فاعلية تفكير التصميم Design thinking في تعلم الكيمياء على تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى طلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية

إعداد
أ.م.د/ دعاء سعيد محمود إسماعيل

أستاذ المناهج وطرق تدريس الكيمياء المساعد
بقسم المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم
كلية التربية جامعة بنها
Doaa.ismail@fedu.bu.edu.eg

رقم الإيداع: ٢٤٣١٣ ISSN: 2536 – 914 E. ISSN: 2735-4245
المجلة معرفة علي دوريات بنك المعرفة المصرى، و Edu Search دار المنظومة

فاعلية تفكير التصميم Design thinking في تعلم الكيمياء على تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى طلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية

أ.م.د/ دعاء سعيد محمود إسماعيل*

المستخلص

استهدف البحث الحالي تحديد فاعلية تفكير التصميم في تعلم الكيمياء على تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى طلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية؛ ولتحقيق ذلك تم إعداد قائمة بمهارات الحل الإبداعي للمشكلات اللازمة لطلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية، وإعداد كتاب الطالب في بعض موضوعات الكيمياء البيئية وفقًا لتفكير التصميم وكذلك دليل المحاضر. وتم إعداد اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء وتطبيقه قبليًا على مجموعة الدراسة المتمثلة في ٤٨ طالبًا بالفرقة الثالثة بشعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها؛ حيث اعتمد البحث على التصميم التجريبي ذي المجموعة الواحدة ذو التطبيق القبلي والبعدي وبعد الانتهاء من دراسة موضوعات الكيمياء البيئية وفقًا لتفكير التصميم تم تطبيق الاختبار بعديًا. وتوصلت نتائج البحث إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة $\alpha \leq 0.01$ بين متوسطات درجات الطلاب في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في المهارات الرئيسة والمهارات الفرعية للحل الإبداعي للمشكلات المتضمنة في اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية للاختبار لصالح التطبيق البعدي.

الكلمات المفتاحية: تفكير التصميم - مهارات الحل الإبداعي للمشكلات - المرحلة الجامعية - برنامج إعداد معلم الكيمياء - الكيمياء البيئية - مناهج الكيمياء.

* أستاذ المناهج وطرق تدريس الكيمياء المساعد كلية التربية جامعة بنها

The effectiveness of the Design thinking in chemistry learning for developing creative problem solving among chemistry students in Education faculties

Dr. Doaa Said Mahmoud Ismail*

Abstract

The present research aimed to determined the effectiveness of design thinking in learning chemistry for developing creative problem solving skills among chemistry sections at faculties of Education. In order to achieve this objective, a list of creative problem solving skills which are necessary for chemistry section students were developed. The instructor handbook and the student book in environmental chemistry in the light of the design thinking were also prepared. The participants of the study consisted of 48 students enrolled in the third chemistry year chemistry section, who learned environmental chemistry topics according to design thinking. The instruments of the study included creative problem solving tasks in chemistry. The research relied on a one group experimental design. The study findings revealed that there was a statistically significance difference at 0.01 between the scores means of the pre-application and those of the post-application on creative problem solving skills (main skills – sub-skills) test, in favour of the latter.

Key words: design thinking – creative problem solving - chemistry teacher preparation program – chemis.try curriculum – university level- environmental chemistry.

* assisant professor of curriculum and chemistry teaching methods, facuty of Education- Benh Unveristry

المقدمة والاحساس بالمشكلة:

تُعد الكيمياء تخصص علمي يهتم بدراسة المادة وخصائصها والتغيرات التي تحدث والطاقة المصاحبة لها من خلال تطبيقاتها الواسعة، وأصبحت الكيمياء جانبًا أساسيًا من حياة الإنسان ولديها إمكانات ممتازة للمستقبل. فمن خلال تعلم الكيمياء يتم توجيه الطلاب لتطوير المعرفة الأساسية حول كيفية العيش في العالم، بما في ذلك كيفية التعامل مع المشكلات والتصرف كأفراد مسؤولين. ومع ذلك لا يزال الطلاب يعتبرون الكيمياء موضوعًا مُعقدًا للدراسة بسبب طبيعتها المجردة ولغتها الفريدة، لذلك يرون الكيمياء كجزء مُنفصل من الحياة. ولذا يلعب معلموا الكيمياء دورًا أساسيًا في تقريب الكيمياء من الطلاب من خلال التعلم السياقي والفعال والهادف. (Mardiah, Rahmawati, Harum, & Hadiana, 2022,1509-1510)

ويؤكد تفكير التصميم على التفكير التكاملي حيث يوجه الطلاب إلى التفكير بشكل شامل واستكشاف البدائل والقيود المختلفة للحصول على أفكار مبتكرة. فتفكير التصميم هو عملية لحل المشكلات وطريقة تفكير بدأت في مجال التصميم، وفكرة إبداعية تؤكد التعاطف وتصور الأفكار.. (Yang, Kim, & Kang, 2020,160)

ومن ثم يساهم تفكير التصميم في الابتكار في تكنولوجيا المعلومات والإدارة والبحث، كما أنه يحقق نتائج مبتكرة في التعليم؛ حيث يساعدنا التفكير الشامل والمتمحور حول الإنسان في تفكير التصميم على النظر إلى مختلف القضايا التي نواجهها في المجتمع ككل وفي حياتنا اليومية من وجهات نظر مختلفة. كما يساعد على تعزيز مهارات التعاون والتواصل من خلال حل المشكلات بناءً على أنشطة الفريق، والتركيز على الأشخاص ذوي الخبرات المختلفة في مختلف المجالات، ونتيجة لذلك، يمكن إيجاد حلول أفضل. وعلى الرغم من أن تفكير التصميم هو وسيلة للمصممين لحل المشكلات، إلا أن تطبيقه ينطبق على جميع الأشخاص الذين يواجهون المشكلات ويحلونها في الحياة ومن حولهم، لذلك يجب نشر منهجية تفكير التصميم من خلال التعليم. (Yang, et al, 2020,160)

ويمثل تفكير التصميم عملية مبتكرة تعتمد على معرفة الواقع لتوليد تحديات يمكن الرد عليها بطريقة إبداعية وتعاونية. وعلى الرغم من كونه في البداية جزءًا من عالم تصميم منتجات الأعمال، إلا أنه حظي مؤخرًا بقبول كبير في عالم التعليم للإمكانيات التي يوفرها. بالإضافة إلى أنه يُزيد الإبداع لدى الطلاب، كما يتمتع تفكير التصميم بالعديد من الفوائد على المستوى التعليمي، من بينها: حل المشكلات، وزيادة التعاون وتعزيز الابتكار. فعند استخدام هذه العملية الإبداعية أثناء عملية التدريس والتعلم، يتم توليد سلسلة من الفوائد لكل من الطلاب والمعلمين. مما يؤدي إلى زيادة تحفيز الطلاب من خلال استكشاف سيناريوهات جديدة. (Llorent-Vaquero, & Ortega-Tudela, 2021,1-2)

ويركز التعلم المعتمد على التصميم على دمج مشاريع التصميم في الفصل الدراسي لتعزيز مهارات الحل الإبداعي للمشكلات ودعم الطلاب بتعلم محتوى المناهج الدراسية من خلال المشاركة في العالم الحقيقي والتحديات المشتركة بين المناهج الدراسية. (Alarcón, Hernández, Pala, Navarrete, & Llorens, 2019, 10139)

كما يُعزز تفكير التصميم الابتكار وحل المشكلات والتعاون في التعليم. ويسمح للمشاركين بالعمل بنجاح في فرق متعددة التخصصات؛ لأنهم يحلون مشكلات واقعية صعبة بشكل خلاق. ولذا يُنظر إلى تفكير التصميم على أنه مدخل قوي وفعال التأثير على الابتكار الذي يمكن دمجه في مجال التعليم وغيرها من المجالات. ومع ذلك فإن ما يميز تفكير التصميم عن الأساليب المبتكرة الأخرى هو أنه يركز على العملية بدلًا من المنتج. (Ortega-Tudela, Diaz-Pareja, Cámara-Estrella, & Lorent-Vaquero, 2021, 328-329)

ويُعتبر تفكير التصميم عملية ديناميكية تكرارية تنقسم إلى خمس مراحل محددة، هي: التعاطف، التعريف/التحديد، التفكير، النموذج الأولي والاختبار. أما التعاطف فهو المرحلة الأولى من عملية تفكير التصميم، وتركز على المستخدم وتسمح للطلاب بتخصيص إفتراضاتهم الخاصة حول المشكلة من أجل اكتساب نظرة ثاقبة للمستخدمين واحتياجاتهم. المرحلة الثانية هي التعريف/ التحديد وفيها يقوم الطلاب بتجميع المعلومات التي جمعوها خلال مرحلة التعاطف من أجل تحديد المشكلات الأساسية. أما في المرحلة الثالثة التفكير (Ideate) يكون الطلاب مستعدون لبدء توليد الأفكار، وتحديد حلول جديدة للمشكلة التي تم تحديدها في المرحلة الثانية. وفيها يتم توليد أكبر عدد ممكن من الأفكار الجديدة من أجل العثور على أفضل حل. وخلال مرحلة النموذج الأولي Prototype يتعين على الطلاب تحديد أفضل حل ممكن لكل مشكلة من المشكلات؛ حيث يقوم الطلاب بتنفيذ الحلول داخل النماذج الأولية، وتجربتها، واحدة تلو الأخرى. وفي المرحلة الأخيرة (الاختبار) يقوم الطلاب باختبار المنتج الكامل باستخدام أفضل الحلول التي تم تحديدها خلال مرحلة النماذج الأولية. ولقد ثبت أن هذه المنهجية تعمل على تحسين التدريس والتعلم وهي مفيدة لكل من المعلمين والطلاب. (Ortega-Tudela, et al, 2021, 328-329)

ومن مظاهر الاهتمام بتفكير التصميم وجود العديد من المؤتمرات التي اهتمت بتفكير التصميم في التعليم، منها: المؤتمر الحادي عشر حول التعليم وتكنولوجيات التعلم الجديدة 11th International Conference on Education and New Learning Technologies المنعقد في ١-٣ يوليو ٢٠١٩ في مايوركا أسبانيا Mallorca, Spain والذي اهتم بالتعلم القائم على التصميم وأهميته لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى الطلاب في التعليم، والمؤتمر السنوي الافتراضي للمجتمع الأمريكي لتعليم الهندسة 2021 ASEE (ASEE

American Society for Engineering Education) Virtual Annual Conference المنعقد في ٢٦-٢٩ يوليو ٢٠٢١ الذي اهتم بضرورة دمج تفكير التصميم في الهندسة الكيميائية Chemical Engineering، وكذلك المؤتمر الدولي للتعلم القائم على التصميم وطرق البحث على التصميم International Conference on Design-Based Learning and Design-Based Research Methods ICDBLDBRM المنعقد في الفترة ١-٢ فبراير ٢٠٢٢ في أكولاندا، نيوزلندا Auckland, New Zealand ،ومؤتمر معلمي تفكير التصميم لعام ٢٠٢٢ التابع لجامعة رويال رودز Royal Roads University's Design Thinking Educators' Conference حول قيادة تفكير التصميم في الفصل الدراسي ومكان العمل Leading Design Thinking in the Classroom and the Workplace المنعقد في ٥-٦ مارس عام ٢٠٢٢، وكذلك المؤتمر الثانويEDUCAUSE Annual Conference حول تطبيق تفكير التصميم والإبداع في التعليم العالي Applying Design Thinking and Innovation in Higher Education، المنعقد في ٢٥-٢٨ أكتوبر عام ٢٠٢٢ في دنفر ، كولورادو Denver, Colorado، والمؤتمر الدولي للتعلم القائم على التصميم وطرق البحث على التصميم المنعقد في الفترة ١-٢ فبراير ٢٠٢٣ في ملبورن أستراليا.

وهناك العديد من الدراسات التي أكدت على أهمية تفكير التصميم وضرورة توظيفه في مناهج الكيمياء، منها: دراسة (Tan, Hölttä-Otto, & Anariba,2019) التي طورت ونفذت فرص التعلم القائم على التصميم لتطبيق مبادئ الكهروكيميائية. ودراسة (Debije, 2019) التي طورت مقرر مشروع معملي في التعلم القائم على التصميم في الكيمياء. ودراسة (Yang, et al, 2020) التي قدمت برنامج فصل الكيمياء القائم على "تفكير التصميم" كإستراتيجية تعليمية. وكذا دراسة (Mondaca, Wright, Chavarria, & Fahrenkrug, 2021, 1954) حيث طورت تمرينًا معمليًا تعليميًا قائمًا على التصميم لإدخال التحليل الدقيق، والفصل الكيميائي، والتصميم العاملي لطرق التجربة في مقرر مقدمة للتحليل الآلي. أما دراسة (Mardiah, et al, 2022) فقدمت نموذج تفكير التصميم STEAM-PjBL وأثره على المهارات القابلة للتحويل لمعلمي الكيمياء قبل الخدمة. ودراسة (Ananda, Rahmawati, & Khairi, 2022) التي دمجت تفكير التصميم مع STEAM-PjBL في عملية الأكسدة والاختزال الكيميائي.

ومع تعقيد مشكلات الحياة في القرن الحادي والعشرين تم تحديد الحل الإبداعي للمشكلات كمهارة أساسية للنجاح. وعلى النقيض من حل المشكلات الروتيني، باستخدام مسارات حل مباشرة وقابلة للتكرار، حيث توصف مشكلات اليوم بأنها معقدة. لتوليد الاحتمالات التي يمكن أن تعالج المشاكل المعقدة بشكل فعال، يحتاج

الأفراد إلى الاعتماد على أعلى مستوى من الفكر البشري - الإبداع. ويعتمد حل المشكلات الإبداعي بشكل واضح على التفكير الإبداعي الفعال ويعززه. (Puccio, Klarman & Szalay,2022,298-299)

ويُعد المعلمون المدربون جيدًا هم مفتاح النجاح التعليمي للطلاب؛ لأنهم الأشخاص الذين يقدمون التوجيه لإلهام الطلاب لحل المشكلات، وامتلاك مهارات خارقة في حل المشكلات الإبداعي وتوليد أفكار مبتكرة وتطوير حلول أكثر فعالية للمشكلات. ولذا يجب على المدرسين كمصممين مبدعين العمل بطرق إبداعية تركز على المتعلم وتقوم على الأدلة لتحسين ما يقومون به. (Liu, Gu, & Xu, 2023, 2)

وبالنظر إلى التحديات العديدة التي تواجه المجتمع اليوم فإن القدرة على الانخراط في الحل الإبداعي للمشكلات من أهم أدوات البقاء التي يمتلكها البشر. وهناك ضرورة لتطوير مهارات الطلاب على الحل الإبداعي للمشكلات من خلال إشراكهم في حل مشكلات العالم الحقيقي. (Alhusaini, 2016,15).

وتعد القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات ضرورية ومهمة للغاية لإتقانها، ويجب أن تصبح أحد اهتمامات المعلمين عند التدريس في المدارس. فمن خلال القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات يتم حل المشكلات بطريقة جديدة. (Fiteriani, Diani, Hamidah, & Anwar, 2021,1.2)

ومن مظاهر الاهتمام بتنمية الحل الإبداعي للمشكلات: تأكيد المعايير الأكاديمية المرجعية لقطاع كليات التربية (الهيئة القومية لضمان الجودة والاعتماد، ٢٠١٣، ١٠-٢٠) على ضرورة تنمية الإبداع ومهارات حل المشكلات العلمية والمجتمعية لدى خريجي قطاع العلوم الأساسية (برنامج إعداد معلم الكيمياء للتعليم العام).

وهناك العديد من المؤسسات التي اهتمت بالحل الإبداعي للمشكلات، ومنها: مؤسسة الملك عبد العزيز للموهبة والإبداع بالمملكة العربية السعودية والتي قدمت العديد من البرامج للطلاب الموهوبين من أجل تطوير إمكاناتهم الكامنة إلى أقصى مستوى، وكذا حساب مهارات التفكير الناقد والإبداعي لديهم، وتطبيق المبادئ العلمية لحل مشكلات العالم الحقيقي. (Alhusaini, 2016,15). ومؤسسة التعليم الإبداعي Creative Education Foundation في الكلية الجامعية الحكومية في بافلو، في نيويورك التي أسسها أليكس أوزبورن. (Lee, O'Mahony, & Lebeck, 2023, 120). ومعهد الحل الإبداعي للمشكلات التابع لمؤسسة التعليم الإبداعي. بالإضافة إلى منظمة الحل الإبداعي للمشكلات بولاية تكساس.

أما المؤتمرات التي اهتمت بالحل الإبداعي للمشكلات، فهي: المؤتمر العالمي الخامس للعلوم التربوية 5th World conference on Educational Sciences – WCES2013 المنعقد في ٦-٨ فبراير ٢٠١٣ في روما، إيطاليا. (Çetinkaya, 2014, 3722 – 3726)، مؤتمرات ERPA (المطبوعات

والبحوث التعليمية) الدولية للتعليم ERPA (Educational Researches and Publications) International Congresses on Education 2018 المنعقد في ٢٨يونيو- ١ يوليو ٢٠١٨ في إسطنبول بتركيا. (Kaçan, & Şahin, 2018, 1-8)، والمؤتمر الدولي الثالث لتعليم العلوم والرياضيات 3th International Conference on Mathematics and Sciences Education (ICoMSE) 2019 المنعقد في ٢٦- ٢٨ أغسطس ٢٠١٩ في مالانج بإندونسيا (Subarkah, Latif, & Dewi . Malang, Indonesia Sundari, 2018).، ومؤتمر ندوة الباحثين الشباب حول تعليم العلوم والبيئة Young Scholar Symposium on Science Education and Environment (YSSSEE) المنعقد يومي ٢٢-٢٣ سبتمبر ٢٠٢٠ في لامبونج Lampung ، إندونسيا Indonesia .

وهناك العديد من الدراسات التي اهتمت بضرورة تنمية الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء، ومنها: دراسة (أحمد،٢٠١٥)، ودراسة (إسماعيل،٢٠١٥)، ودراسة (أحمد، عبد الوهاب& إسماعيل، ٢٠١٧)، ودراسة (عسيري،٢٠١٩)، ودراسة (Chen, Tsai, Liu, & Chang,2021)، ودراسة (Heliawati, Afakillah, & Pursitasari, 2021) .

في حين إجراء دراسة استطلاعية على مجموعة قوامها (٣٢) طالبًا وطالبةً من طلاب الفرقة الثالثة ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها من خلال تطبيق اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء تضمن سبع مشكلات لقياس مهام الحل الإبداعي للمشكلات[١]. وأوضحت نتائج الدراسة الاستطلاعية ضعف مهارات الحل الإبداعي للمشكلات. ولم يتمكن الطلاب من تقديم حلول للمشكلات حيث تمكن ١٨ طالبًا فقط بالنسبة للمشكلة الأولى من صياغة هدف واحد للمشكلة واستطاع ١١ طالبًا من تحديد أولوية واحدة للمشكلة وهي كفاءة العملية، في حين تم ذكر بيان واحد فقط وهو كثافة الأوكتان من قبل ٦ طلاب ونوع الاحتراق من قبل طالب واحد. أما بالنسبة للمشكلة الثانية تمكن ٧ طلاب من تحديد هدف واحد للمشكلة وهو حساب المحتوى الحراري وحدد ٤ طلاب الأولوية في حساب المحتوى الحراري. أما المشكلة الثالثة تمكن ١١ طالبًا من تحديد الهدف وهو حساب الحجم المولي وعين ٣ طلاب أولوية واحدة للمشكلة معرفة قيمة الحجم المولي. واستطاع ٣ طلاب فقط تحديد هدف للمشكلة الرابعة وهو تعيين أكبر عدد ممكن من كميات الديناميكا الحرارية. واقتصرت المشكلة الخامسة على تحديد والأولوية وحساب عدد جزيئات فوق أكسيد الهيدروجين. أما المشكلة السادسة قام طالبان بتحديد الهدف وتحديد بيانات المشكلة. في حين تمكن ٣ طلاب من تحديد الهدف من المشكلة السابعة وهو تحويل ٢ ميثيل ١ بيوتين إلى ٢ ميثيل ٢ بيتانول.

