استخدام نموذج فراير (Frayer) في تنمية استيعاب المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية

إعداد

د/ أميرة محمد زكي فتح الله

مدرس المناهج وطرق تدريس الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها

الملخص

هدف البحث الحالي إلى التحقق من فاعلية استخدام نموذج فراير في تنمية استيعاب المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي، وتكونت مجموعة البحث من (63) طالباً وطالبة بالصف الأول الثانوي بمدرسة المنشأة الكبرى الثانوية المشتركة، وتم تقسيمهم إلى مجموعتين أحدهما تجريبية قوامها (33) طالباً وطالبة والأخرى ضابطة قوامها (30) طالباً وطالبة، وتم إعداد أدوات البحث والمتمثلة في اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية واختبار الاستدلال العلمي، وتم تطبيقهما قبلياً وبعدياً على مجموعة البحث، وأظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى(٠.٠١) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في كل من اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية واختبار الاستدلال العلمي لصالح المجموعة التجريبية.

الكلمات المفتاحية

نموذج فراير– استيعاب المفاهيم الكيميائية – الاستدلال العلمي

USING FRAYER MODEL FOR DEVELOPING THE CHEMICAL CONCEPTS UNDERSTANDING AND THE SCIENTIFIC INQUIRY AMONG SECONDARY STAGE STUDENTS

BY

AMIRA MOHAMMAD ZAKI FATAH-ALLAH
LECTURER OF CHEMISTRY EDUCATION, FACULTY OF EDUCATION,
BENHA UNIVERSITY

ABSTRACT

The present study aimed at investigating the effectiveness of using Frayer model for developing the chemical concepts understanding and the scientific inquiry among first-grade secondary stage students. The study group consisted of 63 male and female students at the first-grade secondary school at Al-Monshaa Al- Kobra Secondary School . They have been divided into control group (n=30) and experimental group (n= 33). The study instruments (the chemical concepts understanding test and scientific inquiry scale) were developed and administered as a pre-testing and a post-testing to the study groups. The results showed that there were statistically significant differences at 0.01 between the scores means of the control group and the experimental one, in favour of the latter, on the chemical concepts understanding test and scientific inquiry scale. There were also statistically significant differences at 0.01 between the scores means of the experimental group students in the pre-testing and the post-testing on the chemical concepts understanding test and scientific inquiry scale, in favour of post-testing.

- **Keywords:** Frayer Model - chemical concepts - scientific inquiry

المقدمة والاحساس بالمشكلة:

لم تعد المفاهيم والمبادئ العلمية وغيرها من التعميمات مجرد جانب من جوانب التعلم، بل تعتبر محاور أساسية تدور حولها برامج المؤسسات التعليمية، وتعد المفاهيم أهم تلك المحاور إذ أنها أمراً ضرورياً لفهم أساسيات التعلم الأخرى، وذلك لكونها مهمة في تفسير المعلومات وتكوين استدلالات علمية، وتفسير الظواهر غير المألوفة والتنبؤ ووضع الفرضيات. ***(زيتون، ١٩٩٤، ٢٥٥؛ مازن، ٢٠٢٠، ١٣٧)***

كما تعتبر المفاهيم العلمية أساس المعرفة العلمية إذ أنها تتطور وتتخذ علاقات متعددة لتعطي طابع القانون أو المبدأ أو التعميم العلمي، فهي تختزل الكثير من الحقائق وتتطور لتشكل القوانين وتحدد العلاقات بينها، لذا تعد جانباً مهماً بواسطته تنتظم المعرفة وتصبح ذات معني في عقول المتعلمين. ***(الهاشمي، ٢٠١٣، ٤٥)***

لذا يمثل استيعاب المفاهيم العلمية– أو ما يقصد بتعميق الفهم– وتوظيفها في حياة المتعلم أحد أهم الغايات التي تسعى إلى تحقيقها العملية التعليمية، لذا يجب التأكيد على أهمية تعلم المفاهيم خاصة وأن هناك تطور هائل في كم المعارف والمعلومات، ولكي يكون تعلم الكيمياء مسايراً لهذا التطور فقد أصبح التدريس من أجل الفهم أحد مناحي طرق التدريس.

ويتطلب التدريس من أجل الفهم تطوير المعرفة الافتراضية مثل الوقائع والتعريفات والمعلومات واستخدامها من قبل المتعلمين بطرق تتجاوز مجرد حفظ المعلومات واستدعائها عند طلب ذلك، حيث يمكن لهذا النهج من التعليم أن يؤدي إلى مشكلات عندما يصبح هو السياق الرئيس لنهج الطلاب في التعليم المدرسي، لذا يجب تغيير ذلك السياق بما يعزز عملية التعلم، ولكي يحدث ذلك يجب معالجة المعلومات أي تفكيك المعلومات والنظر إليها من وجهة نظر مختلفة وربطها بالمعارف والأفكار الموجودة لدى المتعلم بحيث يمكن استخدامها وتطبيقها بشكل مناسب في مواقف مختلفة، كما يمكن تحفيز المعالجة أيضاً من خلال التدريس بحيث يحل التركيز على تكوين المعني محل التركيز على التذكر والاستدعاء. ***(الوغران، ٢٠٢٢، ١٣٩)***

ويهدف تدريس الكيمياء إلى تمكين الطلاب من فهم المفاهيم والعمليات العلمية اللازمة لحل المشكلات وشرح الظواهر الطبيعية ويتحقق ذلك من خلال تعلم وتطبيق المفاهيم في واقع الحياة اليومية، كما يمثل قدرة الطلاب على استيعاب المفاهيم الكيميائية من الأمور المهمة جداً في التدريس الصفي؛ إذ لا قيمة لمعرفة الطالب لمفهوم ما إذا لم يكن قادراً على الاستفادة منه في مواقف جديدة، ورغم ذلك أشارت ***دراسة عربيات (٢٠١٤) ودراسة عثمان (٢٠١٤)، ودراسة وكامفا وساوانواي وتريجست (Kumph, Suwannoi, Treagust, 2014)، ودراسة الأسمري والمزيني (٢٠١٦)، ودراسة استاسيو (Estacioa, 2017)، ودراسة أبو سالمة (٢٠٢٠)*** إلى أن طلاب المرحلة الثانوية يواجهون صعوبة في استيعاب المفاهيم الأساسية في الكيمياء، لذا فإن هناك ضرورة ملحة لأن يفهم الطلاب المفاهيم حتى يتمكنوا من فهم الأفكار ومناقشتها.

كما كشفت العديد من الدراسات التي أجريت حول مدى فهم واستيعاب الطلاب للمفاهيم العلمية في مراحل التعليم المختلفة- بما تتضمنه من مفاهيم كيميائية- عن وجود قصور في فهم الطلاب لتلك المفاهيم مثل دراسة ***الحدابي (١٩٩٦)، والشعيلي (٢٠٠٩) ، وكايه (Kaya, 2014)***، ولانسانجان واورليز وكامشو ***(Lansangan, Orleans, Camacho, 2018) ، وعطا (٢٠٢٠).***

ويشير ***قطامي (٢٠١٣، ٤٥٣)*** إلى ضرورة تبني المعلمين لاستراتيجيات ميسرة تدعم الاستيعاب لدى الطلاب بدلاً من نقل المعرفة إليهم مثل طرح التساؤلات والنمذجة والتغذية الراجعة وإعطاء الأمثلة، وإيجاد بيئة تمكن الطلاب من استخدام طرقهم في الفهم ليكون فهماً ذو معني، وتشجيع الطلاب على جمع المعلومات وتبادلها مع الآخرين.

وقد بحثت العديد من الدراسات السابقة مدى فاعلية العديد من الإستراتيجيات والمداخل التدريسية في تنمية فهم واستيعاب الطلاب للمفاهيم العلمية وتوصلت تلك الدراسات إلى أنه يمكن تنمية فهم أو استيعاب المفاهيم العلمية من خلال استخدام كل من الوسائط المتعددة الحاسوبية واستخدام استراتيجية (s'7E) ، ونموذج التعلم التوليدي ونموذج البيت

الدائري، استراتيجية المتشابهات والمنظمات المتقدمة، وأنموذج درايفر، وطريقة التعلم التعاوني والتعلم القائم على المشروع، الأسئلة القائمة على استخدام النصوص والصور، ودائرة التعلم، ومدخل النظم من خلال استخدام رسم الخرائط المفاهيمية الدورية، والتعلم القائم على اللعب، استخدام الويكي التعليمي، المحاكاة باستخدام الكمبيوتر، التعلم المعكوس، والتدريس المتمايز . ***(إسحاق ، ٢٠٠٦؛ الرصاعي، العاني ،٢٠٠٧؛ Lekhavat, Jones, 2009 ؛ ناصر، ٢٠١٠؛ طنوس،٢٠١٤؛ الراوي ،٢٠١٤؛ العجمي ،٢٠١٦؛ حجازين ،٢٠١٦؛ حطاب، ٢٠١٨؛ سلامة، ٢٠١٩؛ أبو سالمة ٢٠٢٠؛ أحمد، ٢٠٢١؛ Vachliotis, Satlta, Tzougraki, 2021; Byusa, Kampire, Mwesigye, 2022)***

وفي سياق أهمية تنمية استيعاب المفاهيم العلمية لدى المتعلمين أشار كل من ليخافات وجونز ***(Lekhavat, Jones, 2009)***، وزيمرمان ***(Zimmerman., 2000)*** ولو وصن وزو ويانج ***(Luo, Sun, Zhu, Yang,2021)*** و شافليك وآخرون ***(Shavlik, et al., 2022)*** إلى أن الاستدلال العلمي لدى المتعلمين يرتبط بقدرتهم على استيعاب المفاهيم العلمية، فالاستدلال العلمي ينطوي على استخلاص النتائج من البيانات المرصودة وبناء شبكات معقدة من المفاهيم والأفكار العلمية الرئيسية، ويساعد الفهم العميق للمفاهيم العلمية يساعد على تكوين استنتاجات موثوقة من خلال تمكن الطالب من المعرفة العلمية وإدراك العلاقات بين المفاهيم، ومن جانب آخر فإن قيام المتعلم بالتجريب والتنبؤ ومعالجة المعلومات وتفسيرها وتقييم الأدلة من شأنه أن يعزز فهمه للمفاهيم العلمية الأساسية.

كما يؤكد العديد من التربويين على ضرورة تنمية التفكير بمختلف أنماطه لدى المتعلمين لمساعدتهم على مواجهة تحديات العصر المتنامية، ويعد الاستدلال العلمي من المهارات التي يجب أن يتقنها المتعلم في هذا العصر، إذ أنهم بحاجة إلى استخدام التقنيات والأساليب المناسبة التي تزيد من قدرتهم على تحليل البيانات وتمثيلها وتفسيرها وتقديم الاحتمالات في ضوء الأدلة والبراهين التي تؤيد ذلك ***(المعايير القومية للتعليم في مصر، ٢٠٠٣؛ Kelsey, Steel ,2009)***، كما أن تلك المهارات لها تأثير فعال في تعليم العلوم وإحداث التغير المفاهيمي لدى المتعلمين، وتحسين البيئات التعليمية بما يسمح بتنمية

التحصيل الأكاديمي والتنور العلمي. ***(Bao, Xiao, Koenig, Han, 2018; Luo, Sun, Zhu, Yang,2021 ; Shavlik, et al., 2022)***

وتتنوع التصورات حول تعريف الاستدلال العلمي وبنيته المعرفية في الأدبيات التربوية، من كونه بسيطاً يمثل أحد مراحل المنهج العلمي التي تتضمن استنتاج قضية من قضية أو عدة قضايا معلومة (***عوام، ٢٠١٤، ٥٨***) إلى كونه نمط من أنماط التفكير التي تتطلب حل مشكلة وتتضمن مجموعة كبيرة من القدرات المعقدة كالملاحظة والوصف وإدراك العلاقات وفرض الفروض واختبارها وجمع الأدلة التي تؤيدها والقدرة على التنبؤ.

(***Murphy, 2018, 55; Benson, 2020, 331***)

ورغم أهمية الاستدلال العلمي وتنمية مهاراته لدى المتعلمين إلا أن هناك تدن واضح في مستوى تلك المهارات لدى المتعلمين في مراحل التعليم المختلفة، الأمر الذي يستوجب تطوير استراتيجيات التدريس التي تدعم تلك المهارات لدى المتعلمين (***Cahyaningrum, 2019***) وتشير دراسة أبات وميشيل وأنجيل ***(Abate, Micheal, Angell, 2020)*** إلى أن السبب الرئيس وراء فشل تعليم العلوم في تنمية مهارات الاستدلال العلمي هو عدم القدرة على دمج التفكير العلمي وخاصة التفكير الاستدلالي في التعليم المدرسي.

ومن جانب آخر توصلت دراسة لازوندر وجانسين ***(Lazonder, Janssen, 2021)*** إلى أنه على الرغم من أن قدرة الفرد على الاستدلال تبدأ من سن مبكر– فالأطفال في مرحلة ما قبل المدرسة قادرون على تحديد العلاقة بين السبب والنتيجة – إلا أنه بنهاية المرحلة الابتدائية تقل قدرتهم على تفسير البيانات ويستمر ذلك حتى المرحلة الثانوية إذا لم يتم تحفيز تلك القدرات خلال مسار حياتهم التعليمية.

وفي إطار الجهود المبذولة لتحسين وتنمية قدرة المتعلمين على الاستدلال العلمي سعت العديد من الدراسات إلى دراسة العوامل والاستراتيجيات المناسبة لتطوير القدرة الاستدلالية لدى المتعلمين(***Zimmerma., 2000 ؛آدم، ٢٠٠٦ ؛ Amsel, et al. 2008؛ النجدي، ٢٠٠٨ ؛ هجرس وزكي والجندي، ٢٠١١ ؛ لطف الله، ٢٠١٢ ؛ Holyoak,***

Kant, Scheiter, Morrison, 2012; أبو جحجوح، ٢٠١٤؛ البناء، ٢٠١٥؛ Oschatz, 2017 ؛ محمد ، ٢٠٢٠؛ Schlatter, Molenaar, Lazander, 2021، Shavlik, et al. 2022) ، وأشارت تلك الدراسات إلى فاعلية العديد من الاستراتيجيات والمداخل التدريسية في تنمية الاستدلال العلمي ومنها الاستراتيجيات القائمة على التعلم النشط، نموذج آدي وشاير، الاستراتيجيات القائمة على النمذجة، استراتيجيات ما وراء المعرفة، النماذج التدريسية المستندة إلى التعلم القائم على الدماغ- الأنشطة المعززة بالتكنولوجيا، التعلم القائم على الاستقصاء والاكتشاف، استراتيجيتي أبلتون والعصف الذهني.

مما سبق يتضح سعي العديد من الدراسات إلى البحث عن طرق واستراتيجيات تدريسية مناسبة لتطوير القدرة الاستدلالية لدى الطلاب وانتقالهم من مستوى استدلالي إلى مستوى استدلالي أكثر تطوراً بحيث يصبح الطلاب أكثر قدرة على التكيف مع مجتمعهم وحل مشكلاتهم.

وتعتبر المخططات الرسومية أحد أساليب وطرق تعلم واكتساب المفاهيم والاحتفاظ بها، وهي أدوات بصرية تستخدم لمساعدة الطلاب على تحديد وفهم المفاهيم وسهولة تذكرها، وتسمح تلك الرسوم بالتمثيل المرئي للروابط بين معنى المفهوم ومجموعة من المفاهيم الأخرى ذات الصلة، كما أنها تتضمن العديد من المعالجات النشطة للمفهوم والتي يمكن أن تؤدي بدورها إلى تنمية فهم المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي لدى الطلاب.

ويمثل نموذج فراير أحد مخططات التفكير المصممة لمساعدة الطلاب على استيعاب المفاهيم والتعرف على أوجه التشابه بين والاختلاف بين المفاهيم المختلفة والتعبير عن تلك المفاهيم بلغتهم الخاصة، ويتكون هذا النموذج من أربعة أجزاء هي: تعريف المفهوم- وخصائص المفهوم – والأمثلة الدالة على المفهوم- والأمثلة الغير دالة على المفهوم. *(Clark, 2007, 25؛ أسعد، ٢٠١٧، ١٦٥)*

ويضيف نموذج فراير – كأحد المخططات الرسومية- بعداً آخر من خلال التعبير عن المفهوم باستخدام الصور والرسوم، وإمكانية استخدام المفهوم في سياقات متعددة،

بالإضافة إلى أنه ينشط المعرفة السابقة لدى الطالب والمتصلة بالمفهوم. ***(Dazzeo, Rao, 2020)***

ويساعد استخدام نموذج فراير على اكتساب المفاهيم وتنظيم الأفكار وتبادلها، والاستفادة من الخبرات السابقة لدى المتعلم وربطها بالخبرات الجديدة، وهو أحد النماذج المثالية للحفاظ على استمرار تركيز المتعلمين ***(أسعد، ٢٠١٧، ١٦٧؛ آكرز، ٢٠١٧، ٢٢٧؛ لوغران، ٢٠٢٢، ١٣٣)***، وتشير دراسة كل من لابروس ***(Labrosse,2007)*** ودراسة سوليفان ***(Sullivan, 2015)*** ودراسة بوشانان ***(Buchanan,2015)*** ودراسة استاسيو ***(Estacioa, 2017)*** ودراسة ناكيبوجلو ***(Nakiboglu, 2017)*** ودراسة كريلي ***(Kreile, 2019)***ودراسة سكابانو ***(Sacapano, 2o19)*** ودراسة افيلا ***(Avila, 2020)*** ودراسة دازيو وراو ***(Dazzeo& Rao,2020)*** إلى فاعلية نموذج فراير في تعزيز فهم المفاهيم العلمية واستيعابها من خلال البحث عن الترابطات بين تلك المفاهيم بالإضافة إلى معرفة جوهر وخصائص المفاهيم وفهم الاختلافات بين المفاهيم المتشابهة، واكتساب المفاهيم الجديدة وتطوير الروابط بين المفاهيم الجديدة والمفاهيم التي لديه، والربط بين المفاهيم الفرعية والمفاهيم الكبرى، والمشاركة النشطة من جانب المتعلم في بناء المعرفة وتطويرها مما يؤدي إلى تحقيق التعلم الفعال، وتنمية التحصيل الأكاديمي.

