مجلة الآداب والعلوم الانسانية
Journal of Arts and Humanities

فاعلية نموذج تدريسي للتَّعلُّم المتقاطع في تنمية التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي

The Effectiveness of a Teaching Model of Crossover–learning on A Innovative Thinking of Chemistry Among 2nd Secondary Female Students

أمل بنت عويد العوفي
مرشحة دكتوراه في المناهج وتدريس العلوم، جامعة الملك سعود
البريد الإلكتروني: 441204186@Student.Kai.edu.sa

أ.د .صالح بن عبدالله العبدالكريم
أستاذ المناهج وتعليم العلوم، جامعة الملك سعود
البريد الإلكتروني: dawerd@ksu.edu.sa

مجلة الآداب والعلوم الانسانية
Journal of Arts and Humanities

الملخص:

هدفُ البحث تقييم فاعلية نموذج تدريسي للتَّعلُّم المتقاطع في تنمية التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي. وقد استخدم البحثُ المنهجَ الوصفي التَّحليلي لإعداد النَّموذج والمنهجَ المختلط لتقييم فاعليته. وشمل البحث قسمًا كميًّا (تصميمًا شبه تجريبي مع مجموعتَين ضابطة وتجريبية) وقِسمًا نوعيًّا (أداةَ مُقابَلةٍ فردية). وطُبِّق النَّموذجُ على 60 طالبةً من ثانوية المهدية الأولى بمدينة الرياض وُزِّعن على مجموعتَين؛ إحداهما تجريبيةٌ (30 طالبةً)، اختير منهن (9) طالبات للاستجابة لأداة المقابلة النوعية والأخرى ضابطة (30 طالبةً). وأظهرت النَّتائجُ الكمية والنَّوعية تحسنًا في درجات الطَّالبات، وبيئةً تعليمية أكثر واقعيةً واستدامةً في المجموعة التَّجريبية.

الكلمات المفتاحية: التعلم المتقاطع، النَّموذج التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع، التَّفكير الابتكاري، النماذج التَّدريسية المبتكرة، تعليم الكيمياء.

Abstract

The aim of this research was to evaluate the effectiveness of a cross-learning teaching model in developing innovative thinking among second-year secondary school female students. The research used the descriptive-analytical approach to develop the model and the mixed-method approach to evaluate its effectiveness. The research included a quantitative section (quasi-experimental design with two groups, experimental and control), and a qualitative section (individual interview tool). The model was applied to 60 female students from Al-Mahdia First Secondary School in Riyadh, who were divided into two groups: the experimental group (30 students), From them)9) students were selected to respond to the qualitative interview tool, and the control group (30 students). The quantitative and qualitative results showed an improvement in the students' grades and a more realistic and sustainable learning environment in the experimental group.

Keywords: cross-learning, cross-learning teaching model, innovative thinking, innovative teaching models, chemistry education.

المقدمة:

شهد القرنُ الحادي والعشرون تحولاتٍ نوعيةً في المجال التَّربوي تمثَّلت في الانتقال من التَّعليم القائم على التلقين إلى التَّعليم المرتكز على الفهم، والتَّطبيق، والابتكار. وفي ظل الثورة المعرفية والتكنولوجية برزت الحاجةُ إلى تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري بوصفها أحدَ الأهداف الرَّئيسة للتعليم الحديث؛ لا سيما لدى طلاب المرحلة الثَّانوية بوصفهم نواةَ مجتمع المستقبل.

ومع شغف الطلاب في المراحل المبكرة من تعليمهم باكتشاف العالم من حولهم، وتفسير الظواهر العلمية في سياقات حياتية؛ فإنَّ بيئة التعلم الرَّسمية غالبًا ما تقيدهم بالتقييمات التقليدية التي تقيس ما تعلَّموه داخل الفصل فحسبُ(Westbroek et al., 2005) ، وقد انعكس على مواقفهم تُجاه تعلم العلوم الطبيعية الرَّسمية تدريجيًّا عند الوصول إلى مرحلة التَّعليم الثَّانوي (BoredTeachers, 2017)؛ الأمرُ الذي يستدعي تبنِّي نماذجَ تعليميةٍ تعزز الفهم العميق، وتشجع على البحث والابتكار، وربط المعرفة بالسياق الواقعي. (Westbroek et al., 2005)

إنَّ مادَّةَ الكيمياء من التَّخصُّصات التي يعاني الطلابُ من صعوبة في تعلمها؛ خاصَّةً حين تُعرض المفاهيمُ عرضًا مجردًا أو معقدًا .(Taber & Tan, 2007) ويؤكد تابر (Taber, 2011) أن تطور المفاهيم البديلة لدى الطلاب يرتبط بأساليب التَّدريس المتبعة، وخبراتهم السَّابقة، ومدى نموهم الفكري. كما أنَّ عرض المفاهيم الكيميائية عرضًا مُجزَّأً يُضعف من قدرتهم على توظيفها في حلِّ المشكلات الواقعية (عثمان وآخرون، 2019؛ Taber &Tan, 2007) وغالبًا ما يتساءل الطلاب: "لماذا نتعلم هذا المفهوم؟ (Westbroek et al., 2005) "؛ الأمرُ الذي يشير إلى غياب الربط بين المعرفة الأكاديمية والسياق المجتمعي.

ويشير ويستبرويك وآخرون (Westbroek et al., 2005) إلى أن تعليم الكيمياء الهادف يرتكز على ثلاثة أبعاد: السياق، ودافعية الطالب، وأهمية الخبرة الشَّخصية، إلا أن هذه الأبعاد غالبًا ما تُهمل عند تصميم النماذج التَّعليمية.

وتؤكد معاييرُ القرن الحادي والعشرين Partnership for 21st Century Skills، ومعاييرُ العلوم للجيل القادم (Next Generation Science Standards – NGSS) ، ومعاييرُ العلوم الوطنية في المملكة العربية السعودية (الإصدار الأخير من مناهج العلوم)، وكذلك برنامجُ تنمية القدرات البشرية على ضرورة الانتقال من نقل المعرفة إلى إنتاجها، ودمج المعرفة النَّظرية بالتَّطبيق العملي (Partnership for 21st Century Skills, 2009; NGSS Lead States, 2013 ؛ مجلس الشؤون الاقتصادية والتنمية، 2021؛ هيئة تقويم التَّعليم والتدريب، 2021).

وقد تزامن ظهورُ معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) مع زيادة تعاون المدارس مع بيئات التعلم غير الرَّسمية لدعم ممارسة العلوم لدى الطلاب (Jablonski, 2010; Crawford, 2018). ومن الأفكار المحورية التي تسعى هذه

المعاييرُ إلى تطوير فهم الطلاب لها مفهومُ الطَّاقة باعتباره فكرةً أساسيةً ومفهومًا شاملًا في العلوم الفيزيائية وعلوم الحياة .(NGSS Lead States, 2013)

ويُعرَّف التَّفكيرُ الابتكاري بأنه القدرة على إنتاج أفكار جديدة وحلِّ المشكلات بطرق غير تقليدية (جروان، 2007)، وترى نظريةُ الاستثمار في الإبداع أن التَّفكير الابتكاري ثمرةُ تفاعل القدرات المعرفية والسِّمات الشَّخصية والدافعية والبيئة. وتشمل مهاراتُه: الطَّلاقةَ، والمرونة، والأصالة، والحساسية للمشكلات (Sternberg, 2006)، ويمكن فَهمُه عبر ثلاثة عناصرَ: عمليةِ الابتكار، والنَّاتج الابتكاري، والبيئة الابتكارية (Fisher, 2005؛ السرور2002، والخضراء 2005).

وقد أظهرت دراساتٌ كثيرة أهميَّةَ التَّفكير الابتكاري في تعلم العلوم؛ منها دراسةُ (Mani et al.,2020) ، التي بينت أن التَّعليم القائم على حلِّ المشكلات يعزز التَّفكير التباعدي، ودراسةُ (Putri et al., 2024) التي خلصت إلى أن نماذج التعلم القائم على المشاريع (PBL)وَفْقَ مدخل STEM هي الأكثرُ فاعليةً في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري.

وفي ضوء رؤية المملكة 2030 حُدِّثت مناهجُ العلوم وَفْقَ معايير NGSS ، مع التركيز على الممارسات العلمية وربط المعرفة بالتَّطبيقات الحياتية (هيئة تقويم التَّعليم والتدريب، 2021)، وقد حَرَصت وزارة التَّعليم على تطوير مهارات معلمي العلوم، وتفعيل التعلم النَّشِط، وإدراج مهارات التَّفكير الابتكاري في المهارات الحياتية للطلاب (مجلس الشؤون الاقتصادية والتنمية، 2021).

وفي ظلِّ الحاجة إلى نماذجَ تدريسيةٍ تعزز الابتكار والتكامل المعرفي أكد تقرير *Innovating Pedagogy* أهميَّةَ التَّعلُّم المتقاطع (Crossover Learning) من خلال دمج ممارسات التعلم الرَّسمية وغير الرَّسمية، ومِن أبرز النماذج المقترحة: التعلمُ القائم على حلِّ المشكلات، والتعلمُ التعاوني، والتعلمُ القائم على المشروعات .(Sharples et al., 2015)

ويُعرَّف التعلمُ المتقاطع بأنه نموذج يدمج التعلم داخلَ الصفِّ وخارجَه في بيئات غير رسمية لجعل المعرفة أكثر ارتباطًا بالواقع، ويرتكز على مبادئِ البنائية، والتعلمِ الذاتي، والتحفيزِ الدَّاخلي، وكذلك على نظرية البنائية الاجتماعية التي تُبرز دور التفاعل الاجتماعي واللغة في بناء المعرفة .(Sharples et al., 2015)

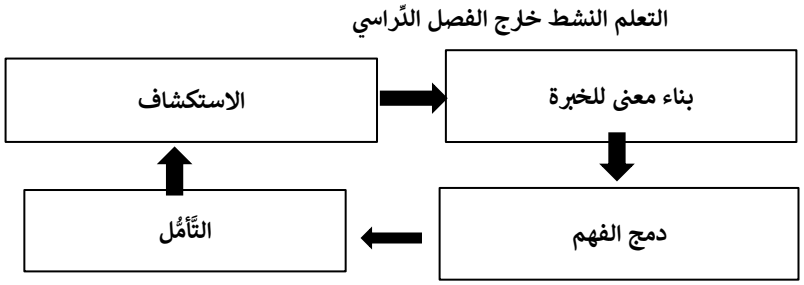
وتشير نتائج بعض الدراسات السَّابقة (Couper et al., 2019; Crawford, 2018; Saleh, et al., 2019; Walan, 2019; Perrow, 2017; Jablonski, 2010; Fogg-Rogers, 2018; Lee & Foster, 2019; Gilliam, 2019) إلى وجود عَلاقةٍ إيجابية بين تطبيق نموذج التعلم المتقاطع وتنمية التَّفكير الابتكاري.

كما أظهرت بعضُ المدارس في دُوَل عدَّة محاولاتٍ جيّدةً لتقديم أسلوب التعلم المتقاطع؛ منها على سبيل المثال إيطاليا (Lucas & Spencere, 2017)، والصين .(Lee & Foster, 2019)

ومع نهاية المرحلة الثَّانوية يُتوقَّع أن يكون الطالب قد خاض تَجارِبَ تعلُّمٍ مُتنوِّعةً تعكس طبيعة العلم ونظرية المعرفة وتُعزِّز التَّوسُّعَ في التعلم المتقاطع (Ainsworth & Eaton, 2010). ويؤكد التداخلُ بين التعلم الرَّسمي وغير الرَّسمي وارتباطُ أهداف التعلم بحاجات الطلاب وميولهم ضرورةَ تبنِّي التعلم المتقاطع لتلبية الأهداف الفردية (Nash et al., 2016).

وقد حدَّد الحموز (2004) تِسعَ خطوات لتصميم النماذج التَّدريسية المتكاملة؛ هي: تحليلُ الأهداف، وتحليل المهام، وسلوك المُتعلِّم، وكتابة الأهداف السُلوكية، وتطوير الاختبارات، وإستراتيجية التعلم، وتنظيم المحتوى، وتصميم الموادِّ التَّعليمية، والتقويم التكويني.

واقترح شاربلز (Sharples et al., 2015) دورةً للتَّعلُّم المتقاطع تبدأ باستكشاف المُتعلِّم للعالَم من حوله، وخلق معنًى للخبرة، ثم دمجها في الفصل الدِّراسي للتحفيز على المزيد من التعلم (الشكل1)



شكل1: نموذج شاربلز للتعلم المتقاطع

كما يرى بانك (Panke, 2017) أن التعلُّمَ المتقاطع يبدأ بمشكلة واقعية يطرحها المعلم، ثم يتفاعل الطلاب مع مصادرَ مُتنوِّعةٍ في البيئة الخارجية – مثل الصُّوَر والملاحظات والتقارير – قبل مناقشتها داخل الفصل.

