أثر تدريس الهندسة باستخدام استراتيجية دورة التعلّم الرباعية في تحصيل طلاب الصف السابع ومستويات تفكيرهم الهندسي

د. هاني ابراهيم العبيدي
قسم المناهج والتدريس
الجامعة الهاشمية

حسين سليمان أبودامس
وزارة التربية والتعليم
الزرقاء- الأردن

أثر تدريس الهندسة باستخدام استراتيجية دورة التعلّم الرباعية في تحصيل طلاب الصف السابع ومستويات تفكيرهم الهندسي

د. هاني ابراهيم العبيدي
قسم المناهج والتدريس
الجامعة الهاشمية

حسين سليمان أبودامس
وزارة التربية والتعليم
الزرقاء- الأردن

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقصّي فاعلية تدريس الهندسة باستخدام استراتيجية دورة التعلم في تحصيل طلاب الصف السابع، ومستويات تفكيرهم الهندسي. وقد تكوَّنت عينة الدراسة من (٧٧) طالباً من طلاب الصف السابع جرى توزيعهم عشوائياً على شعبتين، إذ تم اختيار إحداهما عشوائياً لتُدَّرس باستخدام دورة التعلم، بينما تُدَّرس الأخرى باستخدام الاستراتيجية الاعتيادية. تم إعداد أدوات الدراسة اللازمة التي تمثلت في: اختبار للتحصيل في الهندسة، اختبار في التفكير الهندسي، الخطط التدريسية اللازمة. أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق إحصائية في التحصيل الكلي، والتفكير الهندسي الكلي، وهذه الفروق تُعزى لطريقة التدريس، ولصالح المجموعة التجريبية.

الكلمات المفتاحية: الهندسة، دورة التعلم، مستوى التفكير الهندسي، فان هايل.

* تاريخ تسلم البحث : ٢٠٠٧/٣/٤ * تاريخ قبوله للنشر : ٢٠٠٧/١٢/٣١

The Effectiveness of Teaching Geometry through Using the Four-Phase Learning Cycle Strategy on Seventh Grade Male Students' Achievement and their Geometrical Thinking Levels

Dr. Hani I. Al-Obaidi
Dept of Curriculum & Teaching
Hashemite University

Hussien S. Abu-Dames
Ministry of Education
Zarqa-Jordan

Abstract

This study aimed at investigating the effectiveness of teaching geometry through using the four-phase learning cycle strategy on seventh grade male students' achievement and their geometrical thinking levels. The sample consisted of (77) male students of the seventh grade. The students were randomly distributed into two sections. One section was randomly chosen to be the experimental group taught by using learning cycle strategy while the other was the control group taught by using traditional strategy. The necessary instruments were prepared to include an achievement test in geometry, a test in geometrical thinking, and the appropriate teaching plans. The results showed significant statistical differences in the total achievement, and in the overall geometric thinking in favor of the experimental group which was taught by the four-phase teaching strategy.

Key words: geometry, learning cycle, geometrical thinking levels, Van Hiele

أثر تدريس الهندسة باستخدام استراتيجية دورة التعلّم الرباعية في تحصيل طلاب الصف السابع ومستويات تفكيرهم الهندسي

د. هاني ابراهيم العبيدي
قسم المناهج والتدريس
الجامعة الهاشمية

حسين سليمان أبودامس
وزارة التربية والتعليم
الزرقاء- الأردن

المقدمة

ضمن التوجهات الأمريكية الحديثة في تدريس الهندسة ما ورد عن المجلس القومي لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 1989; 2000) في اعتبار الهندسة من أبرز مكونات منهاج الرياضيات ومعاييره في المراحل الدراسية قبل الجامعية، ومن تلك التوجهات أن الطلبة في الصفوف من الخامس إلى الثامن يجب أن يُقبلوا على دراسة الهندسة، وأن يكون لديهم معرفة ببعض المفاهيم الهندسية مثل: العلاقة بين المستقيمات، وأنواع الزوايا والعلاقات فيما بينها، والمضلعات، والأشكال المختلفة في بعدين وثلاثة أبعاد، ومفاهيم هندسية أخرى كالتطابق والتشابه. وأن يكون لدى الطلبة خبرة لتصور رسم المستقيمات، والزوايا، والمثلثات، والأشكال الرباعية، وأن يكون لديهم معلومات أولية عن الأشكال من خلال تفاعل الموضوعات الهندسية في حياتهم اليومية. وبالنسبة لهذه الصفوف فإن معيار الهندسة يدعوالمعلّمين إلى تنمية قدرة طلبتهم على تمييز الأشكال الهندسية، ووصفها، ومقارنتها، وتصوّرها، وتمثيلها، واكتشاف تحويلاتها، وتمثيل المسائل وحلها باستخدام النماذج الهندسية، وتطبيق الخواص والعلاقات الهندسية.

ومن الأهداف الرئيسة في تدريس الرياضيات تحسينُ مستويات التفكير الهندسي لدى الطلبة؛ لأن التفكير الهندسي مهم جدا في العديد من الموضوعات العلمية، والتكنولوجية، والمهنية، كأهميته في الرياضيات (Olkun, Sinoplu, & Deryakulu, 2005).

وفي مجال تعليم الهندسة وتعلّمها، اقترح الهولندي بيير ماري فان هايل (P. M. Van Hiele) نموذجا لتعليّم الهندسة، وقد لاقى إقبالاً في أمريكا وأوروبا، حينما تُرجم إلى الإنجليزية عام ١٩٨٤. ويرى فان هايل أنَّ إحدى صعوبات تعلّم الهندسة ترجع إلى المعلّم حينما يشرح موضوعات الهندسة بلغة قد لا يفهمها الطلبة، إذ يتحدث المعلّم على مستوى معين بينما يفكر الطلبة على مستوى آخر، وهذا ما يسميه فان هايل الحاجز اللغوي (language barrier)، وهذا يعني أن اللغة المستخدمة في تدريس الهندسة لها دور مهم في تعلّمها، وأنَّ

لكل مستوى من مستويات التفكير الهندسي لغته الخاصة به (Pusey, 2003).

ويعتقد فان هايل أن التفكير الهندسي يتطور من خلال خمسة مستويات، وهي تمثل مراحل التفكير الهندسي. فالمفاهيم والأفكار الهندسية تتطور خلالها، وهي تمثل مراحل تطور عملية التفكير في الهندسة، وليس فقط في اكتساب المعرفة الهندسية (Tall, 2005 & Pegg). وتبعا لأفكار فان هايل فإن المستويات الخمسة للتفكير الهندسي هي (Groth, 2005):

١- التصوري (Visual): يتميز هذا المستوى بتفكير المتعلّم غير اللفظي، وملاحظته للشكل الهندسي دون إدراك خواصه، ومعرفة الشكل، وتسميته، وتمييزه من بين عدة أشكال، والحكم على الأشكال بمظهرها وبصورتها الكاملة، مثال ذلك تمييز المتعلّم للمربع من بين الأشكال الهندسية.

٢- الوصفي (Descriptive): يتميز هذا المستوى بقدرة المتعلّم على ملاحظة خواص الأشكال الهندسية ووصفها، ولكن دون ربط هذه الخواص بعضها ببعض. وتكون اللغة في هذا المستوى ضرورية لوصف خواص الأشكال الهندسية المختلفة، لكن هذه الخواص لم ترتب منطقياً بعد في تفكير الطالب. فالتحليل الأولي لدى المتعلم يتضمن رؤية أو فهم أن الأضلاع المتقابلة في المستطيل متوازية ومتساوية، وأن فيه أربع زوايا قائمة دون إدراك أنه إذا كان فيه زاوية واحدة قائمة فإن كل زواياه قائمة، وأن أضلاعه المتقابلة يجب أن تكون متساوية.

٣- الاستدلالي غير الشكلي (Informal Deduction): أهم ما يميز هذا المستوى هو وعي المتعلّم للعلاقات بين الأشكال الهندسية وخواصها، وإعطاؤه تعريفاً للشكل، وإيجاده علاقات بين خواص الشكل الواحد والأشكال المختلفة، واستخدامه للعلاقات التي بينها بصورة منطقية، بحيث تُستنتج الخواص من بعضها البعض. فمثلا إذا عرف المتعلم خواص المستطيل بأن له أربعة أضلاع، وأن كل ضلعين متقابلين متساويين ومتوازيين، وأن زواياه الأربع قائمة، فإنه يلاحظ أن للمربع نفس هذه الخواص، وبالتالي فانه يجب أن يكون المربع مستطيلاً.

٤- الاستدلالي الشكلي (Formal Deduction): تميز هذا المستوى بقدرة المتعلّم على الاستدلال الاستنتاجي من خلال بناء البراهين الرياضية البسيطة، وفهم دور التعريف والمسلّمة والنظرية، والقدرة على تبرير خطوات البرهان مثل إثبات أن مجموع قياسات زوايا المثلث الداخلية تساوي ١٨٠° باستخدام مسلّمة التوازي والزوايا المتجاورة.

٥- الاستدلالي التام (Rigor): ويتميز هذا المستوى بقدرة المتعلّم على استخدام المنطق، وفهم دور البرهان، واستنتاج النظريات في مختلف أنظمة المسلّمات، والنماذج الهندسية المعروفة، والتمكن من إجراء مقارنة بين أنظمة المسلّمات، والهندسات المختلفة، كالهندسات

الاقليدية واللااقليدية والمستوية والفراغية.

ولم يلقَ المستوى الاستدلالي التام نفس الاهتمام الذي لقيته بقية المستويات؛ لأن معظم الأفكار الهندسية التي تُدرَّس ضمن المراحل الدراسية قبل الجامعية تركز على المستويات الأربعة الأولى (Hoffer, 1981). ووفقا لأفكار فان هايل لا يمكن أن يصل الطالب أو أن ينتقل من مستوى تفكير هندسي إلى آخر إلا بعد أن يتمكّن من المستوى والمستويات السابقة له. وأن الانتقال من مستوى إلى آخر أرقى منه يعتمد على الخبرات التعليمية للمتعلّمين ومستوى الأداء التدريسي المناسب، فهذه المستويات مستمرة وغير منفصلة، واكتساب مستوى تفكير معين لا يتأتى بصورة مفاجئة (Fuys, Geddes & Tischler, 1988) .

ويرى فان هايل أنَّ الانتقال من مستوى إلى المستوى الذي يليه يتضمن الاهتمام بخمسة أطوار تدريسية هي (Van Hiele, 1999):

١– طور المعلومات وفيه ينهمك المعلّم والطلبة بالمناقشات، ويتعرف المعلّم إلى التعلّم السابق للطلبة من خلال طرح الأسئلة.

٢– طور التوجيه المباشر وفيه يزود المعلّم الطلبة بنشاطات تسمح لهم بالتعرُّف إلى المادة التي يدرسونها.

٣– طور التفسير وفيه يتبادل الطلبة الأفكار بمشاركة المعلّم ويعبّرون عنها لفظيا، ويصبح اعتماد الطلبة على أنفسهم أكثر من قبل.

٤– طور التوجيه الحر وفيه ينشغل الطلبة في المهام التي يقدمها المعلّم لهم، وعند الحاجة يطلبون المساعدة من المعلّم.

٥– طور التكامل يلخِّص الطلبة ما تعلّموه من الدرس.

