جامعة عين شمس
كلية البنات للآداب والعلوم والتربية
وحدة النشر العلمي

مجلة البحث العلمي في التربية

مجلة محكمة شهرية

العدد 11 المجلد 23 2022

مجلة البحث العلمي في التربية (JSRE)

دورية علمية محكمة تصدر عن كلية البنات للآداب والعلوم والتربية - جامعة عين شمس.

الاصدار: شهرية.

اللغة: تنشر المجلة الأبحاث التربوية في المجالات المختلفة باللغة العربية والإنجليزية

مجالات النشر: أصول التربية -المناهج وطرق التدريس -علم النفس وصحة نفسية -تكنولوجيا التعليم -تربية الطفل.

الترقيم الدولي الموحد للطباعة ٢٣٥٦-٨٣٤٨
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني ٢٣٥٦-٨٣٥٦

التواصل عبر الإيميل
jsre.journal@gmail.com

استقبال الأبحاث عبر الموقع الاكترونى للمجلة
https://jsre.journals.ekb.eg

فهرسة المجلة وتصنيفها
١- الكشاف العربي للاستشهادات المرجعية
The Arabic Citation Index -ARCI
Publons -٢
Index Copernicus International -٣
Indexed in the ICI Journals Master List
٤- دار المنظومة - شمعة

تقييم المجلس الأعلى للجامعات
حصلت المجلة على (٧ درجات) أعلى درجة في تقييم المجلس الأعلى للجامعات قطاع الدراسات التربوية.

رئيس التحرير

أ.د/ أميرة أحمد يوسف سليمان
أستاذ النحو والصرف
قسم اللغة العربية
كلية البنات - جامعة عين شمس

نائب رئيس التحرير

أ.د/ حنان محمد الشاعر
أستاذ تكنولوجيا التعليم
قسم تكنولوجيا التعليم والمعلومات
كلية البنات - جامعة عين شمس

مدير التحرير

أ.م.د/ هالة أمين مغاوري
أستاذ الإدارة التعليمية المساعد
قسم أصول التربية
كلية البنات - جامعة عين شمس

المحرر الفني

منى فتحي إبراهيم
معيدة بقسم أصول التربية
كلية البنات - جامعة عين شمس

إسراء عاطف عبد الحميد
معيدة بقسم الاجتماع شعبة اعلام
كلية البنات - جامعة عين شمس

أثر التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك ودورها في تنمية الانخراط في تعلم العلوم والتمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة بالسعودية: دراسة مختلطة

د. سحر محمد يوسف عزالدين*

مستخلص البحث:

هدف البحث الحالي إلى قياس أثر التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالانفوجرافيك، والكشف عن دورهما في تنمية الانخراط في تعلم العلوم، والتمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط، وقد استخدم البحث التصميم التجريبي ذي الثلاث مجموعات، والذي تضمن مجموعتين تجريبيتين ومجموعة ضابطة قياس قبلي وبعدي، وتم استخدام تصميم التثليث التوافقي كأحد تصميمات البحوث المختلطة، وتم تطبيق ثلاثة أدوات وهي: مقياس الانخراط في تعلم العلوم، واختبار ارتباط الكلمات لقياس التمثيل المعرفي، وبروتوكول المقابلة الجماعية شبه المنظمة، وتم استخدام تحليل التباين الأحادي، واختبار شيفيه للمقارنات البعدية، واستخدام برنامج MAXQDA في التحليل النوعي للمقابلة الجماعية، وأوضحت النتائج عدم وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (α =٠,٠٥) في الانخراط في تعلم العلوم بين المجموعة التجريبية الأولى التي درست بالنمذجة، والمجموعة التجريبية الثانية التي درست بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، ووجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (α =٠,٠٥) بين المجموعة التجريبية الأولى، والمجموعة التجريبية الثانية في التمثيل المعرفي لصالح المجموعة التجريبية الثانية، وتوافقت نتائج التحليل الكمي مع نتائج التحليل النوعي، وتم مناقشة نتائج كل منهما.

الكلمات المفتاحية:

التعلم بالنمذجة، الإنفوجرافيك، الانخراط في تعلم العلوم، التمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية، تلاميذ المرحلة المتوسطة، دراسة مختلطة.

* أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد - قسم المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم - كلية التربية - جامعة بنها - جمهورية مصر العربية.
* البريد الإلكتروني: Sahar.ezzeldin@fedu.bu.edu.eg

تاريخ استلام البحث: ٢٠٢٣/٣/٢ تاريخ قبول البحث: ٢٠٢٣/٣/٣١

The Effect of Learning by Infographic-Enhanced Modeling and Its Role in Developing Engagement in Learning Science and Cognitive Representation of Atomic Structure and Chemical Bonds Among Middle School Students in Saudi Arabia: A Mixed Study

Dr. Sahar Mohamed Yousef Ezzeldin

Assistant Professor of Curricula and Methods of Teaching Science
Department of Curriculum, Teaching Methods, and Educational Technology
Faculty of Education - Benha University - Egypt

Abstract:

The current research aimed to measure the impact of modeling learning, and infographic-enhanced modeling, and to reveal the role of them in developing engagement in science learning, and cognitive representation of atomic structure and chemical bonds among for third-grade middle school. The study used the experimental design of three groups, which included two experimental groups and a control group, pre and post measurement. The Concurrent triangulation design was used as mixed research designs. Three tools were applied, the scale of engagement in science learning, word association test for measuring cognitive representation, and the protocol of a semi-structured and focused group interview, one-way ANOVA was used, and Scheffe's test for dimensional comparisons, and the MAXQDA program was used in the qualitative analysis. The most important results were that there was no a statistically significant difference between the first experimental group that was studied by modeling, and the second experimental group that was studied by infographic-enhanced modeling in engagement in learning science, and there was a statistically significant difference between the first experimental group and the second experimental group in cognitive representation in favor of the second experimental group. The results of the quantitative analysis coincided with the results of the qualitative analysis. The results of each were discussed.

Keywords:

Modeling, infographic, engagement in science, atomic structure and chemical bonds cognitive representation, middle school students, mixed study.

Received on: 2/3/2023 **Accepted for publication on: 31/3/2023**

أثر التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك ودورها في تنمية الانخراط في تعلم العلوم والتمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة بالسعودية: دراسة مختلطة

المقدمة[1]

تهتم الأهداف العامة لتعلم الكيمياء بإكساب الطلاب المعرفة العلمية، ومساعدتهم على فهم وتطبيق الأساليب والمبادئ العلمية، وجعل الكيمياء أكثر إثارة للاهتمام، ولتحقيق ذلك يجب أن يركز تدريس الكيمياء على انخراط الطلاب بشكل فعّال في عملية التعلم، حيث يمكنهم بناء المعرفة والفهم بأنفسهم، ويمكن أن يساعد الانخراط النشط الطلاب في تعزيز الاحتفاظ بالمعرفة وتطبيقها، كما يوفر رؤية ثاقبة للاختلافات في نتائج تعلمهم، وزيادة التأكيد على تنمية قدرتهم على معالجة ما تم تعلمه من حول مفاهيم الكيمياء.

ويقع موضوع انخراط الطلاب ضمن النقاش حول الأساليب التي ينبغي ابتكارها لتحسين التعليم، وتم تضمين هذا المفهوم في فلسفة أوسع للتعليم تقوم على أساليب التعلم النشط، حيث من المفترض أن يشارك المتعلمون بشكل كامل في جميع الأنشطة التي تُجرى في الفصل الدراسي، وتم التأكيد على الدور النشط للطلاب حيث يتم التعلم من خلال العمل والبحث والتجريب واعتماد المتعلمين على أنفسهم في الحصول على المعرفة واكتساب المهارات (Abualrob, 2022)، بالإضافة إلى ذلك، حظي الانخراط بمختلف أنواعه أو أنماطه (المهاري أو السلوكي، والمعرفي، والوجداني) في التربية العلمية مؤخرًا باهتمام متزايد، كعامل مهم يؤثر على تعلم الطلاب ونجاحهم الأكاديمي(Fredricks et al. 2016b) وقد اهتمت به العديد من دراسات التربية العلمية مثل دراسات كل من (Wu & Huang, 2007; Terrion & Aceti, 2011; Wu & Wu, 2020; King, 2022; Naibert & Barbera, 2022

ويعد التمثيل المعرفي للمعلومات من الجوانب المهمة لتشكيل التعلم، وفيه يدمج المتعلم بين ما يستقبله من معارف وخبرات جديدة ثم يقوم بترميزها وتنظيم هذه المعلومات، ويقوم بربطها مع ما لديه من معلومات ومعارف سابقة (قطامي، وقطامي، ٢٠٠٥)، وإهمال تلك التمثيلات قد يعوق عملية التعلم والتمثيل المعرفي حيث أنه عملية عقلية تعزز من مهارة الطلاب في إنشاء وتشكيل العلاقات بين الكلمات أو الصور أو الرموز مما يسهل من استرجاع المعلومات، ويجعل فهمها أسرع، وهي عبارة عن شبكة مترابطة من المعارف السابقة والموجودة لدى الفرد وبين معارفه الجديدة التي يكتسبها في حياته العلمية (Sun, 2008)

وتعتبر الكيمياء من المواد الدراسية ذات الطبيعة الفريدة، والتي تتطلب الربط المستمر بين المفاهيم الجديدة التي يتم تقديمها للطلاب مع ما يمتلكه المتعلم من مفاهيم سابقة حول مختلف الظواهر والعمليات والموضوعات في الكيمياء لتحقيق التعلم ذو المعني، وتشكيل بنية معرفية منظمة لدى المتعلم، وفي هذا الإطار تظهر أهمية التمثيلات المعرفية وضرورة الاهتمام بها لدى الطلاب، بما يسهم في تعزيز قدرتهم على معالجة المعلومات وتكوين المفاهيم واستخدامها لأداء مختلف المهام وتعزيز المهارات، ويعد

[1] يتبع البحث الحالي نظام توثيق رابطة علم النفس الأمريكية الإصدار السابع APA Version 7 في متن البحث وقائمة المراجع.

موضوع البناء الذري، والروابط الكيميائية من الموضوعات المهمة والأساسية في الكيمياء، وبالتالي هناك أهمية للاهتمام بتشكيل البنية المعرفية لدى الطلاب فيها، حيث تتضمن العديد من المفاهيم التي تعد أساس لفهم الكثير من موضوعات الكيمياء مثل الروابط الأيونية، والتساهمية.

واقترح جونستون Johnstone مثلث لتمثيل المعرفة في الكيمياء Johnstone's triangle والذي يتكون من ثلاث مستويات وهو ما يجعل الكيمياء ذات طبيعة خاصة يتم من خلالها التدريس والتعلم، وهذه المستويات الثلاثة هي: المستوى العياني والملموس the macroscopic and tangible، وما دون المجهري the submicroscopic، والرمزي the symbolic، ويؤكد مثلث جونستون على ضرورة تدريس وتعلم الكيمياء وفق المستويات الثلاثة حتى تتشكل نماذج عقلية بصورة صحيحة للطالب (Johnstone, 2000)، وبالتالي يجب الاهتمام بهذه المستويات الثلاث في تشكيل البنية المعرفية في تعلم الكيمياء، وحيث إن التمثيل المعرفي له أهميته في تدريس الكيمياء، لذا فقد عملت العديد من الدراسات العربية في مجال التربية العلمية على تنميته من خلال استخدام مختلف الاستراتيجيات التدريسية مثل دراسات كل من (الزيات وآخرون، ٢٠١٧؛ منصور، ٢٠٢٠؛ الغراوي والهادي، ٢٠٢٠؛ ضايع، ٢٠١٨؛ السلطاني، ٢٠١٦)، وقد اعتمدت بصورة أساسية على قياسه من خلال التحليل الكمي، وهناك العديد من الدراسات الأجنبية مثل دراسات كل من (Rusmansyah et al., 2021; Baptista et al, 2019; Papageorgiou et al., 2016; Milenković et al., 2014) واهتمت هذه الدراسات بقياس التمثيل المعرفي في مختلف موضوعات التربية العلمية من خلال استخدام طرق تناسب التحليل المختلط، وبالتالي فإن دراسة التمثيل المعرفي باستخدام أسلوب التحليل المختلط (التحليل الكمي، والكيفي) تتناسب مع طبيعة وأهمية التمثيل المعرفي في الكيمياء.

وتؤكد معايير تعليم العلوم للجيل القادم NGSS على أهمية استخدام النمذجة في تعليم وتعلم العلوم فقد حدد إطار تعليم العلوم من الصف الثالث (K-3) حتى الصف الثاني عشر (K-12) حيث أن عملية بناء النموذج تعد واحدة من الممارسات الأساسية الثمانية، وأنها سمة أساسية للعلم وبأنها ممارسة يومية للعلماء (NGSS, 2013) والنمذجة عملية دائرية وديناميكية لإنتاج المعرفة والتي تتضمن بناء النماذج واستخدامها وتعديلها (Gilbert & Justi, 2018)، وللنمذجة أهميتها في تدريس العلوم، فهي تعكس ما يقوم به العلماء من بناء نماذج تخيلية تحاكي العمليات العقلية على سبيل المثال استخدام فارداي Faraday لخطوط تخيلية للتعبير عن المجال المغناطيسي وكذلك استخدام العلماء للأسهم والخطوط التي تعبر عن سلوك الأشعة الضوئية(Adbo & Taber, 2009)

واهتمت العديد من دراسات التربية العلمية بالنمذجة بمختلف المراحل الدراسية لتنمية العديد من جوانب التعلم مثل دراسات كل من (الباز، ٢٠٠٧؛ الحبشي، والصادق، ٢٠١٣) وأيضاً دراسات (Widing et al., 2021; Ciucci, 2019) Shen & confrey, 2010; Adbo & Taber, 2009

ويُعتبر مخطط الإنفوجرافيك[٢] infographic أو المعلومات الرسومي Information graphic أحد طرق الاتصال المرئي، والذي أصبح شائعًا بشكل متزايد في السنوات الأخيرة (Jones, 2019) وباعتبار أن الكيمياء علم تجريدي، وفيه يمكن تفسير النظريات الصعبة أو تصورها من خلال تجربة، وفي بعض الأحيان تكون المشكلة هي نقص الكواشف أو وجود مختبر كيميائي جيد، ومدى توافر

[٢] تم استخدام مصطلح الإنفوجرافيك في البحث لأنه الأكثر شيوعاً في الدراسات التربوية.

التجهيزات في البيئة المدرسية، فعلي سبيل المثال لا يمكننا إظهار الطريقة التجريبية للتحلل الإشعاعي، والتقطير الجزئي للنفط الخام، وفي مثل هذه الحالة هناك حاجة إلى وسيط آخر يعتمد على تقنية المعلومات مثل تقنية الإنفوجرافيك (Gulińska et al., 2017) ويقدم عصر التكنولوجيا في تدريس الكيمياء تحديًا حقيقيًا للمعلمين المعاصرين يتمثل في تطبيق الاتجاهات التكنولوجية الجديدة على الممارسة التعليمية، ويعمل استخدام الإنفوجرافيك على إظهار الجوانب الجذابة للكيمياء واقتراح مفتاح جديد لفهم الطلاب للكيمياء (Jones, 2009) وقد اهتمت بعض الدراسات باستخدام الإنفوجرافيك في تعليم الكيمياء مثل دراسات كل من(De Oliveira et al., 2016; Mitchell et al., 2017; Jones, 2019) وقد أثبتت تلك الدراسات فاعليتها في تنمية جوانب التعلم المرجوة في الكيمياء.

وإجمالاً ومن خلال ما سبق تتضح أهمية استخدام التعلم بالنمذجة في تدريس الكيمياء، ومختلف فروع العلوم، وأن التعلم بالنمذجة قد يسهم في تشكيل البنى المعرفية لدى الطلاب بما ينعكس على التمثيل المعرفي، وكذلك أهمية توظيف التكنولوجيا الحديثة في التعلم، والاستفادة منها في تكاملها مع استراتيجيات التدريس مثل التعلم بالنمذجة، وضرورة دراسة الانخراط، والتمثيل المعرفي عن طريق استخدام التحليل الكمي والكيفي معاً، وذلك بصفة أساسية في موضوع البناء الذري والروابط الكيميائية والتي تعد أساساً مهماً لفهم مختلف موضوعات الكيمياء التي سيدرسها الطلاب في المراحل الدراسية الأعلى فيما بعد، وكذلك فإن التعلم بالنمذجة، والمعزز بالانفوجرافيك، قد يُظهر أنماط الانخراط الأكاديمي بصورة واضحة لدى الطلاب، ومن هنا يتبين العلاقة بين متغيرات البحث الحالية.

الإحساس بالمشكلة:

ينخرط الطلاب في التعلم عندما تتميز تجربتهم الأكاديمية بأنشطة تعليمية هادفة، بما في ذلك التعلم النشط، والمشاركة في إثراء الخبرات التعليمية، أو العمل بشكل تعاوني مع الطلاب الآخرين، وتم توليد القليل من المعرفة الجديدة حول مؤشرات الممارسة التعليمية التي تساعد على انخراط الطلاب (Terrion & Aceti, 2011) وبالتالي فإن البحث حول استراتيجيات التدريس التي يمكن أن تنمي الانخراط مثل التعلم بالنمذجة، وكذلك البحث حول أهمية السياق التدريسي، وتوظيف التكنولوجيا الحديثة مثل الانفوجرافيك مع النمذجة، قد يحقق المزيد من الفهم حول تنمية الانخراط في تعلم الطلاب، ويؤكد على ذلك دراسة سيناترا وآخرون (Sinatra et al., 2015) فقد أوضحت أن هناك عوامل تؤثر على الانخراط في تعلم العلوم منها سياق التدريس، وأنه إذا تم قياس الانخراط على سلسلة متصلة، مع التركيز على تلك السياقات بدلاً من الأفراد فقط.

وقد اهتمت العديد من دراسات التربية العلمية بالنمذجة مثل دراسات كل من (الحبشي، والصادق، ٢٠١٣؛ Widing et al., 2021; Ciucci, 2019) ولكن هناك أهمية لتوظيف التكنولوجيا الحديثة وتطبيقاتها في التعلم مثل الانفوجرافيك وتكاملها مع استراتيجيات التدريس مثل النمذجة، ويمكن فحص تأثير ذلك، حيث يعد مقارنة تأثير التعلم في مختلف السياقات التدريسية ببعضها منحى ضروري في مجال التعلم (Damyanov, & Tsankov, 2018)، واهتمام الدراسات بذلك يمكن أن يصل إلى نتائج أكثر عمقاً، ويهتم البحث الحالي بالتعرف على أثر ودور كل من النمذجة العلمية، والنمذجة العلمية المعززة بالانفوجرافيك، على تنمية الانخراط في تعلم العلوم، والتمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية - وفي حدود إطلاع الباحثة- لا توجد دراسة اهتمت بذلك.

وفي هذا السياق يرى جلنسكا وآخرون(Gulińska et al., 2017) أنه على الرغم من التضارب الحادث بين الثقافة الرقمية وبين استراتيجيات التدريس، وكذلك اتجاهات التدريس التقليدية في الكيمياء والتي لا تزال سائدة في المدارس أصبحت تقنية الإنفوجرافيك عنصرًا لا ينفصل عن النقل الجذاب للمعلومات حيث تحظى ثقافة الصور بشعبية كبيرة لأن الرسومات يمكن أن تعبر عن أكثر من الكلمات، ويتفاعل العقل البشري معها بشكل أسرع، وبالتالي يكون من الأسهل استيعاب المحتوى بالصورة، ويمكن من خلاله إنشاء وسيلة تعليمية فعالة علم الكيمياء والتي قد تشكل جسراً بين المفاهيم المجردة.

وعلى الرغم من كثرة البحث في التعلم بالنمذجة في تعليم العلوم؛ حتى الآن لا يوجد سوى بحوث محدودة حول ممارساتها بين رياض الأطفال وحتى الصف التاسع، وبشكل أكثر تحديدًا لا توجد معلومات حول كيف تتشكل النمذجة لدى هؤلاء الطلاب المبتدئين في فصول العلوم بالمراحل ما قبل الثانوية (Louca& Zacharia, 2015)، وبالتالي هناك أهمية لمزيد من البحث حول استخدام التعلم بالنمذجة بالمرحلة المتوسطة.

وتؤكد العديد من دراسات التربية العلمية على أهمية التمثيلات المعرفية وضرورة الاهتمام بها لدى الطلاب (Baptista et al, 2019; Papageorgiou et al., 2016; ;Milenković et al., 2014 الزيات، وآخرون، ٢٠١٧؛ منصور، ٢٠٢٠)، بما يسهم في تعزيز قدرتهم على معالجة المعلومات وتكوين المفاهيم واستخدامها لأداء مختلف المهام وتعزيز المهارات، ومن الضروري الاهتمام بتشكيل البنية المعرفية لدى الطلاب في موضوع البناء الذري والروابط الكيميائية، حيث تتضمن العديد من المفاهيم التي تعد أساس لفهم الكثير من موضوعات الكيمياء، مثل مستويات الطاقة، الروابط الأيونية، والتساهمية، كما أنه بفحص طريقة تناول الدراسات العربية والأجنبية للتمثيل المعرفي يتضح أن التمثيل المعرفي من المتغيرات الهامة في علم النفس المعرفي، ولها تطبيقاتها التي تم بحثها في تدريس العلوم، كما يتضح وجود فروق محددة بينهما، حيث اهتمت الدراسات العربية بالتمثيل المعرفي بشكل أساسي من منظور علم النفس المعرفي مع وجود قصور في توظيف ذلك وفق طبيعة تدريس العلوم وبصفة خاصة فيما يرتبط بقياسه حيث اقتصرت على استخدام مقاييس تعتمد على التحليل الكمي (الزيات، وآخرون، ٢٠١٧؛ منصور، ٢٠٢٠؛ الغراوي والهادي، ٢٠٢٠؛ ضايع، ٢٠١٨؛ السلطاني، ٢٠١٦)، في حين أن الدراسات الأجنبية اتخذت من علم النفس المعرفي إطار عام لدراسة التمثيل المعرفي مع الأخذ في الاعتبار طبيعة تدريس العلوم بصفة عامة أو الكيمياء بصفة خاصة، وقياسه بعمق من خلال استخدام أساليب تناسب التحليل الكيفي، والتحليل المختلط، وبالتالي تأتي الحاجة لهذا البحث لتتناول دراسة التمثيل المعرفي باستخدام أسلوب التحليل المختلط (التحليل الكمي والكيفي) والذي يتناسب مع طبيعة وأهمية التمثيل المعرفي في الكيمياء، مثل دراسات كل من (Rusmansyah et al., 2021; Baptista et al, 2019; Papageorgiou et al., 2016)، وما يميز البحوث المختلطة هو قدرتها على حل بعض المشكلات الموجودة في بعض البحوث النوعية أو الكمية، من خلال دمج البيانات الكمية والنوعية مع بعضها لإعطاء فهم أعمق للمشكلة البحثية.(عصر، ٢٠٢١)

وما يدعم مشكلة البحث أيضاً قيام الباحثة بتطبيق اختبار للتمثيل المعرفي في العلوم (من إعداد الباحثة)[٣] على مجموعة من تلاميذ الصف الثالث المتوسط بمدرسة الخماسين الأولى بمنطة الرياض

[٣] ملحق الدراسة الاستطلاعية للدراسة

التعليمية، وهو اختبار مكون من (٣) أسئلة مفتوحة النهاية، وتم تحويل الدرجة الخام إلى درجات معيارية معدلة متوسطها (٥٠) وانحرافها المعياري(١٠) وكان متوسط الدرجات هو (١٨,٤) مما يوضح وجود قصور في التمثيل المعرفي لدى التلميذات، كما تم تطبيق مقياس روموالو وبوان (Romulo & Buan, 2022) للانخراط في العلوم والذي تكون من (١٥) عبارة، وتختار التلميذة استجابة واحدة من بين أربع استجابات (دائماً- أحياناً- نادراً- ابداً) وكان متوسط الدرجات هو (٥٢,٤) مما يدل على قصور الانخراط في تعلم العلوم لديهن.

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث الحالي في قصور التمثيل المعرفي، والانخراط في تعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط، وبحث ومقارنة أثر ودور كل من التعلم بالنمذجة، والتعلم بالنمذجة المعززة بالانفوجرافيك في تنمية كل من الانخراط في تعلم العلوم، والتمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية بالمرحلة المتوسطة باستخدام أسلوب التحليل المختلط.

ويمكن صياغة مشكلة البحث في السؤال الرئيس التالي:

كيف يمكن تنمية الانخراط في تعلم العلوم، والتمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية، باستخدام التعلم بالنمذجة، والتعلم بالنمذجة المعززة بالانفوجرافيك، وذلك باستخدام أسلوب التحليل المختلط لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط؟

ويتفرع من السؤال الرئيس التساؤلات الفرعية التالية:

- **أسئلة التحليل الكمي:**

١. ما أثر كل من التعلم بالنمذجة، والتعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، والطريقة المعتادة في تنمية الانخراط في تعلم العلوم لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط؟
٢. ما أثر كل من التعلم بالنمذجة، والتعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، والطريقة المعتادة في تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط؟

- **أسئلة التحليل النوعي:**

٣. ما تصورات تلميذات الصف الثالث المتوسط حول دور التعلم بالنمذجة في تنمية الانخراط في تعلم العلوم؟
٤. ما تصورات تلميذات الصف الثالث المتوسط حول دور التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك في تنمية الانخراط في تعلم العلوم؟
٥. ما دور طريقة التعلم بالنمذجة في تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط؟
٦. ما دور طريقة التعلم بالنمذجة المعززة بالانفوجرافيك في تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط؟

أهداف البحث: تمثلت أهداف هذا البحث في:

١. قياس أثر طريقة التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالانفوجرافيك، في تنمية الانخراط في تعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط.
٢. قياس أثر طريقة التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالانفوجرافيك، في تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط.
٣. تحليل تصورات تلاميذ الصف الثالث المتوسط حول دور التعلم بالنمذجة في تنمية الانخراط في تعلم العلوم من خلال تحليل تجربتهم في التعلم من خلالها.
٤. تحليل تصورات تلاميذ الصف الثالث المتوسط حول دور التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك في تنمية الانخراط في تعلم العلوم من خلال تحليل تجربتهم في التعلم.
٥. الكشف عن دور التعلم بالنمذجة في تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية، من خلال نتائج التحليل النوعي.
٦. الكشف عن دور التعلم بالنمذجة المعززة بالانفوجرافيك في تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية، من خلال نتائج التحليل النوعي.

أهمية البحث:

نبعت أهمية البحث الحالي في مدى الاستفادة منها من قبل الجهات التالية:

١. توجيه نظر مخططي المناهج بأهمية التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالانفوجرافيك وأهمية ذلك في تنمية التمثيل المعرفي، والانخراط داخل فصول العلوم.
٢. تزويد مطوي مناهج العلوم، بدليليّ للمعلم، وكراستي أنشطة لدعم التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، وكذلك ملصقات إنفوجرافيك متحرك حول البناء الذري والروابط الكيميائية، وذلك للاستفادة منها، والاهتمام بها في عمليات التطوير والتدريب.
٣. تزويد معلمي العلوم بدليل معلم لتوظيف التعلم بالنمذجة، والإنفوجرافيك في تدريس البناء الذري والروابط الكيميائية، وكذلك تزويدهم بأدوات قياس للتعرف على التمثيل المعرفي، وكذلك مقياس أنماط الانخراط لدى طلابهم.
٤. تزويد الباحثين في ميدان التربية العلمية بدليل معلم لتوظيف التعلم بالنمذجة في العلوم، والإنفوجرافيك في تدريس البناء الذري والروابط الكيميائية، وإمكانية توظيف ذلك في مختلف البحوث في موضوعات وفروع العلوم، وأيضاً أدوات قياس كمية ونوعية لقياس كل من التمثيل المعرفي، والانخراط في تعلم العلوم، والتي يمكن الاستفادة منها في بناء أدوات مماثلة.