من جانب آخر يمكن استخدام نموذج فراير في تعزيز قدرة الطالب على الاستدلال العلمي من خلال قيامه ببعض العمليات العقلية أثناء تصميمه للنموذج مثل عقد المقارنات وإدراك العلاقات بين المفاهيم وتفسير بعض الظواهر أو العمليات الكيميائية والتنبؤ بها، واستنتاج خصائص بعض المفاهيم من خلال فحص الصور أو الرسوم البيانية أو التوضيحية أومن خلال المعلومات التي يقوم بجمعها من خلال شبكة الانترنت، كما يقوم المتعلم من خلال استخدامه لذلك النموذج بالتعرف على الأمثلة واللاأمثلة التي تعبر عن المفاهيم الكيميائية في ضوء الخصائص المميزة لتلك المفاهيم.

في ضوء ما سبق يتضح ما يلي:

- تعتبر مناهج الكيمياء واحدة من أهم المناهج التي تحوي العديد من المفاهيم العلمية والتي تعد أساساً لفهم العديد من الظواهر الحياتية.
- أن تعلم المفاهيم الكيميائية ومدى فهم الطلاب لها من القضايا المهمة التي تشغل العاملين في مجال التربية العلمية، ومع ذلك يواجه الطلاب في المرحلة الثانوية صعوبة في فهم المفاهيم الكيميائية؛ حيث أشارت العديد من الدراسات ومنها ***دراسة عربيات (٢٠١٤) ودراسة عثمان (٢٠١٤) ودراسة أبو سالمة (٢٠٢٠)*** إلى وجود قصور في ضعف مستوى استيعاب طلاب المرحلة الثانوية للمفاهيم الكيميائية.
- هناك العديد من الجهود المبذولة لتنمية الاستدلال العلمي باعتباره أحد المهارات التي يجب أن يمتلكها الطالب لمواجهة المشكلات التي تواجهه في المواقف الحياتية التي يمر بها، وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أهمية تنمية الاستدلال العلمي لدى المتعلمين بجميع المراحل التعليمية ومنها ***دراسة هجرس وزكي والجندي (٢٠١١)، ودراسة لطف الله (٢٠١٢)، ودراسة البناء (٢٠١٥)، ودراسة محمد (٢٠٢٠).***
- يمكن من خلال استخدام نموذج فراير حث الطلاب على استخلاص الخصائص التي يتميز بها مفهوم ما من خلال جمع المعلومات والصور وتحليلها والتعرف على الأمثلة والنماذج التي ينطبق عليها خصائص المفهوم وتلك التي لا ينطبق عليها خصائص المفهوم مما قد يسهم في تعميق فهمهم لتلك المفاهيم وزيادة قدرتهم على الاستدلال العلمي.

مشكلة البحث:

في ضوء ما سبق وانطلاقاً من أهمية فهم المفاهيم الكيميائية وتنمية الاستدلال العلمي لدى الطلاب، فإن البحث الحالي حاول الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما فاعلية نموذج فراير في استيعاب المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟

وينبثق من السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

- ما فاعلية نموذج فراير في استيعاب المفاهيم الكيميائية لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟
- ما فاعلية نموذج فراير في تنمية الاستدلال العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى ما يلي:

- التحقق من فاعلية استخدام نموذج فراير في تنمية استيعاب المفاهيم الكيميائية لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
- التحقق من فاعلية استخدام نموذج فراير في تدريس الكيمياء في تنمية الاستدلال العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

أدوات البحث:

تمثلت أدوات البحث فيما يلي:

- اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية
- اختبار لاوسون **Lawson** للاستدلال العلمي، حيث تم تكييفه لأعراض البحث.

أهمية البحث:

تمثلت أهمية البحث الحالي فيما يمكن أن تسهم به في:

- تقديم اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية في وحدة " المحاليل – الأحماض والقواعد" لطلاب الصف الأول الثانوي، وقد يفيد ذلك الاختبار الباحثين لقياس استيعاب المفاهيم الكيميائية لدى عينات مماثلة أو اعداد اختبارات مماثلة في ضوئه.
- تقديم دليل المعلم لتدريس وحدة " المحاليل– الأحماض والقواعد" في ضوء نموذج فراير، وكذلك أوراق عمل الطلاب والذي يتضمن مجموعة من الأنشطة التي تسهم في فهم المفاهيم الكيميائية المتضمنة بالوحدة وكذلك تنمية الاستدلال العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي، ويمكن أن يستفيد منه معلمو الكيمياء في تعزيز أساليب تدريسهم وكذلك

القائمون على تطوير المناهج بالمرحلة الثانوية من خلال الاستفادة من تلك الأنشطة وتضمينها بالمناهج الدراسية.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على الحدود التالية:

- مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوي بمدرسة المنشأة الكبرى الثانوية المشتركة بإدارة كفر شكر التعليمية بالقليوبية.
- مستويات استيعاب المفاهيم (الشرح – التفسير – التطبيق).
- أنماط الاستدلال العلمي التي حددها لاوسون في اختباره (Lawson ,2004) وهي : حفظ الوزن والحجم – الاستدلال النسبي– التحكم في المتغيرات – الاستدلال الاحتمالي – الاستدلال الارتباطي – الاستدلال الاستنتاجي الفرضي.

مصطلحات البحث

نموذج فراير: يعرف بأنه أحد النماذج التعليمية التي تستخدم في تعليم وتعلم المفاهيم ويتضمن قيام المتعلم بصياغة تعريف واضح ودقيق للمفهوم وتحديد الخصائص التي يتميز بها ذلك المفهوم، وعرض مجموعة من الأمثلة التي تنتمي للمفهوم وكذلك اللاأمثلة التي لا تنتمي للمفهوم، ويتكون ذلك النموذج من أربع أقسام (تعريف المفهوم– خصائص المفهوم– الأمثلة الموجبة– الأمثلة السالبة) يتوسطها اسم المفهوم.

استيعاب المفاهيم الكيميائية: القدرة على بناء المفاهيم الكيميائية واستخدامها في وصف وشرح العمليات والظواهر الكيميائية وتقديم تفسير لها، وتطبيق تلك المفاهيم في مواقف وسياقات جديدة وإدراك العلاقات فيما بينها، ويعبر عنها بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية المعد لهذا الغرض، وتتضمن عملية الفهم عدة مظاهر منها:

- الشرح: ويعني قدرة الطالب على وصف العمليات والظواهر الكيميائية بدقة .
- التفسير: ويمثل قدرة الطالب على إعطاء الأدلة التي تبرهن على صحة المعلومات.

- التطبيق: ويعني قدرة الطالب على استخدام المفاهيم الكيميائية في مواقف وسياقات جديدة.

الاستدلال العلمي: هو العمليات العقلية التي يقوم بها الطالب بغرض الوصول إلى استنتاجات وحلول لبعض المشكلات في ضوء المعلومات والبيانات المتوفرة لديه، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في اختبار الاستدلال العلمي الذي أعده لاوسون (Lawson, 2004) لهذا الغرض.

أدبيات البحث

استيعاب المفاهيم الكيميائية وأهميته:

تعد المفاهيم الوحدات البنائية للعلوم وهي مكونات لغتها وعن طريق المفاهيم يتم التواصل بين الأفراد سواء داخل المجتمعات العلمية أو خارجها، والمفهوم العلمي – من حيث كونه عملية– هو عملية عقلية يتم عن طريقها تجريد مجموعة من الصفات أو السمات أو الحقائق المشتركة، أو يتم عن طريقها تعميم عدد من الملاحظات ذات العلاقة بمجموعة من الأشياء، والمفهوم العلمي – من حيث كونه ناتجاً للعملية العقلية – هو الاسم أو المصطلح أو الرمز الذي يعطي لمجموعة الصفات أو الخصائص المشتركة أو مجموعة المعلومات المنظمة. ***(النجدي، وسعودي وراشد، ٢٠٠٥، ٣٤٢)***

وتمثل المفاهيم أنظمة معقدة من الأفكار الأكثر تجريداً والتي لا يمكن بناؤها إلا بعد خبرات متعاقبة في مختلف المجالات، وتساعد على تنظيم وتبويب الخبرات ، وللمفاهيم ثلاث أنواع هي: ***(قلادة، ٢٠٠٠، ٩٠)***

- مفاهيم خاصة بتصنيفات من الأحداث أو الأشياء وهي عبارة عن مجموعة من المثيرات تجمعها صفات مشتركة، وبتجريد تلك الصفات تعطي اسماً أو مصطلحاً معيناً.
- مفاهيم تعبر عن علاقات وهي تقرر بعض أنواع العلاقات بين مفهومين أو أكثر.
- مفاهيم مبنية على فروض وتكوينات فرضية ذهنية، وتقوم عليها بعض النظريات العلمية التي تهتم بتفسير العلاقات والقوانين.

ويمكن القول أن الطالب قد تعلم المفاهيم العلمية من خلال قدرته على تحليل تلك المفاهيم، ويتضمن ذلك قدرته على: ***(Klausmeier, Frayer, 1970 ؛ أبو جلالة و عليمات، ٢٠٠١: ٣١٠؛ نمر، ٢٠٢١، ٧٤)***

- تعريف المفهوم العلمي تعريفاً واضحاً وشاملاً.
- تحديد الخصائص الثابتة للمفهوم والخصائص غير الثابتة له.
- تحديد الأمثلة المنتمية للمفهوم والأمثلة غير المنتمية إليه.
- تصنيف المفهوم وبيان العلاقات الخاصة به والعلاقات مع المفاهيم الأخرى.
- دراسة المشكلات التي تتطلب استخدام المفهوم فيها.

ونظراً لأن المفاهيم العلمية وحدة بناء الخبرة التعليمية، لذا فإن استيعاب تلك المفاهيم له أثر كبير على تنظيم الخبرة وسهولة الحصول على المعرفة، ويساعد المتعلم على تنظيم المعلومات في هياكل عقلية منطقية لاستخدامها بشكل مناسب والقيام بتطبيقات معقدة ***(Mills, 2016).***

كما أن فهم واستيعاب المفاهيم العلمية يساعد الطالب على إدراك العلاقات بين المفاهيم مما يسهل فهم العلوم بشكل أكثر فعالية ويسهم في انتقال أثر التعلم ويمهد نحو تعلم مفاهيم أعم وأشمل، وتتصل عملية فهم المفاهيم بعملية التفكير وتمثل قاعدة صلبة لتعلم الطلاب بقية العناصر الأخرى المكونة للنظام المعرفي كالمبادئ والحقائق والتعميمات. ***(الهاشمي، ٢٠١٣، ٣٢)***

مما سبق يتضح أهمية تنمية فهم المفاهيم الكيميائية في تعزيز وتنمية القدرات المعرفية عالية المستوى حيث يتيح فهم المفاهيم للطالب التوصل إلى العديد من الاستنتاجات المتصلة بالمفهوم واستخدامه في تفسير الظواهر وحل المشكلات وتطبيقه في مواقف جديدة.

مستويات استيعاب المفاهيم الكيميائية

بحثت دراسة هولم ولوكسفورد وبراندريت ***Holme, Luxford, Brandriet, (2015)*** الأنماط التي تكشف عن استيعاب الطلاب للمفاهيم الكيميائية من خلال تحليل ما يقرب من ألف وأربعمائة تعريف لاستيعاب وفهم المفاهيم تم وضعهم من قبل معلمي الكيمياء، وتوصلت تلك الدراسة إلى أن استيعاب المفاهيم يتضمن الأنماط أو المستويات التالية: (التطبيق – العمق – التنبؤ – حل المشكلات– الترجمة).

وفي دراسة أجراها لين وآخرون ***(Lin, Hang, Wang, Lee, 2011)*** أشاروا إلى أنه يمكن قياس مستوى استيعاب الطلاب للمفاهيم العلمية من خلال أربعة معايير وهي: (قدرة الطالب على تطبيق المفهوم – مدى توافق المفاهيم الجديدة مع المفاهيم الموجودة لدى الطالب – القدرة على صياغة تعريف واضح للمفهوم – القدرة على تقديم الحجج والتفسيرات المعقولة التي تنطوي على فهم البيانات المتعلقة بالمفاهيم)

وحدد فان دير ستين وستينبيك وفان جيرت ***(Van Der Steen, Steenbeek, Wielinski, Van Geert, 2012)*** مستويات استيعاب المفاهيم العلمية على النحو التالي: (تحديد خصائص المفهوم– الربط بين عناصر المفهوم والتمييز بينها – وصف جوانب المفهوم من حيث ملاحظة العلاقات السببية – الشرح والتنبؤ).

وحددت دراسة ***طنوس (٢٠١٤)*** مستويات فهم المفاهيم العلمية في ما يلي: (الاستيعاب – التطبيق – التحليل)

وحددت دراسة ***سلامة (٢٠١٩)*** مستويات فهم المفاهيم العلمية فيما يلي: (الشرح – التفسير – التطبيق – فهم الذات)

كما حددت دراسة ***عطا (٢٠٢٠)*** مستويات فهم المتعلمين للمفاهيم العلمية وفقاً لتصنيف بلوم وتمثلت فيما يلي: (التفسير – الشرح – الاستنتاج – إعطاء الأمثلة – التصنيف – المقارنة – التصنيف)

وحددت دراسة كل من ***آل رشود (٢٠١١)، وعثمان (٢٠١٤)، والأسمري والمزيني (٢٠١٦)، أبو سالمة (٢٠٢٠)*** مستويات الاستيعاب المفاهيمي فيما يلي: (التوضيح- التفسير – والتطبيق – اتخاذ المنظور).

مما سبق يتضح تعدد الرؤى حول تحديد مستويات استيعاب المفاهيم العلمية، وقد اقتصر البحث الحالي على تنمية مستويات استيعاب المفاهيم التالية: (الشرح- التفسير – التطبيق) وذلك لشيوعها في الدراسات السابقة.

أساليب وطرق تنمية استيعاب المفاهيم الكيميائية

يهدف التدريس من أجل الفهم إلى زيادة قدرة الطالب على معالجة المعلومات، ويقصد بالمعالجة تفكيك المعلومات والنظر إليها من وجهات نظر متعددة وربطها بالمعارف والأفكار الحالية بحيث يمكن استخدامها بطرق متنوعة وتطبيقها بشكل مناسب في مواقف مختلفة. ***(لوغران، ٢٠٢٢، ١٣٨).***

وللتعرف على أساليب تنمية استيعاب المفاهيم الكيميائية يجب الوقوف على العوامل والأسباب التي قد تؤدي إلى ضعف مستوى فهم الطلاب للمفاهيم العلمية، وقد أجرى سقراط وتاماني وموتابيد وراديد ***(Sokrat, Tamani, Moutaabbid, Radid ,2014)*** دراسة لبحث الأسباب المحتملة لضعف مستوى فهم الطلاب بالمرحلة الجامعية للمفاهيم الكيميائية ، وتوصلت تلك الدراسة إلى أن مستوى فهم الطلاب للمفاهيم الكيميائية يرجع إلى مجموعة من العوامل منها:

- طبيعة المفهوم ومدى توفر المعلومات المرتبطة به.
- مستوى الدافعية لدى الطالب.
- مدى امتلاك الطالب للأسس المعرفية اللازمة لفهم المفهوم.
- استراتيجيات التدريس المستخدمة.

ويتأثر تعلم المفاهيم بالعديد من العوامل منها: ***(النجدي وسعودي وراشد، ٢٠٠٣، ٣٥٢)***

- عدد الأمثلة: حيث يتطلب تكوين المفهوم من المتعلم أن يميز بين أوجه الشبه والاختلاف بين عناصر الموقف ليصل إلى تنظيم لهذه العناصر في علاقات تجعلها ذات معنى بالنسبة له، وتقديم عدد كاف من الأمثلة لتأكيد العرض الجيد للمفهوم المراد تعلمه.
- الأمثلة الإيجابية التي تشتمل على عناصر ذات صلة مباشرة بالمفهوم، والأمثلة السلبية التي لا تشتمل على هذه العناصر؛ فعملية التمييز للعناصر المشتركة بين الأمثلة الإيجابية والسلبية تتطلب عملاً عقلياً ينتج عنه إدراك أعمق للعلاقات الموجودة بين تلك العناصر، الأمر الذي يجعلها ذات معنى حقيقي بالنسبة للمتعلم.
- الخبرات السابقة للمتعلم؛ فمرور التلميذ بخبرات كثيرة سابقة يساعده على رؤية العلاقات بين عناصر الموقف الجديد، وذلك لأن بناء المفاهيم يقوم على أساس تتابع الخبرات واستمرار إعادة تنظيمها في ضوء الخبرات الجديدة.
- نوع المفهوم: فهناك علاقة بين نوع المفهوم وبين درجة صعوبة تعلمه، وهذه العلاقة لها تأثيرها على دور المعلم بالنسبة لمساعدة المتعلمين على تعلم المفاهيم.

ولتسهيل استيعاب المفاهيم العلمية أشار ***النمر (٢٠٢١، ٧٤، ٧٥)*** إلى أن معلم العلوم يقع عليه مسئولية نقل المفاهيم المجردة إلى مفاهيم حسية ذات معنى وذلك بالتخطيط الجيد لتعلم المفهوم واستخدام الطرق والأساليب التي تساعد الطلاب على البحث والتفكير وحل المشكلات والتعرف على أنماط تعلم الطلاب المفضلة، فضلاً عن دور التكنولوجيا في دعم عملية فهم المفاهيم العلمية، ومن الاستراتيجيات التدريسية الفعالة التي تساعد المعلم على تنمية فهم طلابه للمفاهيم العلمية التعلم بالاكتشاف، التعلم التعاوني والعصف الذهني، وحل المشكلات.