ومن الملاحظ أن استراتيجيات التدريس الفعّال تُعطي الطالب دوراً مهماً في تحمل مسؤولية تعلّمه، وتقلل من دور المعلّم بشكل تدريجي مما يساعد في تطبيق أفكار فان هايل. فقد ذكر هايل (Van Hiele, 1999) أن الهندسة من أكثر الموضوعات التي لا يحبها الطلبة؛ بسبب قصور أساليب تدريسها، وطالب بالأساليب التدريسية المتمحورة حول الطالب. وهذا ما دفع الباحثان نحو التوجهات الحديثة في التدريس، وتجريب استراتيجية دورة التعلّم الرباعية، وتوظيف الأطوار التدريسية ضمن دورة التعلّم بوصفها إحدى نماذج النظرية البنائية التي تلتقي مع أفكار فان هايل التي تدعو إلى إسناد دور فعّال للطالب بإشراف المعلّم. وهذا يتفق أيضا مع مبادئ الرياضيات المدرسية ومعاييرها الصادرة عن المجلس القومي لمعلمي الرياضيات لعام ٢٠٠٠.

شهد البحث التربوي خلال العقدين الأخيرين تحولاً مهماً في رؤية الباحثين للعملية التعليمية، فقد انتقل الباحثون من محاولة الإجابة عن تساؤلات عديدة حول العوامل الخارجية المؤثرة في المتعلّم مثل: شخصية المعلّم، ووضوح تعبيراته، وحماسته، وطريقة تعزيزه، إلى

محاولة الإجابة عن تساؤلات حول ما يجري في ذهن المتعلّم، مثل: معرفته السابقة، وقدرته على التذكر، وقدرته على معالجة المعلومات، ودافعيته، وانتباهه، وكل ما يجعل التعلّم لديه ذا معنى (Appleton, 1997).

وقد رافق هذا التحول ظهور النظرية البنائية (Constructivist Theory) التي تركز على المتعلّم ونشاطه أثناء عملية التعلّم، وتؤكد على التعلّم ذي المعنى القائم على الفهم، من خلال الدور النشط والمشاركة الفاعلة للطلبة في الأنشطة التي يؤدونها، بهدف بناء مفاهيمهم ومعارفهم العلمية (Lesh & Doerr, 2003).

فالتعلّم في النظرية البنائية عملية نشطة تسعى إلى تفسير المثيرات، وإحداث تغييرات في المخططات المعرفية للطلبة. وترى النظرية أنَّ المتعلّم مسؤول عن تعلّمه وبناء معنى لخبراته. ويصل المتعلّم إلى أقصى حد في تعلّمه عندما يبحث عن المعرفة بنفسه، ثم يقوم بالتفاوض الاجتماعي (Social Negotiation) مع الآخرين للوصول إلى أفضل الاستنتاجات الممكنة، فالمتعلم لا يبني معرفته من معطيات العالم المحسوس بظواهره الطبيعية والاجتماعية عن طريق أنشطته الذاتية معها فقط، وإنما يبنيها أيضاً من خلال مناقشة ما وصل إليه من معانٍ مع الآخرين من خلال عملية تفاوض وأخذ ورد بينه وبينهم. وخلال هذه العملية من التفاوض والنقاش والجدل الاجتماعي تتعدل المعاني لدى المتعلم الواحد حول هذه الظواهر والأفكار، أي أن عملية المفاوضة الاجتماعية تؤدي إلى وجود لغة حوار مشتركة بين الأفراد وبالتالي تحقيق تفاهم مشترك بينهم (Wheatley, 1991). وتتهيأ أفضل الظروف للتعلم عندما يواجه المتعلمون مشكلة أو مهمة حقيقية، فقد عبر ويتلي (Wheatley, 1991) عن هذا الافتراض بإشارته لأهمية التعلم القائم على حل المشكلات، بحيث يعتمد المتعلمون على أنفسهم ولا ينتظرون أحداً يخبرهم أو يقدم لهم الحلول جاهزة. وبهذا تظهر فكرة معارضة البنائية للتعلم الجاهز.

وتُعدُّ إستراتيجية دورة التعلّم ترجمةً لأفكار النظرية البنائية التي تستمد أصولها وإطارها النظري من نظرية بياجيه في النمو المعرفي، حيث تعتبر هذه الاستراتيجية تعلّم وتعليم، ويعود الفضل إلى أتكن (Atkin) وكاربلس (Karplus)، إذ وضعا التصورات الأولية لهذه الاستراتيجية عام ١٩٦٢، ثم أدخل كاربلس وآخرون تغييرات عليها عام ١٩٧٤ (Abraham & Renner, 1986). وقد تعددت الآراء التي تناولت مراحل دورة التعلّم، فرأى كاربلس وآخرون أن دورة التعلّم تتكون من ثلاث مراحل: مرحلة الاكتشاف، ومرحلة تقديم المفهوم، ومرحلة تطبيق المفهوم. ويرى بايبي (Bybee) أنها أربع مراحل، وهناك بعض الاتجاهات ترى أن دورة التعلّم تتكون من خمس أو ست مراحل (Lindgren & Bleicher, 2005).

وذكر ياجر (Yager, 1991) أن الكثير من الجهد في مجال البحث في غضون السنوات

الماضية قد استهلك لإيجاد نموذج جديد للتعلّم. وكان أفضل ما توصل إليه المربون هو نموذج التعلّم البنائي(Constructivist Learning Model) (CLM)، الذي يسمى دورة التعلم البنائي ذات المراحل الأربعة، إذ يعد هذا النموذج الأكثر جاذبية في مجال التعلّم والتعليم الصفي في الخمسين سنة الماضية. ويرى ياجر (Yager, 1991) أن دور المتعلّمين يجب أن يكون أكبر من دور المعلّم؛ فالتعلّم عملية نشطة، تتأثر بالمتعلّم أكثر من تأثرها بالمعلّم والمدرسة. ومن هذا المنظور، فإن مخرجات التعليم لا تعتمد كثيراً على ما يقدمه المعلّم، فالمتعلّمون يجب أن يتفاعلوا مع المعلومات التي تواجههم، وأن تكون طرائق تعلّمهم معتمدة على إدراكهم للمعلومات، ومعرفتهم السابقة. وقد تم حديثاً تطبيق استراتيجية دورة التعلّم بمراحل مختلفة على المستوى المحلي والعربي في تدريس الرياضيات في بعض من الدراسات (إسماعيل، ٢٠٠٠؛ التودري، ٢٠٠٣؛ سيف، ٢٠٠٤؛ الشطناوي، ٢٠٠٥).

يرى داود (٢٠٠٣) أن استراتيجية دورة التعلّم ذات المراحل الأربعة هي استراتيجية تعلّم بنائي يمكن استخدامها في تدريس الرياضيات، لما لها من إمكانيات متعددة، فهي تجعل المتعلّم محوراً للعملية التعليمية، وتعطي المتعلّمين الفرصة للتفكير في أكبر عدد ممكن من الحلول للمشكلة الواحدة بطريقة علمية مما يؤدي الى تنمية التفكير العلمي لديهم في مجال الرياضيات، وتفتح مجالاً للمناقشة والحوار بين المتعلّمين مع بعضهم بعضا ومع المعلّم؛ مما يكسبهم لغة حوار سليمة، وتجعلهم نشطين، وتنمي روح التعاون بينهم، لذلك يمكن الاستفادة من هذه الاستراتيجية وتوظيفها في تدريس الهندسة. وتسير استراتيجية دورة التعلم البنائي التي اقترحها بايبي وفق أربع مراحل هي (داود، ٢٠٠٣؛ Yager, 1991):

المرحلة الأولى: التهيئة (الدعوة) (Invitation Stage): يتم فيها جذب انتباه الطلبة ودعوتهم إلى التعلّم، من خلال طرح المعلّم للأسئلة التي تتضمن المعرفة الجديدة من مفاهيم، وتعميمات، ومهارات، ومسائل، وتشجيعهم على التفكير بإشراكهم في حل المشكلات والنشاطات التي تثير دافعيتهم، وتدفعهم إلى البحث، بغية التوصل إلى الحل، وهذه المشكلات لها ارتباط بنشاطات الطلبة وخبراتهم السابقة.

المرحلة الثانية: الاستكشاف (Exploration Stage): وفيها ينخرط الطلبة في حل المشكلات والنشاطات التي تعرض عليهم، ويحاول الطلبة تقديم الإجابات عن الأسئلة المطروحة، إذ يقومون بالملاحظة والقياس والتجريب بأنفسهم عن طريق العمل ضمن مجموعات غير متجانسة. ويقتصر دور المعلّم هنا على الإرشاد والتوجيه وتشجيع الطلبة.

المرحلة الثالثة: اقتراح التفسيرات والحلول (Proposing Explanations and Solutions Stage): وفيها يقود المعلّم الطلبة من خلال مناقشة ما قاموا به ومحاورتهم حوله للوصول إلى الأفكار والمفاهيم المطلوبة، والمقارنة بين الحلول المقترحة. وفي هذه المرحلة قد تتغير تصورات الطلبة غير الصحيحة، وهذا يستدعي من المعلّم الاهتمام باختيار العديد من النشاطات التي

تؤكد المفاهيم والأفكار العلمية السليمة، وتبين ما قد يقع فيه المتعلّم من أخطاء.

المرحلة الرابعة: اتخاذ الإجراء (Taking Action Stage): وفي هذه المرحلة يقوم الطلبة بتطبيق ما توصلوا إليه من حلول ومفاهيم واستنتاجات في مواقف صفية مشابهة أو في الحياة العملية. ومن الضروري إعطاء وقت كاف للطلبة للمناقشة والتفاعل فيما بينهم، وتطبيق ما توصلوا إليه وتعلّموه في المراحل السّابقة.

إنَّ مراحل دورة التعلّم متكاملة فيما بينها إذ تؤدي كل مرحلة وظيفةً معينةً تمهد للمرحلة التي تليها. فمرحلة الدعوة تدفع المتعلّمين إلى البحث والتنقيب للوصول إلى حل لما يعرض فيها، وفي مرحلة الاستكشاف ينهمك المتعلّمون في النشاطات بحثا عن الحل لما عرض عليهم في مرحلة الدعوة، وفي مرحلة اقتراح التفسيرات والحلول يقود المعلّم الطلبة للوصول إلى الأفكار المطلوبة من خلال حلولهم وتفسيراتهم ومقترحاتهم في مرحلة الاستكشاف، وفي مرحلة اتخاذ الإجراء يتم تطبيق المفاهيم التي تم التوصل إليها في مرحلة التفسيرات والحلول في مواقف صفية أو حياتية. وفي أثناء قيام المتعلّمين بممارسة نشاطات مرحلة اتخاذ الإجراء قد تصادفهم معلومات جديدة تؤدي إلى دعوة جديدة وهكذا تبدأ حلقة جديدة من دورة التعلّم البنائي (إسماعيل، ٢٠٠٠).

إنَّ نجاح التدريس بهذا النموذج يعتمد بشكل كبير على تخطيط المعلّم، فدوره مهم وحيوي في التعلّم البنائي؛ لأنَّ المعلّم يقوم بتحديد المشكلات المرتبطة بوحدة التدريس المختارة، ثم يكتب قائمة بالخبرات الحسية التي يمكن توفيرها للطلبة، ويخصص الوقت المناسب للطلبة حتى يستطيعوا القيام بالأنشطة والتفاعل الايجابي فيما بينهم ومع المعلّم (داود، ٢٠٠٣).

