الجمعية الأردنية للعلوم التربوية، المجلة التربوية الأردنية، المجلد التاسع، العدد الرابع، الملحق (1)، 2024
DOI: https://doi.org/10.46515/jaes.v9i4.990

The Effect of Using the Allosteric Learning Model in Solving Geometric Problem among Eighth Grade Students with Different Spatial perceptions

Fadwa Abd Alrahim Qaddoumi*
Prof. Adnan Salim Al-Abed**

Received 20/10/2022 Accepted 3/12/2022

Abstract:

This study aimed at investigating the effect of teaching based allosteric learning model in solving geometric problem among eighth grade students with different spatial perceptions. The study adopted the experimental methodology and the quasi-experimental design. The study subjects were selected from the 8th grade students from two schools in the capital city Amman-Jordan. Two classes were randomly assigned in each school, one of them is experimental, studied according to the "Allosteric Learning Model", and the other is the control one which studied according to the usual method. By combining classes, the number of subjects of the experimental group became (60) male and female students, and the number of subjects of the control group became (55) male and female students. The teaching material was prepared according to the teaching model, and the “Geometric Problem Solving Test” and The “Spatial Visualizations Scale” were used for the research purposes. The results showed that there were statistically significant differences ($\alpha = 0.05$) in solving the geometric problem attributed to the teaching method, in favor of the experimental group, while the results showed no statistically significant differences ($\alpha = 0.05$) in solving the geometric problem due to the interaction between the teaching method (Allosteric Learning Model, the control group) and the spatial perceptions (lower, upper). The study recommended encouraging mathematics teachers to adopt teaching topics in mathematics according to the teaching approach based on the dimensions of the Allosteric Learning Model, conducting introductory workshops for teachers using the Allosteric Learning Model, and training them in building teaching models based on it.

Keywords: Allosteric Learning, geometric problem, spatial perceptions.

Ministry of Education\ Jordan\ f.qaddoumi@yahoo.com *
Faculty of Educational Sciences\ The University of Jordan\ Jordan\a.abed@ju.edu.jo **

أثر استخدام أنموذج التعلّم التّفارغي في حلّ المسألة الهندسية لدى طلبة الصف الثامن الأساسيّ ذوي التّصوّرات المكانيّة المتباينة

فدوى عبد الرحيم القدّومي *

أ.د. عدنان سليم العابد **

ملخص:

هدفت الدراسة إلى تقصّي أثر استخدام أنموذج التّعلّم التّفارغي في حلّ المسألة الهندسية لدى طلبة الصفّ الثامن الأساسيّ ذوي التّصوّرات المكانيّة المتباينة. اعتمدت الدراسة المنهج التجريبي، ذي التّصميم شبه التجريبي. واختير أفراد الدراسة من طلبة الصفّ الثامن الأساسيّ من مدرستين في محافظة العاصمة عمّان في الأردن، وعُيّنت شعبتان عشوائيًّا في كل مدرسة، إحداهما تجريبية، درست وفق أنموذج التّعلّم التّفارغي، والأخرى ضابطة، ودرست وفق الطريقة الاعتيادية، وبعد دمجهما بلغ عدد أفراد المجموعة التجريبية (60) طالبًا وطالبة، وبلغ عدد أفراد المجموعة الضّابطة (55) طالبًا وطالبة. استُخدم اختبار المسألة الهندسية، ومقياس التّصوّر المكاني لأغراض الدّراسة. أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($\alpha=0.05$) في حلّ المسألة الهندسيّة تُعزى إلى طريقة التّدريس، ولصالح المجموعة التجريبية، التي درست وفق أنموذج التّعلّم التّفارغي، بينما أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($\alpha=0.05$) في حلّ المسألة الهندسية تُعزى إلى التّفاعل بين طريقة التّدريس (أنموذج التّعلّم التّفارغي، والطّريقة الاعتياديّة) والتّصوّر المكاني (مرتفع، منخفض). وقد أوصت الدراسة بحثّ معلّمي الرياضيّات على تبنّي تدريس موضوعات في الرياضيات وفق أنموذج التّعلّم التّفارغي، وعمل دورات تعريفيّة للمعلّمين بأنموذج التّعلّم التّفارغي، والتّدريب على بناء نماذج تعليميّة قائمة عليه.

الكمات المفتاحية: التعلّم التفارغي، المسألة الهندسية، التّصوّر المكانيّ.

* وزارة التربية والتعليم/ الأردن/ f.qaddoumi@yahoo.com

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

المقدمة

تعدّ الرياضيات من العلوم المهمّة في الحياة، والتي لها تطبيقات واسعة على أرض الواقع؛ فهي تساعد في حلّ المشكلات التي تواجه الفرد وتُعينه على مواجهتها والتّعامل معها بشكل إيجابيّ وسليم، وتساعده على إيجاد أفضل الحلول لها؛ بما تمنحه من مهارات التّفكير التحليليّ والاستدلال المنطقي، ولكي تزدهر أي أمّة أو تتقدّم فلا بدّ لها من الاهتمام في مدارسها بتعليم الرياضيات.

وتتميّز الرياضيات، شأنها شأن فروع المعرفة العقليّة، بالنّمو والتّطوّر المستمر، كما تتميّز بإسهامها الكبير في العلوم والتكنولوجيا، فكان لها دورٌ ملحوظٌ في الصّحوة العلميّة والتكنولوجية التي يعيشها العالم، إذ امتدّت الاستخدامات المختلفة لها حتى شملت كثيرًا من المجالات التطبيقيّة في العلوم الاجتماعية والإنسانية وإدارة الأعمال والسياسة، كما أدّت دورًا بين الأفراد في الحياة اليوميّة، فضلًا عن أنها تُساعد في التعرّف إلى مشكلات الأفراد والمجتمع، وتُسهم في وضع حلول لهذه المشكلات، وهكذا أصبح الفكر الرياضيّ من مستلزمات العصر الحالي، وأصبحت الرياضيات من المكوّنات الأساسيّة للثقافة التي لا يُمكن الاستغناء عنها في جميع قطاعات الحياة، وأصبح التّركيز –كذلك– على تطوير مستوى التّفكير الرياضيّ لدى الطلبة ضرورة ملحّة ليتسنّى لهم توظيف المعرفة الرياضيّة في دراستهم وفي حياتهم اليومية (Sangpom et al., 2016).

ويُلاحظ أنّ أهداف تعليم الرياضيات تطوّرت من مجرد التّركيز على الدقّة والسّرعة في إجراء العمليّات الحسابية، إلى التركيز على الفهم والمقدرة على حلّ المسائل التي تمثّل أحد الأهداف الأساسية لتعليم الرياضيات؛ ولذا احتلّت مقدرة الطلبة على حلّ المسائل الرياضيّة حيّزًا كبيرًا من اهتمام الباحثين في مجال تدريس الرياضيات في عديد من الدول، فضلًا عن عديد من المجالس والهيئات التي تُعنى بتدريس الرياضيات، كالمجلس القومي لمعلّمي الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية National Council of Teachers of Math (NCTM)، والمركز القومي للعلوم والرياضيات في بريطانيا National Math and Science Initiative (Abdel Qader, 2013).

والهندسة، كفرع ذي أهمية بالغة من فروع الرياضيات يُعنى بدراسة الأشكال، وقياس الحجوم والمساحات، ودراسة الهندسة الفراغيّة، لها تطبيقات عمليّة في مجالات عدّة في الحياة من حولنا، فهي تزوّد الطلبة بمهارات عمليّة وفنيّة لحلّ المسائل، وتُكسبهم المعرفة اللازمة في جميع مجالات

الرياضيات.

ونظرًا لأنّ الألفيّة الثالثة اتّسمت بالإنجازات العلمية في مجال الرياضيات والهندسة والتكنولوجيا خاصة، ونظرًا للتحدّيات التي تُواجه عملية تعلّم الرياضيات وتعليمها، وبخاصّة حلّ المسائل التي تتعلق بالهندسة ومسائلها الحياتية، ونتيجة -كذلك- للتطوّر السريع والهائل الذي يشهده العالم؛ يجدر بكلّ مسؤول في العمليّة التعليميّة التعلّميّة توجيه دقّة تعليم الرياضيات إلى تنمية المقدرة على التّفكير وحلّ المسألة الرياضية، ومنها المسألة الهندسيّة، وذلك حسب ما جاء من المجلس القومي لمعلّمي الرياضيات على أنّ حلّ المسألة الرياضية كان وعلى الدوام من أهمّ المعايير التي نادى بها هذا المجلس (NCTM, 2000).

وعلى صعيد "مبادىء الرياضيات المدرسية ومعاييرها" Principles and Standards for School Mathematics، والصّادرة عن المجلس القومي لمعلّمي الرياضيات (NCTM)، تحتلّ الهندسة جانبًا مهمًا في المحتوى الرياضيّ لجميع المراحل الدراسيّة كواحدة من تلك المعايير، ويأتي هذا التميّز لما تتمتّع به الهندسة من أهميّة بالغة في الحياة اليومية للفرد والمجتمع، فهي أداة للفهم ولتطوير الخيال لدى الطالب، أضِف إلى ذلك أنها مادة حيويّة وممتعة ومرتبطة ارتباطًا مباشرًا بواقعنا (NCTM, 2000).

