# استراتيجية تدريسية قائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه (TCE) لتنمية المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب المرحلة الثانوية.

إعـداد:
د. رباب أحمد محمد أبو الوفا
مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم
كلية التربية ـ جامعة دمنهور.

**DOI:10.12816/0053439**

**مجلة الدراسات التربوية والانسانية . كلية التربية . جامعة دمنهور**
**المجلد الحادى العاشر – العدد الاول – لسنة ٢٠١٩**

# استراتيجية تدريسية قائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه (TCE) لتنمية المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب المرحلة الثانوية.

د. رباب أحمد أبو الوفا

**Doi:10.12816/0053439**

**ملخص:**

هدف هذا البحث إلى تصميم استرتيجية تدريسية قائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه Tetrahedral Chemical Education Model (TCE)، وبحث فاعليتها فى تنمية المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى. وقد صممت الإسترتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه، وتم إعداد أوراق عمل الطالب ودليل المعلم، ثم أُعدت أدوات جمع البيانات، والمتمثلة فى: اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ومقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء، فضلاً عن إعداد استبانة لاستطلاع آراء طلاب المجموعة التجريبية حول الاستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه.

وشملت العينة (156) طالباً وطالبة بالصف الأول الثانوى فى الفصل الثانى للعام الدراسى (2017/2018) من مدرسة "معمل القزاز الثانوية المشتركة" بإدارة مركز كفر الدوار التعليمية، وقد وُزعت العينة عشوائياً على مجموعتين: تجريبية وعددها (79) طالباً وطالبة، وضابطة وعددها (77) طالباً وطالبة. وطُبقت أدوات جمع البيانات قبلياً على المجموعتين، ثم تم تدريس وحدة كيمياء النانو بالإستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه للمجموعة التجريبية، فى حين درست المجموعة الضابطة الوحدة ذاتها بالطريقة المعتادة، وفى نهاية التدريس تم تطبيق أدوات جمع البيانات بعدياً على المجموعتين، وقد أسفرت النتائج عن وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين فى المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وفى كل مستوى على حده، والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء ككل وفى كل بعد على حده لصالح طلاب المجموعة التجريبية. كما أسفرت النتائج عن وجود ارتباط دال إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01) بين المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

**الكلمات المفتاحية:** تعليم العلوم، تعليم الكيمياء، نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه، المعرفة العميقة، مفاهيم كيمياء النانو، المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

# A teaching strategy based on Tetrahedral Chemical Education (TCE) model for developing deep knowledge of nanochemistry concepts and epistemological belifes about chemistry among secondary school students.

**Abstract:**

The purpose of the study was to design a teaching strategy based on Tetrahedral Chemical Education (TCE) model and investigate its effectiveness for developing deep knowledge of nanochemistry concepts and epistemological belifes about chemistry among secondary school students. The sample of the study included (156) first grade secondary students (seconde semester Academic Year 2017–2018) from "Mamel AL-Kezaz" secondary school, Kafr AL-Dawar instructional administration. Firstly, the proposed strategy were designed. The students' work sheets, and the teacher guide for teaching with the proposed strategy were prepared. The research instruments which are: A test for assessing deep knowledge of nanochemistry concepts, an epistemological belifes scale, and a questionnaire were prepared. The sample was randomly assigned into two groups: Exp. G (79 students), and Control G. (77 students). Secondly, the research instruments were applied at the same time on the two groups. Thirdly, the proposed strategy was used to teach nanochemistry concepts for the Exp. G., while the control group was taught by the traditional style. Then, the research instruments were applied again at the same time on the two groups. Research result revealed that: There is a significant difference at $p<0.01$ between means of scores of experimental and control group students in both deep knowledge of nanochemistry concepts, and epistemological belifes about chemistry in favor of the experimental group students. Results revealed too that there is a significant correlation at $p<0.01$ between deep knowledge of nanochemistry concepts, and epistemological belifes about chemistry.

**Keywords:** science education, tetrahedral chemical education metaphor, deep knowledge, nanochemistry concepts, epistemological belifes about chemistry.

**مقدمة:**

يستهدف تعليم العلوم فى كافة المراحل الدراسية خلال القرن الحالى تأسيس قاعدة من المعرفة المفاهيمية، والوظيفية، والمهارات، والقيم، والمعتقدات الصحيحة لدى كل المتعلمين؛ حتى يتمكنوا من القيام بدور فعال فى تنمية أنفسهم ومجتمعاتهم خاصة فى ظل التحديات الهائلة التى يواجهها العالم فى الأونة الأخيرة. فالتحدى الرئيس لتعليم العلوم فى القرن الحادى والعشرين ـ هو كيفية إعداد الطلاب ليصبحوا مواطنين فاعلين فى مجتمع عالمى يقوده العلم والتكنولوجيا، وجعلهم قادرين على اتخاذ القرار حول القضايا العلمية التى تؤثر على حياتهم، ومجتمعهم من الناحية البيئية، والاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية. ويتطلب تحقيق هذا الهدف أن يتم تعليم العلوم بالطريقة التى تُمكن الطلاب من اكتساب معرفة عميقة وفهماً دقيقاً للمفاهيم العلمية، فضلاً عن إدراك أهميتها، وعلاقتها بحياته اليومية، وتقدم مجتمعه.

ويمثل تعليم الكيمياء بوصفه جزءاً أساسياً من التربية العلمية أحد المجالات التى يمكن من خلالها تحقيق تلك الأهداف؛ حيث يهدف تعليم الكيمياء إلى (Forster, 2009; Shwartz, Dori & Treagust, 2013):

- زيادة فهم الطلاب المفاهيم الكيميائية، واكتساب المعرفة العميقة بها فى كافة فروع الكيمياء.
- تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب.
- إكساب الطلاب الطريقة العلمية، ومهارات التفكير العليا.
- تحسين فهم الطلاب طبيعة علم الكيمياء.
- توضيح دور الكيمياء فى حياة الفرد والمجتمع.
- جعل الطلاب أكثر ألفة بالدور الذى تلعبه الكيمياء فى حياتهم.
- زيادة تشويق الطلاب لدراسة الكيمياء.

- إعداد الطلاب للمهن التى يحتاج إليها المجتمع وتتطلب معرفة بالكيمياء.

ويتأثر تعليم الكيمياء ونجاحه فى تحقيق هذه الأهداف بالتطور الذى يحدث فى كل من: الكيمياء بوصفها علماً، والتربية العلمية بصفة عامة. فعلى صعيد الكيمياء بوصفها علماً يُلاحظ أن البحث فيها قد شهد تغيراً نوعياً فى العقود القليلة الماضية؛ حيث تخطت الكيمياء مجالها التقليدى، واتسعت مجالاتها لتشمل جوانب جديدة، مثل: كيمياء النانو، والتكنولوجيا الحيوية، والكيمياء الحاسوبية، والكيمياء الهندسية، وغيرها. وعليه فإن ما يدرس فى الكيمياء الأن يختلف تماماً عما كان عليه الحال فى الكيمياء التقليدية، ويتضح ذلك من خلال تضمين محتوى مناهج الكيمياء بعضاً من هذه المجالات الجديدة وفى مقدمتها كيمياء النانو. أما على صعيد البحث فى مجال تعليم الكيمياء، فإنه يشهد تطراً فى اتجاهات متعددة، ومن بينها الانتقال من تعليم الكيمياء فى سياق مجالها، إلى التركيز على إبراز السياق الكيميائى للعالم الحقيقى.

**الإطار النظرى والأدبيات السابقة:**

يتناول هذا الجزء بالشرح والتحليل كل من: نماذج تعليم الكيمياء، والمعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو، والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

**أولاً: نماذج تعليم الكيمياء وتطورها.**

تشير الأدبيات والدراسات إلى أن الممارسات فى تعليم الكيمياء تتم وفق عدة نماذج مثل: النموذج أحادى البعد، والنموذج ثنائى البعد، والنموذج ثلاثى البعد، ويمكن إلقاء الضوء عليها فيما يلى:

**١-النموذج أحادى البعد: النموذج التقليدى لتعليم الكيمياء.**

**One Dimensional Model:** The Traditional Model of Chemistry Education

يُطلق على هذا النموذج أحادى البعد؛ لأنه يركز على جانب واحد فقط عند تعليم الكيمياء، وهو بعد المحتوى. ويُعد هذا النموذج تلخيصاً لنتائج عدة بحوث أجريت لتحسين تعليم الكيمياء فى المرحلة الثانوية وما بعدها، ومنها: (Gabel, 2000; Sirhan, 2007)؛ حيث أكدت هذه الدراسات على أهمية بناء القاعدة المعرفية الكيميائية الأساسية للطلاب، انطلاقاً من كونها مطلباً قبلياً لتعلم الكيمياء فى المستويات الأكاديمية العليا، فضلاً عن اعتقاد أصحاب هذا النموذج بأن دراسة الطلاب المفاهيم الرئيسة للكيمياء سيمكنهم من تطبيق المعرفة فى مواقف الحياة الواقعية وحل مشكلاتها.

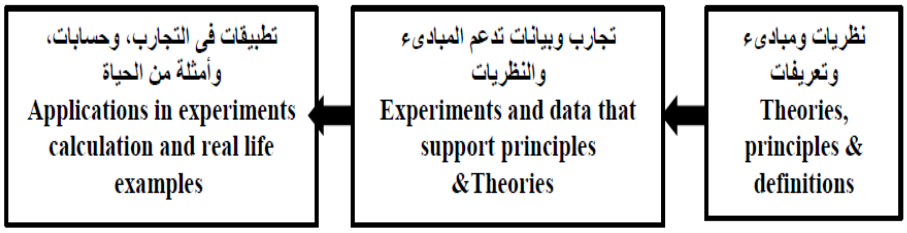
ويقوم هذا النموذج على فكر المدرسة السلوكية، التى تنظر لعقول الطلاب على أنها صفحة بيضاء يتم ملئها بالمعرفة بواسطة المعلم. كما يفترض أيضاً أن الطلاب سيفهمون الكيمياء جيداً عندما يتم تدريس المبادىء الرئيسة لها.

ويُنظم محتوى الكيمياء وفق هذا النموذج فى سياق مجالها بوصفها علماً؛ أى تبعاً للفروع الكلاسيكية للكيمياء (غير عضوية، عضوية، طبيعية، عامة، وغيرها). ومن ثم تبدأ الكتب النصية للكيمياء، ويُدرس هذا المحتوى بتقديم المصطلحات، والنظريات، والمفاهيم، ثم عرض البيانات والأدلة الداعمة لها.

ويتم تدريس الكيمياء وفق هذا النموذج تبعاً للمراحل التالية (Gabel, 2000):

- تدريس التعريفات، والمفاهيم الرئيسة، ومبادىء الكيمياء.
- تدريس التجارب والبيانات التى تدعم المبادىء والقوانين.
- عرض تطبيقات المعرفة الكيميائية فى التجارب العملية، وأمثلة من الظواهر الحياتية.

ويلخص شكل (١) النموذج أحادى البعد (التقليدى) لتعليم الكيمياء (Gabel, 2000):




**شكل (١) النموذج التقليدى لتعليم الكيمياء.**

ويؤخذ على هذا النموذج ما يلى (Ware,2001; Saul, 2003; Evan, etal., 2004; Holbrook, 2005):

- يعطى الطلاب انطباعاً بأن الكيمياء هى مجموعة من المفاهيم المجردة، والنظريات المتنوعة، والرموز والمعادلات.
- تنظيم المحتوى الكيميائى وفق هذا النموذج يناسب الخبراء والعلماء أكثر، وهو ما يطلق عليه العلم للعلماء، أما الطلاب فربما لا يكونون مستعدين لقبول النظريات والمبادىء الكيميائية التى يتم تدريسها لهم بوصفها طريقة للنظر إلى العالم.
- الفصل بين تعلم المفاهيم وتطبيقاتها يجعل هذه المفاهيم أقل استخداماً، ومن ثم أقل تذكراً.
- يتنافى مع التدريس وفق دورة التعلم التى تنادى بأن يبدأ التدريس بمرحلة الاستكشاف، ثم تقديم المفهوم، وأخيراً عرض التطبيقات.
- تعلم مفاهيم الكيمياء لا يعنى بالضرورة القدرة على تطبيقها فى الحياة اليومية، أو استخدامها فى حل المشكلات.

**٢-النموذج ثنائى البعد: مستويات التعلم الثلاث للكيمياء.**

**Two Dimensional Model:** The Three Learning Levels of Chemistry

سُمى هذا النموذج بثنائى البعد؛ لأنه يركز على جانبين أساسيين عند تعليم الكيمياء، وهما: المحتوى، وكيفية تعلم الكيمياء، أى العمليات التى تدور فى عقول الطلاب عند تعلم المعرفة الكيميائية. ويقوم هذا النموذج على كل من: رؤية المدرسة البنائية، ونموذج معالجة المعلومات. ويُمثل الإطار الذى اقترحه

"جونستون" (1991) Johnstone حول مستويات التعبير عن المفاهيم الكيميائية نقطة انطلاق هذا النموذج فى تعليم المفاهيم الكيميائية.

ووفقاً لهذا النموذج فإن لكل مفهوم كيميائى ثلاثة مستويات تعبر عنه، وهى (Wu, KrajciK & Saloway, 2001; Bunce & Gabel, 2002; Ware, 2003):

- **المستوى الماكروسكوبى macroscopic:** ويشير إلى وصف المواد الكيميائية وتغيراتها وتفاعلاتها فى إطار ملاحظتها بالحواس، مثل: الرائحة، واللون، والكتلة، والحرارة، والنشاط. أى أنه يتعامل مع الجانب المحس من الظاهرة الكيميائية، ويقدم فى صورة ملاحظات تفصيلية. وعند هذا المستوى تكون العمليات الكيميائية قابلة للملاحظة، مثل: احتراق الشموع.
- **المستوى تحت الميكروسكوبى submicroscopic:** ويتعامل مع الجانب غير المرئى من الظاهرة الكيميائية، وشرح الظواهر الكيميائية من خلال الطبيعة الجزيئية للمادة والتى ترى أن المادة تتكون من جزيئات أصغر غير مرئية بالعين المجردة، وهى: الذرات والجزيئات؛ أى أن تُشرح الظواهر الكيميائية من خلال توضيح أشكال الذرات والجزيئات وأوضاعها وترتيبها فى الفراغ، وتركيب الروابط الكيميائية، والمركبات الكيميائية، والتفاعلات الكيميائية، وتوضيح العلاقة بين التراكيب الكيميائية المختلفة والخواص الفيزيائية والكيميائية لهذه التراكيب، وهو ما يمثل أساس علم الكيمياء، ومن أمثلة ذلك، استخدام مبادىء النظرية الحركية للغازات فى شرح العلاقة بين حجم الغاز ودرجة الحرارة المطلقة من خلال تجربة معملية.
- **المستوى الرمزى symbolic:** وفى هذا المستوى يعبر عن المعرفة الكيميائية فى صورة رموز، وأعداد، وصيغ، ومعادلات، وأشكال، وصيغ رياضية، وتعبيرات جبرية، ويتضمن أيضاً استخدام النماذج الجزيئية المختلفة التى تجعل المفاهيم الكيميائية المجردة محسة ليتم معالجتها من الجانب الفيزيقى والعقلى عند تعلمها، أى أنه مستوى تعبيرى عن علم الكيمياء وظواهره.

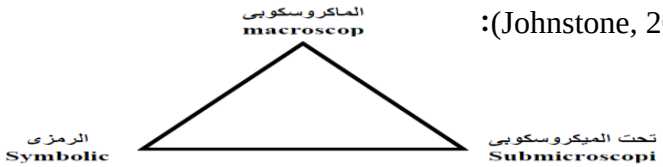
ويتطلب تعلم المفاهيم الكيميائية وفهمها فهماً عميقاً التعامل مع هذه المستويات الثلاثة، وبناء علاقات تبادلية بين المستوى الأول (المحس)، والمستويين الثانى والثالث (التجريديين) داخل عقل المتعلم، وهو ما يسبب صعوبة للطلاب فى تعلم هذه المفاهيم واكتساب المعرفة العميقة بها؛ لأن الطلاب ليس لديهم وعى بهذه المستويات التعبيرية للمعرفة الكيميائية ولا بالعلاقات الداخلية بينها، فضلاً عن أنه وفقاً لنموذج معالجة المعلومات فإن صعوبة تعلم موضوع ما تكون مرتبطة بالعبء المعرفى الزائد على الذاكرة العاملة، والذى قد يحدث عند تعلم المعرفة الكيميائية، لأسباب منها (Johnstone, 2006):

- مناقشة المعرفة الكيميائية على المستوى الماكروسكوبى تتضمن عمليات غير مألوفة ومواد كيميائية ذات مسميات لم يسمع بها الطلاب من قبل.
- التعلم حول العمليات غير المرئية وصعبة التخيل على المستوى تحت الميكروسكوبى.
- استخدام رموز متعددة ومعادلات يستخدم عديد منها فى العمليات الرياضية.

ويرى "كوزما" (2003) Kozma أن الأفراد الذين يمتلكون معرفة عميقة بالكيمياء هم فقط من لديهم القدرة على التفكير فى الكيمياء عند المستويات التعبيرية الثلاثة بشكل متوازى؛ بحيث يفهمون المعنى المقصود من الرموز والمعادلات، ويفسرون الظواهر على المستوى المرئى وغير المرئى بشكل متكامل وفى الوقت نفسه. وهذا يوضح أن تعلم الكيمياء، والتمكن من فهمها، واكتساب المعرفة العميقة بمفاهيمها يتضمن ممارسة مجموعة من مهارات التفكير الخاصة التى تميزها عن العلوم الأخرى.

فى حين أن الطلاب يكون لديهم صعوبة فى فهم ما وراء الرموز والصيغ والمعادلات الكيميائية، ويكون لديهم صعوبة أيضاً فى الربط بين المستويات الثلاثة عند ملاحظة أى عملية كيميائية أو تفسيرها؛ وذلك لأنهم لم يتعلموا القيام بذلك أو يتدربوا عليه أثناء دراسة الكيمياء (Meyer, 2005). ويعبر شكل (٢) عن

النمـــوذج ثنـــائى البعـــد، ونظرتـــه لمســـتويات التعبيـــر عـــن المفـــاهيم الكيميائية (Johnstone, 2006):




**شكل (٢) نموذج تعليم الكيمياء ذى المستويات الثلاثة.**

ويـتم تـدريس الكيميـاء فـى ضـوء هـذا النمـوذج وفـق الإجـراءات التاليـة (Johnstone, 2006):

- يبدأ التدريس بالتركيز على المستوى الماكروسكوبى، ولذلك تم وضعه فى قمة المثلث.
- تُشرح المعرفة الكيميائية عند كل مستوى من المستويات الثلاثة بشكل منفصل وبالقدر نفسه من الاهتمام، ولهذا وضع كل مستوى منها عند أحد رؤوس المثلث.
- تفسير العلاقات الداخلية الرابطة بين هذه المستويات أثناء التدريس، وهذا ما يمثل الخط الرابط بين كل رأس من رؤوس المثلث.

ويتوقف استخدام هذا النموذج فى تعليم الكيمياء على عاملين رئيسين، وهما (Johnstone, 2006):

- طبيعة المعرفة الكيميائية.
- المهارة العقلية التى يجب أن يتمتع بها الفرد ليكون كيميائى.

ووفقاً لـ "جونستون" Johnstone (2006) فإن هذا النموذج قد يساعد فى فهم الطلاب المعرفة الكيميائية بعمق، لكنه لا يهتم بجانب الاتجاهات والدافعية لدى الطلاب لتعلم الكيمياء، فضلاً عن عدم اهتمامه بما يكونه الطلاب من معتقدات وتصورات حول الكيمياء، والتى قد يكون لها أثر بالغ فى تعلم الطلاب للكيمياء؛ مما دعى إلى ظهور النموذج الثالث لتعليم الكيمياء، وهو نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه.

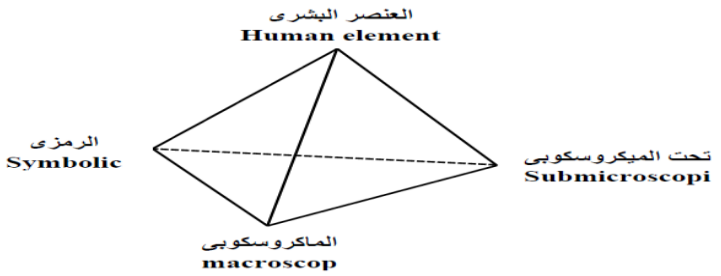
### ٣-النموذج ثلاثى البعد: نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه

**Three Dimensional Model:** Tetrahedral Chemical Education (TCE).

يتضمن هذا النموذج إلى جانب بعدى المحتوى والتعلم، بعداً ثالثاً، وهو: بعد الدافعية والاتجاهات لما له من أهمية فى تعلم الطلاب العلوم بصفة عامة، وتعلم الكيمياء بصفة خاصة (Cheung, 2007; Deter, 2009).