ويذكر سوافورد وجونز وثورنتون (Swafford, Jones, & Thornton, 1997) أن للطريقة التي يتعلّم بها الطلبة الهندسة دوراً كبيراً في بناء وفهم الرياضيات. ومن الوسائل التي تفيد في نجاح تعلّم الهندسة استخدام استراتيجيات تدريسية فعّالة، وذلك لأن الطرائق الاعتيادية في تدريس الهندسة قد تؤدي إلى ضعف الطلاب فيها وكراهيتهم لها.

ويمكن تلخيص الدراسات السابقة التي تناولت نموذج دورة التعلم البنائي وأثرها في تحصيل الطلبة بما يلي:

– تفوّق إستراتيجية دورة التعلم في رفع مستوى التحصيل في الرياضيات والارتفاع بمستوى الذكاء والقدرة على التفكير الاستنتاجي والإبداعي وبقاء أثر التعلم لدى الطلبة (إسماعيل، ٢٠٠٠؛ التودري، ٢٠٠٣؛ الشطناوي، ٢٠٠٥؛ Gamble, 1994).

– فعالية إستراتيجية دورة التعلم الرباعية في علاج الأخطاء التي يقع فيها الطلبة (سيف، ٢٠٠٤).

– فعالية دورة التعلم في تخطيط وتنفيذ الدروس في الهندسة (Lindgren & Bleicher, 2005)

ويمكن تلخيص الدراسات السابقة التي تناولت التحصيل في الهندسة ومستويات التفكير الهندسي بما يلي:

– وجود ضعف في اكتساب وتطور مستويات التفكير الهندسي لدى الطلبة حيث أظهرت الدراسات أن هناك طلبة صنفوا دون المستوى الأول، وأن بعض الطلبة لم يصنفوا في أي مستوى تفكير هندسي (خصاونة، ١٩٩٤؛ Mayberry, 1983; Fuys (Geddes & Tischler, 1988

– اختلاف تصنيف الطلبة ضمن مستويات التفكير الهندسي باختلاف المفاهيم الهندسية.

– هناك ارتباطات ايجابية بين مستويات التفكير الهندسي والتحصيل والقدرة المكانية والقدرة على كتابة البرهان (Unal, 2005).

– كشفت مجموعة من الدراسات عن أثر الاستراتيجيات والبرامج التدريسية واستخدام التكنولوجيا في تدريس الموضوعات الهندسية على رفع مستوى التحصيل، والتفكير الهندسي، والقدرة على حل المسألة، واستيعاب المفاهيم، وبقاء أثر التعلم (الغامدي، ١٩٩٦؛ بني إرشيد، ٢٠٠٢ الهزايمة، ٢٠٠٤؛ أبو عصبة، ٢٠٠٥ ,Bang, 1994; Carroll 1998; Mistretta, 2000; Breen, 2000).

وجد الباحثان أن هناك دراسات محدودة تناولت أثر دورة التعلم البنائي ذات المراحل الأربع كأسلوب حديث في تدريس الرياضيات (إسماعيل، ٢٠٠٠؛ التودري، ٢٠٠٣؛ سيف، ٢٠٠٤؛ الشطناوي، ٢٠٠٥) في حين يشيع استخدامها في مجال العلوم. وتقترب هذه الدراسة من الدراسات السابقة في تناولها استراتيجية دورة التعلم البنائي وأثرها على تحصيل الطلبة، ولكنها تختلف معها من حيث أن: هذه الدراسة تناولت أبعاد التحصيل الأربعة: مفاهيم، وتعميمات، ومهارات، وحل المسائل، ووافقتها دراسة الشطناوي (٢٠٠٥) في ذلك. لم يعثر الباحثان على أية دراسة عربية أو أجنبية تناولت أثر استراتيجية دورة التعلم البنائي على مستويات التفكير الهندسي لدى الطلبة مما يجعل هذه الدراسة تنفرد في طريقة تطبيقها لهذه الاستراتيجية على هذا النحو.

مشكلة الدراسة

تبعاً لمعايير الرياضيات المدرسية ومبادئها الصادرة عن المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (NCTM) عام ٢٠٠٠ من خلال مبدأ التدريس (Teaching Principle) فإنَّ تدريس الرياضيات الفعّال يتطلب فهما لما يعرفه الطلبة، وما يحتاجون تعلّمه، ومن ثم توفيرالتحدي والدعم اللازم لهم من أجل التعلّم الجيد، وأن لا يقدم للطلبة إجابات جاهزة. والسبب أنه يمكن لهؤلاء المتعلّمين الوصول الى الإجابات بأنفسهم. وهذا يتوافق مع النظرية البنائية ودورة التعلّم التي تعطي دورا أكبر للطالب.

ولقد كشف التقرير الدولي لنتائج الطلبة الأردنيين عن تحسن في إجابتهم على أسئلة الدراسة الدولية للرياضيات والعلوم لعام ٢٠٠٣ عن نتائجهم لعام ١٩٩٩ بشكل عام، وفي المجالات الفرعية لكل مبحث منها، إلا أنه لا يزال هناك تدني واضح في تحصيل الطلبة في الرياضيات ومن ضمنها الهندسة، فقد جاء الوسط الحسابي لنتائجهم في الرياضيات دون الوسط الحسابي العالمي، الأمر الذي يشير إلى أخطاء تتكرر لدى الطلبة بنسبة عالية على بعض المهارات أو المعارف. وتعد مشكلة تدني التحصيل في الرياضيات بصورة عامة، وفي الهندسة والتفكير الهندسي بشكل خاص من أهم التحديات التي تواجه المتخصصين في مجال تعلّم الرياضيات وتعليمها، وهذا ما أكدته الدراسات الدولية للرياضيات والعلوم (المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية، ٢٠٠٣، ٢٠٠٥). وانطلاقا من أهمية موضوع الهندسة في الرياضيات، وأهمية تطور مستويات التفكير الهندسي، برزت الحاجة إلى تجريب استراتيجية تدريس حديثة قد تؤدي إلى نتائج إيجابية، حيث يعتبر تحسين طرق التدريس أحد العوامل الفعّالة لزيادة تحصيل الطلبة في الهندسة. ولهذا جاءت هذه الدراسة بهدف الكشف عن فاعلية تدريس الهندسة باستخدام دورة التعلم البنائي في التحصيل ومستويات التفكير الهندسي لدى طلاب الصف السابع.

هدف الدراسة

الكشف عن فاعلية تدريس الهندسة باستخدام دورة التعلم البنائي في التحصيل ومستويات التفكير الهندسي لدى طلاب الصف السابع.

فرضيات الدراسة

١- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥) بين متوسطي تحصيل طلاب الصف السابع في الهندسة عموماً مقاساً على اختبار التحصيل، وفي كل بعد من أبعاد التحصيل (المفاهيم، والتعميمات، والمهارات، وحل المسائل) يعزى إلى طريقة التدريس (دورة التعلّم، الاعتيادية).

٢- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥) بين متوسطي أداء طلاب الصف السابع على اختبار مستويات التفكير الهندسي ككل ولكل مستوى على حده يعزى إلى طريقة التدريس (دورة التعلّم، الاعتيادية).

٣- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥) بين نسبة توزيع تكرارات طلاب الصف السابع على مستويات التفكير الهندسي يعزى إلى طريقة التدريس (دورة التعلّم، الاعتيادية).

٤- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥) بين متوسطي التغير الإيجابي في مستويات التفكير الهندسي بين طلاب الصف السابع يعزى إلى طريقة التدريس (دورة التعلّم، الاعتيادية).

أهمية الدراسة

تكتسب هذه الدراسة أهميتها كونها جاءت استجابة لما ينادي به التربويون من مسايرة الاتجاهات التربوية الحديثة في التدريس، وتجريب أساليب واستراتيجيات جديدة قد تؤدي إلى نتائج أكثر إيجابية في العملية التعليمية خاصة أنه لا توجد دراسات على المستوى المحلي أو العربي – في حدود معرفة الباحثين – تناولت دورة التعلّم وأثرها على أبعاد التحصيل ومستويات التفكير الهندسي، وتكمن أهمية الدراسة أيضا في أنها توضح تطور مستويات التفكير الهندسي لدى الطلاب؛ فتصنيف الطلاب وفق مستويات التفكير الهندسي يمكن أن يساعد التربويين في اختيار الموضوعات الهندسية، والأنشطة التدريسية، واللغة المناسبة لمستوى تفكيرهم الهندسي.

وانطلاقاً من أهمية موضوع الهندسة وطرائق تدريسها، جاءت هذه الدراسة لترفد الاستراتيجيات التدريسية في مجال تدريس الهندسة، وتقدم عونا للمعلمين لفهم دورهم بشكل أفضل، وتفعيل دور طلبتهم.

مصطلحات الدراسة

إستراتيجية دورة التعلّم: هي الاستراتيجية المتبعة في تدريس طلاب المجموعة التجريبية، وتسير وفق أربع مراحل هي: مرحلة التهيئة، ومرحلة الاستكشاف، ومرحلة اقتراح التفسيرات والحلول، ومرحلة اتخاذ الإجراء.

الإستراتيجية الاعتيادية: وهي طريقة التدريس التي يشيع استخدامها في المدارس التي تعتمد على الشرح والتفسير بالاستعانة بالسبورة والكتاب المدرسي، ويكون الدور الأكبر للمعلم، وقد استخدمت الطريقة الاعتيادية في تدريس المجموعة الضابطة في هذه الدراسة.

التحصيل في الهندسة: ويعرف بأنه المفاهيم، والتعميمات، والمهارات، وحل المسائل، التي اكتسبها طلاب الصف السابع من خلال دراستهم لوحدة الهندسة، ويستدل عليه من علامات الطلاب على الاختبار التحصيلي المعد لهذا الغرض. وأبعاد التحصيل هي:

– المفاهيم: هو أداء الطلاب على مجموعة الصور الذهنية عن الأشياء والظواهر، كالزاوية، والتطابق، والتشابه.

– التعميمات: هو أداء الطلاب على العبارات التي تربط بين مفهومين أو أكثر كالحقائق، والقوانين، والنظريات. مثال ذلك: إذا تقاطع مستقيمان فإنهما يتقاطعان في نقطة واحدة.

– المهارات: هو قدرة الطلاب على القيام بإجراء العمليات الرياضية والرسم والقياس بسرعة ودقة واتقان. مثال ذلك: إيجاد قياس زوايا مجهولة في شكل هندسي من خلال العلاقات بين الزوايا.

– حل المسائل: هو قدرة الطلاب على حل توظيف المعرفة السابقة للتعامل مع موقف رياضي

جديد. مثال ذلك: حل مسائل هندسية عملية على حالات تشابه المثلثات كقياس ارتفاع بناية.

مستويات فان هايل للتفكير الهندسي: وهي مراحل تمثل تطور التفكير الهندسي لدى الطلاب، وقد تضمنت هذه الدراسة أربعة مستويات للتفكير الهندسي، و لم يتم التطرق إلى المستوى الخامس لأن معظم الأفكار الهندسية التي تُدرَّس ضمن المراحل الدراسية قبل الجامعية تركز على المستويات الأربعة الأولى، ولغايات تصنيف الطلاب حسب هذه المستويات، فقد تم أعداد اختبار يقيس هذه المستويات. ومن خلال الإطلاع على الأدب السابق (خصاونة، ١٩٩٤؛ الغامدي، ١٩٩٦؛ Mayberry, 1983; Mistretta, 2000) تم تحديد محكاً لنجاح الطلاب على كل مستوى تفكير هندسي، وقد عُرّفت هذه المستويات إجرائياً على النحو الآتي:

أ- المستوى التصوري: يتميز بقدرة المتعلم على معرفة الأشكال الهندسية، وتسميتها، وتمييز الشكل من بين عدة أشكال، وقد حدد إجرائياً بالإجابة الصحيحة عن نسبة (٧٠٪) فأكثر من أسئلة المستوى التصوري، أما الطالب الذي لم يجتز هذه النسبة فقد صنف في مستوى دون المستوى التصوري.

