمت الدراسة استبانة عبر الانترنت، وُجهت لعينة مؤلفة من (94) معلّمًا من معلّمي المرحلة الابتدائية قبل الخدمة، كما وُجهت لعينة مؤلفة من (52) معلّمًا من معلّمي المرحلة الابتدائية في أثناء الخدمة، في ولاية كنساس بأمريكا؛ للحصول على معلومات حول معرفتهم بالنمذجة الرياضيّة في الصفوف الدراسية في المرحلة الابتدائية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي المسحي لتحديد ما إذا كانت هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين معلّمي المرحلة الابتدائية ما قبل وفي أثناء الخدمة بالنمذجة الرياضيّة، وأشارت النتائج إلى أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين معلّمي المرحلة الابتدائية ما قبل وفي أثناء الخدمة بتصوّراتهم عن النمذجة الرياضيّة أو معرفتهم الفعلية بها. واستخدم إحصاء تحليليّ لتحديد ما إذا كان هناك أي متغيرات مرتبطة بما قبل وفي أثناء الخدمة قادرة على التنبؤ بمعرفة المعلّمين بالنمذجة الرياضيّة، مثل سنوات الخبرة في التدريس ومستوى الصفّ الدراسي أو المدرسة، وتبيّن أنه لم يكن لديهم أي جوانب تنبؤيه لمعرفتهم بالنمذجة الرياضيّة.

وبحثت دراسة جولد (Gould, 2013) في تصوّرات معلّمي الرياضيّات عن النمذجة الرياضيّة، وكان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد تصوّرات معلّمي الرياضيّات في المرحلة الثانوية عن النماذج الرياضيّة والنمذجة الرياضيّة، وتحديد التصوّرات الخاطئة التي قد تكون لديهم. تم جمع البيانات الكميّة من خلال أداة مثّلت استطلاعًا عبر الإنترنت لعينة من معلّمي الرياضيّات بلغت (267) معلّمًا ممن هم في أثناء الخدمة وقبلها في عدد من الولايات المتحدة الأمريكية. أما البيانات النوعيّة، فتمّ الحصول عليها من دراسات الحالة لمجموعة بلغت خمسة معلمين من معلّمي الرياضيّات الذين التحقوا بالتطوير المهني، وكان الغرض من دراسات الحالة هذه هو إعطاء نظرة توضيحية للمعلمين فيما يتعلق بالنمذجة. أظهرت البيانات أن مدرسي الرياضيّات الثانوية في الولايات المتحدة لديهم عديد من التصوّرات الخاطئة حول النماذج والنمذجة، لا سيما فيما يتعلّق بجوانب إجراءات النمذجة الرياضيّة. كما أظهرت البيانات أن غالبية المعلّمين لا يدركون أن إجراءات النمذجة الرياضيّة تتطلّب دائمًا اتخاذ خيارات وافتراضات، وأن مواقف النمذجة الرياضيّة

يجب أن تأتي من سيناريوهات من العالم الحقيقي، كما أن أقليّة من المعلمين لديهم تصوّرات خاطئة حول مختلف الخصائص الأخرى للنماذج الرياضيّة وعملية النمذجة الرياضيّة.

وفي ضوء ما سبق، ولارتباط النمذجة الرياضيّة والتفكير التباعديّ بالأساليب المعرفيّة، وبعمليات الفهم وبناء المعرفة استنادًا للخبرات السابقة وعلاقتها بتشكيل المعرفة ذات المعنى؛ فإن الحاجة تدعو إلى دراسة تبحث في أثر استراتيجية قائمة على النمذجة الرياضيّة في التفكير التباعديّ لدى الطلبة مختلفي الأساليب المعرفيّة؛ وهو ما تتقصّاه هذه الدراسة.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

سعت طرائق التدريس واستراتيجياته المختلفة إلى توفير بيئة تعليمية ممتعة في تدريس الرياضيات، تهدف إلى زيادة النشاط والدافعية لدى الطلبة، فتساعدهم على تنظيم عمليتي التعلّم والتعلّيم، وتمكّن المعلّم من التدريس والاختبار بأسلوب شائق وممتع يدفع الطلبة إلى الاستمرارية في تعلّم الرياضيّات. وما "النمذجة الرياضيّة" إلا واحدة من هذه الأساليب المستحدثة، التي قد يكون لها أثر في تعلّم الرياضيّات وتعليمها؛ فهي تستمد أهميتها وفاعليتها من خلال تمثيلاتها أو إضفائها أسلوبًا علميًا لحلّ المشكلات الواقعية، وربطها بالعلوم والبيئة المحيطة بالطالب.

أما فيما يرتبط بأساليب التفكير وطرائقه، والتي تُعبر عنه وعن أنماطه وفحواه، فقد اتفق على تسميتها بـ "الأساليب المعرفيّة"، والتي يمكن الإشارة إليها بأنها الطريقة التي يفضّلها الطالب، ويتّبعها في تفكيره في أثناء قيامه بمهمة رياضيّة ما. وعلى أية حال، فإن هذه الأساليب المعرفيّة تتعلّق بشكل النشاط المعرفي الذي يمارسه الطالب أكثر من محتوى النشاط؛ أي أنها قد تُسهم في تشكيل إجابات عن الكيفية التي يفكّر بها الطلبة وليس عما يفكرون به (Youssef, 2011).

أما "التفكير التباعديّ"، فقد أصبحت العناية بتطويره في مناهج الرياضيات، ووجود استراتيجيات قائمة على إتاحة الفرصة لتنميته، وتوظيف خبرات وأنشطة رياضيّة تؤكّد على مهاراته، ضرورة من ضروريات الحياة في الوقت الحالي ومن متطلبات المناهج المطوّرة؛ وهو ما قد يُسهم بدوره في تنمية مهارات التفكير التباعديّ لدى الطلبة في المراحل التعليمية المختلفة.

