Developing Chemistry Teacher Preparation Program in the Light of Chemical Thinking and its Effect on Developing Scientific Argumentation Skills and Chemistry Problem Solving among Chemistry Major`s Students at Faculties of Education

Dr. Doaa S. Ismail
Assistant Professor of Chemistry Curriculum and Teaching Methods
Department of Curriculum, Teaching Methods and Educational Technology
Faculty of Education, Benha University, Egypt
Doaa.ismail@fedu.bu.edu.eg

Received: 13-7-2023 Revised: 13-8-2023 Accepted: 17-8-2023
Published: 14-9-2023

DOI: 10.21608/JSRE.2023.222775.1589
Link of paper: https://jsre.journals.ekb.eg/article_316384.html

Abstract

The present study aimed at developing the chemistry teacher preparation program at faculties of education in the light of chemical thinking and measuring its effect in developing Scientific argumentation skills and chemistry problem solving. to achieve this objective, A list of the standards which should be included in the chemistry courses in the chemistry teacher preparation program at the Faculty of Education. and an analysis instrument for the chemistry courses were developed. As a result, a suggested vision and perspective for developing the chemistry teacher preparation in the light of chemical thinking was prepared and the effectiveness of a suggested unit was measured. The instructor's handbook and the student's book were also prepared. The unit was applied to a sample of forty- six second year students enrolled in the chemistry teacher preparation program, faculty of Education, Benha university. The list of scientific argumentation skills was prepared. A Scientific argumentation skills test and chemistry problem solving test were prepared and administered after the implementation of the suggested unit. The study findings revealed that there was a statistically significance difference at 0.01 between the mean scores of the pre-application and those of the post-application on scientific argumentation skills test in favor of the latter. In addition, there was a statistically significance difference at 0.01 between the mean scores of the pre-application and those of the post-application on chemistry problem solving test in favor of the latter. Consequently, the suggested unit was effective in developing scientific argumentation skills and chemistry problem solving skills.

Keywords: *Chemical Thinking, Scientific Argumentation Skills, Chemistry Problem Solving.*

تطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي Chemical Thinking وأثره على تنمية مهارات الجدل العلمي وحل مشكلات الكيمياء لدى طلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية

د. دعاء سعيد إسماعيل
أستاذ المناهج وطرق تدريس الكيمياء المساعد
قسم المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم
كلية التربية، جامعة بنها، جمهورية مصر العربية
Doaa.ismail@fedu.bu.edu.eg

المستخلص:

هدف البحث الحالي إلى تطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي Chemical Thinking وقياس أثره على تنمية مهارات الجدل العلمي وحل مشكلات الكيمياء لدى طلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية؛ ولتحقيق ذلك الهدف تم إعداد قائمة بالمعايير الواجب تضمينها في مقررات الكيمياء في برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية. كما تم تطوير أداة تحليل لمقررات الكيمياء. ونتيجة لذلك تم إعداد تصور مقترح لتطوير معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي وقياس فعالية الوحدة المقترحة. كما تم إعداد قائمة مهارات الجدل العلمي في الكيمياء ودليل المعلم وكتاب الطالب. تم تجريب الوحدة على عينة قوامها ٤٦ طالبًا وطالبةً في المستوى الثاني ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية ببنها. كما تم إعداد اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء وكذا اختبار حل مشكلات الكيمياء وتطبيقهما قبل وبعد تنفيذ الوحدة المقترحة. وكشفت نتائج الدراسة عن وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠١ بين متوسط درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في مهارات الجدل العلمي في الكيمياء التي يتضمنها اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية لصالح التطبيق البعدي. ووجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠,٠١ بين متوسط درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في مهارات حل المشكلة التي يتضمنها اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية لصالح التطبيق البعدي. وبناءً على ذلك، كانت الوحدة المقترحة فعالة في تطوير مهارات الجدل العلمي في الكيمياء ومهارات حل المشكلات في الكيمياء.

الكلمات المفتاحية: التفكير الكيميائي، مهارات الجدل العلمي في الكيمياء، مهارات حل المشكلات، برنامج إعداد معلم الكيمياء، برنامج إعداد معلم الكيمياء، المرحلة الجامعية.

تطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي Chemical Thinking وأثره على تنمية مهارات الجدل العلمي وحل مشكلات الكيمياء لدى طلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية

المقدمة والاحساس بالمشكلة:

تؤكد جهود الإصلاح التربوي الحالي على أهمية تطوير قدرات الطلاب على الانخراط في مجموعة من الممارسات العلمية، بما في ذلك إنشاء النماذج واستخدامها، وتوليد الحجج، وبناء التفسيرات؛ ولتحقيق هذه الأهداف كانت الحاجة ماسة إلى تغيير أكبر في الطرق التعليمية أو الأساليب التعليمية، كما كان من المهم أيضًا التفكير في كيفية تعديل أدوات التقييم لاستنباط أدق لأنواع الفهم التي تقدرها بشكل أفضل. **(Talanquer,2019,123)**

وأصبحت الدعوات لإصلاح التعليم في الكليات والجامعات أعلى وأكثر تواترًا في السنوات الأخيرة، وتُظهر الأدلة من البحوث التربوية أن الأساليب التعليمية التقليدية، التي غالبًا ما تركز على النقل التعليمي للمعلومات، أقل فعالية في تعزيز التعلم الهادف من الاستراتيجيات التي يتم فيها إشراك الطلاب بشكل أكثر نشاطًا في المحتوى العلمي لذلك اقترح معلمو الكيمياء المهتمون بتنفيذ مشاريع متنوعة لتحسين نتائج تعلم الطلاب، ولا سيما في مقررات أسس الكيمياء (مثل: الكيمياء العامة والكيمياء العضوية) وشاركوا في تنفيذها. وركزت غالبية هذه المشاريع على تطوير وتنفيذ وتقييم آثار المزيد من إستراتيجيات التدريس والنماذج التعليمية التي تركز على الطالب. تشمل الأمثلة المعروفة النموذج التعليمي للتعلم الاستقصائي الموجه للعملية (POGIL)، وعلم التدريس تعلم الفريق بقيادة الأقران the peer-led team learning pedagogy (PLTL)، ومدخل الفصل الدراسي المقلوب the flipped-classroom approach. هذه "الأساليب التربوية للمشاركة" المختلفة محايدة المحتوى بمعنى أنه يمكن استخدامها بشكل مستقل عن طبيعة المنهج. واقترح عدد أقل من مشاريع الإصلاح أُطرًا بديلة للمناهج الدراسية يتم فيها إعادة تنظيم محتوى المقرر للتأكيد على الأفكار الأساسية في مجال ما أو تسهيل تكامل المفاهيم. وتميل هذه المشاريع إلى أن تكون محايدة في علم أصول التدريس؛ لأنها لا تتطلب بالضرورة تغييرات في ممارسات التدريس. **(Talanquer, & Pollard, 2017, 1844).**

وفي الآونة الأخيرة، قدم بعض معلمي الكيمياء أفكارًا متقدمة لإصلاح المناهج الدراسية في مقررات الكيمياء العامة الأساسية التي تتضمن إعادة صياغة المفاهيم لكيفية تنظيم المحتوى وكيفية تفاعل الطلاب مع مواد المقررات. حيث تستند مقترحات الإصلاح هذه إلى نتائج البحث في تعليم الكيمياء والعلوم، ويتطلب تحقيق أهداف المناهج الدراسية تنفيذ ممارسات التدريس القائمة على الأدلة. ويُعد أحد هذه المشاريع هو منهج الكيمياء والحياة والكون وكل شيء Chemistry, Life, the Universe and Everything (CLUE) منظم حول أربعة مفاهيم متقاطعة crosscutting concepts: الهيكل (التركيب) والخصائص structure and properties، والترابط bonding والتفاعلات، والطاقة، والتغيير والاستقرار stability. حيث يشارك الطلاب الذين يتبعون هذا المنهج بنشاط في التفكير الآلي السببي causal mechanistic reasoning لبناء تفسيرات حول كيف ولماذا تحدث الظواهر الكيميائية. المثال الثاني هو منهج التفكير الكيميائي the chemical thinking (CT) curriculum، والذي يتمحور حول ثمانية

أسئلة أساسية تقود المؤسسة الكيميائية the chemical enterprise. في هذا المنهج، حيث يشارك الطلاب بنشاط في تطوير وتحليل وتطبيق طرق التفكير الكيميائية التي يمكن استخدامها للإجابة على الأسئلة وحل المشكلات في سياقات متنوعة. **(Talanquer, & Pollard, 2017, 1844)**

فإذا كان الهدف من مقررات العلوم بما في ذلك الكيمياء، هو تخرج طلاب قادرون على تطبيق معرفتهم العلمية والتفكير لاتخاذ قرارات مستنيرة داخل مجتمع اليوم، فيجب أن تُعد المناهج الدراسية والتعليم، ومداخل التقييم جميعًا للطلاب بشكل متماسك لهذه الأنواع من المواقف. **(Ngai, 2017,3)**

وتعتبر أهداف تعليم العلوم بشكل عام وتعليم الكيمياء على وجه الخصوص، كما هو موضح في وثائق السياسة التعليمية الحديثة في جميع أنحاء العالم طموحة للغاية. نود من طلابنا تصميم تحقيقات في الظواهر ذات الصلة، وجمع البيانات وتحليلها، وبناء النماذج واستخدامها لفهم هذه البيانات، والانخراط في الجدل القائم على الأدلة، وإنشاء تفسيرات باستخدام الأفكار المركزية في أحد التخصصات. ويتطلب تحقيق أهداف التعلم هذه تغييرات كبيرة في الطريقة التي نتعامل بها تقليديًا مع تعليم الكيمياء، وكيف نصور المناهج الدراسية، وكيف نقيم فهم الطلاب. **(Talanquer,2019,123)**

كما يتطلب تحقيق الأهداف الطموحة في تعليم العلوم، من بين أمور أخرى، أن نميز بوضوح أنواع التفكير التي نريد أن يطورها الطلاب في التخصصات المختلفة. غالبًا ما تتضمن معايير تعليم العلوم الحديثة المفاهيم والأفكار والممارسات المركزية التي يتوقع من الطلاب إتقانها في مستويات الصف المختلفة (NRC, 2013). لا تحدد هذه الموارد التعليمية، مع ذلك، طرق التفكير التي تعتبر صالحة ومثمرة في كل مجال، والتي نطمح أن يطبقها طلابنا عند مواجهة مشكلات أو مواقف مختلفة. على الرغم من وجود طرق للتفكير تتقاطع مع التخصصات العلمية المختلفة، مثل التفكير القياسي analogical reasoning والتفكير الآلي mechanistic reasoning، حيث تعتمد مجالات الدراسة المختلفة على طرق مميزة في التفكير والتي تدعم بناء الفرضيات construction of hypotheses والنماذج models والحجج arguments والمبررات justifications والتفسيرات explanations في المجالات المستهدفة. ويمكن العثور على تحليل طرق التفكير الخاصة بالمجال وإمكانياتها وقيودها في الأدبيات في مجالات مختلفة. **(Talanquer, 2018B, 1874,1875)**

ويرتبط الاتقان الناجح للمعرفة الكيميائية ارتباطًا وثيقًا بتطور التفكير الكيميائي. ومع ذلك فقد أظهر تحليل المصادر الأدبية أن مصطلح التفكير الكيميائي نادر الاستخدام للغاية، حيث اعُتقد أن الطبيعة لا تستطيع تحمل ترف خلق أنواع خاصة من التفكير لكل نشاط. لتقييم النجاح في الكيمياء؟ وعادة ما تستخدم الأساليب النفسية التي لا علاقة لها بالتفكير الكيميائي أو كتلة block المهام الكيميائية، والتي تسمح بتقدير نطاق المعرفة، ولكن ليس مستوى التفكير الكيميائي. **(Volkova, 2019,687)**

ويجب أن يكون أحد الأهداف المركزية في تعليم الكيمياء أن يطور الطلاب فهمًا أساسيًا لنطاق scope وقيود limitations وعواقب consequences التفكير الكيميائي. **(Sjöström, & Talanquer,)**

ومن مظاهر الاهتمام بالتفكير الكيميائي وجود بعض المؤتمرات التي أكدت على أهمية التفكير الكيميائي وضرورة تطوير مناهج الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي، مثل: المؤتمر الدولي الأيوباك في

تعليم الكيمياء [1] The 25th IUPAC international conference on chemistry education، المنعقد في ١٠-١٤ يوليو ٢٠١٨ في استراليا Australia. المؤتمر الدولي العاشر للتربية وعلم النفس التعليمي 10th ICEEPSY 2019 International Conference on Education and Education Psychology [2] المنعقد في ٩ أكتوبر ٢٠١٩ – ١٢ أكتوبر ٢٠١٩ في برشلونة، أسبانيا Spain, Barcelona. ومؤتمر 2019 RISE (The Research in STEM Education) conference [3] المنعقد في ٢٣-٢٤ يوليو ٢٠١٩ بجامعة The University of Maine في Machias باورنو Orono بانجلترا

وهناك بعض الجامعات على مستوى العالم تقدم مناهج التفكير الكيميائي ضمن مقررات الكيمياء في المرحلة الجامعية، مثل: جامعة كاليفورنيا سان دييغو the University of California San Diego التي تقدم في قسم الكيمياء والكيمياء الحيوية مقرر التفكير الكيميائي [4] CHEM 4. Chemical Thinking وهو مقرر في الكيمياء التمهيدية يقدم للطلاب الذين يواصلوا الدراسة في الكيمياء العامة ويركز المقرر على تطوير وتحليل النماذج دون المجهرية للمادة والعلاقات بين التركيب والخصائص لشرح السلوك الكيميائي والتنبؤ به والتحكم فيه. وجامعة أريزونا the University of Arizona التي قدمت منهج التفكير الكيميائي في الكيمياء العامة. وجامعة سوانسي Swansea university بالمملكة المتحدة UK

ومن المهارات الضرورية للتعامل مع العصر الرقمي في القرن الحادي والعشرين مهارة الاتصال. وتعتبر مهارة الاتصال هي كفاءة في ايصال الرسالة من طرف إلى آخر للسماح بالارتباط interdependency بينهما. إن الجزء المهم من مهارة الاتصال في مجال العلوم هو مهارة الجدل. **(Amielia, Suciati, & Maridi, 2018, 464)**

ويمكن وصف الجدل بأنه شكل من أشكال الدراسة يستخدم فيه الطلاب التفكير القائم على الأدلة والمبررات والضمانات. تحتل طبيعة الجدل هذه مكانًا في الأساليب التي ينفذ بها الطلاب التفكير العلمي ويطورون الاستيعاب المفاهيمي. يمكن القول بعبارة أخرى أن الجدل يقع في مركز تعليم العلوم وتعلمها. **(Şendur, Kurt, & Hekimoğlu, 2020)**

وعملية تعلم الكيمياء الجيدة هي التعلم الذي يمكن أن يبني معرفة الطالب. ومن شأن هذا البناء الجيد للمعرفة أن يجعل الطلاب يتمتعون بالقدرة على التفكير الناقد والإبداع، والقدرة على التواصل والتعاون أيضًا. والمهارة الأساسية للتفكير المنطقي هي مهارة الجدل، فالجدل هو جانب أساسي في تعليم العلوم والذي يعزز تعلم المحتوى العلمي حيث يمكن أن يوفر الجدل أساسًا قويًا لفهم المفهوم بشكل كامل وصحيح. وتتطلب مهارات الجدل القدرة على التفكير في تحليل الأدلة والنظرية المقدمة بحيث يمكن قبول الحجج المقدمة من قبل الأخرين كحقيقة. ويعتبر الجدل ضروري لتطوير مهارات الطلاب في التفكير والتواصل وبالتالي زيادة معرفتهم العلمية (التنور العلمي لديهم). **(Putri, & Rusdiana, 2017,1,2)**

[1] https://iupac.org/event/25th-international-conference-chemistry-education-icce-2018/

[2] https://epale.ec.europa.eu/en/content/10th-iceepsy-2019-10th-international-conference-education-and-educational-psychology

[3] https://umaine.edu/risecenter/conferences/2019-rise-june-conference-talks/

[4] https://catalog.ucsd.edu/courses/CHEM.html

ويجب أن يكون متعلمي الكيمياء قادرين على حل المشكلات good problem solver، لذا يجب أن يتعلم الطلاب استكشاف المشكلات وأن ارتكاب الأخطاء مهم من أجل معرفة الإجابات أو الحلول الصحيحة أثناء عملية حل المشكلة، وأن يكون الطلاب مدركين ما إذا كانوا يتقدمون أو يقتربون من حل المشكلة. **(Valdez, & Bungihan, 2019,283,284)**

ويُعد تعزيز وتطوير مهارات حل مشكلات الكيمياء لدى الطلاب مهمة ضرورية لأي نظام تعليمي حتى يكونوا قادرين على المنافسة عالميًا. **(Valdez, & Bungihan, 2019 ,284)** وتعد القدرة على حل المشكلات هي إحدى القدرات المهمة التي يجب أن يمتلكها الطلاب. وهناك أربع مراحل لحل المشكلة. أولًا: علينا أن نفهم المشكلة. ثانيًا: وضع خطة لمعرفة كيفية ارتباط العناصر المختلفة، وكيفية ارتباط المجهول بالبيانات، للحصول على فكرة الحل. ثالثًا: تنفيذ الخطة. وبعد ذلك ننظر إلى الوراء في الحل الكامل، ثم نقوم بمراجعته ومناقشته. **(Syahmani, Iriani, & Aisyah, 2018,301)**

ومن أجل مساعدة الطلاب على معالجة المشكلات الحقيقية غير المحددة فإن الإصلاحات الدولية تؤكد بشكل متزايد على أهمية طرق التفكير الكيميائية. **(Landa, Westbroek, Janssen, Muijlwijk, & Meeter, 2020,1361)**

وأكدت بعض الدراسات إلى افتقار الطلاب إلى القدرة على تطبيق مفهوم الكيمياء لحل مشاكل حياتهم اليومية. لذلك يحتاج المعلمون إلى تطبيق المزيد من حل المشكلات ضعيفة البناء ill-structured problem solving في تعلم الكيمياء. **(Widyorini, & Rahayu, 2021,202)**

ولاستكشاف المشكلة تم إجراء دراسة استطلاعية لقياس مستوى طلاب المستوى الثاني ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية بجامعة بنها في مهارات الجدل العلمي في الكيمياء ومهارات حل مشكلات الكيمياء من خلال تطبيق اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء واختبار حل مشكلات الكيمياء على مجموعة من الطلاب وعددها ٤٦ طالبًا وطالبةً بالمستوى الثاني ببرنامج الكيمياء. واشتمل اختبار مهارات الجدل العلمي على أربع مهام من إعداد الباحثة في ضوء بعض الدراسات السابقة والتي تقيس مهارات (الادعاء، والبيانات، والدليل/الضمان، والتفسير/الدعم) وأوضحت نتائج الاختبار أن متوسط درجات الطلاب ٢,٥٣ من ٣٢ اثنان وثلاثين درجة أي بنسبة ٧,٩١%، في حين تضمن اختبار مهارات حل المشكلات ثلاث مهام من إعداد الباحثة في ضوء بعض الدراسات السابقة تقيس (تحديد المشكلة، وتحديد البيانات، وخطة الحل، وتنفيذ الحل، وتقويم الحل) وأوضحت نتائج الاختبار أن متوسط درجات الطلاب ٤,١٤ من ٣٠ ثلاثون درجة أي بنسبة ١٣٨%، مما يدل على وجود تدني في مستوى الطلاب في كل من مهارات الجدل العلمي ومهارات حل المشكلة.

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في تدني مهارات الجدل العلمي ومهارات حل المشكلة لدى طلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية، بالإضافة إلى ضرورة تضمين التفكير الكيميائي في تعلم الكيمياء في المرحلة الجامعية وللتصدي لهذه المشكلة حاول البحث الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما فاعلية إطار التفكير الكيميائي Chemical thinking framework في تنمية مهارات الجدل العلمي وحل مشكلات الكيمياء لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟

ويتفرع من السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الأتية:

١. ما المعايير التي ينبغي تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي؟
٢. ما التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء إطار التفكير الكيميائي Chemical thinking؟
٣. ما مهارات الجدل العلمي اللازمة لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية؟
٤. ما الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking؟
٥. ما فاعلية الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking في تنمية مهارات الجدل العلمي لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟
٦. ما فاعلية الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking في تنمية مهارات حل مشكلات الكيمياء لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

- تحديد المعايير التي ينبغي تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي.
- بناء تصور مقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي
- بناء وحدة مقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي.
- تحديد فاعلية الوحدة مقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي في تنمية مهارات الجدل العلمي في الكيمياء لدى طلاب المستوى الثاني شعبة الكيمياء بكلية التربية.
- تحديد فاعلية وحدة مقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي في تنمية مهارات حل المشكلة في الكيمياء لدى طلاب المستوى الثاني شعبة الكيمياء بكلية التربية.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على:

- مهارات حل المشكلات المتمثلة في تحديد المشكلة، تحديد البيانات، وضع خطة الحل، تنفيذ الحل، تقويم الحل.
- قياس فاعلية الوحدة المقترحة في الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي.

أهمية البحث:

تضمنت أهمية البحث الحالي:

- إعداد قائمة بمعايير التي ينبغي تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي لمساعدة القائمين على تطوير برامج إعداد معلم الكيمياء في تطوير مقررات الكيمياء الدراسية في ضوء التفكير الكيميائي.
- إعداد التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي لمساعدة القائمين على تطوير برامج إعداد معلم الكيمياء في تضمين التفكير الكيميائي في الكيمياء
- بناء وحدة مقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي
- إعداد كتاب طالب في ضوء التفكير الكيميائي لمساعدة القائمين على تطوير برامج إعداد معلم الكيمياء في إعداد مقررات للكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي.
- إعداد دليل للمحاضر في ضوء التفكير الكيميائي وتوضيح كيفية توظيفه لمساعدة القائمين على تطوير برامج إعداد معلم الكيمياء في توظيف إطار التفكير الكيميائي في الكيمياء
- مساعدة أعضاء هيئة التدريس في بناء اختبارات مهارات الجدل العلمي ومهارات حل المشكلات في الكيمياء لطلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية وتصميم مهام تعليمية لقياسها.

أدوات البحث:

- ❖ اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء وإعداد Rubrics لتصحيحه.
- ❖ اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء وإعداد Rubrics لتصحيحه.

مجموعة البحث:

تضمنت مجموعة من طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء وقوامها (٤٦) طالبًا وطالبةً بالمستوى الثاني ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها.

مصطلحات البحث:

إطار التفكير الكيميائي Chemical Thinking Framework:

يعرفه **(Szteinberg, Balicki, Banks, Clinchot, Cullipher, Huie, Lambertz, Lewis, Ngai, Weinrich, Talanquer, & Sevian, 2014,1402).** على أنه التفكير والممارسات the reasoning and practices المتضمنة في تطبيق المعرفة الكيميائية chemistry knowledge لحل المشكلات الواقعية authentic problems، مثل: معرفة المكونات والظروف اللازمة لجعل الخبز يرتفع بشكل أفضل، أو تحديد جودة مياه الشرب، أو تقييم أنواع الوقود التي تسبب أقل ضرر للكوكب، أو تصميم مادة يمكن أن تحل محل المبردات المسببة للمشاكل.

الجدل العلمي Scientific argumentation

يُعرف **(Hosbein, Lower, & Walker, 2021, 1875, 1876)** مصطلح الجدل العلمي، كما وصفه سامبسون وآخرون Sampson et al، كعملية اجتماعية وتعاونية a social and collaborative process لاقتراح الأفكار ودعمها وتقييمها وصقلها refining في محاولة لفهم مشكلة معقدة أو غير محددة ill-defined أو لتعزيز المعرفة بطريقة تتفق مع الهياكل المفاهيمية conceptual structures والعمليات المعرفية والالتزامات المعرفية epistemological commitments والمعايير الاجتماعية للعلم the social norms of science.

ويمكن تعريف الجدل على أنه العلاقة بين الادعاءات والبيانات من خلال التبرير أو تقييم ادعاءات المعرفة في الدليل، سواء التجريبية أو النظرية.

حل المشكلة Problem solving

وفقا لسكينر Skinner فإن حل المشكلة هو عملية للتغلب على الصعوبات التي تبدو أنها تتفاعل (تتداخل) مع تحقيق الهدف، وإنه إجراء تعديل على الرغم من التداخلات. **(Singaravelu,2017,19)**

والقدرة على حل المشكلة هي المهارة الأساسية لتحديد المشكلة واتخاذ خطوات لحلها. **(Singaravelu,2017,19)**. وتتمثل مهارة حل المشكلات في اكتساب المعرفة التي من شأنها أن تقود المرء إلى الحل وقدرته على دمج تلك المعرفة في صيغة جاهزة للاستخدام والاستفادة منها في إيجاد حل. **(Singaravelu,2017,19)**.

الإطار النظري

أولًا إطار التفكير الكيميائي:

ويعرف سفيان & تالنكير **(Sevian, & Talanquer, 2014, 10)** التفكير الكيميائي بأنه: تطوير وتطبيق المعرفة والممارسات الكيميائيةchemical knowledge and practices بهدف رئيسي تحليل وتوليف وتحويل المادة لأغراض عملية. ويؤكد إطار التفكير الكيميائي على طبيعة العلم والذي ينظم المعرفة Knowledge، والتفكير، وحل المشكلات في الكيمياء. وينظم إطار التفكير الكيميائي مجال الكيمياء من خلال ممارساته التأديبية المتقاطعة crosscutting disciplinary، ومن خلال هذه الممارسات يمكن حل التحديات باستخدام المعرفة الكيميائية. **(Ngai, 2017,4,5).**

ويعتبر التفكير الكيميائي أداة قوية لتكوين الفهم للعالم المادي والعمل على أساسه. ولكن تطوير الكفاءة في التفكير الكيميائي قد يكون تحديًا للطلاب لأنه يختلف في عدة أبعاد **(Talanquer, 2021, 3450)**

أما طرق البحث في التفكير الكيميائي يجب أن تسمح لتقويم: **(Volkova, 2019, 690)**

- القدرة على اكتشاف المواد الكيميائية وخصائصها؛
- القدرة على مقارنة المواد الكيميائية وخصائصها مع بعضها البعض في اتجاهات متنوعة؛

- القدرة على تحديد مدى اتجاهات هذه المقارنة اعتمادا على ظروف المهام.