ب- المستوى الوصفي: يتميز بملاحظة ووصف خواص الأشكال الهندسية، لكن دون ربط هذه الخواص بعضها ببعض، وقد حدد إجرائياً بالإجابة الصحيحة عن (٦٥٪) فأكثر من أسئلة المستوى الوصفي.

ج- المستوى الاستدلالي غير الشكلي: يتميز بوعي المتعلّم للعلاقات بين المفاهيم والأشكال الهندسية وخواصها، وقد حدد إجرائياً بالإجابة الصحيحة عن (٦٠٪) فأكثر من أسئلة هذا المستوى.

د-المستوى الاستدلالي الشكلي: يتميز بالقدرة على الاستدلال الاستنتاجي من خلال بناء البراهين الرياضية البسيطة، وفهم دور المسلّمة والنظرية، والقدرة على تبرير خطوات البرهان، وقد حدد إجرائياً بالإجابة الصحيحة عن (٥٠٪) فأكثر من أسئلة هذا المستوى.

الأداء على اختبار مستويات التفكير الهندسي: ويقاس بالعلامة الكلية التي يحصل عليها الطالب بعد تعرضه لهذا الاختبار بمستوياته الأربعة: التصوري، والوصفي، والاستدلالي غير الشكلي، والاستدلالي الشكلي.

التغير الإيجابي في مستويات التفكير الهندسي: ويقصد به الفرق بين مستوى التفكير الهندسي الذي صنف الطالب به قبل إجراء التجربة وبعدها، ومستوى التفكير الهندسي الذي صنف الطالب به بعد إجراء التجربة.

حدود الدراسة

- اقتصرت عينة الدراسة على مجموعة من طلاب الصف السابع في مدرسة ابن الأثير الثانوية

الشاملة للبنين التابعة لمديرية التربية والتعليم لمنطقة الزرقاء الأولى، وهي المدرسة التي يعمل بها أحد الباحثين، وقد تم اختيارها قصدياً لتعاون إدارة المدرسة مع الباحث.

– تعتمد مصداقية النتائج على درجة صدق وثبات أدوات الدراسة (اختبار التحصيل، واختبار مستويات التفكير الهندسي) التي أعدها الباحثان لأغراض الدراسة.

– في ضوء الأدب السابق تم استخدام المحكات الآتية لأغراض تصنيف الطلاب حسب مستويات تفكيرهم الهندسي: (٧٠٪) على المستوى التصوري، و(٦٥٪) على المستوى الوصفي، و(٦٠٪) على المستوى الاستدلالي غير الشكلي، و(٥٠٪) على المستوى الاستدلالي الشكلي، وهذه المحكات نسبية وليست مطلقة.

منهجية الدراسة وإجراءاتها:

منهج الدراسة

تعتبر هذه الدراسة من الدراسات التجريبية (Creswell, 2005)، فقد جرى توزيع طلاب الصف السابع على أربع شعب بصورة عشوائية، ثم تم تعيين شعبتين (تجريبية وضابطة) بطريقة عشوائية، وتم إجراء الاختبارات القبلية والبعدية.

مجتمع الدراسة وعينتها

تكوّن مجتمع الدراسة من طلاب الصف السابع في مدرسة ابن الأثير الثانوية الشاملة للبنين التابعة لمديرية التربية والتعليم لمنطقة الزرقاء الأولى، والبالغ عددهم (١٥٦) طالباً، وقد تم اختيار هذه المدرسة بطريقة قصدية كون أن أحد الباحثين يعمل فيها، ولأن إدارة المدرسة أبدت استعدادها للتعاون من أجل إجراء الدراسة. تم في بداية العام الدراسي ٢٠٠٥/٢٠٠٦ إعادة توزيع طلاب الصف السابع، فقد جرى ترتيب ملفات الطلاب حسب علاماتهم في مبحث الرياضيات في الصف السادس تنازلياً، وكان يتم سحب أربعة ملفات في كل مرة، وتوزيعها عشوائياً على أربع شعب.

بلغ عدد أفراد عينة الدراسة (٧٧) طالباً موزعين على شعبتين تم اختيارهما بطريقة عشوائية: الأولى مجموعة تجريبية (٣٩ طالباً) تدرس باستخدام استراتيجية دورة التعلم، والثانية مجموعة ضابطة (٣٨ طالباً) تدرس باستخدام الطريقة الاعتيادية.

أدوات الدراسة

أولاً: اختبار التحصيل

١. أغراض الاختبار: تم بناء هذا الاختبار لقياس تحصيل طلاب الصف السابع في وحدة الهندسة، وقد تضمن هذا الاختبار نوعين من الأسئلة: النوع الأول (٢٥) فقرة اختيار من

متعدد، والنوع الثاني أربعة أسئلة مقالية؛ وذلك لقياس التحصيل على المستويات المعرفية (المعرفة والتذكر، والفهم، والتطبيق، والعمليات العقلية العليا). وقد تضمن هذا الاختبار أبعاد التحصيل الأربع (المفاهيم، والتعميمات، والمهارات، وحل المسائل).

٢. تحليل المحتوى التعليمي: تمت الاستعانة بكتاب الرياضيات للصف السابع، ودليل المعلم، ومنهاج الرياضيات وخطوطه العريضة (وزارة التربية والتعليم، ١٩٩١؛ ١٩٩٧؛ ٢٠٠٥) لتحليل محتوى المادة التعليمية.

٣. تحديد الأهداف السلوكية: تم إعداد الأهداف السلوكية وصياغتها، وتوزيع هذه الأهداف على أبعاد المحتوى التعليمي (المفاهيم، والتعميمات، والمهارات، وحل المسائل)، ومستويات الأهداف السلوكية (المعرفة والتذكر، والفهم، والتطبيق، والعمليات العقلية العليا) في المجال المعرفي.

٤. إعداد جدول المواصفات التقويمي: تم تحديد الأوزان النسبية لكل بُعد من أبعاد المحتوى التعليمي (مفاهيم، وتعميمات، ومهارات، وحل مسائل)، ومستويات الأهداف السلوكية (معرفة وتذكر، وفهم، وتطبيق، وعمليات عقلية عليا). وبناء على ذلك أُعدَّ جدول المواصفات مع مراعاة الأهمية النسبية للأوزان.

٥. صدق الاختبار: جرى التحقق من صدق محتوى الاختبار بعرضه مع تحليل المحتوى وجدول المواصفات على لجنة من المحكمين، بلغ عددهم تسعة محكمين، وتم الأخذ بأبرز الملاحظات الواردة من لجنة التحكيم، حيث تم تعديل واستبدال بعض الفقرات. كذلك تم إعادة صياغة بعض الأهداف وتصنيفها في مستويات الأهداف.

٦. تجريب الاختبار: جرى تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية مكونة من (٣٣) طالباً من خارج عينة الدراسة.

٧. إحصائيات الفقرات: تم إيجاد معاملات الصعوبة والتمييز لكل فقرة من الاختبار، حيث تراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٣٦ – ٠,٨). أما قيم معاملات التمييز فكانت أكبر من أو تساوي (٠,٣)، وهي قيم مناسبة (عودة، ٢٠٠٤).

٨. حساب ثبات الاختبار: تم استخدام معادلة كرونباخ ألفا α للاتساق الداخلي، لحساب معامل الثبات، وقد بلغ معامل الثبات (٠,٩٠)، وهي قيمة مناسبة يمكن الاعتماد عليها (Creswell, 2005). وبذلك أصبح الاختبار جاهزاً للتطبيق.

ثانياً: اختبار التفكير الهندسي

تم الإطلاع على الأدب التربوي السابق المتعلق بموضوع التفكير الهندسي؛ بهدف بناء اختبار التفكير الهندسي بمستوياته الأربع (التصوري، والوصفي، والاستدلالي غير الشكلي، والاستدلالي الشكلي)، حيث تم الاستفادة بصورة رئيسة من اختبار فان هايل الذي أعده عام

١٩٨٠. إضافة إلى أدوات دراسة كل من الباحثين (خصاونة،١٩٩٤؛Mayberry, 1983 ,Mistretta, 2000).

أما الطريقة التي اتبعت في بناء اختبار التفكير الهندسي، فقد تمت وفق الخطوات الآتية:

١. كتابة فقرات اختبارية في مختلف مستويات التفكير الهندسي الأربع بالاستفادة من الدراسات السابقة، إضافة إلى إعداد فقرات اختبارية أخرى في ضوء خصائص كل مستوى تفكير هندسي.

٢. تم كتابة الاختبار بصورته التمهيدية، وقد تكون من خمسة أسئلة: السؤال الأول تألف من (٢٠) فقرة من نوع الاستجابة المختارة (الاختيار من متعدد)، وأربعة أسئلة من نوع الاستجابة المنشأة (الأسئلة المقالية).

٣. وبهدف التحقق من صدق الاختبار؛ عُرِضَ الاختبار بصورته التمهيدية على لجنة من المحكمين من ذوي الاختصاص والمعرفة بمستويات فان هايل للتفكير الهندسي. تكونت اللجنة من ثمانية أعضاء. تم مراجعة الملاحظات الواردة من لجنة التحكيم، وعلى ضوئها تم تعديل بعض الفقرات، وبذلك أصبح الاختبار مكوناً من خمسة أسئلة. تألف السؤال الأول من (٢٠) فقرة من نوع الاستجابة المختارة، وأربعة أسئلة مقالية.

٤. تم تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية خارج عينة الدراسة تكونت من (٣٦) طالباً من الصف السابع، لحساب معامل الصعوبة، ومعامل التمييز لكل فقرة اختبارية، حيث تراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٢٢–٠,٨). أما معاملات التمييز فكانت أكبر من أو تساوي (٠,٣١)، وتعتبر هذه القيم مناسبة ومقبولة (عودة، ٢٠٠٤).

٥. لحساب معامل الثبات تم استخدام معادلة ألفا كرونباخ α للاتساق الداخلي حيث بلغت قيمة معامل الثبات (٠,٨٩) وهي قيمة مطمئنة لإجراء الدراسة (Creswell, 2005).

٦. بعد أن أصبح اختبار التفكير الهندسي جاهزاً للتطبيق، تم في ضوء الأدب السابق تحديد محك لنجاح الطلاب في كل مستوى تفكير هندسي، وقد حُدد بالإجابة الصحيحة عن (٧٠٪) فأكثر من أسئلة المستوى التصوري، والإجابة الصحيحة عن (٦٥٪) فأكثر من أسئلة المستوى الوصفي، والإجابة الصحيحة عن (٦٠٪) فأكثر من أسئلة المستوى الاستدلالي غير الشكلي، والإجابة الصحيحة عن (٥٠٪) فأكثر من أسئلة المستوى الاستدلالي الشكلي. وفي ضوء هذه المحكات اعتبرت علامة الطالب (١) إذا تجاوز مستوى تفكير معين، و(صفر) إذا لم يتجاوز ذلك المستوى، وبناءً على ذلك أعطي كل طالب نمطاً معيناً لأدائه، فالرمز (٠٠٠٠) يعني أن الطالب سجل (صفر) على كل مستوى تفكير هندسي، أي أنه لم يجتز أي مستوى تفكير هندسي. والرمز (١٠٠٠) يعني أن الطالب سجل علامة (١) على المستوى الأول فقط و(صفر) على بقية المستويات، والرمز (١١١١) يعني أن الطالب سجل علامة (١) على كل مستوى تفكير هندسي، أي أنه اجتاز مستويات التفكير الهندسي الأربعة.