أدوات البحث:

١. مقياس الانخراط في تعلم العلوم. (إعداد الباحثة)
٢. مقياس الانخراط في تعلم العلوم إعداد: روموللو وبوان (Romulo & Buan, 2022) (ترجمة الباحثة) (لقياس الصدق التلازمي لمقياس الانخراط في تعلم العلوم- إعداد الباحثة)

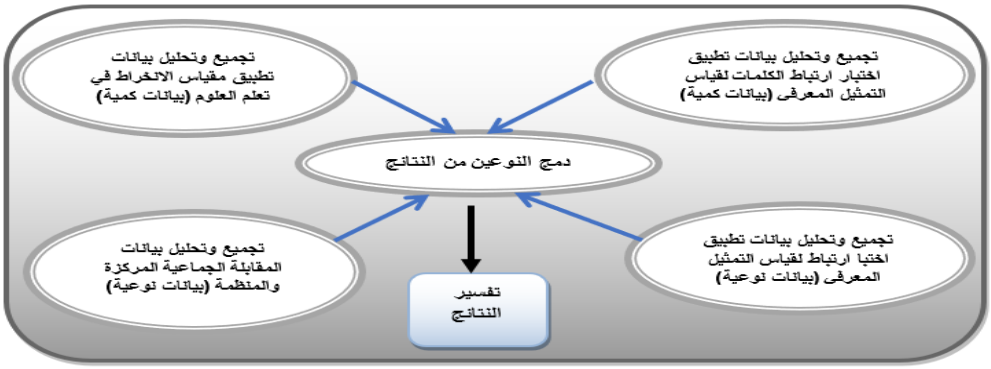
٣. اختبار ارتباط الكلمات Word Association Tests (WAT) لقياس التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية. (إعداد الباحثة)
٤. بروتوكول المقابلة الجماعية شبه المنظمة والمركزة ذات الأسئلة المحددة. (إعداد الباحثة)

حدود البحث: اقتصر هذا البحث على:

١. المحتوى العلمي للفصل السابع "البناء الذري والبناء الذري والروابط الكيميائية " بكتاب العلوم المقرر على تلاميذ الصف الثالث المتوسط بالسعودية، وذلك بالفصل الدراسي الثاني للعام ٢٠٢٢-٢٠٢٣م.
٢. ثلاث مجموعات من تلاميذ الصف الثالث المتوسط بثلاث مدارس بمنطقة الرياض التعليمية بالسعودية.
٣. قياس ثلاث أنواع من الانخراط وهي الانخراط المعرفي، والمهاري، والوجداني لأنها الأكثر شيوعاً في دراسات التربية العلمية، والتي حددت الدراسات مناسبتها للمرحلة المتوسطة.

منهج البحث:

استخدم البحث المنهج الوصفي التحليلي في إعداد الإطار النظري، وأدوات البحث وتحليل وتفسير النتائج، والمنهج المختلط لتحليل البيانات، ويتبنى البحث الحالي تصميم التثليث التوافقي Concurrent triangulation حيث يتم جمع البيانات الكمية والنوعية بشكل منفصل لكن في وقت واحد، ويتم دمج البيانات الكمية والنوعية في تفسير النتائج وإعطاء أولوية متساوية لكل منهما (عصر، ٢٠٢١)، للوصول لفهم أكثر عمقاً وتكاملاً للتمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية، وأيضاً المنهج شبه التجريبي القائم على مجموعتين تجريبيتين، ومجموعة ضابطة، قياس قبلي وبعدي، لمناسبته مع البحث الحالي



شكل (١) تصميم التثليث التوافقي للدراسة كأحد أنواع المنهج المختلط

والجدول التالي يوضح التصميم شبه التجريبي للبحث:

جدول (١) التصميم شبه التجريبي لمجموعات البحث، وأدوات القياس القبلي والبعدي

القياس القبلي	المجموعات	المعالجة التدريسية	القياس البعدي
اختبار ارتباط الكلمات لقياس التمثيل المعرفي (أسئلة التحليل الكمي)	التجريبية الأولى التجريبية الثانية الضابطة	التعلم بالنمذجة التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك الطريقة المعتادة	اختبار ارتباط الكلمات لقياس التمثيل المعرفي (أسئلة التحليل الكمي)
ــــــــــ	التجريبية الأولى التجريبية الثانية	التعلم بالنمذجة التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك	اختبار ارتباط الكلمات لقياس التمثيل المعرفي (أسئلة التحليل النوعي)
مقياس الانخراط في تعلم العلوم	التجريبية الأولى التجريبية الثانية الضابطة	التعلم بالنمذجة التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك الطريقة المعتادة	مقياس الانخراط في تعلم العلوم
ــــــــــــــــــ	التجريبية الأولى التجريبية الثانية	التعلم بالنمذجة التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك	المقابلة الجماعية المنظمة والمركزة

فروض البحث:

١. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (α =٠,٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الأولى التي درست وفقا للتعلم بالنمذجة والثانية التي درست وفقا للتعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، والمجموعة الضابطة التي درست وفقا للطريقة المعتادة في مقياس الانخراط في تعلم العلوم.

٢. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (α =٠,٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية، والمجموعة الضابطة في اختبار التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية.

٣. لا يوجد اختلاف بين تصورات تلاميذ المجموعتين الأولى حول دور التعلم بالنمذجة، والمجموعة التجريبية الثانية حول دور التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك في تنمية الانخراط في تعلم العلوم.

٤. لا يوجد اختلاف بين دور التعلم بالنمذجة للمجموعة التجريبية الأولى، ودور التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك للمجوعة التجريبية الثانية في تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية

تحديد مصطلحات البحث:

في ضوء الاطلاع على التعريفات المرتبطة بمصطلحات البحث، فإنه يمكن تعريف مصطلحات البحث على النحو التالي:

- **التعلم القائم على النمذجة:** التعلم الذي يقوم فيه المتعلم ببناء واستخدام النموذج في تعلم البناء الذري والروابط الكيميائية، ويكون فيها الغرض من بناء النماذج هو تطوير الأفكار واختبارها، ويتضمن ذلك أربع خطوات وهي (١) إجراء الملاحظات وجمع الخبرات حول الظاهرة قيد الدراسة، (٢) بناء نموذج للظاهرة القائمة على تلك الملاحظات والتجارب، (٣) تقييم النموذج مقابل معايير الفائدة والقدرة التنبؤية

أو الكفاية التفسيرية، (٤) مراجعة النموذج وتطبيقه في المواقف الجديدة، بما يساعد على تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري، والروابط الكيميائية، والانخراط في تعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط.

- **الإنفوجرافيك التعليمي:** هو أحد المستحدثات التكنولوجية، التي تقدم التمثيل البصري للمعارف والمعلومات مما يسهل عملية التعلم وهو ليس مجرد أداة لنقل المعارف، ولكنه أداة لبناء المعرفة، وفهم العلاقات والظواهر المختلفة من خلال الرسوم والأشكال والصور الثابتة والتفاعلية مما يساعد على تثبيت المعارف المتنوعة في عقل المتعلم. (Gebre, 2018)

ويُعرّفه البحث الحالي بأنه: توظيف التكنولوجيا من خلال التمثيل البصري للبناء الذري والروابط الكيميائية باستخدام الانفوجرافيك المتحرك، وبما يساعد في تنمية الانخراط في تعلم العلوم والتمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية.

- **التعلم القائم على النمذجة المعززة بالانفوجرافيك:** نوع من أنواع التعلم القائم على النمذجة والذي يتضمن استخدام التمثيلات البصرية كالصور والرسومات باستخدام تقنية الإنفوجرافيك الثابت والمتحرك، للتواصل وبناء المعرفة في التعلم، لتبسيط ومحاكاة حدث أو ظاهرة معينة وذلك بغرض تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية لتلاميذ الصف الثالث المتوسط، وذلك خمس خطوات وهي (١) إجراء الملاحظات وجمع الخبرات حول الظاهرة قيد الدراسة، (٢) بناء نموذج للظاهرة القائمة على تلك الملاحظات والتجارب، (٣) تقييم النموذج مقابل معايير الفائدة والقدرة التنبؤية أو الكفاية التفسيرية، (٤) مراجعة النموذج وتطبيقه في المواقف الجديدة، (٥) التعزيز البصري لمفاهيم التعلم، بما يساعد على تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية لتلاميذ الصف الثالث المتوسط .

- **التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية** : عملية يدمج فيها المتعلم بين ما يستقبله من معارف وخبرات جديدة حول البناء الذري والروابط الكيميائية، ثم يقوم بترميزها وتنظيم هذه المعلومات بطريقة تعمل على إظهار العلاقات الهامة، عن طريق تحويلها إلى مفاهيم مترابطة وذات علاقة، ويتضمن ذلك عمليات عقلية متسلسلة تتضمن التخزين، والاشتقاق، والتوليف، والتوظيف، والعمل على إيجاد روابط بين المعلومات وتخزينها بعلاقات ترابطية ويقاس ذلك باختبار ارتباط الكلمات في البناء الذري والروابط الكيميائية (التحليل المختلط).

- **الانخراط في تعلم العلوم:** انشغال الطلاب ومشاركتهم في أنشطة تعلم العلوم، والذي يتضمن وصف وشرح سلوكيات الطلاب وفق ثلاثة أنماط (الانخراط المعرفي، والمهاري، والوجداني) والذي يقاس بمقياس الانخراط في تعلم العلوم للصف الثالث المتوسط.

ويمكن تعريف كل نمط من أنماط الانخراط الثلاثة إجرائياً كالتالي:

١) الانخراط المعرفي: استعداد تلاميذ الصف الثالث المتوسط للقيام بمهام التعلم، والاهتمام بالتحديات التي يمكن أن تواجههم، واتقان موضوع التعلم، والكفاءة في انجاز المهام، واستخدام مختلف الاستراتيجيات لتلبية متطلبات تعلم العلوم.

٢) الانخراط المهاري: استعداد تلاميذ الصف الثالث المتوسط للامتثال لتعليمات المعلم، وتعليمات الأنشطة العلمية المتضمنة؛ وإكمال المهام، والحرص على الانتباه الدائم، والمثابرة، واستثمار وقت التعلم في حصص العلوم.
٣) الانخراط الوجداني: المشاركة العاطفية لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط، من خلال الشعور بالملل، أو بالانتماء، أو بالاستمتاع تجاه أنشطة وبيئة تعلم العلوم.

– **التحليل المختلط:** هو أسلوب يجمع ويدمج بين طرق البحث النوعية والكمية في دراسة بحثية واحدة، والذي يتضمن جمع وتحليل البيانات النوعية والكمية لفهم الظاهرة بشكل أفضل والإجابة على أسئلة البحث لتحقق أقصى استفادة من نقاط القوة لكل نوع بيانات مع تحييد نقاط ضعفها (Terrell, 2012) ويستخدم البحث الحالي تصميم التثليث التوافقي وفيه يتم جمع البيانات الكمية والنوعية بشكل منفصل لكن في وقت واحد، ويتم دمج البيانات الكمية والنوعية في تفسير النتائج وإعطاء أولوية متساوية لكل منهما.

الإطار النظري، والدراسات السابقة:

المبحث الأول: التعلم بالنمذجة: يتم استهلال ذلك المبحث بالتطرق لكل من النماذج والنمذجة، والفرق بين كل من التعلم القائم على النموذج، والتعلم القائم على النمذجة، ومستويات فهم النماذج والنمذجة في العلوم، وأنواع التعلم القائم على النمذجة في بحوث التربية العلمية.

- النماذج والنمذجة:Models and Modeling

النموذج صورة مصغرة لشيء أو ظاهرة أو حدث ما، بما يساعد على الفهم وإيجاد العلاقات والتفاعل بينها داخل النموذج، ويمكن تقسيم النماذج إلى نماذج لغويةLinguistics model، وفيزيائية Physical Models، ورياضيةMathematical Model ، وتصويرية أو تخطيطية Graphic Models (مسلم، ورديق، ٢٠١٨)، ويمكن تصنيف النماذج وفقاً للتمثيل، فقد تكون ثنائية الأبعاد مثل الرسوم البيانية والصور، أو ثلاثية الأبعاد والتي تقدم نماذج أكثر واقعية، أو نماذج رياضية أو لفظية، أو خليط من مختلف الأنماط ومن أشكال النماذج الشائعة في فصول العلوم: صور الكتب، والنماذج ثلاثية الأبعاد للمجموعة الشمسية، وكذلك الكائنات المجهرية.(Gilbert & Justi , 2018)

أما النمذجة فيجب فهمها على أنها إجراء لعملية علمية بما يتضمن: (أ) تطوير النماذج من خلال تجسيد جوانب النظرية والبيانات في النموذج؛ و(ب) تقييم النماذج؛ و(ج) مراجعة النماذج لتتوافق مع الجديد والأفكار النظرية أو النتائج التجريبية؛ و(د) استخدام نماذج لتوقع وشرح ظاهرة معينة (Wade-Jaimes et al., 2018)، ويرتبط التعلم القائم على النمذجة ارتباطًا وثيقًا بأدوات النمذجة المستخدمة (رسومات، معادلات رياضية، رسوم بيانية، أشكال ثلاثية الأبعاد، الهياكل، والبرمجة الحاسوبية، والوسائط، وبيئات النمذجة القائمة على الكمبيوتر). (Louca & Zacharia, 2015)

- التدريس القائم على النموذج Model-Based Teaching والتدريس القائم على النمذجة Modeling Based Teaching: هناك ثمة فرق بين التدريس القائم على النموذج، والتدريس القائم على النمذجة، فالتدريس القائم على النموذج يتضمن استخدام المتعلمين لنماذج جاهزة، أما التدريس القائم على النمذجة فيقوم فيه المتعلم ببناء واستخدام النموذج، ويشير(Gilbert & Justi, 2016) أن

هناك خمس مداخل لاستخدام النماذج والنمذجة في تعليم وتعلم العلوم وهى (١) نماذج المناهج الدراسية، و(٢) استخدام النماذج، و(٣) تنقيح النماذج، و(٤) بناء النموذج، و(٥) إعادة بناء النماذج وتسمى بالنمذجة الاستقصائية، والمدخل الأول والثاني قائم على النموذج، أما المدخلين الرابع والخامس فهما قائمان على النمذجة، حيث يشارك الطلاب في نمذجة المفهوم أو الظاهرة، أما المدخل الثالث فهو نادراً ما يستخدم في العلوم من قبل الطلاب أو المعلمين (Liu et al., 2017) وقد قامت دراسة (محمد، ٢٠٢٠) ببناء استراتيجية مقترحة قائمة على النمذجة الاستقصائية أي على المدخلين الرابع والخامس في وحدة "أجهزة جسم الإنسان" وذلك وفق خطوات محددة وهي: التهيئة، وتحديد المهمة، وبناء النموذج، واستكشاف النماذج ونقدها، ومراجعة النموذج وتقييمه، ونشر النموذج، كما عملت دراسة واد جيمس وآخرون (Wade-Jaimes et al., 2018) على تقديم سلسلة من الأنشطة تتضمن أدوات ما وراء المعرفية مع مجموعة من النماذج (العقلية، والمادية، والمحاكاة، والرياضية) في وحدة الفيزياء الكهربائية بالمدرسة الثانوية.

- التعلم بالنمذجة وأهميته في تدريس العلوم:

يعتمد التعلم بالنمذجة بصفة أساسية على بناء الطلاب للنماذج مثل المجسمات والتمثيلات المادية أو البصرية كالصور والرسومات للتواصل وبناء المعرفة في التعلم، وقد تعمل على تبسيط ومحاكاة حدث أو ظاهرة، وهي عملية يمكن من خلالها تدريب التلاميذ على بناء النماذج أو تعديلها أو مؤامتها (عبد السلام، ٢٠٠٧)، وتعتمد النمذجة العلمية على وجود حافز، ويعمل الحافز على تنشيط النقاش، وفي معالجة مشكلة معينة؛ بالإضافة إلى ذلك يوفر الحافز سياق مألوف يمكن للطلاب المشاركة فيه بشكل حقيقي. (Justi & Gilbert, 2003)

وتتضح أهمية التعلم بالنمذجة من خلال اهتمام العديد من الدراسات بها، حيث استخدمتها دراستي كل من (الحبشي، والصادق، ٢٠١٣؛ والباز، ٢٠٠٧) لتنمية الاستدلال العلمي، ولنمذجة تشكل المجرات في سياق الكون كأحد أكبر التحديات في الفيزياء الفلكية (Somerville & Dave, 2014)، ولنمذجة مطياف المعاوقة الكهروكيميائية لوصف الأنظمة الكهروكيميائية بما في ذلك معدلات الانتشار والتفاعل(Ciucci, 2019)، واستخدمتها دراسة وايدنج (Widing et al., 2021) لتلبية الحاجة إلى المواقف التواصلية في التدريس من خلال تطوير مواقف التعلم التي قد تمكن الطلاب من التفاعل واستخدام اللغة في فصول الكيمياء بالمرحلة الثانوية باستخدام التدريس المستند إلى النمذجة مع متعلمي اللغة الإنجليزية كلغة ثانية لتنمية مفاهيم البوليمر.

ومن خلال فحص واستقراء الدراسات السابقة في التربية العلمية لاستيضاح التعلم بالنمذجة تبين اهتمامها بالنمذجة تحت مسميات مختلفة، منها التعلم بالنمذجة Modeling بمفهومها العام والشامل، والنمذجة المفاهيمية Conceptual Modeling، والنمذجة المعرفية Cognitive Modeling، والنمذجة الرياضية Mathematical Modeling، والنمذجة الحاسوبية Computer Modeling

وفيما يتعلق بالنمذجة بمفهومها الشامل والعام، فتتفق أدبيات ودراسات التربية العلمية على أهمية استخدامها في تدريس العلوم فهي تساعد على الفهم وإيجاد العلاقات والتفاعل مع الظواهر والأحداث العلمية، وفيها يتم استخدام النماذج في التعلم حول الأشياء والكيانات المادية، وسلوكيات الكائن، والروابط

بين الأشياء والكيانات والسلوكيات، ودقة الظاهرة، ويتضح أن النموذج هو جوهر وأساس عملية النمذجة، والنماذج لها أشكال متعددة وتصنيفات مختلفة لكنها في النهاية قد تكون صورة مصغرة (المجرات والمجموعات الشمسية) أو مكبرة (الفيروسات، والذرات، والأيونات) لتبسيط ومحاكاة الظواهر والأحداث والاشياء العلمية.

وبالنظر للنمذجة المفاهيمية فتشير الدراسات إلى أنها تعتمد على معالجة المعلومات والتي تتمثل في العمليات العقلية لبناء أنواع مختلفة من الافكار والمعرفة، وعادة ما يبني الافراد صوراً عقلية لما حولهم، وهذه الصور والبنى المفاهيمية تتم في ضوء موائمتها للخبرات السابقة للفرد، وتقديم معنى أو تشبيه مألوف مما يبسط فهم الظاهرة والعلاقات بين مكوناتها، وقد اهتمت بها دراستي (Shen & confrey,2010; Bekiroglu, 2007) في مجال الفلك وعلوم الأرض، ودراسة (Adbo & Taber,2009 20) في الكيمياء، ودراستي (أبو زيد، ٢٠١٩؛lin et al.,2020) في البيولوجي.

وفيما يتعلق بالنمذجة المعرفية فيتضح أنها تعتمد على نوع من النماذج ذات الطبيعة الخاصة وهو المعلم، وتعتمد النمذجة المعرفية على قيام المعلم بنمذجة تفكيره وإيضاحه في أثناء التخطيط وحل المشكلات وتقويم الحل ومراجعته بصوت مرتفع أمام الطلاب، وقد استخدمتها دراسات عدة في العلوم مثل دراستي كل من (حمه، ٢٠٢١؛ وطه والكيلاني، ٢٠١٨) ودراسة جودت وآخرون (٢٠١٥) في الكيمياء، أما دراسة عبوش، والربيعي (٢٠١٩) فكانت في الفيزياء.

وفيما يرتبط بالنمذجة الرياضية فهي تعتمد على العلاقات الرياضية، واستخدام الدوال والمعادلات الرياضية، وتظهر بشكل أساسي في تعلم الرياضيات، وكذلك في التربية العلمية في تعلم الفيزياء بالمرحلة الثانوية مثل دراستي كل من (Angell et al., 2008; Teodoro & Neves, 2011)

وبالنظر للنمذجة الحاسوبية فهي نوع أخر للنمذجة والذي يتم من خلاله اكتشاف استجابة جديدة، أو تعديل استجابة معرفية، أو مهارية، أو وجدانية وذلك نتيجة ملاحظة نموذج إلكتروني، ويكون استخدام الحاسب الآلي وتطبيقاته وقد اهتمت بها دراسات التربية العلمية بشكل أساسي بالمرحلة الثانوية وقد يرجع ذلك إلى أنها تتطلب مهارات التعامل مع الحاسب حتى يستطيع الطلاب التفاعل مع النماذج وتطوير ما يتناسب مع تعلمهم، حيث يرى مازن (٢٠٠٨) أنه أصبح من الضروري استخدام الحاسوب وبرامجه المتنوعة ومواكبة التطورات في مجال الحاسوب وتعزيزها بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتكون عنصراً أساسياً في نظام التعليم، واهتمت بها العديد من الدراسات مثل دراسة (الحجري، ٢٠١٠) في الكيمياء، ودراسة (Baranov, 2020) في الفيزياء.

وعند استخدام المعلم للنماذج المتضمنة بالكتب المدرسية فهذا يعبر عن التعلم القائم على النموذج وهو السائد في تدريس العلوم، أما التعلم القائم على النمذجة فيرتبط ارتباطًا وثيقًا بأدوات النمذجة المستخدمة وماهية النموذج، والتعلم بالنمذجة يعتمد على استخدام المجسمات والتمثيلات المادية كالصور والرسومات للتواصل وبناء المعرفة (Louca & Zacharia, 2015; Widing et al., 2021 ;Ciucci, 2019؛ الحبشي، والصادق، ٢٠١٣) وهو ما سيتبناه البحث الحالي للتعلم بالنمذجة وذلك وفق أربع مراحل وهي:

١) إجراء الملاحظات وجمع الخبرات حول الظاهرة قيد الدراسة:

في هذه المرحلة يشجع المعلم التلاميذ على الربط بين المفاهيم السابقة والمفاهيم الجديدة التي يتناولها الدرس، ويقوم المعلم أيضاً بتوجيه التلاميذ لإجراء الملاحظات حول الظواهر التي تدعم المفاهيم العلمية المتضمنة، والتي تشجعهم على التعلم، وأيضاً تهيئ أذهانهم لفهم الظواهر، والمفاهيم العلمية.

٢) بناء نموذج للظاهرة القائمة على الملاحظات والحقائق:

في هذه المرحلة يبدأ الطلاب في تصميم وبناء النموذج، حيث يوظفون ملاحظاتهم في المرحلة السابقة لبناء النماذج التي يتناولها الدرس حول المفهوم أو الظاهرة موضوع التعلم، ويقوم المعلم بتقسيم التلاميذ في صورة مجموعات متعاونة، ويوجههم لرسم تصوراتهم للنموذج قبل البدء بتنفيذ التصميم، من خلال الأدوات والمواد التي يوزعها عليهم، كما يعرض عليهم بعض الصور التي تساعدهم في بناء النموذج، والتي تدعم التمثيل المعرفي للمفاهيم العلمية.

٣) تقييم النموذج مقابل معايير الفائدة والقدرة التنبؤية أو الكفاية التفسيرية:

في تلك المرحلة يقوم المعلم بمناقشة التلاميذ حول نماذجهم، من خلال طرح الأسئلة التي تجعلهم يقوموا بتقييم النماذج، ومدى صحتها في تمثيل المفاهيم والمعلومات العلمية الواردة بالدرس، وكذلك قدرتها على تفسير الظاهرة، وإمكانية استخدام مواد أخرى في تصميم النماذج.

(٤) مراجعة النموذج وتطبيقه في المواقف الجديدة.

في تلك المرحلة يقوم المعلم مع التلاميذ بمراجعة النماذج التي تم تصميمها، من خلال التعرف على مناقشة تطويرها، وكذلك تطبيق المفهوم العلمي الذي يتناوله النموذج في مختلف المواقف العلمية المرتبطة بالدرس، وكذلك استخلاص المفاهيم، والتأكيد على المعلومات الواردة بالدرس، بما يحقق كفاءة التمثيل المعرفي للمعارف والمعلومات العلمية.

المبحث الثاني: الإنفوجرافيكInfographic :

يتم التطرق لتقنية الإنفوجرافيك من خلال ماهيته وتطوره وأنواعه، والبرامج والمواقع التي يمكن استخدامها في تصميمه، وخطوات تصميمه، وكذلك أهمية تقنية الإنفوجرافيك في تدريس وتعلم العلوم بصفة عامة، والكيمياء بصفة خاصة.

ـ ماهية الإنفوجرافيك وتطوره، وأنواعه، وبرامج أو مواقع تصميمه:

أطلق على الإنفوجرافيك" Infographic" العديد من المسميات، منها :الانفوجرافيكسInfographics، أو التمثيل البصريVisualization، أو التمثيل البصري للبياناتData Visualization كما أطلق عليه التصاميم المعلوماتية Design Information أو هندسة المعلومات، Information Architecture (علي خليفة، ٢٠٢٠) وهو عبارة عن مجموعة من الرسومات المعلوماتية التي تجمع بين النص والعناصر المرئية في مجموعات مبهجة من الناحية الجمالية بهدف الإعلام والتعليم، ويمكن عرض هذه الأدوات بشكل ثابت على الورق (النشرات) أو على الشاشة، ويمكن أيضًا أن تكون تفاعلية والذي يمكن أن يخلق أدوات تعليمية قوية (Mitchell et al., 2017) وهو أيضاً أحد المستحدثات

التكنولوجية، التي تقدم التمثيل البصري للمعارف مما يسهل عملية التعلم وهو ليس مجرد أداة لنقل المعارف ولكنه أداة لبناء المعرفة والأفكار وفهم العلاقات والظواهر المختلفة من خلال الرسوم والأشكال والصور الثابتة والتفاعلية، مما يساعد على تثبيت المعارف المتنوعة في عقل المتعلم. (Gebre, 2018)

وقد حظي الإنفوجرافيك التعليمي بتأييد نظرية معالجة حيث يؤكد على مفهوم التكنيزChunking وعلاقته بسعة الذاكرة قصيرة المدى من خلال تجزئة المعلومات إلى وحدات أصغر (خميس، ٢٠١٣) وكذلك تأييد النظرية البنائية، حيث تعد النظرية البنائية أحد الدعائم الأساسية لهذا التوجه نحو تجزئة المحتوي لوحدات صغيرة، حيث يشير برونر إلى أن التعلم يحدث عند تقديم جزء مبسط من المحتوى التعليمي للمتعلمين، ثم يقوم المتعلم بتنظيمه أو اكتشاف العلاقات بين المعلومات (درويش، والدخني، ٢٠١٥)، بالإضافة إلي نظرية الترميز الثنائي Theory Coding والتي تقسم الذاكرة وتقوم بترميز المعلومات وتمثيلها ومعالجتها واسترجاعها إلى نظامين وهما: النظـام اللفظـي، والنظام غيـر اللفظـي أو التخيلي، وهو ما يظهر يتوافق مع طبيعة الإنفوجرافيك حيث أنه يعبر عن المعلومات بدمج الجانب اللفظي مع الجانب التصوري معاً. (عبد الحميد، وآخرون، ٢٠٢٠)

تطور الإنفوجرافيك، وأنواعه: مر تطور الإنفوجرافيك بأربع مراحل وهي:١) تنظيم الجيل الأول في شكل خطي، ٢) الجيل الثاني في استخدام الارتباطات التشعبية والرسوم المتحركة، ٣) الجيل الثالث يتزامن مع ظهور أول مصادر الوسائط المتعددة، ٤) الجيل الرابع (الجيل الحالي) من خلال استخدام قواعد البيانات والتفاعلية، والذي يحول الإنفوجرافيك في الأدوات التي يمكن استخدامها في سياقات متعددة، وكذلك ميزة المشاركة التي يمكن من خلالها الاحتفاظ بنموذج الإنفوجرافيك ونشره، والسماح بالتعبير عن المعلومات بشكل جيد للغاية ويفهمها القارئ، لذلك يعد الإنفوجرافيك أداة قابلة للتطبيق بشكل كبير في مجال التعليم.(Kothari et al., 2019)

أما عن أنواع الإنفوجرافيك التعليمي فهناك أنواع متعددة له تبعا لطبيعة التصميم والشكل النهائي لمكونات الإنفوجرافيك وطريقة العرض وهي: (خليفة، ٢٠٢٠)

- الإنفوجرافيك الثابت Static Infographic: وهو تصميم ثابت لمحتوى معين، وهو يتكون من مجموعة من الصور والرسومات والأسهم والنصوص الرئيسة والفرعية والروابط والأشكال التي تُعرض في شكل واحد ثابت ويمكن إخراجه في تنسيق صورة مطبوعة عبر الانترنت، وينقسم الي نوعين هما الإنفوجرافيك الثابت الرأسي Verticalوهو أكثر تصميمات الإنفوجرافيك شيوعا عبر الويب، والإنفوجرافيك الثابت الافقيInfographic وهو تصميم إنفوجرافيك يتناسب مع استعراض أحداث متسلسلة.