وبناءً على ما تقدّم، وتلبيةً لدعاوى الاهتمام بأدوار النمذجة الرياضيّة كتوجّه تربوي، يؤكّد عليه القائمون على تعلُّم الرياضيّات وتعليمها، واستجابةً لتوصيات المجلس القومي لمعلّمي الرياضيّات (NCTM, 2000)، وهو كبرى المؤسسات التربوية المرتبطة بتعلُّم الرياضيّات وتعليمها، وتحقيقًا لتوصيات دراسات ذات صلة (Kurniada & Partiwi, 2020; Maston,

2018)، فقد برزت الحاجة إلى دراسة النمذجة الرياضيّة وإسهامها في عملية تطوير منهاج الرياضيّات وطريقة تنفيذه وتعلّمه، وتناولها متغيرات مرتبطة، كالتفكير التباعديّ والأساليب المعرفيّة، وهي متغيرات تبدو فاعلة في تعلّم الرياضيّات وتعلّيمها، وهي مما يجدر دراستها وتحرّيها. وعليه، فإن مشكلة هذه الدراسة تتحددّ في الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

"ما أثر استراتيجية قائمة على النمذجة الرياضيّة في التفكير التباعديّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسيّ مختلفي الأساليب المعرفيّة؟"

وينبثق من هذا السؤال السؤالين الآتيين:

- **السؤال الأول:** هل تختلف درجات التفكير التباعديّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسيّ باختلاف طريقة التدريس (الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، الطريقة الاعتيادية)؟
- **السؤال الثاني:** هل يوجد أثر في التفكير التباعديّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسيّ يُعزى إلى التفاعل بين طريقة التدريس (الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، الطريقة الاعتيادية) والأسلوب المعرفيّ (معتمد، مستقل)؟

أهمية الدراسة: تكتسب هذه الدراسة أهميتها مما يأتي:

- تبنّيها لاستراتيجية قائمة على النمذجة الرياضيّة، وبحث أثرها في التفكير التباعديّ لدى الطلبة مختلفي الأساليب المعرفيّة، وهما متغيران من المتغيرات الفاعلة في مجال الرياضيّات التربوية.
- قد تحفّز المعلّمين في تعرّف الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، التي تبنّتها الدراسة، بمراحلها، وأدوارها، وأسلوب توظيفها، ودراسة أثرها في موضوعات رياضية مختلفة.
- قد تحفّز المعلّمين للتنويع في استخدام استراتيجيات مختلفة، وبحث أثرها في التفكير التباعديّ.

مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية :تعتمد الدراسة التعريفات الآتية لمصطلحاتها:

- **النمذجة الرياضيّة (Mathematical Modeling):** عملية تكوين أُنموذج رياضي لمشكلة واقعية أو مشكلة رياضية عن طريق تحويلها الى صيغة رياضية، وإيجاد أفضل الحلول التي تتناسب مع طبيعة المشكلة (Maston, 2018). كما يمكن تعريفها بأنها الإجراءات التي تتضمّن ترجمة مشكلة حياتية من العالم الحقيقي إلى تمثيل رياضيّ؛ بهدف الوصول إلى صيغة رياضية تمكّننا من حلّ هذه المشكلة (Ang, 2001). وذكر (Al-Meligy,2009) بأن

النمذجة الرياضيّة هي بمثابة أساس الرياضيّات التطبيقية، التي تهدف إلى تطبيق الرياضيّات المجرّدة في العالم الحقيقي؛ للوصول إلى إيجاد حلولٍ لعديد من القضايا والمواقف المتّصلة بواقعنا الحياتي. وفي هذه الدراسة تمّ تحديد مراحل النمذجة الرياضيّة في خمس مراحل، كما ورد في تقرير "الأونروا" (United Nations Relief and Works Agency for Palestine Refugees in the Near East-UNRWA, 2012)، وهي التي شكّلت الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، كما اعتمدتها هذه الدراسة، وهي كما يأتي: صياغة فرضيات النمذجة، إنشاء أُنموذج رياضيّ، تحليل الأُنموذج الرياضيّ، تفسير النتائج ومقارنتها بالواقع، تقديم الاستنتاجات.

- **الأساليب المعرفيّة (Cognitive Styles):** هي العمليات التي يستخدمها الفرد في تصنيف إدراكاته للبيئة وتنظيمها، والطرائق التي يستجيب بها للمثيرات، والنهج الذي يسلكه في السيطرة عليها وتوجيهها، والطريق المفضلة لدى الفرد في جمع البيانات ومعالجتها وتقييمها، ويؤثر في كيفية دراسة البيئات بحثاً عن المعلومات وكيفية تنظيمها وتفسيرها ودمج تفسيرات الفرد (Allinson, 2012). و تُقاس الأساليب المعرفيّة في هذه الدراسة بمجموع الدرجات التي يحقّقها الطالب في اختبار الأساليب المعرفيّة الذي اعتمدته الدراسة.
- **التفكير التباعديّ (Divergent Thinking):** عملية توليد أفكار وحلول جديدة ومتنوعة للمشكلات والتمارين الرياضية بشكل جديد يتجاوز الحلّول النمطية، وذلك بتفحّص الموقف أو الخبرة المعرفية من زوايا متعدّدة بما يتناسب مع مقدرات الفرد وخبراته (Lachs, 2000; Saadeh, 2003). ويُقاس التفكير التباعديّ في هذه الدراسة بمجموع الدرجات التي حصل عليها الطالب في اختبار التفكير التباعديّ، الذي أُعدّ لهذا الغرض.

حدود الدراسة ومحدّداتها

يمكن تعميم نتائج هذه الدراسة في ضوء الحدود والمحدّدات الأتية:

- اقتصرت عينة الدراسة على طلبة الصف العاشر الأساسيّ في مدرستين تابعتين لمحافظة العاصمة في الأردن.
- اقتصرت الدّراسة على وحدتين من كتاب الرياضيّات للصف العاشر الأساسيّ في الفصل الدراسي الثاني، هما وحدتا: المشتقات والمتجهات.
- تتحدّد إمكانية تعميم نتائج الدّراسة في ضوء دلالات صدق الأدوات التي استخدمتها.

- تتحدّد نتائج هذه الدّراسة وتعميمها اعتمادًا على فترة تطبيق الدراسة، والتي استغرقت (10) أسابيع.
- أجريت الدراسة في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 2022/2021.

أفراد الدّراسة

تكوّن أفراد الدراسة من (102) من طلبة الصف العاشر الأساسيّ في مدرستي صويلح الثانوية للإناث ومدرسة رغدان الثانوية للذكور، في محافظة العاصمة عمّان في الأردن، اختيرتا بطريقة متيسّرة؛ لتوفر الظروف والبيئة المناسبة للتطبيق، وذلك في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 2022/2021. وقد أُستُخدم التعيين العشوائي البسيط لتمثيل الشعبتين كمجموعتين تجريبية وضابطة في كل مدرسة، وبعد دمج التجريبيتين والضابطتين في المدرستين، بلغ عدد أفراد المجموعة التجريبية (50) طالبًا وطالبة، دُرِّست وفق الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، وبلغ عدد أفراد المجموعة الضابطة (52) طالبا وطالبة، دُرِّست بالطريقة الاعتيادية.