وبما أن مستويات فان هايل للتفكير الهندسي ذات طبيعة هرمية، فقد تم تحديد مستوى التفكير الهندسي للطالب على أساس تسلسل اجتيازه لعلامة المحك على المستويات المختلفة. وبالتالي فإن الأنماط المقبولة للتصنيف هي (٠٠٠٠) أي أن الطالب لم يجتز أياً من المستويات الأربعة، ويصنف دون المستوى الأول، و(٠٠٠١) يصنف في المستوى الأول (التصوري)، و(٠٠١١) يصنف في المستوى الثاني (الوصفي)، و(٠١١١) يصنف في المستوى الثالث (الاستدلالي غير الشكلي)، و(١١١١) يصنف في المستوى الرابع (الاستدلالي الشكلي) (خصاونة، ١٩٩٤؛ Mayberry, 1983). ومن الأمثلة على الأنماط غير المقبولة للتصنيف (٠٠١٠)، (١٠١٠)، (٠١٠١)، (١١٠١).

بناءً على ذلك تم تصنيف الطلاب في مستويات التفكير الهندسي في ضوء أدائهم على اختبار التفكير الهندسي القبلي، ويبين الجدول رقم (١) التوزيع التكراري والنسب المئوية لمجموعتي الدراسة في الاختبار القبلي.

الجدول رقم (١)
التوزيع التكراري والنسب المئوية لعينة الدراسة موزعة حسب مستوى التفكير الهندسي في الاختبار القبلي

إستراتيجية التدريس	عدد الطلاب	دون التصوري	التصوري	الوصفي	الاستدلالي غير الشكلي	الاستدلالي الشكلي	غير مصنف
دورة التعلم	٣٩	١٣ ٪٣٣,٣	٢٠ ٪٥١,٣	٥ ٪١٢,٨	–	–	١ ٪٢,٦
الاعتيادية	٣٨	١١ ٪٢٩	٢٢ ٪٥٧,٩	٤ ٪١٠,٥	–	–	١ ٪٢,٦

ويلاحظ من خلال الجدول رقم (١) وجود طالبين غير مصنفين ضمن مستويات التفكير الهندسي، وعند تصحيح أوراق إجابة الطالبين في الاختبار القبلي تبين أن الطالبين اجتازا المستوى الوصفي (الثاني)، و لم يتمكنا من اجتياز المستوى التصوري (الأول)، وبالتالي فإن نمط إجابتيهما على اختبار التفكير الهندسي (٠٠١٠) هو نمط غير مقبول للتصنيف.

ثالثاً: المادة التعليمية

تم إعداد الخطط التدريسية لدروس وحدة الهندسة من كتاب الرياضيات للصف السابع (وزارة التربية والتعليم، ٢٠٠٥) حسب نموذج دورة التعلم البنائي ذات المراحل الأربع، وتم تحليل المحتوى المعرفي للدروس الواردة في وحدة الهندسة وفق أبعاد المحتوى الأربع: المفاهيم، والتعميمات، والمهارات، وحل المسائل.

الخطط التدريسية

تضمنت هذه الخطط: موضوع الدرس، والتوقعات (الأهداف)، والتعلم السابق،

والوسائل والأساليب والأنشطة، والتقويم، وزمن التنفيذ، بالإضافة لدور المعلم والطالب. وقد تم إعداد الخطط التدريسية الخاصة بكل درس، وبلغ عدد هذه الخطط التدريسية (١٢) خطة. تم تحكيمها بواسطة تسعة محكمين. وقد تم مراجعة الملاحظات الواردة من هيئة التحكيم، والأخذ بما تم الإجماع عليه، وعلى ضوء ذلك تم التعديل بالحذف والإضافة على هذه الخطط. كذلك أعدت الخطط التدريسية وفق الطريقة الاعتيادية بالأسلوب الذي يتبعه المعلمون في تحضيرهم اليومي.

إجراءات التنفيذ

– جرى توزيع طلاب الصف السابع بطريقة عشوائية على أربع شعب حسب علاماتهم في الرياضيات في الصف السادس. ثم تم اختيار شعبتين عشوائياً لتمثيل عينة الدراسة.

– تمَّ إعداد أدوات الدراسة اللازمة وهي: المادة التعليمية، اختبار تحصيل في الهندسة، اختبار في التفكير الهندسي بمستوياته الأربعة الأولى. وقد جرى التحقق من صدق هذه الأدوات وثباتها.

– تم إجراء اختبار التحصيل في الهندسة، لقياس التحصيل القبلي قبل إجراء التجربة، ثم جرى تصحيح أوراق إجابات الطلاب لاختبار التحصيل القبلي من قبل الباحثين وفق الإجابة النموذجية، ثم أعادة التصحيح من قبل معلم آخر يدرس الصف السابع، وتم رصد النتائج.

– إجراء اختبار التفكير الهندسي كاختبار قبلي؛ بهدف تصنيف الطلاب ضمن مستويات التفكير الهندسي قبل التجربة، ثم جرى تصحيح أوراق إجابات الطلاب لاختبار التفكير الهندسي القبلي من قبل الباحثين وفق الإجابة النموذجية، ثم تم إعادة التصحيح من قبل معلم آخر، ورصد النتائج.

– تمَّ تقسيم أفراد المجموعة التجريبية إلى ثماني مجموعات، تكوَّنت كل مجموعة من خمسة أفراد غير متجانسين تحصيلياً، باستثناء مجموعة واحدة تكونت من أربعة أفراد.

– تمَّ استخدام أساليب تقويم متنوعة (تقويم المعلم اليومي للمجموعات والأفراد، تقويم الأقران، تقويم الذات، تقارير المجموعات) مع المجموعة التجريبية، وهذا ما تقتضيه استراتيجية دورة التعلم، بالإضافة إلى ملف خاص لكل طالب يحتفظ فيه بأوراق العمل والأنشطة التدريسية.

– استغرق تدريس المادة التعليمية مدة ستة أسابيع، وبواقع خمس حصص أسبوعيا.

– تم تطبيق اختباري التحصيل في الهندسة والتفكير الهندسي بعد الانتهاء من التجربة، وجرى تصحيح أوراق إجابات الطلاب للاختبارات البعدية وفق الإجابة النموذجية، وتم إعادة التصحيح من قبل معلمين آخرين، ورُصدت النتائج.

عرض النتائج

النتائج المتعلقة باختبار الفرضية الأولى

لاختبار صحة لفرضية الأولى تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعلامات طلاب مجموعتي الدراسة في اختبار التحصيل في الهندسة عموماً، وفي كل بعد من أبعاد التحصيل الأربعة.

ولمعرفة إذا ما كان يوجد فرق ذو دلالة إحصائية في التحصيل الكلي وأبعاده الأربعة يُعزى لاستراتيجية التدريس تم استخدام تحليل التباين المتعدد المصاحب (MANCOVA) لعلامات مجموعتي الدراسة في التحصيل الكلي في الهندسة وأبعاده الأربعة على الاختبار البعدي، وذلك لإلغاء أثر الاستفادة من الاختبار القبلي في تحصيل الطلاب، علماً أن مستوى الدلالة لفروق المتوسطات هو α = ٠,٠١ (٠,٠٥ مقسومة على عدد المتغيرات التابعة الداخلة في التحليل (٥) (Green, Salkind, & Akey, 2000) ويوضّح الجدول رقم (٢) هذه النتائج.

الجدول رقم (٢)
نتائج تحليل التباين المتعدد المصاحب لعلامات الطلاب في التحصيل الكلي وأبعاده في الاختبار البعدي

مصدر التباين	المتغيرات	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف)	الدلالة الإحصائية	مربع إيتا (حجم الأثر)
المجموعة	المفاهيم	١٠,٩١٤	١	١٠,٩١٤	٤,٧٠٠٠	٠,٠٣٤	٠,٠٦٢
	التعميمات	٨٤,٢٤٩	١	٨٤,٢٤٩	٣٤,٠٣٦	×٠,٠٠٠	٠,٣٢٤
	المهارات	١١٣,٥٩٢	١	١١٣,٥٩٢	١٦,١٣٧	×٠,٠٠٠	٠,١٨٥
	حل المسائل	٨٠,٥٥١	١	٨٠,٥٥١	٢٠,٧٠٥	×٠,٠٠٠	٠,٢٢٦
	التحصيل الكلي	١٠٣١,٣٩	١	١٠٣١,٣٩	٢٦,١٣٩	×٠,٠٠٠	٠,٢٦٩
الخطأ	المفاهيم	١٦٤,٨٧٤	٧١	٢,٣٢٢			
	التعميمات	١٧٥,٧٤٣	٧١	٢,٤٧٥			
	الخوارزميات	٤٩٩,٧٨١	٧١	٧,٠٣٩			
	حل المسائل	٢٧٦,٢٢٠	٧١	٣,٨٩٠			
	التحصيل الكلي	٢٨٠١,٥٦١	٧١	٣٩,٤٥٩			
المجموع المعدل	المفاهيم	٢١١,٥٣٢	٧٦				
	التعميمات	٣٩٧,١٦٩	٧٦				
	المهارات	٩٣٣,٢٢١	٧٦				
	حل المسائل	٦١٧,١٦٩	٧٦				
	التحصيل الكلي	٦٤٠٤,٧٠١	٧٦				

× ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١).

وأشار جرين وزملاؤه (Green, Salkind, & Akey, 2000) أن قيمة مربع إيتا تدّل على حجم الأثر وهو أحد المؤشرات لفحص الفرضيات الإحصائية، ويستخدم لتحديد درجة وجود فرق بين المتوسطات الحسابية، فيعتبر حجم الأثر صغيراً عند القيمة (٠,٠١)، ومتوسطاً عند القيمة (٠,٠٦)، وكبيراً عند القيمة (٠,١٤).

يتبين من الجدول رقم (٢) أنه يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١) بين متوسطات تحصيل طلاب الصف السابع على اختبار التحصيل الكلي في الهندسة وفي الأبعاد: التعميمات، والمهارات، وحل المسائل، تُعزى إلى طريقة التدريس المستخدمة. وجميعها ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١)، ويشير مربع إيتا في هذه المتغيرات إلى حجم أثر كبير كأسلوب إحصائي مكمِّل لفحص الفرضية الإحصائية، ويبين مقدار أثر المتغير المَستقل (طَريقة التدَريس) على المتغيرِ التابع (التحصيل الكلي وأبعاده) (نصار، ٢٠٠٦)، وهذا يعني تفوق طلاب المجموعة التجريبية على طلاب المجموعة الضابطة في تحصيلهم على اختبار التحصيل البعدي في متغيرات: التحصيل الكلي، والتعميمات، والمهارات، وحل المسائل.