أمَّا جوزيف وآخرون (Joseph et al., 2023) فقد حدّدوا مراحل هذا النَّموذج في ستِّ خطوات: تقديمِ الموضوع، وربطه بالسياق، وجمع المعلومات من البيئة، وعرض النَّتائج، والمناقَشة المفتوحة، وتوحيد النَّتائج من قِبَل المُعلِّم.

مشكلة البحث:

مع جهود إصلاح تعليم العلوم لتعزيز التعلم مدى الحياة لا تزال المناهجُ وممارَسات تدريس العلوم – خاصَّةً الكيمياءَ– تركِّز على معايير المحتوى بعيدًا عن قضايا حياة الطلاب (NRC, 2007; Coll et al., 2015). ومع أن الكيمياء تُسهم في تنمية قدرات التَّفكير وحلِّ المشكلات (Thaís et al., 2020) فإنَّ تدريسها غالبًا ما يُخفق في ربط المعرفة بالسياقات اليومية. (Coll et al., 2015)

ومع الاعتراف المتزايد بأهميَّة التَّفكير الابتكاري (Treffinger et al., 2013) تُعيق الممارساتُ التقليدية والتنفير من الواقع تنميتَه (سليم، 2015؛ أبو زيد، 2017؛ الصياد، 2020). وتشير الأدبياتُ إلى وجود مُعوِّقاتٍ داخلية مثل ضَعف الثِّقة بالنفس والتَّفكير النمطي، وأخرى بيئية كرفض التغيير ونمط التَّدريس التقليدي (جروان، 2007؛ Raviv, 2023)، وهذا ممَّا يستلزم تغييرَ الثقافة التَّعليمية وطبيعة التفاعل بين المُعلِّم والطالب.

ونظرًا لاعتماد تعليم الكيمياء على التفاعلات الاجتماعية والخبرات المُتنوِّعة (NRC, 2007) تَبرُز الحاجةُ إلى نماذجَ تدريسيةٍ تدعم التَّعلُّمَ مدى الحياة، وتُدمِج السياقاتِ الرَّسميةَ وغيرَ الرَّسمية. ومِن أبرز هذه النماذج التعلمُ المتقاطع (Crossover Learning)؛ وهو التعلُّمُ الذي يعزِّز الفَهمَ العميق والتَّعلُّم النَّشِط والتَّفكير الابتكاري عبر ربط الصفِّ الدِّراسي ببيئات غير رسمية. (Sharples et al., 2015; Couper et al., 2019; Joseph et al., 2023)

ومع وعود هذا النَّموذج التَّربوية بجمع المعرفة النَّظرية والتَّطبيق، وتوفير بيئة تعليمية مُحفِّزة قائمة على التَّعلُّم النَّشِط (Mariana et al., 2023; Nwuba, 2023; Salman & Riley, 2019; Crawford, 2018)، وتعزيز التفاعل الصفي وحلِّ المشكلات وتنمية مهارات التَّفكير الابتكاري (Seechaliao, 2017; Saleh et al., 2019; Walan, 2019; Joseph et al., 2023). فإنَّه قد كشفت بعضُ الدراسات عن وجود فجوات معرفية في تطبيقه؛ خاصَّةً في تدريس الكيمياء (Xing & Danhui, 2020). كما أظهرت دراسةٌ استطلاعية أجراها الباحثان ضَعْفَ معرفة مُعلِّمات الكيمياء بهذا النَّموذج، وعجزهنَّ عن توظيفه توظيفًا فعَّالًا في تدريس الصِّفِّ الثاني الثَّانوي.

وقد جاء هذا البحثُ استجابةً لتوصيات المجلس الوطني للبحوث(NRC, 2007; Bell et al., 2009) ، وبرنامج تنمية القدرات البشَرية (2019)، والدراسات الدولية (Gerber et al., 2010; Norqvist & Leffler, 2017; Singiser et al., 2020)، والعربية (الجمال، 2017)، التي أكَّدت جميعُها ضرورةَ مُواءمة التَّعليم الرَّسمي مع غير الرَّسمي لتحسين تعلُّم العلوم وتنمية مهارات القرن الحادي والعشرين.

وبناءً على ما سبق يسعى البحثُ الحالي إلى استكشاف فاعلية نموذج تدريسي قائم على التَّعلُّم المتقاطع في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي في مادَّة الكيمياء.

أسئلة البحث:

تنحصر مشكلةُ البحث في الإجابة عن السؤال الآتي:

ما فاعلية نموذج تدريسي للتَّعلُّم المتقاطع في مادَّة الكيمياء في تنمية التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي؟

وينبثق عنه هذان السؤالان الفرعيان:

ما طبيعة النَّموذج التَّدريسي المقترح للتَّعلُّم المتقاطع في مادَّة الكيمياء؟

ما فاعلية النَّموذج التَّدريسي المقترح في تنمية التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي؟

فروض البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث السَّابقة اختُبرت الفروضُ البحثية الآتية:

لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى (0.05) أو أقلَّ منه بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارة الطَّلاقة في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء.

لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى (0.05) أو أقلَّ منه بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارة المرونة في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء.

لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى (0.05) أو أقلَّ منه بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارة الأصالة في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء.

لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى (0.05) أو أقلَّ منه بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارات التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء

أهداف البحث:

بناء نموذج تدريسي قائم على التَّعلُّم المتقاطع في مادَّة الكيمياء.

التَّعرُّف إلى فاعلية النَّموذج التَّدريسي في مادَّة الكيمياء القائم على التَّعلُّم المتقاطع في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي.

أهمِّيَّة البحث:

الأهمِّيَّة النَّظرية للبحث:

قد يُثْري البحثُ الأدبيَّاتِ التَّربويةَ المُتعلِّقة بالتَّعلُّم المتقاطع والتَّفكير الابتكاري لكَونه أولَ دراسةٍ محليةٍ – في حدود علم الباحثين– تسعى لتأطير مفهوم التَّعلُّم المتقاطع، وبناء نموذج تدريسي قائم عليه.

الأهمِّيَّة التَّطبيقية للبحث:

أنَّه يقدِّم نموذجًا يمكِن الاستفادة منه في تطوير التَّدريس في مادَّة الكيمياء.

أنَّه يقدِّم اختبارًا لقياس مهارات التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء يمكن أن يفيد المُعلِّمات.

حدود البحث:

الحدود الموضوعية:

تقتصر الحدودُ الموضوعية للبحث على ما يلي:

المحتوى التَّعليمي للبحث المُتمثِّل بوحدة (الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية) من مُقرَّر الكيمياء(2-2) للصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي" المسار العامّ"، من خلال النَّموذج التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع، وقياس فاعليَّته في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي على المستوى النَّظري، أمَّا على المستوى التَّطبيقي فقد شملت أدواتُ القياس اختبارَ التَّفكير الابتكاري، وأداةَ مُقابَلةٍ فردية.

الحدود الزمانية:

طُبِّق هذا البحث في الفصل الدِّراسي الثاني من العام الدِّراسي (1446هـ).

الحدود المكانية:

طُبِّق هذا البحث في الثَّانوية الأولى للبنات بالمهدية بمدينة الرياض على طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي، البالغ عددُهنَّ (60) طالبةً.

مصطلحات البحث:

الفاعلية::(Effectiveness)

هي الدَّرجةُ التي تستطيع فيها المُؤسَّسةُ الوصولَ إلى أهدافها بأقلِّ جهد، وأقصرِ زمن، وأقلِّ تكاليفَ (Sharple, 2019).

ويعرِّفها الباحثان إجرائيًّا بالدَّرجات التي سوف تحصل عليها الطَّالبات في اختبار التَّفكير الابتكاري ومهاراته الثلاث الأساسية (الطَّلاقة، والمرونة، والأصالة).

- التَّعلُّم المتقاطع (**Crossover Learning**):

أشار معجم المعاني (د.ت) إلى أنَّ مفردةَ متقاطع اسمُ فاعل من تقَاطَع، ومنه الكلماتُ المتقاطعة؛ وهي لُعبةٌ أو رياضة ذِهْنية تعتمدُ على جمع الحروف لتكوين كلمة، ويمكن قياسُ المعنى التَّربوي على ذلك بجمع أكثرَ من طريقةِ تدريس لتكوين المعنى لدى الطَّالبة.

ويشير ناش وآخرون (Nash et al., 2016) إلى أن مصطلح "Crossover" في الموسيقا يعني دمجَ الأنواع الموسيقية لإنتاج أصواتٍ وألْحان جديدة وجذبِ جمهورٍ أوسعَ. وهو – في السِّياق التَّربوي– أسلوبُ تدريس يركِّز على صُنع المعنى لدى الطلَّاب بمختلِف مستوياتهم داخل الفصل وخارجه، من خلال الجمع بين طُرق التَّدريس لتحقيق أقصى فاعليةٍ. ويسعى المُعلِّمُ المتقاطع إلى دمج أكثرَ من طريقة تدريس لتحقيق أهداف تربوية رئيسية وطويلة الأمد، ومُساعَدة الطلَّاب على رؤية روابطَ واقعيةٍ مُتغيِّرة للحياة بين النَّظريات وأساليب البحث والمحتوى التَّعليمي والأثر الذي قد يُحْدِثه في شخصية المُتعلِّم مُتعدِّدة الأبعاد في عالم حقيقي.

ويُعرِّف شاربل (Sharple, 2019)التَّعلُّمَ المتقاطع بأنه: "طرقٌ لربط خبرات التَّعلُّم الرَّسمي (داخل المدرسة) وغير الرَّسمي (كزيارة المتاحف، ونوادي ما بعد المدرسة، والهوايات، والتدريب في العمل)، والاستفادةِ من العَلاقة بينهما. ويتضمن التَّعلُّمُ المتقاطع استكشافَ العالم وبناءَ معنًى من التجارب، وتوليفَ الفَهم والتَّفكير في المعرفة الجديدة واستخدامَها لتوجيه استكشافات جديدة".

ويُعرَّف التَّعلُّمُ المتقاطع إجرائيًّا في هذا البحث بأَنه: ربطُ الخبرات المُكتسَبة في وحدة "الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية" في مُقرَّر الكيمياء لطلاب الصَّفِّ الثاني الثَّانوي بالأنشطة مثل العروض التقديمية، وأنشطة الروبوت، وورش العمل في المراكز العلمية بمدينة الرياض، ضمن نموذجٍ تدريسي واحد؛ بُغْيةَ استكشافِ المعرفة العلمية، وبناء معنًى من الخبرات، وتوليفِ الفَهم والتَّفكير في المعرفة الجديدة، واستخدامِها لتوجيه استكشافات جديدة.

النَّموذج التَّدريسي:(**A Teaching Model**)

يُعرَّف نموذجُ التَّدريس بأنه هيكلةٌ لأنشطة التَّدريس تُطبَّق وَفْقًا لفكرة منطقية قائمة على نظرية تعليمية مُحدَّدة، وتشمل خطواتٍ إجرائيةً مُحدَّدةً (Lin et al., 2019) . كما عرّفه زيتون (2010) بأنَّه "نمطٌ متماسك وشامل

من التَّعليم يختلف عن الأنماط الأخرى، ويستند إلى قيم وأهداف واضحة، مع أساس منطقي يوجِّه مسارَ التَّعليم من خلال خطوات يسير فيها المُعلِّمون والطلاب بنظامٍ مُعيَّن".

ويُعرَّف النَّموذجُ التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع إجرائيًّا في هذا البحث بأنَّه: تصوُّرٌ قائم على التَّعلُّم المتقاطع يُوجِّه عمليَّةَ تدريس فصل "الطَّاقة والتَّفاعلات الكِيميائية" لطالبات مقرَّر الكيمياء (2-2)، بحيث يتضمَّن مراحلَ وإجراءاتٍ محدَّدةً للتَّعلُّم المتقاطِع بُغيةَ تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري.

التَّفكير الابتكاري :(**Innovative Thinking**)

عرَّفه أبو حطب وصادق (1994) بأنّه: "العمليةُ التي ينتُج عنها عملٌ جديد ومُنتَج مفيد، وأفكارٌ أصيلة" (ص. 626). وعرَّفه جروان (2007) بأنَّه نشاطٌ ذِهني مُركَّب وهادف تُوجِّهه رغبةٌ قويةٌ في البحثِ عن حلولٍ، أو للتَّوصُّلِ إلى نتائجَ أصيلةٍ لم تكن معروفة سلفًا، ويتَّسم بالشُّمولية والتَّعقيد لأنَّه ينطوي على عناصرَ معرفيةٍ وانفعاليةٍ وأخلاقية متداخلة تشكِّل حالةً ذِهْنيةً فريدةً (ص. 76).