هذا، ومن الأهداف المهمّة لتدريس الهندسة تنمية الخيال والإبداع الرياضيّ والمقدرة على التّخمين بأسلوب منهجيّ عن طريق حلّ المسائل، كما تساعد الهندسة الطلبة على الارتباط بالرياضيات (Chapman, 2010)؛ لذا فإن هذا يتطلّب من مصمّمي مناهج الرياضيات التربويّة أن يأخذوا بعين الاعتبار هذه التوجّهات العالمية وذلك الارتباط بين حلّ المسائل وتنمية الخيال الهندسيّ والإبداع الرياضي والتّبرير المنطقيّ، وتوسيع آفاق الطالب لأن يكون أكثر فعاليّة ونشاطًا، على أن لا يُنظر لطريقة التّدريس على أساس أنها شيء منفصل عن المادة التّعليميّة أو عن الطالب، بل هي جزء متكامل من موقف تعليمي يشمل الطالب ومقدراته وحاجاته وميوله، والأهداف المنشودة من تعلّم الرياضيات، ومن أهمّها إعداد الطلبة لمواجهة مشكلات حياتهم (James, 2005).

من هنا برزت العلاقة بين حلّ المشكلات وحلّ المسألة الهندسية على وجه الخصوص، فالرياضيات من وجهة نظر المربّين والمهتمّين بتدريسها أداة وطريقة لتنظيم الأفكار بتسلسل وترابط وفهم للبيئة المحيطة بنا والعالم الذي نعيش فيه وهي تنمو وتتطوّر من خلال خبراتنا الحسيّة في

الواقع ومن خلال احتياجاتنا ودوافعنا الماديّة لحلّ مشكلاتنا وزيادة فهمنا لهذا الواقع (Abu Zina & Ababneh, 2007). ويعني حلّ المسألة الانخراط في مهمّة تكون طريقة الحلّ فيها غير معروفة مقدّمًا، ويعتمد الطلبة في حلّ المسألة على معرفتهم السّابقة، ومن خلال هذه العمليّة يطوّرون فهمًا للرياضيات ودورها وتطبيقاتها (Abu Zina, 2010). وحلّ المسألة ليس هدفًا لتعلّم الرياضيات فحسب، بل هو وسيلة رئيسة لتحقيق ذلك، ومن خلال تعلّم الطلبة حلّ المسألة وانخراطهم فيها فهم يكتسبون طرقًا للتّفكير، وعادات للمثابرة وحبّ الاستطلاع، والثقة بالنفس مما ينعكس بشكل إيجابيّ على سلوكهم وحياتهم. فضلًا عن ذلك فإنّ حلّ المسألة الرياضية يكتسب أهميته من كونه أداة فاعلة في تعلّم المبادئ والقوانين من خلال تطبيقها في مواقف جديدة، وأسلوبًا لتنمية الاتجاهات نحو تعلّم الرياضيات (Dixon & Brown, 2012).

وهكذا فإنّ حلّ المسألة الرياضيّة بعامّة، والهندسيّة بخاصّة، يُعدّ جزءًا لا يتجزّأ من تعلّم الرياضيات، وينبغي ألّا يكون جزءًا منفصلًا في برامج تدريس الرياضيات، بل مكمّلًا لهذه البرامج وإضافة فاعلة لها، كما أنّه ينمّي أنماط التّفكير لدى الطالب فيُكسبه مقدرة أكبر على فهم العلاقات بين المعارف الجديدة المعروضة عليه، ويُكسبه كذلك حافزًا ودافعًا للتّعلّم (Bruun, 2013).

وبهذا الخصوص فإنّ المُطّلع من جهة على أداء الطلبة في الرياضيات يجد أنّ هناك فجوة بين هذا الأداء وما تتطلبه المبادىء والمعايير العالمية للرياضيات التربويّة، ولتقليص هذه الفجوة فإنه يجدر دراسة أسبابها، ولعلّ من أبرز هذه الأسباب تلك الأساليب المتّبعة في تدريس الطلبة الرياضيات عامّة، ومحتوى الهندسة خاصّة، فلم يعُد كافيًا التّركيز على إتقان المحتوى العلميّ، بل ينبغي تجاوز ذلك إلى إكساب الطلبة المهارات اللازمة لحلّ المسألة الهندسية وبناء المعرفة (Kozma, 2003).

وعليه، فإنّ نماذج "ما بعد البنائية" Beyond Constructivism تعدّ أحد الأساليب الجديدة والمبتكرة التي يمكن أن تواجه التغيرات والتعقيدات في العمليّة التّعليميّة، إذ يرى بعض التربويين أنّه حان الوقت لكي تتخطّى التربية النظرية البنائية ونماذجها التي سيطرت على التدريس عقودًا عدّة، وتبدأ في التقدّم نحو نماذج ما بعد البنائية لتكون أكثر مواكبة لروح العصر والتّقدّم التكنولوجي والعلميّ (Taber, 2006). وتعدّ نماذج ما بعد البنائية من تلك التوجّهات التي تساعد الطالب على البحث العميق في دراسة المعرفة والحصول عليها والإبحار المتشعّب في مصادر عدّة للدّراسة والتّأمّل والتّحليل والبحث والتّنقيب، وصولًا إلى المعرفة وإثرائها وتكاملها، وتستند هذه

النظرية في مبادئها إلى أنّ المعلومات المتوفّرة في المصادر جميعها هي مواد بسيطة لا يُستفاد منها إلا بعد القيام بمعالجتها وتبويبها وتدقيقها وربطها مع ما يُماثلها وتصنيفها في ذاكرة الطالب وحفظها، بحيث يتحوّل الطالب من مُستهلك للمعلومة إلى مُنتج وموظّف لها (Deleuze, 2004).

وتستهدف نماذج ما بعد البنائية إكساب المعرفة وحفظها وتوظيفها في مواقف جديدة، من خلال دراستها دراسة عميقة وواسعة، عن طريق الاهتمام بعمليات البحث عن معلومة معينة في مصادر عدّة، فضلًا عن التّركيز على عمليات توليد الأسئلة الفرعيّة التي تنقّب عن الجديد والغامض. ومن ثمّ تهتم نماذج ما بعد البنائية بمساعدة الطلبة على التمكّن من مهارات دراسة المعرفة تقييمًا وتحليلًا وتفسيرًا وتقويمًا، دراسة تُعنى باستخلاص دقائق المعلومات وأهمّها، والبحث فيما وراءها من أفكار ومعلومات غائبة، ثم تتيح الفرصة أمام الطلبة لاستثمار المعلومات التي اكتسبها من خلال تعدّد مصادر المعرفة ومجالاتها سواء أكانت المصادر مطبوعة أم كانت إلكترونية؛ ليحلّلها ويُقارن بينها ويحدّد ما يراه مناسبًا منها، وهو بدوره ما ينعكس على تعميق المعرفة وتكاملها لديه (Taber, 2006).

وتتضمّن نماذج ما بعد البنائية توجّهات عدّة تساعد الطلبة على تحرّي المعرفة وإعادة بنائها وتشكيلها، كما تتضمّن عمليات متعدّدة، بعضها يركّز على كيفية التعامل مع المعرفة وبعضها الآخر يركّز على تلك العمليات العقليّة التي تحفّز الطالب نحو إتقان المعرفة دراسة ونقدًا وابتكارًا، ومن هذه العمليات: البحث والاستقصاء، والاستنتاج والاستقراء، وإعادة بناء المعرفة، وتوليد الأسئلة المتعدّدة، والتّقييم، وحلّ المشكلات، والتلخيص (Berger et al., 2009).

هذا وقد انعكست أفكار ما بعد البنائية ومبادؤها على نماذج التّعليم والتّعلّم والاستراتيجيات داخل الصف، فلم يعد الهدف من إجراءات التدريس هو إكساب الطلبة كمّ من المعارف التي يقدّمها المعلم بوصفه ناقلًا للمعرفة، بل إنّ الطريقة الفعّالة هي التي تُتيح للطلبة الفرصة في التّفكير وإثارة عديد من الأسئلة الحقيقية authentic questions النّابعة من خبراتهم وتجاربهم (Soloway, 2003).

ولعلّ أنموذج "التعلّم التفارغي" Allosteri learning model الذي طوّره التربوي "جيوردان" Giordan هو أحد نماذج ما بعد البنائية التي تقوم بهذا الدور، فَتَبَعًا لهذا الأنموذج فإنّ الطالب يدرك المعرفة ويكتسبها وفقًا لمجموعة متنوعة من الإدراكات القائمة في ذهنه، ومن خلال هذه

الإدراكات يقوم الطالب بتحليل هذه المعرفة وإعادة بنائها (WuTao, 2010). بيد أنّه في بعض المواقف قد يُواجه الطالب مجموعة من العقبات التي تُعيق عملية تعلّمه واكتسابه للمعرفة، ولكي يتمكّن الطالب من التغلّب على مثل هذه العقبات فإنّ عليه أن يحدّد أولًا هذه العقبات ومصدرها إن كانت داخلية مرتبطة بالفرد، أم خارجية مرتبطة بالبيئة الخارجية. وبهذا الخصوص، فإنّ أنموذج التعلّم التّفارغي يسير وفق خطوات خمس رئيسة، هي: المشكلة، والمراجع، والعمليات العقلية، والشبكة الدلالية، والدلالات (Giordan, 2000).