- الإنفوجرافيك المتحرك Motion infographic: وهو عبارة عن تقديم الصور والرسومات والاسهم والنصوص الرئيسة والفرعية والروابط والأشكال التي تعرض في شكل متحرك بالإضافة الي عنصر الصوت، ويتضمن تصوير فيديو عادي ووضع البيانات عليه في شكل جرافيك متحرك لإظهار بعض المعلومات الأساسية على الفيديو نفسه.

- الإنفوجرافيك التفاعلي interactive infographic وهو يحقق مزيد من التفاعلية، ومزيد من المشاركة مع المتعلم، حيث يسمح له باكتشاف البيانات بنفسه مما يجعله على اتصال مع التصميم بشكل اطول، وهو يتطلب برمجة خاصة.

من خلال ما سبق يتضح أن الإنفوجرافيك أحد التطبيقات التكنولوجية الحديثة التي يمكن توظيفها في مجال التعليم والتعلم فهو يجمع بين تقديم النصوص والصور الثابتة والمتحركة بطريقة جمالية ومبهجة، وهو أيضاً يتضمن ميزة إخراجه بأكثر من طريقة فقد يكون في تنسيق ملفات PDF، أو صورة، أو فيديو، كما أنه يتيح إمكانية المشاركة عبر مواقع التواصل الاجتماعي، وعبر شبكة الإنترنت مما يساهم في عملية نشره للطلاب، وبما يجعله أداة تعليمية قوية لبناء المعرفة والأفكار وفهم العلاقات بينها بصورة مشوقة وجذابة.

- **البرامج والمواقع التي تستخدم لتصميم الإنفوجرافيك بأنواعه المختلفة:**

هناك العديد من البرامج والمواقع التي يمكن استخدامها لإنشاء الإنفوجرافيك بأنواعه المختلفة ومن أشهرها:

- Venngage : والذي يتيح إنشاء إنفوجرافيك مع إمكانية تتبع الاحصاءات المتعلقة بعدد المشاهدات التي حققها الانفوجرافيك.
- Canva : لتصميم الانفوجرافيك من خلال تقدم مجموعة قوالب جاهزة عبر الإنترنت لإنشاء التصميمات، حيث تحتوي على واجهة سهلة وجذابة.
- Powtoon : لا يحتاج إلى مهارات عالية فهو ذو واجهة بسيطة تجعل من السهل إنشاء الإنفوجرافيك.
- Adobe illustrator : البرنامج الاول في تصميم الانفوجرافيك عند المصممين، وذلك لمرونته الشديدة وقابليته لإعطاء نتائج جذابة.
- Piktochart: وهو موقع يسمح بتحويل المحتوى الرقمي إلى بطريقة بسيطة، ومنه نسخة مجانية وأخرى تجارية.

خطوات تصميم الانفوجرافيك: يتم تصميم الانفوجرافيك وفق مراحل التصميم العام لنموذج (ADDIE)كالتالي: (شلتوت، ٢٠١٦)

١. التحليل Analyze: وفيها يتم تحديد الغرض من الانفوجرافيك، والفئة المستهدفة، والمعلومات التي سيتضمنها، بما يساعد على تصور الشكل النهائي.
٢. التصميم Design: وفي هذه المرحلة يتم تحديد الأهداف التفصيلية، وشكل التصميم وذلك تبعاً لنوع المعلومات التي يتم عرضها، والهدف من التصميم، ويتم جمع المعلومات التي تحقق الأهداف.
٣. التطوير Develop: وفيها يتم تحويل المعلومات في مخطط ورقي يسمى السيناريو، وذلك بوضع المخطط البصري، وتحديد العناوين الرئيسية والفرعية، والألوان والأسهم، ويتم اختيار البرنامج الذي يمكن من خلاله انتاج التصميم.
٤. التطبيق Implement: وفيها يتم تحويل السيناريو إلى إنفوجرافيك، وذلك باستخدام البرنامج المناسب للتصميم.
٥. التقويم Evaluate: في هذه المرحلة يتم فيها تقويم المنتج النهائي من قبل المتخصصين، للوصول للشكل النهائي للإنفوجرافيك.

أهمية تقنية الإنفوجرافيك في تدريس وتعلم الكيمياء:

الكيمياء هي علم يدرس طبيعة المادة؛ لذا فهي مجال يصف كل ما يحيط بنا، ويساعد الطلاب في المقام الأول على فهم انتظام العالم المحيط، وفي بداية تعلم الكيمياء قد لا يفهم الطلاب البيئة المحيطة بشكل كامل، لكنهم قادرون على وصفها بفضل ملاحظاتهم الخاصة، أو التعليم المدرسي (Gulińska et al., 2017) ويمكن أن تعمل تقنية الإنفوجرافيك على تحسين إدراك الطلاب للظواهر العلمية والمساعدة أيضاً في محو الأمية المعلوماتية العلمية، وزيادة المشاركة العامة في مناهج الكيمياء، وتحسين نتائج التعلم بشكل عام (Mitchell et al., 2017)

وباستقراء الدراسات السابقة التي اهتمت بتوظيف تقنية الإنفوجرافيك في تدريس الكيمياء يتضح أنه يمكن توظيفه في تنمية العديد من جوانب التعلم مثل دراسة(De Oliveira et al., 2016) حيث تم استخدامه في تدريس الروابط الحلقية في الكيمياء العضوية، وذلك من خلال إنشاء محتوى ديناميكي باستخدام ThingLink، وهو برنامج عبر الإنترنت يتيح إضفاء الحيوية على الصور من خلال إضافة الصوت والفيديو والشبكات الاجتماعية، والمحتويات الأخرى ذات الصلة بطريقة مبسطة، دون الحاجة إلى معرفة تقنيات البرمجة المتقدمة، أما دراسة (Mitchell et al., 2017) فقد عملت على استخدام الإنفوجرافيك في دمج المهام الإبداعية وممارسات محو الأمية المعلوماتية information literacy في الكيمياء التحليلية في السنة الثانية في الجامعة من خلال إنشاء الإنفوجرافيك الذي يشرح تفاعلًا كيميائيًا، وتوصلت النتائج أن غالبية الطلاب يظهرون الكفاءة الأساسية في محو الأمية المعلوماتية ومهارات الاتصال وزيادة المشاركة بشكل عام، وفي دراسة (Jones, 2019) تم استخدام تقنية الإنفوجرافيك في الكيمياء الحيوية العضوية بجامعة جورج ميسون George Mason بأمريكا، حيث يبتكر الطلاب الإنفوجرافيك لتوصيل فكرة علمية تهمهم، حيث تتطلب هذه المشاريع المرنة من الطلاب التفكير بشكل خلاق في العناصر والمفاهيم غير المألوفة، ودراسة عبد الحميد، وآخرون(٢٠٢٠) والتي عملت على استخدام الإنفوجرافيك المتحرك في تنمية اكتساب بعض المفاهيم العلمية، والمهارات العملية في الكيمياء بالمرحلة الثانوية.

ويمكن استخدام تقنية الإنفوجرافيك كبديل للنشاط المخبري في الكيمياء، فقامت دراسة (Polowsky &Steciuch, 2020) باستقصاء فعالية نشاط مخبري باستخدام الإنفوجرافيك مقارنة بالنشاط العملي التقليدي في علوم الغذاء بتسلط الضوء على كيمياء عملية صنع جبن باستخدام الإنفوجرافيك التفاعلي، ودمج الرسوم المتحركة القابلة للنقر والتعليقات الصوتية والحد الأدنى من النص السردي؛ حيث أظهرت مجموعة المختبر الافتراضي زيادة أكبر بكثير في معرفة صناعة الجبن من مجموعة المختبر التقليدية، وتناولته أيضاً دراسة (Grieger& Leontyev, 2021) كسقالة تعليمية scaffolded infographic project في مختبر الكيمياء العضوية الخضراء، وفيها تم استخدام مجموعة متنوعة من التقنيات التعليمية بما في ذلك تطبيقات إلكترونية مثل Google Jamboard، وأشارت نتائج الدراسة إلى فاعلية المشروع في تحقيق نتائج التعلم المطلوبة.

كما تم تقديم تقنية الإنفوجرافيك متكاملة مع استراتيجيات تدريسية ففي دراسة (Gulińska et al., 2017) تم اقتراح طريقة التعلم القائم على حل المشكلات باستخدام الكتاب المدرسي التقليدي وطريقة التعلم القائم على المشكلات المدعومة بالإنفوجرافيك وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وكانت كلتا الطريقتين موجهتين للطلاب الذين يعانون من مشاكل في التعلم وكذلك الموهوبين، تم التحقق من فعالية الأساليب المختارة خلال دروس الكيمياء.

المبحث الثالث: التمثيل المعرفي Cognitive Representation/ Knowledge Representation

يتم التنظير لهذا المبحث من خلال التطرق لماهية التمثيل المعرفي بما يتضمن تعريفه، وخصائصه، ومستوياته، كما تم تفصيل أنواع التمثيل المعرفي، وأهميته، وطريقة قياسه في تعليم العلوم، والكيمياء بصفة خاصة.

ماهية التمثيل المعرفي (تعريفه، وخصائصه، ومستوياته):

التمثيل المعرفي هو إحدى العمليات العقلية المعرفية التي تتم من خلال استقبال واستيعاب وتسكين المعاني والأفكار ليتم الاحتفاظ بها وتصبح بعد ذلك جزءاً من البناء المعرفي للمتعلم ليمثل ذلك بناءً تراكمياً تتفاعل فيه المعلومات الجديدة مع الخبرات السابقة للمتعلم، وهو عملية ضرورية لحدوث التعلم واكتساب المعارف (السيد، ٢٠٠٣)، ويؤكد على ذلك قطامي، وقطامي (٢٠٠٥) وزيتون (٢٠٠٨) في أن التمثيل المعرفي يدمج فيه المتعلم ما يستقبله من معارف وخبرات جديدة مع ما لديه من معلومات ومعارف سابقة، ثم يقوم بترميزها وتنظيم هذه المعلومات، ويقوم المتعلم بإعادة صياغة المعلومات أو إعادة التعبير عنها بطريقة تعمل على إظهار العلاقات الهامة، بتحويلها إلى أشكال تخطيطية، أو مخططات، أو جداول، أو رموز، أو أشكال بيانية، ونحو ذلك من صور إعادة الصياغة.

ويعتبر التمثيل المعرفي نشاط معرفي معقد، والذي يسهم في تعزيز قدرة الطلاب على معالجة المعلومات وتكوين المفاهيم لأداء مختلف المهام وتعزيز القدرة على التذكر وحل المشكلات في المواقف المختلفة، وهو عملية عقلية تعزز من مهارة الطلاب في إنشاء وتشكيل العلاقات بين الكلمات أو الصور أو الرموز، مما يسهل استرجاع المعلومات، ويجعل فهمها أسرع، كما أن التمثيلات العقلية إذا كانت خاطئة فإنها تعوق عملية التعلم (Philipp et al., 2014)

وفيما يرتبط بخصائص التمثيل المعرفي فيتضح أنه يعتمد على سبع خصائص وهي: خاصية الاحتفاظ بالمعلومات، وخاصية المعني أي دلالات المحتوى بالنسبة للمتعلم، وخاصية الاشتقاق وهي تعبر عن المعلومات الجديدة التي قام الفرد باستنتاجها وتوليدها، وخاصية التوليف والتي تتم من خلال الموائمة بين المعلومات الجديدة والسابقة لدى المتعلم، وخاصية تعدد صيغ التمثيل المعرفي والتي تعبر عن مختلف الطرق التي يقوم عليها التمثيل المعرفي (بالتزامن، أو متعاقب، أو مكانياً، أو رمزياً)، وخاصية المرونة العقلية، والتي تعبر عن الصيغ المتعددة للمدخلات المعرفية، وخاصية دينامية التمثيل المعرفي مثل طلاقة المعرفة والتي تقوم على التوليد، والتوليف، واشتقاق المعلومات (الزيات، ٢٠٠١)، وقد أجريت العديد من دراسات التربية العلمية اعتمادا على هذه الخصائص لبناء مقياس يقيس التمثيل المعرفي ومنها دراسات كل من (الزيات، وآخرون، ٢٠١٧؛ منصور، ٢٠٢٠؛ الغراوي والهادي، ٢٠٢٠؛ ضايع، ٢٠١٨)

أما ما يتعلق بمستويات التمثيل المعرفي، فيرى سولسو (٢٠٠٠) أن هناك خمسة مستويات هرمية مركبة وهي، الحفظ أو التخزين، والربط، والتصنيف، والاشتقاق أو التوليد، وينتهي بتوظيف المعلومات، بينما يرى الزيات (٢٠٠١) أن هناك ثلاث مستويات للتمثيل المعرفي وهي: ١) التمثيل المعرفي السطحي، والذي يقوم على الاحتفاظ بالمعلومات واسترجاعها بصورتها الخام، ٢) التمثيل المعرفي المتوسط، والذي يكون فيه الاحتفاظ بالمعلومات ما زال مؤقتاً لكن يقوم المتعلم بالاستيعاب ومعالجة المعلومات من خلال إحداث الترابطات والعلاقات، ٣) التمثيل المعرفي العميق، ويكون فيه الاحتفاظ بالمعلومات بعيد المدى ويتم فيه توليد استراتيجيات معرفية تختلف كيفياً عن المعلومات الأولية.

ومن خلال تحليل ما سبق حول ماهية التمثيل المعرفي يتضح أنه عملية ضرورية لحدوث التعلم واكتساب المعارف، ولأداء مختلف المهام وتعزيز القدرة على التذكر وحل المشكلات في المواقف المختلفة، وأنه يرتبط بطريقة مباشرة بالبناء المعرفي للمتعلم، كما أنه يعتمد على المعلومات السابقة للمتعلم وتنظيم بنيته المعرفية، وتتضمن عمليات عقلية متسلسلة تتضمن التخزين، والتصنيف، والاشتقاق، والتوليف، والتوظيف، والعمل على إيجاد روابط وعلاقات بين المعلومات وتخزينها بعلاقات ترابطية، وأن تمثيل المعرفة يختلف من متعلم لأخر فقد يكون تمثيل سطحي للمعرفة، أو تمثيل متوسط، أو تمثيل معرفي عميق.

- أنواع التمثيل المعرفي في العلوم بصفة عامة وفي الكيمياء بصفة خاصة:

وضع برونر ثلاثة أنواع من التمثيل المعرفي وهي: ١) التمثيل العملي ويتم من خلال العمل بلا كلمات، ٢) التمثيل التصوري والذي يتم من خلال التنظيم البصري ويعتمد على صور الأشياء حيث تحل الصورة محل الشيء الفعلي، ٣) التمثيل الرمزي والذي يتم من خلال الكلمات والألفاظ وتتضمن قواعد تكوين الجملة بصورة قد تغير من الحقيقة (أبو حطب، ١٩٨٤)، بينما أوضح العتوم (٢٠١٠) أنه يمكن تمثيل المعرفة من خلال طريقتين وهما: ١) تمثيل المعلومات كما تم إدراكها بالحواس، ٢) تمثيل المعلومات على أساس المعنى، وقد انبثق عن ذلك تمثيل المعلومات وفقاً لنماذج شبكات الترابطات، وتمثيل المعلومات من خلال نماذج المخططات العقلية (السيكما) وهو مخطط عقلي افتراضي يتم من خلاله تنظيم المعاني بطريقة مجردة.

ويري فالنيدس (Valanides et al., 2013) أن هناك نوعان من التمثيلات المعرفية في تعليم العلوم، وهما التمثيل الداخلي والخارجي، أما التمثيل الداخلي فهو فردي ويرتبط بما يكونه المتعلم من معنى للرموز، والكلمات، والصور الذهنية، والتي تتصل جميعها بشبكة في ذهنه، ويرتبط التمثيل الخارجي بالصور المادية، وهي أشكال ومواقف للرموز يمكن فحصها بشكل مدرك من البيئة، وتتم معالجة المعلومات التي يتم الحصول عليها من التمثيلات الداخلية والخارجية بطريقة تكاملية وديناميكية ومتشابكة.

وفي الكيمياء يوجد مثلث جونستون لتمثيل المعرفة في الكيمياء Johnstone's triangle وفيه اقترح جونستون ثلاث مستويات لتمثيل المستويات المعرفية في الكيمياء وهو ما يجعل الكيمياء ذات طبيعة فريدة يتم من خلالها تدريس الكيمياء حتى تتشكل نماذج عقلية بصورة صحيحة لدى المتعلم وهي كالتالي:(Johnstone, 2000)

(أ) العيانية والملموسة the macroscopic and tangible: وتعبر عن كل ما يمكن ملاحظته وجمع معلومات عنه عن طريق بالحواس.
(ب) ما دون المجهريةthe submicroscopic : وتشمل ما لا يمكن إدراكه عن طريق الحواس أو الملاحظة المباشرة مثل الذرات والجزيئات والأيونات.
(ج) الرمزية the symbolic: وتشمل الرموز، والصيغ، والمعادلات، والمولارية، والمعالجة الرياضية، والرسوم البيانية.

وهناك أيضاً بروتوكولات التمثيلات في تعليم الكيمياء the Representations in Chemistry Instruction (RICI) protocol والتي اقترحها فيليب وآخرون (Philipp et al., 2014)، والتي يراها أنها أشمل من مثلث جونستون لأنه يتناول تحليل بروتوكول تدريس وتعلم الكيمياء بما يشمل أربعة مؤشرات قائمة على البحث وهي: (١) من يستخدمون التمثيلات (المعلم أو الطالب) أثناء التدريس، (٢) دور التمثيلات في تحسين الفهم المفاهيمي، (٣) جودة الخطاب حول التمثيلات، (٤) درجة دمج التمثيلات المختلفة (المايكروسكوبية والرمزية والجسيمية) في الدرس (Kozma, 2003) وتعتبر تمثيلات الظواهر الكيميائية، خاصة في المجال دون المجهري ضرورية أيضًا في تدريس وتعلم الكيمياء من أجل توفير إطار لفهم الكيمياء، وغالبًا ما يركز المبتدئون في الكيمياء على السمات السطحية للتمثيلات، وهم أكثر دراية بالتمثيلات العيانية، ولديهم صعوبة في الترجمة بين تمثيلات المجالات الثلاثة للمعرفة الكيميائية.(Philipp et al., 2014)

أهمية التمثيل المعرفي في التربية العلمية:

أن التمثيل المعرفي في تدريس العلوم يرتبط بشكل كبير بطريقة الاحتفاظ بالمعلومات، واستدعائها من البنية المعرفية للمتعلم وقت الحاجة إليها، لذا فقد عملت العديد من الدراسات العربية على تنميته من خلال استخدام مختلف الاستراتيجيات التدريسية، ومنها دراسة حمد (٢٠٢٢) حول أثر استراتيجية معدة وفق تصنيف سولو في التحصيل الدراسي والتمثيل المعرفي لدى طلبة المرحلة الأولى في قسم علوم الحياة، ودراسة منصور (٢٠٢٠) والتي هدفت للتعرف على أثر استراتيجية يوادي في تحصيل طالبات الصف الثاني المتوسط في مادة علم الاحياء والتمثيل المعرفي لديهن، والزيات، وآخرون (2017) والتي هدفت للتعرف على أثر عرض المعلومات (التلقائي، والتكيفي) على التمثيل المعرفي والتحصيل الدراسي لدى ذوي صعوبات فهم العلوم من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، ودراسة الغراوي، وهادي (٢٠٢٠) واستخدمت نموذج المكعب في التمثيل المعرفي في مادة الفيزياء لدى طلاب الصف الرابع العلمي في المدارس الإعدادية بالقادسية، ودراسة ضايع (٢٠١٨) حول فاعلية إستراتيجية لي المعرفية في التحصيل والتمثيل المعرفي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط في مادة الكيمياء، ودراسة السلطاني (٢٠١٦) حول أثر نموذج آدي وشاير في التحصيل والتمثيل المعرفي لطالبات الصف الخامس العلمي في مادة الأحياء.

وعلى الجانب الأخر من خلال فحص الدراسات التي اهتمت بالتمثيل المعرفي والأُطر النظرية التي انطلقت منها في تدريس الكيمياء في الدراسات الأجنبية يتضح تأكيدها على أهمية تنميته بمختلف المراحل الدراسية، فقد عملت دراسة رسمانية (Rusmansyah et al., 2021) على فحص النماذج العقلية (سكيما) باعتبارها أحدى طرق تمثيل المعلومات وذلك لمعلمي الكيمياء قبل الخدمة، والتي تعبر تأملهم

المعرفي حول المادة الغروية colloidal material بعد استخدام نموذج تعلم يتكون من ثماني مراحل(الانخراط، والاستكشاف، والبحث الإلكتروني، والتفصيل، والتبادل، والتمديد، والتقييم، والشرح.

ودراسة بابتيستا(Baptista et al, 2019) والتي اهتمت باستخدام التمثيلات المتعددة (الأشكال، والرسومات، ومقاطع الفيديو، والنماذج الملموسة، والنصوص، والتجارب العملية) حول تفاعل التصبن في الكيمياء على تطوير الهياكل والتمثيلات المعرفية للصف الثاني عشر، واستخدمت الدراسة أداتين لجمع البيانات وهما: اختبار ارتباط الكلمات(Word Association Tests (WAT ومقابلة جماعية مركزة، وقد أوضحت النتائج التي تم الحصول عليها من WAT أن التمثيلات المتعددة قد حسنت من التمثيل المعرفي لدى الطلاب، مع زيادة عدد مفاهيم الاستجابة والوصلات بين المفاهيم والكلمات مع تغير طبيعة الروابط، واهتمت أيضاً دراسة ناكيبوجلو (Nakiboglu, 2017) بفحص الهياكل المعرفية لطلاب الصف الثامن حول التغيرات الفيزيائية والكيميائية من خلال اختبار ارتباط الكلمات.

واهتمت دراسة باباجورجيو (Papageorgiou et al., 2016) باستقصاء تمثيلات الطلاب للبنية الذرية، وتأثير الفروق الفردية مثل العمر، والاستدلال، ومجال الاعتماد / الاستقلال dependence/independence وتم فحص التمثيل المعرفي وفقًا لسياقات التدريس للتمييز بين تمثيلات الطلاب للتركيب الذري في ثلاث حالات(عندما لا يتم توفير سياق محدد، سياق التدريس لنموذج بوهر، سياق التدريس للتركيب الذري وفق ميكانيكا الكم) بالمرحلة الثانوية، وتوصلت الدراسة أن الاستدلال الاصطلاحي، يرتبط بتمثيل أفضل للبنية الذرية، كما أن سياق المهمة له الدور المهيمن حيث أن الطلاب يؤسسوا تمثيلاتهم المعرفية وفقاً له.

ولكن اهتمت دراسة ميلينكوفيتش بالتمثيل المعرفي (Milenković et al., 2014) كمتغير مستقل، وكان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو فحص فاعلية استراتيجية تدريس مقترحة قائمة على التفاعل بين المستويات الثلاثة لتمثيل المعرفة في الكيمياء وهي: المستويات العيانية، ودون المجهرية، والرمزية لتمثيلات الكيمياء التي يمكن أن تؤثر على أداء طلاب المدارس الثانوية في مجال الروابط غير العضوية وتأثير ذلك على العبء المعرفي، وعملت دراسة فان دن بروك (Van den Broek, 2010) بفحص أهمية النصوص العلمية باعتبارها أداة قوية في تدريس المفاهيم والمبادئ في العلوم، وكيف يستخرج الطلاب المعلومات من النص، والقيود في هذه العملية، وقد أكدت على أنه من الأمور المركزية لفهم النص والتعلم منه هو بناء تمثيل عقلي ومعرفي متماسك يدمج المعلومات النصية والمعرفة الأساسية ذات الصلة، وأن خصائص القارئ لها تأثير على التمثيل المعرفي (مثل سعة الذاكرة العاملة، وهدف القراءة، والمعرفة السابقة، والمهارات الاستدلالية) وخصائص النص (مثل محتوى، هيكل المعلومات المقدمة، ومتطلبات المعالجة، والإشارات النصية)، وقامت دراسة توينيTweney, 2009)) بالتعرف على دور التمثيلات المعرفية الرياضية في العلوم حيث لم يحظ الدور المهم للتمثيلات الرياضية باهتمام كبير، وأكدت على الدور المعرفي للرياضيات كأسلوب مكتسب للتمثيل المعرفي في العلوم.

من خلال ما سبق عرضه يتضح ما يلي:

وبتحليل الدراسات العربية يتضح أنها جميعها قد أكدت على أهمية التمثيل المعرفي في التربية العلمية، وتوصلت لفاعلية الاستراتيجيات التدريسية التي استخدمتها في تنميته، ويتضح اهتمام تلك الدراسات بمراحل دراسية مختلفة، فقد اهتمت به دراسة (حمد، ٢٠٢٢) بالمرحلة الجامعية، ودراسات (منصور، ٢٠٢٠؛ وضايع، ٢٠١٨؛ السلطاني، ٢٠١٦؛ والغراوي، وهادي، ٢٠٢٠) بالمرحلة المتوسطة، أما دراسة (الزيات، وآخرون، ٢٠١٧) فاهتمت به في المرحلة الابتدائية لدى ذوي صعوبات التعلم في العلوم، وفيما يتعلق بفروع التربية العلمية فقد اهتمت دراسات كل من (منصور، ٢٠٢٠؛ السلطاني، ٢٠١٦؛ حمد، ٢٠٢٢) به في تدريس الأحياء، أما دراسة (الغراوي، وهادي، ٢٠٢٠) فقد اهتمت به في تدريس الفيزياء، ودراسة (ضايع، ٢٠١٨) في الكيمياء.

ومن خلال تحليل الدراسات الأجنبية التي تناولت التمثيل المعرفي في تدريس الكيمياء يتضح أنه يمكن تنمية التمثيل المعرفي باستخدام استراتيجيات تدريسية (Rusmansyah et al., 2021) أو التأكيد على أهمية النصوص العلمية (Van den Broek,2010) أو استخدامها كمتغير مستقل في سياق بناء الاستراتيجيات التدريسية Milenković et al., 2014) وركزت بعض الدراسات على التمثيل المعرفي في الكيمياء بالمرحلة الثانوية (Baptista et al, 2019; Papageorgiou et al., 2016; Milenković et al., 2014) أما دراسة (Rusmansyah et al., 2021) فاهتمت به لدى معلمي الكيمياء قبل الخدمة.

قياس التمثيل المعرفي في التربية العلمية:

بفحص الدراسات العربية يتضح أنها قامت بقياس التمثيل المعرفي باستخدام المقاييس بصورة أساسية، وقد قامت بعض هذه الدراسات بقياس التمثيل المعرفي باستخدام مقياس معد خصيصاً لقياس التمثيل المعرفي، والذي أعده الزيات (٢٠٠٠) فهو من المقاييس الأساسية للتمثيل المعرفي مثل دراستي(الزيات، وآخرون، ٢٠١٧؛ منصور، ٢٠٢٠) أو بناء مقياس يحقق هدف الدراسة مثل دراسات (الغراوي والهادي، ٢٠٢٠؛ ضايع، ٢٠١٨؛ السلطاني، ٢٠١٦) وقد اعتمدت هذه الدراسات في بناء المقياس على الأبعاد الخمسة التي اهتم بها مقياس الزيات (٢٠٠١) وهي: الاستيعاب، والتوليف، والاشتقاق، والتوليد، والتوظيف.

وعلى الجانب الآخر فإن الدراسات الأجنبية قد اهتمت بقياس التمثيل المعرفي من خلال أدوات تحليل فعالة مثل استخدام خرائط المفاهيم، أو تطوير اختبارات مثل اختبار ترابط الكلمات (WAT) وفيه يختار الباحث أو المعلم المفاهيم ذات الصلة (كلمات التحفيز) ويطلب من الطلاب كتابة الكلمات المرتبطة بهذه المفاهيم (كلمات الاستجابة) في فترة زمنية معينة (Baptista et al, 2019, Papageorgiou et al., 2016) وقد اعتمدت جميع هذه الدراسات على أسلوب التحليل المختلط مثل دراسات كل من (Milenković et al., 2014; Tweney, 2009; Papageorgiou et al., 2016; Rusmansyah et al., 2021) واهتمت دراسة باباجورجيو (Papageorgiou et al., 2016)، وبالتالي هناك ضرورة لتناول التمثيل المعرفي باستخدام أسلوب التحليل المختلط (التحليل الكمي والكيفي) لتحليل ذلك بصورة تتناسب مع طبيعة التمثيل المعرفي في الكيمياء.

المبحث الرابع: الانخراط في تعلم العلوم:

يتم تناول هذا المبحث من خلال التطرق لتعريف الانخراط، ونماذجه، ودوره وأهميته في التربية العلمية، وكيفية قياسه.