وفي السياق أشار جلين ***(Glynn,1991, 221)*** إلى أن النماذج القائمة على الاستدلال القياسي وإجراء المقارنات لمعرفة أوجه التشابه والاختلاف بين المفاهيم المختلفة بما يعرف بالطريقة التناظرية تمثل طرقاً مثالية لربط المفاهيم الجديدة بالمفاهيم المألوفة لدى

الطلاب، لذا يستوجب الأمر فحص النصوص العلمية المقدمة للطلاب- باعتبارها أحد العناصر المهمة التي تلعب دوراً حيوياً في فهم المفاهيم العلمية واكتساب المعارف والمهارات- بحيث يتم تعزيزها بالرسوم التوضيحية وإبراز المفاهيم الأساسية بها وإعطاء الأمثلة التي توضح تلك المفاهيم واستخدام أدوات تكميلية مثل الفيديوهات والكتب المرجعية والأفلام التعليمية لمساعدة الطلاب على فهم المفاهيم الجديدة وإدراك العلاقة بينها وبين المفاهيم المألوفة لديهم وتحفيزهم على تعميم وتطبيق تلك المفاهيم في سياقات أخرى.

كما أشار كالمان ***(Kalman, 2008, 14)*** إلى أهمية استخدام السقالات التعليمية في مساعدة الطالب على فحص المفاهيم العلمية والمشكلات الأعلى من مستوى تطورهم العقلي والتي يصعب عليهم التفاعل معها، حيث تتمثل فكرة السقالات في تقديم الدعم لهؤلاء الطلاب للنجاح في التعامل مع المفاهيم العلمية وفهمها في بيئة اجتماعية تشمل معلمه وأقرانه.

وأوضح ***الهاشمي (٢٠١٣، ٢٧)*** إلى أنه يمكن تعزيز فهم الطالب للمفاهيم العلمية من خلال ربط المفاهيم بخبرات الطلاب وبيئتهم التي يعيشون فيها، وعرض أكبر قدر من الأمثلة على المفهوم أثناء التدريس والتأكد من استخدام الطالب له، حيث يستدل على فهم الطالب للمفهوم من خلال قدرته على تطبيق تلك المفاهيم في التنبؤ والتفسير.

وبحثت دراسة ديفريتاس وبالمر ***(De Freitas, Palmer,2016)*** عن الطرق والأساليب التي تسهم في تنمية فهم المفاهيم العلمية، وأشارت تلك الدراسة إلى فاعلية استخدام النماذج القائمة على البنائية واستخدام الألعاب الاستكشافية في تعميق فهم الطلاب للمفاهيم العلمية.

وتوصلت دراسة ليخافات وجونز***(Lekhavat, Jones, 2009)*** إلى فاعلية الأسئلة المستندة على استخدام الصور وتلك المستندة على الملاحظة المباشرة للأحداث والتجارب العلمية في تحسين فهم المفاهيم الكيميائية والقدرة الاستدلالية لدى الطلاب وذلك بالمقارنة باستخدام الأسئلة النصية.

وفي إطار تعزيز فهم المفاهيم العلمية ومنها المفاهيم الكيميائية بحثت العديد من الدراسات (***الرصاعي، العاني، ٢٠٠٧؛ Kalman,2008, 6؛ناصر، ٢٠١٠؛ آل رشود، ٢٠١١، العزوني، ٢٠١٣؛ طنوس، ٢٠١٤؛ الراوي، ٢٠١٤؛ العجمي، ٢٠١٦؛الأسمري والمزيني، ٢٠١٦؛ حجازين، ٢٠١٦؛Abed, 2016 ؛ حطاب، ٢٠١٨؛ سلامة، ٢٠١٩؛ أبو سالمة، ٢٠٢٠؛ أحمد، ٢٠٢١؛ Vachliotis, Satlta, Tzougraki, 2021; Byusa, Kampire, Mwesigye, 2022***) فاعلية استخدام العديد من المعالجات التدريسية من أجل تحقيق الفهم العميق للمفاهيم العلمية وخاصة المفاهيم الكيميائية، وتوصلت تلك الدراسات إلى فاعلية استخدام العديد من المعالجات التدريسية في تنمية استيعاب المفاهيم العلمية، ومن بين تلك المعالجات: استخدام الوسائط المتعددة الحاسوبية واستخدام استراتيجية (s'7E) ، ونموذج التعلم التوليدي ونموذج البيت الدائري، أنموذج درايفر، نموذج رجلة التدريس، وطريقة التعلم التعاوني والتعلم القائم على المشروع، الأسئلة القائمة على استخدام النصوص والصور، ومدخل النظم من خلال استخدام رسم الخرائط المفاهيمية الدورية، والتعلم القائم على اللعب، والدراما، واستخدام الويكي التعليمي، المحاكاة باستخدام الكمبيوتر، ممارسة التفكير التقييمي والمناقشات التعاونية والقائمة على الجدل، واستخدام التعلم المعكوس، الاستراتيجيات القائمة على نظرية هيرمان ونظرية التعلم المستند إلى الدماغ، التدريس المتمايز، استراتيجية المتشابهات والمنظمات المتقدمة.

كما أشار ***ميلز(Mills, 2016)*** إلى أنه يمكن تحقيق الأبعاد الأساسية المعززة للاستيعاب المفاهيمي من خلال الأنشطة التعليمية الهادفة التي تتم في بيئة تعليمية اجتماعية نشطة وباستخدام استراتيجيات تعليمية فعالة مثل حل المشكلات، التعلم التعاوني، المتشابهات، خرائط المفاهيم، وخرائط التفكير، وتتمثل تلك الأبعاد فيما يلي:

- المعرفة الواقعية والإجرائية؛ فكلما زادت معرفة الطالب حول المفهوم زادت احتمالية فهمه للمفهوم.
- نقل المعرفة وممارستها من خلال الربط بين النظرية والتطبيق.

- ما وراء المعرفة، وتعني كيفية الطالب في توجيه تفكيره وتنظيم معارفه في هياكل منطقية مرنة.

مما سبق يتضح تعدد الطرق والأساليب المتبعة لتنمية استيعاب المفاهيم العلمية، ومن الملاحظ أن جميع تلك الطرق والأساليب تسعى إلى نشاط المتعلم وحثه على القيام بالعديد من العمليات والأنشطة التي تستهدف تحليل المفهوم وإدراك العلاقات بينه وبين المفاهيم الأخرى في المجال الذي ينتمي إليه، وكذلك ربطه بالمفاهيم المألوفة لدى المتعلم، وشرح خصائصه وتطبيقه في مواقف أخرى.

الاستدلال العلمي

ترى النظريات الفلسفية التقليدية أن الاستدلال العلمي هو تطبيق المنطق، أي تطبيق خوارزميات استنتاجية أو استقرائية على مجموعة من الافتراضات، فالمقدمات الحقيقية بالإضافة إلى التفكير الجيد ينتج عنه استنتاجات حقيقية، إلا أن الكثير من الممارسات العلمية لا تتناسب مع النظرة السابقة للاستدلال العلمي؛ حيث يتطلب الاستدلال العلمي توليد عدد من الفروض واختبار النتائج الاستنتاجية لها، وهذا التباين يركز على قابلية العلم للخطأ فيما يتعلق بالمقدمات ***(Nersessian,2010, 11)***

وتتنوع التصورات حول تعريف الاستدلال العلمي وبنيته المعرفية، حيث يعرفه الخطيب (٢٠٠٩، ٩٠) وعوام (٢٠١٤، ٥٨) بأنه استنتاج قضية من قضية أو عدة قضايا معلومة، أي أنه البرهان الذي يبدأ من قضايا مسلم بها ويسير إلى قضايا أخرى تنتج عنها بالضرورة، ويمثل أهم مرحلة من مراحل المنهج العلمي.

بينما يشير النجدي وسعودي وراشد (٢٠٠٥، ٢٤٣) إلى أنه نمط من أنماط التفكير الذي يستهدف حل مشكلة واتخاذ قرار، وهو عملية تتضمن الوصول إلى نتيجة من مقدمات معلومة، ويتضمن مجموعة من العمليات العقلية العليا كالتخيل والاستبصار والتجريد والتعميم والاستنتاج والتمييز والنقد.

ويشير مورفي ***(Murphy, 2018, 55)*** إلى أنه من خلال عملية الاستدلال العلمي فإن المتعلم يقوم بإجراء الملاحظات ووصف الأحداث بدقة واستنتاج العلاقات وتفسيرها وفرض عدد من الفروض واختبارها وجمع الأدلة التي تدعمها، وهو بذلك يتضمن مجموعة معقدة من القدرات المترابطة وهي: ***(Fischer, et al. 2014, 29; Gilbrt, 2006,205)***

- الفهم الأساسي لطبيعة العلم وكيفية التعامل مع المعرفة.
- المهارات والمعرفة المرتبطة بالممارسة العلمية .
- فهم المفاهيم والأفكار العلمية الرئيسية.
- عمق المعالجة.

كما يشير ***بلانشيي (٢٠٠٣، ٦١)*** إلى أن الاستدلال العلمي له العديد من الوظائف أهمها إثبات صدق قضية بإنشاء سلسلة من القضايا الوسيطة بينها وبيم قضية أو عدة قضايا أخرى، وأن صدق استدلال الفرد يستند إلى مدى صدق القضايا التي استند عليها لذا يكون الاستدلال دائما مقبولاً من الناحية المنطقية.

وبالتالي فإن الاستدلال العلمي لا ينحصر على الحجج الاستنتاجية والاستقرائية كما زعم الفلاسفة، إنما يتضمن أيضاً التفكير المنتج والعديد من الممارسات كحل المشكلات والنمذجة والتي تسهم في إحداث التغير المفاهيمي في العلوم لدى المتعلمين. ***Magnani, (Nersessian, Thagard,1999, 6)***

وقد أشارت العديد من الدراسات السابقة إلى أن مستوى الاستدلال العلمي لدى الطلاب يعطي قدرة تنبؤية عالية عن تحصيل هؤلاء الطلاب ***(Lawson, 2004 ؛ آدم، ٢٠٠٦ ؛ الزغل ٢٠٠٦ ؛ الزعبي، والشرع، والسلامات، ٢٠٠٩ ، محمد ٢٠٢٠)*** حيث تكشف القدرة الاستدلالية لدى الطلاب عن مدى تطبيقهم لخطوات البحث العلمي، واستخدام المنطق في الوصول للمعلومات والخبرات التعليمية وتنظيمها وبالتالي سهولة فهمها واسترجاعها.

وفي سياق أهمية الاستدلال العلمي لدى المتعلمين، بحثت دراسة لازوندر وآخرون ***(Lazonder, et.al, 2020)*** ارتباط الاستدلال العلمي بأنماط النمو والفهم القرائي من خلال تحليل استجابات المتعلم سنوياً على اختبار الاستدلال العلمي، حيث توصلت تلك الدراسة إلى تطور الاستدلال العلمي لدى المتعلمين بغض النظر عن نمط النمو، وارتباط قدرة المتعلمين على الاستدلال العلمي بقدرتهم على الفهم القرائي أي أن المتعلمين الذين أظهروا مستوى جيد من الاستدلال العلمي أظهروا أيضاً مستوى جيد في الفهم القرائي.

مما سبق يتضح أن الاستدلال العلمي:

- نمط من أنماط التفكير الذي ينطوي على العديد من العمليات العقلية مثل الملاحظة وفرض الفروض والتفسير والتنبؤ وغيرها بغرض حل مشكلات أو الوصول إلى استنتاجات من مقدمات معلومة.
- هو البرهان الذي يبدأ من قضايا مسلم بها وينتقل إلى قضايا أخرى تنتج عنها دون الحاجة إلى إثبات ذلك بالتجربة.
- عملية منطقية تستند إلى البرهان أو نهج وسلوك عام يتم إعماله في كافة العلوم

أنماط الاستدلال العلمي:

تعددت وجهات النظر الباحثين والتربويين حول تحديد مستويات وأنماط الاستدلال المعرفي وفقاً لاختلاف وجهات نظرهم حول وضع تعريف محدد للاستدلال العلمي، وذلك على النحو التالي:

أشار بينسون ***(Benson, 2020, 331)*** أن الاستدلال العلمي يتضمن قدرة الفرد على حل المشكلات الأساسية وتشكيل الفرضيات وتصميم التجارب لاختيار الفرضيات، والتمييز بين الدليل المحدد والأدلة غير المحددة وتفسير النتائج كدليل يدعم أو يدحض الفرضيات.

حدد لاوسون ***(Lawson ,2004)*** ستة أنماط للاستدلال العلمي وهي (حفظ الوزن والحجم – الاستدلال النسبي– التحكم في المتغيرات – الاستدلال الاحتمالي – الاستدلال

الارتباطي – الاستدلال الاستنتاجي الفرضي)، وهي تمثل أساساً للاستدلال العلمي في ثلاثة مستويات هي: الاستدلال الوصفي والاستدلال. ***(Bao, Xiao, Koenig, Han ,2018)***

وحددت دراسة هوليوك وموريسون ***(Holyoak, Morrison, 2012)*** أنماط الاستدلال العلمي في الاستنتاج، الاستقراء، والاستدلال السببي، وتكوين المفهوم واختبار الفرضيات

وأشارت دراسة كل من ***الزعبي و الشرع والسلامات (٢٠٠٩)***، ودراسة ***السلامات (٢٠١٩)*** أن الاستدلال العلمي يتحدد بالمستويات التالية: (الاستدلال التجريبي – الاستدلال الانتقالي – الاستدلال الفرضي الاستنتاجي)

وحددت دراسة كل من ***هجرس وزكي والجندي (٢٠١١)***، ودراسة ***لطف الله (٢٠١٢)*** الاستدلال العلمي في الأنماط الآتية: (الاستدلال الاستقرائي – الاستدلال الاستنباطي أو القياسي– الاستدلال الخاص بضبط المتغيرات – الاستدلال التناسبي – الاستدلال الاحتفاظي– الاستدلال التوافقي)

في حين حددت دراسة فيشر ***(Fischer, et al., 2014)*** ودراسة لازوندر وجانسين ***(Lazonder, Janssen, 2021)*** أنماط الاستدلال العلمي فيما يأتي (التنبؤ – التجريب – التفسير – تقييم البيانات – استخلاص النتائج)

ويرى كهيانينجرام ***(Cahyaningrum, 2019)*** أن الاستدلال العلمي هو تطبيق المنطق والبحث عن التفسيرات وتصميم الفرضيات وصنع التنبؤات وحل المشكلات والتحكم في المتغيرات وتحليل البيانات وتطوير المعنى.

وأشارت دراسة أبات وميشيل وأنجيل ***(Abate, Micheal, Angell, 2020)*** إلى أن الاستدلال العلمي يتضمن الأنماط الآتية: (المنطق العلمي– الاستنتاج الرياضي– التقييم التجريبي– النمذجة الافتراضية– التصنيف – التفكير الاحتمالي)

وحددت دراسة **محمد (٢٠٢٠)** ثمانية أنماط للاستدلال العلمي تمثلت في (ضبط المتغيرات – الاستدلال السببي – الاستدلال الاستقرائي – الاستدلال الاستنباطي – الاستدلال الارتباطي – الاستدلال التناسبي – الاستدلال الاحتمالي – الاستدلال الفرضي الاستنباطي)

مما سبق يتضح تعدد التصورات حول أنماط ومستويات الاستدلال العلمي، وقد تبنى البحث الحالي أنماط الاستدلال العلمي الستة التي حددها لاوسون (Lawson ,2004)

العوامل المؤثرة على الاستدلال العلمي

توصلت العديد من الدراسات إلى مجموعة من العوامل التي تؤثر على القدرة الاستدلالية لدى المتعلم ومن بين تلك العوامل ما يأتي: ***(Martin , 2000, 43; Zimmerman, 2000; Mayer, Gilbert,2006, 204; Sodian, Koerber, Schwippert, 2014 ;Aizpurua, Lizaso, Iturbe, 2018)***

- المعرفة السابقة لدى المتعلم.
- الدوافع الذاتية
- التنظيم الذاتي والكفاءة الذاتية.
- قدرات المتعلم المكانية وقدرته على حل المشكلات.
- الذكاء ومهارات القراءة.
- مدى كفاية المعلومات والبيانات

أساليب تنمية الاستدلال العلمي

توجد العديد من الطرق والأساليب التي يمكن توظيفها في تدريس الكيمياء لتنمية الاستدلال العلمي لدى الطلاب والتي كشفت عنها العديد من الدراسات السابقة على النحو التالي:

يشير شلاتر ومولينار ولازوندر ***(Schlatter, Molenaar, Lazonder, 2021)*** إلى أن تعزيز فهم معلمي العلوم بأساليب تنمية الاستدلال العلمي لدى تلاميذهم من أهم السبل لتنمية تلك المهارات لدى المتعلمين، ويجب أن يدرك المعلم أن المتعلمين من نفس

العمر يختلفون في إتقانهم لمهارات الاستدلال العلمي، لذا عليهم تقديم موضوعات وقضايا علمية تلائم احتياجات المتعلمين المختلفة لتنمية الاستدلال العلمي لديهم.

وقد كشفت دراسة ***البناء (٢٠١٥)*** عن فاعلية استخدام استراتيجيتي أبلتون واستمطار الأفكار في تدريس مادة الكيمياء في تنمية الاستدلال العلمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية.

كما بحثت العديد من الدراسات العوامل والاستراتيجيات المناسبة لتطوير القدرة الاستدلالية لدى المتعلمين(***Holyoak, Morrison, 2012 ؛ آدم، ٢٠٠٦ ؛ Amsel, E. et al. 2008؛ النجدي، ٢٠٠٨ ؛ هجرس وزكي والجندي، ٢٠١١ ؛ لطف الله، ٢٠١٢ ؛ أبو حجوح، ٢٠١٤ ؛ Kant, Scheiter, Oschatz, 2017؛ محمد ، ٢٠٢٠ ؛*** وتوصلت تلك الدراسات إلى أنه يمكن تنمية الاستدلال العلمي من خلال النماذج والاستراتيجيات التالية: (الاستراتيجيات القائمة على التعلم النشط – نموذج آدي وشاير – الاستراتيجيات القائمة على النمذجة – استراتيجيات ما وراء المعرفة – النماذج التدريسية القائمة على التعلم القائم على الدماغ– التعلم الاستقصائي القائم على المحاكاة والنمذجة – التعلم بالاكتشاف)

ومن خلال استقراء الدراسات السابقة يتضح اهتمام العديد من الباحثين في مجال التربية العلمية بتنمية الاستدلال العلمي لدى المتعلمين بمختلف المراحل التعليمية، وسعي تلك الدراسات إلى استخدام معالجات تدريسية تتضمن قيام الطلاب بعمليات التفكير العلمي كالملاحظة والتجريب والاستنتاج حيث تعد تلك العمليات أساس الاستدلال العلمي.