وعلى الرغم من الدعوات المتعددة للإصلاح إلا أن مقررات الكيمياء في العديد من الجامعات في جميع أنحاء العالم لا تزال قائمة على الحقائق وموضوعات منعزلة. وتركز كثيرًا على المفاهيم المجردة وحل المشكلات الخوارزمية، ومنفصلًا عن الممارسات وطرق التفكير وتطبيقات بحوث الكيمياء في البحث العلمي وبحوث تعليم الكيمياء في القرن الحادي والعشرين. وسيكون من الصعب تطوير مقررات في للكيمياء في المرحلة الجامعية دون تطوير نماذج تعليمية قابلة للتطبيق ويمكن اعتمادها بسهولة نسبية وبتكلفة منخفضة لمعظم مؤسسات التعليم العالي. حيث تمثل هذه النماذج بدائل حقيقية للمناهج التقليدية. ويجب أن تعزز النماذج التعلم الهادف للحد الأدنى من الأفكار المركزية في التخصص، ومعالجة القضايا ذات الصلة، ودمج طرق التفكير المعاصرة والنمذجة وحل المشكلات في الكيمياء. وهناك حاجة ملحة لتطوير مناهج عالية الجودة ومتجددة لتدريس مقررات الكيمياء التمهيدية على مستوى الكليات. **(Talanquer, & Pollard, 2010, 74)**

ويعمل إطار التفكير الكيميائي على تغيير التركيز من تدريس الكيمياء كبناء معرفي إلى تدريس الكيمياء باعتباره طريقة التفكير. حيث يهدف إطار التفكير الكيميائي إلى تحويل تركيز منهج الكيمياء من مجموعة من الموضوعات التي يجب تعلمها إلى مجموعة من ممارسات الكيمياء وتطبيقاتها وطرق التفكير. **(Abell & Sevian, 2020, 4256)**

كما إنه غالبا ما تؤكد المداخل التقليدية لتدريس الكيمياء التمهيدية على اكتساب المعرفة الكيميائية الأساسية في مجالات متنوعة مثل: القياس الكيميائي، قياس العناصر، تركيب البنية الذرية والجزيئية، والديناميكا الحرارية، والحركية. في المقابل، يسعي منهج التفكير الكيميائي chemical thinking curriculum لمساعدة الطلاب على فهم مجموعة أساسية من الأفكار المركزية، وطرق الاستدلال، والممارسات في الكيمياء practices in chemistry. تشتمل الأفكار الأساسية مثل: توصيف المادة، وبنيتها، التنبؤ بالخصائص، وتحليل التفاعل، والتحكم في التفاعل، والعمل المستدام. حيث تتيح هذه الأفكار طرق للمعرفة، والتفكير، والتصرف وتُكون مفيدة للإجابة عن ست أسئلة أساسية للتفكير الكيميائي في تخصص الكيمياء وهي كيف نتعرف على المواد الكيميائية؟ (الهوية الكيميائية)، كيف نتنبأ بخصائص المواد؟ (علاقات التركيب-الخاصية)، ولماذا تحدث العمليات الكيميائية؟ (السببية الكيميائية)، وكيف تحدث العمليات الكيميائية؟ (الميكانيكية /الآلية الكيميائية)، وكيف يمكننا التحكم في العمليات الكيميائية؟ (التحكم الكيميائي). وكيف نقيم عواقب تحويل المادة كيميائيًا؟ (الفوائد، التكاليف، المخاطر) ولماذا تحدث التغيرات الكيميائية، وكيف تتغير المواد الكيميائية، وكيف نتحكم في التغيرات التي تخضع لها المواد؟، وما هو تأثير التحول الكيميائي؟ **(Talanquer, 2019, (Abell & Sevian, 2020, 4256)**

ويصف إطار التفكير الكيميائي بأنه تطوير وتطبيق المعرفة والممارسات الكيميائية بهدف أساسي هو تحليل وتركيب وتحويل المادة لأغراض عملية. وينظم إطار العمل التفكير الكيميائي إلى **ستة مفاهيم تخصصية قاطعة** ترتبط بالأسئلة الأساسية التي تسمح لنا الكيمياء بالإجابة عليها. **(Banks, Clinchot, Cullipher, Huie, Lambertz, Lewis, Ngai, Sevian, Szteinberg, Talanquer, & Weinrich, 2015,1611).**

المفاهيم التخصصية القاطعة / المتقاطعة Crosscutting disciplinary concepts

تعتبر المفاهيم التخصصية (التأديبية) القاطعة/ المتقاطعة Crosscutting disciplinary concepts ضرورية لممارسة الكيمياء لأن هذه المفاهيم تشمل الأسئلة التي تسمح الكيمياء لنا بالإجابة عنها:**(Ngai, 2017,5)**

١. الهوية الكيميائية تتناول "ما هي المادة"

1) Chemical identity addresses “What is the substance?”

٢. علاقات التركيب والخاصية، تتناول "ما هي خصائص المادة؟".

2) Structure – property relationships address “What properties does the substance have?”

٣. السببية الكيميائية، وتتناول " ما الذي يسبب تغير هذه المادة؟"

3) Chemical causality addresses “What causes this substance to change?”

٤. الميكانيكية الكيميائية، وتتناول "كيف تتغير المادة؟".

4) Chemical mechanism addresses “How does the substance change?”

٥. الضبط (التحكم) الكيميائي، ويتناول كيف يمكننا التحكم في التغيير؟"

5) Chemical Control addresses “How can we control change?”

٦. الفوائد والتكاليف والمخاطر، وتتناول " ما هي عواقب تغيير المادة؟"

6) Benefits – Costs – Risks addresses “What are the consequences of changing matter?”

الهوية الكيميائية Chemical identity

يشمل مفهوم الهوية الكيميائية الفكرة الأساسية للكيمياء. ويعتمد تطوير التقنيات التحليلية لتحديد واكتشاف المواد الكيميائية في محيطنا، وكذلك إستراتيجيات توليف المركبات الكيميائية على افتراض أن كل مادة كيميائية لها خاصية تمايز واحدة differentiating property على الأقل تجعلها فريدة. يتطلب التمييز بين المواد استخدام خصائص المادة لتخصيصها لفئات "أنواع المادة". وذلك، ليس من السهل اتخاذ القرارات بشأن الخصائص التي يمكن استخدامها كخصائص مميزة. حيث تشير الأبحاث إلى أن الأفكار والقرارات المتعلقة بالهوية وخصائص الفئات مقيدة بما يعتبره الأفراد خصائص سطحية للعناصر التي يتم تصنيفها وتاريخ عينة من المادة غالبًا ما يتم الخلط بينها، مثل: الخصائص التفضيلية الواسعة extensive properties (مثل: الحجم والكتلة) والخصائص المكثفة intensive properties (مثل: الكثافة). ويعتبر التفكير في الهوية الكيميائية (CI) أمرًا أساسيًا في الكيمياء. **(Sevian, & Talanquer, 2014,13)** ، **(Ngai, & Sevian, 2017, 137)**

علاقات التركيب - الخصائص Structure – property relationships:

يعرف سيفين وتالانكير Sevian and Talanquer علاقات التركيب – الخصائص structure – property relationships (SPR) كمفهوم شامل للتفكير الكيميائي ذي صلة بجميع جوانب ممارسة

الكيمياء. حيث يرتبط هذا المفهوم الشامل بسؤال أساسي تسمح لنا الكيمياء بالإجابة عليه: ما هي خصائص المادة؟ **(Cullipher, & Sevian, 2015, 1996)**

يعتمد اتخاذ القرارات بشأن نوع المادة وتصنيفها، أو المادة المتفاعلة المراد استخدامها، أو تقنية الكشف التي يجب استخدامها بشكل حاسم على فهم العلاقة بين التركيب والخصائص على مستويات مختلفة. حيث تنبثق العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية من الحركة الديناميكية والتفاعلات بين عدد لا يحصى من الجسيمات التي تشكل عينة ماكروسكوبية macroscopic sample من المادة. ومع ذلك تشير الأبحاث إلى أن المتعلمين المبتدئين يميلون إلى الاعتماد على مادة مضافة مقابل إطار ناشئ في التنبؤ بالخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد. حيث يفترض الطلاب ضمنيًا أن المواد ترث الخصائص مباشرة مكوناتها دون المجهرية الفريدة their individual subsmicroscopic components. وبشكل عام يواجه الطلاب صعوبات في التفكير حول الأنظمة والعمليات على مستويات متعددة، مع التركيز على السمات السطحية للنظام لبناء التنبؤات واتخاذ القرارات.**(Sevian, & Talanquer, 2014,13)**

السببية الكيميائية chemical causality

تعتمد الذرات أو الأيونات أو الجزيئات التي تتكون منها مادة كيميائية على بنية ديناميكية مستقرة تحددها طبيعة التفاعلات العشوائية بين الجسيمات في النظام. وقد تخضع الهياكل المستقرة لتحولات عبر تفاعلات عشوائية مع جسيمات أخرى. وتعتمد احتمالية حدوث مثل هذه التحولات على استقرار الهياكل الجديدة واحتمال حدوث تفاعلات ناجحة بين الجسيمات في النظام. تشير الأبحاث التربوية إلى أن المتعلمين المبتدئين نادرًا ما يتبنون إطارًا سببيًا Casual Framework تنتج فيه الهياكل والأحداث من تفاعلات عشوائية ديناميكية بين مكونات متعددة. على العكس من ذلك، يفترض العديد من الطلاب أن الظواهر ناتجة عن عوامل تؤدى إلى كيانات سلبية. أو يعتبرون أن العمليات مدفوعة بهدف. وتقيد طرق التفكير هذه قدرة الطلاب على تحليل الظواهر الكيميائية التي غالبًا ما تتضمن عمليات عشوائية متزامنة تحدث باحتمالات مختلفة. **(Sevian, & Talanquer, 2014,14)**

الآلية/ الميكانيكية الكيميائية Chemical mechanism

يعتمد التنبؤ والتحكم في ناتج العملية الكيميائية على فهم تسلسل الأحداث الناتجة عن مجموعة المواد الكيميائية المتفاعلة. يعتمد تحديد آليات (ميكانزيم) التفاعل على النماذج النظرية حول بنية (تركيب) المادة التي يمكن استخدامها لشرح والتنبؤ بالخصائص والسلوكيات. وتشير الأبحاث التربوية ذات الصلة إلى أن العديد من المتعلمين المبتدئين يفكرون في التفاعلات الكيميائية على أنها عمليات خلط أو إعادة توطين مع عدم وجود إحساس واضح بما يحدث أثناء التغير الكيميائي. بشكل عام، لديهم ميل لوصف تطور عملية كيميائية كسلسلة خطية من الأحداث في تسلسل زمني. يتم الاخذ في الاعتبار كل متغير واحدا يلو الأخر، مع تحديد الاتجاه المفضل للعملية. ويتم بناء تسلسل الأحداث في التفاعلات الكيميائية بناءً على السمات الهيكلية للسطح surface structural features بدلا من تحليل الخصائص الكيميائية والتفاعلات الكيميائية. **(Sevian, & Talanquer, 2014,14)**

التحكم الكيميائي Chemical Control

يعتمد تصميم الإستراتيجيات الناجحة لتحديد أو تصنيع مادة كيميائية على فهم العوامل الداخلية والخارجية التي تؤثر على استقرار المواد الكيميائية وتفاعليتها reactivity. لذا يجب فهم كيفية تأثير هذه العوامل على معدل التفاعلات الكيميائية ومدى اكتمالها. حيث تشير الأبحاث التربوية إلى أن العديد من المتعلمين المبتدئين يفترضون ضمنيًا أن التفاعلات الكيميائية تحتاج دائما إلى أن تبدأ بواسطة عوامل نشطة. بشكل عام، كما أن الطلاب يقومون بالتميز بين تلك العوامل التي تؤثر على معدل التفاعلات الكيميائية مقابل تلك التي تحدد الحالة النهائية للتوازن. بشكل عام، يمكن للمرء أن يتوقع من المتعلمين المبتدئين أن يتصورا التحكم الكيميائي على إنه شيء يتحقق من خلال تعديل البارامترات الخارجية مثل درجة الحرارة، وإهمال العوامل الداخلية مثل بنية الجسيمات المعنية. **(Sevian, & Talanquer, 2014,14)**

الفوائد – التكاليف- المخاطر Benefits – costs- Risks

إن لتحليل المواد الكيميائية وتوليفها وتحويلها فوائد عديدة للمجتمعات الحديثة، ومع ذلك، هناك أيضًا تكاليف ومخاطر اجتماعية وسياسية واقتصادية وبيئية يجب أخذها في الاعتبار عند اتخاذ القرارات المتعلقة بتطبيق التصميم الكيميائي. وتشير الأبحاث في مجال الجدل حول القضايا الاجتماعية والعلمية socio- scientific إلى أن الأفراد يميلون بشكل تلقائي إلى تقدير أو رفض أدلة الفوائد والتكاليف والمخاطر بناءً على القيم الشخصية التي يشاركونها مع الأخرين بدلا من المعرفة العلمية. في سياق تعليم العلوم، حيث وجد أن متعلمي العلوم يعتمدون على مصادر عاطفية وبديهية وعقلانية عند تحليل القضايا الاجتماعية – العلمية، بصرف النظر عن مستوى معرفتهم بالمحتوى حول موضوع ما. **(Sevian, & Talanquer, 2014,14)**

مثلاً، قد يواجه الكيميائي تحدي تصميم طريقة جديدة لإنتاج عقار الاسيتامينوفين. قد يتطلب الأمر القيام بذلك: تحليل المزايا النسبية وأوجه القصور في طريقة الإنتاج الحالية والتكاليف الاقتصادية والعوامل البيئية والعواقب المجتمعية والأخلاقية المرتبطة بالبدائل (تفكير الفوائد والتكاليف والمخاطر). وتحديد آليات التفاعل الأخرى التي يمكن استخدامها (تفكير الميكانيكية الكيميائية/ الآلية الميكانيكية). وتصميم طريقة لفصل الناتج المرغوب من العملية (تفكير علاقات التركيب(البنية) – الخاصية). ولتمييز النواتج (تفكير الهوية الكيميائية). واختبار الظروف (الشروط) التي تزيد الناتج Maximize yield إلى أقصى حد مع تقليل الموارد (المصادر) (تفكير التحكم/الضبط الكيميائي). **(Ngai, 2017,6)**

ولا يحدث ذلك في المشكلات الحقيقية فحسب بل يحدث أيضا في تمارين ومشكلات مناهج تدريس الكيمياء التي تنطوي على مشكلات حقيقية. على سبيل المثال تعتمد العديد من أسئلة المصطلحات الكيميائية في الكيمياء العامة على تمييز الطالب أولا ما إذا كان المركب جزيئا أم أيونيا وهو نشاط تصنيف يعتمد على التفكير في الهوية الكيميائية. **(Ngai, 2017,6)**

وفي إطار التفكير الكيميائي Chemical thinking framework، حدد سيفيان وتالانكير إحدى عشر سؤالًا أساسيًا طرحها الكيميائيون في ممارساتهم. تعمل هذه الأسئلة كمتغيرات variables يمكن من خلالها توقع تطوير التفكير الكيميائي للطلاب. حيث تتطلب أي مشكلة يواجهها الكيميائي استخدام واحد أو أكثر من المفاهيم القاطعة/ الشاملة. على سبيل المثال، يمكن أن يواجه الكيميائي أو طالب الكيمياء

مشكلة تحديد الوقود الحيوي الأفضل لاستخدامه في محرك جزازة العشب (آلة لقص العشب). قد يتضمن جزء من هذا العمل تحديد ما هو موجود في أنواع الوقود الحيوي المختلفة (المفهوم الشامل للهوية الكيميائية chemical identity في متغير التطوير، "ما الإشارات (التلميحات) cues المستخدمة للتمييز بين أنواع المواد؟")، وإجراء التجارب لمعرفة مقدار الطاقة والمنتجات الثانوية التي يتم إنتاجها في إطار شروط تشغيل محرك جزازة العشب (المفهوم الشامل للسببية الكيميائية، "ما الذي يحدد نتائج التغييرات الكيميائية؟" و "ما الذي يؤثر على التغييرات الكيميائية؟")، وإجراء تقييم للوقود الحيوي الأفضل استنادًا إلى التوازن بين النتائج المختلفة، مثل سمية المنتجات الثانوية المختلفة وكفاءة الطاقة للوقود الحيوي (المفهوم الشامل لفوائد تكاليفها ومخاطرها في متغير التقدم، "ما هي آثار استخدام وإنتاج أنواع مختلفة من المواد؟"). يعتبر ربط الهياكل الكيميائية بخصائص التحليل الطيفي نشاطًا غالبًا ما يكون جزءًا من المشكلات التي تتضمن تحديد المواد الموجودة في العينة أو أنواع التفاعلات التي يمكن أو حدثت بالفعل في التركيب. إذا كان الكيميائي يحلل البيانات الطيفية، فإن هذه المشكلة تتطلب إجابة على السؤال، "كيف تظهر خصائص أنواع المادة؟" (المفهوم القطع/ المتقاطع العلاقة بين التركيب/الخاصية SPR). **(Cullipher, & Sevian, 2015, 1997)**

ويتكون التفكير الكيميائي على أساس العمليات العقلية، مثل: التحليل والتركيب والمقارنة والتصنيف وإنشاء اختلاف الهوية، وتحديد العلاقات بين السبب والنتيجة، والتقييم الاحتمالي نتيجة اختيار عناصر التفكر وتسلسلها الذي يتوافق مع التفاعل الكيميائي للعلاقات النوعية والكمية. **(Volkova, 2019, 687)**

وحدد مؤلفون مختلفون ووصفوا القضايا الرئيسية التي تحد من التأثير التعليمي لمناهج الكيمياء العامة التقليدية لتخصصات العلوم والهندسة. وتشمل هذه ما يلي: العرض التقسيمي للمفاهيم التي تعيق تكامل المعرفة، والتركيز القوي على تغطية المحتوى مقابل التحليل المتعمق للأفكار الأساسية، وهيمنة الحفظ وحل المشكلات الخوارزمية على الاستيعاب المفاهيمي، والفصل بين أهداف التعلم وأهداف الطلاب الشخصية والاهتمامات والدوافع المهنية: تم تصميم منهج التفكير الكيميائي لمعالجة هذه القضايا من خلال **(Talanquer, & Pollard, 2017, 1845)**

- تمثيل الكيمياء كطريقة قوية للتفكير وليس كجسم ثابت للمعرفة
- استخدام الأسئلة الأساسية في النظام لتوجيه ودمج وإعطاء غرض للأفكار التي تمت مناقشتها في الدورة
- التأكيد على الفهم النظري للمفاهيم الأساسية والأفكار في الكيمياء
- بناء فهم الطالب من خلال مراحل التعلم المصممة بعناية بناءً على الأبحاث الموجودة في تعليم الكيمياء
- توفير فرص متعددة للطلاب للمشاركة بنشاط مع المفاهيم والأفكار الأساسية من خلال المهام التعليمية التي تطلب منهم تحليل البيانات ونمذجة الأنظمة الكيميائية وتوليد الحجج والتفسيرات القائمة على الأدلة
- إشراك الطلاب في التفكير في قضايا مهمة في أربعة مجالات مهمة من مجالات الاهتمام بالعلوم والتكنولوجيا في القرن الحادي والعشرين: مصادر الطاقة، والقضايا البيئية، والحياة والطب، والمواد حسب التصميم

ومن الدراسات التي اهتمت بالتفكير الكيميائي:

هدفت دراسة **(Talanquer, & Pollard, 2010)** إلى وصف مشروع منهج مبتكر لمنهج الكيمياء التمهيدي لتخصصات العلوم والهندسة من خلال تحويل التركيز من تعلم الكيمياء كبناء معرفي إلى فهم الكيمياء كطريقة للتفكير. هدف المنهج الجديد إلى: تعزيز استيعاب مفاهيمي أعمق للحد الأدنى من الأفكار الأساسية بدلاً من التغطية السطحية لموضوعات متعددة؛ وربط الأفكار الأساسية بين وحدات المقرر باتباع خطوات التعلم المحددة جيدًا؛ وتعريف الطلاب بالطرق الحديثة في التفكير وحل المشكلات في الكيمياء؛ وإشراك الطلاب في أنشطة صنع القرار وحل المشكلات الواقعية. وتم تطبيق المنهج في جامعة بحثية عامة واسعة النطاق في جنوب غرب الولايات المتحدة مع مجموعة متنوعة من الطلاب (٥٣٪ إناث، ٤٧٪ ذكور؛ ٣٢٪ من الأقليات، ومعظمهم من أصل لاتيني).

وصفت دراسة **(Szteinberg, Balicki, Banks, Clinchot, Cullipher, Huie, Lambertz, Lewis, Ngai, Weinrich, Talanquer, & Sevian, 2014)** التعاون بين المعلمين والباحثين التربويين الذي ركز على التحقيق في قدرات الطلاب على تطبيق التفكير الكيميائي عند المشاركة في مهام حقيقية. وهدفت إلى وصف المبادئ القائمة على التصميم وراء التعاون وعمل الفريق التعاوني. وتقديم نتائج التقييم الذاتي المفسر. تم تطوير العديد من الأدوات ذات الاستخدام المزدوج لدراسة تقد تعلم التفكير الكيميائي. استخدمت الأدوات مداخل مختلفة (متنوعة) بما في ذلك الأنشطة المعملية Laboratory based activities، والمقابلات المعرفية والاستبيانات واختبارات الاختيار من متعدد. تركز كل أداة على واحد أو أثنين من المفاهيم التأديبية الشاملة (القاطعة)

وطبقت دراسة **(Cullipher, & Sevian, 2015)** عدسة التفكير الكيميائي Chemical thinking Lens لتوضيح الافتراضات assumptions حول التفكير في العلاقات بين الخصائص والتركيب (البنية) structure–property relationships thinking وهو أحد مكونات التفكير الكيميائي. تم استخدام مزيج من التحليل الكيفي باستخدام بروتوكول مقابلة التفكير بصوت عالٍ مع التحليل الكمي لبيانات تتبع العين eye tracking data لفحص تفكير الطلاب عند ربط الهياكل الجزيئية لمركبات الهيدروكلوروكربون المتطايرة بخصائص طيفية للأشعة تحت الحمراء. أوضحت النتائج الأولية التحقق الجزئي من منهجية مطورة حديثًا لتحليل بيانات تتبع العين لتحديد أنماط التفكير التي يبدو أنها تتوافق مع الافتراضات الأساسية المحددة. باستخدام إطار التفكير الكيميائي، وأوضحت النتائج الافتراضات الضمنية الموجودة عندما يفكر الطلاب في العلاقات بين الهياكل الكيميائية وخصائص التحليل الطيفي.

وهدفت دراسة **(Griep, & Mikasen, 2016)** إدخال المزيد من الكيمياء في تجربة معسكر الهندسة الحيوية بالمدارس المتوسطة والثانوية من خلال لقاءات وثيقة مع التفكير الكيميائي الإبداعي Close encounters with creative chemical thinking. تم تطوير عرض تعليمي وترفيهي يفحص الكيمياء في الأفلام حول الكائنات الفضائية والمعادن من الفضاء الخارجي. كان الهدف هو مساعدة المعسكر على التفكير بشكل خلاق في مشاريع الهندسة الحيوية التي يقومون بها وفي الكيمياء الخاصة بها. بعد مشاهدة كل مقطع فيلم، يتم شرح ما إذا كانت الكيمياء الموجودة في المقطع حقيقية أم مزيفة، ثم يتم وصف الكيمياء الحقيقية التي ألهمته. الجدول الدوري هو المحك الكيميائي للعرض التقديمي. أولاً، تعلم المخيمون أن الكائنات الفضائية في خمسة أفلام تتكون من نفس العناصر الموجودة على الأرض، على

الرغم من أن البعض لا يمتلك نفس الكيمياء الحيوية. دار النصف الثاني من الحديث حول فائدة المعادن خارج كوكب الأرض ذات التكوين المعروف. تعلم المعسكرون أن صانعي الأفلام يتكهنون بأن الناس في المستقبل قد يزورون الأجرام السماوية الأخرى لجمع المعادن النادرة ذات الخصائص المعروفة. غالبًا ما لا يتم تدريس موضوعات الكيمياء الحيوية للكائنات الفضائية والمعادن خارج كوكب الأرض في الفصول الدراسية. يعمل الاقتران جيدًا، مع ذلك، للتواصل الكيميائي لأنه يوضح للطلاب كيفية جمع الأفكار المتباينة معًا لحل المشكلات، وبالتالي شجع التفكير الكيميائي الإبداعي.

في حين هدفت دراسة **(Moon, Stanford, Cole, & Towns, 2016)** إلى تحديد طبيعة التفكير الكيميائي كما يتضح من الحجج عبر فصلين دراسيين مختلفين للكيمياء الفيزيائية تم التدريس لهم باستخدام التعلم الاستقصائي الموجه نحو العملية POGIL، ولتحقيق ذلك، تم استخدام طريقة التحليل النوعي للخطاب والتي تم فيها تحديد الحجج في حديث الفصل باستخدام نمط حجة تولمين. بدلًا من التحقيق حصريًا في وجود الحجج وبنائها، حيث تم تقييم محتوى الحجج لتقييم جودة التفكير السببي الذي يستخدمه الطلاب. تم الأخذ في الاعتبار مشاركة طلاب الكيمياء الفيزيائية في الجدل وبناء التفسيرات السببية. وتم تصوير الطلاب في فصلين من فصول POGIL للكيمياء الفيزيائية على شريط فيديو أثناء مشاركتهم في الخطاب أثناء حل مشكلات الديناميكا الحرارية. وتم نسخ مقاطع الفيديو وتحليل النصوص باستخدام نموذج حجة تولمين (TAP). ثم تم توصيف الحجج باستخدام أساليب التفكير في تقدم التعلم على التفكير الكيميائي (CTLP). أظهرت النتائج أن الطلاب استخدموا التفكير العلائقي في المقام الأول، حيث لا يتم إنشاء تفسير سببي، بل تم استخدام علاقة واحدة بين المتغيرات لتبرير الادعاء.

