فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء

إعداد

د/ شيرين مرقس مصري قديس

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم

بكلية التربية بقنا- جامعة جنوب الوادي

E-mail: sherien.morkos@edu.svu.edu.eg

المستخلص:

سعت الدراسة الحالية إلى التعرف على فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء، ولتحقيق هذا الهدف تم إتباع المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي- بعدي)؛ من خلال الإجراءات التالية: إعداد قوائم ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء- تصميم كتيب الطالب ودليل المعلم لوحدة في الأحياء قائمة على استراتيجية التخيل الموجه لتنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي- إعداد اختبارات مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء وضبطها- اختيار مجموعة الدراسة عشوائياً من طالبات الصف الأول الثانوي شعبة العلوم، وتطبيق تجربة الدراسة عليهن، وقد أشارت النتائج إلى فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي؛ فقد كانت الفروق بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على كل من الاختبارات الثلاثة دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ٠.٠١، وبحجم تأثير كبير.

الكلمات المفتاحية: استراتيجية التخيل الموجه- النانو- النانو تكنولوجي- علم النانو.

Effectiveness of a proposed guided imagery strategy based unit in developing the knowledge of some concepts, applications & dangers of nanotechnology for secondary stage students through biology subject

Author
Sherien Morkos Masrey Kadees
Lecturer at the Curriculum and methodology department
faculty of education South Valley University
E-mail: sherien.morkos@edu.svu.edu.eg

Abstract

The current study tried to recognize the effectiveness of a proposed guided imagery strategy based unit in developing the knowledge of some concepts, applications & dangers of nanotechnology for secondary stage students through biology subject, so a quasi-experimental approach (one group design with pre-post measuring), committed throgh next procedures: preparing lists of some concepts, applications, and dangers of nanotechnology that we can develop the secondary stage students knowledge of them through biology subject- designing a guided imagery strategy based unit for developing knowledge of some nanotechnology concepts, applications, and dangers of first year secondary stage students through biology subject & its teacher guide- preparing tests for the availability of knowledge at some nanotechnology concepts, applications and dangers among first year secondary stage students through biology subject- choose the study group randomly among the first year secondary stage students science specialty- apply the study experience, the results indicated the effectiveness of the proposed guided imagery strategy based unit in developing knowledge of some concepts, applications and dangers of nanotechnology In the first year secondary stage students through biology subject, the differences between the pre and post performance of the study group on each test were statistically significant at the level of 0.01, with a large size effect.

Keywords: guided imagery strategy- nano- nanotechnology- nanoscience.

مقدمـــــة :

تُعتبر المرحلة الثانوية من المراحل المهمة في حياة الطالب؛ حيث إنها تُعده للمستقبل سواء على المستوى التعليمي أو المهني، لذا يجب في هذه المرحلة الحرص على إمداد الطالب بكل جديد بقدر الإمكان لإعداده كمواطن متنور علمياً.

وتُعد مادة الأحياء من المواد التي تتسم بغزارة مادتها العلمية، وإرتباطها الوثيق بحياة الطلاب وصحتهم، وسرعة تغيرها وتجددها؛ ففي كل يوم هناك الجديد من المعلومات المرتبطة بتلك المادة والتي يجب إثراء معارف الطلاب بها؛ ومن تلك المستجدات علم النانو تكنولوجي.

ويجب تضمين موضوعات النانو تكنولوجي بمناهج التعليم قبل الجامعي؛ ويمكن تقديمها للطلاب في سن يتراوح بين ١٢- ١٨ عامًا؛ لأن دافعيتهم لدراسة هذه الموضوعات مرتفعة (Ban, Kocijancic, 2011: 78)، ويرى Kaya (2016: 56) إنه يجب تقديم علم النانو تكنولوجي بالمدرسة الثانوية؛ لتنمية فهم الطلاب للمفاهيم العلمية المرتبطة بعلم النانو.

وللنانو تكنولوجي تطبيقات في كافة حقول المعرفة، ومنها عدد من التطبيقات التي يمكن تدريسها كجزء من مادة الأحياء؛ مثل تطبيقات النانو تكنولوجي المستخدمة في التشخيص والعلاج وتوصيل الأدوية للأنسجة وزراعة النباتات (عباس خماس الساعدي، ٢٠٢٠: ١٣٤- ١٤٨)، ولذلك فمن المهم تضمين المناهج مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي في المجالات المختلفة لحل المشكلات التي كانت تعتبر مستحيلة الحل سابقاً (تامر المغاوري الملاح وحنان محمد خضر، ٢٠١٧: ٢٣٧- ٢٩٥).

وبالرغم من أهمية تطبيقات النانو تكنولوجي في كافة المجالات؛ إلا أن العلماء يحذرون من تلك التقنية؛ حيث إن بعض المواد النانوية قد تهدد صحة الإنسان (محمود محمد سليم صالح، ٢٠١٥: ٢١٠)؛ لذا فمن المهم أيضاً تضمين المناهج تلك الأخطار المحتملة للنانو تكنولوجي؛ ليستطيع الطالب مواطن الغد توخي الحذر من تلك الأخطار وتجنبها.

كما إن هناك حاجة لتبني المناهج الدراسية التي تحفز التخيل؛ إذ إن هذا الاتجاه غير مستخدم في المدارس بالرغم من أهميته (Paixao, & Borges, 2018)؛ فالتخيل يعتبر جانب رئيس من جوانب التعليم بصفة عامة وتعليم العلوم على وجه الأخص، كما إنه جزء مهم من الإنتاج العلمي الذي يعتبر العمل الرئيس للعلماء؛ فمن خلاله يتمكن الطلاب من استكشاف موضوعات تمتد عبر الزمان والمكان بعيدًا عن عالمهم ذا الخبرات المباشرة، مما يساعدهم على تكوين فهم أعمق لموضوعات العلوم (Hilppo, Rajala, Zittoun, Kumpulainen, & Lipponen, 2016: 21- 22). ويُعد التخيل من الركائز الرئيسة لمعالجة المعلومات، ويمكن استخدامه لتشجيع الطلاب على المشاركة بفاعلية في أي مادة دراسية (ذوقان عبيدات وسهيلة أبوالسيد، ٢٠١٣: ١٧٩- ١٨٠)، وتقوم استراتيجية التخيل الموجه على تصميم سيناريو ينطلق بالطلاب في رحلة تخيلية ويشجعهم على بناء صور تخيلية لما يسمعونه مع حثهم على ربط الحواس الخمس بتلك الصور الذهنية من خلال تحفيز المشاعر الحسية بالسيناريو التخيلي (عبدالله بن خميس أمبوسعيدي وسليمان بن محمد البلوشي، ٢٠١١: ٣٢٣- ٣٢٤).

وهناك عدد من الدراسات التي أثبتت فاعلية وأهمية استراتيجية التخيل الموجه في تنمية: مهارات التفكير الناقد والدافعية نحو التعلم لدى طلبة المرحلة الأساسية بالأردن (كوثر عبود الحراحشة، ٢٠١٤)، ومهارات التفكير التأملي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط (حيدر عبدالكريم محسن الزهيري ومحمد مريد عراك النائلي،٢٠١٥)، وفهم المفاهيم العلمية ومهارات التفكير الإبداعي (بسام عبدالله إبراهيم وأسامه حسن عابد، ٢٠١٦)، والاستيعاب المفاهيمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي بمدينة الطائف (مسفر حفير سني القرني، ٢٠١٦)، ومهارات التفكير البصري في العلوم لدى طلاب الصف الثامن الأساسي باليمن (إفتكار أحمد قائد صالح، ٢٠١٧)، والتحصيل ومهارات حل المشكلات البيئية والحس العلمي (منى فيصل أحمد الخطيب، ٢٠١٨)، وتصويب المفاهيم الخطأ (Jane, & Inibehe Sunday (2018 ، كما أشارت نتائج دراسة ماجد بن محمد بن دلهام العمري (٢٠٢٠) إلى فاعلية استراتيجية التخيل الموجه في تنمية كافة مهارات التفكير العلمي، كما أوصت بعض الدراسات بضرورة تضمين مناهج العلوم

لأنشطة تقوم على التخيل (مسفر حفير سني القرني،٢٠١٦ ؛ إفتكار أحمد قائد صالح، ٢٠١٧؛ منى فيصل أحمد الخطيب، ٢٠١٨).

يتضح من خلال العرض السابق فاعلية استراتيجية التخيل الموجه في تنمية التحصيل واستيعاب وتصويب المفاهيم العلمية؛ وتنمية مهارات التفكير وحل المشكلات البيئية والحس العلمي، مما يوضح أهمية تلك الاستراتيجية، وبالتالي فقد تساعد على تنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء.