ثالثاً: نموذج فراير

يعرف نموذج فراير بأنه أحد مخططات التفكير وضعه فراير لغرض استيعاب المفاهيم العلمية ومساعدة التلاميذ على التفكير عن هذا المفهوم بلغتهم الخاصة ***(أسعد، ٢٠١٧، ١٦٥)***

وهو نوع من الرسوم أو المخططات التي تساعد الطلاب على تطوير العلاقات المفاهيمية وشرح وتوضيح المفهوم بأمثلة توضح فهمهم له، ويسمى باسم مخطط تحليل الكلمات أو خريطة الكلمات ويستخدم ذلك النموذج في تدريس المفاهيم العلمية، ويتكون من

أربعة أقسام هي: تعريف المفهوم – خصائص أو مزايا المفهوم – الأمثلة الدالة على المفهوم – الأمثلة غير الدالة على المفهوم. ***Core, 2003, 36; Clark, 2007, 25; Munday, Keeley, Landel, 2010, 113)***

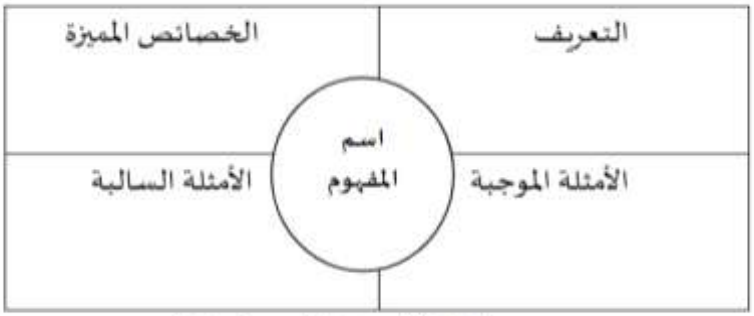
كما يشير ***لوغران (٢٠٢٢، ١٣٤)*** إلى أن نموذج فراير هو منظم رسوم بيانية يشبه إلى حد ما خريطة دلالية ذات بناء محدد، وفي هذا النموذج يوضع المفهوم الرئيسي في المركز محاطاً بأربع خانات للمعلومات المتعلقة بهذا المفهوم وهي: (الخصائص الأساسية – الأمثلة المنطبقة– الخصائص غير الأساسية – الأمثلة غير المنطبقة)، كما أن ذلك النموذج يشجع الطلاب على الاستفادة من معارفهم الحالية لتحديد ما هو مهم لإنجاز المهمة.

خطوات نموذج فراير

يسير نموذج فراير وفقاً للخطوات الإجرائية التالية: ***Clark, 2007, 25; Wormeli, 2005, 91، الأتربي، ٢٠١٩، ١٩٣)***

- يطلب المعلم من الطلاب كتابة المفهوم في مركز المخطط.
- يوجه المعلم الطلاب إلى تحديد تعريف للمفهوم" بالزاوية اليمنى العلوية للنموذج"، ويمكن للطلاب استخدام الكتب المدرسية أو مصادر تعلم أخرى لتطوير تعريف واضح ومختصر للمفهوم.
- يساعد المعلم الطلاب على تحديد سمات أو خصائص ذلك المفهوم " في الزاوية اليسرى العلوية".
- يشجع المعلم الطلاب على إعطاء أمثلة للمفهوم " في الزاوية اليمنى السفلية للنموذج"، واللا أمثلة للمفهوم " في الزاوية اليسرى السفلية للنموذج" .
- يناقش المعلم الطلاب في النتائج التي توصلوا إليها.

والشكل التالي يوضح نموذج فراير



شكل (1) مخطط نموذج فراير

يتضح من هذا النموذج أن هناك تسلسل في عرض المفهوم يبدأ بالتعريف باستخدام الوسائل المعينة ثم بعد ذلك يأتي دور عرض واستنتاج الخصائص التي يتميز بها ذلك المفهوم، ثم عرض الأمثلة الموجبة (المحققة للتعريف) والأمثلة السالبة (غير محققة للتعريف)

وقد اختلف الباحثون في طريقة تنفيذهم لخطوات نموذج فراير فقد قام دازو ورو ***(Dazzeo, Rao, 2020)*** بتحويل نموذج فراير التقليدي إلى تنسيق رقمي بحيث يتم عرض مجموعة من العروض التقديمية تتضمن المفاهيم التي يجب على الطالب تعلمها، وتوفر كل شريحة تعريفاً محدداً لكل مفهوم، ويقوم الطالب بعرض ما مجموعة من الأمثلة (المرادفات)، واللاأمثلة (المتضادات) على المفهوم، ويوجد بالمخطط منطقة خاصة بتحميل الصور تتيح للطالب تحميل صورة تلائم المفهوم، وكتابة جملة تتعلق بالصورة، وبعد انتهائهم يقومون بمشاركة تلك الشرائح مع بعضهم البعض، وعلى المعلم تقديم التوجيه والدعم للطلاب.

وأشار ***شقير (٢٠٠٧)، والحربي (٢٠١٧)*** إلى أن استخدام نموذج فراير يمر بالمراحل التالية:

المرحلة الأولى: تحليل المفهوم إلى عناصره والتي تتضمن (اسم المفهوم – تعريف المفهوم – الأمثلة الموجبة – الأمثلة السالبة – الخصائص المميزة للمفهوم – الخصائص الغير مميزة للمفهوم)

المرحلة الثانية: تدريس المفهوم، وتشمل قيام المعلم بالخطوات الإجرائية التالية:

- ابتكار مرجع بصري أو مرئي للمفهوم المراد تعلمه.

- مساعدة الطالب على التفكير ووصف معنى المفهوم من خلال تعريفه ووصف الخصائص المميزة له، والتمييز بين الأمثلة الموجبة والأمثلة السالبة للمفهوم.

المرحلة الثالثة: قياس اكتساب المفهوم

يشمل قيام الطالب بمعرفة اسم المفهوم عند رؤية المثال، وذكر خصائصه وعرض أمثلة منتمية وأخرى غير منتمية للمفهوم، والقدرة على استخدامه.

وعرض ***الجهني (٢٠٢٠)*** إجراءات تنفيذ نموذج فراير كما يلي:

- **مرحلة ما قبل التدريس** وتشمل تحديد المفاهيم المراد تدريسها، وتحديد سمات المفاهيم وخصائصها، وتحديد المفاهيم الأعمق، وانشاء نموذج فراير.
- **مرحلة التدريس:** ويتم في تلك المرحلة توزيع نموذج فراير على الطلاب، وتوجيهم لاستخدام ذلك النموذج وقيامهم بعملية العصف الذهني.
- **مرحلة ما بعد التدريس:** وفيها يقوم المعلم بإجراء مناقشة مع الطلاب حول المفهوم، والحكم على النماذج التي انتجها الطلاب لإجراء ما يلزم من تعديلات لما اكتسبه الطلاب من معارف.

وقد تم استخدام نموذج فراير في البحث الحالي بما يسهم في تنمية استيعاب الطلاب للمفاهيم الكيميائية وتنمية قدرتهم على الاستدلال العلمي من خلال الإجراءات التالية:

أولاً: المقدمة:

- يقوم المعلم بتقسيم الطلاب إلى مجموعات تعاونية يتراوح عدد كل منها ما بين (٥-٦) طلاب، ثم يقوم بتوزيع أوراق لكل مجموعة لتصميم نموذج مرسوم لكل مفهوم من المفاهيم المتضمنة بالدرس.
- يحدد المعلم أحد المفاهيم ويطلب من الطلاب تسجيل كل ما يعرفوه عن ذلك المفهوم وفقاً لخبراتهم السابقة .

- يشجع المعلم الطلاب على طرح مجموعة من الأسئلة المرتبطة بالمفهوم والتي يريدون الإجابة عنها.
- يتيح المعلم الفرصة للطلاب للتقصي عبر الويب أو إجراء بعض الأنشطة التي تتطلب ممارسة عمليات العلم المختلفة مثل الملاحظة والاستنتاج والتفسير بغرض جمع معلومات ووضع إجابات منطقية للأسئلة التي طرحها الطلاب والمرتبطة بالمفهوم.

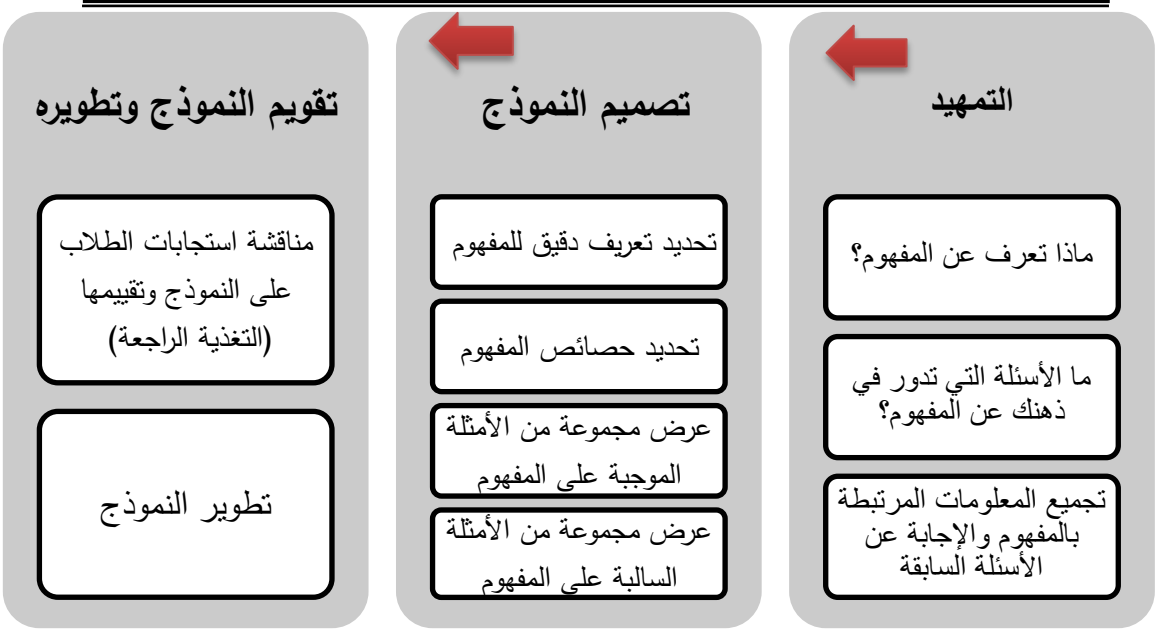
ثانياً: تصميم النموذج

- يتم تصميم المخطط بحيث يتضمن أربعة مربعات يتوسطها "المفهوم".
- يطلب المعلم من الطلاب تحديد تعريف دقيق للمفهوم في ضوء المعلومات التي قاموا بجمعها، وتسجيله بالجزء العلوي ناحية اليمين من المخطط.
- يطلب المعلم من الطلاب استنتاج أهم الخصائص المميزة للمفهوم ووضعها في الجزء العلوي ناحية اليسار للنموذج.
- يطلب المعلم من الطلاب التوصل إلى مجموعة من الأمثلة للمفهوم والتي ينطبق عليها خصائص المفهوم ووضعها بالجزء السفلي ناحية اليمين للنموذج.
- يطلب المعلم من الطلاب التوصل إلى مجموعة من اللاأمثلة للمفهوم والتي لاينطبق عليها خصائص المفهوم ووضعها بالجزء السفلي ناحية اليسار للنموذج.

ثالثاً: تقويم النموذج وتطويره:

- يناقش المعلم الطلاب في النموذج الذي قاموا بإعداده، ثم يطلب منهم إجراء التعديلات اللازمة عليه وتطويره.

وفيما يلي مخطط يوضح إجراءات تنفيذ نموذج فراير في البحث الحالي



شكل (٢) إجراءات تنفيذ نموذج فراير

أهمية استخدام نموذج فراير في تعلم الكيمياء

يعد نموذج فراير من النماذج الفعالة لتدريس المفاهيم حيث يتضمن العمليات المعرفية التي ينطوي عليها تعليم المفهوم، ويسعى إلى تنمية المهارات التصنيفية والتفكير المنطقي لدى المتعلم، ويوفر اتجاهاً في البحث لإيجاد طرق لتكييف تعلم المفاهيم مع الاحتياجات الفردية للمتعلم. ***(Frayer, 1973)***

وأشار كور ***(Core, 2010, 48)*** إلى أن نموذج فراير يسهم في تعزيز تعلم المفاهيم وتحسين الذاكرة نتيجة لعمق المعالجة، وزيادة الانتباه حيث أن الطالب يشارك بنشاط في عملية التعلم، كما أنه يزيد من قدرة الطلاب على التمييز بين المفاهيم من خلال معرفة الاختلافات.

كما أشارت العديد من الدراسات إلى فاعلية استخدام نموذج فراير في تحقيق العديد من الأهداف التربوية التي يسعى إلى تحقيقها تدريس الكيمياء، حيث يسهم استخدام نموذج فراير في ما يلي:

(الجزار ٢٠٠٢؛ شقير ،٢٠٠٧؛ Estacioa, , 2017; Labrosse, 2007؛ حسين ٢٠١٤؛ Malone, Yoon, 2014؛ النوافلة ، ٢٠١٦ ;Nakiboglu, 2017 ؛ الحربي، ٢٠١٧؛ الخوالدة، ٢٠١٨؛ أبو غنيمة، ٢٠١٨؛ Reed, Jemison, Sidler-Folsom& Weber, 2019؛ Kreile, 2019 ;Dazzeo, Rao, 2020 Avila, 2019 المقدادي، ٢٠١٩ ؛ الجهني ،٢٠٢٠؛ الحارثي والعيسى ٢٠٢١ ؛ Sacapaño, Castro, 2022)

- التعلم بشكل أفضل وأكثر فعالية من خلال مشاركة الطلاب النشطة في تعلم مفاهيم جديدة.
- اكتساب وتنمية المفاهيم العلمية، وتعديل التصورات البديلة لها، وإحداث التغير المفاهيمي.
- تطور الاستيعاب المفاهيمي، وتحقيق الكفاءة الذاتية.
- تنمية مهارات التفكير مثل التفكير الابتكاري.
- استيعاب المحتوى العلمي وتعزيز العلاقة بين القراءة والعلوم، خاصة إذا تم استخدام النموذج بشكل إلكتروني.
- فهم الكيمياء، وتمثل أداة فعالة للتقويم التكويني في تعلم الكيمياء وكذلك للتقويم الذاتي للتعرف على مدى تطور المفاهيم العلمية وكذلك المهارات المعرفية لدى المتعلمين.
- ربط المفاهيم الفرعية بالمفاهيم الكبرى الرئيسة وتحسين الأداء الأكاديمي للطلاب.
- زيادة قدرة الطالب على التصنيف وتنظيم الأفكار وبناء المعنى.
- تعلم الموضوعات المعقدة بسهولة وتقليل العبء المعرفي.
- تلبية احتياجات الطلاب الذين يعانون من صعوبات التعلم من خلال استخدام الأدوات البصرية في اكتساب المفاهيم ومعرفة الروابط بينها وبين المفاهيم الأخرى ذات الصلة.

مما سبق يتضح أهمية استخدام نموذج فراير في تدريس الكيمياء حيث يمكن من خلاله زيادة فهم الطلاب للمفاهيم الكيميائية التي يدرسونها وتنمية مهارات التفكير لديهم حيث يمكن من خلال استخدام هذا النموذج قيام المتعلم بالعديد من العمليات العقلية أثناء عملية

البحث والتقصي عن المعلومات كالتحليل والتفسير والاستنتاج وإدراك العلاقات، وهو بذلك تطوير لتدريس الكيمياء ليكون الدور الأكبر للمتعلم في التوصل للمعرفة بنفسه وتطويرها، وتحديد تعريف دقيق للمفاهيم الكيميائية وخصائصها وتحقيق الفهم العميق لها.

ومن خلال تحليل ذلك النموذج يتبين أنه يستند إلى العديد من الأسس النظرية حيث يقوم على ما يلي:

- استقبال المتعلم للمعلومات من خلال الحواس ومقارنة تلك المعلومات بأفكاره ومعلوماته الموجودة في بنيته العقلية وتعديلها مما يجعله قادراً على بناء تفسيرات لها وذات معنى بالنسبة له، مما يدعم عملية التعلم من أجل الفهم وهذا ما أكدت عليه النظرية المعرفية البنائية.
- استعداد الطلاب لممارسة حب الاستطلاع والبحث عن المعلومات من خلال ادماجهم في أنشطة مثيرة للتفكير مما يساعدهم في فهم واستيعاب وإعطاء المعني لما حولهم، وهذا ما أكدت عليه مبادئ نظرية بياجيه عن التطور المعرفي.
- مساعدة الطلاب على فحص المصادر التعليمية المتعددة وطرح الأسئلة حولها واشتقاق المعلومات والخبرات حول المفاهيم الكيميائية ومن ثم تطوير فهمهم لتلك المفاهيم.
- تقليص حجم التعقيد في كمية المعلومات من خلال بناء المفاهيم من خلال التصنيف وفقاً للخواص العامة للأشياء مما يقلل من العبء المعرفي.
- ادماج الطلاب في أنشطة تساعدهم على فهم المفاهيم والاستقصاء العلمي وتنظيم المعلومات المرتبطة بالمفهوم بشكل يمكنه من رؤية علاقات جديدة بينه وبين المفاهيم الأخرى.