[١] تم الاستعانة باختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات دراسة (إسماعيل،٢٠١٥)

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث الحالي في ضعف مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لدى دارسي الكيمياء بكلية التربية

أسئلة البحث:

وللتصدي لهذه المشكلة يسعي البحث للإجابة عن السؤال الرئيسي الاتي:

- ما فاعلية تفكير التصميم Design thinking في تعلم الكيمياء على تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟

ويتطلب ذلك الاجابة عن الأسئلة الفرعية الآتية:

١- ما مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء اللازمة لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟

٢- ما فاعلية تفكير التصميم Design thinking في تعلم الكيمياء على تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلي:

- تحديد مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء اللازمة لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء.
- توظيف تفكير التصميم في تعلم موضوعات الكيمياء
- تحديد فاعلية تفكير التصميم في تعلم الكيمياء على تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية

أهمية البحث:

تتمثل أهمية البحث الحالي في الآتي:

- إعداد قائمة بمهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء التي ينبغي تنميتها في برنامج إعداد معلم الكيمياء لتوجيه انتباه القائمين على تطوير برامج إعداد معلم الكيمياء في تطوير مقررات الكيمياء بما يسمح بتضمين المواد والأنشطة التي تنمي تلك المهارات.
- بناء موضوعات في الكيمياء البيئية في ضوء تفكير التصميم لتوجيه الباحثين ومُعدي ومُطوري المناهج بضرورة بحث إعداد مقررات للكيمياء في ضوء تفكير التصميم.
- إعداد كتاب طالب وفقًا لتفكير التصميم لمساعدة القائمين على تطوير برامج إعداد معلم الكيمياء في إعداد مقررات للكيمياء في ضوء تفكير التصميم.

- إعداد دليل للمحاضر في ضوء تفكير التصميم وتوضيح كيفية توظيف مراحله لتوجيه انتباه القائمين على تطوير برامج إعداد معلم الكيمياء إلى توظيف إطار تفكير التصميم في الكيمياء
- مساعدة أعضاء هيئة التدريس في بناء اختبارات مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على: مجموعة من طلاب الفرقة الثالثة شعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها وعددهم ٤٨ طالبًا وطالبةً.

منهج البحث:

اتبع البحث الحالي المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعة التجريبية الواحدة ذو القياس القبلي والبعدي

مصطلحات البحث:

تفكير التصميم:

تفكير التصميم هو عملية ومجموعة من المهارات ومجموعات التفكير Mind-Sets التي تساعد الأشخاص على حل المشكلات من خلال حلول جديدة. كما أنه مجموعة من الأدوات والأساليب التي يُمكن استخدامها في العديد من المواقف. ويُمكن أن تشتمل منتجات تفكير التصميم على أشياء جديدة وهياكل جديدة وأفكار جديدة وطرق جديدة للتواصل والعمل. حيث يتعلق الأمر بتعلم أن تكون مفاهيميًا، وأن تتصرف عمليًا، في تغيير جزء من العالم إلى الأفضل. (Goldenman, 2017,210)

ويتضمن مُدخَلا يُركز على المُستخدم ويقوم على التعاطف، ويهدف إلى إنشاء حلول من خلال اكتساب نظرة ثاقبة لاحتياجات الناس. كما يتضمن أيضًا إنشاء نماذج أولية مفاهيمية (وعاملة في بعض الأحيان) يتم تحسينها من خلال التعليقات والاختبار مع المستخدمين النهائيين، والاستجابة لاحتياجاتهم، والتصميم ببراعة. (Goldenman, 2017,210)

الحل الإبداعي للمشكلات:

يُعرف بأنه "دمج للعمليات التحليلية أو المعرفية وعمليات التخيل الإبداعية، وموجهة نحو تحديد المشكلة واستكشاف البدائل/الخيارات، وتوليف المعرفة السابقة في طرق إبداعية، وتقييم معايير الحل الأمثل/ الأفضل، وتطبيق للمشكلة في طريقة (سلوك) فعالة" (Huefftle, 1992,9)

كما تُعرف القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات CPS بأنها: عملية أو طريقة أو نظام للتعامل مع المشكلات بشكل تخيلي، وبأفكار للبحث عن مختلف الإجراءات الممكنة في كل خطوة من خطوات عملية حل المشكلات؛ حيث تجمع قدرة الحل الإبداعي للمشكلات بين قدرتين بطريقة متوازنة، وهما: القدرات التحليلية والتخيلية، وعمليات التفكير الموجودة في قدرة الحل الإبداعي للمشكلات هي

التفكير التباعدي والتفكير التقاربي. وتتضمن مؤشرات القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات: الاكتشاف الموضوعي objective finding، وتقصي الحقائق fact-finding، وإيجاد المشكلة، والأفكار، والحلول، والقبول. (Fiteriani, et al, 2021,1.2)

التعريف الإجرائي للحل الإبداعي للمشكلات:

هو حل المشكلات مفتوحة النهاية أو ضعيفة البناء ويضمن فهم التحديات من خلال تشكيل الفرص وتحديد البيانات، والقدرة على تحديد المشكلة الحقيقية وصياغتها وتوليد الأفكار للوصول لحل يتميز بالجدة والأصالة والتنفيذ للتحضير لدى طلاب الفرقة الثالثة ببرنامج إعداد معلم الكيمياء ويقاس باختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات.

الإطار النظرى للبحث:

التفكير التصميمي Design thinking

يُعد تفكير التصميم هو مدخل ابتكار تم تطويره في جامعة ستانفورد، ويُمثل تفكير التصميم Design thinking منهجية تُركز على إيجاد الحلول للمشكلات. وتتضمن هذه المنهجية مهام، مثل: فهم الاحتياجات البشرية، وإعادة صياغة المشكلة بطرق تتمحور حول الإنسان، وخلق العديد من الأفكار في جلسات العصف الذهني، واتخاذ مدخل عملي في النماذج الأولية والاختبار a Hands-on approach in prototyping and testing . (Thi-Huyen, Xuan-Lam, & TU, 2021, 31) (Wolthaus, & GrÖger, 2022,124)

وعلى الرغم من صياغة كلمة تفكير التصميم في عام ١٩٥٩ إلا أن إستراتيجيات التصميم التي يُشير إليها كانت موجودة منذ أوائل الخمسينات في القرن الماضي؛ حيث كان هربرت أ. سيمون Herbert A. Simon هو الشخص الذي وضع الأساس لتطوير هذا النظام. حيث وصف عملية من ثمان خطوات لكيفية توصل الإنسان إلى حلول إبداعية. (Thi-Huyen, et al , 2021, 31)

وبدأ تدريس تفكير التصميم في جامعة ستانفورد في عام ١٩٨٠. (Thi-Huyen, et al , 2021, 31)، والذي يُعد بمثابة أداة تسمح للطلاب بتطبيق العمليات التحليلية والإبداعية والتكرارية أثناء التجربة والنماذج الأولية وجمع التغذية المرتدة وإعادة التصميم. وعلاوة على ذلك يتم تطبيق تفكير التصميم لمنهجية بحثية بغرض تحويل نتائج البحث التربوي (التعليمي) إلى ممارسة تعليمية مثل تطوير التصميم Designette. (Tan, et al,2019,256)

ويُعد التعلم القائم على التصميم مدخل تربوي قائم على الاستقصاء Inquiry based pedagogical approach الذي يُمثل نقلة نوعية Paradigm shift في نقل مجموعات المهارات المهمة من خلال التعلم الإبداعي والتطبيقي. وتعود جذور التعلم القائم على التصميم DBL إلى البحث القائم على التصميم Design Based Research DBR ، وهو مدخل تربوي يتضمن (دمج) التصميم المعملي

التجريبي Empirical experimental design لدراسة بيئات التعلم بشكل منهجي من خلال استخدام منهجيات التصميم التعليمي Instruction design methodologies والأدوات التكنولوجية بغرض إظهار الابتكارات والممارسات التعليمية educational practices and innovations القائمة على أساس نظري. (Tan, et al,2019, 256)

ويعتمد التعلم القائم على التصميم DBL بقوة على عناصر تفكير التصميم elements of design thinking التي يُمكن القول إنها مهارات القرن الحادي والعشرين، والتي يتم تعريفها على أنها الحاجة إلى قدرات تحليلية وإبداعية في اكتشاف وتعريف وتطوير وتقديم وجمع الملاحظات والتكرار. (Tan, et al ,2019,256)

وتم اقتراح التعليم القائم على التصميم DBL لجعل تعلم العلوم أكثر جاذبية وملاءمة للطلاب؛ حيث يُعتبر طريقة تدريس قائمة على الاستقصاء تجمع بين مزايا التعلم القائم على المشروع وحل المشكلات من خلال التصميمات الإبداعية creative designs للطلاب. ويهدف مدخل التعلم القائم على التصميم DBL إلى مساعدة الطلاب على بناء الفهم العلمي ومهارات حل المشكلات في العالم الحقيقي من خلال إشراكهم في تصميم القطع الأثرية design of artifacts. كما لاحظ عدد من الباحثين مزايا التعلم القائم على التصميم كوسيلة لزيادة تحفيز الطلاب. وتطوير المهارات المعرفية العليا. وتعزيز السمات الشخصية وبين الشخصية Personal and interpersonal traits. عندما يتم منح الطلاب الفرصة لكي يبتكرون بشكل إبداعي شيئًا يناسب احتياجاتهم ويحل مشكلة ما. ويكتسبون احترام الذات وإحساسًا أكبر بالمسئولية عن تعلمهم. (Kim, Suh, & Song, 2015, 576,577)

ماهية تفكير التصميم:

عرف براون (٢٠٠٨) أن التفكير التصميمي هو منهجية لتنفيذ الابتكار من خلال الجمع بين الأساليب الإبداعية والتحليلية مع إطار محوره الإنسان من خلال التعاون متعدد التخصصات.(Mardiah, et al, 2022.1510)

في حين عرف برانون (Brannon, 2022, 36) تفكير التصميم بأنه "عملية تُمكن الطلاب من حل المشكلات، وتوليد الأفكار الإبداعية، والتوصل إلى حلول تُلبي احتياجات الأشخاص. (Brannon, 2022, 36)

أما نيلسون وستولتمان Nelson and Stolterman عرفا تفكير التصميم بأنه شكل مركب من الاستقصاء، يتألف من مداخل حقيقية ومثالية وواقعية لاكتساب المعرفة. (Brannon, 2022, 36)

وقد عرف ستيجلياني و السباخ Stigliani, Elsbach تفكير التصميم بأنه: مدخل لحل المشكلات يستخدم الأدوات التي يتم استخدمها تقليديًا من قبل مصممو العمليات والبيئات والمنتجات التجارية. ووفقًا لـ Cochrane and Munn، فإن

العناصر الثلاثة الرئيسية للتفكير التصميمي، هي: البحث القائم على الملاحظة، وصنع الحس البصري، والنماذج الأولية السريعة. وتوصف عملية تفكير التصميم النموذجية على أنها دورة (١) التعاطف والمراقبة، (٢) تحديد المشكلة، (٣) إنشاء الأفكار، (٤) النماذج الأولية، (٥) الاختبار. (Panke, 2019, 283)

ويعُرف السباخ و ستيجلياني (Elsbach & Stigliani,2018) تفكير التصميم بأنه: إطار عمل للحل الإبداعي للمشكلات بناءً على العمليات التي يستخدمها خبراء في مجالات التصميم (مثل الهندسة المعمارية والهندسة) للاستفادة من التفاعل بين استكشاف المعرفة الجديدة والمعرفة الحالية. (Kane, 2019,14)

كما ذكرت جين (2011) أن الحل من خلال تفكير التصميم يعني إيجاد إجابات أفضل من خلال استكشاف البدائل المختلفة القائمة على الفضول والتعاطف والصبر. (Yang, et al, 2020,160)

ومن ثم يُمكن تعريف تفكير التصميم على أنه: طريقة تمثيلية لحل المشكلات يمكن أن تُسفر عن نتائج مبتكرة من خلال اشتقاق بدائل مختلفة من خلال الملاحظة والتعاطف مع البشر. (Yang, et al, 2020,160)

ولذا يُعد تفكير التصميم عملية ومجموعة من المهارات ومجموعات التفكير Mind-Sets التي تساعد الأشخاص على حل المشكلات من خلال حلول جديدة.كما أنه مجموعة من الأدوات والأساليب التي يمكن استخدامها في العديد من المواقف. وتشتمل منتجات تفكير التصميم على أشياء جديدة وهياكل جديدة وأفكار جديدة وطرق جديدة للتواصل والعمل. يتعلق الأمر بتعلم أن تكون مفاهيميًا، وأن تتصرف عمليًا، في تغيير جزء من العالم إلى الأفضل. (Goldenman, 2017,210)

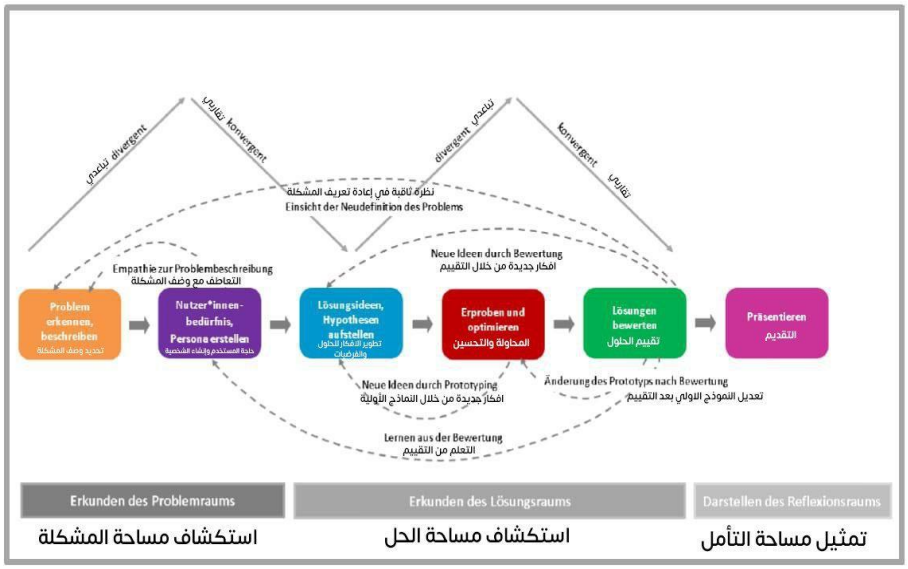
ويتضمن مدخًلا يركز على المستخدم وقائمًا على التعاطف ويهدف إلى إنشاء حلول من خلال اكتساب نظرة ثاقبة لاحتياجات الناس. كما يتضمن أيضًا إنشاء نماذج أولية مفاهيمية (وعاملة في بعض الأحيان) يتم تحسينها من خلال التعليقات والاختبار مع المستخدمين النهائيين، والاستجابة لاحتياجاتهم، والتصميم ببراعة. (Goldenman, 2017,210)

وانسجامًا مع ما سبق يُمكن تعريف تفكير التصميم على أنه: طريقة إبداعية لحل المشكلات والتي تستمد نتائج مبتكرة من خلال إيجاد الاحتياجات المحتملة من خلال التعاطف مع الناس وتطبيقها على تطوير المنتج أو التصميم. ويمكن أن يطلق عليه منهجية تفكير التصميم التي تقدم العملية على أنها منهجية لحل المشكلات ومنهجية عملية بحيث يمكن استخدامها في المجالات العامة وغيرها. (Yang, et al, 2020,160)

عملية تفكير التصميم Design thinking process

يشبه عملية التفكير التصميمي المدخل الذي يتبعه المصممون في عملهم. استنادًا إلى مفاهيم مماثلة. ويعمل هذا المدخل على المراحل الموضحة في الشكل

(١). والتي يتم تمريرها تدريجيًا من خلال الأسهم السميكة. ومع ذلك فهناك أيضًا إمكانية التراجع في العملية (الخطوط المتقطعة)، على سبيل المثال إذا أدركت أن النموذج الأولي لا يُلبي احتياجات المستخدم بشكل كافٍ. يتم تحويل العميلة إلى الدرس، وهي العملية التي تبدأ من مشكلة معقدة يتم التعرف عليها ووصفها، يبحث الطلاب بشكل مستقل عن الأساليب الأولية لحلها. وينصب التركيز على احتياجات المستخدمين المحتملين، والتي يجب أن تأخذ وجهة نظرهم ليتم اختبار أفكار الحلول. وبالتالي يتم إنتاج أول نموذج أولي، ويُمكن تقييم النموذج الأولي بناءً على المعايير ذالتي يُمكن تخصيصها لأحد جوانب الجدوى أو الكفاءة الاقتصادية أو احتياجات المستخدم. والاستنتاج هو تقديم النموذج الأولي الخاص بك في الفصل. (Wolthaus, & GrÖger, 2022,125,126)



شكل ١ مراحل عملية التفكير (Wolthaus, & GrÖger, 2022,126)

ويعتبر تفكير التصميم بشكل عام عملية منظمة مفتوحة النهاية تركز على احتياجات المستخدم. حيث يعمل فريق متعدد التخصصات في غرفة تعزيز الإبداع. ويتم تشغيل مراحل مختلفة حيث يمكن دائما الوصول إليها مرة أخرى (إجراء تكراري). وبالتالي بمكن استخدام الأخطاء بشكل بناء. (مراحل متباينة) يتم فيها جمع الكثير من الأفكار أو المعلومات بالتناوب مع المراحل المتقاربة (مراحل متقاربة) حيث يتم اتخاذ القرارات لمزيد من الإجراءات. يتمثل الهدف الوسيط الحاسم في تطوير النماذج الأولية التي تعمل كأساس للاختيار والتطوير الإضافي. (Wolthaus, & GrÖger, 2022,124)

ومن ثم يُمكن لمدخل تفكير التصميم دمج بعض المهارات، مثل :(الاتصال والتعاون والتفكير الناقد والإبداع) بسهولة في مفهوم تعليمي جديد لدروس الكيمياء. وفي بعض دول العالم يتم استخدام تفكير التصميم بالفعل في المدارس. وتقدم مؤسسة HOPP مزيدًا من التدريب للمعلمين، كما تقوم شركة Simens باختبار تفكير التصميم في مدارس جنوب إفريقيا وتشيلي. ومع ذلك لا يوجد حتى الآن متغيرات تنفيذ مفصلة لدروس الكيمياء. ويتم وضع قيمة خاصة لتعزيز الإبداع من أجل جذب المزيد من الطلاب الذين لا يهتمون بالدروس التي يتم التحكم فيها عن كثب لإظهار اهتمامهم بالأسئلة الكيميائية. (Wolthaus, & GrÖger, 2022,125)

مراحل تفكير التصميم:

يهدف تفكير التصميم إلى تعزيز إبداع الطلاب، ويسعى إلى تطوير التعاطف وإلهام الأفكار والحث على العمل لحل المشكلات بفعالية. لذا فهو يُعد مدخل تعليمي مُتعدد التخصصات تم تكييفه، واستخدامه لتطوير مهارات التفكير الناقد وفهم أعمق للعلاقات بين التصميمات التي يُطورها الطلاب لحل المشكلات من خلال استخدام نهج تأملي وإبداعي. تُستخدم مجموعة متنوعة من المهارات، بما في ذلك الرسم، والنماذج المادية، والعصف الذهني، وعلم الجمال، وتركيز العقل كمستخدم، وتطبيق عملية التصميم، للكشف عن التعلم الجديد الذي يركز على إنشاء التصميمات والمنتجات الجديدة (الاكتشاف والتفسير والأفكار، التجريب، وتطور حلول التصميم). وتشمل نتائج التعلم بهذه الطريقة تنمية مواقف الطلاب وسلوكياتهم وأنماط تفكيرهم كمصممين، فضلًا عن نمو قدرتهم على التعامل مع الصعوبات. و يعد تفكير التصميم في الأساس عملية ابتكار للأفكار وتقييمها واختيار مسار العمل. (Ananda, et al , 2022,354)

ويتم استخدام نماذج مختلفة من التفكير التصميمي، مثل: نموذج المراحل التكرارية الخمس لمدرسة ستانفورد دي Stanford d.school's five iterative stages (التعاطف Empathize ، التحديد Define ، التفكير Ideate ، النموذج الأولي Prototype ، الاختبارTest)، نموذج عملية IDEO the IDEO process model (الاكتشاف Discovery والتفسيرInterpretation والتفكيرIdea,tion والتجريبExperimentation Evolution)، تم اعتماد نموذج الماسة المزدوجة المكون من أربع خطوات the four-step Double Diamond model (اكتشاف Discover ، تحديد Define ، تطوير Develop وتسليمDeliver)، وما إلى ذلك، تم تبنيها في التعليم. (Li, & Zhan, 2022,2)

وعلى الرغم من وصف مراحل أو مسافات تفكير التصميم بطريقة خطية ومحددة مسبقًا، فإن تفكير التصميم DT هو عملية متعددة الأوجه وفوضوية ومعقدة؛ حيث أنه عملية تكرارية تُعيد صياغة المشكلة بشكل متكرر للعثور على جوهرها ثم تحلل الحلول الممكنة للعثور على أفضل الحلول، مما يسمح بإنشاء

"جسور إبداعية" بين المشاكل والحلول. وقد يبدو DT فوضويًا في البداية، ولكن أثناء المشروع، يفهم المشاركون العملية ويرون المعنى ويحققون نتائج أكثر انعكاسًا. ولهذا السبب، فإن شخصية الميسر المناسب ضرورية. (Calavia, Blanco, Casas, & Dieste, 2023,2)

وتتضمن مراحل تفكير التصميم عند بلاتنر، الموصوفة في مقال عن عملية التفكير التصميمي ، موضحة في الشكل (٢) . (Ananda, et al , 2022,354)

شكل ٢ مراحل التفكير التصميمي (Ananda, et al , 2022,354)

١) **التعاطف Empathize:** تسعى مرحلة التعاطف إلى التعرف على المصمم (المستخدم) وإظهار اهتمامه (التعاطف) وقدرته على إنتاج حلول مبتكرة وذات مغزى؛ حيث تركز منهجية التفكير التصميمي على الإنسان وهي مبنية على التعاطف. ومن ثم يصبح التعاطف جزءًا مهمًا من عملية التفكير التصميمي لأنه يمكن أن يلقي الضوء على طريقة تفكير الناس وشعورهم. وتتميز مرحلة التعاطف بمشاركة المستخدم، والتفاعل مع المستخدمين، والمقابلات مع المستخدمين، وملاحظات سلوك المستخدم في ظروف الحياة الواقعية، واستيعاب تجربة المستخدم.