أما على صعيد متغيّر "التّصوّر المكاني Spatial Visualization"، وهو متغيّر من متغيّرات المقدرات المكانيّة الفاعلة Spatial Abilities التي تناولتها هذه الدراسة، والتي لها علاقة وطيدة بتعلّم الرياضيات وتعليمها، وهو ما يشير إلى ضرورة أن يُفعّل الحسّ المكاني في مقررات الرياضيات، لأنه يُعطي الخبرة الرياضية، مؤكدًا على أهميته للموضوعات الحسابية والهندسية على حدّ سواء (Al-Abed, 1995). وقد أجمع عديد من باحثي الرياضيات على أهميّة المقدرات المكانية، إذ أكدّ بعضهم مدى ارتباط المقدرات المكانية بالنجاح في تعلّم الرياضيات، كما أنها تساعد في فهم السلوك البنائي للطالب، وتُعزّز مقدرته على حلّ المسألة الهندسية (Van Garderen, 2006).

وفي ضوء ما تقدّم، فقد عدّ المجلس القومي لمعلّمي الرياضيات (NCTM) التصوّر المكاني واحدًا من مهارات الاستدلال الهندسي، وذلك من خلال تعريفه له بأنه المقدرة على بناء التمثيلات الذهنية للأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد ومعالجتها، وإدراك الشكل من منظورات مختلفة، كما أشار هذا المجلس إلى أهمية تنمية القدرات المكانية لدى الطلبة من خلال مناهج الهندسة، وأوصى بتصميم المهام التي تتطلّب معالجة المجسّمات، وتوفير السياق البصري للإجراءات الرياضية التحليلية والمجردة، وشدّد على تمكين البرامج التعليمية للطلبة من استخدام التصوّر البصري، والاستدلال المكاني والنمذجة الهندسية (NCTM, 2000).

وعطفًا على ذلك، فإنّ المقدرة المكانية تُعدّ من أهم المقدرات المعرفية الرياضية التي تحظى باهتمام القائمين والمتخصّصين في مناهج الرياضيات وطرائق تدريسها، ويزداد دورها الفاعل من خلال ما تعتمده أو تُعوّل عليه الرياضيات للمرحلة الأساسيّة في حلّ المسألة، وتعلّم العلاقات، والأشكال الهندسية، ولأنها مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالتخيّل فهي تُكسب الطالب مهارات تفكيريّة إبداعيّة في حلّ المسائل الرياضيّة والهندسيّة، وتساعده على التفكير في الحلّ ونتائجه قبل القيام

به، ممّا يساعد في إخراجه على أفضل صورة وبأقل الأخطاء، كما يزيد من مستوى الإثارة الداخلية لدى الطالب، إذ يكون مدفوعًا نحو إنجاز حلّه بدوافع داخلية (Alias et al., 2003).

وباعتبار التصوّر المكاني أحد أشكال التفكير البصري اللازمة لأداء كثير من الأنشطة الحياتية، فإنّ الطلبة ذوو المقدرات والتصوّرات المكانية المرتفعة قد يكونوا الأكثر نجاحًا في أداء هذه الوظائف(Lajoie, 2003) . فضلًا عن ذلك فإنّ المقدرات المكانية ومنها التّصوّر المكاني يعدّ واحدًا من المتطلّبات المهمّة في كثير من النّواحي الإدراكيّة، مثل المقدرة على حلّ المسائل، والمقدرة على التّصميم والتّفكير العلميّ، وتناول المعلومات في تعلّم الهندسة والفيزياء والرياضيات. (Olkun, 2003)

وضمن هذا السّياق، فقد اهتمّت بعض الدراسات بالبحث في نماذج تدريس ما بعد البنائية، والتي يمثّل أنموذج التّعلّم التّفارغي واحدًا منها، إذ أشار بعضها إلى ضرورة تحرّي أدوارها كطرائق لتدريس الهندسة وحلّ مسائلها.

ومن هذه الدّراسات دراسة إنج وزملائه (Ng et al., 2020) التي هدفت إلى البحث في الاختلافات في نتائج تعلّم الهندسة لطلبة المرحلة الابتدائية، في هونج كونج، في بيئتين محسّنتين تقنيًّا: الهندسة الديناميكية والمرئية، والطباعة ثلاثية الأبعاد. أُجريت الدراسة على طلبة الصف السادس من خلال اختيار مدرستين بطريقة قصديّة، استخدمت إحداهما أقلام الطّباعة ثلاثيّة الأبعاد لمجموعة من شعب الصف السادس، والأخرى استخدمت بيئات الهندسة الديناميكيّة والمرئيّة (DGE) للتعلّم القائم على الاستقصاء المتقدّم. أشارت النتائج إلى تفوّق مجموعة بيئة الهندسة الدّيناميكيّة (DGE) على مجموعة الأقلام ثلاثية الأبعاد (3D Pens) في المستويات الأعلى من التّعلّم الهندسيّ، كما أظهرت النتائج أنّ الاحتفاظ بالمعلومات كان أقوى لدى المجموعة التي استخدمت الأقلام ثلاثية الأبعاد.

وتقصّت دراسة جانت (Gantt, 2020) أثر "أنموذج ورشة الرياضيات" لدى طلبة المرحلة المتوسطة في الولايات المتحدة الأمريكية في تحصيلهم الرّياضي. تمّ اختيار عيّنة غير عشوائية من طلبة الصف السابع. عمل أنموذج ورشة الرياضيات على تقديم المحتوى الرياضي بشكل استراتيجي وهادف ومُناسب لمقدرات الطلبة. وفُحصت درجات الطلبة قبل تطبيق الأنموذج وبعده، وأظهرت النتائج أنّ الأنموذج له تأثير في تحصيل الطلبة وإنجازهم، كما أنه ساعد على زيادة التعلّم والتعاون والمشاركة بين الطلبة.

أمّا دراسة بشاي (Beshai, 2017) فقد هدفت إلى تحرّي أثر استخدام أنموذج التّعلّم التّفارغي في تدريس الهندسة لتنمية مهارات التفكير الناقد، والكفاءة الذاتية الأكاديمية لدى طلبة الصّف الثاني الإعدادي بمدرسة إسماعيل القبّاني الإعدادية بمدينة أسيوط. وتمّ اختيار عيّنة قصديّة مكوّنة من شعبتين تمّ اختيارهما عشوائيًا، مثّلت إحداهما المجموعة التجريبيّة وعدد طلبتها (40) طالبًا، والمجموعة الضّابطة وعدد أفرادها (40) طالبًا. وأعدّ الباحث اختبارًا تمّ التّحقّق من صدقه وثباته، وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في الاختبار البعدي في التفكير الناقد، ومقياس الكفاءة الذاتية الأكاديمية لصالح المجموعة التجريبية.

وبحثت دراسة مهدي (Mahdi, 2016) في معرفة فاعليّة استخدام أنموذج التّعلّم التّفارغي لتدريس تكنولوجيا النانو لتنمية التفكير الإبداعي، والتحصيل، والميل نحو الرياضيات لدى طلاب المرحلة الثانوية بإدارة الخليفة والمقطم بمحافظة القاهرة وتمّ اختيار عيّنة قصديّة مكوّنة من شعبتين تمّ اختيارهما عشوائيًا، مثلت إحداهما المجموعة التجريبيّة، والأخرى المجموعة الضّابطة. وأُعدّ اختبار تمّ التحقق من صدقه وثباته، وأظهرت النّتائج وجود فرق ذي دلالة إحصائيّة بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية وطالبات المجموعة الضابطة في الاختبار البعدي في التفكير الإبداعي واختبار التحصيل ومقياس الميل نحو تعلّم الرياضيات لصالح المجموعة التجريبية.

وفي ضوء ما تقدّم من دراسات فيها ما تقصّى أثر استخدام أنموذج التّعلّم التّفارغي، أو تلك التي تقصّت بعض نماذج ما بعد البنائية، يُلاحظ أن النتائج التي خلُصت إليها هذه الدراسات، تُشير –في غالبيّتها– إلى أثر إيجابي لتوظيف هذه النماذج في متغيرات مختلفة، وقد أوصت غالبيّة هذه الدراسات بتوظيف هذه النماذج في موضوعات رياضية وهندسيّة مختلفة، وفي متغيرات تربوية أخرى ذات علاقة بتعلّم الرياضيات وتعليمها.

وبناءً على ما سبق، تتّضح أهمية استخدام المعلّمين لنماذج واستراتيجيات لحلّ المسألة الهندسية وفق متغيّرات مرتبطة وفاعلة في تعلّم الرياضيات وتعليمها. وعليه، فقد جاءت هذه الدراسة لتقصّي أثر استخدام أنموذج التّعلّم التّفارغي في المقدرة على حلّ المسألة الهندسية لدى طلبة الصف الثامن الأساسيّ ذوي التصوّرات المكانية المتباينة.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

تتصدّر مهارة حلّ المسألة الرياضية، ومنها المسألة الهندسية، قائمة المهارات العشر الأساسية لمنهاج الرياضيات التي تضمّنتها الوثيقة الصادرة من المجلس القومي لمعلّمي

الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية، فكان موضوع تنمية مقدرة الطلبة على حلّ المسألة الرياضية عامّة والمسألة الهندسية خاصّة، ومازال من أهم الموضوعات التي تشغل العاملين والمهتمّين بالرياضيات وطرائق تدريسها (Abu Zina, 2010; NCTM, 2000).