أما في المفاهيم فقد بلغت قيمة ف (٤,٧٠٠) بدلالة إحصائية (٠,٠٣٤) ومربع إيتا (٠,٠٦٢)، وهي قيمة غير دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١)، ويلاحظ أن حجم الأثر متوسط، مما يعني أنه لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١) بين متوسط تحصيل طلاب الصف السابع في المفاهيم تعزى إلى طريق التدريس المستخدمة.

النتائج المتعلقة باختبار الفرضية الثانية

ولاختبار صحة الفرضية الثانية تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لعلامات طلاب مجموعتي الدراسة في اختبار التفكير الهندسي الكلي، وفي مستويات التفكير الهندسي الأربعة.

ولمعرفة إذا ما كان يوجد فرق ذو دلالة إحصائية في التفكير الكلي وأبعاده الأربعة يُعزى لاستراتيجية التدريس تم استخدام تحليل التباين المتعدد المصاحب (MANCOVA) لأداء طلاب مجموعتي الدراسة على اختبار التفكير الهندسي البعدي في التفكير الكلي ومستوياته الأربعة، وذلك لإلغاء أثر الاختبار القبلي في تحصيل الطلاب، علماً أن مستوى الدلالة لفروق المتوسطات هو (α=٠,٠١) (٠,٠٥) مقسومة على عدد المتغيرات التابعة الداخلة في التحليل (٥) (Green, Salkind, & Akey, 2000) ويوضِّح الجدول رقم (٣) نتائج هذا التحليل.

الجدول رقم (٣)
نتائج تحليل التباين المتعدد المصاحب لاداء الطلاب على التفكير الهندسي الكلي ومستوياته الأربعة في الاختبار البعدي

مصدر التباين	المتغيرات	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف)	الدلالة الإحصائية	مربع إيتا (حجم الأثر)
المجموعة	التصوري	٩,٣٦١	١	٩,٣٦١	١٤,١٢٧	×٠,٠٠٠	٠,١٧٠
	الوصفي	٦٢,٢١٦	١	٦٢,٢١٦	٤٣,٥٦٨	×٠,٠٠٠	٠,٣٨٧
	الاستدلالي غير الشكلي	٨٥,٧٨٣	١	٨٥,٧٨٣	٥٣,٣٢٢	×٠,٠٠٠	٠,٤٣٦
	الاستدلالي الشكلي	٢٣,٩٠٨	١	٢٣,٩٠٨	٢٢,١٩٩	×٠,٠٠٠	٠,٢٤٣
	التفكير الكلي	٦٢٩,٩٤٢	١	٦٢٩,٩٤٢	٩٠,٢٤٢	×٠,٠٠٠	٠,٥٦٧
الخطأ	التصوري	٤٥,٧٢٠	٦٩	٠,٦٦٣			
	الوصفي	٩٨,٥٣٢	٦٩	١,٤٢٨			
	الاستدلالي غير الشكلي	١١١,٠٠٦	٦٩	١,٦٠٩			
	الاستدلالي الشكلي	٧٤,٣٠٩	٦٩	١,٠٧٧			
	التفكير الكلي	٤٨١,٦٥٨	٦٩	٦,٩٨١			
المجموع المعدل	التصوري	٨٢,١٨٧	٧٤				
	الوصفي	٢٩٥,٩٢٠	٧٤				
	الاستدلالي غير الشكلي	٣٢٦,٩٤٧	٧٤				
	الاستدلالي الشكلي	١٣٤,٤٨٠	٧٤				
	التفكير الكلي	٢٢٣٠,٨٨٠	٧٤				

× ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١).

يتبين من الجدول رقم (٣) أنه يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١) بين متوسطات أداء طلاب الصف السابع على اختبار التفكير الهندسي الكلي وفي المستويات الأربعة: التصوري، والوصفي، والاستدلالي غير الشكلي، والاستدلالي الشكلي تُعزى إلى طريقة التدريس المستخدمة، وجميعها قيم ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١)، ويشير مربع إيتا في هذه المتغيرات إلى حجم أثر كبير كأسلوب إحصائي مكمِّل لفحص الفرضية الإحصائية، ويبين مقدار أثر المتغير المَستقل (طَريقة التدريس) على المتغير التابع (التفكير الكلي ومستوياته) (نصار، ٢٠٠٦)، وهذا يعني تفوق طلاب مجموعة دورة التعلم على طلاب المجموعة الاعتيادية في التفكير الهندسي على اختبار التفكير البعدي في متغيرات: التفكير الهندسي الكلي، ومستويات التفكير الهندسي الأربعة: التصوري، والوصفي، والاستدلالي غير الشكلي، والاستدلالي الشكلي.

النتائج المتعلقة باختبار الفرضية الثالثة

ولاختبار صحة الفرضية الثالثة تم تصنيف الطلاب في مستويات التفكير الهندسي في ضوء أدائهم على اختبار التفكير الهندسي القبلي، وبعد إجراء التجربة تم تطبيق اختبار التفكير الهندسي على مجموعتي الدراسة حيث تم تصنيف الطلاب في مستويات التفكير الهندسي. ويبين الجدول رقم (٤) التوزيع التكراري والنسب المئوية موزعة حسب مستوى التفكير الهندسي في الاختبار البعدي، وقد تم استبعاد إجابتي الطالبين غير المصنفين في الاختبار القبلي.

الجدول رقم (٤)
التوزيع التكراري والنسب المئوية موزعة حسب مستوى التفكير الهندسي في الاختبار البعدي

استراتيجية التدريس	عدد الطلاب	دون التصوري	التصوري	الوصفي	الاستدلالي غير الشكلي	الاستدلالي الشكلي
دورة التعلم	٣٨	١ ٪٢,٦	٤ ٪١٠,٥	١٤ ٪٣٦,٨	١٦ ٪٤٢,١	٣ ٪٧,٩
الاعتيادية	٣٧	٥ ٪١٣,٥	١٢ ٪٣٢,٤	١٥ ٪٤٠,٥	٤ ٪١٠,٥	١ ٪٢,٧

ومن خلال قراءة الجدولين رقم (١) ورقم (٤) يتبين أن هناك اختلافاً في نسبة توزيع تكرارات مجموعتي الدراسة على مستويات التفكير الهندسي في الاختبارين القبلي والبعدي يُعزى لاستراتيجية التدريس المستخدمة.

ولاختبار الفرق في نسبة توزيع تكرارات مجموعتي الدراسة على مستويات التفكير الهندسي في الاختبار البعدي تم استخدام الاختبار الإحصائي كاي تربيع (χ2-test). ويبين الجدول رقم (٥) نتائج هذا الاختبار.

الجدول رقم (٥)
نتائج المقارنة بين نسبة توزيع تكرارات مجموعتي الدراسة على مستويات التفكير الهندسي

مجموعة الدراسة	عدد الطلاب	درجات الحرية	قيمة χ^2	الدلالة الإحصائية
التجريبية الضابطة	٣٨ ٣٧	٤	١٤,٨٩٠	× ٠,٠٠٥

× ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥).

يتضح من الجدول رقم (٥) أن قيمة χ^2 (١٤,٨٩٠) وهي ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥)، مما يشير إلى أنه يوجد اختلاف في نسبة توزيع تكرارات مجموعتي الدراسة على مستويات التفكير الهندسي يُعزى إلى طريقة التدريس لصالح المجموعة التجريبية.

النتائج المتعلقة باختبار الفرضية الرابعة

ولاختبار صحة الفرضية الرابعة تم حساب الفرق بين تصنيف كل طالب قبل التجربة وبعدها، لتحديد مقدار التغير الإيجابي في مستويات التفكير الهندسي. وللمقارنة بين متوسطي التغير الإيجابي في التفكير الهندسي لمجموعتي الدراسة قبل التجربة وبعدها، تم استخدام اختبار (ت) للعينات المستقلة (T-test). والجدول رقم (٦) يبين نتائج هذا التحليل.

الجدول رقم (٦)
نتائج اختبار (ت) للمقارنة بين متوسطي التغير الإيجابي في التفكير الهندسي قبل التجربة وبعدها

مجموعة الدراسة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة ت	الدلالة الإحصائية
التجريبية	٣٨	١,٦٥٨	٠,٥٣٤	٦,٨٩٧	٠,٠٠٠ ×
الضابطة	٣٧	٠,٧٥٧	٠,٥٩٧		

× ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥).

يتضح من الجدول رقم (٦) أنه يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥). بين متوسطي التغير الإيجابي في التفكير الهندسي لمجموعتي الدراسة قبل التجربة وبعدها يُعزى لاستراتيجية التدريس حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (٦,٨٩٧) وهي دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥)، وهذا يدل على أن التغير الإيجابي في التفكير الهندسي لدى طلاب المجموعة التجريبية (دورة التعلم) كان أكثر من التغير الإيجابي لدى طلاب المجموعة الضابطة. وجرى رصد تكرارات مقدار التغير الإيجابي لدى مجموعتي الدراسة، ويبين الجدول رقم (٧) التوزيع التكراري لمجموعتي الدراسة حسب مقدار التغير الإيجابي في التفكير الهندسي.

الجدول رقم (٧)
التوزيع التكراري لمجموعتي الدراسة حسب مقدار التغير الإيجابي في التفكير الهندسي

مقدار التغير الإيجابي المجموعة	لا تغير (صفر)	تغير بمقدار مستوى (١)	تغير بمقدار مستويين (٢)
التجريبية	١	١١	٢٦
الضابطة	١٢	٢٢	٣
المجموع	١٣	٣٣	٢٩

وللتأكيد على الفرق في اختلاف تكرارات مقدار التغير الإيجابي في مستويات التفكير الهندسي لدى مجموعتي الدراسة تم استخدام اختبار كاي تربيع (χ2-test). ويبين الجدول رقم (٨) هذه النتائج.

الجدول رقم (٨)
نتائج المقارنة بين تكرارات مقدار التغير الإيجابي في مستويات التفكير الهندسي لدى المجموعتين

مجموعة الدراسة	عدد الطلاب	درجات الحرية	قيمة χ^2	الدلالة الإحصائية
التجريبية	٣٨	٢	٣١,٢٠٨	×٠,٠٠٠
الضابطة	٣٧			

× ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥).

يتضح من الجدول رقم (٨) أن قيمة χ^2 (٣١,٢٠٨) وهي ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥)، مما يشير إلى أنه يوجد اختلاف في التكرارات بمقدار التغير الإيجابي في مستويات التفكير الهندسي لدى مجموعتي الدراسة يُعزى إلى طريقة التدريس ولصالح المجموعة التجريبية.

