وحدة مُقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لتنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع لدى طلاب المرحلة الثانوية

إعداد

أ.م.د/ شيماء حمودة الحارون

أستاذ باحث مساعد مناهج وطرق تدريس علوم

المركز القومي للبحوث التربوية والتنمية

drshaimaahamouda@ncerd.edu.eg

وحدة مُقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لتنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع لدى طلاب المرحلة الثانوية

أ.م.د/ شيماء حمودة الحارون *

المستخلص

هدف البحث الحالي إلى وضع تصور لوحدة دراسية مقترحة في الكيمياء الحيوية؛ لتنمية مهارات الجدل العلمي (تقديم الادعاء، تقديم البيانات، تقديم المبررات، عرض الحُجة المضادة، تقديم الجدل المضاد، تقديم الأدلة المساندة) وحُب الاستطلاع (التجربة والاستكشاف، الحساسية للنقص، تحمل الإجهاد، البحث عن الإثارة) لدى طلاب الصف الأول الثانوي، ولتحقيق ذلك تم بناء وحدة مقترحة حول مفاهيم الكيمياء الحيوية، وطُبقت الوحدة المقترحة باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين باستخدام المنهج التجريبي على مجموعة تجريبية واحدة (٣٨) طالبة من طالبات الصف الأول الثانوي بمدرسة البنك الوطني للتنمية الثانوية بنات التابعة لإدارة النزهة التعليمية بمحافظة القاهرة، وأسفرت نتائج التطبيق البعدي عن فعاليّة كفاءة الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية في اكساب مجموعة البحث التجريبية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع العلمي باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين، وفي ضوء هذه النتائج أوصى البحث بضرورة دعم مهارات الجدل العلمي، والاهتمام بتنمية حُب الاستطلاع العلمي، كما قدَّم البحث مجموعة من المقترحات ببحوث ودراسات مستقبلية.

الكلمات المفتاحية: الكيمياء الحيوية – نماذج المُحاكاة التفاعلية – نموذج تولمين – مهارات الجدل العلمي – حُب الاستطلاع– المرحلة الثانوية.

* أستاذ باحث مساعد في مناهج وطرق تدريس العلوم بالمركز القومي للبحوث التربوية والتنمية.

A Suggested Unit in Biochemistry Using Interactive Simulation Models and the Toulmin Model to Develop Scientific Argumentation Skills and Curiosity of Secondary Grade Students

Dr/ Shaimaa Hamouda El-Haroun*

Abstract

This research aimed to suggest a unit in biochemistry to develop scientific argumentation skills (claims, data, justifications, Qualifiers, Rebuttals, Backing) and Scientific curiosity (Joyous Experimentation and Exploration, Deprivation Sensitivity, Stress Tolerance, and Thrill Seeking) among first-year secondary school students. To achieve this, a proposed unit was applied using interactive simulation models and the Toulmin model on one experimental group (38) first-year secondary school students at the National Bank for Development Secondary School for Girls in the Nozha Educational Administration, Cairo Governorate. The results of the post-application revealed the effectiveness of the proposed unit in biochemistry in providing the study group with scientific argumentation skills and scientific curiosity using interactive simulation models and the Toulmin model. Considering these results, the research recommended the necessity of supporting scientific argumentation skills and interest in developing scientific curiosity. The research also presented a set of proposals for future research and studies.

Key words: Biochemistry Concepts - Interactive simulation Models - Toulmin's Model- Scientific Argumentation Skills- Scientific Curiosity- Secondary stage.

* Assistant Professor of Curriculum and Teaching Methods of Science – National Center for Educational Research and Development

المقدمة:

في ظل الانفجار المعرفي الهائل الذي يشهده العالم اليوم وتفرع التخصصات، ظهرت العديد من التحديات التي يصعب التعامل معها من خلال علم واحد فقط، وأصبحت الحاجة إلى التكامل بين العلوم أكثر إلحاحًا من أي وقت مضى للجمع بين المعارف المختلفة، وتجاوز حدود التخصصات الضيقة، وتبادل الخبرات في المجالات المتعددة، مما يؤدي إلى ابتكارات جديدة وتطورات علمية أكثر تأثيرًا. أي أن التكامل بين العلوم ليس مجرد خيار، بل ضرورة حتمية لمواكبة سرعة التغيرات وتحقيق تنمية مستدامة قائمة على المعرفة والانتقال من المعرفة المُجزئة إلى الفهم المتكامل للعالم من حولنا، ويُعرَّف العلم المتكامل بأنه نهج تراكمي للدراسة العلمية يجمع بين وجهات نظر التخصصات الفردية، ويدمجها خلال جميع مراحل التعامل مع مسألة أو مشكلة لتساعد الطلاب على تطوير مهارات حل المشكلات والتفكير النقدي وتحليل البيانات ومهارات الاتصال (Godfred, Ngman-Wara & Quansah, 2018; Owusu-Fordjour,2022).

ويُمثل حُب الاستطلاع أساسًا مهمًّا في عملية جمع المعلومات واستكشاف الحقائق العلمية؛ لأنه يُسهم في تطوير القدرة على بناء حُجج قوية ومُقنعة من خلال الجدل العلمي، ومع تعزيز الوعي العلمي ومحاربة الجهل في المجتمع يتعلم الفرد كيفية تحليل الأدلة وتقييم النتائج بشكل نقدي؛ مما يُعزز قدرته على اكتساب المعرفة وفهمها بشكل أعمق، وقد أشارت الدراسات التربوية إلى أن طرق إثارة الفضول لا تتطلب بنية تحتية جديدة في المدارس، ولكنْ مجرد تغيير في طريقة توصيل المعلومات والتأثير على دافعية الطلاب، وبالتالي إثارة الفضول حول الموضوعات التي يتم تدريسها في الفصل ♦(Singh & Manjaly, 2022)؛ بغرض تقديم فهم شامل ومترابط بين المفاهيم العلمية المختلفة وتطبيقاتها في الحياة العملية؛ لمساعدة الطلاب على استيعاب العلاقات بين العلوم الطبيعية وتأهيلهم للمراحل الدراسية المستقبلية. كما أشارت دراسة (Martin, 2018) إلى أن الفضول أو حُب الاستطلاع هو مُحرك الإنجاز الفكري خاصةً وأن الدراسات تشير إلى أن الأشخاص الذين لديهم فضول أكبر بشأن موضوعٍ ما يميلون إلى التعلم بشكل أسرع، فإذا أردنا أن يتعلم الطلاب موضوع ما فمنَ الأساسي إثارة الفضول لديهم لمساعدتهم على تطوير المعارف والمهارات العقلية الجديدة التي نقوم بتعليمها لهم؛ وإلَّا فبدون الفضول لا يتعلمون فعليًّا وتحدث فجوة بين عملية التدريس وعملية التعلم الفعَّال. ومع توافر الفضول يمكننا استكشاف الموضوعات بشكل مستقل، واستنتاج النتائج بناءً على الأدلة المتاحة مما يُعزز الاكتشاف العلمي والابتكار على نطاق واسع (Livio, 2017; Kashdan et al., 2013)، أي يرتبط الفضول

♦ اتبعت الباحثة توثيق جمعية علم النفس الأمريكي American Psychological (APA) Associationالإصدار السابع.

العلمي بتوسيع نطاق البحث، وزيادة دقة النتائج وتسريع عملية البحث، لا سيما عند دعمه بأدوات حديثة من نماذج تفاعلية (الزهراني والحبشي، ٢٠٢٠)؛ لذا تُشير الدراسات إلى ضرورة التركيز بشكل أكبر على تعزيز حُب الاستطلاع في تعليم العلوم مما يؤدي إلى نتائج تعليمية أفضل وفهم أعمق للمفاهيم العلمية. وتُظهر الدراسات الكمية أن المناهج القائمة على الفضول يُمكن أن تزيد من مشاركة الطلاب بنسبة ٢٥٪ وتُحسّن نتائج التعلم بنسبة ٣٠٪؛ لأنها تُحفز الطلاب على طرح الأسئلة والبحث عن المعلومات، وربط الأفكار وهي أمور هامة للتفكير العلمي والاستقصاء (Hunaepi, Suma, & Subagia, 2024).

ومن ثَمَّ نجد أن الفضول وحُب الاستطلاع يشجعان الطالب على الجدل العلمي، فالجدل العلمي وحُب الاستطلاع يعملان كأدوات متكاملة لتعزيز فهم الفرد للعالم من حوله وتطوير قدراته الفكرية والعلمية، فهما وجهان لعملة واحدة وهما عنصران مهمان في التقدم العلمي والبحث الأكاديمي؛ فحُب الاستطلاع يُشعل شَرارة البحث والجدل العلمي يُصقل النتائج ويؤكدها أو ينقضها، وهذا بدوره يُسهم في نمو المعرفة الإنسانية.

فالقدرة على الجدال الجيد ليست موهبة يولد بها الإنسان كالذكاء، وإنما تنمو وتتطور من خلال الممارسة المكثفة، حيثُ يُمكن تحديد مهارات الجدال وفحصها، وقد وصف بعض الباحثين مهارات الجدل العلمي بأنها أساسية للتفكير نفسه، ولدعم الناس في التوصل إلى استنتاجات عقلانية حول قضايا متنوعة؛ مثل: قوانين التعديل الوراثي، ومسؤوليات البلدان والأفراد في معالجة تغير المناخ العالمي، وأكدت الدراسات أهمية تعلم الجدل العلمي على الرغم من صعوبة تدريسه وتعلمه، فهو مهارة مهمة يجب نقلها إلى الطلاب لضمان مجتمع متحضر ومتعلم جيدًا (Pinkwart & McLaren, 2012).

وقد أكدت كلٌّ من دراسة (السيد وصياد، ٢٠١٤) ودراسة (البطران، ٢٠٠٩) أن أغلب الدراسات التربوية اجتمعت على أن مهارات التفكير الجدلي تتكون من:

١. **تحليل المجادلات:** بتحديد عناصر موضوع النقاش أو الجدل (الحُجج)، وهي تتطلب ترتيب المعلومات المتوفرة وفق الصلة والعلاقة بين المعلومات المختلفة؛ لتحديد موقع الطالب من قضية ما بين مختلف وجهات النظر التي قد تُعْرَض عليه، وهنا قد يوجد احتمال وجود تحيُّز لإحدى وجهات النظر.
٢. **تحديد السبب والنتيجة:** لتحديد العلاقات السببية بين الحوادث المختلفة؛ لأنها جزء من عملية الفهم والاستيعاب، وطرح الأسئلة النقدية، وحل المشكلات، وبالتالي صنع القرار.
٣. **التحقق من تناسق الحُجج والبراهين (تقييم الحُجج):** وهو ما يعني تعرُّف قوة مكونات الحُجج من مقدمات ونتائج من أجل تحديد صحة الفروض ومدى قوتها، وإذا ما كانت تتبع حقيقة أو غيره، وذلك من خلال تطبيق

معايير علمية تهتم بتحديد مدى درجة التسلسل في أسلوب التفكير المستخدم أو نوعية الحُجج في الجدل.

٤. **التمييز بين المصادر الصحيحة وغير الصحيحة، أو بين الحقيقة والادعاء (تحديد المجادلة/ الحُجج):** وهذا يعتمد بدقة على عوامل، مثل: قدرة الطالب على معرفة ماهية الموضوع، وكيفية التدقيق في المعلومة، كما يتم فيها التمييز بين الحقائق والإضافات الأخرى، والتمييز بين المعلومات ذات الصلة والمعلومات غير ذات الصلة، وتحديد الأقوى في الاستدلال.

بينما أضافت دراسة (جلاوي، ٢٠٢٠) مهارة إضافية وفقًا لنموذج تولمين، والتي تتضح في:

٥. **تحديد الرفض والجدل المضاد:** ويكون بعدم الموافقة على الادعاء بما يقوم على الاستدلال والمنطق وليس عمل ادعاء جديد.

وقد أشارت دراسة (Anwar et al., 2019) إلى أن الطلاب في المستويات الأولى والثانية من مستوى الجدل يواجهون صعوبة في تحويل نتائج تحليلهم إلى كلام أو كتابة؛ مما يتطلب ضرورة إجراء مزيد من البحث حول استخدام وتطوير استراتيجيات تعليمية مبتكرة تسهل على الطلاب تطوير مهاراتهم في الجدل العلمي. وقد أوضحت العديد من الدراسات (السبيعي والشمراني، ٢٠٢٣؛ جلاوي، ٢٠٢٠؛ الحداد، ٢٠١٩؛ حسام الدين، ٢٠١١؛ الجامعية وأمبوسعيدي، ٢٠١٦) أهمية تنمية مهارات الجدل العلمي خاصةً وأنه يلعب دورًا رئيسًا في تدريس العلوم وفروعه المختلفة في كافة المراحل التعليمية؛ لأن أهداف تدريس العلوم لا تركز فقط على اكتساب المفهوم العلمي وإتقانه، بل تتعدى ذلك إلى أهمية انشغال الطلاب بالخطاب الجدلي لبناء حجة قوية ومقنعة لديهم، وتعزيز فهمهم لبنية البرهان وتدريبهم على التفكير النقدي والتحليلي، كما تجعلهم قادرين على التفكير بوضوح من خلال تدريبات عملية لتحليل الأدلة وصياغة الحُجج ، بالإضافة إلى تمارين للتعبير الشفوي والكتابي، وقد تنوعت الدراسات في تنمية مهارات الجدل العلمي ما بين استخدام نموذج الاستقصاء العلمي القائم على الجدل (ADI) لتدريس مادة الأحياء لدى طالبات المرحلة الثانوية (الزهراني والعمودي، ٢٠٢٤) أو الاستقصاء العلمي المجتمعي (أبو الفتوح، ٢٠٢٣)، واستراتيجية عظم السمكة والمحاورات الأفلاطونية (عبد الباسط وعبد الرحيم ومحمود، ٢٠٢٠)، واستراتيجية الأبعاد الستة "PDEODE" (أبو غنيمة، ٢٠١٩).

ويوجد العديد من النماذج التدريسية التي توضح عناصر الجدل العلمي أشهرها نموذج تولمين، وقد تنوعت الدراسات التي استخدمت نموذج تولمين لتنمية مهارات التفكير المختلفة لدى طلاب المرحلة الثانوية في المواد المختلفة ما بين مادة الفلسفة لتنمية التفكير التوليدي والتفكير الاحتمالي (سيد، ٢٠١٩؛ وسيد، ٢٠٢١) وفي مادة الرياضيات في البرهان الرياضي (عبد الملاك، ٢٠٢٠)، وفي اللغة العربية لتنمية مهارات الكتابة الإقناعية (قحوف، ٢٠١٩)، وأوضحت أهميته في إبراز مهارات

التحليل والنقد واستنتاج العلاقات بين المفاهيم لدى الطلاب، وقدرتهم على استيعاب البرهان بشكل منطقي ومفهوم، مما يمكِّن الطلاب من طرح أسئلة مبتكرة داخل الصف حول الحُجج المتصلة بها، كما اهتمت دراسة (الجامعية وأمبوسعيدي، ٢٠١٦) بتحسين واقع تدريس مادة الكيمياء ودراسة أثر الجدل العلمي على مهارات حل المشكلات باستخدام نموذج تولمين.

ومع النظريات التربوية الحديثة تغيرت أدوار معلمي العلوم في جميع المراحل التعليمية؛ خاصةً مع تطور المرحلة الثانوية، فأصبحت هذه الأدوار تركز على التوجيه والإرشاد لتعلم الطلاب داخل الصف وخارجه، كما تركز على أن يقوم المعلم بتصميم وابتكار استراتيجيات ونماذج للتدريس تجعل من الطالب محورًا للعملية التعليمية من خلال تطبيق نماذج إلكترونية تعمل على تنمية شخصية الطلاب وتنمية مهارات التفكير لديهم. ومع تضمين استخدام التكنولوجيا والوسائط المتعددة لتحفيز ودعم مهارات الجدل لدى الطلاب - مثل استخدام المنصات التعليمية الإلكترونية وتطبيقات المُحاكاة التفاعلية - يُمكن للطلاب التواصل والتفاعل مع بعضهم البعض ومع المعلمين بشكل أسهل، مما يشجع على المناقشات العلمية وتبادل الآراء والأفكار بشكل فعّال؛ لتحسين تجربة التعلم وتطوير مهارات الجدل العلمي والتواصل العلمي لدى الطلاب بشكل أفضل (إسماعيل، ٢٠١٧).

وبالتالي يُمكن أن تسمح نماذج المُحاكاة التفاعلية للطلاب بتعزيز حُب الاستطلاع من خلال التفاعل مع المحتوى العلمي بشكل نشط من خلال محاكاة التجارب العلمية، واستخدام الواقع الافتراضي والواقع المعزز، ومنصات التعلم عبر الإنترنت، وغيرها من الأدوات التي تجعل التعلم تجربة تفاعلية ومحفزة، وهذا بدوره يُمَكِّنهم من استكشاف المفاهيم العلمية بأنفسهم، وعند دمج نماذج المُحاكاة التفاعلية مع نموذج تولمين لتنمية مهارات الجدل العلمي فإن هذا النوع من التفاعل يُمكن أن يجعل التعلم أكثر إثارةً، ويُمَكِّن الطلاب من طرح الأسئلة وتحليل البيانات بشكل منهجي لبناء حُجج علمية مدعومة بالأدلة وتقديم الاستنتاجات.

الإحساس بالمشكلة:

استشعرت الباحثة المشكلة من خلال ما يلي:

- **الواقع الحالي:** إعادة هيكلة المرحلة الثانوية اعتبارًا من العام الدراسي (٢٠٢٤-٢٠٢٥)، ودمج مادة الأحياء مع مادتي الكيمياء والفيزياء للصف الأول الثانوي في منهج واحد باسم "منهج العلوم المتكاملة" وفقًا للقرار الوزاري رقم (١٣٨) لعام ٢٠٢٤ (وزارة التربية والتعليم، ٢٠٢٤)، والاكتفاء بالتركيز على المفاهيم الأساسية بشكل عام، مما أثار آراء الخبراء التربويين وأساتذة كليات التربية ومعلمي المواد العلمية بالمرحلة الثانوية وتمثلت معظم آراؤهم في أن المعلومات غير مترابطة، وأن المنهج ليس له ملامح واضحة سوى الاهتمام بالبيئة والتنمية المستدامة لمواكبة التوجهات العالمية نحو التعليم الشامل والتنمية المستدامة، علمًا بأن أغلب المعلومات المتضمَّنة داخل الكتاب

مثل فصل التربة وسلاسل الغذاء والتوازن البيئي في فصل الموارد البيئية قد سبق دراستها بالمرحلة الإعدادية؛ هذا بالإضافة إلى أن المعلومات سطحية جدًا لا تناسب طالب المرحلة الثانوية الذي يحتاج إلى معرفة أسس المواد العلمية ليتمكن من فهمها فهمًا دقيقًا، وهذا بدوره يُمثل إضعافًا لمستوى الطالب بالمرحلة الثانوية، ولا يشكل هذا تطويرًا أو تخفيفًا لمواد العلوم.

- **ضعف قدرة طلاب المرحلة الثانوية على بناء الحُجج العلمية القوية:** حيثُ يواجه طلاب المرحلة الثانوية صعوبة الكتابة الجدلية الأكثر استخدامًا في تقييمات الكتابة الصفية، وصياغة مقال جدلي في بيئات حقيقية مستندة إلى استخدام المعرفة بالمحتوى من مصادر خارجية، فهي مهارة مستدامة وحاسمة للمسيرة الأكاديمية للطلاب، ولا يزال هذا المجال قيد البحث، وقد كشفت دراسة (Cheong, Zhu, & Xu, 2021) أن التراكيب الجدلية القائمة على المصادر العلمية في كتابات طلاب المرحلة الثانوية في هونغ كونغ تختلف اختلافًا كبيرًا عن نظيراتها من حيث بنية الحُجج واستخدام المصادر وجودة الاستدلال.
- **ضعف استثارة طلاب المرحلة الثانوية نحو حُب الاستطلاع:** حيثُ كشفت دراسة (Luce & Hsi, 2015) أن كثير من الطلاب بالمرحلة الثانوية قد يظهرون اهتمامًا بالمحتوى، ولكنهم **لا** يندمجون فعليًا مع آليات حُب الاستطلاع والبحث العلمي مثل (التفسير، الملاحظة، الاستقصاء)، مما يدل على شغف علمي محدود، لذا أكدت دراسة (عبد الهادي وعبد النبي وعبد الغني، ٢٠١٩) على الاهتمام بدافع حُب الاستطلاع؛ لتحفيز السلوك الاستكشافي وزيادة المعرفة.
- **نتائج وتوصيات البحوث والدراسات السابقة:** والتي أشارت إلى أن طبيعة الواقع التدريسي داخل الفصول لا تتناسب مع سمات العصر للتمَكُّن من المادة العلمية والانخراط في المهارات المعملية والمشاركة في الجدل العلمي وحُب الاستطلاع، كما أكدت كلاً من دراسات (Lindholm, 2018; Jirout, 2020; Grigorescu, 2022; Hunaepi, Suma, & Subagia, 2024) أهمية تنمية الفضول وحُب الاستطلاع العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية عبر تحقيق التوازن بين استخدام النماذج العلمية وتحفيز الطلاب على التساؤل والاستكشاف للربط بين النظرية والتجربة، وبين النموذج والواقع وهو خطوة محورية نحو بناء متعلمين ناقدين وباحثين ومُحبين للعلم؛ كما أن التدريس باستخدام الجدل العلمي يُمكّن الطلاب من تعلم المفاهيم العلمية ويزودهم بعادة التفكير كما يفكر العلماء (Özelma & Seyhan ,2022; Cofré et al.,2019)، وبالتالي يصبح من المهم تنمية مهارات الجدل من خلال التدريس الصريح للحُجج أثناء الانخراط في المهارات المعملية الذي يعتمد على مهارات عمليات العلم لدى الطلاب بشكل جيد؛ لأن خبرتهم في المعرفة

العلمية في المدارس غالبًا ما تكون في شكل حقائق لا جدال فيها (Chang, 2007; Ping, Halim & Osman, 2020)، كما تشير الأدبيات إلى أن الفرص المتاحة للطلاب للمشاركة في الجدل العلمي الأصيل داخل الفصل الدراسي نادرة (جلاوي، ٢٠٢٠؛ أبو غنيمة، ٢٠١٩؛ عبد اللطيف، ٢٠١٩) و(Roth et al., 2006; Weiss et al., 2001)، مما يؤكد غياب مهارات الجدل العلمي بين الطلاب والمعلمين، كما أكدت دراسة (Tröbst et al., 2016) أن اهتمام الطلاب بمادة العلوم وشغفهم بها يتراجع بشكل ملحوظ عند الانتقال من المرحلة الابتدائية إلى المرحلة الثانوية، وبالتالي غياب حُب الاستطلاع، لعدم وجود نمط واضح لاستراتيجيات التدريس الأكثر فعاليّة على الرغم من أن مادة العلوم تحمل جوانب مثيرة للاهتمام للغاية إذا ما تطرقت إلى محتواها، وتعمقت في دراستها والتفكير في موضوعاتها بشغف واهتمام؛ مما يجعل دراستها أكثر متعةً وأقل إرهاقًا، بل ويساعد الطالب على فهم المفاهيم الصعبة بشكل أفضل، ولكن مع نقص المعرفة التربوية لدى المعلمين والموارد المحدودة التي تعوقهم عن تصميم دروس تشجع على الجدل العلمي لن يدرك الطالب فائدة ما يتعلمه أو يشعر بقيمته أو يحس بمعناه (وزارة التربية والتعليم، ١٩٩٦)، ويرجع ذلك إلى حقيقة أن معظم المعلمين يفتقرون إلى المعرفة التربوية اللازمة لتصميم الدروس التي تعزز مشاركة الطلاب في الجدل العلمي، ولديهم موارد محدودة لمساعدتهم (Simon, Erduran & Osborne, 2006)، ونظرًا لهذه العوائق فقد تم تركيز قدر كبير من الجهود على بيئات التعلم المعززة بالتكنولوجيا (Clark & Sampson, 2006; Sandoval & Reiser, 2004). والاستراتيجيات التعليمية (Osborne, Erduran & Simon, 2004; Sampson, Grooms, & Walker, 2011) التي يُمكن لمعلمي العلوم استخدامها لإشراك الطلاب في الحُجج العلمية. لذلك تم التركيز على تطوير مناهج جديدة واستخدام النماذج الإلكترونية التفاعلية؛ لإنشاء بيئات تعليمية تشجع على المشاركة في الجدل العلمي، وتعليم أعداد كبيرة من الطلاب بشكل فعَّال بسبب القيود في وقت المعلم، وتتضمن هذه الجهود استراتيجيات تعليمية يُمكن لمعلمي العلوم استخدامها لجعل الطلاب يشاركون بنشاط في الحوارات العلمية (Sampson & Blanchard, 2012).