وهدفت دراسة **(Moon, Stanford, Cole, & Towns, 2017)** تحليل الخطاب Discourse من فصلين دراسيين في الكيمياء الفيزيائية باستخدام مدخل التعلم الاستقصائي الموجه نحو العملية (POGIL) باستخدام عدسة الجدل العلمي. واستخدمت الدراسة تقدم التعلم للتفكير الكيميائي the learning progression on chemical thinking لتحليل تعقيد التفكير في حجج الطلاب تم تحليل الحجج باستخدام طرق التفكير من تقدم تعلم التفكير الكيميائي the modes of reasoning from the Chemical Thinking Learning Progression. تم تصنيف الحجج على أنها وصفية أو علائقية أو خطية أو متعددة المكونات (وفقا لأنماط التفكير في تقدم تعلم التفكير الكيميائي) أشار تحليل تعقيد التفكير في حجج الطلاب باستخدام تقدم التعلم على التفكير الكيميائي إلى أن الطلاب لم يستخدموا تفكيرًا معقدًا للغاية لبناء الحجج. ولشرح توزيع التفكير the distribution of reasoning الذي تمت ملاحظته، تم إجراء تحليل منفصل لمواد المناهج الدراسية باستخدام دليل تحليل المهام للعلوم (TAGS). أشارت النتائج إلى وجود علاقة بين الممارسة العلمية المستهدفة للمهمة وكيفية استخدام الطلاب للأدلة في حججهم وكذلك بين الطلب المعرفي للمهمة وتعقيد التفكير المستخدم في الحجج.

أما دراسة **(Shah, Rodriguez, Bartoli & Rushton, 2018)** فقد استهدفت تقويم فعالية منهج التفكير الكيميائي الموجه نحو المناقشة the discussion-oriented curriculum Chemical Thinking على مفاهيم طلاب الكيمياء العامة في الفرقة الأولى عن الحموضة النسبية relative acidity ومعالجة المفاهيم البديلة للطلاب عن الحموضة النسبية باستخدام مسح المفاهيم ACIDI الذي تم تطويره مؤخرًا لتحديد مفاهيم الطلاب وتحليل محادثات الطلاب. وتحديد كيف تساعد جودة حجج الطلاب في بيئات التعلم التعاوني في تفسير المفاهيم المعيارية أو البديلة، وقد تم استخدامه لتقييم كل من مفاهيم الطلاب المحددة

حول قوة الحمض وفعالية التدريس في مساعدة الطلاب على تجنب المفاهيم الخاطئة الشائعة. أجريت الدراسة في إحدى جامعات في شمال شرق الولايات المتحدة على طلاب الفرقة الأولى وعددهم ٢٣٠ طالبًا مسجلين في أول فصل دراسي من ثلاث فصول للكيمياء العامة تسلسل الكيمياء العضوية. تم استخدام منهج التفكير الكيميائي كإطار أساسي للتعليم instruction. غطى المقرر التحليل النوعي والكمي للاستقرار الديناميكي الحراري والحركية الكيميائية والاتزان والتفاعلية والكيمياء الكهربية. كانت التجربة (الخبرة) الأولى للطلاب مع المواد الجديدة في سياق مجموعات صغيرة، وإعدادات التعلم التعاوني، كما قدم تحليل المحادثات الجماعية رؤى حول كيفية تأثير جودة الحجج على تصورات الطلاب. أوضحت النتائج فعالية منهج التفكير الكيميائي الموجه نحو المناقشة في نقل طلاب السنة الأولى إلى ما وراء المفاهيم السطحية لقوة الحمض والمساعدة في تحديد مجالات محددة للتحسين.

وهدفت دراسة **(Talanquer, 2018A)** وصف ومناقشة تقدم تفكير التركيب – الخصائص للطلاب students' structure–property reasoning كأحد مكونات التفكير الكيميائي. قدمت الدراسة نظرة ثاقبة للتحديات التي يواجهها الطلاب لإتقان هذا المكون المهم في التفكير الكيميائي. أوضح التحليل أن تفكير الطالب غالبًا ما يتم توجيهه من خلال المخططات الضمنية غير الطبيعية التي لا تتأثر إلا قليلًا بالتعليم التقليدي. تعطي هذه المخططات الأولوية للتركيب الكيميائي على التركيب الجزيئي، والسببية المركزية على الظهور في تفسير خصائص المواد والتنبؤ بها. قد تتغير أنواع المكونات التي يستدعيها الطلاب لفهم الخصائص والظواهر مع التعليم، لكن المنطق الأساسي يستمر. بشكل عام، افترض المتعلمون أن الخصائص والسلوكيات الملحوظة ترتبط ارتباطًا مباشرًا بأنواع الذرات الموجودة في النظام والتي تحددها الخصائص المتأصلة في هذه الذرات الفردية.

وهدفت دراسة **(Talanquer, 2018B)** وصف الطرق الرئيسية للتفكير الشائع استخدامها في الكيمياء لبناء مبررات كيميائية لاحتياجات مختلفة في سياقات متنوعة. وقدمت الدراسة وصف الأنواع الرئيسية للمبررات التي تم إنشاؤها وتطبيقها من قبل الخبراء عند تحليل النظم والعمليات الكيميائية. واستخدم مصطلح "الأساس المنطقي الكيميائي" للإشارة إلى أي منتج للتفكير يستخدم المعرفة الكيميائية لبناء التفسيرات أو التبريرات أو الحجج. وتوصلت نتائج الدراسة إلى تحديد ثلاثة أنواع رئيسية من المبررات ومناقشتها: الظاهرة Phenomenological، والميكانيكية Mechanical، والهيكلية Structural. وتم تسليط الضوء على الصعوبات المرتبطة بتعلم كيفية بناء كل نوع من المبررات.

وهدفت دراسة **(Volkova, 2019)** تطوير أداة لتقييم التفكير الكيميائي وتقويم خصائصه السيكومترية. وتضمنت مجموعة الدراسة مجموعة من الطلاب والمعلمين تتراوح أعمارهم بين ١٤إلى ٧٠ عاماً من موسكو وتاغانروغ وتيومين وإيكاترينبرج وساراتوف. حيث طلب منهم تقويم قدراتهم العامة والكيميائية ومن ثم حل في أسرع وقت كلما أمكن مشكلات تعميم وتصنيف وتوليف (تركيب). أ) مواد كيميائية Chemical objects، ب) وغير كيميائية Non chemical ones. تم تطوير اختبار التفكير الكيميائي بناءً على تحليل ومراحل وأنماط تطور التفكير. تكون اختبار التفكير الكيميائي من ثلاثة اختبارات فرعية: التعميم القاطع للمواد (الأشياء) الكيميائية Categorical generalization of chemical objects، التوليف المفاهيمي للأشياء الكيميائية Conceptual synthesis of chemical objects، و تصنيف المواد (الأشياء) الكيميائية Classification of chemical objects. أشارت نتائج التقويم السيكومترية لاختبار التفكير الكيميائي ChTT إلى ثباتها العالي. تمت مقارنة نتائج تقييم التفكير الكيميائي

مع مؤشرات التفكير المماثلة التي تم الحصول عليها من خلال أساليب MA Kholodnaya "التفكير المفاهيمي". الكيميائيين الأكثر نجاحًا لديهم معدلات أعلى لكل من التفكير العام والكيميائي، لكن مؤشرات تفكيرهم الكيميائي أعلى من تلك العامة. لوحظ نمو مؤشرات التفكير الكيميائي كتطور مرتبط بالعمر وتعلم الكيمياء. ومع ذلك، ظلت مؤشرات التفكير بشكل عام والتفكير الكيميائي بشكل خاص منخفضة.

وهدفت دراسة **(Murray, Huie, Lewis, Balicki, Clinchot, Banks, Talanquer, & Sevian, 2020)** إلى توصيف كيفية ملاحظة معلمي الكيمياء ذوي الخبرة وتفسيرهم لتفكير الطلاب الموضح في العمل المكتوب ، وكيف يستجيبون لما تعلموه عنه. بالاعتماد على الأساليب النوعية من المجالات التعليمية المختلفة، تم تحليل البيانات التي تم جمعها خلال مجموعات التركيز لمعلمي المدارس المتوسطة والثانوية. باستخدام عدسة "التفكير الكيميائي"، تم وصف ممارسات التقييم التكويني للمعلمين على أنها وصفية مقابل استنتاجية في الملاحظة، والتقييمية مقابل صنع المعنى في التفسير، والتوجيه مقابل الاستجابة في التمثيل. ظهرت أربعة أنماط رئيسية في تفسير المعلمين لتفكير الطلاب والتمثيل المقترح. أثرت هذه الأنماط على تنوع الأفكار التي لاحظها المعلمون في عمل الطلاب. وتم تقديم طرق استخدام النتائج لمعلمي الكيمياء الراغبين في فحص وتنويع ممارسات الملاحظة الخاصة بهم، ولجهود التطوير المهني في هذا المجال.

وهدفت دراسة **(Abell, & Sevian, 2020)** إلى تطوير تحليل ممارسات التقييم التكويني لمعلمي الكيمياء من خلال عدسة التفكير الكيميائي. واتخذت إطار التفكير الكيميائي من أجل تعزيز قدرات الطلاب على اتخاذ قرارات مستنيرة، وبناء المبررات، وتقييم النتائج واختيار الأفكار في سياق الاهتمامات الشخصية والمجتمعية والعالمية، وتغيير التركيز من تدريس الكيمياء كجسم معرفي إلى تدريس الكيمياء باعتباره طريقة للتفكير. شارك مجموعتان من معلمي العلوم في المدارس الإعدادية والثانوية في التطوير المهني لمدة عام بهدف تحسين ممارسات التقييم التكويني في تدريس الكيمياء. قدم كل معلم فصولًا من برتيفيليو التقييم التكويني على مدار عام. لتطوير مدخل لاستخدامه في البحث المستمر الذي سيحلل تقدم المعلمين على مدار العام، تم تحليل فصول برتيفليو التقييم التكويني النهائي للمشاركين وعددهم (ن=١٣) لتوصيف تصميم مهمة التقييم التكويني، وهدف المعلم في تنفيذ التقييم التكويني وكيف قام المعلم بتقييم عمل الطلاب.

وهدفت دراسة **(Abell, & Sevian, 2021)** التحقيق في كيفية تغير ممارسات المعلمين في التقييم التكويني كنتيجة لمشاركتهم في برنامج التطوير المهني المصمم من منظور التفكير الكيميائي. تم جمع أربعة فصول من برتيفليو التقييم التكويني من ١٩ معلمًا بالمدارس الثانوية على مدار عام. أعطى تحليل فصول برتيفليو analysis of the FA portfolio chapters نظرة ثاقبة للتغييرات في ممارسة التقييم التكويني للمعلمين في مجالات تصميم المهمة والغرض والتركيز عند تقييم عمل الطلاب. نفذ جميع المعلمين تغييرات في واحد على الأقل من مجالات التحليل هذه، حيث أنشأ نصفهم تقريبًا مهام التقييم التكويني التي أظهرت التغييرات في جميع الأبعاد الثلاثة. كانت التغييرات في تصميم التقييم التكويني هي الأكثر انتشارًا بين المعلمين المشاركين، حيث تحولت من المهام المصممة لاستكشاف اكتساب المعرفة إلى المهام التي تستكشف استدلال الطالب بالكيمياء. من ناحية أخرى، كانت التغييرات في تركيز التقييم هي الأقل شيوعًا حيث ركز معظم المعلمين انتباههم على صحة إجابات الطلاب بدلاً من طبيعة أفكار الكيمياء

للطلاب. أشارت النتائج إلى المجالات التي يحتاج فيها مدرسو الكيمياء إلى دعم كبير لاستخدام التقييم التكويني بشكل فعال في فصولهم الدراسية.

وسعت دراسة **(Talanquer, 2021)** إلى توجيه ومساعدة معلمي الكيمياء في تصميم خبرات التعلم التي تدعم تطوير التفكير الكيميائي متعدد الأوجه من خلال تحديد ووصف الأبعاد المختلفة التي قد يختلف فيها التفكير الكيميائي، ومن خلال مناقشة كيفية تعزيز هذه الكفاءة على وجه الخصوص، أوضحت الدراسة كيفية اختلاف التفكير الكيميائي مع ستة مكونات تسمي: الأبعاد Dimensions، والتقسيمات/الحبيبية Granularity، والأساس Basis، والإطار Frame، والقوة /التركيز Force، والوضع/الصيغة Mode.

وهدفت دراسة **(Stammes, Henze, Barendsen, & de Vries, 2021)** استكشاف ملاحظة المعلمين للتفكير الكيميائي للطلاب في سياق الفصل الدراسي القائم على التصميم أثناء أنشطة التصميم في فصول الدراسية للمعلمين في المدارس الثانوية. ولتحقيق ذلك، تم استخدام أساليب البحث النوعي لاستكشاف ملاحظة اثنين من معلمي الكيمياء لتفكير الطلاب الكيميائي واختار كل معلم واحدًا من فصول الكيمياء بالصف العاشر لجمع البيانات. شكل المعلمون فرقًا من حوالي ثلاثة طلاب بهدف تعزيز التعلم. لقد طلبنا من المعلمين اختيار فريقين طلابيين ليكونا مركزًا لجمع البيانات لدينا، والفرق التي ترغب في المشاركة في أنشطة التصميم والبحث. سمح التركيز على تفاعلات المعلمين مع فريقي التصميم بإجراء تحليل متعمق. وقد تم جمع بيانات عن ملاحظات هؤلاء المعلمين في سياق مشروع تصميم للكيمياء للصف العاشر. توضح النتائج التي تم التوصل إليها أن المعلمين لاحظوا التفكير الكيميائي أثناء المحادثات مع الطلاب الذين كانوا يخططون ويرسمون التصاميم في فرقهم. حيث لاحظ الباحثون أن تحديات التصميم ذات النهايات المفتوحة يمكن أن تؤدي إلى زيادة تنوع أفكار الطلاب، مما قد يجعل التفكير في تفكير الطلاب أكثر تعقيدًا بالنسبة للمعلمين. وقد كشفت نتائج هذه الدراسة أن المعلم قد يعتمد على أدلة من مصادر متعددة في ملاحظة التفكير الكيميائي أثناء المحادثات في سياق أنشطة التصميم. وبالإضافة إلى ذلك أن كلا المعلمين في هذه الدراسة استخدما حديث الطلاب كمصدر مهم للأدلة في ملاحظة التفكير الكيميائي للطلاب.

وباستقراء الدراسات والبحوث السابقة يتضح:

- اهتمام العديد من البلدان بالتفكير الكيميائي وضرورة تضمينه مقررات أقسام الكيمياء في المرحلة الجامعية
- ضرورة الاهتمام بتدريب المعلمين على تصميم خبرات التعلم والممارسات التي تدعم التفكير الكيميائي.

الجدل العلمي Scientific argumentation

يلعب الجدل دورًا مركزيًا في تطوير المعرفة العلمية وتقييمها والتحقق من صحتها. تنص معايير علوم الجيل التالي (NGSS) على أن الانخراط في الجدل من الأدلة هو ممارسة أساسية في العلوم والهندسة. وفقًا لذلك، يؤكد إطار عمل تعليم العلوم K-12، والذي يعمل كأساس لمعايير علوم الجيل التالي، على أن الطلاب يتعلمون الجدال من الأدلة. الجدل والتحليل الذي يربط بين الأدلة والنظرية هي سمات أساسية للعلم؛

يجب أن يكون العلماء قادرين على فحص ومراجعة وتقييم معارفهم وأفكارهم ونقد أفكار الآخرين. **(Hosbein, Lower, & Walker, 2021,1875)**

ويحتاج الطلاب في بناء الحجة argument construction إلى استخدام البنية المفاهيمية conceptual structure والعمليات المعرفيةcognitive processes التي تعتبر بالغة الأهمية للعلم، وفي أي محتوى الحاجة إلى المعرفة the need-to-know content الذي يتم الترويج له في مناهج العلوم التقليدية. ويسهل استخدام المعرفة العلمية لشرح العالم الطبيعي الانتقال من المعتقدات أو الآراء إلى الاعتماد على العلم. من أجل المشاركة في العلم كممارسة، يتحول التركيز إلى ما يجب القيام به. وهذا يتطلب إتقان الأطر المعرفية التي تميز العلم، مثل استخدام الأدلة لدعم الادعاء وتقييم الأدلة بالمعرفة العلمية. **(Hosbein, Lower, & Walker, 2021, 1876)**

ويُعرف Angell**الحجة** على إنها استنتاج يدعمه سبب واحد على الأقل. ويميز Govier الحجة عن التفسير explanation على أن الاستنتاج في الحجة يجب أن يكون أيضا غير مؤكد. **(Nussbaum, Sinatra, & Owens, 2012, 18,19)**

وتعرف **الحجة** على إنها سلسلة من الافتراضات. **(Nussbaum, Sinatra, & Owens, 2012,19)**

ودعا أرسطو الحجة العلمية بالبيان demonstration، والقياس المنطقي Syllogism مع المعرفة العلمية كاستنتاجات ومقدمات premises فورية ومعروفة بشكل أفضل better known ومسببة للاستنتاج. **(Nussbaum, Sinatra, & Owens, 2012,19)**

والجدل هو إستراتيجيات التفكير الموجودة في التفكير غير الرسمي والتفكير الناقد **(Erika & Prahani, 2017,63)**

والجدل العلمي هو بيان مدعوم بالأدلة ومبرر بالافتراضات أو المبادئ أو المفاهيم ذات الصلة. **(Muntholib, Hidayati, Purnajanti, Utomo, & Hariyanto, 2021,1)**

يُعرف **(Hosbein, Lower, & Walker, 2021, 1875, 1876)** مصطلح الجدل العلمي، كما وصفه سامبسون وآخرون Sampson et al، كعملية اجتماعية وتعاونية a social and collaborative process لاقتراح الأفكار ودعمها وتقييمها وصقلها refining في محاولة لفهم مشكلة معقدة أو غير محددة ill-defined أو لتعزيز المعرفة بطريقة تتفق مع الهياكل المفاهيمية conceptual structures والعمليات المعرفية والالتزامات المعرفية epistemological commitments والمعايير الاجتماعية للعلم the social norms of science.

وفي مجال تعليم العلوم، الجدل العلمي هو الممارسة الرئيسة لتعزيز قدرة الاستدلال reason ability. ويعد الجدل العلمي عملية يشارك فيها المتعلمون أنفسهم لاقتراح ودعم وانتقاد وصقل وتبرير والدفاع عن موقفهم بشأن القضايا. (Hong, & Talib, 2018,16)

ويميز سامبسون وكلارك Samposon and clark بين الجدل والحجج باستخدام، "الجدل" يعني البيانات المستخدمة من قبل الطلاب لتوضيح وتبرير الادعاءات والاستنتاجات. و"الحجة" لوصف العملية ككل. **(Erika & Prahani, 2017,63)**

لذلك، يمكن تعريف الجدل في الموضوعات العلمية على أنه العلاقة بين الادعاءات والبيانات من خلال التبرير أو تقييم ادعاءات المعرفة في الدليل، سواء التجريبية أو النظرية. بناءً على تعريف الجدل والحجة التي تم وصفها يمكن استنتاج أن الجدل هو فكرة أو استنتاج مبني على المنطق ومدعوم بالأدلة، في حين أن الحجة هي عملية التفكير في الجدل. **(Erika & Prahani, 2017,63)**

ويعد الجدل أحد أشكال الاتصال الذي يعتبر مهمًا بشكل خاص للعلماء لأنه جزء لا يتجزأ من بناء التفسيرات والنماذج والنظريات. الجدل هو ممارسة توليد الحجج والنظر فيها ومقارنتها. تتكون الحجج من ادعاء أو استنتاج مدعوم بأدلة أو بيانات ومذكرة أو تبرير حول الكيفية التي أدت بها الأدلة إلى المطالبة. **(Standford, 2017, 10)**

ويمثل الجدل ممارسة معرفية أساسية في العلوم، ومن المفيد للطلاب تعلم كيفية تحديد الحجج العلمية وبناءها وتقييمها. بالإضافة إلى ذلك، إشراك الطلاب في الجدل يؤدي إلى تحسين استيعاب الطلاب المفاهيمي. **(Standford, 2017, 10)**

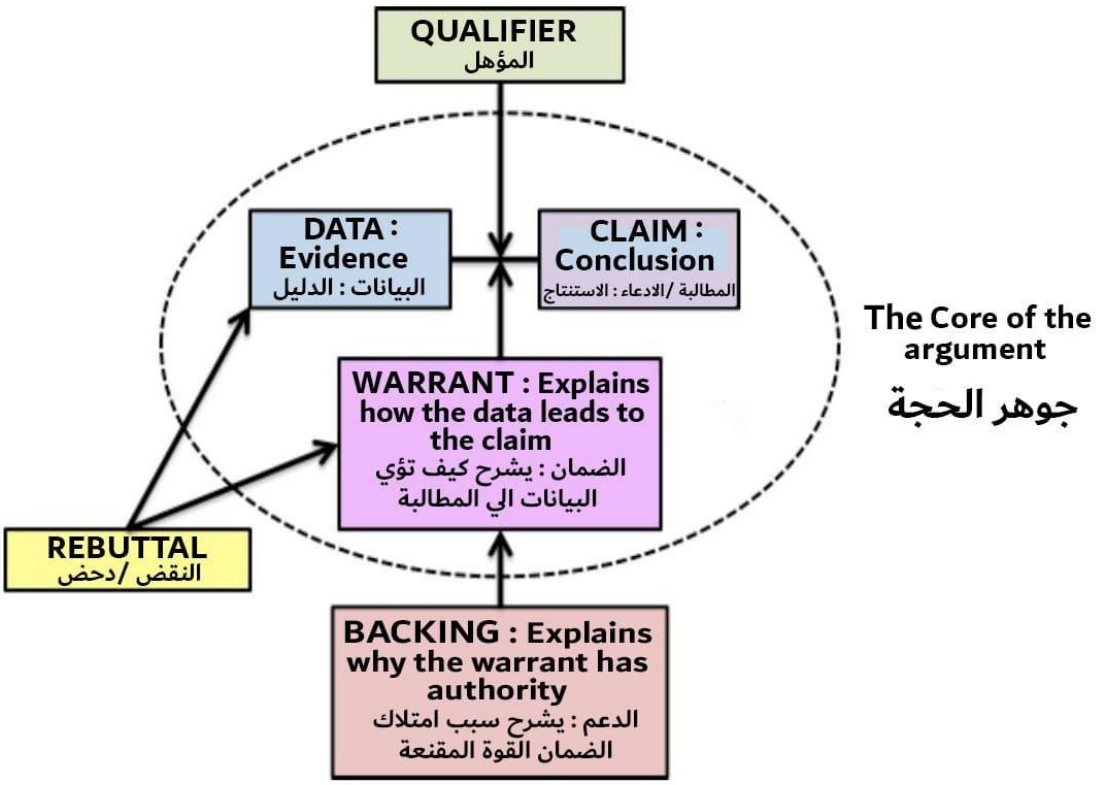
وقدمت الأبحاث في مجال تعليم الكيمياء معلومات حول كيفية دعم مهارات الجدل من خلال التقييمات والأنشطة والمداخل التدريسية. وتم إجراء دراسات حول تكوين الحجج من قبل الطلاب في مجالات العلوم الطبيعية.

استخدمت معظم الدراسات السابقة نموذج تولمين للجدل والذي ربما يكون النموذج الأكثر استخدامًا لوصف الحجج Arguments. يتكون نموذج تولمين Toulmin's argumentation pattern (TAP) (1958) للجدل من **الادعاء** Claim (الاستنتاجات conclusions، المقترحات propositions، أو البيانات statements)، مدعوم **بالبيانات** data (الأدلة الداعمة للادعاء / المطالبة evidence supporting claims)، مع **ضمان/ دليل** Warrant لربط البيانات بالادعاء (شرح العلاقة بين الادعاءات والبيانات). تشكل هذه المكونات جوهر الحجة. هناك مكونات أخرى مثل **الدعم** backing الدعم (الافتراضات الأساسية التي تدعم الأدلة) الذي يوفر سلطة الأمر (**الضمان**) the warrant authority، والمؤهل الذي يقدم نطاقًا وقيودًا للحجة (الشروط التي تكون فيها المطالبة صحيح conditions that the claim is true والدحض rebuttal الذي يشكك في الحجة (الشرط الذي يبطل الادعاء the condition that aborts the claim) لتبرير حججهم، الجدل إذن هو ممارسة توليد الحجج والنظر فيها ومقارنتها. **(Bulgren, & Ellis, 2012, 137) (Moon,2016,11) (Noviyanti, Mukti, Yuliskurniawati, Mahanal, & Zubaidah, 2019,3)**

مهارات الجدل العلمي للطلاب بناءً على مؤشرات تولمين

يتميز نموذج Toulmin Argumentation Pattern (TAP) بأنه قابل للتطبيق للغاية في البحث الذي يهدف إلى تحديد الحجج وقياس جودة المناقشة. هناك ستة عناصر مهمة للحجة وفقًا لتولمين. وهى مطالبات وأسباب ومذكرات ومؤهلات ودعم ودحض.