تعريف الانخراط[٤] في التعلم، وأنواعه:

يشير الانخراط الأكاديمي إلى رغبة الطلاب في تكريس المزيد من الجهود في أنشطة التعلم، ويعبر عن مدى تشجيع الطلاب لتكريس وقتهم وطاقتهم في الأنشطة المتعلقة بالتعليم لتعزيز نتائجهم الأكاديمية (Fredricks et al., 2016a) كما يُصنف أيضًا على أنه المرونة الذهنية والمستوى العالي من الطاقة الذي يُظهره الطلاب في الأنشطة الأكاديمية، فضلاً عن المثابرة في معالجة المواقف الصعبة المتعلقة بالجوانب الأكاديمية، ويتميز الانخراط بتفاني الطلاب في أنشطة التعلم مع الشعور بالفخر والإلهام والحماس والأهمية (Halverson & Graham, 2019) ويعبر انخراط الطلاب عن الوقت والطاقة التي يبذلونها في ممارسة الأنشطة التعليمية الأساسية داخل وخارج الفصل الدراسي، ويعد الانخراط من بين أفضل تنبؤات التعلم حول تنمية شخصية الطالب (Wu & Wu, 2020) وتعد الدوافع عوامل أساسية في تحقيق مستويات أعلى من الانخراط، حيث يعد الدافع بمثابة العملية الداخلية التي تزود الشخص بالطاقة لتوجيه جهوده نحو القيام بالأنشطة، وهو مظهر من مظاهر هذا الدافع؛ كفعل يساهم في تحقيق الهدف. (Archambault et al., 2009)

- الانخراط وأهميته في التربية العلمية:

أوضحت دراسات التربية العلمية أهمية الانخراط الأكاديمي في التعلم، ودراسة تأثيره على مختلف نواتج تعلم العلوم، وبصفة خاصة التحصيل الدراسي، مثل دراسة ووه وهويانج (Wu & Huang, 2007) حول العلاقة بين مستويات تحصيل الطلاب، والانخراط، في بيئة تعلم العلوم المستند إلى الكمبيوتر، وتفترض أن أبعاد الانخراط الثلاثة (المعرفي، والمهاري، والوجداني) يمكن أن تؤثر بشكل إيجابي على استقصاء الطلاب، وكشفت النتائج أن الانخراط الوجداني للطلاب لم يكن له أي تأثير على تحصيلهم، وأن المجموعة ذات التحصيل المرتفع أكثر انخراطاً في بُعدي الانخراط المعرفي والسلوكي، واهتمت دراسة بيركان(Bircan, 2015) باستقصاء مدى مساهمة المعتقدات التحفيزية (الكفاءة الذاتية وقيمة المهمة) والانخراط المعرفي في التحصيل في العلوم لطلاب الصف السابع، وتوصلت الدراسة لفشل الانخراط المعرفي في التنبؤ بإنجازات الطلاب العلمية، وأشارت النتائج إلى وجود ارتباطات موجبة بين متغيرات الكفاءة الذاتية وقيمة المهمة والانخراط المعرفي.

وفي العلوم أيضاً اهتمت دراسة مختار (٢٠٢١) ببحث فاعلية التدريس القائم على التعليم المتمايز في تنمية التحصيل الدراسي والانخراط (المعرفي، والمهاري، والوجداني) في تعلم العلوم لدى طلاب الحلقة الثانية من التعليم الأساسي ذوي السعات العقلية المختلفة بسلطنة عمان، وكذلك دراسة عمر (٢٠١٤) حول أثر استخدام الويب كويست في تدريس العلوم على تنمية الانخراط (المعرفي، والمهاري،

[٤] ورد الانخراط تحت عدة مسميات وهي: الانخراط في المهمة Time on task، والانشغال بالمهمة Task Engagement والانخراط الأكاديمي Academic Engagement، وتم استخدام مصطلح الانخراط Engagement بالبحث لأنه الأكثر شيوعا في عناوين البحوث التربوية العربية والأجنبية.

والوجداني) في التعليم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، ودراسة عبد الفتاح، وأبو غنيمة (٢٠١٨) حول استخدام نموذج مقترح لتدريس العلوم قائم على عمليات إدارة المعرفة، والانخراط في التعلم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، واستخدام بطاقة ملاحظة لقياس ثلاث جوانب للانخراط وهي الانخراط المعرفي، والمهاري، والوجداني، وكذلك دراسة أحمد (٢٠٢٠) من خلال وحدة مصوغة وفقا لاستراتيجية الأبعاد السداسية PDEOED لتنمية الانخراط في تعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

وأيضاً تم الاهتمام بأنشطة التعلم التي يمكن أن تسهم في تنمية الانخراط، مثل دراسة تيرو وأسيت (Terrion & Aceti, 2011) حول تأثير أجهزة الإرسال المحمولة clicker technology التي يستخدمها الطلاب للتصويت في تعليم الكيمياء بالمستوى الأول بالجامعة بكندا على مستوى الانخراط الأكاديمي، وقد توصلت إلى فاعليتها في تنمية أبعاد الانخراط وبصفة خاصة الانخراط المعرفي، أما في تدريس الكيمياء العضوية فاهتمت دراسة (King, 2022) بدور الانخراط في الكيمياء العضوية، من خلال تتبع مسار انخراط الطلاب في سلسلة محاضرات تمهيدية للكيمياء العضوية على مدار جائحة كرونا وتنمية انخراط الطلاب في بيئة عبر الإنترنت، وتوصلت الدراسة إلى أنه على الرغم من تضاؤل الانخراط تدريجيًا على مدار مسار التدريس عبر الإنترنت، ولكن نجحت التدخلات المتعددة في الحفاظ على الإحساس بالانتماء إلى مجتمع الفصل الدراسي وتشجيع الانخراط النشط من خلال مكافأة الطلاب الذين يشاركون في الأنشطة الصفية.

وفي تدريس الكيمياء العامة أيضاً سعت دراسة نايبرت وباربيرا (Naibert & Barbera, 2022) إلى استكشاف انخراط الطلاب فيما يتعلق بأنشطة التعلم النشط المدمجة في الكيمياء العامة، وتم استكشاف الاختلافات في الانخراط بين الطلاب الذين اختاروا العمل على أنشطة التعلم النشط مع الآخرين، وأولئك الذين اختاروا العمل بشكل مستقل، وأشارت النتائج إلى أن الطلاب الذين عملوا مع الآخرين لديهم انخراط سلوكي / معرفي أعلى بشكل ملحوظ من الذين عملوا بمفردهم، ولا توجد دلالات لتنبؤات مهمة لدور الانخراط العاطفي والاجتماعي.

وتم استخدام استراتيجيات لتنمية الانخراط مثل دراسة تشانص وكاسترو (Chans& Castro, 2021) والتي اهتمت باستخدام استراتيجية التلعيب Gamification كاستراتيجية لزيادة الانخراط والاتجاهات لدى طلاب الكيمياء في التعليم العالي بالمكسيك، وتم تحليل الانخراط في بعدين وهما: الانخراط الوجداني، والانخراط المعرفي، وأيضاً دراسة باربي (**Barbee** et al., 2022) حول استخدام النماذج ثلاثية الأبعاد لمساعدة الطلاب على فهم التفاعل بين الأيونات وتأثير ذلك على العبء المعرفي، والانخراط المعرفي.

وكذلك دراسة أنور وآخرون (Anor et al., 2022) والتي هدفت إلى تقييم انخراط الطلاب في درس كيمياء المعرفة الأصلية المتكاملة an integrated indigenous knowledge-chemistry (IIK-CL) lesson (IIK-CL) المصمم باستخدام العمليات المتضمنة في إنتاج عجينة الكسافا (نوع من الخبز في غانا)، وتركز الدراسة على الانخراط السلوكي والعاطفي والمعرفي وتأثيرهم على بناء معرفة الطلاب بالعوامل التي تؤثر على معدل البناء الذري والروابط الكيميائية لطلاب المرحلة الثانوية في غانا، وتم استخدام الرحلات الميدانية وأنشطة التعلم التفاعلية الأخرى، لإشراك الطلاب في التعلم.

واستهدفت بعض الدراسات تقصي العوامل المؤثرة على الانخراط في تعلم العلوم مثل دراسة (Abualrob , 2022) والتي هدفت إلى قياس مدى انخراط طلاب العلوم في الصفين الخامس والتاسع في فصول العلوم، وتم فحص الانخراط بناءً على مجموعة من المتغيرات تضمنت جنس الطلاب، وجنس المعلمين، وتخصص، وخبرة المعلمين، ودرجتهم الأكاديمية للمعلمين، وتشير النتائج إلى أن طلاب الصف الخامس أكثر انخراطاً من طلاب الصف التاسع، وفي تجارب الكيمياء قامت دراسة ووه وووه (Wu & Wu, 2020) بفحص العلاقات بين الفضول المرتبط بالاستقصاء inquiry-related curiosity، وأبعاد الانخراط، وقدرات الاستقصاء، وتم استكشاف كيف أن أبعاد الانخراط كانت مدفوعة بالفضول المتعلق بالاستقصاء ودراسة دور الاستقصاء المرتبط بالفضول العلمي كمؤشر للانخراط، وأظهرت النتائج أن فضول الطلاب كان مرتبطًا بقدراتهم الاستقصائية، وكان للانخراط المعرفي والعاطفي فقط تأثيرات إجمالية كبيرة على قدرات الاستقصاء لدى الطلاب.

من خلال ما سبق عرضه يتضح أهمية الانخراط في تعليم العلوم بصفة عامة وفي تدريس الكيمياء وفروعها بصفة خاصة، وبتأمل الدراسات التي اهتمت به يتضح أن بعض هذه الدراسات اهتمت بجوانب الانخراط الثلاثة (المعرفي، والمهاري، والوجداني) ودراستها مجتمعة مثل دراسات كل من (Terrion & Aceti, 2011; Wu & Wu, 2020; King, 2022; Naibert & Barbera, 2022; Abualrob , 2022) ؛ عمر، ٢٠١٤؛ عبد الفتاح، وأبو غنيمة، ٢٠١٨؛ أحمد، ٢٠٢٠أو دراسة بعد واحد من أبعاد الانخراط مثل دراستي (Bircan, 2015; **Barbee** et al., 2022) وقد اهتمتا بصفة أساسية بدراسة الانخراط المعرفي، كما يتضح اهتمام بعض الدراسات بدراسة الانخراط الأكاديمي وتفاعله مع متغيرات أخرى مثل دراستي كل من (Wu & Wu, 2020; Naibert & Barbera, 2022) أو تأثير بعض المتغيرات الأخرى عليه مثل دراسة (Abualrob , 2022) وبتحليل نتائج بعض تلك الدراسات يتضح اتفاق دراستي كل من (Naibert & Barbera, 2022; Wu & Wu, 2020) على أهمية الانخراط المعرفي بصفة خاصة، ولكن اختلفت الدراستين أيضاً حول دور الانخراط العاطفي فقد أوضحت دراسة (Naibert & Barbera, 2022) أنه لم يتم التوصل إلى دلالات لوجود تنبؤات مهمة على دور الانخراط العاطفي والاجتماعي، في حين أوضحت دراسة (Wu & Wu, 2020) أن الانخراط العاطفي له تأثيرات كبيرة على قدرات استقصاء الطلاب.

واتفقت الدراسات على أن الانخراط يتضمن جانب معرفي، ومهاري، ووجداني، وإن اختلف في بعض مسمياتها، وهو ما دعا العديد من الدراسات في التربية العلمية لتتبني ذلك في مختلف الدراسات التجريبية، ويمكن تفصيل أنواع الانخراط التي تم الاهتمام بها في دراسات التربية العلمية كالتالي:

١) الانخراط المعرفي: وهو استعداد الطالب لتجاوز الحد الأدنى من التوقعات؛ ويبحث هؤلاء الطلاب عن التحديات ويأخذون إتقانهم للموضوع بجدية أكبر، كما يشير الانخراط المعرفي إلى الطلاب في المهام، أو استخدام الاستراتيجيات، أو السعي لتحقيق الإنجاز لتلبية متطلبات مهام التعلم، ويشير الانخراط المعرفي إلى مهارات التعلم الإستراتيجية والتحفيز وحل المشكلات، وإلى تصورات الطلاب أو قيمهم أو مشاعرهم حول أنشطة وبيئات التعلم. (Archambault et al., 2009)

٢) الانخراط المهاري: ويعبر عن مواقف الطلاب واستعدادهم للامتثال لمعايير المدرسة والفصول الدراسية، واتباع تعليمات المعلم؛ كما أنها تمثل الطلاب الذين يكملون المهام والانخراط في الأنشطة

الصفية(Fredricks et al., 2016a) ويتضمن الانخراط المهاري انتباه الطلاب ومثابرتهم واستثمار الوقت. (Archambault et al., 2009)

٣) الانخراط الوجداني: ويركز على مشاعر الطلاب ومكانهم في بيئة التعلم؛ ويعد الملل أو الشعور بالانتماء من بين البؤر الفرعية لهذا المجال (Fredricks et al., 2016a) ويشير الانخراط الوجداني إلى ردود الفعل الإيجابية تجاه المدرسة من ناحية أخرى. (Wu & Wu, 2020)

قياس الانخراط في تعلم العلوم:

على الرغم من صعوبة التوصل إلى توافق في الآراء بشأن تعريف الانخراط، إلا أن هناك منطقة رمادية أكثر عندما يتعلق الأمر بقياسها، فقياس التفاعل يمثل تحدياً لأنه لا توجد أداة واحدة تناسب الجميع للقيام بذلك علاوة على ذلك ستبدو مجالات الانخراط المختلفة مختلفة عبر مجالات المحتوى، وخاصة في العلوم (Sinatra et al., 2015) ويمكن تقييم الانخراط في الطلاب بطرق مختلفة، بسلوكيات يمكن ملاحظتها مثل لغة الجسد، والمشاركة، والثقة، والحماس، بالإضافة إلى السلوكيات التي لا يمكن ملاحظتها مثل الاهتمام الفردي، ووضوح التعلم، والتوجيه، وهذه الخصائص تجعل المتعلم يطور إحساسًا بالانخراط والملكية في عملية التعلم الخاصة به، وهي مقسمة إلى ثلاث فئات رئيسية: المتعة والفائدة والتحدي، بالإضافة إلى المشاعر الشخصية في السياقات المدرسية **(**Chans& Castro, 2021**)** كما تعد المقابلة أداة مهمة لقياس الانخراط، حيث أنها يمكن أن توفر نظرة ثاقبة لأسباب التباين في مستويات المشاركة للمساعدة في فهم سبب مشاركة بعض الطلاب بينما يبدأ الآخرون في الانسحاب من المدرسة.(Fredricks et al., 2016b)

وبصفة أساسية قامت دراسات التربية العلمية باستخدام المقاييس كتقارير ذاتية لقياس الانخراط في التعلم، وقامت دراسة روملو وبوان (Romulo& Buan, 2022) بصفة أساسية بتقديم مقياس للانخراط في العلوم، كما قامت العديد من الدراسات بقياسه أيضاً من خلال استخدام مقاييس معدة لغرض الدراسة مثل دراسات كل من (Wu & Huang, 2007; Terrion & Aceti, 2011; Wu & Wu, 2020; King, 2022; Naibert & Barbera, 2022; Abualrob , 2022) عمر، ٢٠١٤؛ عبد الفتاح، وأبو غنيمة، ٢٠١٨؛ أحمد، ٢٠٢٠)

وقد استفاد البحث الحالي من الدراسات السابقة وأطرها النظرية في بناء مقياس الانخراط في تعلم العلوم، وقد حددت غالبية دراسات التربية العلمية بالمرحلة المتوسطة أن أنواع الانخراط المناسبة هي الانخراط المعرفي، والمهاري، والوجداني. (عمر، ٢٠١٤؛ عبد الفتاح، وأبو غنيمة، ٢٠١٨؛ أحمد، ٢٠٢٠؛ Wu & Huang, 2007)

- **العلاقة بين النمذجة، والإنفوجرافيك، والانخراط، والتمثيل المعرفي:**

إن إمكانية وأهمية التكامل بين الانفوجرافيك مع النمذجة تؤكده دراسة داميانوف وتسانكوف(Damyanov & Tsankov, 2018) حيث اقترحت دراسته النظرية حول أهمية الإنفوجرافيك في النمذجة في التعلم، أن الانفوجرافيك أداة جديدة نسبيًا في العملية التعليمية، والذي يتوافر بالفعل أدوات مناسبة عبر الإنترنت لإنشائه، وهذا يعطي سببًا أنها ستصبح واحدة من الوسائل الرئيسية

للاستيعاب البصري الطبيعي للمعلومات، ولا يجب استخدام الإنفوجرافيك من تلقاء نفسه أو بمعزل، ويستلزم ذلك استخدامه في السياق المنهجي الشامل للتدريس، مثل استخدامه مع النمذجة، أو مزامنته مع طرق التدريس الأخرى المستخدمة، وهذا يجعله عملية متكاملة، والتي تضع عددًا من المتطلبات لنظام تعلم المهارات المعرفية، ويتطلب ذلك إجراء دراسات تجريبية لبحث أهمية التعلم بالنمذجة المعزز بالإنفوجرافيك.

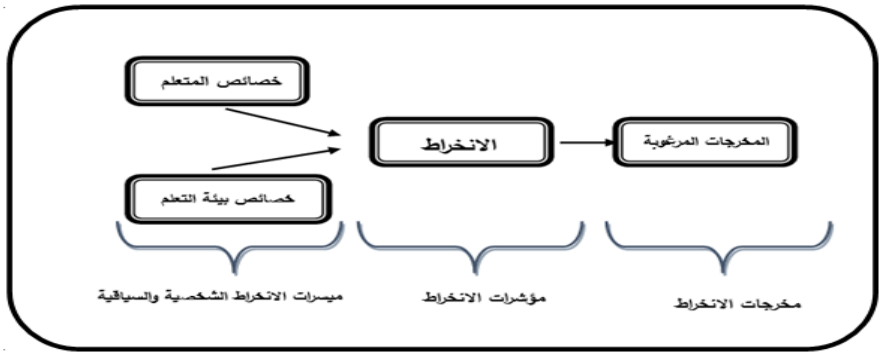
ويمكن أن تتضح العلاقة بين كل من النمذجة، والإنفوجرافيك، والتمثيل المعرفي من خلال أحد المبادئ الهامة التي يعتمد عليها التمثيل المعرفي للمعلومات والتي تتضمن أن خصائص البنية المعرفية التراكمية للمتعلم تتأثر بكيفية استقبال وتخزين المعلومات وتمثيلها داخل النظام المعرفي، وأن استدعاء هذه المعلومات والمعارف تعتمد بصورة كبيرة بطريقة المتعلم في عمل وتشكيل تمثيلاته المعرفية (الزيات، ٢٠٠١) ويمكن أن يستند البحث الحالي لذلك المبدأ والذي يؤكد على أهمية الطريقة التي يتم بها استقبال المعلومات لتشكيل البنية المعرفية، وبالتالي فإن النمذجة، والتي تعتمد في جوهرها على تمثيل المعلومات باستخدام مختلف أنواع النماذج، وكذلك أيضاً تكامل النمذجة مع إحدى الطرق الحديثة لعرض المعلومات ألا وهي الإنفوجرافيك قد يكون لها دور في إنشاء وتنظيم الكيانات المعرفية للمتعلم، كما أن استدعاء المعلومات من البنى المعرفية يعتمد على طريقة المتعلم في تكوين تمثيلاته المعرفية، وقد يلعب الانخراط بمختلف أنواعه أو أنماطه دوراً في ذلك أيضاً.

ويؤكد الزيات، وآخرون (2017) على ذلك بأن الطريقة التي يتم من خلالها تمثيل المعرفة لها تأثير كبير على استرجاع المعارف، مثل مؤثر التتابع والتعاقب الذي يتم من خلاله استقبال وتخزين فقرات المعلومات أو وحدات المعرفة وتأثير ذلك على البنى والتراكيب المعرفية، وتتفق دراسة مبروكة (Mubarokah et al., 2021) على أن طريقة تقديم المعلومات يمكن أن تؤثر أيضًا على تمثيل معرفة شخص ما، والمعلومات المقدمة في تمثيلين، نص وصورة مرئية.

وفيما يرتبط أيضاً بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك ودورها في التمثيل المعرفي فيرى داميانوف وتسانكوف(Damyanov & Tsankov, 2018) أن الثقافة المعاصرة هي ثقافة بصرية، وبالتالي تصبح الصور المرئية هي الشكل السائد للاتصال، وهذا يُوجب على الطلاب قراءة واستخدام اللغة المرئية، لفك الشفرة وتفسيرها، وأخيراً وليس آخراً القيام بترميزها وتأليفها التواصل المرئي الهادف، وأن الجمع بين النمذجة الإنفوجرافيك يزيد من إمكاناتها كوسيلة معرفية.

وفيما يرتبط بالانخراط فإن التحدي الأساسي فيه يكمن في ميسرات الانخراط السياقية، والميسرات هي العوامل السببية السياقية التي يُفترض أنها تؤثر على الانخراط، وتصميم تجربة التعلم، وممارسات التدريس، والتي يمكن أن تزيد من احتمالية انخراط المتعلم، ويجب ألا يتم الخلط بين تلك الميسرات ومؤشرات الانخراط وأنواعه (المعرفي، والمهاري، والوجداني) ويجب العمل على تقييم فئة ممارسات التدريس التي ينتهجها المعلم في التدريس ودورها في الانخراط، وليس فقط تنمية أبعاد الانخراط (Halverson & Graham, 2019) وبالتالي فإن دراسة تأثير التعلم بالنمذجة على الانخراط يعمل على إضافة المزيد من الفهم لتأثير الممارسات التدريسية على الانخراط في تعلم العلوم.

كما تنظر البنائية إلى المعرفة على أنها بناء تم تشكيله بنشاط من قِبل المتعلم، وهذه دعوة للمتعلمين لإنشاء بنى ذات مغزى لهم، ويشير إلى أنه يجب أن يندمج المتعلمون في أنشطة الفصل التي تساعدهم على بناء المعرفة بدلاً من اكتسابها، وتؤكد نظريات التعليم الحالية على الدور المحوري لانخراط الطلاب في بناء المعرفة وفهم المحتوى.(Fredricks et al., 2016a) وهذا قد يتحقق من خلال التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك.



شكل (٢) العلاقة بين الانخراط وميسرات الانخراط ((Halverson& Graham, 2019

الإجراءات المنهجية للبحث:

(أولاً) ضبط وإعداد أدوات البحث:

(١) اختبار ارتباط الكلمات(WAT) في البناء الذري والروابط الكيميائية:

➢ **الهدف من الاختبار:** قياس التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية لتلاميذ الصف الثالث المتوسط.

➢ **وصف بنية الاختبار:** تم بناء الاختبار من خلال الرجوع لبعض الدراسات التي استخدمته في التربية العلمية، ومن هذه الدراسات (Baptista et al, 2019; Milenković et al., 2014; Tweney, 2009; Papageorgiou et al., 2016; Rusmansyah et al., 2021) وذلك للاستفادة من طريقة بناء المقياس وكذلك طريقة تحليل الإجابات، ويعد اختبار ارتباط الكلمات من الاختبارات الأساسية لقياس التمثيل المعرفي، والذي يتكون من نوعين من الأسئلة والتي تتيح كل من التحليل الكمي، والتحليل النوعي، ونوعي الأسئلة هما:

- **أسئلة التحليل الكمي:** وفيه تم تحديد المفاهيم ذات الصلة بفصل "البناء الذري والروابط الكيميائية " والتي تعد بمثابة مفاهيم التحفيزstimulus concepts ، ويطلب من التلاميذ كتابة أكبر عدد من المفاهيم الفرعية المرتبطة بمفهوم التحفيز (المفهوم الرئيس) والتي تعد بمثابة مفاهيم الاستجابة response concepts
- **أسئلة التحليل النوعي**: وفيها يُطلب من التلاميذ كتابة جملة علمية تتضمن مفهوم التحفيز وبعض أو كل مفاهيم الاستجابة.

➢ **طريقة التحليل النوعي:** يتم بناء خريطة تتضمن وضع المفاهيم التحفيزية في إطار مربع ومفاهيم الاستجابة المرتبطة بها بدون إطار، ويتم الربط بينهما بواسطة أسهم وكلما زاد سُمك السهم[٥] دل على زيادة تكراره، وزاد ارتباطه بالمفهوم التحفيزي، ومفاهيم الاستجابة، وهذا يعطي صورة العلاقة بين المفاهيم في البنى المعرفية لدى التلاميذ، وتحليلها في ضوء الجملة التي يكتبها الطلاب والتي تجمع بين الكلمات التحفيزية وكلمات الاستجابة، وفي البحث الحالي قامت الباحثة بتصنيف بيانات التحليل النوعي وفقاً لثلاث مستويات تبعاً لعدد مفاهيم الاستجابة التي قامت التلميذة بالربط بينها في الإجابة على سؤال التحليل النوعي.

➢ **تصحيح الاختبار (أسئلة التحليل الكمي):** يتم تصحيح الأسئلة المرتبطة بالتحليل الكمي من خلال تصحيح الكلمات أوالمفاهيم التي أجابها التلاميذ والتي تعد بمثابة "كلمات الاستجابة" وإعطاء درجة واحدة لكل كلمة ترتبط ارتباطاً صحيحاً بكلمات التحفيز، ونظراً لأن الاختبار ليس له سقف للدرجة النهائية- حيث تكتب التلميذة أكبر عدد من الكلمات أو المفاهيم المرتبطة بكلمة التحفيز- فيتم تحويل الدرجة الخام إلى درجة معيارية معدلة (الدرجة التائية). (علام، ٢٠١٠)

➢ **الصدق الظاهري:** تم عرض الاختبار على السادة المحكمين تخصص مناهج وطرق تدريس العلوم، وكذلك اثنين من معلمي العلوم بالمرحلة الإعدادية بدرجة معلم خبير، وقد تم تعديل الصياغة التي حصلت على نسبة اتفاق أقل من (٩٠%) وتم عمل ما يلزم من تعديلات لبعض الصياغات في ضوء آرائهم.

➢ **الدراسة الاستطلاعية للاختبار (أسئلة التحليل الكمي):** تم إجراء الدراسة الاستطلاعية للاختبار للتحقق من الصدق والثبات على مجموعة مكونة على (٣٠) تلميذة بالصف الثالث المتوسط بمدرسة الخماسين الأولى للبنات بمنطقة الرياض لحساب ما يلي:

- **زمن الاختبار**: تم حساب زمن الاختبار باستخدام معادلة حساب الزمن، (السيد، ١٩٧٨)، وقد بلغ الزمن الكلي لتطبيق الاختبار حوالي (٢٥) دقيقة.

- **ثبات التصحيح**: تم تصحيح الاختبار من قِبل اثنان[٦]، ثم حساب نسبة اتفاق كل منهما على إجمالي مفاهيم الاستجابة المختلفة والتي لا تتناسب مع الكلمات التحفيزية (Baptista et al, 2019) وبلغت نسبة الاتفاق أكثر من (٩٠%).

- **ثبات الاختبار:** تم ذلك باستخدام معامل ألفا كرونباخ، وأوضحت النتائج أن قيمة معامل ثبات الاختبار دالة عند مستوى (α=٠,٠٥)، وبلغت (٠,٦٩) وهي درجة ثبات مقبولة.

➢ **الصورة النهائية للاختبار:** تضمن الاختبار في صورته النهائية خمس كلمات تحفيزية، ويُطلب من التلاميذ الإجابة عليها بكتابة أكبر عدد ممكن من مفاهيم الاستجابة المرتبطة بها، ويليها سؤال لتكوين جملة تتضمن الكلمة التحفيزية والكلمات المرتبطة بها.