- **المؤتمرات الدولية:** حيثُ أكد الاتحاد الدولي للكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية أهمية تعزيز البحث والتعليم في علم الكيمياء الحيوية وعلم الأحياء الجزيئية في جميع أنحاء العالم والتي تخدم مجالات الطب والزراعة والبيئة (International Union of Biochemistry and Molecular Biology, 2020)، كما ألقت فعاليات المؤتمر الدولي الثامن عشر للكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية بالجامعة الأمريكية بالقاهرة الذي عقد مؤخرًا

تحت شعار "نحو مستقبل أفضل للإنسانية" (الجامعة الأمريكية، ٢٠٢٣) الضوءَ على التحديات العالمية والوطنية لتحسين حياة الإنسان، وأوصى المؤتمر بضرورة التوعية بأهمية علم الكيمياء والبيولوجيا الجزيئية في مختلف المجالات والتطبيقات لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، كما أكدت دراسة (عزب، ٢٠٢٣) و دراسة (Fernández-Novell et al., 2002) وجود فجوة كبيرة في التواصل بين ما يتعلمه الطالب في المرحلة الثانوية وما يتعلمه في المرحلة الجامعية، وأحد هذه الفجوات الهامة هي مفاهيم الكيمياء الحيوية كأحد أساسيات العلوم المتكاملة التي تُمَكِّن الطلاب من فهم الكثير من المفاهيم في الأحياء والكيمياء، مثل دورة الطاقة والإنزيمات والمركبات الحيوية، مما يؤثر على تماسك المعارف في المستقبل، وهذا بدوره مع تحقيقه لا يسبب وجود فجوة تعليمية بين الطلاب الذين يدرسون النظام الجديد والطلاب الذين سبقوهم، خاصةً في العلوم الطبية والهندسية التي تعتمد على فهم جيد للأساس الكيميائي. لذا لابُد من مراعاة ألا يأتي تبسيط المناهج على حساب جودة التعليم، خاصةً أن نظام الثانوية العامة الحالي يقيس مستويات فَهم نواتج التعلم، وهذا ما تؤكده مواصفات الورقة الامتحانية لجميع المواد العلمية من خلال تحقيق توازن الورقة الامتحانية بين المستويات المعرفية المختلفة (فهم ٤٠٪، تطبيق ٤٠٪، المستويات العليا ٢٠٪) (المركز القومي للامتحانات والتقويم التربوي، ٢٠٢٤) وهذا بدوره يتطلب تطوير قدرات الطلاب وتعزيز مهاراتهم التعليمية والاجتماعية بحيث لا تقتصر على اكتساب المعرفة فقط، بل التفكير العميق في المعلومات، والتعامل مع الأسئلة العميقة التي تتطلب تفكيرًا أعمق كالمستويات العليا، والتعبير عن الآراء والأفكار بوضوح، وأن يتعلم من زملائه، ويساهم في إثراء المناقشات الجماعية.

- **الدراسة الاستطلاعية:** التي قامت بها الباحثة للكشف عن مهارات الجدل العلمي لدى عينة بلغت (٢٠) من طالبات الصف الأول الثانوي بمدرسة البنك الوطني للتنمية الثانوي بنات وذلك من خلال تحليل إجاباتهن على (مقياس الكشف عن المهارات الجدلية في موضوع الأغذية المعدلة وراثياً: ملحق(١)- من إعداد الباحثة-)؛ لتقييم المهارات الجدلية المتعلقة بموضوع الأغذية المعدلة وراثيًا، وقدرتهن على تحليل المبررات واتخاذ القرارات حول المبررات والأدلة لتناول الأغذية المعدلة وراثياً، واشتمل المقياس على (١٠) أسئلة من نوع الاختيار من متعدد موزعة على خمس مجالات رئيسة تُمثل مهارات جدلية يجب على الطالبة أن تُتقنها عند مناقشة موضوع علمي جدلي متمثلة في (تمييز المبررات والحُجج العلمية، تقييم الأدلة والشواهد، تحليل قوة الحجة، طرح أسئلة نقدية لمعارضة الحجة، اتخاذ القرار القائم على الأدلة)، واستخدمت الباحثة معامل التمييز **للتمييز بين الطلاب ذوي الأداء العالي والطلاب ذوي الأداء المنخفض وذلك من خلال حساب** مجموع درجات

الطلاب الأعلى أداءًا (نصف العينة الأعلى)، ومجموع درجات الطلاب الأدنى أداءًا (نصف العينة الأدنى)، بحيثُ كلما زادت قيمة معامل التمييز زادت قدرة المجال أو الأسئلة على الكشف عن الفروق الحقيقية بين الطلاب من حيث معرفتهم ومهاراتهم، وبالتالي تُشير إلى تمكّن الطلاب الأعلى أداءًا من تحقيق الاستجابة الصحيحة بشكل واضح، في حين تشير القيم المنخفضة إلى ضرورة العمل على تحسين قدرة الطلاب على مهارات الجدل العلمي والاستجابة الصحيحة.

وأظهرت النتائج أن الطلاب يمتلكون قدرة على تقييم الأدلة والشواهد (٠,٦)، يليه مجال طرح أسئلة نقدية (٠,٥)، وأظهرت النتائج صعوبة ايجاد الادعاءات والمبررات من قِبل الطلاب واستخدام الشواهد لتبرير تلك الادعاءات (٠,٤)، وضعف وجود أي نماذج يفكر بها الطلاب لتبرير تلك الادعاءات والمبررات (٠,٤)، بينما كان مجال اتخاذ القرار القائم على الأدلة لديه أقل معامل تمييز (٠,٢٥)، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول (١)

يوضح قيم معامل التمييز لمقياس الكشف عن المهارات الجدلية في موضوع الأغذية المعدلة وراثياً

المجال	معامل التمييز	التفسير
تمييز الادعاءات والحُجج العلمية	٠,٤	تمييز متوسط قادر على تمييز بعض الفروق البسيطة بين الطلاب.
تقييم الأدلة والشواهد	٠,٦	تمييز جيد جداً ويعكس بوضوح الفروق في قدرة الطلاب على استخدام هذا المجال.
تحليل قوة الحجة	٠,٤	تمييز متوسط يشير إلى أن هناك فرقًا بسيطًا بين إجابات الطلاب الأعلى والأدنى أداء.
طرح أسئلة نقدية لمعارضة الحجة	٠,٥	تمييز جيد ومناسب لمستوى الطلاب، وتمكنهم من التعبير عن معرفتهم بدقة.
اتخاذ القرار القائم على الأدلة	٠,٢٥	تمييز ضعيف الى متوسط يحتاج تحسناً في أداء الطلاب.

- **التطلعات المستقبلية:** يُمكن البحث عن مداخل جديدة لتنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع لدى طلاب المرحلة الثانوية بمادة العلوم المتكاملة وخاصةً مع مفاهيم الكيمياء الحيوية، وينادي العديد من الخبراء (Chang, 2007) (الزهراني وعفيفي، ٢٠١٨) بأهمية تضمين استخدام النماذج البصرية والنماذج الإلكترونية والوسائط المتعددة لتحفيز ودعم مهارات الجدل لدى الطلاب.

وفي ضوء كل ما سبق لوحظ أهمية الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية لدى طلاب الصف الأول الثانوي باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين، كما أنه لا توجد دراسة عربية واحدة ولا أجنبية- على حد علم الباحثة- اهتمت

بتنمية مهارات الجدل العلمي من خلال مفاهيم الكيمياء الحيوية وحُب الاستطلاع العلمي بالمرحلة الثانوية، ومن هنا نبعت فكرة البحث.

مشكلة البحث:

من العرض السابق يتضح أهمية بناء تكامل حقيقي بين مفاهيم الكيمياء والأحياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي بما يناسب طلاب المرحلة الثانوية من خلال وحدة دراسية مقترحة في الكيمياء الحيوية، كما يتبين قصور المقررات عن تنمية الوعي بالحُجج العلمية المدعومة ببناء الأدلة والدفاع عن الآراء العلمية، وغياب روح حُب الاستطلاع، ولإيجاد بيئة تعليمية محفزة تنمي التفكير النقدي والجدلي وتشجع الطلاب على التساؤل تبرز الحاجة إلى توظيف نماذج المُحاكاة التفاعلية مع نموذج تولمين، وعليه تتبلور مشكلة البحث الحالي في التساؤل الرئيس التالي: ما فعاليّة وحدة دراسية مقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لتنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس التساؤلات الآتية:

١. ما المفاهيم العلمية المرتبطة بالكيمياء الحيوية التي يمكن تضمينها بالوحدة الدراسية المقترحة للصف الأول الثانوي؟
٢. ما واقع تضمين المفاهيم العلمية المرتبطة بالكيمياء الحيوية في مادة العلوم المتكاملة بالمرحلة الثانوية؟
٣. ما صورة الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟
٤. ما فعاليّة تدريس الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لتنمية مهارات الجدل العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟
٥. ما فعاليّة تدريس الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لتنمية حُب الاستطلاع العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟

أهداف البحث: هدف البحث الحالي إلى:

- تحديد المفاهيم العلمية التي يمكن تضمينها بالوحدة الدراسية المقترحة في الكيمياء الحيوية للصف الأول الثانوي.
- رصد واقع تضمين المفاهيم العلمية المرتبطة بالكيمياء الحيوية في مادة العلوم المتكاملة بالمرحلة الثانوية
- بناء وحدة دراسية مقترحة في الكيمياء الحيوية يُمكن دمجها بمقرر العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي.

- تحديد فعاليّة تدريس الوحدة المقترحة باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين في تنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

فروض البحث: حاول البحث التحقق من صحة الفروض التالية:

- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمستويات اختبار الجدل العلمي، وكذلك المجموع الكلي لصالح التطبيق البعدي.
- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس حُب الاستطلاع العلمي، وكذلك المجموع الكلي لصالح التطبيق البعدي.

أهمية البحث: تبرز أهمية البحث الحالي من مدى الاستفادة المتوقَّعة من الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين من قِبل الجهات التالية:

- **مسئولي وزارة التربية والتعليم** من خلال لفت الانتباه إلى ضرورة تضمين وحدة دراسية مقترحة في الكيمياء الحيوية في مادة العلوم المتكاملة وتدريسها باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين.
- **مخططي ومطوري مناهج العلوم** وذلك لدعم وتطوير مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع عند بناء المناهج، سواء في برامج إعداد المعلم أو في المناهج العلمية المختلفة بالمرحلة الثانوية.
- **لمُعلمي مادة العلوم المتكاملة** في كيفية تدريس الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية من خلال الاطلاع على دليل المعلم وكيفية الدمج بين نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين، وأهمية دعم مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع العلمي.
- **الباحثين والمهتمين بالدراسات العلمية؛** لتوفير بيئة تعليمية تشجع على التفاعل والاستكشاف لتنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع العلمي لدى الطلاب.

حدود البحث: اقتصر البحث الحالي على:

- المفاهيم العلمية المرتبطة بالكيمياء الحيوية، والتي يُمكن تضمينها في الوحدة المقترحة لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
- تجريب الوحدة الدراسية المقترحة على مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوي بإحدى مدارس إدارة النزهة التعليمية بمحافظة القاهرة بالفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠٢٤/ ٢٠٢٥.

منهج البحث: استُخْدِم في البحث الحالي ما يلي:

- **المنهج الوصفي التحليلي:** عند إعداد الإطار العام للوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية وأداتي البحث المتمثلتين في: اختبار الجدل العلمي في موضوعات الكيمياء الحيوية، ومقياس حُب الاستطلاع المعرفي.
- **المنهج التجريبي:** وذلك من خلال التصميم شبه التجريبي ذي المجموعة الواحدة (قبلي وبعدي) لدراسة فعاليّة تدريس الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لتنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

إجراءات البحث: للإجابة عن تساؤلات البحث والتحقق من صحة فروضه تم اتباع ما يلي:

- الدراسة التحليلية للدراسات السابقة المرتبطة بمتغيرات البحث "مفاهيم الكيمياء الحيوية التي يُمكن دمجها بالوحدة الدراسية المقترحة باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين، وتنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع".
- تحديد المفاهيم الأساسية المرتبطة بالكيمياء الحيوية التي يُمكن دمجها في الوحدة المقترحة للصف الأول الثانوي في المناهج المصرية.
- تحليل محتوى مقرر العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي في ضوء مفاهيم الكيمياء الحيوية التي تم تحديدها لمعرفة درجة تضمينها في كُتب العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي للفصلين الدراسيين- في المناهج المصرية.
- إجراءات الدراسة التجريبية، وتشمل:
  - إعداد الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين من خلال:
    - تحديد أسس بناء الوحدة المقترحة، وذلك في ضوء خصائص طلاب المرحلة الثانوية، وأهداف تعلُّم مفاهيم الكيمياء الحيوية في مادة العلوم المتكاملة لطلاب المرحلة الثانوية، ثُم تحديد المحتوى المناسب لتحقيق هذه الأهداف من الموضوعات الرئيسة ودروس الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية.
    - إعداد الوحدة المقترحة بما تشمله من مقدمة وموضوعات وأهداف، ومحتوى وأنشطة، ثم إعداد دليل المعلم لتدريس الوحدة المقترحة باستخدام النماذج التفاعلية ونموذج تولمين بما يشمله من مقدمة وأهداف عامة وخاصة، وخطوات السير في الدرس، ثم عرض الوحدة المقترحة على مجموعة من المتخصصين في مجال التربية العلمية ومناهج وطرق تدريس العلوم للتأكد من صلاحيتها وملاءمتها لطلاب الصف الأول الثانوي.

- إعداد أداتي البحث (اختبار مهارات الجدل العلمي، ومقياس حُب الاستطلاع العلمي)، ثم التأكد من صدق وثبات أداتي البحث من خلال التطبيق الاستطلاعي، وإجراء التعديلات اللازمة للوصول إلى الصورة النهائية لأداتي البحث.

- اختيار مجموعة البحث التجريبية وتطبيق أداتي البحث قبليًّا، ثم تطبيق تجربة البحث، وأخيرًا التطبيق البعدي.
- تسجيل النتائج ومعالجتها إحصائيًّا، وتفسيرها ومناقشتها.
- تقديم مجموعة من التوصيات والمُقترحات في ضوء ما تُسفر عنه النتائج.

مصطلحات البحث:

الكيمياء الحيوية Biochemistry : هي فرع من فروع علم الأحياء يُركز على الخصائص الكيميائية والفيزيائية للجزيئات والعمليات التي تحدث داخل الكائنات الحية، ويدرس هذا العلم التفاعلات الكيميائية داخل الكائنات الحية أثناء العمليات الحيوية، ويُمثل هذا المجال محورًا هامًّا في تطور العلوم البيولوجية ومواجهة العديد من التحديات في علوم الطب، والزراعة، والصناعة، والبيئة (Stenesh, 2013).

نماذج المُحاكاة التفاعليةInteractive stimulation Models : هي أنظمة إلكترونية تُعبر عن نموذج لحالة أو مشكلة واقعية تهدف إلى بناء تجارب إلكترونية موثوقة وتستخدم البرامج الرياضية أو لغة البرمجة، حيثُ تتم برمجة هذا الواقع داخل الحاسوب وفق برمجيات وتطبيقات معينة تظهر على شكل محاولات تُمثل العلاقات المتبادلة بين مكوناتها المختلفة والمتشعبة، بحيثُ تشمل نمذجة ومحاكاة لبعض الظواهر التي تُمَكِّن مستخدميها من تحقيق أهداف العملية التعليمية (السماعنة، ٢٠٢٣؛ Krogstie & Jørgensen, 2002).

ويمكن تعريفها إجرائيًّا في هذا البحث بأنها: مجموعة من البرمجيات المتوفرة في شبكة الإنترنت عبر منصات PHET, Olabs, Concord (Consortium, Virtual lab New Mexico State University)، وتحتوي على مواد تعليمية مرتبطة بمفاهيم الكيمياء الحيوية، ويُمكن توظيفها في مُحاكاة بعض الظواهر العلمية البيولوجية، وإجراء التجارب عند تدريسها.

نموذج تولمين Toulmin's Model: هو النموذج الذي يهدف إلى فهم كيفية تكوين الحُجج في الخطاب الواقعي وتقييمها من خلال تقسيمها إلى ثلاثة عناصر رئيسة وأساسية توجد في كل حُجة، وهي: (تقديم الادعاء، وتقديم البيانات، وتقديم المبررات)، وثلاثة عناصر موسعة، وهي: (عرض الحُجة المضادة، تقديم الجدل المضاد، وتقديم الأدلة المساندة)، وهي تُستخدم فقط عند الحاجة إليها؛ لأنها لا تعني بالضرورة أن يتم التعبير عنها بشكل صريح دائمًا؛ إذ يُمكن الإشارة إليها بشكل ضمني، وهو ما يُعد ممارسة شائعة (Magalhães, 2020 ; Bouvier, 2017).

مهارات الجدل العلمي Scientific Argumentation Skills: الجدل العلمي هو نشاط عقلي اجتماعي لفظي يساعد الطلاب على بناء الحُجة من خلال تحليل الادعاءات العلمية، ويُقدم بدوره أدلة وشواهد وبراهين بهدف تبرير ادعاءٍ ما أو رأيٍ ما، أو دحضه من خلال شرح وتقييم الأسباب المرتبطة بالادعاء (Jiminéz-Aleixandre & Erduran, 2007)، ويتكون من ثلاث مهارات رئيسة، وهي: الادعاءات (Claims)، والبيانات الداعمة للادعاء (Data/ Evidence) والمبررات (Warrant/ Justification) (Al-Ajmi & Ambusaidi, 2022).

ويُمكن تعريف مهارات الجدل العلمي إجرائيًّا على أنها مجموعة من العمليات العقلية التي تُمَكِّن طلاب المرحلة الثانوية من الحوار والتفاعل بتقديم الادعاءات العلمية من تنبؤات وافتراضات عند الإجابة على الأسئلة المطروحة، وربط الادعاء بالأدلة من صور وأشكال ورسوم بيانية ونتائج تجارب ونصوص وخرائط موضحة من خلال مبررات تؤكده من أسباب وتفسيرات علمية للوصول إلى قرار يُمكنهم من الحكم على صحة الادعاء.

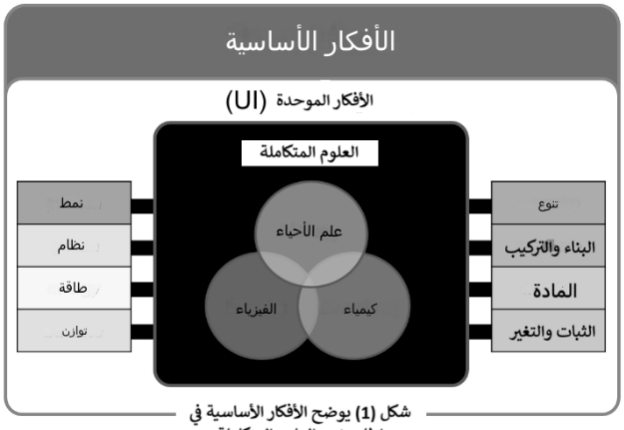
حُب الاستطلاع العلمي Scientific Curiosity: هو النشاط الذي يدفع الأفراد نحو استكشاف الحقائق العلمية والتكنولوجية الغامضة والمعقدة؛ بغية فهمها وتحليلها فتنشأ عنه رغبة لا تنتهي في الكشف عن المعرفة الجديدة وتوسيع آفاق الفهم؛ لخدمة المجتمع والإنسانية (الشحيلي، ٢٠١٥). ويمكن تعريفه إجرائيًّا بأنه الشغف والاهتمام العميق بالبحث والاستكشاف العلمي، والرغبة في فهم العالم من حولنا وفهم طرق عمل الأشياء وظواهرها من خلال البحث وجمع المعلومات وتحليلها بطرق علمية.