إنّ مقدرة الطلبة على حلّ المسائل الهندسية كانت، وما تزال، دون المستوى لأنهم لم يُواجَهوا إلا بالقليل من المسائل الحقيقية والجيدة في أثناء دراستهم، إذ إنّ تركيز المعلم ينصبّ على اكتساب الطلبة المهارات وإجراء الحسابات الروتينية والتطبيقات المباشرة للقوانين، أما حلّ المسألة فهو نشاط مقصور على تمارين ومسائل كلامية روتينيّة أو ذات نمط ضيق. وحتى يأخذ حلّ المسألة جزءًا أساسيًا من المنهاج ومن وقت المعلّم فإنّه يَحسُن أن تتضمّن دروس الرياضيات كثيرًا من المسائل الرياضية والهندسية التي تتوافر فيها شروط المسألة الجيدة (Abu Zina, 2010).

ومن زاوية أخرى تعدّ المقدرة المكانية –ومنها التّصوّر المكاني– مؤشّرًا على تعلّم الهندسة، فهي تعتمد على إدراك الأبعاد والمسافات بدقة، وإدراك حجوم المجسّمات ومساحات الأشكال، وطولها وشكلها وارتفاعها، وتتطلّب هذه المقدرة تدريبًا حسيًا يساعد الطالب على اكتساب الخبرات حول شكل الشيء من مختلف زواياه المنظورة (Saleha & Al-Abed, 2014). ولأهمية التصوّر البصري المكاني في تعليم الرياضيات بشكل عام، والهندسة بشكل خاص، فقد أكّدت "مبادىء الرياضيات المدرسية ومعاييرها" Principles and Standards for School Mathematics، على تنمية المهارات المرتبطة بالتّصوّر المكاني، وعدّتها واحدة من المحاور المهمّة التي تبنّاها المجلس كهدف تعليمي في جميع مستويات التّعليم ومراحله (NCTM, 2000).

هذا، وفي ظلّ ما تدعو الحاجة إليه لدى القيّمين على مناهج الرياضيات وطرائق تدريسها، من تحرٍّ لطرائق تدريس واستراتيجيّات ونماذج تعليميّة، تحقّق توجّهات ما بعد البنائية، ويمكن لها أن تربط المتغيّرات –أعلاه– ذات العلاقة بتعلّم الرياضيات وتعليمها؛ فإنّ هذه الدراسة تتناول أنموذج "التعلّم التّفارغي"، الذي قد يكون له دور في تعزيز تعلّم الطلبة من ذوي التصوّرات المكانية المتباينة، وتمكينهم من حلّ المسألة الهندسية.

وعليه، فإنّ هذه الدراسة تسعى إلى تقصّي أثر استخدام أنموذج التعلّم التّفارغي في حلّ المسألة الهندسية لدى طلبة الصف الثامن الأساسيّ ذوي التّصوّرات المكانيّة المتباينة.

وبشكل محدّد، فإن مشكلة هذه الدراسة تتمثّل في الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

"ما أثر استخدام أنموذج التعلّم التّفارغي في حلّ المسألة الهندسية لدى طلبة الصف الثامن الأساسيّ ذوي التّصوّرات المكانية المتباينة؟"

وينبثق من هذا السؤال السؤالان الفرعيّان الآتيان:

- **السؤال الأول:** ما أثر استخدام أنموذج التّعلّم التّفارغي في حلّ المسألة الهندسية لدى طلبة الصف الثامن الأساسيّ؟
- **السؤال الثاني:** هل يوجد أثر في حلّ المسألة الهندسية يُعزى إلى التفاعل بين طريقة التدريس (أنموذج التّعلّم التّفارغي، والطريقة الاعتيادية) والتّصوّرات المكانية (مرتفعة ومنخفضة) لدى طلبة الصف الثامن الأساسيّ؟

أهمية الدراسة

تتمثّل أهمية الدراسة في كونها قد تحفّز المعلّمين للتنويع في استخدام النماذج اللازمة في حلّ المسالة الهندسية، وقد تحفّز المعلّمين في تعرّف أنموذج التّعلّم التّفارغي بمراحله، وأدواره، وأسلوب توظيفه. كما قد تتبدّى أهمية الدراسة في كونها قد تقدّم نتائج هذه الدراسة دلائل تجريبية ميدانية عن أثر أنموذج التّعلّم التّفارغي في حلّ المسألة الهندسية في الرياضيّات، وتقديم تغذية راجعة للطلبة والمعلّمين والباحثين في مجال تربويّات الرياضيّات.

مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية

تعتمد الدراسة التعريفات الآتية لمصطلحاتها:

- **أنموذج "التّعلّم التّفارغي" Allosteric Learning Model** أنموذج يصف ما يحدث للمتعلّم من عمليات عقلية، فالطالب يدير تعلّمه بنفسه، ويعتمد حدوث التعلّم على المعرفة السابقة سواء كانت المعرفة الجديدة امتدادًا لها أم متعارضة معها. ولكي يفهم الطالب موقفًا جديدًا فإنه يبدأ من معارفه الحالية، وذلك باستخدام منظومة التّحليل الخاصة به؛ لتفسير الموقف الذي يواجهه، واستخراج البيانات المختلفة منه، ويحدث التّعلّم حينها عندما تحلّ المفاهيم الجديدة محلّ المفاهيم القديمة، وتتضمّن خطوات هذا الأنموذج: المشكلة، المراجع، العمليات العقليّة، الشّبكة الدّلالية، الدّلالات (Giordan, 2012).
- **حلّ المسألة الهندسية Geometric Problem Solving:** عمليّة تفكير يستخدم فيها الفرد ما لديه من معارف مُكتسبة سابقة في الهندسة؛ من أجل الاستجابة لمُتطلبّات موقف ليس مألوفًا لديه، وتكون الاستجابة بمباشرة عمل ما، يستهدف حلّ التناقضات أو اللبس أو

الغموض الذي يتضمّنه الموقف (Jarwan, 2007). كما يُمكن تعريفها بأنها إجراءات عمليّة يقوم بها الطالب من أجل إيجاد مخرج للموقف المحيّر الذي هو فيه، مستعينًا بقوانين رياضية صحيحة، تمكّنه من الوصول إلى الحلّ المطلوب (Abu Zina & Ababneh, 2007).

وذكر أوبارا (Obara, 2010) أنّ حلّ المسألة الهندسية يتطلّب مهارات خاصة، مثل المقدرة على تصوّر الأشكال الهندسية، ومعرفة العلاقات بينها، وتمثيل المجرّدات؛ وهذا يعني ضرورة تمتّع الطالب بإدراك حسّي ورؤية بصريّة، مما يعزّز مقدرته على حلّ المسألة الهندسية. ويُقاس حلّ المسألة الهندسيّة إجرائيًا في هذه الدراسة، بالدرجة التي يحصل عليها طالب الصف الثامن في اختبار حلّ المسألة الهندسية المعدّ لهذا الغرض.

- **التّصوّر المكاني Spatial visualization:** هو مقدرة خاصّة تتضمّن فهم العلاقات الفراغيّة وإدراكها، وتداول الصّور الذّهنيّة، وتصوّر الأوضاع المختلفة للأشكال في المُخيّلة، وهو المعالجة الذّهنيّة للأشكال ذات الأبعاد المختلفة، وتتمثّل في المقدرة على تخيّل دوران الأشكال كوحدات متكاملة، أو تحريك مكوّن أو أكثر للشكل كأجزاء قابلة للحركة (Olkun, 2003)، كما يُمكن تعريفه بأنه مقدرة الفرد على معالجة الأجسام والأشكال ذهنيًّا، وإدراك العلاقات المكانيّة بينها (Saleha & Al-Abed, 2014). ويُقاس إجرائيًّا في هذه الدراسة بالدّرجة التي يحصل عليها الطالب في الاختبار المعدّ لذلك.

حدود الدراسة

يمكن تعميم نتائج هذه الدراسة في ضوء الحدود الآتية:

- **الحدّ الزمانيّ:** الفصل الدراسيّ الثاني من العام الدراسيّ (2021–2022).
- **الحدّ المكانيّ:** المدارس الحكومية التابعة لمديرية التربية والتّعليم في لواء ماركا في محافظة العاصمة عمّان في الأردن.
- **الحدّ البشريّ:** طلاب الصف الثامن الأساسيّ.
- **الحدّ الموضوعيّ:** وحدتا الأشكال ثنائية الأبعاد والأشكال ثلاثية الأبعاد، من الجزء الثاني من كتاب الرياضيّات المقرّر للصف الثامن الأساسيّ في الأردن.

كما تتحدّد نتائج هذه الدراسة في ضوء دلالات صدق الأدوات التي استخدمتها الدراسة وثباتها.

منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة المنهج التجريبي، ذي التّصميم شبه التجريبي الذي يهدف إلى التحقّق من

علاقات سببيّة، وذلك بتوزيع عدد من الأفراد عشوائيًّا في مجموعتين (تجريبية وضابطة)، يعالج فيها أثر متغيّر مستقلّ أو أكثر. وفي هذه الدراسة بُحِث أثر المتغيّر المستقلّ المتمثّل في أثر التدريس القائم على "أنموذج التّعلّم التّفارغي" في متغيّر تابع هو: حلّ المسألة الهندسيّة، وذلك لدى طلبة الصف الثامن الأساسيّ ذوي التصوّرات المكانية المتباينة، وهو ما يمثّل المتغير المستقل الثانويّ أو المتغيّر التّصنيفيّ.