ويرى أنصار هذا النموذج أنه لزيادة دافعية الطلاب لتعلم الكيمياء وتعديل معتقداتهم ونظرتهم السلبية لها، فإن الأمر يتطلب جعل الكيمياء أكثر شعبية ولن يتأتى ذلك إلا من خلال ربط الكيمياء بحياة الطلاب اليومية، ومجالات العمل المهنية، والتطورات والتغيرات التى تحدث فى المجتمع؛ أى بالنظر إلى خارج الكيمياء والتحول فى تعليمها من تقديم المحتوى وتدريسه فى سياق الكيمياء بوصفها مجال علمى إلى تقديم المحتوى وتدريسه ومن ثم تعلمه فى سياق الحياة الواقعية والاجتماعية. (Mahaffy, 2004; Deter, 2009; Ibrahim, 2011)

ومن ثم فقد اقترح "ماهفى" Mahaffy(2006) تعديل النموذج ذى الثلاثة مستويات ليشمل المستوى الرابع، وهو المستوى الإنسانى أو البشرى، ويعبر شكل (٣) عن النموذج ثلاثى البعد (نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه):




**شكل (٣) نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه.**

ويتضمن هذا المستوى الإنسانى التأكيد على عنصرين أساسيين، وهما (Mahaffy, 2006):

- **سياق التعلم the learning context:** ويشير إلى شبكة غنية من الاعتبارات الاقتصادية، والاجتماعية، والسياسية، والبيئية، والتاريخية، والتى يتم إدراجها


Doi:10.12816/0053439

ونسجها مع المعرفة الكيميائية التى يتعلمها الطلاب. فمن خلال الاختيار المناسب لسياق تعلم الكيمياء، يمكن تنمية قيم متعددة، مثل: الوعى البيئى، والمواطنة، وأخلاقيات البحث العلمى، والوجه الحقيقى للكيمياء فى المحتوى، وتنميتها لدى الطلاب.

- **المتعلم البشرى the human learner:** يربط نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه بين تعليم الكيمياء وأساليب التعلم التى يتبعها الطلاب، ويوظف طرق تدريس متنوعة، ومنها: المشروعات البحثية، وحل المشكلات، وغيرها؛ بحيث يقدم العالم الكيميائى على المستويات الأربعة، وهى: الماكروسكوبى، وتحت الميكروسكوبى، والرمزى، والإنسانى ليتمكن من إكساب الطلاب المعرفة العميقة حول المعرفة الكيميائية، وفهم طبيعتها.

ويمتاز تعليم العلوم عامة، والكيمياء على وجه التحديد فى إطار ربطها بسياق الحياة اليومية، وبالطلاب واحتياجاتهم بعدة جوانب، ومن أهمها:

(Holbrook, 2005; Gilbert, 2006; Mahaffy, 2006; Pilot & Bulte, 2006; De Jong, 2008; Deter, 2009; Vos & etal., 2010; Avargil & etal., 2011; Ibrahim, 2011; Wieringa & etal., 2011; Barke, Harsch & Schmid, 2012; Ültay & Çalik, 2012; Kose & Toson, 2014; Bennett, 2016)

- يُحفز الطلاب لتعلم الكيمياء ويزيد دافعيتهم، ويجعل الدروس أكثر تشويقاً.
- يُحسن استخدام البيئة الواقعية فى تعليم الكيمياء وتعلمها.
- يُحسن فهم الطلاب المفاهيم الكيميائية على المستويات الأربعة.
- يجعل تعلم المعرفة الكيميائية أيسر وأعمق وأكثر تذكراً.
- يُعد الطلاب للتعامل مع اللغة الرمزية المستخدمة فى التعبير عن المعرفة الكيميائية، والتواصل بهذه اللغة بفاعلية.
- ينقل تعليم الكيمياء من الطريقة التقليدية التى تتمحور حول بناء قاعدة معرفية من الحقائق المجزأة يتم تطبيقها مستقبلاً إلى طريقة تقدم الكيمياء بوصفها ذات أهمية وفائدة للطلاب وتحقق الإدراك المفاهيمى العميق للمعرفة الكيميائية.

- يُغير نظرة الطلاب إلى الكيمياء بوصفها تجميع للحقائق إلى اعتبارها طريقة للتفكير والتأمل فى العالم والبحث فى ظواهره.
- يجعل الطلاب يتغلبون على خوفهم من الكيمياء، واكتساب الثقة التى يحتاجون إليها لتعلم موضوعاتها.
- يُطور فهماً صحيحاً وحقيقياً لطبيعة العلم والدور الذى يلعبه تعليم العلوم فى إعداد المواطنين المستنيرين القادرين على اتخاذ القرار.
- يُتيح الفرصة للطلاب للتخيل الإبداعى لما يحبون أن يكونوا عليه فى العالم الكيميائى.
- يُزيد من رغبة الطلاب فى تعلم الكيمياء والتخصص بها فى المستقبل.
- يُضفى معنى وحياة على المعرفة العلمية والكيميائية.
- يُقدم معنى تركيبى متكامل للمعرفة الكيميائية المتعلمة.
- يدعم ممارسة الطلاب مهارات التفكير العليا والتفكير العلمى.
- يسمح للطلاب ببناء معرفتهم بأنفسهم من خلال خبرات واقعية متنوعة بدلاً من الحصول عليها جاهزة من مصدر محدد.
- يُغير معتقدات الطلاب حول الكيمياء من حيث كونها مادة دراسية صعبة، ومن حيث كونها علم ليس له أهمية فى حياتهم ومستقبلهم.
- يُسهم فى إعداد المواطن المثقف علمياً.
- يُوضح الطرق التى يستخدمها العلماء فى دراسة الظواهر العلمية.

وتتمثل ملامح التدريس القائم على ربط الكيمياء بسياق الحياة اليومية، وبالطلاب واحتياجاتهم فيما يلى:

(Schwartz, etal., 2004; Gilbert, 2006; Kessels, etal., 2006; Lyons, 2006; Schreiner, 2006; Taconis & Kessels, 2009; Gilbert, etal., 2011; Ibrahim, 2011; Vos, etal., 2011; Peşman, & Özdemir, 2012; Kessels & Taconis, 2012; King, 2012; DePutter-Smits, Taconis & Jochems, 2013; Eilks, etal., 2013; Bennett, 2016; Taconis, etal., 2016)

- يبدأ التدريس بسياق مجتمعى يرتبط بالمفاهيم الكيميائية موضع الدراسة.

- يتم شرح السياق مبكراً قبل أن يتعلم الطلاب المفهوم أو الموضوع بدلاً من عرضه فى نهاية الدرس.
- التركيز على بعد جديد فى تعليم الكيمياء يتعامل مع فهم الطلاب للدور الذى تلعبه الكيمياء فى حياتهم.
- تفعيل مهارات التعلم من خلال أنشطة متنوعة.
- التحرك أثناء التدريس من السياق المعلوم المرئى إلى ما هو ليس معلوم وغير مرئى.
- يهتم ببناء المعرفة أكثر من نقل المعرفة.
- التعلم يتم من خلال مواقف مهمات متكاملة بدلا من تجزئة المهمات وانفصالها.
- التركيز على المعنى الشخصى والاجتماعى للمعرفة الكيميائية.
- يعتمد على التعاون والاتصال بين الطلاب بدلاً من التعلم الفردى.
- تطوير مناخ مناسب للتعلم والفهم بدلاً من الحفظ.
- يعتمد على مبدأ "الحاجة إلى المعرفة the need to know principle".
- يقدم الواقع من أجل زيادة فهم المعرفة وتوظيفها.
- يسمح بالنقاش حول المعرفة المتعلمة وتطبيقاتها فى إطار من الاحترام وحرية التعبير.
- يتبنى فكر النظرية البنائية ويسمح للطلاب ببناء معرفتهم بأنفسهم من خلال خبراتهم أكثر من مجرد الحصول على المعرفة أو حفظها من مصدر محدد.
- إتاحة الفرصة للطلاب لفهم عالمهم من منظور علم الكيمياء.
- أنشطة تعلم تجعل الطالب يستخدم مهارات التفكير العلمى.
- يتمحور حول الطالب، ويعتمد على التعلم النشط، والنقاش، والجدل المدعم بالأدلة العلمية.

- يساعد المعلمين على توفير فرص تعلم للطلاب لتطبيق المعرفة الكيميائية وطرق التفكير بثلاثة أساليب مختلفة، وهى:
  - **تفسيرى . تنبؤى Explanatory-predictive**: يصمم الطلاب نماذج للعمليات التى يمكن أن تشرح الظواهر ذات الصلة والتنبؤ بها، مثل تأثير الغازات الدفيئة على الغلاف الجوى. ويستخدم هذا الأسلوب القضايا والموضوعات السياقية لإشراك الطلاب فى تحليل البيانات، وبناء النماذج، والتفسيرات، وإعداد الحجج والدفاع عنها بناءً على أدلة علمية، فضلاً عن عرض أفكارهم والاتصال بها.
  - **تحويلى transformative**: يصمم الطلاب المواد والعمليات لتحديد المشكلات ذات الصلة، ومحاولة حلها، مثل: مشكلة تنقية المياه فى مجتمعهم. وفى هذا الأسلوب تقدم الموضوعات السياقية لإشراك الطلاب فى تحديد التعريفات، فضلاً عن تصميم الأنماط واختبارها ومراجعتها بناءً على معرفتهم وخبراتهم.
  - **اجتماعى . كيميائى socio-chemical**: يحلل الطلاب التكلفة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، وفوائد الأنشطة الكيميائية، والعائد من استخدام المنتجات الكيميائية، ويقيمونها. ويستخدم هذا الأسلوب الموضوعات السياقية لإشراك الطلاب فى صنع القرارات التى تتطلب النظر إلى القضايا الأخلاقية جنباً إلى جنب مع فهم المفاهيم الرئيسة للكيمياء، والأفكار، والممارسات.

ويوضح جدول (١) مقارنة بين النماذج الثلاثة لتعليم الكيمياء من حيث: الأساس الفلسفى الذى يرتكز عليه كل نموذج منها، والأبعاد التى يركز عليها، وأسس التدريس وفق هذا النموذج، فضلاً عن الميزات والعيوب (إعداد الباحثة):

**جدول (١) مقارنة بين نماذج تعليم الكيمياء (إعداد الباحثة).**

| وجه المقارنة | النموذج الأول | النموذج الثانى | النموذج الثالث |
|---|---|---|---|
| الأساس الفلسفى | المدرسة السلوكية. | رؤية المدرسة البنائية، ونموذج معالجة المعلومات. | النظرية البنائية، والبنائية الاجتماعية. |
| الأبعاد التى يركز عليها | محتوى الكيمياء. | -محتوى الكيمياء.<br>-كيفية تعلم الكيمياء. | -محتوى الكيمياء.<br>-كيفية تعلم الكيمياء.<br>-الدافعية والاتجاهات. |
| التدريس وفق النموذج | -عقول الطلاب صفحة بيضاء يجب ملئها بالمعرفة.<br>-تفهم الكيمياء جيداً عندما يتم تدريس مبادئها الأساسية للطلاب.<br>-تدريس المفاهيم أولاً، ثم تدريس التجارب، وأخيراً عرض أمثلة.<br>-تقدم الكيمياء فى سياق مجالها. | -يبدأ التدريس بالتركيز على المستوى الماكروسكوبى.<br>-تُشرح المعرفة الكيميائية عند كل مستوى من المستويات الثلاثة بشكل منفصل وبالقدر نفسه من الاهتمام.<br>-تفسير العلاقات الداخلية الرابطة بين المستويات الثلاثة أثناء التدريس. | -يبدأ التدريس بسياق مجتمعى يرتبط بالمفاهيم الكيميائية موضع الدراسة.<br>-أنشطة تعلم تجعل الطالب يستخدم مهارات التفكير العلمى.<br>-يتمحور حول الطالب ويعتمد على التعلم النشط، والنقاش، والجدل المدعم بالأدلة العلمية.<br>-يعتمد على مبدأ "الحاجة إلى المعرفة".<br>-التحرك أثناء التدريس من السياق المعلوم المرئى إلى ما هو ليس معلوم وغير مرئى. |
| الميزات | -بناء قاعدة معرفية كيميائية أساسية للطلاب على أساس أنها مطلب قبلى لتعلم الكيمياء فى المستويات الأكاديمية العليا. | -يساعد فى فهم الطلاب المعرفة الكيميائية بعمق.<br>-الربط بين المستويات الثلاثة للتعبير عن المعرفة الكيميائية. | -يحفز الطلاب لتعلم الكيمياء ويزيد دافعيتهم، ويجعل الدروس أكثر تشويقاً.<br>-تحسين فهم الطلاب المفاهيم الكيميائية على المستويات الأربعة.<br>-يجعل تعلم المعرفة الكيميائية أيسر وأعمق وأكثر تذكراً.<br>-يسمح للطلاب ببناء معرفتهم بأنفسهم من خلال خبرات واقعية متنوعة بدلاً من الحصول عليها جاهزة من مصدر محدد.<br>-يغير معتقدات الطلاب حول الكيمياء من حيث كونها مادة دراسية صعبة، ومن حيث كونها علم ليس له أهمية فى حياتهم ومستقبلهم. |
| العيوب | -تنظيم المحتوى يناسب الخبراء والعلماء أكثر من الطلاب.<br>-الفصل بين تعلم المفاهيم وتطبيقاتها يجعلها أقل استخداماً، ومن ثم أقل تذكراً.<br>-تعلم مفاهيم الكيمياء لا يعنى بالضرورة القدرة على تطبيقها فى الحياة اليومية، أو استخدامها فى حل المشكلات. | -لا يهتم بجانب الاتجاهات والدافعية لدى الطلاب لتعلم الكيمياء.<br>-عدم اهتمامه بما يكونه الطلاب من معتقدات وتصورات حول الكيمياء. | -فى بعض الأحيان يكون هناك مغالاة فى إبراز السياق الكيميائى للعالم الواقعى على حساب المعرفة الكيميائية. |

وهكذا تتضح نماذج تعليم الكيمياء التي تداولتها الأدبيات والدراسات لتعليم المعرفة الكيميائية، ومنها المعرفة بمفاهيم كيمياء النانو، والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

**ثانياً: المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء Deep knowledge of nanochemistry concepts & Epistemological belifes about chemistry**

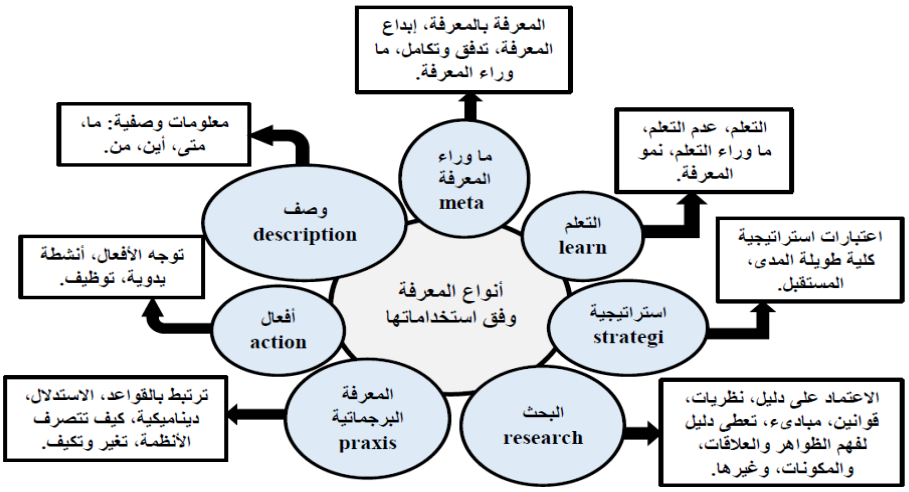
يميز المتخصصون فى الكيمياء وتعليمها بين ثلاثة أنماط من المعرفة الكيميائية، وهى (Talanquer, 2015):

- **الخبرات Experiences:** وتشير إلى المعرفة الإمبريقية (الواقعية) التى نجمعها من خلال الحواس، أو استخدام أدوات محددة حول المواد والعمليات الكيميائية، مثل: صدأ الحديد فى وجود الهواء.
- **النماذج Models:** وتمثل النماذج النظرية التى طورها الكيميائيون لفهم العالم الواقعى، مثل: الصدأ هو عملية كيميائية يتفاعل خلالها عنصر الحديد مع الأكسجين، وينتج أكسيد حديد وهو مركب كيميائى.
- **التصورات البصرية Visualizations:** وتشمل العلاقات البصرية المختلفة من رموز ومعادلات، ومن الرسوم الساكنة إلى الرسوم المتحركة، والتى تستخدم لتسهيل الاستدلال والاتصال حول كل من الخبرات والنماذج فى الكيمياء، مثل: $4Fe_{(s)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_3$

ويتطلب اكتساب الطلاب المعرفة العميقة فى الكيمياء أن يقوم الطلاب بعمل روابط بين هذه الأنواع الثلاثة من المعرفة عن طريق تطبيق النماذج والنظريات لفهم خبرات العالم الواقعى باستخدام التصورات البصرية بوصفها أدوات للتفكير، ويتم ذلك بمساعدة المعلم الذى يوضح هذه العلاقات من خلال المناقشات مع الطلاب.

ويمكن تصنيف أنواع المعرفة من حيث استخداماتها إلى عدة أنواع، ويلخص شكل (٤) هذه الأنواع (Bennet & Bennet, 2008):


Doi:10.12816/0053439




**شكل (٤) أنواع المعرفة من حيث استخداماتها.**

وهذه الأنواع من المعرفة أحياناً تتراكب، وأحياناً أخرى يكون بينها فجوات. ويتوقف استخدام الفرد لها، وقدرته على توظيفها فى حل المشكلات، واتخاذ القرارات على كل من: المحتوى، والسياق، والناتج المرغوب من الموقف أو المشكلة التى يمر بها أو يتعامل معها.

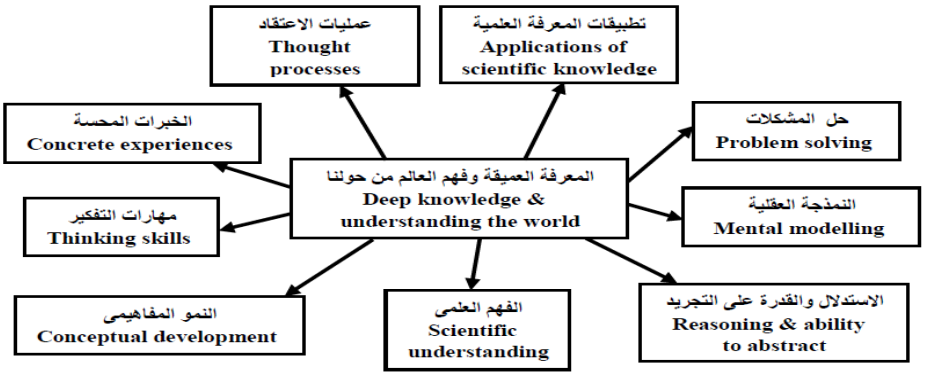
وتصنف أنواع المعرفة من حيث عمقها إلى ثلاثة أنواع رئيسة، وهى (Sousa, 2006; Bennet & Bennet, 2008):

- **المعرفة السطحية Surface knowledge:** وتتمثل فى المعلومات الأولية التى يمتلكها الفرد حول موضوع ما، وحد أدنى من الفهم، وتستخدم الذاكرة قصيرة المدى، ويجيب من خلالها الفرد على أسئلة: ماذا، من، متى، أين. ويتضمن هذا المستوى من المعرفة الحقائق، والبيانات، والمعلومات، والمفاهيم والتعامل معها على مستوى الحفظ والتذكر لاستخدامها فى النجاح فى الامتحان، وهذا النوع من المعرفة صعب التذكر، سهل النسيان؛ لأنها ذات معنى بسيط وروابط قليلة فيما بينها.
- **المعرفة الضحلة Shallow knowledge:** عند هذا المستوى يمتلك الفرد قدر من المعرفة وفهم جزئى لهذه المعرفة، وبعض المعنى لها من خلال السياق،

ويحدث ذلك من خلال الربط بين المعرفة الجديدة والخبرات السابقة الموجودة فى البنية المعرفية للفرد. كما قد يتكون هذا المعنى من خلال المنطق، والتحليل، والملاحظة، والانعكاس، وأحياناً التنبؤ.

- **المعرفة العميقة Deep knowledge:** وعند هذا المستوى من المعرفة يكون الفرد قادراً على فهم المعرفة ومعناها السياقى فهماً دقيقاً متكاملاً، فضلاً عن القدرة على تغيير إطاره المرجعى بتغير السياق. والشخص الخبير الذى يمتلك المعرفة العميقة حول موضوع ما هو من يستطيع استنتاج الأنماط، وتقييم أهميتها فى موقف ما، واستخدام النظريات التى توجه معرفته، والإبداع والابتكار. وكلما اكتسب الفرد معرفة عميقة تعمق فهمه وزاد إبداعه، فتتعمق معرفته أكثر، وهكذا. ويتطلب اكتساب المعرفة العميقة وتنميتها أن يكون لدى الطالب دوافع لدراستها وتعلمها، والتركيز على تفاصيل السياق لكل خبرة يمر بها، وطرح أسئلة، وتحليل أحداث، ودمج ذلك كله فى بنيته المعرفية التى تتعمق بمرور الوقت، فيستخدمها فى فهم العالم من حوله، وتفسير ظواهره، وحل مشكلاته.