الإطار النظري، والدراسات السابقة:

مفاهيم الكيمياء الحيوية ومادة العلوم المتكاملة بالمرحلة الثانوية

ارتبط المنهج العلمي المتكامل في العلوم المتكاملة بفكرة التعددية التخصصية العامة في العلوم المختلفة والتي تشمل مفاهيم رئيسة مثل التكامل والتفاعل والتفكير الشامل (Huutoniemi et al., 2010)، ويهدف هذا المنهج إلى تجنب وضع حدود فاصلة بين التخصصات المختلفة، وتجنب التشويش الناتج عن العزلة بينها، وقد تم تبني توجه منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية منذ سبعينيات القرن العشرين لتعزيز التعاون بين مختلف المجالات العلمية (NRC, 2012; NGSS Lead States, 2013)؛ حيثُ يعتبر تكامل المعرفة عبر التخصصات أساسًا لتوليد ارتباطات ذات معنى؛ مما يُعزز التعلم ويُثري إنتاج المعرفة لإعداد مواطنين قادرين على مواجهة مشاكل العالم الحقيقي والقضايا الاجتماعية والعلمية التي تتطلب غالبًا معرفة من تخصصات متعددة (Langbeheim, Lehavi, & Merzel, 2023). هذا ولابد أن يوجه المنهج الدراسي للعلوم الطلاب في المرحلة الثانوية إلى تطبيق المعرفة والممارسات العلمية لاتخاذ إجراءات مسؤولة وقرارات

مستنيرة في حياتهم اليومية، كما يضع أساسًا قويًّا لتمكين الطلاب من مواصلة تعليمهم في الدورات الدراسية لما بعد الثانوية، ويوضح الشكل (١) كيفية الربط بين الأفكار الثمانية الرئيسة عبر الموضوعات العلمية في إطار منهج العلوم المتكاملة، مما يجعل العلم أكثر أهميةً للطلاب في المنهج الدراسي (Ministry of education in Singapore, 2022).



شكل (1) يوضح الأفكار الأساسية في اطار منهج العلوم المتكاملة

ويُمكن دمج التخصصات العلمية من كيمياء وأحياء وفيزياء وعلم البيئة للإجابة عن أسئلة بحثية معقدة بحيث يمكن نشوء مجالات جديدة للدراسة، مثل: علم البيئة الكيميائية، والهندسة الطبية الحيوية، وعلم الاجتماع الحيوي (Lattuca, 2003; Pohl et al.,2021)، كما ظهرت مع بداية القرن العشرين طريقتان رئيسيتان لدراسة الأحياء؛ إحداهما الكيمياء الحيوية Biochemistry ، وهي فهم الحياة عن طريق سحقها وتجزئتها إلى قطع صغيرة، وتنقية قطعة واحدة فقط بعيدًا عن المكونات الأخرى ودراستها مُنفردةً خارج الكائن الحي، والأخرى من خلال الكشف عن الرابط الحميم بين الجينات والبروتينات، وهو ما نُسميه بالبيولوجيا الجزيئية Molecular biology فالجينات هي الـ DNA الذي يُنسخ إلى الـ RNA، وهو جزيء وسطي يحمل الشفرات اللازمة لإنتاج البروتين، وهما يعتمدان على المعرفة من تخصصات أخرى، وبشكل أساسي من علم الأحياء، وكذلك يدمج الكيمياء بما تُوَفِّرُه في الفهم الجزيئي؛ وإلى حدٍّ ما من الرياضيات والفيزياء (Kopecki-Fjetland, 2019).

ويُعتبر علم الكيمياء الحيوية أحد أهم الفروع التكاملية بين علمي الكيمياء والأحياء والتي ينبغي تضمينها في منهج المرحلة الثانوية؛ حيثُ يهتم هذا العلم بدراسة المركبات الكيميائية داخل الكائنات الحية، بالإضافة إلى التغيرات الكيميائية التي تحدث في الأنظمة الحيوية، وتتنوع فروع الكيمياء الحيوية لتشمل الكيمياء النباتية التي تركز على تركيب أجسام النباتات وتحولات المادة والطاقة فيها، والكيمياء الحيوية الميكروبية التي تختص بدراسة الكائنات الدقيقة، بالإضافة إلى

الكيمياء الحيوية الطبية التي تُعْنَى بدراسة تركيب المواد الكيميائية وتحولاتها، وكذلك تحولات الطاقة في جسم الإنسان في حالتيها الطبيعية والمرضية. وقد اهتمت كثير من المنظمات العالمية بالكيمياء الحيوية في كثير من مؤتمراتها، كالمؤتمر الدولي لمنظمة الأيوباك الذي يهتم بمستقبل الكيمياء (IUPAC-International Union Of Pure And Applied Chemistry)، ومناقشة الموضوعات المستحدثة في الكيمياء الحيوية كدراسة وظائف كل بروتين على شريط الحمض النووي DNA وتوالد البروتين، وتحديد تركيب بلورات البروتين (عبد الهادي، ٢٠٢٠؛ Ferrins, Llabani, & Dunne, 2018).

كما أشارت العديد من الدراسات منها (Taly et al., 2019; Srivastava et al., 2020; Goodsell et al., 2021). إلى ضرورة وجود وحدة في مقرر العلوم المتكاملة تختص بالكيمياء الحيوية كأحد الموضوعات التكاملية للمرحلة الثانوية والتي يفضل تدريسها للصف الأول الثانوي، وهي تجمع بين جميع فروع مادة العلوم؛ لأنها تضع الأساس لفهم العمليات الحيوية، مثل: التمثيل الغذائي، والتنفس، والبوليمرات البيولوجية، وانقسام الخلايا، والهرمونات، وآليات المرض. وتُعد مفاهيم الكيمياء الحيوية أساسية في التعليم الثانوي لأنها تضع الأساس للدراسات المتقدمة في مختلف المجالات العلمية؛ حيث تعمل على سد الفجوة بين الكيمياء والأحياء من خلال استكشاف العمليات الكيميائية داخل الكائنات الحية، وسد الفجوة بين تعليم الكيمياء الحيوية في المدارس الثانوية والجامعات مما يوفر للطلاب مقدمة شاملة للكيمياء الحيوية ويجهزهم للتعليم العالي (Rončević et al., 2023; Harle & Towns, 2013)، وهذا بدوره يحتاج إلى أساليب تدريس فعّالة، مثل: ورش العمل متعددة التخصصات، واستراتيجيات التعلم النشط، ورواية القصص، واستخدام الوسائل البصرية، لتعزيز مشاركة الطلاب وفهمهم بشكل كبير، كما أن الوصول إلى الموارد التعليمية المتنوعة والمسابقات التفاعلية يدعم عملية التعلم بشكل أكبر، مما يجعل الجزيئات الحيوية جزءًا مثيرًا ومتكاملًا من تعليم مادة العلوم المتكاملة في المرحلة الثانوية، خاصةً وأن بعض الدراسات أثبتت صعوبة فهم الطلاب لمفاهيم الكيمياء الحيوية، وأهمية تحديد الثغرات في فهم الطلاب لربط معظم مفاهيم الكيمياء الحيوية، مثل: السكريات الأحادية والجلوكوز والسكريات المتعددة بمفاهيم التنفس الخلوي (Fernández-Novell et al., 2002; Orgill, Bussey & Bodner, 2015)، وفي ضوء الدراسات السابقة الذكر نستخلص أن مفاهيم الكيمياء الحيوية تُكسب الطالب فهماً متكاملاً للحياة من منظور علمي وتنمي فيه حب البحث والفهم العميق.

نماذج المُحاكاة التفاعلية: Interactive simulations Model

نماذج المُحاكاة التفاعلية هي أدوات ديناميكية تفاعلية تُسهل التفاعل والتكيف في الوقت الفعلي، مما يجعلها ضرورية لأنظمة المعلومات الحديثة التي تتطلب المرونة والاستجابة للتغيير (Krogstie & Jørgensen, 2002). وتُعتبر نماذج

المُحاكاة التفاعلية من الأدوات التعليمية الحديثة التي أثبتت فعاليتها في تحسين العملية التعليمية والتفاعل بين الطلاب والمحتوى الدراسي (السماعنة، ٢٠٢٣؛ Yassin, 2022).

ويُمكن استخدام التطبيقات الإلكترونية التفاعلية لتدريس العلوم كأدوات معرفية في الفصول الدراسية، مما يُوجد تجارب تعليمية جذابة وأصيلة مع ردود الفعل في الوقت الحقيقي (Neumann & Waight, 2019). وتستخدم النماذج الإلكترونية كمحاكاة تفاعلية في تدريس المواد العلمية؛ حيث تعرض المفاهيم العلمية من زوايا متعددة، وتتيح للطالب التفاعل المباشر مع برمجيات المُحاكاة، وتتميز هذه النماذج بدمجها لمؤثرات فنية وتربوية عالية الجودة، مما يُعزز استجابات الطالب كما أنها توفر إمكانية أداء المهام وتطبيق الذكاء الاصطناعي، مما يسهم في تعزيز التفاعل الاجتماعي. وقد تم تصميم هذه النماذج لمحاكاة الواقع بشكل دقيق، مما يساعد في تدريب الطلاب وتزويدهم بتجربة تفاعلية تحاكي البيئة الواقعية، وبالإضافة إلى ذلك تتيح للطلاب استكشاف المبادئ والفرضيات من خلال ممارسة الاكتشاف، وتضيف عنصر المرح والتشويق عبر مُحاكاة الخيال العلمي (بني ياسين، ٢٠٢٠؛ البدرساوي، ٢٠٢٠). وتُعد تلك النماذج وسيلة جذابة وفعالة تساعد الطلاب على فهم المفاهيم المعقدة بشكل أفضل، وتعزز من تحسين تعلمهم وزيادة رغبتهم في الاستكشاف، كما أنها تُسهم في حماية الطلاب من التعرض للمواد الخطرة، وتوفر لهم تجارب تعليمية غنية ومتنوعة، وإلى جانب ذلك فإنها تتميز بسهولة استخدامها وتطبيقها؛ مما يساهم في توفير الوقت والجهد والمال من خلال إمكانية محاكاة التجارب وتوفير تجربة تعليمية تفاعلية في وقت أقصر من وقت تطبيق التجربة بشكل واقعي؛ مما يجعل دراسة علم الأحياء أكثر تشويقًا وفهمًا للطلاب ويسمح لهم بكسب الخبرات (السماعنة، ٢٠٢٣). وتشير العديد من الدراسات (Kramer,Olson & Walker, 2018; Lamb & Etopio, 2020) إلى أنه يُمكن لمعلمي العلوم التفاعل مع الواقع الافتراضي لنقل المهارات والتعلم من مواقف الحياة الواقعية النموذجية واستخدامها في الفصول الدراسية؛ لأنها أثبتت فعاليّة الدروس التفاعلية عبر الإنترنت أكثر من الطرق التقليدية لتدريس مهارات عملية العلوم للطلاب، وخاصة الطلاب غير الناطقين باللغة الإنجليزية، فمثلًا: أدَّى استخدام التطبيقات التفاعلية مثلEcoEvoApps - وهي مجموعة من تطبيقات الويب التفاعلية المجانية مفتوحة المصدر - إلى زيادة الاهتمام والثقة في النماذج الرياضية للتدريس في فصول علم البيئة، وعلم الأحياء التطوري، وتحسين ثقة الطلاب وفهمهم بشكل كبير (McGuire et al., 2021)، كما ساعد بشكل فعال وكفء في تعلم علوم الطبيعة، مما يُزيد من دوافع الطلاب ومتعتهم (Wang, 2018)، كما أنَّ دمج استراتيجيات التعلم التوليدي في محاكاة الواقع الافتراضي يُحسِّن المعرفة الإجرائية ونقلها في تدريس العلوم (Makransky et al., 2020). وتشير الدراسات إلى أن التطبيقات التفاعلية مثل (Bio3D) و(Cell)

Collective و(EcoEvoApps) و(MathBench Biology Modules) و(ARTitser) هي من بين أفضل التطبيقات لتدريس مادة الأحياء، حيثُ يعتمد تطبيق (Bio3D) على التعلم باللعب (التلعيب) ورواية القصص، ومن ثم فإنه يعمل على زيادة تحفيز الطلاب وتحسين عملية التدريس والتعلم في دورات علم الأحياء (Ibarra-Herrera et al.,2019)، كما أتاحت منصة (Cell Collective) للطلاب إنشاء ومحاكاة نماذج ديناميكية لمختلف العمليات البيولوجية مما عزز المشاركة والإبداع والتفكير على مستوى أعلى (Helikar et al., 2015) كما أمكن استخدام برامج الدفتر العلمي التفاعلي، مثل (Project Jupyter) لإنشاء وحدات تعليمية تجمع بين النصوص والرسومات والصور والبيانات والحسابات التفاعلية وتحليل الصور لشرح الموضوعات المعقدة في الفيزياء (Richardson & Amini, 2018).

وهناك العديد من التطبيقات التفاعلية الإلكترونية والمنصات المتاحة التي توفر مجموعة واسعة من نماذج المُحاكاة التفاعلية التي يُمكن استخدامها لتدريس مادة الأحياء بشكل فعال؛ لتعزيز تعليم العلوم من خلال التعلم العملي بحيثُ تساعد الطلاب على فهم المفاهيم المعقدة من خلال الرسوم التوضيحية التفاعلية والمُحاكاة، حيثُ يُمكن اختيار المنصة التي تناسب الاحتياجات التعليمية بشكل أفضل اعتمادًا على مستوى التعقيد ومجال الموضوع، ومن أفضل هذه التطبيقات التي تسمح للمعلمين والطلاب بالتعامل معها بصورة مجانية كاملة بالإضافة إلى سهولة الاستخدام ما يلي:

- محاكاة تفاعلية من (PhET)، وهو أحد التطبيقات المجانية لدعم تعلم مادتي العلوم والرياضيات لتعزيز التعلم من خلال الاستكشاف والتجربة وزيادة التفاعل؛ حيثُ تتوفر هذه المُحاكاة للاستخدام عبر الإنترنت أو كتطبيقات قابلة للتنزيل، وهي سهلة الدمج في الدروس ويمكن للطلاب استخدامها بشكل مستقل(https://phet.colorado.edu/).
- OLabs (Online Labs) : وهو موقع تعليمي يوفر محاكاة تفاعلية عبر الإنترنت من جامعة أمريتا بالهند بالتعاون مع مركز تطوير الحاسبات المتقدم (CDAC)، وهو يوفر معامل افتراضية مجانية لتعليم العلوم والرياضيات للطلاب من الصف التاسع إلى الصف الثاني عشر؛ لتعزيز المعرفة النظرية بتجارب عملية، في البيئات التي تفتقد القدرة على إجراء التجارب (https://www.olabs.edu.in/).
- برنامج STEM Models & Simulations من Concord Consortium: وهو يُدعم التعلم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، حيث يوفر نماذج ومحاكاة تفاعلية للطلاب لاستكشاف مفاهيم علمية معقدة، وإجراء تجارب افتراضية وتَصَوُّر أفكار مجردة في مجالات

العلوم المختلفة؛ لتعميق الفهم من خلال الاستكشاف الرقمي التفاعلي. (https://concord.org/our-work/focus-areas/stem-models-simulations/).

- المختبرات الافتراضية في جامعة New Mexico State University – بالولايات المتحدة الأمريكية-وتشمل مجموعة من نماذج المُحاكاة التفاعلية عبر الإنترنت لدعم التعلم العملي في علم الأحياء وعلوم الحياة الأخرى؛ حيث تتيح للطلاب القدرة على إجراء التجارب العملية بصورة افتراضية، واستكشاف المفاهيم العلمية، وتطوير مهارات المختبر في بيئة آمنة ومتاحة عبر الإنترنت (https://virtuallabs.nmsu.edu/).
- المُحاكاة المختبرية من Labster (https://www.labster.com/).
- Explore Learning Gizmos محاكاة لدعم التعلم القائم على الاستقصاء (https://www.explorelearning.com/).
- كما تختص بعض المواقع الإلكترونية التفاعلية بموضوعات علم البيولوجي فقط، مثل:
- BioMan Biology ، وهو موقع للألعاب التعليمية التفاعلية يختص بموضوعات علم الوراثة، والخلايا، والتطور، والنظام البيئي (https://www.biomanbio.com/).
- Human Anatomy Atlas ، وهو تطبيق يوفر نموذجًا ثلاثي الأبعاد لجسم الإنسان؛ حيث يمكن للطلاب استكشاف الأعضاء والأجهزة الحيوية فيه، وفهم العلاقة بينها بشكل تفاعلي، فهو تطبيق مناسب لدراسة التشريح ووظائف الأعضاء. https://anatomy3datlas.com/

ومما سبق يتضح أن نماذج المُحاكاة التفاعلية تجعل مادة الأحياء أكثر تشويقًا؛ بحيث يُمكن للطلاب رؤية التفاعلات الحيوية، وتَصَوُّر النتائج بشكل مباشر، مما يُعزز من مشاركتهم داخل الفصل الدراسي، ويجعلهم أكثر اندماجًا في العملية التعليمية وتحفز لديهم مهارة السؤال والجدال العلمي في مادة الأحياء.

الجدل العلمي ومهاراته:

يُمكن تعريف الجدل على أنه بنية تعبيرية معقدة تتألف من مقدمات تقدم الدعم حول فكرة محددة؛ لإقناع المستمع أو القارئ بصدق النتائج المترتبة على هذه الفكرة، بالإضافة إلى فعل الاستنتاج نفسه، مع استخدام علامة صريحة أو ضمنية مثل كلمات "وعلى ذلك/ بالتالي"، مما يُشير إلى أن الاستنتاج ينبع من المقدمات (Hitchcock, 2007)، كما يمكن تعريف الجدل على أنه: عملية تواصلية اجتماعية عقلانية تتم بين مجموعة من الأفراد تعتمد على المنطقية في الحوار وتهدف إلى تقديم الأسباب وتبادلها لدعم الادعاءات أو الدفاع عن المواقف، خصوصًا في حالات الشك أو الخلاف(السيد وصياد، ٢٠١٤)، ويمكن النظر إليه على أنه نوع من أنواع الحوار؛ حيث يمكن للشخص أن يتناقش مع نفسه، من خلال

نصوص طويلة أو محادثات موجهة لجمهور صامت، أو في مجموعات وليس فقط في ثنائيات (Lewiński & Mohammed 2016; Jiminéz-Aleixandre & Erduran, 2007) .

ويُلخص Jiminéz-Aleixandre and Erduran إمكانات الجدل العلمي في تعليم العلوم في الجوانب التالية:

- دعم الوصول إلى العمليات المعرفية وما وراء المعرفة التي تميز أداء الخبراء وتمكين النمذجة للطلاب.
- دعم تطوير الكفاءات التواصلية وخاصةً التفكير النقدي.
- دعم تحقيق الثقافة العلمية وتمكين الطلاب من التحدث وكتابة لغات العلوم.
- دعم التثقيف في ممارسات الثقافة العلمية وتطوير المعايير المعرفية لتقييم المعرفة.
- دعم تطوير الاستدلال، ولا سيما اختيار النظريات أو المواقف بناءً على معايير عقلانية (Jiminéz-Aleixandre & Erduran, 2007).

ولقد اهتمت بعض الرؤى في التفكير الجدلي بمَنْحَى الجدل على أنه مُنْتَج كما في دراسة (Reed, Walton & Macagno, 2007؛ عبد الملاك، ٢٠٢٠؛ Pratiwi et al. , 2023) ، وهذا يكون مع المجادلين الأقل مهارةً، وفيه يتم الاختيار بين أقوى حجتين لدعم ادعاءٍ ما، وبالتالي فإن الخطاب الجدلي يركز على شرح موقف المرء من صحة الادعاء، كأن يقول: "هذه حجة جيدة لأنني أعتقد أن ما تقوله صحيح"، بدلًا من جودة الحُجة التي تدعم الادعاء؛ لذا اهتمت أغلب الدراسات حاليًا بدراسة الجدل (الحُجج) على أنها عملية تتطلب مجموعة من المهارات للبحث عن المبررات أو الأسباب، واهتمت العديد من الدراسات بتنميتها في تعلم مادة العلوم كما في دراسة (السيد وصياد، ٢٠١٤؛ Nurramadhani, Ika Noviyanti et al., 2019؛ Hernani & Rahman, 2017). حيثُ أكدت دراسة (السيد وصياد، ٢٠١٤) أن جميع الدراسات التي اهتمت بالجدل العلمي ومكوناته اتفقت على أن الجملة الجدلية تتكون أساسًا من مقدمات Premises، ونتائج Conclusions، وبذلك تتضمن مهارات الجدل العلمي القدرة على بناء حُجج علمية قائمة على الأدلة العلمية، وهو أمر بالغ الأهمية في تعليم العلوم.

وتشير البحوث إلى أن الطلاب لديهم عمومًا مهارات جدلية علمية ضعيفة، وغالبًا ما يتجاهلون الأدلة العلمية في استنتاجاتهم، ويكافحون لتقييم الأدلة المضادة (أبو الفتوح، ٢٠٢٣). وقد ثبت أنه يمكن تعزيز مهارات الجدل العلمي من خلال التعليم الصريح لطبيعة العلم؛ حيث يساعد فهم الطلاب لطبيعة العلم على تقييم الأدلة بشكل نقدي واستخدامها بشكل فعال في الحُجج (Khishfe, 2020)، ومن المحاولات العلمية في مجال فهم العديد من المجادلات اليومية ما قدمهُ الفيلسوف البريطاني الأمريكي ستيفن إي تولمين (١٩٢٢-٢٠٠٩) كإسهامًا بارزًا في مجال نظرية الحُجة والجدال من خلال تحليلاته لكيفية تفكير العقل البشري أثناء النقاش

الفعلي؛ حيث يؤكد تولمين على أهمية تحديد المبادئ الأساسية التي تقوم عليها أية حجة، والتحقق من صحة الروابط التي تربط بين المعتقدات والمبادئ الأساسية في ذلك المجال (Magalhães, 2020 ; Bouvier, 2017) وهو البناء الأساسي للحُجج القوية، وتحليل الحُجج وتقييمها بشكل منظم ومنطقي من خلال تقسيم الحُجة، ومهارات المناقشة الكتابية والحوارية إلى أربعة مستويات وفقًا لنمط تولمين المبسط الذي وضعه (McNeill & krajcik, 2009) لربط الأدلة بالادعاءات التي يقدمها الطلاب بحيث يشمل المستوى الأول الادعاء، بينما يتضمن المستوى الثاني الأدلة والبيانات، وهكذا بحيث يتضمن كل مستوى سلسلة من المهارات التي تسبقه مضيفًا إليها المهارة التي تليها لتنظيم أفكارهم، حتى تحقق عناصرها الأساسية (الادعاء، البيانات والأدلة، المبررات) ثُم دحض ما يخالفها لتصبح ستة عناصر في بناء الحُجة (Khambete, 2019; Nurramadhani, Hernani & Rahman, 2017)، وهي:

- تقديم المطالبة أو الادعاء (Claim)، وهي الفكرة أو الموقف المُقترح في الرأي أو الاستنتاج الذي يعتقد بصحته مِن قِبل مَن يطرح الادعاء أو النتيجة، وهي تشكل جوهر الحجة، حيثُ يحاول فيها أحد الأشخاص إقناع غيره بها من خلال عبارات نصية.
- تقديم الأدلة من البيانات الداعمة للادعاء (Data/ Evidence)، وهي الحقائق والأدلة والبراهين التي تدعم وتبرر صحة الادعاء، ويمكن أن تكون عبارات استنتاجية من تجربة، أو أفكار مقترحة، أو اقتباسات، أو تقارير تتسم بالمصداقية.
- تقديم المبررات أو الأدلة (Warrant/ Justification)، وهي حقائق تدعم المبررات بصورة منطقية، وتقوم بتوفير الدعم الإضافي للحجة، أو توضح العلاقة المنطقية التي تربط الادعاءات بالبيانات الداعمة، وتفسر كيفية استنتاج الادعاءات من البيانات.