٢) **التعريف/ التحديد Define** وفيها ستعرض عملية تقييم وتوليف نتائج تعاطف الفرد مع الاحتياجات المتعلقة بالمشكلات وفهم المشكلات. وتهدف هذه المرحلة إلى إنشاء بيانات مشكلة مهمة ومحاولة الحصول على فهم شامل للمستخدم وبيئة التصميم. نظرًا لأنه يحدد إطارًا للتحدي، حيث إن تحديد إطار المشكلة أمرًا مهمًا لعملية التصميم.

٣) **التفكير Ideate** وفيها يتم ابتكار أفكار جديدة، بغرض استكشاف مساحة أكبر للعديد من الأفكار المختلفة بالإضافة إلى الاختلافات فيما بينها؛ حيث يركز التفكيرideate بشكل أساسي على توليد الأفكار، وتقديم الموارد لإنشاء نماذج أولية، وإعطاء المستخدمين حلولًا إبداعية.

٤) **النموذج الأولي prototype** ويتم فيها الكشف عن الأفكار وحل المشكلات والتواصل وبدء المحادثات واختبار الحلول المحتملة والإشراف على عملية إنشاء الحلول؛ حيث يمكن إنشاء النماذج الأولية بعدة طرق مثل الشكل الملموس الذي يشرك المستخدمين، كما يمكن أن تأخذ النسخة منخفضة الدقة

من النموذج الأولي شكل لوحة العمل أو لعبة تقمص الأدوار أو عنصر ملموسًا أو خدمة.

٥) **الاختبار Test** وتتضمن إجراء الاختبارات وتطوير تجارب المستخدم ومطالبة الأشخاص بالمقارنة لتحسين الأفكار والنماذج الأولية وفهم المستخدمين بشكل أفضل (وجهه نظر). وتوفر هذه المرحلة فرصة لتحسين الحلول المطورة؛ لأنه يمكن طلب مدخلات المستخدمين في النماذج الأولية. (Ananda, et al , 2022,355)

ميزات تفكير التصميم The features of Design Thinking

يمكن تلخيص ميزات تفكير التصميم على النحو الآتي: (Müller-Roterberg,2018.1)

- أنه مدخل تكاملي integrative approach : وهذا يعني أنه لحل المشكلات يتم النظر في عملية حل المشكلات جنبًا إلى جنب مع شروط إطارها؛ حيث يتم النظر في تحليل المشكلة وتطوير الحلول بشكل منهجي وشامل في شكل عملية يشارك الخبراء على تنوعهم لتحليل المشكلات وتطوير الحلول ويدخلون في التبادل مع بعضهم البعض.
- تم تصميم بيئة العمل لهذه العملية لتعزيز الإبداع؛ حيث يجب على الفرد مراعاة العناصر (Ps) الثلاثة three Ps of Design Thinking للتفكير التصميمي: (الأشخاص People) يجب مراعاة الأشخاص (الكائن البشري)، و(العملية Process) (عملية حل المشكلات)، والمكان Place (مساحات العمل) لتطوير فكرة ناجحة. يمكن أن يكون P الرابع هو الشراكات Partnerships، حيث يجب إشراك عدد كبير من الشركاء في تطوير وتنفيذ الأفكار.
- يركز على التوجه المبكر للعميل early customer orientation : يبدأ تفكير التصميم بالناس وليس بهدف التكنولوجيا أو العمل. وفي النهاية يجب أن يكون للعميل تأثير حاسم على قرارات "go / stop" في العملية. فلم يعد من الكافي سؤال العملاء عن أدوات أبحاث السوق الكلاسيكية؛ لأنه غالبًا ما تؤدي الطرق التقليدية لأبحاث السوق إلى نتائج مخيبة للآمال.
- يؤكد التعاطف Empathy : وهو العنصر المركزي؛ حيث يجب أن يضع الفرد نفسه في موقع العميل / المستخدم وأن يراقبه بالتفصيل. فيمكن أن يخلق التعاطف مسافة بين الشخص المبتكر من جهة والقرب من العميل من جهة أخرى. بمعنى آخر هذا المدخل يخلق توجهًا نحو العملاء. وبالتالي يمكن أن تتماشى التطورات بشكل أفضل مع العملاء، وإذا لزم الأمر، تحديد أولوياتها إلى أي مدى يمكن أن تلبي احتياجات ورغبات هؤلاء العملاء.

- تسعى جاهدة لجعل الأفكار ملموسة في مرحلة مبكرة: فيجب إنشاء النماذج الأولية Prototypes في أسرع وقت ممكن - وهذا ينطبق أيضًا على الخدمات غير المادية. كما إنها ليست مسألة اختبار منتج شبه مكتمل (مثالي)، بل على العكس تمامًا: يجب فحص الوظائف، الميزات، الخصائص الفردية أو أنشطة عرض المنتج / الخدمة من قبل العميل. والحد الأقصى عند إنشاء أو اختيار نموذج أولي هو: أبسط ما يمكن، ذو مغزى.

أهمية تفكير التصميم في تعليم الكيمياء

- يعد تفكير التصميم وثيق الصلة بالتعليم؛ حيث يسمح للطلاب بتطوير المهارات الشخصية مثل التعاون أو حل المشكلات أو الابتكار. ومن بين هذه الكفاءات، يبرز الإبداع. ويُعد الإبداع هو القدرة على حل المشكلات وهو أحد أهم مهارات التفكير في القرن الحادي والعشرين. (Calavia, et al , 2023,3)
- وتؤكد الخصائص التي تركز على الإنسان والموجهة نحو التعاطف للتفكير التصميمي من خلال التأثيرات التعليمية. ومن بين التأثيرات التعليمية للتفكير التصميمي تم إثبات فعاليته على الإبداع، وتم تطبيق "التعليم القائم على التصميم" كتعليم إلزامي في المملكة المتحدة منذ أواخر الثمانينيات، و "K-12 استنادًا إلى التصميم" في الولايات المتحدة يتم تشجيع البرنامج. (Yang, et al, 2020,160)
- تحسين القدرة على حل المشكلات والإبداع فيما يتعلق بتصورات وخبرات المدربين والمتعلمين في عملية تطبيق تفكير التصميم على التعليم كدراسة حالة في جامعة سنغافورة. وفي كوريا كان هناك عدد من الدراسات التي تفيد بأن تصميم التعليم القائم على التفكير فعال في تحسين القدرة على الإبداع والتفكير الإبداعي. إضافة إلى العديد من نتائج البحث التي تفيد بأن تفكير التصميم يعزز القدرة على حل المشكلات.(Yang, et al, 2020,160)
- تحسن الانغماس والقدرة على التعلم، حيث قدم يونهي لي وجينمي تاي Jinmi Tae & Eunhye Lee (2017) نتائج بحث تظهر تحسنًا في الاهتمام بالرياضيات والعلوم. كما استنتج كوون يونغ غوك وليم سيونغ تايك (٢٠١٧) إلى الاهتمام بالآخرين والثقة في أفكارهم الخاصة حيث تم تحسين مزايا تفكير التصميم التعاطف المعرفي والعاطفي. وأكدت هيو جيونغ كيم وزملاؤها (٢٠١٦) أيضًا التأثير المعرفي للطلاب على الكفاءة التعليمية لـ STEAM من خلال تفكير التصميم.(Yang, et al, 2020,160)
- يعتمد تفكير التصميم على فريق، ويتم التعبير عن التفكير المتباين والمتقارب والتفكير العاطفي ديناميكيًا في عملية حل المشكلات، لذا فإن منهجية تفكير التصميم غير مألوفة إلى حد ما للمتعلمين الذين هم على دراية بأساليب التعلم التقليدية. على وجه الخصوص، فعند تدريس تفكير التصميم

لأول مرة قد يكون من الصعب على المتعلمين تنفيذ المشروع بنجاح إذا لم يتعرف المدرب على قدرات المتعلمين وحدودهم. (Yang, et al, 2020,160)

- تم تسمية التفكير التصميمي في العديد من النصوص كطريقة للتعليم الإبداعي. حتى أن بعض الأدبيات ذهبت إلى أبعد من ذلك لتذكر أن أي إدراج للتفكير التصميمي سيتطلب تفكيرًا إبداعيًا. وتشير الأدبيات الأخرى إلى أن المكون الإجرائي للتفكير التصميمي هو العامل الرئيسي لتعزيز الإبداع أيضًا. (Brannon, 2022, 37)
- وعلاوة على ذلك يتم تطبيق التفكير التصميمي لإعداد الطلاب لحياتهم المستقبلية وحياتهم المهنية من خلال تعزيز الكفاءات، مثل: الإبداع والتعاون والتواصل والتفكير الناقد، أو ما يسمى بمهارات القرن الحادي والعشرين. لمساعدة الطلاب على الانخراط بشكل أفضل في عملية التفكير التصميمي وفهم المبادئ الأساسية للتفكير التصميمي. (Li, & Zhan, 2022,2)
- ولقد أثبت تفكير التصميم إنه مفيد في معالجة المشكلات المعقدة الغير محددة أو الغير معروفة. (Thi-Huyen, et al , 2021, 31)
- ويسعي التعلم القائم على التصميم DBL إلى تقديم طلاب ذوي فهم علمي عميق ومهارات حل لمشكلات العلم الحقيقي (تقديم فهم عميق للطلاب ومهارات حل لمشكلات العالم الحقيقي). وعلاوة على ذلك فإن التعلم القائم على التصميم DBL لديه القدرة على جعل تعلم مفاهيم العلوم (المفاهيم العلمية) جذابة وذات صلة بالطلاب. (Tan, et al, 2019,256)
- يُعد التفكير التصميمي هو "عملية تحليلية وإبداعية تُشارك الشخص في فرص لتجربة نماذج وإنشاء نماذج أولية لها وجمع التعليقات وإعادة التصميم". ويهدف التفكير التصميمي أيضًا إلى حل المشكلات غير المحددة بشكل جيد. ويستخدم التفكير التصميمي في السياقات التعليمية لدعم كل من أساليب التعلم القائم على المشروع والمشكلات بينما يساعد الطلاب أيضًا على العمل في تخصصات متعددة. وعلاوة على ذلك يمكن اعتبار المعلمين مصممين بسبب الروابط بين التفكير التصميمي والتصميم التعليمي. وضع ريتشارد بوكانان الأساس لأول مرة لجدل المعلمين كمصممين عندما وصف المصممين بأنهم أشخاص يبحثون عن "التكامل الملموس للمعرفة"، ويجمعون بين "النظرية والممارسة لأغراض إنتاجية جديدة". (Brannon, 2022, 56)

ومن الدراسات التي اهتمت بالتفكير التصميم Design thinking (التعلم القائم على التصميم Design based learning)

هدفت دراسة دوران، هوفت، لوسون، مجاهد، وأورادي، (Duran, Höft, Lawson, Medjahed, & Orady, 2014) إلي بحث تأثير برنامج ما بعد

المدرسة القائم على التصميم والاستقصاء التعاوني على تعلم تكنولوجيا المعلومات / العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM لطلاب المدارس الثانوية الحضرية - باستخدام تكنولوجيا المعلومات في سياق التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)؛ حيث استخدمت الدراسة تصميم طرق مختلطة، تضمنت مجموعة الدراسة ٧٧ مشاركًا ضمن مجموعتين cohort groups، كل واحدة تشارك في فترة معالجة مدتها ثمانية عشر شهرًا. تم جمع البيانات وتحليل مشاريع تكنولوجيا المعلومات / العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات للمشاركين، وتقارير التقييم الخارجية، ومقابلات المتابعة. وأشارت النتائج إلى أن البرنامج كان له تأثير كبير على مهارات الطلاب في التكنولوجيا وتكنولوجيا المعلومات / العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، وتكرار استخدام التكنولوجيا، وفهم استخدام تكنولوجيا المعلومات في المجالات الموجهة نحو العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. ودرجة معينة من التأثير على تغييرات المواقف تجاه تكنولوجيا المعلومات / العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والتطلعات المهنية في هذه المجالات كانت واضحة أيضًا. كما أوضحت الدراسة أن تجارب تكنولوجيا المعلومات المرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات المدعومة من خلال إستراتيجيات التعلم التعاوني المعززة بالتكنولوجيا والاستقصاء والتصميم لها تأثير كبير على تعلم تكنولوجيا المعلومات / العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات لطلاب المدارس الثانوية الحضرية.

ودراسة أندرسون، تيمز، وحاجهاشمي (Anderson, Timms, & Hajhashemi, 2014) التي لستهدفت تقديم دراسة حالة لاستخدام إستراتيجيات وخطوات تفكير التصميم في الجامعات الأسترالية عبر مجالات تخصصات متعددة وفي أوضاع مختلفة، بما في ذلك موضوعات عبر الإنترنت وجهًا لوجه، وكذلك بحث تصورات أعضاء هيئة التدريس بالجامعة فيما يتعلق بتفكير التصميم. واستخدم أعضاء هيئة التدريس لإستراتيجيات تفكير التصميم عند التخطيط للمقرر، وتضمن جزء التقييم الرئيسي للطلاب استخدام تفكير التصميم لإنشاء نشاط تعليمي مبتكر قائم على الويب لطلابهم في المدرسة. وتوصلت النتائج إلى أن طلاب الجامعات يمكنهم استخدام إستراتيجيات تفكير التصميم بنجاح لتحسين تصميمهم لأنشطة التعلم عبر الإنترنت للطلاب في المدارس، وأنه يمكن للأعضاء هيئة التدريس بالجامعات استخدام تفكير التصميم بنجاح لتحسين تصميم المواد الجامعية عبر الإنترنت. وكان للمدربين تصورات متباينة ولكنها متوافقة فيما يتعلق بمفهوم تفكير التصميم وفائدته.

أما دراسة كيم وآخرون (Kim, et al, 2015) استهدفت دمج العلوم في بيئة التعلم القائم على التصميم لفصل العلوم بالصف الخامس؛ ولتحقيق ذلك تم تطوير منهج تعليمي قائم على التصميم من خلال البحث القائم على التصميم لفصل العلوم الذي يعتمد على التكنولوجيا. وفرت هذه الدراسة الاستكشافية نظرة أعمق في

جوانب تجربة الطلاب من أنشطة التعلم القائم على التصميم (DBL) لطلاب الصف الخامس. وتضمنت مجموعة الدراسة ٣٦ طالبًا بالصف الخامس بإحدى مدارس شمال كاليفورنيا. وباستخدام البحث القائم على التصميم (DBR)، أجريت هذه الدراسة على سلسلة من أنشطة تعلم العلوم التي استفادت من الهواتف المحمولة مع التطبيقات وأجهزة الاستشعار ذات الصلة. تم ملاحظة ثلاث ورش عمل مختلفة في التعلم القائم على التصميم DBL لفهم تأثيرات التعلم المحتملة وتطوير منهج يتم إعادة تأكيده كجزء من DBR. تم تزويد الطلاب الذين شاركوا في هذه الدراسة بموارد لتصميم تجربتهم الخاصة، وتشجيعهم على الانخراط في حل المشكلات من خلال التفكير الجماعي وتصميمات الحلول، ودعمهم في توثيق وتقييم والإبلاغ عن الظواهر الطبيعية المضمنة من بيئة التعليم التكاملي. وأشارت النتائج الرئيسة إلى أنه يمكن تعزيز الظهور والتطور والانغماس في بيئة التعلم القائم على التصميم كمنظور تربوي.

وهدفت دراسة روزا (Rosa, 2016) إلى تحديد كيف تساهم منهجية التعلم القائم على التصميم Design based learning (DBL) في نمو الطلاب في مجالات المهارات المتعلقة بالإبداع وكيف تساهم في نمو المعلمين في استخدام الإستراتيجيات التعليمية لتعزيز الإبداع. كما هدفت إلى استكشاف إستراتيجيات لقياس النمو الإبداعي للطلاب باستخدام تقييمات موثوقة؛ ولتحقيق ذلك تم إجراء دراسة متعددة الحالات عبر ثلاث حالات: الحالة الأولي مدرسة ثانوية شاملة في جنوب كاليفورنيا حيث يقوم أربعة معلمين بالتدريس باستخدام منهجية DBL. الحالة الثانية مدرسة ثانوية للتعليم البديل في جنوب كاليفورنيا حيث يقوم أربعة معلمين بالتدريس باستخدام منهجية DBL. الحالة الثالثة مجموعة من أربعة معلمين مسجلين حاليًا في برنامج الماجستير في الفنون في التعليم مع التركيز على منهجية DBL في Cal Poly، بومونا. في وقت هذه الدراسة، كان هؤلاء المعلمين الأربعة يدرسون في أربع مدارس مختلفة؛ ثلاثة في المدارس الابتدائية وواحد في مدرسة ثانوية في جنوب كاليفورنيا. وتم إجراء مجموعات التركيز والمقابلات الفردية مع المشاركين من المعلمين. بالإضافة إلى ذلك، تمت ملاحظة البيئة الصفية المادية لكل معلم من أجل توثيق أدلة على إستراتيجيات التدريس الإبداعية ونتائج الطلاب. أوضحت نتائج الدراسة أن القدرات الإبداعية زادت لدى الطلاب عندما أشركهم المعلمون في أنشطة متنوعة قائمة على مهارات مرتبطة بمنهجية التعلم القائم على التصميم DBL، مثل بناء النماذج، وتقديم حلول شفهية للمشكلات، والتعاون في اتخاذ قرارات بشأن تجربة التعلم الخاصة بهم. ولُوحظت الزيادة في القدرات الإبداعية للطلاب التي وصفها المعلمون المشاركون بالتنسيق مع زيادة ثقة الطلاب، والملكية، والمرونة، والمشاركة.

وهدفت دراسة ألتان، ياماك، كيريكايا، وكافاك (Altan, Yamak, Kirikkaya, & Kavak, 2018) إلى إجراء دراسة متعمقة لتأثير برنامج التعلم

القائم على التصميم Design Based learning (DBL)program على معلمي العلوم قبل الخدمة على تنمية مهارات اتخاذ القرار وآرائهم فيما يتعلق بتأثير برنامج التعلم القائم على التصميم DBL على مهارات اتخاذ القرار؛ ولتحقيق ذلك الهدف تم استخدام التصميم المتكامل المدمج لمدخل الطريقة المختلطة a mixed-methods approach. وفي الجزء الكمي، تم استخدام تصميم تجريبي من مجموعة واحدة تطبيق قبلي بعدى. أما في الجزء الكيفي تم استخدام تصميم متعدد الحالات (مضمن). وتضمنت مجموعة الدراسة الخاصة بالجزء الكمي من البحث ٣٦ مدرسًا للعلوم قبل الخدمة تم تحديدهم من خلال طريقة أخذ العينات الملائمة. في حين تضمنت مجموعة الدراسة الكيفية من ٦ مدرسين للعلوم قبل الخدمة روعي تنوعهم. وقد تم جمع البيانات الكمية للدراسة من خلال اختبار مهارات اتخاذ القرار. وتم استخدام ورقة عمل أنشطة التعلم القائم على التصميم DBL والمقابلات شبه المنظمة كبيانات كيفية. وأشارت النتائج إلى وجود اختلاف كبير بين مهارات اتخاذ القرار الخاصة بالمشاركين في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي للاختبار لصالح التطبيق البعدي. كما تم تحديد أن عمليات اتخاذ القرار المتعلقة بتحدي التصميم الذي تم الكشف عنه من مواقف الحياة الحقيقية كانت تحديد المشكلة وتقييم البدائل وتطبيقات القرار وخطوات القرار والتطبيق.