ويُعرَّف التَّفكيرُ الابتكاري إجرائيًّا في هذا البحث بأنَّه: الدَّرجةُ التي تحصُل عليها طالباتُ الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي في المدرسة الثَّانوية الأولى بالمهدية في اختبار مهارات التَّفكير الابتكاري الثلاث (الطَّلاقة والمرونة والأصالة) الذي أعدَّه الباحثان.

منهجية البحث:

منهج البحث:

اتَّبع البحثُ المنهجَ الوصفي التَّحليلي للإجابة عن السؤال الأول:

ما طبيعة النَّموذج التَّدريسي المقترح للتَّعلُّم المتقاطع في مادَّة الكيمياء؟

كما استند البحث الحالي إلى المنهج المختلط بتصميم متقارب ومتزامن للإجابة عن السؤال الثاني:

ما فاعلية نموذج التَّعلُّم المتقاطع في تنمية التَّفكير الابتكاري؟

وبينما أتاحت البياناتُ الكمية التَّعرُّفَ على الفروق الإحصائية في التَّفكير الابتكاري وفّرت البياناتُ النَّوعية فَهمًا أعمقَ لتَجارِب الطَّالبات وانطباعاتهن حول تصميم الدراسة المختلط ذي التَّوازي المتقارب (Creswell & Plano Clark, 2018).

مجتمع البحث:

تمثَّل مجتمع البحث في جميع طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي بمدرسة المهدية الأولى الثَّانوية في مدينة الرياض، وعددُهنَّ (224) طالبةً. وقد اختيرت العيِّنةُ بالطَّريقة القصدية حيث يعمل أحدُ الباحثين في المدرسة نفسها؛ وهذا ممَّا يتيح لهما ضبطَ تكافؤ المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة من ناحية المُتغيِّرات الدَّخيلة مثل الوضع الاجتماعي والاقتصادي والدِّراسي. وقد أشارت الأدبيَّاتُ إلى تأثير قضايا المساواة والإنصاف على تعلُّم العلوم في البيئات غير الرَّسمية .(Dawson, 2014)

عيِّنة البحث:

تكوَّنت عيِّنةُ البحث من (60) طالبةً من طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي مُوزَّعةً على فَصلَين؛ فصل (1) يمثِّل المجموعة الضَّابطة وعددُ أفرادها (30) طالبةً، والفصلُ الآخر يمثِّل المجموعة التَّجريبية وعددُ أفرادها (30) طالبةً، عُيِّنَّ بطريقة عشوائي، واختيرت (9) طالبات من المجموعة التَّجريبية للاستجابة لأداة المُقابَلة الفردية. ويوضِّح الجدول (1) عيِّنة البحث، وقد اختيرت المجموعتان بطريقةٍ قصدية لتَجانُس المجموعتَين في مُتغيِّر التَّحصيل بناء على التَّحليل الإحصائي لنتائج الفصل الدِّراسي الأول.

جدول (1): توزيع عيِّنة البحث

عيِّنة البحث	عدد أفراد العيِّنة	طريقة التَّدريس	أدوات البحث
المجموعة الضَّابطة	30	الطريقة الاعتيادية	اختبار تحصيلي مقابلة مجموعة التركيز
المجموعة التَّجريبية	30	نموذج تدريسي للتَّعلُّم المتقاطع	

أدوات البحث:

اختبار التَّفكير الابتكاري.

أداة مُقابَلة فردية شبه مُقنَّنة.

مُتغيِّرات البحث:

المُتغيِّر المستقل: النَّموذج التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع في الكيمياء.

المُتغيِّر التَّابع: تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري.

إجراءات البحث:

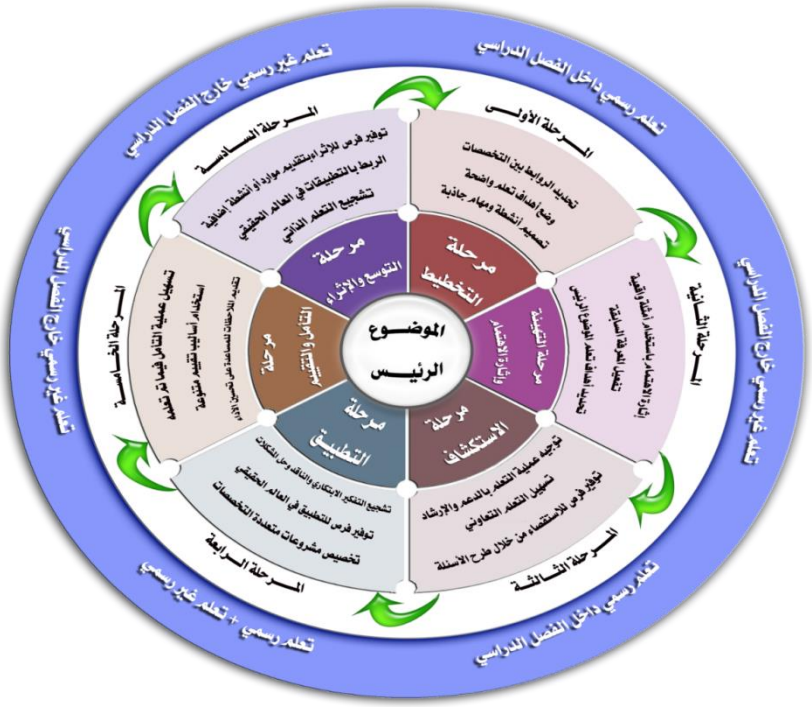
أولًا: إعداد النَّموذج التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع:

بناءً على الإطار النَّظري السَّابق يسعى الباحثان إلى تصميم نموذج تدريسي للتَّعلُّم المتقاطع ضمن وحدة "الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية"، بحيث يُدمج بين الأنشطة الصِّفيَّة مثل المُناقَشات الجماعية والتَّجارِب، والأنشطة غير الصِّفيَّة مثل زيارات المراكز العلمية وورش العمل حول الطَّاقة المُتجدِّدة.

ويركز النَّموذج على المراحل الآتية:

1. مرحلة التَّخطيط: تحديد الرَّوابط بين التَّخصُّصات، ووضع أهداف التَّعلُّم، وتصميم أنشطةٍ ومَهامَّ متقاطعة وجاذبة.
2. مرحلة التَّهيئة وإثارة الاهتمام: إثارة الاهتمام باستخدام أمثلة واقعية حول الموضوع الرَّئيس، وتفعيل المعرفة السَّابقة، وتحديد أهداف تعلُّم الموضوع الرَّئيس.
3. مرحلة الاستكشاف: توجيه عملية التَّعلُّم، بالدَّعم والإرشاد، وتسهيل التَّعلُّم التعاوني، وتوفير فُرَص للاستقصاء من خلال طرح الأسئلة.
4. مرحلة التَّطبيق: تشجيع التَّفكير الابتكاري، وتوفير فُرَص للتَّطبيق في العالم الحقيقي، وتخصيص مشروعاتٍ مُتعدِّدة التَّخصُّصات.
5. مرحلة التَّأمُّل والتقييم: تسهيل عملية التَّأمُّل فيما تعلَّمته الطالبة، واستخدام أساليب تقييمية مُتنوِّعة، وتقديم ملاحظات لتحسين الأداء.
6. مرحلة التَّوسُّع والإثراء: توفير فُرَص للإثراء وتقديم مواردَ وأنشطةٍ إضافية، والرَّبط بالتَّطبيقات في العالم الحقيقي، وتشجيع التَّعلُّم التعاوني.

هذا النَّموذج يعمل على نقل الطَّالبة من دور المتلقِّية إلى المتفاعِلة والمبتكِرة، مع ربط المعرفة بالتَّطبيق العملي ومن ثم يُسهم في بناء الشَّخصية المفكرة والمنتجة.



شكل2: النَّموذج التَّدريسي المقترح

ثانيًا: اختيار الوحدة التَّعليمية" وحدة الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية":

اختيرت وحدةُ "الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية" نظرًا لأهمِّيَّة موضوع الطَّاقة وكونها فكرةً محوريةً ومفهومًا متقاطعًا في معايير العلوم للجيل القادم (NGSS Lead States, 2013) واستجابةً للتَّوجُّهات العالمية والمحلية نحو استدامة الطَّاقة (United Nations, 2015)؛ فإنَّ محتوى هذه الوحدة غنيٌّ بما يتماشى مع التَّدريس وَفْقًا لنموذج التَّعلُّم المتقاطع.

ثالثًا: إعداد دليل المُعلِّم: أُعدَّ دليلُ المُعلِّمة لوحدة "الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية" وَفْقًا للنَّموذج التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع، وفي ضوء الأهداف العامَّة لتدريس مُقرَّر الكيمياء للصَّفِّ الثاني الثَّانوي (2-2) لوحدة "الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية"، ويشمل نبذةً عن التَّعلُّم المتقاطع، وجدولًا زمنيًّا للموضوعات، والأهداف العامَّة، والأنشطة التَّعليمية، وتوجيهات للمُعلِّمة، وتخطيطَ دُروس مع أنشطةٍ ومَهامَّ أدائيةٍ وأوراقِ عمل تُوزَّع على الطَّالبات.

سادسًا: إعداد اختبار مهارات التَّفكير الابتكاري في وحدة" الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية":

استفاد الباحثان من مقياس تورنس اللفظي المقنَّن (خان، 1410) واختبار مُعَدٍّ للتَّفكير الابتكاري (الغامدي، 1440) في اعداد الاختبار من قِبَل الباحثَين.

1-الهدف من الاختبار: معرفة مستوى مهارات التَّفكير الابتكاري عند طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي في وحدة" الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية" المُقرَّرة عليهم في مادَّة الكيمياء للعام الدِّراسي 1446هـ في مهارات التَّفكير الابتكاري الثلاث (الطَّلاقة، والمرونة، والأصالة).

2-تعليمات الاختبار: تضمَّنت تعليماتُ الاختبار الهدفَ منه، وعدد أسئلته، وطريقة الإجابة عنه.

3-محتوى الاختبار: تَضمَّن اختبارُ التَّفكير الابتكاري على (9) أسئلةٍ شملت المهاراتِ الثَّلاثَ (الطَّلاقة، والمرونة، والأصالة)، وجاءت جميعُها على الأسئلة المقالية، وحدَّدت قواعدَ لتصحيح الاختبار؛ فلكلِّ سؤال صحيح درجةٌ واحدة، وللخطأِ صفرٌ؛ وعليه صُحِّح الاختبارُ على أساس جمع الإجابات الصَّحيحة لكلِّ طالبة.

4-الصِّدق الظَّاهري للاختبار: عُرضت الصُّورةُ الأوَّليَّة للاختبار على مجموعة من الأساتذة المُتخصِّصين في مناهج العلوم والقياس والتَّقويم وطُرق تدريسها لإبداء الرَّأي حول تعديل الأسئلة وصياغتها، وسلامتها العلمية، ووضوح التَّعليمات. وبلغ عددُ أسئلة التَّفكير الابتكاري (9) أسئلةٍ، والجدولُ يوضِّح مُواصَفاتِ اختبار التَّفكير الابتكاري لوحدة "الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية" في مهارات الطَّلاقة، والمرونة، والأصالة.

جدول (2): مواصَفات اختبار التَّفكير الابتكاري لوحدة" الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية" المُقرَّرة على طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي في مادَّة الكيمياء في المهارات الثلاث (الطَّلاقة، والمرونة، والأصالة).

البيان	المستويات المعرفية للأسئلة وترقيمها في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء		
	الطَّلاقة	المرونة	الأصالة
أرقام الأسئلة	1،2،3	4،5،6	9,8,7
عدد الأسئلة	3	3	3
الوزن النِّسبي	33%	33%	33%
المجموع	9		

5-التَّجرِبة الاستطلاعية: طُبِّق الاختبارُ استطلاعيًّا على عيِّنة عددُها (30) طالبةً بثانوية المهدية الأولى التَّابعة لمكتب تعليم طُوَيق في مدينة الرياض؛ والغرضُ منه تحديدُ زمن الإجابة عن الاختبار، وحسابُ مُعامِلات السُّهولة والصُّعوبة والتَّمييز لأسئلة الاختبار، والاتِّساق الدَّاخلي لأسئلة الاختبار، وثبات درجات الطَّالبات لأسئلة الاختبار، وإعادة صياغة بعض العبارات غير الواضحة بالنِّسبة إلى الطَّالبات.

5-1: تحديد زمن الإجابة عن الاختبار: حُسب زمن الإجابة عن الاختبار من خلال رصد زمن الإجابة لكلِّ فرد من أفراد العيِّنة الاستطلاعية، ثم حُسب مُتوسِّطُ الزَّمن الذي استغرقه أفرادُ العيِّنة للإجابة عن أسئلة الاختبار، وقد قُدِّر بـ (50) دقيقة مشتملًا على قراءة التَّعليمات.