المادة التعليميّة

تناولت المادة التعليميّة وحدتين من كتاب الرياضيّات للصف العاشر الأساسيّ في الفصل الدراسي الثاني، هما وحدتا المشتقات والمتجهات، وبواقع ثلاثة دروس لكل من الوحدتين، وبزمن مقداره (45) دقيقة لكل حصة. وقد جاءت دروس كل وحدة، بعدد حصصها، كما يأتي:

الوحدة الأولى (المشتقات)

- الدرس الأول: تقدير ميل المنحنى (6 حصص)
- الدرس الثاني: الاشتقاق (5 حصص)
- الدرس الثالث: القيم العظمى والقيم الصغرى (6 حصص)

الوحدة الثانية (المتجهات)

- الدرس الأول: المتجهات في المستوى الإحداثيّ (7 حصص)
- الدرس الثاني: جمع المتجهات وطرحها (8 حصص)
- الدرس الثالث: الضرب القياسي (6 حصص)

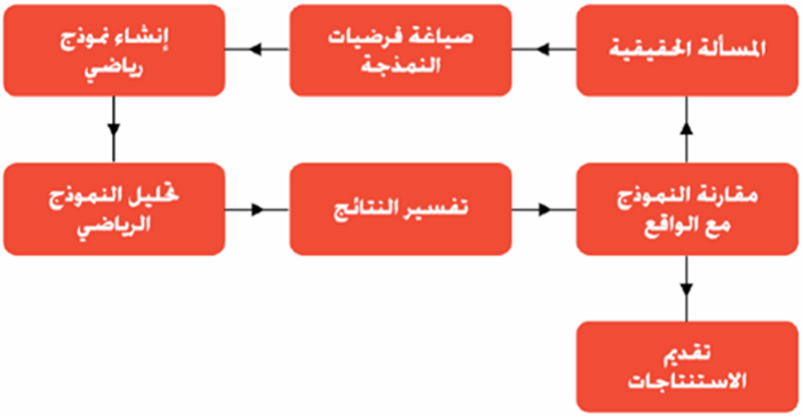
وقد سارت الدروس وفق الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، كما اعتمدتها هذه الدراسة في ضوء تقرير "الأونروا" (UNRWA, 2012).

الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة بمراحلها

تمّ تحديد مراحل النمذجة الرياضيّة في خمس مراحل، كما ورد في تقرير "الأونروا" (UNRWA, 2012)، وهي التي شكّلت الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، كما اعتمدتها هذه الدراسة، وهي كما يأتي:

1. صياغة فرضيات النمذجة: وتتضمّن هذه المرحلة تحديد العناصر التي ستهتم بها، والعناصر التي سيتمّ تجاهلها، وتهدف هذه المرحلة إلى تبسيط المشكلة الرياضيّة، وتحديد المتغيرات المرتبطة بها.
2. إنشاء أُنموذج رياضيّ: وتتضمّن هذه المرحلة توليد البيانات التي يمكن استخدامها لإيجاد العلاقات في الرياضيّات، ويكون ذلك من خلال إنتاج رسم يوضّح العلاقات الرياضيّة ضمن تلك البيانات.
3. تحليل الأُنموذج الرياضيّ: وتشمل هذه المرحلة استخدام الأُنموذج الرياضيّ لتوليد نتائج يمكن استخدامها لإيجاد العلاقات في الرياضيّات، ويكون ذلك من خلال رسم يوضّح العلاقات الرياضيّة ضمن تلك البيانات.
4. تفسير النتائج ومقارنتها بالواقع: وتتضمّن ترجمة النتاجات المحسوبة في عالم الرياضيّات ضمن سياق المشكلة الرياضيّة، والتأكد من صحة تلك النتاجات في العالم الحقيقي.
5. تقديم الاستنتاجات: وتتضمن الرسومات البيانية والأشكال والمعادلات في الرياضيّات، إذ توفر هذه المرحلة فرصة جيدة لتطوير المهارات في مجال التواصل.

والشكل 1 يوضّح مخططًا للمراحل المتتابعة للنمذجة الرياضيّة، وفق الأونروا (UNRWA, 2012).



الشكل (1) مراحل النمذجة الرياضيّة

أداتا الدراسة

استُخدمت في الدّراسة أداتان، هما: التفكير التباعديّ، واختبار الأساليب المعرفيّة. وفيما يلي وصف للخطوات التي اتُّبعت في إعداد هاتين الأداتين.

أولاً: اختبار التفكير التباعديّ

هدف اختبار التفكير التباعديّ إلى قياس مهارات التفكير التباعديّ، وتمّ إعداده وفق خطوات إعداد الاختبار، وبما يتناسب مع الفئة العمرية لطلبة الصف العاشر الأساسيّ، وكذلك بالرجوع إلى بعض الدراسات التي تناولت التفكير التباعديّ واختباراتها (Al-Kharousi & Al-Abed, 2019; Abu Sakran et al., 2017; Acar, & Runco, 2015; Reiter-Palmon et al., 2019; Runco, 2013; Runco, 2020; Runco et al., 2016). وبعد مراجعة الدراسات السابقة ذات الصلة بالتفكير التباعديّ، وفي ضوء ما تضمّنته اختباراتها من مهارات، فقد تكوّن الاختبار من 5 مهارات أساسيّة، هي كما يأتي:

- توليد الأفكار: ويقصد بها مقدرة الطالب على إنتاج أكبر قدر ممكن من الاستجابات أو الحلول تجاه موقف معين، خلال فترة زمنية محددة.
- إنتاج آراء مدعّمة عقليًا: وتعني مقدرة الطالب على توليد آراء، يتبعها تفسيرات عقلانية تبرّرها
- إدراك العلاقات: ويراد بها مقدرة الطالب على معرفة الارتباطات والعلاقات، وذلك من خلال التناظر والتشابه.
- التحليل: وتعني مقدرة الطالب على تقسيم الموضوع المركّب إلى أجزاء صغيرة؛ من أجل الحصول على فهم أفضل لهذا الموضوع واستيعابه.

- الافتراض –التخمين: مقدرة الطالب على افتراض إجابة أولية، أو تخمينها، ثم التحقّق من صحتها.