تظهر المطالبات في شكل بيانات يتم رفعها وقبولها على أنها صحيحة. وتصبح المطالبات مركزية في النص. ويتم دائمًا توضيح المطالبات والحفاظ عليها من خلال الأسس grounds أو البيانات data التي تعمل كأساس لتعزيز المطالبات. وإذا كان الدليل evidence لدعم المطالبة غير كافٍ، فيمكن تقديم ضمان warrant أو مذكرة guarantee. الضمان warrant هو بيان يربط المطالبة بالبيانات. يشير وجود المطالبات والبيانات والضمانات إلى حجة جيدة البناء. يسمى الدليل الداعم لأوامر التوقيف warrants بالدعم backing. عندما تحتوي مطالبة ما (الادعاء) على احتمالات معينة certain possibilities، يمكن تقديم مؤهل qualifier **(Noviyanti, Mukti, Yuliskurniawati, Mahanal, & Zubaidah, 2019,4)**



شكل (١) نموذج تولمين للجدل
(Moon,2016,25)

مهارات الجدل العلمي Scientific argumentation skills

مهارات الجدل العلمي هي المهارات اللازمة لجمع حجة جيدة وصحيحة التي يمكن أن تقنع الأخرين لتبرير الحجة. ومهارات الجدل العلمي تنطوي على التفكير العلمي لتوليد استنتاجات من المعلومات الموجودة والقدرة على التفكير الناقد لتقديم ادعاءات قائمة على الأدلة. **(Muntholib, Munadhiroh, Setiawan & Yahmin, 2021,1)**

ويرتبط الجدل العلمي عادة بالفهم والمعرفة بالمفاهيم والممارسات العلمية. ويحتاج الطلاب إلى أداء مجموعة من الأنشطة في بناء حجة صحيحة. تبدأ العملية بجمع المطالبات (الادعاءات) والبيانات claims and data (ground) ويتبعها تقديم الأسباب (الضمان warrant) ، والدعم support (الدعم backing)، والمؤهلات qualifiers، والدحض rebuttal. **(Noviyanti, Mukti, Yuliskurniawati, Mahanal, & Zubaidah, 2019,2)**

واتفقت دراسة **(Hosbein, Lower, & Walker, 2021, 1875) مع نموذج تولمين حيث أوضحت أن مهارات** الجدل العلمي scientific argumentation من ثلاثة مكونات: الادعاء، والأدلة الداعمة، والتبرير.

- **الادعاء the claim:** يُمثل الادعاء إجابة الطلاب على المشكلة أو السؤال.
- **الدليل الداعم the supporting evidence:** ويتكون الدليل من البيانات التي تم جمعها وتحليل البيانات، والتي يتم استخدامها بعد ذلك لبناء الحجة.
- **التبرير the justification** هو شرح أهمية النتائج وكذلك ربط البيانات والتحليل بالمفاهيم الشاملة للتجربة.

في حين أوضحت دراسة **(Diniya, Rusdiana, & Hernani, 2019,7)** أن مهارات التفكير المتعلقة بالجدل تتضمن **الادعاء claim** وهو فكرة أو استنتاج أو فرضية أو أراء تجاه حدث أو ظاهرة. **والدليل evidence** ويستخدم لدعم الادعاء. **والضمان warrant** وهو السبب المعطى لربط الأدلة بالادعاء. **والدعم Backing** وهو الافتراضات الأساسية لدعم الضمان.

وأوضحت دراسة **(Al-Ajmi, & Ambusaidi, 2022,69)** أن مهارات الجدل العلمي تتضمن ثلاث مهارات هي تقديم ادعاء Providing a claim، وتقديم الدليل Providing of evidence، وتقديم المبرر Providing of justification.

وأوضحت دراسة **(Effendi-Hasibuan, Harizon, Ngatijo, Fuldiaratman, & Sulistyo, 2019,1)** أن مهارات الجدل Argumentation skills هي المفاهيم notions التي تدعمها المبررات justifications .وتشتمل مهارات الجدل على خمس مهارات حيث تتضمن هذه المهارات أنشطة لتقديم الادعاءات make claims، وإيجاد الأدلة finding evidence، وإعطاء الضمانات (المبررات) give warrants ، و اقتراح الدعم proposing backings، والتنبؤ بالمؤهلات predicting qualifiers .

وتضمنت مهارات الجدل العلمي في دراسة **(Amielia, Suciati, & Maridi, 2018, 467)** الادعاء Claim وهو عبارة أو بيان يُعطى كاستجابة لسؤال طُرح أو استنتاج conculsion، والأدلة evidence وهو حقيقة علمية تُدعم الادعاء، ويجب أن تكون البيانات مناسبة وكافية لتأييد الادعاء. والأسباب reasoning وهو تبرير يسمح بربط الأدلة بالادعاء. والدحض Rebuttals وفيها يتم تقديم تفسيرات بديلة /افتراضية وشرحها ويتم تقديم الأسباب والأدلة المنطقية لتوضيح سبب عدم ملاءمة التفسيرات المقدمة.

وتضمنت مهارات الجدل العلمي في دراسة **(Muntholib, Munadhiroh, Setiawan & Yahmin, 2021,4)** ثلاث مهارات وهي مهارة تقديم الادعاء making claim، وتقديم الدليل providing evidence، وبناء الشرح Constructing explanation.

تقييم مهارات الجدل العلمي

تم تقييم مهارات الجدل العلمي في الكيمياء في دراسة **(Effendi-Hasibuan, Harizon, Ngatijo, Fuldiaratman, & Sulistyo, 2019,1)** من خلال اختبار مفتوح النهاية تضمن قياس ثلاث مهارات فقط من مهارات الجدل وهي المهارات لتقديم الادعاء make claim والعثور على البيانات find data واقتراح الأسباب / التفسيرات propose reasons/explanations. تم استبعاد مهارتي الجدل المتبقيتين (اقتراح الدعائم والتنبؤ بالمؤهلات pose backings and qualifiers) من هذه الدراسة حيث اعتقد الباحثون أن أداء هذه المهارات صعب للغاية على طلاب المدارس الثانوية. وتم الاعتماد على مقياس rubric لتصنيف مستويات مهارات الجدل لدي الطلاب إلى خمس مستويات.

تم تقييم مهارات الجدل العلمي في الكيمياء في دراسة **(Effendi-Hasibuan, Bakar, & Harizon,2020)** من خلال تقديم مجموعة من المهام/ الأسئلة للطلاب طُلب من الطلاب فقط ذكر ادعاء/ إجابة state a claim/answer، وتقديم بيانات/ أدلة provide data/evidence ، وتكوين الأسباب compose reasons (CER). وتم استخدام مقياس تقييم rubric لتقييم جدل الطلاب. تم استخدام ست فئات بمقياس (٠-٥) لالتقاط مجموعة متنوعة من جدل الطلاب.

وتم قياس مهارات الجدل في دراسة **(Diniya, Rusdiana, & Hernani, 2019,4)** من خلال اختبار يتكون من خمس أسئلة مقالية وتم قياس هذا الاختبار من خلال مقياس (نموذج تقييم) Scoring rubric اعتمادًا على مكونات الجدل وهي الادعاء، والبيانات، والضمان، والدعم.

قامت دراسة **(Hosbein, Lower, & Walker, 2021, 1876)** بتصميم ملاحظة مهارات بروتوكول مراقبة تقييم الجدل العلمي في الفصل الدراسي The Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom (ASAC) لقياس الجوانب المفاهيمية والمعرفية والاجتماعية خلال جلسة الجدل العلمي. يمكن للمعايير المحددة المستخدمة لتقييم الجوانب الثلاثة وفقًا لبروتوكول الملاحظة. يتكون التغيير في الجوانب المفاهيمية والمعرفية للحجج من ستة عناصر تصف إطار العمل ونظرية الجدل. وتتضمن هذه العناصر التركيز على تعزيز فهم المشكلة أو حلها، ومناقشة المطالبات البديلة وتقييمها، والتشكيك في الأفكار، وتقديم المنطق عند دعم الأفكار أو تحديها، وتعديل الادعاءات أو التفسيرات عند الضرورة. يهدف التغيير في الجوانب المعرفية للحجج إلى تقييم مدى اتساق العملية مع ثقافة العلم.

هناك ستة عناصر تستهدف كيفية تحديد المجموعة لما يعتبر مقبولًا أو صالحًا. تشمل العناصر استخدام الأدلة لدعم الأفكار أو تحديها،

وفي دراسة **(Muntholib, Hidayati, Purnajanti, Utomo, & Hariyanto, 2021,4)** تم قياس مهارات الجدل العلمي باستخدام اختبار لمهارات الجدل العلمي تكون من ١١ مفردة تم تطويرها على أساس إطار الجدل العلمي. واحتوت كل مفردة على جذع stem وسؤال طُلب فيه تقديم ادعاء Make a claim، وتقديم أدلة present evidence، وتقديم شرح Make an explanation، وفقًا للمعلومات الموضحة في الجذع.

ومن الدراسات التي اهتمت بتنمية مهارات الجدل العلمي لدى الطلاب في الكيمياء

وهدفت دراسة **(Becker, Rasmussen, Sweeney, Wawro, Towns, & Cole, 2013)** تحديد المعايير المعرفية الراسخة في مجتمع دارسي الكيمياء التي تمكّن وتقيّد التفكير في الفصول الدراسية لدارسي الكيمياء الفيزيائية POGIL؟ واستكشاف الطرق التي يطور بها الطلاب مبررات للادعاءات المتعلقة بالخصائص المرتبطة بالديناميكية الحرارية، ووصف كيف تتشكل طرق التفكير هذه حول مفاهيم الكيمياء من خلال مناقشات الفصل بأكمله والمجموعات الصغيرة. تضمنت مجموعة الدراسة ١٥ طالبًا جامعيًا مسجلين في مقرر الكيمياء الفيزيائية تم التدريس لهم من خلال التعلم الاستقصائي الموجهة نحو العملية؛ ولتحقيق ذلك تم فحص الحجج التي تم إنتاجها في أحد فصول التعلم الاستقصائي الموجهة نحو العملية POGIL للكيمياء الفيزيائية للحصول على دليل على معايير الفصل الدراسي. والتي تتعلق بتبرير التفكير في سياقات الكيمياء. وتم استخدم مدخل كيفي لتحليل خطاب الفصل المستمد من نموذج الجدل الخاص بتولمين من أجل وصف الطرق التي يطور بها الطلاب مبررات على مستوى الجسيمات للادعاءات المتعلقة بخصائص الديناميكية الحرارية. امتد التحليل لبناء المعايير مجتمع دارسي الرياضيات إلى سياق كيميائي من أجل وصف المعايير للاستدلال والتبرير، والتي تم الاشارة إليها على أنها معايير مجتمع دارسي الكيمياء. من خلال دراسة كيفية تشكيل مناقشات الفصل بأكمله والمجموعات الصغيرة للمعايير المتعلقة بالتفكير. وأوضحت النتائج أن مجتمع دارسي الكيمياء وهو نوعًا واحدًا من التفسير المقبول المتعلق بمفاهيم مثل الطاقة الحرارية، المحتوى الحراري، السعة الحرارية، والإنتروبيا أرتكز على أوصاف مستوى الجزيئات للأنظمة الكيميائية. علاوة على ذلك، عملت الحجج المضادة على تأكيد أن التبريرات على مستوى الجسيمات particulate-level justifications كانت بمثابة نوع معياري من التفكير a normative type of reasoning في هذا الفصل الدراسي. اتضح ايضا، أن التبريرات التي تناشدت أوصاف المادة على مستوى الجسيمات لم تكن النوع الوحيد من الأدلة التي تم اعتبارها مقبولة في هذا الفصل الدراسي. كانت تفسيرات التعبيرات الرياضية والمعلومات المتعلقة بنقل الطاقة أيضًا من بين الأنواع المعيارية للتفسيرات المستخدمة للتفكير حول الخصائص الكيميائية والفيزيائية. ومع ذلك، ظل دورًا رئيسيًا للمدرس لمساعدة الطلاب على بناء الحجج باستخدام الأدلة المناسبة للسياق.

وهدفت دراسة **(Juntunen, & Aksela, 2014)** ربط مهارات مناقشة الطلاب بتدريس تحليل دورة الحياة (LCA) من أجل تعزيز مدخل قائم على الأدلة لتدريس وتعلم المواد المستخدمة في منتجات المستهلك، وتحديد كيف يستخدم الطلاب (ن = ٨) الحجج العلمية والبيئية والاجتماعية الاقتصادية والأخلاقية في تحليل دورة حياة المنتج؟. تعد دراسة الحالة هذه جزءًا من مشروع بحث أكبر يركز على

تحسين التعليم من أجل التنمية المستدامة (ESD) في تدريس الكيمياء عن طريق الجمع بين قضية اجتماعية علمية (SSI) وتحليل دورة الحياة مع التعلم القائم على الاستقصاء. وتم اتباع طريقة تحليل المحتوى الذي يتم إجراؤه على إجابات الطالب المكتوبة وتسجيل صوتي للمناظرة. أظهرت النتائج أن مهارات الجدال العلمي والبيئية للطلاب فيما يتعلق بدورات حياة المنتجات قد تحسنت أثناء مشروع تحليل دورة الحياة. كما أثرت الدراسة، بدرجة أقل، على قدرة الطلاب على تشكيل الحجج الاجتماعية والاقتصادية والأخلاقية. يعد نوع مشروع تحليل دورة حياة المنتج الذي يركز على الطالب وعبر المناهج الدراسية الذي تمت مناقشته في هذه الورقة طريقة جديدة مناسبة لتدريس الحجة الاجتماعية العلمية لطلاب الكيمياء على مستوى المدرسة الثانوية.

وهدفت دراسة **(Heng, Surif, Seng, & Ibrahim, 2015)** بحث مدى تمكن الجدل العلمي اعتماد على مفهوم التعادل لدى طلاب العلوم بالمرحلة الثانوية عند انخراطهم في الجدال العلمي الفردي والجماعي. تضمنت مجموعة الدراسة ٣٥٦ طالبًا تخصص علوم بعد أن درسوا عن الأحماض والقواعد باستخدام مواد تعليمية مطورة، طُلب من كل فرد أو مجموعة (تضمنت كل مجموعة من أربع طلاب) الإجابة عن اختبار الجدل العلمي مفتوح النهاية. وتم ملاحظة المناقشات خلال المناقشات الجماعية وتسجيلها ثم تحليل جميع الإجابات الواردة في اختبار OSAT بناءً على دقتها والعلاقة الثلاثية في الكيمياء ووجود عناصر الجدل. وأوضحت النتائج أنه في كلا الحالتين الجدل تميل معظم الحجج المبنية إلى أن تتكون من عناصر الادعاء والأدلة. وأن الطلاب الذين يعملون بشكل فردي. كأفراد تميل معظم الحجج المقدمة إلى أن تكون بسيطة في التفكير على المستوى الماكرو Macro level. كمجموعات تكون الحجج المقدمة أكثر تعقيدًا حيث يتم تقديم التبريرات على المستويات الفرعية تحت الميكروسكوبي sub-micro and والرمزية symbolic levels مع عدد أقل من المفاهيم الخاطئة، وذلك لأن المشاركين في المناقشة الجماعية لديهم الفرصة لتبادل الأفكار واكتشاف تصحيح الأخطاء بعضهم البعض والبحث عن تفسيرات وشرح الأفكار.

وهدفت دراسة **(Karpudewan, Rothb, & Sinniahc, 2016)** بحث دور (أثر) منهج الكيمياء الخضراء على فهم المفاهيم الحمضية / القاعدية ومهارات الجدل. حيث تم بناء منهج الكيمياء الخضراء بين تجارب الكيمياء مع المواد اليومية الصديقة للبيئة مع مدخل متمركز على الطالب وتضمن مناقشة بين الطلاب والطالب. تم اختيار تصميم شبه تجريبي يهدف إلى مراعاة التأثيرات المتداخلة للمعلم/ المدرسة. اشتملت مجموعة الدراسة على ثلاثة فصول مكونة من ١٥٠ طالبًا يبلغون من العمر ١٦ عامًا من مدرستين A وB. تم تقسيمهم إلى ثلاث مجموعات مجموعة تجريبية اشتملت على ٥٠ طالبًا، ومجموعتين ضابطتين اشتملت كل منهما على ٥٠ طالب من مدرستين مختلفين. أظهرت نتائج التحليل النوعي لاختبار مهارة الجدل an Argumentation Skill Test (AST) أن طلاب المجموعة التجريبية استخدموا مستويات أعلى من مهارات الجدل بعد المعالجة التجريبية مقارنة بأقرانهم في فئتي المجموعتين الضابطتين.

وهدفت دراسة **(Putri, & Rusdiana, 2017)** تطوير مواد تعليمية عن طريق التمثيل المتعدد في الكيمياء وبمساعدة التعلم المدمج لتعزيز مهارات الجدل العلمي لدى الطلاب. ولتحقيق ذلك تم تطوير مواد تعليمية للخصائص الالكتروليتية وغير الالكتروليتية للمحاليل موجهة عن طريق التمثيل المتعدد للكيمياء. اعتمد تطوير المواد التعليمية اعتمد على نموذج تطوير لي وأوين lee and owen الذي يتألف من خمس خطوات هي التقييم/التحليل، والتصميم، والتطوير/التنمية، والتنفيذ، والتقويم. تم اجراء اختبار

الصدق والوضوح اجري اختبار الصلاحية اثنين من المحاضرين وعدد ١٠ طلاب من قسم تعليم الكيمياء الذين حضروا مقرر الكيمياء الأساسية II في الجامعة والتطبيق على مجموعة الدراسة التي تضمنت ٣٢ طالبًا من قسم تعليم الكيمياء الذين درسوا مقرر الكيمياء الأساسية II. تضمنت مجموعة الدراسة. أوضحت النتائج أن المواد التعليمية التي تم تطويرها فعالة في تعزيز مهارات الجدل العلمي لدى الطلاب. حيث وجد أن مهارات الجدل العلمي ازدادت لدى عدد ١٣ طالبًا في مستوى منخفض، وازدادت مهارات الجدل العلمي لدى ١٩ طالبًا في مستوى متوسط.

وهدفت دراسة **(Standford, 2017)** بحث كيفية تأثير تنفيذ اثنين من أعضاء هيئة التدريس instructor لمواد الديناميكية الحرارية للتعلم الاستقصائي الموجه نحو العملية (POGIL) على جدل الطلاب واستيعابهم المفاهيمي للديناميكا الحرارية. تم تصميم التعلم الاستقصائي الموجه نحو العملية لمساعدة الطلاب على تعلم الكيمياء مع تشجيع تطوير مهارات العملية. تم استخدام تحليل الخطاب لفهم كيفية تفكير الطلاب من خلال تطوير فهم للديناميكا الحرارية. من خلال تحليل تفاعلات الطالب وعضو هيئة التدريس ومواد المقرر، تم تحديد كيف أثر هذان الجانبان من بيئة التعلم الاستقصائي الموجه نحو العملية على استخدام الطلاب للجدل العلمي وتنسيق التفكير على المستوى الرمزي وشبه المجهري. تم جمع البيانات من خلال تسجيل وتدوين المحادثات الصفية من ثلاث دراسات حالة. تضمن المشاركون الطلاب في كل دورة في الغالب من مزيج من طلاب السنة الثالثة والرابعة. اختلفت خلفيات الطلاب، ولكن بشكل عام كان المشاركون قد أكملوا فصلين دراسيين في الكيمياء العامة، فصلين دراسيين في الكيمياء العضوية. تضمن التحليل ترميز النصوص لتحديد الحجج والحركات الخطابية للمعلم discursive moves. أظهر هذا التحليل كيف شجع المعلم الجدل. تم تحليل الحجج وخطاب المعلم ومواد الدورة التدريبية بشكل أكبر من حيث التفكير على مستوى الماكروسكوبية والرمزية وشبه المجهري لمعرفة كيفية استخدام الطلاب للمعلومات التي قدمها لهم المعلم والمواد في حججهم. وأوضحت النتائج أن كلاً من المعلم ومواد المقرر تؤثر على مستوى تفكير الطلاب في حججهم. يمكن للمعلمين استخدام الأسئلة للمساعدة في دعم جدل الطلاب وتشجيع الطلاب على بناء روابط بين المستوى العياني والرمزي ودون المجهري. بالإضافة إلى ذلك، أكدت المواد على مستوى التفكير الرمزي والعديد من الأسئلة لا تشجع الطلاب على شرح أسبابهم وراء إجابتهم

وهدفت دراسة **(Amielia, Suciati, & Maridi.2018)** تحديد فعالية وحدة قائمة على الاستقصاء الموجه نحو الحجة argument driven inquiry في تعزيز مهارات الجدل لدى الطلاب. تضمنت مجموعة الدراسة ٦٢ طالبًا بالصف الأول في إحدى المدارس الثانوية الحكومية في سوراكارتا. وتم تقسيمهم إلى مجموعة تجريبية (ن = ٣١) درست وحدة قائمة على الاستقصاء الموجة نحو الحجة ومجموعة ضابطة (ن = ٣١) من خلال الوحدة المعتاد تدريسها بالمدرسة. وتم تحليل مهارات الجدل (المطالبة/ الادعاء، البرهان/الدليل/ السبب، والدحض) قبل وبعد دراسة الوحدة للمجموعتين باستخدام مقياس للتصحيح Rubrics. وتوصلت النتائج إلى أن استخدام الوحدة القائمة على الاستقصاء الموجه نحو الحجة في عملية التعلم فعال لتعزيز جودة مهارات الجدل لدى الطلاب.

وهدفت دراسة **(عبد اللطيف، ٢٠١٩)** تحديد فعالية برنامج قائم في القضايا الاجتماعية العلمية المحلية، في تنمية مهارات الجدل العلمي والمعارف والاتجاه نحو تلك القضايا لدى طلاب المرحلة الثانوية؛ ولتحقيق ذلك تم تحديد القضايا الاجتماعية العلمية المحلية الأكثر انتشاراً في المجتمع المصري، وتحديد

الأسس التي يقوم عليها البرنامج، وتم إعداد اختبار معرفي حول القضايا الاجتماعية العلمية المحلية واختبار مهارات الجدل العلمي، ومقياس الاتجاه نحو القضايا الاجتماعية العلمية المحلية. وتضمنت مجموعة الدراسة ٦٠ طالبًا من طلاب الصف الثاني الثانوي تم تقسيمهم إلى مجموعة تجريبية (ن=٣١) درست البرنامج المقترح، وأخرى ضابطة (ن=٢٩). وتم تطبيق أدوات البحث قبليًا وبعديًا. وقد أظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لكل من الاختبار المعرفي حول القضايا الاجتماعية العلمية المحلية واختبار مهارات الجدل العلمي، ومقياس الاتجاه نحو القضايا الاجتماعية العلمية المحلية لصالح المجموعة التجريبية.

وهدفت دراسة **(Sekerci, & Canpolat, 2017)** فحص نتائج استخدام الجدل لتحسين مهارات الجدل لدى طلاب الجامعة الجدد في تجارب مقرر معمل الكيمياء العامة٢. تضمنت الدراسة توظيف دراسة حالة وهي تصميم بحث وصفي. وتكونت مجموعة الدراسة من ٤٧ طالبًا جامعيًا جديدًا مسجلين في جامعة أتاتورك في تركيا. تم جمع بيانات الدراسة باستخدام الحجج الشفوية والمكتوبة واستمارات الرأي المكتوبة وأشكال الملاحظة شبه المنظمة. وتم استخدام تحليل المحتوى في تقييم البيانات المأخوذة من الآراء المكتوبة وأشكال الملاحظة شبه المنظمة. أشارت النتائج إلى أن مستوى الجدل لدى طلاب الجامعة الجدد هو في الغالب في المستوى ٢ (بيانات المطالبة claim data أو أمر المطالبة claim-warrant أو دعم المطالبات claim-backing)

وهدفت دراسة**(Masbakhah, Utami, & Nurbaity, 2019)** إلى استكشاف مهارات الجدل لدى الطلاب في فصول الكيمياء للصف الحادي عشر بعد إكمال الدرس من خلال التعلم القائم على المشروع وتحليل دورة الحياة (LCA) في درس الغروانية. تضمنت مجموعة الدراسة 35 طالبًا من طلاب الصف الحادي عشر. كانت الطريقة المستخدمة في هذه الدراسة هي البحث النوعي. تضمنت بيانات الدراسة قصص قبل المهمة وبعدها، ومقالات الطلاب، ومشاريع الطلاب. وتم تحليل البيانات في جوانب تولمين. ركزت هذه الدراسة على تحليل مهارات الجدل لدى الطلاب من خلال مدخل دورة الحياة في الدروس من خلال الجمع بين القضايا الاجتماعية والعلمية وتحليل دورة الحياة. وأوضحت الدراسة أنه تم تطوير مهارات الجدل لدى الطلاب في الجوانب البيئية والاجتماعية والاقتصادية. تمت الإشارة إلى أن مهارات الجدل الطلاب حول الجوانب العلمية والأخلاقية أقل من تلك الموجودة في الجوانب البيئية والاجتماعية والاقتصادية. وتُظهر البيانات أن تحليل دورة الحياة (LCA) في فصل الكيمياء قد تم استخدامه بشكل فعال لتطوير مهارات الجدل لدى الطلاب.

وهدفت دراسة **(Effendi-Hasibuan, Harizon, Ngatijo, Fuldiaratman, & Sulistyo, 2019)** مقارنة تأثير ثلاث استراتيجيات تعلم تعاونية وهى استراتيجية بانوراما jigsaw و استراتيجية two-stay-two-stray (TSTS) ، والتعلم بالاكتشاف learning discovery (DL) على تعزيز مهارات الجدل في مفهوم معدل التفاعل الكيميائي لدى طلاب المرحلة الثانوية بإندونيسيا. تضمنت مجموعة الدراسة ٩٠ طالبًا بالصف العاشر بمدرسة Jambi الثانوية بإندونيسيا. تم جمع البيانات باستخدام الاختبارات مفتوحة النهاية وملاحظات الفيديو. أظهرت نتائج التحليل الكمي أن لعبة Jigsaw وTSTS كانت أكثر فاعلية من التعلم بالاكتشاف DL في تمكين الطلاب من تقديم حجج عالية الجودة. وأظهرت نتائج تحليل بيانات الملاحظة أن خبرات التعلم المميزة لدى الطلاب في شكل فرصة لإجراء أنواع مختلفة من المناقشة في ظل تخصيص زمني معقول تسببت في اختلافات التأثير بين الاستراتيجيات.