5-2: ثبات الاختبار: بعد تطبيق اختبار التَّفكير الابتكاري على العيِّنة الاستطلاعية أُدخلت البياناتُ مبدئيًّا للتَّحقُّق من الخصائص السيكومترية للاختبار. وقد قِيس ثباتُ الاختبار باستخدام طريقة الاتِّساق الدَّاخلي من خلال حساب مُعامِل ألْفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لكل بُعدٍ من أبعاد الاختبار على حِدةٍ، وحسابِ مُعامِل الثَّبات الكلِّي للاختبار. ويُعرض في الجدول (3) مُعامِلاتُ الثَّبات الخاصَّةُ بأبعاد الاختبار، ومُعامِل الثَّبات الكلِّي.

جدول (3): مُعامِلات الثَّبات لأبعاد اختبار التَّفكير الابتكاري وثباته الكلِّي

م	البُعد	مُعامِل ألْفا كرونباخ
1	الطَّلاقة	0.92
2	المرونة	0.91
3	الأصالة	0.93
	الثَّبات الكلِّي للاختبار	0.92

بالنَّظر إلى مُعامِلات الثَّبات ألفا كرونباخ الواردة في الجدول (3) يَتبيَّن أنَّ الاختبار يتمتَّع بمستوى ثبات ممتاز؛ إذ تراوحت القِيمُ بين (0.91–0.93)، وهي قِيَمٌ تقع ضمن النِّطاق (0.80–1.00) الذي أشار إليه جورج ومالري (George & Mallery, 2019) بوصفه مُؤشِّرًا إلى مستوى ثبات ممتاز. ويُعدُّ هذا دليلًا على الاتِّساق الدَّاخلي المرتفع للاختبار، ويَدعم صلاحيتَه لقياس الظَّاهرة المستهدفة، ويُسهم في تحقيق أهداف الدراسة بكِفاية.

5-3: الصِّدق البنائي للاختبار:

استُخدمت بياناتُ العيِّنة الاستطلاعية التي جُمعت من خلال تطبيق الاختبار للتَّحقُّق من صدق بنائه الدَّاخلي؛ وكان ذلك من خلال حساب مُعامِلات بيرسون (Pearson Correlation) بين كل فقرة من فقرات الاختبار والبُعد الذي تنتمي إليه. وقد أُجري هذا الإجراءُ للتَّأكُّد من اتِّساق الفقرات مع البُعد النَّظري الذي تقيسه بما يَعكِس صدقَ البناء الدَّاخلي للأداة. والجدولُ (4) يعرض نتائج مُعامِلات الارتباط بين فقرات الاختبار والدَّرجة الكلِّية لكل بُعد؛ وهذا ممَّا يُسهم في دعم دَلالة الصِّدق التَّركيبي للاختبار.

جدول (4): مُعامِلات ارتباط الفقرات بالدَّرجة الكلّية لاختبار التَّفكير الابتكاري باستخدام مُعامِل ارتباط بيرسون

الفقرة	مُعامِل الارتباط	الفقرة	مُعامِل الارتباط	الفقرة	مُعامِل الارتباط
1	0.954*	4	0.904*	7	0.923*
2	0.956*	5	0.931*	8	0.944*
3	0.885*	6	0.920*	9	0.945*

* ارتباطٌ دالٌّ عند مستوى الدَّلالة (0.05).

يتّضح من الجدول أنَّ فقراتِ الاختبار تتميَّز بمُعامِلات ارتباط مرتفعة مع الدَّرجة الكلّية، وكانت دالَّةً إحصائيًّا عند مستوى (0.01)؛ وهذا ممَّا يشير إلى صِدق بنائي جيّد للاختبار، ويدلُّ على أنَّ الفقراتِ تقيس الأبعاد النَّظرية المستهدفة قياسًا فعَّالًا يجعل الأداةَ مناسبةً لتحقيق أهداف الدراسة. كما أكَّدت مُعامِلاتُ الارتباط بين استجابات العيّنة على كلِّ بُعد والمُتوسِّط العامّ للاختبار صدقَ البناء الدَّاخلي للأداة.

جدول (5): مُعامِلات ارتباط أبعاد اختبار التَّفكير الابتكاري بالمُتوسِّط العام للاختبار

م	البُعد	مُعامِل الارتباط بالاختبار
1	الطَّلاقة	0.800*
2	المرونة	0.910*
3	الأصالة	0.802*

* ارتباطٌ دالٌّ عند مستوى الدَّلالة (0.01).

يَتبيَّن من الجدول (5) أنَّ مُعامِلاتِ ارتباط الأبعاد بالمُتوسِّط العام للاختبار دالَّةٌ إحصائيًّا عند مستوى دَلالة (0.01) أو أقلَّ منه، وتُعَدُّ مُعامِلاتُ الارتباط العالية دليلًا على الصِّدق الدَّاخلي العالي لمحتوى الاختبار، ويُستنتج من ذلك أن أبعادَ الاختبار تقيس ما يقيسه الاختبار كُليًّا.

مُعامِلات الصُّعوبة والتَّمييز:

حُلِّلت فقراتُ الاختبار من خلال استخراج مُعامِلات الصعوبة والتَّمييز باستخدام بيانات العيّنة الاستطلاعية للتَّحقُّق من جَودة الفقرات وقدرتها على قياس المهارات المستهدفة بدقَّة. والجدول (6) يوضِّح مُعامِلاتِ الصعوبة والتَّمييز لفقرات الاختبار.

جدول (6): مُعامِلات الصعوبة والتَّمييز لاختبار التَّفكير الابتكاري

الفقرة	مُعامِل الصعوبة	مُعامِل التَّمييز	الفقرة	مُعامِل الصعوبة	مُعامِل التَّمييز	الفقرة	مُعامِل الصعوبة	مُعامِل التَّمييز
1	0.69	0.21	4	0.22	0.79	7	0.24	0.79
2	0.68	0.20	5	0.21	0.73	8	0.23	0.79
3	0.68	0.20	6	0.21	0.76	9	0.20	0.78

يتّضح من الجدول أن مُعامِلاتِ صُعوبة فقرات الاختبار تراوحت بين (0.73–0.80)، وهي ضمن النِّطاق المقبول وَفْقًا لكوهين وآخرين (2022)؛ ممَّا يُوصي بالاحتفاظ بالفقرات. كما تراوحت مُعامِلاتُ التَّمييز بين (0.22–0.44)، وهي ضمن النِّطاق المقبول (0.20–1.00) وَفْقًا للمصدر نفسه، وتدلُّ على قدرة الفقرات على التَّمييز بين أفراد العيِّنة وإمكانية الإبقاء عليها في الصِّيغة النهائية للاختبار.

الاختبار في صورته النهائية: بعد الانتهاء من خطوات إعداد الاختبار، والوثوق بمدى صدقه وثباته، أصبح الاختبارُ صالحًا للتَّطبيق في شكله النهائي، مُكوَّنًا من (9) أسئلةٍ لقياس مهارات التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي في وحدة" الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية" المُقرَّرة عليهم في مادَّة الكيمياء (المسار العامّ).

سابعًا: الضَّبط القَبْلي لمجموعات البحث

طُبِّق اختبارُ التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء على كلٍّ من المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة من طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي قبل تنفيذ تَجرِبة البحث للتَّأكُّد من تكافؤ المجموعتَين قبل أيِّ مُعالَجةٍ تجريبية. واستُخدم اختبارُ (ت) للعيِّنات المُستقلَّة (Independent Samples t-test) للتَّحقُّق من وجود فروق بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين في أبعاد اختبار التَّفكير الابتكاري (الطَّلاقة، والمرونة، والأصالة) والدَّرجة الكلِّية. والجدولُ (7) يعرض نتائج اختبار (ت) للعيِّنات المُستقلَّة في القياس القَبْلي للاختبار.

جدول (7): اختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة للتَّحقُّق من تكافؤ مجموعتَي البحث قبل البَدء في التَّجرِبة

الاختبار	البُعد	المجموعة	العدد	المُتوسِّط	الانحراف المعياري	قيمة الاختبار	درجات الحرية	القيمة الاحتمالية
اختبار التَّفكير الابتكاري	الطَّلاقة	الضَّابطة	30	**2.80**	**1.99**	**0.641**	**58**	**0.524**
		التَّجريبية	30	**2.50**	**1.61**			
	المرونة	الضَّابطة	30	**2.87**	**1.36**	**0.939**	**58**	**0.352**
		التَّجريبية	30	**2.57**	**1.10**			
	الأصالة	الضَّابطة	30	**3.60**	**1.83**	**0.891**	**58**	**0.376**
		التَّجريبية	30	**4.00**	**1.64**			
	المجموع	الضَّابطة	30	**9.27**	**4.01**	**0.222**	**58**	**0.825**
		التَّجريبية	30	**9.07**	**2.88**			

أظهرت نتائجُ التَّطبيق القَبْلي لاختبار التَّفكير الابتكاري أنَّ الفروق بين المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة ليست دالَّةً إحصائيًّا، وتُشير إلى تكافؤ المجموعتَين قبل بدء المُعالَجة التَّجريبية. وهذا التكافؤ يعزِّز من صدق التَّصميم التَّجريبي وموثوقية النَّتائج المستقبلية.

يشير التَّكافؤ بين المجموعتَين في القياس القَبْلي إلى ضبط مُهدِّدات الصِّدق الدَّاخلي؛ ومن ثمَّ يَضمن أنَّ أيَّ فروق في القياس البَعْدي تعود إلى المُعالَجة التَّجريبية. وهذا يقلِّل من تأثير المُتغيِّرات التاريخية والنُّضج، ويعزِّز من صدق التَّجرِبة وتفسير الفروق بناءً على المُتغيِّر المستقلّ.

وتواجه الدِّراساتُ التَّربوية والنَّفسية مشكلةَ صغر حجم العيِّنة أو عدم تحقُّق التَّوزيع الطَّبيعي للبيانات؛ وهذا ممَّا يقيِّد استخدامَ الأساليب الإحصائية التقليدية. ولحلِّ هذه المشكلة استُخدمت تقنيةُ البوتستراب التي تعتمد على سحب عيِّنات مع الإحلال لتقدير الأخطاء المعيارية وفترات الثِّقة بدقَّة. وقد استُخدمت هذه التقنية مع اختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة لتعزيز موثوقية النَّتائج وصحَّة الاستدلالات الإحصائية.

جدول (8): تقنية البوتستراب المرافقة لاختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة للتَّحقُّق من تكافؤ مجموعتَي البحث قبل البَدء في التَّجرِبة

الاختبار	البُعد	مُعامِل التَّحيُّز	الخطأ المعياري	فترات الثِّقة للبوتستراب	
				الحدُّ الأدنى	الحدُّ الأعلى
اختبار التَّفكير الابتكاري	الطَّلاقة	0.009	0.472	−0.610	1.223
	المرونة	0.009	0.312	−0.349	0.867
	الأصالة	0.001	0.461	−1.282	0.505
	المجموع	0.018	0.909	−1.608	1.969

أظهرت نتائجُ تحليل البوتستراب استقرارًا في تقديرات الفروق بين المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة؛ إذ تراوحت قِيَمُ مُعامِل التَّحيُّز بين (0.001) و(0.018)؛ وهذا ممَّا يشير إلى دقَّة تقديرات البوتستراب. كما أظهرت قِيَمُ الخطأ المعياري اتِّساقًا في تقدير الفروق؛ إذ تراوحت بين (0.191) و(0.909)؛ وهذا ممَّا يؤكِّد كفايةَ حجم العيِّنة لدعم التَّقديرات وتحقيق دقَّة النَّتائج من خلال عمليات السَّحب المتكرِّرة.

أظهرت فتراتُ الثِّقة النَّاتجة عن تحليل البوتستراب أنَّ جميع الفترات تضمَّنت قيمةَ الصِّفر؛ وهذا ممَّا يدلُّ على عدم وجود فروقٍ ذاتِ دَلالةٍ إحصائية بين المجموعتَين في القياس القَبْلي. ويعزِّز ذلك تكافؤ المجموعات قبل تنفيذ المُعالَجة التَّجريبية؛ ومن ثمَّ يَدعَم صدقَ التَّصميم الدَّاخلي للتَّجرِبة.

الأساليب الإحصائية:

1. مُعامِل كرونباك ألفا Cronbach's alpha للتَّحقُّق من ثبات اختبار التَّفكير الابتكاري.
2. مُعامِل ارتباط بيرسون Pearson correlation للتَّحقُّق من صدق البناء الدَّاخلي للاختبار.
3. المُتوسِّطات الحسابية والانحرافات المعيارية Means and Standard deviation لوصف أداء الطَّالبات في التَّفكير الابتكاري.