أما دراسة تان وآخرون (Tan, et al ,2019) فقد استهدفت تطوير و تنفيذ فرص التعلم القائم على التصميم لتطبيق مبادئ الكهروكيميائية في تصميم خاص Designette من خلال تقديم نشاط تصميم يدوي a hand-on design activity يسمي مصمم الكيمياء الكهربائية electrochemistry designette الذي يدمج تفكير التصميم بهدف تعزيز مفاهيم الكيمياء الكهربائية، وتقديم أفكار النماذج الأولية prototyping ideas ، وتشجيع مشاركة الطلاب في الصف، وتعزيز الإبداع. ويتيح نشاط التعلم النشط هذا الذي يقع في واجهة التصميم والكيمياء الكهربية (مدخل الطرق المختلطة) للطلاب تجربة تفكير التصميم كأداة إبداعية من خلال تطبيق المبادئ الكهروكيميائية. تضمنت مجموعة الدراسة ٣٥ طالبًا من جامعة سنغافورة للتكنولوجيا والتصميم، وشمل الطلاب من برنامج التعلم المتكامل ٢ في الكيمياء. سمح التصميم الخاص designette للطلاب بالتصميم والنموذج الأولي prototype، من مجموعة تصميم النماذج الأولية المتاحة، وهو جهاز كهروكيميائي مكون من ٦ خلايا قادر على تشغيل ٤ صمامات ثنائية باعثة للضوء (LED). يتكون الجهاز الكهروكيميائي من أزواج قطب كهربائي مكونة من أقطاب كهربائية من النحاس والزنك والألومنيوم والقصدير، جنبًا إلى جنب خمر الأرز Rice wine ومحلول $CuSO_4$ كإلكتروليتات متصلة عبر دبابيس وأسلاك وثقوب. سمح التصميم designette بالتقييم المباشر والموضوعي لأداء الطلاب من خلال ثلاث بارامترات مهمة: (١) عدد النماذج الأولية التي تم إنشاؤها، و(٢) الطاقة التي يتم تسخيرها بواسطة الجهاز الفولتية، و(٣) عدد إجمالي مصابيح

LED التي يتم تشغيلها بواسطة الجهاز.. وتم تقييم إبداع الطلاب من خلال استخدام اختبار الاستخدامات البديلة للإبداع الذي تم تسجيله ل (٤) كمية الأفكار، و (٥) متوسط الجدة لكل طالب. علاوة على ذلك تم تقييم فعالية التصميم designette كأداة تربوية للتعلم القائم على التصميم (DBL) من خلال اختبارات الكيمياء الكهربائية قبل وبعد المشاركة في تصميم الكيمياء الكهربية. وبشكل عام أظهرت النتائج أن التصميم المصمم designette حسن قدرة الطالب على استدعاء المعلومات، وبالتالي تعزيز تجربة التعلم للطلاب. أظهر الطلاب الذين شاركوا في التصميم الإحصائي درجات أعلى بشكل ملحوظ في تقييم الكيمياء الكهربائية بعد التصميم.

ودراسة ديبيجي (Debije, 2019) التي استهدفت تطوير مقرر مشروع معملي للتعلم القائم على التصميم Design based learning DBL؛ ولتحقيق ذلك الهدف تم تقديم مخطط تفصيلي مقرر تعليمي معملي قائم على التصميم Design based learning لطلاب البكالوريوس في السنة النهائية في قسم الكيمياء والهندسة الكيميائية في جامعة أيندهوفن للتكنولوجيا. حاول المقرر توفير تجربة (خبرة) معملية كاملة للطلاب، بما في ذلك مشروع بحث أصيل، وتجربة في كتابة ورقة بحثية، وتقديم عرض تقديمي مناسب لمؤتمر علمي، وفي النهاية اختبار مكتوب حيث تستند الأسئلة إلى التقارير المكتوبة والعروض التقديمية الشفوية للطلاب الآخرين، مما يجعل الطلاب أيضًا مقرر "معلمين". وأظهرت النتائج تحسنًا في المهارات المرتبطة بكتابه التقارير وعرض البيانات.

في حين هدفت دراسة فوسافات وهيدايانتو وكيس وكانتولا (Phusavat, Hidayanto, Kess, & Kantola, 2019) إلى تحديد كيف يمكن أن تصبح المدرسة مكان عمل جذاب يساهم في التعلم والتطوير المهني للمعلمين بشكل إيجابي في تحسين التدريس والتعلم للطلاب؟ ولتحقيق ذلك تم دمج تفكير التصميم في مجتمع التعلم من الأقران ودراسة التأثيرات على التطوير المهني والتعلم. وتم تنفيذ المشروع التجريبي أو التجربة في مدرسة بفنلندا. حيث تم دمج تفكير التصميم بشكل صريح في مجتمع التعلم. وتضمنت مجموعة الدراسة ٤٠ طالبا سجلوا في موضوعات العلوم. وأظهرت النتائج أن تفكير التصميم ساعد من خلال استخدام التعاطف، على إبراز العلاقات المتبادلة بين التحفيز والعاطفة وإدراك الطلاب. توفر اجتماعات المتابعة رؤى حول التطوير المهني للمعلم وتأثيراته على تعلم الطلاب. كما أوضحت النتائج - ساعد PLC في تحسين المدرسة كمكان للتعلم والتطوير المهني. وساعد دمج تفكير التصميم Design Thinking على تعزيز استدامة مجتمع تعلم الأقران PLC.

وهدفت دراسة يانج وآخرون (Yang, et al, 2020) فحص تأثير برنامج فصل الكيمياء القائم على "تفكير التصميم" كإستراتيجية تعليمية للكفاءة الأساسية لموهبة التفكير الإبداعي التقاربي؛ ولتحقيق ذلك تم تعديل مراحل البرنامج

واستكمالها في ثماني مراحل، بما في ذلك "فهم المعرفة" Knowledge Understand و "التعاطف" Empathy و "مشاركة المنظور" Sharing perspective و"الفكرة" Ideate و "النموذج الأولي" 1st Prototype و"الاختبار الأول" 1st Test و"النموذج الأولي الثاني" 2nd Prototype و"الاختبار الثاني " 2nd Test ، بحيث يمكن تطبيق عملية تفكير التصميم في تعليم العلوم على فصل الكيمياء. وتم تطوير خطط الدروس وورقة نشاط الطلاب وفق للموضوعات التي سيتم الوفاء بها. تم تطوير أربعة برامج تعليمية محورية وتطبيقها على الكيمياء ١ للصف الثاني لطلاب المدارس الثانوية. وقد توصلت نتائج الدراسة إلى أنه من خلال تحليل البيانات الكيفية لمشهد الفصل class scene والاختبار القبلي والبعدي بناء على قوائم قياس "التعاطف" "والكفاءة التعليمية في "STEAM"وعملية حل المشكلات" نتيجة لتطبيق البرنامج المطور، أظهرت النتائج تحسنًا كبيرًا في التعاطف مع الآخرين والتعاطف مع موقف المشكلة. وفي مستوى "الكفاءة التعليمية في STEAM"كان هناك تحسن كبير في كفاءة العلوم والتصميم. وفي "عملية إيجاد المشكلة"، تم تحسين تعريف المشكلة وتصميم حل المشكلات ومراجعة حل المشكلات بشكل ملحوظ في "عملية حل المشكلات". وأشارت النتائج إلى انعكاسات على قابلية تطبيق فصول الكيمياء القائمة على تفكير التصميم وتأثيراتها التعليمية.

في حين اسهدفت دراسة مكوردي، نيكلز، وبوش (McCurdy, Nickels, &Bush, 2020) بحث التفاعل بين تعبيرات الطلاب عن التعاطف واستخدام تكامل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في الفصل الدراسي للعلوم من خلال استخدام مهام تفكير التصميم القائم على المشكلة وانشغال الطلاب في التعاطف في STEM. توفر نظرية الفضاء الثالث Third space theory السياق الذي أجريت منه هذه الدراسة النوعية الإثنوغرافية للفصل الدراسي، حيث وفرت بيئة يمكن أن يتطور فيها الخطاب بين وجهات نظر الطلاب الاجتماعية والثقافية وخبراتهم الحياتية والخلفيات الأكاديمية. وقد شارك في هذه الدراسة تسعة عشر طالبًا في الصف السابع من إحدى المدارس التي تتلقى مساعدات فدرالية لدعم الطلاب، في جنوب شرق الولايات المتحدة. حيث أنشأ المشاركون مهام تفكير التصميم (PBDT) الخاصة بهم في العالم الواقعي لمعالجتها وحلها. أظهر الطلاب خصائص مهمة للتعاطف Empathy والتكامل بين مختلف محتويات وممارسات STEM من خلال المناقشات داخل الفصل، والملاحظات الميدانية، والتحف الطلابية student artifacts، والمقابلات الفردية للطلاب كجزء من جلسات STEM Third Space Genius Hour. حيث يوفر إطار التفكير التصميم القائم على المشكلات PBDT، المستوحي من دورة التعلم لدراسة مناهج العلوم البيولوجية وتفكير التصميم design thinking (DT)، العدسة المفاهيمية التي يمكن من خلالها عرض الترابط بين مهام الطلاب والتعاطف.

وهدفت دراسة وينجارد، كيجيما، يانغ يوشيهارا، وصن (Wingard, Kijima, Yang- Yoshihara, & Sun, 2022) إلى فحص العملية التي تُطور من خلالها الفتيات المراهقات الكفاءة الذاتية المتعلقة بمهارات التفكير الإبداعي وتطبيق هذه المهارات على المشكلات في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) أثناء التفكير التصميمي المتمحور حول الإنسان؛ ولتحقيق ذلك استخدمت الدراسة طرقًا نوعية لفحص ٢٢ مقابلة فردية متعمقة وشبه منظمة مع المشاركين في ورشة عمل التفكير التصميمي. وأظهرت النتائج أن المشاركين شعروا أن ورشة العمل قد حسنت إبداعهم وكفاءتهم الذاتية في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. وأفاد المشاركون بزيادة الثقة في التعبير عن أفكارهم في بيئة تعلم تعاوني.

وهدفت دراسة مرديه وآخرون (Mardiah, et al, 2022) التحقق من استخدام نموذج تفكير التصميم وأثره على المهارات القابلة للتحويل transferable skills لمعلمي الكيمياء قبل الخدمة. وتم دمج عملية تفكير التصميم في منهج متعدد التخصصات STEAM (العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات) المصمم لإشراك معلم الكيمياء قبل الخدمة في حل المشكلات السياقية الإبداعية والمبتكرة من خلال التعلم القائم على المشروعات (PjBL) project based learning. وتضمنت مجموعة الدراسة تسعة وثلاثون طالبًا في السنة الأولى في برنامج دراسة تعليم الكيمياء بجامعة جاكرتا بإندونيسيا. وتم استخدم طرقًا نوعية لفهم خبرات معلمي الكيمياء قبل الخدمة وآثارها على تنمية مهاراتهم. كما تم جمع البيانات من خلال المقابلات شبه المنظمة والمجلات التأملية وملاحظات الباحث والملاحظة الصفية. من خلال خمس مراحل من التفكير التصميمي: التعاطف والتعريف والتفكير والنموذج الأولي والاختبار، حيث شارك معلمي الكيمياء قبل الخدمة في التفكير في معرفتهم بالمحتوى لفهم ارتفاع درجة الحرارة في جاكرتا كقضية يتعين حلها. وأظهرت النتائج أن أنشطة حل المشكلات التعاونية تطور تفكيرًا مستنيرًا وتكامليًا قاد المشاركين إلى التواصل بوضوح وفعالية، إلى حلول إبداعية فريدة. بالإضافة إلى ذلك شجعت درجة التعاطف لدى المشاركين على بناء شعور بالمسؤولية للمساهمة في سياق بيئتهم. وبالتالي فإن ممارسة نموذج التفكير التصميمي عبر STEAM يقود المشاركين إلى أن يصبحوا متعلمين مستقلين.

وهدفت دراسة انادا وآخرون (Ananda, et al , 2022) إلى تعزيز قدرات التفكير الناقد في الكيمياء لدى الطلاب من خلال دمج تفكير التصميم مع فريق التعلم القائم عبر المشروعات في عملية الأكسدة والاختزال الكيميائي. وتضمنت مجموعة الدراسة ٤١ طالبًا في الصف العاشر بالمدرسة الثانوية بإندونيسيا. وتم تسهيل التعلم باستخدام مجموعة متنوعة من المنصات التعليمية عبر الإنترنت، بما في ذلك إدمودو Edmodo وجوجل Google Jamboard واجتماعات زووم Zoom Meetings. وتم استخدام المقابلات والملاحظات وإجراءات التأمل

الدورية journal reflection لجمع البيانات الكيفية. وقد تم استخدام الخطوات الخمس للتفكير التصميمي: التعاطف والتعريف والتفكير والنموذج الأولي والاختبار لتسهيل التعلم. كما تم تقييم مهارات التفكير الناقد من خلال مؤشرات تأطير المشكلة، وإيجاد الحلول، والتنظيم الذاتي، والتأمل التي طورتها Ucson & Rizona. استنادًا إلى فئات البحث عن المعلومات والتفسير الإبداعي والاستدلال والتفكير والتنظيم الذاتي. وقد أوضحت النتائج تطور قدرات التفكير الناقد لدى الطلاب إلى المستوى المتقدم؛ حيث يوفر تفكير التصميم طريقة لإنشاء حلول قائمة على المشاريع بشكل أكثر سهولة وفعالية في حل المشكلات السياقية المتعلقة بتفاعل الأكسدة والاختزال لتلوث المياه في نهر Ciujung بسبب استخدام نفايات المنظفات. الأمر الذي أدى إلى ربط فهم علاقة المفاهيم الكيميائية بالحياة اليومية.

وهدفت دراسة ليو وآخرون (Liu, et al , 2023) إلى استكشاف تأثير نموذج تفكير التصميم على كفاءة الذات الإبداعية (المبدعة) ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات والتحفيز المرتبط بالتكنولوجيا لدى المعلمين قبل الخدمة. وتضمنت مجموعة الدراسة ٧٠ معلمًا قبل الخدمة، تألفت من ٣٦ طالبًا معلمًا من المجموعة التجريبية الذين تعلموا باستخدام مدخل نموذج تفكير التصميم و٣٤ طالبًا معلمًا من المجموعة الضابطة الذين تعلموا من خلال المدخل التعليمي المتبع. تم الانتهاء من أنشطة تفكير التصميم في ١٢ أسبوعًا، مع ثلاثة أنشطة في مقرر تكنولوجيا التعليم الحديثة (MET). وتم استخدام مقياس كفاءة الذات الإبداعية (المبدعة) واختبار الحل الإبداعي للمشكلات ومقياس التحفيز المرتبط بالتكنولوجيا لجمع البيانات قبل المعالجة وبعدها. وأشارت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في التحفيز المرتبط بالتكنولوجيا، وفاعلية الذات الإبداعية، ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات بين طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة. كما أشارت النتائج إلى أن نموذج ستانفورد لتفكير التصميم المدمج مع مقرر تكنولوجيا التعليم الحديثة MET مفيدًا لتعزيز كفاءة الذات الإبداعية لدى المعلمين قبل الخدمة، ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات، والدوافع المتعلقة بالتكنولوجيا في سياق مقرر الثقافة التكنولوجية technological literacy course.

في حين استهدفت دراسة كالافيا وآخرون (Calavia, et al, 2023) تقديم منهجية "Think-Create-Teach" (TCT) لمساعدة المعلمين قبل الخدمة على إنشاء مواد تعليمية موجهة بواسطة تفكير التصميم. حيث يتم تطبيق منهجية TCT وتقييمها من خلال الأساليب الكمية في موضوع التعلم القائم على المشروع مع ٥٦ معلمًا قبل الخدمة (مجموعة تجريبية). بعد ذلك تمت مقارنة عمليات العمل والمواد التعليمية التي طورتها المجموعة التجريبية بمجموعة ضابطة مكونة من ٥٢ معلمًا لمرحلة ما قبل الخدمة لم يستخدموا TCT. وتم دعم النتائج الكمية بأساليب نوعية لفهم الأسباب الكامنة وراءها. وأشارت النتائج إلى مساهمة TCT في تصميم مواد تعليمية أفضل، ودمجها في المناهج التعليمية، وصلاحيتها كتدريب على التصميم.

من خلال استقراء الدراسات والبحوث السابقة يتضح:

- اهتمام العديد من بلدان العالم بتفكير التصميم، مثل: أستراليا وكاليفورنيا وإندونسيا.
- ملائمة إطار تفكير التصميم مع طبيعة مادة الكيمياء.
- أهمية توظيف تفكير التصميم مع طلاب المرحلة الجامعية قسم الكيمياء. وكذلك معلمي العلوم قبل الخدمة.
- قد يساهم توظيف تفكير التصميم في تعزيز الإبداع.