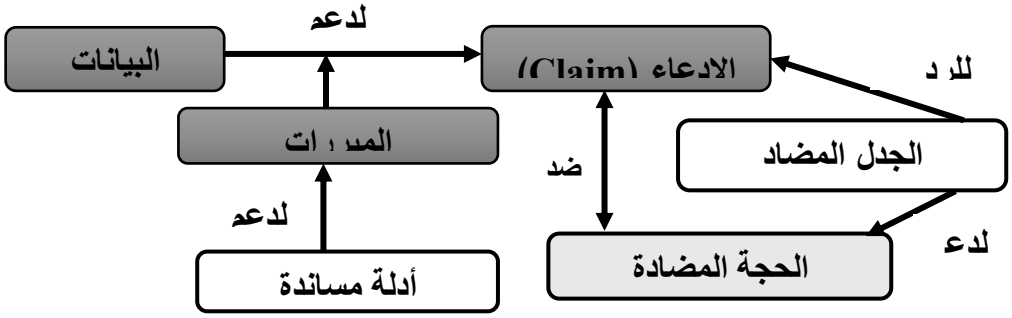
والأجزاء الثلاثة الأساسية السابقة من الادعاءات والبيانات والمبررات هي ما تبدأ به كل حجة، وفيما يلي الأجزاء الخاصة بالحُجة المضادة وتحليلها وكيفية التعامل مع التباين والاختلاف بين درجة صعوبة القضايا العلمية التي يتعامل معها الطلاب.

- عرض الحيثيات/ الحُجة المضادة (Qualifiers) وهي الشروط التي توضح درجة قوة الاحتمالات المرتبطة بصحة الادعاء، أي: تناقض صحة الادعاء/ النتيجة المطروحة، وتتشكك في مصداقيتها/ وصحتها، وترفض قبولها.
- تقديم الجدل المضاد / دعم الحُجة المضادة (Rebuttals) وهي مجموعة من البراهين والأدلة التي تدعم الحُجة المضادة وتنفي الادعاءات لتبرير الحُجج المقدمة، وتُبْطِل صحة الادعاء والتي بموجبها تستبعد الادعاء ويتم الاعتراف بوجود قيود تمنع وصول الحُجج إلى هدفها.

- تقديم الأدلـة المسـاندة (Backing) وهـي المبـررات الإضـافية مـن مقـدمات ونتائج للحجة لدعم الأدلة والمبررات للتحقق من تناسق الحُجج والبراهين أو عدم تناسقها واتخاذ القرار المناسب.

ويرى بعض الباحثين أن نموذج تولمين يحتوي على عناصر كثيرة قد يصعب على المعلم تطبيقها مع طلابه في الموقف الصفي، لذلك قام بعضهم بتبسيط النموذج إلى المكونات الثلاثة الأساسية، وقد عُرِفَت بنموذج تولمين البسيط (McNeill,2010)، وهي الادعاء والبيانات والمبررات، إلا أن بعض الباحثين استخدموا فقط النموذج المبسط مع طلاب مرحلة التعليم الابتدائي فقط كنوع من التدريب على الجدل العلمي كدراسة (الجامعية وأمبوسعيدي، ٢٠١٦)، ويمكن تعزيز قدرات ومهارات الطلاب في الجدل العلمي من خلال **التدريس المباشر** لمفهوم الجدل العلمي، وتوفير بيئة تشجع على الحوار والتفاعل بين الطلاب (McNeill,2010) من خلال جمع الأدلة وتحليلها، ولا يتأتى للطالب أن ينمي مهاراته في الجدل العلمي دون وجود الخلفية المعرفية المناسبة للموقف الجدلي وإعطاء الطلاب فرصة لتطبيق ما تعلموه من خلال تعريضهم لمواقف حياتية مختلفة يمكن من خلالها التعمق فيها، واستخدام عمليات التفكير العليا لجمع المعلومات وتحديدها واتخاذ القرار؛ وهذا بدوره يساعد الطلاب على تعلم كيفية التواصل بفعاليّة، حيثُ يؤثر الاختلاف الفردي في معرفة المحتوى العلمي ومهارات الجدل البلاغي على الديناميكية الاجتماعية للجدال في الفصل الدراسي (Wang, 2020)، وكذلك اكتساب القدرة على تقديم حُجج مدعومة بالأدلة بطريقة واضحة ومنظمة بإقامة الحُجج بشكل فعَّال مقارنةً **بتقنية المناقشة** مع الفصل بأكمله، وقد اتضح ذلك في دراسة (Çayci, 2020)، ويمكن تحسين إعداد معلمي المدارس الابتدائية قبل الخدمة وتنمية المهارات الجدلية بشأن القضايا الاجتماعية والعلمية واتخاذ القرارات اللازمة، وهذا أيضًا ما تحتاجه الفصول الدراسية للعلوم الثانوية مع تسهيل العمليات ذات المستوى الأعلى من قِبَل المعلمين ذوي الخبرة كما قامت به دراسة (Simon, Erduran, & Osborne, 2006)، كما يمكن تدريس الحُجج باستراتيجيات محددة للمعلم، **كالاستقصاء المبني على أسئلة الطلاب** في تعليم العلوم له فوائد عِدَّة، حيث يلعب المعلم دورًا حاسمًا في التخطيط وتقييم أسئلة الطلاب (Herranen & Aksela, 2019). وقد أكدت بعض الدراسات أن تدريس العلوم بحاجة إلى خبرات متنوعة من خلال منح الطلاب الفرصة للمشاركة والحديث والتواصل العلمي **واستخدام الحوار الجدلي** وقد تنوعت هذه الدراسات بين إضافة المستوى الخامس فقط كما في دراستي (الخطيب والأشقر، ٢٠١٤؛ جلاوي، ٢٠٢٠) وإضافة المستويين الخامس والسادس كما في دراسات (Ika Noviyanti et al., 2019; Perdana, Jumadi & Rosana, 2020; Roviati, Widodo & Purwianingsih, 2020 ; Pratiwi et al. , 2023; Al-Shehri, 2024)،

وبذلك نجد أن معظم الدراسات السابقة استخدمت مهارات الجدل العلمي كاملةً خاصةً مع طلاب المرحلة الثانوية وفق نموذج تولمين للجدل (TAP-Toulmin's argumentation pattern) - وهو الأكثر استخدامًا - لوصف الحُجج Arguments التي طورها ستيفن تولمين المُنَظِّر البارز في دراسة الجدل، ويتكون نموذج تولمين من ست مهارات كما يوضحها شكل (٢).



شكل (٢) يوضح مهارات الجدل العلمي وفق نموذج تولمين (Khambete, 2019)

وبذلك يمكن تفسير جودة الحُجة بناءً على إطار عمل دراسة (Cetin, 2014) على النحو التالي:

- المستوى الأول: تحتوي الحُجج على جمل بسيطة متضمِّنة وجهتي نظر متعارضتين.
- المستوى الثاني: تتضمن الحُجج عبارات أو بيانات تدعم الفكرة، ولكنها تفتقر إلى تفنيد للآراء المعارضة.
- المستوى الثالث: تشمل الحُجج سلسلة من البيانات المدعومة بالأسباب، مع وجود تفنيد ضعيف للآراء المعارضة.
- المستوى الرابع: تظهر الحُجج سلسلة من البيانات المدعومة بالأسباب، مع وجود تفنيد واحد واضح للآراء المعارضة.
- المستوى الخامس: تتضمن الحُجج ادعاءات مدعومة بالأسباب أو الضمانات، مع وجود أكثر من تفنيد واضح للآراء المعارضة.

وقد أظهرت الأبحاث أن القدرات الأكاديمية للطلاب قد تؤثر على الطريقة التي يقدم بها الطلاب الحُجج ، حيثُ يتمتع الطلاب ذوو القدرة الأكاديمية العالية بمهارات بناء حُجج أفضل من الطلاب ذوي القدرة الأكاديمية المنخفضة لما يتمتعون به من قوة التركيز والنشاط، وهم أكثر مسؤوليةً في أنشطة القراءة، وأكثر قدرةً على جمع البيانات والأدلة وتوصيل النتائج بشكل فعال، ومن ناحية أخرى يواجه الطلاب ذوو القدرة الأكاديمية المنخفضة صعوبة في جمع المعلومات والبيانات الضرورية بسهولة وتَشَتُّت الانتباه، مع الإصابة بالإحباط في حالات عدم

القدرة على بناء الحُجة بكفاءة (Nurramadhani, Hernani & Rahman, 2017; Ika Noviyanti et al., 2019).

وبناءً على ما سبق فمن الأهمية معرفة الطلاب لمهارات الجدل العلمي لعدة أسباب؛ وهي: تحديد الإجراءات المناسبة أثناء التعلم من أجل تحسين الفهم والإنجاز على المستوى المعرفي، وتحقيق أهداف تعليم العلوم بطريقة متوازنة، وتطوير قدرة الطلاب على التعاون وزيادة دافع التعلم.

استراتيجيات تنمية مهارات الجدل العلمي:

تتطلب تنمية مهارات الجدل العلمي استراتيجيات متنوعة مختلفة لتحقيق أهداف الدرس المتعلقة بالجدل في دروس العلوم والتربية العلمية. (Park, Erduran & Guilfoyle, 2022) والتي تعزز بدورها التفكير النقدي، والقدرة على تحليل الأدلة، وبناء حُجج مقنعة، ومن الاستراتيجيات الفعّالة لتنمية هذه المهارات ما يلي:

- **تدريب الطلاب على الكتابة العلمية إما من خلال الكتابة العلمية الدحضية (Refutational Writing) أو كتابة مقالات علمية جدلية (Article-Based Argumentation)**، وذلك بتكليفهم بكتابة تقارير علمية أو أوراق بحثية تتطلب منهم بناء حُجج علمية مدعومة بالأدلة؛ حيثُ تستلزم من المعلم تقديم ملاحظات تساعد الطلاب على تحسين مهاراتهم في كتابة الحُجج العلمية (Sampson et al.,2013). ويمكن أن يُعزز هذا التدريب فهم الطلاب لطبيعة العلم أثناء دراسة كتب علم الأحياء المدرسية كما في دراسة (Nyléhn & Ødegaard, 2018).
- **إجراء مناقشات صفية منظمة** حول موضوعات علمية؛ حيث يُطلب من الطلاب تقديم حُجج مدعومة بالأدلة، ويجب على المعلم توجيه النقاش لتشجيع الطلاب على تقديم أدلة واضحة، والتفكير في الاعتراضات المحتملة، وقد أشارت دراسة (Kaya, 2018) إلى أنه يمكن تحسين الحُجج لدى التلاميذ في تعليم العلوم بالمرحلة الابتدائية من خلال معالجة القضايا المنهجية والتركيز على الحُجج المكتوبة، بالإضافة إلى فحص فهمهم المفاهيمي.
- **طرح أسئلة مفتوحة** تشجع الطلاب على التفكير النقدي وتحليل المعلومات من زوايا مختلفة، بحيثُ تركز هذه الأسئلة على فحص جودة الأدلة وصحة الاستنتاجات، ويتمثل التحدي الرئيس الذي يواجه المعلمين في مجال العلوم في فهم كيفية تنفيذ الأبعاد الاجتماعية والخطابية المهمة "الحوارية الاجتماعية" للحُجج في بيئات التعلم كما في دراسة (Chowning, 2022) التي اهتمت باتباع مناهج تعليمية تعزز ممارسات الحُجج الموسعة؛ لزيادة الوعي بالجدل العلمي وفهم المعنى والنقد التعاوني وبناء المعرفة لدى معلمي المرحلة الثانوية؛ مما أدى إلى تحول المعلمين في الممارسات التربوية لإلغاء أنماط الحديث التقليدية في الفصول الدراسية.

- **تشجيع الطلاب على الانخراط في مشاريع بحثية** لطرح الأسئلة البحثية، وجمع البيانات، وتحليلها لبناء حُجج علمية، حيثُ تتمتع بيئات التعلم الاستقصائي الشاملة القائمة على الحُجج في تعليم العلوم بعناصر مشتركة، بما في ذلك تصرفات الطلاب، وتصرفات المعلمين، والفرص التوليدية (Weiss, McDermott, & Hand, 2021)، أي أن هذا النوع من التعلم يُعزز من مهارات الجدل من خلال التطبيق العملي، وربط ممارسات الخطاب الجماعي بهدف فهم المعنى، كما أنه يُعزز الحُجج المثمرة في تعليم العلوم (Sandoval et al., 2019).
- **نموذج تقييم البدائل:** يُركز هذا النموذج التعليمي على تقييم التفسيرات البديلة من خلال إجراء التجارب العلمية؛ لتعزيز فهم المفاهيم العلمية بصورة عميقة وتحسين مهارات الكتابة والتواصل، وتطوير القدرات النقدية من خلال التفاعل العملي، ويشمل هذا النموذج المراحل الرئيسة التالية: تقديم الظاهرة القابلة للاستكشاف، وتصميم التجربة وجمع البيانات، وتحليل البيانات وبناء الحُجة الأولية، والجلسة الجدلية، والمناقشة التأملية، وكتابة الحُجة في صورتها النهائية (Sampson & Grooms, 2009).
- **استخدام نموذج تولمين (Toulmin Model)**: يُتيح هذا النموذج للطلاب بناء حُجج علمية قوية قائمة على الأدلة، وهو ضروري لتنمية مهارات التفكير النقدي والجدل العلمي، وقد قدمت دراسة (Ho et al., 2019) تحليلًا للأنماط والاختلافات في الحُجج العلمية لـ ١٨٠ طالبًا في الصف الرابع (تتراوح أعمارهم بين ٩ و١٠ سنوات)، وقد تم تصنيفهم إلى مجموعتين: أعلى من المتوسط، وأقل من المتوسط، وقد طورت هذه الدراسة طريقة لتحليل مهارات الحُجج من خلال نموذج تولمين، وإتمام الطلاب للمهام المقررة، وأظهرت النتائج أن الطلاب فوق المتوسط كانوا أفضل في استخدام الأدلة والبيانات والدعم مقارنةً بالطلاب دون المتوسط، لكن جميع المجموعات أظهرت نفس الأداء في مهارة الدحض، وهذا بدوره قدم من خلال النتائج دلالات مهمة لإصلاح المناهج الدراسية، وتدريب المعلمين، وتوفير تعليم متمايز يناسب جميع الطلاب. كما أشارت دراسة Lazarou & Erduran, 2020) إلى أن استخدام نموذج تولمين في تدريس العلوم يُعزز من دقة تحليل أعمال الطلاب ونتائج تعلمهم، كما أنه يُسهم في تطوير منهجيات البحث في تحليل الجدل، ويُحَسِّن من جودة اتخاذ القرارات المستندة إلى الأدلة، ويُعزز من قدرة الطلاب على الجدل العلمي بشكل فعّال، كما يساعد نمط حجة تولمين المعلمين في تَصَوُّر الحُجج ونمذجتها للطلاب، وهو يركز بشكل كبير على العملية نفسها، مما يقلل من الاهتمام بجودة الأدلة المستخدمة ومحتواها (Simon, 2008)، بينما أشارت دراسة (Dawson, & Venville, 2010) إلى أن تعليم الطلاب مهارات المناقشة

في علم الوراثة - من خلال مناقشة الفصل بأكمله حول السياق وكتابة الأطر - يُمكن أن يُعزز قدرتهم على المشاركة في المناقشة العامة واتخاذ قرارات مستنيرة، أي إن الجدل العلمي يساهم في تنمية وجهة النظر حول طبيعة العلم والفهم المفاهيمي، وبناء المعرفة العلمية، فالجدل العلمي يدعم القدرة الطلاب على جمع الأدلة والشواهد وتحليلها، فهو لا يقتصر على مجرد تعريف الظواهر العلمية، وإنما أيضًا تفسيرها (Van Eemeren, Grootendorst, & Kruiger, 2019).

حُب الاستطلاع العلمي Scientific Curiosity:

يُعتبر حُب الاستطلاع العلمي أحد مهارات القرن الحادي والعشرين التي تُعزز مهارات التعلم مدى الحياة، وهو الآن أكثر أهميةً من أي وقت مضى؛ لأن هذا العصر يتسم بالتغيرات المتلاحقة التي تتطلب من الجيل الحالي مواجهة تحدياته بمستوى عالٍ من الفهم والاستجابة الفعّالة؛ حيثُ يسمح حُب الاستطلاع العلمي بمتابعة وفهم التغيرات المستمرة والتكنولوجيا المتقدمة في عالم أصبح كقرية صغيرة، وبالتالي فإنه مع تطوير مهارات الاستطلاع والتفكير النقدي لدى الطلاب يُمكن تعزيز قدرتهم على التكيف والازدهار في عصرنا الحديث وملاحقة التحولات السريعة في العمل والتكنولوجيا والمجتمع (الدسوقي، ٢٠٠٦). وتجدر الإشارة إلى أن دافع الاستطلاع موجود عند كل إنسان، ويظهر لديه عندما يبلغ من العمر خمسة أشهر، وأشار (غباري، ٢٠٠٨) إلى أن حُب الاستطلاع شيء خارجي (في البيئة المحيطة به)، أو أنه شيء داخلي (حاجة الإنسان للاستثارة)، والتفسيرات الحالية تجمع بين الأمرين باعتبار دافع الاستطلاع عاملًا مؤثرًا في كثير من جوانب التعلم الإنساني؛ لذا توصل العديد من الباحثين إلى وجود علاقة قوية بين دافع الاستطلاع وإنجاز الطلاب وتحصيلهم (عثمان، ٢٠١١). ويرتبط حُب الاستطلاع بزيادة التعلم، وتنمية حُب الاستطلاع العلمي لدى الأفراد تُعَد هدفًا تعليميًّا في حد ذاته. ويُمكن فهم طبيعة الفضول باعتباره سمة بيولوجية نفسية اجتماعية يُمكن أن تتغير بمرور الوقت، وهو ما يفسر سبب فضول بعض الطلاب أكثر من غيرهم، أو فضولهم في مجالات دراسية معينة أكثر من غيرهم، لكنه لا بد من الأخذ في الاعتبار البنية المعقدة والمتداخلة لبيئات التعلم وتطوير ودعم حُب الاستطلاع العلمي لدى الطلاب، بما في ذلك ثقافة الاختبارات (Peterson, 2020).

وقد كان سقراط أول المهتمين بحب التساؤل وحُب الاستطلاع العلمي لتوليد الأفكار، وكان المفكرون يَعدُّون الاستطلاع حالة من الحكمة أكثر من كونه مكوّنًا نفسيًّا؛ حيثُ عبَّر المفكرون عن الاستطلاع بأنه (الشغف أو الولع بالتعلُّم)، ويمكن تسميته بالسلوك البحثي أو التحرك نحو المجهول (أحمد والعزاوي، ٢٠٢٢؛ الأسدي، ٢٠٠٩)؛ لأنه حجر الزاوية في كثير من مهام التعلم كالانتباه والاستكشاف والتمييز والابتكار والإنجاز؛ أي أنه يُحفز التعلم ويوجهه (عجاج، ٢٠٠٠)؛ ولذا

فإنه يعمل على تنمية بعض العمليات المعرفية ومهارات التفكير والقدرات الإبداعية وزيادة التحصيل الأكاديمي وتحسين التعلم (عبد الهادي وعبد النبي وعبد الغني، ٢٠١٩). وتسعى مناهج العلوم إلى إكساب طلابها الاتجاه العلمي ليتميزوا بسعة الأفق، والموضوعية والدقة والعقلانية وحُب الاستطلاع العلمي لتأثير هذه الصفات على التعلم واكتساب المعرفة وتحقيق الذات في الحياة (عبد ربه، ٢٠٠٣).

وتنقسم مفاهيم حُب الاستطلاع العلمي إلى عدة اتجاهات قد توصف على أنها دافع معرفي، أي أنها الرغبة الملحة للمعرفة والفهم من خلال طرح العديد من الأسئلة التي تُشبع رغبة الفرد في الحصول على مزيد من المعلومات سواء عن نفسه أو عن بيئته (عجاج، ٢٠٠٠)، كما يوصف حُب الاستطلاع العلمي على أنه سلوك إيجابي يمكن أن يتعرف من خلاله الطالب المزيد من المعلومات والخبرات حول الموضوعات العلمية التي تُحفز هذا السلوك للوصول إلى أرقى مستويات المعرفة وفهم القوانين وتعلم النظريات؛ من أجل سد الثغرة المعرفية نتيجة الصراع المعرفي (عبد الهادي، وعبد النبي، وعبد الغني، ٢٠١٩).