4. اختبار ت للعيّنات المُستقلَّة Independent Samples T-Test لإيجاد دَلالة الفروق بين المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية في القياسين القَبْلي والبَعْدي لمهارات التَّفكير الابتكاري.
5. تقنية البوتستراب Statistical Bootstrapping لوزن نتائج الدراسة، والتَّحقُّق من اعتماديتها، والتَّغلُّب على الأخطاء الإحصائية وأخطاء القياس، وتحقيق افتراضات اختبار ت.
6. مُعامِل كوهين Cohen's d Effect Size لإيجاد حجم تأثير المُتغيّر المستقلِ في المُتغيّر التَّابع.

ثامنًا: إعداد أداة مُقابَلة فردية شِبه مُقنَّنة:

لتحقيق هَدفَي البحث أُعدَّت أداةُ مُقابلةٍ فردية Individual Semi-Structured Interview Tool لتكون أداةً نوعيةً داعمةً لجمع البيانات المُتعلّقة بآراء أفراد العيّنة حول فاعلية النَّموذج التَّدريسي المقترح. وقد مرَّت عمليةُ إعداد البطاقة بعدَّة خطوات منهجية هي:

1- تصميم أداة مقابلة فردية: بناءً على الإطار النَّظري للبحث، وأهدافه وأسئلته؛ إذ شملت مجموعةً من المحاور المفتوحة التي تُسهم في استثارة تَفاعُلات المشاركات حول فاعلية النَّموذج التَّدريسي المقترح في تنمية التَّفكير الابتكاري.
2- التَّحقُّق من الصِّدق الظَّاهري: عُرضت الأداةُ بصيغتها الأوَّليَّة على مجموعة من المُحكَّمين المختصِّين في مجالات المناهج وطرق التَّدريس، والتقويم التَّربوي، وذوي الخبرة في البحث النَّوعي، وذلك للتَّأكُّد من وضوح الأسئلة، وملاءمتها لأهداف البحث، وقد عُدِّلت بعضُ البنود بناءً على مُلاحَظات المحكَّمين لضمان صدق الأداة.
3- التَّحقُّق من ثبات الأداة: نظرًا للطَّبيعة النَّوعية للأداة اعتُمد على ثبات المُحلِّل (Inter- rater reliability)؛ فحُلِّلت بياناتُ مجموعة التَّركيز مِن قِبَل مُحلِّلَين اثنَين مستقِلَّين، ثم قورنت نتائجُ التَّحليل بنسبة اتِّفاق بلغت (98%)؛ وهذا ممَّا يدلُّ على مستوًى عالٍ من الثَّبات.
4- حساب معايير مصداقية أداة المُقابَلة من خلال اطِّلاع المشاركين واتِّفاقهم مع الباحثين في وصف النَّموذج ومُكوِّناته، وجمع البيانات لحدِّ الإشباع، ولحساب معايير الاعتمادية اعتمد الباحثان معقولية التَّفسيرات ودرجةَ ثباتها وتناغُمها مع تفسيرات أخرى لمواقفَ وأحداثٍ مشابهة في دراسات أخرى (قنديلجي والسامرائي، 2009).
5- تحليل البيانات: استُخدم أسلوبُ التَّحليل الموضوعي (Thematic Analysis) لبناء نموذجٍ مفاهيمي يساعد فَي فهم الظَّاهرة المدروسة فَهمًا أعمقَ ومُنظَّمًا (Braun& Clarke, 2006)، وفيه تُستخلص الأنماطُ المُتكرِّرة (التَّرميز المفتوح)، وتُصنَّف الاستجاباتُ ضمن فئات دَلالية ترتبط مُباشرَةً بمحاور البحث (التَّرميز المحوري

(Axial coding لتحديد العَلاقات بين الفئات المختلفة (السَّبب والنَّتيجة، والسِّياق، والظُّروف المحيطة، والنَّتائج، والإستراتيجيات)؛ فعلى سبيل المثال: استُخرجت فئةُ "زيادة الدَّافعية للتَّعلُّم" في التَّرميز المفتوح لتكون ظاهرةً مركزيةً، وفي التَّرميز المحوري رُبطت هذه الفئة ضمن إطارٍ أوسعَ يتضمَّن: السَّببَ وهو تَنوُّعُ بيئات التَّعلُّم الرَّسمية وغير الرَّسمية، والنَّتيجةَ وهي الطَّلاقةُ والمرونة في توليد الأفكار.

الاعتبارات الأخلاقية:

حصل الباحثان على مُوافَقة اللَّجنة الدَّائمة لأخلاقيات البحوث الإنسانية والاجتماعية بجامعة الملك سعود ورقمُه (KSU-HU-25-025)، وخطابِ تسهيل مَهمَّة البحث من اللَّجنة الدَّائمة مُوجَّهٍ إلى إدارة التَّخطيط والتَّطوير بالإدارة العامَّة للتَّعليم بمنطقة الرياض ورقمُه (4/67/206206). وخطابِ مُوافَقة أولياء الأمور المقيّد برقم (4600830148) على مُشارَكة الطَّالبات في البحث، وأُكِّد لهن سِريَّةُ المعلومات واستخدامُها لغرض البحث العلمي.

زمن التَّطبيق:

طبَّق أحدُ الباحثَين النَّموذجَ التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع في وحدة "الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية" في مقرَّر الكيمياء (2-2) في الفصل الدِّراسي الثاني من العام الدِّراسي 1446هـ، وقد تكوَّن من (15) حصَّةً دراسيةً على النَّحو التَّالي:

جدول (9): التَّوزيع الزَّمني لتدريس وحدة الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية وَفْقَ النَّموذج التَّدريسي المقترح

الأسبوع	دروس وحدة الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية	عدد الحصص	زمن الحصَّة
الأول	التَّطبيق القَبْلي لأدوات البحث.	2	50 دقيقة
الأول	الدرس الأول: الطَّاقة.	2	50 دقيقة
الأول/ الثاني	الدرس الثاني: الحرارة.	2	
الثاني	الدرس الثالث: المعادَلات الكيميائية الحرارية.	3	50 دقيقة
الثاني/ الثالث	الدرس الرابع: حساب التَّغيُّر في المحتوى الحراري.	4	50 دقيقة
الثالث	التَّطبيق البَعْدي لأدوات البحث	2	50 دقيقة
عدد الحصص (15) حصَّةً دراسيةً			

نتائج البحث:

أولًا: النَّتائج الكَميَّة:

بعد الحصول على إجابات الطَّالبات على أداة البحث قبليًّا وبعديًّا حُلِّل البياناتُ إحصائيًّا للإجابة عن أسئلة البحث والتَّحقُّق من صحَّة فروضه، وعُرضت النَّتائج ونوقشت على النَّحو التَّالي:

– ما فاعلية النَّموذج التَّدريسي في مادَّة الكيمياء القائم على التَّعلُّم المتقاطع في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي؟

وللإجابة عن هذا السُّؤال صِيغت الفروضُ التَّالية وتُحُقِّق منها:

التَّحقُّق من الفرضية الأولى:

نصَّت الفرضيةُ الأولى للدِّراسة على أنَّه: "لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى (0.05) أو أقلَّ منه بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارة الطَّلاقة في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء". وللتَّحقُّق من هذه الفرضية استُخدم اختبارُ ت للعيِّنات المُستقلَّة، والجدول (10) يعرض نتائجَ هذا الاختبار لتحديد دَلالة الفروق في درجات الطَّالبات بين المجموعتَين في مهارة الطَّلاقة في اختبار التَّفكير الابتكاري.

جدول (10): اختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة لإيجاد دَلالة الفروق في درجات الطَّالبات في المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية في مهارة الطَّلاقة في اختبار التَّفكير الابتكاري

المجموعة	العدد	المُتوسِّط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحُريَّة	مستوى الدَّلالة
الضَّابطة	30	4.03	2.24	5.861	58	0.001*
التَّجريبية	30	6.67	1.03			

* فرقٌ دالٌّ عند مستوى الدَّلالة (($\alpha \leq 0.05$))

يتَّضح من الجدول (10) وجودُ فرقٍ ذي دَلالة إحصائية عند مستوى الدَّلالة (0.05) أو أقلَّ بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارة الطَّلاقة في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء. وتشير المُتوسِّطاتُ إلى أنَّ هذا الفرق كان لصالح المجموعة التَّجريبية؛ وهذا ممَّا يستدعي رفضَ الفرضية الصِّفرية وقَبُولَ الفرضية البديلة التي تنصُّ على وجود فرقٍ دالٍّ إحصائيًّا بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين في مهارة الطَّلاقة لصالح المجموعة التي خَضعت للمُعالَجة التَّجريبية.

وتشير هذه النَّتيجةُ إلى وجود أثر للنَّموذج التَّدريسي القائم على التَّعلُّم المتقاطع في مهارة الطَّلاقة لدى الطَّالبات. ولتقدير حجم هذا الأثر استخدم الباحثان مُعامِل كوهين (Cohen's d) بوصفه مُؤشِّرًا لقياس حجم التَّأثير

النَّاتج عن المُتغيِّر المستقلِّ المُتمثِّل في النَّموذج التَّدريسي (Cohen, et al., 2022). والجدولُ (11) يعرض قيمةَ مُعامِل كوهين التي تُبيّن حجم أثر النَّموذج التَّدريسي في المُتغيِّر التَّابع؛ وهو مهارةُ الطَّلاقة لدى الطَّالبات.

جدول (11): مُعامِل كوهين لقياس حجم أثر النَّموذج التَّدريسي في تنمية مهارة الطَّلاقة لدى طالبات المجموعة التَّجريبية

المجموعة	العدد	المُتوسِّط	الانحراف المعياري	مُعامِل كوهين	حجم الأثر
الضَّابطة	30	4.03	2.24	1.51	كبير جدًّا
التَّجريبية	30	6.67	1.03		

تشير نتائج الجدول (11) إلى وجود أثر إيجابي للنَّموذج التَّدريسي المقترح في تنمية مهارة الطَّلاقة لدى الطَّالبات. وقد أظهرت قيمةُ مُعامِل كوهين (Cohen's d) أنَّ حجمَ الأثر كان كبيرًا جدًّا؛ إذ بلغت القيمةُ (1.51)، وهو مِن مستويات التَّأثير المرتفعة (Myors & Murphy, 2023)، ويؤكِّد فاعليةَ النَّموذج في تحقيق أهدافه المُتعلِّقة بتنمية مهارة الطَّلاقة لدى الطَّالبات بصورة واضحة. وتُعَدُّ هذه النَّتيجةُ دليلًا قويًّا على كفاية النَّموذج التَّدريسي القائم على التَّعلُّم المتقاطع في تعزيز مهارة الطَّلاقة بوصفها مهارةً من مهارات التَّفكير الابتكاري.

وللتَّحقُّق من كفاية حجم العيِّنة وضمان موثوقية النَّتائج استعان الباحثان بتقنية البوتستراب (Bootstrap) المصاحبة لاختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة. والجدول (12) يعرض نتائج تقنية البوتستراب المصاحبة لاختبار ت للتَّحقُّق من دَلالة الفرق بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين في مهارة الطَّلاقة.

جدول (12): البوتستراب لاختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة للتَّحقُّق من دَلالة الفرق بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية في مهارة الطَّلاقة في اختبار التَّفكير الابتكاري

مُعامِل التَّحيُّز	الخطأ المعياري	فترات الثِّقة للبوتستراب	
		الحدُّ الأدنى	الحدُّ الأعلى
0.012	0.436	−3.500	−1.795

يَتبيَّن من الجدول (12) أنَّ الفرقَ بين القيمة الحقيقية التي حُسبت لمُتوسِّط الدَّرجات وانحرافها المعياري في المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية وقيمته المقدرة التي حُسبت من خلال البوتستراب فرقٌ صغير جدًّا (0.012) مُقارَنةً بقيمة المُتوسِّط الحقيقي، ويدلُّ على الدِّقةَّ العالية للنَّتائج، كما يتَّضح من الجدول (11) أنَّ قيمةَ الخطأ المعياري صغيرةٌ (0.436) وتدلُّ على محدودية خطأ المُعاينة في عيِّنة الدِّراسة، ومن خلال ما سبق تتَّضح كفايةُ العيِّنة للحصول على نتائجَ موثوقةٍ من خلال اختبار "ت" للعيِّنات المُستقلَّة. (Hall & Wilson, 2019)

التَّحقُّق من الفرضية الثانية:

نصّت الفرضيةُ الثانية للدِّراسة على أنه: "لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى (0.05) أو أقلَّ منه بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارة المرونة في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء". وللتَّحقُّق من هذه الفرضية استُخدم اختبارُ ت للعيِّنات المُستقلَّة، والجدول (13) يعرض نتائجَ هذا الاختبار لتحديد دَلالة الفروق في درجات الطَّالبات بين المجموعتَين في مهارة المرونة في اختبار التَّفكير الابتكاري.