ومثّلت كل مهارة من المهارات أعلاه فقرتان، وعليه فقد شمل الاختبار على (10) فقرات من نوع الإجابات المصوغة، ذات نهايات مفتوحة مرتبطة بالبنية المعرفية للطلبة، وبمرونة التفكير وإنتاج الأفكار. وعطفًا على ذلك، وبالرجوع إلى الدراسات السابقة ذات الصلة، والكيفية التي تناسب تقييم اختبارات التفكير التباعديّ، ومن خلال الاطّلاع على إجابات الطلبة، وسبر أغوار تلك الإجابات، لوحظ أن بعض الطلبة قد توصّل إلى –ما هو أقصاه– 4 إجابات صحيحة وشائعة، وإجابتين لأفكار غير شائعة للفقرة الواحدة؛ وعليه فقد تمّ حساب (6) علامات –كحدّ أقصى– للفقرة الواحدة، بواقع علامة واحدة لكل إجابة. كما تمّ حساب العلامة (صفر) في حال عدم ورود أي إجابة عن الفقرة؛ وعُدّ هذا معيارًا لتقدير العلامات لفقرات الاختبار. والجدول (1) يوضّح نظام تقدير العلامات في اختبار التفكير التباعديّ.

الجدول (1) نظام تقدير العلامات في اختبار التفكير التباعديّ

المهارة	عدد الفقرات	طريقة التصحيح	العلامة	العلامات المُضافة	الدرجة النهائية
توليد الأفكار	2	علامة واحدة لكل إجابة صحيحة	4 علامات لكل فقرة	تُضاف علامتان إذا كانت الاستجابة لأفكار غير شائعة	12
إنتاج آراء مدعّمة عقليًا	2	علامة واحدة لكل رأي مدعم عقليًا	4 علامات لكل فقرة		12
إدراك علاقات	2	علامة واحدة لكل علاقة صحيحة	4 علامات لكل فقرة		12
التحليل	2	علامة واحدة لكل علاقة صحيحة	4 علامات لكل فقرة		12
الافتراض/ التخمين	2	علامة واحدة لكل افتراض صحيح	4 علامات لكل فقرة		12
المجموع	**10**	--	**40**	**20**	**60**

ويظهر من الجدول (1) أن العلامة النهائية لاختبار التفكير التباعديّ بلغت (60) علامة.

وتمّ التحقّق من صدق اختبار التفكير التباعديّ عن طريق عرضه على مجموعة من المحكّمين المتخصّصين في مناهج الرياضيّات وطرائق تدريسها، ومتخصّصين في القياس والتقويم التربوي، وتمّ الأخذ بآراء المحكّمين، وإجراء بعض التعديلات الضرورية، لا سيّما تلك التعديلات المرتبطة بالصياغة اللغوية لبعض الفقرات، وعدد الفقرات؛ إذ تضمّن الاختبار بصورته الأولية (15) فقرة، وانتهى بـ (10) فقرات.

أما لحساب ثبات الاختبار، فقد تمّ تطبيقه على عينة استطلاعية، من خارج عينة الدراسة، في مدرسة نسيبة المازنية بمحافظة العاصمة عمّان، مثّلتها شعبة دراسية بلغ عدد أفرادها (35) طالبة، وقد تمّ التحقّق منه عن طريق قياس مدى الاتساق الداخلي للفقرات، وذلك بحساب معادلة كرونباخ ألفا (Cronbach Alpha)، وقد بلغ معامل الثبات المحسوب بهذه الطريقة (0.82)، وتعدّ هذه القيمة مناسبة لأغراض الدراسة. كما تمّ حساب الزمن المناسب للاختبار؛ وذلك بحساب المتوسط الحسابي لأول من أنهى من الطلاب وآخرهم، وقد قُدّر زمن الاختبار -بناءً عليه- بـ (90) دقيقة. كما تمّ حساب معاملات التمييز لفقرات الاختبار، فتراوح مداها بين (- 0.352 0.744)، وهي قيمٌ مقبولة لأغراض الدراسة.

ثانيًا: اختبار الأساليب المعرفيّة

تمّ في هذه الدراسة اعتماد "اختبار الأشكال المتضمّنة" Embedded Figures Test بصورته الجمعيّة، وهو من الاختبارات الإدراكيّة المناسبة لطلبة المرحلة الأساسيّة. ويُطلب من الطالب في هذا الاختبار أن يحدّد في استجاباته معالم الأشكال البسيطة التي تُعرض عليه داخل مجموعة من الأشكال المعقّدة، التي نُظِّمت بطريقة معيّنة لا تكون الأشكال البسيطة واضحة فيها، ويتطلّب التعرّف اليها بعض التركيز من الطالب. وقد قام بإعداده وتكن وأولتمان وراسكن وكارب (Witkin, Oltman, Raskin, & Karp, 1971, 1977, 2002)، وقد استُخدم في دراسات متعدّدة (Bambang et al., 2020; Glicksohn & Kinberg, 2009; Li & Li, 2021; Mumma, 1993). وقام بتعريبه الشرقاوي والشيخ (Al-Sharqawi & Sheikh, 2015).

وتستخدم اختبارات الأشكال المتضمّنة في قياس بعد مهم من الأبعاد المعرفيّة، أو ما يعرف بالأساليب المعرفيّة Cognitive Styles، وهو بعد "الاعتماد – الاستقلال" عن المجال الإدراكي Field Dependence-Independence Cognitive Style، إذ يتعلّق بالطريقة التي يدرك بها الفرد المواقف أو الموضوع وما به من تفاصيل، فالطالب الذي يتميز باعتماده على المجال في الإدراك يخضع إدراكه للتنظيم الشامل (الكلّي) للمجال، أما أجزاء المجال فإدراكه لها يكون مبهمًا. أما الطالب الذي يتميز بالاستقلال الإدراكي، فإنه يدرك أجزاء المجال في صورة منفصلة أو مستقلة عن الأرضية المنظمة. وتدلّ الدراسات على أن اتصاف الطالب في إدراكه بالاستقلال أو الاعتماد على المجال ثابت إلى حد كبير، وبين القطبين تدريج متصل.

ويتكون اختبار الأشكال المتضمّنة (الصورة الجمعيّة) من ثلاثة اقسام رئيسة، هي:

- **القسم الأول:** وهو قسم للتدريب، ولا تُحسب علامته في تقدير الطلبة، ويتكون من سبع فقرات تُعدّ "سهلة".
- **القسم الثاني:** يتكون من تسع فقرات متدرّجة في صعوبتها، ولكل منها علامة واحدة، بواقع (9) علامات، وبزمن محدّد بـ (9) دقائق لهذا القسم.
- **القسم الثالث:** كذلك يتكون من تسع فقرات متدرّجة في الصعوبة، وهو مكافئ للقسم الثاني من الاختبار، ولكل فقرة علامة واحدة، بواقع (9) علامات، وبزمن محدّد بـ (9) دقائق لهذا القسم.