وهدفت دراسة **(Effendi-Hasibuan, Bakar, & Harizon,2020)** استخدام التعلم القائم على الجدل الذي اعتمد على نموذج تولمين للجدل Toulmin's Argumentation Pattern (TAP) والقضايا العلمية الاجتماعية socio-scientific issues حول المعادن الثقيلة لتعزيز مهارات الجدل لدى طلاب الكيمياء بالجامعة الإندونيسية. تضمنت مجموعة الدراسة ٩٠ طالبًا بالفرقة الأولي بقسم تعليم الكيمياء في جامبي بإندونيسيا. تم جمع البيانات باستخدام الاختبارات والملاحظات ذات النهايات المفتوحة. تم استخدام الأساليب الكمية والنوعية لتحليل البيانات. وأظهرت النتائج أن متوسط درجات مقياس الجدل argumentation scale لطلاب التعلم القائم على الجدل ABL كان أفضل من مقياس الجدل في الفصول الأخرى ويختلف اختلافًا كبيرًا عن مقياس الجدال في الفصول الأخرى.

وهدفت دراسة **(Hosbein, Lower, & Walker, 2021)** تتبع مهارات جدل العلمي لدى الطلاب عبر الكيمياء العامة من خلال الاستقصاء القائم على الجدل باستخدام تقييم مهارات الجدل العلمي في بروتوكول الملاحظة الصفية. ولتحقيق ذلك فحصت الدراسة جدل الطلاب ضمن تسلسل معمل الكيمياء العامة لفصلين دراسيين في جامعة شرق كارولينا لاستكشاف كيف تتغير الجوانب الثلاثة للجدل بمرور الوقت مع التعرض المتكرر من خلال النموذج التعليمي للاستقصاء الموجه نحو الجدل (ADI) Argument-Driven Inquiry لتعليم المعمل. تم نسخ تسجيلات الفيديو للحجج الجماعية عبر خمسة تحقيقات وترميزها باستخدام تقييم الجدل العلمي في الفصل الدراسي Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom (ASAC) في بروتوكول ملاحظة الفصل الدراسي. أوضحت النتائج وجود زيادة إيجابية في مجموع درجات تقييم الجدل العلمي في الفصل الدراسي في بروتوكول ملاحظة الفصل الدراسي لكل تجربة. ووجود زيادة كبيرة في كل فئة من الفئات الفرعية الثلاث (الإدراكية والمعرفية والاجتماعية) لبروتوكول ملاحظة تقييم الجدل العلمي في الفصل الدراسي ASAC، على مدى فصلين دراسيين.

وهدفت دراسة **(Muntholib, Munadhiroh, Setiawan & Yahmin, 2021)** بحث مهارات الجدل العلمي في الاتزان الكيميائي لدى طلاب المدارس الثانوية. تم تطوير أداة الدراسة من خلال أربع خطوات، وهي: (١) مراجعة الأدبيات، (٢) تطوير المفردات، (٣) حكم الخبراء، و (٤) وضع اللمسات الأخيرة على الأداة. تضمن حكم الخبير محاضرًا واثنين من معلمي الكيمياء، في حين تم إجراء الاستطلاع على ١٧٤ طالبًا. تم إجراء التحليل عن طريق ترميز إجابات الطلاب، وحساب درجات الطلاب، وتحويل الدرجات إلى النسبة المئوية، وتحديد النسبة المئوية المتوسطة لمهارات الجدل العلمي للطلاب. تكون اختبار الجدل العلمي النهائي من ١٣ مفردًة صالحًا مع معامل موثوقية ألفا كرونباخ يبلغ ٠,٧٥٦ (قيمة مقبولة للبحث) ومتوسط درجة الطلاب في صياغة المطالبات هو ٧٣,٤٥٪ (فئة جيدة)، وتقديم الدليل هو ٤٨,٨٪ (فئة كافية) والتفسير هو ٣٥,١٥٪ (فئة منخفضة). وهذا يعني أن المستجيبين للمسح لم يعتادوا تقديم تفسيرات.

وهدفت دراسة **(Rusmini, & Suyono, 2021)** إلى تحديد ملامح قدرة الجدل لطلاب التعليم الكيميائي الجامعيين. تم إجراء البحث بإعطاء ثلاثة أسئلة بناءً على مسائل غير روتينية. في هذه الأسئلة، طرحت الأسئلة التي تتطلب بيانات المطالبات (الادعاءات) claims والبيانات data والضمانات warrants والدعم backings والمؤهلات qualifiers والدحض rebuttals. تم تحليل إجابات ٤٧ طالبًا باستخدام تقنيات التحليل النوعي الوصفي. أظهرت نتائج التحليل أن مهارات الجدل لدى الطلاب متضمنة

في نوع الجدل دون تفنيد. استنادًا إلى نموذج تقييم مستوى الجدل دون دحض، أظهر أن معظم قدرات الطلاب في المستوى ٢، أي القدرة على تقديم المطالبات، لكن البيانات والضمانات والمساندة المستخدمة جيدة جدًا في دعم الادعاءات. أظهرت نتائج الاستبيانات الموزعة أن معظم الطلاب لم يتقنوا الجدل. إن مواجهة قسوة التفكير في العمل على الأسئلة الجدلية تجعل الطلاب متحمسين لمزيد من الدراسة.

وقدمت دراسة **(Parra, & Cepeda, 2021)** نتائج مشروع بحثي هدف كان هدفه تعزيز تنمية مهارات الجدل في مجموعة من المعلمين المتدربين في برنامج درجة الكيمياء في الجامعة التربوية الوطنية، من خلال تصميم وتطبيق وحدة تعليمية حول تطبيقات كيمياء الغذاء في تطوير والوقاية من مرض باركنسون Parkinson's disease [PD] كقضية اجتماعية علمية. تم تنفيذ أنشطة مثل الأسئلة المفتوحة ومنتديات المناقشة discussion forums والبحث عن بدائل غذائية ممكنة في الوقاية والعلاج من PD. في كل مرحلة، تم تحديد مستوى الجدل، وتم تحليل المحتوى المفاهيمي لكل حجة. وأوضحت النتائج أن الطلاب تمكنوا من تحقيق مستوى جدال أعلى من المستوى الأولي initial باستخدام المعرفة المكتسبة في الحل والبحث عن بدائل من خلال التعلم النشط والانعكاس. وقاموا ببناء الحجج القائمة على أسس نظرية وتجريبية حول جوانب مختلفة من هذا الجدل.

وبحثت دراسة **(Muntholib, Hidayati, Purnajanti, Utomo, & Hariyanto, 2021)** تأثير النموذج التعليمي تعليم الاستقصاء العلمي الصريح (الواضح) explicit Scientific inquiry instruction (ESII) على مهارات الجدل العلمي لدى الطلاب في التحلل المائي للملح. تضمنت مجموعة الدراسة ٦٤ طالبًا من الصف الحادي عشر في إحدى المدارس الثانوية. طبقت هذه الدراسة التصميم التجريبي اختبار قبلي بعدي للمجموعة واحدة درست باستخدام النموذج التعليمي تعليم الاستقصاء العلمي الصريح (الواضح) explicit Scientific inquiry instruction. تم تحليل تحسين مهارات الجدل العلمي لدى الطلاب باستخدام درجات الاكتساب العادية وطرق حجم تأثير كوهين على أساس نتائج الاختبار القبلي والبعدي للطلاب. أظهرت النتائج أن مهارات الجدل العلمي لدى الطلاب تحسنت بشكل ملحوظ. تحوّلت مهارات الجدل العلمية للطلاب في التحلل المائي للملح بشكل ملحوظ من فئة منخفضة إلى متوسطة. وأثبتت النتائج أن النموذج التعليمي القائم على الاستقصاء العلمي الصريح، والذي يكون فيه خبرات التعلم واضحة للطلاب، فعالة في تحسين مهارات المناقشة العلمية لدى الطلاب.

وهدفت دراسة **(Lieber & Graulich, 2022)** التحقق من (بحث) مدى استخدام الطلاب للأدلة والأسباب في حججهم، وكيف يتعامل الطلاب ذوو مداخل الجدل المختلفة different argumentation approaches مع التغييرات المنطقية في ادعاءاتهم الأولية، وكيفية استخدام الطلاب المنطق لتبرير حججهم. تم تحليل أنماط جدل ٢٩ طالبًا تخصصيًا في الكيمياء باستخدام نسخة مبسطة من نموذج حجج تولمين (ادعاء - دليل - سبب). وقام الطلاب بحل العديد من المهام المتعلقة بمسارات التفاعل البديلة alternative reaction pathways لتفاعل الاستبدال substitution reaction. ودعموا ادعاءاتهم بالأدلة وبرروا الأدلة من خلال الأسباب. وأوضحت النتائج إلى أن الطلاب بحاجة إلى مزيد من الدعم لاستخدام الأدلة evidence والأسباب reasoning بشكل مناسب وتطبيق المعرفة المفاهيمية لبناء حجج ذات أسس جيدة well-grounded arguments

وهدفت دراسة **(Al-Ajmi, & Ambusaidi, 2022).** التعرف على مستوى مهارات الجدل العلمي في مادة الكيمياء لدى طلاب الصف الحادي عشر بسلطنة عمان وتأثير مهارات التفكير المنطقي والجنس على هذا المستوى. تكونت مجموعة الدراسة من (٤٠٠) طالبًا وطالبة اختيروا عمدًا من منطقة تعليمية واحدة في عمان. وتمثلت أدوات الدراسة في "اختبار مهارات الجدل العلمي" و "اختبار التفكير المنطقي". أوضحت نتائج الدراسة أن مستوى طلاب الصف الحادي عشر كان متوسطًا في مهارات الجدل وكان منخفضًا في التفكير المنطقي. بالإضافة إلى ذلك، وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى مهارات الجدل العلمي تعزى لمتغير الجنس لصالح الطالبات. كما أظهرت فروق ذات دلالة إحصائية في متغير التفكير المنطقي لصالح الطالبات ذوات التفكير المجرد، وفي التفاعل بين الجنس والتفكير المنطقي في مستوى الجدل لصالح التفكير التجريدي للطالبات.

وهدفت دراسة **(Petritis, 2022)** تحديد العوامل التي تؤثر على جدال الطلاب في المختبرات وكيف تعزز هذه العوامل أو تعيق تكامل الطلاب لمفاهيم الكيمياء الأساسية وبيانات المختبر. تم تحديد العديد من العوامل المرتبطة بتجارب الطلاب المعملية وتم استكشاف كيفية تأثير استخدام الطلاب لبيانات كيميائية محددة في أنواع مختلفة من التجارب على كل من طبيعة وجودة حجج ما بعد المعمل. والحاجة إلى النظر الصريح في هذه العوامل في تصميم الفرص لطلاب مختبر الكيمياء الجامعيين للانخراط في جدل مثمر من الأدلة. في الجزء الأول من هذا المشروع، تم تحليل الحجج التي تم إنشاؤها بواسطة طلاب الكيمياء العضوية بالكلية الذين يعملون في تجربة تفاعل استبدال تم تأطيرها بطريقتين مختلفتين: التنبؤ – التحقق -predict verify والملاحظة - الاستنتاج observe-infer. تميزت الحجج التي وضعها الطلاب في تقارير ما بعد المختبر الخاصة بهم تحت كل إطار معمل من خلال الانتباه إلى كل من السمات الخاصة بالمجال والميزات العامة للمجال. كشف التحليل عن اختلافات كبيرة في المفاهيم والأفكار الكيميائية التي أثارها الطلاب في ظل الشرطين، وكذلك في مستوى التكامل والخصوصية والمحاذاة ونوع الاستدلال الذي لوحظ داخل وعبر مكونات الحجة المختلفة. تسلط النتائج أهمية الانتباه إلى كيفية تأطير التجارب من حيث الأهداف والإجراءات والمعلومات والأدوات المتاحة للطلاب. وتوصلت النتائج إلى أهمية الاعتبار الواضح للعوامل المختبرية المختلفة وتأثيرها على كيفية تعبير الطلاب عن تفكيرهم الكيميائي من خلال الحجج الكتابية.

وباستقراء الدراسات والبحوث السابقة يتضح:

- ضرورة الاهتمام بتنمية مهارات الجدل العلمي في الكيمياء بمراحل التعليم المختلفة ومنها المرحلة الجامعية.
- طبيعية اختبارات الجدل العلمي وكيفية أعدادها وضرورة إعداد مقباس لتصحيح اختبارات الجدل العلمي.

حل المشكلات:

يمثل حل المشكلات أعلي مستوي من التعلم في التسلسل الهرمي لجانيه Gagne **(Singaravelu,2017,19)**

مفهوم حل المشكلات:

ووفقا لسكينر Skinner فإن حل المشكلة هو عملية للتغلب على الصعوبات التي تبدو أنها تتفاعل (تتداخل) مع تحقيق الهدف، وإنه إجراء تعديل على الرغم من التداخلات. **(Singaravelu,2017,19)**

والقدرة على حل المشكلة هي المهارة الأساسية لتحديد المشكلة واتخاذ خطوات لحلها. **(Singaravelu,2017,19)**.

ويُعرف حل المشكلة بأنه عملية تنطوي على التفكير الناقد حيث لا تكون الطريقة المستخدمة معروفة مسبقًا. **(Jayathilaka, 2021, 2)**

أنواع المشكلات:

ويمكن تصنيف المشكلات(Wood and Sleet) إلى ٨ فئات من خلال النظر إلى مدى البيانات المعطاة والطريقة المستخدمة لحل المشكلات والهدف من المشكلة. كما هو موضح بالجدول الآتي: **(Jayathilaka, 2021, 7)**

جدول (١) أنواع المشكلات
(Jayathilaka, 2021, 7)

النوع	البيانات Data	الطريقة Method	الهدف Goal	المهارات Skills Bonus
الأول	معطاة	مألوف	معطى	– استدعاء الخوارزميات
الثاني	معطاة	غير مألوف	معطى	– البحث عن المتوازيات parallels مع الطرق المعروفة
الثالث	غير مكتملة	مألوفة	معطي	– تحليل المشكلة لتحديد البيانات الإضافية المطلوبة – البحث عن البيانات Seeking data
الرابع	غير مكتملة	غير مألوفة	معطي	– تقييم الطرق الممكنة وبعد ذلك – تحديد (يقرر) البيانات المطلوبة
الخامس	معطاة	مألوفة	مفتوح	– يقرر بشأن الأهداف المناسبة – استكشاف شبكات المعرفة
السادس	معطاة	غير مألوفة	مفتوح	– اتخاذ قرار بشأن الأهداف – واختيار الطرق المناسبة – واستكشاف شبكات المعرفة والتقنية
السابع	غير مكتملة	مألوفة	مفتوح	– بمجرد تحديد الأهداف من قبل الطالب ينظر إليها على إنها غير مكتملة
الثامن	غير مكتملة	غير مألوفة	مفتوح	– اقتراحات لأهداف وطرق للوصول إلى هناك.

ويميز **(Widyorini, & Rahayu, 2021,202) بين المشكلات جيدة البناء Well-structured problem** وهي مشكلات تكون فيها عناصر المشكلة مذكورة بوضوح. يطبق الطلاب فيها مفهومًا أو حسابًا خوارزميًا، أو إجراءً علميًا معينًا. **والمشكلات ضعيفة البناء Ill-structured**

problem حيث تعتبر العديد من المشكلات في الحياة اليومية عبارة عن مشكلات ضعيفة البناء وتخلق معضلات Create dilemmas. والمشكلات ضعيفة البناء هي مشكلات معقدة، وعناصر المشكلة ليست محددة بوضوح، وتتطلب معلومات أخرى ذات صلة، ويمكن أن تتراكم بسبب add up due to مجموعة متنوعة من الحلول من وجهات نظر مختلفة.

وأكدت الدراسات أن تعلم العلوم، بما في ذلك الكيمياء، يميل إلى أن يكون موجهًا نحو مشاكل جيدة البناء. يتمثل أحد الأمثلة على مشكلات الكيمياء جيدة البناء في تحديد قيمة الأس الهيدروجيني لمحلول حمض ضعيف مع معرفة المولارية وثابت التأين. لا يمكن تطوير المشكلات ضعيفة البناء إلا من خلال تطبيق مفهوم محدد، ولكنها تتطلب أيضًا تكامل العديد من مجالات المعرفة، على سبيل المثال حل مشكلة التلوث التي تتطلب تكامل المواد الكيميائية والبيولوجية والرياضية والاجتماعية، المفاهيم الاقتصادية والنفسية. تختلف المكونات المعرفية وما وراء المعرفية التي يحتاجها الطلاب في عملية حل المشكلات ضعيفة البناء أيضًا عن المشكلات جيدة البناء تتسبب هذه الحالة في ميل الطلاب إلى مواجهة صعوبة في تنفيذ مهارات حل المشكلات التي يكتسبونها في المدرسة لحل المشكلات في الحياة اليومية. لذلك، فإن الطلاب الذين ينجحون في حل مشكلات جيدة البناء في المدرسة لن ينجحوا بالضرورة في نقل معرفتهم لحل المشكلات في الحياة اليومية. **(Widyorini, & Rahayu, 2021,202,203)**

مهارات حل المشكلات في الكيمياء

ودافع برانسفورد وستاين Bransford and stein عن خمس خطوات ترتبط بشكل أساسي بمهمة حل المشكلات وهذه هي ١) تحديد المشكلة identify the problem، ٢) تعريف وتمثيل المشكلة defining and representing the problem، ٣) استكشاف الاستراتيجيات الممكنة exploring possible strategies، ٤) العمل وفقًا للإستراتيجيات acting on the strategies، ٥) النظر إلى الوراء وتقييم تأثير نشاط الفرد. **(Singaravelu,2017,19)**

وتتمثل مهارة حل المشكلات في اكتساب المعرفة التي من شأنها أن تقود المرء إلى الحل وقدرته على دمج تلك المعرفة في صيغة جاهزة للاستخدام والاستفادة منها في إيجاد حل. **(Singaravelu,2017,19)**.

وأوضحت الأدبيات أن قدرات حل المشكلات تشتمل على ثلاث مكونات رئيسة لحل المشكلات وهي ١) القدرة على فهم المشكلة، ٢) القدرة على ربط المفاهيم والنظرية والصيغ والمعادلات ذات الصلة، ٣) القدرة على حل المشكلة عمليًا أو رياضيًا للحصول على الإجابات الصحيحة. **(Burana & Dahsah, 2016,1)**

وحددت دراسة **(Syahmani, Iriani, & Aisyah, 2018,304,305)** مهارات حل المشكلات لدى الطلاب من خلال وصف المراحل الأربع لحل مشكلة نموذج بوليا في الفصل كالتالي:

١. فهم المشاكل Understanding the problems: معرفة ما هو معروف وما هو مجهول، وما هي المتطلبات المعروفة. يكون الطلاب على دراية بكتابة ما هو معروف وما هو مطلوب في المشكلة، حتى يتمكنوا من التفكير في المتطلبات المطلوبة ومعرفة أي شيء مباشر يجب أن يذهبوا إليه.

٢. وضع الخطة Devising the plan: في هذه المرحلة، يجد الطلاب العلاقات بين البيانات والمطلوبة أو التي تم إثباتها. يختارون النظرية أو المفهوم الأنسب ويحددون الطريقة الأنسب لحل المشكلة. يتعرف الطلاب على كيفية كتابة الصيغة أو النظرية المطلوبة المتعلقة بالمشكلة.

٣. تنفيذ الخطة Carrying out the plan: يقدم الطلاب الجزء الحسابي من المشكلة أو ربما الحل. قد يستخدمون الحقائق أو المعادلات أو النظريات أو المسلمات للتحقق من صحة إجابتهم. يتحقق الطلاب من كل خطوة ويثبتون أن الخطوات صحيحة.

٤. النظر إلى الوراء Looking back: يعيد الطلاب التحقق من النتيجة التي تم الحصول عليها من خلال مقارنة الإجابة التي تم الحصول عليها بالمشكلة وتدوين نتيجة السؤال المطروح.

وقد عرّف بودنر الشخص الناجح في حل المشكلات على أنه قادر على استخراج المعلومات ذات الصلة من بيان المشكلة، الشخص الذي يستخدم الرسم غالبًا لتمثيل مشكلة، وعلى استعداد لـ "تجربة شيء ما" عندما يتعطل، ويتتبع عملية حل المشكلات، ويتحقق من الإجابة لمعرفة ما إذا كان ذلك منطقيًا. **(Yuriev, Naidu, Schembri, & Short , 2017,487)**

وأكدت دراسة **(Kurniawan, & Sofyan, 2020,3)** أن الطلاب الذين يتمتعون بمهارة في حل المشكلات يلتقون بمؤشرات القدرة على حل المشكلات. وتضمنت مؤشرات قدرات حل المشكلات المستخدمة في هذه الدراسة ما يلي: (١) فهم المشكلة understanding the problem. (٢) التخطيط لحل المشكلات planning problem solving؛ (٣) تنفيذ حل المشكلات implementing problem solving؛ و (٤) تقييم نتائج حل المشكلات evaluating the results of problem solving.

وتضمنت مهارات حل المشكلات في الكيمياء في دراسة **(Sari, Mulyani, Hastuti, & Indriyanti, 2021,3)** مؤشرات أنه يمكن للطلاب تحديد وفحص وتخطيط وتنفيذ وتقييم المشاكل في الحالات المعروضة في السؤال. students can define, examine, plan, implement, and evaluate problems

وأوضحت دراسة **(Pramesthi, Ashadi, & Saputro,2019,2)** أن حل المشكلات Problem-solving syntax includes يتضمن ١) تحديد المشكلة Defining the problem، ٢) تشخيص المشكلة Diagnose the problem، ٣) صياغة استراتيجيات بديلة Formulating alternative strategies، ٤) تحديد وتنفيذ الاستراتيجية Determining and implementing strategies، ٥) تقويم نجاح الاستراتيجية Evaluate the success of the strategy.

وهناك العديد من الدراسات التي اهتمت بتنمية مهارات حل المشكلات في الكيمياء منها:

وهدفت دراسة **(أبو الوفا، ٢٠١٧)** تحديد فاعلية برنامج تدريبي عبر الويب في الكيمياء الرياضية وفقًا للتعلم المتمركز حول المشكلة PBL على تنمية كل من مفاهيم كيمياء الكم ومهارات حل المشكلة الكيميائية والأداء التدريسي لدى معلمي الكيمياء أثناء الخدمة. ولتحقيق ذلك تم إعداد البرنامج التدريبي وأدوات الدراسة المتمثلة في اختبار مفاهيم كيمياء الكم، واختبار حل المشكلة الكيميائية، وبطاقة ملاحظة الأداء التدريسي. ولتم تطبيق أدوات الدراسة قبليًا ثم تطبيق البرنامج التدريبي على مجموعة الدراسة المتمثلة

في ٤١ معلم كيمياء من معلمي الكيمياء بالمرحلة الثانوية بمحافظتي الإسكندرية والجيزة وبعد الانتهاء من البرنامج التدريبي تم تطبيق الأدوات بعديًا. أوضحت نتائج الدراسة فاعلية البرنامج التدريبي في تنمية كل من مفاهيم كيمياء الكم ومهارات حل المشكلة والأداء التدريسي.

وهدفت دراسة **(Yuriev, Naidu, Schembri, & Short , 2017)** دعم تطوير مهارات حل المشكلات في الكيمياء . ولتحقيق ذلك تم تصميم وتنفيذ وتقييم سير عمل workflow لحل المشكلات - "مساعدة Goldilocks". اعتمد سير العمل workflow المنجز في مجال حل المشكلات في الكيمياء ويوفر سقالات محددة للطلاب الذين يواجهون صعوبات إجرائية أثناء حل المشكلات، مثل الطرق المسدودة dead ends (عدم القدرة على استكشاف الأخطاء وإصلاحها) والبدايات الخاطئة false starts (عدم معرفة كيفية بدء المشكلة عملية الحل). تم تصميم سير عمل تعليمات Goldilocks لدعم عملية منهجية لحل المشكلات مع تعيين مراحل واضحة لحل المشكلات، لتعريف الطلاب بأنواع الأسئلة/ المطالبات التي يجب أن توجههم خلال العملية، ولتشجيع التفكير الواضح الضروري للنجاح حل المشكلات المفاهيمية، وتعزيز تنمية مهارات التنظيم الذاتي ما وراء المعرفي. تم تنفيذ الأداة وتقييمها على مدار عامين وتعديلها بناءً على ملاحظات الطلاب والمعلم. أظهر التقييم تحولًا في معتقدات الطلاب في قدراتهم على استخدام الاستراتيجيات المطلوبة لتحقيق حل ناجح للمشكلات وأظهر قدرتهم على استخدام مثل هذه الاستراتيجيات.

وهدفت دراسة **(Singaravelu,2017)** تحديد قدرة حل المشكلات لدي طلاب الكيمياء بالمرحلة الثانوية العليا، وتحديد ما إذا كان هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين طلاب وطالبات الكيمياء بالثانوية العليا من حيث قدراتهم على حل المشكلات. تضمنت مجموعة الدراسة ١٨٠ طالبًا وطلبةً يدرسون الكيمياء بالثانوية العليا في خمس مدارس ثانوية في الهند. وتمثلت أداة الدراسة في اختبار قدرة حل المشكلات. وأوضحت النتائج أن طلاب الكيمياء بالثانوية العليا لديهم مستوى منخفض في القدرة على حل المشكلات، وأن هناك فروق ذي دلالة إحصائية في القدرة على حل المشكلات بين طلاب وطالبات الكيمياء بالثانوية العليا من حيث قدراتهم على حل المشكلات لصالح الطلاب.

وهدفت دراسة **(Syahmani, Iriani, & Aisyah, 2018)** إلى تحديد الفروق في نتائج التعلم المعرفي ومهارات حل المشكلات بين الفصول التي تم تدريسها باستخدام نموذج تعلم حل المشكلات من خلال Schoology وحل المشكلات نموذج Polya في الذوبان ومواد منتج الذوبان الثابت. تم جمع البيانات باستخدام أداة الاختبار. تم تحليلها باستخدام اختبارt. أظهرت نتيجة هذه الدراسة أن هناك اختلافات في التعلم المعرفي ومهارات حل المشكلات بشكل كبير بين الطلاب الذين تعلموا باستخدام نموذج تعلم حل المشكلات من خلال نموذج المدرسة وحل المشكلات. كان التحصيل التعليمي المعرفي للطلاب الذين تعلموا باستخدام نموذج تعلم حل المشكلات من خلال المدرسة أفضل من أولئك الذين تعلموا باستخدام نموذج Polya لحل المشكلات.