ويوضح شكل (٥) علاقة المعرفة العميقة بفهم العالم من حولنا (Bennet & Bennet, 2008):




**شكل (٥) أهمية المعرفة العميقة فى فهم العالم من حولنا.**

وللمعرفة العميقة مستويات، ويوضح جدول (٢) هذه المستويات، والأفعال التى تستخدم للتعبير عن كل مستوى منها، فضلاً عن الأداءات الدالة على اكتساب الطلاب كل مستوى (Norman, 2006):

**جدول (٢) مستويات المعرفة العميقة والأفعال والأداءات المعبرة عن كل مستوى منها.**

| المستوى | تعريفه | الأفعال | الأداءات |
|---|---|---|---|
| الأول: استدعاء / إعادة إنتاج Recall/ Reproduction | (من / ماذا/ متى/ أين/ لماذا) استدعاء حقيقة أو معلومة أو إجراء، ومعالجة معلومات فى مستوى منخفض. | يعرف - يخبر - يتذكر - يكرر - يرتب - يرسم - يحدد - يعد قائمة - يسمى - يوضح - يقيس - يستخدم - يتذكر - يقرر - ينص - يختار. | يشرح مفاهيم بسيطة أو إجراءات.<br>يستدعى عناصر وتفاصيل أو تركيب، وخصائص وتجهيزات.<br>يستدعى حقيقة أو خاصية.<br>يجرى العمليات الحسابية الرياضية الأساسية.<br>يحدد تعبير علمى معيارى لظاهرة بسيطة.<br>يعبر بالكلمات أو الرسوم التخطيطية عن مفهوم علمى أو علاقة.<br>يقيس شىء بشكل صحيح.<br>يصف مكونات مكان أو بشر. |
| الثانى: مهارة/ مفهوم Skill/ Concept | يستخدم المعلومات أو المعرفة المفاهيمية. ويتضمن إجراء خطوتين أو اكثر. | يستدل - يصنف - يجمع - يعرض - يحدد الأنماط - ينظم - يبنى - يعدل - يتنبأ - يفسر - يميز - يستخدم مفاتيح السياق – يدون ملاحظات - يلخص - يرسم رسماً بيانياً - يفصل - يقارن - يربط - يحدد سبب ونتيجة. | يحدد الأحداث الرئيسة فى موقف ما ويلخصها.<br>يستخدم مفاتيح السياق لتحديد معنى أشياء غير مألوفة.<br>يحل مشكلات نمطية ذات خطوات محددة.<br>يصف علاقة السبب والنتيجة لحدث ما.<br>يحدد الأنماط البسيطة فى الأحداث أو السلوك.<br>يصيغ بيانات مشكلة ما وشروطها.<br>ينظم البيانات ويعرضها ويفسرها.<br>يرتب الأشياء.<br>يتنبأ بمخرج منطقى.<br>يطبق مفهوم.<br>يقرأ الرسوم البسيطة. |
| الثالث: التفكير الاستراتيجى Strategic thinking | يتطلب الاستدلال، تطوير خطة أو تتابع من الخطوات، يتضمن بعض التعقيد، واستخدام أكثر من مدخل معقول. | يراجع - ينقد - يصيغ - يفرض فروض - يحدد الدليل - يفرق - يتقصى - يقارن - يبنى - يقيم - يشرح ظاهرة - يحل مشكلة - يطور جدل منطقى - يخرج بنتائج. | يحل مشكلات غير نمطية.<br>يصف أنماط معقدة.<br>يستنتج معلومات من رسم بيانى معقد.<br>يشرح ظاهرة فى حدود المفاهيم.<br>يدعم الأفكار بالتفاصيل والأمثلة.<br>يطور نموذج علمى لموقف معقد.<br>يصيغ تعميمات من بيانات تجريبية.<br>يكامل المعلومات من مصادر متعددة لفهم موضوع محدد.<br>يطور جدل منطقى.<br>يحدد حل ما ويحققه.<br>يحدد أسئلة البحث ويصمم بحث لمشكلة علمية.<br>يطبق مفهوم فى سياقات أخرى. |

**تابع جدول (٢) مستويات المعرفة العميقة والأفعال والأداءات المعبرة عن كل مستوى منها.**

| المستوى | تعريفه | الأفعال | الأداءات |
|---|---|---|---|
| الرابع: التفكير الممتد Extended thinking | يتطلب تقصى، وقت للتفكير، إجراء بحث، وتحديد الجوانب المتعددة للمشكلة. وعمل روابط وامتدادات، متطلبات معرفية عليا، واستدلال معقد. | يصمم - يتصل - يركب - يطبق مفاهيم - ينقد - يحلل - يبتكر - يبرهن - يقيم - يخلق - يعد تقرير. | ينفذ مشروع يتطلب تحديد مشكلة، وتصميم تجربة، وإجرائها، وتحليل بياناتها، وإعداد تقرير بالنتائج والحلول.<br>يصمم نموذج رياضى لحل مشكلة أو موقف.<br>يطبق نموذج رياضى لحل مشكلة أو موقف.<br>يصف ويوضح كيف توجد الأنماط الشائعة عبر النصوص من ثقافات مختلفة ويربطها.<br>يحلل معلومات من مصادر متعددة ويركبها.<br>يدمج أفكار داخل مفاهيم جديدة.<br>ينفذ تصميمات تجريبية. |

وتعد كيمياء النانو فرعاً من الفروع الحديثة لعلم الكيمياء، وهى تتضمن تخليق المواد النانوية، ودراستها، ووصفها، وتحديد خواصها الكيميائية والفيزيائية الفريدة الناتجة عن تجميع الذرات والجزيئات معاً بأبعاد نانوية، فضلاً عن دراسة التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية. وتتضمن عدداً من المفاهيم، مثل: مقياس النانو، النانو تكنولوجى، المواد النانوية، الحجم النانوى الحرج، الخواص المعتمدة على الحجم، الأبعاد النانوية، أشكال المواد النانوية، تطبيقات النانو تكنولوجى، والأثار الضارة المحتملة لتكنولوجيا النانو، وغيرها.

ولتقنية النانو Nanotechnology توصيفات متعددة، فتوصف بأنها التقنية القادرة على تحقيق درجات عالية من الدقة فى وظائف المواد وأحجامها وأشكالها ومكوناتها؛ مما يساعد على التحكم فى وظائف الأدوات المستعملة فى ميادين الطب والصناعة والهندسة والزراعة والعقاقير والاتصالات والدفاع والفضاء وغيرها. وتعرف أيضاً بأنها علم التعامل مع أشياء أصغر من الصغر نفسه، أو هى تكنولوجيا المواد المتناهية فى الصغر، ومعالجة المادة على مقياس النانو لتنتج خواص فريدة وجديدة تفيد فى تطبيقات متعددة (الإسكندرانى، ٢٠١٠؛ الجبالى، ٢٠١٠؛ حجازى، ٢٠١٢).

ومصطلح "تقنية النانو" مشتق من كلمتين، الكلمة الأولى نانو Nano وهى مأخوذة من الكلمة Nanos فى اللغة اليونانية، وتعنى القزم المتناهى فى الصغر، والثانية تكنولوجى Technology وتعنى التطبيق العملى للمعرفة. وتتعامل تقنية النانو مع المواد على مقياس النانومتر، وهى أصغر وحدة قياس مترية وتعادل واحد من ألف مليون من المتر، أى واحد من مليار من المتر، وهى أدق وحدة قياس مترية معروفة حتى الآن، وحجم النانو أصغر بحوالى ثمانين ألف مرة من قطر شعرة الرأس؛ ولذلك يطلق عليها تقنية المنمنمات، (الإسكندرانى، ٢٠١٠؛ الجبالى، ٢٠١٠؛ محمد، ٢٠١٢).

وترتكز تكنولوجيا النانو على عدد من المبادىء، وهى (Gilbertson, etal., 2014; 2015):

- إمكانية التحكم بتحريك الذرات منفردة وإعادة ترتيبها.
- اختلاف الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو عن خواص المادة نفسها عند الحجم الطبيعى.
- تعتمد تقنية النانو على مبادىء الفيزياء والكيمياء والبيولوجى والهندسة الإلكترونية والكهربية.
- تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العلمية التى تتصف بإمكانية تطبيقها فى اختراعات واستخدامات مفيدة.

وللمواد النانوية خصائص فريدة جعلتها تفتح أفاقاً جديدة للاختراعات والتطبيقات العلمية؛ حيث يزداد النشاط الكيميائى للمادة عند تصغيرها على المقياس النانوى؛ وذلك بسبب زيادة مساحة سطحها وحدوث التفاعلات الكيميائية عند السطح. كما يتغير لون المادة عن لونها العادى، فمثلاً: الذهب فى الأحوال العادية يكون أصفر اللون، أما فى الحالة النانوية فقد يكون برتقالى، أو أحمر، أو أزرق؛ وذلك لأن تفاعل المادة مع الضوء عند المستوى النانوى يختلف عنه فى الحجم العادى. ومن الخصائص المميزة للمواد النانوية أيضاً ارتفاع صلابة المواد الفلزية؛ فعلى سبيل المثال: تفوق صلابة جسيمات النانو الكروية المصنوعة من

السيلكون صلابة مادة السليكون بمئات المرات. وفضلاً عن ذلك تزداد المغناطيسية والقدرة على التوصيل الكهربى (الإسكندرانى، ٢٠١٠؛ الجبالى، ٢٠١٠؛ Glover, Miller & Hutchison, 2011).

وقد أصبحت تكنولوجيا النانو فى مقدمة المجالات الأكثر أهمية فى مجال علم الكيمياء لما لها من تطبيقات واسعة فى مجالات عدة، ففى مجال الطب قد تسهم المواد النانوية التى يتم تخليقها كيميائياً فى علاج أمراض السرطان، وإزالة الجلطات، وإجراء الجراحات، وإنتاج أجهزة دقيقة للغسيل الكلوى، وغيرها. وفى مجال الزراعة تسهم فى إنتاج مغذيات ومبيدات حشرية وأدوية للنبات والحيوان بمواصفات محددة ودقيقة تخلو من الأثار الجانبية لتحسين الإنتاج الزراعى. أما فى مجال البيئة فتستخدم المواد والمرشحات النانوية فى تنقية الماء والهواء وإزالة المواد السامة والنفايات الصناعية. وفى مجال الاتصالات تفيد تكنولوجيا النانو فى تصنيع الهواتف الذكية والحاسبات صغيرة الحجم عالية الإمكانات. فضلاً عن تطبيقاتها فى مجالات الصناعة والطاقة والمجال العسكرى (سلامة، ٢٠٠٩؛ الإسكندرانى، ٢٠١٠ ;Plata, etal., 2009; Glover, Miller & Hutchison, 2011; NRC, 2012; Gilbertson, etal., 2014; 2015)

وبالرغم من التطبيقات الهائلة وغير المسبوقة لعلوم النانو؛ فإن هناك بعض المخاوف من بعض الآثار الضارة المحتملة لها، ومنها: التأثيرات على الصحة، وحياة النبات والحيوان؛ وذلك لأن جزيئات النانو صغيرة جداً لدرجة تمكنها من اختراق الخلايا وإصابتها بالضرر. ومنها التلوث بالنفايات الناتجة عن الصناعات النانوية، كما يرى البعض أنها قد تتسبب فى زيادة الفجوة بين طبقات المجتمع نتيجة لعدم العدالة فى توزيع التكنولوجيا والثروات، فضلاً عن الجوانب الأخلاقية التى توجه البحوث فى مجال علوم النانو (محمد، ٢٠١٢؛ Healy, Dahlben & Isaacs, 2008; Glover, Miller & Hutchison, 2011; Gilbertson, etal., 2014; 2015)

ونظراً لأهمية تكنولوجيا النانو وتأثيراتها المستقبلية على الفرد والمجتمع سواء على المدى القريب أم البعيد فى كافة الجوانب العلمية والاقتصادية والسياسية والمجتمعية، فقد أصبح هناك اهتمام بإعداد القوى البشرية المؤهلة المزودة بالمهارات العلمية، والعملية التى تمكنها من التعامل مع معطيات علوم النانو من جانب، والقادرة على تلبية متطلبات سوق العمل فى هذا التخصص من جانب أخر.

ويقع على عاتق التربية العلمية بصفة عامة، وتعليم الكيمياء بصفة خاصة مهمة تحقيق هذا الهدف؛ نظراً للارتباط الوثيق بين تكنولوجيا النانو، وعلوم الكيمياء والفيزياء والبيولوجى (Lind, etal., 2010).

وفى السياق ذاته يرى أعضاء الفريق الاستشارى للجمعية الوطنية للنانو تكنولوجى ضرورة إمداد كل من الطلاب والمعلمين من خلال المناهج الدراسية بخبرات سياقية مترابطة ذات معنى لظواهر النانو ومفاهيمه (Poteralska, etal., 2007, 15).

وقد حدد معهد تكنولوجيا النانو بولاية بنسلفانيا المتطلبات المتعلقة بتعليم علوم النانو، وأوصى بأن يبدأ تدريسها من عمر (12) عاماً، وتمتد إلى الجامعات والمدارس المهنية. كما أوصى أن تتضمن مناهج العلوم الفروع الحديثة للعلم، وعلى رأسها علوم النانو، فضلاً عن تطوير استراتيجيات التدريس بما يتلائم مع طبيعة المفاهيم والأفكار الجديدة التى تتضمنها هذه الفروع (Gabor, etal., 2009).

كما تؤكد (شلبى،٢٠١٢) على أهمية تعليم علوم النانو وتكنولوجياته وتعلمها فى التعليم العام؛ لأنها تساعد الطلاب على الإلمام بلغة النانو، والمهارات الأساسية المطلوبة للتعامل معها.

ومن خلال مراجعة عدد من الدراسات السابقة فى مجال التربية العلمية التى اهتمت بتكنولوجيا النانو وتعليمها مثل: (هانى، ٢٠١٠؛ شلبى، ٢٠١٢؛ صالح،

٢٠١٣؛ عبد الفتاح، ٢٠١٣؛ أحمد، ٢٠١٥؛ غياضة، ٢٠١٦؛ درويش وأبو عمرة، ٢٠١٨؛ عسكر، ٢٠١٧؛ محمد، ٢٠١٧) (Steven & Krajcik, 2007; Hingant & Albe, 2010; Ban & Kocijanic, 2011; Mutambuki, 2014; Schönborn, Höst & Palmerius, 2015) لوحظ ما يلى:

-اهتمت دراسة واحدة بتشخيص مدى معرفة طالبات كلية التربية تخصص العلوم بغزة بتطبيقات النانو تكنولوجى واتجاهاتهم نحوها (درويش وأبو عمرة، ٢٠١٨).

-عُنيت دراسة (غياضة، ٢٠١٦) بتحليل كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية فى ضوء متطلبات النانو تكنولوجى، وتحديد مدى اكتساب طلاب الصف الحادى عشر لها بفلسطين.

-اقترحت دراسة (Steven & Krajcik, 2007) تصميم اختبار لقياس فهم الطلاب لمفاهيم النانى تكنولوجى.

-اهتمت معظم الدراسات باقتراح برامج أو وحدات فى النانو تكنولوجى او النانوبيولوجى، وبحث فاعليتها فى تنمية التحصيل الدراسى، أو مفاهيم النانو بيولوجى، أو فهم طبيعة العلم واتخاذ القرار، ومهارات حل المشكلة، فضلاً عن الميل والاتجاه نحو الكيمياء.

-ركزت معظم هذه الدراسات على المرحلة الجامعية، وبصفة خاصة طلاب كليات التربية فيماعدا (شلبى،٢٠١٢؛ عسكر،٢٠١٧؛ Hingant &Albe, 2010) ؛ حيث استهدفت دراساتهم طلاب المرحلة الثانوية.

-لم تقترح هذه الدراسات استراتيجيات تدريس جديدة تتلائم مع طبيعة المفاهيم الكيميائية، وتحديداً مفاهيم كيمياء النانو- التى يتضمنها بالفعل محتوى منهج الكيمياء بالصف الأول الثانوى ـ وربطها بسياق الحياة اليومية واحتياجات الطلاب، وإبراز الأبعاد الأربعة للمفهوم الكيميائى: الإنسانى، والماكروسكوبى، وتحت الميكروسكوبى، والرمزى.

–لم تهتم أياً من هذه الدراسات بإكساب الطلاب المعرفة العميقة حول مفاهيم كيمياء النانو بمستوياتها الأربعة، من حيث: الاستدعاء، والمفهوم/المهارة، والتفكير الاستراتيجى، والتفكير الممتد.

–ومن الملاحظ أيضاً أنه لم تتعرض أى من هذه الدراسات لتنمية المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى من خلال تعليم المعرفة الكيميائية فى سياقها الواقعى، وعلاقة ذلك بإكتساب المعرفة العميقة حول المعرفة الكيميائية، على الرغم من أن المعتقدات الإبستمولوجية تمثل أحد مستويات ما وراء المعرفة، أو ما يطلق عليه المعرفة بالمعرفة.

وتتعلق المعتقدات الإبستمولوجية برؤية الأفراد وتصوراتهم وآرائهم حول طبيعة المعرفة من حيث: بنيتها، وثباتها، ومصدرها، وكيف تقيم وتعدل، فضلاً عن كيفية اكتسابها وتعلمها من حيث: السرعة، والقدرة الذاتية. وتختلف المعتقدات المعرفية تبعاً للخبرات الشخصية التى يمر بها الفرد، وعمق معرفته بالموضوع الذى يكون حوله المعتقد، وتنمو من خلال المشاركة الاجتماعية أثناء التعلم. (Hofer, 2004; Schommer, 2004; Stahl & Bromme, 2007; Porsch & Bromme, 2010)

وقد تعددت الرؤى حول مكونات المعتقدات الإبستمولوجية، فقدم كل من "هوفر وبنتريش" Hofer & Pintrich (1997) نموذجاً لهذه المكونات يتلخص فى بعدين رئيسين، ويندرج تحت كل بعد منها عاملين، وهما:

- **البعد الأول: طبيعة المعرفة Nature of knowledge:** ويشير هذا البعد إلى الاعتقاد فى ماهية المعرفة، وبنيتها، ويتضمن عاملين، هما:
  - **يقينية المعرفة Certainty of knowledge:** وتشير إلى الدرجة التى يرى بها الأفراد المعرفة إما ثابتة ساكنة مطلقة راسخة مثل الحجر، أو متدفقة ديناميكية نسبية تجريبية ومتطورة.
  - **بساطة المعرفة Simplicity of knowledge:** ويشير إلى النظر إلى المعرفة على المتصل على أنها: إما تتكون من حقائق وصيغ مادية

ملموسة ضعيفة الارتباط ببعضها البعض، أو هى مجموعة متكاملة وتكاملية من المفاهيم عالية الترابط وذات بنية محكمة فى صورة كل موحد، فضلاً عن كونها سياقية.

- **البعد الثانى: طبيعة اكتساب المعرفة Nature of knowing:** ويعنى كيفية اكتساب الفرد للمعرفة وتعلمها، فمعتقدات الفرد عن عملية التعلم تشكل جزءً أساسياً فى نمو المعرفى، ويتضمن هذا البعد عاملين، وهما:
  - **مصدر المعرفة Source of knowing:** ويتدرج من النظر إلى المعرفة على أنها تنشأ خارج الذات، وتكتسب من سلطة خارجية، وناتجة عن قدرة طبيعية موروثة، وأن تعلمها يعنى حفظ الحقائق والمعلومات إلى النظر إليها على أنها تُبنى من خلال ربطها بخبرات الفرد ومعرفته السابقة، وأن معظم الناس يمكنهم أن يتعلموا المعرفة فى مجال محدد من خلال العمل الجاد واستخدام استراتيجيات تعلم مناسبة.
  - **تبرير اكتساب المعرفة Justification for knowing:** ويشير إلى النظر إلى المعرفة عند تعلمها على أنها مقبولة ونهائية، وذات سلطة إلى النظر إليها على أنها تعتمد على الاستدلال من خلال المفاهيم، وجمع الأدلة التى تدعمها.

فى حين ترى "شومر" Schommer (2002) أن المعتقدات المعرفية تشمل أربعة عوامل، وهى:

**أ-معتقدات فى القدرة الثابتة Fixed ability:** وتمتد من القدرة الثابتة على التعلم منذ الميلاد إلى القدرة على التعلم التى يمكن أن تكتسب وتنمو وتتغير.

**ب-معتقدات فى المعرفة الثابتة Simple knowledge:** تمتد من المعرفة الواضحة غير الغامضة المكونة من أجزاء منفصلة إلى النظر للمعرفة على أنها تركيب بنائى من مجموعة من المفاهيم عالية الترابط.

**ج–معتقدات فى التعلم السريع Quick learning:** تمتد ما بين حدوث التعلم السريع الفورى إلى عدم وجود تعلم مطلقاً، أو التعلم التدريجى.

**د–المعرفة اليقينية Certain knowledge:** تمتد من النظر إلى المعرفة على أنها ثابتة مطلقة إلى النظر إليها على أنها تجريبية متغيرة.

وبالنظر إلى كلا النموذجين يلاحظ أنه وإن اختلفت المسميات التى استخدمها كل منهما لوصف مكونات المعتقدات الإبستمولوجية؛ فإنهما يتفقان فى أن المعتقدات الإبستمولوجية تتمحور حول رؤية الفرد لطبيعة المعرفة، وكيفية اكتساب هذه المعرفة.

وتكمن ضرورة الاهتمام بالمعتقدات الإبستمولوجية التى يكونها الطلاب حول مجال محدد من مجالات المعرفة فى أنها تؤثر فى عدة جوانب ترتبط بعملية التعلم، فعلى سبيل المثال، الطلاب الذين لديهم اعتقاد معرفى قوى بإن المعرفة مؤكدة، مطلقة، بسيطة، ويُحصل عليها من سلطة خارجية موثوق بها يرتكز التعلم لديهم على تذكر الحقائق المنفصلة، فى حين أن الطلاب الذين لديهم معتقد بأن المعرفة معقدة، تجريبية، سياقية، وأنها تشتق من الدليل وتبنى فى العقل يتطلب التعلم لديهم ممارسة عمليات تفكير عليا، مثل: التفكير الناقد، والتركيب، والتطبيق، وغيرها (Schommer, 2008).