وتمثّل كل فقرة من الفقرات في الأجزاء الثلاثة شكلاً معقّدًا يتضمّن داخله شكلاً بسيطًا معينًا، ويتطلّب من الطالب معرفة الشكل البسيط في داخل الشكل المعقّد وتحديده بقلم رصاص. وعليه، فإن الزمن الكلّي لاختبار الأساليب المعرفيّة هو (18) دقيقة، والعلامة الكليّة لهذا الاختبار هي (18) علامة، وكلما زادت العلامة زاد الاستقلال عن المجال الإدراكي، وكلما انخفضت العلامة زاد الاعتماد عن المجال الإدراكي.

ولحساب ثبات الاختبار، فقد تمّ تطبيقه على عينة من خارج عينة الدراسة قوامها (35) طالبة، في مدرسة نسيبة المازنية بمحافظة العاصمة عمّان. وقد تمّ التحقّق من ثبات الاختبار بطريقتين، أولاً بطريقة إعادة التطبيق test-retest بفارق زمني يقدّر بأسبوعين، وقد بلغ معامل الثبات المحسوب بهذه الطريقة (0.81)، وثانياً بحساب معامل كرونباخ ألفا Cronbach Alpha لقياس الاتساق الداخلي، وقد بلغ معامل الثبات المحسوب بهذه الطريقة (0.77)، وتعدّ هذه القيم مناسبة لأغراض الدراسة.

الإجراءات

فيما يتعلّق بتوزيع أفراد الدّراسة وفقاً للمتغير التصنيفي (الأساليب المعرفيّة)، فقد تمّ تطبيق اختبار الأشكال المتضمّنة (الصورة الجمعيّة) على الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة قبل البدء بتطبيق الدراسة؛ بهدف تحديد الطلبة "المعتمدين" "والطلبة المستقلين" عن المجال الإدراكي، وقد تراوحت علامات الطلبة في الاختبار بين (5-17). وتمّ استخراج الرتب المئينية للعلامات، واعتماد المئين (50) لعلامات الطلبة في الاختبار كمعيار للتصنيف، وقد مثّل الطلبة الذين حصلوا على علامة أقل من قيمة المئين الأوسط (50%)، أي أقل من العلامة (12)، فئة الطلبة "المعتمدون"، بينما مثّل الطلبة الذين حصلوا على علامة تساوي أو أكبر من المئين الأوسط

(50%)، أي أكثر أو يساوي العلامة (12)، فئة الطلبة "المستقلّون". هذا ومثّلت علامات الطلبة في اختبار التفكير التباعديّ قبليًّا المتغير المصاحب (covariate) في الدراسة.

ولتحقيق الأهداف المرجوة من الدراسة، تمّ اللقاء بالمعلّم والمعلّمة في مدرستي صويلح الثانوية للإناث ومدرسة رغدان الثانوية للذكور، في محافظة العاصمة عمّان في الأردن، وهما اللذيْن أنيط بهما تطبيق الدراسة، وإطلاعهما على الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة. كما تمّ الاتفاق مع كل منهما على أهمية السير في تدريس المجموعة التجريبية وفق الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة بدليلها –الذي أعدّ لتدريس الوحدتين التعليميتين– وتوضيح خطوات السير في التدريس وفقه، والتوجيهات المرفقة به، وتدريبهما على توظيفه، وتدريس المجموعة الضابطة وفق الطريقة الاعتيادية.

وقبل البدء بالتدريس، تمّ تطبيق اختبار التفكير التباعديّ، كما تمّ تطبيق اختبار الأساليب المعرفيّة؛ بهدف تصنيف الطلبة في مجموعتي الدراسة التجريبية والضابطة إلى فئتين: "المستقلّون" عن المجال الإدراكي (المئين 50 فأعلى)، و"المعتمدون" عن المجال الإدراكي (أقل من المئين 50). بعد ذلك تمّ تنفيذ المعالجة التجريبية؛ بتدريس المجموعة التجريبية وفق الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، وتدريس الضابطة بالطريقة الاعتيادية، وقد استغرق التنفيذ (10) أسابيع. وفي أثناء التنفيذ، تمّ متابعة كل من المعلّم والمعلّمة، والتأكّد من التزامهما بتوظيف الاستراتيجية على المجموعة التجريبية، والتزامهما بالتدريس بالطريقة الاعتيادية للمجموعة الضابطة. وفي نهاية مدة التدريس للوحدتين التعليميتين الأولى والثانية، تمّ تطبيق اختبار التفكير التباعديّ على المجموعتين التجريبية والضابطة.

المعالجة الإحصائية

للإجابة عن سؤالي الدراسة، تمّ استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة، على التطبيق البعديّ لاختبار التفكير التباعديّ، واستُخدم تحليل التباين الثنائي المصاحب (2 way ANCOVA) ذي التصميم العاملي (2X2) لضبط الفروق بين المتوسطات الحسابية لعلامات الطلبة في التطبيق القبليّ لاختبار التفكير التباعديّ، والتي مثّلت المتغير المصاحب (covariate) في الدراسة، وكذلك للكشف عن دلالة الفروق في المتوسطات الحسابية لدرجات الطلبة في التطبيق البعدي لاختبار التفكير التباعديّ، تبعًا لمتغيري طريقة التدريس والأساليب المعرفيّة، والتفاعل بينهما. كما تمّ

استخراج مربع إيتا (Eta Square) لمعرفة حجم أثر الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة في كل من المتغير التابع والتفاعل بين طريقة التدريس والأساليب المعرفيّة.

تصميم الدراسة

استُخدم في هذه الدراسة التصميم شبه التجريبي لمجموعتين، تجريبية وضابطة، كما يلي:

EG: O1 X O1

CG: O1 - O1

حيث:

EG: المجموعة التجريبية

CG: المجموعة الضابطة

X: الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة (المعالجة)

O1: اختبار التفكير التباعديّ

نتائج الدراسة ومناقشتها

للإجابة عن السؤال الأول من سؤالي الدراسة، والذي نصّ على: "هل تختلف درجات التفكير التباعديّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسيّ مختلفي الأساليب المعرفيّة باختلاف طريقة التدريس (الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، الطريقة الاعتيادية)؟"، حُسبت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والمتوسطات المعدّلة لدرجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار التفكير التباعديّ في التطبيقين القبليّ والبعديّ، وذلك تبعًا لاختلاف طريقة التدريس (النمذجة الرياضيّة، الطريقة الاعتيادية) والأسلوب المعرفيّ (معتمد، مستقل). والجدول (2) يوضّح ذلك.