ولقد اقترحت دراسة (Lindholm, 2018) إطارًا للتعليم العلمي القائم على حُب الاستطلاع العلمي وتنميته لدى طلاب المراحل التعليمية المختلفة خاصةً أن حُب الاستطلاع ينشأ منذ الطفولة المبكرة، ويُمكن تشجيع حُب الاستطلاع العلمي في مرحلة التعليم الأساسي من خلال استكشاف تنوع العالم من خلال الاستقصاء الذي يشجع الطلاب على الاستفسار والتساؤل استنادًا إلى الحقائق والمصطلحات كأساس متين للتفكير العلمي، ومن فوائد هذه الطريقة الصداقة مع البيئة الطبيعية لبدء بحث جريء عن رؤى وحقائق جديدة والتي تشكل الأساس لأي علم، وفي المدرسة الثانوية يتم تنمية الفضول وحُب الاستطلاع العلمي من خلال إيجاد توازن أفضل بين محاكاة النماذج وتفسير الظواهر العلمية؛ فهي مرحلة النضج مع علم الطبيعة الذي يسلك مسارًا ممكنًا للحفاظ على متعة التعلم والفضول العميق طوال فترة الحياة بأكملها؛ أي إن تعليم العلوم لكي يصبح رحلة شخصية للاكتشاف لابُد وأن ينشأ كهدف منذ الصغر، ثم يمتد بحيث لا يكون حُب الاستطلاع العلمي مجرد ذكرى باهتة من الطفولة، بل يكون دافعًا للتأمل والعلم والمعرفة في فكر الراشد.

أبعاد حُب الاستطلاع:

من الجدير بالذكر أن الإنسان يولد ولديه فضول وحب استطلاع متنوع، ولكن مع التقدم في المراحل العمرية من حياته ينضج هذا النوع من حُب الاستطلاع المتنوع إلى فضول معرفي وعاطفي، وهما الأكثر انضباطًا وعمقًا، فإذا اندمج الفرد مع المهام بشكل سطحي كتصميم رسم بياني أو شكل هندسي فإن هذا يُعرف بالفضول المتنوع، بينما إذا أراد إتقانها وفهم المراد منها فإن هذا يُعد فضولًا معرفيًا لبحثه عن أهمية المعلومات (مصطفى،٢٠٢٢). كما أشار كولينز وآخرون (Collins, Litman & Spielberger, 2004) إلى أن حُب الاستطلاع المعرفي يتكون من ثلاث مكونات وهي: حُب الاستطلاع المعرفي، وحُب الاستطلاع

الإدراكي، والبحث الحسي. وتسلط دراسة (Gross, Zedelius,& Schooler, 2020) الضوء على أبعاد الفضول المعرفي المؤثرة على مراحل مختلفة من العملية الإبداعية، وهي تشمل:

- **الفضول التنوعي أو الاستكشافي، ويتعلق أكثر بالاستكشاف الأولي وجمع المعلومات المتنوعة والمعلومات الجديدة، وغالبًا ما يرتبط بالمراحل المبكرة من العملية الإبداعية ليساعد في توليد مجموعة متنوعة من الأفكار.**
- **الفضول** المحدد المرتبط بالحاجة لسد فجوة معرفية، ويظهر عند التركيز على حل مشكلة محددة، وربط الأفكار، وتعميق الفهم لحل مشكلة أو الإجابة عن سؤال معين، ويمكن أن يؤدي هذا الفضول إلى التفاعل الأعمق والأكثر استدامةً مع الموضوع.

وقد اهتمت دراستا (أحمد والعزاوي، ٢٠٢٢؛ مصطفى، ٢٠٢٢) - وهما من الدراسات التربوية - بدراسة أبعاد حُب الاستطلاع المعرفي من خلال منظور:

- حُب **الاستطلاع الإدراكي (Perceptual Curiosity) الذي يهتم بالإدراك المستمر للمثيرات بحيث يصدر كاستجابة نتيجة وجود مثير داخلي يدفعه.**
- **حُب الاستطلاع المعرفي أو الفضول المعرفي (Cognitive Curiosity) المتمثل** في الرغبة في المعرفة والتغلب على الصعوبات والإحباطات التي تواجه الطلاب في بيئاتهم الأكاديمية؛ لكي تنخفض حالة التوتر الموجودة لدى الطلاب، ويمكن إثارتها حين تكون بيئة التعلم ناقصة وغير متسقة، مما يحفزهم إلى معرفة المزيد من أجل تحسين بنائهم المعرفي.

وتشير الدراسات التربوية إلى وجود ارتباطات مختلفة بين الفضول الاستكشافي والفضول المحدد، وقد وجد أن الفضول الاستكشافي يرتبط بشكل إيجابي بالتوجه نحو الإتقان، وإشباع الاحتياجات، والنمو الذاتي، والرفاهية الذاتية، والمعنى في الحياة، والمشاركة في العمل، والشجاعة، والعواطف الإيجابية؛ ويرتبط سلبًا بالعواطف السلبية، والاكتئاب، والقلق، والإرهاق، وعدم تحمل الضيق (Kashdan et al., 2018, 2020; Litman, 2008)، كما أكدت الدراسات التربوية السابقة على أهمية تنمية أبعاد الفضول وحُب الاستطلاع المعرفي لدى الطلاب بما يشمل البحث عن المعرفة والتجارب الجديدة (الفضول المعرفي)، واستكشاف العالم وتقبل الغموض (الفضول الاستكشافي)، والتفاعل الاجتماعي (الفضول الاجتماعي) بنوعيه (الرغبة الصريحة في التعلم من الآخرين، في مقابل الاهتمام الخفي بما يقوله الآخرون ويفعلونه، والفضول في تعلم اللغات) (Peterson, 2020)، كما اهتمت دراسة (Vracheva, Moussetis, Abu-Rahma, 2020) ببحث العلاقة بين حُب الاستطلاع المعرفي، واهتمام المعلم بدمج الطلاب ومشاركتهم في أنشطة الفصل الدراسي لتنمية القدرة على اكتساب المعرفة وبنائها وتكاملها وتطبيقها والكفاءة العملية والتنمية الشخصية والتفاعلية،

وأشارت النتائج إلى أن المشاركة تلعب دور الوسيط بين الفضول المعرفي والإدراكي وتطور الطلاب، ويمكن للمعلمين والإداريين الاستفادة من هذه النتائج لتطوير تعليم يجذب الطلاب ويحول الفضول لديهم بسرعة إلى تنمية شاملة.

وقد صنفت دراسة (Kashdan et al., 2020) حُب الاستطلاع إلى خمسة أبعاد رئيسية، وهي:

- الاستكشاف المبهج(Joyous Exploration) ويتمثل في الشعور بالسعادة والرضا عند استكشاف معلومات أو تجارب جديدة.
- الحساسية للغموض(Deprivation Sensitivity) ويشير إلى الشعور بالقلق والضيق عند الشعور بنقص في المعرفة أو عدم القدرة على حل مشكلة ما.
- تحمل الإجهاد(Stress Tolerance) وهو يعكس القدرة على تحمل الضغط والقلق الناتج عن مواجهة مواقف جديدة وغير مألوفة.
- البحث عن الإثارة (Thrill Seeking) ويتمثل في البحث عن التجارب المثيرة والخطرة كجزء من حُب الاستطلاع.
- حُب الاستطلاع الاجتماعي(Social Curiosity) وقد تم تقسيم هذا البُعد إلى نوعين، هما: حُب الاستطلاع الاجتماعي الصريح (Overt Social Curiosity)، ويتمثل في الرغبة في تعرُّف سلوكيات وأفكار ومشاعر الآخرين بشكل مباشر من خلال التفاعل معهم، وحُب الاستطلاع الاجتماعي السري(Covert Social Curiosity) ، ويتمثل في الرغبة في معرفة تفاصيل حياة الآخرين بشكل غير مباشر أو سري، مثل التجسس أو الاستماع إلى محادثاتهم دون علمهم.

وتتبنى الباحثة الأربعة مكونات الأولى لحُب الاستطلاع التي أشارت إليها الدراسة السابقة وهي: (الاستكشاف المبهج، والحساسية للغموض، وتحمل الإجهاد، والبحث عن الإثارة) جنبًا إلى جنب مع استبعاد البعد الخامس (حُب الاستطلاع الاجتماعي بنوعيه الصريح والسري) لاهتمام البحث الحالي بأبعاد حُب الاستطلاع المعرفي العلمي فقط؛ ولكي يستطيع المعلمون تعزيز حُب الاستطلاع لدى طلابهم فلابُد من أن نبدأ بتهيئة بيئة متسقة مع حُب الاستطلاع والفضول لتوفير بيئة تعلم داعمة ومحببة للطلاب، كما ينبغي أن يكون مناخ الفصل الدراسي وتفاعلات المعلم مع طلابه داعمةً للاستكشاف وجمع المعلومات في ظل وجود مستوى مرتفع من عدم اليقين، والرغبة في معرفة وزيادة الاستكشاف والبحث لحل عدم اليقين هذا، وقد حددت دراسة (Jirout, Vitiello & Zumbrunn, 2018) ثمانية أنواع من السلوكيات التعليمية التي تهدف إلى تعزيز بيئة تعليمية، وتدعم حُب الاستطلاع وتساهم في نمو الطلاب الأكاديمي والشخصي، وهي:

١. تشجيع الطلاب على التفكير بُعمق وطرح الأسئلة والمشاركة الفعالة في الصف.

٢. إيجاد جو من الإثارة من خلال تظاهر المعلمين بالراحة عند مواجهة عدم اليقين أمام الطلاب؛ مما يشجع الطلاب على التفاعل مع مثل هذه المواقف بطريقة إيجابية.
٣. تحفيز الطلاب على توليد الأسئلة بدلًا من إعطائهم الأسئلة الجاهزة؛ مما يُعزز استقلاليتهم في التعلم.
٤. مساعدة الطلاب على التفكير فيما يعرفونه وما يحتاجون إلى تعلمه، وربط هذه المعرفة بمفاهيم جديدة.
٥. تشجيع الطلاب على التفكير في أفكار بديلة؛ مما يُعزز التفكير النقدي والابتكاري.
٦. توفير الفرص لاستكشاف الأفكار التي تثير اهتمامهم بشكل مستقل.
٧. توجيه الطلاب إلى استراتيجيات البحث الفعَّالة عن المعلومات، وحل المشكلات بأنفسهم.
٨. تقديم دعم إيجابي لأسئلة الطلاب واستفساراتهم بطرق لفظية وغير لفظية، مما يشجعهم على مواصلة الاستفسار والبحث.

وبناءً على ما سبق فإن معرفة ما يُعزز حُب الاستطلاع في المناهج المدرسية يُعد أمرًا ضروريًّا خاصةً مع تعليم المناهج العلمية كمادة العلوم المتكاملة بالمرحلة الثانوية، وهذا ما حاول البحث الحالي الاهتمام به من خلال وحدة مقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين؛ لتنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

الإجراءات المنهجية للبحث:

لتحقيق أهداف البحث والإجابة عن تساؤلاته والتحقق من صحة فروضه تم ما يلي:

أولًا: إعداد قائمة المفاهيم الأساسية المرتبطة بالكيمياء الحيوية التي يُمكن تضمينها بالوحدة الدراسية المقترحة من خلال:

- **تحديد الهدف من قائمة مفاهيم الكيمياء الحيوية:** حيثُ هدفت إلى تحديد مفاهيم الكيمياء الحيوية الأكثر أهميةً ومناسبةً لطلاب الصف الأول الثانوي، وذلك لتضمينها في الوحدة المقترحة، وتحديد مجالات الكيمياء الحيوية الأكثر أهميةً للطلاب.
- **تحديد مصادر اشتقاق مفاهيم الكيمياء الحيوية المتضمَّنة بالقائمة:** وقد تم الاطلاع على العديد من الكتب والدراسات والأدبيات التي ناقشت بناء المحتوى وفقًا للمفاهيم الأساسية في الكيمياء الحيوية لاشتقاقها وتضمينها بالقائمة، ومنها (عزب، ٢٠٢٣؛ بسنوسي ومباركي، ٢٠١٩) وكلٌّ من الدراسات التالية: (Fernández-Novell et al., 2002; Fernández-

Novell, Arimany & Medina, 2013; Harle & Towns, 2013; Roncevic et al., 2023).

- **إعداد قائمة مفاهيم الكيمياء الحيوية في صورتها الأولية،** وقد تم إعداد الصورة الأولية للقائمة في ضوء الخطوة السابقة، ووضعت الموضوعات الرئيسة لمفاهيم الكيمياء الحيوية ودلالتها اللفظية في صورتها الأولية (ملحق (٢): القائمة الأولية لمفاهيم الكيمياء الحيوية ودلالتها اللفظية)، ثُم عُرضت القائمة المقترحة على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مناهج العلوم وطرق تدريسها (ملحق (٣): أسماء السادة الخبراء والمتخصصين في المجال والمحكمين على أدوات البحث)؛ وذلك بهدف إبداء آرائهم من حيث صحة المفاهيم ومدى شموليتها ، والتدرج في الصعوبة، وتناسق المفاهيم مع كل مجال، ومدى انتماء كل مؤشر للمفاهيم المرتبطة بها وكذلك من حيث مناسبة الصياغة اللغوية للمؤشرات، وقد أُخذ بآرائهم، وتم إجراء التعديلات المقترحة.
- **وضع القائمة في الصورة النهائية: و**تم وضع القائمة في صورتها النهائية بعد إجراء التعديلات المقترحة من قِبل المحكمين وذوي الاختصاص في المناهج وطرق تدريس العلوم على بعض المؤشرات، وأصبحت القائمة بذلك مكونة من أربع مجالات، ويتفرع من كل مجال مجموعة من المفاهيم والمؤشرات المرتبطة به كما يلي: للمجال الأول (١٠) مؤشرات، وللمجال الثاني (٥) مؤشرات، وللمجال الثالث (٩) مؤشرات، وللمجال الرابع (٧) مؤشرات بإجمالي (٣١) مؤشرًا كما هو موضح في (ملحق (٤): قائمة المفاهيم الأساسية في الكيمياء الحيوية التي يمكن تضمينها بالوحدة الدراسية المقترحة في صورتها النهائية لطلاب الصف الأول الثانوي).

وبذلك تكون قد تمت الإجابة عن التساؤل الأول للبحث، وهو: ما المفاهيم العلمية المرتبطة بالكيمياء الحيوية التي يمكن تضمينها بالوحدة الدراسية المقترحة للصف الأول الثانوي؟

ثانيًا: تحليل محتوى مادة العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي في ضوء قائمة مفاهيم الكيمياء الحيوية التي تم إعدادها:

تم تحليل محتوى مقرر العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي للعام الدراسي ٢٠٢٤/ ٢٠٢٥ في ضوء قائمة مفاهيم الكيمياء الحيوية التي تم إعدادها بهدف معرفة مدى تضمين مفاهيم الكيمياء الحيوية به، وذلك برصد مدى تكرارها والنسبة المئوية لتلك المفاهيم، وكذلك تعرُّف الواقع الحالي للمادة ومدى إسهامها في سد الفجوة بين المرحلة الثانوية والمرحلة الجامعية، وقد عُرّف مصطلح تحليل المحتوى بأنه مجموعة الأساليب والإجراءات الفنية التي صُمِّمَتْ لتفسير وتصنيف المادة الدراسية بما فيها النصوص المكتوبة والرسومات والصور والأفكار

المتضمَّنة في الكتاب (Bos & Tarnai, 1999)، لذا كانت وحدة التحليل هي المفهوم، وقد تمت على المستويات التالية: (الفقرات المكتوبة، والصور، وأنشطة البحث والاستقصاء، وأسئلة التحقق من الفهم)، واعتمدت عملية التحليل على تَقَصِّي كل مفهوم على حِدَة داخل محتوى الكتاب المدرسي لمادة العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي ٢٠٢٤-٢٠٢٥ وفقًا لتناول المفهوم بشكل مباشر وواضح، إما في الفقرات المكتوبة، أو الصور، أو في أنشطة، أو البحث والاستقصاء وأسئلة التحقق من الفهم، وقد تم حساب ثبات التحليل بتحليل نفس المحتوى وفقًا للمحددات السابقة، وتم حساب نسبة الاتفاق باستخدام معادلة (هولستي Holsti)، وبلغت نسبة الاتفاق بين التحليلين (٠,٩١)، وهي نسبة عالية تشير إلى ثبات التحليل. واعتمدت المعالجة الإحصائية لتحليل المحتوى على حساب تكرارات كل مفهوم في كل فصل دراسي، ثُم تم حساب النسبة المئوية لتكرار المفاهيم المرتبطة بكل مجال على حِدَة، وحساب مستوى التضمين لتحديد مدى تضمينها في مقرر العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي، وتم دمج نتائج تحليل الفصلين الدراسيين الأول والثاني مع بعضهما البعض، وحساب نسبة تضمينهما للمفاهيم العلمية المرتبطة بالكيمياء الحيوية باستخدام الرباعيات 'Quartiles'، وفيما يلي الجدول الموضِّح لذلك.

جدول (٢)

مستوى تضمين المفاهيم العلمية المرتبطة بالكيمياء الحيوية باستخدام الرباعيات

م	النسبة المئوية	مستوى التضمين
١	صفر	لا يوجد
٢	أكبر من الصفر – أقل من ٢٥٪	ضعيف جدًّا
٣	٢٥٪- أقل من ٥٠٪	ضعيف
٤	٥٠٪- أقل من ٧٥٪	متوسط
٥	أكبر من ٧٥٪	كبير

وفيما يلي جدول (٣)، وفيه عرضٌ لنتائج تحليل كتاب العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي ٢٠٢٤/ ٢٠٢٥ في ضوء مفاهيم الكيمياء الحيوية وفقًا للموضوعات، أما الجدول التفصيلي وفقًا للمفاهيم المرتبطة بكل مجال فهو مرفق في (ملحق (٥): نتائج تحليل كتاب وحدة العلوم المتكاملة في ضوء مفاهيم الكيمياء الحيوية).

جدول (٣)
نتائج التحليل لكتاب العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي ٢٠٢٤/ ٢٠٢٥
في ضوء مفاهيم الكيمياء الحيوية وفقًا للموضوعات

المجال	كتاب العلوم المتكاملة للصف الأول الثانوي ٢٠٢٤/ ٢٠٢٥			
	الفصل الدراسي الأول		الفصل الدراسي الثاني	
	نسبة التضمين	مستوى التضمين	نسبة التضمين	مستوى التضمين
١. التركيب الكيميائي للجزيئات الحيوية	٨,٢٤٪	ضعيف جدًّا	١٥,٧٣٪	ضعيف جدًّا
٢. التفاعلات الحيوية واختبارات الكشف	٠,٦١٪	ضعيف جدًّا	٣,٧٣٪	ضعيف جدًّا
٣. الطاقة في العمليات الحيوية والتمثيل الغذائي	٣,٨٢٪	ضعيف جدًّا	٠,٤١٪	ضعيف جدًّا
٤. الإنزيمات ودورها في العمليات الحيوية	صفر	ضعيف جدًّا	١,٦٦٪	ضعيف جدًّا
المجموع الكلي	١٢,٦٧٪	ضعيف جدًّا	٢١,٥٣٪	ضعيف جدًّا

ومن الجدول السابق يتضح ما يلي:

- قصور المحتوى العلمي في مقرر العلوم المتكاملة عن تضمين مفاهيم الكيمياء الحيوية بصورة مباشرة، أو بصورة ضمنية في مجالاتها الأربعة في كلا الفصلين الدراسيين (الأول والثاني) على مستوى نواتج تعلم كل فصل بكل محور، والفقرات المكتوبة، والأنشطة التعليمية بأنواعها (البحثية، والعلمية، والتحليلية، والتجارب العملية، والبحث والاستقصاء، والتطبيقات الحياتية)، والأسئلة بنوعيها (البحثية، والتحقق من الفهم)، حتى أعلى نسبة تضمين، وهي ١٥,٧٣٪ (التركيب الكيميائي للجزيئات الحيوية) في الفصل الدراسي الثاني - تعتبر منخفضة جدًّا.
- وجود تباينات واضحة جدًّا بين الفصلين الدراسيين في تضمين المفاهيم، مثل:
  - التركيب الكيميائي للجزيئات الحيوية يزداد في الفصل الدراسي الثاني (١٥,٧٣٪) مقارنةً بالفصل الدراسي الأول (٨,٢٤٪).
  - التفاعلات الحيوية واختبارات الكشف أعلى قليلًا في الفصل الدراسي الثاني (٣,٧٣٪) مقارنةً بالفصل الدراسي الأول (٠,٦١٪).
  - الطاقة في العمليات الحيوية والتمثيل الغذائي أقل في الفصل الدراسي الثاني (٠,٤١٪) مقارنةً بالفصل الدراسي الأول (٣,٨٢٪).
  - الإنزيمات ودورها في العمليات الحيوية غير موجودة تمامًا في الفصل الدراسي الأول، وتظهر بنسبة منخفضة جدًّا (١,٦٦٪) في الفصل الدراسي الثاني.

وفي ضوء ما سبق يتضح القصور في تأسيس الطلاب لفهم العمليات الأساسية البيولوجية والكيميائية، وهذا بدوره يؤدي إلى ضعف قدرة الطلاب على الربط بين العلوم النظرية وتطبيقاتها العملية، مما يؤثر على قدرة استيعاب الطلاب للمفاهيم الأساسية في الدراسة المتقدمة بالعلوم الطبية والحيوية، **وبذلك تكون الإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث قد تمت وهو: ما واقع تضمين المفاهيم العلمية المرتبطة بالكيمياء الحيوية في مادة العلوم المتكاملة بالمرحلة الثانوية؟**

وبالنظر إلى أهمية الكيمياء الحيوية كفرع حيوي يربط بين الكيمياء والبيولوجي فإن هذا يشير إلى حاجة مُلحة إلى إعادة هيكلة المحتوى، وتعزيز مستوى التضمين في المناهج المستقبلية لضمان إعداد الطلاب لفهم أفضل للعلوم الحيوية والطبية وتحقيق أهداف تعليمية أكثر شموليةً وفعاليّة.

ثالثًا: إعداد الوحدة الدراسية المقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين: تقوم فلسفة الوحدة على تنمية مهارات الجدل العلمي حول المفاهيم المرتبطة بالكيمياء الحيوية، بالإضافة إلى حُب الاستطلاع العلمي والاستزادة المعرفية حول تلك المفاهيم بعد دراسة الوحدة الدراسية المقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لدى طلاب الصف الأول الثانوي، وقد تم بناء الوحدة المقترحة بعنوان (الجزيئات البيولوجية والإنزيمات الكيميائية)، من خلال تحديد كلٍّ من:

أ. تحديد أسس بناء الوحدة الدراسية المقترحة المتضمِّنة لمفاهيم الكيمياء الحيوية:

تم تحديد هذه الأسس من خلال استقراء الأدبيات والدراسات السابقة حول دمج الأساسيات من مفاهيم الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين؛ لتنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع العلمي في ضوء أهداف التعليم في المرحلة الثانوية، وخصائص طلاب المرحلة الثانوية، كما يتضح فيما يلي:

١. تنمية فهم الطلاب للمفاهيم الأساسية في الكيمياء الحيوية من خلال منصات تفاعلية تسمح للطلاب بالتفاعل مع المحتوى بشكل مباشر (مثل: التركيب الجزيئي للمركبات الحيوية كالدهون والبروتينات والكربوهيدرات والإنزيمات).
٢. تنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع العلمي باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية، ونموذج تولمين للجدل العلمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي.
٣. تشجيع الطلاب على بناء حُجج علمية حول مفاهيم الكيمياء الحيوية؛ لتعزيز مهارات الجدل العلمي.