وتتمثل الجوانب التى تؤثر فيها المعتقدات الإبستمولوجية المتكونة لدى الطلاب فيما يلى (Qian & Alvermann, 2000; Hofer,2001; Erdem, 2007; Ramani, :Chekuri & Allevato, 2012)

–الدافعية للتعلم.

–اختيار استراتيجيات التعلم الأفضل.

–نواتج التعلم المراد تحقيقها.

–تكامل فهم المفاهيم المتعلمة.

–طريقة تقييم الطلاب تعلمهم.

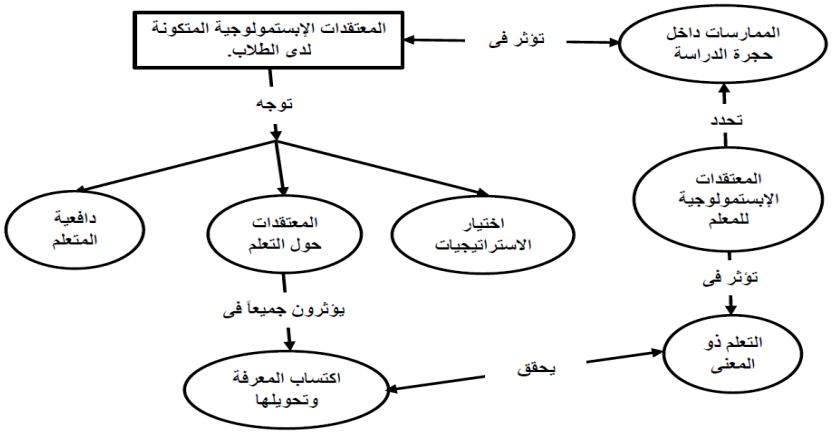
–مشاعر الطلاب وعدم إقبالهم على التعلم.

-الاتجاه نحو التعلم.

-الأداء الأكاديمى والنجاح الدراسى.

-تحديد الطرق التى يتبعها فى حل المشكلات.

ويلخص شكل (٦) تأثير المعتقدات الإبستمولوجية على عمليتى التعليم والتعلم من حيث الاستراتيجيات المستخدمة من قبل المعلم أو المتعلم، والممارسات التى تتم داخل حجرة الدراسة، والمنتج النهائى وهو اكتساب المعرفة والقدرة على تحويلها (Keen-Rocha, 2008):




**شكل (٦) تأثير المعتقدات الإبستمولوجية على عملية التعليم/ التعلم.**

وتتسم المعتقدات الإبستمولوجية المتكونة حول مجال معين بعدة سمات، ومنها: (Hofer, 2001; DeCorte, etal., 2002; Hammer & Elby, 2003; Muis, 2004; Schommer, 2004; Bromme, 2005; Gray, etal., 2008; Valanides & Agrli, 2008; Ulucinar, etal., 2012; Ding & Mallohan, 2015 ؛ قاسم، ٢٠١٧)

-ليست موروثة أو فطرية، وإنما هى مكتسبة ويمكن تنميتها.

-تختلف من مجال إلى أخر؛ فالمعتقدات حول الفيزياء، تختلف عن المعتقدات حول الكيمياء، أو حول التاريخ.

-يعتمد تكونها على السياق.

-تختلف المعتقدات المتكونة لدى الطلاب عن تلك الموجودة لدى الخبراء والعلماء.

-تتطور المعتقدات وتنمو من المعتقدات الأولية غير المرتبطة بالمعرفة novice، إلى المعتقدات الوسيطة intermediate، ثم المعتقدات الخبيرة expert.

-ترتبط بالعمر، وكلما ارتقى الفرد من صف لدراسى لأخر تنمو هذه المعتقدات.

-تتأثر بعامل النوع، والتخصصى الدراسى، والمناخ الأسرى، والاختلافات العرقية والثقافية والاجتماعية.

-تتاثر بطريقة التدريس المتبعة؛ حيث يمكن أن تؤدى طريقة التدريس المتبعة إلى نمو المعتقدات الإبستمولوجية فى الاتجاه الصحيح، ويحدث ذلك عندما يشارك الطلاب فى التعلم بفاعلية، ليكتشف الطلاب من خلالها أن المعرفة متكاملة، وأنه فى بعض الأحيان قد توجد أكثر من إجابة واحدة، أو أكثر من تفسير للمعرفة، وأن المعرفة يمكن بناؤها سواء بصورة شخصية أم اجتماعية.

-ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمستوى المعرفة الموجودة لدى الطالب؛ فكلما كان الطالب مكتسباً معرفة عميقة حول المجال الذى يكون حوله المعتقد كانت معتقداته خبيرة وصحيحة، وإذا كانت معرفته سطحية كانت معتقداته سطحية أيضاً.

ولكى تتغير المعتقدات الإبستمولوجية يتطلب توافر أربعة شروط، وهى (Bendixen, 2002):

-عدم الرضا عن المعتقدات الموجودة بالفعل.

-المعتقدات البديلة تكون واضحة ومفيدة.

-أن يرى الفرد أن هذه المعتقدات الجديدة جديرة بالتصديق.

-أن تثبت المفاهيم والمعتقدات الجديدة فى وجه التحديات، وتؤدى إلى تعلم جديد.

وقد أورد عددٌ من الدراسات بعض التوصيات والتطبيقات التربوية التى قد تفيد فى تنمية المعتقدات الإبستمولوجية للطلاب، وتتلخص هذه التطبيقات فيما يلى (السيد، ٢٠٠٩؛ Palmer & Marra, 2004; Prince, 2004; Schommer, 2004)

Allen & Tanner, 2005; Smith,tal., 2005; Ding & Reay, 2014; Ding & Zhang, 2014):

-أن يتم التعليم بالطريقة التى توضح للطلاب أن التعلم هو عملية بناء فعال للمعرفة؛ وذلك من خلال مساعدتهم على توليد المعرفة بدلاً من تقديمها جاهزة.

-توضيح أن الوصول لمستوى عالى من التعلم، يتطلب بذل مزيد من الجهد.

-طرح أسئلة ومشكلات ليس لها إجابة واحدة قاطعة، وتشجيعهم على قضاء الوقت المناسب فى دراستها وحلها.

-طريقة التدريس المستخدمة تُظهر الروابط بين الأفكار والمفاهيم المتعلمة من جانب، وبينها وبين سياق العالم الواقعى من جانب أخر؛ فالمتعلم عندما يرى هذه العلاقات يكتشف أن المعرفة تطبيقية وسياقية.

-توضح طريقة التدريس المستخدمة أن الأفكار والمفاهيم متنامية بطبيعتها.

-تسمح الأنشطة بتطبيق المعرفة فى سياقات متعددة؛ لأن ذلك يزيد وعى الطلاب بالطبيعة المعقدة والديناميكية للمعرفة.

-أن تكون مهام التعلم متنوعة واختيارية.

-تتضمن مواقف اتصال، وتفسير، وشرح، ونمذجة، ومقارنة.

-وجود تغذية راجعة بنائية.

-بيئة التعلم تتمحور حول المتعلم، وتحترم نمو الطالب وتطوره.

-استخدام استراتيجيات التعلم النشط.

ومن خلال العرض السابق عن المعتقدات الإبستمولوجية، وتحليل الأدبيات السابقة ذات الصلة؛ فقد استخلصت الباحثة منظومة المعتقدات الإبستمولوجية التى يجب توافرها لدى الطلاب دارسى الكيمياء، ويلخص جدول (٣) هذه المنظومة.

جدول (٣) منظومة المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء (إعداد الباحثة).

| البعد | المحور | العوامل | الوصف |
|---|---|---|---|
| طبيعة المعرفة الكيميائية Nature of chemical knowledge | بنية المعرفة الكيميائية Structure | مكونات البناء المعرفى | المعرفة الكيميائية ذات بنية محكمة تتكون من حقائق ومفاهيم ومبادىء وقوانين ونظريات شديدة الترابط، يتم التفكير فيها بالاستدلال العقلى (الاستقراء - الاستنباط)، وهذا البناء هو ما يعطى للكيمياء قوتها التفسيرية والتنبؤية. |
| | | تكامل الكيمياء مع العلوم الأخرى | تنتج المعرفة الكيميائية من محاولة العلماء فهم الطبيعة، وتفسير ظواهرها، وحيث إن الطبيعة وحدة واحدة فالمعرفة الناتجة من فروع العلم المختلفة تكون شبكة واحدة من المفاهيم والقوانين والنظريات، ومن ثم فالمعرفة الكيميائية متكاملة وتكاملية وترتبط بالمعرفة فى العلوم الأخرى، مثل الفيزياء، والبيولوجى. |
| | خصائص المعرفة الكيميائية characteristics | يقينية | المعرفة الكيميائية ليست مطلقة ثابتة، ولكنها نسبية احتمالية متغيرة عبر الزمن، فما هو مقبول اليوم بوصفه حقائق صحيحة قد يتغير أو يتعدل غداً فى ضوء ظهور أدلة جديدة. |
| | | أخلاقية | تطبق المعايير الأخلاقية على تطبيقات المعرفة الكيميائية واستخداماتها وليس على المعرفة نفسها. |
| | | إبداعية | المعرفة الكيميائية هى نتاج العقل البشرى، ويتطلب إنتاجها إبداع وتخيل تماماً مثل الأعمال الفنية، فالمعرفة الكيميائية هى نتاج التوظيف المبدع لعملية الاستقصاء العلمى. |
| | | سياقية تطبيقية | المعرفة الكيميائية ترتبط بكل جوانب العالم الواقعى وظواهره، ولا تقتصر فقط على حجرات الدراسة والمعامل. |
| | | بسيطة | تتجه المعرفة الكيميائية نحو التبسيط (الاختزال) من خلال تطوير أقل عدد ممكن من المفاهيم والنظريات التى تستخدم فى شرح وتفسير أكبر عدد ممكن من الظواهر. |
| | | قابلة للاختبار | يتأسس صدق المعرفة الكيميائية من خلال اختبار قدرتها على تفسير الملاحظات المقبولة، وإعطاء النتائج نفسها عند إعادة الاختبار. |
| طبيعة اكتساب المعرفة الكيميائية وتعلمها Nature of knowing chemistry | مصدر المعرفة source of knowledge | كيفية تعلم المعرفة | المعرفة الكيميائية تبنى فى العقل من خلال ربطها بالخبرات السابقة، ولا تنشأ خارج الذات، ولا تكتسب من سلطة خارجية وتعلمها يعنى فهمها بعمق، وممارسة عمليات التفكير، وجمع الأدلة والشواهد التى تدعمها. وليس حفظ المعلومات والحقائق الكيميائية. |
| | | دور المعلم | المعلم يساعد الطالب على تعلم الكيمياء من خلال أنشطة متنوعة تربط المفاهيم المتعلمة بسياق العالم الواقعى، ويسمح بالنقاش داخل حجرة الدراسة، ويوفر فرصا للطلاب للتفكير. وليس ناقل للمعرفة، أو معد للنجاح فى الامتحان. |
| | الكفاءة الذاتية فى التعلم self efficacy | استراتيجيات التعلم | لكل شخص أسلوب يناسبه فى التعلم، ومن ثم فإن أفضل طريقة لتعلم الكيمياء هى التى تتم وفق أسلوبك الخاص، والذى قد لا يتفق مع أسلوب زملائك أو معلمك. |
| | | القدرة على التعلم | تعلم الكيمياء ليس قدرة طبيعية موروثة، أو سمة شخصية، وإنما كل فرد لديه الفرصة نفسها لأن يتفوق فى تعلم الكيمياء واكتساب المعرفة العميقة حول مفاهيمها من خلال بذل الجهد والعمل الجاد، واستخدام استراتيجيات تعلم مناسبة. |

**مشكلة البحث:**

على الرغم من أهمية علم الكيمياء بوصفها العلم المركزى الذى يخدم كافة فروع العلم الأخرى، وفى مقدمتها الفيزياء والبيولوجى والهندسة، وكونها العلم الأكثر ارتباطاً بجوانب الحياة ومظاهرها، فإنها من أكثر المقررات التى يرى الطلاب أنها صعبة الفهم وذات طبيعة مجردة وجافة، فضلاً عن النظر إليها بوصفها ليست ذات صلة بالعالم الذى يحيون فيه أو بحياتهم الحالية والمستقبلية (Evan, etal, 2004).

ومن خلال تحليل واقع مجال تعليم الكيمياء على مدار أربعين عاماً؛ تم استخلاص بعض الملامح الأساسية التى تصف هذا الواقع، وهى (Johnstone, 2000):

١-تركيز تعليم الكيمياء على تعليم المعرفة الكيميائية فى حد ذاتها أكثر من أية اعتبارات أخرى، مثل: طبيعة المعرفة الكيميائية، أو طبيعة عملية التعلم، أو المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء، أو توضيح أهمية الكيمياء فى الحياة اليومية، وغيرها.

٢-وجود معرفة سطحية، أو غير مكتملة، وتصورات خطأ لدى الطلاب فى كافة المراحل الدراسية حول عديد من المفاهيم الكيميائية، مثل: الروابط الكيميائية، والمول، والطبيعة الجزيئية للمادة، والاتزان الكيميائى، والطاقة الحرة، والتفاعلات الكيميائية، والحمض والقاعدة، وغيرها.

٣-ضعف رغبة الطلاب فى تعلم الكيمياء والتخصص فيها.

٤-عدم قناعة الطلاب بأهمية الكيمياء فى حياتهم اليومية.

٥-نظرة الطلاب للكيمياء على أنها المسئولة عن تلويث البيئة وتدميرها.

ويرجع ذلك إلى أن تعليم الكيمياء فى غالبيته . وبصفة خاصة طرق التدريس السائدة . يركز على التعامل مع الكيمياء بوصفها مقرر يجب دراسته والنجاح فيه للانتقال إلى مرحلة تعليمية أعلى، ويتم ذلك من خلال سرد الحقائق والمبادىء

والمعرفة الكيميائية فى أدنى مستوياتها، وهو الحفظ من أجل الامتحان، دون التعرض لأهمية الكيمياء للطلاب أو استخداماتها المهمة فى حياتهم الواقعية (Tobin, 2006; Ibrahim, 2011).

ولكى يتم تغيير هذا الواقع، ويصبح تعليم الكيمياء قادراً على تحقيق أهدافه؛ فإن الأمر يتطلب استخدام استراتيجيات تدريسية جديدة ترتكز على توضيح السياق الكيميائى للعالم الحقيقى، والانتقال من تعليم الكيمياء فى سياق مجالها إلى تعليم الكيمياء فى سياق ربطها بالطلاب ومظاهر حياتهم، وإبراز المفاهيم الكيميائية من كافة جوانبها؛ ليتمكن الطلاب من تعلم المعرفة الكيميائية بشكل عميق، وتكوين معتقدات إبستمولوجية صحيحة حول الكيمياء، وهو ما تركز عليه بحوث تعليم الكيمياء فى الوقت الراهن.
(Mahaffy, 2004;2006; Holbrook, 2005; Deter, 2009; Ibrahim, 2011)

ويُمثل إكساب الطلاب المعرفة العميقة حول المعرفة الكيميائية، من حيث: القدرة على استدعاء حقيقة أو معلومة أو إجراء، واستخدام المعلومات أو المعرفة المفاهيمية، والاستدلال، وتطوير خطة أو تتابع من الخطوات، واستخدام أكثر من مدخل معقول، والتقصى، وإجراء بحوث، وتحديد الجوانب المتعددة للمشكلة، فضلاً عن القدرة على عمل روابط وامتدادات. كما يمثل تكوين معتقدات إبستمولوجية صحيحة لدى الطلاب حول الكيمياء من حيث: فهم طبيعة المعرفة الكيميائية، وطبيعة تعلمها واكتسابها . هدفين رئيسين لتعليم الكيمياء.

وبالرغم من ذلك فقد أوضحت نتائج عدد من الدراسات السابقة، مثل: (Conley, etal., 2004; Cano, 2005; Barbera, etal., 2008; Cam & Geban, 2011) ضعف المعرفة العميقة بمفاهيم الكيمياء، وسطحية المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى الطلاب فى كافة المراحل الدراسية.

وقد دُعمت نتائج هذه الدراسات بما أسفرت عنه نتائج الدراسة الاستطلاعية[1] التى طُبق خلالها اختباراً لقياس المعرفة العميقة حول مفاهيم كيمياء النانو يتكون من (20) مفردة من نوع اختيار من متعدد على عينة من طلاب الصف الأول الثانوى، بلغ عددهم (67) طالباً وطالبة فى الفصل الأول من العام الدراسى 2017/2018، وقد أوضحت نتائجها: توقف معرفة الطلاب عند مستوى الإستدعاء وبصورة غير مكتملة، وعدم امتلاكهم المعرفة العميقة عند مستوى المهارة/المفهوم، ومستوى التفكير الاستراتيجى، ومستوى التفكير الممتد؛ حيث تراوحت درجاتهم فى هذا الاختبار بين (4–7) درجة من (20) درجة.

كما تم تطبيق استبيان مفتوح على عدد (67) طالباً وطالبة للتعرف على معتقداتهم حول الكيمياء وتصوراتهم حول طبيعتها، وطبيعة اكتساب المعرفة الكيميائية، وأهميتها، وجاءت نتائجه كالتالى:

–يرى الطلاب أن الكيمياء صعبة الفهم، وأنها تتعامل مع أشياء غير مرئية، وبالتالى فهى صعبة التخيل.

–لغة الكيمياء من رموز ومعادلات صعبة الحفظ والاستخدام.

–دراسة الكيمياء غير مفيدة لهم فى حياتهم أو فى مستقبلهم المهنى.

–المعلم لا يجيب عن كل تساؤلاتهم ولا يسمح لهم بالنقاش، مما يؤدى إلى إحباطهم.

–الكيمياء مملة، وأنهم لا يرغبون فى متابعة تعلمها.

–لا توجد علاقة بين الكيمياء والعالم الذى يعيشون فيه.

–الكيمياء هى المسئولة عن التلوث البيئى والأضرار الصحية التى نعانى منها.

نذاكر الكيمياء من أجل النجاح فى الامتحان فقط.

–المعرفة الكيميائية المقدمة فى الكتب مصدقة.

---

**١ ملحق (٧) الدراسة الاستطلاعية.**


Doi:10.12816/0053439

-المعرفة الكيميائية ثابتة لا تتغير.

-التفوق فى الكيمياء موهبة فطرية.

-المعرفة الكيميائية معقدة وتحتوى مفاهيم وقوانين عديدة.

-لا توجد علاقة بين الكيمياء وغيرها من العلوم الأخرى، مثل: البيولوجى والفيزياء.

-أفضل طريقة لتعلم المعرفة الكيميائية هى التى تعتمد على حفظ المعلومات دون ربطها مع معلوماتى السابقة.

وقد يرجع السبب فى ذلك إلى اتباع معلمى الكيمياء استراتيجيات تدريس تقليدية لا تناسب طبيعة المعرفة الكيمائية، ومستويات التعبير عنها (Tobin, 2006; Ibrahim, 2011). وتأكيداً لذلك؛ فقد قامت الباحثة بملاحظة الأداء التدريسى لعدد (6) من معلمى الكيمياء للصف الأول الثانوى فى ثلاث مدارس ثانوية مختلفة، وأسفرت هذه الملاحظة عما يلى:

-يتبع المعلمون فى تدريس موضوعات الكيمياء، ومنها كيمياء النانو طريقة التلقين التى تركز على سرد المعلم للمعلومات، والمفاهيم المتضمنة بالدرس وترديد الطلاب لها، ثم طرح أسئلة حولها.

-لا يهتم المعلمون بمستوى المعرفة المتكونة لدى حول المفاهيم الكيميائية المتعلمة.

-يعتمد التدريس على الإلقاء والفاعلية من جانب المعلم، ويكون التركيز فى التدريس على تعليم الكيمياء فى سياق مجالها.

-مازال تدريس المفاهيم الكيميائية يعالجها على أنها معارف وقواعد يجب أن يلم بها الطالب.

-لا يبرز المعلمون السياق التطبيقى للكيمياء فى العالم الواقعى.

-لا يوضح المعلمون أثناء التدريس مستويات المعرفة الكيميائية، ولا يساعدون الطلاب على إقامة علاقات بين المستوى الماكروسكوبى، وتحت الميكروسكوبى، والرمزى.

-التدريس من أجل الامتحان، فنجاح المعلم يقاس بنجاح طلابه فى اجتياز الاختبارات بنجاح.

-يعتمد التقييم على قياس حفظ الطلاب تعريفات المفاهيم الكيميائية والمعادلات الكيميائية المعبرة عنها دون الاهتمام بتصوراتهم عن هذه المفاهيم.

-الأسئلة المستخدمة فى التقييم نمطية ومتكررة وتقيس قدرة الطلاب على استرجاع ما حفظوه من معلومات.

-لا يهتم المعلمون بما يكونه الطلاب من معتقدات إبستمولوجية حول الكيمياء وطبيعتها، ولا تجرى أى عملية مناقشة لها، أو محاولة لتعديلها.

وفى السياق ذاته أوصى عدد من الدراسات والبحوث السابقة، مثل: (Mahaffy, 2004; 2006; Holbrook, 2005; Deter, 2009; Ibrahim, 2011; Ding & Reay, 2014; Ding & Zhang, 2014) بضرورة الخروج من نطاق استراتيجيات وطرق التدريس التقليدية التى يتبعها كثير من معلمى الكيمياء عند تدريسها، تلك الطرق التى تركز على تذكر المعرفة دون إعمال العقل والتفكير فى هذه المعرفة، أو ربط هذه المعرفة بالحياة الواقعية وتحديد كيفية الاستفادة منها، فضلاً عن عدم إتاحة الفرصة للطلاب للمناقشة والتفاعل؛ مما ينعكس سلباً على تحقيق نواتج التعلم المرغوبة وأهداف تعليم الكيمياء، ومن بينها: اكتساب المعرفة العميقة، وتكوين المعتقدات الإبستمولوجية الصحيحة.