الجدول (2) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والمتوسطات المعدّلة لدرجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار التفكير التباعديّ (القبلي والبعدي) تبعًا لاختلاف طريقة التدريس والأسلوب المعرفيّ

الطريقة	الأسلوب المعرفيّ	العدد	التفكير التباعديّ القبليّ		التفكير التباعديّ البعديّ		المتوسط المعدّل
			المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
النمذجة الرياضيّة	معتمد	23	31.00	4.00	37.56	4.37	**37.77**
	مستقل	27	32.81	3.90	37.22	3.07	**36.18**
	كلّي	**50**	**31.98**	**4.00**	**37.38**	**3.68**	**36.97**
الاعتيادية	معتمد	28	30.39	4.95	31.64	4.41	**32.27**
	مستقل	24	30.95	4.19	31.63	4.17	**31.86**

الطريقة	الأسلوب المعرفيّ	العدد	التفكير التباعديّ القبليّ		التفكير التباعديّ البعديّ		المتوسط المعدّل
			المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
	كلّي	52	30.65	4.58	31.63	4.26	32.06

ولتحديد قيمة الفرق بين متوسطات درجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار التفكير التباعديّ البعديّ، تشير قيمة المتوسطات الحسابية المعدّلة الناتجة عن عزل نتائج التفكير التباعديّ القبليّ لطلبة المجموعتين، على أدائهم في اختبار التفكير التباعديّ البعديّ، إلى أن الفرق كان لصالح طلبة المجموعة التجريبية (التي خضعت للتدريس وفق الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة)، إذ حصلوا على متوسط حسابي معدّل بلغ (36.97) وهو أعلى من المتوسط المعدّل لطلبة المجموعة الضابطة (التي خضعت للتدريس بالطريقة الاعتيادية) والبالغ (32.06)، وهذا يشير إلى أن استخدام الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة في التدريس أدّى إلى تحسّن مقدرة طلبة المجموعة التجريبية في التفكير التباعديّ، مقارنة بطلبة المجموعة الضابطة.

ولمعرفة ما إذا كان الفرق بين المتوسطات الحسابية لدرجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة، في اختبار التفكير التباعديّ البعديّ، له دلالة إحصائية (α=0.05)، وبهدف عزل الفروق بين مجموعات الدراسة في اختبار التفكير التباعديّ في التطبيق القبليّ إحصائياً، تمّ إجراء تحليل التباين الثنائي المصاحب (2 way ANCOVA) ذي التصميم العاملي (2x2)، وكانت النتائج كما في الجدول (3).

الجدول (3) نتائج تحليل التباين الثنائي المصاحب (ANCONA) ذي التصميم العاملي (2x2) لدرجات الطلبة على اختبار حلّ التفكير التباعديّ تبعًا لاختلاف طريقة التدريس والأسلوب المعرفيّ والتفاعل بينهما

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	مستوى الدلالة	مربع إيتا
الاختبار القبلي	861.982	1	861.982	115.106	.001	.543
طريقة التدريس	598.074	1	598.074	79.865	.001	.452
الأسلوب المعرفيّ	24.908	1	24.908	3.326	.071	.033
التفاعل طريقة التدريس×الأسلوب المعرفي	8.873	1	8.873	1.185	.279	.012
الخطأ	726.391	97	726.391			
الكلّي	123492.000	102				

ويتّضح من الجدول (3) الدلالة الإحصائية للفروق في علامات التفكير التباعديّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسيّ، تبعًا لطريقة التدريس (الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة،

الطريقة الاعتيادية)، والتي جاءت لصالح المجموعة التجريبيّة؛ أي الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، وذلك كما توضّحها المتوسطات الحسابية في الجدول (2).

ولتعرّف حجم أثر الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة في التفكير التباعديّ لدى الطلبة، تم حساب مربع إيتا ($\eta 2$) إذ بلغ (0.452)، وبذلك يمكن القول إن ما يقارب من (45.2%) من التباين في التفكير التباعديّ بين المجموعتين التجريبية والضابطة يرجع إلى متغير استخدام الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة في التدريس.

ويمكن إرجاع هذه النتيجة الإيجابية إلى أسباب، منها طريقة عرض المحتوى المتكاملة لمراحل الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة التي اعتمدتها الدراسة، وهو بدوره ما ساعد في القيام بربط المعرفة النظرية بالتطبيقية، وتعرّف العلاقات بين الأفكار الرياضيّة والربط بينها، وربط المحتوى الرياضيّ بالمعرفة السابقة للمتعلّم؛ وهو ما أسهم –غالبًا–في تحسّن مقدرة طلبة المجموعة التجريبية في تفكيرهم التباعديّ. وبإلقاء مزيد من الضوء على هذه النتيجة الإيجابية، تتضّح أدوار الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة بمراحلها المتتالية المختلفة، بدءًا بمرحلة "صياغة فرضيات النمذجة" والتي تتضمّن في طياتها تحديد العناصر التي سيتمّ الاهتمام بها، والعناصر التي سيتمّ تجاهلها، وهو ما يهدف إلى التصدّي للموقف أو الخبرة أو المشكلة، وتحديد المتغيرات المرتبطة. ثم تأتي مرحلة "إنشاء أُنموذج رياضيّ" وهو ما يشير إلى توليد البيانات التي يمكن استخدامها لإيجاد العلاقات في الرياضيّات، ويكون ذلك من خلال إنتاج رسم يوضّح العلاقات الرياضيّة ضمن تلك البيانات، ولعلّ هذا قد أسهم في فهم واستيعاب ما تعرّض له الطلبة من مواقف أو خبرات ذات علاقة بالتفكير التباعديّ مثّلت مواقف جديدة، وتبع ذلك مرحلة "تحليل الأُنموذج الرياضيّ"، وتشمل هذه المرحلة استخدام الأُنموذج الرياضيّ لتوليد نتائج يمكن استخدامها لإيجاد العلاقات في مواقف التفكير التباعديّ، وقد يكون ذلك من خلال رسم أو تمثيل يوضّح العلاقات الرياضيّة ضمن تلك البيانات لهذه المواقف. ثم تأتي ترجمة النتاجات المحسوبة في عالم الرياضيّات ضمن سياق التفكير التباعديّ، والتأكد من صحة تلك النتاجات في العالم الحقيقي، وهو ما يعبّر عن مواقف التفكير التباعديّ كواقع حقيقي، وهو ما يمثّل مرحلة "تفسير النتائج ومقارنتها بالواقع"، وهي التي تقود –في الواقع– إلى المرحلة الأخيرة، وهي مرحلة "تقديم الاستنتاجات"، والتي تتضمّن الرسومات البيانية والأشكال في الرياضيّات، أي النمذجة الحقيقية

لمواقف التفكير التباعديّ، وبهذا فقد توفر هذه المرحلة فرصة جيدة لتطوير لمواقف التفكير التباعديّ التي يواجهها الطالب.