فروض البحث:

في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة سعى البحث الحالي إلى التحقق من صحة الفروض التالية:

١. يوجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية ككل ولأبعاده الفرعية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية.
٢. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار الاستدلال العلمي في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية.
٣. يوجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية ككل ولأبعاده الفرعية لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي.
٤. يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي.

إجراءات البحث

مجموعة البحث

تكونت مجموعة البحث من (٦٣) طالباً وطالبة بالصف الأول الثانوي بمدرسة المنشأة الكبرى الثانوية المشتركة (بإدارة كفر شكر بالقليوبية)، وقد تم اختيار أحد الفصول ليمثل المجموعة التجريبية وقوامه (٣٣) طالباً وطالبة، والفصل الآخر كان يمثل المجموعة الضابطة وقوامه (٣٠) طالباً وطالبة.

أدوات البحث:

تم استخدام أداتين لجمع البيانات بهذا البحث هما: اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية، اختبار الاستدلال العلمي.

(أولاً) اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية

يهدف إلى قياس ثلاثة مستويات من استيعاب المفاهيم الكيميائية (وهي: الشرح والتفسير والتطبيق) للمفاهيم الكيميائية التي تضمنها الباب الثالث بكتاب الكيمياء للصف

الأول الثانوي بالفصل الدراسي الأول (المحاليل – الأحماض والقواعد)، وتكون الاختبار في صورته الأولية من (٣٥) مفردة من نوع الاختيار من متعدد حيث اشتملت كل مفردة على أربعة بدائل أحدهم صحيح وباقي البدائل خاطئة، وقد اتبعت الباحثة الإجراءات الآتية في إعداد الاختبار:

- تحديد الهدف من الاختبار.
- تحليل المحتوى وتحديد المفاهيم الكيميائية الواردة بالباب الثالث (المحاليل – الأحماض والقواعد) .
- صياغة مفردات الاختبار.
- صياغة تعليمات الاختبار.
- عرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين في مجال التربية العلمية لإبداء آرائهم حول ما يلي:
  - مدى وضوح ودقة تعليمات الاختبار.
  - السلامة العلمية واللغوية.
  - مدى مناسبة مفردات الاختبار للطلاب وللمستوى التي تقيسه.
- وتم إجراء التعديلات في ضوء توجيهات السادة المحكمين، وتضمنت تلك التعديلات إعادة صياغة بعض المفردات لتناسب الطلاب بالمرحلة الثانوية، وإعداد جدول مواصفات للاختبار يراعي الوزن النسبي للمفاهيم العلمية الموجودة بالباب الثالث، وكذلك مستويات الأهداف والوقت المخصص للتدريس وفي ضوء ذلك تم حذف (٥) مفردات، وأصبح الاختبار في صورته النهائية مكون من (٣٠) مفردة، والجدول التالي يوضح مواصفات اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية.

جدول (١) مواصفات اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية

الفصل	عدد المفاهيم المتضمنة به	مستويات استيعاب المفاهيم والمفردات التي تقيسها			المجموع
		الشرح	التفسير	التطبيق	
الأول (المحاليل والغرويات)	٣٠ (٦١,٢%)	٥، ١٦، ١٧، ١٩، ٢١، ٢٦	١، ٢، ٣، ٦، ٢٨، ٢٩، ٣٠	٤، ١٤، ١٥، ١٨، ٢٠	١٨ (٦٠%)
الثاني (الأحماض والقواعد)	١٩ (٣٨,٨%)	٧، ٩، ١٠	١٢، ٢٢، ٢٤	٨، ١١، ١٣، ٢٣، ٢٥، ٢٧	١٢ (٤٠%)
المجموع	٤٩	٩	١٠	١١	٣٠

تصحيح اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية

تم تصحيح إجابات الطلاب في الاختبار بحيث تعطى درجة واحدة للإجابة الصواب وصفرًا في حالة الإجابة الخطأ، وبذلك تصبح الدرجة العظمى للاختبار (٣٠) درجة.

وقد تم حساب معاملات ثبات وصدق اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية، وذلك بعد تطبيقه على عينة البحث الاستطلاعية التي بلغ قوامها ٦٢ طالبًا وطالبة بالصف الأول الثانوي بمدرسة كفر شكر الثانوية للبنات (بالقليوبية)، حيث تم حساب ثباته وصدقه بالطرق التالية:

١) حساب ثبات عبارات اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية بطريقتين هما:

- معامل ألفا لـ كرونباخ Alpha-Cronbach (بعدد عبارات الاختبار)، وفي كل مرة يتم حذف درجات إحدى العبارات من الدرجة الكلية للاختبار.

- حساب معاملات الارتباط بين درجات العبارة والدرجات الكلية للاختبار، في حالة وجود درجة العبارة ضمن الدرجة الكلية للاختبار.

٢) **حساب الثبات الكلي لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية** بثلاث طرق هي: معامل ألفا لـ كرونباخ، والتجزئة النصفية لـ Spearman-Brown ، وإعادة الاختبار بفاصل زمني حوالي ٤ أسابيع.

٣) **حساب صدق عبارات اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية** عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجة العبارة والدرجة الكلية للاختبار عند حذف درجة العبارة من الدرجة الكلية للاختبار باعتبار أن بقية عبارات الاختبار محكًا للعبارة، فكانت النتائج كما بالجدول الآتي:

جدول (٢): معاملات ثبات وصدق اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية (ن = ٦٢)

العبارة	معامل ألفا لـ كرونباخ Alpha-Cronbach	معامل ارتباط درجة العبارة بالدرجة الكلية للاختبار (ثبات)	معامل ارتباط درجة العبارة بالدرجة الكلية للاختبار عند حذف درجة العبارة (صدق)
١	٠.٩٠٥	**٠.٥٥	**٠.٥٠
٢	٠.٩٠٦	**٠.٤٨	**٠.٤٢
٣	٠.٩٠٦	**٠.٥٠	**٠.٤٥
٤	٠.٩٠٥	**٠.٥٥	**٠.٥١
٥	٠.٩٠٦	**٠.٥٢	**٠.٤٧
٦	٠.٩٠٦	**٠.٥١	**٠.٤٦
٧	٠.٩٠٦	**٠.٥١	**٠.٤٦
٨	٠.٩٠٥	**٠.٥٤	**٠.٤٩
٩	٠.٩٠٥	**٠.٥٢	**٠.٤٨
١٠	٠.٩٠٥	**٠.٥٦	**٠.٥٢
١١	٠.٩٠٦	**٠.٤٧	**٠.٤٢
١٢	٠.٩٠٥	**٠.٥٧	**٠.٥٢
١٣	٠.٩٠٦	**٠.٤٨	**٠.٤٣
١٤	٠.٩٠٥	**٠.٥٥	**٠.٥٠
١٥	٠.٩٠٦	**٠.٥١	**٠.٤٦
١٦	٠.٩٠٥	**٠.٥٨	**٠.٥٣
١٧	٠.٩٠٥	**٠.٥٦	**٠.٥١
١٨	٠.٩٠٦	**٠.٤٩	**٠.٤٤

العبارة	معامل ألفا لـ كرونباخ Alpha-Cronbach	معامل ارتباط درجة العبارة بالدرجة الكلية للاختبار (ثبات)	معامل ارتباط درجة العبارة بالدرجة الكلية للاختبار عند حذف درجة العبارة (صدق)
١٩	٠.٩٠٦	**٠.٥٠	**٠.٤٥
٢٠	٠.٩٠٥	**٠.٥٤	**٠.٤٩
٢١	٠.٩٠٦	**٠.٥٠	**٠.٤٥
٢٢	٠.٩٠٦	**٠.٥٢	**٠.٤٧
٢٣	٠.٩٠٥	**٠.٥٣	**٠.٤٨
٢٤	٠.٩٠٥	**٠.٥٥	**٠.٥١
٢٥	٠.٩٠٦	**٠.٥٠	**٠.٤٥
٢٦	٠.٩٠٦	**٠.٤٧	**٠.٤٢
٢٧	٠.٩٠٥	**٠.٥٣	**٠.٤٨
٢٨	٠.٩٠٥	**٠.٥٥	**٠.٥١
٢٩	٠.٩٠٥	**٠.٥٤	**٠.٤٩
٣٠	٠.٩٠٦	**٠.٥٢	**٠.٤٧
معامل ألفا لـ كرونباخ الكلي للاختبار (٣٠ عبارة) = ٠.٩٠٨			
معامل الثبات الكلي للاختبار بطريقة التجزئة النصفية لـ Spearman-Brown = ٠.٩٢٩			
معامل الثبات الكلي للاختبار بطريقة إعادة الاختبار = **٠.٩١٧			

*** دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) ** دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)**

يتضح من الجدول السابق:

- أن جميع معاملات ارتباط درجة العبارة بالدرجة الكلية للاختبار دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، مما يدل على الاتساق الداخلي وثبات جميع عبارات اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية.
- إن معاملات الثبات الكلي لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية بالطرق الثلاث: معامل ألفا لـ كرونباخ، والتجزئة النصفية لـ Spearman-Brown، وإعادة الاختبار معاملا ثبات مرتفعة، مما يشير إلى الثبات الكلي لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية.
- أن جميع معاملات ارتباط درجة العبارة بالدرجة الكلية لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية (في حالة حذف درجة العبارة من الدرجة الكلية للاختبار) دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، مما يدل على صدق جميع عبارات اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية.

٤) **حساب صدق مستويات استيعاب المفاهيم الكيميائية** عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجة المستوى الفرعي والدرجة الكلية للاختبار فكانت النتائج كما بالجدول الآتي:

جدول (٣): معاملات ارتباط مستويات استيعاب المفاهيم الكيميائية بالدرجة الكلية للاختبار (ن = ٦٢)

م	مستويات استيعاب المفاهيم الكيميائية	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للاختبار	مستوى الدلالة
١	الشرح	٠.٩٠٣**	٠.٠١
٢	التفسير	٠.٩٢٥**	٠.٠١
٣	التطبيق	٠.٩٠١**	٠.٠١

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- أن جميع معاملات ارتباط مستويات استيعاب المفاهيم الكيميائية بالدرجة الكلية للاختبار دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، مما يدل على صدق جميع المستويات الفرعية لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية.

من الإجراءات السابقة تم التحقق من ثبات وصدق اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية، ومن ثم صلاحيته لقياس فهم المفاهيم الكيميائية لدى طلاب وطالبات الصف الأول الثانوي. حيث تشير الدرجة العالية على الاختبار إلى ارتفاع استيعاب المفاهيم الكيميائية لدى الطالب أو الطالبة، بينما تشير الدرجة المنخفضة إلى انخفاض استيعاب المفاهيم الكيميائية لدى الطالب أو الطالبة.

(ثانياً): اختبار الاستدلال العلمي

تم استخدام اختبار لاوسون لقياس الاستدلال العلمي لدى مجموعة البحث "Lowson's Classroom Test of Science Reasoning (LCTSR)" حيث يعد ذلك الاختبار من الاختبارات الأكثر شيوعاً واستخداماً من قبل الباحثين في مجال التربية العلمية فقد استخدمته العديد من الدراسات مثل ***دراسة نصير (٢٠٠٤)، ودراسة الزغل (٢٠٠٧)*** ودراسة ***البناء (٢٠١٥)*** ودراسة هروزكوفا وريتشتيريك ***Hrouzková,***

(Richterek ,2021) ، وقد أجرى باو واكسياو وكونج وهان (Bao, Xiao, Koenig, Han, 2018) دراسة لتحليل اختبار لاوسون وتوصلت تلك الدراسة إلى أن ذلك الاختبار يتضمن تطبيقات واسعة النطاق كما أنه يعد أداة عملية ويتمتع بموثوقية جيدة .

وصف الاختبار:

يتكون اختبار الاستدلال العلمي للاوسون (Lawson, 2014) من (٢٤) مفردة من نوع الاختيار من متعدد، ويتضمن (١٢) موقف وكل موقف يتبعه سؤالين، الأول يتطلب استخلاص نتيجة أو حل لمشكلة، والثاني يتطلب تقديم تفسير منطقي لذلك، ويلي كل مفردة عدد من البدائل يتراوح ما بين (٣-٥) بدائل وعلى الطالب اختيار بديل واحد فقط من تلك البدائل، وفيما يلي جدول يوضح المهام التي يشتمل عليها الاختبار

جدول (٤) المهام التي يشتمل عليها اختبار الاستدلال العلمي للاوسون Lawson والمفردات التي تمثلها

المهامة	عدد المفردات	رقم المفردات	تفاصيل المهامة
Conservation of weight حفظ الوزن	٢	١، ٢	اختلاف شكل كرتين متطابقين من الصلصال وتم وضع أحدهما على طرف ميزان والأخرى على الطرف الآخر من الميزان.
Conservation of volume حفظ الحجم	٢	٣، ٤	فحص حجم الإزاحة لمخبارين نتيجة وضع كرتين مختلفتين في الكثافة.
Proportional reasoning الاستدلال النسبي	٤	٥، ٦، ٧، ٨	صب الماء في عدد من المخابير المدرجة الضيقة والواسعة والتنبؤ بمستوى ارتفاع الماء في كل منهم.
Control of variables التحكم في المتغيرات	٢	٩، ١٠	تصميم تجارب لاختبار تأثير طول الخيط وكذلك اختلاف الأوزان المثبتة في الخيط على الزمن اللازم لعمل إزاحة

المهامة	عدد المفردات	رقم المفردات	تفاصيل المهامة
			كاملة.
Control of variables التحكم في المتغيرات	٤	١١، ١٢، ١٣، ١٤	استخدام ذبابة الفاكهة في انابيب لفحص اللون الأحمر/ الأخضر والجاذبية على استجابات الذباب
Probability الاستدلال الاحتمالي	٤	١٥، ١٦، ١٧، ١٨	توقع فرص سحب بعض الكتل الخشبية الملونة الموضوعة في كيس.
Correlation reasoning الاستدلال الارتباطي	٢	١٩، ٢٠	توقع ما إذا كان هناك ارتباط بين حجم الفئران ولون ذيلها أم لا يوجد ارتباط من خلال البيانات المعطاة.
Hypothetical – deductive reasoning الاستدلال الاستنتاجي الفرضي	٢	٢١، ٢٢	تصميم تجارب لتحديد سبب اندفاع الماء إلى الكوب بعد انطفاء الشمعة المشتعلة .
Hypothetical – deductive reasoning الاستدلال الاستنتاجي الفرضي	٢	٢٣، ٢٤	تصميم تجارب لتحديد سبب صغر خلايا الدم الحمراء بعد إضافة قطرات من الماء المالح إليها
مجموع مفردات الاختبار ٢٤			

وتم تصنيف الطلاب إلى ثلاثة مستويات استدلالية وفقاً للدرجة التي حصلوا عليها في اختبار لاوسون Lawson للاستدلال العلمي، وفيما يلي بيان بتلك المستويات ومدى الدرجات التي تمثلها:

جدول (٥) توزيع درجات الطلاب على المستويات الاستدلالية

المستوى الاستدلالي	الدرجـــــــــــــــــــــــــــة
الوصفي	٠-٤
الانتقالي	٥-٨
الفرضي	٩-١٢

تعليمات الاختبار:

تضمنت التعليمات التعريف بالاختبار وغرضه وكيفية الإجابة عن الأسئلة المتضمنة به.

تقدير درجات الاختبار

تم تصحيح الاختبار حسب نموذج الإجابة الذي أعده لاوسون (Lawson, 2004) كالتالي:

- تعطى علامة واحدة إذا أجاب الطالب إجابة صحيحة على زوج الأسئلة الخاصة بكل موقف.
- تعطى العلامة (صفر) إذا أجاب الطالب إجابة خاطئة على أحد السؤالين الخاصين بالموقف أو كليهما.

وبالتالي فإن الدرجة العظمى للاختبار (١٢) درجة، والدرجة الصغرى (صفر)

صدق المحكمين:

تم عرض الاختبار بعد ترجمته من قبل الباحثة على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في اللغة العربية واللغة الإنجليزية للتأكد من سلامته اللغوية، وكذلك تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين في مجال التربية العلمية لإبداء آرائهم حول ما يلي:

- مدى وضوح ودقة تعليمات الاختبار.
- السلامة العلمية واللغوية للقضايا العلمية المتضمنة بالاختبار.
- مدى مناسبة مفردات الاختبار للطلاب وللمهارات التي تقيسها.

وتم إجراء التعديلات في ضوء توجيهات السادة المحكمين، وتضمنت تلك التعديلات إعادة صياغة بعض المفردات لتناسب الطلاب بالمرحلة الثانوية.

التجربة الاستطلاعية للاختبار:

تم تطبيق الاختبار على نفس مجموعة البحث الاستطلاعية، وأعيد التطبيق مرة أخرى بعد مرور أربعة عشر يوماً بهدف تحديد زمن المقياس وضبطه إحصائياً من حيث ثبات المقياس وصدقه كما يلي:

زمن الاختبار

تم حساب الزمن المناسب للإجابة عن مفردات الاختبار من خلال حساب متوسط الوقت الذي استغرقته مجموعة البحث الاستطلاعية للإجابة عن أسئلة الاختبار، وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{متوسط زمن الاختبار} = \frac{\text{مجموع الزمن لجميع التلاميذ}}{\text{عدد التلاميذ}} \quad \textit{(عطيو، ٢٠١٣، ٤٢)}$$

وبلغ متوسط زمن الاختبار (٥٠) دقيقة بما في ذلك زمن قراءة تعليمات الاختبار.