وتأسيساً على كل ما تقدم؛ تتحدد مشكلة البحث فى العبارة التالية: "تدنى مستوى المعرفة بمفاهيم كيمياء النانو، والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى؛ نتيجة لاستخدام استراتيجيات تدريس من قبل معلمى الكيمياء فى هذه المرحلة لا تتناسب مع طبيعة علم الكيمياء، ومستويات التعبير عن المعرفة الكيميائية".

ومحاولة لمعالجة هذه المشكلة فإن هذا البحث يحاول الإجابة عن السؤال الرئيس التالى:

ما فاعلية استراتيجية تدريسية قائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه فى تنمية المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

وعلى نحو أكثر تحديداً فإن هذا البحث يحاول الإجابة عن الأسئلة التالية:

١–ما الاستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه؟

٢–ما فاعلية الاستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه فى تنمية المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وعند كل مستوى على حده لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

٣–ما فاعلية الاستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه فى تنمية المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء وعند كل بعد على حده لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

٤–ما العلاقة الارتباطية بين المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى؟

**مصطلحات البحث.**

- **نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه Tetrahedral Chemical Education:**

**(TCE)** هو نموذج لتعليم الكيمياء يهتم بثلاثة أبعاد، وهى: محتوى الكيمياء، وكيفية تعلم هذا المحتوى، والدافعية، والاتجاهات المرتبطة بها. ويتضمن هذا النموذج أربعة مستويات لتقديم المعرفة الكيميائية، وهى: الإنسانى، والماكروسكوبى، وتحت الميكروسكوبى، والرمزى. فضلاً عن إبراز العلاقات الرابطة بين هذه المستويات (Mahaffy, 2006).

- **الاستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه:**

استراتيجية تدريس تعتمد على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه، وتتضمن ست مراحل رئيسة لتعليم المعرفة الكيميائية وتعلمها، وهى:

أولاً: عرض السياق الواقعى المرتبط بالمعرفة الكيميائية.

ثانياً: شرح المعرفة الكيميائية على المستوى الماكروسكوبى.

ثالثاً: شرح المعرفة الكيميائية على المستوى تحت الميكروسكوبى.

رابعاً: تقديم اللغة الرمزية المعبرة عن المعرفة الكيميائية.

خامساً: الربط بين المستويات الأربعة للمعرفة الكيميائية.

سادساً: توسيع الفهم وتطبيق المعرفة على مواقف جديدة.

**•المعرفة العميقة Deep knowledge:**

أحد مستويات المعرفة يكون الفرد الممتلك لها قادراً على فهم المعرفة ومعناها السياقى فهماً دقيقاً متكاملاً، فضلاً عن القدرة على تغيير إطاره المرجعى بتغير السياق. كما يستطيع استنتاج الأنماط، وتقييم أهميتها فى موقف ما، واستخدام النظريات التى توجه معرفته، والابداع والابتكار. وتتضمن أربعة مستويات، وهى: الاستدعاء، والمهارة والمفهوم، والتفكير الاستراتيجى، والتفكير الممتد (Norman, 2006).

**•كيمياء النانو Nanochemistry:**

كيمياء النانو هى فرع من الفروع الحديثة لعلم الكيمياء، ويتضمن تخليق المواد النانوية، ودراستها، ووصفها، وتحديد الخواص الفريدة المرتبطة بتجميع الذرات والجزيئات بأبعاد نانوية، فضلاً عن دراسة التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية. وتتضمن عدداً من المفاهيم، مثل: مقياس النانو، النانو تكنولوجى، المواد النانوية، الحجم النانوى الحرج، الخواص المعتمدة على الحجم، الأبعاد النانوية، أشكال المواد النانوية، تطبيقات كيمياء النانو، والأثار السلبية المحتملة لتطبيقات كيمياء النانو، وغيرها (الإسكندرانى، ٢٠١٠).

**•المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو:**

تُعرف إجرائياً بإنها: امتلاك الطالب المعرفة بمفاهيم كيمياء النانو على المستويات الأربعة للمعرفة العميقة، وهى: الاستدعاء، والمهارة/المفهوم، والتفكير الاستراتيجى، والتفكير الممتد . وتتحدد من خلال الدرجة التى يحصل عليها الطالب فى اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو.

**•المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء Epistemological belifes about chemistry:**

تُعرف المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء إجرائياً بأنها: تصورات الطلاب، ورؤيتهم، وأرائهم حول الكيمياء وتتضمن بعدين رئيسين، وهما: (١) طبيعة المعرفة الكيميائية ويشتمل على محورين، وهما: (أ) تركيب المعرفة الكيميائية من حيث بناؤها، وتكاملها مع العلوم الأخرى، (ب) خصائص المعرفة الكيميائية من حيث اليقينية، والبساطة، والأخلاقية، والإبداع، والسياقية، والقابلية للاختبار. (٢) طبيعة اكتساب المعرفة الكيميائية وتعلمها، ويشتمل على محورين، وهما: (أ) مصدر المعرفة من حيث كيفية تعلم المعرفة، ودور المعلم. (ب) الكفاءة الذاتية فى التعلم من حيث القدرة على التعلم، واستراتيجيات التعلم. وتتحدد من خلال الدرجة التى يحصل عليها الطالب فى مقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

**أهداف البحث.**

فى ضوء ما تقدم فإن هذا البحث يهدف إلى:

١–تصميم استراتيجية قائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه.

٢–الكشف عن فاعلية الاستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه فى تنمية المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

٣- الكشف عن فاعلية الاستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه فى تنمية المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

٤-الكشف عن العلاقة الارتباطية بين المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

**أهمية البحث:**

تتمثل أهمية هذا البحث فيما يلى:

١-يُقدم استراتيجية مصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه لجعل تعلم الكيمياء أكثر عمقاً ومتعة وتشويقا وسهولة؛ بحيث يمكن الاستفادة منها من قِبل القائمين على تعليم الكيمياء فى المرحلة الثانوية.

٢-يُقدم دليلاً للمعلم لتدريس مفاهيم الكيمياء فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه . يمكن الاستفادة منه من قِبل القائمين على إعداد مناهج الكيمياء فى المرحلة الثانوية.

٣-يُوجه اهتمام القائمين على تعليم الكيمياء فى المرحلة الثانوية إلى الاهتمام بتنمية المعرفة العميقة للمفاهيم الكيميائية، والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لما لهما من تأثير مباشر فى تحديد تخصص الطالب المستقبلى والمجال المهنى الذى سيلتحق به.

٤-يُمثل إضافة إلى بنية المعرفة المتعلقة بكل من: نماذج تعليم الكيمياء، وكيفية الاستفادة من هذه النماذج بشكل تطبيقى فى تعليم الكيمياء وتعلمها، والمعرفة العميقة، والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

**حدود البحث:**

يقتصر هذا البحث على الحدود التالية:

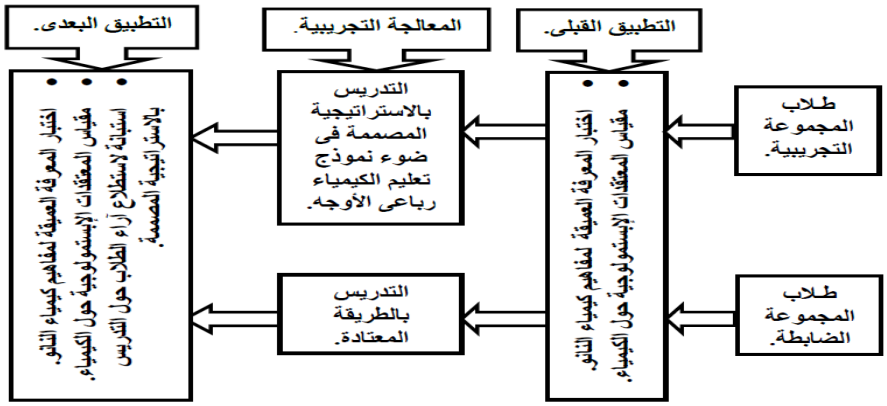
١-طلاب الصف الأول الثانوى بالفصل الثانى من العام الدراسى 2017/ 2018.

٢–مفاهيم كيمياء النانو المقررة على طلاب الصف الأول الثانوى بالعام الدراسى 2017/ 2018.

٣–المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

**منهج البحث وتصميمه.**

اعتمد هذا البحث على المنهج الوصفى التحليلى لإعداد الإستراتيجية المقترحة، وتحديد مستويات المعرفة العميقة، واستخلاص منظومة المعتقدات الإبستمولوجية المناسبة لطلاب الصف الأول الثانوى (Creswell, Plano, Guttmann & Hanson, 2003). كما اعتمد على المنهج التجريبى بتصميم المجموعة الضابطة ذات الاختبار القبلى والبعدى Pre-test post-test control group design (Kothari, 2004). ويوضح شكل (٧) هذا التصميم:




**شكل (٧) تصميم تجربة البحث.**

**فروض البحث.**

يهدف هذا البحث إلى اختبار صحة الفروض التالية:

١–لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وفى كل مستوى على حده.

٢-لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء ككل وفى كل بعد على حده.

٣-لا توجد علاقة ارتباطيه دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) بين المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى.

**عينة البحث.**

تمثلت عينة البحث فى عدد (156) طالباً وطالبة بالصف الأول الثانوى بالفصل الثانى للعام الدراسى (2017/2018) من مدرسة "معمل القزاز الثانوية المشتركة" بإدارة مركز كفرالدوار التعليمية، وقد وُزعت العينة عشوائياً على مجموعتين: تجريبية وعددها (79) طالباً وطالبة بواقع (38) طالباً و(41) طالبة، وضابطة وعددها (77) طالباً بواقع (38) طالباً و(39) طالبة.

**مواد المعالجة التجريبية.**

تمثلت مواد المعالجة التجريبية فى كل من:

١-الاستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه (إعداد الباحثة).

٢-أوراق عمل الطالب (إعداد الباحثة).

٣-دليل المعلم للتدريس وفق الاستراتيجية المعدة (إعداد الباحثة).

**أدوات البحث:**

تمثلت أدوات قياس المتغيرات التابعة وجمع البيانات فى كل من:

١-اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو (إعداد الباحثة).

٢-مقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء (إعداد الباحثة).

٣-استبانة لاستطلاع رأى الطلاب حول التدريس بالاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه (إعداد الباحثة).

**المعالجة الإحصائية.**

أُستخدم فى تحليل البيانات كمياً الأساليب الإحصائية التالية ( Muijs, 2004 ؛ سليمان، ٢٠٠٧):

١ – t-test.

٢–قيمة Cohen's d لتحديد حجم الأثر.

٣–معامل الارتباط لبيرسون Person's Correlation Coefficient للكشف عن العلاقة بين تنمية المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى الطلاب عينة البحث.

**إجراءات البحث.**

للإجابة عن أسئلة البحث، واختبار صحة فروضه اتبعت الإجراءات التالية:

**أولاً: إعداد مواد المعالجة التجريبية.**

أ–تصميم الاستراتيجية التدريسية فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه.

صُممت الاستراتيجية وفق الخطوات التالية:

١–الإطلاع على الأدبيات السابقة المتعلقة بنموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه، وتحليلها لاستنتاج ملامح التدريس القائم على النموذج.

٢–تحديد مراحل الاستراتيجية، وخطواتها، والتى تمثلت فى ست مراحل، وهى: (أ) عرض السياق الواقعى المرتبط بالمعرفة الكيميائية، (ب) شرح المعرفة الكيميائية على المستوى الماكروسكوبى، (ج) شرح المعرفة الكيميائية على المستوى تحت الميكروسكوبى، (د) تقديم اللغة الرمزية المعبرة عن المعرفة الكيميائية، (هـ) الربط بين المستويات الأربعة للمعرفة الكيميائية، (و) توسيع الفهم وتطبيق المعرفة فى مواقف جديدة.

٣–تحديد أدوار كل من المعلم والمتعلم فى كل مرحلة من مراحل الاستراتيجية.

٤-رسم شكل تخطيطى يوضح الأساس الفلسفى للاستراتيجية، ومراحلها، ودور المعلم والمتعلم فى كل مرحلة منها على نحو ما هو مبين بشكل (٩) فى عرض نتائج البحث.

**ب-إعداد أوراق عمل الطالب:**

أعدت أوراق عمل الطالب التى ستستخدم فى تعلم مفاهيم كيمياء النانو وفق الاستراتيجية التى تم تصميمها فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه بحيث تضمنت أنشطة متنوعة يؤديها الطلاب فرادى أو مجموعات تحت إشراف المعلم، وتتوافق هذه الأنشطة مع مراحل الاستراتيجية، ومنها:

- أنشطة عرض السياق، مثل: عرض بعض الظواهر فى الحياة الواقعية ذات الصلة بالمعرفة الكيميائية موضع الدرس، وربطها بالخبرات السابقة.
- أنشطة شرح المعرفة الكيميائية على المستوى الماكروسكوبى، مثل: ملاحظة المفهوم الكيميائى على المستوى الماكروسكوبى، واستدعاء عناصر وتفاصيل أو تركيب أو حقيقة أو خاصية ذات صلة بالمفهوم، ودعم الأفكار بالتفاصيل والأمثلة.
- أنشطة شرح المعرفة الكيميائية على المستوى تحت الميكروسكوبى، مثل: مشاهدة نماذج محاكاة للمفهوم أو الظاهرة الكيميائية توضح تركيبها على المستوى تحت الميكروسكوبى، وتدوين ملاحظات، ومناقشة وتحليل.
- أنشطة تقديم اللغة الرمزية المعبرة عن المعرفة الكيميائية، مثل: التعبير عن الأفكار والفهم للمعرفة الكيميائية المتعلمة باستخدام لغة الكيمياء، وكتابة معادلات، وصيغ ورموز.
- أنشطة الربط بين المستويات الأربعة للمعرفة الكيميائية، مثل: الربط بين المستويات الأربعة للمفهوم الكيميائى، وصياغة تعميمات من بيانات تجريبية، وتكامل المعلومات من مصادر متعددة والاشتراك فى جدل منطقى.

- أنشطة توسيع الفهم وتطبيق المعرفة فى مواقف جديدة، مثل: أن يطبق الطالب ما تعلمه عن المفهوم الكيميائى فى مواقف جديدة، ويشرح الظواهر ويفسرها فى إطار المعرفة التى تعلمها، ويقدم أمثلة جديدة من عنده.

**ج–إعداد دليل المعلم:**

أُعد دليل المعلم لتدريس مفاهيم كيمياء النانو المضمنة بوحدة "النانوتكنولوجى والكيمياء" بكتاب الكيمياء للصف الأول الثانوى وفق الاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه بحيث تضمن الدليل العناصر التالية:

- مقدمة.
- الفلسفة التى أعدت فى ضوئها الاستراتيجية.
- الاستراتيجية ومراحلها.
- الأهداف العامة.
- مخطط عام لدروس الوحدة وفق الجدول الزمنى المحدد لتدريسها.
- تخطيط تفصيلى لدروس الوحدة، ويشمل كل درس: العنوان . الأهداف . المحتوى . الأدوات والمواد المستخدمة . إجراءات التدريس والأنشطة المصاحبة . التقييم . تكليفات منزلية.

**د–ضبط أوراق العمل ودليل المعلم:** عُرض كل من: أوراق عمل الطالب المعدة وفق الاستراتيجية المقترحة فى صورتها الأولية، ودليل المعلم فى صورته الأولية على عدد من المتخصصين[٢]، وقد وافق جميعهم عليه مع إجراء بعض التعديلات فى بعض الأهداف والتطبيقات المقدمة لمفاهيم كيمياء النانو، وبذلك أصبحت أوراق العمل والدليل فى صيغتهما النهائية[٣] القابلة للتطبيق.

---

**٢. ملحق (٦) قائمة المحكمين.**

**٣. ملحق (١) أوراق عمل الطالب، وملحق (٢) دليل المعلم.**

**ثانياً: إعداد أدوات قياس المتغيرات التابعة وجمع البيانات.**

**أ-إعداد اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو:**

أُعد اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو وفق الخطوات التالية:

١-تحديد الهدف من الاختبار، وهو قياس مستوى المعرفة العميقة بمفاهيم كيمياء النانو لدى طلاب الصف الأول الثانوى، وذلك من حيث مستوياتها الأربعة، وهى: الاستدعاء، والمهارة/المفهوم، والتفكير الاستراتيجى، والتفكير الممتد.

٢-تحديد محاور الاختبار، والتى تمثلت فى: مفاهيم أساسية فى مجال كيمياء النانو، أنواع المواد النانوية، والتطبيقات العملية لكيمياء النانو والتأثيرات السلبية المحتملة.

٣-صياغة مفردات الاختبار فى صورة أسئلة اختيار من متعدد ذات البدائل الأربعة.

٤-صياغة تعليمات الإجابة عن الاختبار.

٥-تحديد صدق الاختبار؛ حيث عُرض الاختبار على عدد من المتخصصين[٤] بغرض التعرف على صدق المحتوى، ثم إجراء ما أبدوه من تعديلات.

٦-تطبيق الاختبار على عينة مماثلة لعينة البحث لتقنينه بلغ عددها (70) طالباً وطالبة بالصف الأول الثانوى بمدرسة "معمل القزاز الثانوية المشتركة" بإدارة مركز كفر الدوار التعليمية، ووجد أن معامل ثبات الاختبار بطريقة كيودر ريتشاردسون يساوى (0.89) وتراوحت معاملات سهولة مفردات الاختبار المصححة بين (0.29-0.84)، فى حين تراوحت معاملات التميزية بين (0.3-0.87) وبلغ زمن الإجابة عن الاختبار (65) دقيقة.

---

**٤. ملحق (٦) قائمة المحكمين.**

٧-تكون الاختبار فى صورته النهائية[٥] من (56) مفردة، ويوضح جدول (٤) مواصفات اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو.

**جدول (٤) مواصفات اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو.**

| المستوى | عدد الأسئلة | البعد | | | الدرجة | النسبة المئوية |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مفاهيم أساسية فى مجال كيمياء النانو | أنواع المواد النانوية | التطبيقات والتأثيرات السلبية المحتملة لكيمياء النانو | | |
| الاستدعاء | 8 | 1, 49, 50, 53 | 5, 32, 54 | 48 | 8 | 14.29 |
| المهارة/ المفهوم | 21 | 2, 3, 6, 14, 28, 31, 55 | 16, 17, 18, 20, 21, 30, 33, 37 | 23, 25, 26, 41, 42, 46 | 21 | 37.5 |
| التفكير الاستراتيجى | 18 | 4, 7, 38, 44, 47, 52 | 10, 11, 12, 15, 24, 27, 40 | 29, 34, 36, 39, 45 | 18 | 32.14 |
| التفكير الممتد | 9 | 9, 51 | 13, 19, 22 | 8, 35, 43, 56 | 9 | 16.07 |
| المجموع | 56 | 19 | 21 | 16 | 56 | 100 |

**ب-إعداد مقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء:**

أُعد مقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء وفق الخطوات التالية:

**١-تحديد الهدف من المقياس:** يهدف هذا المقياس إلى قياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى. وقد تم تصميم المقياس وفق طريقة "ليكرت" Likert فى سلم خماسى يتدرج من موافق جداً إلى غير موافق مطلقاً.

**٢-تحديد أبعاد المقياس:** فى ضوء الهدف من المقياس والإطار النظرى للبحث، وبعد مراجعة الأدبيات السابقة، مثل: (Lederman, etal., 2002; Berg, 2005; Stahl & Bromme, 2007; Sunger, 2007; Keem-Rocha, 2008; Carberry, 2010; Semsar, etal., 2011; Yildiran, etal.,2011) ، وفى ضوء منظومة المعتقدات التى استخلصتها الباحثة على نحو ما تمت الإشارة إليه فى جدول (٣)

---

**٥. ملحق (٣) اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو.**

بالإطار النظرى للبحث، تم تحديد أبعاد المقياس، والتى تمثلت فى بعدين، وهما: طبيعة المعرفة الكيميائية، وطبيعة اكتساب المعرفة الكيميائية وتعلمها.

**٣-صياغة عبارات المقياس:** بعد تحديد أبعاد المقياس صيغت مجموعة من العبارات الموجبة والسالبة لكل بعد من أبعاد المقياس؛ وقد تم صياغة (86) عبارة تمثل المقياس فى صورته المبدئية موزعة على أبعاد المقياس على النحو التالى: (54) عبارة لبعد طبيعة المعرفة الكيميائية، و(32) عبارة لبعد طبيعة اكتساب المعرفة الكيميائية وتعلمها.

**٤-صدق المقياس:** لتحديد صدق المقياس عُرض على عدد من المتخصصين[٦]، وطُلب منهم إبداء الرأى فى مدى مناسبة العبارات لموضوع المقياس، والهدف منه، وتحديد ما إذا كانت العبارات تغطى كل أبعاد المقياس، وإذا ما كان عدد عبارات كل بعد يكفى لقياسه، ودقة الصياغة اللغوية للعبارات، ووضوح تعليمات استخدام المقياس وطريقة الإجابة، فضلاً عن تحديد مدى مناسبة هذه الصياغة للمرحلة العمرية للطلاب. وقد أسفرت هذه الخطوة عن حذف ثلاث عبارات، رأى المحكمين عدم صلتها بالبعد الذى تنتمى إليه، ودمج عدداً من العبارات معاً.