مشكلة الدراسة وتحديدها :-

بالرغم من أهمية علم النانو تكنولوجي في شتى النواحي التي تتطلب تفعيله في الحياة العامة والعلمية والتعليمية (فايزة بوراس وهارون العشي، ٢٠١٨: ٥٦٦)؛ وذلك لتطبيقاته المتعددة في كافة المجالات؛ كالطب والصناعة والزراعة و...غيرها (هبه عاصة الدسوقي، ٢٠١٦: ٨٠- ٨٦)، إلا إنه بفحص كتب الأحياء للمرحلة الثانوية لوحظ عدم تضمنها لأي من مفاهيم أو تطبيقات أو أخطار النانو تكنولوجي، وبطرح عدد من الأسئلة على بعض طالبات الصف الأول الثانوي عن بعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي المتعلقة بمادة الأحياء تبين ضعف معرفتهن بها، كما أشارت نتائج عدد من الدراسات إلى قصور المعرفة بمفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي بمعظم مراحل التعليم، بل ولدى بعض معلمي العلوم أنفسهم؛ مثل: دراسة Gorghiu, & Gorghiu (2012) التي أشارت من خلال استطلاع آراء معلمي العلوم بالمدارس الثانوية إلى حاجة المعلمين لدورات تدريبية مختلفة تتعلق موضوعاتها بعلم النانو تكنولوجي وصلته بتدريس العلوم، وتقديم تلك الموضوعات بقدر الإمكان للطلاب من خلال دروس مادة العلوم، ودراسة عالية محمد كريم العطيات (٢٠١٦) التي أشارت إلى تدني مستوى فهم معلمات العلوم بمنطقة تبوك لمجالات تقنية النانو وأوصت الدراسة سالفة الذكر بضرورة تطوير المناهج التعليمية بإدراج مفاهيم وتطبيقات النانو في مناهج العلوم لمختلف المراحل الدراسية، كما أوصت دراسة مرفت رشاد أحمد محمد وأيمن جابر حسونه علي (٢٠١٧) بضرورة تصميم مناهج دراسية عن تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مجال البيئة، كما

أشارت نتائج دراسة عطا حسن درويش وهاله حميد أبوعمرة (٢٠١٨) إلى انخفاض المستوى المعرفي لطلبة كليات التربية تخصص علوم بجامعات غزة في مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي، ودراسة عبدالرحمن بن إبراهيم الفريح التميمي (٢٠١٨) التي أشارت نتائجها إلى انخفاض مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو تكنولوجي وتطبيقاتها المختلفة لدى الطلاب والطالبات المسجلين في الدبلوم التربوي بجامعة حائل، كما أجرت هدى بنت علي الحوسنية (٢٠٢٠) دراسة على طلاب الصف الحادي عشر بقسمي العلوم البحتة والعلوم التطبيقية في سلطنة عمان؛ وقد أشارت نتائجها إلى تدني مستوى وعي الطلاب بتقنية النانو وتطبيقاتها، وأوصت بضرورة تضمين مفاهيم النانو وتطبيقاته في البرامج الدراسية.

يتضح من خلال العرض السابق انخفاض مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي لدى الطلاب في مراحل التعليم العالي؛ مما قد يعتبر مؤشراً لانخفاضه لدى طلاب المرحلة الثانوية، كما أوصت عدة دراسات بضرورة تضمين مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي بمختلف المراحل الدراسية، بالإضافة إلى قلة الدراسات التي حاولت تنمية المعرفة بأخطار النانو تكنولوجي لدى الطلاب بكافة المراحل الدراسية على حسب علم الباحثة.

من خلال العرض السابق يمكن تحديد مشكلة الدراسة في:

قصور المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية.

أسئلة الدراسة:- حاولت الدراسة الحالية الإجابة عن الأسئلة التالية:

- ما فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء؟
- ما فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء؟
- ما فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء؟

فروض الدراسة:- تمت الإجابة عن أسئلة الدراسة من خلال اختبار صحة الفروض التالية:

- يوجد فرق دال إحصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي.
- يوجد فرق دال إحصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي.
- يوجد فرق دال إحصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي.

محددات الدراسة:- سوف تلتزم الدراسة الحالية بالمحددات التالية:-

- مدرسة فاطمة الزهراء الثانوية للبنات بقنا؛ لأنها مدرسة حكومية تقع في وسط مدينة قنا وبالتالي فإن طالباتها يعتبرن عينة ممثلة لمجتمع طلاب المرحلة الثانوية بالمحافظة.
- مجموعة من طالبات الصف الأول الثانوي حيث إنهن في بداية المرحلة الثانوية وبالتالي فهن أكثر استقراراً لدراسة وحدة جديدة عن زميلاتهن بالصفين الثاني والثالث الثانوي اللاتي يركزن معظم اهتمامهن بالتحصيل لحساسية المرحلة الدراسية التي يدرسنها لتأثيرها المباشر على مستقبلهن فيما بعد.
- بعض مفاهيم النانو تكنولوجي المرتبطة بمادة الأحياء من جهة والمناسبة لطلاب المرحلة الثانوية من جهة أخرى، والتي استقر عليها رأي السادة المحكمين؛ وهي مفاهيم: النانو- النانو تكنولوجي- الروبوت النانوي- نانو الذهب- الطب النانوي- التسمم النانوي.
- بعض تطبيقات النانو تكنولوجي المرتبطة بمادة الأحياء من جهة والمناسبة لطلاب المرحلة الثانوية من جهة أخرى، والتي استقر عليها رأي السادة المحكمين؛ وهي:

علاج الجلطات الدموية- تشخيص الإصابة بمرض السرطان- استخدام نانو الذهب لعلاج السرطان- توصيل الدواء إلى خلايا محددة.

- بعض أخطار النانو تكنولوجي المرتبطة بمادة الأحياء من جهة والمناسبة لطلاب المرحلة الثانوية من جهة أخرى، والتي استقر عليها رأي السادة المحكمين؛ وهي التسلل لجهاز المناعة في الإنسان، والاستغلال اللاإنساني للنانو تكنولوجي في الحروب.
- الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٢٠/٢٠٢١م.

أهداف الدراسة:- تهدف الدراسة الحالية إلى التعرف على:

- فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء.
- فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء.
- فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء.

أدوات الدراسة:-

- اختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء.
- اختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء.
- اختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء.

أهمية الدراسة:- قد تفيد الدراسة الحالية في:

- توجيه نظر مطوري المناهج لأهمية تضمين مناهج المرحلة الثانوية بعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار تكنولوجيا النانو.
- توجيه نظر مخططي المناهج لأهمية استخدام استراتيجية التخيل الموجه في عمليتي التعليم والتعلم.

- الاستفادة من الوحدة المقترحة في تنمية معرفة طلاب الصف الأول الثانوي ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي.
- الاستعانة بدليل المعلم كنموذج إسترشادي يوضح كيفية استخدام استراتيجية التخيل الموجه في التدريس.
- توفير اختبار لقياس مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي.
- توفير اختبار لقياس مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي.
- توفير اختبار لقياس مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي.

منهج الدراسة:- اعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي- بعدي)؛ حيث تمّ تطبيق أدوات الدراسة (اختبارات مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء) على مجموعة الدراسة قبلياً، ثم تعريضها للمتغير التجريبي (تدريس الوحدة المقترحة باستخدام استراتيجية التخيل الموجه) لفترة من الزمن، ثم إعادة تطبيق أدوات الدراسة على مجموعة الدراسة بعدياً للوقوف على أثر المتغير التجريبي (رجاء محمود أبوعلام، ٢٠١١: ٢٢٠).

مصطلحات الدراسة (١):-

استراتيجية التخيل الموجه:

يمكن تعريف استراتيجية التخيل الموجه في الدراسة الحالية إجرائياً بأنها: استراتيجية تدريسية يُصمم فيها المعلم سيناريو لتناول درس أو جزء منه باستخدام التخيل، مع مراعاته لاستخدام جمل قصيرة وكلمات بسيطة واضحة المعنى لإثارة عقول الطلاب وتشجيعهم على تكوين صور ذهنية لموضوع الدرس؛ مما يحول الخبرة التعليمية لتصبح أقرب ما تكون للواقع.

---

١ تمّ التوصل للتعريف الإجرائي لمصطلحي الدراسة بعد تحليل ومراجعة التعريفات الواردة لهما في الإطار النظري

النانو تكنولوجي:

يمكن تعريف النانو تكنولوجي في الدراسة الحالية إجرائياً بأنه: علم تطبيقي يهتم بالتعامل مع المواد ذات الأبعاد التي تتراوح بين (١- ١٠٠) نانومتر للإفادة منها في تطبيقات ذات وظائف جديدة تستخدم في المجالات المختلفة؛ مثل الطب- الصيدلة- الزراعة- حماية البيئة من التلوث_ ... وغيرها.

استراتيجية التخيل الموجه وعلاقتها بعلم النانو تكنولوجي

أولًا: علم النانو تكنولوجي

يعد علم النانو تكنولوجي من العلوم المهمة؛ لأنه يعتبر تكنولوجيا المستقبل التي سوف تطور كافة مجالات الحياة، ويعتبر التعليم أحد المداخل الضرورية لنشر الوعي بعلم النانو تكنولوجي، لذا لابد من الاهتمام بتعليم وتدريس تكنولوجيا النانو في جميع المراحل الدراسية، مع ضرورة التوعية بالأخطار التي يمكن أن تنتج عن أبحاث وتطبيقات النانو تكنولوجي على صحة الإنسان والبيئة وضرورة اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتلافي أخطارها.

تعريف النانو تكنولوجي:

وهناك عدة تعريفات للنانو تكنولوجي منها تعريفه بأنه ذلك العلم التطبيقي التقني متعدد التخصصات، الذي يهتم بالتحكم في المادة عند المستوى الذري، في المدى ما بين ١- ١٠٠نانومتر (ممدوح مصطفى حلاوة، ٢٠١٤: ١٦٢)، و(Bhushan, 2017: 2) كما يُعرف بأنه التكنولوجيا التي تتعامل مع مواد وأدوات ذات حجم يتراوح بين (١- ١٠٠) نانومتر؛ لإنتاج أجهزة جديدة ذات خصائص مميزة تستخدم في المجالات المختلفة (تامر المغاوري الملاح وحنان محمد خضر، ٢٠١٧: ٢٣٤).