الحل الإبداعي للمشكلات Creative problem solving

يعتبر التفكير الإبداعي ومهارات حل المشكلات ذات أهمية قصوى في عالم يتسم بالتغيير المتسارع الذي لا مثيل له. فاليوم نواجه مجموعة متزايدة من المشكلات المزعجة مثل تغيير المناخ والفقر العالمي والتلوث وانتشار الأوبئة. فالتفكير الإبداعي وتطبيقاته في حل المشكلات مهارة حياتية مطلوبة للتنقل الناجح بين التحديات والفرص. (Lee, et al, 2023, 118)

ويُعرف قاموس ويبستر Webster حل المشكلات على إنه عملية لإيجاد حل لمشكلة ما. بينما يقدم التعريف وصفًا عامًا لحل المشكلات فإنه لا يوفر فهمًا دقيقًا. لمجموعة المشكلات التي يواجهها البشر في حياتهم الشخصية والمهنية. يمكن أن تكون المشكلات روتينية Routine، أو مركبة Complicated، أو معقدة Complex في طبيعتها. (Puccio, et al ,2022, 299)

فالمشكلات الروتينية لها إجراءات واضحة ونتائج يمكن التنبؤ بها. وتحتوي المشكلات المركبة Complicated أيضًا على إجراءات واضحة ونتائج يمكن التنبؤ بها ولكنها تتضمن التنسيق المتزامن Simultaneous coordination للعديد من المشكلات الروتينية أو المشكلات التي تعتبر الخبرة ضرورية لتحقيق النجاح. وتُوصف المشكلات المعقدة Complex بأنها غير محددة ill-defined وجديدة (فريدة/أصيلة) Novel وغامضة. وتتطلب المشكلات الروتينية استدعاء دقيقًا، وتتطلب المشكلات المركبة التفكير الناقد في حين تتطلب المشكلات المعقدة الإبداع. (Puccio, et al ,2022, 299)

وبشكل عام، يمكن أن يتخذ مسار الحل solution path لمشكلة ما أحد الشكلين، اعتمادًا على ما إذا كانت المشكلة خوارزمية Algorithmic أو تنقيبية Heuristic. وعادة ما تكون المشكلات الخوارزمية روتينية وأحيانا ما تكون معقدة. وتعتبر مشكلات مغلقة النهاية لأن لها نطاقًا محدودًا من احتمالات الحلول المعروفة وأحيانًا يكون لديهم حل واحد صحيح فقط. نتيجة لذلك، فإن مسار حل المشكلات الخوارزمية معروف، وراسخ/ جيد البناء well-established، وغالبًا ما يكون متسلسلاً ويمكن التنبؤ به. ليست هناك حاجة للبحث عن إمكانيات جديدة

لأن الإجراءات الروتينية توفر مسارات حل واضحة؛ لذلك فالتفكير الإبداعي غير ضروري. بينما تعتبر المشكلات التنقيبية Heuristic الاستكشافية مفتوحة النهاية مع عدم وجود مسار محدد واحد لحل محدد مسبقًا. حيث يتم تشكيل المسار من خلال سلسلة من الخيارات والقرارات التي يتم اتخاذها أثناء حل المشكلة. يمكن استخدام أي بيانات أو رؤى/ استبصارات أو أفكار جديدة تظهر خلال هذه العملية لإعادة تقييم الموقف والتأثير على معايير القرار التالي. يحدث هذا بشكل متكرر حتى يكون هناك حل مرضٍ. لذلك، فإن المسار لا يمكن التنبؤ به مثل الحل النهائي، الذي يجب اكتشافه أو إنشاؤه. وقد تم تصميم الحل الإبداعي للمشكلات CPS خصيصًا لمعالجة المشكلات المعقدة ذات النهايات المفتوحة التي تتطلب مدخلاً تنقيبيا Heuristic approach إرشاديًا لصياغة مسار الحل. (Puccio, et al ,2022,300)

مفهوم الحل الإبداعي للمشكلات Creative problem solving

وتُعرف القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات CPS بأنها: عملية أو طريقة أو نظام للتعامل مع المشكلات بشكل تخيلي imaginatively وبأفكار with ideas to للبحث عن مختلف الإجراءات الممكنة في كل خطوة من خطوات عملية حل المشكلات؛ حيث تجمع قدرة الحل الإبداعي للمشكلات بين قدرتين بطريقة متوازنة، وهما: القدرات التحليلية والتخيلية the analytical and imaginative abilities، وعمليات التفكير الموجودة في قدرة الحل الإبداعي للمشكلات هي التفكير التباعدي والتفكير التقاربي. وتتضمن مؤشرات القدرة على الحل الإبداعي للمشكلات: الاكتشاف الموضوعي objective finding، وتقصي الحقائق fact-finding، وإيجاد المشكلة problem finding، وإيجاد الأفكار idea finding، وإيجاد الحلول solution finding، وإيجاد القبول acceptance finding. (Fiteriani, et al , 2021,1.2)

ويشير الحل الإبداعي المشكلات إلى قدرة الطلاب على ضبط أنفسهم بخمس خطوات لحل المشكلات الإبداعية بما في ذلك: قدرة الفرد على البحث عن الحقائق، وإيجاد تقنية حل المشكلات، وقبول النتائج من أجل استخدامها في حل المشاكل المعقدة المختلفة والعقبات التي من شأنها أن تؤدي إلى نجاح عمل الفرد بناءً على معيار أو أن يتفوق على معيار محدد. (Thingwiangthong, Termtachatipongsa, & Yuenyong, 2021.2)

وبدأ أليكس أوزبورن Alex Osborn (1953) الوصف الأصلي للحل الإبداعي للمشكلات (CPS version 1.0). من خلال تقديم أوزبورن في كتابه الخيال التطبيقي وصفًا شاملا لعملية الحل الإبداعي للمشكلات المكونة من سبع مراحل، وهي: ١) التوجيه Orientation وتشمل توضيح المشكلة، و٢) الإعداد preparation وتتضمن جمع البيانات ذات الصلة، و٣) التحليل analysis ويشمل تحليل المواد material ذات الصلة، و٤) الفروض Hypothesis تراكم البدائل

عن طريق الأفكار، و٥) الاحتضان Incubation الاستغناء عن الدعوة للإضاءة letting up to invite illumination، و٦) التوليف synthesis تجميع الأجزاء معًا ، و٧) التحقق verification الحكم على الأفكار الناتجة. (Isaksen & Treffinger,2004,78)، (Treffinger& Isaksen,2005,343) ، (Lee, et al , 2023, 199,120)

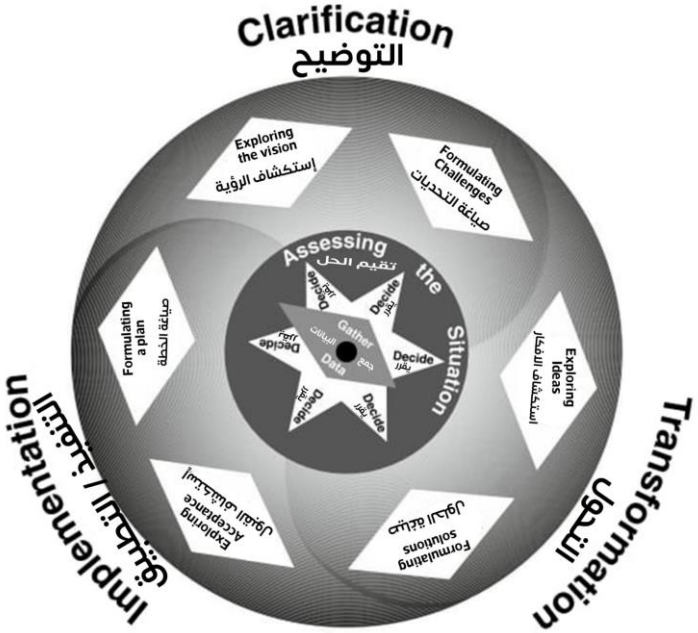
وفي النسخة المنقحة للخيال التطبيقي، قام أوزبورن بتكثيف مراحل الحل الإبداعي للمشكلات السبع الأصلية إلى ثلاث مراحل أكثر شمولا وهي إيجاد الحقيقة Fact- Finding (تضمنت تحديد المشكلة Problem definition، جمع البيانات وتحليلها، وإيجاد الفكرة Idea- Finding (تضمنت انتاج الفكرة Idea Production، تطوير الفكرةIdea development) ، وإيجاد الحل Solution- Finding (تضمنت التقويم Evaluation ، والتبني Adoption) يمثل هذا التنقيح الإصدار CPS Version 1.1.

ولمتابعة رؤيته، عمل أوزبورن (١٩٦٥) مع سيدني بارنز Sidney Parnes لتعزيز قدرة الطلاب على فهم وتطبيق إبداعاتهم الشخصية في جميع جوانب حياتهم. بعد وفاة أوزبورن في عام ١٩٦٦، واصل بارنز Paners وزملاؤه العمل مع الحل الإبداعي للمشكلات CPS. لقد طوروا تعديلاً لمدخل أوزبون Osborn، والذي وصف بالإصدار Version 2.0، والذي أصبح يُعرف باسم "مدخل Osborn- Parnesأوزبون- بارنز لحل المشكلات الإبداعي".

اقترح باسودر Basadur (1998,11,13) نموذجًا جديدًا وهو النموذج البسيط Simplex، حيث تضمن الحل الإبداعي للمشكلات كعملية دائرية تضمنت ثلاث مراحل اشتملت على ثماني خطوات . على النحو التالي: المرحلة الأولى: إيجاد المشكلة Problem – Finding وتضمنت ثلاث خطوات هم: ١) إيجاد المشكلة (موقف غامض)(fuzzy situation) problem finding ، (توقع المشكلات المستقبلية والبحث عن المشكلات الحالية) . ٢) وإيجاد /تقصي الحقيقة Fact- finding. ٣) تحديد/ تعريف المشكلة Problem Definition. المرحلة الثانية: حل المشكلة problem solving وتضمنت ١) إيجاد / تقصي الفكرة، و٢) تقويم واختيار الحلول المحتملة evaluate & Select. والمرحلة الثالثة تنفيذ الحل solution implementation اشتملت ثلاث خطوات وهي ١) التخطيط Plan، ٢) قبول الفكرة idea acceptance "sell" ،و٣) التنفيذAction

يوضح الشكل (٣) رسم توضيحي لهيكل عملية الحل الإبداعي للمشكلات. تتضمن عملية الحل الإبداعي للمشكلات عملية من سبع خطوات تم تنظيمها في ثلاث مراحل. ويشار إلى هذا الإصدار من الحل الإبداعي للمشكلات باسم نموذج مهارات التفكير thinking skills model ويشار إلى المراحل الثلاث بالتوضيح Clarification، والتحول Transformation، والتنفيذ/التضمين Implementation. هناك خطوتان مرتبطتان بكل مرحلة من هذه المراحل،

والخطوة السابعة تقييم الموقف/الوضع Assessing situation تقع في وسط النموذج. تم اختيار جميع الصور الرسومية داخل الهيكل العام لأسباب محددة؛ وتم اتخاذ شكل الماس المستخدم لكل خطوة.-(Puccio, & Modrzejewska-´Swigulska, 2022, 276)

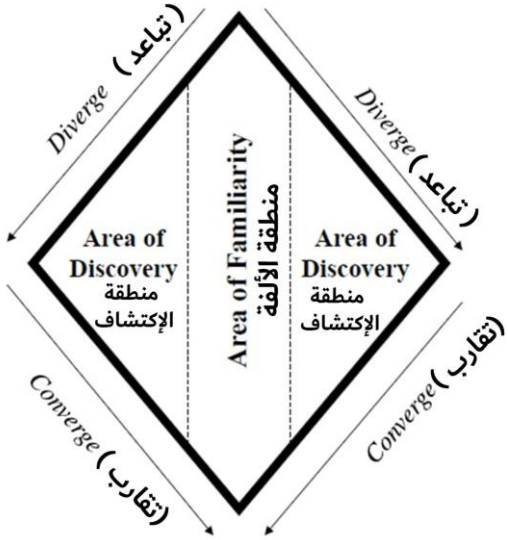


شكل ٣ شكل توضيحي لهيكل عملية الحل الإبداعي للمشكلات
(Puccio & Modrzejewska-´Swigulska, 2022, 276)

ويقدم الشكل (٤) صورة مقربة للماس (للمعين) مع مزيد من التفصيل. يهدف الشكل الماسي (شكل المعين) إلى عكس التوازن بين نمطين التفكير الأساسيين اللذين يحدثان في كل خطوة من العملية (من تحديد الرؤية setting the vision إلى تطوير خطة العمل developing a plan of action). ويمثل الجزء العلوي من الماس (المعين)، حيث يتمدد الشكل من نقطة مركزية، تفكيرًا تباعديًا التفكير التباعدي divergent thinking. ويشير التفكير التباعدي إلى القدرة على توليد العديد من الخيارات الأصلية والمتنوعة. ويُقصد بالنصف السفلي من الماس، حيث تتحرك الخطوط إلى الداخل حتى تصل إلى نقطة واحدة، ويُعد التفكير التقاربي convergent thinking هو القدرة على اختيار أكثر الخيارات الواعدة ودعمها وتطويرها. تمامًا مثل الاختلاف variation والاختيار selection من الخصائص الأساسية للتطور، كما أن من الخصائص الأساسية للحل الإبداعي للمشكلات التفكير التباعدي والتفكير التقاربي. فمن الممكن رؤية عملية موازية بين

التطور والإبداع. كما يمكن اعتبار الاختلاف/ التباعد على أنه إنتاج للتباين، بينما يمكن اعتبار التقارب على أنه اختيار أكثر الخيارات الواعدة. ثم يتم الاحتفاظ بهذه الخيارات كنقطة بداية للخطوة اللاحقة في العملية. كما أن هذا التوازن الديناميكي متأصل في التطور البيولوجي، فإنه ضروري بنفس القدر لتطور الأفكار. (Puccio, & Modrzejewska-´Swigulska, 2022, 276,277)

ويوضح الشكل (٤) التوازن الديناميكي بين التفكير التقاربي والتفكير التباعدي



شكل ٤ التوازن الديناميكي بين التفكير التقاربي والتفكير التباعدي
(Puccio,& Modrzejewska-´Swigulska, 2022,277)

مهارات الحل الإبداعي للمشكلات creative problem solving skills

أما عن قياس مهارات الحل الإبداعي للمشكلات فقد تضمنت مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء المناسبة للصف الأول الثانوي في دراسة أحمد (٢٠١٥، ١٨٧) ثلاث مهارات رئيسة، وهي: فهم المشكلة الكيميائية وتحديدها وتتضمن ثلاث مهارات فرعية (الإحساس بالمشكلة الكيميائية، جمع المعلومات عنها، وتحديد المشكلة)، واقتراح الحلول وتتضمن مهارتين فرعيتين (إنتاج الحلول (الطلاقة والمرونة والأصالة) وتصنيف الحلول)، وللتوصل للحل وتتضمن ثلاث مهارات فرعية (تقييم الحلول وترتيبها لتحديد أفضلها، وطرح أكبر عدد من أسباب اختيار الحل الأفضل، واختيار خطة تنفيذ الحل).

وتضمنت مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء بالمرحلة الجامعية في دراسة إسماعيل (٢٠١٥) ثلاث مهارات رئيسة، وهي: فهم التحديات، وتوليد

الأفكار، والتحضير للتنفيذ وتمثلت المهارات الفرعية في مهارات فرعية وهي (تحديد المشكلة، توليد الأفكار، تطوير الحل، وقبول الحل).

وتمثلت مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء بالمرحلة الثانوية (Chen, et al, 2021,6) في أربع مهارات رئيسة، وهي: تقصي/إيجاد الحقيقة Fact- finding (تضمنت مكونات الطلاقة والمرونة، تقصي/إيجاد المشكلة Problem-finding (وتضمنت مكونات الطلاقة والمرونة والإسهاب والأصالة)، تقصي/إيجاد الفكرة Idea-finding (وتضمنت المرونة والأصالة والفائدة Usefulness)، وإيجاد الحل Solution-finding وتضمنت (المرونة والأصالة والإسهاب والفائدة Usefulness).

وتضمنت مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية المناسبة للصف الثاني الثانوي في دراسة (عسيري،٢٠١٩، ٢٢٥) ثلاث مهارات رئيسة، وهي: فهم المشكلة، وإيجاد الحل، والتحضير للحل.

ومن الدراسات التي اهتمت بتنمية الحل الإبداعي للمشكلات في العلوم والكيمياء.

دراسة بارك وكانغ (Park & Kang, 2014) التي استهدفت تحديد تأثير إستراتيجية التدريس الاستقصائي لتحسين مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى الطلاب؛ ولتحقيق ذلك تم تطوير إستراتيجية تدريسة تعزز النشاط لاستكشاف المتغيرات وفحص التأثيرات التعليمية على مهارات التفكير الإبداعي لدى الطلاب ومهارات التفكير الناقد. وتم تصميم نموذج باستخدام المتغيرات القائمة على الاستبعاد والتحكم (نموذج DPAS) -a model using listing-excluding controlling variables وتطبيقه على "نموذج التدريس الحالي لتعزيز مهارات الحل الإبداعي للمشكلات ". وتم تطبيقه على معلمي العلوم قبل الخدمة لفصل دراسي واحد. وأشارت النتائج إلى وجود فروق دالة إحصائيًا لصالح المجموعة التجريبية في مهارات التفكير الإبداعي، خاصة في التعرف على المشكلات ووضع الفرضيات والتحكم في المتغيرات وتفسير وتحويل البيانات. كما توجد فروق دالة إحصائيا لصالح المجموعة التجريبية في تحسين مهارات التفكير الناقد، خاصة في وضع الفرضية والتوصل إلى الاستنتاج والتعميم.

أما دراسة إسماعيل (٢٠١٥) فقد استهدفت التعرف على أثر استخدام نظرية تريز TRIZ على تنمية الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لدي طلاب الشعب العلمية بكليات التربية. وتضمنت أدوات الدراسة اختبار الحل الإبداعي للمشكلات لجونسون وتريفنجر، واختبار تورانس للتفكير الإبداعي اللفظي واختبار تورانس للتفكير الإبداعي بالأشكال المصورة وكذا اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء. وتم تطبيق الاختبارات قبليًا على مجموعة الدراسة المتمثلة في ٤١ طالبًا وطالبةً بالفرقة الثالثة بشعب الكيمياء والعلوم البيولوجية والجيولوجية والفيزياء، وبعد ذلك تم تقديم مجموعة من موضوعات الكيمياء وفقًا لنظرية تريز.

وبعد الانتهاء من دراسة الموضوعات تم تطبيق الاختبارات بعديًا. وتوصلت نتائج الدراسة إلى فاعلية نظرية تريز في تنمية الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لدى طلاب الشعب العلمية بكليات التربية.

وهدفت دراسة أحمد(٢٠١٥) إلى التعرف على فاعلية استخدام المبادئ الإبداعية لنظرية "Triz" تريز في تنمية التحصيل المعرفي ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي؛ ولتحقيق ذلك تم إعداد اختبار التحصيل المعرفي ومقياس مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء تم تطبيقهما قبليا وبعديا على وجوعة الدراسة المتمثلة في مجموعتين مجموعة تجريبية وقوامها (٤٠ طالبًا) درسوا باستخدام المبادئ الإبداعية لنظرية تريز ومجموعة ضابطة وقوامها (٤٠ طالبًا) درسوا باستخدام الطريقة التقليدية. وتوصلت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي المعرفي generating different types of ideas وكذلك لمقياس الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لصالح المجموعة التجريبية.

في حين استهدفت دراسة الحسيني (Alhusaini, 2016) فحص أثار نموذج المشاركة الحقيقة في حل المشكلات Real Engagement in Active problem Solving REAPS على تنمية الإبداع العام لدى الطلاب وحل المشكلات الإبداعي في العلوم بفترتين استغرقت المدة الطويلة لتنفيذ نموذج REAPS ما يقرب من عشرة أشهر، واستمرت المدة القصيرة أربعة أشهر تقريبًا. وهدفت الدراسة استكشاف جوانب الحل الإبداعي للمشكلات (توليد الأفكار، وتوليد أنواع مختلفة من الأفكار، وتوليد الأفكار الأصلية، وإضافة التفاصيل إلى الأفكار، وتوليد الأفكار ذات التأثير الاجتماعي، وإيجاد المشاكل، وتوليد الحلول وتفصيلها، وتصنيف العناصر) الأكثر تأثرًا بطول فترة التدخل. ,أُجريت الدراسة باستخدام بيانات من مشروع التمايز للمتعلمين المتنوعين في الفصول الدراسية العادية (أي المشروع الأسترالي) حيث تعاونت إحدى المدارس الابتدائية العامة في المنطقة الشرقية من أستراليا مع فريق أبحاث DISCOVER في جامعة أريزونا. وشارك في الدراسة جميع طلاب المدرسة من الصف الأول إلى الصف السادس. وتضمنت مجموعة الدراسة الإجمالية ٣٦٠ طالبًا، منهم ١١٥ تعرضوا لفترة طويلة و٢٤٥ لمدة قصيرة من نموذج REAPS. استخدم الباحثون الرئيسيون تصميم بحث شبه تجريبي تلقى فيه جميع الطلاب في المدرسة العلاج لفترات مختلفة. استكمل الطلاب في كلا المجموعتين اختبارات ما قبل وبعد الاختبار باستخدام اختبار التفكير الإبداعي - رسم الإنتاج Creative Thinking- Drawing Production (TCT-DP) واختبار الحل الإبداعي للمشكلات في العلوم Creative Problem Solving in Science (TCPS-S). وأشارت النتائج

إلى أن جوانب توليد الأفكار، وإضافة التفاصيل إلى الأفكار، وإيجاد المشاكل هي الأكثر تأثرًا بالمدة الطويلة للتدخل.

وهدفت دراسة أحمد وعبد الوهاب وإسماعيل (٢٠١٧) إلى تحديد أثر استخدام نظرية تريز TRIZ في تدريس الكيمياء في تنمية مهارات الحل الإبداعي لمشكلات الكيمياء لدى طلاب الشعب العلمية بكليات التربية. وتمثلت أدوات البحث في اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء واختبار الحل الإبداعي للمشكلات لجونسون وتريفنجر، وتم تطبيق أداتي البحث قبليًا وبعديًا على مجموعة الدراسة المتضمنة (٤١) طالبًا وطالبًة من طلاب الفرقة الثالثة بشعب الكيمياء والعلوم البيولوجية والجيولوجية والفيزياء بكلية التربية جامعة بنها الذين درسوا موضوعات الكيمياء باستخدام وفقًا لنظرية تريز TRIZ. وتوصلت النتائج إلى وجود فرق دال احصائيًا بين متوسطي درجات التطبيق القبلي والبعدي لكل من اختبار الحل الإبداعي للمشكلات لجونسون وتريفينجر واختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لصالح التطبيق البعدي.

وهدفت دراسة عسيري(٢٠١٩) التعرف إلى فاعلية برنامج مقترح قائم على نظرية تريز Triz في تدريس الكيمياء في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية لدى طالبات الصف الثاني الثانوي؛ ولتحقيق ذلك تم بناء البرنامج المقترح. وتضمنت أداة البحث اختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية في فصل الهيدروكربونات تم تطبيقه قبليًا وبعديًا على مجموعتي الدراسة. وتمثلت مجموعة الدراسة ٦٢ طالبةً بالصف الثاني الثانوي تم تقسيمهم إلى مجموعتين مجموعة تجريبية قوامها ٣٠ طالبةً درسوا فصل الهيدروكربونات باستخدام البرنامج المقترح، ومجموعة ضابطة قوامها ٣٢ طالبةً درسوا بالطريقة المعتادة. وأوضحت نتائج الدراسة فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية.