مناقشة النتائج

أظهرت نتائج تحليل التباين المتعدد المصاحب المتعلقة باختبار الفرضية الأولى كما يتضح في الجدول رقم (٢) أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١) بين متوسطات تحصيل علامات مجموعتي الدراسة، إذ حقق طلاب المجموعة التجريبية تفوقاً على طلاب المجموعة الضابطة في كل من التحصيل الكلي في الهندسة، وفي ثلاثة من أبعاد التحصيل الأربعة: التعميمات، والمهارات، وحل المسائل. في حين دلّت نتائج الدراسة على عدم وجود فرق ذي دلالة عند مستوى (α = ٠,٠١) بين متوسطي تحصيل علامات مجموعتي الدراسة في المفاهيم. وهذا يشير إلى فاعلية استراتيجية دورة التعلم في رفع مستوى تحصيل الطلاب في الهندسة بشكل عام مقارنة بالطريقة الاعتيادية، وقد يُعزى ذلك إلى أن استراتيجية دورة التعلم تعطي الفرصة للطلاب لكسب المعلومات بأنفسهم وبشكل تعاوني وبطرائق مختلفة، وبإشراف المعلم من خلال المناقشة والحوار ضمن مجموعات العمل، وتبادل الأدوار بين الأفراد أنفسهم لمواجهة ما يطرح عليهم من مشكلات. كما أن استراتيجية دورة التعلم تلقي بمسؤولية التعلم على عاتق الأفراد أنفسهم، وتثير دافعيتهم للتعلم من خلال مراحلها المتداخلة، ففي مرحلة الدعوة يتم استثارة المتعلمين لاستدعاء التعلم السابق لديهم، ومحاولة استخدامه لمواجهة المشكلات المطروحة عليهم، مما يمهد للتعلم الجديد. ومن خلال مرحلة الاستكشاف يحاول المتعلمون الوصول إلى إجابات للمشكلات المطروحة عليهم، وفي مرحلة اقتراح التفسيرات والحلول يتم تقديم الحجج والتبريرات وإقناع الآخرين بهذه التفسيرات من خلال الحوار بين أفراد المجموعة و المجموعات الأخرى والمعلم. وفي مرحلة اتخاذ الإجراء يقوم المتعلمون بتطبيق ما توصلوا إليه من استنتاجات في مواقف أخرى.

ويبدو أن تقديم المادة التعليمية من خلال أوراق عمل ونشاطات بصورة متسلسلة ومنتظمة، وتفعيل دور الطلاب، والتعاون بين طلاب المجموعة الواحدة، والتفاعل مع المجموعات الأخرى ومع المعلم، واستخدام أسلوب الاستكشاف، وأنشطة عملية، واستخدام أساليب تقويم مختلفة قد ساعد طلاب مجموعة دورة التعلم في خلق جو تعليمي مناسب أدى إلى زيادة تحصيلهم في الهندسة. وتتفق هذه الدراسة مع التوجهات الحديثة في أساليب تدريس الهندسة التي دعا إليها المجلس القومي لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية (NCTM, 1989; 2000) التي تنادي بضرورة استخدام استراتيجيات تدريس حديثة توفر التحدي والدعم اللازم للطلبة من أجل التعلم الجيد، وتعطيهم دوراً أكبر في تحمل مسؤولية تعلمهم. وتنسجم هذه النتيجة مع وجهة نظر سوافورد وزملائه (Swafford, Jones, & Thornton, 1997) التي يرون فيها أن النجاح في تعلم الهندسة يكون باستخدام استراتيجيات تدريسية فعّالة، والابتعاد عن استخدام الاستراتيجية الاعتيادية التي قد تؤدي إلى ضعف الطلاب فيها وكراهيتهم لها.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه عدة دراسات كشفت نتائجها عن أثر ايجابي لدورة التعلم واستراتيجيات التدريس التي تنطلق من النظرية البنائية في رفع مستوى تحصيل الطلبة في موضوعات رياضية مختلفة (اسماعيل، ٢٠٠٠؛ التودري، ٢٠٠٣؛ سيف، ٢٠٠٤؛ الشطناوي، ٢٠٠٥؛ Lindgren & Bleicher, 2005)

أما سبب عدم وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠١) بين متوسطي تحصيل المجموعتين في المفاهيم، فيمكن أن يُعزى إلى أسلوب عرض الكتاب للمفاهيم، حيث يتم التركيز على المفاهيم، وتقديم التعريفات لها وطرح أمثلة عليها ، فالمفاهيم نقطة ارتكاز لما سيأتي بعدها من معرفة رياضية وهندسية، ، وقد يعزى ذلك إلى تركيز المعلم أثناء تقديم المادة التعليمية لكلتا المجموعتين على المفاهيم بصورة متكررة، وحُسن استقبال مجموعتي الدراسة لمفاهيم وحدة الهندسة، ويتضح ذلك من ارتفاع المتوسطين الحسابيين لمجموعتي الدراسة وتقاربهما؛ وبالتالي لم يظهر فرق ذو دلالة إحصائية بين مجموعتي الدراسة في المفاهيم، بينما تتطلب أبعاد التحصيل الأخرى عمقاً وترابطاً أكبر. وتتعارض هذه النتيجة مع دراسة (الشطناوي، ٢٠٠٥) في بُعد المفاهيم.

أما بالنسبة للنتائج المتعلقة باختبار الفرضية الثانية فقد كشفت نتائج تحليل التباين المتعدد المصاحب التي تظهر في الجدول رقم (٣) عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية في أداء طلاب مجموعتي الدراسة على اختبار التفكير الهندسي في كل من التفكير الهندسي الكلي ومستوياته الأربعة: التصوري، والوصفي، والاستدلالي غير الشكلي، والاستدلالي الشكلي تُعزى لاستراتيجية التدريس، لصالح المجموعة التجريبية (دورة التعلم).

ويمكن تفسير هذه النتائج الايجابية لأن استراتيجية دورة التعلم تعطي الطالب دوراً مهماً

بأن يختبر ويجرب ويبحث بنفسه وبالتعاون مع أقرانه مما يكسبه فهماً أعمق للمادة التعليمية، وقدرة على وصف وتحليل خواص الأشكال الهندسية، والتمييز بين هذه الأشكال وإدراك العلاقات بينها، وصياغة استنتاجات منطقية تتعلق بها.

يتفق أسلوب التدريس باستخدام دورة التعلم مع أطوار فان هايل التدريسية حيث يرى أن عملية تنمية التفكير الهندسي ليست عملية طبيعية بل تحدث تحت تأثير برنامج تعليمي تعلّمي (Van Hiele, 1999)، مما يؤكد على أهمية طريقة التدريس المتبعة في تدريس الهندسة، ودورها في تنمية التفكير الهندسي لدى المتعلمين، ويبدو أن استراتيجية دورة التعلم كانت ذات أثر فعّال في رفع مستوى التفكير الهندسي لدى طلاب المجموعة التجريبية بالمقارنة مع الطريقة الاعتيادية، ويظهر ذلك من خلال الفروق الدالة إحصائياً بين متوسطي أداء المجموعتين في التفكير الهندسي الكلي ومستوياته الأربعة. ويلاحظ أن المتوسطات الحسابية تقل كلما زاد مستوى التفكير الهندسي، مما يؤكد على هرمية مستويات فان هايل للتفكير الهندسي، وهذا متوقع لأن المستوى اللاحق أصعب من المستوى الذي يسبقه، ولان الانتقال من مستوى إلى آخر يعتمد على اكتساب المستوى السابق له، وهذا ما أكد عليه الباحثين الذين تناولوا مستويات فان هايل للتفكير الهندسي. وتتفق هذه النتيجة مع دراسات (أبوعصبة، ٢٠٠٥؛ بني ارشيد، ٢٠٠٢؛ الهزايمة، ٢٠٠٤؛ Mistretta, 2000; Breen, 2000) التي دلّت نتائجها على أثر ايجابي لطرائق تدريسية مختلفة في تنمية التفكير الهندسي لدى الطلبة. وتتعارض هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسات (Johnson, 2003; Moyer, 2004) التي دلت نتائجها أنه لا يوجد أثر لطريقة التدريس في تنمية التفكير الهندسي لدى الطلبة، وأن استخدام التكنولوجيا قد تؤدي إلى إعاقة تطوير القدرة على كتابة البرهان الهندسي وتنمية التفكير الهندسي عند بعض الطلبة.

بالنسبة للنتائج المتعلقة باختبار الفرضية الثالثة فقد أشارت النتائج في الجدول رقم (٥) أنه يوجد اختلاف في نسب توزيع طلاب الصف السابع على مستويات التفكير الهندسي في اختبار التفكير الهندسي البعدي. ومن خلال نتائج اختبار كاي تربيع (χ2-test) في الجدول رقم (٥) تبيَّن أنه يوجد فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥) بين نسب توزيع أفراد مجموعتي الدراسة على مستويات التفكير الهندسي تُعزى لطريقة التدريس المستخدمة لصالح المجموعة التجريبية. ويتبين من خلال الجدول رقم (٤) أنه تم تصنيف (٥٠٪) من أفراد المجموعة التجريبية (دورة التعلم) في المستويين الثالث أو الرابع، بينما تم تصنيف (١٣,٢٪) فقط من أفراد المجموعة الضابطة في المستويين الثالث أو الرابع. وهذا مؤشر على أن دورة التعلم ساعدت طلاب المجموعة التجريبية في تنمية تفكيرهم الهندسي، وانتقالهم إلى مستويات تفكير هندسية أعلى مقارنة مع طلاب المجموعة الضابطة.

وهذه النتيجة تؤكد على أن التعليم المناسب يمكن أن ينقل الطالب من مستوى أدنى إلى

مستوى أعلى في مستويات التفكير الهندسي، وهذا ما توصلت إليه دراسة فويز وزملائه (Fuys, Geddes & Tischler, 1988). وتتفق هذه النتيجة مع ما يراه فان هايل في أن الطالب لا يمكن أن يصل أو ينتقل من مستوى تفكير هندسي إلى آخر إلا بعد أن يتمكن من المستوى أو المستويات السابقة له، وأن الانتقال من مستوى إلى آخر أرقى منه يعتمد على الخبرات التعليمية للمتعلمين ومستوى الأداء التدريس المناسب، وهذه المستويات مستمرة وغير منفصلة، واكتساب مستوى تفكير معين لا يتأتى بصورة مفاجئة. ويظهر أن استخدام استراتيجية دورة التعلم بمراحلها وأنشطتها التعليمية قد مكن طلاب المجموعة التجريبية من التقدم نحو مستويات التفكير الهندسي العليا أكثر من التقدم الذي حاز عليه طلاب المجموعة الضابطة، وتعتبر هذه النتيجة منطقية على ضوء النتائج المتعلقة بالفرضية الثانية التي أسفرت عن تفوق طلاب المجموعة التجريبية على طلاب المجموعة الضابطة في تطور مستويات تفكيرهم الهندسي. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسات استخدمت طرائق تدريسية مختلفة (أبوعصبة، ٢٠٠٥؛ بني ارشيد، ٢٠٠٢؛ الهزايمة، ٢٠٠٤؛ Breen, 2000 Choi, 1997; Carroll, 1998) فقد دلّت نتائجها على تطور مستويات التفكير الهندسي لدى الطلبة عند استخدام استراتيجيات تدريسية ملائمة.

أما بالنسبة للنتائج المتعلقة باختبار الفرضية الرابعة فقد دلت نتائج اختبار (ت) للعينات المستقلة كما يتضح في الجدول رقم (٦) على وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥) بين متوسطي التغير الإيجابي في مستويات التفكير الهندسي لدى مجموعتي الدراسة قبل التجربة وبعدها يُعزى إلى استراتيجية التدريس لصالح مجموعة دورة التعلم. وقد تم التأكد من نتائج اختبار (ت) برصد التكرارات في مقدار التغير الإيجابي لدى مجموعتي الدراسة، واختبار ذلك إحصائياً من خلال كاي تربيع (χ2-test) كما يظهر في الجدول رقم (٨)، فقد أكدت النتائج على وجود فرق ذي دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α = ٠,٠٥) بين التكرارات في مقدار التغير الإيجابي في مستويات التفكير الهندسي لدى مجموعتي الدراسة قبل التجربة وبعدها يُعزى إلى استراتيجية التدريس لصالح مجموعة دورة التعلم. ويمكن تفسير هذه النتيجة على ضوء نتائج الفرضيتين الثانية والثالثة؛ لأن التغير الإيجابي يعتمد على الفرق بين تصنيف كل طالب قبل التجربة وبعدها، حيث أن طلاب دورة التعلم قد تفوقوا في أدائهم على اختبار التفكير الهندسي على طلاب مجموعة الطريقة الاعتيادية، وبالتالي فان طلاب المجموعة التجريبية قد حققوا تقدماً نحو مستويات التفكير العليا بشكل أكبر مما حققه طلاب المجموعة الضابطة، ولهذا فمن المؤكد أن يكون متوسط التغير الإيجابي لدى طلاب مجموعة دورة التعلم أفضل، وبصورة ذات دلالة إحصائية من التغير الإيجابي الذي حققه طلاب مجموعة الطريقة الاعتيادية. مما يؤكد على أن دورة التعلم تعطي فرصاً أكثر لإظهار تغير إيجابي جوهري في مستويات التفكير الهندسي. وتتفق هذه

النتيجة مع دراسة (الغامدي، ١٩٩٦) التي دلَّت نتائجها على تحسن في مستويات تفكير الطالبات عند استخدام لغة لوغو.