⟵ يدل السهم السميك لمفهوم الاستجابة على زيادة عدد التلميذات اللاتي كتبنه من ناحية، وزيادة ارتباطه بالمفهوم التحفيزي من جهة أخرى

٥ ⟵ يدل السهم الرفيع لمفهوم الاستجابة على قلة عدد التلميذات اللاتي كتبنه من ناحية، وقلة ارتباطه بالمفهوم التحفيزي من جهة أخرى

٦ قام بالتحليل الباحثة، وزميلة أخرى مدرس مناهج وطرق تدريس العلوم "الكيمياء"

جدول (٣) الصورة النهائية لوصف اختبار ارتباط الكلمات في البناء الذري والروابط الكيميائية

السؤال	الكلمات التحفيزية	التحليل الكيفي	التحليل الكمي
الأول	البناء الذري	كتابة جملة تتضمن مفهوم البناء الذري مفاهيم الاستجابة	عدد مفاهيم الاستجابة المرتبطة بالبناء الذري
الثاني	الجدول الدوري	كتابة جملة تتضمن مفهوم الجدول الدوري مفاهيم الاستجابة	عدد مفاهيم الاستجابة المرتبطة بالجدول الدوري
الثالث	الرابطة الأيونية	كتابة جملة تتضمن مفهوم الرابطة الأيونية مفاهيم الاستجابة	عدد مفاهيم الاستجابة المرتبطة بالرابطة الأيونية
الرابع	الرابطة التساهمية	كتابة جملة تتضمن مفهوم الرابطة التساهمية مفاهيم الاستجابة	عدد مفاهيم الاستجابة المرتبطة بالرابطة التساهمية
الخامس	الرابطة التساهمية القطبية	كتابة جملة تتضمن مفهوم الرابطة التساهمية القطبية مفاهيم الاستجابة	عدد مفاهيم الاستجابة المرتبطة بالرابطة التساهمية القطبية

(٢) مقياس الانخراط في تعلم العلوم:

إعداد: روموالو وبوان (Romulo & Buan, 2022) (ترجمة الباحثة)

اهتم البحث الحالي بترجمة هذا المقياس لاستخدامه في عمل الصدق التلازمي لمقياس الانخراط في تعلم العلوم، وتم استخدام هذا المقياس في البحث لأنه من المقاييس التي تم بناؤها في العلوم لتلاميذ الصف التاسع، وهو ما يتناسب مع مجموعة الدراسة بالبحث الحالي وهم تلاميذ الصف الثالث المتوسط، كما أن هذه الأداة تم إعدادها خصيصاً في تعلم العلوم، ومن ناحية بناء هذا المقياس فقد اعتمد الباحثان روموالو وبوان Romulo & Buan على بروتوكول المقابلة الشخصية مع التلاميذ كإجراء بحثي لصياغة عبارات المقياس، وقد اعتمد أيضاً في بنائه على العديد من الدراسات الأصيلة والحديثة التي اهتمت بالانخراط في التعلم بوجه عام وفي تعلم العلوم بوجه خاص.

- **الهدف من المقياس:** قياس الانخراط في تعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط.

- **أبعاد المقياس:** تم تحديد أبعاد المقياس في ضوء من خلال قيام الباحث بإجراء مقابلة شخصية لعدد (١٠) من الطلاب، وتضمن المقياس ثلاثة أنواع من الانخراط وهي: الانخراط المعرفي، والمهاري، والوجداني.

- **صياغة مفردات المقياس:** تم صياغة المقياس في صورة عبارات تقريرية ويتم الاستجابة عليها من خلال اختيار الطالب استجابة واحدة من بين أربع استجابات (دائماً- أحياناً- نادراً- ابداً) ويتضمن المقياس (١٥) عبارة موزعة على الأبعاد الثلاثة للمقياس، بما يشمل (٥) عبارات للانخراط المعرفي، و(٦) عبارات للانخراط العاطفي، و(٤) عبارات للانخراط المهاري.

- **الصدق الظاهري:** من خلال عرض المقياس بعد ترجمته على السادة المحكمين، للتأكد من صحة الترجمة، وكذلك مناسبة العبارات وانتمائها لكل بعد من أبعاد الانخراط، وتم تعديل ترجمة صياغة بعض العبارات فقط، ولم يتم حذف أياً منها، حيث بلغت نسبة الاتفاق بين المحكمين أكثر من (٩٠%).

➢ **الدراسة الاستطلاعية للمقياس:** تم إجراء الدراسة الاستطلاعية على مجموعة مكونة من (٣٧) تلميذة بالصف الثالث المتوسط بمدرسة الخماسين الأولى للبنات بمنطقة الرياض التعليمية بالسعودية.

أ) **صدق المقياس:** تم التأكد من صدق المقياس بطريقتين كالتالي:

- **صدق التكوين:** من خلال حساب صدق الاتساق الداخلي للمقياس من خلال إيجاد معاملات الارتباط بين درجة كل بعد من أبعاد المقياس مع الدرجة الكلية للمقياس، وأوضحت النتائج أن جميع قيم معامل الارتباط دالة عند مستوى (α=٠,٠٥)، وانحصرت قيم معاملات الارتباط بين (٠,٧١- ٠,٧٩) مما يدل على أن المقياس له درجة صدق مقبولة، والنتائج كما بالجدول التالي:

جدول (٤) معاملات الارتباط بين كل بعد والدرجة الكلية لمقياس الانخراط في تعلم العلوم لروموولو وبوان (Romulo & Buan, 2022)

م	الأنواع	معامل الارتباط[٧]
١.	المعرفى	*٠,٧٩
٢.	المهارى	*٠,٧٢
٣.	الوجدانى	*٠,٧١
	المقياس ككل	*٠,٧٤

ب) ثبات المقياس: تحقق معدوا المقياس من ثبات عباراته من خلال حساب قيم معاملات الارتباط والتي بلغت (٠,٧١، ٠,٦٣، ٠,٧٥، ٠,٦٧) لكل من الانخراط المعرفي، والمهاري، والوجداني، والمقياس ككل بالترتيب، وتم حساب الثبات للمقياس في البحث الحالي باستخدام معامل ألف كرونباخ، وأوضحت النتائج أن جميع قيم معاملات ثبات المقياس دالة عند مستوى (α=٠,٠٥)، وانحصرت قيم معاملات الثبات بين (٠,٦٨- ٠,٧٢) مما يدل على أن المقياس له درجة ثبات مقبولة، والنتائج كما بالجدول التالي:

جدول (٥) معاملات ثبات مقياس الانخراط في تعلم العلوم باستخدام معامل ألفا كرونباخ.

م	الأنواع	معامل الارتباط
١.	المعرفى	*٠٧١
٢.	المهارى	*٠,٧٢
٣.	الوجدانى	*٠,٦٧
	المقياس ككل	*٠,٦٨

➢ **درجة المقياس:** تضمن المقياس في صورته النهائية (١٥) عبارة موزعة على ثلاثة أبعاد، ولكل عبارة أربع استجابات، وبالتالي تكون أعلى درجة للمقياس هي (٦٠) درجة وأقل درجة هي (١٥) درجة.

[٧] * دالة عند مستوى (٠,٠٥)

(٣) إعداد مقياس الانخراط في تعلم العلوم: (إعداد الباحثة)

- **الهدف من المقياس:** قياس الانخراط في تعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط.

- **تحديد أبعاد المقياس:** تم تحديد أبعاد المقياس في ضوء عدد من الدراسات السابقة التي اهتمت بقياس، أو تنمية الانخراط الأكاديمي في العلوم بمختلف فروعها، مثل دراسات كل من (Wu & Huang, 2007; Terrion & Aceti, 2011; Fredricks et al., 2016 Wu & Wu, 2020; King, 2022; Naibert & Barbera, 2022; Abualrob , 2022) وقد تضمن المقياس ثلاثة ابعاد للانخراط والتي اتفقت عليها أغلب الدراسات وهي: الانخراط المعرفي، والمهاري، والوجداني.

- **صياغة مفردات المقياس:** تم صياغة المقياس في صورة عبارات تقريرية ويتم الاستجابة عليها من خلال اختيار الطالب استجابة واحدة من بين خمس استجابات (دائماً- كثيراً- أحياناً- نادراً- ابداً) وتضمن المقياس في صورته الأولية على (٣٦) عبارة موزعة على الأبعاد الثلاثة للمقياس.

- **الصدق الظاهري:** من خلال عرض المقياس بصورته المبدئية على السادة المحكمين، والذي تضمن (٣٦) عبارة، وتم حذف العبارات التي حصلت على نسبة اتفاق أقل من (٩٠%) وتم عمل ما يلزم من تعديلات في ضوء أراءهم.

- **الدراسة الاستطلاعية للمقياس:** تم إجراء الدراسة الاستطلاعية على مجموعة مكونة من (٣٧) تلميذة بالصف الثالث المتوسط بمدرسة الخماسين الأولى للبنات بمنطقة الرياض التعليمية بالسعودية.

صدق المقياس: تم التأكد من صدق المقياس بطريقتين كالتالي:

- **صدق التكوين**: من خلال حساب صدق الاتساق الداخلي للمقياس من خلال إيجاد معاملات الارتباط بين درجة كل بعد من أبعاد المقياس مع الدرجة الكلية للمقياس، وأوضحت النتائج أن جميع قيم معامل الارتباط دالة عند مستوى (α=٠,٠٥)، وانحصرت قيم معاملات الارتباط بين بين (٠,٧٥- ٠,٨١) مما يدل على أن المقياس له درجة صدق مقبولة، والنتائج كما بالجدول التالي:

جدول (٦) معاملات الارتباط بين كل بعد والدرجة الكلية لمقياس الانخراط الأكاديمي

م	الأنواع	معامل الارتباط
١.	المعرفى	*٠,٨١
٢.	المهارى	*٠,٧٦
٣.	الوجدانى	*٠,٧٩
	المقياس ككل	*٠,٧٥

- **الصدق التلازمي (المصاحب):** وذلك بحساب قيمة معامل الارتباط بين درجات مجموعة الدراسة الاستطلاعية على الدرجة الكلية لمقياس الانخراط في تعلم العلوم إعداد: روملو وبوان (Romulo & Buan, 2022)، ومقياس الانخراط في تعلم العلوم وأوضحت النتائج أن جميع قيم معامل الارتباط دالة عند مستوى (α=٠,٠٥)، وانحصرت قيم معاملات الارتباط بين (٠,٦٥- ٠,٧٣) مما يدل على أن المقياس له درجة صدق مقبولة، والنتائج بالجدول التالي:

جدول (٧) معاملات الارتباط بين مقياس الانخراط في تعلم العلوم روموللو وبوان (Romulo & Buan, 2022) ومقياس الانخراط في تعلم العلوم (من إعداد الباحثة)

م	الأنواع	معامل الارتباط
	المعرفي	*٠,٦٩
١.	المهاري	*٠,٧٣
٢.	الوجداني	*٠,٦٥
٣.	المقياس ككل	*٠,٦٨

ب) ثبات المقياس: تم حساب الثبات للمقياس باستخدام معامل ألف كرونباخ، وأوضحت النتائج أن جميع قيم معاملات ثبات المقياس دالة عند مستوى (α=٠,٠٥)، وانحصرت قيم معاملات الثبات بين (٠,٦٩- ٠,٧٢) مما يدل على أن المقياس له درجة ثبات مقبولة، والنتائج كما بالجدول التالي:

جدول (٨) معاملات ثبات مقياس الانخراط في تعلم العلوم باستخدام معامل ألفا كرونباخ.

م	الأنواع	معامل الارتباط
	المعرفي	*٠,٧٢
١.	المهاري	*٠,٧١
٢.	الوجداني	*٠,٦٩
٣.	المقياس ككل	*٠,٧٠

- **الصورة النهائية للمقياس**: تضمن المقياس في صورته النهائية (٣٣) عبارة موزعة على ثلاثة أبعاد، وبالتالي تكون أعلى درجة للمقياس هي (١٦٥) درجة وأقل درجة هي (٣٣) درجة.

جدول (٩) وصف مقياس الانخراط في تعلم العلوم

أنواع الانخراط	العبارات الموجبة	العبارات السالبة	المجموع
المعرفي	١، ٢، ٣، ٥، ٦، ٧، ٩، ١١	٤، ٨، ١٠	١١
المهاري	١٢، ١٣، ١٤، ١٦، ١٨، ١٩، ٢١	١٥، ١٧، ٢٠، ٢٢	١١
الوجداني	٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٧، ٣٠	٢٧، ٢٩، ٣٠، ٣٢، ٣٣	١١
المقياس ككل	٢٢	١١	٣٣

(٤) المقابلة الجماعية شبه المنظمة والمركزة لقياس الانخراط في تعلم العلوم:

- **الهدف من المقابلة:** استكشاف دور كل من التعلم بالنمذجة والتعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك على تنمية الانخراط في تعلم العلوم لتلاميذ الصف الثالث المتوسط، وبالتالي الإجابة على أسئلة التحليل النوعي للدراسة، حيث إن المقابلات يمكن أن توفر وصفًا وصفيًا تفصيليًا لكيفية بناء الطلاب لمعنى حول تجاربهم المدرسية، والعوامل السياقية الأكثر بروزًا.

- **وصف المقابلة:** تضمنت المقابلة مقدمة للتلاميذ حول الهدف من المقابلة، والشكر على الموافقة على حضورها، وتسجيلها، وعرض تعليماتها، وتضمنت المقابلة (٧) أسئلة، منهم (٥) أسئلة مفتوحة النهاية، وسؤالين مغلقين من خلال الإجابة عليهما بنعم أو لا، للكشف عن انخراط التلاميذ في تعلم العلوم والتي

اهتمت بشكل أساسي بالتركيز على دور المعالجة التدريسية (التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك) في تنمية الانخراط.

- **تطبيق المقابلة:** تم إجراء المقابلة بعد الانتهاء من التدريس وفق التعلم بالنمذجة للمجموعة التجريبية الأولى، والتعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك للمجموعة التجريبية الثانية، وذلك مع مجموعة من التلميذات، والتي بلغت (١١) تلميذة للمجموعة التجريبية الأولى، و(١٠) تلميذات للمجموعة التجريبية الثانية، وقامت الباحثة بإجراء المقابلة وتسجيلها مع التلميذات، وذلك بعد الانتهاء من تدريس البناء الذري والروابط الكيميائية وفق المعالجتين التدريسيتين (التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك).

- **زمن المقابلة:** امتد وقت المقابلة الجماعية مع تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى (التعلم بالنمذجة) إلى حوالي ٤٥ دقيقة، أما المجموعة التجريبية الثانية (النمذجة المعززة بالإنفوجرافيك) إلى حوالي ٤٠ دقيقة.

- **تحليل بيانات المقابلة**[٨]**:** تم تسجيل المقابلة، وتشفير استجابات التلاميذ بإعطائهن أرقام من (١-١١) في نتائج التحليل النوعي، وتبع ذلك القيام بتفريغ محتواها، وتم تحليل بيانات المقابلة من خلال اتباع أربع خطوات وهي[٩]:

- يتم قراءة النسخة الكاملة لتفريغ محتوى المقابلة عدة مرات لتطوير إحساس شامل بالبيانات النوعية وتحديد العبارات البارزة.
- تقسيم التسجيل إلى مقاطع للمحادثة، وتم أخذ المقطع كوحدة للتحليل، من خلال استخدام برنامج MAXQDA[١٠] للتحليل النوعي.
- إنشاء ثلاثة أكواد رئيسية يتم من خلالها تحليل المقاطع الخاصة بالاستجابات وتطبيقها كترميز لأنواع الانخراط الثلاثة (المعرفية والمهارية والوجدانية).
- تحليل الاستجابات وفقاً للثلاث أكواد الرئيسية لفحص تصورات التلميذات المتعمقة حول دور التعلم بالنمذجة في تنمية الانخراط في تعلم العلوم لكل من المجموعتين التجريبيتين.

(ثانياً) إعداد مواد التعلم، وآليات التطبيق:

(١) إعداد دليليّ المعلم:

تم إعداد دليلين للمعلم في كتاب العلوم بالفصل الدراسي الثاني والمقرر للصف الثالث المتوسط بالسعودية بالفصل السابع بعنوان "البناء الذري والروابط الكيميائية"، دليل المعلم (١) لتطبيق التعلم بالنمذجة وقد تضمن الدليل المقدمة، وتوجيهات عامة للمعلم، وخطوات التعلم بالنمذجة، ونبذة حول الانخراط في تعلم العلوم، والتمثيل المعرفي، كما تضمن أيضاً الخطة الزمنية اللازمة للتدريس، وعرض الدروس وفق التعلم بالنمذجة، والذي يسير وفق أربع خطوات، ودليل المعلم (٢) والذي يتضمن التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، والذي يسير وفق خمس خطوات، حيث تتضمن الخطوة الخامسة

[٨] ملحق مقطعي التسجيلين الصوتيين للمقابلتين للمجموعتين التجريبيتين وتفريغهما

[9] Shank, G. (2006). Qualitative research: A personal skills approach. Pearson Merrill Prentice Hall.

[١٠] أحد برامج التحليل النوعي للبيانات والتي تعتمد على تكويد البيانات لتسهيل عملية التحليل.

تعزيز مفاهيم التعلم باستخدام الانفوجرافيك، والإنفوجرافيك هنا لا تقوم التلميذات بإعداده، ولكن يتم إعداده مسبقاً ويتم عرضه أثناء خطوات التعلم بالنمذجة.

جدول (١٠) الخطة الزمنية لتدريس موضوعات

العنوان الرئيس	العنوان الفرعي	عدد الحصص
الدرس الأول اتحاد الذرات	البناء الذري	١
	ترتيب الإلكترونات	١
	تصنيف العناصر (عائلات العناصر)	٢
الدرس الثاني الروابط الكيميائية	الرابط الأيونية	٢
	الرابطة الفلزية	١
	الرابطة التساهمية	١
	الجزيئات القطبية والجزيئات غير القطبية	١
	المجموع	٩

(٢) إعداد أوراق عمل التلميذ:

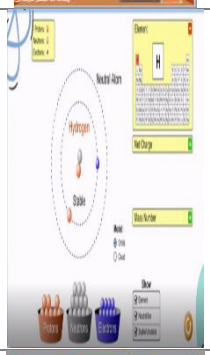
تم إعداد أوراق العمل للتلاميذ في كتاب العلوم بالفصل الدراسي الثاني والمقرر للصف الثالث المتوسط بالسعودية بالفصل السابع بعنوان "البناء الذري والروابط الكيميائية"، وشمل ذلك أوراق العمل التي تتوافق مع التعلم بالنمذجة، وأوراق العمل التي تتوافق مع التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، وتضمنت أوراق العمل أنشطة فردية وجماعية، وقد تضمن كل درس من ٤-٦أوراق عمل.

(٣) إعداد الإنفوجرافيك:

قامت الباحثة بإعداد الإنفوجرافيك باستخدام برنامج كانفا Canvaحيث إنه برنامج متميز لإنتاج الانفوجرافيك، والذي يحتوى على الكثير من القوالب والأدوات المجانية التي تساعد في عمل تصميمات ثابتة ومتحركة للإنفوجرافيك بشكل مجاني، كما أنه يتيح إمكانية تنزيل المشروعات التي تم إنشاؤها بالعديد من أنواع الملفات (Pdf للطباعة، Pdfرقمي، MP4، PNG، JPG) ، وقد تم دعم كل من دليل المعلم (٢) بصور ملصقات الانفوجرافيك، وكذلك برموز مسح (باركود) لاستخدام الانفوجرافيك المتحرك (حيث لا يتضمن ملفات pdf إظهار تلك الميزة) ، وكذلك تم تضمينه بشكل مطبوع في أوراق عمل التلاميذ للمجموعة التجريبية الثانية[١١] وتم تصميم الملصقات وفق خطوات التصميم العامة (ADDIE)، وبلغ عدد ملصقات الإنفوجرافيك التي تم تصميمها في البحث (٢٤) ملصق رأسي، وهي من نوع الانفوجرافيك المتحرك الذي يتضمن الحركة باستخدام الأسهم، والعناصر المتحركة التي تُظهر دوران الالكترونات والسحابة الإلكترونية، وتم عرضها على اثنان من المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم، وإجراء بعض التعديلات، والجدول التالي يوضح وصف الملصقات.

[١١] تم ارفاق ملحق للإنفوجرافيك المستخدم في البحث في ملحق إلكتروني في نوع ملفات فيديو (Mp4) لسهولة الاطلاع والاستخدام.

جدول (١١) توزيع أعداد ملصقات الإنفوجرافيك وامثلة لها

الدرس	عدد الملصقات	مثال	الدرس	عدد الملصقات	مثال
البناء الذري	٤		الرابطة الأيونية	٣	
ترتيب الإلكترونات	٢		الجدول الدوري للعناصر		
تصنيف العناصر	٤		الرابطة التساهمية	٤	
الجزيئات القطبية	٤		الرابطة الفلزية	٣	

(ثالثاً) إجراءات تطبيق البحث:

(١)**اختيار مجموعات البحث:** شمل البحث (٩٨) تلميذة، والتي تنقسم لثلاث مجموعات بثلاث مدارس بمنطقة الرياض التعليمية بالسعودية، وقد تضمنت المجموعة التجريبية الأولي (٣٢) تلميذة بمدرسة متوسطة الخماسين الأولي، والمجموعة التجريبية الثانية (٣٢) تلميذة بمدرسة متوسطة الخماسين الثانية، والمجموعة الضابطة (٣٤) تلميذة بمدرسة متوسطة اللدام الاولي.

(٢) التحقق من تكافؤ المجموعات الثلاث (التجريبيتين، والضابطة) في مقياس الانخراط في تعلم العلوم:

تم تطبيق مقياس الانخراط في تعلم العلوم قبلياً على المجموعات الثلاث وهي التجريبيتين الأولى والثانية، والمجموعة الضابطة، وللتحقق من تكافؤ المجموعات الثلاث في القياس القبلي تم استخدام تحليل التباين الأحادي(One way-ANOVA) ، والنتائج في الجدول التالي:

جدول (١٢) تحليل التباين الأحادي للثلاث مجموعات في مقياس الانخراط في تعلم العلوم

المجموعات	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	متوسط المربعات بين المجموعات	متوسط المربعات داخل المجموعات	قيمة ف
المجموعة التجريبية الأولى	٣٢	٩٦,٤٤	٢,٥٠			
المجموعة التجريبية الثانية	٣٢	٩٦,٠٣	٢,٦٢	١,٥٣	٥,٨٨	٠,٢٦١
المجموعة الضابطة	٣٤	٩٦,١٣	٢,١٢			

من الجدول (١٢) يتضح ان قيمة "ف" غير دالة، وبالتالي لا يوجد فروق بين متوسطات المجموعتين التجريبيتين والمجموعة الضابطة في مقياس الانخراط في تعلم العلوم في التطبيق القبلي.

(٣) التحقق من تكافؤ الثلاث مجموعات (التجريبيتين، والضابطة) في اختبار ارتباط الكلمات (أسئلة التحليل الكمي)

تم تطبيق اختبار ارتباط الكلمات (أسئلة التحليل الكمي) لقياس التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية قبلياً على كل من المجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية، والمجموعة الضابطة، وللتحقق من تكافؤ المجموعات الثلاث في القياس القبلي تم استخدام اختبار تحليل التباين الأحادي للمجموعات الثلاث (بعد تحويل الدرجات الخام إلى درجة معيارية معدلة) والنتائج في الجدول التالي:

جدول (١٣) تحليل التباين الأحادي للمجموعات الثلاث في اختبار ارتباط الكلمات

المجموعات	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	متوسط المربعات بين المجموعات	متوسط المربعات داخل المجموعات	قيمة ف
المجموعة التجريبية الأولى	٣٢	١٥,٨٨	١,٠٤			
المجموعة التجريبية الثانية	٣٢	١٦,١٩	٠,٩٣			
المجموعة الضابطة	٣٤	١٥,٩١	١,٠٩	٠,٩٣٣	١,٠٤	٠,٨٩٤

من الجدول (١٣) يتضح ان قيمة "ف" غير دالة، وبالتالي لا يوجد فروق بين متوسطات المجموعتين التجريبيتين والمجموعة الضابطة في اختبار ارتباط الكلمات (أسئلة التحليل الكمي).

(٤)تنفيذ تجربة البحث:

قامت الباحثة بأخذ الموافقات الرسمية للتطبيق، وقامت بالتدريس للمجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية.

نتائج البحث[١٢]:

لاستعراض النتائج سيتم التطرق لنتائج التحليل الكمي، وتفسيرها، ويتبع ذلك نتائج التحليل النوعي، وتفسيرها، ويلي ذلك تفسيرات التكامل بين كل من نتائج التحليل الكمي والنوعي.

(أولاً) عرض نتائج التحليل الكمي:

- نتائج السؤال البحثي الأول: للإجابة على السؤال البحثي الأول والذي نص على "ما أثر كل من التعلم بالنمذجة، والتعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، والطريقة المعتادة على تنمية الانخراط في تعلم العلوم لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط؟" تم استخدام اختبار تحليل التباين الأحادي، وكانت النتائج كالتالي:

جدول (١٤) تحليل التباين الأحادي للمجموعات الثلاث في مقياس الانخراط في تعلم العلوم

المجموعات	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	متوسط المربعات بين المجموعات	متوسط المربعات داخل المجموعات	قيمة ف	حجم الأثر η2
المجموعة التجريبية الأولى	٣٢	١٣٣,٥٣	١٣,٦١	١٥٠٣,١٥	١٥٤,٨٤	*٩٧,٢	٠,٦٧
المجموعة التجريبية الثانية	٣٢	١٣٦,٢٢	١٥,٣٦				
المجموعة الضابطة	٣٤	٩٧,٥٤	٦,٤٣				

من الجدول (١٤) يتضح ما يلي:

- توجد قيمة تأثير مرتفعة بلغت (٠,٦٧) (علام، ٢٠١٠) مما يشير إلى وجود تأثير للمعالجة التجريبية في تنمية الانخراط في تعلم العلوم.

- أن قيمة (ف) بلغت (٩٧,٢) وهي قيمة دالة عند مستوى (٠,٠٥) أي أنه توجد فروق بين المجموعات الثلاث في مقياس الانخراط في تعلم العلوم، وبذلك يتم رفض الفرض الأول للدراسة، وللتعرف على اتجاه الفروق تم استخدام اختبار شيفيه Scheffe للمقارنات البعدية، والنتائج كما بالجدول التالي:

[١٢] تم استخدام برنامج spss الإصدار (١٧) في إجراء التحليل الإحصائي

جدول (١٥) المقارنات البعدية باستخدام اختبار شيفيه للمجموعات الثلاث في مقياس الانخراط في تعلم العلوم

المجموعة(I)	المجموعة (J)	فرق المتوسطات(I-J)	الدلالة
المجموعة التجريبية (١) ن= ٣٢	المجموعة التجريبية (٢)	٢,٦٩-	غير دالة
	المجموعة الضابطة	*٣٦,٠	دالة
المجموعة التجريبية (٢) ن=٣٢	المجموعة التجريبية (١)	٢,٦٩	غير دالة
	المجموعة الضابطة	*٣٨,٦٩	دالة
المجموعة الضابطة ن=٣٤	المجموعة التجريبية (١)	*٣٦,٠-	دالة
	المجموعة التجريبية (٢)	*٣٨,٦٩-	دالة

من الجدول (١٥) يتضح ما يلي:

- لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعة التجريبية (١)، والمجموعة التجريبية (٢) في مقياس الانخراط في تعلم العلوم.
- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعة التجريبية (١) والمجموعة الضابطة لصالح المجموعة التجريبية (١) في مقياس الانخراط في تعلم العلوم.
- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعة التجريبية (٢) والمجموعة الضابطة لصالح المجموعة التجريبية (٢) في مقياس الانخراط في تعلم العلوم.

وتتفق تلك النتائج مع دراسات كل من (Chans& Castro, 2021; **Barbee** et al., 2022; Anor et al., 2022; مختار، ٢٠٢١؛ أحمد، ٢٠٢٠) في أن استراتيجيات التدريس يمكن أن تساهم في تنمية الانخراط في تعلم العلوم، ويمكن تفسير ذلك كالتالي:

وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين كل من التعلم بالنمذجة (المجموعة التجريبية الأولى)، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك(المجموعة التجريبية الثانية)، والطريقة المعتادة (المجموعة الضابطة) لصالح كل من المجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية في تنمية الانخراط في تعلم العلوم قد يرجع إلى أن استراتيجية التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك تم التأكيد في كل منهما على قيام المتعلم بتشكيل المعرفة، ففي كل من المجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية، تم تقسيم التلميذات إلى مجموعات تعلم متعاونة في بناء نماذج للبناء الذري وللروابط الكيميائية، وهذا ساعد على اندماج التلميذات في أنشطة الفصل التي تساعدهم على بناء المعرفة بدلاً من اكتسابها، وكان له دوراً محورياً لتنمية الانخراط وأبعاده.

وقدم البحث الحالي التعلم بالنمذجة في أربع مراحل وهي: إجراء الملاحظات وجمع الخبرات حول الظاهرة قيد الدراسة، وبناء نموذج للظاهرة القائمة على تلك الملاحظات والتجارب، وتقييم النموذج مقابل معايير الفائدة والقدرة التنبؤية أو الكفاية التفسيرية، ومراجعة النموذج وتطبيقه في المواقف الجديدة، وقد ساعدت تلك الخطوات بشكل متكامل في تنمية انخراط التلميذات في أنشطة التعلم، وقد تم دعم انخراط التلميذات في تلك الخطوات في كل من دليل المعلم، وأوراق العمل.