**٥-تقنين المقياس:** طبق المقياس على عينة مماثلة لعينة البحث لتقنينه بلغ عددها (70) طالباً وطالبة بالصف الأول الثانوى بمدرسة "معمل القزاز الثانوية المشتركة" بإدارة مركز كفر الدوار التعليمية، وقد أسفر التحليل الإحصائى للمقياس وعباراته عما يلى:

- **معامل ثبات المقياس:** تم حساب ثبات المقياس باستخدام معامل (ألفا-كرونباخ) (Kaplan&Saccuzzo,2008). حيث بلغت قيمة معامل الثبات (0.87)، وهى قيمة تدل على أن المقياس يتسم بدرجة مرتفعة من الثبات.

---

**٦.ملحق (٦) قائمة المحكمين.**


Doi:10.12816/0053439

•**التحليل الإحصائى لعبارات المقياس** (السيد،١٩٧٩؛ زيتون،٢٠٠٠؛ Salkind, 2006; Kaplan & Saccuzzo, 2008) : تم تحليل استجابات الطلاب على كل عبارة من عبارات المقياس لتحديد كل من:

**أ–الشدة الانفعالية لعبارات المقياس:** تُحسب الشدة الانفعالية بحساب متوسط الدرجات لكل عبارة فوجد أنها تتراوح بين (2.5–3.26)، وحساب الانحراف المعيارى لكل عبارة، والذى تراوح ما بين (1.00–1.13). وبذلك تكون الشدة الانفعالية للعبارات واقعة فى نطاق الحدود المقبولة.

**ب–النسبة المئوية للمحايدين فى كل عبارة:** ويتم تحديدها بحساب تكرارات استجابات الطلاب لكل عبارة، وحساب النسبة المئوية للبديل المحايد. حيث تراوحت بين (4%–17.1%) وهى بذلك تقع فى نطاق الحدود المقبولة؛ لأنها لا تتجاوز نسبة 25% من الطلاب.

**ج–درجة واقعية العبارات:** وتحسب باستخدام معادلة "هوفستاتر" Hofstaetter، وقد تراوحت قيم واقعية العبارات بين (2.46–8.79) أى بين فوق المتوسطة والمرتفعة.

**د–دليل التمييزية لكل عبارة:** للتحقق من ذلك يستخدم t–test للمقارنة بين متوسطى درجات طلاب الأرباعى العلوى، والأرباعى السفلى لكل عبارة من عبارات المقياس. وتكون العبارة ذات دليل تمييزية مرتفع إذا كانت قيمة t المحسوبة أكبر من أو تساوى 1.75. وقد تراوحت قيم دليل تمييزية العبارات بين (2.32–13.86)، وكانت جميع العبارات فى الحدود المقبولة فيما عدا ثلاث عبارات جاءت قيم معاملاتها دون المقبول، ولذلك فقد تم استبعادها.

**هـ–معامل صدق كل عبارة:** تعد العبارة صادقة إذا كان معامل ارتباط التوافق المصحح أكبر من أو يساوى 0.3. وقد تراوحت قيم معاملات صدق العبارات بين (0.37–0.81)، وهى جميعها تقع فى حدود القيم المقبولة.

و-**التحقق من الاتساق الداخلى للمقياس:** تم حساب معامل الارتباط بين كل بعد من أبعاد المقياس والأبعاد الأخرى، وبالدرجة الكلية للمقياس، ويُلخص جدول (٥) نتائج التحقق من الاتساق الداخلى.

**جدول (٥) نتائج حساب الاتساق الداخلى لمقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.**

| البعد | طبيعة المعرفة الكيميائية وبنيتها | المقياس ككل |
|---|---|---|
| طبيعة المعرفة الكيميائية | ـــــ | 0.91 |
| طبيعة اكتساب المعرفة الكيميائية وتعلمها | 0.21 | 0.94 |

يتضح من جدول (٥) أن قيمة معامل الارتباط بين بعدى المقياس صغيرة، حيث جاءت أقل من (0.3). وهذا يؤكد على استقلالية بعدى المقياس، حيث يُسهم كل بعد بجزء مختلف فى قياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء. وأن قيم معاملات الارتباط بين كل بعد من أبعاد المقياس، والمقياس ككل مرتفعة، حيث جاءت هذه المعاملات أكبر من (0.8)، وهذا يؤكد على أن كل بعد من أبعاد المقياس يسهم بصورة إيجابية فى قياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى الطلاب.

٦-**إعداد المقياس فى صورته النهائية:** تكون المقياس فى صورته النهائية[٧] من (5) صفحات، وهى: صفحة الغلاف تلتها صفحة التعليمات، ثم صفحات العبارات والبلغ عددها (78) عبارة، ويوضح جدول (٦) مواصفات مقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

٧.**ملحق (٤) مقياس المعتقدات الإبستمولوجية.**


Doi:10.12816/0053439

**جدول (٦) مواصفات مقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.**

| البعد | العبارات | العدد | النسبة | الدرجة |
|---|---|---|---|---|
| طبيعة المعرفة الكيميائية | 1-48 | 48 | 61.54 | 240 |
| طبيعة اكتساب المعرفة الكيميائية وتعلمها | 49-78 | 30 | 38.46 | 150 |
| المجموع | | 78 | 100% | 390 |

**ج-إعداد استبيان استطلاع رأى الطلاب حول التدريس بالاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه.**

أُعد استبيان استطلاع الرأى وفق الخطوات التالية:

**١-تحديد الهدف من الاستبيان:** يهدف هذا الاستبيان إلى التعرف على آراء الطلاب حول استفادتهم من تعلم مفاهيم كيمياء النانو وفق الاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه.

**٢-تحديد نوع الاستبيان:** اختيرت مفردات الاستبيان لتكون من النوع المفتوح لترك حرية التعبير كاملة للطلاب؛ للاستفادة من كل ما سيكتبونه فى تفسير نتائج البحث.

**٣-صياغة مفردات الاستبيان:** صيغت المفردات فى ضوء الهدف من الاستبيان، وقد روعيت توجيهات "بابى" Babbie (1989) لكتابة مفردات الاستبانة الجيدة عند صياغة المفردات، وقد اشتملت الاستبانة على ستة أسئلة تستطلع آراء الطلاب فى تعلم الكيمياء من خلال الاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه، والتى استخدمها المعلم فى تدريس مفاهيم كيمياء النانو.

**٤-صياغة تعليمات التعامل مع الاستبيان:** والتى تضمنت شرح الهدف من الاستبانة وطريقة الإجابة عن الأسئلة المضمنة بها.

**٥-التحقق من صدق الاستبيان:** تم التحقق من صدق الاستبيان عن طريق عرضه على عدد من المتخصصين[٨] بغرض التعرف على صدق المحتوى، ثم إجراء ما أبدوه من تعديلات.

**٦-حساب ثبات الاستبيان:** تم التحقق من ثبات الاستبيان باستخدام أسلوب التأكد الداخلى internal check بتحديد التناسق بين إجابات الطلاب المستجيبين للاستبيان(عطيفة، ١٩٩٦؛ سليمان، ٢٠١٠). وذلك عن طريق مقارنة إجابات كل طالب على حده فى الاستبانة، مثل: المقارنة بين إجابته عن السؤال الرابع، وهو: ما الجوانب التى أعجبتك فى هذه الطريقة؟ بإجاباته عن السؤال الخامس، وهو: ما الجوانب التى لم تعجبك فى هذه الطريقة؟ وبهذا أصبح الاستبيان فى صورته النهائية[٩].

**ثالثاً: تنفيذ تجربة البحث.**

**١-التطبيق القبلى لأدوات قياس المتغيرات التابعة الخاصة بتجربة البحث.**

أجرت الباحثة التطبيق القبلى لكل من اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ومقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء على أفراد عينة الدراسة، وذلك فى 24/2-26/2/2018 قبل بدء دراسة وحدة؛ وحللت البيانات باستخدام برنامج SPSS(16)، وجاءت النتائج كما هو مبين بجدول (٧):

**٨.ملحق (٦) قائمة المحكمين.**

**٩.ملحق (٥) استبانة لاستطلاع آراء الطلاب.**



Doi:10.12816/0053439

**جدول (٧) دلالة الفرق بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة فى التطبيق القبلى لاختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ومقياس المعتقدات الإبستمولوجية.**

| المتغير | المجموعة التجريبية | | | المجموعة الضابطة | | | قيمة "t" |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | mean | SD | n | mean | SD | |
| المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل | 79 | 11.43 | 2.23 | 77 | 11.36 | 2.15 | 0.19 |
| مستوى الاستدعاء | 79 | 4.8 | 0.49 | 77 | 4.86 | 0.51 | -0.75 |
| مستوى المفهوم/ المهارة | 79 | 4.24 | 0.99 | 77 | 4.21 | 0.85 | 0.221 |
| مستوى التفكير الاستراتيجى | 79 | 1.84 | 0.87 | 77 | 1078 | 0.93 | 0.391 |
| مستوى التفكير الممتد | 79 | 0.557 | 0.57 | 77 | 0.52 | 0.55 | 0.416 |
| المعتقدات الإبستمولوجية ككل | 79 | 169.52 | 12.72 | 77 | 168.86 | 12.96 | 0.322 |
| بعد طبيعة المعرفة الكيميائية | 79 | 110.99 | 10.75 | 77 | 110.34 | 10.60 | 0.38 |
| بعد طبيعة اكتساب المعرفة الكيميائية | 79 | 58.53 | 3.53 | 77 | 58.52 | 3.6 | 0.021 |

*t at p <(0.05, 154)=1.960*

يتضح من جدول (٧) أن قيم t غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.05) مما يدل على عدم وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين مجموعتى الدراسة قبلياً؛ أى أنها تدل على وجود تكافؤ بين المجموعتين التجريبية والضابطة فى كل من: المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وفى كل مستوى على حده، والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء ككل وفى كل بعد على حده.

٢–بدأ تدريس مفاهيم النانو للمجموعتين، التجريبية بالاستراتيجية المقترحة، والضابطة بالطريقة المعتادة فى 27/2/2018 وانتهى فى 17/3/2018.

٣–تم تطبيق أدوات قياس المتغيرات التابعة بعدياً على طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى الفترة من 18/3/2018وحتى 20/3/2018.

**رابعاً: إجراءات ما بعد التجربة.**

١-رصد درجات التلاميذ فى اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو، ومقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

٢-معالجة البيانات إحصائياً ببرنامج SPSS (16).

٣-التحليل الكيفى لإجابات الطلاب عن استبيان استطلاع الرأى حول التدريس بالإستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه، وذلك وفق الخطوات التالية (زيتون، ٢٠٠٦):

-قراءة إجابات الطلاب عن الاستبيان لتكوين صورة عامة عنها.

-تكويد البيانات، ثم تجميع البيانات التى تنتمى إلى السؤال نفسه معاً وإعداد قوائم بها.

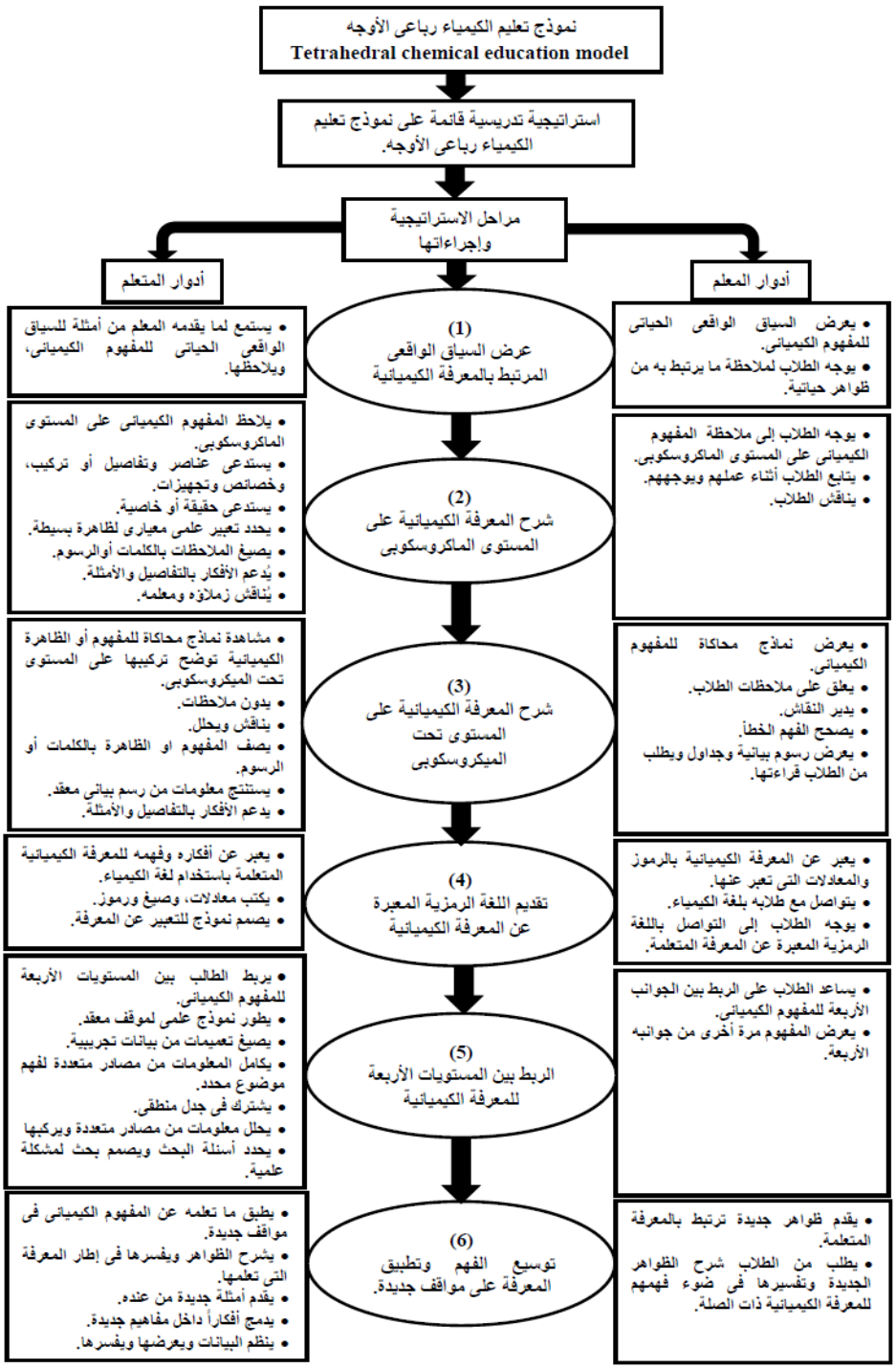
-دراسة القوائم التى أُعدت لكل سؤال، والمقارنة بين القوائم الناتجة من الخطوات السابقة للخروج بقائمة نهائية تحدد ملامح إجابات الطلاب عن أسئلة الاستبيان.

-الفهم التفسيرى لأراء طلاب المجموعة التجريبية حول التدريس بالاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه.

عرض النتائج ومناقشتها.

**أولاً: نتائج الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث.**

تمثل السؤال الأول من أسئلة البحث فى: ما الاستراتيجية المقترحة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه؟ وللإجابة عن هذا السؤال تم إعداد الاستراتيجية على نحو ما هو مبين بإجراءت البحث، ويلخص شكل (٨) مراحل الاستراتيجية المقترحة وأدوار كل من المعلم والمتعلم فى كل مرحلة منها:




**شكل (٨) الاستراتيجية القائمة على نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه (إعداد الباحثة).**

**ثانياً: نتائج الإجابة عن السؤال الثانى من أسئلة البحث.**

يلخص جدول (٨) نتائج t-test للمقارنة بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية، وطلاب المجموعة الضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو.

**جدول (٨) دلالة الفرق بين متوسطى طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو.**

| المتغير | المجموعة التجريبية | | | المجموعة الضابطة | | | قيمة "t" | Cohen's d |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | mean | SD | n | mean | SD | | |
| المعرفة العميقة ككل | 79 | 47.47 | 2.74 | 77 | 13.09 | 2.07 | 88.115* | 14.27 |
| الاستدعاء | 79 | 7.52 | 0.503 | 77 | 5.27 | 0.45 | 29.425* | 4.72 |
| المهارة/ المفهوم | 79 | 18.41 | 1.29 | 77 | 5.18 | 1.02 | 70.628* | 11.41 |
| التفكير الاستراتيجى | 79 | 15.70 | 0.84 | 77 | 2.08 | 0.99 | 92.471* | 14.85 |
| التفكير الممتد | 79 | 5.85 | 0.64 | 77 | 0.56 | 0.55 | 55.189* | 8.87 |

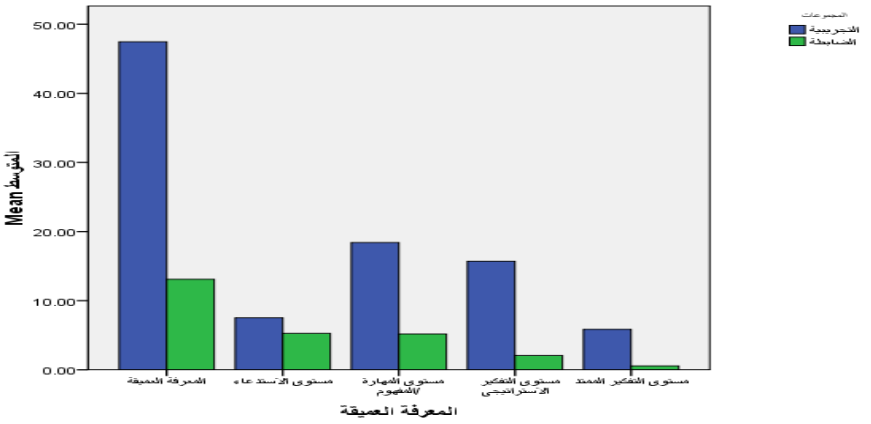
**t at p <(0.01,154)=2.576*

يتضح من جدول (٨) أن قيم t دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01)، مما يشير إلى رفض الفرض الصفرى الأول الذى ينص على أنه: "لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وفى كل مستوى على حده". ومن ثم قبول الفرض البديل الذى ينص على أنه: "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وفى كل مستوى على حده لصالح طلاب المجموعة التجريبية".

أى أنه يمكن القول أن الاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه قد أدت إلى تنمية المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وفى كل مستوى على حده لدى طلاب المجموعة التجريبية. كما يتضح أيضاً من

جدول (٨) أن قيمة Cohen's d أكبر من الواحد الصحيح مما يدل على أن للاستراتيجية المقترحة أثر كبير فى تنمية المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وفى كل مستوى على حده لدى طلاب المجموعة التجريبية(Muijs, 2004)[١٠]

ويوضح شكل (٩) نتائج المقارنة بين متوسطات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة فى كل من المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وفى كل مستوى على حده.




**شكل (٩) نتائج المقارنة بين متوسطات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة فى المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ككل وفى كل مستوى على حده.**

**ثالثاً: نتائج الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث.**

يلخص جدول (٩) نتائج t–test للمقارنة بين متوسطى درجات تلاميذ المجموعة التجريبية، وطلاب المجموعة الضابطة فى التطبيق البعدى لمقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

---

**10 تتوزع قيم Cohen's d وفق ما يلى (Muijs, 2004) :0-0.2=weak effect, 0.21-0.5=modest effect, 0.51-1= moderate effect, >1=strong effect**

**جدول (٩) دلالة الفرق بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة فى التطبيق البعدى لمقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.**

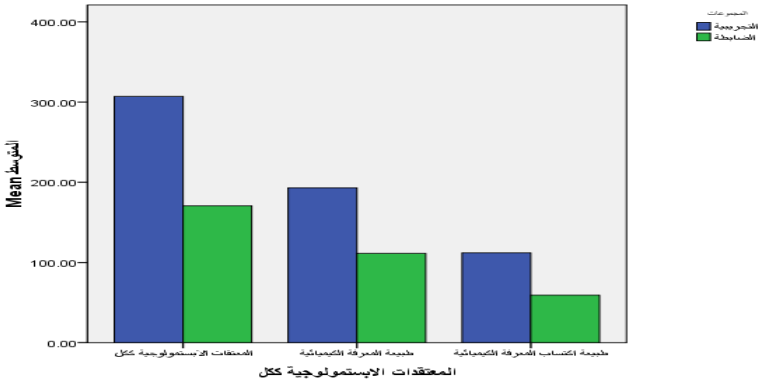
| المتغير | المجموعة التجريبية | | | المجموعة الضابطة | | | قيمة "t" | Cohen's d |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | mean | SD | n | mean | SD | | |
| المعتقدات الإبستمولوجية | 79 | 307.1 | 7.96 | 77 | 170.6 | 11.91 | 84.34* | 13.74 |
| طبيعة المعرفة الكيميائية | 79 | 195.16 | 5.35 | 77 | 111.38 | 10.00 | 65.47* | 10.92 |
| طبيعة اكتساب الكيميائية وتعلمها | 79 | 111.94 | 3.21 | 77 | 59.22 | 3.28 | 101.43* | 16.24 |

**t at p <(0.01, 154)=2.576*

يتضح من جدول (٩) أيضاً أن قيمة t دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01)، مما يشير إلى رفض الفرض الصفرى الثانى الذى ينص على أنه: "لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (0.05) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء ككل وفى كل بعد على حده". ومن ثم قبول الفرض البديل الذى ينص على أنه: "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.01) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء ككل وفى كل بعد على حده لصالح طلاب المجموعة التجريبية".