يتضح من خلال العرض السابق لتعريفات النانو تكنولوجي أنه علم يتعامل مع المواد عند المستوى الذري؛ بهدف إنتاج تطبيقات جديدة ذات خصائص واستخدامات متعددة في كافة مجالات الحياة.

لماذا الحاجة إلى تدريس النانو تكنولوجي:

يحتاج الطلاب إلى تعلم المفاهيم الأساسية لعلم النانو لكي يصبحوا مواطنين متنورين علميًا ولكي تنموا لدى بعضهم معارف ومهارات علمية وتكنولوجية مناسبة ليصبحوا جزءًا من القوى العاملة في مجال النانو مستقبلًا (Jones, Blonder, Gardner, Albe, Falvo, & Chevrier, 2013: 1496). ، فهناك حاجة ماسة لإعداد جيل جديد من العلماء والمهندسين والفنيين وصُنّاع القرار ذوي المعرفة حول هذا العلم؛ الأمر الذي لا يمكن تحقيقه إلا من خلال التعليم، كما أن هناك حاجة لمواطن يُسهم في المشاركة في إنتاج قرارات فعالة في مجال تكنولوجيا النانو (El Moussaouy, 2019: 2224).

من خلال العرض السابق يمكن استنتاج ضرورة تضمين مفاهيم النانوتكنولوجي في مقررات التعليم بكافة المراحل؛ لأنه علم المستقبل الذي سوف تُبنى عليه الصناعات والقرارات مستقبلًا الأمر الذي يستوجب ضرورة الاستعداد لهذا المستقبل بإعداد القوى البشرية المتنورة علميًا بمفردات هذه الصناعات ومتطلبات اتخاذ القرارات من العلم والمعرفة.

أهمية علم النانو تكنولوجي:

تستخدم تقنية النانو في تطبيقات واسعة المدى بكل مجالات الحياة المختلفة؛ كالطب والزراعة وتنقية الماء وغيرها (ممدوح مصطفى حلاوة، ٢٠١٤: ١٦٣؛ عباس خماس الساعدي، ٢٠٢٠: ١١٨)، وقد ساعدت تطبيقات النانو تكنولوجي على تقديم حلول للعديد من المشكلات البيئية والطبية والصناعية، وسوف يكون للنانو تكنولوجي تأثير عميق على الاقتصاد والمجتمع (Bhushan, 2016: 2)؛ لأن تلك التقنية تساعد على تصغير الأجهزة وتقليل احتياجاتها من الطاقة اللازمة لتشغيلها، وخفض سعرها، ولها تطبيقات مفيدة في مجال تشخيص وعلاج الأمراض، وفي مجال الصيدلة وإنتاج الغذاء (محمد بن عتيق الدوسري، ٢٠١٢: ٦٤– ٦٦)، بالإضافة إلى تحسين وسائل التصنيع وأنظمة تنقية المياه وتحسين الصحة البدنية وتقنيات الطب النانوي وطرق إنتاج الأغذية (محمود محمد سليم صالح، ٢٠١٥: ٣٩).

يتضح من العرض السابق أن علم النانو تكنولوجي ذا أهمية كبرى لتعدد تطبيقاته في كافة المجالات؛ مع صغر حجم تلك التطبيقات الأمر الذي يقلل الطاقة التي تستخدم في إنتاجها وتشغيلها، بالإضافة إلى رخص ثمنها لأنها تستخدم مواد خام أقل، ناهيك عن دورها في التنمية المستدامة لتقليل استهلاك المواد الخام عند صناعة تلك التقنيات.

أخطار النانو تكنولوجي:

يتمثل الخطر الرئيس للنانو تكنولوجي في نقص المعرفة بالآثار الصحية والبيئية لإطلاق الجسيمات النانوية بالبيئة (Laherto, 2010: 166)، ففي ظل التطبيقات المتعددة للنانو تكنولوجي تصاعد القلق من التأثير العكسي لها على البيئة والصحة، فقد تنبعث بعض الجسيمات النانوية في البيئة وتدخل جسم الإنسان وتتراكم في أعضائه مسببة له الضرر أو مؤدية به إلى الموت (Chen & Chen, 2017: 1559).

وفي ظل اعتبار النانو تكنولوجي ثورة صناعية قادمة؛ يجب إعداد الجيل القادم لمواجهة القضايا الاجتماعية والأخلاقية، خاصة قضايا الصحة والسلامة (Trybula, Fazarro, Hanks, & Tate, 2016: 227)؛ حيث تتصاعد التحذيرات من التهاون في تقدير خطورة النانو تكنولوجي، ومن أبرز المخاوف التي تدور حول النانو تكنولوجي أنه قد يتحول إلى نوع جديد من أنواع التلوث؛ هو التلوث بالمواد النانوية، بالإضافة إلى احتمال عدم كفاية معايير الأمان والسلامة في تصنيع وتداول منتجات النانو، وعدم كفاية تقنيات إدارة النفايات النانوية (محمود محمد سليم صالح، ٢٠١٥: ٢١٠).

ولهذا يخشى من الاستخدام الخطأ للنانو تكنولوجي في الحروب؛ من خلال تسريبها بهدف دفعها للتسلل لجهاز المناعة في الإنسان، ومعالجة مصادر الماء أو الهواء أو التربة بمواد نانوية سامة، وتوصيل العوامل الممرضة أو سمومها إلى المواضع الأكثر تأثيراً في الكائن الحي، وتطوير جينات للكائنات المسببة للأمراض بحيث تصيب مجموعة عرقية معينة (محمد غريب إبراهيم عميش، ٢٠١٢: ١٥١- ١٦٣).

يتضح من خلال ما سبق أنه يجب تضمين مناهج العلوم معلومات حول أخطار النانوتكنولوجي لكي يتدرب الطلاب على الموازنة بين الإيجابيات والسلبيات، فلا يندفع في الإفراط في استهلاك المواد النانوية بل يستهلكها استهلاكًا رشيدًا، ويتمكن من اتخاذ القرار المناسب تجاه منتجات العلم بصفة عامة والنانوتكنولوجي على وجه التحديد.

ثانيًا: استراتيجية التخيل الموجه

تعريف استراتيجية التخيل الموجه:

هناك عدة تعريفات لاستراتيجية التخيل الموجه منها تعريفها بأنها استراتيجية تدريسية تقوم على إثارة العقل على الانطلاق بعيداً عن الواقع الفعلي، ووضع نفسه في مواقف تصورية بحيث يصبح جزءًا فاعلًا منها، فتتحول الخبرة التعليمية إلى خبرة شبه حقيقية (رغد زكي غياض وأحمد علي الشنجار، ٢٠١٨: ١١٢)، كما تُعرّف بأنها استراتيجية تهتم بتعليم الطلاب الخيال والتأمل والإبداع (سها أحمد أبوالحاج وحسن خليل المصالحة، ٢٠١٦: ١٠٦؛ علي فاضل مهدي، ٢٠١٩: ٢٢٨).

ويُستخلص مما سبق أن استراتيجية التخيل الموجه تعتمد على إثارة خيال الطالب لينطلق متصورًا نفسه جزء فاعل من موضوع الدرس مما ينعكس على الخبرة التعليمية المُكتسبة بواسطة تلك الاستراتيجية فتصبح أقرب ما يكون للواقع الفعلي.

أهمية استراتيجية التخيل الموجه:

تتسم استراتيجية التخيل الموجه بأنها مناسبة لجميع المراحل العمرية، ولأي محتوى علمي(Maher, Francisco, & Palius, 2012: 1487 ؛ سها أحمد أبوالحاج وحسن خليل المصالحة، ٢٠١٦: ١٠٦)، ويمكن استخدامها في تدريس درس بأكمله أو جزء معين من الدرس، كما تتسم بسهولة استخدامها، كما تساعد هذه الاستراتيجية على تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى الطلاب، كما أنها تراعي اهتمامات الطلاب ذوي النمط البصري في التعلم وتجعلهم أكثر فاعلية من خلال تشجيعها لهم على تكوين صور ذهنية خاصة بهم ترتبط بموضوع الدرس (علي فاضل مهدي، ٢٠١٩: ٢٢٨)، وبهذا فإنها تساعد على بعث الحياة في الموضوعات الدراسية من خلال توظيف كافة الحواس لتصور المعنى مما يجعل الطالب يندمج بعواطفه في موضوع الدرس (حسن حيال محيسن الساعدي، ٢٠٢٠ ب: ١٥٦).

كما تساعد استراتيجية التخيل الموجه على تشجيع الطلاب على المشاركة الفعالة في العملية التعليمية مع تدعيم الشعور لديهم بأنهم جزء من موضوع التعلم وبالتالي تصبح الخبرات التعليمية المكتسبة بهذه الاستراتيجية أقرب ما تكون للخبرات الحقيقية مما

يجعلها أبقى أثراً (ذوقان عبيدات وسهيلة أبوالسيد، ٢٠١٣: ١٧٩- ١٨٠)، و(شريف الأتربي، ٢٠١٩: ١٢٤)، ويساعد التخيل على التوصل إلى اكتشافات وطرق جديدة لحل المشكلات، كما إنه يحفز جانبي الدماغ الأيمن والأيسر (رغد زكي غياض وأحمد علي الشنجار، ٢٠١٨: ١١٣).