جدول (13): اختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة لإيجاد دَلالة الفروق في درجات الطَّالبات في المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية في مهارة المرونة في اختبار التَّفكير الابتكاري

المجموعة	العدد	المُتوسِّط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدَّلالة
الضَّابطة	30	4.17	1.78	4.910	58	0.001*
التَّجريبية	30	6.17	1.34			

* فرقٌ دالٌّ عند مستوى الدَّلالة ($\alpha \leq 0.05$)

يتّضح من الجدول (13) وجودُ فرق ذي دَلالة إحصائية عند مستوى الدَّلالة (0.05) أو أقلَّ بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارة المرونة في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء. وتشير المُتوسِّطاتُ إلى أنَّ هذا الفرق كان لصالح المجموعة التَّجريبية؛ وهذا ممَّا يستدعي رفضَ الفرضية الصِّفرية وقَبُولَ الفرضية البديلة التي تنصُّ على وجود فرقٍ دالٍّ إحصائيًّا بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين في مهارة المرونة لصالح المجموعة التي خَضعت للمُعالَجة التَّجريبية.

وتشير هذه النَّتيجة إلى وجود أثر للنَّموذج التَّدريسي القائم على التَّعلُّم المتقاطع في مهارة المرونة لدى الطَّالبات. ولتقدير حجم هذا الأثر استخدم الباحثان مُعامِل كوهين (Cohen's d) بوصفه مُؤشِّرًا لقياس حجم التَّأثير النَّاتج عن المُتغيِّر المستقل المُتمثِّل في النَّموذج التَّدريسي.

. والجدول (14) يعرض قِيمةَ مُعامِل كوهين التي تُبيِّن حجم أثر النَّموذج التَّدريسي في المُتغيِّر التَّابع؛ وهو مهارةُ المرونة لدى الطَّالبات.

جدول (14): مُعامِل كوهين لقياس حجم أثر النَّموذج التَّدريسي في تنمية مهارة المرونة لدى طالبات المجموعة التَّجريبية

المجموعة	العدد	المُتوسِّط	الانحراف المعياري	مُعامِل كوهين	حجم الأثر
ضابطة	30	4.17	1.78	1.27	كبير جدًّا
تجريبية	30	6.17	1.34		

تشير نتائجُ الجدول (14) إلى وجود أثر إيجابي للنَّموذج التَّدريسي المقترح في تنمية مهارة المرونة لدى الطَّالبات. وقد أظهرت قيمةُ مُعامِل كوهين (Cohen's d) أنَّ حجمَ الأثر كان كبيرًا جدًّا؛ إذْ بَلغت القيمةُ (1.27)، وهو مِن مستويات التَّأثير المرتفعة (Myors & Murphy, 2023)، ويؤكِّد فاعليةَ النَّموذج في تحقيق أهدافه المُتعلِّقة بتنمية مهارة المرونة لدى الطَّالبات بصورة واضحة. وتُعَدُّ هذه النَّتيجةُ دليلًا قويًّا على كِفاية النَّموذج التَّدريسي القائم على التَّعلُّم المتقاطع في تعزيز مهارة المرونة لتكون مهارةً من مهارات التَّفكير الابتكاري.

وللتَّحقُّق من كفاية حجم العيِّنة وضمان موثوقية النَّتائج استعان الباحثان بتقنية البوتستراب (Bootstrap) المصاحبة لاختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة. والجدول (15) يعرض نتائج تقنية البوتستراب المصاحبة لاختبار ت للتَّحقُّق من دلالة الفرق بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين في مهارة المرونة.

جدول (15): البوتستراب لاختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة للتَّحقُّق من دلالة الفرق بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية في مهارة المرونة في اختبار التَّفكير الابتكاري

مُعامِل التَّحيُّز	الخطأ المعياري	فترات الثِّقة للبوتستراب	
		الحد الأدنى	الحد الأعلى
0.016	0.412	−2.791	−1.222

يَتبيَّن من الجدول (15) أنَّ الفرقَ بين القيمة الحقيقية التي حُسبت لمُتوسِّط الدَّرجات وانحرافها المعياري في المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية وقيمته المُقدَّرة التي حُسبت من خلال البوتستراب فرقٌ صغير جدًّا (0.016) مُقارَنةً بقيمة المُتوسِّط الحقيقي؛ وهذا ممَّا يدلُّ على الدِّقَّة العالية للنَّتائج، كما يتَّضح من الجدول (14) أنَّ قيمةَ الخطأ المعياري صغيرةٌ (0.412) وتدلُّ على محدودية خطأ المعاينة في عيِّنة الدِّراسة، ومن خلال ما سبق تتَّضح كفايةُ العيِّنة للحصول على نتائجَ موثوقةٍ من خلال اختبار "ت" للعيِّنات المُستقلَّة. (Hall & Wilson, 2019)

التَّحقُّق من الفرضية الثالثة:

نصّت الفرضيةُ الثالثة للدِّراسة على أنَّه: "لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى (0.05) أو أقلَّ منه بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارة الأصالة في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء". وللتَّحقُّق من هذه الفرضية استُخدم اختبارُ ت للعيِّنات المُستقلَّة، والجدول (16) يعرض نتائجَ هذا الاختبار لتحديد دَلالة الفروق في درجات الطَّالبات بين المجموعتَين في مهارة الأصالة في اختبار التَّفكير الابتكاري.

جدول (16): اختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة لإيجاد دَلالة الفروق في درجات الطَّالبات في المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية في مهارة الأصالة في اختبار التَّفكير الابتكاري

المجموعة	العدد	المُتوسِّط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحُريَّة	مستوى الدَّلالة
الضَّابطة	30	6.13	2.84	4.685	58	0.001*
التَّجريبية	30	9.23	2.25			

* فرقٌ دالٌّ عند مستوى الدَّلالة (($\alpha \leq 0.05$))

يتَّضح من الجدول (16) وجودُ فرق ذي دَلالة إحصائية عند مستوى الدَّلالة (0.05) أو أقلَّ بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارة الأصالة في اختبار التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء. وتشير المُتوسِّطاتُ إلى أنَّ هذا الفرق كان لصالح المجموعة التَّجريبية؛ وهذا ممَّا يستدعي رفضَ الفرضية الصِّفرية وقَبُولَ الفرضية البديلة التي تنصُّ على وجود فرقٍ دالٍّ إحصائيًّا بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين في مهارة الأصالة لصالح المجموعة التي خَضعت للمُعالَجة التَّجريبية.

وتشير هذه النَّتيجةُ إلى وجود أثر للنَّموذج التَّدريسي القائم على التَّعلُّم المتقاطع في مهارة الأصالة لدى الطَّالبات. ولتقدير حجم هذا الأثر استخدم الباحثان مُعامِل كوهين (Cohen's d) بوصفه مُؤشِّرًا لقياس حجم التَّأثير النَّاتج عن المُتغيِّر المستقل المُتمثِّل في النَّموذج التَّدريسي. والجدول (17) يعرض قيمةَ مُعامِل كوهين التي تُبيّن حجم أثر النَّموذج التَّدريسي في المُتغيِّر التَّابع؛ وهو مهارةُ الأصالة لدى الطَّالبات.

جدول (17): مُعامِل كوهين لقياس حجم أثر النَّموذج التَّدريسي في تنمية مهارة الأصالة لدى طالبات المجموعة التَّجريبية

المجموعة	العدد	المُتوسِّط	الانحراف المعياري	مُعامِل كوهين	حجم الأثر
ضابطة	30	6.13	2.84	1.21	كبير جدًّا
تجريبية	30	9.23	2.25		

تشير نتائجُ الجدول (17) إلى وجود أثر إيجابي للنَّموذج التَّدريسي المقترح في تنمية مهارة الأصالة لدى الطَّالبات. وقد أظهرت قيمةُ مُعامِل كوهين (Cohen's d) أنَّ حجمَ الأثر كان كبيرًا جدًّا إذ بلغت قيمتُه (1.21)، وهو مِن مستويات التَّأثير المرتفعة (Myors & Murphy, 2023)؛ وهذا ممَّا يؤكِّد فاعلية النَّموذج في تحقيق أهدافه المُتعلِّقة بتنمية مهارة الأصالة لدى الطَّالبات بصورة واضحة. وتُعَدُّ هذه النَّتيجةُ دليلًا قويًّا على كِفاية النَّموذج التَّدريسي القائم على التَّعلُّم المتقاطع في تعزيز مهارة الأصالة بوصفه مهارةً من مهارات التَّفكير الابتكاري.

وللتَّحقُّق من كفاية حجم العيِّنة وضمان موثوقية النَّتائج استعان الباحثان بتقنية البوتستراب (Bootstrap) المصاحبة لاختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة. والجدول (18) يعرض نتائج تقنية البوتستراب المصاحبة لاختبار ت للتَّحقُّق من دَلالة الفرق بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين في مهارة الأصالة.

جدول (18): البوتستراب لاختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة للتَّحقُّق من دَلالة الفرق بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية في مهارة الأصالة في اختبار التَّفكير الابتكاري

مُعامِل التَّحيُّز	الخطأ المعياري	فترات الثِّقة للبوتستراب	
		الحدُّ الأدنى	الحدُّ الأعلى
0.002	0.659	-4.369	-1.760

يَتبيَّن من الجدول (18) أنَّ الفرقَ بين القيمة الحقيقية التي حُسبت لمُتوسِّط الدَّرجات وانحرافها المعياري في المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية وقِيمته المُقدَّرة التي حُسبت من خلال البوتستراب فرقٌ صغير جدًّا (0.002) مُقارَنةً بقيمة المُتوسِّط الحقيقي ويدلُّ على الدِّقةَّ العالية للنَّتائج، كما يتَّضح من الجدول (17) أنَّ قيمةَ الخطأ المعياري صغيرةٌ (0.659) وتدلُّ على محدودية خطأ المُعايَنة في عيِّنة الدِّراسة، ومن خلال ما سبق تتَّضح كفايةُ العيِّنة للحصول على نتائجَ موثوقةٍ من خلال اختبار "ت" للعيِّنات المُستقلَّة. (Hall & Wilson, 2019)

التَّحقُّق من الفرضية الرابعة:

نصّت الفرضية الرابعة للدِّراسة على أنَّه: "لا يوجد فرقٌ دالٌّ إحصائيًّا عند مستوى (0.05) أو أقلَّ منه بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارات التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء". وللتَّحقُّق من هذه الفرضية استُخدم اختبارُ ت للعيِّنات المُستقلَّة، والجدول (19) يعرض نتائج هذا الاختبار لتحديد دَلالة الفروق في درجات الطَّالبات بين المجموعتَين في مهارات التَّفكير الابتكاري.

جدول (19): اختبار ت للعيّنات المُستقلَّة لإيجاد دَلالة الفروق في درجات الطَّالبات في المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية في اختبار التَّفكير الابتكاري

المجموعة	العدد	المُتوسِّط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحُريَّة	مستوى الدَّلالة
الضَّابطة	30	14.33	5.54	6.340	58	0.001*
التَّجريبية	30	22.07	3.73			

* فرقٌ دالٌّ عند مستوى الدَّلالة ($\alpha \leq 0.05$)

يتَّضح من الجدول (19) وجودُ فرقٍ ذي دَلالة إحصائية عند مستوى الدَّلالة (0.05) أو أقلَّ بين مُتوسِّطَي درجات طالبات المجموعتَين التَّجريبية والضَّابطة في القياس البَعْدي لمهارات التَّفكير الابتكاري في مادَّة الكيمياء. وتشير المُتوسِّطاتُ إلى أنَّ هذا الفرقَ كان لصالح المجموعة التَّجريبية؛ وهذا ممَّا يستدعي رفضَ الفرضية الصِّفرية وقَبُولَ الفرضية البديلة التي تنصُّ على وجود فرقٍ دالٍّ إحصائيًّا بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين في مهارة الأصالة لصالح المجموعة التي خَضعت للمُعالَجة التَّجريبية.

وتشير هذه النَّتيجة إلى وجود أثر للنَّموذج التَّدريسي القائم على التَّعلُّم المتقاطع في مهارة الأصالة لدى الطَّالبات. ولتقدير حجم هذا الأثر استخدم الباحثان مُعامِل كوهين (Cohen's d) بوصفه مُؤشِّرًا لقياس حجم التَّأثير النَّاتج عن المُتغيِّر المستقل المُتمثِّل في النَّموذج التَّدريسي. ويعرض الجدول (20) قيمة مُعامِل كوهين التي تُبيّن حجم أثر النَّموذج التَّدريسي في المُتغيِّر التَّابع، وهو مهارات التَّفكير الابتكاري لدى الطَّالبات.