وهدفت دراسة زامخسياري، وراهيو (Zamkhsyari,& Rahayu, 2020) تحديد إمكانية مزيج من القضايا الاجتماعية - العلمية (SSI) Socioscientific Issues كسياق لحل المشكلات ضعيفة البناء ill-structured problem solving، مع الأخذ في الاعتبار أن التعلم باستخدام القضايا الاجتماعية العلمية كسياق يستخدم المشكلات المثيرة للجدل controversial problems التي ترتبط ارتباطًا مباشرًا بالحياة اليومية للطلاب، وأوضحت الدراسة أن دافع الطلاب وموقفهم تجاه العلم سوف يزداد مما يشجعهم على تحسين عملية الإدراك وما وراء المعرفة أثناء عملية حل المشكلات، فضلاً عن تسهيل المشاركة في المشكلات. وأن الجمع بين القضايا الاجتماعية العلمية كسياق وحل المشكلات ضعيفة البناء أمرًا محتملاً للغاية في زيادة مهارات حل المشكلات لدى الطلاب، خاصةً بالنسبة للمشكلات ضعيفة البناء.

وقامت دراسة هويدونك، مينهارد، كروسبيرجين، وتارتفيك (Hooijdonk, Mainhard, Kroesbergen, & Tartwijk, 2020) بإعداد مهام الحل الإبداعي للمشكلات CPS للتعليم الابتدائي التي تمثل نموذج الحل الإبداعي للمشكلات CPS الأكثر اكتمالًا، وتحديد ما إذا كان تقصي الحقائق الناجح واكتشاف المشكلات مرتبطًا بشكل إيجابي بإبداع الأفكار التي تم العثور عليه. وتحديد ما إذا كان إيجاد الحلول الإبداعية للمشكلات ممكنًا لهؤلاء الطلاب الصغار وكيف يختارون الأفكار الأكثر إبداعًا. أشارت تحليلات بايزين Bayesian إلى وجود ارتباط إيجابي بين تقصي الحقائق وإيجاد المشكلة مع عدد الأفكار التي تم إنشاؤها وأصالة هذه الأفكار. بالإضافة إلى ذلك، أن هناك ارتباطًا إيجابيًا بين اكتشاف المشكلة واكتمال الأفكار، في حين أن تقصي الحقائق لا يبدو كذلك. كما وجد أيضًا أن طلاب المدارس الابتدائية كانوا قادرين على تحديد أفكارهم الأكثر إبداعًا.

أما دراسة تشين وآخرون (Chen, et al, 2021) فقد استهدفت تحديد أثر لعبة لوحة علمية scientific board game لتعلم الكيمياء على تحسين مهارات الحل الإبداعي للمشكلات؛ ولتحقيق ذلك تم تصميم واستخدام لعبة لوحة علمية scientific board game لتعلم الكيمياء التي تحاول تحسين المفاهيم الكيميائية للطلاب بالإضافة إلى مهارات الحل الإبداعي للمشكلات. تم التطبيق على ٤٨ طالبًا من طلاب المدارس الثانوية. وأوضحت النتائج أنه بعد تجربة اللعبة زادت مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى معظم الطلاب خاصة في مهارة إيجاد الحلول، كما تحسنت المفاهيم العلمية للتقنيات والمنتجات الكيميائية بشكل كبير وفقًا لمقارنات نتائج الاختبار القبلي والبعدي مما يشير إلى أن سياق اللعبة يمكن أن يساعد الطلاب على تطوير نظرة شاملة لوظيفة المعرفة الكيميائية.

وهدفت دراسة ثينجويانجثونج وآخرون (Thingwiangthong, et al 2021) التعرف على الوضع الراهن واحتياجات تطوير مناهج تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) لتعزيز كفاءة الحل الإبداعي للمشكلات. وتتضمن المنهجية المقابلات المتعمقة ومجموعة التركيز. وكانت المجموعة المستهدفة هي ٤٢ من أصحاب المصلحة stakeholders، بما في ذلك مديري المدارس والعلوم والرياضيات ومعلمي التكنولوجيا والمعلمين الرائدين في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والطلاب، في ٧ مدارس ضمن تعليم STEM. أما عن أدوات البحث فهي ملاحظات ميدانية. وتم تحليل البيانات عن طريق تحليل المحتوى. كما تم تلخيص نتيجة البحث بالوصف التحليلي. وأظهرت نتائج البحث أن: ١) نظم المعلمون تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) من خلال نادي العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، والمواد الإضافية، والصفوف المعتدلة - المزيد من الأنشطة المعرفية. علاوة على ذلك، مزج المعلمون فكرة STEM في تدريس الرياضيات والعلوم

والتكنولوجيا. بالنسبة لمشاكل تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)، لا تتوافق بعض الأنشطة مع سياق مدرستهم. بالإضافة إلى ذلك، لا يكفي الوقت لتنظيم أنشطة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والميزانية لإنتاج المواد التعليمية. ٢) يحتاج المعلمون إلى مناهج تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) التي تناسب سياق مدرستهم وتتوافق مع الحياة اليومية للطلاب. يجب أن يتم تصميمه من خلال تعاون المعلمين. يجب أن تكون قادرة على الاستجابة لجميع الطلاب ذوي القدرات المختلفة. يجب أن يركز تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات على الطلاب للتخطيط والتصميم والتنفيذ والممارسة والتلخيص لحل المشكلة وتصنيف المعرفة الجديدة المرتبطة بالعلوم أو التكنولوجيا أو الهندسة أو الرياضيات.

وهدفت دراسة فيتيرياني وآخرون (Fiteriani, et al , 2021) إلى تحديد حجم تأثير نموذج التعلم القائم على المشروعات PjBL مع مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تحسين قدرة الحل الإبداعي للمشكلات لدى الطلاب ومهارات ما وراء المعرفية في تعلم الفيزياء. وأظهرت النتائج أن هناك تأثيرًا لتطبيق نموذج التعلم القائم على المشروعات PjBL مع مدخل STEM تجاه قدرة الحل الإبداعي للمشكلات لدى الطلاب ومهاراتهم وراء المعرفية. وكان نموذج التعلم PjBL مع نهج STEM أكثر فاعلية في زيادة قدرة الطلاب الإبداعية على حل المشكلات ومهارات ما وراء المعرفية.

واستهدفت دراسة عبد العزيز و العنزي والمطري(٢٠٢٣) تحديد أثر استخدام إستراتيجية قائمة على نظرية تريز TRIZ في تدريس العلوم على التحصيل وتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات. وتضمنت مجموعة الدراسة ٦٠ طالبةً بالصف السابع بالكويت تم تقسيمهم إلى مجموعتين وهما المجموعة التجريبية وعددها ٣٠ طالبةً درسوا باستخدام الاستراتيجية القائمة على نظرية تريز والمجموعة الضابطة وعددها ٣٠ طالبةً درسوا بالطريقة المعتادة. وأوضحت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل واختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لصالح المجموعة التجريبية.

من خلال استقراء الدراسات والبحوث السابقة يتضح:

- ضرورة الاهتمام بتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء بمراحل التعليم المختلفة ومنها المرحلة الجامعية.
- مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء التي تناولتها كل دراسة.
- طبيعية اختبارات مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء وكيفية إعدادها.

فروض البحث:

يحاول البحث التحقق من صحة الفروض الآتية:

الفرض الأول: " توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة $\alpha \leq 0.01$ بين متوسطات درجات الطلاب في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في المهارات الرئيسة للحل الإبداعي للمشكلات المتضمنة في اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية للاختبار لصالح التطبيق البعدي".

الفرض الثاني: " توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى $\alpha \leq 0.01$ بين متوسطات درجات الطلاب في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في المهارات الفرعية للحل الإبداعي للمشكلات التي يتضمنها اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية للاختبار لصالح التطبيق البعدي".

الإجراءات المنهجية للبحث:

أولا: إعداد قائمة مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء اللازمة لطلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية:

للإجابة عن السؤال البحثي الأول ما مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء اللازمة لطلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية؟ تم إعداد قائمة مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء من خلال:

تحديد الهدف من قائمة مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء:

هدفت القائمة إلى تحديد مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء اللازمة لطلاب المستوى الثالث لشعبة الكيمياء بكلية التربية.

مصادر اشتقاق القائمة

لاشتقاق قائمة مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء تم الاعتماد على البحوث والدراسات السابقة التي اهتمت بتحديد مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء مثل دراسة (أحمد، ٢٠١٥، ١٨٧)، ودراسة (إسماعيل،٢٠١٥)، ودراسة (عسيري،٢٠١٩، ٢٢٥) ودراسة (Chen, et al, 2021,6)، ودراسة (Lee, et al, 2023, 199,120)، بالإضافة إلى نماذج الحل الإبداعي للمشكلات مثل نموذج أليكس اوزبورن Alex Osborn (1953) ، ونموذج "مدخل Osborn- Parnesأوزبون- بارنز لحل المشكلات الإبداعي" ، والنموذج البسيط لباسورد Basadur، نموذج مهارات التفكير thinking skills model، ونموذج الإصدار السابع للحل الإبداعي للمشكلات وعمل مصفوفة بالمهارات التي تضمنتها تلك النماذج بالإضافة إلى طبيعية مقررات الكيمياء في برنامج إعداد معلم الكيمياء وتحديد ما يتلاءم معها ومن خلال ذلك تم إعداد القائمة الأولية بمهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء وتمثلت في ثلاث مهارات رئيسة اشتملت على ست مهارات فرعية تم تحديدها في بنود إجرائية يمكن قياسها وتم عرضها

على السادة المحكمين[٢] لإجراء التعديلات المطلوبة وفي النهاية تم التوصل إلى الصورة النهائية[٣] لقائمة مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء.

ومن خلال ذلك تمت الإجابة عن السؤال البحثي الأول من أسئلة البحث.

ثانيًا: إعداد كتاب الطالب في موضوعات الكيمياء البيئية وفقًا للتفكير التصميمي لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء:

تضمن كتاب الطالب مقدمة تضمنت فكرة مبسطة عن التفكير التصميمي ومراحل التفكير التصميمي. وتم تحديد المحتوى العلمي من خلال تحديد بعض موضوعات الكيمياء البيئية التي يمكن من خلالها توظيف الطلاب للتفكير التصميمي وتم صياغة موضوعات الكيمياء البيئية من خلال الاعتماد على المراجع العلمية في الكيمياء البيئية التي تناولت تلك الموضوعات وكذلك المراجع العلمية في التفكير التصميمي. وتضمنت أساليب التقويم للموضوعات المقدمة مستويين من التقويم وهما التقويم البنائي والتقويم النهائي. وفي نهاية عرض الموضوعات تم تحديد قائمة بالمراجع العلمية المرتبطة بالموضوعات المقدمة وايضا مقاطع فيديو يمكن الاستعانة بها ومواقع الكترونية لمصادر التعلم. وقد اشتملت الوحدة خمسة موضوعات كما هو موضح بالجدول (١) التالي:

جدول ١

الموضوعات المتضمنة في كتاب الطالب

م	الموضـــــــــــــوع
الموضوع الأول	استخدام المنظفات بطريقة امنة للبيئة
الموضوع الثاني	كيف يمكننا التغلب على مشكلة الورق
الموضوع الثالث	الأحماض
الموضوع الرابع	تحلية المياه
الموضوع الخامس	الأمطار الحامضية

وبعد إعداد كتاب الطالب تم عرضه على السادة المحكمين وتم إجراء التعديلات التي تم الاشارة إليها وبذلك أصبح كتاب الطالب في صورته النهائية[٤].

ثالثًا: إعداد دليل المحاضر لتعليم موضوعات الكيمياء البيئية وفقًا للتفكير التصميمي لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء:

هدف دليل المحاضر تحديد الإجراءات التي ينبغي على المحاضر اتباعها لتعليم موضوعات الكيمياء البيئية وفقًا لإطار التفكير التصميمي.

وقد روعي في إعداد دليل المحاضر ما يأتي:

- تحديد أهداف كل موضوع من الموضوعات المقدمة بصورة إجرائية.
- تحديد المواد التعليمية والتقنيات المستخدمة لتنفيذ كل موضوع.

[٢] ملحق (١): قائمة بأسماء السادة المحكمين.

[٣] ملحق (٢): القائمة النهائية لمهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء

[٤] ملحق (٣): كتاب الطالب في موضوعات الكيمياء البيئية في ضوء التفكير التصميمي

- تحديد خطة السير في الموضوع.

وتضمن دليل المحاضر:

١. **المقدمـــــــــة**: وتضـمنت الهـدف مـن دليـل المحاضـر، ونبـذة مـوجزة عـن التفكير التصميمي اشتملت مفهومه والمراحل التي يتضمنها التفكير التصـميمي بالإضافة إلى مهارات الحل الإبداعي للمشكلات التي ينبغي تنميتها.
٢. **توجيهـات عامـة للمحاضـر:** اشـتمل الـدليل علـى مجموعـة مـن التوجيهـات والإرشـادات التـي ينبغـي علـى المحاضـر مراعاتهـا عنـد تعلـيم موضـوعات الكيمياء البيئية وفقًا للتفكير التصميمي.
٣. **الخطـة الزمنيـة**: واشـتملت بيـان بعـدد الجلسـات المقترحـة لتعلـيم موضـوعات الكيمياء البيئية وفقًا للتفكير التصميمي والتي بلغت ١١ جلسةً.
٤. **خطة السير في الموضوعات المقدمة:** تم عرض الموضوعات من خـلال تحديـد الأهداف الإجرائية المرجوة لكـل منهـا، والمـواد والتقنيـات التعليميـة المسـاهمة فـي تحقيقها، وبعد ذلك عرض خطة السير في الموضـوع، والخطـوات الإجرائيـة التـي يتبعها المحاضر لتعلـيم تلـك الموضـوعات وفقًـا لمراحـل التفكيـر التصـميمي وفـي نهاية الموضوع تم عرض مجموعة من أسئلة التقويم لكل موضوع.

وتم عرض دليل المحاضر على السادة المحكمين ومن ثـم تـم إجـراء التعـديلات التي تمت الإشارة إليها، وبذلك أصبح الدليل في صورته النهائية[٥] .

رابعًا: إعداد اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء:

تحديد الهدف من الاختبار:

هدف الاختبار إلى قياس مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء.

وصف الاختبار:

تم بناء اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في صورة مهام مفتوحة النهائية وتبع كل مهمة مجموعة من الأسئلة وهدفت تلك التساؤلات تقييم كل من مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرئيسة والفرعية في الكيمياء وتكون الاختبار في صورته الأولية من تسع مهام مفتوحة النهاية في الكيمياء. وتضمنت المهارات الرئيسة في اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات المهارات الآتية:

مهارة فهم التحديات: وهي مهارة الطالب في تحليل المهمة لتحديد أو بناء أو تركيز جهود حل المشكلة لفهم المشكلة عند مواجهة موقف غامض أو تحدي يحتاج إلى وضوح. وتضمنت مهارة فهم التحديات ثلاث مهارات فرعية وهي:

- **مهارة تشكيل/بناء الفرص**: وهي مهارة الطالب في تحديد الأهداف المرجوة والتحديات والأولويات المرجوة في الموقف الغامض.

[٥] ملحق (٤): دليل المحاضر لموضوعات الكيمياء البيئية وفقًا للتفكير التصميمي

- **مهارة اكتشاف البيانات**: وهي مهارة الطالب في تحديد البيانات المهمة التي يحتاجها أخذها في الاعتبار لمواجهة التحدي؛ من خلال تحديد البيانات المهمة لتحديد المشكلة والبيانات المهمة للعمل على حل المشكلة.
- **مهارة تحديد المشكلة**: وهي مهارة الطالب في انتاج العديد من الصياغات المختلفة للمشكلة وصياغة العديد من المشكلات الفرعية وكذلك تحديد المشكلة الحقيقية.

مهارة توليد الأفكار: وهى مهارة الطالب في توليد العديد من الأفكار المتنوعة أو الخيارات الغير معتادة والجدة لإيجاد الحلول الممكنة.

مهارة التحضير للتنفيذ: وتتضمن مهارة الطالب في اتخاذ القرارات بشأن تعزيز أو تطوير الحلول أو البدائل الواعدة والتخطيط لتنفيذها بنجاح. وتضمنت مهارة التحضير للتنفيذ مهارتين فرعيتين وهما:

- **مهارة تطوير الحل**: وتتضمن مهارة الطالب في تنقيح وتطوير الحلول من خلال توليد واختيار معايير محددة لتقييم الحلول.
- **مهارة قبول الحل**: وتتضمن مهارة الطالب في تحديد المصادر المساعدة في تنفيذ الحل والمصادر المعيقة أو المقاومة لتنفيذ الحل.

صدق المحكمين:

تم إعداد اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في صورته الأولية التي تضمنت تسع مهامًا مفتوحة النهاية اشتملت كل مهمة على مجموعة من التساؤلات الفرعية التي يمكن من خلال تحليل إجابتها تقييم مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الرئيسة والفرعية، وتم عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين للتأكد من صدق الاختبار وإبداء الرأي حول:

- مدى ملائمة تلك المهام لقياس مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء.
- مدى ملائمة تلك المهام لطلاب المستوى الثالث ببرنامج إعداد معلم الكيمياء.
- حذف أي مهمة يصعب حلها
- تعديل أو إعادة صياغة أي مهمة تتطلب ذلك.
- تقديم أي مقترحات آخري.

وفي ضوء آراء السادة المحكمين تم حذف مهمة من مهام الاختبار بالإضافة إلى تعديل اسم بعض المهام وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية[٦].

جدول مواصفات الاختبار:

اشتمل الاختبار في صورته النهائية على ثمان مهامًا مفتوحة النهاية وفقًا للجدول الآتي:

[٦] ملحق (٥): اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء

جدول ٢

مواصفات اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء

المهمة	بنية المهمة			المهارات التي تقيسها المهمة	
	المعلومات	الهدف	الطريق للحل	المهارة الرئيسة	المهارة الفرعية
المهمة الأولى: قارب النجاة	قليلة	محدد	غير محدد	– فهم التحديات – توليد الأفكار – التحضير للتنفيذ	– تشكيل الفرص – اكتشاف البيانات – تحديد المشكلة – توليد الأفكار – تطوير الحلول – قبول الحل
المهمة الثانية: قوة التنظيف	قليلة	محدد	غير محدد	– فهم التحديات – توليد الأفكار – التحضير للتنفيذ	– تشكيل الفرص – اكتشاف البيانات – تحديد المشكلة – توليد الأفكار – تطوير الحلول – قبول الحل
المهمة الثالثة: على مسار الحمض	قليلة	محدد	غير محدد	– فهم التحديات – توليد الأفكار	– تشكيل الفرص – اكتشاف البيانات – تحديد المشكلة – توليد الأفكار
المهمة الرابعة: حمام السباحة	قليلة	محدد	غير محدد	– فهم التحديات – توليد الأفكار	– تشكيل الفرص – اكتشاف البيانات – تحديد المشكلة – توليد الأفكار
المهمة الخامسة: الطلاء	قليلة	محدد	غير محدد	– فهم التحديات – توليد الأفكار – التحضير للتنفيذ	– اكتشاف البيانات – توليد الأفكار – تطوير الحل

المهمة	بنية المهمة			المهارات التي تقيسها المهمة	
	المعلومات	الهدف	الطريق للحل	المهارة الرئيسة	المهارة الفرعية
المهمة السادسة: الحمض الضعيف	قليلة	محدد	غير محدد	– فهم التحديات – توليد الأفكار	– تشكيل الفرص – اكتشاف البيانات – تحديد المشكلة – توليد الأفكار
المهمة السابعة : الأمطار الحامضية	قليلة	محدد	غير محدد	– فهم التحديات – توليد الأفكار – التحضير للتنفيذ	– تشكيل الفرص – اكتشاف البيانات – تحديد المشكلة – توليد الأفكار – تطوير الحل – قبول الحل
المهمة الثامنة: عسر الماء	قليلة	محدد	غير محدد	– فهم التحديات – توليد الأفكار – التحضير للتنفيذ	– تشكيل الفرص – اكتشاف البيانات – تحديد المشكلة – توليد الأفكار – تطوير الحل – قبول الحل

ضبط الاختبار:

الدراسة الاستطلاعية للاختبار:

تم تطبيق اختبار مهام الحل الإبداعي في الكيمياء على مجموعة من ٣٢ طالبًا وطالبةً بالفرقة الثالثة شعبة الكيمياء؛ وذلك بهدف حساب صدق وثبات الاختبار كالآتي:

صدق الاختبار:

تم حساب صدق الاختبار من خلال حساب الصدق التكويني لكل مهمة من خلال حساب معامل الاتساق الداخلي بين درجة المهمة في كل مهارة والدرجة الكلية للمهارة الرئيسة والدرجة الكلية للمهارة الفرعية وكذلك الدرجة الكلية للاختبار محذوفًا منها درجة المهمة في تلك المهارة بالإضافة إلى معامل الاتساق الداخلي بين الدرجة الكلية للاختبار ودرجة المهارة التي يقيسها الاختبار.