كما أن استخدام الخيال في التدريس يقرب الفجوة بين المألوف وغير المألوف (Jackson, 2018: 18-19)، ويجعل عملية التعلم أكثر فاعلية وجاذبية ومتعة لكل الطلاب (Waddngton, 2018: 38)، كما يساعد على تبديد القلق لدى الطلاب، وتنمية ذكاءاتهم المتعددة، وتنمية دافعيتهم للتعلم من خلال تغيير روتين الشرح، وتصفية الذهن أثناء التعلم (حسن حيال محيسن الساعدي، ٢٠٢٠ أ: ٢١٧-٢١٨)، وتشير نتائج دراسة (Stuart, 2019) من خلال استطلاع آراء العلماء إلى أهمية التخيل في حل المشكلات.

يُستخلص مما سبق أن استراتيجية التخيل الموجه مهمة للغاية لسهولة استخدامها ومرونتها التي تجعلها صالحة لكل المراحل والمواد الدراسية، وتجعل الطالب يشعر وكأنه جزء من موضوع التعلم وتجعل خبرات التعلم أقرب ما يكون لخبرات الحياة الحقيقية، بالإضافة إلى أهميتها للطلاب إذ إنها تنمي لديهم مهارات عدة، وتجعل الطالب عنصرًا رئيسًا وفعالًا في العملية التعليمية، مما يجعل التعلم الذي يحصله الطالب بهذه الاستراتيجية أبقى أثرًا وأقل نسيانًا.

شروط استخدام استراتيجية التخيل الموجه:

يتطلب استخدام استراتيجية التخيل الموجه توفير عدد من المتطلبات الضرورية لتحقيق الأهداف المرجوة من استخدام تلك الاستراتيجية؛ وهي:

- التخطيط للوقت الكافي لعملية التخيل.
- وجود مرشد يقود عملية التخيل بإعطاء توجيهات مناسبة للانتقال من مرحلة لأخري.
- تدريب الطلاب على عملية التخيل.
- ممارسة التخيل في مكان هادئ من حيث الألوان والإنارة، ويخلو من الضجيج (نادية حسين يونس العفون، ٢٠١٢: ٢٦٦- ٢٦٨؛ سعد علي زاير وسماء تركي داخل وعمار جبار عيسى ومنير راشد فيصل ونعمة دهش فرحان، ٢٠١٧: ٣٢٩- ٣٣٠).

أساليب التخيل:

١. التخيل بالمراقبة؛ وفيه يحث المعلم الطالب على الانغماس في الموقف التخيلي كمراقب وملاحظ خارجي للموقف وليس طرفًا فيه.

٢. التخيل بالتوحد؛ وفيه يشجع المعلم الطالب على تخيل نفسه وكأنه جزء من الموقف التخيلي فيتوحد معه ويعيش المشاعر التي يفرضها الموقف المُتَخَيّل (نادية حسين يونس العفون، ٢٠١٢: ٢٦٨- ٢٧١؛ سعد علي زاير وسماء تركي داخل وعمار جبار عيسى ومنير راشد فيصل ونعمة دهش فرحان، ٢٠١٧: ٣٢٨- ٣٢٩).

وقد اتبعت الوحدة التدريسية المستخدمة كلا الأسلوبين وفقًا لما يصلح لكل درس.

خطوات تطبيق استراتيجية التخيل الموجه:

١. إعداد سيناريو لتناول موضوع الدرس بالتخيل؛ وفي هذه الخطوة يُعد المعلم سيناريو لتصميم الدرس أو جزء منه بالتخيل، مراعياً: استخدام كلمات بسيطة وواضحة المعنى وفي المستوى العقلي للطلاب- أن تكون الجمل المستخدمة قصيرة وغير مركبة- تكرار الكلمة عدة مرات إذا احتاج الأمر لوصف حركة جسم ما؛ وذلك لمساعدة الطلاب على التدرج في تكوين الصور الذهنية المتحركة- وجود وقفات مريحة بين العبارات لكي يستطيع الطلاب تكوين الصور الذهنية- مخاطبة مختلف الحواس باستخدام عبارات تخاطب السمع والبصر وغيرها بقدر الإمكان- الابتعاد عن الكلمات المزعجة أو المفاجئة لأنها قد تقطع بناء الصور الذهنية- عودة تدريجية للواقع ولغرفة الصف.

٢. البدء بأنشطة تخيلية تمهيدية؛ وتبدأ بتعريف الطلاب بالتخيل الموجه وأهميته، والتأكيد عليهم بضرورة التزام الهدوء والتركيز ومحاولة بناء صور ذهنية لما سوف يسمعون من قِبَل المعلم- يطلب المعلم من الطلاب أخذ نفس عميق ثم الاسترخاء في مقاعدهم مع إغماض أعينهم- يبدأ المعلم بالتمهيد للتخيل من خلال مقطع قصير لموقف تخيلي بسيط يتم تنفيذه قبل البدء بتطبيق التخيل على موضوع الدرس، والهدف منه تهيئة الطلاب ذهنيًا لتنفيذ استراتيجية التخيل الموجه والتخلص من أي مشتتات ذهنية لديهم، وعلى المعلم في هذا الشأن تجاهل أي تعليقات أو ضحكات جانبية قد تنشأ من

عدم معرفة الطلاب بطبيعة الاستراتيجية، إلا أنهم سرعان ما يندمجون في عملية التخيل.

٣. تنفيذ استراتيجية التخيل الموجه؛ حيث يبدأ المعلم بالوقوف في مقدمة غرفة الدراسة، وتجنب الحركة الزائدة منعاً للتشتت، ثم يقوم بتلاوة الموضوع المراد من الطلاب تخيله بصوت مرتفع ونبرات واضحة، مع الحرص على الوقفات الصوتية المناسبة بين أجزاء الموضوع موضع التخيل.

٤. الأسئلة التابعة: بعد تنفيذ الاستراتيجية يطرح المعلم على الطلاب عدد من الأسئلة التي تدور حول الصور الذهنية التي تكونت أثناء التخيل، مع الترحيب بكل الإجابات والتخيلات- السؤال عن جميع الحواس التي عايشوها أثناء التخيل- توجيه الطلاب لكتابة أو رسم الرحلة التخيلية التي عايشوها (عبدالله بن خميس أمبوسعيدي وسليمان بن محمد البلوشي، ٢٠١١: ٣٣٢- ٣٣٤؛ حسن حيال محيسن الساعدي، ٢٠٢٠ أ: ٢١٩).

العلاقة بين استراتيجية التخيل الموجه ومفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي:

يتضح من خلال العرض السابق أن علم النانو تكنولوجي يتعامل مع مواد وأدوات ذات حجم يتراوح بين (١- ١٠٠) نانومتر؛ بهدف الاستفادة منها في إنتاج أجهزة ذات خصائص مميزة يمكن استخدامها في كافة مجالات الحياة، ونظرًا لحجم المفردات التي يتعامل معها هذا العلم؛ فإن الطالب لا يمكنه رؤيتها بالعين المجردة، وبالتالي لن يستطيع استيعاب مفاهيم هذا العلم بسهولة، الأمر قد يعوقه أيضًا عن استيعاب التطبيقات الحياتية القائمة على تلك المفاهيم، كما أن عدم قدرته على رؤية مفردات علم النانو تكنولوجي سوف يجعله غير مُقَدّر للأخطار التي قد يتعرض لها نتيجة للتهاون في انطلاق الجسيمات النانوية في البيئة.

وانطلاقًا من دور استراتيجية التخيل الموجه في تحفيز العقل للانطلاق بعيداً عن الواقع، ووضع نفسه في مواقف تصورية بحيث يصبح جزء مشارك بفاعلية في هذه المواقف فتتحول الخبرة التعليمية إلى خبرة شبه حقيقية، فبالتالي قد يكون لتلك الاستراتيجية دور لا بأس به في إدخال الطالب في سيناريو تخيلي لمواقف تعليمية يتخيل فيها نفسه وقد صَغُرَ وانكمش إلى حجم النانو ويتخيل أنه يُشاهد أمامه مفاهيم علم النانو

تكنولوجي بصورة مُبسطة بحيث يستطيع من خلالها استيعاب تلك المفاهيم والتعبير عن مضمونها عند عودته من رحلته التخيلية، ويمكن دمجه أيضاً من خلال سيناريوهات تخيلية يُبحر فيها ذهنه ليشاهد تطبيقات النانو تكنولوجي أثناء أداء عدد من المهام داخل جسم الإنسان، وأيضًا من خلال التحفيز الذي توفره هذه الاستراتيجية يستطيع الطالب تصور الأخطار الناتجة عن إطلاق الجسيمات النانوية في البيئة أو سوء استغلال البعض لها كأسلحة قاتلة.

وتخاطب استراتيجية التخيل الموجه أكثر من نمط من أنماط التعلم حيث إنها تخاطب الطلاب ذوي النمط السمعي من خلال سماعهم لتفاصيل السيناريو المطلوب تخيله بتأثيرات صوت المعلم، وسماعهم لمناقشات زملائهم عقب الرحلات التخيلية، كما تخاطب ذي النمط البصري من خلال تصورهم ومتابعتهم للسيناريو المتخيل، وبعض التكليفات التي تتطلب منهم رسم مشاهداتهم بالرحلة التخيلية، كما تخاطب الاستراتيجية ذوي النمط الاجتماعي من خلال المناقشات التي تدور عقب كل رحلة تخيلية للتوصل إلى مفاهيم وتطبيقات واخطار النانو تكنولوجي، مما يساعد على زيادة فاعلية الاستراتيجية.

يتضح من خلال ما سبق أن هناك علاقة بين استراتيجية التخيل الموجه ومفاهيم وتطبيقات وأخطار علم النانو تكنولوجي فعلم النانو تكنولوجي يقترب من الخيال لصغر وحداته وتجريد مفاهيمه وحداثة تطبيقاته وعدم وضوح أخطاره، التي لا يمكن تصورها إلا من خلال استراتيجية تدريسية تُقَرِب الخيال وتحوله لواقع مُعاش يندمج فيه الطالب كأنه جزء منه كما هو في استراتيجية التخيل الموجه.