جدول (20): مُعامِل كوهين لقياس حجم أثر النَّموذج التَّدريسي في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري لدى طالبات المجموعة التَّجريبية

المجموعة	العدد	المُتوسِّط	الانحراف المعياري	مُعامِل كوهين	حجم الأثر
ضابطة	30	14.33	5.54	1.64	كبير جداً
تجريبية	30	22.07	3.73		

تشير نتائج الجدول (20) إلى وجود أثر إيجابي للنَّموذج التَّدريسي المقترح في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري لدى الطَّالبات. وقد أظهرت قيمة مُعامِل كوهين (Cohen's d) أنَّ حجمَ الأثر كان كبيرًا جدًّا، إذ بلغت القيمة (1.64)، وهو مِن مستويات التَّأثير المرتفعة (Myors & Murphy, 2023)؛ وهذا ممَّا يؤكِّد فاعليةَ النَّموذج في

تحقيق أهدافه المُتعلِّقة بتنمية مهارات التَّفكير الابتكاري لدى الطَّالبات بصورة واضحة. وتُعَدُّ هذه النَّتيجةُ دليلًا قويًّا على كِفاية النَّموذج التَّدريسي القائم على التَّعلُّم المتقاطع في تعزيز مهارات التَّفكير الابتكاري.

وللتَّحقُّق من كفاية حجم العيِّنة وضمان موثوقية النَّتائج، استعان الباحثان بتقنية البوتستراب(Bootstrap) المصاحبة لاختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة. ويعرض الجدول (21) نتائج تقنية البوتستراب المصاحبة لاختبار ت، للتَّحقُّق من دلالة الفرق بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين في مهارات التَّفكير الابتكاري.

جدول (21): البوتستراب لاختبار ت للعيِّنات المُستقلَّة للتَّحقُّق من دلالة الفرق بين مُتوسِّطَي درجات المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية في مهارات التَّفكير الابتكاري

مُعامِل التَّحيُّز	الخطأ المعياري	فترات الثِّقة للبوتستراب	
		الحدُّ الأدنى	الحدُّ الأعلى
0.002	1.212	−10.098	−5.361

يَتبيَّن من الجدول (21) أنَّ الفرقَ بين القيمة الحقيقية التي حُسبت لمُتوسِّط الدَّرجات وانحرافها المعياري في المجموعتَين الضَّابطة والتَّجريبية وقِيمته المُقدَّرة التي حُسبت من خلال البوتستراب فرقٌ صغير جدًّا (0.002) مُقارَنةً بقيمة المُتوسِّط الحقيقي ويدلُّ على الدِّقةَّ العالية للنَّتائج، كما يتَّضح من الجدول (21) أنَّ قيمةَ الخطأ المعياري صغيرةٌ (1.212) وتدلُّ على محدودية خطأ المُعايَنة في عيِّنة الدِّراسة، ومن خلال ما سبق تتَّضح كفايةُ العيِّنة للحصول على نتائجَ موثوقةٍ من خلال اختبار "ت" للعيِّنات المُستقلَّة .(Hall & Wilson, 2019)

ثانيًا: النَّتائج النَّوعية

أولًا: تحليل البيانات نوعيًّا باستخدام التحليل الموضوعي Thematic analysis method، ذو التَّرميز المفتوح والمحوري (Creswell,2014; Miles, et al., 2014).

1. التَّرميز المفتوح:

استُخرجت رموزٌ من أقوال المُشارِكات، وتضمَّنت مفاهيمَ رئيسيةً؛ منها:

- تغيُّر الفَهْم الأوَّلي.
- ربط المفاهيم بالحياة اليومية.
- تنمية مهارات البحث وتحليل البيانات.
- تعزيز مهارات التَّعاون والثِّقة بالنَّفس.
- تفضيل النموذج التدريسي للتعلم المتقاطع على الطريقة التَّقليدية.

2. التَّرميز المحوري:

صُنِّفت الرُّموز المفتوحة في مَحاورَ كبرى تَعكِس الأثرَ التَّربوي للنَّموذج التَّدريسي المستخدم كما في الجدول (21):

المحور المحوري	الرُّموز المفتوحة المرتبطة به
التَّطوُّر في الفَهم العلمي	تغيُّر الفَهم، وربط بالحياة، والتَّعمُّق في المفاهيم
فاعلية النَّموذج التَّدريسي للتعلم المتقاطع	متعة التَّعلُّم، والتَّعليم العملي، وتفضيل تفضيل النموذج التدريسي للتعلم المتقاطع على الطريقة التَّقليدية.
تنمية المهارات البحثية والتَّحليلية	تحليل البيانات، واستخدام مصادرَ موثوقةٍ، وتنظيم الأفكار
النُّموّ الشَّخصي والاجتماعي	الثِّقة بالنفس، والتَّعاون، والتَّعبير عن الرَّأي
التَّأثير المستقبلي الممتدّ	الرَّغبة في مُواصَلة دراسة الكيمياء، وتطبيق المفاهيم في الحياة الجامعية والعملية

مناقشة نتائج البحث:

باستعراض نتائج البحث التي توصَّل إليها الباحثان يمكِن قَبولُ الفرض البديل، ونصُّه: "توجد فروقٌ ذاتُ دلالة إحصائية عند مستوى الدَّلالة (α= 0.05) بين متوسطات مهارات التَّفكير الابتكاري لطالبات المجموعة التَّجريبية والمجموعة الضَّابطة في الاختبار البَعْدي الكلِّي، ومستوياته المختلفة (الطَّلاقة، والمرونة، والأصالة)؛ وذلك لصالح متوسطات مهارات التَّفكير الابتكاري لطالبات المجموعة التَّجريبية".

وتتَّفق نتائجُ هذا البحث مع دراسات سابقة أجريت حول تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري باستخدام التَّعلُّم المتقاطع، مثل دراسات: (Jablonski, 2010; Perrow, 2017; Crawford, 2018; Fogg-Rogers, 2018; Couper et al., 2019; Foster, 2019; Gilliam, 2019; 2019; Saleh, et al., 2019; Lee et al., 2019 & Walan, 2019)؛ ويعود ذلك إلى تركيز النَّموذج التَّدريسي على جعل الطالبة محورَ التَّعلُّم من خلال أنشطةٍ ذاتِ مغزى ومهامّ تَعلُّمٍ أصيلة في بيئات غير رسمية تناولت قضايا حياتيةً؛ مثل صَبْغات الشَّعر، والكمَّادات، واستدامةِ الموارد البيئية. كما قُيِّد دَورُ المُعلِّمة في توجيه الطَّالبات بما يتناسب مع مُيولهنَّ، مع تعزيز التَّواصل والمُشاركةَ بين الأقران باستخدام وسائل التواصل الاجتماعي لزيادة مهارات التَّفكير الابتكاري.

وقد عزَّزت المُعلِّمةُ دَوْرَها في تقديمِ أنشطة مثيرة وذات مغزى، وتنظيمِ المهامّ/ وتحفيز الطَّالبات إلى التَّعامل مع مَهامَّ مُعقَّدةٍ بعد إتمام المَهامّ الميسّرة، وكذلك تقديمُ التَّغذية الرَّاجعة والتَّقييم. كما ساعدت الطَّالباتِ على رؤية الرَّوابط بين الأنشطة المدرسية وتجاربهن خارج الفصل؛ فأسهمت في تعزيز اهتمامهن باكتساب المعرفة العلمية حول موضوع الطَّاقة والتَّغيُّرات الكيميائية في سياقات مُتعدِّدة.

دعمت نتائجُ المقابلات مع عيِّنة من (9) طالبات الأدواتِ الكَميَّةَ؛ حيث أظهرت فاعلية النَّموذج التَّدريسي في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري. وأشارت المشاركات إلى تحفيزِ التَّفكير بطلاقة ومرونة، وتعزيزِ الرَّوابط بين المعارف الكيميائية وتطبيقاتها الحياتية. كما أَبْدَين تَفاعُلًا إيجابيًّا مع الأنشطة المستندة إلى التَّعلُّم المتقاطع، مما يشير إلى زيادة دافعيتهن للتعلم؛ وهذا ممَّا يعكس تَحوُّلًا في أدوار المُتعلِّمين ويعزِّز مصداقية النَّتائج.

وتتوافق نتائجُ الدِّراسة الحالية التي حُلِّلت باستخدام الأدوات الكَميَّة (الاختبار البَعْدي للتَّفكير الابتكاري) والنَّوعية (المُقابَلات الفردية) مع ما ورد في الإطار النَّظري من إشكالياتٍ وحلولٍ تربوية لتعليم الكيمياء في المرحلة الثَّانوية. وتَدعَم هذه النَّتائجُ تَوجُّهاتِ القرن الحادي والعشرين التي تشجع على التَّحوُّل من التَّعليم التلقيني إلى التَّعليم المُعتمِد على الفَهم والتَّطبيق والابتكار (Westbroek et al., 2005).

كما أظهرت النَّتائجُ الكَميَّة وجودَ فروق دالَّة إحصائيًّا لصالح المجموعة التَّجريبية في جميع أبعاد التَّفكير الابتكاري (الطَّلاقة، والمرونة، والأصالة)؛ وهذا ممَّا يَعكِس فاعليةَ نموذج التَّعلُّم المتقاطع في تعزيز التَّغيير المعرفي

والمهاري لدى الطَّالبات، ويتوافق هذا مع نظرية الاستثمار في الابتكار (Sternberg, 2006) التي تؤكِّد أنَّ الابتكارَ ينشأ في بيئة تعليمية مُحفِّزة وتفاعلية، وهو ما تَحقَّق من خلال أنشطة التَّعلُّم المتقاطع التي دمجت بين المدرسة والمواقف الحياتية الواقعية.

كما أظهرت نتائجُ التَّحليل النَّوعي وجودَ تَحوُّلاتٍ إيجابية في تَصوُّرات الطَّالبات تُجاه مادَّة الكيمياء؛ إذ انتقلن مِن رؤيتها موضوعًا صعبًا إلى اعتبارها عِلمًا مرتبطًا بحياتهن اليومية. وهذا يتماشى مع ما ذكره (Taber, 2011) من أنَّ الخبرة المجتمعية المباشرة تُسهم في تطوير الفهم الكيميائي وتقليص الفجوة بين المفاهيم المُجرَّدة والحياة الواقعية، كما يَتوافق مع نموذج التَّعلُّم المتقاطع (Sharples et al., 2015) الذي يَدمُج التَّعلُّمَ الرَّسمي وغير الرَّسمي ويبدأ من الواقع وُصولًا إلى إنتاج معرفة عميقة.

وأظهرت المُقابَلاتُ أيضًا تنميةَ مهارات تحليل البيانات والعمل الجماعي والتَّفكير النقدي؛ وهذا ممَّا يتوافق مع معايير العلوم للجيل القادم ((NGSS التي تشدِّد على دمج الممارسات العلمية والهندسية مع تحقيق فَهمٍ أعمقَ للمفاهيم. كما تتماشى هذه النَّتيجةُ مع رؤية المملكة 2030 وبرنامج تنمية القدرات البشَرية اللَّذَين يعملان على تحويل الطَّالب من مُستهلِك للمعرفة إلى مُنتج لها؛ الأمرُ تَحقَّق من خلال الأنشطة العملية والاستقصاءات التي شاركت فيها الطالبات.

وبناءً على ما سبق يمكِن القَولُ: إنَّ النَّموذجَ التَّدريسي قد أسهم في تنميةِ قُدرات الطَّالبات المعرفية وسِماتهنَّ الشَّخصية، وزيادةِ دافعيتِهنَّ لتعلُّم الكيمياء، ووفَّر لهنَّ بيئةَ تعلُّم مُتقاطعةً مُلهِمةً للتَّعلُّم، وهذه النَّتيجةُ تتَّسق مع نظرية الاستثمار في الإبداع التي تنصُّ على أنَّ التَّفكيرَ الابتكاري ثمرةُ تفاعُل القدرات المعرفية والسِّمات الشَّخصية والدَّافعية والبيئة (Sternberg, 2006).

وكذلك يمكِن القَولُ: إنَّ تَوافُقَ نتائج التَّحليلَين النَّوعي والكمِّي يُعزِّز صِدقَ تصميم الدِّراسة المختلط ذي التَّوازي المتقارب (Plano et al., 2018)؛ إذ قدَّم كلُّ نَوع من البيانات بُعْدًا تفسيريًّا مُكمِّلًا للآخَر، وأكَّد أنَّ النَّموذجَ التَّدريسي المقترح لا يحقِّق فقط تَحسُّنًا في درجات الطَّالبات، بل يخلُق بيئةً تعليميةً أكثرَ واقعيةً واستدامةً ومُشارَكةً.

التَّوصيات:

في ضَوء النَّتائج التي تَوصَّل إليها البحث أوصى الباحثان بما يلي:

1. توجيه نظر المُعلِّمات إلى الاستفادة من النَّموذج التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري في الكيمياء.
2. تدريب المُعلِّمات على استخدام النَّموذج التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع.

المقترحات:

استكمالًا للبحث التَّالي أوصى الباحثان بما يلي:

1. إجراء دراسة عن فاعلية النَّموذج التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع في تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري في موادِّ العلوم الأخرى.
2. إجراء دراسة عن فاعلية النَّموذج التَّدريسي للتَّعلُّم المتقاطع في تنمية مهارات التَّفكير المختلفة.