أفراد الدراسة

تكوّن أفراد الدراسة من (115) من طلبة الصف الثامن الأساسيّ في مدرستي صالحية العابد الثانوية للبنين ورقيّة بنت الرسول الثانوية للبنات في محافظة العاصمة عمّان في الأردن، اختيرتا بطريقة المعاينة المتيسّرة؛ لتوفّر الظروف والبيئة المناسبة للتطبيق، وذلك في الفصل الدراسيّ الثاني من العام الدراسيّ 2021-2022. وقد استُخدم التعيين العشوائي البسيط لتمثيل الشعبتين كمجموعتين تجريبية وضابطة في كل مدرسة، إذ درست المجموعة التجريبية، والبالغ عدد أفرادها (60) طالبًا، وفق أنموذج "التّعلّم التّفارغي"، أما المجموعة الضابطة، والبالغ عدد أفرادها (55) طالبًا، فدرست وفق الطريقة الاعتيادية.

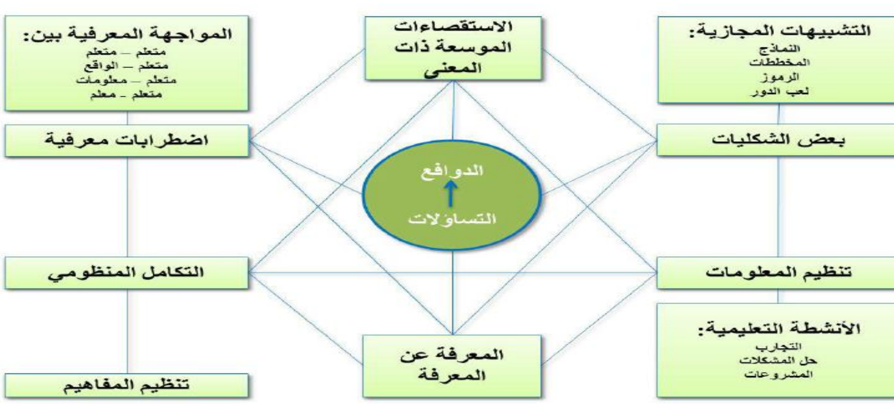
أنموذج التّعلّم "التّفارغي" Allosteric وخطواته

حدّد جيوردن وزملاؤه (Giordan et al., 1999) التدريس باستخدام أنموذج التعلّم التّفارغي وفق المراحل الخمس الآتية:

1. **المشكلة (Problem):** يبدأ المعلّم بطرح مجموعة من الأسئلة على الطلاب تكون مرتبطة بمفهوم معين أو أحد تطبيقاته، وتعدّ هذه الأسئلة بمثابة القوّة الدّافعة لكل نشاط عقلي يقوم به الطلبة فيما بعد.
2. **المراجع (References):** لكي يتمكن الطلبة من الإجابة عن الأسئلة، فإنهم يبدؤون باسترجاع الخبرات السابقة ومحاولة تنظيمها؛ لإيجاد علاقة بين الخبرات السّابقة التي يمتلكونها والمعارف الجديدة.
3. **العمليّات العقليّة (Mental Processes):** هي مجموعة العمليات العقلية التي يقوم بها الطلبة في أثناء المشاركة في أنشطة حلّ المشكلات والأنشطة الاستقصائيّة الموسّعة. يعبّر الطلبة في هذه المرحلة عن العلاقات بين المعرفة الجديدة والمعارف السّابقة من خلال الرّسوم والمخطّطات والرموز وغيرها.

4. **الشبكة الدلالية (Semantic network):** هي المنظومة المعرفيّة التّفاعليّة التي تنشأ من العمليات العقليّة التي يتمّ بناؤها على المعارف السابقة، وتُعطي هذه المنظومة التّماسك الدّلالي الشّامل للمفهوم الجديد، وبالتالي من السّهل تطبيقها في مواقف عديدة.
5. الدّلالات (Significances): **هي مجموعة من الأفكار والإشارات والرموز اللازمة للتعبير عن المفهوم، والتّفسيرات المرتبطة به.**

والشكل (1) يوضّح المراحل الخمس لأنموذج "التعلّم التّفارغي" Allosteric كما حدّدها جيوردن.



الشكل (1): أنموذج التعلّم التّفارغي بمراحله الخمس (Giordan et al, 1999)

أداتا الدراسة

استُخدمت في الدّراسة أداتان، هما: اختبار المسألة الهندسية، ومقياس التّصوّر المكاني. وفيما يأتي وصف للخطوات التي اتُّبعت في تطوّر هاتين الأداتين.

أولاً: اختبار حلّ المسألة الهندسية

هدف اختبار المسألة الهندسية إلى قياس مقدرة أفراد الدراسة على حلّ المسألة الهندسية، المنسجمة مع الفئة العمرية لطلبة الصف الثامن الأساسيّ، وبما يتناسب مع محتوى منهاج الرياضيات للصف الثامن الأساسيّ. وتمّ إعداد الاختبار وفق خطوات إعداد الاختبار، وكذلك بالرجوع إلى بعض الدراسات التي تناولت المسألة الرياضية، والهندسيّة على وجه الخصوص واختباراتها (Al-Sunaidi & Al-Abed, 2020; Klang et al., 2021; SAT Math Problem Solving, 2022; Saleha & Al-Abed, 2014).

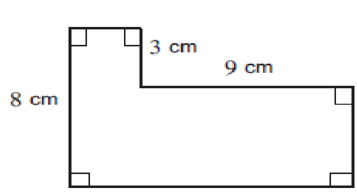
تمّ بناء الاختبار في صورته الأوّلية، وشمل (13) فقرة من نوع الاختيار من متعدّد (الإجابات المنتقاة)، و(8) فقرات من نوع الإجابات المَصوغة، وأُعطيت كل فقرة من فقرات الاختبار من نوع الاختيار من متعدّد درجة واحدة في حال الإجابة الصحيحة، والدرجة (صفر) في حال الإجابة الخطأ، وأُعطيت كل فقرة من فقرات الإجابات المصوغة (4) درجات في حال تحقّقت الخطوات الصحيحة الكاملة والإجابة الصحيحة للفقرة، والدّرجة (صفر) في حال الإجابة الخطأ. وبهذا تكون الدّرجة الكلّيّة لاختبار حلّ المسألة الهندسية (45) درجة.

وللتّحقّق من صدق اختبار المسألة الهندسية، تمّ عرضه على مجموعة من المحكّمين من أساتذة الجامعات، ومن مشرفي الرياضيات ومعلّميها، من المتخصّصين في الرياضيات، أو في مناهج الرياضيّات وأساليب تدريسها، أو في القياس والتقويم التربويّ. وبناءً عليه، تمّ إلغاء بعض الفقرات من النوعين: الاختيار من متعدّد والإجابات المنتقاة، كما تمّ إجراء بعض التّعديلات التي تتعلّق بمُتون بعض الفقرات، وبالصّياغة اللّغوية لبعضها، وهكذا أصبح اختبار المسألة الهندسية في صورته المعدّلة مكوّنًا من (10) فقرات من نوع الاختيار من متعدّد، و(5) فقرات من نوع المقال، وبهذا أصبحت الدّرجة الكلّيّة لاختبار المسألة الهندسيّة (30) درجة.

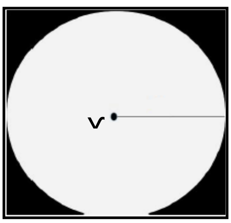
طُبّق الاختبار على عيّنة استطلاعيّة للتحقّق من الزمن المناسب للاختبار، ولحساب معاملات الصعوبة والتمييز، واستخراج معامل الثبات، إذ تبيّن أنّ الزمن المناسب للاختبار هو (45) دقيقة، وتراوحت مُعاملات الصعوبة بين (0.430 – 0.697)، ومُعاملات التّمييز بين (0.404 – 0.800)؛ ممّا يعني مُناسبة الفقرات للاستخدام في الدّراسة الحاليّة. وتمّ التحقّق من ثبات الاختبار بقياس مدى الاتّساق الداخلي للفقرات، بحساب معادلة كرونباخ ألفا (Cronbach Alpha)، وقد بلغ معامل الثبات للاختبار (0.88)، وتُعدّ هذه القيمة مناسبة لأغراض الدراسة.

وفيما يأتي مثالان لفقرتين من فقرات اختبار حلّ المسألة الهندسية بصورته النهائية، من نوعي: الإجابات المنتقاة، والإجابات المَصوغة.

– مساحة الشّكل المجاور هي:



A) $66\ cm^2$
B) $69\ cm^2$
C) $81\ cm^2$
D) $96\ cm^2$



– معتمدًا على الشّكل المجاور والذي يمثّل مربعًا بداخله دائرة تمسّ أضلاعه، حيث يشير الرمز χ إلى طول نصف قطر الدائرة، اكتب بالرموز مساحة المنطقة المظلّلة.

ثانيًا: مقياس التّصوّر المكاني (دوران النّماذج)

لغرض تحديد الطلبة ذوي التّصوّر المكاني المرتفع والمنخفض، استخدمت الدراسة مقياس المقدرات المكانية (دوران النماذج) الذي قام العابد (Al-Abed, 1994) بترجمته وتقنينه على البيئة العربية، وهو أحد الاختبارات الواقعة ضمن مجموعة أدوات قياس المقدرات المكانيّة للعمليّات المعرفيّة والصّادرة عن مركز خدمات الاختبارات التربوية في برينستون بولاية نيوجرسي في الولايات المتحدة Educational Testing Service-ETS: Kit of Factor-Referenced Cognitive Test، والذي قام بتطويره إكستروم ورفاقه (Ekstrom et al., 1989).