إجراءات الدراسة :-

<u>للإجابة على أسئلة الدراسة، والتحقق من صحة فروضها؛ تمّ إتباع الإجراءات التالية:</u>

<u>المرحلة الأولى: إعداد قائمة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء؛ ولإتمام ذلك تم:</u>

<u>أولًا:</u> الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة التي تناولت مفاهيم النانو تكنولوجي.

<u>ثانيًا:</u> إعداد قائمة مبدئية ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، ولتحقيق هذه الخطوة تمّ:

تحديد الهدف المرجو من قائمة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي التي يمكن تنميتها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء)- تحديد مفاهيم النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء- تحديد الدلالة اللفظية لكل مفهوم من مفاهيم النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء- تحديد عمليات تنمية المعرفة بالمفاهيم- صياغة المؤشرات السلوكية لعمليات تنمية المعرفة بالمفاهيم.

ثالثًا: عرض القائمة على مجموعة من السادة المحكمين (ملحق١)؛ لاستطلاع رأيهم حول صلاحية القائمة، وطُلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى ارتباط المفاهيم المعروضة بالقائمة بعلم النانو تكنولوجي، وبمادة الأحياء، ومدى مناسبة المفاهيم المعروضة لطلاب الصف الأول الثانوي، ومدى ارتباط كل مفهوم من المفاهيم المعروضة بالقائمة بالدلالة اللفظية المقابلة له، ومدى مناسبة عمليات تنمية المعرفة بمفاهيم النانو تكنولوجي المعروضة بالقائمة لتحقيق الهدف منها، ومدى دقة الصياغة العلمية واللغوية للمؤشرات السلوكية لتنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي المعروضة بالقائمة، وحذف أو تعديل أو إضافة أي مفاهيم أو عمليات تنمية المعرفة بالمفاهيم أو مؤشرات سلوكية للقائمة (ملحق٢).

رابعًا: تعديل القائمة في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل مفهوم بالقائمة، وتم حذف المفاهيم وعمليات تنمية المفاهيم التي قلت نسبة الموافقة عليها عن ٨٥%؛ فقد تمّ حذف مفهوم (المرشحات النانوية)؛ حيث أشار السادة المحكمين إلى إنه يرتبط بمادة الفيزياء لا الأحياء، كما تمّ حذف عملية (التعميم) من عمليات تنمية المفاهيم؛ حيث أشار السادة المحكمين إلى أن مفاهيم النانو تكنولوجي في معظمها مفاهيم وحيدة المثال فلا يمكن تعميمها على أمثلة أخرى، وتم حسب متوسط موافقاتهم على القائمة بشكل عام وبلغ ٩٧,٦٢%.

خامسًا: التوصل إلى قائمة نهائية ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحق٣).

المرحلة الثانية: إعداد قائمة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء؛ ولإتمام ذلك تم:

أولًا: الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة التي تناولت تطبيقات النانو تكنولوجي.

ثانيًا: إعداد قائمة مبدئية ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، ولتحقيق هذه الخطوة تمّ:

تحديد الهدف المرجو من قائمة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء)- تحديد تطبيقات النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء- تحديد عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء- صياغة المؤشرات السلوكية لعمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء.

ثالثًا: عرض القائمة على مجموعة من السادة المحكمين (ملحق١)؛ لاستطلاع رأيهم حول صلاحية القائمة، وطُلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى ارتباط التطبيقات المعروضة بالقائمة بعلم النانو تكنولوجي وبمادة الأحياء، ومدى مناسبة عمليات تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي المعروضة بالقائمة لطلاب الصف الأول الثانوي، ومدى دقة الصياغة العلمية واللغوية للمؤشرات السلوكية لعمليات تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي، وحذف أو تعديل أو إضافة أي تطبيقات للنانو تكنولوجي أو عمليات أخرى لتنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي أو مؤشرات سلوكية للقائمة (ملحق٤).

رابعًا: تعديل القائمة في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل تطبيق بالقائمة، وتم حذف التطبيقات التي قلت نسبة الموافقة عليها عن ٨٥%؛ فقد تمّ حذف تطبيقي (التصنيع الغذائي- تغليف الغذاء)؛ حيث

أشار معظم السادة المحكمين إلى إنهما يرتبطان بمادة الكيمياء وليس الأحياء، وتم حساب متوسط موافقاتهم على القائمة بشكل عام وبلغ ٩٦,٤٣%.

خامسًا: التوصل إلى قائمة نهائية ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحق٥).

المرحلة الثالثة: إعداد قائمة ببعض أخطار النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء؛ ولإتمام ذلك تم:

أولًا: الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة التي تناولت أخطار النانو تكنولوجي.

ثانيًا: إعداد قائمة مبدئية ببعض أخطار النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، ولتحقيق هذه الخطوة تمّ:

تحديد الهدف المرجو من قائمة ببعض أخطار النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (تنمية المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء)- تحديد أخطار النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء- صياغة المؤشرات السلوكية المقابلة لكل خطر من أخطار النانو تكنولوجي.

ثالثًا: عرض القائمة على مجموعة من السادة المحكمين (ملحق١)؛ لاستطلاع رأيهم حول صلاحية القائمة، وطُلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى ارتباط الأخطار المعروضة بالقائمة بعلم النانو تكنولوجي، وبمادة الأحياء، ومدى مناسبة جوانب أخطار النانو تكنولوجي المعروضة لطلاب الصف الأول الثانوي، ومدى دقة الصياغة العلمية واللغوية للمؤشرات السلوكية لجوانب تنمية المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي، وحذف أو تعديل أو إضافة أي جوانب أخرى لأخطار النانو تكنولوجي أو مؤشرات سلوكية للقائمة (ملحق٦).

رابعًا: تعديل القائمة في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تمّ حساب متوسط موافقاتهم لكل جانب من جوانب أخطار النانو تكنولوجي بالقائمة، وتم حذف جوانب الأخطار التي قلت نسبة الموافقة عليها عن ٨٥%؛ فقد تمّ حذف جانب (تكاثر الروبوت

النانوي ذاتيًا)؛ لضعف احتمال حدوثه، وتم حسب متوسط موافقاتهم على القائمة بشكل عام وبلغ ٩١,٦٧%.

خامسًا: التوصل إلى قائمة نهائية ببعض أخطار النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحق٧).

المرحلة الرابعة: اعداد كتيب الطالب ودليل المعلم لوحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه لتنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء؛ ولإتمام ذلك تم التالي:

أولًا: بعد الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة المرتبطة بكل من النانو تكنولوجي واستراتيجية التخيل الموجه، تمّ إعداد كتيب الطالب ودليل المعلم لوحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه لتنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، ولتحقيق هذه الخطوة تم إتباع التالي:

تحديد وصياغة الأهداف العامة للوحدة في ضوء قوائم ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء السابق إعدادها- تحديد وصياغة الأهداف الإجرائية للوحدة- تحديد وصياغة محتوى الوحدة في ضوء الأهداف الإجرائية السابق صياغتها- توزيع المحتوى على دروس الوحدة بحيث يتناسب مع الوقت المتاح للحصة- تحديد مصادر التعلم التي يمكن الاستعانة بها لتحقيق أهداف الوحدة- تحديد الأنشطة التعليمية التي يمكن إجرائها لتوفير تغذية راجعة مناسبة للوحدة- تحديد طرق التدريس المستخدمة بكل درس بما يتناسب مع تحقيق الأهداف المرجوة- تحديد أساليب تقويم تناسب أهداف الوحدة وتقيمها، مع الحرص على تنوع تلك الأساليب.

ثانيًا: تمّ عرض استطلاع رأي حول كتيب الطالب ودليل المعلم لوحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه لتنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء على مجموعة من السادة المحكمين، حيث طُلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى: وضوح أهداف

الوحدة- دقة وسلامة الصياغة الإجرائية لأهداف كل درس من دروسها- ملائمة الأهداف لطلاب الصف الأول الثانوي- واقعية الأهداف وإمكانية تحقيقها في الفترة الزمنية المحددة للوحدة- تنوع مجالات ومستويات الأهداف- ملائمة الأهداف الإجرائية لمحتوى الوحدة- تحقيق محتوى الوحدة للأهداف المعنية- وضوح التتابع المنطقي للموضوعات- وضوح تعليمات الوحدة- قدرة المحتوى على جذب الطالب وإثارة دافعيته لدراسة الوحدة- ملائمة مصادر التعلم والأنشطة التعليمية لمحتوى الوحدة- وضوح المعلومات الواردة بدليل المعلم- مدى ارتباط التقويم بالأهداف (ملحق٨).

ثالثًا: تعديل كتيب الطالب ودليل المعلم في ضوء توجيهات السادة المحكمين.

رابعًا: التوصل إلى الصورة النهائية لكتيب الطالب ودليل المعلم لوحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه لتنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحقي ٩ و ١٠).

المرحلة الخامسة: إعداد اختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء وضبطه، ولإتمام ذلك تم:

أولًا: الاطلاع على بعض المراجع التي تناولت أنواع الأسئلة وشروط صياغتها، وإعداد جدول مواصفات للاختبار (سوسن شاكر مجيد، ٢٠١٤: ٢٣٩- ٢٧٠؛ حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ٦٥- ٨٠).