وقد تم حساب معاملات ثبات وصدق اختبار الاستدلال العلمي، وذلك بعد تطبيقه على عينة البحث الاستطلاعية التي قوامها ٦٢ طالبًا وطالبة بالصف الأول الثانوي، حيث تم حساب ثباته وصدقه بنفس الطرق السابقة التي تم اتباعها عند حساب ثبات وصدق اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية، فكانت النتائج كما بالجدول التالي:

جدول (٦): معاملات ثبات وصدق اختبار الاستدلال العلمي (ن = ٦٢)

العبارة	معامل ألفا لـ كرونباخ Alpha-Cronbach	معامل ارتباط درجة المهمة بالدرجة الكلية للاختبار (ثبات)	معامل ارتباط درجة المهمة بالدرجة الكلية للاختبار عند حذف درجة العبارة (صدق)
١	٠.٧٧٠	**٠.٥٦	**٠.٤٤
٢	٠.٧٦٣	**٠.٦٢	**٠.٥١
٣	٠.٧٧٢	**٠.٥٤	**٠.٤٢
٤	٠.٧٨٠	**٠.٤٨	**٠.٣٥
٥	٠.٧٦٩	**٠.٥٧	**٠.٤٦
٦	٠.٧٧٩	**٠.٤٩	**٠.٣٦
٧	٠.٧٦٧	**٠.٥٩	**٠.٤٧

العبارة	معامل ألفا لـ كرونباخ Alpha-Cronbach	معامل ارتباط درجة المهمة بالدرجة الكلية للاختبار (ثبات)	معامل ارتباط درجة المهمة بالدرجة الكلية للاختبار عند حذف درجة العبارة (صدق)
٨	٠.٧٧٠	**٠.٥٧	**٠.٤٥
٩	٠.٧٧٦	**٠.٥١	**٠.٣٨
١٠	٠.٧٧٥	**٠.٥٢	**٠.٤٠
١١	٠.٧٧٤	**٠.٥٣	**٠.٤١
١٢	٠.٧٦٧	**٠.٥٩	**٠.٤٨
معامل ألفا لـ كرونباخ الكلي لاختبار الاستدلال العلمي (١٢مهمة أو موقف) = ٠.٧٨٧			
معامل الثبات الكلي للاختبار بطريقة التجزئة النصفية لـ Spearman-Brown = ٠.٨٤٤			
معامل الثبات الكلي للاختبار بطريقة إعادة الاختبار = **٠.٨٥٣			

* دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) ** دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)

يتضح من الجدول السابق:

- أن جميع معاملات ارتباط درجة المهمة بالدرجة الكلية للاختبار دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، مما يدل على الاتساق الداخلي وثبات جميع مهام اختبار الاستدلال العلمي.
- إن معاملات الثبات الكلي لاختبار الاستدلال العلمي بالطرق الثلاث: معامل ألفا لـ كرونباخ، والتجزئة النصفية لـ Spearman-Brown، وإعادة الاختبار معاملا ثبات مرتفعة، مما يشير إلى الثبات الكلي لاختبار الاستدلال العلمي.
- أن جميع معاملات ارتباط درجة كل مهمة بالدرجة الكلية لاختبار الاستدلال العلمي (في حالة حذف درجة المهمة من الدرجة الكلية للاختبار) دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، مما يدل على صدق جميع مهام اختبار الاستدلال العلمي.

إجراءات تنفيذ تجربة البحث:

تمت إجراءات تنفيذ تجربة البحث على النحو التالي:

١- **اختيار مجموعة البحث:** تكونت عينة البحث من (٦٣) طالبًا وطالبة بالصف الأول الثانوي بمدرسة المنشأة الكبرى الثانوية المشتركة (إدارة كفر شكر – قليوبية)، موزعة على مجموعتين هما: المجموعة التجريبية وتكونت من (٣٣) طالبًا وطالبة، وهي

المجموعة التي أُستخدم معها نموذج **فراير** في تنمية فهم المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي، أما المجموعة الضابطة فقد تكونت من (٣٠) طالبًا وطالبة، وهي المجموعة التي درست بالطريقة العادية، وقد تم استخدام بيانات هاتين المجموعتين في التحقق من صحة فروض هذا البحث.

٢- **التطبيق القبلي لأداتي البحث:** تم تطبيق اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية وكذلك اختبار الاستدلال العلمي قبلياً على مجموعتي البحث التجريبية والضابطة، ورصد النتائج والتحقق من تجانس المجموعتين، والجدول التالي يوضح دلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختباري استيعاب المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي في التطبيق القبلي.

جدول (٧): نتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختباري استيعاب المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي في التطبيق القبلي

المتغير التابع	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجات الحرية	مستوى الدلالة
الشرح	التجريبية	٣٣	٣.٧٩	١.١١	٠.٦٢	٦١	٠.٥٤ غير دالة
	الضابطة	٣٠	٣.٦٠	١.٣٠			
التفسير	التجريبية	٣٣	٤.١٥	١.١٨	٠.٢٦	٦١	٠.٧٩ غير دالة
	الضابطة	٣٠	٤.٠٧	١.٣٩			
التطبيق	التجريبية	٣٣	٤.٢٧	١.٣٥	٠.٠٢	٦١	٠.٩٩ غير دالة
	الضابطة	٣٠	٤.٢٧	١.٥٣			
فهم المفاهيم الكيميائية	التجريبية	٣٣	١٢.٢١	٢.١٣	٠.٤٩	٦١	٠.٦٢ غير دالة
	الضابطة	٣٠	١١.٩٣	٢.٣٦			
الاستدلال العلمي	التجريبية	٣٣	٤.٩٧	٠.٨٨	٠.٤٤	٦١	٠.٦٦ غير دالة
	الضابطة	٣٠	٤.٨٧	٠.٩٧			

حيث يتضح من الجدول السابق عدم وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في كل من: فهم المفاهيم الكيميائية (الأبعاد والدرجة الكلية) والاستدلال العلمي في التطبيق القبلي، مما يشير إلى أن المجموعتين التجريبية

والضابطة متجانستان أو متكافئتان في فهم المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي في التطبيق القبلي.

٣- **تدريس موضوعات الوحدة المختارة (المحاليل – الأحماض والقواعد) لمجموعتي الدراسة:** حيث تم تدريس موضوعات الوحدة بداية من ٣ ديسمبر ٢٠٢٢ م وتم الانتهاء من تدريس تلك الوحدة (٢٩ ديسمبر ٢٠٢٢) ، وفيما يلي إجراءات تنفيذ تجربة البحث على مجموعتي البجث:

أ- المجموعة الضابطة: درست موضوعات الوحدة (المحاليل – الأحماض والقواعد) بالطريقة التقليدية المتبعة بالمدارس.

ب-المجموعة التجريبية: درست نفس الوحدة باستخدام نموذج فراير من خلال معلم الفصل تحت إشراف الباحثة، وذلك وفقاً للإجراءات التدريسية الواردة بدليل المعلم

٤- **التطبيق البعدي لأداتي البحث:** بعد الانتهاء من تدريس الوحدة تم تطبيق أداتي البحث بعدياً على مجموعتي البحث التجريبية والضابطة، وتم رصد النتائج وذلك لمعالجتها إحصائياً وتفسير النتائج.

٥- الأساليب الإحصائية المستخدمة في معالجة البيانات

للتحقق من صحة فروض البحث تم استخدام عدد من الأساليب الإحصائية هي:

- اختبار (ت) T-test للعينتين المستقلتين لدراسة الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق القبلي.
- اختبار (ت) T-test للعينتين المرتبطين لدراسة الفروق بين التطبيقين القبلي والبعدي لدى المجموعة التجريبية.
- اختبار مربع إيتا Eta Square لدراسة حجم تأثير (نموذج فراير) في تنمية فهم المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
- حساب نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك Modified Blake's Gain Ratio ونسبة الكسب المصححة لـ عزت Corrected Ezzat's Gain Ratio (CEG_{ratio}) لحساب فعالية

(نموذج فراير) في تنمية فهم المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

ثانيًا: نتائج البحث وتفسيرها

النتائج المتعلقة بالفرض الأول

الذي ينص على أنه:" **يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية ككل ولأبعاده الفرعية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية**"

والجدول التالي يوضح نتائج هذا الفرض:

جدول (٨): مربع إيتا ونتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية في التطبيق البعدي

المتغير التابع	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجات الحرية	مستوى الدلالة	مربع إيتا
الشرح	التجريبية	٣٣	٨.٠٦	٠.٩٧	١٠.٠٢	٦١	٠.٠١	٠.٦٢٢
	الضابطة	٣٠	٤.٧٧	١.٥٥				
التفسير	التجريبية	٣٣	٩.١٨	٠.٧٧	١٤.٩٤	٦١	٠.٠١	٠.٧٨٥
	الضابطة	٣٠	٥.٥٧	١.١٠				
التطبيق	التجريبية	٣٣	٩.٩٧	٠.٨٥	٩.١٢	٦١	٠.٠١	٠.٥٧٧
	الضابطة	٣٠	٥.٨٣	٢.٣٥				
الدرجة الكلية لفهم المفاهيم الكيميائية	التجريبية	٣٣	٢٧.٢١	١.٤٣	٢٢.٩١	٦١	٠.٠١	٠.٨٩٦
	الضابطة	٣٠	١٦.١٧	٢.٢٦				

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠.٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في جميع الأبعاد والدرجة الكلية لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية في جميع

الحالات. أي أن متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في جميع الأبعاد والدرجة الكلية لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية في التطبيق البعدي أعلى بدلالة إحصائية من نظائرها لدى طلاب المجموعة الضابطة.

- أن قيم مربع إيتا[1] التي تمتد من (٠.٥٧٧) إلى (٠.٨٩٦) تشير إلى أن (نموذج فراير) له حجم تأثير كبير جدًا في تنمية فهم المفاهيم الكيميائية لدى طلاب المجموعة التجريبية عند مقارنتها بالمجموعة الضابطة، كما تشير قيم مربع إيتا أيضًا إلى أن (نموذج فراير) يفسر نسب تمتد من ٥٧.٧% إلى ٨٩.٦% من التباين في درجات الأبعاد والدرجة الكلية لفهم المفاهيم الكيميائية، وهي كميات كبيرة جدًا من التباين المُفسر بواسطة (نموذج فراير) لدى المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي.

ومن إجمالي نتائج الفرض الأول يتضح أنه تم قبول الفرض البديل الأول، حيث أشارت نتائج هذا الفرض إلى ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠.٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في جميع الأبعاد والدرجة الكلية لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية في جميع الحالات.
- أن (نموذج فراير) له حجم تأثير كبير جدًا في تنمية فهم المفاهيم الكيميائية لدى طلاب الصف الأول الثانوي بالمجموعة التجريبية عند مقارنتها بالمجموعة الضابطة.

---

(١) إذا كان مربع إيتا =٠.٠١ فإنه يقابل حجم تأثير ضعيف، وإذا كان مربع إيتا = ٠.٠٥٩ فإنه يقابل حجم تأثير متوسط، وفي حالة مربع إيتا = ٠.١٣٨ فإنه يقابل حجم تأثير كبير، وإذا كان مربع إيتا = ٠.٢٣٢ فإنه يقابل حجم تأثير كبير جدًا (حسن، ٢٠١٦، ٢٨٤)

النتائج المتعلقة بالفرض الثاني

الـذي يـنص علـى أنـه:" **يوجـد فـرق دال إحصـائياً بـين متوسـطي درجـات طـلاب المجمـوعتين التجريبيـة والضـابطة فـي التطبيـق البعدي لاختبـار الاسـتدلال العلمـي لصـالح متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية**"

و الجدول التالي يوضح نتائج هذا الفرض:

جدول (٩): مربع إيتا ونتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار الاستدلال العلمي في التطبيق البعدي

المتغير التابع	المجموعة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجات الحرية	مستوى الدلالة	مربع إيتا
الاستدلال العلمي	التجريبية	٣٣	١٠.٣٠	٠.٨١	١٣.٩٧	٦١	٠.٠١	٠.٧٦٢
	الضابطة	٣٠	٥.٩٣	١.٥٣				

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠.٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في الدرجة الكلية لاختبار **الاستدلال العلمي** في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية. أي أن متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في الاستدلال العلمي في التطبيق البعدي أعلى بدلالة إحصائية من نظيره لدى طلاب المجموعة الضابطة.
- أن قيمة مربع إيتا التي تساوي (٠.٧٦٢) تشير إلى أن (نموذج فراير) له حجم تأثير كبير جدًا في تنمية الاستدلال العلمي لدى طلاب المجموعة التجريبية عند مقارنتها بالمجموعة الضابطة، كما تشير قيمة مربع إيتا أيضًا إلى أن (نموذج فراير) يفسر ما نسبته ٧٦.٢% من التباين في درجات الاستدلال العلمي، وهي كمية كبيرة جدًا من التباين المُفسر بواسطة (نموذج فراير) لدى المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي.

ومن إجمالي نتائج الفرض الثاني يتضح أنه تم قبول الفرض البديل الثاني، حيث أشارت نتائج هذا الفرض إلى ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠.٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة في الدرجة الكلية لاختبار الاستدلال العلمي في التطبيق البعدي لصالح متوسط درجات طلاب المجموعة التجريبية.
- أن (نموذج فراير) له حجم تأثير كبير جدًا في تنمية الاستدلال العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي بالمجموعة التجريبية عند مقارنتها بالمجموعة الضابطة.

النتائج المتعلقة بالفرض الثالث

الذي ينص على أنه:" **يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية ككل ولأبعاده الفرعية لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي؟**"

والجدول التالي يوضح نتائج هذا الفرض:

جدول (١٠): نسب الكسب المعدلة والمصححة ونتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي **لاختبار استيعاب المفاهيم الكيميائية** (ن = ٣٣)

المتغير التابع	التطبيق	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجات الحرية	مستوى الدلالة	نسبة الكسب المعدلة لـ Blake	نسبة الكسب المصححة لـ عزت
الشرح	القبلي	٣.٧٩	١.١١	١٩.١٥	٣٢	٠.٠١	١.٢٩	١.٨٢
	البعدي	٨.٠٦	٠.٩٧					
التفسير	القبلي	٤.١٥	١.١٨	١٨.١٧	٣٢	٠.٠١	١.٣٦	١.٩١
	البعدي	٩.١٨	٠.٧٧					
التطبيق	القبلي	٤.٢٧	١.٣٥	٢١.١٠	٣٢	٠.٠١	١.٣٧	١.٩٤
	البعدي	٩.٩٧	٠.٨٥					
الدرجة الكلية لفهم المفاهيم الكيميائية	القبلي	١٢.٢١	٢.١٣	٣٥.٧٤	٣٢	٠.٠١	١.٣٤	١.٨٩
	البعدي	٢٧.٢١	١.٤٣					

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠.٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للأبعاد والدرجة الكلية لفهم المفاهيم الكيميائية لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي في جميع الحالات. أي أن متوسطات درجات المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في فهم المفاهيم الكيميائية في التطبيق البعدي أعلى بدلالة إحصائية من نظائرها في التطبيق القبلي.
- أن قيم نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك التي تمتد من (١.٢٩) إلى (١.٣٧) هي قيم أكبر من القيمة (١.٢) التي اقترحها بلاك للحكم على فعالية البرنامج، حيث يمتد مدى نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك من (0) إلى (2)، بحيث:

- إذا كانت: قيمة نسبة الكسب المعدلة < 1 يعتبر البرنامج غير فعَّال، أو غير مقبول الفعالية، أو منخفض الفعالية.
- إذا كانت: 1 ≤ قيمة نسبة الكسب المعدلة < 1.2 يعتبر البرنامج معقول أو متوسط الفعالية. أي أن الحد الأدنى المقبول لنسبة الكسب المعدلة هو الواحد الصحيح.
- إذا كانت: قيمة نسبة الكسب المعدلة ≤ 1.2 يعتبر البرنامج فعَّالاً ومقبولاً، وهي القيمة التي اقترحها بلاك للحكم على فاعلية البرنامج ***(حسن، ٢٠١٦، ٢٩٧-٢٩٨)***.

مما يشير إلى أن (نموذج فراير) **فعّال** في تنمية فهم المفاهيم الكيميائية عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في التطبيقين القبلي والبعدي.

- أن قيم نسبة الكسب المصححة لـ عزت التي تمتد من (١.٨٢) إلى (١.٩٤) هي قيم أكبر من القيمة (١.٨) التي اقترحها عزت للحكم على فعالية البرنامج، حيث:

- إذا كانت: قيمة نسبة الكسب المصححة < 1.5 يعتبر البرنامج غير فعَّال، أو غير مقبول الفعالية، أو منخفض الفعالية.
- إذا كانت: 1.5 ≤ قيمة نسبة الكسب المصححة < 1.8 يعتبر البرنامج معقول أو متوسط الفعالية.

- إذا كانت: 1.8 ≤ قيمة نسبة الكسب المصححة يعتبر البرنامج فعَّالاً ومقبولاً ***(حسن، ٢٠١٣، ٧-٨).***

مما يشير إلى أن (نموذج فراير) **فعّال** في تنمية فهم المفاهيم الكيميائية عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في التطبيقين القبلي والبعدي.