ويُعدُّ هذا المقياس مناسبًا لقياس المقدرات المكانية للمتعلّمين من الصفّ الثامن إلى نهاية المرحلة الجامعية الأولى (Al-Abed, 1994; Saleha & Al-Abed, 2014)، والتي يقع مجتمع الدراسة الحالية ضمن إطارها.

وفي هذا المقياس، يُعطى المُشارك في كل فقرة من فقراته رسمًا لشكل غير منتظم، ثم تُقدّم على يساره ثماني رسومات للشّكل ذاته، يمثّل بعضها دورانًا للشّكل ذاته، بينما يمثّل الآخر قلبًا (صورة مرآة) للشّكل الأصليّ، ويُطلب من المشارك أن يجيب بـ (نعم) تحت كل شكل من الأشكال الثمانية إذا كان هذا الشّكل مجرّد دوران للشّكل الأصليّ، بينما يجيب بـ (لا) إذا كان صورة معكوسة للشّكل الأصليّ.

وَتَعرض الصفحة الأولى من المقياس تعليمات الاختبار، والتي تتضمّن مثالًا توضيحيًّا يوضّح الفرق بين دوران الأشكال وانعكاسها في المرآة، ثم تعرض مثالًا محلولًا، ومثالين غير محلولين، ويُطلب من المشارك (الطالب) أن يتفحّص كيف تمّ حلّ المثال المحلول، ثم يبدأ بحلّ المثالين بانتظار أن يقوم مطبّق المقياس ببيان الحلول الصحيحة للمثالين لجميع من في الغرفة الصفّيّة. يبيّن الشكل (2) مثالًا على فقرات المقياس.

شكل (2) مثال محلول على فقرات مقياس المقدرات المكانيّة (دوران النماذج) (Al-Abed, 1994)

هذا، وتضمّنت تعليمات المقياس آليّة احتساب درجة المقياس بطرح الإجابات الخاطئة من الإجابات الصحيحة، لذلك يُتوقّع من الطالب عدم التخمين مع مراعاة سرعة الحلّ. وتعرض الصفحتين الثانية والثالثة من الاختبار فقرات المقياس التي بلغ عددها (20) فقرة، موزّعة بالتّساوي على صفحتين، بواقع (10) فقرات لكلّ صفحة.

وفي مَعرِض تصحيح المقياس، يُعطى الطالب (1+) على الإجابة الصحيحة، و(1−) على الإجابة الخطأ، وبذلك يكون مجموع درجاته هو عدد الإجابات الصحيحة مطروحًا منه عدد الإجابات الخطأ. ويكون الحدّ الأعلى للدرجة هو (8×20 =160)، والحد الأدنى هو (8-×20 =-160)، حيث إنّ (8) هو عدد الأشكال المُعطاة في كلّ فقرة من فقرات المقياس، و(20) هو عدد فقرات المقياس؛ وبذلك يتراوح مدى درجات المقياس بين الدرجة [سالب 160] إلى الدرجة [موجب 160]. وقد حدّد واضِعو المقياس ثلاث دقائق لحلّ كل صفحة من صفحتي المقياس، والتي تحتوي كلّ منها على (10) فقرات. وبذلك فإنّ الزمن الكلّي للاختبار هو (6) دقائق، علمًا بأنّه تمّ إعطاء المشاركين الوقت الكافي (10 دقائق) لدراسة طريقة حلّ المقياس والتّدرب على الأمثلة المُعطاة في الصفحة الأولى المصمّمة لهذا الغرض ضمن أقسام المقياس.

وللتحقّق من ثبات مقياس التّصوّر المكاني في هذه الدّراسة، فقد حُسِبت قيمة معامل الثبات بطريقتين مختلفتين، وهاتان الطّريقتان استخدمهما واضعو المقياس في أصله، أولاهما الطريقة النصفيّة (Spilt-half)، وذلك بعد حساب معادلة سبيرمان براون (Sperman-Brown)، وقد بلغت قيمة مُعامل الثبات بهذه الطّريقة على العيّنة الاستطلاعيّة التي تكوّنت من (42) طالبة في مدرسة رقية بنت الرسول الثانويّة (0.925). أمّا الطّريقة الثانية، فقد تمّ حساب قيمة مُعامل كرونباخ ألفا في ثبات الاتّساق الدّاخلي (Cronbach Alpha)، وبلغت قيمة مُعامل الثبات بهذه الطريقة (0.951)، وتعدّ هاتان القيمتان مقبولتان تربويًّا لاستخدام مقياس التّصوّر المكاني في هذه الدراسة.

إجراءات الدراسة

فيما يتعلق بتوزيع أفراد الدّراسة وفقاً للمتغيّر التّصنيفيّ (التّصوّر المكاني)، فقد تمّ تطبيق مقياس مفهوم التصوّر المكاني على الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة قبل البدء بتطبيق الدراسة؛ بهدف تحديد الطلبة ذوي التّصوّر المكاني المرتفع والطلبة ذوي التّصوّر المكاني المنخفض، وقد تراوحت درجات الطلبة على المقياس بين (1- ـ 158). تمّ استخراج الرّتب

المئينيّة للدرجات، واعتماد المئين (50) لدرجات الطلبة في المقياس كمعيار للتّصنيف، وقد عُدّ الطلبة الذين حصلوا على درجة أقل من قيمة المئين الأوسط (50%)؛ أي أقل من (85)، أنهم من الطلبة ذوي التّصوّر المكاني المنخفض، بينما عُدّ الطلبة الذين حصلوا على درجة تساوي أو أكبر من المئين الأوسط (50%)؛ أي أكثر أو يساوي (85)، أنهم من الطلبة ذوي التّصوّر المكاني المرتفع. هذا ومثّلت علامات الطلبة في اختبار حلّ المسألة الرياضيّة قبليًّا المتغير المصاحب (covariate) في الدراسة.

ولتحقيق الأهداف المرجوّة من الدراسة، تمّ إطلاع المعلّم والمعلّمة على أنموذج "التّعلّم التّفارغي" التّعليميّ. كما تمّ الاتفاق مع كل منهما على أهمية السّير في تدريس المجموعة التجريبية وفق الأنموذج التّعليميّ بدليله– الذي أُعدّ لتدريس الوحدتين التعليميتين– وتوضيح خطوات السّير في التدريس وفقه، والتّوجيهات المرفقة به، وتدريبهما على توظيفه، وتدريس المجموعة الضابطة وفق الطريقة الاعتياديّة. وقبل البدء بالتدريس، تمّ تطبيق اختبار حلّ المسألة الهندسيّة، كما تمّ تطبيق مقياس التصوّر المكاني؛ بهدف تصنيف الطلبة في مجموعتي الدراسة التجريبية والضابطة إلى فئتين: مرتفعي التّصوّر المكاني (المئين 50 فأعلى)، ومنخفضي التّصوّر المكاني (أقل من المئين 50). بعد ذلك تمّ تنفيذ المعالجة التجريبية؛ بتدريس المجموعة التجريبية باستخدام أنموذج "التّعلّم التّفارغي" وتدريس المجموعة الضابطة بالطريقة الاعتيادية، وقد استغرق التنفيذ ثمانية أسابيع. وفي أثناء التّنفيذ، تمّ متابعة كل من المعلّم والمعلّمة، والتّأكّد من التزامهما بتوظيف الأنموذج على المجموعة التجريبية، والتزامهما بالتدريس بالطريقة الاعتياديّة للمجموعة الضّابطة. وفي نهاية مدة التدريس للوحدتين التعليميّتين الأولى والثانية، تمّ تطبيق اختبار حلّ المسألة الهندسيّة بعديًّا على المجموعتين التجريبية والضّابطة.

المعالجة الإحصائية

للإجابة عن سؤالي الدراسة، تمّ استخراج المتوسّطات الحسابية والانحرافات المعيارية لدرجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة، على التطبيق البعدي لاختبار حلّ المسألة الهندسية، واستُخدم تحليل التباين الثنائي المصاحب (2 way ANCOVA) ذو التّصميم العاملي (2X2) لضبط الفروق بين المتوسطات الحسابية لدرجات الطلبة في التطبيق القبليّ لاختبار حلّ المسألة الهندسية، والتي مثّلت المتغير المصاحب (covariate) في الدراسة، وكذلك للكشف عن دلالة الفروق في المتوسّطات الحسابية لدرجات الطلبة في التطبيق البعديّ لاختبار حلّ المسألة

الهندسية، تبعًا لمتغيّري أنموذج التدريس التّعلّم التّفارغي والتّصوّر المكاني، والتّفاعل بينهما. كما تمّ استخراج مربع إيتا (Eta Square) لمعرفة حجم أثر أنموذج التّعلّم التّفارغي في كل من المتغيّر التّابع والتّفاعل بين أنموذج التدريس والتّصوّر المكاني.

تصميم الدراسة

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

EG: O1 X O1

CG: O1 - O1

حيث:

EG = المجموعة التجريبية

CG = المجموعة الضابطة

X = أنموذج التّعلّم التّفارغي "Allosteric" (المعالجة)

O1 = اختبار المسألة الهندسية.