ثانيًا: تحديد الهدف من الاختبار؛ الذي يتمثل في قياس مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء.

ثالثًا: عمل جدول لمواصفات الاختبار (ملحق١٢).

رابعًا: صياغة مفردات الاختبار؛ فمن خلال قائمة بعض مفاهيم النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، والأهداف الإجرائية للوحدة السابق صياغتها، تمت صياغة مجموعتين من الأسئلة؛ إحداها من نوع الاختيار من متعدد (ست نقاط) والأخرى أسئلة تكملة (ست نقاط)، بحيث تتم الإجابة عنها في نفس ورقة الأسئلة، على أن يتم إعطاء درجتين عن كل نقطة مُجاب عنها إجابة صحيحة في كلا النوعين من الأسئلة؛ بإجمالي ٢٤ درجة للاختبار ككل.

خامسًا: تحديد وصياغة تعليمات الاختبار.

سادسًا: ضبط الاختبار؛ وذلك عن طريق حساب صدقه وثباته كالتالي:

- **حساب صدق الاختبار:**

الاختبار الصادق هو الذي يقيس ما وضع لقياسه، وللتأكد من صدق الاختبار تمّ استخدام أسلوب صدق المحكمين (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ٨٠- ٨١)؛ حيث تمّ عرض استطلاع رأي حول صلاحية الاختبار في تقييم مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء على مجموعة من السادة المحكمين، وطُلب منهم إبداء الرأي حول مدى سلامة الصياغة اللغوية لأسئلة الاختبار- مدى مناسبتها لطلاب الصف الأول الثانوي- مدى مناسبتها لتقييم مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء- حذف أو تعديل أو إضافة أي أسئلة للاختبار(ملحق١٣)، وقد وافق معظمهم على مناسبة أسئلة الاختبار لتقييم مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، وتمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل سؤال من أسئلة الاختبار، ولم تقل نسبة الموافقة على أي سؤال عن ٨٥%، ثم تمّ حساب متوسط موافقاتهم على الاختبار بشكل عام وبلغ ٩٨,٨١%.

سابعًا: تعديل الاختبار في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تم تعديل صياغة رأس السؤال: جسيمات دقيقة من الذهب...، لتصبح: جسيمات دقيقة من الذهب ذات أبعاد نانومترية...

ثامنًا: التوصل إلى الصورة النهائية لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحق١٤).

تاسعًا: إعداد مفتاح تصحيح اختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحق١٥).

- **حساب ثبات الاختبار:**

الاختبار الثابت هو الذي يعطي نفس النتائج إذا ما طُبق على نفس المجموعة مرة أخرى في نفس الظروف بشرط ألا يحدث تعلم أو تدريب في الفترة التي تقع بين التطبيقين، ولتحقيق هذا الغرض تم استخدام طريقة إعادة تطبيق الاختبار لحساب الثبات بتقديم نفس الاختبار لنفس العينة بعد فترة زمنية لا تقل عن أسبوع ولا تزيد عن ستة أشهر (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ٨٢- ٨٣)؛ ولذا تمّ تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية من طالبات الصف الأول الثانوي قوامها ٣٣ طالبة من غير عينة الدراسة، ثم حساب معامل الارتباط بين أداء العينة في التطبيقين، وقد تم تطبيق نفس الاختبار على نفس العينة بعد فترة زمنية قدرها ثلاثة أسابيع في نفس توقيت التطبيق الأول من اليوم وفي نفس اليوم لضمان أن يكونوا في نفس الحالة والظروف تقريباً، لعدة أسباب منها: صعوبة وضع صيغ متكافئة من الاختبار، كما أن كل مفردة من مفردات الاختبار تقيس أحد الأهداف الإجرائية وبالتالي لن يتجانس النصفين؛ ولهذا فقد كان من الأفضل إعادة التطبيق تحت نفس الظروف بقدر الإمكان، وبلغ ثبات الاختبار ٠,٩٤٨ مما يوضح أن الاختبار على درجة مرتفعة من الثبات.

- **حساب الزمن المناسب للإجابة عن أسئلة الاختبار:**

تم حساب متوسط الأزمنة التي استغرقها كل فرد من أفراد العينة الاستطلاعية للتوصل إلى الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار وكان ١٠ دقائق، وبإضافة خمس دقائق لقراءة تعليمات الاختبار يكون الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار ١٥ دقيقة.

- **حساب معاملات السهولة والصعوبة لأسئلة الاختبار:**

بناء على نتائج تطبيق الاختبار على أفراد العينة الاستطلاعية تم حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات أسئلة الاختبار؛ حيث تم تفريغ الإجابات الصحيحة والخطأ، والمفردات المتروكة، لكل طالب من أفراد العينة الاستطلاعية، وتراوحت معاملات السهولة لأسئلة الاختبار بين (٠,٣- ٠,٥)، وتراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٥- ٠,٧)، ويوضح هذا أن أسئلة الاختبار مناسبة من حيث درجة سهولتها وصعوبتها؛ حيث يرى عمر طالب الريماوي (٢٠١٧: ٧٣) إنه من المفضل اختيار فقرات ذات سهولة وصعوبة متوسطة بمدى ضيق حول متوسط صعوبة يساوي (٠,٥).

- **حساب معاملات التمييز لأسئلة الاختبار:**

بعد حساب معاملات السهولة والصعوبة لكل مفردة من مفردات الاختبار تم حساب معاملات التمييز، وقد تراوحت بين (٠,٣١- ٠,٣٨)، مما يوضح أن الاختبار يتمتع بقدرة مناسبة على التمييز بين الطلاب الضعاف والأقوياء.

بالتأكد من صدق وثبات الاختبار وتمتع مفرداته بمعدلات سهولة وصعوبة وتمييز مناسبة، تم الاطمئنان إلى مناسبة الاختبار، وصلاحيته للاستخدام.

المرحلة السادسة: إعداد اختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء وضبطه، ولإتمام ذلك تم:

أولًا: الاطلاع على بعض المراجع التي تناولت أنواع الأسئلة وشروط صياغتها، وكيفية إعداد جدول مواصفات للاختبار.

ثانيًا: تحديد الهدف من الاختبار؛ الذي يتمثل في قياس مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء.

ثالثًا: عمل جدول لمواصفات الاختبار (ملحق١٦).

رابعًا: صياغة مفردات الاختبار؛ فمن خلال قائمة بعض تطبيقات النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، والأهداف الإجرائية للوحدة، والسابق صياغتها تمت صياغة سؤالين من نوع الأسئلة المقالية القصيرة والتي يندرج تحت أولهما أربع نقاط وتحت الثاني ثلاث نقاط، بحيث تتم الإجابة عنها في نفس ورقة الأسئلة، على أن يتم إعطاء درجتين عن كل نقطة مُجاب عنها إجابة صحيحة؛ بإجمالي ١٤ درجة للاختبار ككل.

خامسًا: تحديد وصياغة تعليمات الاختبار.

سادسًا: ضبط الاختبار؛ وذلك عن طريق حساب صدقه وثباته كالتالي:

- **حساب صدق الاختبار:**

الاختبار الصادق هو الذي يقيس ما وضع لقياسه، وللتأكد من صدق الاختبار تمّ استخدام أسلوب صدق المحكمين؛ حيث تمّ عرض استطلاع رأي حول صلاحية الاختبار في تقييم مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء على مجموعة من السادة المحكمين، وطُلب من كل منهم

إبداء الرأي حول مدى سلامة الصياغة اللغوية لأسئلة الاختبار- مدى مناسبتها لطلاب الصف الأول الثانوي- مدى مناسبتها لتقييم مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء- حذف أو تعديل أو إضافة أي أسئلة للاختبار(ملحق١٧)، وقد وافق معظمهم على مناسبة أسئلة الاختبار لتقييم مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، وتمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل سؤال من أسئلة الاختبار، ولم تقل نسبة الموافقة على أي سؤال عن ٨٥%، ثم تمّ حساب متوسط موافقاتهم على الاختبار بشكل عام وبلغ ٩٧,٩٦%.

سابعًا: تعديل الاختبار في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تم تعديل صياغة السؤال: بما تفسر الذي كان متكرراً ثلاث مرات ليصبح رأسًا لسؤال وأسفله ثلاث نقاط.

ثامنًا: التوصل إلى الصورة النهائية لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحق١٨).

تاسعًا: إعداد مفتاح تصحيح اختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحق١٩).

- **حساب ثبات الاختبار:**

لتحقيق هذا الغرض تمّ تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية من طالبات الصف الأول الثانوي قوامها ٣٣ طالبة من غير عينة الدراسة، وتم استخدام طريقة إعادة تطبيق الاختبار لحساب الثبات؛ بإعادة تطبيق نفس الاختبار على نفس العينة بعد ثلاثة أسابيع في نفس توقيت التطبيق الأول من اليوم وفي نفس اليوم لضمان أن يكونوا في نفس الحالة والظروف تقريباً، وبلغ ثبات الاختبار ٠,٨٩ مما يوضح أن الاختبار على درجة مرتفعة من الثبات.

- **حساب الزمن المناسب للإجابة عن أسئلة الاختبار:**

تم حساب متوسط الأزمنة التي استغرقها كل فرد من أفراد العينة الاستطلاعية؛ للتوصل إلى الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار وكان ١٠ دقائق، وبإضافة خمس دقائق لقراءة تعليمات الاختبار يكون الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار ١٥ دقيقة.