أى أنه يمكن القول أن الاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه قد أدت إلى تنمية المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب المجموعة التجريبية. كما يتضح أيضاً من جدول (٩) أن قيمة Cohen's d أكبر من الواحد الصحيح مما يدل على أن للاستراتيجية المقترحة أثر كبير فى تنمية المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء ككل وفى كل بعد على حده لدى طلاب المجموعة التجريبية (Muijs, 2004).

ويوضح شكل (١٠) نتائج المقارنة بين متوسطات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة فى المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء ككل وفى كل بعد على حده.




**شكل (١٠) نتائج المقارنة بين متوسطات طلاب المجموعة التجريبية والضابطة فى المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء ككل وفى كل بعد على حده.**

**رابعاً: نتائج الإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث.**

يُلخص جدول (١٠) نتائج حساب معامل الارتباط لبيرسون بين درجات طلاب المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لكل من: اختبار المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو ومقياس المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء.

**جدول (١٠) نتائج حساب معامل الارتباط لبيرسون بين المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية.**

| المتغيرات | المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو |
|---|---|
| المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء | **0.981** |

** *دالة عند* $p<0.01$

وتقضى هذه النتائج برفض الفرض الصفرى الثالث الذى ينص على أنه: "لا توجد علاقة ارتباطيه دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) بين المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء". وقبول الفرض البديل الذى ينص على أنه: "توجد علاقة ارتباطيه دالة إحصائياً عند مستوى

دلالة (0.01) بين المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب الصف الأول الثانوى".

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج كل من: (Valanides & Ageli, 2008; Bendixen, 2002) . وتعنى هذه العلاقة الارتباطية أنه يمكن التنبؤ بالمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء والمتكونة لدى الطلاب من خلال مستوى معرفتهم بمفاهيم كيمياء النانو. وبالعكس يمكن التنبؤ بمستوى معرفتهم بمفاهيم كيمياء النانو من خلال المعتقدات الإبستمولوجية المتكونة لدى الطلاب حول الكيمياء؛ أى أنه يمكن القول أن الطلاب الممتلكين معرفة عميقة ودقيقة ومتكاملة لمفاهيم كيمياء النانو سيكون لديهم معتقدات إبستمولوجية صحيحة حول الكيمياء، وأن الطلاب ذوى المعتقدات الإبستمولوجية الصحيحة حول الكيمياء سيكون لديهم معرفة عميقة لمفاهيم كيمياء النانو.

ويدعم هذه النتائج ما توصل إليه التحليل الكيفى للبيانات التى حُصل عليها من خلال إجابة الطلاب عن استبيان استطلاع الرأى حول تدريس مفاهيم كيمياء النانو وفق الاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه، حيث جاءت إجابات الطلاب كما يلى:

- هذه الطريقة فى تدريس كيمياء النانو وتعلمها جعلت التعلم أسهل، والفهم أوضح.
- عرض التطبيقات الحياتية فى البداية جعلتنا نشعر أن الكيمياء حياتنا، وأنها موجودة فى كل شىء حولنا، وغيرت نظرتنا للكيمياء فهى ليست جافة كما كنا نتخيل.
- تعليم الكيمياء بهذه الاستراتيجية غير ممل، بل على العكس زادت من التشويق والإيجابية للتعلم.
- الأنشطة المتنوعة التى تتحدى عقولنا وتجعلنا نفكر فيما نتعلمه زادت من فهمنا للكيمياء، وجعلتنا نشعر أن تعلم الكيمياء أمر ممكن لكل فرد.

- يسرت هذه الطريقة من فهمنا مفاهيكم كيمياء النانو من جميع الجوانب التطبيقية والنظرية والمعادلات والرموز المرتبطة بها.
- زادت هذه الطريقة من التركيز والانتباه.
- أزالت الخوف من الكيمياء وقللت التوتر المصاحب لتعلمها.
- جعلتنا نرى أن المعرفة الكيميائية ليست معقدة أو ثابتة ولكنها مفاهيم مترابطة، وعلينا اكتشاف هذه الروابط وبنائها فى عقولنا.
- ربطت بين الكيمياء والعلوم الأخرى.
- غيرت نظرتنا فى تعلم الكيمياء من التركيز على حفظ المعلومات من أجل النجاح فى الامتحان، إلى تعلمها لنفهم واقعنا وحياتنا.
- جعلتنا نرى أن الكيمياء علم يتطور باستمرار وتتغير معرفته فى ضوء الأدلة، وأن أى شىء يجب التفكير فيه، وإخضاعه للتجريب والمنطق.
- جعلتنا نرى المعلم من منظور مختلف، فهو يساعدنا على التعلم والفهم، وليس الحفظ، كما أنه يتقبل أسئلتنا ويسمح لنا بالنقاش.
- أتمنى أن أتعلم كل موضوعات الكيمياء بهذه الطريقة.
- أتمنى تعليم الفيزياء والأحياء أيضاً بهذه الطريقة.
- أتمنى ربط هذه الطريقة بالتجريب المعملى كلما كان ذلك ممكناً لزيادة الفهم.
- جعلتنى هذه الطريقة أفهم ان أفضل طريقة لتعلم الكيمياء هى التى تتم وفق أسلوبى الخاص، وعن طريق ربط المعرفة الجديدة بما لدى من معلومات.
- المعلم يمنحنا الوقت الكافى للتعلم والنقاش وتنفيذ المهام وهذا شىء جيد.
- أستطيع من خلال التعلم بهذه الطريقة أن أفكر مثل الكيميائى، وأتخيل كيف يعمل ويبدع فى إنتاج المعرفة الكيميائية وتطبيقها.

أى أنه يمكن القول أن الاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه قد أدت إلى تنمية كلاً من: المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء

النانو، والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى طلاب المجموعة التجريبية؛ لأنها قد نمت لديهم ما يلى:

- **القدرة على الاستدعاء، من حيث:**
  - استدعاء المفاهيم البسيطة أو الإجراءات المرتبطة بكيمياء النانو.
  - استدعاء عناصر، أو تركيب، أوخصائص، أو حقيقة للمواد النانوية.
  - تحديد مصطلح علمى معيارى لظواهر كيمياء النانو.
  - التعبير بالكلمات أو الرسوم التخطيطية عن مفاهيم كيمياء النانو، والعلاقات بينها.
  - وصف مكونات ظواهر النانو وأبعادها.
- **المهارة/المفهوم من حيث:**
  - استخدام مفاتيح السياق لتحديد معنى مفاهيم النانو غير المألوفة.
  - حل مشكلات نمطية ذات خطوات محددة مرتبطة بتكنولوجيا النانو.
  - وصف علاقة السبب والنتيجة بين تركيب المواد النانوية وخواصها.
  - تحديد الأنماط البسيطة فى تركيب المواد النانوية.
  - تنظيم البيانات المتعلقة بالمواد النانوية، وعرضها وتفسيرها.
  - التنبؤ بمخرج منطقى لتطبيقات النانو.
  - قراءة الرسوم البسيطة المعبرة عن مقياس النانو والمواد النانوية.
- **التفكير الاستراتيجى من حيث:**
  - حل المشكلات غير النمطية التى قد تنتج عن تطبيقات النانو.
  - وصف الأنماط المعقدة فى تركيب المواد النانوية.
  - شرح ظاهرة نانوية فى حدود المفاهيم المرتبطة بها.
  - دعم الأفكار المرتبطة بتطبيقات النانو بالتفاصيل والأمثلة.
  - صياغة تعميمات من بيانات تجريبية.
  - مكاملة المعلومات من مصادر متعددة لفهم موضوع محدد.

- تطوير جدل منطقى مدعم بالأدلة مما تعلمه من مفاهيم كيمياء النانو.
- يطبق مفاهيم كيمياء النانو فى سياقات أخرى جديدة.

- **التفكير الممتد من حيث:**
  - تحديد مشكلة، وتصميم تجربة لتطبيق مفاهيم كيمياء النانو.
  - تحليل معلومات حول ظواهر النانو من مصادر متعددة ويركبها.
  - دمج الأفكار السابقة حول تكنولوجيا النانو مع المفاهيم الجديدة.
- **فهم طبيعة المعرفة الكيميائية، من حيث:**
  - النظر إلى المعرفة الكيميائية على أنها ذات بنية محكمة تتكون من حقائق ومفاهيم ومبادىء وقوانين ونظريات شديدة الترابط.
  - تفهم أن المعرفة الكيميائية متكاملة وتكاملية داخلياً وخارجياً بين فروعها، وترتبط بالمعرفة فى العلوم الأخرى، مثل الفيزياء، والبيولوجى.
  - الاعتقاد بأن المعرفة الكيميائية نسبية احتمالية متغيرة عبر الزمن، ويتم تعديلها فى ضوء ظهور أدلة جديدة.
  - فهم أن المعايير الأخلاقية تطبق على تطبيقات المعرفة الكيميائية واستخداماتها وليس على المعرفة نفسها.
  - رؤية المعرفة الكيميائية على أنها نتاج إبداع وتخيل الكيميائى تماماً مثل الأعمال الفنية.
  - فهم أن المعرفة الكيميائية ترتبط بكل جوانب العالم الواقعى وظواهره، ولا تقتصر فقط على حجرات الدراسة والمعامل.
  - الاعتقاد بأن المعرفة الكيميائية تتجه نحو التبسيط من خلال تطوير أقل عدد ممكن من المفاهيم والنظريات التى تستخدم فى شرح وتفسير أكبر عدد ممكن من الظواهر.
  - فهم أن صدق المعرفة الكيميائية يتأسس من خلال اختبار قدرتها على تفسير الملاحظات المقبولة، وإعطاء النتائج نفسها عند إعادة الاختبار.

- **فهم طبيعة اكتساب المعرفة الكيميائية، وتعلمها من حيث:**
  - النظر إلى عملية تعلم المعرفة الكيميائية على أنها تبنى فى العقل من خلال ربطها بالخبرات السابقة، وتعلمها يعنى فهمها بعمق، وممارسة عمليات التفكير، وجمع الأدلة والشواهد التى تدعمها.
  - الاقتناع بأن دور معلم الكيمياء هو مساعدة الطالب على تعلم الكيمياء من خلال أنشطة متنوعة تربط المفاهيم المتعلمة بسياق العالم الواقعى، ويسمح بالنقاش داخل حجرة الدراسة، وأن يوفر فرصاً للطلاب للتفكير.
  - الاقتناع بأن لكل شخص أسلوب يناسبه فى التعلم، ومن ثم فإن أفضل طريقة لتعلم الكيمياء هى التى تتم وفق أسلوبه الخاص، والذى قد لا يتفق مع أسلوب الأخرين.
  - رؤية أن تعلم الكيمياء ليس قدرة طبيعية موروثة، وإنما كل فرد لديه الفرصة نفسها لأن يتفوق فى تعلم الكيمياء، واكتساب المعرفة العميقة حول مفاهيمها من خلال بذل الجهد والعمل الجاد، واستخدام استراتيجيات تعلم مناسبة.

وقد يرجع السبب فى فاعلية الاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه فى تنمية كل من: المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو، والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء لدى . عينة البحث . إلى أنه قد رُوعى فى تصميمها وتنفيذها ما يلى:

- البدء عند التدريس بالسياق الواقعى المعلوم المرئى، ثم الانتقال إلى المعرفة على المستوى غير المرئى جعل التعلم أيسر؛ لأنه نُظم تنظيماً منطقياً من المعلوم إلى المجهول وهو ما يتفق مع طبيعة العقل البشرى.
- تطوير فهم الطلاب المعرفة الكيميائية المتعلمة من خلال تقديم رؤية متكاملة لهذه المفاهيم على المستويات الأربعة: الإنسانى، والماكروسكوبى، وتحت الميكروسكوبى، والرمزى؛ ساهم فى فهم الطلاب ما تدور حوله كيمياء النانو

وبالتالى اكتساب المعرفة العميقة لمفاهيمها، فضلاً عن فهم الطلاب طبيعة علم الكيمياء، وتطبيقاتها الهائلة، وعلاقتها بحياتهم اليومية.

- المعرفة السياقية زادت من دافعية الطلاب للتعلم، ومن رغبتهم فى فهم المعرفة المتعلمة انطلاقا من تطبيقاتها الحياتية.
- الاستراتيجية المقترحة والأنشطة المصاحبة واجهت التنوع والاختلاف بين الطلاب فى الذكاء وأساليب التعلم؛ مما أتاح لكل الطلاب الفرص نفسها لتعلم المعرفة الكيميائية.
- الجمع بين تقديم المعرفة الكيميائية فى سياق ارتباطها بالعالم الحقيقى، وتقديمها فى سياق مجالها وبشكل تفصيلى؛ مما أسهم فى مساعدة الطلاب على فهمها، وتكوين معتقدات صحيحة حول علم الكيمياء، وطبيعة المعرفة الكيميائية.
- التركيز أثناء تدريس مفاهيم كيمياء النانو على ممارسة مهارات التفكير العليا، وإعمال العقل فيما يتعلمه.
- استخدام اللغة الرمزية الكيميائية، والتواصل بها؛ جعل الطلاب على ألفة بها، وقلل من العبء المعرفى على الذاكرة العاملة.
- التعاون بين الطلاب أثناء التعلم، والتواصل، والنقاش؛ أسهم فى تبادل الخبرات ومن ثم تعميق المعرفة، وتعديل الرؤى حول الكيمياء.
- دعم الطلاب فى محاولتهم لفهم عالمهم عن طريق شغلهم بالمعرفة الكيميائية والمهارات التى تدعم اكتساب معرفة عميقة وفهم متكامل لهذه المعرفة.
- بيئة التعلم التى سمحت بالنقاش والتعبير عن الرأى فى إطار من الاحترام؛ ما قد يكون أدى إلى وضوح الرؤى لدى الطلاب وتصفية ما لديهم من أفكار ومعتقدات حول طبيعة المعرفة الكيميائية، وكيفية تعلمها، وأهمية الكيمياء بوصفها علم ومادة دراسية.
- السماح للطلاب ببناء معرفتهم بأنفسهم، وتنظيمها فى عقولهم وإقامة علاقات رابطة بينها غير نظرة الطلاب إلى الكيمياء بوصفها تجميع للحقائق إلى

اعتبارها طريقة للتفكير والتأمل فى العالم والبحث فى ظواهره، فضلاً عن جعله تعلم المعرفة الكيميائية تعلماً ذو معنى.

- تقبل المعلم أسئلة الطلاب، وتقبل عدم قدرتهم على الفهم أحياناً، ومساعدتهم على إعادة التعلم وتحقيق الفهم للمعرفة المتعلمة.
- ربط المعرفة الكيميائية بالمعرفة فى مجالات الفيزياء والبيولوجى اتاح للطلاب فرصة فهم طبيعة المعرفة الكيميائية فى علاقتها بغيرها من العلوم.

التغذية الراجعة الإيجابية التى زادت من ثقة الطلاب بأنفسهم، وكفاءتهم الذاتية فى التعلم.

- تنوع الأنشطة ما بين أنشطة عرض السياق التى هدفت إلى عرض بعض الظواهر فى الحياة الواقعية ذات الصلة بالمعرفة الكيميائية موضع الدرس، وربطها بالخبرات السابقة، وأنشطة شرح المعرفة الكيميائية على المستوى الماكروسكوبى التى هدفت إلى ملاحظة المفهوم الكيميائى على المستوى الماكروسكوبى، وأنشطة شرح المعرفة الكيميائية على المستوى تحت الميكروسكوبى التى هدفت إلى: مشاهدة نماذج محاكاة للمفهوم أو الظاهرة الكيميائية توضح تركيبها على المستوى تحت الميكروسكوبى، وأنشطة تقديم اللغة الرمزية المعبرة عن المعرفة الكيميائية التى هدفت إلى: أن يعبر الطالب عن أفكاره وفهمه للمعرفة الكيميائية المتعلمة باستخدام لغة الكيمياء، وكتابة معادلات، وصيغ ورموز، وأنشطة الربط بين المستويات الأربعة للمعرفة الكيميائية التى هدفت إلى الربط بين المستويات الأربعة للمفهوم الكيميائى، وأنشطة توسيع الفهم وتطبيق المعرفة على مواقف جديدة التى هدفت إلى أن يطبق ما تعلمه عن المفهوم الكيميائى فى مواقف جديدة.
- البدء عند التدريس بالسياق الكيميائى للعالم الواقعى، والانتهاء به، مروراً بعرض المفاهيم على المستويات المتعددة أسهم فى اقتناع الطلاب بأن الكيمياء علم تطبيقى، وأن المعرفة الكيميائية سياقية.

- إعطاء تنوع من المفاهيم وتطبيقاتها غير النظرة التقليدية الموجودة لدى الطلاب حول الكيمياء.

كما قد ترجع العلاقة الارتباطية بين المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو والمعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء إلى:

- تنمية المعتقدات الإبستمولوجية حول الكيمياء، يتطلب أن يكون لدى الطلاب معرفة عميقة ودقيقة ومتكاملة لمفاهيم الكيمياء على المستويات الأربعة: الاستدعاء، والمهارة/المفهوم، والتفكير الاستراتيجى، والتفكير الممتد.
- تمكن الطلاب من مفاهيم كيمياء النانو فى أبعادها الأربعة (الماكروسكوبى . تحت الميكرسكوبى . الرمزى . التطبيقى) جعلهم يكونون تصوراً صحيحاً عن طبيعة المعرفة الكيميائية، وأهميتها فى حياتهم مما أسهم فى تعديل معتقداتهم الإبستمولوجية حول الكيمياء.
- الاهتمام عند التدريس بالاستراتيجية المصممة فى ضوء نموذج تعليم الكيمياء رباعى الأوجه بتنمية كل من المعرفة العميقة لمفاهيم كيمياء النانو وتعديل المعتقدات الإبستمولوجية بالقدر نفسه.
- البدء عند التدريس بالجوانب التطبيقية وظواهر الحياة اليومية والمجتمعية ذات الصلة بمفاهيم كيمياء النانو أسهم فى امتلاك الطلاب المعرفة العميقة حول هذه المفاهيم، وتغيير نظرة الطلاب لطبيعة المعرفة الكيميائية، وطبيعة اكتسابها وتعلمها فى الوقت ذاته.

**التوصيات.**

فى ضوء ما أسفرت عنه نتائج هذا البحث يُوصى بما يلى:

- الاهتمام عند تعليم الكيمياء بإبراز الجوانب الأربعة للمفهوم الكيميائى، وهى: الإنسانى (التطبيقى)، والماكروسكوبى، وتحت الميكروسكوبى، والرمزى، وربطها معاً بما يحقق فهماً متكاملاً وعميقاً لهذه المفاهيم.

- الاهتمام بإكساب الطلاب المعرفة العميقة حول كل المفاهيم الكيميائية المتعلمة عند مستوياتها الأربعة: الاستدعاء، والمهارة /المفهوم، والتفكير الاستراتيجى، والتفكير الممتد.
- تدريس الكيمياء بما يناسب طبيعتها، وطبيعة البحث فيها وعلاقتها بالواقع.
- الاهتمام عند تعليم الكيمياء بما يكونه الطلاب من معتقدات حول الكيمياء، وتكوينها بالشكل الصحيح بما يؤدى إلى تخريج أجيال واعية بطبيعة علم الكيمياء، وأهميته فى حياتنا، وأهمية تعلمه، ومن ثم امتهانها فى المستقبل.
- ضرورة عرض السياق الواقعى للمعرفة الكيميائية، وإبراز الجوانب التطبيقية لها ليتمكن الطلاب من فهمها فهماً عميقاً، وتكوين صورة صحيحة عن علم الكيمياء.

**المقترحات.**

يُقترح إجراء البحوث التالية بوصفها امتدادًا لهذا البحث:

- بحث فاعلية الاستراتيجية المقترحة فى تنمية الفهم العميق والاتجاه نحو العلوم لدى طلاب المرحلة الإعدادية.
- التفاعل بين استراتيجيات قائمة على نماذج تعليم الكيمياء والأسلوب المعرفى فى تنمية الفهم العميق لمفاهيم الكيمياء لدى طلاب المرحلة الثانوية.
- تقصى كيفية تقييم المعرفة العميقة بمستوياتها الأربعة فى مجال الكيمياء وتصميم أدوات قياس لها.

# قائمة المراجع


أحمد، شيماء أحمد محمد. (٢٠١٥). فاعلية برنامج مقترح فى النانو تكنولوجى لتنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والوعى بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية. *مجلة التربية العلمية، ١٨* (٦)، ٣٩-٧٤.

الإسكندرانى، محمد شريف.(٢٠١٠). تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل. *عالم المعرفة*، العدد (٦٢٤). الكويت: المجلس الوطنى للثقافة والآداب والفنون.

الجبالى، هشام.(٢٠١٠). *تكنولوجيا النانو*. المنيا: دار الهدى للنشر والتوزيع.

حجازى، أحمد.(٢٠١٢). *تكنولوجيا النانو: الثورة التكنولوجية الجديدة*. الأردن: دار كنوز المعرفة للنشر والتوزيع.

درويش، عطا حسن وأبو عمرة، هالة حميد. (٢٠١٨). مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجى لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم فى جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، ٢٦ (١)، ٢٠٠-٢٢٩.

زيتون، كمال عبد الحميد.(٢٠٠٠). *التدريس نماذجه ومهاراته*. القاهرة: عالم الكتب.

زيتون، كمال عبد الحميد.(٢٠٠٦). *تصميم البحوث الكيفية ومعالجة بياناتها إلكترونياً*. القاهرة: عالم الكتب.