نتائج الدراسة ومناقشتها

للإجابة عن سؤالي الدراسة، حُسبت المتوسّطات الحسابية والانحرافات المعيارية والمتوسّطات المعدّلة لدرجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضّابطة على اختبار حلّ المسألة الهندسية في التّطبيقين القبليّ والبعديّ، وذلك تبعًا لاختلاف طريقة التّدريس (أنموذج التّعلّم التّفارغي، الطريقة الاعتيادية) والتصوّر المكاني (مرتفع، منخفض). والجدول (1) يوضّح ذلك.

الجدول (1): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والمتوسطات المعدّلة لدرجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار حلّ المسألة الهندسية (القبلي والبعدي) تبعاً لاختلاف طريقة التدريس والتصوّر المكاني

			القبلي		البعدي		
الطريقة	**مستوى التصور المكاني**	**العدد**	**المتوسط الحسابي**	**الانحراف المعياري**	**المتوسط الحسابي**	**الانحراف المعياري**	**المتوسط المعدّل**
الأنموذج التعليميّ	منخفض	25	17.52	3.87	23.96	3.611	22.98
	مرتفع	35	17.34	4.06	23.48	3.641	22.61
	كلّي	60	17.41	3.95	*23.68*	3.605	22.79
الاعتيادية	منخفض	32	14.15	4.67	18.12	4.677	19.06
	مرتفع	23	13.86	4.62	18.04	4.615	19.14
	كلّي	55	14.03	4.61	18.09	4.610	19.10

ولمعرفة ما إذا كان الفرق بين المتوسطات الحسابية لدرجات الطلبة في المجموعتين

التجريبية والضابطة، في اختبار حلّ المسألة الهندسية البعديّ، له دلالة إحصائية ($\alpha=0.05$)، وبهدف عزل الفروق بين مجموعات الدراسة في اختبار حلّ المسألة الهندسية في التطبيق القبليّ إحصائيًّا، تمّ إجراء تحليل التّباين الثّنائي المُصاحب (2 way ANCOVA) ذي التّصميم العامليّ (2x2)، وكانت النتائج كما في الجدول (2).

الجدول (2): نتائج تحليل التباين الثنائي المصاحب (ANCONA) ذي التصميم العاملي (2x2) لدرجات الطلبة على اختبار حلّ المسألة الهندسية تبعًا لاختلاف طريقة التدريس والتصوّر المكاني والتفاعل بينهما

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة "ف"	مستوى الدلالة	مربع إيتا
اختبار المسألة القبلي	672.082	1	672.082	83.623	0.000	**0.432**
طريقة التدريس	328.352	1	328.352	40.855	0.000	**0.271**
التصوّر المكاني	0.592	1	0.592	0.074	0.787	**0.001**
التفاعل	1.446	1	1.446	0.180	0.672	**0.002**
الخطأ	884.078	110	8.037			
الكلي	2456.991	114				

ولتعرّف حجم أثر أنموذج التّعلّم التّفارغي في حلّ المسألة الهندسية لدى الطلبة، تمّ احتساب مربع إيتا ($\eta2$) حيث بلغ (.271)، وبذلك يمكن القول إن ما يقارب من (27.1%) من التّباين في حلّ المسألة الهندسية بين المجموعتين التجريبية والضابطة يرجع إلى متغيّر استخدام الأنموذج في التدريس، أمّا النّسبة المتبقّية، والتي تُقارب (72.9%)، فقد ترجع إلى عوامل أخرى.

ولتحديد قيمة الفرق بين متوسطات درجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة على اختبار حلّ المسألة الهندسية، تشير قيمة المتوسطات الحسابية المعدّلة الناتجة عن عزل نتائج حلّ المسألة الهندسية القبليّ لطلبة المجموعتين، على أدائهم في اختبار حلّ المسألة الهندسية البعديّ، إلى أنّ الفرق كان لصالح طلبة المجموعة التجريبية (التي خضعت للتّدريس وفق أنموذج التّعلّم التّفارغي)، حيث حصلوا على متوسط حسابي معدّل (22.79) وهو أعلى من المتوسط المعدّل لطلبة المجموعة الضابطة (التي خضعت للتدريس بالطريقة الاعتيادية) والبالغ (19.10)، وهذا يشير إلى أنّ استخدام أنموذج التّعلّم التّفارغي في التّدريس أدّى إلى تحسّن مقدرة طلبة المجموعة التجريبية على حلّ المسألة الهندسية، مُقارنة بطلبة المجموعة الضّابطة.

ويمكن إرجاع هذه النتيجة الإيجابية إلى أسباب عدة، منها طريقة عرض المحتوى المتكاملة لمراحل أنموذج التّعلّم التّفارغي الذي اعتمدته الدراسة وخطواته، وهو بدوره ما ساعد في القيام بربط

المعرفة النّظرية بالتّطبيقية، وتعرّف العلاقات بين الأفكار الهندسيّة والربط بينها، وربط المحتوى الرياضي بالمعرفة السّابقة للطالب؛ وهو ما أسهم –غالبًا– في التّصدّي للمسألة الهندسية وحلّها.

وبإلقاء الضوء على هذه النتيجة الإيجابيّة، تتضّح أدوار الأنموذج بمراحله المتتالية المختلفة، بدءًا بمرحلة "المشكلة"، والتي يبدأ المعلّم فيها بطرح مجموعة من الأسئلة على الطلاب تكون مرتبطة بمفهوم معين أو أحد تطبيقاته أو موقف ومشكلة حياتيّة، وتعدّ هذه الأسئلة بمثابة القوة الدّافعة لكل نشاط عقلي يقوم به الطلبة فيما بعد، كما تنمّي لديهم حبّ الاستطلاع والبحث والتقصّي لاستنتاج المفاهيم الجديدة، واستيعابها. ثمّ تأتي بعد ذلك

مرحلة "المراجع" وحتى يتمكّن الطلبة من خلال هذه المرحلة من الإجابة عن الأسئلة، فإنهم يبدؤون باسترجاع الخبرات السابقة ومحاولة تنظيمها؛ لإيجاد علاقة بين الخبرات السابقة التي يمتلكونها والمعارف الجديدة. وتتبع ذلك مرحلة "العمليّات العقليّة"، وتشمل هذه المرحلة مجموعة العمليات العقلية التي يقوم بها الطلبة في أثناء المشاركة في أنشطة حلّ المشكلات والأنشطة الاستقصائيّة الموسّعة. ويعبّر الطلبة في هذه المرحلة عن العلاقات بين المعرفة الجديدة والمعارف السابقة من خلال الرسوم والمخطّطات والرّموز وغيرها. ويتبع ذلك مرحلة "الشبكة الدّلالية" والتي تنشأ من العمليات العقلية المبنيّة على المعارف السابقة، وتُعطي هذه المنظومة التماسك الدلالي الشامل والذي قد يُعزّز حلّ المسألة الهندسيّة، كما توضّح العلاقة بين المفاهيم المرتبطة به؛ وبالتّالي فقد يسهل تطبيقها في مواقف عديدة.

ومن خلال وجود مجموعة أكثر من الأفكار والإشارات والرموز يتمكّن الطلبة هنا من التّعبير عن المفهوم الجديد في حلّ المسألة الهندسية والتوصّل لتفسيره، وهذا يقودُنا إلى المرحلة الأخيرة وهي مرحلة "الدّلالات" والتي أسهمت في تقديم حلّ المسألة الهندسيّة بشكل مترابط ومتسلسل ومتتابع، وربط المعارف السّابقة بالمعرفة الجديدة، وبهذا قد تُساعد هذه المرحلة في زيادة الدّور الإيجابي للطلبة في المشاركة وتطوير حلول للمشكلات (المسائل الهندسية)، التي يواجهها الطالب، فيخطّط ويجمع البيانات ويحلّل المفهوم الهندسي ويناقشه ويستنتجه ليصبح ذا دلالة ثمّ يستخدمه في مواقف مختلفة.

ولعلّ هذه الأدوار التي يتمتّع بها أنموذج التّعلّم التّفارغي، من خلال المراحل التي يمرّ بها الطلبة مع معلّميهم في أثناء تعرّضهم للخبرات الرياضية، قد يؤمّن في طيّاته بيئة تعليميّة إيجابية ملائمة للتعلّم الفعّال وذي المعنى؛ وهو ما قد يُسهم بدوره في تهيئة المواقف التعليميّة التي تمكّن

الطلبة من فهم الحقائق والمعارف والمعلومات واستيعابها وتفسيرها. فضلًا عن ذلك، فإنّ تنوّع الأنشطة والخبرات والتمثيلات التي يحقّقها هذا الأنموذج، ومن خلال العمل الجماعي –أحيانًا– فيما بينهم، أو عبر تفاعلهم مع معلّميهم، قد تشيع مناخًا إيجابيًّا يشكّل تطوّرًا معرفيًّا لدى الطلبة، فيزداد معه استيعابهم للمفاهيم والعلاقات المرتبطة بالمسائل الهندسيّة وتصدّيهم لها، وقد يكون لذلك كلّه الأثر الفعّال في تفوّق طلبة المجموعة التجريبيّة في حلّهم المسألة الهندسيّة.