ويمكن تفسير ذلك أيضاً في أن التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك ساعدا على تنمية الانخراط المعرفي حيث دعمت أنشطة التعلم المدرجة في أوراق العمل تحدى تفكير التلميذات مثل رسم شكل الروابط الكيميائية، وكذلك القيام باستخدام الأدوات المتاحة لعمل نماذج ذرية لبعض العناصر والمركبات، وكذلك للروابط الكيميائية، والبحث عن إتقانهم للموضوع بجدية أكبر، كما دعمت المناقشات التي تقوم بها المعلمة الاستراتيجيات المعرفية لديهن في أداء المهام، وتقييم التلميذات للنماذج التي قمن بتصميمها ساعدتهم على السعي لتحقيق الإنجاز لتلبية متطلبات مهام التعلم، كما أن أوراق العمل تضمنت العديد من الأسئلة التي ترتبط ببنية النماذج وتفسيراتها العلمية مما دعم مهارات التعلم الإستراتيجية والتحفيز وحل المشكلات لديهن.

وفيما يتعلق بالانخراط المهاري، فقد يرجع ذلك إلى ممارسة التلميذات لأنشطة بناء النماذج، وامتثالهن لتعليمات المعلمة ويعبر عن استعداد التلميذات للامتثال لمعايير المدرسة والفصول الدراسية، وانخراطهن في تنفيذ الأنشطة في مجموعات متعاونة، وتنافسهن في بناء نماذج تعبر بصورة صحيحة عن موضوع التعلم، وكذلك استثمار وقت التعلم للانتهاء من النموذج قبل انتهاء وقت الحصة، ومثابرتهن في بناء نماذج صحيحة لأنه في نهاية بناء النموذج سيتم تقييم شرحه لموضوع التعلم، وإمكانية تحسينه.

وفيما يرتبط بالانخراط الوجداني فقد ساهم التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك على الاهتمام بمشاعر التلميذات في بيئة التعلم، فقيامهن ببناء النماذج قد يساعد على التغلب على الملل، والشعور بمتعة التعلم، وتحقيق الانتماء لمجموعة التعلم، وبالتالي كان ذلك له مردود إيجابي تجاه التعلم في فصول العلوم.

ويمكن تفسير عدم وجود فروق بين المجموعتين التجريبيتين في أن المرحلة الخامسة المتضمنة في التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك لم تدعم انخراط التلميذات فهي تعتمد بشكل أكبر على جهد المعلم في عرض ملصقات الإنفوجرافيك، وبالنظر للنتائج بشكل أعمق فيتضح أيضاً أنه على الرغم من عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين التجريبيتين ، إلا أن ارتفاع قيمة متوسط الدرجات للمجموعة التجريبية الثانية قد يرجع إلى أن الإنفوجرافيك عمل كميسر للتعلم، مما انعكس على انخراط بعض التلميذات، ويتفق ذلك مع دراسة (Gulińska et al., 2017) والتي استخدمت تقنية الإنفوجرافيك متكاملة مع استراتيجيات تدريسية، والتي اهتمت بالتعرف على دور التعلم القائم على حل المشكلات باستخدام الكتاب المدرسي التقليدي وطريقة التعلم القائم على المشكلات المدعومة بالإنفوجرافيك، وقد توصلت لفاعلية التعلم القائم على المشكلات المدعومة بالإنفوجرافيك، وهذا يتناسب أيضاً مع ما أوضحه ميشيل وآخرون(Mitchell et al., 2017) أن كل من التفاعل والمرئيات الممتعة تزيد من رضا المتعلم ومشاركته في التعلم في نفس الوقت.

وعلى الجانب الأخر فإن الطريقة المعتادة في التدريس لم تساعد التلميذات على الانخراط في التعلم في أبعاده الثلاثة (المعرفي، والمهاري، والوجداني) وفيها تكون التلميذة متلقية سلبية للمعلومات التي تسردها المعلمة حول البناء الذري والروابط الكيميائية، وعدم إعطاء الفرصة للتلميذات لممارسة الأنشطة التي تساعد على اندماجهن في التعلم في حصص العلوم، مما قد يبعث على الملل، وعدم تحقيق متعة التعلم (الانخراط الوجداني)، أو تنمية الاستراتيجيات المعرفية للاندماج في تعلم العلوم (الانخراط المعرفي)، وكذلك تلقى المعلومات دون المشاركة في أنشطة ترتبط بالتعلم (الانخراط المهاري).

- **عرض نتائج السؤال البحثي الثاني:** للإجابة على السؤال البحثي الثاني والذي نص على "ما أثر كل من التعلم بالنمذجة، والتعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، والطريقة المعتادة على تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط؟" تم استخدام اختبار تحليل التباين الأحادي، وكانت النتائج كالتالي:

جدول (١٦) تحليل التباين الأحادي للثلاث مجموعات في اختبار التمثيل المعرفي

المجموعات	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	متوسط المربعات بين المجموعات	متوسط المربعات داخل المجموعات	قيمة *ف*	حجم الأثر η2
المجموعة التجريبية الأولى	٣٢	٣٢,٦٦	٨,٠٩	٢٥٣٥,٩١	٣٨٩٤,٨٤	*٣٠,٩٣	
المجموعة التجريبية الثانية	٣٢	٣٨,١٣	٧,٦٤				٠,٤
المجموعة الضابطة	٣٤	٢٥,٧٦	١,٣٠				

من الجدول (١٦) يتضح أن:

- قيمة تأثير مرتفعة بلغت (٠,٤) (علام، ٢٠١٠) مما يشير إلى وجود تأثير للمعالجة التجريبية في تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية.

- بلغت قيمة "ف" (٣٠,٩٣) وهي قيمة دالة عند مستوى (٠,٠٥) أي أنه توجد فروق بين المجموعات في اختبار التمثيل المعرفي، وبذلك تم رفض الفرض الثاني للدراسة، وللتعرف على اتجاه الفروق تم استخدام اختبار شيفيه Scheffe للمقارنات البعدية، والنتائج كما بالجدول التالي:

جدول (١٧) المقارنات البعدية باستخدام اختبار شيفيه للمجموعات الثلاث في اختبار التمثيل المعرفي

المجموعة (I)	*المجموعة (J)*	*فرق المتوسطات (I-J)*	*الدلالة*
المجموعة التجريبية (١)	المجموعة التجريبية (٢)	-٥,٤٧*	دالة
ن= ٣٢	المجموعة الضابطة	٦,٨٩*	دالة
المجموعة التجريبية (٢)	المجموعة التجريبية (١)	٥,٤٧*	دالة
ن=٣٢	المجموعة الضابطة	١٢,٣٦*	دالة
المجموعة الضابطة	المجموعة التجريبية (١)	-٦,٨٩*	دالة
ن=٣٤	المجموعة التجريبية (٢)	-١٢,٣٦*	دالة

من الجدول (١٧) يتضح ما يلي:

- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعة التجريبية (١) والمجموعة الضابطة في مقياس التمثيل المعرفي لصالح المجموعة التجريبية (١).

- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعة التجريبية (١)، والمجموعة التجريبية (٢) في مقياس التمثيل المعرفي لصالح المجموعة التجريبية (٢) ذات المتوسط الأعلى.
- يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعة التجريبية (٢) والمجموعة الضابطة في مقياس التمثيل المعرفي لصالح المجموعة التجريبية (٢).

وتتفق تلك النتائج مع دراسات كل من (حمد، ٢٠٢٢؛ منصور، ٢٠٢٠؛ الغراوي، وهادي، ٢٠٢٠؛ ضايع، ٢٠١٨) وأيضاً مع دراسات (Van den Broek, 2010 ;Rusmansyah et al., 2021) في إمكانية استخدام استراتيجيات تدريسية في تنمية التمثيل المعرفي في العلوم.

كما تتفق أيضاً مع دراسات عبد الحميد، وآخرون (٢٠٢٠) وأيضاً دراسة دي أوليفيرا (De Oliveira et al., 2016) في إمكانية توظيف الانفوجرافيك في تنمية العديد من جوانب التعلم

ويمكن تفسير ذلك كالتالي:

وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعة التجريبية الأولى، والمجموعة التجريبية الثانية، والمجموعة الضابطة في اختبار ارتباط الكلمات لقياس التمثيل المعرفي لصالح كل من المجموعتين التجريبيتين الأولى، والثانية، قد يرجع إلى اهتمام التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك بالدمج بين ما تستقبله التلميذات من معارف وخبرات جديدة مع ما لديهن من معلومات ومعارف سابقة، وبالتالي دعم عملية بناء للمعرفة كعملية نشطة حيث يكون التفاعل بين الطلاب والبيئة أمرًا أساسيًا، بالإضافة إلى خبراتهم الحياتية والسابقة (المرحلة الأولى: إجراء الملاحظات وجمع الخبرات حول الظاهرة قيد الدراسة) وقد ساعد ذلك على تنمية قدرة التلميذات على الاشتقاق والذي يعبر عن المعلومات الجديدة التي قام الفرد باستنتاجها وتوليدها، وخاصية التوليف والتي تتم من خلال الموائمة بين المعلومات الجديدة والسابقة لديهن.

وما يفسر ذلك أيضاً قيام التلميذات بترميز وتنظيم هذه المعلومات، ثم إعادة صياغة المعلومات أو إعادة التعبير عنها بطريقة تعمل على إظهار العلاقات الهامة، بتحويلها إلى أشكال تخطيطية، أو مخططات (بناء نموذج للظاهرة القائمة على تلك الملاحظات والتجارب)، وكذلك دعم البنية المعرفية بصورة منظمة في عقول التلميذات (تقييم النموذج مقابل معايير الفائدة والقدرة التنبؤية أو الكفاية التفسيرية، مراجعة النموذج وتطبيقه في المواقف الجديدة) وهو ما يدعم خاصية تعدد صيغ التمثيل المعرفي والتي تعبر عن مختلف الطرق التي يقوم عليها التمثيل المعرفي، وكذلك خاصية المرونة العقلية، والتي تعبر عن الصيغ المتعددة للمدخلات المعرفية، وخاصية دينامية التمثيل المعرفي مثل طلاقة المعرفة والتي تقوم على التوليد، والتوليف، واشتقاق المعلومات.

وكذلك دعم التعلم بالنمذجة التمثيل المعرفي على المستوى المتوسط، والذي يكون فيه الاحتفاظ بالمعلومات ما زال مؤقتاً لكن يقوم المتعلم بالاستيعاب ومعالجة المعلومات من خلال إحداث الترابطات والعلاقات.

كما ساعدت مرحلة بناء نموذج للظاهرة القائمة على تلك الملاحظات والتجارب على تمثيل المعلومات كما تم إدراكها بالحواس، وتمثيلها أيضاً على أساس المعنى، مما قد يكون ساعد في تكوين نماذج لشبكات الترابطات، وتمثيل المعلومات من خلال نماذج المخططات العقلية.

كما يمكن تفسير وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية في اختبار ارتباط الكلمات لقياس التمثيل المعرفي لصالح المجموعة التجريبية (٢) ذات المتوسط الأعلى، قد يرجع إلى أن استخدام الانفوجرافيك للبناء الذري والروابط الكيميائية ساعد على التمثيل التصوري للمعلومات بصورة أكثر عمقاً وتفصيلاً في عقول التلميذات، حيث يعتمد على التنظيم البصري، والذي يتضمن معلومات، وصور وأشكال معبرة في صورة (إنفوجرافيك ثابت، ومتحرك) والذي يهتم بصور الأشياء حيث تحل الصورة محل الشيء الفعلي، كما أن ذلك قد يرجع إلى أن الانفوجرافيك قد دعم التمثيل المعرفي للمعلومات على المستوى ما دون المجهري، والذي يشمل ما لا يمكن إدراكه عن طريق الحواس أو الملاحظة المباشرة مثل الذرات والجزيئات والأيونات، وبنية المركبات، حيث تعتبر تمثيلات الظواهر الكيميائية، خاصة في المجال دون المجهري (الجسيمات) ضرورية في تعلم الكيمياء من أجل توفير إطار لفهم مفاهيم الكيمياء، ومن خلال النمذجة تم ترجمة المستوى ما دون المجهري إلى المستوى العياني.

(ثانياً) عرض نتائج التحليل النوعي:

عرض نتائج السؤال الثالث للبحث: للإجابة على السؤال البحثي الثالث والذي ينص على "ما تصورات تلاميذ الصف الثالث المتوسط حول دور التعلم بالنمذجة في تنمية الانخراط في تعلم العلوم؟" تم إجراء التحليل النوعي لاستجابات التلميذات في المقابلة الجماعية شبه المنظمة والمركزة للمجموعة التجريبية الأولى، والتي درست بالتعلم بالنمذجة، ووفقاً لما تم ذكره في الاجراءات في تحليل بيانات المقابلة باستخدام برنامج MAXQDA.

والجدول التالي يبين تكرارات الأكواد.

جدول (١٨) نتائج تكرارات نظام الأكواد الثلاث (المعرفي، والمهاري، والوجداني) في المقابلة الجماعية شبه المنظمة للمجموعة التجريبية الأولى

نظام الأكواد	التكرارات
الانخراط المعرفي	٣١
الانخراط المهاري	٢٢
الانخراط الوجداني	٣٢
المجموع	٨٥

من الجدول (١٨) يتضح أن أعلى تكرار بلغ (٣١) تكرار للكود الخاص بالانخراط المعرفي، ويليه كود الانخراط المهاري (٢٢) تكرار، ثم كود الانخراط الوجداني والذي بلغ (٣٢) تكرار، وبتحليل تكرارات أكواد أنماط الانخراط الثلاثة كانت النتائج النوعية كالتالي[١٣]:

[١٣] تم تمييز عبارات التلاميذ بجعلها بخط مائل لتمييزها عن النص

فيما يرتبط بالانخراط المعرفي تركزت استجابات التلاميذ في السؤال الأول والذي يتعلق بالأسباب التي جعلتهم يشاركون بفاعلية في حصة العلوم أثناء شرح الفصل البناء الذري والروابط الكيميائية، على ما تقدمه طريقة النمذجة من تحديات علمية لتفكيرهم، وأن التطبيقات وبناء النماذج يساعد على الفهم، وبمجهود أقل، وفيما يلي بعض استجابات التلميذات:

- التلميذة (٢)"*فيها تحديات علمية* "
- التلميذة (٣)" *التطبيق فيها أفضل لفهم المعلومات*"
- التلميذة (٤)"*عندما قمنا بعمل النموذج ورأيناه بأعيننا يساعد على الفهم*"

أما فيما يتعلق بالسؤال الخاص بالأنشطة التي شاركت فيها التلميذة أثناء شرح البناء الذري والروابط الكيميائية، فتركزت استجاباتهم على دور المعرفة السابقة في الانخراط المعرفي، وتوافر معلومات حول النشاط، وكذلك ترتيب الأفكار، وفيما يلي بعض استجابات التلميذات:

- التلميذة (٤): "*نموذج الرابطة التساهمية لأن أفكاره تجمعت في مخي.*"
- التلميذة (١): "*البناء الذري لأن بنية الذرة بشكل عام فيها معلومات كثيرة.*"

وفي الانخراط المعرفي أيضاً ذكرت التلميذات طريقتهن لمذاكرة العلوم لتلبية متطلبات التعلم فيما يرتبط ببنية الذرة والروابط الكيميائية، وأوضحن أن النمذجة ساعدتهن كثيراً على فهم المعلومات بشكل أعمق، وعدم الاعتماد على الحفظ، وسهولة استرجاع المعلومات، وفيما يلي بعض استجابات التلميذات:

- التلميذة (٢): "*المعلومات ثابتة أكثر، ما هيكون في لخبطة بين الروابط.*"
- التلميذة (٥): "*المذاكرة ستكون مراجعة سريعة.*"

وفيما يرتبط بالانخراط المهاري تركزت استجابات التلميذات في السؤال الأول والذي يتعلق بالأسباب التي جعلتهن يشاركن بفاعلية في حصة العلوم، على أنهن كن يحرصن على استثمار الوقت في انجاز النماذج، وأن توافر الأدوات ساعدهن أكثر في العمل، والتعاون والتفاعل في المجموعات، أما عن الأنشطة التي شاركن فيها بفاعلية فقد أوضحن أن النشاط الذي فيه تعاون أكثر ساعد على توافر الفاعلية، وكذلك الأنشطة التي تساعدهن على ابتكار أفضل ما لديهم، وفيما يخص استجابات التلميذات حول التحديات التي واجهتهن في المشاركة في الأنشطة، فذكرن أن عامل الوقت ضروري لإنجاز النموذج، ومحاولتهن لاستثمار وقت الحصة، وكذلك عدم تعاون بعض التلميذات بشكل جيد في المجموعة فقد ركز بعضهن على ضرورة التعاون في انجاز المهام وحل أنشطة ورق العمل، وفيما يلي بعض استجابات التلميذات:

- التلميذة (١): "*الأدوات وأفكار الصديقات يعمل على التشجيع أكثر.*"
- التلميذة (٦): "*أنا حسيت لو الوقت أطول كان بيكون أفضل لأن عمل النموذج يحتاج أكثر من وقت الحصة لعمله بشكل جيد.*"
- التلميذة (٧): "*كثرة الأدوات واختيار الأدوات الأفضل*"

أما الانخراط الوجداني، ففي السؤال الخاص بالأسباب التي جعلتهن يشاركن بفاعلية في بنية الذرة والروابط الكيميائية تركزت إجابات التلميذات على حبهن للتطبيق أكثر من المعلومات النظرية، وأن عمل النماذج يجعل لديهن حماس ومتعة في التعلم، كذلك تشجيع المعلمة أثناء عمل النماذج، وعدم التسبب في إحباطهن، والعمل الجماعي يضفي المزيد من المتعة والتنافس، وأما الأسئلة التي تتطلب الإجابة بنعم أو لا، والتي ركزت حول أهمية العلوم بالنسبة لهم وكذلك استمتاعهم بالتعلم بالطريقة التي تم بها شرح البناء الذري والروابط الكيميائية، فقد أكدن على أهمية دراسة العلوم بشكل عام، والبناء الذري والعناصر بشكل خاص، والاستماع بتعلمها بهذه الطريقة التي تعلمن بها، وكانت جميع إجابتهن بنعم إلا طالبة واحدة ذكرت أنها محايدة، وعلى الرغم من ذلك أكدت على أهمية تعلم البناء الذري، واستجاباتهن التي توضح الانخراط الوجداني كانت كالتالي:

- التلميذة (٥): *" الشعور بعمل نموذج ونشاط يجعل هناك حماس للتعلم."*
- التلميذة (٧): *" البناء الذري وتشجيعك لنا أعطاني دافع للتعلم."*
- التلميذة (٢): *"تساعد على التحمس"*
- التلميذة (٨) *" أنا محايدة لأن بعض المناهج فيها أشياء لا تتناسب معهم ولا يهتمون، ولكن دراسة الذرة مفيدة."*

كما ذكرت بعض التلميذات دور للنمذجة في الانخراط المعرفي في مذاكرة العلوم وبصفة خاصة البناء الذري والروابط الكيميائية، والذي يرتبط بتشكيل خيالهن حول البناء الذري والروابط الكيميائية، واتضح ذلك من خلال استجابات التلميذات، فالتلميذة (٨) أوضحت أن المعلومات حينما ستذاكرها ستكن مثل اللوحة المرسومة في ذهنها، أو كأنها شريط فيديو *" الأشياء مرسومة في العقل والمعلومات سأراجعها سريعا وجالسة أرسمها في عقلي كأنها لوحة، "ساعد على تنمية الخيال وإضافتها للعلوم وكأنه مقطع فيديو في المخ."*، وتلميذة (٧) أوضحت أن الخيال جعلها تشارك بفاعلية في النشاط *"البناء الذري كان لدينا خيال فيه."*

-عرض نتائج السؤال الرابع للبحث: للإجابة على السؤال البحثي الرابع والذي ينص على "ما تصورات تلاميذ الصف الثالث المتوسط حول دور التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك في تنمية الانخراط في تعلم العلوم؟" تم إجراء التحليل النوعي لاستجابات التلميذات في المقابلة الجماعية شبه المنظمة والمركزة للمجموعة التجريبية الثانية، والتي درست بالتعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، ووفقاً لما تم ذكره في الاجراءات في تحليل بيانات المقابلة باستخدام برنامج MAXQDA.

والجدول التالي يبين تكرارات الأكواد.

جدول (١٩) نتائج تكرارات نظام الأكواد الثلاث (المعرفي، والمهاري، والوجداني) في المقابلة الجماعية شبه المنظمة للمجموعة التجريبية الثانية

نظام الأكواد	التكرارات
الانخراط المعرفي	٤٤
الانخراط المهاري	١٤
الانخراط الوجداني	٣٠
المجموع	٨٨

من الجدول (١٩) يتضح أن أعلى تكرار بلغ (٤٤) تكرار للكود الخاص بالانخراط المعرفي، ويليه كود الانخراط الوجداني (٣٠) تكرار، ثم كود الانخراط المهاري والذي بلغ (١٤) تكرار، وبتحليل تكرارات أكواد أنماط الانخراط الثلاثة كانت النتائج كالتالي:

فيما يرتبط بالانخراط المعرفي تركزت استجابات التلاميذ في السؤال الأول حول الأسباب التي جعلتهن يشاركن في الأنشطة، تركزت استجابات التلميذات في أنها تجعلهن يفهمن أكثر، ومن هذه الاستجابات:

- التلميذة (٤): "*عبر عن شيء أعرفه وأفهمه من غير ما احفظ*"
- التلميذة (٦): "*حسيت أنه مفهوم طبقته*"، "*شكل النمذجة أوضح لأن شكلها في الكتاب غير اللي سويته.*"
- التلميذة (١١): "*النموذج سهل المعلومات بالنسبة لي،*" "*واسترجاع المعلومات سهل*"، "رؤية السحابة الإلكترونية المتحركة بيكون شكله أوضح وأفضل."

كذلك ظهر دور الانفوجرافيك في استجابة التلميذة (١١) فذكرت أن "*استخدام الأشكال يكون أوضح من الكتاب، وكذلك رؤية السحابة الإلكترونية المتحركة بيكون أوضح وأفضل.*"

وبسؤال التلميذات حول الأنشطة التي شاركن فيها بفاعلية ولماذا، أوضحت استجاباتهن أن عمل النماذج بشكل عام، وبعض النماذج التي قمن ببنائها بشكل مميز، وذلك لأن الاستراتيجية تعد استراتيجية تعلم ذكية، ومختلفة عن الطريقة المعتادة، وأنهن فهمن الروابط بشكل أفضل، والنماذج جعلتهن يفكرن، وكذلك دور أوراق العمل، وتنشيط المعلومات السابقة لديهن، ومن استجابات التلميذات:

- تلميذة (١٠): "*الرابط الأيونية لأني لما شفتها بالصور لأني أحب الصور أفضل في تكوين الروابط وسهل الفهم أكثر.*"
- التلميذة (٤): "*الروابط الكيميائية وجاءني فضول كيف تترابط الالكترونات وكيف تتكون الروابط مع بعضها.*"
- التلميذة (٣): "*الاستراتيجية اللي تعلمنا بها استراتيجية تعلم ذكية.*" *وكانت طريقة مميزة.*"
- التلميذة (١١): "*استخدام أوراق العمل، اللي بكتب فيها المعلومات السابقة.*"

وفيما يرتبط بالسؤال الخاص بشعورهن بأهمية تعلم العلوم، أجابت جميع التلميذات بنعم، وبسؤلهن عن سبب ذلك (ولماذا؟) أوضحن أنها ستساعدهن في الدراسة فيما بعد، وفي المناقشات العلمية، ومعرفة تركيب الأشياء، ونص استجابتهن كالتالي:

- التلميذة (٣): "*هذا تمهيد يساعدني في التخصص بعدين، واستكمال الدراسة.*"
- التلميذة (٧): "*جعلني أعرف كيف تتكون الأشياء.*"

وفيما يتعلق بالانخراط المهاري، حول الأسباب التي جعلتهن يشتركن في أنشطة العلوم، فأوضحن تطبيق المفاهيم، والانتباه في الحصص، وأهمية تحديد الوقت، ونص استجابتهم كالتالي:

- التلميذة (٦): "*حسيت أنه مفهوم طبقته.*"
- التلميذة (٣): "*البناء الذري انتبهت فيه في الحصص.*"

واستكمالاً للانخراط المهاري، فكانت استجابات التلميذات حول التحديات التي وجهنها في التعلم بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، أوضحن أن العمل الجماعي بيكون أفضل إذا كانت المجموعة متعاونة بشكل كامل، وكذلك ضرورة انجاز النموذج بشكل صحيح، ونص استجاباتهن كالتالي:

- تلميذة (٤): *"شيء واحد وهو أني كنت في مجموعة ما قدرت أتفاعل معهم لأن أفكارهم غير أفكاري، وفي صديقات لي لو كانوا معي بالمجموعة كان أفضل بالنسبة لي."*
- التلميذة (٣): *" انجاز النموذج بشكل صحيح، وأن كلنا نشارك في عمل النموذج."*

وفيما يتعلق بالانخراط الوجداني في السؤال حول السبب الذي جعلهن يشاركن في الأنشطة، فتركزت اجاباتهن في أن النمذجة مثيرة للاهتمام، وأنهن يفضلن التطبيقات وليس المعلومات النظرية، وكانت نص استجابتهن كالتالي:

- التلميذة (٣): *"البناء الذري انتبهت فيه في الحصص وحسيت هذا الشيء مثير للاهتمام"*
- التلميذة (١): *" بالنسبة لي أفضل التطبيقات عن المعلومات النظرية."*

وتستكمل التلميذات الانخراط الوجداني في استجابتهم حول الإجابة الجماعية لهن جميعا "بنعم" حول استمتاعهن بدروس البناء الذري والروابط الكيميائية بالنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك، وكذلك عن سؤالهن حول الأنشطة التي شاركن فيها بصورة أكبر، أوضحن أن النمذجة تثير لديهن الفضول، والاستمتاع بالتعلم، وكذلك الأنشطة بشكل عام لأنهن شعرن أن لها أهمية في فهم الأشياء، ونص استجاباتهن كالتالي:

- التلميذة (٤): *" نماذج الروابط الكيميائية استمتعت بها"*
- التلميذة (٥): *" حسيت أن المعلومات لها تطبيقات في الحياة."*

تفسير نتائج البحث الخاصة بالسؤال الأول (التحليل الكمي)، والسؤالين الرابع، والخامس (التحليل النوعي) لدور كل من التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالانفوجرافيك في تنمية الانخراط في تعلم العلوم:

أوضحت نتائج التحليل الكمي للسؤال الأول للبحث أنه لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية في مقياس الانخراط في تعلم العلوم، وهو ما أكدته ودعمته نتائج التحليل النوعي للمقابلتين الجماعيتين للمجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية، وبذلك تم قبول الفرض الثالث للبحث، فبالنظر إلى تكرارات أكواد أنواع الانخراط الثلاثة لاستجابات التلميذات يتضح التقارب الكبير بينها، وكذلك فإن أغلب استجابات التلميذات في أسئلة المقابلة في المجموعتين متشابهة إلى حد كبير، ويمكن تفسير ذلك أن كلاً من المجموعتين قاما بنفس خطوات التعلم بالنمذجة إلا أن المجموعة التجريبية الثانية تم تعزيز التعلم لديهن باستخدام الانفوجرافيك كميسرات للتعلم في الخطوة الخامسة المرتبطة بالتعزيز البصري لمفاهيم التعلم، ودعم للمعلومات، والتي قد لا يكون لها تأثير بشكل واضح على الانخراط بأنماطه الثلاثة، فقد ظهر تأثير الانفوجرافيك في استجابتين فقط، فيما يرتبط بالانخراط المعرفي للتلميذة (١١) (ذكرت أن *"استخدام الأشكال يكون أوضح من الكتاب، وكذلك رؤية السحابة الإلكترونية المتحركة بيكون أوضح وأفضل"*) وكذلك الانخراط الوجداني للتلميذة (١٠) (والتي

ذكرت أن " *الرابط الأيونية لأني لما شفتها بالصور أحب الصور أفضل في تكوين الروابط وسهل الفهم أكثر*")

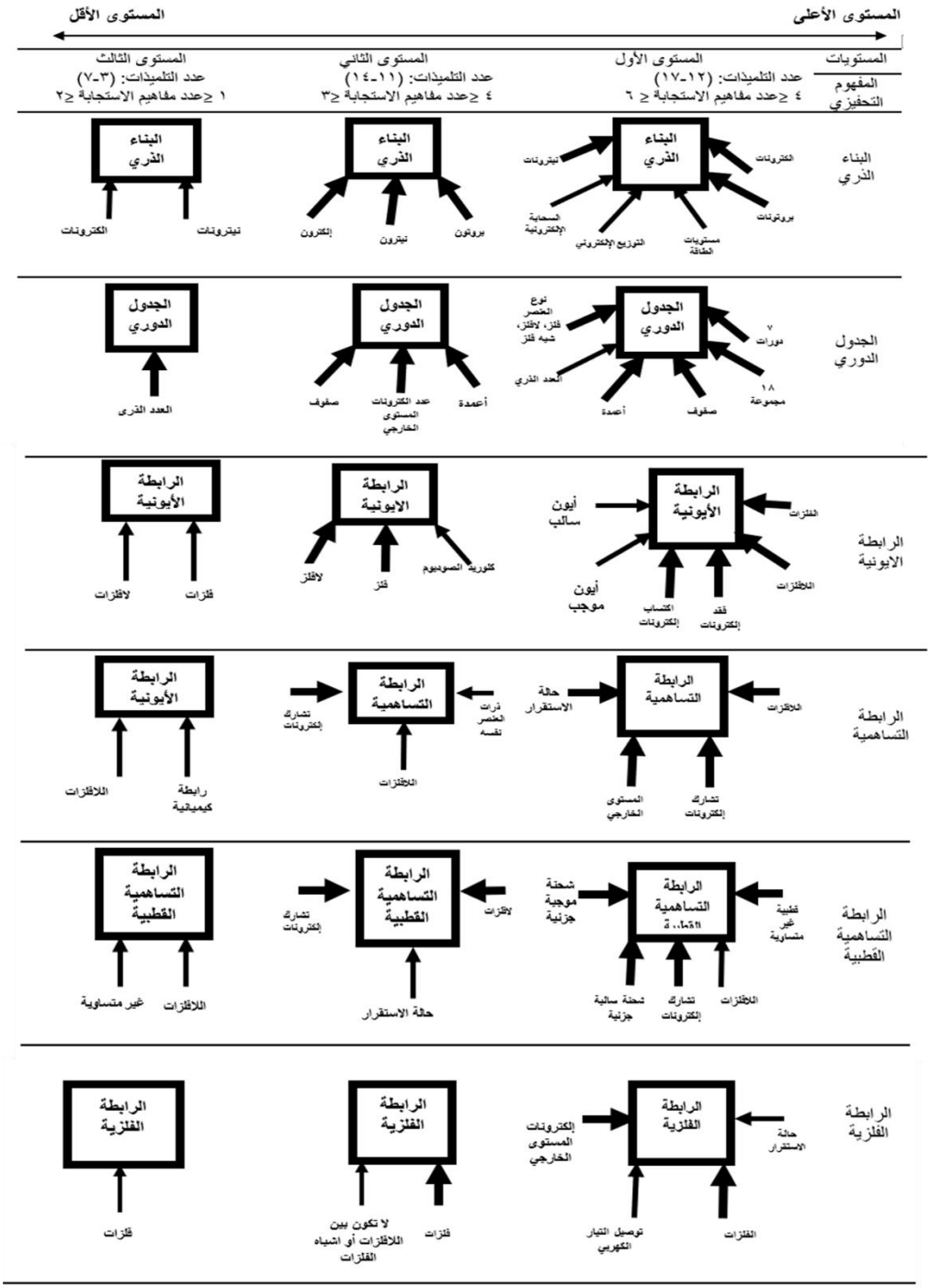
ويرجع ذلك أيضاً إلى أنه تم التأكيد في كل من المجموعتين التجريبيتين الأولى والثانية على القيام ببناء وتصميم النماذج في مجموعات متعاونة، وكان هذا له دوراً أساسياً لانخراط التلميذات في بناء المعرفة وفهم المحتوى، وقد يعود ذلك أيضاً إلى أنشطة أوراق العمل، والتي تضمنت العديد من الأسئلة التي ترتبط ببنية النماذج وتفسيراتها العلمية، وقد ساعدت تلك الخطوات بشكل متكامل في تنمية انخراط التلميذات في أنشطة التعلم، وهو ما أكدته مختلف استجابات التلميذات في أسئلة المقابلة للمجموعتين.