وأشارت نتائج هذا الفرض إلى ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠.٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي للأبعاد والدرجة الكلية لفهم المفاهيم الكيميائية لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي في جميع الحالات.
- أن (نموذج فراير) **فعّال** في تنمية فهم المفاهيم الكيميائية عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في التطبيقين القبلي والبعدي وتتفق تلك النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة كل من استاسيو ***(Estacioa, 2017)*** ودراسة ناكيبوجلو (***Nakiboglu, 2017***)ودراسة أبو غنيمة (٢٠١٨)، ودراسة ريد وجيمسون وسيدلرفوسوم وويبر ***(Reed, Jemison, Sidler-Folsom& Weber, 2019)*** ودراسة كريلي ***(Kreile, 2019***)ودراسة افيلا ***(Avila, 2020)*** ودراسة دازيو وراو ***(Dazzeo& Rao,2020)***

النتائج المتعلقة بالفرض الرابع

الذي ينص على أنه:" **يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي**"

وفيما يلي جدول يوضح نتائج هذا الفرض:

جدول (١١): نسب الكسب المعدلة والمصححة ونتائج اختبار (ت) لدلالة الفرق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي **لاختبار الاستدلال العلمي** (ن = ٣٣)

المتغير التابع	التطبيق	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة ت	درجات الحرية	مستوى الدلالة	نسبة الكسب المعدلة لـ Blake	نسبة الكسب المصححة لـ عزت
الاستدلال العلمي	القبلي	٤.٩٧	٠.٨٨	٢٥.٧٤	٣٢	٠.٠١	١.٢٠	١.٧٢
	البعدي	١٠.٣٠	٠.٨١					

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠.٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار **الاستدلال العلمي** لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي. أي أن متوسط درجات المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في الاستدلال العلمي في التطبيق البعدي أعلى بدلالة إحصائية من نظيره في التطبيق القبلي.
- أن قيمة نسبة الكسب المعدلة لـ **بلاك** التي تساوي (١.٢٠) هي قيمة أكبر تساوي القيمة (١.٢) التي اقترحها بلاك للحكم على فعالية البرنامج، مما يشير إلى أن (نموذج فراير) **فعّال** في تنمية الاستدلال العلمي عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في التطبيقين القبلي والبعدي.
- أن قيمة نسبة الكسب المصححة لـ **عزت** التي تساوي (١.٧٢) هي قيمة قريبة جدًا من القيمة (١.٨) التي اقترحها **عزت** للحكم على فعالية البرنامج، مما يشير إلى أن (نموذج فراير) **فعّال** في تنمية الاستدلال العلمي عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في التطبيقين القبلي والبعدي.

وأشارت نتائج هذا الفرض إلى ما يلي:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوي (٠.٠١) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الاستدلال العلمي لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي.
- أن (نموذج فراير) **فعّال** في تنمية الاستدلال العلمي عند مقارنة درجات المجموعة التجريبية من طلاب الصف الأول الثانوي في التطبيقين القبلي والبعدي.

وتعزو الباحثة نتائج البحث إلى ما يلي:

- استخدام نهج تكوين المفهوم مع الاستدلال العلمي في نموذج واحد ساهم في تحقيق هدف البحث؛ حيث ساعد استخدام نموذج فراير وتعزيزه بالأنشطة القائمة على التقصي ومعالجة المعلومات والاستنتاج في تنمية كل من فهم المفاهيم الكيميائية والاستدلال العلمي لدى مجموعة البحث، فقد كان ذلك النموذج بمثابة السقالات التي تسهم في بناء وعمق المعرفة المتصلة بالمفهوم وتعزيزها، فهو يتضمن الدعم اللفظي والبصري، وقد ثبتت فاعليته في تحقيق العديد من مخرجات التعلم مثل اكتساب المفاهيم العلمية وتنميتها وتعديل التصورات البديلة، وتنمية العديد من مهارات التفكير لدى الطلاب.
- الأنشطة التي قام بها الطلاب من خلال استكمالهم لنموذج فراير بشكل تعاوني، مما أدى إلى زيادة فهم الطلاب للمفاهيم العلمية وذلك وفقاً لما أشارت إليه دراسة ***(Reed, Jemison, Sidler-Folsom& Weber, 2019)***، ودراسة ***(Buchanan,2015)*** وقد تضمنت الأنشطة قيام الطلاب بما يلي:
  - وضع تعريف محدد وواضح للمفاهيم الكيميائية في ضوء اطلاعهم على بعض مصادر التعلم الإلكترونية، مما ساهم في إتاحة الفرصة للطلاب لشرح المفهوم بأسلوبهم الخاص .
  - شرح المفاهيم الكيميائية من خلال شرح الخصائص التي تتميز بها تلك المفاهيم، مما ساهم في عمق فهم الطلاب للمفاهيم الكيميائية .

- تطبيق المفاهيم الكيميائية من خلال طرح مجموعة من الأمثلة التي ينطبق عليها خصائص المفهوم، وكذلك مجموعة من اللاأمثلة التي لاينطبق عليها خصائص المفهوم، وقد ساهم ذلك بدوره في اتاحة الفرصة للطلاب لتطبيق المفهوم.
- استخلاص المعلومات الأكثر أهمية وارتباطاً بموضوع الدراسة وتفسير بعض الظواهر والأحداث في ضوء المعلومات التي قاموا بتجميعها مما ساهم في زيادة فهمهم للمفهوم بالإضافة إلى زيادة قدرتهم الاستدلالية.
- العمليات العقلية التي يقوم بها الطلاب أثناء إعداده النموذج من تحليل وتفسير واستنتاج وتنبؤ، ساهمت في تعميق فهمهم للمفاهيم الكيميائية وكذلك قدرتهم الاستدلالية؛ حيث يشير نرسيسيان ***(Nersessian, 2010,23)*** إلى فاعلية النماذج القائمة على الاستدلال وكذلك المخططات القائمة على التمثيل المرئي للمعلومات في زيادة فهم الطلاب للمفاهيم العلمية)
- استنتاج العلاقة بين عدد من المفاهيم، من خلال فهمهم للخصائص التي يتميز بها كل مفهوم، وظهر ذلك من خلال قيامهم برسم مخططات تربط بين مجموعة من المفاهيم الكيميائية بحيث تبرز العلاقة فيما بينها مما ساهم في عمق الفهم للمفاهيم الكيميائي وزيادة قدرتهم الاستدلالية خاصة الاستدلال الارتباطي.

- العمل داخل مجموعات تعاونية، حيث ساهم ذلك في رفع دافعية الطلاب لإجراء الأنشطة وإجراء المناقشات فيما بينهم، وسهولة جمع المعلومات المرتبطة بالمفهوم لشرحه وتوضيح الخصائص المميزة له وتطبيقه، حيث أشار كل من ***(Mills, 2016)*** ***وحجازين (٢٠١٦)*** إلى فاعلية التعلم التعاوني في احداث الفهم العميق للمفاهيم.
- عرض مقاطع فيديو توضح المفاهيم الكيميائية المتضمنة بالوحدة المختارة، ساهم بدوره في فهم واستيعاب العديد من تلك المفاهيم خاصة أنها تتسم بطبيعتها بالتجريد، حيث أشار كل من ***النمر (٢٠٢١، ٧٤) والرصاعي والعاني (٢٠٠٧)*** إلى فاعلية استخدام التكنولوجيا في فهم المفاهيم العلمية، كما يعد ذلك التفسير مطابقاً لنتائج الدراسة التي قام بها مالون ويون ***(Malone, Yoon, 2014)*** والتي توصلت إلى أن توظيف

التكنولوجيا له تأثير واضح في تعلم المفاهيم وانخراط الطلاب في العملية التعليمية، كما يتفق ذلك التفسير مع ما توصلت إليه دراسة دازو ورو ***(Dazzeo, Rao, 2020)*** والتي تحققت من فاعلية استخدام نموذج فراير الرقمي في تعلم المفاهيم العلمية، ودراسة ***أحمد (٢٠٢١)*** التي توصلت إلى فاعلية التعلم المعكوس في تنمية الاستيعاب المفاهيمي لدى المتعلمين.

- إتاحة الفرص للطلاب للبحث والتقصي عبر الويب وجمع المعلومات والبيانات المرتبطة بالمفاهيم لتقديم التفسيرات المنطقية وادراك العلاقات بين المفاهيم واستخلاص النتائج المترتبة على تلك البيانات، وقد أشارت دراسة كانت وسشيتر وأوسكاتز ***(Kant, Scheiter, Oschatz, 2007)*** إلى دور الأنشطة المعززة بالتكنولوجيا واستخدام النمذجة من خلال الفيديوهات في تنمية الاستدلال العلمي لدى المتعلمين.
- قيام الطلاب بإجراء بعض التجارب العملية، والتي يقوم من خلالها بضبط المتغيرات وفرض الفروض والتنبؤ بنتائج تلك التجارب وتقييم الفروض في ضوء الأدلة، وتمثل الممارسات السابقة المكونات الأساسية للاستدلال العلمي.

توصيات البحث ومقترحاته

في ضوء نتائج البحث الحالي يمكن التوصية بالآتي:

- استخدام نموذج فراير في عملية تدريس العلوم لتحقيق العديد من الأهداف التعليمية المرجوة.
- عقد دورات تدريبية وورش عمل لمعلمي العلوم وخاصة الكيمياء لتدريبهم على النماذج والاستراتيجيات التدريسية التي تستهدف زيادة فهم المتعلمين للمفاهيم العلمية وتنمية القدرة الاستدلالية لديهم.
- اتاحة الفرص للمتعلمين للبحث عن المعلومات بأنفسهم وتجميعها وإعادة صياغتها بطريقتهم الخاصة حيث يسهم ذلك في زيادة استيعابهم للخبرات المعرفية وتنمية العديد من المهارات لديهم.

- البحث عن معالجات تدريسية فعالة لتنمية فهم المفاهيم العلمية والاستدلال العلمي لدى المتعلمين بمختلف المراحل التعليمية.

البحوث المقترحة :

في ضوء نتائج البحث الحالي يمكن اقتراح الأبحاث الآتية:

- فاعلية استخدام نموذج فراير في فهم المفاهيم العلمية والاستدلال العلمي لدى المتعلمين في مراحل تعليمية مختلفة.
- استخدام نموذج فراير في تدريس العلوم لتنمية بعض مهارات التفكير العليا لدى المتعلمين في مراحل تعليمية مختلفة.
- استخدام نموذج فراير في تدريس العلوم لتنمية بعض مهارات التفكير العليا لدى المتعلمين في مراحل تعليمية مختلفة.
- استخدام نموذج فراير في تدريس العلوم لتصويب التصورات البديلة لدى المتعلمين في مراحل تعليمية مختلفة.

قائمة المراجع

أولا: المراجع العربية

أبو جحجوح، يحي محمد (٢٠١٤). فاعلية استراتيجية ما وراء المعرفة في تنمية الاستدلال العلمي والكفاءة الذاتية ومهارة اتخاذ القرار في تدريس العلوم لدى الطلبة المعلمين. *مجلة الدراسات التربوية والنفسية*. ٨(١). ١٩٢-٢١٣.

أبو جلالة، صبحي حمدان ؛ وعليمات، محمد مقبل (٢٠٠١). *أساليب التدريس العامة المعاصرة*. الكويت: مكتبة الفلاح.

أبو سالمة، عبدالله عبدالفتاح أحمد (٢٠٢٠). *فاعلية التدريس المتمايز في تنمية الاستيعاب المفاهيمي وبقاء أثر التعلم في مادة الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي*. ماجستير غير منشورة، معهد البحوث والدراسات العربية.

أبو غنيمة، عيد محمد عبد العزيز (٢٠١٨). التكامل بين نموذج فراير واستراتيجية" اخف- انسخ – قارن" لتنمية الاستيعاب المفاهيمي والكفاءة الذاتية في العلوم لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي. *الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس*. (٢٣٧) ، ١٦-٦٥.

الأتربي، شريف (٢٠١٩). *التعليم بالتخيل: استراتيجية التعليم الإلكتروني وأدوات التعلم*. القاهرة: العربي.

أحمد، سلمى عماد الدين توفيق (٢٠٢١). استخدام التعلم المعكوس في تدريس العلوم لتنمية الاستيعاب المفاهيمي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. *مجلة البحث في التربية وعلم النفس*. ٣٦ (٤). 307 – 342.

آدم، مدحت محمد كمال (٢٠٠٦). *فعالية نموذج آدي وشاير في تعجيل النمو المعرفي وتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية*. دكتوراة غير منشورة، كلية البنات جامعة عين شمس.

إسحاق، بلقيس عزي يحي (٢٠٠٦). *أثر استخدام دائرة التعلم في تعديل الفهم الخطأ لبعض المفاهيم العلمية الكيميائية في مادة العلوم لدى طالبات الصف السابع الأساسي*. ماجستير غير منشورة. كلية التربية جامعة صنعاء.

أسعد، فرح أيمن (٢٠١٧). *استراتيجيات التعلم النشط*. عمان: دار ابن النفيس.

الأسمري، تركية بنت علي بن فايز، والمزيني، تهاني بنت عبد الرحمن بن عليم (٢٠١٦). فاعلية التكامل بين استراتيجية المتشابهات والمنظمات المتقدمة في تنمية الاستيعاب المفاهيمي في مقرر الكيمياء لدى طالبات التعليم الثانوي نظام المقررات. *المؤسسة العربية للاستشارات العلمية وتنمية الموارد البشرية*، ٥٦ (١٧)، ١-٦٦.

آكرز، دايانا لور وجيل (٢٠٢٠). *تنمية حب الاستطلاع الفطري من خلال التعلم القائم على المشروعات*. الرياض: العبيكان.

آل رشود، جواهر بنت سعود (٢٠١١). فاعلية استراتيجيات التعليم حول العجلة القائمة على نظرية هيرمان ونظرية التعلم المستند إلى الدماغ في تنمية الاستيعاب المفاهيمي في الكيمياء وأنماط التفكير لدى طالبات المرحلة الثانوية بمدينة الرياض. *رسالة الخليج العربي، ١١٩* (٣٢)، ١٧١-٢٣٤.

بلانشيي، روبير (٢٠٠٣). *الاستدلال*. ترجمة محمود اليعقوبي، القاهرة: دار الكتاب الحديث.

البناء، نغم هادي (٢٠١٥). فاعلية التدريس باستراتيجيتي أبلتون (Appleton) واستمطار الأفكار (Brain Storming) في تدريس مادة الكيمياء في تنمية الاستدلال العلمي والدافع المعرفي لطلاب الصف الثاني المتوسط. *دراسات عربية في التربية وعلم النفس. ٥٨ (٢)*،

الجزار، عبد اللطيف الصفي (٢٠٠٢). فعالية استخدام التعليم بمساعدة الكمبيوتر متعدد الوسائط في اكتساب بعض مستويات تعلم المفاهيم العلمية وفق نموذج "فراير" لتقويم المفاهيم. *مجلة التربية جامعة الأزهر*. ١٠٥، ٣٧-٨٣ .

الجهني، آمال بنت سعد (٢٠٢٠). فاعلية نموذجي بوسنر وفراير في تعديل التصورات البديلة لبعض المفاهيم العلمية وتنمية الاتجاه نحو العلوم لدى طالبات الصف الثاني المتوسط. *المجلة التربوية جامعة سوهاج*، (٧٦)، ١٥٥٣-١٦١٨.

الحارثي، مها بنت عيضة عايض؛ والعيسى، هنادي بنت عبدالله سعود (٢٠٢١). أثر استخدام نموذج فراير في تدريس العلوم على تنمية التفكير الابتكاري واكتساب المفاهيم العلمية لدى تلميذات الصف الخامس الابتدائي بمدينة الطائف. *مجلة كلية التربية جامعة أسيوط. ٣٧* (٤)، ٢٧٣-٢٩٧.

حجازين، نانسي مفضي عازر(٢٠١٦). *أثر استخدام طريقة التعلم التعاوني في فهم طلبة الصف الثالث الأساسي للمفاهيم العلمية وتنمية مهاراتهم الاجتماعية*. ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان.

الحدابي، داود عبد الملك يحي (١٩٩٦). مدى فهم طلبة المرحلة الثانوية والجامعية لبعض المفاهيم العلمية. *مجلة الدراسات الاجتماعية*. (١)، ٥-٣٦.

الحربي، مريم ضويحي سالم (٢٠١٧). فاعلية نموذج فراير في تعديل التصورات البديلة لبعض المفاهيم العلمية لدى طالبات الصف الثاني المتوسط بمدينة تبوك السعودية. *مجلة العلوم التربوية والنفسية.١* (٤)، ٨١-١٠٩.

حسن، عزت عبد الحميد (٢٠١٣). *تصحيح نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك (نسبة الكسب المصححة لـ عزت Corrected Ezzat's Gain Ratio (CEG_{ratio})*، بحث تم عرضه في أعمال المؤتمر السنوي التاسع والعشرون لعلم النفس في مصر والعربي والعربي الحادي والعشرون الذي نظمته الجمعية المصرية للدراسات النفسية، المنعقد في الفترة من ٣٠ مارس – ١ أبريل ٢٠١٣)

حسن، عزت عبد الحميد (٢٠١٦). *الإحصاء النفسي والتربوي: تطبيقات باستخدام برنامج SPSS18*. القاهرة: دار الفكر العربي.

حسين، خديجة عبيد (٢٠١٤). اثر استخدام انموذج فراير في تصحيح الأخطاء الشائعة لدى طالبات الصف الثاني المتوسط في المفاهيم الكيميائية. *مجلة العلوم الإنسانية جامعة بابل*، ٢٢ (١)، ١٩٦-٢١٨.

حطاب، خولة زهدي(٢٠١٨). أثر نموذج البيت الدائري في فهم المفاهيم العلمية لدى طلبة المرحلة الأساسية بمدرسة حريما للبنات بمحافظة إربد- الأردن. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*. ٢ (٥)، ١٩-٤٠.

الخطيب، أحمد (٢٠٠٩). *منهج البحث العلمي بين الاتباع والابداع*. القاهرة: الانجلو المصرية.

الخوالدة، سوسن عبدالله عيد (٢٠١٨). *أثر نموذج فراير في إحداث التغير المفاهيمي لبعض التصورات البديلة للمفاهيم الكيميائية والاحتفاظ بها لدى طلاب الصف الثامن الأساسي*. ماجستير غير منشورة، كلية العلوم التربوية، جامعة آل البيت، الأردن.

الراوي، هاشمية(٢٠١٤). *أثر استراتيجية تدريسية مستندة إلى التعلم القائم على المشروع في فهم المفاهيم الكيميائية وتنمية مهارات التفكير العلمي لدى طلبة المرحلة الأساسية مختلفي الدافعية*. دكتوراة غير منشورة. كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية– الأردن.

الرصاعي، محمد سلامة قاسم؛ العاني، رؤوف عبد الرازق حسن (٢٠٠٧). *أثر طريقة استخدام الوسائط المتعددة الحاسوبية في فهم المفاهيم الفيزيائية لدى طلبة المرحلة الجامعية*. دكتوراة غير منشورة، كلية الدراسات التربوية، الأردن.