- **حساب معاملات السهولة والصعوبة لأسئلة الاختبار:**

بناء على نتائج تطبيق الاختبار على أفراد العينة الاستطلاعية تم حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات أسئلة الاختبار؛ حيث تم تفريغ الإجابات الصحيحة والخطأ، والمفردات المتروكة، لكل طالب من أفراد العينة الاستطلاعية، وتراوحت معاملات السهولة لأسئلة الاختبار بين (٠,٣٠ – ٠,٤٨)، وتراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٥٢ – ٠,٧٠)، ويوضح هذا أن أسئلة الاختبار مناسبة من حيث درجة سهولتها وصعوبتها.

- **حساب معاملات التمييز لأسئلة الاختبار:**

بعد حساب معاملات السهولة والصعوبة لكل مفردة من مفردات الاختبار تم حساب معاملات التمييز، وقد تراوحت بين (٠,٣١ – ٠,٣٨)، مما يوضح أن الاختبار يتمتع بقدرة مناسبة على التمييز بين الطلاب الضعاف والأقوياء.

بالتأكد من صدق وثبات الاختبار وتمتع مفرداته بمعدلات سهولة وصعوبة وتمييز مناسبة، تم الاطمئنان إلى مناسبة الاختبار، وصلاحيته للاستخدام.

المرحلة السابعة: إعداد اختبار مدى توافر المعرفة ببعض اخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء وضبطه، ولإتمام ذلك تم:

أولًا: الاطلاع على بعض المراجع التي تناولت أنواع الأسئلة وشروط صياغتها، وكيفية إعداد جدول مواصفات للاختبار.

ثانيًا: تحديد الهدف من الاختبار؛ الذي يتمثل في قياس مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء.

ثالثًا: عمل جدول لمواصفات الاختبار (ملحق٢٠).

رابعًا: صياغة مفردات الاختبار؛ باستخدام قائمة بعض أخطار النانو تكنولوجي التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، والأهداف الإجرائية للوحدة، والسابق صياغتها تمت صياغة سؤالين من نوع الأسئلة المقالية القصيرة والتي يندرج تحت أولهما ثلاث نقاط وتحت الثاني نقطتين، بحيث تتم الإجابة عنها في نفس ورقة الأسئلة، على أن يتم إعطاء درجتين عن كل نقطة مُجاب عنها إجابة صحيحة؛ بإجمالي ١٠ درجات للاختبار ككل.

خامسًا: تحديد وصياغة تعليمات الاختبار.

سادسًا: ضبط الاختبار؛ وذلك عن طريق حساب صدقه وثباته كالتالي:

- **حساب صدق الاختبار:**

الاختبار الصادق هو الذي يقيس ما وضع لقياسه، وللتأكد من صدق الاختبار تمّ استخدام أسلوب صدق المحكمين؛ حيث تمّ عرض استطلاع رأي حول صلاحية الاختبار في تقييم مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء على مجموعة من السادة المحكمين، وطُلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى سلامة الصياغة اللغوية لأسئلة الاختبار- مدى مناسبتها لطلاب الصف الأول الثانوي- مدى مناسبتها لتقييم مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء- حذف أو تعديل أو إضافة أي أسئلة للاختبار(ملحق٢١)، وقد وافق معظمهم على مناسبة أسئلة الاختبار لتقييم مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، وتمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل سؤال من أسئلة الاختبار، ولم تقل نسبة الموافقة على أي سؤال عن ٨٥%، ثم تمّ حساب متوسط موافقاتهم على الاختبار بشكل عام وبلغ ٩٧,١٤%.

سابعًا: تعديل الاختبار في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تم تعديل صياغة السؤال: اقترح فكرتين على الأقل للتغلب على الذي كان متكرراً مرتين ليصبح رأسًا لسؤال وأسفله نقطتين.

ثامنًا: التوصل إلى الصورة النهائية لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحق٢٢).

تاسعًا: إعداد مفتاح تصحيح اختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (ملحق٢٣).

- **حساب ثبات الاختبار:**

لتحقيق هذا الغرض تمّ تطبيق الاختبار على عينة استطلاعية من طالبات الصف الأول الثانوي قوامها ٣٣ طالبة من غير عينة الدراسة، وتم استخدام طريقة إعادة تطبيق

الاختبار لحساب الثبات؛ حيث تم تطبيق نفس الاختبار على نفس العينة بعد ثلاثة أسابيع في نفس توقيت التطبيق الأول من اليوم وفي نفس اليوم لضمان أن يكونوا في نفس الحالة والظروف تقريباً، وبلغ ثبات الاختبار ٠,٨٧٨ مما يوضح أن الاختبار على درجة مرتفعة من الثبات.

- **حساب الزمن المناسب للإجابة عن أسئلة الاختبار:**

تم حساب متوسط الأزمنة التي استغرقها كل فرد من أفراد العينة الاستطلاعية؛ للتوصل إلى الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار وكان ١٠ دقائق، وبإضافة خمس دقائق لقراءة تعليمات الاختبار يكون الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار ١٥ دقيقة.

- **حساب معاملات السهولة والصعوبة لأسئلة الاختبار:**

بناء على نتائج تطبيق الاختبار على أفراد العينة الاستطلاعية تم حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات أسئلة الاختبار؛ حيث تم تفريغ الإجابات الصحيحة والخطأ، والمفردات المتروكة، لكل طالب من أفراد العينة الاستطلاعية، وتراوحت معاملات السهولة لأسئلة الاختبار بين (٠,٣٣- ٠,٤٨)، وتراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٥٢- ٠,٦٧)، ويوضح هذا أن أسئلة الاختبار مناسبة من حيث درجة سهولتها وصعوبتها.

- **حساب معاملات التمييز لأسئلة الاختبار:**

بعد حساب معاملات السهولة والصعوبة لكل مفردة من مفردات الاختبار تم حساب معاملات التمييز، وقد تراوحت بين (٠,٣١- ٠,٣٨)، مما يوضح أن الاختبار يتمتع بقدرة مناسبة على التمييز بين الطلاب الضعاف والأقوياء.

بالتأكد من صدق وثبات الاختبار وتمتع مفرداته بمعدلات سهولة وصعوبة وتمييز مناسبة، تم الاطمئنان إلى مناسبة الاختبار، وصلاحيته للاستخدام.

المرحلة الثامنة: تنفيذ تجربة الدراسة:

تم تنفيذ تجربة الدراسة وفقاً للخطوات التالية:

أولًا: تم اختيار مجموعة الدراسة من تلميذات مدرسة فاطمة الزهراء الثانوية للبنات بقنا؛ بواقع فصل من فصول الصف الأول الثانوي عشوائياً.

ثانيًا: تطبيق أدوات الدراسة قبلياً على مجموعة الدراسة؛ حيث تم تطبيق اختبارات مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء.

ثالثاً: تدريس الوحدة المقترحة للطالبات باستخدام استراتيجية التخيل الموجه؛ حيث قامت الباحثة بشرح استراتيجية التخيل الموجه للطالبات حتى يمكنهن التجاوب مع الباحثة عند استخدام الاستراتيجية بالفعل في عرض دروس الوحدة، ثم تم تحفيز الطالبات لتخيل سيناريو مُعد مسبقًا بهدف تدريبهن على استراتيجية التخيل الموجه قبل الدخول في موضوع الوحدة المقترحة، ثم تم تطبيق الوحدة وفقًا لجدول توزيع حصص التطبيق (ملحق١١) السابق إعداده؛ حيث تم تقديم الدرس في صورة مواقف تخيلية تم توجيه الطالبات لتخيلها وتخيل أنهم جزء من الموقف التخيلي، مع مراعاة حثهن على تخيل الأحاسيس المختلفة؛ كالاحساس بالحرارة أو البرودة أو الملمس أو ما إلى ذلك؛ لتعزيز الصور التخيلية المدركة من المواقف، وعند نهاية كل موقف تخيلي تم تشجيع الطالبات للكتابة أو للنقاش لإجابة سؤال أو لتلخيص او تفسير معلومة حول ما تخيلنه.

رابعًا: تطبيق أدوات الدراسة بعدياً على مجموعة الدراسة.

خامسًا: إجراء المعالجة الإحصائية للنتائج.

ملاحظات على التطبيق:

- سعادة الطالبات (مجموعة الدراسة) باستراتيجية التخيل الموجه التي حسب رأيهن ساعدتهن على التعلم في بيئة تسودها الراحة النفسية والتي نشأت عن طبيعة الاستراتيجية التي تتطلب الاسترخاء مع التنفس العميق ثم التأمل.
- اعجاب الطالبات بموضوع النانو تكنولوجي الذي أشبع ميولهن العلمية، كما عبرت الطالبات عن دافعيتهن للاطلاع على معلومات أخرى في هذا المجال.

الصعوبات التي واجهت الباحثة أثناء تنفيذ إجراءات الدراسة:

من الصعوبات التي واجهت الباحثة؛ تذمر الطالبات في بداية التطبيق من دراسة وحدة غير مقررة دون زميلاتهن بباقي الفصول؛ ولكن عقب أول حصة زادت لديهن الدافعية وحب الاستطلاع لدراسة هذا المحتوى بل إنهن بحثن عن تطبيقات وأخطار أخرى للنانو تكنولوجي بخلاف تلك التي وردت بالوحدة المقترحة.

نتائج الدراسة:

للتوصل لنتائج الدراسة تم إتباع الخطوات التالية:

أولاً: الاجابة على سؤال الدراسة الأول؛ وهو:

ما فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء؟

وقد تمت الإجابة على سؤال الدراسة الأول من خلال **اختبار صحة الفرض الأول وهو**: يوجد فرق دال احصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي.