ولعلّ هذه الأدوار التي تتمتّع بها الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، من خلال مراحلها التي يمرّ بها الطلبة مع معلّميهم في أثناء تعرّضهم للخبرات الرياضيّة، قد يؤمّن في ثناياه بيئة تعليمية إيجابية ملائمة للتعلّم الفعّال وذي المعنى؛ وهو ما قد يسهم بدوره في تهيئة المواقف التعليميّة التي تمكّن الطلبة من فهم الحقائق والمعارف والمعلومات واستيعابها وتفسيرها. أضف إلى ذلك، أن تنوّع الأنشطة والخبرات والتمثيلات التي يحقّقها هذا الأُنموذج، ومن خلال العمل الجماعي –أحيانًا– فيما بينهم، أو عبر تفاعلهم مع معلّميهم، قد تشيع مناخًا إيجابيًا يشكّل تطوّرًا معرفيًا لدى الطلبة، فيزداد معه استيعابهم للمفاهيم والعلاقات المرتبطة بمواقف التفكير التباعديّ وتصدّيهم لها، وقد يكون لذلك كله الأثر الفعّال في تفوّق طلبة المجموعة التجريبية في تفكيرهم التباعديّ.

وفي هذا الصدد، فقد تتّفق نتائج هذه الدراسة –إلى حدّ ما– مع نتائج دراسات أخرى تناولت استراتيجيات قائمة على النمذجة الرياضيّة أو متغيرات لها علاقة بهذه الدراسة، مؤكّدة على أهمية تناول النمذجة الرياضيّة واستراتيجيات قائمة عليها، وتحرّي أثرها في تعلّم الرياضيّات وتعليمها (Abu Sarah, 2019; Al-Nimrat, 2018; Kurniada & Partiwi, 2020; Maston, 2018).

وللإجابة عن السؤال الثاني من سؤالي الدراسة، والذي نصّ على: "هل يوجد أثر في التفكير التباعديّ لدى طلبة الصف العاشر الأساسيّ يُعزى إلى التفاعل بين طريقة التدريس (الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، الطريقة الاعتيادية) والأسلوب المعرفيّ (معتمد، مستقل)؟"، تشير النتائج في الجدول (3) إلى عدم وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطات درجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار التفكير التباعديّ يعزى إلى التفاعل بين طريقة التدريس (الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة، والطريقة الاعتيادية)، والأسلوب المعرفيّ (معتمد، مستقل) لدى الطلبة، إذ بلغت قيمة (ف) المحسوبة (1.185)، وهذه القيمة ليست دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (α=0.05). هذا، وتُظهر النتائج، كما في الجدول (2)، تفوّق الطلبة المستقلّين عن مجالهم الإدراكيّ في المجموعة التجريبية –نسبيًّا– على الطلبة المستقلّين عن مجالهم الإدراكيّ في المجموعة الضابطة، كما يتّضح من الفروق الظاهرية تفوّق الطلبة المعتمدين

عن مجالهم الإدراكيّ في المجموعة التجريبية –نسبيًّا– على الطلبة المعتمدين عن مجالهم الإدراكيّ في المجموعة الضابطة؛ مما يشير إلى تفوّق طلبة المجموعة التجريبية في تفكيرهم التباعديّ على مستويي الأسلوب المعرفيّ المستقل والمعتمد.

وقد تُعزى هذه النتيجة إلى أن كلاً من المُتغيرين المُستقلين (النمذجة الرياضيّة، والأساليب المعرفيّة) قد يؤثر في المُتغير التابع (التفكير التباعديّ) بمعزل عن المتغير المستقل الآخر، وليس بالضرورة أن يتفاعلا من أجل إحداث أثرٍ في المُتغير التابع؛ بمعنى أن الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة استطاعت أن تُحدث أثرًا في التفكير التباعديّ لدى الطلبة، بشكل منفصل ومستقل عن الأساليب المعرفيّة لهؤلاء الطلبة، سواء أكانوا مستقلّين أم معتمدين عن مجالهم الإدراكيّ، دون أن تتفاعل مع متغير الأساليب المعرفيّة لإحداث هذا الأثر.

التوصيات والمقترحات

في ضوء نتائج الدراسة ومناقشتها، وعرض الأدبيات المتعلّقة بمشكلة الدراسة، فإن الدراسة توصي بما يأتي:

- حثّ معلّمي الرياضيّات على تبنّي تدريس موضوعات في الرياضيات الاستراتيجية القائمة على النمذجة الرياضيّة التي تبنّتها الدراسة.
- عمل دورات تعريفية للمعلّمين بالنمذجة الرياضيّة، والتدريب على استراتيجيات تعليمية قائمة عليها.
- إجراء مزيد من الدراسات حول أثر استخدام استراتيجيات قائمة على النمذجة الرياضيّة في تدريس الرياضيّات، وعلى مراحل دراسية مختلفة، وفي موضوعات رياضية أخرى.

References

Abu Amira, M. (2002). *Creativity in mathematics education*. Cairo: Al Dar Al Arabiya Book Library.

Abu Sakran, M., Al Mashad, M., Abu Umira, M., & Sutohi, M. (2017). The effectiveness of a proposed program based on mathematical power in developing divergent thinking skills for tenth grade students. *Journal of Scientific Research in Education-Ain Shams University, 4*(18), 70-91.

Abu Sarah, A. (2019). The effectiveness of a program based on mathematical modeling using interactive computer applications - augmented reality in developing the spatial sense skills of sixth

graders in mathematics in Palestine. *International Journal of Internet Education, 2*, 1687-5796.

Acar, S., & Runco, M. A. (2015). Thinking in multiple directions: Hyperspace categories in divergent thinking. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 9*, 41-53.