وهدفت دراسة **(Zuhaida, 2018)** تنفيذ تجربة الكيمياء الأساسية القائمة على ما وراء المعرفة لزيادة مهارات حل المشكلات وبناء استيعاب مفاهيمي concept understanding لطلاب قسم تعليم العلوم. استخدم البحث الطريقة الشبه تجريبية مع تصميم مجموعة ضابطة اختبار قبلي - بعدي. تضمنت مجموعة الدراسة ٥٥ طالبًا تم تقسيمهما إلى مجموعتين مجموعة ضابطة ٢٦ طالبًا ومجموعة تجريبية عددهم ٢٩ طالبا كمجموعة تجريبية من الطلاب الذين درسوا تجارب الكيمياء الأساسية I. وتم قياس

مهارات حل المشكلات من خلال تقييمات الأداء باستخدام نماذج من تقارير حل المشكلات وعرض النتائج. وتم قياس الإتقان المفاهيمي The conceptual mastery من خلال اختبار الوصف a description test. تمثلت مؤشرات حل المشكلات في مؤشرات حل المشكلات لتقارير حل المشكلات هي: (أ) تحديد المفاهيم والمبادئ المتعلقة بحل المشكلات؛ (ب) صياغة خطوات حل المشكلات؛ (ج) تفسير البيانات. و (د) أسباب منطقية rational reasons. أوضحت نتائج البحث: (١) تحسين مهارات حل المشكلات لدى الطلاب من فئة عالية جدًا. (٢) زيادة الاستيعاب المفاهيمي concept understanding الطلاب بشكل أفضل من التجربة التقليدية مع نتيجة اكتساب N في الفئة المتوسطة، و (٣) زيادة استجابة الطالب بشكل إيجابي لتنفيذ التعلم learning implementation.

وهدفت دراسة **(Valdez, & Bungihan, 2019)** إلى التحقيق في فعالية مدخل التعلم المستند إلى المشكلة Problem Based learning PBL في تعزيز مهارات حل المشكلة في الكيمياء لدى طلاب الصف التاسع في مدرسة ثانوية عامة في الفلبين. تضمنت مجموعة الدراسة ٩٦ طالبًا من طلاب الصف التاسع تم تقسيمهم إلى مجموعتين مجموعة ضابطة اشتملت على ٥٠ طالب وطالبة لم يدرسوا باستخدام التعلم المستند للمشكلة، ومجموعة تجريبية اشتملت على ٤٦ طالبًا وطالبةً درسوا باستخدام التعلم المستند للمشكلة. تمثلت أدوات البحث في مصفوفة واختبار مهارة حل المشكلات وهو اختبارًا مفتوحًا لتقييم مستوى مهارات حل المشكلات لدى المتعلمين. طُلب من الطلاب حل مجموعة من ١٠ مسائل في فترة زمنية كافية. تم استخدام نموذج تقييم معدّل في تقييم مستوى مهارات حل المشكلات لدى الطلاب. أوضحت النتائج أن ١) مستوى مهارات حل المشكلات قبل وبعد تعرضهم للمدخل غير القائم على المشكلة منخفض جدًا بشكل عام ؛ (٢) كان مستوى مهارات حل المشكلات في البداية منخفضًا جدًا ولكن تم زيادته نسبيًا إلى منخفض بعد التعرض للتعلم المستند إلى المشكلة PBL ؛ (٣) وكان هناك اختلاف كبير في مستوى مهارات حل المشكلات لدى الطلاب في مجموعة التعلم المستند إلى المشكلة (PBL) ؛ (٤) بين هذين النهجين في هذه الدراسة ، ثبت أن مدخل التعلم المستند إلى المشكلة (PBL) لتدريس مفاهيم الكيمياء لطلاب الصف التاسع أكثر فاعلية من المدخل غير القائم على التعلم المستند إلى المشكلة (PBL).

وهدفت دراسة **(مختار، زكي، شهاب، & صالح،٢٠١٩)** تطوير منهج الكيمياء في ضوء علوم وتكنولوجيا النانو وقياس أثره على التحصيل وحل المشكلات لطلاب المرحلة الثانوية. ولتحقيق ذلك تم إعداد قائمة بالمفاهيم والمحاور الرئيسة المرتبطة بعلوم وتكنولوجيا النانو، وإعداد وحدتين من المنهج المطور في ضوء علوم وتكنولوجيا النانو. وتمثلت أدوات الدراسة في اختبار تحصيلي في وحدتي (الكيمياء والنانو، وبنية الذرة) واختبار مهارات حل المشكلات في وحدتي (الكيمياء والنانو، وبنية الذرة) تم تطبيقهما قبليا على مجموعة الدراسة المتضمنة (ن=٤٧) طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي درسوا الوحدتين وبعد الانتهاء من تدريس الوحدتين تم تطبيق الأدوات بعديًا. وأظهرت النتائج وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسط درجات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار التحصيلي واختبار حل المشكلات لصالح التطبيق البعدي.

وهدفت دراسة **(Desi, Lesmini, &Hidayat, 2019)** إلى تطبيق التعلم القائم على حل المشكلات المستند إلى أوراق العمل في مقرر الكيمياء العضوية I وتحليل تأثيرها على مهارات حل المشكلات لدى الطلاب ونتائج التعلم. تضمنت مجموعة الدراسة ٣٢ طالبًا من برنامج دراسة تعليم الكيمياء الذين أخذوا دورة الكيمياء العضوية I. تم إجراء هذا البحث العملي في الفصل في ثلاث دورات. وتألفت

كل دورة cycle من أربع مراحل: التخطيط والتنفيذ والمراقبة والتفكير. تضمنت الموضوعات التي تم تعلمها في هذا المقرر، المصطلحات والخواص الفيزيائية والتوليف والتفاعلات الكيميائية لبعض المركبات العضوية. وتمثلت أدوات البحث في مقياس لحل المشكلات problem-solving rubrics وأوراق الملاحظة وأسئلة الاختبار. وتضمنت قواعد التعلم القائم على حل المشكلات التوجيه إلى المشكلات، وتحديد المشكلة، وجمع الحقائق، وصياغة الأسئلة، وتطوير إجابات مؤقتة، وإجراء التجربة، وإعادة صياغة المشكلة، وخلق حلول بديلة، واقتراح حل مناسب، ومناقشة الفصل. أظهرت النتائج زيادة مهارات حل المشكلات لدى الطلاب ونتائج تعلمهم من دورة إلى أخرى.

وهدفت دراسة **(Kurniawan, & Sofyan, 2020)** تحديد تأثير نماذج التعلم القائم على حل المشكلات مقارنة بنماذج التعلم التقليدية على تحسين مهارات حل المشكلات لدى الطلاب. تضمنت مجموعة الدراسة طلاب الفصل الحادي عشر تم توزيعهم في فصلين، بإجمالي ٢٠ طالبًا في كل فصل. تم تقسيمهم إلى مجموعتين مجموعة تجريبية تكونت من ٢٠ طالبًا درسوا باستخدام نماذج التعلم القائم على حل المشكلة، ومجموعة ضابطة تكونت من ٢٠ طالبًا درسوا باستخدام نماذج التعلم التقليدية. تمثلت الأداة المستخدمة لقياس القدرة على حل المشكلات في شكل اختبار وصف. وتوصلت نتائج الدراسة إلى إنه لا تتمتع قدرات حل المشكلات لدى الطلاب الذين يتم تدريسهم باستخدام نموذج التعلم القائم على حل المشكلات بزيادة أعلى مقارنة بالتعلم التقليدي. وان الاختبارات المقالية التي يتم إجراؤها لقياس مهارات حل المشكلات ليست كافية لتقييم قدرات الطلاب على حل المشكلات. لأن هذه القدرة هي تعاون بين المعرفة والمهارات، فمن الضروري إجراء ملاحظات مباشرة لتقييم قدرات الطلاب في عملية التعلم.

وهدفت دراسة **(Widyorini, & Rahayu, 2021)** فحص مهارات حل المشكلات ضعيفة البناء في مشكلات الكيمياء المتعلقة ب COVID 19. تم استخدام تصميم بحث متعدد الطرق. وتضمنت مجموعة الدراسة (ن=٧٠) طالبًا من طلاب المرحلة الثانوية بجاوة الشرقية The east Java. وتكونت أداة الدراسة من نصيت لمشكلات كيمياء ضعيفة البناء المرتبطة بقضايا COVID 19، وتكونت كل مشكلة من ٩ أسئلة. أوضحت نتائج الدراسة أن أعلى نسبة من مهارة حل المشكلات ضعيفة التركيب ill-structured problem solving skill لدى الطلاب هي مرحلة تمثيل المشكلة the stage of problem representation (٣٧,٧٤٪) وأن النسبة الأدنى هي مرحلة تقديم التبريرات making justifications (٢٤,٤٠٪). وأظهرت نتيجة هذه الدراسة أيضًا أن ٨,٥٧٪ (٦ طلاب) في المشكلة الأولى و١٠,٠٠٪ (٧ طلاب) في المشكلة الثانية حلوا المشكلة بناءً على مفهوم الكيمياء (الترابط الكيميائي ومركب الهيدروكربون والبوليمر) بينما حل الآخرون المشكلات اعتمادًا على Based on الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والبيئية والصحية. .

وهدفت دراسة **(Sari, Mulyani, Hastuti, & Indriyanti, 2021)** تحليل مستوى التنور حول التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM وحل مشكلات الطلاب في مواد الكيمياءchemistry materials . تضمنت مجموعة الدراسة ٧٠ طالبًا في الصف الثاني عشر من المدرسة الثانوية العليا في سراجين ريجنسي، إندونيسيا. واستخدم تصميم البحث طريقة كيفية. تكون توزيع الأسئلة المقدمة في شكل سؤال مفتوح النهاية من ست حالات في عشرة مفردات. وتضمنت هذه الحالات ثلاثة مكونات للتنور: التنور العلمي، والتنور الرياضي، والتنور التكنولوجي والهندسي، وحل المشكلات. وأظهرت النتائج أن معظم الطلاب افتقروا إلى مهارات التنور في العلوم والتكنولوجيا والهندسة

والرياضيات والقدرة على حل المشكلات. قدرة التنور في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وحل المشكلات ناقصة. وأظهرت النتائج أن الطلاب ليسوا على دراية بالتنور في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات وحل المشكلات في الكيمياء.

وهدفت دراسة **(Vo, Sarkar, White, & Yuriev, 2022)** استكشاف كيفية استخدام مساعدي التدريس teaching associates (TAs) لسقالة حل المشكلات وكيف أثرت هذه الممارسة على التدريس وتصوراتهم عن تعلم الطلاب. ولتحقيق ذلك تم تطوير سقالة ما وراء المعرفية (مساعدة Goldilocks) لدعم كل من الطلاب والمعلمين من خلال حل المشكلات المنظم. تقسم هذه السقالة عملية حل المشكلات إلى مراحل وتركز على التفكير المنطقي المطلوب خلال هذه العملية. وتمت مقابلة سبعة مساعدين في جامعة أسترالية كبيرة مكثفة البحث، وتم تحليل البيانات باستخدام مدخل الإطار the framework approach. أوضحت النتائج أن التدريس باستخدام سقالة حل المشكلات مفيدًا، مما مكّن المدربين من التعرف بسهولة على الأخطاء ومعالجة مجالات الاهتمام المحددة. ومع ذلك، فقد شهد المساعدون الفنيون أيضًا تحول انتباه الطلاب من المحتوى إلى السقالة. في البداية، نظر العديد من الطلاب بشكل غير منتج إلى العملية على أنها تتطلب إجراءين منفصلين لحل المشكلة والتوضيح بشأن عملية حل المشكلات التي استخدموها، بدلاً من النشاط المتكامل.

وباستقراء الدراسات والبحوث السابقة يتضح:

- ضرورة الاهتمام بتنمية مهارات حل المشكلات في الكيمياء بمراحل التعليم المختلفة ومنها المرحلة الجامعية.
- مهارات حل المشكلات في الكيمياء التي تناولتها كل دراسة.
- طبيعية اختبارات مهارات حل المشكلات في الكيمياء وكيفية أعدادها وضرورة إعداد مقياس لتصحيح اختبارات الجدل العلمي.

فروض البحث:

١. يوجد فرق دال إحصائيا عند مستوى دلالة ٠,٠١ بين متوسط درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في مهارات الجدل العلمي في الكيمياء التي يتضمنها اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية لصالح التطبيق البعدي.

٢. يوجد فرق دال إحصائيا عند مستوى دلالة ٠,٠١ بين متوسط درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في مهارات حل المشكلة التي يتضمنها اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية لصالح التطبيق البعدي.

إجراءات البحث:

للإجابة عن تساؤلات البحث تم إتباع الإجراءات الأتية

أولا: إعداد قائمة بالمعايير التي ينبغي تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي:

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث وهو ما المعايير التي ينبغي تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي؟ تم إعداد قائمة بالمعايير التي ينبغي تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي، وذلك وفقًا كالتالي:

١) **الهدف من القائمة**: تهدف القائمة إلى تحديد المعايير التي ينبغي تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي.

٢) **مصادر اشتقاق القائمة**: تم اشتقاق القائمة من خلال الاعتماد على تحليل الأدبيات والدراسات السابقة التي اهتمت بالتفكير الكيميائي.

٣) **الصورة الأولية للقائمة: تم إعداد القائمة في صورتها الأولية حيث تناولت قائمة المعايير ثلاثة أبعاد أساسية للتفكير الكيميائي اشتملت على المفاهيم التأديبية القاطعة crosscutting disciplinary concepts، والأفكار الأساسية Central ideas، والممارسات الأساسية Core practices التي ينبغي تضمينها في مقررات الكيمياء ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية. وتضمنت المعايير الخاصة بالأفكار الأساسية ٦ معايير، والمعايير الخاصة بالمفاهيم التخصصية القاطعة تضمنت ٣٢ معايير وتضمنت المعايير الخاصة بالممارسات الأساسية ٦ معايير.**

٤) **الصورة النهائية للقائمة: للتوصل إلى الصورة النهائية لقائمة المعايير** تم عرض القائمة على مجموعة من السادة المحكمين للحكم على مدى صحتها ومناسبتها لتحقيق الهدف الذي أعدت من أجله، وتم إجراء التعديلات عليها وبالتالي تم التوصل إلى قائمة المعايير في صورتها النهائية[٥].

ثانيًا: إعداد التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء إطار التفكير الكيميائي Chemical thinking

تحليل مقررات الكيمياء ببرنامج إعداد معلم الكيمياء ببكالوريوس العلوم والتربية تخصص الكيمياء كلية التربية جامعة بنها

بناء على قائمة المعايير التي ينبغي تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي تتم إعداد أداة لتحليل مقررات الكيمياء ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها التي اشتملت على:

[٥] ملحق (٤) الصورة النهائية لقائمة المعايير التي ينبغي تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي.

المستوى	الفصل الدراسي		مقررات الكيمياء
الأول	الأول	إلزامية	كيمياء عامة (١)،
	الثاني	إلزامية	كيمياء عامة (٢)، كيمياء عضوية (١)، طرق التحليل الحجمي والوزني
الثاني	الثالث	إلزامية	كيمياء عضوية (٢)، ديناميكا حرارية، كيمياء المجموعات الرئيسية، طرق التحليل الطيفي
	الرابع	إلزامية	ميكانيكا التفاعلات العضوية، كيمياء كهربية، الكيمياء الحركية، كيمياء العناصر الانتقالية.
الثالث	الخامس	إلزامية	كيمياء المركبات غير متجانسة الحلقة، الكيمياء الصناعية، الكيمياء التناسقية، الكيمياء الكهربية التحليلية
			الكيمياء الفيزيائية للبوليمرات، كيمياء المنتجات الطبيعية، الكيمياء العلاجية، كيمياء الأصباغ، التماثل ونظرية المجموعات.
	السادس	إلزامية	الكيمياء الحيوية، كيمياء عضوية طفيلية، كيمياء الحفز والسطوح، قراءات في التخصص باللغة الإنجليزية
			الكيمياء البيئية، اللانثنيدات والاكتندات، ميكانيكية التفاعلات الغير عضوية.
الرابع	السابع	إلزامية	كيمياء البوليمرات، كيمياء الكم، كيمياء الحالة الصلبة، التحليل باستخدام الأجهزة.
			كيمياء البتروكيمياويات، كيمياء النانو، الكيمياء غير العضوية، الكيمياء العضوية الفلزية، كيمياء تحليليه متقدمة.
	الثامن	إلزامية	كيمياء التآكل وطرق الحماية، كيمياء نووية وإشعاعية، كيمياء حاسوبية.
			الحالة الغروانية، الطيف الجزيئي، طرق الفصل الكروماتوجرافي، كيمياء ضوئية.

التحليل الكيفي لتقويم مدى توافر المعايير التي ينبغي توافرها في مقررات الكيمياء وفقًا للتفكير الكيميائي

- **المعايير الخاصة بالأفكار الرئيسة:** يوجد غياب للمعايير الخاصة للأفكار الرئيسة هناك بعض المقررات التي بها بعض الأفكار التي يمكن توظيفها لتحقيق المعايير الخاصة بالأفكار الرئيسة ولكنها لا تقوم على الأفكار الرئيسة فيحتوي مقرر كيمياء عامة (١) على التركيب الذري والروابط الكيميائية وفي مقرر الكيمياء العضوية الطيفية يتضمن الطرق المختلفة لتحديد بنية المركبات العضوية ومقرر كيمياء البوليمرات تضمن تركيب البوليمرات وخصائصها.
- **المعايير الخاصة بالمفاهيم القاطعة:** يوجد غياب تام للمعايير الخاصة بالمفاهيم القاطعة وذلك لأن مناهج المقررات لن تقوم على فكرة المفاهيم القاطعة الستة. احتوى فقط محتوى مقرر كيمياء المجموعات الرئيسة على الروابط الكيميائية وعلاقتها بالخواص الفيزيائية لعناصر المجموعة الأولى حتى عناصر المجموعة الثامنة وهذا يخدم معيار العلاقة بين التركيب والخصائص على المستويات المختلفة
- **المعايير الخاصة بالممارسات: تضمنت بعض المقررات ممارسات، مثل: مقرر الكيمياء التناسقية تضمن القدرة على رسم الشكل الهندسي لمتراكبات التناسق ومقرر قراءات في التخصص باللغة الإنجليزية على توظيف الأنشطة المختلفة والتطبيقية في انتاج المعرفة**

ثالثًا: إعداد التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking:

للإجابة عن السؤال الثاني من تساؤلات البحث وهو ما التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء إطار التفكير الكيميائي Chemical thinking؟ تم إعداد التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي وفقًا لقائمة المعايير التي تم إعدادها والتي تضمنت المعايير التي ينبغي تضمينها في برامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي حيث تضمن إعداد التصور المقترح المراحل الأتية:

المرحلة الأولي: صياغة الأهداف العامة للتصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي.

المرحلة الثانية: إعداد وصياغة بنية التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي.

المرحلة الثالثة: تحديد أساليب تضمين التصور المقترح ببرامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية.

المرحلة الأولى: صياغة الأهداف العامة للتصور المقترح.

تم صياغة الأهداف العامة للتصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي ومنها ما يلي:

١. اكتساب المعرفة المرتبطة بالمفاهيم القاطعة الهوية الكيميائية، والعلاقة بين التركيب والخصائص والسببية الكيميائية، والآلية / الميكانيكية الكيميائية، والتحكم الكيميائي، والمزايا (الفوائد) /التكاليف/المخاطر.
٢. دراسة الطرق الكيميائية التي يمكن من خلالها التعرف على المواد الكيميائية.
٣. التعرف على كيفية التنبؤ بخصائص المواد الكيميائية بناء على التركيب الجزيئي للمادة.
٤. دراسة كيف ترتبط خصائص المادة بتكوينها وبنيتها(هيكلها).
٥. معرفة الأسباب العلمية التي تؤدي إلى حدوث التفاعلات الكيميائية.
٦. معرفة أسباب التي تؤدي إلى خضوع المواد الكيميائية للتغيرات.
٧. التعرف على كيفية حدوث العمليات الكيميائية المختلفة، وكيفية التحكم في العمليات الكيميائية.
٨. معرفة الطرق التي يمكن من خلالها تقييم تأثيرات المواد المحولة كيميائيا.
٩. دراسة تأثيرات الإجراءات والتفاعلات الكيميائية.
١٠. تصميم مهام وممارسة يتم من خلالها عملية التحول والتركيب والتوليف والتقصي.
١١. تصميم مهام وممارسات يتم من خلالها تحليل البيانات والتقويم والمقارنة وتوليد الحجج والتفسيرات.
١٢. التصميم ونمذجة الأنظمة الكيميائية.
١٣. تحديد العلاقات بين السبب والنتيجة.

المرحلة الثانية: إعداد وصياغة بنية التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي.

تضمن بناء التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيمائي العناصر التالية:

❖ **أبعاد التصور المقترح:**

يتضمن التفكير الكيميائي مجموعة من المفاهيم القاطعة وعددهم ستة مفاهيم قاطعة ومجموعة من الأفكار الرئيسة بالإضافة إلى مجموعة من الممارسات مثل التحول والتركيب والتوليف والتصميم والتقويم. لذلك تم صياغة التصور المقترح بناءً على المعايير التي ينبغي توافرها في برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي وكذلك الأهداف العامة للتصور المقترح في ستة أبعاد رئيسة وهى:

أولا: المفاهيم القاطعة المتضمنة في التفكير الكيميائي:
ثانيا: التساؤلات الرئيسة المرتبطة بكل مفهوم قاطع المتضمنة في التفكير الكيميائي:
ثالثا: الأفكار الرئيسة المرتبطة بكل مفهوم قاطع المتضمنة في التفكير الكيميائي:
رابعًا: الأهداف العامة المرتبطة بكل مفهوم قاطع:
خامسا: المحتوى التعليمي الذي يحقق تلك الأهداف.
سادسا: نماذج من الممارسات والمهام التي يمكن تنفيذها لتحقيق تلك الأهداف.

ويتضح ذلك في التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical Thinking المقدم في ملحق (٥) [٦]

❖ **إستراتيجيات التعلم والأنشطة التعليمية والوسائل التعليمية**

يعتمد تعلم وتعليم التصور المقترح على استخدام العديد من الإستراتيجيات والمداخل التعليمية التي تتمركز حول الطالب منها التعلم القائم على التصميم، التعلم القائم على المهام، التعلم القائم على الاستقصاء، التعلم بالاكتشاف، العصف الذهني، حل المشكلات، الخريطة الذهنية، خرائط التفكير، الاستقصاء الموجه نحو العملية، الاستقصاء الموجه نحو الجدل .....

بالإضافة إلى بعض الأنشطة التعليمية وعرض الفيديوهات التعليمية واستخدام مواقع الانترنت.

❖ **أساليب التقويم وأدواته.**

يمكن استخدام العديد من الأساليب للتقويم من خلال الأسئلة التحريرية والمهام مفتوحة النهاية والعملية والشفوية.

[٦] ملحق (٥) التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical Thinking

المرحلة الثالثة: تحديد أساليب تضمين التصور المقترح ببرامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية.

يمكن تضمين التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical Thinking كمقررات تفكير كيميائي منفصلة خلال برنامج إعداد معلم الكيمياء كما هو موضح في ملحق (٥)[٧] أو يتم تضمين بعض محاور التصور المقترح في مقررات الكيمياء المقدمة بالبرنامج كما هو موضح في ملحق (٦)[٨].

ثالثًا: إعداد قائمة بمهارات الجدل العلمي اللازمة لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية

للإجابة عن السؤال البحثي الثالث ما مهارات الجدل العلمي اللازمة لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية؟ تم إعداد قائمة بمهارات الجدل العلمي اللازمة لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية كالتالي:

- **تحديد الهدف من القائمة:**

هدفت القائمة تحديد قائمة بمهارات الجدل العلمي اللازمة لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية

- **مصادر اشتقاق القائمة:**

تم اشتقاق قائمة مهارات الجدل العلمي اللازمة لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بناء على الدراسات والبحوث السابقة في الجدل العلمي بالإضافة إلى طبيعة مادة الكيمياء وما يتلاءم معها.

- **قائمة مهارات الجدل العلمي:**

- تم صياغة قائمة مهارات الجدل العلمي اللازمة لطلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء في صورتها الألية ثم عرضها على السادة المحكمين وإجراء التعديلات وبذلك أصبحت القائمة في صورتها النهائية وتضمنت قائمة مهارات الجدل العلمي في صورتها النهائية أربع مهارات رئيسة وهي الادعاء، البيانات، والضمان/الدليل، الدعم/ التفسير.