٤. ربط المفاهيم النظرية للكيمياء الحيوية مع تطبيقاتها في الحياة اليومية، من خلال تحفيز الطلاب على إجراء تجارب افتراضية في الكيمياء الحيوية، مما يُزيد من حُب الاستطلاع وتفاعلهم مع المادة.
٥. تدريب الطلاب على الحُجة العلمية بتقديم ادعاءات ودعمها بأدلة من مصادر علمية.
٦. تشجيع الطلاب على النقاشات الصفية وإجراء الحوارات العلمية بحيث يستطيع الطلاب تقديم حُجج هم، واستعراض الأدلة العلمية، وتقديم التبريرات، والرد على التساؤلات أو الاعتراضات.

ب. إعداد المحتوى العلمي للوحدة المقترحة (الجزيئات البيولوجية والإنزيمات):
ويُقصد بها مجموعة المعارف والمهارات التي تشتمل عليها الوحدة والتي تهدف لتحقيق أغراض محددة على نحو مُسبق.

١. **تحديد أهداف الوحدة المقترحة: ولقد تم تحديد الهدف العام من الوحدة، وهو:** تنمية مهارات الجدل العلمي حول المفاهيم المرتبطة بالكيمياء الحيوية، بالإضافة إلى حُب الاستطلاع لدى طلاب الصف الأول الثانوي، وفي ضوء الهدف العام للوحدة المقترحة تم صياغة عدد من **الأهداف الإجرائية للوحدة المقترحة والتي تمت صياغتها بصورة سلوكية إجرائية،** وهي الأهداف التي تسعى الوحدة إلى إكسابها للمتعلمين.
٢. **تنظيم محتوى الوحدة ومصادر التعلم:** واشتملت الوحدة على (٥) دروس مقسمة على عشر حصص دراسية وتمثلت مصادر التعلم في (١٢) تجربة تفاعلية باستخدام النماذج التفاعلية في كلٍّ من: (PhET، OLabs، Concord Consortium، labxchange، المُحاكاة التفاعلية لعلم الأحياء بجامعة New Mexico State University virtuallabs.nmsu، isee Exchange كما هو موضح في (ملحق (٦): مواقع نماذج المُحاكاة الإلكترونية المناسبة لوحدة الجزيئات البيولوجية والإنزيمات الكيميائية والخطة الزمنية لتنفيذها)
٣. **خطوات تدريس الوحدة المقترحة:** ويُقصد بها مجموعة الإجراءات التي يقوم بها المعلم داخل الغرفة الصفية، حيثُ تضم استخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين؛ لتهيئة أفضل بيئة ممكنة لتعليم طلاب الصف الأول الثانوي، وهي تتكون من خمس مراحل لتحقيق أهداف الوحدة المقترحة كما يلي:
أ. جذب الانتباه وتقديم الظاهرة القابلة للاستكشاف، وفيها يطرح المعلم السؤال البحثي المراد البحث عنه، مع تقديم بعض المفاهيم الهامة المرتبطة بتشغيل النموذج الإلكتروني التفاعلي.

ب. تشغيل البرنامج التفاعلي وبدء نموذج المُحاكاة، مع دعوة الطلاب لمراقبة ما يحدث خلال التجربة الافتراضية، والتركيز على النقاط الهامة التي تدعم بناء الحُجج والتفسيرات العلمية.
ج. تحليل البيانات وبناء الحُجة الأولية، وفيها يقوم الطلاب بتحليل البيانات وصياغة الحُجج بناءً على الأدلة ويقدمون المحاولات الأولى للتفسيرات البديلة، وفيها يطلب المعلم من الطلاب تدوين ملاحظاتهم حول المشاهدات والنتائج التي يرونها، خاصةً أي أدلة علمية قد تدعم حُججهم لاحقًا.
د. جلسة المناقشة الجدلية، وفيها:
- يقدم المعلم سؤالًا أو ادعاءً علميًّا يرتبط بالمُحاكاة، مثل: كيف يؤثر تركيز الإنزيمات على سرعة التفاعل الكيميائي؟
- تقسيم الطلاب إلى مجموعات، ثم يطلب منهم مشاركة الأدلة والحُجج، وينتقد بعضهم بعضًا لتحسين آرائهم من خلال المناقشة، مع تدوين البيانات والملاحظات التي تدعم إجابتهم عن السؤال البحثي في النموذج المستخدم.
- يوضح المعلم للطلاب كيفية ربط الأدلة بالادعاء، والتي تُعرف بـ "التبرير"، بحيثُ يدعم المعلم الصياغات الواضحة من التبريرات العلمية واستكمال النموذج النهائي بكتابة الحُجة في صورتها الأولية.

٤. كتابة الحُجة في صورتها النهائية: تناقش المجموعات ما تم تعلمه بمساعدة المعلم مناقشة عامة لتطوير مهارات التفكير النقدي، وتُعَدَّل حُججهم بناءً على ردود الفعل، كما يشجع المعلم الطلاب على التفكير في تفسيرات بديلة قد تؤثر على النتائج النهائية، ثم يقدم كل طالب الحُجة مكتوبةً متضمنةً تبريرًا للأدلة وتحديًا للتفسيرات البديلة، مما يُعزز مهارات الكتابة العلمية لديه.
٥. **أساليب التقويم**: تم التنويع في أدوات التقويم لتتضمن أسئلة شفوية، واختبارات قصيرة وتقييم الأقران، وتم عرض الوحدة على مجموعة من الخبراء المتخصصين في التربية العلمية وتدريس العلوم (ملحق (٧): كتاب الطالب للصف الأول الثانوي في الوحدة المقترحة بالكيمياء الحيوية - الجزيئات البيولوجية والأنزيمات-)، وأجريت التعديلات المطلوبة، وبذلك أصبحت الوحدة في صورتها النهائية.

وبذلك تكون قد تمت الإجابة عن التساؤل الثالث للبحث، وهو: ما صورة الوحدة المقترحة في الكيمياء الحيوية باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لدى طلاب الصف الأول الثانوي؟

رابعًا: إعداد دليل المعلم لتدريس الوحدة المقترحة: أعدت الباحثة دليلًا يُعين المعلم؛ للاسترشاد به أثناء تدريس الوحدة المقترحة للطلاب، ويتضمن هذا الدليل

علـى: (مقدمـة الوحـدة، أهـداف الوحـدة، أهميـة الوحـدة، توزيـع الخطـة الزمنيـة، إرشادات استخدام الـدليل، الأنشـطة وأسـاليب التقـويم، المراجـع التـي يمكـن للمعلـم الاستعانة بها)، ثم تم عرضه علـى مجموعـة مـن المحكمـين لتحديـد مـدى ملاءمتـه وصلاحيته للتطبيـق، وأجـرت الباحثـة التعـديلات المطلوبـة، وأصـبح فـي صـورته النهائية (ملحق (٨): دليـل المعلـم لتـدريس الوحـدة المقترحـة-الجزيئـات البيولوجيـة والأنزيمات-).

خامسًا: بناء أدوات البحث:

أ. اختبار مهارات الجدل العلمي لطلاب الصف الأول الثانوي:

الهدف من الاختبار: قياس مهارات الجدل العلمي حول مفاهيم الكيمياء الحيوية لدى طلاب الصف الأول الثانوي فيما يُطْرَح عليهم من قضايا ومشكلات.

صياغة مفردات الاختبار: تنوعت المراجع والدراسات الخاصة بطرق قياس مهارات التفكير الجدلي إما من خلال التبني لمقياس سبنسر روجرز كما في دراسة (زبيري وحسن، ٢٠٢١)، أو التقرير الذاتي كما في دراسة (أيوب والجغيمان، ٢٠١٢)، أو أسئلة مفتوحة النهاية كما في دراسة (Perdana, Jumadi & Rosana,2020)؛ إسماعيل، ٢٠٢٣؛ جاد، ٢٠٢٣)، أو أسئلة من نوع الاختيار من متعدد كما في دراسة (السيد وصياد، ٢٠١٤، Frey et al., 2015)، بينما تضمن الاختبار في دراسة (عبد اللطيف، ٢٠١٩) أربع قضايا، ويلي كل قضية عدد من الأسئلة من نوع الاختيار من متعدد تقيس مهارات الجدل العلمي، وقد استخدمت الباحثة أسلوب القضايا مع الاختيار من متعدد؛ لأنه يقدم تطبيقات عملية واقعية للتفكير الجدلي مع الاحتفاظ بسهولة التصحيح والقياس الكمي، وقد تم اعداد الاختبار في صورة خمس قضايا اجتماعية علمية، وهي كالآتي: (حساسية الألبان، البروتينات والعدالة الغذائية، التأثيرات الصحية للدهون، اضطرابات الهضم والعوامل المجتمعية، الإنزيمات في مسحوق الغسيل)، بحيث يلي كلَّ قضية عددٌ من الأسئلة من نوع الاختيار من متعدد تقيس مهارات الجدل العلمي (تقديم الادعاء، تقديم البيانات، تقديم المبررات، عرض الحُجة المضادة، تقديم الجدل المضاد، تقديم الأدلة المساندة).

صدق الاختبار: تم عرض الاختبار في صورته الأولية المكونة من (٣٢) مفردة على مجموعة من المحكمين (ملحق (٢) قائمة بأسماء السادة المحكمين) المتخصصين في التربية العلمية؛ وذلك للتحقق من صدق المحتوى ومدى سلامة المفردات، ومدى ارتباط المحتوى بموضوع البحث، وقد أسفر ذلك عن حذف سؤالين من أسئلة الاختبار.

التجريب الاستطلاعي للاختبار: طُبق الاختبار على مجموعة البحث الاستطلاعية (٣٠ طالبة) غير مجموعة البحث للتأكد من وضوح المعاني، وتعليمات الاختبار، وحساب معامل الثبات للاختبار باستخدام معادلة (كيودر-

ريتشاردسون Kuder Richardson) الصيغة (٢١) (ماهر، ٢٠٠٠)، وقد بلغت قيمة الثبات للاختبار (٠,٧٥)، ولم يتم تعديل أي من مفردات الاختبار.

الصورة النهائية للاختبار: بلغ عدد مفردات الاختبار بعد إجراء التعديلات السابقة عليه (٣٠ سؤالًا)، وقد أُعطيت درجة واحدة لكل مفردة من مفردات الاختبار، وبذلك تصبح الدرجة النهائية للاختبار (٣٠) درجة، والدرجة الصغرى (صفر) (ملحق (٩): اختبار الجدل العلمي وجدول مواصفات الاختبار).

ب. مقياس حُب الاستطلاع العلمي لموضوعات الكيمياء الحيوية لدى طلاب الصف الأول الثانوي:

الهدف من المقياس: هدف المقياس إلى تعرُّف مستويات حُب الاستطلاع العلمي نحو موضوعات الكيمياء الحيوية ومفاهيم الوحدة المقترحة (الجزيئات البيولوجية والإنزيمات الكيميائية).

إعداد عبارات المقياس: في ضوء اطلاع الباحثة على مقاييس حُب الاستطلاع العلمي من الدراسات السابقة (السباعي وعمارة وإبراهيم، ٢٠٢١؛ Kashdan et al., 2020؛ الزهراني والحبشي، ٢٠٢٠؛ يونس، ٢٠٠٩؛ Collins, Litman & Spielberger, 2004)، تم صياغة عبارات المقياس في ضوء أبعاد حُب الاستطلاع التالية وهي: (الاستكشاف المبهج، الحساسية للغموض، وتحمل الإجهاد، والبحث عن الإثارة)، لتصبح موجهة نحو موضوعات الوحدة المقترحة.

صدق المُحكمين: عُرض المقياس في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين (ملحق (٢): قائمة بأسماء السادة المحكمين) المتخصصين في التربية العلمية؛ للتحقق من صدق محتوى المقياس ومدى سلامة المفردات، ومدى ملاءمة صياغتها، وتم تعديل المقياس في ضوء ملاحظات السادة المحكمين في الصياغة لتصبح واضحة.

التجريب الاستطلاعي للمقياس: طُبِّق المقياس في صورته الأولية على مجموعة من طلاب الصف الأول الثانوي غير مجموعة البحث، وذلك للتأكد من وضوح المعاني وتعليمات المقياس وحساب درجة ثبات الاختبار الذي تم حسابه باستخدام معامل ألفا كرونباخ"، وقد بلغ معامل الثبات (٠,٦٧)، كما تبين أن الزمن المناسب لانتهاء جميع الطلاب من الإجابة على جميع أسئلة المقياس (٣٠) دقيقة من خلال حساب متوسط الزمن الذي استغرقه أفراد المجموعة المستخدمة في ثبات الاختبار، كما أسفر التطبيق عن تعديل صياغة بعض المفردات لتكون أكثر وضوحًا.

الصورة النهائية للمقياس: بلغ عدد عبارات المقياس بعد إجراء التعديلات (٢١) مفردة، تمت صياغتها على طريقة ليكرت - ذات التدريج الثلاثي - على ثلاث اختيارات، وهي: (تصفني تمامًا= ٣، غير متأكد= ٢، لا تصفني على الإطلاق= ١)، ومن ثم تصبح الدرجة العظمى للمقياس (٦٣) درجة، والدرجة

الصغرى (٢١) درجة (ملحق (١٠): مقياس حُب الاستطلاع العلمي للصف الأول الثانوي وجدول مواصفات المقياس).

سادسًا: الدراسة الميدانية:

لتحقيق أهداف البحث قامت الباحثة **بتحديد متغيرات البحث، وهي:**

أ. **المتغير المستقل:** تَمَثَّل في المعالجة التجريبية المتمثلة في تدريس محتوى الوحدة (الجزيئات البيولوجية والإنزيمات الكيميائية) للصف الأول الثانوي من خلال الدمج بين نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين.

ب. **المتغيرات التابعة:** وقد تمثلت في كلٍّ من مستويات الجدل العلمي كما يقيسه الاختبار المُعد لذلك، وحُب الاستطلاع العلمي كما يقيسه المقياس المُصمم لذلك.

ج. **التصميم التجريبي:** وتم اختيار مجموعة من طالبات الصف الأول الثانوي بمدرسة البنك الوطني للتنمية الثانوية بنات بإدارة النزهة التعليمية- محافظة القاهرة خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٤/ ٢٠٢٥، وقد تم تحديد فصل (٣/١) بصورة عشوائية ، ويبلغ عدد طالباته (٤٨) طالبة، وتم استبعاد متكرري الغياب لتكون المجموعة التجريبية (٣٨) طالبة، وقد اعتمد البحث على المنهج التجريبي الذي يعتمد على تصميم المجموعة الواحدة ذي القياس القبلي على مجموعة البحث خلال الفصل الدراسي الثاني يوم الثلاثاء الموافق ٢٠٢٥/٢/١٨م ، وذلك لقياس المعرفة القبلية؛ وقد تم تحديد الفصل الدراسي الثاني لتنفيذ تجربة البحث وتطبيق مادة المعالجة التجريبية (كتاب الطالب لوحدة الجزيئات البيولوجية والإنزيمات الكيميائية)، ودليل المعلم، وقد بدأ تطبيق التجربة الأساسية للبحث بتاريخ الأربعاء (١٩/ ٢/ ٢٠٢٥م)، واستمر التطبيق لمدة (٥ أسابيع)، وذلك بواقع حصتين كل أسبوع، وأسندت الباحثة تدريس الوحدة لطلاب المجموعة التجريبية إلى معلمة الفصل بعد تزويدها بنسخة من كتاب الطالب (ملحق ٧) ودليل المعلم الخاص بالوحدة المقترحة (ملحق ٨)، كما تم عقد جلستين معها لتوضيح الغرض من البحث، وأهميته، وكيفية سير العملية التدريسية، وانتهى تطبيق التجربة الأساسية للبحث بتاريخ الأربعاء (٢٦/ ٣/ ٢٠٢٥م) بتطبيق الأدوات بعديًّا على العينة المختارة.

د. **ملاحظات على التطبيق الميداني للبحث:** أثناء تطبيق تجربة البحث لاحظت الباحثة ما يلي:

- صعوبة تعامل بعض الطالبات مع المواقع التي لا تدعم اللغة العربية، وقد تمت معالجة ذلك الأمر بتوجيه الطالبات نحو استخدام مواقع الترجمة عند الضرورة، مع ما بذلته المعلمة مع الطالبات من دعم وتوجيه.
- عدم توفر اتصال بالإنترنت سريع ومستقر في المدرسة مما قد يؤدي إلى صعوبة في تحميل النماذج التفاعلية أو الوصول إلى المواقع الإلكترونية

في الوقت المناسب، وقد تمت معالجة ذلك من خلال تنفيذ معظم الحصص في معمل الأوساط لاستخدام انترنت المدرسة بسهولة، وقد تم في بعض الأحيان الاعتماد على خط انترنت خارجي ودعمه بالأجهزة.

- ضعف شغف بعض الطالبات واشتراكهن بشكل فعّال في البحث، خاصةً اللاتي يمِّلن إلى المواد الأدبية دون المواد العلمية، هذا بالإضافة إلى أن اشتراكهن غير مرتبط بدرجات، ولمعالجة ذلك تم تقديم بعض أنماط تعزيز ملائمة لهن.

ه. **المعالجة الإحصائية:** وتم تحليل البيانات باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) للإجابة عن باقي أسئلة البحث واختبار صحة فروضه؛ حيث تم استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية، ومنها: المتوسطات، والانحرافات المعيارية، وقِيم "ت" للمجموعات المرتبطة بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي، كما تم حساب معادلة حجم التأثير باستخدام مؤشر الفرق المعياري بين المتوسطات، ومنه مؤشر كوهين (d)، ومعادلة الكسب لبلاك.

سابعًا: عرض نتائج البحث وتفسيرها: وفيما يلي عرض لأهم النتائج التي تم التوصل إليها للإجابة عن أسئلة البحث، وللتحقق من صحة فروضه.

اختبار صحة الفرض الأول الخاص باختبار الجدل العلمي: وللتحقق من صحة الفرض الأول الذي ينص على: "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمستويات اختبار الجدل العلمي وكذلك المجموع الكلي لصالح التطبيق البعدي". وتم حساب قيم "ت" للمجموعات المرتبطة، وكذلك حجم التأثير (Cohen's d) لنتائج تطبيق اختبار مستويات الجدل العلمي لطالبات الصف الأول الثانوي، وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (٤).

جدول (٤)

يوضح نتيجة اختبار (ت) للمقارنة بين التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مستويات الجدل العلمي للمجموعة التجريبية (ن = ٣٨)

مستويات الاختبار	الدرجة الكلية	المتوسط القبلي	المتوسط البعدي	متوسط الفروق	الانحراف المعياري للفروق	قيمة (ت)♦ والدلالة	قيمة d	مقدار حجم التأثير	نسبة الكسب
تقديم الادعاء	٥	١,٣٤	٤,٦١	٣,٢٦٣	٠,٨٦٠	٢٣,٣٨٩ دالة	٠,٨٣	كبير	١,٥
تقديم البيانات	٥	١,٣٧	٤,٦٣	٣,٢٦٣	٠,٥٥٤	٣٦,٢٨٩ دالة	٠,٩٧	كبير	١,٥
تقديم المبررات	٥	١,١٨	٤,٥٨	٣,٣٩٥	٠,٦٣٨	٣٢,٧٨٠ دالة	٠,٩٧	كبير	١,٦
عرض الحُجة	٥	١,٢٩	٤,٨٩	٣,٦٠٥	٠,٨٨٧	٢٥,٠٦٩ دالة	٠,٩٤	كبير	١,٧

مستويات الاختبار	الدرجة الكلية	المتوسط القبلي	المتوسط البعدي	متوسط الفروق	الانحراف المعياري للفروق	قيمة (ت)♦ والدلالة	قيمة d	مقدار حجم التأثير	نسبة الكسب
المضادة تقديم جدل مضاد	٥	٠,٨٩	٤,٥٣	٣,٦٣٢	٠,٧١٤	٣١,٣٧١ دالة	٠,٩٦	كبير	١,٧
تقديم الأدلة المساندة	٥	١,١٣	٤,٥٨	٣,٤٤٧	١,٠٣٢	٢٠,٥٩٥ دالة	٠,٩٢	كبير	١,٦
الدرجة الكلية	٣٠	٧,٢١	٢٧,٨٢	٢٠,٦٠٥	٢,٥٨٤	٤٩,١٥٣ دالة	٠,٩٨	كبير	١,٥

♦ دالة إحصائيًا عند مستوى ٠,٠١. درجات الحرية=٣٧

يتضح من جدول (٤) وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لمستويات اختبار الجدل العلمي وكذلك المجموع الكلي لصالح التطبيق البعدي، وبذلك يُقْبَل الفرض الأول، كما اتضح أن حجم التأثير كبير في كل مستوى من مستويات اختبار الجدل العلمي، وأن فعاليته مقبولة على جميع مستويات اختبار الجدل العلمي وعلى المجموع الكلي لجميع مستويات اختبار الجدل العلمي؛ وذلك نتيجة تدريس الوحدة المقترحة (الجزيئات البيولوجية والإنزيمات الكيميائية) باستخدام النماذج التفاعلية ونموذج تولمين؛ مما يُشير إلى تفوق طالبات المجموعة التجريبية ممن درسن وفقًا للدمج بين نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين لتنمية فهمهن لموضوعات الكيمياء الحيوية العلمية المتضمَّنة بالوحدة، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه كلٌّ من دراسات (السماعنة، ٢٠٢٣؛ الأسمري والشايع والزغيبي، ٢٠١٩؛ Krogstie & Jørgensen, 2002) والتي أكدت على أهمية استخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية والمُحاكاة الإلكترونية وتوظيفها في العملية التعليمية لدى طلاب الصفوف العليا من المرحلة الثانوية، كما أكدت كلٌّ من دراستي (الزهراني وعفيفي، ٢٠١٨) و (Morawski & Budke, 2023) فعاليّة النماذج الإلكترونية التفاعلية في تنمية مهارات الجدل العلمي وحُب الاستطلاع لأنها توفر فرصًا منظمة للطلاب للتفاعل، وتشجيع الطلاب على البحث عن حُجج إضافية خاصة عندما يتم تنظيمها وتوجيهها بشكل فعال.