قيود البحث:

اقتصر هذا البحثُ على عيِّنة من طالبات الصَّفِّ الثَّاني الثَّانوي في مدرسة مُحدَّدة؛ الأمرُ الذي قد يؤثِّر في إمكانية تعميم النَّتائج على فئات أو بيئات تعليمية مختلفة. كما أنَّ مُدَّةَ التَّنفيذ كانت محدودةً خلال الفصل الدِّراسي؛ وهذا ممَّا لا يَعكِس الأثرَ طويل المدى للنَّموذج التَّدريسي على التَّفكير الابتكاري أو استدامة المهارات المكتسبة.

المراجع:

المراجع العربية:

أبو حطب، فؤاد، وصادق، آمال. (1994). علم النفس التَّربوي، ط4. القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية.

جروان، فتحي عبد الرحمن. (2007). تنمية التَّفكير: مفاهيم وتطبيقات. دار الكتاب الجامعي.

الجمال، رانيا. (2017). دراسة مقارنة لبعض تطبيقات النظم الأيكولوجية" البيئية" في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM برياض الأطفال والمدرسة الابتدائية في الولايات المتحدة وأستراليا وإمكانية الإفادة منها في جمهورية مصر العربية. مجلة التربية المقارنة والدولية،(8)3 ،.315-221

الحموز، محمد عواد. (2004). تصميم التَّدريس. دار وائل للنشر والتَّوزيع.

خان، محمد حمزة أمير. (1410). تقنين اختبار تورانس للتَّفكير الابتكاري اللفظي" النسخة أ" على المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة أم القرى،(3) ،.269-200

الخضراء، فاديه عادل. (2005). تعليم التَّفكير الابتكاري والناقد. ديبونو للنشر والتَّوزيع.

زيتون، عائش محمود. (2010). الاتجاهات العالمية في مناهج العلوم وتدريسها. عمان: دار الشروق للطباعة والنشر والتَّوزيع.

السرور، ناديا هايل. (2002). تعليم التَّفكير في المنهج المدرسي. دار وائل للنشر والتَّوزيع.

سليم، شيماء عبد السلام عبد السلام. (2010). فاعلية استخدام برنامج كورت في رفع مستوى التَّحصيل وتنمية التَّفكير الابتكاري في مادَّة العلوم لتلاميذ المرحلة الإعدادية [رسالة ماجستير غير منشورة]. كلية التربية بدمياط، جامعة المنصورة: جمهورية مصر العربية.

عثمان، شذى حامد، وصبحي، شيماء محمد، ومساعد، إيناس محمد. (2019). فاعلية استخدام إستراتيجية المدخل البصري المكاني في تنمية التَّحصيل ومهارات التَّفكير البصري في الكيمياء لدى طالبات المرحلة الثَّانوية. مجلة كلية التربية، جامعة بنها، *30*(121)، 1-35.

الغامدي، حور. (1440). فاعلية إستراتيجية العصف الذهني الإلكتروني في تدريس الفقه على تنمية مهارات التَّفكير الابتكاري لدى طالبات الصف السادس الابتدائي [رسالة ماجستير منشورة]. جامعة الباحة.

قنديلجي، عامر، والسامرائي، إيمان .(2009) .البحث العلمي: الكمي والنَّوعي. دار اليازوردي العلمية للنشر والتَّوزيع.

مجلس الشؤون الاقتصادية والتنمية. (2021). برنامج تنمية القدرات البشرية: وثيقة البرنامج

https://www.hcdp.gov.sa/

معجم المعاني. (د.ت.). قاموس ومعجم المعاني. مسترجع في 10-8-1443هـ من:

https://www.almaany.com/.

هيئة تقويم التَّعليم والتدريب. (2021). الإطار العام لمناهج العلوم في التَّعليم العامhttps://etec.gov.sa .

ثانيًا- المراجع الأجنبية:

Ainsworth, L., H., Eaton, E., S. (2010). *Formal, non-formal and informal learning in the sciences.* Onate Press, EIC Inc.

Bell, P., B. Lewenstein, Shouse, W., A., & Feder, A., M. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. The National Academies Press, Washington. D.C

BoredTeachers. (2017). *Why crossover learning is working in the classroom?*Boredteachers.Com. https://www.boredteachers.com/post/crossover-learning.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, *3*(2), 77–101.

https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Crawford, M., K. (2018). *Informal science in the classroom: how informal and formal educational institutions support science instruction*. [Master's Thesis, Eastern Washington University]. https://dc.ewu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1533&context=theses.

Cohen, R. J., Schneider, W. J., & Tobin, R. M. (2022*). Psychological testing and assessment: An introduction to tests and measurement (10th Ed.)*. McGraw Hill LLC.

Coll, R., Gilbert, J. Pilot, A., & Streller, S. (2015). How to From the Informal and Interdisciplinary Dimension of Chemistry in Teaching. In I. Eilks and A. Hofstein (Eds.), *Teaching Chemistry – A Study book: A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers* (241–268). Sense Publishers.

Couper, P.; Go, M.; Amey, A. & Limpus, C. (2019). The world science festival Brisbane's loggerhead turtle hatchery: A case study. *Teach Science*,65(3),19–25.

Creswell J. W. (2014). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Sage Publications

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). SAGE Publications.

Dawson, E. (2014). Equity in informal science education: developing an access and equity framework for science museums and science centres. *Studies in Science Education*, *50*(2), 209–247.

https://doi.org/10.1080/03057267.2014.957558

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics (5th Ed.).* SAGE Publications.

Fisher, R. (2005) *Unlocking Creativity: A Teacher's Guide to Creativity Across the Curriculum.* David Fulton.

Fogg-Rogers, L. (2018). *Learning from Engagement: Exploring Cultures of Science Communication at Live Science Events*. University of the West of England, Bristol, UK.

George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference* (16th Ed.). Routledge.

Gerber, L., B., Cavallo, L., M., A., & Marek, A., E. (2010, Nov. 26). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education,* 23(5), 535-549.

Gilliam, B. (2019, Oct.). Digitally Enhanced Crossover Learning Strategies: Connecting Formal and Informal Learning Environments. *The Journal of Global Business Management, 15*(2).

Hall, P., & Wilson, S. R. (2019). *The bootstrap and its application in econometrics.* Cambridge University Press.

Joseph, B., Joseph, A., Cleetus, A., Kuriakose, L., Joy, S. T., & others. (2023). Crossover learning is an innovative strategy for environmental education. *Journal of Survey in Fisheries Sciences, 10*(25). PP: 2285-2291. https://sifisheriessciences.com/journal/index.php/journal/article/view/1215.

Jablonski, D. (2010). *NGSS and Science Museums: How Learning Progressions Can Inform Field Trip Lesson Planning for Informal Science Centers*. [Master's Project, the University of Wyoming]. https://doi.org/10.15786/13687069.v3

Lin, L., Yang, X., Yang, L., & Xu, B. (2019). Innovation of internet teaching model based on organic philosophy of whitehead. In J. C. Hung et al. (Eds.). *Frontier Computing* (pp. 831-480). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3648-5_104

Lee, P., S., & Foster, D. (2019). *The Out-of-School STEM Ecosystem in Hong Kong Third Report 2017-2018.* Croucher Foundation.

Lucas, B., &Spencer, E. (2017). *A Practical Guide to Teaching Creative Thinking Paperback*. Crown House Publishing.

Mani, B. U.; Aliyu, F. & Aliyu, H. (2020). *Creativity in Teaching Chemistry Education for Sustainable National Security.* Annual Virtual National Conference Organized by Institute of Education, University of Nigeria Nsukka.

Mariana, S.; Syam, U. K. & Hijrah. (2023). The Analysis of Formal and Informal Learning in Crossover Learning Strategy to Students' Activeness at SMP Negeri 29 Makassar. *English Language Teaching Methodology*, 3(1), 69 –79.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). SAGE.

Myors, B., & Murphy, K. R. (2023). *Statistical power analysis: A simple and general model for traditional and modern hypothesis tests (5th Ed.).* Routledge.

Nash, R, Jang, J., &Nguyen, P. (2016). *Crossover Pedagogy*: A Rationale for a New Teaching Partnership Between Faculty and Student Affairs Leaders on College Campuses. Information Age Publishing.

National Research Council) NRC). (2007). *Taking Science to School*. Washington, DC: National Academic Press

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. The National Academies Press. https://www.nextgenscience.org/

Norqvist, L., & Leffler, E. (2017). Learning in non-formal education: Is it "youthful" for youth in action? *International Review of Education*, 63, 235-256.

Nwuba, I. S., Egwu, O. S., Awosika, O. F., & Osuafor, A. M. (2023). Fostering secondary school students' interest in biology using numbered heads together cooperative instructional strategy. *The Universal Academic Research Journal*, 5(2), 48-56. https://doi.org/10.55236/tuara.1136342.

Panke, S.(2017). Crossover learning. *AACE*. https://www.aace.org/review/crossover-learning/

Perrow, M. (2017). Strengthening the Conversation in Blended and Face-to Face Courses: Connecting Online and In-Person Learning with Crossover Protocols. College Teaching, 65(3), 97-105. http://dx.doi.org/10.1080/87567555.2017.1300869

Putri, S. E., Arthamena, V. D., Retiyanto, H. F., Shiddiqi, M. H. A., & Suyanta, S. (2024). Creative thinking skills in chemistry learning: A systematic literature review. *JPPIPA*, 10(4), 158–167. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.6343.

Raviv, D. (2023). Innovative Thinking: Desired Skills and Related Activities. Paper presented at *Annual Conference & Exposition* on 23-08-2023, Pittsburgh, Pennsylvania. USA.

Saleh, Salmiza, Azila Muhammad, Azila, & Syed Abdullah, Syed, Muhammed (2019). STEM Project-Based Approach in Enhancing Conceptual Understanding and Inventive Thinking Skills Among Secondary School Students. *Journal of Nusantara Studies 2020, 5*(1), 234-254. http://dx.doi.org/10.24200/jonus.vol5iss1pp234-254

Salman, F. H. & Riley, D. R. (2019). Technology-mediated assessment in crossover learning assessment design (CLAD): *A Case from Sustainable Engineering Design Education*. In Yu. Z. & Dean C. (Eds.), Handbook of mobile teaching and learning (2nd ed.). Springer.

Seechaliao, Thapanee. (2017, Ju., 9). Instructional Strategies to Support Creativity and Innovation in Education. *Journal of Education and Learning, 6*(4), 201-208. doi:10.5539/jel. v6n4p201 URL: http://doi.org/10.5539/jel.v6n4p201

Sharples, M., Adams, A., Alozie, N., Ferguson, R., Fitzgerald, E., Gaved, M., Mcandrew, P., Means, B., Remold, J., Rienties, B., Roschelle, J., Vogt, K., Whitelock, D., & Yarnall, L. (2015). *Innovating pedagogy 2015*: Open University Innovation Report 4. Milton Keynes: The Open University. Retrieved from https://iet.open.ac.uk/file/innovating_pedagogy_2015.pdf

Sharple, N. (2019). *Practical Pedagogy*: 40 New Ways to Teach and Learn. NY: Routledge.

Singiser, R., Meyers, J., Kloepper, K., & Crawford, G. (2020). *Communication in Chemistry.* American Chemical Society.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory* (2nd ed.). SAGE.

Sternberg, R. J. (2006). *The nature of creativity. Creativity Research Journal,* 18(1), 87-98.

Taber, K. S., & Tan, K. C. D. (2007). Exploring learners' conceptions of chemical bonding. Research in Science & Technological Education, 25(3), 329–346. Nova Science Publishers. https://doi.org/10.1080/02635140701535298

Taber, K. S. (2011). Constructivism as educational theory: Contingency in learning, and optimally guided instruction. In J. Hassaskhah (Ed.), *Educational theory* (pp. 39–61).

Treffinger, J. D., Schoonover, F., P., & Selby, C., E. (2013). *Educating for Creativity and Innovation: A Comprehensive Guide for Research-Based Practice*. Routledge.

Unaited nation, (2015). *The Paris Agreement.* Retrieved from: https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement

Walan, S. (2019, Aug 5). The dream performance – a case study of young girls' development of interest in STEM and 21st century skills, when activities in a makerspace were combined with drama. *Research in Science & Technological Education, 39*(1).

Westbroek, H., Klaassen, K., Bulte, A., Pilot, A. (2005). Characteristics of Meaningful Chemistry Education. In: Boersma, K., Goedhart, M., de Jong, O., Eijkelhof, H. (eds) Research and the Quality of Science Education. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-3673-6_6.

Xing, T., & Danhui, Z. (2020). How informal science learning experience influences students' science performance: a cross-cultural study based on Pisa 2015, *International Journal of Science Education, 42*(2), 598-616.
DOI:10.1080/09500693.2020.1719290