وفيما يتعلق بالانخراط المهاري، فقد أكدت نتائج التحليل الكمي والنوعي تنميته من خلال ممارسة التلميذات لأنشطة بناء النماذج، وامتثالهن لتعليمات المعلمة، ومشاركتهن في تنفيذ الأنشطة في مجموعات، ومحاولاتهن بناء نماذج تعبر بصورة صحيحة عن موضوع التعلم، وكذلك تحدي استثمار وقت التعلم للانتهاء من النموذج قبل انتهاء وقت الحصة.

وفيما يرتبط بالانخراط الوجداني فقد ساهم التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك على الاهتمام بمشاعر التلميذات في بيئة التعلم، فقيامهن ببناء النماذج قد ساعدهن بالفعل على الاستمتاع بالتعلم، واحساسهن بأهمية المعلومات العلمية في تطبيقات الحياة.

وبالتعمق في نتائج التحليل النوعي للسؤالين الرابع والخامس، يتضح أنه على الرغم من أن تكرارات أكواد أنواع الانخراط الثلاثة لاستجابات التلميذات متقاربة إلى حد كبير(كما في جدول ١٥)، إلا أن المجموعة التجريبية الأولى التي درست بالنمذجة فقط كان الانخراط المهاري فيها أكبر من المجموعة التجريبية الثانية، وقد يرجع ذلك إلى أن التلميذات في المجموعة التجريبية الأولى كان لديهن متسع أكبر من الوقت في بناء النماذج مما دعم انخراطهن المهاري، أما المجموعة التجريبية الثانية فإن عرض الانفوجرافيك كان يأخذ وقتاً من الحصة مما قلل من الوقت المتاح لبناء النماذج، ويعد عامل الوقت من الجوانب الهامة في الانخراط المهاري، وعلى الجانب الآخر فإن المجموعة التجريبية الثانية والتي درست بالتعلم بالنمذجة المعززة بالانفوجرافيك كانت أفضل في الانخراط المعرفي من المجموعة التجريبية الأولى والتي درست بالنمذجة فقط، وقد يرجع ذلك إلى أن الانفوجرافيك ساعد التلميذات على استخدام المقارنات والأمثلة في تعلم المعلومات والخبرات الجديدة في العلوم، وكذلك فإن استخدام مخططات الانفوجرافيك قد يكون ساعدهن أكثر في تنظيم المعلومات، وتخزينها، واسترجاعها.

-عرض نتائج السؤال الخامس للبحث: للإجابة على السؤال البحثي الخامس والذي ينص على " ما دور طريقة التعلم بالنمذجة في تنمية التمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلميذات الصف الثالث المتوسط؟" تم إجراء التحليل الكيفي لأسئلة اختبار ارتباط الكلمات (أسئلة التحليل النوعي)، وذلك كما ورد في إجراءات تصحيح الاختبار، وكانت النتائج النوعية كما يوضحها شكل (٣).



شكل (٣) خريطة التمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية للمجموعة التجريبية الأولى

من الشكل (٣) يتضح ما يلي:

فيما يرتبط بمستويات الاستجابات يتضح أن عدد التلميذات اللاتي تم تصنيف استجاباتهن ضمن هذا المستوى هو (١٢-١٧) تلميذة، وفي هذا المستوى فإن عدد مفاهيم الاستجابة هو (٤ ≤ عدد مفاهيم الاستجابة ≤ ٦) وهو أقوى المستويات، ويليه المستوى الثاني وعدد التلميذات اللاتي تم تصنيف استجاباتهن ضمن هذا المستوى هو (١١-١٤) تلميذة، وفي هذا المستوى فإن عدد مفاهيم الاستجابة هو

(٤ ≥عدد مفاهيم الاستجابة ≥ ٣)، وفي المستوى الثالث والأخير فإن عدد التلميذات اللاتي تم تصنيف استجاباتهن ضمن هذا المستوى هو (٣-٧) تلميذة، وفي هذا المستوى فإن عدد مفاهيم الاستجابة هو (١ ≥عدد مفاهيم الاستجابة ≥ ٢)، وفيما يلي تحليل وتفسير ذلك للمفاهيم التحفيزية الخمسة:

وفيما يخص المفهوم التحفيزي الأول وهو البناء الذري، في المستوى الأول قامت التلميذات[١٤] بكتابة جملة علمية صحيحة متكاملة تتضمن (٥-٦) مفاهيم استجابة تم التعبير عن ثلاث منها بأسهم سميكة، فقد قامت بكتابتها عدد كبير من التلميذات، وهي مفاهيم ترتبط بالبناء الذري، وهي: البروتونات، والنيترونات، والإلكترونات، وتم التعبير بأسهم رفيعة لثلاث مفاهيم ، وذلك على الرغم من أنها ترتبط بالتركيب الذري إلا أن عدد قليل من التلميذات قمن بكتابتهم وهم : التوزيع الإلكتروني، ومستويات الطاقة، والسحابة الإلكترونية، بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بالبناء الذري، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (أ) [١٥] العبارة التالية " *البناء الذري عبارة عن تكوين الذرة بمكوناتها وهي النيترونات والبروتونات والإلكترونات والسحابة الإلكترونية والتوزيع الإلكتروني ومستويات الطاقة*"، وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للبناء الذري، وتضمن ذلك (٣) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، حيث إنها ترتبط ارتباط وثيق بالبناء الذري، وهي: بروتونات، نيترونات، إلكترونات، فقد ذكرت التلميذة (ج) "*البروتونات تكون موجبة الشحنة، والنيترونات متعادلة، والإلكترونات سالبة الشحنة*"، وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة حول البناء الذري، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة، فقد ذكرت التلميذة (د) " *البناء الذري يكون من نيترونات متعادلة الشحنة*" فعلى الرغم من أن التلميذة كتبت عدد (٤) مفاهيم تحفيزية في السؤال الخاص بكتابة أكبر عدد ممكن من المفاهيم، إلا أنها لم توظفهم في بناء جملة علمية تجمع بينهم.

وفيما يتعلق بالمفهوم التحفيزي الثاني وهو الجدول الدوري، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٥-٦) مفاهيم استجابة تم التعبير عن خمس منها بأسهم سميكة، حيث أنها ترتبط ارتباط وثيق بالرابطة الأيونية، وهي: صفوف، أعمدة، ٧ دورات، ١٨ مجموعة، نوع العنصر، وتم التعبير عن مفهوم واحد بسهم رفيع وهو: مفتاح العنصر، لقلة عدد التلميذات اللاتي كتبنه، بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بوصف الجدول الدوري، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (أ) العبارة التالية " *الجدول الدوري الحديث يحوي العناصر بترتيبها حسب عددها الذري ويحوي سبع دورات و ١٨ مجموعة ويكون فيها عناصر فلزية وغير فلزية وشبه فلزية وعناصر مصنعة وغازات ويحوي العناصر القلوية والقلوية الأرضية*" وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للجدول الدوري، وتضمن ذلك (٣) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، وهي ترتبط ارتباط وثيق بالجدول الدوري، وهي: أعمدة، وصفوف، عدد إلكترونات المستوى الخارجي، وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة حول الجدول الدوري، وتضمن ذلك مفهوم واحد فقط وهو: العدد الذري، فقد ذكرت التلميذة (و) "*قام موزلي بترتيب العناصر حسب عددها الذري*"

[١٤] ملحق عينة استجابات التلميذات على اختبار ارتباط الكلمات لقياس التمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية.
[١٥] يتم الإشارة إلى التلميذات بحروف ابجدية بدلاً من أسمائهن

أما عن المفهوم التحفيزي الثالث وهو الرابطة الأيونية، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٥-٦) مفاهيم استجابة تم التعبير عن أربعة منها بأسهم سميكة، وتشمل: الفلزات، واللافلزات، وفقد إلكترونات، واكتساب إلكترونات وهي ذات ارتباط وثيق بالرابطة الأيونية، وتم التعبير عن مفهومين بأسهم رفيعة حيث قام عدد قليل من التلميذات بكتابتهما، وهما : أيون موجب، وأيون سالب وذلك بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بكيفية تكوين الرابطة الأيونية، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (ر) العبارة التالية: " *هي الرابطة التي تنتج عن فقد أو اكتساب الإلكترونات بين الفلزات واللافلزات*" ، وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للرابطة الأيونية، وتضمنت مثال واحد للمركبات الأيونية وهو كلوريد الصوديوم وتم التعبير عنه بسهم رفيع حيث قام عدد قليل من التلميذات بكتابته، وتضمن أيضاً مفهومين فلز، ولافلز، وتم التعبير عنهما بأسهم سميكة، وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة حول طرفي الرابطة الأيونية، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة وهما: فلزات، ولافلزات ، فقد ذكرت التلميذة (هـ) " *الرابطة الأيونية تكون بين فلزات ولافلزات*"

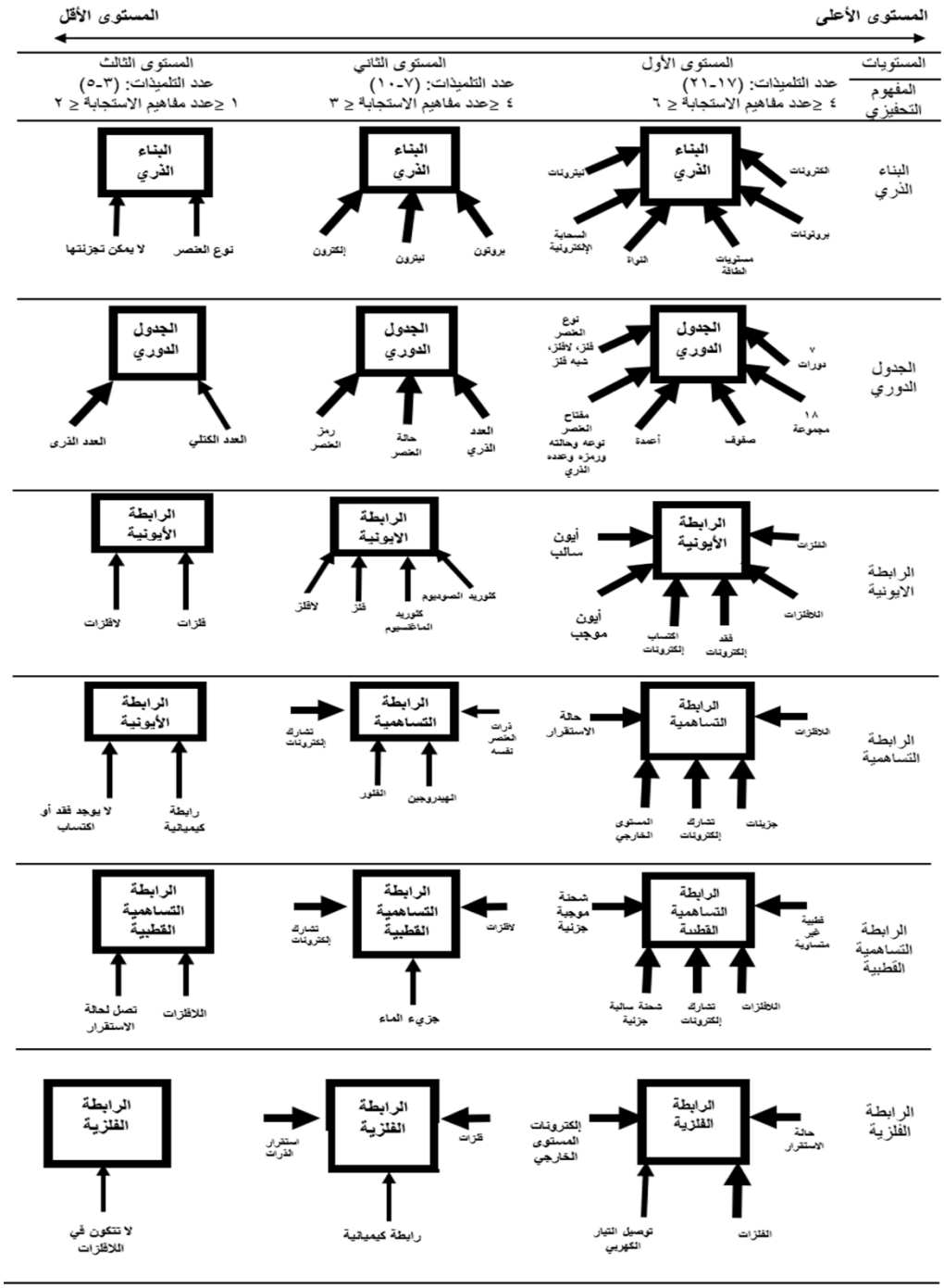
وفيما يرتبط بالمفهوم التحفيزي الرابع وهو الرابطة التساهمية، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٤) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، وهي ذات ارتباط وثيق بالرابطة التساهمية، وهي: اللافلزات، وتشارك إلكترونات، والمستوى الخارجي، وحالة الاستقرار، وذلك بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بكيفية تكوين الرابطة التساهمية، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (ز) العبارة التالية " *هي الرابطة التي يتم فيها تشارك الإلكترونات في المستوى الخارجي للطاقة في اللافلزات*"، وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للرابطة التساهمية، وكانت أغلب الإجابات تتضمن تشارك الإلكترونات، والقليل من التلميذات كتبن مفهومي كل من ذرات العنصر نفسه، واللافلزات ولذلك تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة، ومن أمثلة الاستجابات في ذلك المستوى ما كتبته التلميذة (ز) فقد ذكرت " *رابطة يتم فيها تشارك الإلكترونات في اللافلزات*" وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة لم تتضمن مفاهيم استجابة مرتبطة بشكل أساسي بالرابطة التساهمية، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة وهما: رابطة كيميائية، ولا يوجد فقد أو اكتساب، فقد ذكرت التلميذة (هـ) "*الرابطة التساهمية واحدة من أنواع الروابط الكيميائية التي تحدث بين اللافلزات*"

وفيما يتعلق بالمفهوم التحفيزي الخامس وهو الرابطة التساهمية القطبية، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٥) مفاهيم استجابة ترتبط ارتباط وثيق بالرابطة التساهمية القطبية، وتم التعبير عن أربعة منها بأسهم سميكة، وهي: قطبية غير متساوية، تشارك إلكترونات، شحنة سالبة جزئية، شحنة موجبة جزئية، وذلك بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بكيفية تكوين الرابطة التساهمية القطبية، وتم التعبير بسهم رفيع لمفهوم اللافلزات، حيث قامت القليل من التلميذات بكتابته، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (أ) العبارة التالية "*هي من أنواع الروابط التساهمية التي تحدث عندما تتشارك الإلكترونات بشكل غير متساو فينتج عن ذلك أن الذرات تكون سالبة جزئية، وأخرى موجبة جزئياً*"، وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للرابطة التساهمية، ولكنها تضمنت أمثلة لمركبات تساهمية، والتي تم عمل نماذج لها، وتضمن ذلك (٣) مفاهيم استجابة تم التعبير عن اثنان منها بأسهم سميكة وهما: اللافلزات، وتشارك الإلكترونات، ومن أمثلة الاستجابات في

ذلك المستوى ما كتبته التلميذة (ل) فقد ذكرت " *هي حينما يتم مشاركة الإلكترونات بشكل غير متساو بهدف الوصول لحالة الاستقرار* " وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة لم تتضمن مفاهيم استجابة مرتبطة بشكل أساسي بالرابطة التساهمية، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة وهما: غير متساوية، اللافلزات، فقد ذكرت التلميذة (د) " *الروابط التساهمية القطبية غير متساوية* "

أما المفهوم التحفيزي السادس وهو الرابطة الفلزية، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٤) مفاهيم استجابة تم التعبير عن اثنين مفاهيم منها بأسهم سميكة، وهما: الكترونات المستوى الخارجي، والفلزات، وتم التعبير عن مفهومين أخرين بأسهم رفيعة وهما: توصيل التيار الكهربي، وحالة الاستقرار، وذلك بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بكيفية تكوين الفلزية، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (ب) العبارة التالية "*نوع من الروابط الكيميائية تحدث بين الفلزات فقط ويتم فيها تجاذب بين إلكترونات الذرة فتصل إلى حالة الاستقرار*" وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للرابطة التساهمية، وتضمن ذلك مفهومين استجابة تم التعبير عنهما بسهم عريض وهما: فلزات، اللافلزات وأشباه الفلزات، ومن أمثلة الاستجابات في ذلك المستوى ما كتبته التلميذة (أ) فقد ذكرت " *رابطة بين الفلزات فقط ولا تدخل معها اللافلزات وأشباه الفلزات*" وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة لم تتضمن سوى مفهوم واحج فقط، وهو: الفلزات، فقد ذكرت التلميذة (د) "*تتكون الرابطة الفلزية من فلزات فقط*"

-عرض النتائج الخاصة بالسؤال السادس للبحث: للإجابة على السؤال السادس للبحث والذي ينص على " ما دور طريقة التعلم بالنمذجة المعززة بالانفوجرافيك في تنمية التمثيل المعرفي في البناء الذري والروابط الكيميائية لدى تلاميذ الصف الثالث المتوسط؟" تم إجراء التحليل الكيفي لأسئلة اختبار ارتباط الكلمات، وكانت النتائج النوعية كما يوضحها شكل (٤)



شكل (٤) خريطة التمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية للمجموعة التجريبية الثانية

من الشكل (٤) يتضح ما يلي:

فيما يرتبط بمستويات الاستجابات يتضح أن عدد التلميذات اللاتي تم تصنيف استجاباتهن ضمن هذا المستوى هو (١٧-٢١) تلميذة، وفي هذا المستوى فإن عدد مفاهيم الاستجابة هو (٤ ≤ عدد مفاهيم الاستجابة ≤ ٦) وهو أقوى المستويات، ويليه المستوى الثاني وعدد التلميذات اللاتي تم تصنيف استجاباتهن ضمن هذا المستوى هو (٧-١٠) تلميذة، وفي هذا المستوى فإن عدد مفاهيم الاستجابة هو (٤

≤عدد مفاهيم الاستجابة ≤ ٣)، وفي المستوى الثالث والأخير فإن عدد التلميذات اللاتي تم تصنيف استجاباتهن ضمن هذا المستوى هو (٣-٥) تلميذة، وفي هذا المستوى فإن عدد مفاهيم الاستجابة هو (١ ≤عدد مفاهيم الاستجابة ≤ ٢)، وفيما يلي تحليل وتفسير ذلك للمفاهيم التحفيزية الخمسة:

فيما يخص المفهوم التحفيزي الأول وهو البناء الذري، في المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة متكاملة تتضمن (٥-٦) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، حيث أنها ترتبط ارتباط وثيق بالبناء الذري، وهي: النواة، والبروتونات، والنيترونات، والإلكترونات، والسحابة الإلكترونية، ومستويات الطاقة، بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بالبناء الذري، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (أ) العبارة التالية " *تتكون الذرة من نواة تحتوي على بروتونات موجبة الشحنة ونيترونات سالبة متعادلة الشحنة ويدور حولها الكترونات سالبة الشحنة في منطقة تسمى السحابة الإلكترونية وفي مدارات تسمى مستويات الطاقة*"، وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للبناء الذري، وتضمن ذلك (٣) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، حيث إنها ترتبط ارتباط وثيق بالبناء الذري، وهي: بروتونات، نيترونات، إلكترونات، فقد ذكرت التلميذة (ج) "*البروتونات موجبة الشحنة، والإلكترونات سالبة الشحنة، والنيترونات متعادلة الشحنة*"، وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة حول البناء الذري، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة، فقد ذكرت التلميذة (د) " *الذرات لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر منها*" فعلى الرغم من أن التلميذة كتبت عدد (٦) مفاهيم تحفيزية في السؤال الخاص بكتابة أكبر عدد ممكن من المفاهيم، إلا أنها لم توظفهم في بناء جملة علمية تجمع بينهم.

وفيما يتعلق بالمفهوم التحفيزي الثاني وهو الجدول الدوري، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٥-٦) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، حيث أنها ترتبط ارتباط وثيق بالرابطة الأيونية، وهي: صفوف، أعمدة، ٧ دورات، ١٨ مجموعة، نوع العنصر، مفتاح العنصر، بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بوصف الجدول الدوري، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (أ) العبارة التالية " *يتكون الجدول الدوري من عناصر فلزية ولافلزية واشباه فلزات، ويوضع كل عنصر في صندوق يسمى مفتاح العنصر ويكتب فيه ١) العدد الذري٢) اسم العنصر٣) العدد الكتلي ٤) حالتهه٥) رمز* العنصر"، وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للجدول الدوري، وتضمن ذلك (٣) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، حيث إنها ترتبط ارتباط وثيق بالجدول الدوري، وهي: العدد الذري، حالة العنصر، ورمز العنصر، وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة حول الجدول الدوري، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة، وهما: العدد الكتلي، والعدد الذري، فقد ذكرت التلميذة (و) " *الجدول الدوري الحديث رتب حسب أعدادها الذرية*"

أما عن المفهوم التحفيزي الثالث وهو الرابطة الأيونية، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٥-٦) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، حيث أنها ترتبط ارتباط وثيق بالرابطة الأيونية، وهي: الفلزات، واللافلزات، وفقد إلكترونات، واكتساب إلكترونات، وأيون موجب، وأيون سالب، وذلك بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بكيفية تكوين الرابطة الأيونية، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (ج) العبارة التالية " *هي فقد وكسب إلكترونات عنصر فلزي مع عنصر لافلزي لتكوين مركب جديد يحتوي رابطة أيونية*" "، وفي المستوى الثاني قامت التلميذات

بكتابة جملة علمية غير شاملة للرابطة الأيونية، ولكنها تضمن أمثلة لمركبات أيونية، والتي تم عمل نماذج لها، وتضمن ذلك (٤) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، حيث إنها ترتبط ارتباط وثيق بالجدول الدوري، وهي: فلز، ولافلز، وكلوريد الصوديوم، وكلوريد الماغنسيوم، وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة حول طرفي الرابطة الأيونية، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة وهما: فلزات، ولافلزات ، فقد ذكرت التلميذة (هـ) " *تتكون من فلزات ولافلزات*"

وفي المفهوم التحفيزي الرابع وهو الرابطة التساهمية، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٥) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، حيث أنها ترتبط ارتباط وثيق بالرابطة التساهمية، وهي: اللافلزات، جزيئات، تشارك إلكترونات، المستوى الخارجي، حالة الاستقرار، وذلك بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بكيفية تكوين الرابطة التساهمية، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (ج) العبارة التالية "*تنشأ الرابطة التساهمية بين اللافلزات فقط، وهي عبارة عن تشارك في الإلكترونات وتسمى الجزئيات الناتجة بالجزيء*"، وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للرابطة التساهمية، ولكنها تضمنت أمثلة لمركبات تساهمية، والتي تم عمل نماذج لها، وتضمن ذلك (٤) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم رفيعة، وهي: الهيدروجين، والفلور، وتشارك الإلكترونات، وذرات العنصر نفسه، ومن أمثلة الاستجابات في ذلك المستوى ما كتبته التلميذة (ز) فقد ذكرت " *تكون في عنصر واحد وتشارك الإلكترونات فيها عنصر واحد لافلزي مثل الهيدروجين*" وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة لم تتضمن مفاهيم استجابة مرتبطة بشكل أساسي بالرابطة التساهمية، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة وهما: رابطة كيميائية، ولا يوجد فقد أو اكتساب، فقد ذكرت التلميذة (هـ) " *لا تتضمن فقد أو اكتساب إلكترونات*"

وفيما يرتبط بالمفهوم التحفيزي الخامس وهو الرابطة التساهمية القطبية، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٥) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم سميكة، حيث أنها ترتبط ارتباط وثيق بالرابطة التساهمية، وهي: قطبية غير متساوية، اللافلزات، تشارك إلكترونات، شحنة سالبة جزئية، شحنة موجبة جزئية، وذلك بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بكيفية تكوين الرابطة التساهمية القطبية، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (أ) العبارة التالية "*هي رابطة تساهمية قطبية تشارك الإلكترونات بشكل غير متساوي وتكون في اللافلزات*"، والتلميذة (ج) " *يعد الماء مثالاً على الرابطة التساهمية القطبية حيث تشارك الكترونات الهيدروجين(لافلز) مع إلكترونات الأكسجين (لافلز) لتكوين مركب الماء*" وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للرابطة التساهمية، ولكنها تضمنت أمثلة لمركبات تساهمية، والتي تم عمل نماذج لها، وتضمن ذلك (٤) مفاهيم استجابة تم التعبير عنها بأسهم رفيعة، وهي: الهيدروجين، والفلور، وتشارك الإلكترونات، وذرات العنصر نفسه، ومن أمثلة الاستجابات في ذلك المستوى ما كتبته التلميذة (ز) فقد ذكرت " *تشارك الإلكترونات بصورة غير متساوية مثل: الماء*" وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة لم تتضمن مفاهيم استجابة مرتبطة بشكل أساسي بالرابطة التساهمية، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة وهما: رابطة كيميائية، ولا يوجد فقد أو اكتساب، فقد ذكرت التلميذة (ن) " *تكون بين اللافلزات*"

وفيما يتعلق بالمفهوم التحفيزي السادس وهو الرابطة الفلزية، ففي المستوى الأول قامت التلميذات بكتابة جملة علمية صحيحة تتضمن (٤) مفاهيم استجابة تم التعبير عن ثلاث مفاهيم منها بأسهم سميكة، وهي: حالة الاستقرار، والفلزات، إلكترونات المستوى الخارجي، وتم التعبير عن مفهوم واحد بسهم رفيع وهو توصيل التيار الكهربي حيث أن عدد التلميذات اللاتي ذكرنه لم يكن كبير، وذلك بما يشكل شبكة مترابطة من المفاهيم المرتبطة بكيفية تكوين الفلزية، على سبيل المثال ذكرت التلميذة (أ) العبارة التالية "*تحدث بين ذرات الفلز لتصل لحالة الاستقرار ولذلك فهي توصل التيار الكهربي*" وفي المستوى الثاني قامت التلميذات بكتابة جملة علمية غير شاملة للرابطة التساهمية، ولكنها تضمنت أمثلة لمركبات تساهمية، والتي تم عمل نماذج لها، وتضمن ذلك (٣) مفاهيم استجابة تم التعبير عن اثنان منها بسهم عريض وهما: فلزات، واستقرار العناصر، ومفهوم واحد بسهم رفيع وهو رابطة كيميائية، ومن أمثلة الاستجابات في ذلك المستوى ما كتبته التلميذة (أ) فقد ذكرت "*تكون في الفلزات فقط ويكون فيها تجاذب الإلكترونات حول النواة*" وفي المستوى الثالث قامت التلميذات بكتابة جملة علمية بسيطة لم تتضمن مفاهيم استجابة مرتبطة بشكل أساسي الفلزية، وتضمن ذلك مفهومين فقط تم التعبير عنهما بأسهم رفيعة وهما: رابطة كيميائية، ولا يوجد فقد أو اكتساب، فقد ذكرت التلميذة (ه) " لا تتكون من أشباه الفلزات *واللافلزات*"

تفسير نتائج البحث الخاصة بالسؤال الثاني (التحليل الكمي)، والسؤالين الخامس، والسادس (التحليل النوعي) لدور كل من التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالانفوجرافيك في تنمية التمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية:

أوضحت نتائج التحليل الكمي للسؤال الثاني للدراسة أنه يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥) بين المجموعة التجريبية (١)، والمجموعة التجريبية (٢) في مقياس التمثيل المعرفي لصالح المجموعة التجريبية (٢) ذات المتوسط الأعلى، وهذا يتفق مع نتائج التحليل النوعي لكل من السؤالين الخامس والسادس للدراسة.