وفي مَعرض الإجابة عن السؤال الثاني، تشير النتائج في الجدول (2) إلى عدم وجود فروق دالّة إحصائيًّا بين متوسطات درجات الطلبة في المجموعتين التجريبية والضابطة تُعزى إلى التّفاعل بين طريقة التدريس (أنموذج التّعلّم التّفارغي، والطريقة الاعتيادية)، والتّصوّر المكاني (مرتفع، ومنخفض) لدى الطلبة، إذ بلغت قيمة (ف) المحسوبة (0.180)، وهذه القيمة ليست دالة إحصائيًّا عند مستوى الدلالة (α=0.05). هذا، وتُظهر النتائج، كما في الجدول (1)، تفوّق الطلبة مرتفعي التّصوّر المكاني في المجموعة التجريبية على الطلبة مرتفعي مفهوم التّصوّر المكاني في المجموعة الضّابطة. كما يتّضح من الفروق الظاهرية تفوّق الطلبة منخفضي التّصوّر المكاني في المجموعة التجريبية على الطلبة منخفضي التّصوّر المكاني في المجموعة الضابطة؛ مما يشير إلى تفوّق طلبة المجموعة التجريبية في حلّهم المسألة الهندسية على مستويي التّصوّر المكاني المرتفع والمنخفض.

وقد تُعزى هذه النتيجة إلى أنّ كلًّا من المُتغيّرين المُستقلّين (أنموذج التّعلّم التّفارغي، والتّصوّر المكاني) قد يؤثّران في المُتغيّر التّابع (حلّ المسألة الهندسية) بمعزل عن المتغيّر المستقل الآخر، وليس بالضرورة أن يتفاعلا من أجل إحداث أثرٍ في المُتغيّر التّابع؛ بمعنى أنّ أنموذج التّعلّم التّفارغي استطاع أن يُحدث أثرًا في مقدرة الطلبة على حلّ المسألة الهندسية، بشكل منفصل ومستقل عن التّصوّر المكاني لهؤلاء الطلبة، سواء أكانوا مرتفعي التّصوّر المكاني، أم منخفضي التصوّر المكاني، دون أن يتفاعل مع متغيّر التّصوّر المكاني لإحداث هذا الأثر.

وفي هذا الصّدد، فقد تتّفق نتائج هذه الدراسة –إلى حدّ ما– مع نتائج دراسات أخرى تناولت نماذج تعليمية أو متغيرات لها علاقة بهذه الدراسة، مؤكّدة على أهميّة تناول نماذج تعليميّة متنوعّة ومُستحدثة وتحرّي أثرها في تعلّم الرياضيّات وتعليمها (Alias et al., 2003; Al-Abed, 1995; Beshai, 2017; Bruun, 2013; Kozma, 2003; Mahdi, 2016; Olkun, 2003; Saleha & Al-Abed, 2014; Van Garderen, 2006).

التوصيات والمقترحات

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

- حثّ معلّمي الرياضيّات على تبنّي تدريس موضوعات في الرياضيات وفق المنحى التّدريسي القائم على أبعاد وخطوات أنموذج التّعلّم التّفارغي.
- تنظيم دورات تعريفيّة للمعلّمين بأنموذج التّعلّم التّفارغي، والتدريب على بناء نماذج تعليميّة قائمة عليه.
- إجراء مزيد من الدّراسات حول أثر استخدام نماذج تعليمية في تدريس الرياضيّات، وعلى مراحل دراسية مختلفة، وفي موضوعات رياضية أخرى.

References

Abdel Qader, K. (2013). Difficulties in solving the verbal problem in mathematics among primary grade students in Gaza Governorate from the Teachers' point of view. *Al-Aqsa Journal, 17*(1), 77-106.

Abu Zina, F., & Ababneh, A. (2007). *Mathematics teaching curricula for elementary school*. Amman: Al Masirah Publisher.

Abu Zina, F. (2010). *Developing and teaching school mathematics curricula*. Amman: Wa’el for Publishing and Distribution.

Al-Abed, A. (1994). Spatial ability and achievement in mathematics for tenth grade students. *The Arab Journal of Education, 14*(1), 225-205.

Al-Abed, A. (1995). The development of spatial ability of students in the basic and secondary education. *Yarmouk Research Journal, 11*(3), 9-20.

Al-Abed, A. (2012). The effect of using the generative learning model in solving the mathematical problems and the motivation towards learning mathematics among tenth grade students. *Journal of Educational and Psychological Studies, 2*(6), 1-16.

Alias, M., & Black, T., & Gray, D. (2003). Effect of instruction on spatial visualization ability in civil engineering students. *International Education Journal, 3*(1), 1-12.

Al-Sunaidi, S., & Al-Abed, A. (2020). The impact of an educational program based on mathematical power in acquiring mathematical concepts for eighth grade students in the Sultanate of Oman in light of their self-efficacy. *The Jordanian Journal of Educational Sciences, 15*(2), 233-248.

Berger, D., & Jourdan, D., & Pizon, F. (2009). Scientific literacy and social aspects of science. *Acollection of papers presented at ESERA 2009 conference.*

Beshai, Z. (2017). Using the allosteric learning model in engineering teaching to develop critical thinking skills and self-efficacy among students in the preparatory stage. *Journal of the Faculty of Education at Assiut University, 33*(4), 1-58.

Bruun, F. (2013). Elementary teachers perspectives of mathematics problem solving strategies. *Mathematics Educator, 1*(23), 45-59, EJ1020068.

Chapman, O. (2010). Constructing pedagogical knowledge of problem solving: Preservice mathematics teachers. *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Ontario, February 2010*.

Deleuze, G. (2004). *"How do we recognize structuralism?"*. Los Angeles and New York. 170-192. ISBN 1-58435-018-0. p.171-173. https://en.wikipedia.org/wiki/Post-structuralism

Dixon, R., & Brown, R. (2012). Transfer of learning: Connecting concepts during problem solving. *Journal of Technology*, *24*(1), 2-17, EJ991236.

Ekstrom, R., & French, J., & Harman, H. (1989). *Manual for Kit of factor-referenced cognitive tests. Educational Testin Service, Princeton, New Jersey.*

Gantt, C. (2020). *The impact of the math workshop model on middle school classroom instruction and student achievement in a Southeast suburban school district*, (Unpublished doctoral dissertation, Gardner-webb university, Boiling springs, North carolina).

Giordan, A. (2000). From constructivism to allosteric learning model. *https://cms.unige.ch/ldes/wpcontent/uploads/2012/From constructivisme - to- allosteric learning modell.pdf.*

Giordan, A. (2012). The allosteric learning model and current theories about learning. (Trans Nadine Allal). *https://cms.unige.ch/ldes/wpcontent/uploads/The-allosteric-learning-model- and-current-theories-about-learning1. pdf.*

Giordan, A., & Jacquemet, S. & Golay, A. (1999). A new approach for patient education beyond constructivism. *Patient Education and Counseling, 38*(1), 61-67.

James, E. (2005). Constructing a math applications, curriculum- based assessment: An analysis of the relationship between applications problems, computation problems and criterion-referenced assessments. *DAI-B,* 66(7): 3933.

Jarwan, F. (2007). *Teaching thinking: Concepts and applications* (3 ed.), Amman: Dar al fikr for publishing and distribution.

Klang, N., Karlsson, N., Kilborn, W., Eriksson, P., & Karlberg, M. (2021). Mathematical problem-solving through cooperative learning: The importance of peer acceptance and friendships. *Frontiers in Education, 6,* article. id710296. *https://doi.org/10.3389/feduc.2021.710296*

Kozma, R. (2003). "Technology and classroom practices: An international study". *Journal of Research on Technology in Education, 36*(1), 1-14.

Lajoie, S. (2003). Individual differences in spatial ability: Developing technologies to increase strategy awareness and skills educational. *psychologist, 38*(2), 115-125.

Mahdi, I. (2016). The effectiveness of using the hollow model to teach nanotechnology to develop creative thinking, achievement and inclination towards mathematics among secondary school students. *Journal of Mathematics Education, Egypt, 19* (12), 67-126.

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

Ng, O. L., Shi, L., & Ting, F (2020). Exploring differences in primary students geometry learning outcomes in two technology-enhanced environments: dynamic geometry and 3D printing**.** *International Journal of STEM Education, 7*(50), 1-13.

Obara, S. (2010). Constructing spatial understanding. *Mathematics Teaching in the Middle School,* 15(8), 472-478.

Olkun, S (2003). Making connections: improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International journal of mathematics teaching and learning, 3*(1), 1-10.

Saleha, S., & Al-Abed, A. (2014). The effect of an educational program supported by light effects in solving a mathematical problem and spatial ability among seventh graders in Palestine. *An-Najah University Journal of Research (Humanities), 28*(12), 2697-2732**.**

Sangpom, W., Suthisung, N., Kongthip, Y., & Inprasitha, M. (2016). Advanced mathematical thinking and students mathematical learning:

Reflection from students problem-solving in mathematics classroom. *Journal of Education and learning, 5*(3), 72-82. https://eric.ed.gov/?id=EJ1100953

SAT Math Problem Solving. (2022). *SAT Math problem solving: Practice tests and explanations*. Majortests.com. https://www.majortests.com/sat/problem-solving.php

Soloway, E. (2003). Handheld computing: right time, right place, right idea, *paper presented at the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Athens, July*.

Taber, S. (2006). Beyond Constructivism: The Progressive Research Programmed into Learning Science. *Studies in Science Education, 42,* 125-184.

Van Garderen, D. (2006). Spatial visualization, visual imagery, and mathematical problem solving of students with varying abilities. *Journal of Learning Disabilities, 39*(6), 496-506.

WuTao. (2010*). Research on the allosteric Learning Model.* East China Normal University, Shanghai/china.