سلامة، صفات.(٢٠٠٩). *النانو تكنولوجى عالم صغير ومستقبل كبير: مقدمة فى فهم علم النانو تكنولوجى*. بيروت: الدار العربية للعلوم.

سليمان، أسامة ربيع.(٢٠٠٧). *التحليل الإحصائى باستخدام برنامج spss*. القاهرة: الأنجلو المصرية.

سليمان، سناء محمد.(٢٠١٠). *أدوات جمع البيانات فى البحوث النفسية والتربوية*. القاهرة: عالم الكتب.

السيد، فؤاد البهى.(١٩٧٩). *علم النفس الإحصائى وقياس العقل البشرى*. (الطبعة الثالثة). القاهرة: دار الفكر العربى.

السيد، وليد شوقى شفيق. (٢٠٠٩). *طرق المعرفة الإجرائية والمعتقدات المعرفية وعلاقتهما باستراتيجيات التعلم المنظم ذاتياً* . رسالة دكتوراة (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الزقازيق.

شلبى، نوال محمد. (٢٠١٢). وحدة مقترحة لتنمية مفاهيم النانو تكنولوجى والتفكير البيئى لدى طلاب المرحلة الثانوية. *المؤتمر العلمى الثانى والعشرون للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس:* مناهج التعليم فى مجتمع المعرفة، ١٥-٦٥.

صالح، آيات حسن.(٢٠١٣). برنامج مقترح فى علوم وتكنولوجيا النانو وأثره فى تنمية التحصيل وفهم طبيعة العلم واتخاذ القرار لدى الطالبة معلمة العلوم بكلية البنات. *مجلة التربية العلمية*، ١٦ (٤)، ٥٣-١٠٦.

عبد الفتاح، محمد عبد الرازق. (٢٠١٣). وحدة مقترحة فى النانو بيولوجى لتنمية المفاهيم النانو بيولوجية ومهارات حل المشكلة وتقدير العلم والعلماء لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة التربية العلمية*، ١٦ (٦)، ٢٣٣-٢٦٢.

عسكر، أحمد عبد الله. (٢٠١٧). فعالية وحدة مقترحة من منهج الكيمياء وفق مفاهيم النانو تكنولوجى فى تنمية التحصيل لطلاب الصف الأول الثانوى. *مجلة كلية التربية . جامعة بورسعيد*، العدد الثانى والعشرون، ٦٨١-٦٩٦.

عطيفة، حمدى أبوالفتوح.(١٩٩٦). *منهجية البحث العلمى وتطبيقاتها فى الدراسات التربوية والنفسية*. القاهرة: دار النشر للجامعات.

غياضة، هديل نبيل سليم. (٢٠١٦). *متطلبات النانو تكنولوجى المتضمنة فى كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية ومدى اكتساب طلبة الصف الحادى عشر لها* . رسالة ماجستير (غير منشورة). كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة.

قاسم، إيمان محمد عثمان. (٢٠١٧). المعتقدات المعرفية وعلاقتها بمتغيرى الجنس والفرقة الدراسية لدى عينة من طلبة كلية التربية ببورسعيد. *مجلة كلية التربية . جامعة بورسعيد*، العدد الثانى والعشرون، ٤٠٧–٤٣٦.

محمد، أحمد عثمان عبد الحافظ. (٢٠١٧). فاعلية برنامج مقترح فى علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية استشراف المستقبل والتذوق الجمالى لدى الطالب المعلم بكلية التربية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٠ (٧)، ١–٥٠.

محمد، محمد هاشم.(٢٠١٢). *مخاطر تكنولوجيا النانو*. عمان: دار الجاهد للنشر والتوزيع.

هانى، مرفت حامد محمد. (٢٠١٠). فاعلية برنامج مقترح فى البيولوجيا النانوية فى تنمية التحصيل والميل لطلاب شعبة البيولوجى بكليات التربية. *مجلة التربية العلمية*، ١٣ (٦)، ١٠٧–١٥٧.

Allen, D. & Tanner, K. (2005). Infusing active learning strategies into the large-enrollment biology class: Seven strategies, from the simple to the complex. *Cell Biology Education*, 4, 262–268.

Avargil, S., Herscovitz, O. & Dori J. Y. (2011). Teaching Thinking Skills in Context-Based Learning: Teachers' Challenges and Assessment Knowledge. *Journal of Science Education Technolgy, 21*(2), 207–225.

Babbie, E.R. (1989). *The practice of social research*. (4th ed). Belmont, CA : Wadsworth, Inc.

Ban, K & Kocijancic, S. (2011). *Introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula*. 2nd World Conference on Technology and Engineering Education, Liubljana, Slovenia, 5-8 September.

Barbera, J., Perkins, K.K., Adams, W.K., & Wieman, C.E. (2008). Modifying and validating the Colorado learning attitudes about science survey for use in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 85, 1435–1439.

Barke, H.D., Harsch, G. & Schmid, S. (2012). Essentials of chemical education. (translated by Hannah Gerdau). Verlag Berlin Heidelberg: Springer.

Bendixen, L.D. (2002). A process model of epistemic belief change. In: B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The*

*psychology of beliefs about knowledge and knowing*, 191-208. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Bennet, D.H. & Bennet, A. (2008). The depth of knowledge: Surface, shallow or deep? *VINE, 38*(4), 1-14.

Bennett, J .(2016). Bringing science to life: Research evidence. In: R.Taconis, P.Brok & A.Pilot (Eds), *Teachers Creating Context-Based Learning Environments in Science,* 21-40. Netherlands: Sense Publishers.

Berg, A. ( 2005). *Learning chemistry at the university level student attitudes, motivation, and design of the learning environment*. Sweden: VMC, KBC, Umeå University.

Bromme, R. (2005). Thinking and knowing about knowledge: A plea for and critical remarks on psychological research programs on epistemological beliefs. In: M. Hoffmann, J. lenhard & F. Seeger (Eds.), *Activity and sign-grounding mathematics education,* 191-201. New York: Springer.

Bunce, D.M., & Gabel, D. (2002). Differential effects of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of Research in Science Teaching,* 39, 911-927.

Cam, A. & Geban, O. (2011). Effectiveness of case-based learning instruction on epistemological beliefs and attitudes toward chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 26–32.

Cano, F. (2005). Epistemological beliefs and approaches to learning: Their change through secondary school and their influence on academic performance. *British Journal of Educational Psychology, 75*(2), 203-221.

Carberry, A. (2010). A Pilot validation study of the epistemological beliefs assessment for engineering (EBAE): First-Year engineering student beliefs. *American Society for Engineering Education*, 1-10.

Cheung, D. (2007). Confirmatory factor analysis of the attitude toward chemistry lessons scale. *Proceeding of the 2nd NICE Symposium.* Taipei, Taiwan. Retrieved 20/8/2017, from http://dochoonho.sunchon.ac.kr/NICE2/2ndNICE-Papers/2ndNICE-oral/00029%20Derek%20 Cheung.pdf

Conley, A.,Pintrich, P., Vekiri, I. & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology, 29*(2), 186-204.

Creswell, J.W, Plano, V.L., Guttmann, M.L. & Hanson, E.E. (2003). Advanced mixed methods research design. In: A. Tashakkori & C.Teddlie (Eds), *Handbook of mixed methods in social and*

*behavioral research,* 209-240.Thousand Osak, CA: Sage Publications, Inc.

De Corte, E., Op't Eynde, P. & Verschaffel, L. (2002). Knowing what to believe: The relevance of students' mathematical beliefs for mathematics education. In: B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*, 297-320. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

De Jong, O. (2008). Context-based chemical education: How to improve it. *Chemical Education International, 8*(1), 1-7.

De Putter-Smits, L. G., Taconis, R. & Jochems, W. M. (2013). Mapping context-based learning environments: The construction of an instrument. *Learning Environments Research, 16*(3), 437–462.

Deter, K. (2009). *Chemistry you need to know. Research supporting the curriculum.* Retrieved 20/8/2017 from http://kellymdeters.on-rev.com/Kendall-Hunt-Chemistry/Research.pdf

Ding, L. & Zhang, H. (2014). Science education study under the international view. *Education in Chemistry, 36*(7), 3–6.

Ding, L.& Mollohan, K.N. (2015). How college-level introductory instruction can impact student epistemological beliefs. *Journal of College Science Teaching, 44*(4),19-27.

Ding, L. & Reay, N. (2014). Teaching undergraduate introductory physics with an innovative research-based clicker methodology. In: D. Sunal, C. Sunal, E. Wright, C. Mason & D. Zollman (Eds.), *Research in science education: Research-based undergraduate science teaching,* 305–334. Charlotte, NC: Information Age.

Eilks, I., Rauch, F., Ralle, B. & Hofstein, A. (2013). How to allocate the chemistry curriculum between science and society. In: I.Eilks & A.Hofstein(Eds), *Teaching chemistry-A studybook: A practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers,* 1-36. Netherlands: Sense Publishers.

Erdem, E. (2007). Study of the relationship between test anxiety and the epistemological and problem solving beliefs of students on a gerenal chemistry course. *World Applied Sciences Journal, 2*(S), 750-758.

Evan, K. L., Karabinos, M., Leinhardt, G. & Yaron, G. (2004). Chemistry in the field and the classroom: A cognitive disconnect. *Journal of Chemical Education, 83*(4), 655-661.

Forster, S. (2009). *Methods of teaching chemistry*. Delhi: Global media.

Gabel, D. (2000). Theory-based teaching strategies for conceptual understanding of chemistry. *Education Quimica, 11*(2), 236-243.

Gabor, L., Hornyak, J.M., Harry, F.T. & Joydeep, D. (2009). *Fundamentals of nanotechnology*. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group Boca Ratoon.

Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "context" in chemical education. *International Journal of Science Education, 28*(9), 957–976.

Gilbert, J. K., Bulte, A. M. & Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education, 33*(6), 817–837.

Gilbertson, L.M., Busnaina, A.A., Isaacs, J.A., Zimmerman, J.B. & Eckelman, M.J. (2014). Life cycle impacts and benefits of a carbon nanotube-enabled chemical gas sensor. *Environmental Science Technology*, 48, 11360–11368.

Gilbertson, L.M., Zimmerman, J.B, Plata, D.L, Hutchison, J.E. & Anastas, P.T. (2015). Designing nanomaterials to maximize performance and minimize undesirable implications guided by the Principles of Green Chemistry. *Chemical Society Reviews, 44*(16), 5749–5916.

Glover, R.D., Miller, J.M. & Hutchison, J.E. (2011). Generation of metal nanoparticles from silver and copper objects: Nanoparticle dynamics on surfaces and potential sources of nanoparticles in the environment. *ACS Nano, 5*(11), 8950–8957.

Gray, K.E., Adams, W.K., Wieman, C.E. & Perkins, K.K. (2008). Students know what physicists believe, but they don't agree: A study using the CLASS survey. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research,42*(2), 020106.

Hammer, D. & Elby, A. (2003).Tapping epistemological resources for learning physics. *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 53–90.

Healy, M.L., Dahlben, L.J.& Isaacs, J.A. (2008). Environmental assessment of single-walled carbon nanotube processes. *J. Ind. Ecol., 12*(3), 376–393.

Hingant, B.& Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A Review of literature. *Studies in Science Education, 46* (42), 121-152.

Hofer, B. K. (2004). Exploring the dimensions of personal epistemology in differing classroom contexts: Student interpretations during the first year of college. *Contemporary Educational Psychology,* 29, 129–163.

Hofer, B. K. & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research, 67*(1), 88-140.

Hofer, B.K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Journal of Educational Psychology Review, 13*(4), 353-383.

Holbrook, J. (2005). Making chemistry teaching relevant. *Chemical Education International, 6*(1), 1-12.

Ibrahim, D.A. (2011). *Models of chemistry education and the matriculation chemistry course: A Review*. Retrieved 20/8/2017, from https://www. researchgate.net/ publication/ 282853867.

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry: Logical or psychological?. *Chemical Education: Research and Practice in Europe, 1* (1), 9-15.

Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice, 7*(2), 49-63.

Kaplan, R. & Saccuzzo, D. (2008). *Psychological testing: Principles, applications and issues*. USA:Wadsworth,Cengage Learning.

Keen-Rocha, L.S. (2008). *Personal epistemological growth in a college chemistry laboratory environment*. PhD Thesis, College of Education, University of South Florida.

Kessels, U. & Taconis, R. (2012). Alien or alike? How the perceived similarity between the typical science teacher and a student's self-image correlates with choosing science at school. *Research in Science Education, 42*(6), 1049–1071.

Kessels, U., Rau, M. & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Educational Psychology, 74*(4), 761–780.

King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: Using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education, 48*(1), 51–87.

Kose, E.O. & Toson, F.C. (2014). Effects of context based learning on students' achievement and attitudes in biology. *K. Ü. Kastamonu Eğitim Dergisi 23*(4), 1425-1436.

Kothari, C.R. (2004). *Research methodology: Methods and techniques*. (2nd edition). New Delhi: New Age International (P) Ltd. Publishers.

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

Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. & Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learner's conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497–521.

Lind, M., Jakeway, J.& Mello, L. (2010). Tailoring the structure of thin film nano composite membranes to achieve seawater RD membrane performance. *Environmental Science and Technology*, *44*(21), 8230-8235.

Lyons, T. (2006). Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education, 28*(6), 591–613.

Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education: Research and Practice, 5*(3), 229-245.

Mahaffy, P. (2006). Moving chemistry education into 3D: A Tetrahedral metaphor for understanding chemistry. *Journal of Chemical Education, 83*(1), 49-54.

Meyer, H. (2005). Is it molecules? Again! A Review of students' learning about particle theory. *Chemical Education Journal, 9*(2), 22-34.

Muijs, D. (2004). *Doing quantitative research in education with spss.* London: Sage Publications, Inc.

Muis, K. R. (2004). Personal epistemology and mathematics: A critical review and synthesis of research. *Review of Educational Research, 74*(3), 317-377.

Mutambuki, J.M. (2014). *Integrating nanotechnology into the undergraduate chemistry curriculum: The impact on students' affective domain*. Doctor dissertation, Mallinson Institute for Science Education, Western Michigan University.

National Research Council (NRC). (2012). *A Research strategy for environmental, health, and safety aspects of engineered nanomaterials*. Washington, DC: The National Academies, ISBN: 978-0-309-25328-4.

Norman, L. (2006). *Web alignment tool*. Wisconsin Center of Educational Research. Retrieved 15/9/2017, from http://www.wcer.wisc.edu/WAT/ index.aspx.

Palmer, B. & Marra, R.M. (2004). College student epistemological perspectives across knowledge domains: A proposed grounded theory. *Higher Education,* 47, 11-335.

Peşman, H. & Özdemir, Ö. F. (2012). Approach – method interaction: The role of teaching method on the effect of context-based approach

in physics instruction. *International Journal of Science Education, 34*(14), 2127–2145.

Pilot, A. & Bulte, M. A. (2006). The Use of "Contexts" as a Challenge for the Chemistry Curriculum: Its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education, 28*(9), 1087–1112.

Plata, D.L., Hart, A.J., Reddy, C.M. & Gschwend, P.M. (2009). Early evaluation of potential environmental impacts of carbon nanotube synthesis by chemical vapor deposition. *Environmental Science and Technology, 43*(21), 8367–8373.

Porsch, T. & Bromme, R. (2010). Which science disciplines are pertinent? Impact of epistemological beliefs on students' choices. In: K. Gomez, L. Lyons & J. Radinsky (Eds.), *Learning in the disciplines: Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences (ICLS 2010)*, 636-642. Chicago IL: International Society of the Learning Sciences.

Poteralska, B., Wagner, V., Dullaart, A., Bock, K.& Zweck, A. (2007). The development of education and systems in the field of nanotechnology. *Journal of College and Learning, 4*(6), 7-16.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93, 223–231.

Qian, G. & Alvermann, D. (2000). Relationship between epistemological beliefs and conceptual change learning. *Reading & Writing Quarterly*, 16, 59–74.

Ramani, P.V., Chekuri, N.R. & Allevato, E. (2012). Influence of the epistemological beliefs on student success in basic Physics courses: An international comparison. Lat. Am. *J. Phys. Educ.*, *6*(1), 301-311.

Salkind, N.(2006). *Tests & Measurement for people who (think they) hate tests & measurement*. UK: SAGE.

Saul, H. (2003). Difficulties in acquiring theoretical concepts: A case of high school chemistry. *Trames 7*(2), 99-119.

Schommer, M. (2002). An evolving theoretical framework for an epistemological belief system. In: B.K. Hofer & P.R. Pintrich (Eds), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*, 103-118. Mahwah, NJ: Lawerence Erlbaum.

Schommer, M. (2004). Explaining the epistemological belief system: Introducing the embedded systemic model and coordinate research approach. *Educational Psychologist*, 39, 19–29.

Schommer, M. (2008). Applying the theory of an epistemological belief system to the investigation of students' and professors' mathematical beliefs. In: M.S. Khine (Ed.), *Knowing, knowledge, and beliefs:*

*Epistemological studies across diverse cultures,* 313-333. New York: Springer.

Schönborn, K.J., Höst, G.E. & Palmerius, K.E. (2015). Measuring understanding of nanoscience and nanotechnology: Development and validation of the nano-knowledge instrument (NanoKI). *Chemistry Education Research and Practice, 16*(2), 346-354.

Schreiner, C. (2006). *Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science – seen as signs of late modern identities*. (Doctoral thesis). University of Oslo, Faculty of Education, Department of Teacher Education and School Development, Oslo.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education, 88*(4), 610–645.

Semsar, K., Knight, J.K., Birol, G. & Smith, M.K. (2011). The Colorado Learning Attitudes about Science Survey for use in biology. *CBE—Life Sciences Education*, 10, 268–278.

Shwartz,Y. , Dori, Y.J. & Treagust, D.F.(2013). How to outline objectives for chemistry education and how to assess them. In: I. Eilks & A. Hofstein (Eds), *Teaching chemistry-A studybook: A practical guide and textbook for student teachers, teacher trainees and teachers*, 37-66. Netherlands: Sense Publishers.

Sirhan, G. (2007). Learning difficulties in chemistry: An overview. *Journal of Turkish Science, 4*(2), 2-20.

Smith, K.A., Sheppard, S.D., Johnson, D.W. & Johnson, R.T. (2005). Pedagogical engagement: Classroom-based practices. *Journal of Engineering Education,* 95, 87-101.

Sousa, D. A. (2006). *How the Brain Learns*. Thousand Oaks California: Corwin Press.

Stahl, E. & Bromme, R. (2007). The CAEB: An instrument for measuring connotative aspects of epistemological beliefs. *Learning and Instruction, 17* (6), 773-785.

Steven, S. & Krajcik, S. (2007). Big ideas in nanoscience. *Textile Research Journal 86*(12), 1231–1240.

Sunger, M. (2007). *An analysis of efficacy beliefs, epistemological beliefs and attitudes towards science in preservice elementary science teachers and secondary science teachers*. PhD Thesis submitted to the graduate school of natural and applied science of middle east technical university.

Taconis, R., & Kessels, U. (2009). How choosing science depends on students' individual fit to 'science culture'. *International Journal of Science Education, 31*(8), 1115–1132.

Taconis, R., Brok, P. & Pilot, A. (2016). Introduction: Context-Based Learning Environments in Science .In: R.Taconis, P.Brok & A.Pilot (Eds), *Teachers Creating Context-Based Learning Environments in Science*, 1-17. Netherlands: Sense Publishers.

Talanquer,V. (2015). Chemistry education: Ten factes to shape us. *Journal of Chemical Education*, 1-7.

Tobin, K. (2006). Why do science teachers teach the way they do and how can they improve practice. In: P.J. Aubusson, A.G. Harrison & S.M. Ritchie. *Metaphor and anology in science education*, 155-164. Netherlands: Springer.

Ültay, N., & Çalik, M. (2012). A thematic review of studies into the effectiveness of context-based chemistry curricula. *Journal of Science Education and Technology, 21*(6), 686–701.

Ulucinar, U., Akar, C., Demir, M. & Demirhan, G. (2012). An investigation on epistemological beliefs of university students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 5133–5137.

Valanides, N. & Angeli, C. (2008). An exploratory study about the role of epistemological beliefs and dispositions on learners' thinking about an ill-defined issue in solo and duo problem-solving contexts. In: M.S. Khine (Ed.), *Knowing, knowledge, and beliefs: Epistemological studies across diverse cultures,* 196-217. New York: Springer.

Vos, M. A., Taconis, R., Jochems, W.M. & Pilot, A. (2010). Teachers implementing context-based teaching materials: a framework for case-analysis in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice, 11*(3), 193-206.

Vos, M. A., Taconis, R., Jochems, W. M. & Pilot, A. (2011). Classroom implementation of context-based chemistry education by teachers: The relation between experiences of teachers and the design of materials. *International Journal of Science Education, 33*(10), 1407–1432.

Ware, S. A. (2001). Teaching chemistry from a societal perspective. *Pure and Applied Chemistry, 73*(7), 1209–1214.

Ware, S.A. (2003). *Chemistry in the national science education standards*. Retrieved 15/9/2017, from http://www.chemistry.org/portal/resources/ACS/ACSContent/education/Chemistry_tandards.pdf.

Wieringa, N., Janssen, F. J. & Van Driel, J. H. (2011). Biology Teachers Designing Context-Based Lessons for Their Classroom Practice-The importance of rules-of-thumb. *International Journal of Science Education, 33*(17), 2437-2462.

Wu, H.K., KrajciK, J.S. & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching, 38* (7), 821 - 842.

Yildiran, A., Demirci, N., Tuysuz, M., Bektas, O. & Geban, O. (2011). Adaptation of an epistemological belief instrument towards chemistry and chemistry lessons. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 3718–3722.