رابعًا: بناء الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking

للإجابة عن السؤال الرابع من تساؤلات البحث وهو ما الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking؟ تم بناء وحدة " الديناميكا الكيميائية وفقًا لإطار التفكير الكيميائي " من التصور المقترح المقدم من خلال إجراء الخطوات التالية:

١) إعداد كتاب الطالب في وحدة الديناميكا الكيميائية وفقًا لإطار التفكير الكيميائي:

اشتمل كتاب الطالب على مقدمة لكتاب الطالب تضمنت فكرة مبسطة عن إطار التفكير الكيميائي. المحتوى العلمي لكتاب الطالب: تم تحديد المحتوى العلمي لموضوعات كتاب الطالب بناءً على الأهداف

[٧] ملحق (٥) التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical Thinking

[٨] ملحق (٦) التصور المقترح لتطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical Thinking من خلال تضمينه في مقررات الكيمياء

العامة التي تم صياغتها للتصور المقترح وتحديد المفاهيم القاطعة التي سيتم تناولها بالوحدة المقدمة حيث اهتمت الوحدة بالمفهوم القاطع السببية الكيميائية والمفهوم القاطع الألية/ الميكانيكية الكيميائية وسعت الوحدة الإجابة عن بعض التساؤلات الرئيسة المرتبطة مثل كيف يمكن التنبؤ بالتغير الكيميائي؟، أسباب حدوث التغيرات في التفاعلات الكيميائية؟ وكيف تحدث التفاعلات الكيميائية وتضمنت الوحدة بعض الأفكار الرئيسة مثل تحليل التركيب، مقارنة الاستقرار الديناميكي الحراري للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ومقارنة الطاقات الحرة وتم صياغة الموضوعات في التصور المقترح من خلال الاعتماد على المراجع العلمية التي تناولت تلك الموضوعات. واشتملت أساليب التقويم للوحدة على مستويين التقويم البنائي والتقويم النهائي. وفي نهاية الوحدة تم تحديد قائمة بالمراجع العلمية المرتبطة بموضوعات الوحدة وايضا مواقع الكترونية لمصادر التعلم ومقاطع الفيديو. وقد تضمنت الوحدة ستة موضوعات كما هو موضح بالجدول (٣) التالي:

جدول (٣) قائمة موضوعات الديناميكا الكيميائية وفقًا لإطار التفكير الكيميائي التي تم تضمينها في كتاب الطالب

م	الموضـــــــــــوع
الموضوع الأول	التنبؤ بالتغيير الكيميائي
الموضوع الثاني	الاستقرار الديناميكي الحراري: عوامل الطاقة
الموضوع الثالث	عوامل الانتروبي Entropy factors
الموضوع الرابع	مقارنة الطاقة الحرة
الموضوع الخامس	مدى التفاعل

وبعد إعداد كتاب الطالب تم عرض كتاب الطالب على السادة المحكمين وتم إجراء التعديلات التى تم الاشارة إليها وبذلك أصبح كتاب الطالب في صورته النهائية *.

٢) إعداد دليل المحاضر(الأستاذ) في وحدة الديناميكا الكيميائية وفقًا لإطار التفكير الكيميائي**:**

يهدف دليل المحاضر تحديد الإجراءات التي ينبغي على المحاضر اتباعها لتدريس موضوعات الديناميكا الكيميائية وفقًا لإطار التفكير الكيميائي.

وقد روعي فى إعداد هذا الدليل ما يلى:

- تحديد أهداف كل موضوع بصورة إجرائية.
- تحديد الوسائل التعليمية المستخدمة لتنفيذ كل موضوع.
- تحديد طريقة السير فى الدرس.

وتضمن دليل المحاضر:

١. **المقدمـــــــــة**: وتضمنت الهدف من دليل المحاضر، ونبذة موجزة عن إطار التفكير الكيميائي.
٢. **توجيهات عامة للمحاضر:** اشتمل الدليل على مجموعة من الإرشادات والتوجيهات التي ينبغي على المحاضر مراعاتها عند تدريس وحدة الديناميكا الكيميائية وفقًا لإطار التفكير الكيميائي.

* ملحق (٧): كتاب الطالب وحدة الديناميكا الكيميائية وفقًا لإطار التفكير الكيميائي.

٣. **الخطة الزمنية**: واشتملت بيان بعدد الجلسات المقترحة لتدريس موضوعات الديناميكا الكيميائية وفقًا لإطار التفكير الكيميائي والتي بلغت ١٤ جلسة .

٤. **خطة السير في الموضوعات المقدمة:** تم عرض الموضوعات بعد تحديد الأهداف المرجوة لكل منها، والوسائل التعليمية المساعدة على تحقيقه، ثم عرض خطة السير فى الدرس، والخطوات الإجرائية التي يتبعها المحاضر لتدريس تلك الموضوعات وفى نهاية الدرس تم عرض مجموعة من أسئلة التقويم لكل موضوع.

وتم عرض دليل المحاضر على السادة المحكمين وتم إجراء التعديلات التي تمت الإشارة إليها، وبذلك أصبح الدليل في صورته النهائية*.

خامسًا: فاعلية الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking في تنمية مهارات الجدل العلمي لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟

للإجابة عن السؤال الخامس من تساؤلات الوحدة وهو ما فاعلية الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking في تنمية مهارات الجدل العلمي لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟ تم

- **إعداد اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء**

- **تحديد الهدف من الاختبار**: يهدف الاختبار إلى قياس مهارات الجدل العلمي في الكيمياء لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية. وتضمن الاختبار قياس أربع مهارات من مهارات الجدل العلمي وهي الادعاء، البيانات، والضمان/الدليل، الدعم/ التفسير وفيما يلي **التعريف المستخدم لكل منهما: مهارة الادعاء**: تتمثل في قدرة طلاب المستوى الثاني من برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية على صياغة بيان أو عبارة تُعطى كاستجابة لمشكلة أو سؤال والادعاء عبارة عن فكرة أو استنتاج أو فرضية أو آراء تجاه حدث أو ظاهرة. وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار مهارات الجدل العلمي.

مهارة عرض البيانات: تتمثل في قدرة طلاب المستوى الثاني من برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية على إعطاء البيانات المناسبة والكافية بناء (اعتمادًا على الملاحظات والقياسات وما إلى ذلك لدعم الادعاء وتحليل تلك البيانات لدعم المطالبة وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار مهارات الجدل العلمي.

مهارة تقديم الضمان/الدليل: تتمثل في قدرة طلاب المستوى الثاني من برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية على تحديد حقيقة علمية تُدعم هذا الادعاء، وتكوين الدليل من البيانات التي تم جمعها وتحليلها البيانات والتي يتم استخدامها بعد ذلك لبناء الحجة وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار مهارات الجدل العلمي.

مهارة تقديم الدعم/التفسير: تتمثل في قدرة طلاب المستوى الثاني من برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية على صياغة الافتراضات الأساسية التي تدعم الضمان (دعم ربط الأدلة بالادعاء) وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار مهارات الجدل العلمي.

* ملحق (٨) : دليل المعلم في وحدة الديناميكا الكيميائية وفقًا لإطار التفكير الكيميائي.

- **وصف الاختبار:** اشتمل الاختبار على في صورته النهائية على ١٠ مهام مفتوحة النهاية في الكيمياء تطلبت كل مهمة تحديد الادعاء وعرض البيانات وتقديم الضمان /الدليل بالإضافة إلى تقديم الدعم/التفسير لكل مهمة.

- **جدول مواصفات الاختبار:**

جدول (٤) مواصفات اختبار الجدل العلمي في الكيمياء

مهارات الجدل العلمي	المهام التي تقيسها
الادعاء	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠
عرض البيانات	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠
تقديم الضمان/الدليل	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠
تقديم الدعم/ التفسير	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠

- **ضبط اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء:**

صدق المحكمين:

للتأكد من صدق اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء تم عرض الصورة الأولية للاختبار على مجموعة من السادة المحكمين من أعضاء هيئة التدريس بكلية التربية وكلية العلوم جامعة بنها لإبداء آرائهم حول:

- مدى مناسبة تلك المهام لطلاب المستوى الثاني ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية.
- مدى مناسبة كل مهمة لمهارات الجدل العلمي الذي تقيسه.
- تعديل أو صياغة بعض المهام لتصبح أكثر وضوحا.
- تقديم أي مقترحات أخرى.

وتم إجراء التعديلات التي تم تقديمها من السادة المحكمين ومنها حذف بعض البنود من مهام الاختبار من الصورة الأولية من الاختبار.

- **الدراسة الاستطلاعية للاختبار:**

لحساب صدق وثبات اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء تم إجراء الدراسة الاستطلاعية على مجموعة من طلاب المستوى الثاني ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية ببنها وعددهم ٣٥ طالبًا وطالبةً وذلك كالآتي:

حساب صدق الاختبار:

للتأكد من صدق الاختبار تم حساب الصدق التكويني: من خلال تعيين معامل الاتساق الداخلي بين درجة المهمة والدرجة الكلية للاختبار محذوفاً منها درجة المهمة وكذلك معامل الاتساق الداخلي بين درجة المهمة ودرجة مهارات الجدل العلمي في الكيمياء.

جدول (٥) مؤشرات الصدق التكويني لمهام اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء.

المهمة	مهارة الادعاء	مهارة البيانات عرض	مهارة تقديم الضمان/الدليل	مهارة تقديم الدعم/التفسير	الدرجة الكلية محذوف منها درجة المهمة
١	٠,٩٦٥**	٠,٧٠٩**	٠,٦٧٨**	٠,٧٢١**	٠,٧٧٩**
٢	٠,٧٥٢**	٠,٧٧٢**	٠,٦٧٦**	٠,٧١٥**	٠,٨٠٤**
٣	٠,٥٦٢**	٠,٥٧٥**	٠,٧٠٩**	٠,٧٩٧**	٠,٧٥٦**
٤	٠,٨٩١**	٠,٩١٤**	٠,٨٢٤**	٠,٨١٤**	٠,٨٣١**
٥	٠,٦٦٦**	٠,٦٧٥**	٠,٧٣٠**	٠,٧٥٠**	٠,٨١٥**
٦	٠,٤٦٩**	٠,٤٦٦**	٠,٥١٧**	٠,٤٩٢**	٠,٥٠٧**
٧	٠,٧٩٩**	٠,٧٩٥**	٠,٧٢٤**	٠,٧٣٦**	٠,٧٧٤**
٨	٠,٧٤٤**	٠,٧٥١**	٠,٨٣٩**	٠,٨٣٠**	٠,٨٧١**
٩	٠,٨٥٦**	٠,٨٣٩**	٠,٧٨٣**	٠,٧٨٦**	٠,٨٢١**
١٠	٠,٧٤٧**	٠,٧٢٨**	٠,٨٣٥**	٠,٧٩٩**	٠,٨٤٤**
الدرجة الكلية	٠,٩١٣**	٠,٩١٦**	٠,٩٤٣**	٠,٩٥٤**	

ويتضح من الجدول السابق أن قيم معامل الارتباط بين درجة المفردة والدرجة الكلية لاختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء تراوحت بين (٠,٣٤٥* : ٠,٩٦٥**) وجميعها قيم مرتفعة ودالة عند مستوي ٠,٠١ و ٠,٠٥ مما يدل الصدق التكويني للاختبار.

أ) ثبات الاختبار:

تم حساب ثبات اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء من خلال تعيين معامل ألفا كرونباخ وطريقة سبيرمان وبراون ومعامل جيتمان كما هو واضح بالجدول الاتي

جدول (٦): معامل ثبات اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء

طريقة حساب ثبات الاختبار	معامل ألفا كرونباخ	طريقة سبيرمان وبراون	ومعامل جيتمان
معامل ثبات الاختبار	٠,٧٢٧**	٠,٨٤٢**	٠,٨٣٠**

يتضح من الجدول السابق أن قيمه معامل ثبات اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء تراوحت بين ٠,٧٢٧**: ٠,٨٤٢** وجميعها قيم مرتفعة لمعامل ثبات الاختبار، وذلك يدل على ثبات الاختبار وإمكانية الوثوق في نتائجه في البحث الحالي. وبذلك أصبح اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء في صورته النهائية[٩] صالحاً للتطبيق على مجموعة البحث.

[٩] ملحق (٩): اختبار مهارات حل المشكلات الجدل العلمي في الكيمياء..

سادسا : فاعلية الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking في تنمية مهارات حل مشكلات الكيمياء لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟

للإجابة عن السؤال السادس من تساؤلات البحث وهو ما فاعلية الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking في تنمية مهارات حل مشكلات الكيمياء لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية؟ تم

- إعداد اختبار مهارات **اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء**

- **تحديد الهدف من الاختبار**: يهدف الاختبار إلى قياس مهارات حل المشكلات في الكيمياء لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية. وتضمن الاختبار قياس أربع مهارات من مهارات حل المشكلات وهي **تحديد المشكلة**، تحديد البيانات، وضع خطة الحل، تنفيذ الحل، وتقويم الحل **وفيما يلي التعريف الإجرائي لكل منها**.

مهارة تحديد المشكلة: تتمثل في قدرة طلاب المستوى الثاني من برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية على تحديد المشكلة الحقيقية تحديدا دقيقا وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء.

مهارة تحديد البيانات: تتمثل في قدرة طلاب المستوى الثاني من برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية على تحديد البيانات المعطاة وكذلك البيانات المطلوبة والتي يمكن من خلالها التوصل للحل وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار حل المشكلات في الكيمياء.

مهارة خطة الحل: تتمثل في قدرة طلاب المستوى الثاني من برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية على وضع خطة للحل من خلال فهم العلاقات بين البيانات المطلوبة أو التي تم إثباتها. واختيار النظرية أو المفهوم الأنسب وتحديد الطريقة الأنسب لحل المشكلة. يتعرف الطلاب على كيفية كتابة الصيغة أو النظرية المطلوبة المتعلقة بالمشكلة وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء.

مهارة تنفيذ الحل: تتمثل في قدرة طلاب المستوى الثاني من برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية على تنفيذ الخطة يقدم الطلاب الجزء الحسابي من المشكلة أو ربما الحل. قد يستخدمون الحقائق أو المعادلات أو النظريات أو المسلمات للتحقق من صحة إجابتهم. يتحقق الطلاب من كل خطوة ويثبتون أن الخطوات صحيحة. وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء.

مهارة تقويم الحل: تتمثل في قدرة طلاب المستوى الثاني من برنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية على التحقق من النتيجة التي تم الحصول عليها من خلال مقارنة الإجابة التي تم الحصول عليها بالمشكلة وتدوين نتيجة السؤال المطروحة وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء.

- **وصف الاختبار:** اشتمل الاختبار في صورته النهائية على ١٣ مهمة اشتملت جميع المهام على مشكلات مفتوحة النهاية في الكيمياء ويتطلب في كل مهمة قيام الطالب بتحديد المشكلة وتحديد البيانات، ووضع خطة للحل بالإضافة إلى تنفيذ الحل ثم تقويم الحل.

- **جدول مواصفات الاختبار:**

جدول (٧) مواصفات اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء

مهارات حل المشكلات	المهام التي تقيسها
تحديد المشكلة	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣
تحديد البيانات	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣
خطة الحل	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣
تنفيذ الحل	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣
تقويم الحل	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣

- **ضبط اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء:**

➢ **صدق المحكمين:**

للتأكد من صدق اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء تم عرض الصورة الأولية للاختبار على مجموعة من السادة المحكمين من أعضاء هيئة التدريس بكلية التربية وكلية العلوم جامعة بنها لإبداء آرائهم حول:

- مدى مناسبة تلك المهام لطلاب المستوى الثاني ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية.
- مدى مناسبة كل مهمة لمهارات حل المشكلات الذي تقيسه.
- تعديل أو صياغة بعض المهام لتصبح أكثر وضوحا.
- تقديم أي مقترحات أخرى.

وتم إجراء التعديلات التي تم تقديمها من السادة المحكمين ومنها حذف مهمتين من الصورة الأولية من الاختبار وبذلك أصبحت عدد مهام الاختبار ١٠ عشرة مهام في الصورة النهائية للاختبار.

- **الدراسة الاستطلاعية للاختبار:**

لحساب صدق وثبات اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء تم إجراء الدراسة الاستطلاعية على مجموعة من طلاب المستوى الثاني ببرنامج إعداد معلم الكيمياء بكلية التربية ببنها وعددهم ٣٥ طالبا وطالبة وذلك كالآتي:

حساب صدق الاختبار:

للتأكد من صدق الاختبار تم حساب الصدق التكويني: من خلال تعيين معامل الاتساق الداخلي بين درجة المهمة والدرجة الكلية للاختبار محذوفاً منها درجة المهمة وكذلك معامل الاتساق الداخلي بين درجة المهمة ودرجة مهارات حل المشكلات.

جدول (٨) مؤشرات الصدق التكويني لمهام اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء.

	معامل الارتباط					
المهمة	مهارة تحديد المشكلة	مهارة تحديد البيانات	مهارة خطة الحل	مهارة تنفيذ الحل	مهارة تقويم الحل	الدرجة الكلية محذوف منها درجة المهمة
١	٠,٩٦٥**	٠,٧٠٩**	٠,٦٧٨**	٠,٧٢١**	٠,٦٥٦**	٠,٧٧٩**
٢	٠,٧٥٢**	٠,٧٧٢**	٠,٦٧٦**	٠,٧١٥**	٠,٦٧٢**	٠,٨٠٤**
٣	٠,٥٦٢**	٠,٥٧٥**	٠,٧٠٩**	٠,٧٩٧**	٠,٦٨٨**	٠,٧٥٦**
٤	٠,٨٩١**	٠,٩١٤**	٠,٨٢٤**	٠,٨١٤**	٠,٤١٨*	٠,٨٣١**
٥	٠,٦٦٦**	٠,٦٧٥**	٠,٧٣٠**	٠,٧٥٠**	٠,٧٤٨**	٠,٨١٥**
٦	٠,٤٦٩**	٠,٤٦٦**	٠,٥١٧**	٠,٤٩٢**	٠,٣٤٥*	٠,٥٠٧**
٧	٠,٧٩٩**	٠,٧٩٥**	٠,٧٢٤**	٠,٧٣٦**	٠,٤٨٩**	٠,٧٧٤**
٨	٠,٧٤٤**	٠,٧٥١**	٠,٨٣٩**	٠,٨٣٠**	٠,٧٠١**	٠,٨٧١**
٩	٠,٨٥٦**	٠,٨٣٩**	٠,٧٨٣**	٠,٧٨٦**	٠,٥٠١**	٠,٨٢١**
١٠	٠,٧٤٧**	٠,٧٢٨**	٠,٨٣٥**	٠,٧٩٩**	٠,٦٨٤**	٠,٨٤٤**
الدرجة الكلية	٠,٩١٣**	٠,٩١٦**	٠,٩٤٣**	٠,٩٥٤**	٠,٧٥٥**	

ويتضح من الجدول السابق أن قيم معامل الارتباط بين درجة المفردة والدرجة الكلية لاختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء تراوحت بين (٠,٣٤٥* : ٠,٩٦٥**) وجميعها قيم مرتفعة ودالة عند مستوي ٠,٠١ و ٠,٠٥ مما يدل الصدق التكويني للاختبار.

ب) ثبات الاختبار:

تم حساب ثبات اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء من خلال تعيين معامل ألفا كرونباخ وطريقة سبيرمان وبراون ومعامل جيتمان كما هو واضح بالجدول الاتي

جدول (٩): معامل ثبات اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء

طريقة حساب ثبات الاختبار	معامل ألفا كرونباخ	طريقة سبيرمان وبراون	ومعامل جيتمان
معامل ثبات الاختبار	٠,٧٢٧**	٠,٨٤٢**	٠,٨٣٠**

يتضح من الجدول السابق أن قيمه معامل ثبات اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء تراوحت بين ٠,٧٢٧** : ٠,٨٤٢** وجميعها قيم مرتفعة لمعامل ثبات الاختبار، وذلك يدل على ثبات الاختبار وإمكانية الوثوق في نتائجه في البحث الحالي. وبذلك أصبح اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء في صورته النهائية *وصالحاً للتطبيق على مجموعة البحث.

*ملحق ( ): اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء..

❖ نتائج البحث:

للتحقق من مدى صحة الفرض الأول والذي ينص على أنه " يوجد فرق دال إحصائيا عند مستوى دلالة ٠,٠١ بين متوسط درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في مهارات الجدل العلمي في الكيمياء التي يتضمنها اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية لصالح التطبيق البعدي". تم حساب متوسط درجات الطلاب والانحراف المعياري لتحديد مستوى الدلالة وحجم الأثر وقيمة مربع إيتا كما يتضح من الجدول الآتي:

جدول (١٠) دلالة الفرق بين متوسطي درجات التطبيق القبلي والبعدي في مهارات الجدل العلمي في الكيمياء التي يتضمنها اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء

مهارات الجدل العلمي في الكيمياء	الدرجة العظمى	التطبيق	العدد	المتوسط	الإنحراف المعياري	قيمة (ت)	A Sig	درجات الحرية	قيمة مربع ايتا
الادعاء	٢٦	القبلي	٤٦	١,٣٢٦	١,٥٩٢٤	٣٥,٧١٦	٠,٠٠٠	٤٥	٠,٩٦٦
		البعدي	٤٦	٢١,٣٧٠	٣,٦٧٨				
عرض البيانات	٢٦	القبلي	٤٦	١,٣٦٩٦	١,٣٢٢٦	٥١,٨٠٣	٠,٠٠٠		٠,٩٨٤
		البعدي	٤٦	٢٣,٦٧٤	٢,٦٢٥				
تقديم الضمان/ الدليل	٢٦	القبلي	٤٦	٠,٢٨١	٠,٩٧٦	٥١,٧٦٨	٠,٠٠٠		٠,٩٨٣
		البعدي	٤٦	٢٢,٨٢٦	٢,٨٢٣				
تقديم الدعم/ التفسير	٢٦	القبلي	٤٦	٠,٥٠٠٠	١,١١١	٥١,٧٥٧	٠,٠٠٠		٠,٩٨٣
		البعدي	٤٦	٢٢,٥٠٠	٢,٩١٩				
الدرجة الكلية	١٠٤	القبلي	٤٦	٣,٤٥٧	٤,٢٦٠١	٥٢,٨٠٦	٠,٠٠٠		٠,٩٨٤
		البعدي	٤٦	٩٠,٣٧٠	١١,٠١٢				

يتضح من الجدول السابق ما يأتي:

- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ≤ ٠,٠١ بين متوسطي درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في مهارات الجدل العلمي في الكيمياء التي يتضمنها اختبار مهارات الجدل العلمي في الكيمياء لصالح التطبيق البعدي.
- تشير قيمة مربع إيتا إلى أن حجم التأثير يشير إلى وجود تأثير مرتفع للتفكير الكيميائي على مستويات مهارات الجدل العلمي (الادعاء، البيانات، الضمان/الدليل، والدعم/التفسير) كما أن (٩٧%: ٩٨ %) من التباين الكلي للمتغير التابع يرجع إلى المتغير المستقل؛ مما يشير إلى وجود تأثير كبير للتفكير الكيميائي في تنمية مهارات الجدل العلمي في الكيمياء.
- تشير قيمة مربع إيتا إلى أن حجم التأثير يشير إلى وجود تأثير مرتفع للتفكير الكيميائي على الدرجة الكلية لاختبار الجدل العلمي في الكيمياء، كما أن ٩٨ % من التباين الكلي للمتغير التابع يرجع إلى المتغير المستقل مما يشير إلى وجود تأثير كبير في تنمية مهارات الجدل العلمي في الكيمياء.
- وبذلك تم قبول الفرض الصفري الأول من فروض البحث

لاختبار مدى صحة الفرض الثاني والذي ينص على أنه " يوجد فرق دال إحصائيا عند مستوى دلالة ٠,٠١ بين متوسط درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في مهارات حل المشكلة التي يتضمنها اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء وكذلك الدرجة الكلية لصالح التطبيق البعدي ". تم تحديد مستوى الدلالة وحجم الأثر وقيمة مربع إيتا والجدول الآتي يوضح ذلك:

جدول (١١) دلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب التطبيق القبلي والبعدي في مهارات حل المشكلات التي يتضمنها اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء

مهارات حل المشكلات في الكيمياء	الدرجة العظمى	التطبيق	العدد	المتوسط	الإنحراف المعياري	قيمة (ت)	A Sig	درجات الحرية	قيمة مربع ايتا	D كوهين
تحديد المشكلة	٢٠	القبلي	٤٦	٩,٣٩١٣	٤,٧٥٨٥٢	١٣,٩٤٠	٠,٠٠٠	٤٥	٠,٨١٢	٢,٠٥٥
		البعدي	٤٦	١٩,٥٠٠٠	٠,٩٦٠٣٢					
تحديد البيانات	٢٠	القبلي	٤٦	٦,٣٠٤٣	٤,٤١٦٤٨	١٩,٩٩٨	٠,٠٠٠		٠,٨٩٩	٢,٩٤٩
		البعدي	٤٦	١٩,٥٠٠٠	٠,٩٦٠٣٢					
خطة الحل	٢٠	القبلي	٤٦	٠,١٩٥٧	٠,٦٥٣٨٦	٦٢,٢٩٦	٠,٠٠٠		٠,٩٨٩	٩,١٨٥
		البعدي	٤٦	١٨,٧٣٩١	١,٩٠٢٤٥					
تنفيذ الحل	٢٠	القبلي	٤٦	٠,١٩٥٧	٠,٦٥٣٨٦	٦٠,٨٢٤	٠,٠٠٠		٠,٩٨٨	٨,٩٦٨
		البعدي	٤٦	١٨,٦٩٥٧	٢,٠٣١٨٣					
تقويم الحل	٢٠	القبلي	٤٦	٠,١٣٠٤	٠,٤٩٩٢٧	١٧,٩١٦	٠,٠٠٠		٠,٨٧٧	٢,٦٤٢
		البعدي	٤٦	١٢,٥٠٠٠	٤,٦٨٩٢٣					
الدرجة الكلية	١٠٠	القبلي	٤٦	١٦,٢١٧٤	٩,٢٧١٠١	٣٧,٧٣٩	٠,٠٠٠		٠,٩٦٩	٥,٥٦٤
		البعدي	٤٦	٨٨,٩٣٤٨	٨,٣٤٣٧٣					

يتضح من الجدول السابق ما يأتي:

- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ≤ ٠,٠١ بين متوسطي درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي في مهارات حل المشكلات في الكيمياء التي يتضمنها اختبار مهارات حل المشكلات في الكيمياء لصالح التطبيق البعدي، مما يدل على نمو وتحسن واضح في مهارات حل المشكلات في الكيمياء.
- تشير قيمة مربع إيتا إلى أن حجم التأثير يشير إلى وجود درجة تأثير مرتفع للمعالجة التجريبية المستخدمة (التفكير الكيميائي) على مهارات حل المشكلات في الكيمياء كما أن (٨١ %: ٩٩%) من التباين الكلي للمتغير التابع يرجع إلى المتغير المستقل مما يشير إلى وجود تأثير كبير للمعالجة التجريبية المستخدمة (التفكير الكيميائي) في تنمية مهارات حل المشكلات في الكيمياء.
- تشير قيمة مربع إيتا إلى أن حجم التأثير يشير إلى وجود درجة تأثير مرتفع للمعالجة التجريبية المستخدمة (التفكير الكيميائي) على الدرجة الكلية لاختبار مهارات حل المشكلات، كما أن ٩٧% من التباين الكلي للمتغير التابع يرجع إلى المتغير المستقل، مما يشير إلى وجود تأثير كبير للمعالجة التجريبية المستخدمة (التفكير الكيميائي) في تنمية مهارات حل المشكلات في الكيمياء.
- وبذلك تم قبول الفرض الصفري الثاني من فروض البحث.