اختبار صحة الفرض الثاني الخاص بمقياس حُب الاستطلاع العلمي: للتحقق من صحة الفرض الثاني الذي ينص على: "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq$ ٠,٠٥) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس حُب الاستطلاع العلمي وكذلك المجموع الكلي لصالح التطبيق البعدي" تم حساب قيم "ت" للمجموعات المرتبطة، وكذلك حجم

التأثير (Cohen's d) لنتائج تطبيق مقياس حُب الاستطلاع العلمي لطالبات الصف الأول الثانوي، وجاءت النتائج كما يوضحها جدول (٥).

جدول (٥)

نتيجة اختبار (ت) للمقارنة بين التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس حُب الاستطلاع العلمي بأبعاده المختلفة للمجموعة التجريبية (ن = ٣٨)

أبعاد الاختبار	الدرجة الكلية	المتوسط القبلي	المتوسط البعدي	متوسط الفروق	الانحراف المعياري للفروق	قيمة (ت)♦ والدلالة	قيمة d	مقدار حجم التأثير	نسبة الكسب
التجربة والاستكشاف	١٢	٧,٦١	١١,٤٧	٣,٨٦	١,٧٧	١٣,٤٥ دالة	٠,٨	كبير	١,٢
التساؤل وعدم تحمل الغموض	١٢	٧,٦٦	١١,٥٠	٣,٨٩	١,٩٨	١٢,١٠ دالة	٠,٨	كبير	١,٢
التحليل والتقييم	١٢	٥,٤٥	١١,٤٢	٥,٩٧	١,٦٧	٢٢,٠٧ دالة	٠,٩	كبير	١,٤
الإثارة والانفتاح على الجديد	١٢	٨,١٣	١١,٧٤	٣,٦٠	١,١٠	٢٠,١٤ دالة	٠,٩	كبير	١,٢
البحث والتعلم المستمر	١٥	٨,٨٩	١٤,٢٦	٥,٣٧	١,٦٠	٢٠,٦٧ دالة	٠,٩	كبير	١,٢
الدرجة الكلية	٦٣	٣٧,٧٤	٦٠,٣٩	٢٢,٦٦	٣,٢١	٤٣,٤٤ دالة	٠,٩	كبير	١,٣

♦ دالة إحصائيًا عند مستوى ٠,٠١. درجات الحرية=٣٧

يتضح من جدول (٥) وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس حُب الاستطلاع العلمي الكلي وكذلك المجموع الكلي لصالح التطبيق البعدي ، وبذلك تتحقق صحة الفرض الثاني، كما اتضح أن حجم التأثير كبير في كل أبعاد حُب الاستطلاع العلمي، وأن فعاليته مقبولة في جميع أبعاد مقياس حُب الاستطلاع العلمي، وتتحقق الفعالية أكثر مع بُعد التحليل والتقييم لتصل إلى (١,٤) عن بقية أبعاد الاختبار، وهي المرتبطة بالتفكير المجرد وفهم العالم من حولهم، وتتفق هذه النتائج مع نتائج كلٍّ من دراسات (الديب، ٢٠٠١؛ يونس، ٢٠٠٩؛ عبد الهادي وعبد النبي وعبد الغني، ٢٠١٩) التي أكدت على أن الجدل العلمي يزيد التدريب اللفظي وتبادل المعلومات والانشغال بالبحث وحُب الاستطلاع وتحسين قدرة الفرد على التفاعل.

مناقشة النتائج:

١. فيما يخص نتائج تطبيق اختبار مستويات الجدل العلمي:

قد تُعزى النتائج التي تم التوصل لها إلى أن تدريس الوحدة المقترحة من خلال الدمج بين نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين حفز اهتمام الطالبات بموضوع الدرس وأَشْرَكَهُنَّ في عملية التعلم مما أدى إلى:

- مساعدة النماذج التفاعلية الطالبات على تصور العمليات الكيميائية بشكل أكثر وضوحًا، حيثُ كانت تتناسب مع مستوى فهم الطالبات لتطورهن العلمي، وقد ساعد نضج الطالبات ومستواهن في اللغة الإنجليزية على التغلب على مشكلة التعامل مع المواقع التي لا تدعم اللغة العربية.
- كما أن تدريب الطالبات على التمييز بين التفسيرات المدعومة بالحُجج العلمية والآراء الشخصية ساعد في بناء مهارات الجدل العلمي والتحليل العلمي لديهن.
- ساعد نموذج تولمين في الجدل العلمي في تعزيز بناء الحُجج العلمية المنطقية والمتسقة باستخدام الشواهد والأدلة.

٢. فيما يخص نتائج تطبيق اختبار مقياس حُب الاستطلاع العلمي:

قد تُعزى النتائج السابقة إلى أن تدريس الوحدة المقترحة من خلال الدمج بين نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين أدى إلى:

- ما يحدث بين الطالبات من تنافر وتجاذب في الحديث، قد يُزيد من حُب الاستطلاع المعرفي لكل ما هو جديد، ومحاولة البحث عما هو غريب وغير شائع.
- التزام الطالبات بقراءة المادة التعليمية أثناء التعلم وعرضها، والبحث عن المعرفة، وتقديم المحاورات المتعارضة للفرد الآخر، وقد زاد هذا من حُب الاستطلاع المعرفي لدى مجموعة المجادلة وطلب الاتفاق والمناظرة.
- التقليل من التشكيك في صحة المعلومات والحقائق على أساس منطقي جعل الطالبات يبحثن عن منظور معرفي أكثر مناسبةً؛ مما يزيد من حُب الاستطلاع المعرفي والبحث عن معلومات أكثر.
- اهتمام الطالبات بموضوعات الجزيئات البيولوجية والإنزيمات الكيميائية عزز من حُب الاستطلاع، وإثارة الرغبة في طرح الأسئلة والرغبة في التعلم وتقديم الأفكار المبتكرة، خاصةً مع الطالبات اللاتي يُردْن التخصص العلمي.

وبصفة عامة فقد تبين فعاليّة تدريس وحدة الجزيئات البيولوجية والإنزيمات الكيميائية المقترحة من خلال الدمج بين نماذج المُحاكاة التفاعلية ونموذج تولمين في تنمية مستويات الجدل العلمي وأبعاد حُب الاستطلاع العلمي لدى طالبات المرحلة الثانوية.

ثامنًا: توصيات البحث: في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث يمكن تقديم مجموعة من التوصيات كما يلي:

- الاهتمام بتدريب المعلمين حول كيفية استخدام النماذج الإلكترونية التفاعلية وبرامج المُحاكاة؛ لمحاكاة العمليات الحيوية، مثل: التفاعلات الكيميائية والإنزيمات والتغذية وكيفية توظيفها في العملية التعليمية.
- توجيه المعلمين إلى كيفية ربط مفاهيم الكيمياء الحيوية بموضوعات البيولوجيا والفيزياء والرياضيات لتعزيز الفهم المتكامل.
- تدريب الطلاب على استخدام نموذج تولمين لبناء الحُجج العلمية المدعومة بالأدلة والشواهد، وتنظيم مناظرات علمية على شكل محاكاة للجدل العلمي.
- تشجيع الطلاب على توظيف البرامج الإلكترونية التفاعلية في استكشاف المفاهيم بشكل تفاعلي وجذاب.

تاسعًا: مقترحات البحث: يمكن اقتراح إجراء البحوث التالية:

- فعاليّة نموذج تولمين للجدل العلمي في اكتساب التلاميذ لمهارات حل المشكلات العلمية.
- أثر تدريس العلوم باستخدام نماذج المُحاكاة التفاعلية والجدل العلمي في تنمية مهارات التفكير الإبداعي والناقد لدى طلاب المرحلة الإعدادية.
- فعاليّة برنامج تدريبي لمعلمي العلوم قائم على المُحاكاة العلمية والمشروعات التطبيقية في تعزيز الفهم العميق للكيمياء الحيوية وتطوير مهارات الجدل العلمي.

المراجع♦:

أبو الفتوح، سهام محمد. (٢٠٢٣). برنامج في القضايا المرتبطة بتطبيقات التعديل الجيني قائم على التعلم المبني على الاستقصاء العلمي المجتمعي SSIBL لتنمية مهارات الجدل العلمي واتخاذ القرار تجاه تلك القضايا لدى طلاب شعبة العلوم البيولوجية بكلية التربية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٦(٣)، ١٥٥-٢٠٥.

أبو غنيمة، عيد محمد عبد العزيز. (٢٠١٩). تنمية الجدل العلمي وخفض الضجر من دراسة العلوم لدى طلاب المرحلة الإعدادية باستخدام استراتيجية الأبعاد الستة"PDEODE". *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٢(١١)، ١١٩- ١٦٥.

أحمد، عمر كاظم علي؛ والعزاوي، وسام كردي غضب. (٢٠٢٢). التفكير المرن وعلاقته بحُب الاستطلاع لدى طلبة الجامعة. *مجلة الجامعة العراقية*، ٢(٥٥)، ٣٥٩-٣٧٣.

الأسدي، هيثم مهدي جمعة. (٢٠٠٩). أثر استخدام النموذج التعليم التوليدي في اكتساب المفاهيم الفيزيائية وتنمية الاستطلاع العلمي لدى طلاب الصف الثاني متوسط، *رسالة ماجستير منشورة*، كلية التربية الأساسية بجامعة بابل.

♦ اتبعت الباحثة توثيق جمعية علم النفس الأمريكي American Psychological (APA) Associationالإصدار السابع.

إسماعيل، دعاء سعيد. (٢٠٢٣). تطوير برنامج إعداد معلم الكيمياء في ضوء التفكير الكيميائي Chemical Thinking وأثره على تنمية مهارات الجدل العلمي وحل مشكلات الكيمياء لدى طلاب شعبة الكيمياء بكليات التربية. *مجلة البحث العلمي في التربية*، ٢٤(٦)، ١٥٨- ٢١٨.

إسماعيل، سماح محمد إبراهيم. (٢٠١٧). فاعلية برنامج تدريبي قائم على خرائط البراهين الإلكترونية لتنمية التفكير غير الشكلي لدى الطلاب الدارسين لمادة المنطق بالمرحلة الثانوية. *مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية، ١٤* (٨٧)، ١-٣٩.

الأسمري، ابراهيم بن محمد؛ والشايع، فهد بن سليمان؛ والزغيبي، محمد بن عبد الله. (٢٠١٩). أثر أنموذج مقترح لتدريس القضايا العلمية المجتمعية في مادة الأحياء للصف الثالث الثانوي في تنمية مستوى الجدل العلمي للطلاب. *مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات الإنسانية*، ١٩(٢)، ١٤٨- ١٦٣.

أيوب، علاء الدين عبد الحميد؛ والجغيمان، عبد الله محمد. (٢٠١٢). أثر اكتساب الحكمة في تنمية التفكير الجدلي ومهارات اتخاذ القرار لدى طلاب جامعة الملك فيصل بالمملكة العربية السعودية. المجلة المصرية لعلوم المراهقة، (٥)، ٣٤-٦٩.

البدرساوي، غيصوب. (٢٠٢٠). أثر استخدام تقنيات (PhET) للمحاكاة التفاعلية في تنمية التحصيل، وبعض مهارات التفكير التحليلي في العلوم لدى طلبة الصف السابع بغزة. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، ٢٨ (٦)، ٤٤١-٤٦٨.

بسنوسي، شهرزاد؛ ومباركي، عبد المجيد. (٢٠١٩). مزاج السمنة وعلاجه النباتي في أقوال الأطباء القدماء: قراءة تحليلية في ضوء مستحدثات الكيمياء الحيوية النباتية. مجلة جيل العلوم الإنسانية والاجتماعية، (٥٧). ١١١-١٤٠.

البطران، أشرف. (٢٠٠٩). التفاعل الصفي سياق لفهم طبيعة العلم وموضوعية المعرفة العلمية ومساءلتها وإثارة الجدل حولها- بحث إجرائي تشاركي. *مجلة رؤى تربوية*، (٢٩)، ٢٧-٤٣.

بني ياسين، أشرف. (٢٠٢٠). أثر تدريس الفيزياء باستخدام برنامج المُحاكاة التفاعلية PHETوالمعامل الافتراضية Praxilabs في تحصيل طلاب الصف العاشر في لواء المزار الشمالي. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الكرك.

جاد، عماد محمد هنداوي. (٢٠٢٣). نموذج تدريسي مقترح قائم على نظرية الذكاء الناجح لتنمية مهارات الجدل العلمي والتفكير التصميمي في مادة الكيمياء لدى طلاب المرحلة الثانوية، *التربية في القرن ٢١ للدراسات التربوية والنفسية*، ٢(٢٦)، ١-٦٨.

الجامعة الأمريكية بالقاهرة. (٢٠٢٣). اختتام فعاليات المؤتمر الدولي الثامن العشر للكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية بالجامعة الأمريكية بالقاهرة. الجامعة الأمريكية بالقاهرة. متاح في: https://tinyurl.com/mwnvb3w4

الجامعية، أمل عبد الله حميد؛ وأمبوسعيدي، عبد الله خميس. (٢٠١٦). أثر استخدام نموذج تولمين للجدل العلمي في تنمية مهارات حل المشكلات الكيميائية لدى طالبات

الصف الحادي عشر وتصوراتهن نحو عمل العلماء، *رسالة ماجستير غير منشورة*. جامعة السلطان قابوس، مسقط.

جلاوي، احسان حميد عبد فرح حسن. (٢٠٢٠). أثر انموذج بناء المعرفة المشتركة في مهارات الجدل العلمي لدى طالبات الصف الرابع العلمي. *مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية*، ١(٤٦). ٤١٤- ٤٣٣.

الحداد، عاتقة مكي ياسين. (٢٠١٩). برنامج مقترح في العلوم قائم على نظرية تريز لتنمية الجدل العلمي والتحصيل المعرفي لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة بدولة الكويت. *رسالة دكتوراه غير منشورة*. كلية التربية بجامعة عين شمس.

حسام الدين، ليلى عبد الله حسين. (٢٠١١). تدريس بعض القضايا البيئية بالجدل العلمي لتنمية القدرة على التفسير العلمي والتفكير التحليلي لطلاب الصف الأول الثانوي. *المجلة المصرية للتربية العلمية*،١٤(٤)، ١٤١ – ١٨٤.

الخطيب، منى فيصل أحمد؛ والأشقر، سماح فاروق المرسي. (٢٠١٤). أثر استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل في تنمية مهارات التفكير العليا ومستوى الطموح لدى تلميذات الصف الثالث الإعدادي في مادة العلوم. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ١٧(٤)، ٧٣-١٢٠.

الدسوقي، وفاء صلاح الدين. (٢٠٠٦). التفاعل بين أساليب التحكم التعليمي ومستويات حُب الاستطلاع وأثره على تنمية مهارات التعامل مع شبكة الإنترنت. المؤتمر العلمي الأول لكلية التربية النوعية- جامعة المنصورة ١٢-١٣ ابريل، ٣١٣-٣٤٤.

الديب، محمد مصطفى. (٢٠٠١). مدى فعاليّة كل من إجراء المجادلة وطلب الاتفاق والمناظرة التعاونية في التحصيل، وحُب الاستطلاع، والدافع المعرفي، والاتجاهات. مجلة كلية التربية لجامعة عين شمس، ٢ (٢٥)، ٥٧-١٠٧.

زبيري، بتول بناي؛ وحسن، حسين عيدان. (٢٠٢١). التفكير الجدلي لدى طلبة الجامعة، *مجلة العلوم الإنسانية*، ٢٨(٢)، ١-٢٥.

الزهراني، ريم عبد الرحيم معيض؛ والحبشي، نجلاء محمود. (٢٠٢٠). حُب الاستطلاع العلمي وعلاقته بالتفكير التخيلي لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية بمدينة الباحة. *مجلة كلية التربية بأسيوط*، ٣٦(٤)، ٢٥٠-٢٩٢.

الزهراني، عزه بنت صالح بن عبد الله؛ والعمودي، هالة بنت سعيد بن أحمد. (٢٠٢٤). فاعلية استخدام نموذج الاستقصاء القائم على الجدل (ADI) لتدريس الأحياء في تنمية الفهم العميق لدى طالبات المرحلة الثانوية. *مجلة التربية (جامعة الأزهر)*،٤٣ (٢٠١)، ٢٧٧-٣٣٢.

الزهراني، يحيى مزهر عطية؛ وعفيفي، محرم يحيي محمد. (٢٠١٨). فاعلية استراتيجية مقترحة قائمة على استخدام النماذج الإلكترونية التفاعلية في تنمية مهارات الجدل العلمي لدى طلاب العلوم والرياضيات بالكلية الجامعية بالقنفذة جامعة أم القرى. *مجلة تربويات الرياضيات*. ٢١(١٠). ٢٧١-٣٢٣.

السباعي، أحمد بن عبد الله؛ وعمارة، إيهاب محمد؛ وإبراهيم، محمود محمد. (٢٠٢١). التكافؤ العاملي لمقياس حُب الاستطلاع العلمي: دراسة مقارنة عبر النوع

الاجتماعي والمحافظة في البيئة العمانية. *مجلة الدراسات التربوية والنفسية*، ١٥(٣)، ٣٤٩-٣٦٥.

السبيعي، نورة بنت محمد بن راشد؛ والشمراني، سعيد بن محمد بن عبد الله. (٢٠٢٣). أثر نموذج الاستقصاء المعزز بالجدل العلمي في تنمية كفاءات التعلم الاجتماعي والعاطفي في تدريس مقرر الفيزياء لدى طالبات الصف الثالث الثانوي، *رسالة الخليج العربي*، ١٦٩(٤٤). ١٣٧-١٦٩.

السماعنة، سوزان فيصل. (٢٠٢٣). فاعلية النماذج الإلكترونية التفاعلية في تدريس الفيزياء على التحصيل العلمي وتنمية مهارات اتخاذ القرار لدى طالبات الصف العاشر الأساسي في الأردن. *مجلة المناهج المعاصرة وتكنولوجيا التعليم*،٤(٤)، ١-٢٩.

السيد، علياء علي عيسى؛ وصياد، سامية محمد علي. (٢٠١٤). فعاليّة الدمج بين استراتيجيتي "الحوار السقراطي" و "حوض السمك" في تدريس مقرر العلوم المتكاملة لتنمية مهارات التفكير الجدلي والاستعداد للأداء الاتصالي الفعال والاتجاه نحو تعلمه لدى الطالبة المعلمة. المجلة المصرية للتربية العلمية، ١٧(٦)، ٨١-١٣٦.

سيد، عمرو جابر قرني. (٢٠١٩). استراتيجية مقترحة قائمة على النظرية الحجاجية لتنمية التفكير الاحتمالي في مادة الفلسفة لطلبة المرحلة الثانوية. *دراسات في المناهج وطرق التدريس*، (٢٤٦)، ٤٩ – ٩٨.

سيد، عمرو جابر قرني. (٢٠٢١). إستراتيجية قائمة على نموذج تولمن الحجاجي لتنمية التفكير التوليدي والمسئولية الاجتماعية في مادة الفلسفة لدى طلبة المرحلة الثانوية. *مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس*، ٢٥٠(٢٥٠)، ٦٢-١٢٩.

الشحيلي، سعد طعمه. (٢٠١٥). أثر العصف الذهني في التحصيل الدراسي لمادة القياس والتقويم وحُب الاستطلاع العلمي لدى طلبة قسمي التاريخ والجغرافيا. (*رسالة ماجستير غير منشورة*). جامعة ميسان، العراق

عبد الباسط، حسين محمد أحمد؛ وعبد الرحيم، محمد سيد فرغلي؛ ومحمود، سلوى محمود عبد الفتاح. (٢٠٢٠). فاعلية استخدام استراتيجية عظم السمكة والمحاورات الأفلاطونية في تنمية بعض مهارات الجدل المنطقي لدي طلاب كلية التربية. *مجلة العلوم التربوية-كلية التربية بقنا*، ٤٢(٤٢)، ٣١٩-٣٥٤.

عبد اللطيف، أسامة جبريل أحمد. (٢٠١٩). برنامج قائم على القضايا الاجتماعية العلمية المحلية لتنمية مهارات الجدل العلمي والمعارف والاتجاه نحو تلك القضايا لدى طلاب المرحلة الثانوية. *دراسات في المناهج وطرق التدريس*، (٢٤٣)، ٥٨-١٠٧.

عبد الملاك، مريم موسى متى. (٢٠٢٠). تحليل دور أمثلة المتعلمين التلقائية في البرهان الرياضي باستخدام نموذج تولمن: دراسة حالة لطالبات المرحلة الثانوية. *مجلة تربويات الرياضيات*، ٢٣(٢)، ٢٨٤-٣٢٨.

عبد الهادي، عوض عيد جمعة؛ وعبد النبي، محمد محمود؛ وعبد الغني، سعاد محمد. (٢٠١٩). الدافعية لحُب الاستطلاع المعرفي وعلاقتها بالاتجاه نحو مادة العلوم

لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، ١(١٣)، ١٢٧- ١٦٣.

عبد الهادي، مرام نجاح أحمد. (٢٠٢٠). تطوير مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في ضوء المستحدثات العلمية المعاصرة. *مجلة كلية التربية بالمنصورة*، ١١٠ (٤)، ١١٤٩- ١١٧٨.

عبدربه، سليمان محمد. (٢٠٠٣). دور تعليم العلوم في تنمية الثقافة العلمية للطفل بمدارس التعليم العام في مصر وأمريكا واليابان، مجلة كلية رياض الأطفال (*ندوة علمية حول موضوع تنمية التفكير العلمي والقضاء على التفكير الخرافي لدى الأطفال*)، (المنصورة٢١-٢٢ ابريل)، ٩٤-١٤٠.

عثمان، عفاف عبد الله. (٢٠١١). بعض أساليب التعلم المرتبطة بدافع الحب للاستطلاع لدى عينة من طلاب وطالبات جامعة نجران، مجلة التربية- جامعة الأزهر، ٤(١٤٦)، ٥٣٥- ٥٧٣.

عجاج، خيري المغازي بدير. (٢٠٠٠). *دافعية حُب الاستطلاع (الابتكارية الأولية): المفاهيم النظرية والتدريبات*، القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

عزب، محمود محمد المتولي. (٢٠٢٣). برنامج مقترح في مستحدثات الكيمياء الحيوية قائم على المفاهيم المستعرضة لمعايير الجيل القادم لتنمية مهارات التفكير المستقبلي والتواصل العلمي لدي طالب المرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية بالمنصورة*، ١٢٢(٤)، ١٥٩١-١٦٢٢.