جدول ٣

مؤشرات الصدق التكويني (الاتساق الداخلي) بالنسبة للمهارات الرئيسة لاختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات = ٣٢

المهمـــــــة		المهـــــــارة الرئيســـــــة			الدرجة الكلية للاختبار محذوفاً منها درجة المفردة
		فهم التحديات	توليد الأفكار	التحضير للتنفيذ	
المهمة الأولى	تشكيل الفرص	٠,٩١٢**			٠,٨٩٩**
	اكتشاف البيانات	٠,٨٦٥**			٠,٨٥٣**
	تحديد المشكلة	٠,٨٧٠**			٠,٨٥٧**
	فهم التحديات	٠,٩٣٧**			٠,٩٢٤**
	توليد الأفكار		٠,٧٩٩**		٠,٨١٨**
	تطوير الحلول			٠,٩٣٥**	٠,٩٥٣**
	قبول الحل			٠,٨٠٧**	٠,٨٦٧**
	التحضير للتنفيذ			٠,٨٢٠**	٠,٨٩٦**
المهمة الثانية	تشكيل الفرص	٠,٩٤٠**			٠,٩٣٤**
	اكتشاف البيانات	٠,٨٩١**			٠,٨٨٢**
	تحديد المشكلة	٠,٨٢٩**			٠,٨٢٨**
	فهم التحديات	٠,٩٣٦**			٠,٩٣٠**
	توليد الأفكار		٠,٨٠٦**		٠,٨٦١**
	تطوير الحلول			٠,٨٨٣**	٠,٨٧٤**
	قبول الحل			٠,٨٨١**	٠,٩٢٧**
	التحضير للتنفيذ			٠,٩٢٧**	٠,٩٥٣**
المهمة الثالثة	تشكيل الفرص	٠,٦٩٣**			٠,٦٩٠**
	اكتشاف البيانات	٠,٦٨٣**			٠,٦٨٢**
	تحديد المشكلة	٠,٦٧٩**			٠,٦٨٤**
	فهم التحديات	٠,٧٠١**			٠,٧٠٠**
	توليد الأفكار		٠,٦٦٣		٠,٦١٥**
المهمة الرابعة	تشكيل الفرص	٠,٨٩٦**			٠,٨٧٩**
	اكتشاف البيانات	٠,٧٥٤**			٠,٧٥٠**
	تحديد المشكلة	٠,٨٠٦**			٠,٧٦٢**
	فهم التحديات	٠,٩٠١**			٠,٨٧٣
	توليد الأفكار		٠,٧٦٢**		٠,٧٧٧*
المهمة الخامسة	اكتشاف البيانات	٠,٨٥٦**			٠,٨٦١**
	فهم التحديات	٠,٨٥٦**			٠,٨٦١**
	توليد الأفكار		٠,٥٠٦**		٠,٤٩٧**
	تطوير الحل			٠,٦٥٣**	٠,٦٥٢**
	التحضير للتنفيذ			٠,٦٥٣**	٠,٦٥٢**
المهمة السادسة	تشكيل الفرص	٠,٩٣٨**			٠,٩٣٤**
	اكتشاف البيانات	٠,٩٠٩**			٠,٩٠٢**
	تحديد المشكلة	٠,٨٨٥**			٠,٨٧٦**
	فهم التحديات	٠,٩٥٦**			٠,٩٥٠**

المهمـــــــة		المهـــــــارة الرئيســـــــة			الدرجة الكلية للاختبار محذوفاً منها درجة المفردة
		فهم التحديات	توليد الأفكار	التحضير للتنفيذ	
	توليد الأفكار		**٠,٩١٩		**٠,٩٠٢
المهمة السابعة	تشكيل الفرص	**٠,٨٨٢			**٠,٨٧٢
	اكتشاف البيانات	**٠,٨٣٠			**٠,٨٢٥
	تحديد المشكلة	**٠٧٥٧			**٠,٧٦٣
	فهم التحديات	**٠,٨٨٢			**٠,٨٧٧
	توليد الأفكار		**٠,٧٤٣		**٠,٧٣٩
	قبول الحل			**٠,٦٧٩	**٠,٧٤١
	تطوير الحل			**٠,٦٣٢	**٠,٥٧٩
	التحضير للتنفيذ			**٠,٧٧٣	**٠,٧٨٨
المهمة الثامنة	تشكيل الفرص	**٠,٧٩٩			**٠,٨١٢
	اكتشاف البيانات	**٠,٨١٣			**٠,٨١٣
	تحديد المشكلة	**٠,٨٣٥			**٠,٨٤٥
	فهم التحديات	**٠,٨٦٨			**٠,٨٨٠
	توليد الأفكار		**٠,٧٠٨		**٠,٧٠٢
	قبول الحل			**٠,٧١٣	**٠,٧٩٩
	تطوير الحل			**٠,٧١١	**٠,٧٤٨
	التحضير للتنفيذ			**٠,٧٧٣	**٠,٨٤٦
	الدرجة الكلية للاختبار	**٠,٩٤٤	**٠,٩٨٦	**٠,٩٤٩	

من خلال الجدول السابق يتضح أن هناك اتساق داخلي في كل مهمة بين المهارات الفرعية التي تقيسها والمهارات الرئيسة التي تنتمي إليها وكذلك الدرجة الكلية للاختبار؛ حيث تراوحت قيم معامل الاتساق الداخلي (الارتباط) بين درجة المهمة في كل مهارة فرعية ودرجة المهارة الرئيسة التي تقيسها تراوحت بين (٠,٥٠٦: ٠,٩٥٦) وجميعها دالة عند مستوى (٠,٠١) وقيم معامل الاتساق الداخلي (الارتباط) بين درجة المهمة في كل مهارة فرعية والدرجة الكلية للاختبار محذوفاً منها درجة المفردة تراوحت بين (٠,٤٩٧: ٠,٩٥٣) وجميعها دالة عند مستوى (٠,٠١)، وقيم معاملات الاتساق (الارتباط) بين درجة المهارة الرئيسة والدرجة الكلية للاختبار تراوحت بين (٠,٩٤٤: ٠,٩٨٦) وجميعها قيم دالة عند مستوى(٠,٠١) مما يحقق الصدق التكويني للاختبار.

جدول ٤

مؤشرات الصدق التكويني (الاتساق الداخلي) بالنسبة للمهارات الفرعية لاختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات = ٣٢

المهمـــــــة		فهم التحديات			توليد الأفكار	التحضير للتنفيذ	
		تشكيل الفرص	اكتشاف البيانات	تحديد المشكلة	توليد الأفكار	تطوير الحل	قبول الحل
المهمة الأولى	تشكيل الفرص	**٠,٩٠٠					
	اكتشاف البيانات		**٠,٨٩٨				
	تحديد المشكلة			**٠,٩٠٥			
	توليد الأفكار				**٠,٧٩٩		
	تطوير الحلول					**٠,٧٢٨	
	قبول الحل						**٠,٨٨٤
المهمة الثانية	تشكيل الفرص	**٠,٩٣٥					
	اكتشاف البيانات		**٠,٩٠٣				
	تحديد المشكلة			**٠,٨٨٤			
	توليد الأفكار				**٠,٨٠٦		
	تطوير الحلول					**٠,٩٠٩	
	قبول الحل						**٠,٩٣٥
المهمة الثالثة	تشكيل الفرص	**٠,٧٢٢					
	اكتشاف البيانات		**٠,٦٦٧				
	تحديد المشكلة			**٠,٦٦٩			
	توليد الأفكار				**٠,٦٦٣		
المهمة الرابعة	تشكيل الفرص	**٠,٨٨٧					
	اكتشاف البيانات		**٠,٧٥٥				
	تحديد المشكلة			**٠,٨٥١			
	توليد الأفكار				**٠,٧٦٢		
المهمة الخامسة	اكتشاف البيانات		**٠,٨٨٧				
	توليد الأفكار				**٠,٥٠٦		
	تطوير الحل					**٠,٧٩٢	
المهمة السادسة	تشكيل الفرص	**٠,٩٥١					
	اكتشاف البيانات		**٠,٩٢٠				
	تحديد المشكلة			**٠,٨٧٧			
	توليد الأفكار				**٠,٩١٩		

المهمـــــــة		فهم التحديات			توليد الأفكار	التحضير للتنفيذ	
		تشكيل الفرص	اكتشاف البيانات	تحديد المشكلة	توليد الأفكار	تطوير الحل	قبول الحل
المهمة السابعة	تشكيل الفرص	٠,٨٧٨**					
	اكتشاف البيانات		٠,٨٢٠**				
	تحديد المشكلة			٠,٧٨١**			
	توليد الأفكار				٠,٧٤٣**		
	قبول الحل						٠,٧٨١**
	تطوير الحل					٠,٦٩٨**	
المهمة الثامنة	تشكيل الفرص	٠,٨٢١**					
	اكتشاف البيانات		٠,٨٣٦**				
	تحديد المشكلة			٠,٨٥٨**			
	توليد الأفكار				٠,٧٠٨**		
	قبول الحل						٠,٨٠٧**
	تطوير الحل					٠,٧٠١**	
الدرجة الكلية للاختبار		٠,٩٨٧**	٠,٩٨٣**	٠,٩٦٤**	٠,٩٨٦**	٠,٩٥٣**	٠,٩٨٠**

من خلال الجدول السابق يتضح أن هناك اتساق داخلي حيث تراوحت قيم معامل الاتساق (الارتباط) بين درجة المهارة الفرعية التي تقيسها كل مهمة ودرجة المهارة الفرعية التي يقيسها الاختبار بين (٠,٥٠٦: ٩٥٣) وجميعها قيم دالة عند مستوى (٠,٠١)، وقيم معامل الاتساق (الارتباط) بين درجة المهارة الفرعية والدرجة الكلية للاختبار تراوحت بين (٠,٩٥٣: ٠,٩٨٧) وجميعها قيم مرتفعة ودالة عند مستوى ٠,٠١ مما يحقق الصدق التكويني للاختبار.

أ) ثبات الاختبار:

تم استخدام معامل ألفا كرونباخ لحساب ثبات الاختبار وبلغت قيمته ٠,٩٣٢، مما يدل على ثبات الاختبار وإمكانية الوثوق في نتائجه في البحث الحالي.

وبعد حساب صدق الاختبار وثباته أصبح اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء في صورته النهائية وصالحاً للتطبيق على مجموعة البحث.

إجراءات تنفيذ تطبيق البحث:

مر تطبيق البحث بالخطوات الآتية:

- اختيار مجموعة الدراسة: تضمنت مجموعة الدراسة ٤٨ طالبًا وطالبةً من طلاب الفرقة الثالثة شعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها واعتمد البحث الحالي على التصميم التجريبي للمجموعة التجريبية الواحدة ذو القياس القبلي

والبعدي وتم التطبيق خلال الفصل الدراسي الأول للعام الجامعي ٢٠٢٢/ ٢٠٢٣

- التطبيق القبلي لأداة الدراسة: تم تطبيق اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء قبليًا على مجموعة الدراسة.
- تدريس الموضوعات المقترحة: تم تدريس موضوعات الكيمياء البيئية وفقًا لتفكير التصميم لمجموعة البحث بعد التطبيق القبلي لاختبار مهارات الحل الإبداعي للمشكلات.
- التطبيق البعدي لأداة الدراسة: بعد الانتهاء من دراسة الموضوعات تم تطبيق اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء بعديًا على مجموعة الدراسة.
- استغرقت فترة التطبيق سبع أسابيع (١٣ جلسةً) بشهري أكتوبر ونوفمبر لعام ٢٠٢٢ خلال الفصل الدراسي الأول للعام الجامعي ٢٠٢٢/٢٠٢٣بواقع جلستين في الأسبوع.

المعالجة الإحصائية:

بعد الانتهاء من التطبيق البعدي لأداة الدراسة تم تصحيح اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء وتم تحويل الدرجات الخام للاختبار إلى درجات معيارية وبعد ذلك تم تحويل الدرجات المعيارية إلى درجات معيارية معدلة لتلافي عيوب الدرجات المعيارية (السيد،٢٠٠٨، ١٣٢-١٤٢)؛ وذلك لأن اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات ليس له نهاية عظمى. ولمعالجة تلك البيانات تم استخدام الأساليب الإحصائية الآتية:

- اختبار ت T test للمجموعات المرتبطة Paired Samples test : وتمت المعالجة الإحصائية للبيانات باستخدام برنامج التحليل الإحصائي للعلوم الاجتماعية (SPSS) إصدار (٢٢) لحساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات الطلاب في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات.
- حساب قيمة مربع إيتا لحساب حجم الأثر، وذلك لمعرفة التباين في درجات المتغير التابع، والتي تعزى إلى المتغير المستقل (**الشربيني، ٢٠٠٧: ١٩٠-١٩٢**).
- حساب حجم التأثير باستخدام معادلة d cohen

نتائج البحث:

نتائج البحث:

(١) عرض ومناقشة النتائج الخاصة بالفرض الأول:

للتحقق من صحة الفرض الأول والذي ينص على " وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة $\alpha \leq 0.01$ بين متوسطات درجات الطلاب في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في المهارات الرئيسة للحل الإبداعي للمشكلات

المتضمنة في اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية للاختبار لصالح التطبيق البعدي". والجدول الآتي يوضح النتائج:

جدول ٥

دلالة الفروق بين متوسطات درجات الطلاب في التطبيقين القبلي والبعدي في المهارات الرئيسة للحل الإبداعي للمشكلات (ن=٤٨)

البيان المهارات الرئيسة	التطبيق	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	حجم الأثر	D
فهم التحديات	القبلي	٤٠,٣٥٠١	٠,٤١٩٤	٣٧,٩٧	٠,٠٠٠	٠,٩٦٨	٥,٤٩٦
	البعدي	٥٩,٦٤٩٨	٣,٤٢٨				
توليد الأفكار	القبلي	٤٠,٤٥٠٣	٠,٠٥١٣	٢٩,٧٨	٠,٠٠٠	٠,٩٥٠	٤,٢٩٨
	البعدي	٥٩,٤٥٩٧	٤,٣٩٨٢				
التحضير للتنفيذ	القبلي	٤٠,٤٨٤٤	٠,٤٦٦٦	٣٢,٦٤	٠,٠٠٠	٠,٩٥٨	٤,٧١١
	البعدي	٥٩,٥١٥٦	٤,١١٨٨				
الدرجة الكلية	القبلي	٤٠,٣١٩٧	٠,٢٨٥٧	٤٠,٦٩	٠,٠٠٠	٠,٩٧٢	٥,٨٧٢
	البعدي	٥٩,٦٨٠٣	٣,٢٦٢٠				

يتضح من الجدول السابق ما يأتي:

١- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى $\alpha \leq 0.01$ بين متوسط درجات التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات CPS في الكيمياء لصالح التطبيق البعدي، مما يشير إلى وجود تحسن ونمو كبير في الدرجة الكلية لاختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء نتج عن تفكير التصميم (المعالجة التجريبية المستخدمة).

٢- يشير حجم التأثير كما أوضحته قيمة مربع إيتا إلى وجود تأثير مرتفع لتفكير التصميم (المعالجة التجريبية المستخدمة) على الدرجة الكلية لاختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء بالإضافة إلى أن ٠,٩٧٢ % من التباين الكلي للمتغير التابع يعود إلى المتغير المستقل؛ وبالتالي يتضح وجود تأثير كبير لتفكير التصميم في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات.

٣- يوجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى$\alpha \leq 0.01$ بين متوسط درجات التطبيقين القبلي والبعدي للمهارات الرئيسة للحل الإبداعي للمشكلات المتمثلة في ثلاث مهارات رئيسة (فهم التحديات، توليد الأفكار، التحضير للتنفيذ) لاختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لصالح التطبيق البعدي، مما يدل على تحسن ونمو في المهارات الرئيسة لاختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات نتيجة لتفكير التصميم (المعالجة التجريبية).

٤- يشير حجم التأثير كما أوضحته قيمة مربع إيتا إلى وجود تأثير مرتفع لتفكير التصميم للمعالجة التجريبية المستخدمة على المهارات الرئيسة للحل الإبداعي للمشكلات المتمثلة في مهارات فهم التحديات، وتوليد الأفكار، والتحضير للتنفيذ حيث أنه نسبة ٠,٩٥٠ % إلى ٠,٩٦٨ % من التباين الكلي للمتغير التابع نتج عن المتغير المستقل وبالتالي يتضح وجود تأثير كبير لتفكير التصميم (المعالجة التجريبية المستخدمة) في تنمية المهارات الرئيسة للحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء.

وبذلك تم قبول الفرض الأول من فروض الدراسة.

(٢) عرض ومناقشة النتائج الخاصة بالفرض الثاني:

لاختبار صحة الفرض الثاني والذي نص على أنه " وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى $\alpha \leq 0.01$ بين متوسطات درجات الطلاب في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في المهارات الفرعية للحل الإبداعي للمشكلات التي يتضمنها اختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية للاختبار لصالح التطبيق البعدي". كما يتضح من الجدول الآتي:

جدول (٦) دلالة الفرق بين متوسط درجات التطبيقين القبلي والبعدي في المهارات الفرعية للحل الإبداعي للمشكلات (ن=٤٨)

المهارات الفرعية	التطبيق	المتوسط	الانحراف المعيارى	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	حجم الأثر	D
تشكيل الفرص	القبلي	٤٠,٤٦٦٥	٠,٤٢١٣	٣٢,٠٥	٠,٠٠٠	٠,٩٥٦	٤,٦٢٦
	البعدي	٥٩,٥٣٣٦	٤,٠٣٨٠				
اكتشاف البيانات	القبلي	٤٠,٣٢٢٠	٠,٨٥٤٨	٣٨,٨٣	٠,٠٠٠	٠,٩٧٠	٥,٦٠٤
	البعدي	٥٩,٦٧٨	٣,١٧٥٧				
تحديد المشكلة	القبلي	٤٠,٤٦٨٥	٠,٣١٧٥	٣١,٩٣	٠,٠٠٠	٠,٩٥٦	٤,٦٠٨
	البعدي	٥٩,٥٣١٥	٤,٠٥٧٦				
توليد الأفكار	القبلي	٤٠,٤٥٠٣	٠,٠٥١٣	٢٩,٧٨	٠,٠٠٠	٠,٩٥٠	٤,٢٩٨
	البعدي	٥٩,٤٥٩٧	٤,٣٩٨٢				
تطوير الحلول	القبلي	٤٠,٤٣٠٢	٠,٥٢٦	٣٤,٠٣	٠,٠٠٠	٠,٩٦١	٤,٩١٢
	البعدي	٥٩,٥٦٩٨	٣,٨٤٦٢				
قبول الحل	القبلي	٤٠,٧٦٧٥	٠,٥٩٠٣	٢٥,٠٧٨	٠,٠٠٠	٠,٩٣٠	٣,٦٢٠
	البعدي	٥٩,٢٣٢٥	٥,٢٦٠٥				
الدرجة الكلية	القبلي	٤٠,٣١٩٧	٠,٢٨٥٧	٤٠,٦٩	٠,٠٠٠	٠,٩٧٢	٥,٨٧٢
	البعدي	٥٩,٦٨٠٣	٣,٢٦٢٠				

يتضح من الجدول السابق ما يأتي:

١- وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى $\alpha \leq 0.01$ بين متوسط درجات التطبيقين القبلي والبعدي للمهارات الفرعية للحل الإبداعي للمشكلات المتمثلة في تشكيل الفرص واكتشاف البيانات وتحديد المشكلة، وتوليد الأفكار، وقبول الحل، وتطوير الحل لاختبار مهام الحل الإبداعي للمشكلات لصالح التطبيق

البعدي، مما يدل على تحسن ونمو واضح في المهارات الفرعية للحل الإبداعي للمشكلات نتيجة تفكير التصميم (المعالجة التجريبية المستخدمة).