حيث إنه بالنظر لكل من خريطة التمثيل المعرفي للمجموعة التجريبية الأولى (شكل ٣)، وللمجموعة التجريبية الثانية (شكل ٤) يتضح أن تلميذات المجموعة التجريبية الثانية تفوقن على المجموعة التجريبية الأولى سواء في عدد التلميذات اللاتي تم تصنيفهن وفق المستوى الأعلى في التمثيل المعرفي وكذلك في عدد مفاهيم الاستجابة وارتباطها الوثيق بالمفاهيم التحفيزية.

ويمكن تفسير ذلك بأنه تم تشكيل تمثيل معرفي يقع ضمن تصنيف المستوى الأول (تمثيل معرفي قوي) لدى عدد كبير من التلميذات للمجموعة التجريبية الثانية مما يدل على أن التمثيل المعرفي تم تمثيله بشكل صحيح في البُنى المعرفية لديهن، وأنه تمثيل معرفي عميق، وهذا قد يرجع بشكل أساسي لما قامت به التلميذات من بناء للنماذج بأنفسهن، ثم قيامهن بعد ذلك بتقييم تلك النماذج وتنقيحها، وقد ظهر ذلك جلياً في بعض استجاباتهن والتي تضمنت أمثلة للنماذج الذرية التي قمن ببنائها، وكذلك ساعد استخدام الانفوجرافيك على تلخيص المعارف والتركيز على جميع المفاهيم المرتبطة بالبناء الذري، بالإضافة لعرضه للمعلومات بطريقة مشوقة وممتعة مما ساعد على تنظيم البنية المعرفية لديهن، أما تشكيل التمثيل المعرفي الذي يقع ضمن تصنيف المستوى الثاني (تمثيل معرفي متوسط) لدى عدد قليل من التلميذات قد يرجع إلى اهتمام بعض التلميذات بالجسيمات المكونة للبناء الذري، والروابط الكيميائية دون إحداث

ترابط بين بنية هذه المفاهيم بشكل كبير، وقد قدمن أيضاً مفاهيم استجابة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالمفاهيم التحفيزية، أما تشكيل التمثيل المعرفي الذي يقع ضمن تصنيف المستوى الثالث فتضمن عدد قليل جداً من التلميذات وهذا يدل على أنهن لديهن تمثيل معرفي ضعيف للبناء الذري والروابط الكيميائية، وهذا قد يدل على تمثيل معرفي سطحي، وأنه لم يتم عمل شبكة بين المفاهيم التحفيزية المرتبطة بشكل جيد، وأن التمثيل المعرفي لدى التلميذة ما زال يتعلق فقط بالحقائق والتعريفات المذكورة بالكتاب، ولم يكن لبناء النماذج دور في التمثيل المعرفي لديهن، وهذه نتائج منطقية من الناحية التربوية لأنها قد ترتبط بوجود فروق فردية بين التلميذات.

توصيات البحث:

في ضوء ما تم عرضه من نتائج وتفسيرها يُوصي البحث بما يأتي:

١) تفعيل استخدام التعلم بالنمذجة، وتعزيزها بالانفوجرافيك في تعلم وتدريس العلوم بالمرحلة المتوسطة، لتنمية مختلف جوانب التعلم في العلوم بصفة عامة وفي موضوعات الكيمياء بصفة خاصة.

٢) ضرورة الاهتمام بالجوانب الأساسية بالعمليات العقلية في تعلم العلوم ومنها التمثيل المعرفي، وكذلك السلوكيات التي تدعم مشاركة التلاميذ في التعلم مثل الانخراط، وذلك في مختلف المراحل الدراسية وبصفة أساسية في المرحلة المتوسطة.

٣) الاهتمام بتنمية التمثيل المعرفي للبناء الذري والروابط الكيميائية والذي يعد بمثابة اللبنات الأساسية لتنظيم البنية المعرفية لتعلم الكيمياء بالمراحل الدراسية العليا، والذي يمكن أن يساهم أيضًا في الأداء في تعلم الكيمياء.

٤) أهمية تدريب المعلمين والمعلمات باستمرار على مداخل واستراتيجيات تدريسية مثل التعلم بالنمذجة، وكذلك تدريبهم على استخدام وتعزيز تلك الاستراتيجيات بما هو جديد في تكنولوجيا التعليم مثل الإنفوجرافيك للعمل على تحقيق أقصى كفاءة لأهداف تعلم العلوم.

٥) ضرورة استفادة القائمين على تطوير المناهج من استخدامات الإنفوجرافيك بكافة أنواعه وأشكاله في تعلم العلوم، بما يعود بالنفع على تشكيل البناء المعرفي لدى التلاميذ في تعلم المفاهيم المجردة في موضوعات الكيمياء، ومفاهيم المستوى ما دون المجهري والذي يشمل ما لا يمكن إدراكه عن طريق الحواس أو الملاحظة المباشرة مثل الذرات والجزيئات والأيونات، وبنية المركبات.

مقترحات البحث:

في ضوء ما تم عرضه من نتائج وتفسيرها يقترح البحث ما يلي:

١. أثر استخدام التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك في تنمية مخرجات مثل مهارات التفكير العليا، والمرونة المعرفية في تعلم العلوم بالمرحلة المتوسطة، واستخدام التحليل المختلط.
٢. أثر استخدام التعلم بالنمذجة، والنمذجة المعززة بالإنفوجرافيك لتنمية التمثيل المعرفي، والانخراط في مختلف فروع العلوم مثل البيولوجي والفيزياء.
٣. أثر استخدام التعلم بالنمذجة المعززة بالانفوجرافيك ودور أساليب التعلم في تنمية مخرجات تعلم أخرى، في مختلف فروع العلوم بمختلف المراحل الدراسية.

المراجع

المراجع العربية:

أبو حطب، فواد عبد اللطيف (١٩٨٤). *التفكير: دراسات نفسية*، مكتبة الانجلو، المصرية

أبو زيد، أماني عبد الحميد (٢٠١٩). فاعلية وحدة معدلة وفق النمذجة المفاهيمية في تنمية مهارات الجدال العلمي في تعلم البيولوجي والتفكير التنسيقي لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة كلية التربية في العلوم التربوية*، ٤٣(٣)، ٥٤-١٠٧

أحمد، سامية حسين (٢٠٢٠). وحدة مصوغة وفقا لاستراتيجية الأبعاد السداسية PDEOEDلتنمية التحصيل المعرفي والمهارات الحياتية والانخراط في تعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. *دراسات في المناهج وطرق التدريس*، ٢٤٠، ١٣-٨٤

الباز، خالد صلاح (٢٠٠٧). أثر استخدام استراتيجية النمذجة في التحصيل والاستدلال العلمي والاتجاه نحو الكيمياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ١٠(٢)، ٩١-١٢٠

جودت، عبد السلام، وعمران، فاضل، والأسدي، دعاء (٢٠١٥). أثر استعمال استراتيجية النمذجة المعرفية في التحصيل والتفكير الإبداعي لدى طالبات الصف الثاني المتوسط في مادة الكيمياء. *مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية*، ٢٣، ٤٠٧-٤٢٧

الحبشي، فوزي أحمد، والصادق، نهلة عبد المعطي (٢٠١٣). فاعلية النمذجة لتدريس الفيزياء في تنمية مهارات التفكير المنظومي والتحصيل لدى طلاب الصف الاول الثانوي. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ١٦(٣)، ١٤٧-١٧٧

الحجري، شيخة حمد (٢٠١٠). *أثر استخدام النمذجة الجزيئية المحوسبة في تحصيل الكيمياء العضوية وتنمية التفكير الفراغي لدى طالبات الصف الحادي عشر*. رسالة ماجستير غير منشورة، عمان.

حمد، زياد بدر (٢٠٢٢). أثر استراتيجية معدة وفق تصنيف سولو في التحصيل الدراسي والتمثيل المعرفي لدى طلبة المرحلة الأولى في قسم علوم الحياة. *مجلة نسق*، ٣(٣٤)، ٢١٨-٢٤٠

حمه، إلهام أحمد (٢٠٢١). أثر استخدام النمذجة المعرفية في تنمية مهارات التفكير التأملي والاتجاه نحو مادة العلوم لدى طالبات الصف الثامن في أربيل. *مجلة كلية التربية الأساسية*، ٢٧، ٩٥-١٢٦

خليفة، علي عبد الرحمن محمد (٢٠٢٠). أثر أنماط تقديم الإنفوجرافيك التعليمي "الثابت / المتحرك / التفاعلي" على تنمية مفاهيم المواطنة الرقمية لدي طلاب المرحلة الثانوية واتجاهاتهم نحوها. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، ١٤(٥)، ٥٠١-٥٨٤

خميس، محمد عطية (٢٠١٣). *النظرية والبحث التربوي في تكنولوجيا التعليم*، دار السحاب للنشر والتوزيع.

درويش، عمرو محمد، والدخني، أماني عيد (٢٠١٥). نمطا تقديم الإنفوجرافيك (الثابت /المتحرك) عبر الويب وأثرهما في تنمية مهارات التفكير البصري لدى أطفال التوحد واتجاهاتهم نحوه، تكنولوجيا التعليم، *مجلة تكنولوجيا التعليم*، ٢٥ (٢)، ٢٦٥-٣٦٤

الزيات، فتحي مصطفى (٢٠٠١). *علم النفس المعرفي*. دار النشر للجامعات

الزيات، فتحي، فرجانى، زهراء محمود، ومحمد، عبد السميع رزق (٢٠١٧). أثر طريقة عرض المعلومات على التمثيل المعرفي والتحصيل الدراسي لدى ذوي صعوبات فهم العلوم من تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. *مجلة التربية الخاصة*، ٢١، ١-٣٥

زيتون، حسن حسين (٢٠٠٨). *تعليم التفكير رؤية تطبيقية في تنمية العقول المفكرة*. ط ٣، عالم الكتب

السلطاني، نسرين حمزة (٢٠١٦). أثر نموذج آدي وشاير في تحصيل طالبات الصف الخامس العلمي في مادة الأحياء والتمثيل المعرفي لديهن. *مجلة مركز بابل للدراسات الإنسانية*، ٦(٣)، ٢٧٨-٣٠٨

السيد، فؤاد البهي (١٩٧٩). علم النفس الإحصائي وقياس العقل البشري. ط٣، دار الفكر العربي

سولسو، روبرت (٢٠٠٠). *علم النفس المعرفي*. ترجمة: محمد الصبوة، محمد كامل، ومحمد الدق، مترجم). مكتبة الأنجلو المصرية

السيد، البهي أحمد (٢٠٠٣). نمذجة العلاقات بين أساليب التفكير والتمثيل المعرفي للمعلومات لدى طلاب المرحلة الجامعية. *المجلة المصرية للدراسات النفسية*، ١٣(٣٩)، ٨٩-١٣٩

شلتوت، محمد (٢٠١٦). *الإنفوجرافيك: من التخطيط إلى النجاح*. دار الغد للنشر

ضايع، عايد خضير (٢٠١٨). فاعلية إستراتيجية لي المعرفية في التحصيل والتمثيل المعرفي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط في مادة الكيمياء. *مجلة الأطروحة للعلوم الإنسانية*، ٣(١٠)، ١٨٢-٢٠٩

طه، ناهدة، والكيلاني، صفاء (٢٠١٨). أثر استخدام النمذجة المعرفية في تنمية التفكير التأملي وتحسين الاتجاهات العلمية نحو مادة العلوم لدى طلبة الصف الخامس الابتدائي في دولة الكويت. *مجلة الجامعة الإسلامية بغزة*، ٢٦(٣)، ٦٧٣- ٦٩٦

عبد الحميد محمد، رزق، عبد المعبود هناء، إسماعيل، سيد (٢٠٢٠). الإنفوجرافيك المتحرك وأثره في اكتساب بعض المفاهيم العلمية في الكيمياء لدى طلاب المرحلة الثانوية. *المجلة المصرية للدراسات المتخصصة*، ٨(٢٧)، ٧٧-٩٦

عبد السلام، مصطفى عبد السلام (٢٠٠٧). النماذج وطبيعة النمذجة وتدعيم التربية العلمية. *المؤتمر العلمي الحادي عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية: التربية العلمية على أين؟* المنعقد في فندق المرجان- فايد- الإسماعيلية، في الفترة من ٢٩-٣١ يوليو، ٤٠٥-٤٣٦

عبد السلام، مندور عبد السلام (٢٠١١). أثر التدريس بالنمذجة وتتابعه مع لعب الأدوار في تنمية الاستيعاب المفاهيمي والاتجاه نحو تعلم الكيمياء لدى التلاميذ ذوي صعوبات التعلم بالمرحلة المتوسطة بالمملكة العربية السعودية. *رسالة الخليج العربي*، ٣٢(١٢١)، ١٨٧- ٢٥٣

عبد الفتاح، محمد عبد الرازق، وأبو غنيمة، عيد عبد العزيز (٢٠١٨). نموذج مقترح لتدريس العلوم قائم على عمليات إدارة المعرفة لتنمية التفكير الإبداعي والانخراط في التعلم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *دراسات في المناهج وطرق التدريس*، ٢٤٠، ٨٤ – ١٣

عبوش، حسين، والربيعي، حسن (٢٠١٩). أثر استراتيجية النمذجة المعرفية في تحصيل طلاب الصف الثالث المتوسط بمادة الفيزياء. *دراسات تربوية*، ٤٨، ٤٣-٦٦

العتوم، عدنان يوسف (٢٠١٠). *علم النفس المعرفي: النظرية والتطبيق*. دار المسيرة

عصر، رضا مسعد السعيد. (٢٠٢١). المنهج المختلط: مدخل تكاملي لدمج البيانات الكمية والنوعية في البحث التربوي. *مجلة تربويات الرياضيات، ٢٤(٥)، ٧-٢٨*

عمر، عاصم محمد إبراهيم (٢٠١٤). أثر استخدام الويب كويست في تدريس العلوم على تنمية التنور المائي والانخراط في التعليم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. *مجلة كلية التربية*، ٣٠(٣)، ١-١٠٩

الغراوي، وسام جاسم، وهادي، حازم (٢٠٢٠). أثر نموذج المكعب في التمثيل المعرفي في مادة الفيزياء لدى طلاب الصف الرابع العلمي. *المجلة الدولية للعلوم الإنسانية والاجتماعية*، ١٥، ٢٠٢-٢١٤

قطامي، يوسف، وقطامي، نايفة (٢٠٠٥). *نظريات التعلم والتعلم*. دار الفكر

مازن، حسام محمد (٢٠٠٨). *اتجاهات حديثة في تعليم وتعلم العلوم*. دار الفجر للنشر

محمد، عمر أحمد (٢٠٢٠). فاعلية استراتيجية مقترحة للتدريس القائم على النمذجة لتنمية الاستدلال العلمي والتحصيل الدراسي لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة. *مجلة كلية التربية – جامعة عين شمس*، ٤٤(١)، ١٥-٩٢

علام، صلاح الدين محمود (٢٠١٠). الأساليب الإحصائية الاستدلالية في تحليل بيانات البحوث النفسية والتربوية والاجتماعية البارامترية واللابارامترية. دار الفكر العربي

مختار، إيهاب أحمد محمد (٢٠٢١). فاعلية التدريس القائم على التعليم المتمايز في تنمية التحصيل الدراسي والانخراط في تعلم العلوم لدى طلاب الحلقة الثانية من التعليم الأساسي ذوي السعات العقلية المختلفة بسلطنة عمان. *دراسات في المناهج وطرق التدريس*، ٢٤٩، ٣٦ - ٩٦

منصور، رشا عبد الهادي (٢٠٢٠). أثر إستراتيجية يوادي في تحصيل طالبات الصف الثاني متوسط في مادة علم الأحياء والتمثيل المعرفي لديهن. *مجلة مركز دراسات الكوفة*،٥٩، ٥٤١-٥٧٢

المراجع الأجنبية:

Wu, H.-K., & Huang, Y.-L. (2007). Ninth grade student engagement in teacher-centered and student-centered technology-enhanced learning environments. *Science Education*, *91*(5), 727–749. https ://doi.org/10.1002/sce.20216

Abualrob, M. (2022). Fifth and ninth grade students' engagement in science classes in Palestine. *South African Journal of Education*, *42*(2), 1-11

Adbo, K. & Taber, K. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: a study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, *31*(6), 757-786.

Angell, C.; Kind, P.; Henriksen, E. & Guttersrud, O. (2008). An empirical mathematical modelling approach to upper secondary physics. *Physics Education*, *43*(3) 256- 264.

Anor, C. E., Lundell, J., Hanson, R., & Oppong, E. (2022). Students' engagement in learning by indigenous knowledge-chemistry lesson. *LUMAT*, *10*(1), 391-414

Archambault, I., Janosz, M., Fallu, J. S., & Pagani, L. S. (2009). Student engagement and its relationship with early high school dropout. *Journal of Adolescence*, *32*(3), 651–670. https ://doi.org/10.1016/jadole scenc e.2008.06.007

Baptista, M., Martins, I., Conceição, T., & Reis, P. (2019). Multiple representations in the development of students' cognitive structures about the saponification reaction. *Chemistry Education Research and Practice*, *20*(4), 760-771.

Baranov, A. (2020). Forming computational thinking and computer modeling project activities in the physics course of the technical university. *ITM Web of Conferences*, 35, 3002- 3005

Barbee, K., Terrell, C., Randolph, A., & Cortes, K. L. (2022). General Chemistry Students' Cognitive Engagement During Intermolecular Interactions Activity Involving Sodium Ions, Chloride Ions and Water. *Symposium of Student Scholars. 149*. https://digitalcommons.kennesaw.edu/undergradsymposiumksu/spring2022/presentations/149

Bekiroglu, F. (2007). Effects of model-based teaching on Preservice physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar. *International Journal of Science Education, 29*(5), 555- 593.

Bircan, H. (2015). *Role of motivation and cognitive engagement in science achievement* , Master's thesis, Middle East Technical University.

Chans, G. M., & Portuguez Castro, M. (2021). Gamification as a strategy to increase motivation and engagement in higher education chemistry students. *Computers*, *10*(10), 132.

Ciucci, Francesco (2019). Modeling electrochemical impedance spectroscopy. *Current Opinion in Electrochemistry*, *13*, 132-139. https://doi.org/10.1016/j.coelec.2018.12.003

Damyanov, I., & Tsankov, N. (2018). The role of infographics for the development of skills for cognitive modeling in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *13*(1), 82-92.

De Oliveira, A. S., da Silva, A. C. A., Brondani, P. B., Voigt, M. G. A., Maass, P. S., Junior, M. R., & Giese, E. (2016). Infographics and pericyclic reactions: multimodal resources in teaching of organic chemistry. *Creative Education*, *7*(15), 2163.

Fredricks, J. A., Filsecker, M., & Lawson, M. A. (2016a). Student engagement, context, and adjustment: Addressing definitional, measurement, and methodological issues. *Learning and Instruction, 43*, 1–4. https ://doi.org/10.1016/j.learn instr uc.2016.02.002.

Fredricks, J. A., Wang, M.-T., Schall Linn, J., Hofkens, T. L., Sung, H., Parr, A., et al. (2016b). Using qualitative methods to develop a survey measure of math and science engagement. *Learning and Instruction, 43*, 5–15. https ://doi.org/10.1016/j.learn instr uc.2016.01.009.

Gebre, E. (2018). Learning with Multiple Representations: Infographics as Cognitive Tools for Authentic Learning in Science Literacy. *Canadian Journal of Learning and Technology*, *44*, (1),1-24.

Gilbert, J. K., & Justi, R. (2018). Introducing modelling into school science (pp. 25-38). In J. Yeo et al. (eds.), *Science Education Research and Practice in Asia-Pacific and Beyond*. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5149-4_2

Grieger, K., & Leontyev, A. (2021). Student-generated infographics for learning green chemistry and developing professional skills. *Journal of Chemical Education*, 98(9), 2881-2891 . https://doi.org/ 10.1021/acs.jchemed.1c00446

Gulińska, H., Bartoszewicz, M., & Weiss, W. (2017). ICT and infographics of organic chemistry topics on the elementary school level, as a method of increasing teaching effectivity. E-learning and Smart Learning Environment for the Preparation of New Generation *Specialists*, *30*, 343-360.

Halverson, L. R., & Graham, C. R. (2019). Learner engagement in blended learning environments: A conceptual framework. *Online Learning*, *23*(2), 145-178.

Johnstone A. H., (2000), Teaching of chemistry: Logical or psychological? *Chemistry Education, 1*(1), 9–15.

Jones, R. M. (2019). *Advancing scientific communication with infographics: an assignment for upper-level chemistry classes. In Communication in Chemistry* (pp. 119-128). American Chemical Society. https://doi.org/ 10.1021/bk-2019-1327.ch009

Justi, R., & Gilbert, J. (2003). Teacher's views on the nature of models. *International Journal of Science Education, 25*, 1369–1386.

King, S. M. (2022). Approaches to Promoting Student Engagement in Organic Chemistry Before, During, and After the COVID-19 Pandemic: Insights and Reflections. *Journal of Chemical Education*, *100*(1), 243-250

Kothari, D., Hall, A. O., Castañeda, C. A., & McNeil, A. J. (2019). Connecting organic chemistry concepts with real-world contexts by creating infographics. *Journal of Chemical Education*, *96*(11), 2524-252. https://doi.org/ 10.1021/acs.jchemed.9b00605

Kozma, R., (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and instruction. 13*, 205–226

Lin, Q., Zhao, S., Gao, D., Lou, Y., Yang, S., & Musa, S. (2020). A conceptual model for the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan, China with individual reaction and governmental action. *International journal of infectious diseases*, *93*, 211-216.

Liu, C-Y., Wu, C-J., Wong, W-K., Lien, Y-W., & Chao, T-K. (2017). Scientific modeling with mobile devices in high school physics labs. *Computers & Education*, 105, 44-56. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.004

Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2015). Examining learning through modeling in K-6 science education. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 192-215. https://doi.org/10.1007/s10956-014-9533-5

Milenković, D. D., Segedinac, M. D., & Hrin, T. N. (2014). Increasing high school students' chemistry performance and reducing cognitive load through an instructional strategy based on the interaction of multiple levels of knowledge representation. *Journal of Chemical Education*, *91*(9), 1409-1416.

Mitchell, D. G., Morris, J. A., Meredith, J. M., & Bishop, N. (2017). *Chemistry infographics: Experimenting with creativity and information literacy*. Liberal arts strategies for the chemistry classroom (pp. 113-131). American Chemical Society

Mubarokah, L., Sa'dijah, C., Parta, I. N., & Sulandra, I. M. (2021). Knowledge representation of mathematics education program among students in Euclidean parallelism. *TEM Journal*. *10*(3), 1130-1140. https://doi.org/ 10.18421/TEM103-17

Naibert, N., & Barbera, J. (2022). Investigating Student Engagement in General Chemistry Active Learning Activities using the Activity Engagement Survey (AcES). *Journal of Chemical Education*. *99*(7), 2620-2629

Nakiboglu C., (2017). Examination 8th grade students' cognitive structures about physical and chemical changes through word association test. *Eurasia*, *7*, 49–51.

NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.

Papageorgiou, G., Markos, A., & Zarkadis, N. (2016). Students' representations of the atomic structure–the effect of some individual differences in particular task contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, *17*(1), 209-219.

Philipp, S. B., Johnson, D. K., & Yezierski, E. J. (2014). Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. *Chemistry Education Research and Practice*, *15*(4), 777-786.

Polowsky, P., & Steciuch, C. C. (2020). Interactive Infographics Improve Learning Outcomes in a Food Science Laboratory Exercise Environment. *Journal of Career and Technical Education, 35*(1), 1-16

Romulo, J., & Buan, (2021). A Case Study on Student Engagement in Grade 9 Modular Science Instruction. *Proceedings of the 14th International Conference on Educational Research*. Thailand: Faculty of Education, Khon Kaen University

Rusmansyah, A., Hamid, A., & Analita, R. N. (2021). Analyze mental model of prospective chemistry teachers with chemical representation teaching material based on 8E cycle learning model. In *AIP Conference Proceedings*, 2331(1), 040032).

Shen, J. & Confrey, J. (2010). Justifying alternative models in learning astronomy: a study of k-8 science teachers' understanding of frames of reference. *International Journal of Science Education, 32*(1), 1-29.

Sinatra, G. M., Heddy, B. C., & Lombardi, D. (2015). The challenges of defining and measuring student engagement in science. *Educational psychologist, 50*(1), 1-13.

Somerville, R. S., & Davé, R. (2015). Physical models of galaxy formation in a cosmological framework. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 53*, 51-113.

Sun, T. (2008). *The Cambridge handbook of computational psychology*. New York: Cambridge University Press

Teodoro, V. D., & Neves, R. G. (2011). Mathematical modelling in science and mathematics education. *Computer Physics Communications*, *182*(1), 8-10.

Terrell, S. (2012). Mixed-methods research methodologies. *The Qualitative Report, 17* (1), 254-280.

Terrion, J. L., & Aceti, V. (2012). Perceptions of the effects of clicker technology on student learning and engagement: a study of freshmen Chemistry students. *Research in Learning Technology, 20, 1-11*.

Tweney, R. D. (2009). Mathematical representations in science: A cognitive–historical case history. *Topics in Cognitive Science*, *1*(4), 758-776.

Valanides, N., Efthymiou, I., & Angeli, C(2013). Interplay of internal and external representations: students' drawings and textual explanations about shadow phenomena. *Journal of Visual Literacy*, *32*(2), 67-84.

Van den Broek, P. (2010). Using texts in science education: Cognitive processes and knowledge representation. *Science, 328*(5977), 453-456.

Wade-Jaimes, K., Demir, K., & Qureshi, A. (2018). Modeling strategies enhanced by metacognitive tools in high school physics to support student conceptual trajectories and understanding of electricity. *Science Education, 102*(4), 711-743.

Widing, L., Nilsson, P., & Granklint, P. (2021). Modelling based teaching in chemistry in a multilingual context–a teaching strategy to improve scientific language of second language learners? ESERA. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1648808/FULLTEXT01.pdf

Wu, P. H., & Wu, H. K. (2020). Constructing a model of engagement in scientific inquiry: investigating relationships between inquiry-related curiosity, dimensions of engagement, and inquiry abilities. *Instructional Science, 48*(1), 79-113.