الزعبي، ظلال؛ الشرع، إبراهيم؛ السلامات، محمد (٢٠٠٩). مستوى الاستدلال العلمي لدى طلبة كلية العلوم في جامعة حسين بن طلال وتأثره بمستويات الجنس والمستوى الدراسي والتخصص. *مجلة جامعة النجاح للأبحاث*. ٢٣ (١). ٤٠١– ٤٣٧.

الزغل، وفاء حسين (٢٠٠٦). *العلاقة بين التحصيل في مبحث الأحياء والقدرة على الاستدلال العلمي في ضوء الأنماط التعليمية المفضلة لدى طلبة المرحلة الأساسية العليا في إربد*. دكتوراة غير منشورة. كلية الدراسات التربوية العليا، جامعة عمان العربية، الأردن.

زيتون، عايش محمود (١٩٩٤). *أساليب تدريس العلوم*. بيروت: دار الشروق.

السلامات، محمد خير محمود (٢٠١٩). الاستدلال العلمي لدى معلمي العلوم قبل الخدمة الملتحقين ببرنامج الدبلوم التربوي وعلاقته بمفهوم الذات لديهم واتجاهاتهم نحو مهنة التدريس لديهم واتجاهاتهم نحو مهنة التدريس. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*. ٢٧(٥). ٤٤–٦٧.

سلامة، مي حسن إبراهيم (٢٠١٩). *توظيف الويكي التعليمي في تنمية فهم المفاهيم العلمية ومهارات التفكير الناقد والتواصل الاجتماعي في علم الأحياء لدى طلاب المرحلة الثانوية*. ماجستير غير منشورة، كلية التربية جامعة طنطا.

الشعيلي، علي بن هويشل بن علي (٢٠٠٩). فهم معلمي الكيمياء بسلطنة عمان للمفاهيم الكيميائية الأساسية في الجدول الدوري الحديث ودورية خواص العناصر الكيميائية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ١٢ (١)، ١٧٧– ٢٠٤.

شقير، تحية محمد محمود (٢٠٠٧). *فعالية نموذج فراير التدريسي في تنمية بعض المفاهيم البيولوجية والميل نحو المادة لدى طلاب الصف الأول الثانوي*. ماجستير غير منشورة، كلية التربية جامعة حلوان.

طنوس، انتصار جورج (٢٠١٤). أثر استخدام استراتيجية (s'7E) التدريسية في فهم المفاهيم العلمية واكتساب مهارات التفكير الاستقصائي لدى طلبة المرحلة الأساسية في ضوء مفهوم الذات الأكاديمي. *جامعة القدس المفتوحة*. ٢ (٨). ١٦٠-١٢٧.

عثمان، معتصم الصديق حسن (٢٠١٤). *قياس استيعاب المفاهيم الكيميائية الأساسية لمقرر الصف الثالث الثانوي ولاية الخرطوم*. دكتوراة غير منشورة، كلية الدراسات العليا، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

العجمي، لبنى بنت حسين راشد (٢٠١٦). فاعلية نموذج التعلم التوليدي في تنمية فهم المفاهيم العلمية ومهارات ما وراء المعرفة لدى طالبات كلية التربية جامعة الملك خالد. *المجلة التربوية الدولية المتخصصة*. ٥ (٩)، ٢٨٤-٢٩٩.

العزوني، حسام الدين محمد عبد الهادي (٢٠١٣). *فاعلية نموذج رحلة التدريس في فهم مفاهيم العلوم وتنمية بعض مهارات الاستقصاء وحب الاستطلاع العلمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية*. ماجستير غير منشورة. كلية التربية جامعة طنطا.

عطا، رحاب ممدوح عطية (٢٠٢٠). *دراسة تقويمية لمستويات فهم تلاميذ المرحلة الإعدادية للمفاهيم العلمية المتضمنة بكتب العلوم باللغتين العربية والانجليزية*. ماجستير غير منشورة، كلية التربية جامعة المنوفية.

عطيو، محمد نجيب مصطفى (٢٠١٣). *طرق تدريس العلوم بين النظرية والتطبيق*. القاهرة: دار الفكر العربي.

عوام، محمد عبد السلام (٢٠١٤). *الفكر المنهجي العلمي عند الأصوليين*. فرجينيا: المعهد العالمي للفكر الإسلامي.

قطامي، يوسف (٢٠١٣). *استراتيجيات التعلم والتعليم المعرفية*. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

قلادة، فؤاد سليمان (٢٠٠٠). *الأساسيات في تدريس العلوم*. الإسكندرية: دار المطبوعات الجديدة.

لطف الله، نادية سمعان (٢٠١٢). نموذج تدريسي مقترح في ضوء التعلم القائم على الدماغ لتنمية المعارف الأكاديمية والاستدلال العلمي والتنظيم الذاتي في العلوم لتلاميذ الصف الأول الإعدادي. *الجمعية المصرية للتربية العلمية*. ١٥ (٣). ٢٢٩- ٢٧٩.

لوغران، جون (٢٠٢٢). *ما يفعله المعلمون الخبراء: تعزيز المعرفة المهنية لممارستها في الفصول*. ترجمة محمد معوض سيد. الرياض: العبيكان.

مازن، حسام الدين محمد (٢٠٢٠). *تكنولوجيات تعليم العلوم في عصر الرقمنة*. دسوق: دار العلم والإيمان.

محمد، أحمد عمر أحمد. (٢٠٢٠). فاعلية استراتيجية مقترحة للتدريس القائم على النمذجة لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة. *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية*، ٤٤ (١)، ١٥ – ٩

المقدادي، الهام عبدالله أحمد (٢٠١٩). *أثر استخدام نموذج فراير التدريسي في اكتساب المفاهيم العلمية لدى طالبات الصف السادس الأساسي في مادة العلوم في ضوء دافعيتهن نحو تعلم العلوم*. ماجستير غير منشورة، كلية العلوم التربوية، جامعة آل البيت، الأردن.

ناصر، إبراهيم محي (٢٠١٠). أثر استعمال أنموذج درايفر في تغيير المفاهيم العلمية ذات الفهم الخاطئ لدى طلاب الصف الأول المتوسط. *مجلة جامعة بابل*. ١٨ (٣)، ٨٧٧– ٨٩٠.

النجدي، أحمد؛ راشد، على؛ سعودي، منى عبد الهادي (٢٠٠٣). *طرق وأساليب واستراتيجيات حديثة في تدريس العلوم*. القاهرة: دار الفكر العربي.

النجدي، أحمد؛ راشد، على؛ سعودي، منى عبد الهادي (٢٠٠٥). *اتجاهات حديثة في تعليم العلوم في ضوء المعايير العالمية وتنمية التفكير والنظرية البنائية*. القاهرة: دار الفكر العربي.

النجدي، عادلة عبد اللطيف سلطان (٢٠٠٨). *أثر تدريس الكيمياء القائم على النمذجة في فهم المفاهيم الكيميائية وطبيعة المعرفة العلمية وفي مهارات التفكير الإبداعي لدى طلبة المرحلة الثانوية في دولة الكويت*. دكتوراة غير منشورة، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية.

نمر، أنسام محمد (٢٠٢١). *استراتيجية التلعيب ودورها في اكتساب المفاهيم العلمية*. الرياض: دار اليازوري العلمية.

النوافلة، وليد؛ والعمري، وصال (٢٠١٦). أثر استخدام نموذج فراير التدريسي في اكتساب المفاهيم العلمية لدى طلاب الصف السابع الأساسي في مادة العلوم واتجاهاتهم نحوه. *مجلة الدراسات التربوية والنفسية جامعة السلطان قابوس*، ١٠ (٣)، ٥٤٠–٥٦٠.

الهاشمي، علي ربيع (٢٠١٣). *الأنشطة الصفية والمفاهيم العلمية*. عمان: دار غيداء.

هجرس، نعمة طلخان زكي، و زكي، سعد يس، و الجندي، أمنية السيد (٢٠١١). فعالية استراتيجية قائمة على التعلم النشط في تنمية مهارات الاستدلال العلمي في تدريس العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *مجلة البحث العلمي في التربية*، ١٢ (٤)، ١٤٥١ – ١٤٧٩.

وزارة التربية والتعليم: *المعايير القومية للتعليم في مصر*، المجلد الثالث: ٢٠٠٣.

ثانياً: المراجع الأجنبية

Abate, T.; Micheal, K.; Angell, c. (2020). Assessment of Scientific Reasoning: Development and Validation of Scientific Reasoning Assessment Tool. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 16*(12). 1-15

Abed, O. H. (2016). Drama-Based Science Teaching and Its Effect on Students' Understanding of Scientific Concepts and Their Attitudes towards Science Learning. *International education studies*, *9*(10), 163-173.

Aizpurua, A., Lizaso, I., & Iturbe, I. (2018). Learning strategies and reasoning skills of university students. *Revista de Psicodidáctica (English ed.)*, *23*(2), 110-116.

Amsel, E., Klaczynski, P. A., Johnston, A., Bench, S., Close, J., Sadler, E., & Walker, R. (2008). A dual-process account of the development of scientific reasoning: The nature and development of metacognitive intercession skills. *Cognitive Development*, *23*(4), 452-471.

Avila, E. C. (2020). The Use of Frayer Model as Graphic Organizer in Science: Its Effects on the Academic Performance of College Students. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, *17*(6), 2578-2586.

Bao, L., Xiao, Y., Koenig, K., & Han, J. (2018). Validity evaluation of the Lawson classroom test of scientific reasoning. *Physical Review Physics Education Research*, *14*(2), 020106.

Benson, J. B. (2020). *Encyclopedia of infant and early childhood development*. Elsevier.

Buchanan, E. (2015). Using graphic organizers to enhance students' science vocabulary and comprehension of nonfiction science text. Ph. D. Thesis.

Byusa, E., Kampire, E., & Mwesigye, A. R. (2022). Game-based learning approach on students' motivation and understanding of chemistry concepts: A systematic review of literature. *Heliyon*, e09541.

Cahyaningrum, R. (2019, October). Lawson Instrument: Analyzing Student's Scientific Reasoning Skill in Junior High School. In *6th International Conference on Community Development (ICCD 2019)* (pp. 443-446). Atlantis Press.

Clark, S. K. (2007). *Writing Strategies for Science*. U. S. A: Shell Education.

Core,M. C. (2003). *Successful Inclusion Strategies for Secondary and Middle School Teachers: Keys to help Struggling Learners Access the Curriculum.* California: Crowin Press.

Core,M. C. (2010). *Inclusion Strategies For Secondary Classrooms: Keys for Struggling Learners*. Corwin: California.

Dazzeo, R., & Rao, K. (2020). Digital Frayer model: Supporting vocabulary acquisition with technology and UDL. TEACHING Exceptional Children, 53(1), 34-42.

De Freitas, E., & Palmer, A. (2016). How scientific concepts come to matter in early childhood curriculum: Rethinking the concept of force. *Cultural Studies of Science Education*, *11*(4), 1201-1222.

Estacioa, R. D. (2017). The use of modified frayer model in developing science vocabulary of senior high school students. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, *4*(1), 36-42.

Frayer, D. A. (1973). *Implications of the model for instructional design*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Psychological Association (Montreal, Quebec, Canada). (ERIC Database Full-Text No. ED 088 943)

Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R., ... & Eberle, J. (2014). Scientific reasoning and argumentation: advancing

an interdisciplinary research agenda in education. *Frontline Learning Research*, *2*(3), 28-45.

Gilbert, J. K. (Ed.). (2006). *Science Education* (Vol. 4). Taylor & Francis.

Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. *The psychology of learning science*, *219*, 240.

Holme, T. A., Luxford, C. J., & Brandriet, A. (2015). Defining conceptual understanding in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, *92*(9), 1477-1483.

Holyoak, K. J., & Morrison, R. G. (Eds.). (2012). *The Oxford handbook of thinking and reasoning*. Oxford University Press.

Hrouzková, T., & Richterek, L. (2021). Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning at Entrance University Level. In *International Baltic Symposium on Science and Technology Education*. Scientia Socialis Ltd. 29 K. Donelaicio Street, LT-78115 Siauliai, Republic of Lithuania.

Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, *26*(2), 175-192.

Kalman, C. S. (2008). *Successful science and engineering teaching*. Library of Congress.

Kant, J. M., Scheiter, K., & Oschatz, K. (2017). How to sequence video modeling examples and inquiry tasks to foster scientific reasoning. *Learning and Instruction*, *52*, 46-58.

Kaya, S. (2014). Understanding of Basic Science Concepts: Does Taking More Science Courses Matter?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *116*, 152-157.

Kelsey, K., & Steel, A. (2009). *The truth about science: A curriculum for developing young scientists*. NSTA Press.

Klausmeier, H. J. & Frayer, D. A. (1970). *Working paper No. 36: Cognitive operations in concept learning*. Report from the Project on Situational Variables and Efficiency of Concept Learning, University of Wisconsin, USA. (ERIC Database Full-Text No. ED 045 467).

Kreile, S.(2019). Student's attitude Regarding use of Frayer Model in the Development of the Comprehension of Chemistry Concepts. In *State-of-The-Art and Future Perspectives* (pp. 65-67). Scientia Socialis, UAB.

Kumpha, P., Suwannoi, P., & Treagust, D. F. (2014). Thai Grade 10 Students Conceptual Understanding of Chemical Bonding. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *143*, 657-662.

Labrosse, P. (2007). Analysis of the effect of specific vocabulary instruction on high school chemistry students' knowledge and understanding. *Ph. D. Thesis*.

Lansangan, R. V., Orleans, A. V., & Camacho, V. M. I. (2018). Assessing conceptual understanding in chemistry using representation. *Advanced Science Letters*, *24*(11), 7930-7934.

Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *2*(3), 307-338.

Lazonder, A. W., & Janssen, N. (2021). Development and initial validation of a performance-based scientific reasoning test for children. *Studies in Educational Evaluation*, *68*, 100951.

Lazonder, A. W., Janssen, N., Gijlers, H., & Walraven, A. (2021). Patterns of Development in Children's Scientific Reasoning: Results from a Three-Year Longitudinal Study. *Journal of Cognition and Development*, *22*(1), 108-124.

Lekhavat, P., & Jones, L. L. (2009). The Effect of Adjunct Questions Emphasizing the Particulate Nature of Matter on Students' Understanding of Chemical Concepts in Multimedia Lessons. *Educación química*, *20*(3), 351-359.

Lin, H. S., Hong, Z. R., Wang, H. H., & Lee, S. T. (2011). Using reflective peer assessment to promote students' conceptual understanding through asynchronous discussions. *Journal of Educational Technology & Society*, *14*(3), 178-189.

Luo, M., Sun, D., Zhu, L., & Yang, Y. (2021). Evaluating scientific reasoning ability: Student performance and the interaction effects between grade level, gender, and academic achievement level. *Thinking Skills and Creativity*, *41*, 100899.

Magnani, L., Nersessian, N., & Thagard, P. (Eds.). (1999). *Model-based reasoning in scientific discovery*. Springer Science & Business Media.

Malone, T., & Yoon, J. (2014, March). Wordle: A case study for learning possibility of vocabulary terms to visual learners. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2918-2924). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Martin, R. M. *Scientific Thinking*. Canada: Broadview Press.

Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S., & Schwippert, K. (2014). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment and relations with cognitive abilities. *Learning and Instruction*, *29*, 43-55.

Mills, S. (2016). Conceptual understanding: A concept analysis. *The Qualitative Report*, *21*(3), 546- 557.

Munday, S. ; Keeley, P.& Landel, c. (2010). *A leader's Guide to science Curriculum Topic Study*. California: Crowin.

Murphy, N. (2018). Theology in the age of scientific reasoning. In *Theology in the Age of Scientific Reasoning*. Cornell University Press.

Nakiboglu, C. (2017). Use of Graphic Organizers in Secondary Chemistry Lessons. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences* , 7 , 72-75

Nersessian, N. J. (2010). *Creating scientific concepts*. MIT press.

Reed, D. K., Jemison, E., Sidler-Folsom, J., & Weber, A. (2019). Electronic graphic organizers for learning science vocabulary and concepts: The effects of online synchronous discussion. *The Journal of Experimental Education*, *87*(4), 552-574.

Sacapano, R. (2019). Enhancing the Science Vocabulary of Grade 9 Students of Bagbag National High School through Frayer Model Approach. *Ascendens Asia Journal of Multidisciplinary Research Abstracts*, *3*(2).

Sacapaño, R. C., & de Castro, F. M. (2022). Frayer model: a strategy to improve the science vocabulary of grade 9 students of bagbag national high school. *South Florida Journal of Development*, *3*(3), 3419-3437.

Schlatter, E., Molenaar, I., & Lazonder, A. W. (2021). Learning scientific reasoning: A latent transition analysis. *Learning and Individual Differences*, *92*, 102043.

Shavlik, M., Köksal, Ö., French, B. F., Haden, C. A., Legare, C. H., & Booth, A. E. (2022). Contributions of causal reasoning to early scientific literacy. *Journal of Experimental Child Psychology*, *224*, 105509.

Sokrat, H., Tamani, S., Moutaabbid, M., & Radid, M. (2014). Difficulties of students from the faculty of science with regard to understanding the concepts of chemical thermodynamics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *116*, 368-372.

Sullivan, M. T. (2015). Making graphic organizers of graph vocabulary. *Exploring Learning Development: Practices, Pedagogies, Puzzles and Research. Learning: Special Issue edited by Tim Ashwell & Glenn Magee*, *22*(2), 38.

Vachliotis, T., Salta, K., & Tzougraki, C. (2021). Developing Basic Systems Thinking Skills for Deeper Understanding of Chemistry Concepts in High School Students. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100881.

Van Der Steen, S., Steenbeek, H., Wielinski, J., & Van Geert, P. (2012). A comparison between young students with and without special needs on their understanding of scientific concepts. *Education Research International*, *2012*.

Wormeli, R. (2005). *Summarization in any subject 50 Techniques to improve student learning*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental review, 20*(1), 99-149.