❖ **حساب فاعلية الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinkingفي تنمية مهارات الجدل العلمي لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية.**

لحساب فاعلية الوحدة المقترحة وفقًا للتفكير الكيميائي تم حساب قيمة d لكوهين كما هو موضح بالجدول (١٢)

جدول (١٢) فاعلية الوحدة المقترحة وفقًا للتفكير الكيميائي في تنمية مهارات الجدل العلمي في الكيمياء

مهارات الجدل العلمي في الكيمياء	$\sqrt{N}$	فرق المتوسطات	الإنحراف المعياري δ	قيمة (ت)	D كوهين
الادعاء	٤٦	٢٠,٠٤٣٤٨	٣,٨٠٦١٧	٣٥,٧١٦	٥,٢٧
البيانات	٤٦	٢٢,٣٠٤٣٥	٢,٩٢٠١٩	٥١,٨٠٣	٧,٦٤
الضمان/الدليل	٤٦	٢٢,٥٦٥٢٢	٢,٩٥٦٣٧	٥١,٧٦٨	٧,٦٣
الدعم/ التفسير	٤٦	٢٢,٠٠٠	٢,٨٨٢٩٠	٥١,٧٥٧	٧,٦٣
الدرجة الكلية	٤٦	٨٦,٩١٣٠٤	١١,١٦٣٠٩	٥٢,٨٠٦	٧,٧٩

يتضح من الجدول السابق:

- تراوحت قيمة d لكوهين لمهارات حل المشكلات في الكيمياء بين ٥,٢٧: ٧,٧٩ وجميعها قيم توضح وجود تأثير مرتفع للوحدة مما يدل على فاعلية الوحدة المقترحة

❖ **ويمكن تفسير ذلك على النحو الاتي:**

- ساعد تقديم الوحدة في ضوء إطار التفكير الكيميائي على توفير الفرص للطلاب للمشاركة بنشاط مع المفاهيم والأفكار من خلال المهام التعليمية التي طلبت منهم تحليل البيانات ونمذجة الأنظمة الكيميائية وتوليد الحجج والتفسيرات مما أدي إلى تنمية مهارات الجدل العلمي لدي الطلاب. وهذا يتفق مع دراسة **(Talanquer & Pollard, 2017)**
- ساهم تقديم الوحدة وفقًا للتفكير الكيميائي إلى تحويل تركيز منهج الكيمياء من مجموعة من الموضوعات إلى مجموعة من الممارسات الكيمياء وتطبيقاتها وطرق التفكير مما ساعد على تنمية مهارة الطلاب في تحليل البيانات وتقديم الادعاءات المستندة إلى الأدلة والتوصل إلى الدعم / التفسير الذي يؤكد ادعاءاتهم. **(Abell & Sevian,2020,4256)**
- ركز بناء الوحدة في ضوء إطار التفكير الكيميائي على مشاركة الطلاب في مهام حقيقة مما أدى إلي تنمية مهارات الجدل لدى الطلاب **(Szteinberg, Balicki, Banks, Clinchot, Cullipher, Huie, Lambertz, Lewis, Ngai, Weinrich, Talanquer, & Sevian, 2014)**
- أدت المهام المقدمة من خلال الوحدة المقترحة وفقًا للتفكير الكيميائي إلى إتاحة الفرصة للطلاب من التفاعل مع محتوى موضوعات الكيمياء الحركية مما أعطاهم الفرصة من بناء المعرفة وتوظيفها في بناء الادعاءات والأدلة والدعم /التفسير مما أدى إلى تنمية مهارات الجدل العلمي.

- ساعد بناء الوحدة وفقًا لإطار التفكير الكيميائي إلى تعزيز الاستيعاب المفاهيمي أعمق للأفكار الأساسية للموضوعات ويتفق ذلك مع **(Talanquer & Pollard, 2010)**

❖ **حساب فاعلية الوحدة المقترحة في كيمياء الديناميكا الحرارية في ضوء التفكير الكيميائي Chemical thinking في تنمية مهارات حل مشكلات الكيمياء لدى طلاب برنامج إعداد معلم الكيمياء بكليات التربية.**

لحساب فاعلية الوحدة المقترحة وفقًا للتفكير الكيميائي تم حساب قيمة d لكوهين *كما هو موضح بالجدول (١٣)*

جدول (١٣) فاعلية الوحدة المقترحة وفقًا للتفكير الكيميائي في تنمية مهارات حل المشكلات في الكيمياء

مهارات حل المشكلات في الكيمياء	العدد	المتوسط	الإنحراف المعياري	قيمة (ت)	D كوهين
تحديد المشكلة	٤٦	١٠,١٠٨٧	٤,٩١٨١	١٣,٩٤٠	٢,٠٥٥
تحديد البيانات	٤٦	١٣,١٩٥٧	٤,٤٧٥١	١٩,٩٩٨	٢,٩٤٩
خطة الحل	٤٦	١٨,٥٤٣٤	٢,٠١٨٩	٦٢,٢٩٦	٩,١٨٥
تنفيذ الحل	٤٦	١٨,٥	٢,٠٦٢٩	٦٠,٨٢٤	٨,٩٦٨
تقويم الحل	٤٦	١٢,٣٦٩٦	٤,٦٨٢٦	١٧,٩١٦	٢,٦٤٢
الدرجة الكلية	٤٦	٧٢,٧١٧٤	١٣,٠٦٨٥	٣٧,٧٣٩	٥,٥٦٤

يتضح من الجدول السابق:

تراوحت قيمة d لكوهين لمهارات حل المشكلات في الكيمياء بين ٢,٠٥٥: ٩,١٨٥ وجميعها قيم توضح وجود تأثير مرتفع للوحدة مما يدل على فاعلية الوحدة المقترحة

ويمكن تفسير ذلك:

- ركز بناء الوحدة في ضوء إطار التفكير الكيميائي على مشاركة الطلاب في مهام حقيقة مما أدى إلي تنمية مهارات الجدل لدى الطلاب **(Szteinberg, Balicki, Banks, Clinchot, Cullipher, Huie, Lambertz, Lewis, Ngai, Weinrich, Talanquer, & Sevian, 2014)**
- ساعد بناء الوحدة في ضوء إطار التفكير الكيميائي إلى توظيف الطلاب للطرق الحديثة في التفكير وحل المشكلات في الكيمياء مما أدى إلى تنمية مهارات حل المشكلات وهذا يتفق مع دراسة
- تضمنت الوحدة المقترحة في ضوء إطار التفكير الكيميائي تنفيذ الطلاب للعمليات العقلية، مثل: التحليل والتصنيف والمقارنة واستخدام المخططات والرسوم البيانية مما أدى إلى تنمية مهارات حل المشكلات. **(Talanquer & Pollard, 2010)**
- ساهم إطار التفكير الكيميائي في اشراك الطلاب في أنشطة ومهام حل المشكلات الواقعية مما ساهم في تنمية مهارات حل المشكلات وهذا يتفق مع **(Talanquer & Pollard, 2010)**

التوصيات:

١. ضرورة اهتمام الخبراء التربويين والقائمين على تطوير مناهج الكيمياء بإطار التفكير الكيميائي والعمل على تطوير المناهج بالمراحل المختلفة في ضوئه.
٢. ضرورة اهتمام الخبراء التربويين والقائمين بتضمين المفاهيم القاطعة والأفكار الرئيسة والممارسات القائم عليها التفكير الكيميائي في مقررات الكيمياء.
٣. ضرورة الاهتمام بتنمية مهارات الجدل العلمي في الكيمياء في مراحل التعليم المختلفة.
٤. ضرورة توفير ممارسات ومهام علمية تعطى الفرصة للطلاب على توظيف التفكير الكيميائي في الكيمياء.
٥. ضرورة الاهتمام بتنمية مهارات التفكير الكيميائي لدى الطلاب.

المقترحات:

١. دراسة فاعلية إطار التفكير الكيميائي على تنمية الفهم العميق في الكيمياء بالمرحلة الجامعية.
٢. تطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء التفكير الكيميائي.
٣. دراسة فاعلية التفكير الكيميائي على تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في الكيمياء بالمرحلة الجامعية.

قائمة المراجع:

المراجع العربية:

أبو الوفا، رباب أحمد محمد (٢٠١٧). برنامج تدريبي عبر الويب في الكيمياء الرياضية قائم على التعلم المتمركز حول المشكلة وفاعليته في تنمية مفاهيم كيمياء الكم ومهارات حل المشكلة الكيميائية والأداء التدريسي لدى معلمي الكيمياء قبل الخدمة. *المجلة المصرية للتربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية*، ٢٠ ، ٣، ٧٣ ـ١١٥.

عبد اللطيف، أسامة جبريل أحمد (٢٠١٩). برنامج قائم على القضايا الاجتماعية العلمية المحلية لتنمية مهارات الجدل العلمي والمعارف والاتجاه نحو تلك القضايا لدى طلاب المرحلة الثانوية. *دراسات في المناهج وطرق التدريس*، ٢٤٣، ٥٨ ـ١٠٧.

مختار، ميرفت صبحي، زكي، سعد يس، شهاب، مني عبد الصبور محمد & صالح، آيات حسن (٢٠١٩). تطوير منهج الكيمياء العامة في ضوء علوم وتكنولوجيا النانو وآثره في التحصيل وحل المشكلات لطلاب المرحلة الثانوية. *مجلة البحث العلمي في التربية، جامعة عين شمس، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية*، ٢٠(١١)، ٧٤٣-٧٥٨

English References:

Abell, T., N. & Sevian, H. (2020). Analyzing Chemistry Teachers' Formative Assessment Practices Using Formative Assessment Portfolio Chapters. *Journal of chemical Education, 97*(12), 4255–4267.

Abell, T., N. & Sevian, H. (2021). Investigating How Teachers' Formative Assessment Practices Change Across a Year. *Journal of chemical Education,* 98(9), 2799–2808.

Al-Ajmi, B., & Ambusaidi, A. (2022). The Level of Scientific Argumentation Skills in Chemistry Subject among Grade 11th Students: The Role of Logical Thinking, *Science Education International, 33*(1), 66-74.

Amielia, S. D., Suciati, & Maridi. (2018). Enhancing Students' Argumentation Skills Using an Argument Driven Inquiry-Based Module. *Journal of Education and Learning, 12* (3), 464 – 471.

Banks, G., Clinchot, M., Cullipher, S., Huie, R., Lambertz, J., Lewis, R., Ngai, C., Sevian, H., Szteinberg, G., Talanquer, V., & Weinrich, M. (2015). Uncovering Chemical Thinking in Students' Decision Making: A Fuel-Choice Scenario. *Journal of chemical Education, 92*(10), 1610-1618.

Becker, N., Rasmussen, C. Sweeney, G., Wawro, M., Towns, M., & Cole, R. (2013). Reasoning using particulate nature of matter: An example of a sociochemical norm in a university-level physical chemistry class. *Chemistry Education Research and Practice,14,* 81-94.

Bulgren, J. A., & Ellis, J. D. (2012). Argumentation and Evaluation Intervention in Science Classes: Teaching and Learning with Toulmin. In. Myint Swe Khine. (Ed.). *Perspectives on Scientific Argumentation: Theory, Practice and Research.* Springer Dordrecht Heidelberg, London, New York.

Burana, L. & Dahsah, C. (2016). Problem Solving Ability of High School Chemistry Students. *International conference New Perspectives in Science Education International Conference* – 5th Edition, Mar 17, 2016 - Mar 18, 2016. Florence, Italy.

Cullipher, S. & Sevian, H. (2015). Atoms versus Bonds: How Students Look at *Spectra. Journal of chemical Education, 92*, 1996−2005.

Desi, Lesmini, B & I Hidayat, I. (2019). Enhancing student problem solving skills through worksheets-assisted problem-based learning. *Journal of Physics: Conference Series,* 1166, 012005, 1—7. The 3rd Sriwijaya University Learning and Education International Conference 17–18 October 2018, Ballroom Horison Ultima Hotel, Palembang, Indonesia.

Diniya, D., Rusdiana, D., & Hernani, H. (2019). Promoting coupled-inquiry cycle through shared curricular integration models to enhance student's argumentation. *Journal of Physics Conference Series, 1157*, 1-8.

D'Souza, A. N. (2017). *Enhancing and evaluating scientific argumentation in the Inquiry oriented college chemistry classroom*. Doctor of Philosophy. The City University of New York.

Effendi-Hasibuan, M. H., Harizon, Ngatijo, Fuldiaratman, & Sulistyo, U. (2019). Promoting Indonesian secondary school students' argumentation skills in the concept of chemistry reaction-rate: a comparative effect of three cooperative learning strategies. *Journal of Physics: Conf. Series ,1317*, 1 -13.

Effendi-Hasibuan, M. H., Bakar, A., & Harizon. (2020). Skills to argue: using argument-based learning (AbL) and socioscientific issues to promote university students' argumentation skills in chemistry. *Journal of Physics: Conference Series, 1567*, 1-7.

Erika, F. & Prahani, B. K. (2017). Innovative Chemistry Learning Model to Improve Argumentation Skills and Self-Efficacy. *OSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME), 7*, 62-68.

Griep, M. A., & Mikasen, M. L. (2016). Close encounters with creative chemical thinking: An outreach presentation using movie clips about the elemental composition of aliens and extraterrestrial minerals. *Educación Química, 27*, 154 -162.

Heng, L.L., Surif, J., Seng, C.H.& Ibrahim, N. H. (2015). Mastery of scientific Argumentation on the concept of neutralization in chemistry: *A malaysian Journal of learning and instruction, 12*, 85-101.

Hosbein, K. N., Lower, M. A., & Walker, J. P. (2021). Tracking Student Argumentation Skills across General Chemistry through Argument-Driven Inquiry Using the Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom Observation Protocol. *Journal of Chemical Education*, *98*(6), 1875–1887.

Hong, L. Y., & Talib, C. A., (2018). Scientific Argumentation in Chemistry Education: Implications and Suggestions. *Asian Social Science,14* (11), 16-29.

Jayathilaka, A. S. (2021). *Development of a novel instrument to evaluate interdisciplinary problem-solving skills of Chemistry and Biochemistry Majors.* Master of science, the University of Minnesota Duluth.

Juntunen, M. K. & Aksela, M. K. (2014). Improving students' argumentation skills through a product life-cycle analysis project in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice, 15*, 639- 649.

Karpudewan, M., Rothb, W. M., & Sinniahc, D. (2016). The role of green chemistry activities in fostering secondary school students' understanding of acid–base concepts and argumentation skills. *Chemistry Education Research and Practice, 17*, 893-901.

Kurniawan, E., & Sofyan, H. (2020). Application of problem based learning model to improve problem solving ability of student of XI science grade in chemistry. *Journal of Physics: Conference Series, 1440*, 1-8. The 5th International Seminar on Science Education 26 October 2019, Yogyakarta, Indonesia.

Landa, I., Westbroek, H., Janssen, F., Muijlwijk, J. v., & Meeter, M. (2020). Scientific Perspectivism in Secondary-School Chemistry Education. Integrating Concepts and Skills in Chemical Thinking. *Science & Education, 29,*1361–1388.

Lieber, L. & Graulich, N. (2022). Investigating students' argumentation when judging the plausibility of alternative reaction pathways in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice, 23*, 38–54.

Masbakhah, I. M., S Y Utami, S. Y., & Nurbaity, N. (2019). Analysis of students' argumentation skills in chemistry class of grade XI through product life-cycle analysis assessment on colloid lesson. *Journal of Physics Conference Series, 1157,* 1-7.

Moon, A. C. (2016). Analysis of scientific argumentation in two physical chemistry classrooms using the POGIL approach. Doctor of Philosophy. Purdue University.

Moon, A., Stanford, C., Cole, R. & Towns, M. (2016). The nature of students' chemical reasoning employed in scientific argumentation in physical chemistry. Chemistry Education Research and Practice, 17, 253- 264.

Moon, A., Stanford, C., Cole, R. & Towns, M. (2017). Analysis of Inquiry Materials to Explain Complexity of Chemical Reasoning in Physical Chemistry Students' Argumentation. *Journal of research in science teaching, 45*(10), 1322-1346.

Muntholib, M., Hidayati, K., Purnajanti, L., Utomo, Y. & Hariyanto, H. (2021). *Impact of Explicit scientific inquiry instruction on students` scientific argumentation skills in salt hydrolysis*. The 4th International Conference on Mathematics and Science Education (ICoMSE) 2020. AIP conference proceeding, 2330 (020045), 1-6.

Muntholib, M., Munadhiroh, A., Setiawan, N. C. E., & Yahmin, Y. (2021*). High school students' scientific argumentation on chemical equilibrium.* The 4th International Conference on Mathematics and Science Education (ICoMSE) 2020. AIP conference proceeding, 2330 (020046), 1-7.

Murray, S. A., Huie, R., Lewis, R., Balicki, S., Clinchot, M., Banks, G., Talanquer, V., & Sevian, H. (2020). Teachers' Noticing, Interpreting, and Acting on Students' Chemical Ideas in Written Work. *Journal of chemical Education, 97,* 10, 3478–348.

Ngai, C. L. (2017). *An investigation of chemical identity thinking.* Doctoral Dissertation. University of Massachusetts Boston.

NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States.* Volume I, Washington, D.C., The national Academies press.

Ngai, C., & Sevian, H. (2017). Capturing Chemical Identity Thinking. *Journal of Chemical Education, 94,* 137−148.

Noviyanti, N. I., Mukti, W. R., Irma Dahlia Yuliskurniawati, I. D., Mahanal, S., & Zubaidah, S. (2019). Students' Scientific Argumentation Skills Based on Differences in Academic Ability. *Journal of Physics: Conference Series, 1241,* 1-8.

Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M., & Owens, M. C. (2012). The Two Faces of Scientific Argumentation: Applications to Global Climate Change. In. Myint Swe Khine. (Ed.). *Perspectives on Scientific Argumentation: Theory, Practice and Research*. Springer Dordrecht Heidelberg, London, New York.

Petritis, S. (2022). *Exploring Argumentation in the Undergraduate Organic Chemistry Laboratory*. Doctoral dissertation, The University of Arizona, Tucson, United States.

Pramesthi, H. N., Ashadi, A. & Saputro, S. (2019). Analyzing scientific approach and problem solving in salt hydrolysis topic. *Journal of Physics: Conference Series, 1156*, 012024, 1-7 International Conference of Chemistry 2018 28–30 September 2018, Yogyakarta, Indonesia

Putri, M. D. & Rusdiana, D. (2017). Identifying students' scientific argumentation skill at junior high school 1 argamakmur, north bengkulu. *International E-Journal of Advances in Education*, III, 566-572.

Rusmini, R., & Suyono, R. A. (2021). *Profile of Argumentation Ability of Undergraduate Students in Chemistry Education Based on Non-Routine Problems. E3S Web of Conferences,* International Conference on Science and Technology (ICST 2021) Ternate, Indonesia, October 27-28, 2021, 328(7):06007, 1-5.

Sari, N. A., Mulyani, S., Hastuti, B., & Indriyanti, N. Y. (2021). Analysis of High School Students' STEM Literacy and Problem-Solving Skills in Chemistry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1842, 1-5. International Conference on Science Education and Technology (ICOSETH) 2020, 24 October 2020, Surakarta, Indonesia.

Sekerci, A. R., & Canpolat, N. (2017). Argumentation skills of Turkish freshman university students in chemistry laboratory. *Journal of Educational Sciences and Psychology, VII* (LXIX)(1), 26-39.

Şendur, G., Kurt, E., & Hekimoğlu, B. (2020). How Does Argumentation-based Instruction Affect Pre-service Science Teachers' Conceptual Understanding of Organic Chemistry? The Case of Aromatic Compounds. *Online Science Education Journal, 5*(1), 32 - 51.

Sevian, H., & Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: a learning progression on chemical thinking. *Chemistry Education Research and Practice. 15,* 10-23.

Shah, L., Rodriguez, C. A., Bartoli, M. & Rushton, G. T. (2018). Analysing the impact of a discussion-oriented curriculum on first-year general chemistry students' conceptions of relative acidity. *Journal of chemical education* Research and Practice, 19(2), 543-557.

Singaravelu, S. (2017). Problem Solving Ability of Higher Secondary Chemistry Students. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME), 7,*19-22.

Sjöström, J., & Talanquer, V. (2018). Eco- reflexive chemical thinking and action. *Current opinion in green and sustainable, 13,* 16-20.

Stammes, H., Henze, I., Barendsen, E., & de Vries, M. (2021). Teachers Noticing Chemical Thinking While Students Plan and Draw Designs. In I. Henze, & M. de Vries (Eds.), *Design-Based Concept Learning in Science and Technology Education.* (pp. 311-343). (International Technology Education Studies; Vol. 17). Brill.

Standford, C. L. (2017). *Using discourse analysis to investigate the influences of instructor facilitation and course materials on student argumentation and conceptual understanding in POGIL physical chemistry classrooms*. Doctor of Philosophy, The University of Iowa.

Syahmani, Iriani, R., & Aisyah, N. (2018). The Effect of E-learning Based Schoology on the Learning Outcomes and Problem Solving Skills in Chemistry. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 1st International Conference on Creativity, *Innovation, Technology in Education (IC-CITE 2018). 274*, 301- 307.

Syerliana, L., Muslim, & Setiawan, W. (2018). Argumentation skill profile using "Toulmin Argumentation Pattern" analysis of high school student at Subang on topic hydrostatic pressure. *Journal of Physics: Conference Series, 1013 (2018)* 012031, 1-5.

Szteinberg, G., Balicki, S., Banks, G., Clinchot, M., Cullipher, S., Huie, R., Lambertz, J., Lewis, R., Ngai, C., Weinrich, M., Talanquer, V., & Sevian, H. (2014). Collaborative Professional Development in Chemistry Education Research: Bridging the Gap between Research and Practice. *Journal of Chemical Education, 91,* 1401−1408

Talanquer, V. & Pollard, J. (2010). Let's teach how we think instead of what we know. *Chemistry Education Research and Practice, 11*, 74–83

Talanquer, V., & Pollard, J. (2017). Reforming a Large Foundational Course: Successes and Challenges. *Journal of Chemical Education, 94*, 12, 1844–1851.

Talanquer, V. (2018A). Progressions in reasoning about structure–property relationships. *Journal of chemical education* Research and Practice, 19, 998-1009.

Talanquer, V. (2018B). Chemical rationales: another triplet for chemical thinking. *International Journal of Science Education,40* (15), 1874–1890.

Talanquer, V. (2019). Assessing for Chemical thinking. Madeleine Schultz, Siegbert Schmid, & Gwendolyn A. Lawrie. (Eds.). *Research and Practice in chemistry Education.* Springer Nature Singapore.

Talanquer, V. (2021). Multifaceted chemical thinking: A core competence. *Journal of chemical education, 98*(11), 3450-3456.

Yuriev, E., Naidu, S., Schembri, L. S., & Short , J. L. (2017). Scaffolding the development of problem-solving skills in chemistry: guiding novice students out of dead ends and false starts. *Chemistry Education Research and Practice, 18,* 486 -504

Valdez, J., & Bungihan, M. (2019). Problem-based learning approach enhances the problem solving skills in chemistry of high school students. *Journal of Technology and Science Education, 9*(3), 282-294.

Vo, K., Sarkar, M., White, P. J., & Yuriev, E. (2022). Problem solving in chemistry supported by metacognitive scaffolding: teaching associates' perspectives and practices. *Chemistry Education Research and Practice, 23*, 436–451

Volkova, E., V., (2019). Evaluation and chemical thinking development. 10th ICEEPSY 2019 International Conference on Education and Education Psychology. *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*. 687-695.

Widyorini, C. A., & Rahayu, S. (2021). Examining High School Students' Ill-Structured Problem Solving Skills on Chemistry Problems Related to COVID-19. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 541, 202- 210. Proceedings of the 6th International Seminar on Science Education (ISSE 2020).

Zuhaida, A. (2018). Implementation of basic chemistry experiment based on metacognition to increase problem-solving and build concept understanding. *Journal of Physics: Conference. Series 1006* (2018) 012041, 1-6

Translation of Arabic References:

Abou-Elwafa, Rabab Ahmed Mohamed (2017). A web-based training program in mathematical chemistry based on problem-centered learning and its effectiveness in developing Quantum chemistry concepts, chemical problem-solving skills, and teaching performance of pre-service chemistry teachers.Egyptian. *Journal of Scientific Education issued by the Egyptian Society for Scientific Education, 20*(3), 73-115.

Abdul Latif, Osama Jibril Ahmed (2019). A program based on scientific local social issues for developing scientific argumentation skills, knowledge and attitudes towards these issues among secondary stage students. *Studies in Curriculum and Teaching Methods, 243*, 58-107.

Mokhtar, Mervat Sobhi, Zaki, Saad Yaseen, Shehab, Mona Abdel-Sabour Mohamed & Saleh, Ayat Hassan (2019). Developing the general chemistry curriculum in the light of nanoscience and technology and its effect on achievement and problem solving among secondary stage students. *Journal of Scientific Research in Education, Ain Shams University*, Faculty of Girls for Arts, Sciences and Education.20(11), 743 - 758