غباري، ثائر. (٢٠٠٨). *الدافعية: النظرية والتطبيق*، عمَّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

قحوف، أكرم إبراهيم السيد إبراهيم. (٢٠١٩). استراتيجية قائمة على نموذج تولمن في الحجاج لتنمية مهارات الكتابة الإقناعية وإثارة الدافعية لتعلمها لدي طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية*،٧(١٨)، ٥٩ – ١١٠.

ماهر، علي. (٢٠٠٠). *التقويم والقياس النفسي والتربوي*، القاهرة: كلية التربية بجامعة حلوان.

المركز القومي للامتحانات والتقويم التربوي. (٢٠٢٤). *مواصفات الأوراق الامتحانية للمرحلة الثانوية في التعليم العام، العام الدراسي ٢٠٢٤/ ٢٠٢٥* ، قسم تطوير الامتحانات، القاهرة: المركز القومي للامتحانات والتقويم التربوي.

مصطفى، رانيا امام. (٢٠٢٢). الإسهام النسبي للوعي ما وراء المعرفي والفضول المعرفي في التنبؤ بالنهوض الأكاديمي لدى طلاب كلية التربية. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، ١٦ (١٢)، ٧٦٢-٨٥١.

وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني. (٢٠٢٤). قرار وزاري رقم (١٣٨) بتاريخ ١٤/ ٨/ ٢٠٢٤ بشأن "*نظام الدراسة والتقييم لطلاب مرحلة الثانوي العام*" ، *الإدارة المركزية للتعليم العام*، وزارة التربية والتعليم، القاهرة.

وزارة التربية والتعليم. (١٩٩٦). *التكنولوجيا وسيلة لتطوير التعليم في القرن (٢١)*، مركز التطوير التكنولوجي، القاهرة: مطابع وزارة التربية والتعليم.

يونس، نادية حسين. (٢٠٠٩). أثر الأنموذج التعليمي التعلمي في التحصيل بمادة العلوم وحُب الاستطلاع العلمي لدى طالبات الصف الأول المتوسط. *مجلة القادسية في الآداب والعلوم التربوية*، ٨(١)، ٣٢١- ٣٣٤.

References:

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

Al-Shehri, Sarah Muhammad Ahmad. (2024). The Effect of Phenomenon –Based Progamin in Scientific Argumentation Skills Development for Intermediate School Students, *journal of Research in Curriculum, Instruction and Educational Technology* , Volume 10, (2), 223-246.

Anwar, Y., & Susanti, R. and Ermayanti (2019, February). Analyzing scientific argumentation skills of biology education students in general biology courses. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1166 (1), 012001). IOP Publishing. **DOI** 10.1088/1742-6596/1166/1/012001

Bos, W., & Tarnai, C. (1999). Content analysis in empirical social research. *International Journal of Educational Research*, 31, 659-671. https://doi.org/10.1016/S0883-0355(99)00032-4.

Bouvier, A. (2017). Frans H. van Eemeren, Bart Garssen, Erik CW Krabbe, A. Francisca Snoeck Henkemans, Bart Verheij, Jean HM Wagemans (eds).–Handbook of Argumentation Theory, 2014, Dordrecht, Springer, 890 p. *L'Annee sociologique*, *67*(2), e7-e11.

Çayci, B. (2020). A study on the effectiveness of a teaching based on socio-scientific issues in the training of pre-service teachers. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 15, 220-231. https://doi.org/10.18844/cjes.v15i2.4604.

Cetin, P. S. (2014). Explicit argumentation instruction to facilitate conceptual understanding and argumentation skills. *Research in Science & Technological Education*, *32*(1), 1-20.

Chang, S. N. (2007, June). Teaching argumentation through the visual models in a resource-based learning environment. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching,* 8(1), 1-15. The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.

Cheong, C., Zhu, X., & Xu, W. (2021). Source-Based Argumentation as a Form of Sustainable Academic Skill: An

Exploratory Study Comparing Secondary School Students' L1 and L2 Writing. *Sustainability*. https://doi.org/10.3390/su132212869.

Cheong, C., Zhu, X., & Xu, W. (2021). Source-Based Argumentation as a Form of Sustainable Academic Skill: An Exploratory Study Comparing Secondary School Students' L1 and L2 Writing. *Sustainability*. https://doi.org/10.3390/su132212869.

Chowning, J. (2022). Science teachers in research labs: Expanding conceptions of social dialogic dimensions of scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 59, 1388 - 1415. https://doi.org/10.1002/tea.21760.

Clark, D., & Sampson, V. (2006). Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*, 29(3), 253–277.

Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 1-44. https://doi.org/10.1007/S11191-019-00051-3.

Collins, R. P., Litman, J. A., & Spielberger, C. D. (2004). The measurement of perceptual curiosity. *Personality and individual differences*, *36*(5), 1127-1141.

Dawson, V., & Venville, G. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education*, 40, 133-148. https://doi.org/10.1007/S11165-008-9104-Y.

Fernández-Novell, J. M., Arimany, C., & Medina, L. (2013). Improving biochemistry, molecular biology and biotechnology education at secondary school level. In *edulearn13 proceedings* (pp. 751-757). Iated.

Fernández-Novell, J., Gomis, R., Cid, E., Barberà, A., & Guinovart, J. (2002). Bridging the gap in biochemistry between secondary school and university. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 30. https://doi.org/10.1002/bmb.2002.494030030072.

Ferrins, L., Llabani, E., & Dunne, C. (2018). IUPAC and IYCN: Forging New Connections to Support Younger Chemists Worldwide. *Chemistry International*, 40, 11 - 13. https://doi.org/10.1515/CI-2018-0305.

Frey, B. B., Ellis, J. D., Bulgreen, J. A., Hare, J. C., & Ault, M. (2015). Development of a Test of Scientific Argumentation. *Electronic Journal of Science Education*, *19*(4), n4.

Godfred, Safo-Adu; Ngman Wara, Ernest; Quansah, Rebecca Esi. (2018). Factors Affecting Quality of Integrated Science Teaching and Learning in Second Cycle Institutions in Juaboso District. *American Journal of Educational Research*. 2018; 6(11):1546-1550. doi: 10.12691/education-6-11-13.

Goodsell, D., Dutta, S., Voigt, M., & Zardecki, C. (2021). Molecular storytelling for online structural biology outreach and education. *Structural dynamics*, 8 2, 020401. https://doi.org/10.1063/4.0000077.

Grigorescu, D. (2022). The neurobiology of curiosity as a lesson for teachers. *Jus et Civitas – A Journal of Social and Legal Studies*. https://doi.org/10.51865/jetc.2022.01.01.

Gross, M. E., Zedelius, C. M., & Schooler, J. W. (2020). Cultivating an understanding of curiosity as a seed for creativity. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *35*, 77-82. https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.07.015

Harle, M., & Towns, M. H. (2013). Students' understanding of primary and secondary protein structure: Drawing secondary protein structure reveals student understanding better than simple recognition of structures. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *41*(6), 369-376.

Helikar, T., Cutucache, C., Dahlquist, L., Herek, T., Larson, J., & Rogers, J. (2015). Integrating Interactive Computational Modeling in Biology Curricula. *PLoS Computational Biology*, 11. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1004131.

Herranen, J., & Aksela, M. (2019). Student-question-based inquiry in science education. *Studies in Science Education*, 55, 1 - 36. https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1658059.

Hitchcock, D. (2007). Informal logic and the concept of argument. In *Philosophy of logic* (pp. 101-129). North-Holland.

Ho, H., Chang, T., Lee, T., Chou, C., Hsiao, S., Chen, Y., & Lu, Y. (2019). Above- and below-average students think differently: Their scientific argumentation patterns. *Thinking Skills and Creativity*, 34, 100607. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100607.

Hunaepi, H., Suma, I. K., & Subagia, I. W. (2024). Curiosity in Science Learning: A, Systematic Literature Review. *International Journal of Essential Competencies in Education*. https://doi.org/10.36312/ijece.v3i1.1918.

Huutoniemi, K., Klein, J. T., Bruun, H., & Hukkinen, J. (2010). Analyzing interdisciplinarity: Typology and indicators. *Research policy*, *39*(1), 79-88.

Ibarra-Herrera, C., Carrizosa, A., Yunes-Rojas, J., & Mata-Gómez, M. (2019). Design of an app based on gamification and storytelling as a tool for biology courses. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 1-12. https://doi.org/10.1007/s12008-019-00600-8.

Ika Noviyanti, Nurul; Rosyadah Mukti, Windy; Dahlia Yuliskurniawati, Irma; Mahanal, Susriyati; Zubaidah, Siti . (2019). *Students' Scientific Argumentation Skills Based on Differences in Academic Ability. Journal of Physics: Conference Series, 1241(), 012034–*. doi:10.1088/1742-6596/1241/1/012034

International Union of Biochemistry and Molecular Biology. (2020). Biochemistry and Molecular Biology Education. https://iubmb.org/publications/biochemistry-and-molecular-biology-education/

Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*, 3-27.

Jirout, J. (2020). Supporting Early Scientific Thinking Through Curiosity. *Frontiers in Psychology*, 11. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01717.

Jirout, J. J., Vitiello, V. E., & Zumbrunn, S. K. (2018). Curiosity in schools. *The new science of curiosity*, *1*(1), 243-266. https://www.researchgate.net/publication/329569586

Kashdan, T. B., Sherman, R. A., Yarbro, J., & Funder, D. C. (2013). How are curious people viewed and how do they behave in social situations? From the perspectives of self, friends, parents, and unacquainted observers. *Journal of personality*, *81*(2), 142-154.

Kashdan, T. B., Stiksma, M. C., Disabato, D. J., McKnight, P. E., Bekier, J., Kaji, J., & Lazarus, R. (2018). The five-dimensional curiosity scale: Capturing the bandwidth of curiosity and identifying four unique subgroups of curious people. Journal of Research in Personality, 73, 130–149. https://doi.org/10.1016/j.jrp.2017.11.011.

Kashdan, T., Disabato, D., Goodman, F., & McKnight, P. (2020). The Five-Dimensional Curiosity Scale Revised (5DCR): Briefer subscales while separating overt and covert social curiosity. *Personality and Individual Differences*, 157, 109836. https://doi.org/10.1016/j.paid.2020.109836.

Kaya, E. (2018). Argumentation in elementary science education: addressing methodological issues and conceptual understanding. *Cultural Studies of Science Education*, 13, 1087-1090. https://doi.org/10.1007/S11422-017-9848-7.

Khambete, P. (2019). Adaptation of Toulmin's Model of Argumentation for Establishing Rigour and Relevance in Design Research. In *Research into Design for a Connected World: Proceedings of ICoRD 2019 Volume 1* (pp. 3-13). Springer Singapore.

Khishfe, R. (2020). Explicit Instruction and Student Learning of Argumentation and Nature of Science. *Journal of Science Teacher Education*, 32, 325 - 349. https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1822652.

Kopecki-Fjetland, M. A. (2019). Introducing Active Learning to Improve Student Performance on Threshold Concepts in Biochemistry. In *Biochemistry Education: From Theory to Practice* (pp. 261-274). American Chemical Society.

Kramer, M., Olson, D., & Walker, J. (2018). Design and Assessment of Online, Interactive Tutorials That Teach

Science Process Skills. *CBE Life Sciences Education*, 17. https://doi.org/10.1187/cbe.17-06-0109.

Krogstie, J., & Jørgensen, H. D. (2002). Quality of interactive models. In *International Conference on Conceptual Modeling* (pp. 351-363). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Lamb, R., & Etopio, E. (2020). Virtual Reality: a Tool for Preservice Science Teachers to Put Theory into Practice. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 573-585. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09837-5

Langbeheim, E., Lehavi, Y., & Merzel, A. (2023). Physics In K-12 Integrated Science Curricula. *The International Handbook of Physics Education Research: Learning Physics*.

Lattuca, L. (2003). Creating Interdisciplinarity: Grounded Definitions from College and University Faculty.

Lazarou, D., & Erduran, S. (2020). "Evaluate What I Was Taught, Not What You Expected Me to Know": Evaluating Students' Arguments Based on Science Teachers' Adaptations to Toulmin's Argument Pattern. *Journal of Science Teacher Education*, 32, 306 - 324. https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1820663.

Lewiński, M., & Mohammed, D. (2016). Argumentation theory. *The international encyclopedia of communication theory and philosophy*, Rothenbuhler (eds.), Hoboken, NJ: Wiley. 1-15. doi:10.1002/9781118766804.wbiect198

Lindholm, M. (2018). Promoting Curiosity?. *Science & Education*, 27, 987-1002. https://doi.org/10.1007/S11191-018-0015-7.

Litman, J. A. (2008). Interest and deprivation factors of epistemic curiosity. Personality and Individual Differences, 44(7), 1585–1595. https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.01.014

Livio, M. (2017). *Why? What makes us curious*. New York: Simon and Schuster.

Luce, M., & Hsi, S. (2015). Science-Relevant Curiosity Expression and Interest in Science: An Exploratory Study. *Science Education*, 99, 70-97. https://doi.org/10.1002/SCE.21144.

Magalhães, A. L. (2020). Teaching how to develop an argument using the Toulmin model. *International Journal of*

Multidisciplinary and Current Educational Research (IJMCER), *2*(3), 1-7.

Makransky, G., Andreasen, N., Baceviciute, S., & Mayer, R. (2020). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality.. *Journal of Educational Psychology*. https://doi.org/10.1037/edu0000473.

Martin, K. L. (2018). *Learner centered innovation: Spark curiosity, ignite passion and unleash genius*. IMPress.

McGuire, R., Hayashi, K., Yan, X., Vaz, M., Cinoğlu, D., Cowen, M., Martínez-Blancas, A., Sullivan, L., Vazquez-Morales, S., & Kandlikar, G. (2021). EcoEvoApps: Interactive apps for theoretical models in ecology and evolutionary biology. *Ecology and Evolution*, 12. https://doi.org/10.1101/2021.06.18.449026.

McNeill, K. L. (2010). Explanations, arguments and evidence in science, science class and the everyday lives of fifth grade students. *In the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, USA*.

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2009). Synergy between teacher practices and curricular scaffolds to support students in using domain-specific and domain-general knowledge in writing arguments to explain phenomena. *The journal of the learning sciences*, *18*(3), 416-460.

Ministry of education in Singapore. (2022). The Upper Secondary Science Normal (Technical) Syllabus is based on the Science Curriculum (Framework). Curriculum Planning and Development Division. https://www.moe.gov.sg/-media/files/secondary/syllabuses/science/2023-nt-level-science-syllabus.pdf

Morawski, M., & Budke, A. (2023). Teaching written argumentation to high school students using peer feedback methods—case studies on the effectiveness of digital learning units in teacher professionalization. *Education Sciences*, *13*(3), 268.

National Research Council (NRC) (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington DC: The National Academies Press.

Neumann, K., & Waight, N. (2019). Call for Papers: Science teaching, learning, and assessment with 21st century, cutting-edge digital ecologies. *Journal of Research in Science Teaching*. https://doi.org/10.1002/TEA.21529.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standard: For States*, by States. Washington D.C the National Academies Press. Available at: https://www.nextgenscience.org/get-know-standards

Nurramadhani, A.; Hernani & Rahman, T. (2017). Argument-Driven Inquiry (ADI): The Way to Develop Junior High School Student's Argumentation Skills in Science Learning. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR), 57,* 128-132.DOI: 10.2991/icmsed-16.2017.28

Nyléhn, J., & Ødegaard, M. (2018). The "Species" Concept as a Gateway to Nature of Science. *Science & Education*, 27, 685-714. https://doi.org/10.1007/S11191-018-0007-7.

Orgill, M., Bussey, T., & Bodner, G. (2015). Biochemistry instructors' perceptions of analogies and their classroom use. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 731-746. https://doi.org/10.1039/C4RP00256C.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, **41**(10), 994–1020.

Owusu-Fordjour, C., Koomson, C. K., Twumasi, S. A., Baidoo, M. A., Lumor, P. D., Mensah, N., & Konadu, E. (2022). Pedagogical content knowledge of integrated science teachers and its impact on their instructional practice. *American Journal of Educational Research*, *10*(7), 439-443. https://doi.org/10.12691/education-10-7-2

Özelma, E., & Seyhan, H. G. (2022). Effect of Argumentation Based Learning on Science Achievement and Argumentation Willingness: The Topic of" Particulate Nature of Matter". *Bulletin of Education and Research*, *44*(2), 31-50.

Park, W., Erduran, S., & Guilfoyle, L. (2022). Secondary teachers' instructional practices on argumentation in the context of science and religious education. *International Journal of Science Education*, 44, 1251 - 1276. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2074565.

Perdana, R., Jumadi, J., & Rosana, D. (2020). Modification Level and Test of Scientific Argumentation Skill: Development and Validity. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, *9*(3), 769-777.

Peterson, E. (2020). Supporting curiosity in schools and classrooms. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 35, 7-13. https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.05.006.

Ping, I. L. L., Halim, L., & Osman, K. (2020). Explicit Teaching of Scientific Argumentation as an Approach in Developing Argumentation Skills, Science Process Skills and Biology Understanding. *Journal of Baltic Science Education*, *19*(2), 276-288.

Pinkwart, N., & McLaren, B. M. (Eds.). (2012). *Educational technologies for teaching argumentation skills*. Bentham Science Publishers.

Pohl, C., Klein, J., Hoffmann, S., Mitchell, C., & Fam, D. (2021). Conceptualising transdisciplinary integration as a multidimensional interactive process. *Environmental Science & Policy*, 118, 18-26. https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2020.12.005.

Pratiwi, A. D., Afandi, A., Wahyuni, E. S., & Mahisa, R. D. P. (2023). Analysis of argumentation skills in biology learning. In *AIP Conference Proceedings,* 2540 (1), AIP Publishing.

Reed, C., Walton, D., & Macagno, F. (2007). Argument diagramming in logic, law and artificial intelligence. *The Knowledge Engineering Review*, *22*(1), 87-109.

Richardson, M., & Amini, B. (2018). Teaching Radiology Physics Interactively with Scientific Notebook Software.. *Academic radiology*, 25 6, 801-810 . https://doi.org/10.1016/j.acra.2017.11.024.

Roncevic, T., Horvat, S., Rodić, D., & Bogdanović, I. (2023). Secondary school students' perception of biochemistry concepts by using word association test. *Science and*

technology education: new developments and innovations. https://doi.org/10.33225/balticste/2023.190.

Roth, K.J., Druker, S.L., Garnier, H., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., Rasmussen, D., Trubacova, S., Warvi, D., Okamoto, Y., Gonzales, P., Stigler, J., & Gallimore, R. (2006). *Teaching science in five countries: Results from the TIMSS 1999 video study*. Washington, DC: National Center for Education Statistics.

Roviati, E., Widodo, A., & Purwianingsih, W. (2020, April). Development of a scientific argumentation test instrument for undergraduate argument-based microbiology laboratory. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1521, No. 4, p. 042008). IOP Publishing.

Sampson, V., & Blanchard, M. R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of research in science teaching*, *49*(9), 1122-1148.

Sampson, V., & Grooms, J. (2009). Promoting and supporting scientific argumentation in the classroom: the evaluate-alternatives instructional model. *Science Scope*, *33*(1).

Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, *97*(5), 643-670.

Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95, 217-257. https://doi.org/10.1002/SCE.20421.

Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345–372.

Sandoval, W., Enyedy, N., Redman, E., & Xiao, S. (2019). Organising a culture of argumentation in elementary science. *International Journal of Science Education*, 41, 1848 - 1869. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1641856.

Simon, S. (2008). Using Toulmin's Argument Pattern in the evaluation of argumentation in school science. *International Journal of Research & Method in Education*, 31, 277 - 289. https://doi.org/10.1080/17437270802417176.

Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235 - 260. https://doi.org/10.1080/09500690500336957.

Singh, A., & Manjaly, J. A. (2022). Using curiosity to improve learning outcomes in schools. *SAGE Open*, *12*(1), 1-15.DOI: 10.1177/21582440211069392

Srivastava, A., Tiwari, S., Miyashita, O., & Tama, F. (2020). Integrative/Hybrid Modeling Approaches for Studying Biomolecules. *Journal of molecular biology*. https://doi.org/10.1016/j.jmb.2020.01.039.

Stenesh, J. (2013). *Biochemistry*. Springer Science & Business Media. DOI: 10.1007/978-1-4757-9427-4

Taly, A., Nitti, F., Baaden, M., & Pasquali, S. (2019). Molecular modelling as the spark for active learning approaches for interdisciplinary biology teaching. *Interface Focus*, 9. https://doi.org/10.1098/rsfs.2018.0065.

Tröbst, S., Kleickmann, T., Lange-Schubert, K., Rothkopf, A., & Möller, K. (2016). Instruction and Students' Declining Interest in Science. *American Educational Research Journal*, 53, 162 - 193. https://doi.org/10.3102/0002831215618662.

Van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., & Kruiger, T. (2019). *Handbook of argumentation theory: A critical survey of classical backgrounds and modern studies* (Vol. 7). Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

Vracheva, V., Moussetis, R., & Abu-Rahma, A. (2020). The Mediational Role of Engagement in the Relationship Between Curiosity and Student Development: A Preliminary Study. *Journal of Happiness Studies*, 21, 1529-1547. https://doi.org/10.1007/s10902-019-00140-8.

Wang, C. (2018). Applying interactive devices to an elementary nature science course. *Computer Applications in Engineering Education*, 26, 531 - 542. https://doi.org/10.1002/cae.21905.

Wang, J. (2020). Scrutinising the positions of students and teacher engaged in argumentation in a high school physics classroom. *International Journal of Science Education*, 42, 25 - 49. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1700315.

Weiss, I. R., Banilower, E. R., McMahon, K. C., & Smith, P. S. (2001). *The 2000 national survey of science and mathematics education*. Chapel Hill, NC: Horizon Research.

Weiss, K., McDermott, M., & Hand, B. (2021). Characterising immersive argument-based inquiry learning environments in school-based education: a systematic literature review. *Studies in Science Education*, 58, 15 - 47. https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1897931.

Yassin, A. A. B. (2022). The Effect of Using Interactive Simulation (Phet) and Virtual Laboratories (Praxilabs) on Tenth-Grade Students' Achievement in Physics. *Britain International of Linguistics Arts and Education (BIoLAE) Journal*, *4*(2), 58-72.