ويستخلص من هذه النتائج أن استراتيجية دورة التعلم هي طريقة تدريس فعّالة في زيادة تحصيل طلاب الصف السابع وتنمية تفكيرهم الهندسي بالمقارنة مع الطريقة الاعتيادية في التدريس، وأن استخدامها يلتقي مع أفكار فان هايل والمجلس القومي لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية (NCTM, 1989; 2000)، وأفكار كل من بياجيه وبرونر وفايجوتسكي وأوزوبل في إسناد دور مهم للطالب في تحمل مسؤولية تعلمه وتقلل من دور المعلم بشكل تدريجي مما يساعد على تطّبيق الأفكار والتوجهات الحديثة في التدريس، ويجعل التعلم ذا معنى من خلال ربطه للمعرفة الجديدة بالتعلم السابق، ودور المتعلم في عملية الربط، وقيامه ببناء معرفته الجديدة بنفسه، وانتقال أثر تعلمه إلى علوم أخرى أو إلى مواقف حياتية حقيقية.

التوصيات

١- عدم تقديم الحلول الرياضية للطلبة بصورة جاهزة لأن ذلك يحد من تفكيرهم الرياضي والهندسي، ويضع قيوداً على تنمية إبداعاتهم، وضرورة إسناد دور فعّال للطلبة في تحمل مسؤولية تعلمهم.

٢- قيام وزارة التربية والتعليم بعقد دورات تدريبية لمعلمي الرياضيات لتدريبهم على استخدام استراتيجية دورة التعلم وإعداد خطط تدريسية وفقها، حيث أثبتت هذه الدراسة أن لدورة التعلم أثراً فعالاً في رفع مستوى تحصيل الطلبة في الهندسة، وتنمية تفكيرهم الهندسي.

٣- تطوير المناهج المدرسية في موضوع الهندسة وفق نظرية فان هايل، وتدريب المعلمين على تطبيقها. وضرورة احتواء أدلة المعلمين على نماذج تعليمية حول استخدام هذه النظرية.

المراجع

أبو عصبة، نهاية (٢٠٠٥). **فعالية برنامج مقترح لتدريس الهندسة في زيادة التحصيل وتنمية التفكير الهندسي لدى طالبات المرحلة الاساسية في الأردن**. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، عمان، الأردن.

إسماعيل، محمد ربيع (٢٠٠٠). أثر استخدام نموذج التعلم البنائي في تدريس المفاهيم الرياضية على التحصيل وبقاء أثر التعلم والتفكير الإبداعي لدى طلبة الصف الأول الإعدادي. **مجلة البحث في التربية وعلم النفس، ١٣**، ٢٩٤-٣١٨.

بني إرشيد، علي (٢٠٠٢). **أثر تدريس الهندسة باستخدام استراتيجية الاستقصاء التعاوني في تحصيل طلبة الصف السابع ومستويات تفكيرهم الهندسي في محافظة اربد**. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الهاشمية، الزرقاء، الأردن.

التودري، عوض (٢٠٠٣). **فعالية استخدام دورة التعلم كنموذج من نماذج النظرية البنائية لتدريس حساب المثلثات في التحصيل والتفوق الدراسي لدى تلاميذ المرحلة الثانوية**. استخرج في ٢٥ أغسطس ٢٠٠٥، من: http//www.geaocitie>s.com/drawad1_rsesearchsnw1/absbhat.htm

خصاونة، أمل (١٩٩٤). مستويات التفكير في الهندسة لدى الطلبة المعلمين. **أبحاث اليرموك، ١٠**، ٤٣٩-٤٨١.

داود، وديع (٢٠٠٣)، **البنائية في عمليتي تعليم وتعلم الرياضيات**. ورقة مقدمة إلى المؤتمر العربي الثالث حول المدخل المنظومي في التدريس والتعلم، القاهرة، استخرج في ٢٧ سبتمبر ٢٠٠٥، من: http://www.emoe.org

سيف، خيرية (٢٠٠٤). فعالية استراتيجية قائمة على التعلم البنائي في تنمية تحصيل طلاب المرحلة المتوسطة في الهندسة. **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، جامعة البحرين، (**٥**)، ١٢٥-١٤٨.

الشنطاوي، عصام (٢٠٠٥). **أثر التدريس وفق نموذجين للتعلم البنائي في تحصيل طلاب الصف التاسع في الرياضيات**. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الهاشمية، الزرقاء، الأردن.

عودة، أحمد (٢٠٠٤). **القياس والتقويم في العملية التدريسية**. اربد، الاردن: دار الأمل للنشر.

الغامدي، منى (١٩٩٦). **أثر استخدام بيئة أفكار « لوغو « لتدريس بعض المفاهيم الهندسية لطلبة الثامن على مستويات التفكير الهندسي والتحصيل في الهندسة**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، اربد، الأردن.

المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية (٢٠٠٣). **مستويات أداء طلبة الأردن في الدراسة الدولية الثالثة إعادة للرياضيات والعلوم في ضوء الموارد التعليمية والمدرسية المتوافرة «TIMSS-R**. (١٠٧)، عمان: المركز. الوطني لتنمية الموارد البشرية.

المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية (٢٠٠٥). **أدلة إرشادية لمعلمي الرياضيات لمعالجة أخطاء التعلم عند الطلبة في ضوء نتائجهم على أسئلة الدراسة الدولية للرياضيات والعلوم لعام ٢٠٠٣** (TIMSS 2003). (١١٧)، عمان: المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية.

نصار، يحيى (٢٠٠٦). استخدام حجم الأثر لفحص الدلالة العملية للنتائج في الدراسات الكمية. **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، جامعة البحرين، (٢)، ٣٦-٥٩.

الهزايمة، عبد النور (٢٠٠٤). **أثر استراتيجية الاستقصاء الموجه في تدريس الهندسة على التحصيل وتنمية التفكير الهندسي لدى طالبات الصفين السادس والثامن من المرحلة الأساسية العليا في الأردن**. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، عمان، الأردن.

وزارة التربية والتعليم (١٩٩١). **منهاج الرياضيات وخطوطه العريضة لمرحلة التعليم الأساسي**. إدارة المناهج والكتب المدرسية، عمان: المطابع التعاونية.

وزارة التربية والتعليم (١٩٩٧). **دليل المعلم لرياضيات للصف السابع الأساسي**. إدارة المناهج والكتب المدرسية، عمان: المطابع النموذجية.

وزارة التربية والتعليم (٢٠٠٥). **الرياضيات للصف السابع الأساسي**. إدارة المناهج والكتب المدرسية، عمان: مطابع الدستور التجارية.

Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1986). The sequence of learning cycle activities in high school chemistry. **Journal of Research in Science Teaching, 23,** 121-143.

Bang, D. W. (1994). A study of the use of the Van Hiele model in the teaching of non-euclidean geometry to prospective elementary school teachers in Taiwan, The republic of China. **Dissertation Abstracts International, 55,** 1215-A.

Breen, J. J. (2000). Achievement of Van Hiele level two in geometry thinking by eighth-grade students through the use of geometry computer-based guided instruction. **Dissertation Abstracts International, 60,** 2415-A.

Carroll, W. M. (1998). Geometric knowledge of middle school students in a reform based mathematics curriculum. **School Science & Mathematics, 98,** 188-198.

Choi, S. S. (1997). Students' learning of geometry using computer software as a tool: Three case studies. **Dissertation Abstracts International, 58,** 406-A.

Creswell, J. (2005). **Educational research: Planning conducting and evaluating, quantitative and qualitative research,** (2nd ed). University of Nebraska, USA-Lincoln: Pearson Prentice Hall.

Fuys, D., Geddes, D., & Tischler, R. (1988). The Van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. **Journal for Research in Mathematics Education monograph, 3,** Richmond, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Gamble, M. E. (1994). Problem solving in mathematics using the Robert Karplus learning cycle. **Dissertation Abstracts International, 55,** 1860-A.

Green, S., Salkind, N., & Akey, T. (2000). **Using SPSS for Windows: Analyzing and understanding data,** New Jersey. USA: Prentice-Hall.

Groth, R. E. (2005). Linking and practice in teaching geometry. **Mathematics Teacher, 99,** 27-30.

Hoffer, A. (1981). Geometry is more than proof. **Mathematics Teacher, 74,** 356-371.

Johnson, C. D. (2003). The effects of the geometer's sketchpad and Van Hiele levels and academic achievement of high school students. **Dissertation Abstracts International, 63,** 3887-A.

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). **Beyond constructivism: A models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching.** Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Lindgren, J., & Bleicher, R. (2005). Learning the learning cycle: The differential effect on elementary perservice teachers. **School Science & Mathematics, 105,** 61-72.

Mayberry, J. (1983). The Van Hiele levels of geometric thought in undergraduate preserves teachers. **Journal for Research in Mathematics Education, 14,** 58-69.

Mistretta, R. (2000). Enhancing geometry reasoning. **Adolescence, 35,** 365-380.

Moyer, T. O. (2004). An investigation of the geometer's sketchpad and Van Hiele levels. **Dissertation Abstracts International, 64,** 3987-A.

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

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

Olkun, S., Sinoplu, N., & Deryakulu, D. (2005). Geometric exploration with dynamic geometry applications based on Van Hiele levels. International **Journal for Mathematics Teaching and Learning,** Retrieved July 24, 2005, from http://www.ex.ac.uk/cimt/ijmenu.htm

Pegg, J., & Tall, D. (2005). The fundamental cycle of concept construction underlying various theoretical frameworks. **International Reviews on Mathematical Education, 37,** 468-475.

Pusey, E. (2003). **The Van Hiele model of reasoning in geometry: A literature review.** Unpublished master's thesis, North Carolina State University, Raleigh.

Swafford, J. O., Jones, G. A., & Thornton, C. A. (1997). Increased knowledge in geometry and instructional practice. **Journal for Research in Mathematics Education, 28,** 467-483.

Unal, H. (2005). **The influence of curiosity and spatial ability on preservice middle and secondary mathematics teachers' understanding of geometry.** Unpublished doctoral dissertation. Florida State University, Tallahassee.

Van Hiele, P. M. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. **Teaching Children Mathematics, 5,** 310-317.

Wheatley, G. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning, **Science Education, 75,** 9-22.

Yager, R. (1991). The constructivist learning model: Towards real reform in science education. **Science Teacher, 58,** 52-57.