Ahmed, A. (2008). A training program using metacognitive strategies to develop creative teaching skills for science teachers and its impact on developing divergent thinking among their students in basic education. *Twelfth Scientific Conference: Practical Education and Societal Reality, Egyptian Association for Scientific Education*, 229-272.

Al-Ghamdi, M. (2013). Designing geometric shapes unit lessons and accompanying activities using scamper tools and creative thinking test for fifth grade students in the Kingdom of Saudi Arabia. *Education Journal - Al-Azhar University, 156*(2), 625-593.

Al-Kharousi, A., & Al-Abed, A. (2019). The effectiveness of a program based on solving problems in developing divergent thinking among tenth graders in light of the variation in their mathematical self-concept. *Journal of Mathematics Education: The Egyptian Society for Mathematics Education, 22*(12), 159-179.

Al-Khouly, M. (2002). *Cognitive methods and their controls in cognitive psychology*. Cairo: Dar Al-Hadith.

Allinson, C. (2012). *The cognitive style index*. Pearson Education. Ltd,UK.

Al-Meligy, R. (2009*). Methods of teaching mathematics: Creativity and enjoyment*. Cairo: Dar Al-Sahab for Publishing and Distribution.

Al-Nimrat, S., Al-Zoubi, A., & Al-Omari, W. (2018). The effect of using mathematical modeling on developing critical thinking skills in mathematics for female ninth graders. *Journal of the Islamic University of Educational and Psychological Studies, 5*(28), 2410-2946.

Al-Nimrat, Somaya, (2018). The effect of using mathematical modeling on developing critical thinking skills in mathematics for female ninth graders. *Journal of the Islamic University of Educational and Psychological Studies,* 5(28), 2410-2946.

Al-Sharqawi, A., & Sheikh, S. [Translators]. (2015). *Group embedded figures test manual*. Cairo: Anglo-Egyptian Library.

Ang, K. C. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator, 6*(1), 63-75.

Bambang, S., Salasi, R., & Usman, U. (2021, April 2). Students' mental activities and cognitive styles in mathematical problem-solving [Paper presentation]. *The 2nd Science and Mathematics Conference (SMIC 2020): Transforming Research and Education of Science and Mathematics in the Digital Age, Indonesia.* https://doi.org/10.1063/5.0041925

Bhagat, A., Vyas, R., & Singh, T. (2015). Students awareness of learning style and their Perceptions to a Mixed Method Approach for Learning. *International Journal of Applied and Basic Medical Research, 5*(4), 58.

Blum, W. (2007). *How do students and teachers deal with modelling problems.* University of Kassel, Germany.

Dehaan, R (2009). Teaching creativity and inventive problem solving in science**.** *Life Sciences Education, 8*, 172-181.

Dixon, R. & Brown, R (2012). Transfer of learning: Connecting concepts during problem solving. *Journal Technology,1*(23), 2-17.

Glicksohn, J., & Kinberg, Z. (2009). Performance on embedded figures tests: Profiling individual differences. *Journal of Individual Differences, 30*(3), 152–162. https://doi.org/10.1027/1614-0001.30.3.152

Gonrny, E (2007). *A dictionary of creativtty: Terms,concepts thearies & findings in creativity*. https:// creativity. Netslova.ru/Divergent thinking

Gould, H. (2013). *Teachers' conceptions of mathematical modeling*. Unpublished Doctoral Dissertation. Columbia University.

Hansson, A. (2010). International Responsibility in mathematical education modelling classroom teaching using swedish data. *Education Stud Math, 75,* 171-189.

Kurniada, E., & Partiwi, D. (2020). Developing a learning design of mathematical modeling courses on understanding basic concept of mathematical modeling. *Journal of physics, Conf. series,* 1480.

Kurniada, E., & Partiwi, D. (2020). Developing a learning design of mathematical modeling courses on understanding basic concept of mathematical modeling. *Journal of physics, Conf. series,* 1480.

Lachs, V (2000). *Making Multimedia in the classroom*. London: Taylor and Francis group.

Li, Z., & Li, B. (2021). Measuring thinking styles of pre-service and early career teachers: Validation of a revised inventory. *International Journal of Educational Methodology*, 7(3), 421-432.

Maston, K. (2018). *Teachers' perspectives on how they learn mathematical modeling*. Unpublished Doctoral Dissertation. George Mason University.

Mumma, G. H. (1993). The embedded figures test: Internal structure and development of a short form. *Personality and Individual Differences, 15*(2), 221–224. https://doi.org/10.1016/0191-8869(93)90029-3

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

Reiter-Palmon, R., Forthmann, B., & Barbot, B. (2019). Scoring divergent thinking tests: A review and systematic framework. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 13*(2), 144-152. https://doi.org/10.1037/aca0000227

Runco, M. A. (2020). Divergent thinking. Encyclopedia of creativity, 356-361.

Runco, M. A. (Ed.). (2013). *Divergent thinking and creative potential*. Cresskill, NJ: Hampton Press.

Runco, M. A., Abdulla, A. M., Peak, S., Aljasim, F. A., & AlSuwaidi, H. N. (2016). Which test of divergent thinking is best? *Creativity. Theories-Research-Applications, 3*, 4-18. https://doi.org/10.1515/ctra-2016-0001

Saadeh, J. (2003). *Teaching thinking skills*. Amman: Dar Al-Shorouk for printing, publishing and distribution.

Sampan, T., Maitree, I., & Suladda, L (2012). Adaptation of lesson study and open for sustainable development of students' mathematical learning process. *Scientific Research Publishing, 3*(10), 906-911.

Schwerdtfeger, S. (2017). *Elementary preservice teachers' and elementary inservice teahers' knowledge of mathematical modeling*. Unpublished Doctoral Dissertation. Kansas State University, Kansas, U.S.A.

Sternberg, R. J. (2004). Culture and Intelligence. *American Psychologist, 59*(5), 325-338. https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.5.325

United Nations Relief and Works Agency for Palestine Refugees in the Near East-UNRWA. (2012). *School based teacher development (SBTD): Transforming classroom practices*, UNRWA.

Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their

educational implications. *Review of Educational Research, 47*(1), 1-64. https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.1975.tb01065.x

Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E., & Karp, S. A. (1971). *A manual for the embedded figures test*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.

Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E., & Karp, S. A. (2002). *Group embedded figures test manual*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.

Youssef, S. (2011). *Individual differences in cognitive mental processes*. Amman: Dar Al Masirah for publishing, distribution and printing.