٢- تشير قيمة مربع إيتا (حجم التأثير) إلى وجود درجة تأثير مرتفعة للمعالجة التجريبية المستخدمة (تفكير التصميم) على المهارات الفرعية للحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء المتمثلة في تشكيل الفرص واكتشاف البيانات وتحديد المشكلة، وتوليد الأفكار، وقبول الحل، وتطوير الحل حيث إن نسبة من ٠,٩٣٠ % إلى ٠,٩٧٠ % من التباين الكلي للمتغير التابع نتج عن المتغير المستقل وبالتالي يتضح وجود تأثير كبير لتفكير التصميم (المعالجة التجريبية المستخدمة) في تنمية المهارات الفرعية للحل الإبداعي للمشكلات (تشكيل الفرص واكتشاف البيانات وتحديد المشكلة، وتوليد الأفكار، وقبول الحل، وتطوير الحل) وبذلك تم قبول الفرض الثاني من فروض البحث.

تفسير النتائج:

- سمح تفكير التصميم في مجموعات لحل مشكلات الكيمياء الواقعية بشكل تعاوني؛ مما أدى إلى تعزيز تفكير التصميم الحل الإبداعي للمشكلات والتعاون. ويتفق ذلك مع دراسة (Veerasighan, Balakrishnan, Damanhuri, & Gengatharan, 2021,678,679) التي أوضحت أن تفكير التصميم يسمح للمشاركين بالعمل بنجاح في فرق متعددة التخصصات لحل مشاكل الحياة الواقعية الصعبة، وأن تفكير التصميم في التعليم يعزز الابتكار وحل المشكلات والإبداع والتعاون
- وتتفق نتائج الدراسة مع دراسة (Avsec,& Ferk Savec, 2022, 2) التي أكدت على أن تفكير التصميم يعد نموذجًا جيدًا للتعامل مع المشكلات الواقعية في الحياة وفي التعليم وتطوير مهارات القرن الحادي والعشرين، وحل المشكلات والإبداع والتعاون والمرونة.
- يوفر تفكير التصميم بنية تتفق مع نتائج دراسة (Avsec, & Ferk Savec, 2022, 2) التي أوضحت أن تفكير التصميم يوفر بنية يسهل الوصول إليها للمعلمين؛ وذلك للتفكير بشكل إبداعي عند التعامل مع المشكلات التعليمية المتعلقة بالممارسة.
- قدم تفكير التصميم مجموعة من المهام التي اشتملت على أنشطة معرفية وإجرائية يمكن تطبيقها في مجالات الكيمياء المختلفة ساهمت في تحديد المشكلات وتشكيل الفرص والسعي لتوليد الأفكار وتتفق نتائج البحث مع دراسة (Liu, et al , 2023, 4)
- عززت مراحل تفكير التصميم توليد الأفكار والاستكشاف التعاوني والابداع. وبالتالي عززت مراحل تفكير التصميم مهارات الحل الإبداعي للمشكلات ويتفق ذلك مع دراسة (Liu, et al , 14).

- يساعد تفكير التصميم الأفراد على حل المشكلات الحقيقية في مواقف الحياة بشكل خلاق من خلال مراحل تفكير التصميم. ويسمح تفكير التصميم للمتعلمين ببناء المعرفة في فريق وتطوير مستوياتهم المختلفة من مهارات التفكير. وتولد هذه المهارات بعض الأفكار الرائعة التي تفيد في حل المشكلات. ويتفق ذلك مع دراسة (Liu, Gu, & Xu, 2023, 17)

التحليل الكيفي قبل وبعد إجراء المعالجة التجريبية

من خلال تحليل استجابات الطلاب وتحديد عينة للتحليل الكيفي من مجموعة الدراسة تضمنت ثلاث طلاب يمثلون الأرباع الأعلى من الحاصلين على أعلى الدرجات في التطبيق القبلي وثلاثة طلاب يمثلون الأرباع الأدنى من الحاصلين على أقل الدرجات في التطبيق القبلي وثلاثة طلاب يمثلون الأرباع الأعلى من الحاصلين على أعلى الدرجات في التطبيق البعدي وثلاث طلاب يمثلون الأرباع الأدنى من الحاصلين على أقل الدرجات في التطبيق البعدي. كما هو موضح في موضح في ملحق ( )[٧]

يتضح الأتي:

أولًا : التحليل الكيفي لمهارة فهم التحديات:

- ضعف مهارة فهم التحديات والمهارات الفرعية التي تتضمنها (تشكيل الفرص، اكتشاف البيانات، تحديد المشكلة) لدى الطلاب الحاصلين على أعلى الدرجات وكذلك الحاصلين على أقل الدرجات قبل المعالجة.
- وجود خلط في الأهداف والأولويات قبل المعالجة
- وجود تحسن كبير في مهارة فهم التحديات والمهارات الفرعية التي تتضمنها (تشكيل الفرص، اكتشاف البيانات، تحديد المشكلة) لدى الطلاب الحاصلين على أعلى الدرجات والحاصلين على أقل الدرجات بعد إجراء المعالجة

ثانيًا التحليل الكيفي لمهارة توليد الأفكار:

- وجود ضعف في مهارة توليد الأفكار لدى الطلاب الحاصلين على أعلى الدرجات والحاصلين على أقل الدرجات قبل المعالجة.
- تنوعت الأفكار التي قدمها الطلاب لحل المشكلات، حيث قدم الطلاب العديد من الأفكار لحل المشكلات مما يدل على الطلاقة في التفكير والمرونة، حيث اختلفت فئات الأفكار المقدمة للمشكلة الواحدة
- وجود تحسن كبير في مهارة توليد الأفكار لدى الطلاب الحاصلين على أعلى الدرجات والحاصلين على أقل الدرجات بعد إجراء المعالجة.

ثالثًا التحليل الكيفي لمهارة التحضير للتنفيذ:

- وجود ضعف في مهارة التحضير للتنفيذ لدى الطلاب الحاصلين على أعلى الدرجات والحاصلين على أقل الدرجات قبل المعالجة.

[٧] ملحق ( ) التحليل البعدي لاستجابات الطلاب

- قدم الطلاب العديد من المعايير التي ينبغي توافرها في الحلول بالإضافة إلى لجوء بعض الطلاب في تطبيق تلك المعايير على الحلول المقدمة وكذلك حدد الطلاب العديد من المصادر المساعدة والمعيقة للحلول مما يدل على وجود تحسن كبير في مهارة التحضير للتنفيذ لدى الطلاب الحاصلين على أعلى الدرجات والحاصلين على أقل الدرجات بعد إجراء المعالجة.

توصيات البحث:

- ضرورة الاهتمام بتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء في مراحل التعليم المختلفة من خلال توظيف تفكير التصميم.
- ضرورة اهتمام الخبراء التربويين والقائمين على تطوير المناهج بمدخل تفكير التصميم والعمل على تطوير المناهج بالمراحل المختلفة في ضوئه.
- ضرورة توفير المهام العلمية في مناهج الكيمياء والتي تعطي الفرصة للطلاب لتوظيف مدخل تفكير التصميم في الكيمياء.

مقترحات البحث:

يقترح البحث الحالي اجراء البحوث الآتية:

- فاعلية مدخل تفكير التصميم على تنمية فهم الكيمياء بالمرحلة الثانوية.
- تطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء مدخل تفكير التصميم.
- فاعلية مدخل تفكير التصميم على تنمية مهارات التفكير الناقد في الكيمياء بالمرحلة الثانوية.
- فاعلية مدخل تفكير التصميم على تنمية مهارات التفكير الابداعي في الكيمياء بالمرحلة الثانوية.

المراجع:

المراجع العربية

أحمد، أبو السعود محمد أحمد، عبد الوهاب، فاطمة محمد، إسماعيل، دعاء سعيد محمود. (٢٠١٧). استخدام نظرية تريز TRIZ في تنمية مهارات الحل الابداعي للمشكلات في الكيمياء لدى طلاب الشعب العلمية بكليات التربية. مجلة كلية التربية جامعة بنها، ٢٨ (١١٢)،٣٨٣- ٤١٨.

أحمد، هبه الله عدلي (٢٠١٥). فاعلية استخدام المبادئ الإبداعية لنظرية "Triz" تريز في تنمية التحصيل المعرفي ومهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي. الجمعية المصرية للتربية العلمية. المجلة المصرية للتربية العلمية. ١٨(٦)، ١٦٧-٢٠٩.

إسماعيل، دعاء سعيد محمود (٢٠١٥). أثر استخدام نظرية تريز TRIZ على تنمية الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء لدى طلاب الشعب العلمية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية، جامعة بنها

عبد العزيز، صفوت حسن، العنزي، تهاني صالح & المطيري، جميلة سامي. (٢٠٢٣). أثر تدريس العلوم باستخدام استراتيجية قائمة على نظرية تريز TRIZ على

التحصيل وتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات لدى طالبات الصف السابع في دولة الكويت. مجلة الدراسات والبحوث التربوية، ٣(٩)، ١٦٨-٢٠٦.

عسيري، جميلة بنت مفرح آل عافية (٢٠١٩). برنامج مقترح قائم على نظرية تريز لتنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات الكيميائية لدى طالبات الصف الثاني الثانوي. الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة. مجلة القراءة والمعرفة، ٢١٧، ٢١٣-٢٢٨.

Alarcón, Hernández, Pala, Navarrete, & Llorens, (2019). EDULEARN19 Proceedings. 10139-10144. EDULEARN19 Proceedings 11th International Conference on Education and New Learning Technologies July 1st-3rd, 2019 — Palma, Mallorca, Spain

Alhusaini, A. A. (2016). The effects of duration of exposure to the REAPS model in developing students' general creativity and creative problem solving in science. Doctor of philosophy. The University of ARIZONA.

Altan, E. B., Yamak, H., Kirikkaya, E. B. & Kavak, N. (2018). The Use of Design-based Learning for STEM Education and Its Effectiveness on Decision Making Skills. *Universal Journal of Educational Research. 6*(12), 2888-2906.

Ananda, L. R., Rahmawati, Y., Khairi, F. (2022). Critical thinking skills of chemistry students by intergrating design thinking with STEAM-PjBL. Journal of technology and science Education. 31(1), 352- 367.

Anderson, N., Timms, C., & Hajhashemi, K. (2014). Improving Online Learning through the Use of Design Thinking (Translated into Chinese by Junhong Xiao).Distance Education in China, 9:512. DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2014.09.002.

Avsec, S. & Ferk Savec, V. (2022). Mapping the Relationships between Self-Directed Learning and Design Thinking in Pre-Service Science and Technology Teachers. Sustainability, 2022, 14, 8626, 1-28. https://doi.org/10.3390/su14148626

Basadur, M. (1998). The Basadur simplex creative problem solving profile inventory: development, Reliability and validity. Management of Innovation and New Technology Research Centre. McMaster University, Hamilton, Ontario.

Brannon, M. E. (2022). Exploring the impact of design thinking on creativity in preservice teachers. the degree of Doctor of Philosophy, the Kent State University.

Calavia, M. B., Blanco, T., Casas, R. & Dieste, B. (2023). Making design thinking for education sustainable: Training preservice teachers to address practice challenges. Thinking Skills and Creativity, 47,10199, 1-23.

Çetinkaya, Ç. (2014). The effect of gifted students' creative problem solving program on creative thinking. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 116, 3722 – 3726. 5th World Conference on Educational Sciences - WCES 2013.

Chen, S.- Y., Tsai, J.-C., Liu, S.-Y. & Chang, C.-Y. (2021). The effect of a scientific board game on improving creative problem solving skills. Thinking Skills and Creativity, 41, 100921, 1-11. doi:10.1016/j.tsc.2021.100921.

Debije, M.G. (2019). Implementing a practical, Bachelor`s- level Design – based learning course to improve chemistry students` scientific Dissemination skills. Journal of Chemical Education, 96 (9) 1899–1905.

Duran, M., Höft, M., Lawson, D., B., Medjahed, B., & Orady, E. A. (2014). Urban High School Students' IT/STEM Learning: Findings from a Collaborative Inquiry- and Design-Based Afterschool Program. *Journal of Science Education and Technology, 23*, 116–137.

Fiteriani, I., Diani, R., Hamidah, A., & Anwar, C. (2021). Project-based learning through STEM approach: Is it effective to improve students' creative problem-solving ability and metacognitive skills in physics learning?. Journal of Physics: Conference Series, 1796(1), 012058. doi:10.1088/1742-6596/1796/1/012058.

Goldenman, S. (2017). Design thinking. In. Eds. Kylie Peppler. The SAGE Encyclopedia of Out-of-School Learning. SAGE Publications, Inc. Thousand Oaks.

Heliawati, L., Afakillah, I. I., & Pursitasari, I. D. (2021). Creative Problem-Solving Learning through Open-Ended Experiment for Students' Understanding and Scientific Work Using Online Learning. International Journal of Instruction, 14(4), 321-336. https://doi.org/10.29333/iji.2021.14419a

Hooijdonk, M.V., Mainhard, T., Kroesbergen, E. H. & Tartwijk, J. V. (2020). Creative problem Solving in primary Education: Exploring The role of fact finding, and solution finding across Tasks. Thinking Skills and Creativity, 37,100665, 1-10.

Kaçan, S. D., & Şahin, F. (2018). Analysis of Science Teacher Candidates' Relation between Scientific Creative Thinking Skills, Creative Problem Solving and Project Development Skills. SHS Web of Conferences 48, 01059, 1-8. ERPA (Educational Researches and Publications) International Congresses on Education 2018, 6 June – 7 July, Istanbul, Turkey.

Kane, M. (2019). Postsecondary faculty experiences with design thinking as a framework for instructional development. Degree of doctor of education. Northeastern university, Boston, Massachusetts.

Kim, P., Suh, E. & Song, D. (2015). Development of a design-based learning curriculum through design-based research for a technology-enabled science classroom. Education. *Educational Technology Research and Development. 63*, 575–602.

Lee, T., O'Mahony, L. & Lebeck, P. (2023). Creativity and innovation: Everyday dynamics and practice. Palgrave Macmillan, Singapore.

Li, T. & Zhan, Z. (2022). A Systematic Review on Design Thinking Integrated Learning in K-12 Education. Applied Science, 12(16), 8077, 1-34.

Liu, X., Gu, J. & Xu, J. (2023). The impact of the design thinking model on pre-service teachers' creativity self-efficacy, inventive problem-solving skills, and technology-related motivation. International Journal of Technology and Design Education, https://doi.org/10.1007/s10798-023-09809-x.

Llorent-Vaquero, M., & Ortega-Tudela, J. M., (2021). Digital Creativity through Design Thinking in teacher training. Proccedings of the Second Workshop on Technology Enhanced Learning Environments for Blended Education, October 5–6, 2021, Foggia, Italy.

Mardiah, A., Rahmawati, Y., Harum, F. K. C., & Hadiana, D. (2022). Transferable Skills for pre-service chemistry teachers in Indonesia: Applying a design thinking. STEAM – PjBL model. *Issues in Educational Research, 32 (4),* 1509-1529.

McCurdy, R. P., Nickels, M., & Bush, S. B. (2020). Problem-Based Design Thinking Tasks: Engaging Student Empathy in STEM. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education, 4* (2), 22 – 55.

Mondaca, E., Wright, K., Chavarria, N., & Fahrenkrug, E. (2021). Design-Based Learning Framework for Introducing Factorial Experimental Design and Lab-on-a-Chip Separations in an Instrumental Chemistry Laboratory. Journal of Chemical Education, 98(6), 1954–1962. doi:10.1021/acs.jchemed.1c00166

Panke, S. (2019). Design thinking in Education: perspectives, *opportunities and challenges. Open Education Studies,* 1, 281-306.

Park, J., & Kang, S. (2014). The Effect of Inquiry Instruction Strategy Enhancing the Activity of Making Variables to Improve on Students' Creative Problem Solving Skills. Journal of The Korean Chemical Society-Daehan Hwahak Hoe Jee, 58 (5), 478- 489.

Phusavat, K., Hidayanto, A. N., Kess, P., & Kantola, J. (2019). Integrating Design Thinking into peer-learning community Impacts on professional development and learning. *Journal of Workplace Learning. 31* (1), 59-74.

Puccio, G. J., Klarman, B., & Szalay, P. A. (2022). Creative problem solving. In Vlad Petre Glăveanu (ed.), The Palgrave Encyclopedia of the Possible: With 157 Figures and 33 Tables. Palgrave Macmillan, Switzerland.

Puccio, G. J., & Modrzejewska-´Swigulska, M. (2022). Creative Problem Solving: From Evolutionary and Everyday Perspectives. In Todd Lubart, Marion Botella, Samira Bourgeois-Bougrine, Xavier Caroff, Jérôme Guegan, Christophe Mouchiroud, Julien Nelson, Franck Zenasni. (Editors). Creativity in the Twenty First Century: Homo

Creativus The 7 C's of Human Creativity. Springer, Switzerland.

Ortega-Tudela, J. M., Diaz-Pareja, E. M., Cámara-Estrella, Á. M. & Lorent-Vaquero, L. M. (2021). Design Thinking in Future Teachers Training. Education and New Developments, 329-333

Rosa, R. (2016). Design-based learning: a methodology for teaching and assessing creativity. Ed.D, California State Polytechnic University, Pomona.

Stengel, J. P., & Jerpoth, S. S., & Yenkie, K. M. (2021, July), Integrating Design Thinking in Chemical Engineering Coursework for Enhanced Student Learning Paper presented at 2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access, Virtual Conference. https://peer.asee.org/37358.

Subarkah, C. Z., Latif, A. & Dewi Sundari, C. D. (2018). Developing Creative Thinking Skills in Metal Purification Concept through Creative Problem Solving (CPS) Method. In Proceedings of the 3rd International Conference on Social Sciences, Laws, Arts and Humanities (BINUS-JIC 2018), pages 551-555.

Tan, S. Y., Hölttä-Otto, K., & Anariba, F. (2019). Development and Implementation of Design-Based Learning Opportunities for Students to Apply Electrochemical Principles in a Designette. Journal of Chemical Education, 96 (2), 256–266.

Thi-Huyen, N., Xuan-Lam, P., & TU, N.T. T. (2021). The Impact of Design Thinking on Problem Solving and Teamwork Mindset in A Flipped Classroom. *Eurasian Journal of Educational Research, 96*,30-50.

Thingwiangthong, P., Termtachatipongsa, P., & Yuenyong, C. (2021). Status quo and needs of STEM Education curriculum to enhance creative problem solving competency. *Journal of Physics: Conference Series. 1835 (2021) 012089.* doi:10.1088/1742-6596/1835/1/012089. 2nd International Annual Meeting on STEM education (I AM STEM) 2019.

Treffinger, D. J. & Isaksen, S. G. (2005). Creative problem solving: the history, development, and talent development. *Gifted child Quarterly*,*49*(4),342-353).

Veerasighan, H., Balakrishnan, B., Damanhuri, M. I. M., & Gengatharan, K. (2021). Design thinking for creative teaching of chemistry. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 11*(3), 670-687.

Wingard, A., Kijima, R., Yang- Yoshihara, M., & Sun, K. (2022). A design thinking approach to developing girls' creative self-efficacy in STEM, 46 (3), 101140,

Wolthaus, P. & Gröger, M. (2022): Design Thinking im Chemieunterricht – Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Implementierung. In: Habig, S. (Hrsg.): Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Universität Duisburg-Essen, im Druck.

Yang, H., Kim, M.-Y. & Kang, S.-J. (2020). The Effects of Design Thinking in High School Chemistry Classes. Journal of the Korean Chemical Society. 64 (3), 159- 174.

Zamkhsyari, & Rahayu, S. (2020). Fostering ill-structured problem-solving skills of chemistry students using socio scientific issues as learning context. The 3rd International Conference on Mathematics and Sciences Education (ICoMSE) 2019, AIP Conf. Proc. 2215, 020027-1–020027-6; https://doi.org/10.1063/5.0000533.

Conferences:

International Conference on Design-Based Learning and Design-Based Research Methods ICDBLDBRM on December 01-02, 2022 in Auckland, New Zealand. Available at: https://waset.org/design-based-learning-and-design-based-research-methods-conference-in-december-2022-in-auckland

International Conference on Design-Based Learning and Design-Based Research Methods ICDBLDBRM on February 01-02, 2023 in Melbourne, Australia. Available at: https://waset.org/design-based-learning-and-design-based-research-methods-conference-in-december-2022-in-auckland