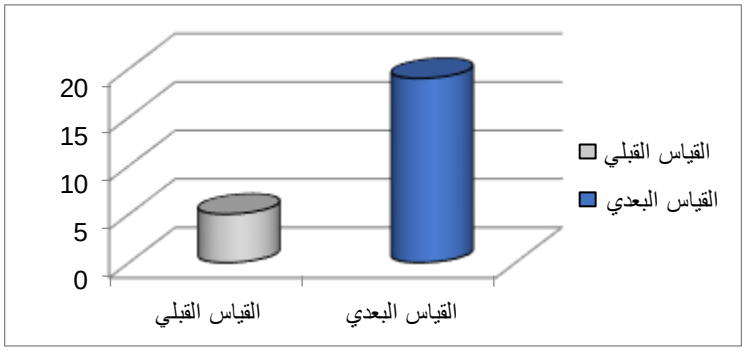
وقد تم التحقق من صحة هذا الفرض بحساب قيمة "ت" للفرق بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء، وتم التحقق من توافر شروط استخدام اختبار "ت" (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ١٣٧- ١٣٩)؛ وقد تحققت تلك الشروط؛ فعدد أفراد مجموعة الدراسة أكبر من ٣٠؛ وبحساب الالتواء لدرجات أفراد المجموعة على الاختبار، بلغ (٠,٠٦٢)، و(- ٠,٠٤٧) لكل من التطبيقين القبلي والبعدي على الترتيب، مما يشير إلى اعتدالية توزيع الدرجات، ونظراً لأن المنهج المتبع في الدراسة الحالية هو المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي- بعدي)؛ فإن المعادلة المثلى لهذا المنهج تكون معادلة اختبار "ت" لحساب الفرق بين متوسطين مرتبطين أو لعينة واحدة (فؤاد أبوحطب وآمال صادق، ٢٠١٠: ٣٧١-٣٧٢؛ حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ١٤٤-١٤٦)، ويوضح الجدول التالي النتائج التي تم التوصل إليها:

جدول (١)

قيمة "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (الدرجة الكلية للاختبار)

القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا ($\eta 2$)	حجم التأثير	درجة الحرية	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
قبلي	٥,٠٥٣	٢,٥٣٦	٢٤,٤١٠	٠,٩٤٢	٨,٠٥٤	٣٧	٢,٧٠٤
بعدي	١٨,٩٤٧	٣,٣٧٧					

- يُلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (الدرجة الكلية للاختبار) لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١).
- قيمة مربع معامل إيتا (η^2) لمدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء بلغت (٠,٩٤٢)؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) يُسهم بنسبة (٩٤,٢%) من التباين الكلي في المتغير التابع (المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي)، ومن خلال قيمة مربع معامل إيتا تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المُفسر في المتغير التابع (المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي)، التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بيانياً:



شكل (١) شكل بياني يوضح الفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (الدرجة الكلية للاختبار)

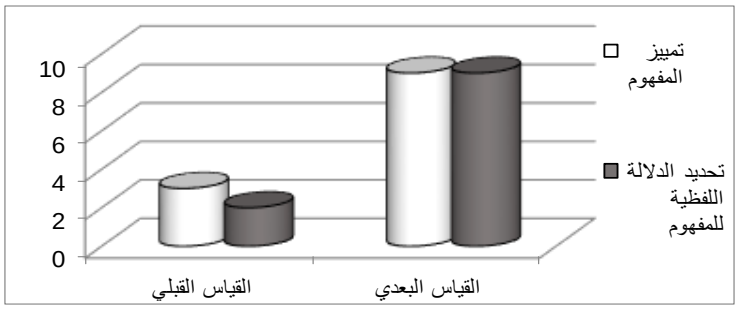
وللتأكد من مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء تم حساب قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء كما يتضح من خلال الجدول التالي:

جدول (٢)

قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء

عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي	القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا (η^2)	حجم التأثير	درجة الحرية	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
تمييز المفهوم	قبلي	٢,٧٣٧	٢,١٢٦	١٨,٣٦٧	٠,٩٠١	٦,٠٣٣	٣٧	٢,٧٠٤
	بعدي	٩,٤٢١	١,٦٣٩					
تحديد الدلالة اللفظية للمفهوم	قبلي	٢,٣١٦	١,٧٠٤	٢١,٦٢٥	٠,٩٢٧	٧,١٢٧		
	بعدي	٩,٥٢٦	١,٧١٠					

- يُلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة لكل من عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١)، ويثبت صحة الفرض الأول.
- بلغت قيمتي مربع معامل إيتا (η^2) لعمليتي: تمييز – تحديد الدلالة اللفظية لبعض مفاهيم النانو تكنولوجي (٠,٩٠١)، و(٠,٩٢٧) بالترتيب؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) يُسهم بنسبة (٩٠,١%)، و(٩٢,٧%) من التباين الكلي في المتغير التابع (توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي)، ومن خلال قيمتي مربع معامل إيتا المقابلة لكل من عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المُفسر في المتغير التابع (توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي)، التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بيانياً:



شكل (٢) شكل بياني يوضح الفرق بين درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء

حساب فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء:

يمكن التأكد من مدى فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، بحساب الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء باستخدام معادلة بلاك (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي،٢٠١٧: ١٥٧-١٥٩)، على النحو التالي:

جدول (٣)

الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء

عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي	القياس	متوسط الدرجات	النهاية العظمى	الكسب المعدل	دلالة الكسب المعدل
تمييز المفهوم	قبلي	٢,٧٣٧	١٢	١,٢٧٩	دال إحصائياً
	بعدي	٩,٤٢١			
تحديد الدلالة اللفظية للمفهوم	قبلي	٢,٣١٦	١٢	١,٣٤٦	
	بعدي	٩,٥٢٦			
الاختبار كامل	قبلي	٥,٠٥٣	٢٤	١,٣١٢	
	بعدي	١٨,٩٤٧			

يُلاحظ من الجدول السابق أن قيم الكسب المعدل لكل من عمليتي تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي وللاختبار بأكمله مرتفعة، وتقع في المدى الذي حدده بلاك (١: ٢)، وتدل هذه القيمة على فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، **مما يثبت صحة الفرض الأول.**

ثانياً: الاجابة على سؤال الدراسة الثاني؛ وهو:

ما فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء؟

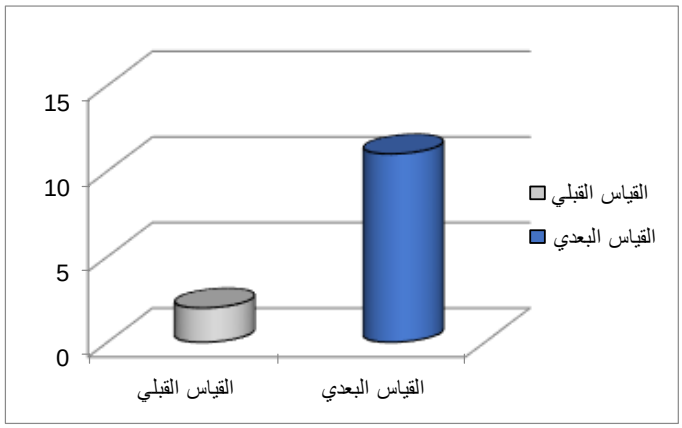
تمت الإجابة على سؤال الدراسة الثاني من خلال **اختبار صحة الفرض الثاني وهو:** يوجد فرق دال احصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي.

وقد تم التحقق من صحة هذا الفرض بحساب قيمة "ت" للفرق بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء، وتم التحقق من توافر شروط استخدام اختبار "ت"، وقد تحققت تلك الشروط؛ فعدد أفراد مجموعة الدراسة أكبر من ٣٠؛ وبحساب الالتواء لدرجات أفراد المجموعة على الاختبار، بلغ (-٠,١٠٠)، و(٠,٠٧١) لكل من التطبيقين القبلي والبعدي على الترتيب، مما يشير إلى اعتدالية توزيع الدرجات، ونظراً لأن التصميم التجريبي المتبع في الدراسة الحالية هو تصميم المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي- بعدي)؛ فإن المعادلة المثلى لهذا المنهج تكون معادلة اختبار "ت" لحساب الفرق بين متوسطين مرتبطين أو لعينة واحدة (فؤاد أبوحطب وآمال صادق، ٢٠١٠: ٣٧١-٣٧٢؛ حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ١٤٤- ١٤٦)، ويوضح الجدول التالي النتائج كما يلي:

جدول (٤) قيمة "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (الدرجة الكلية للاختبار)

القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا (η2)	حجم التأثير	درجة الحرية	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
قبلي	١,٩٤٧	١,٥٧٦	٢٧,٩١٦	٠,٩٥٥	٩,٢١٤	٣٧	٢,٧٠٤
بعدي	١١,٠٥٣	٢,٢١٧					

- يُلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (الدرجة الكلية للاختبار) لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١).
- قيمة مربع معامل إيتا (η^2) لمدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء بلغت (٠,٩٥٥)؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) يُسهم بنسبة (٩٥,٥%) من التباين الكلي في المتغير التابع (المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي)، ومن خلال قيمة مربع معامل إيتا تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المُفسر في المتغير التابع (المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي) التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بيانياً:



شكل (٣) شكل بياني يوضح الفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (الدرجة الكلية للاختبار)

وللتأكد من مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء تم حساب قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء كما يتضح من خلال الجدول التالي:

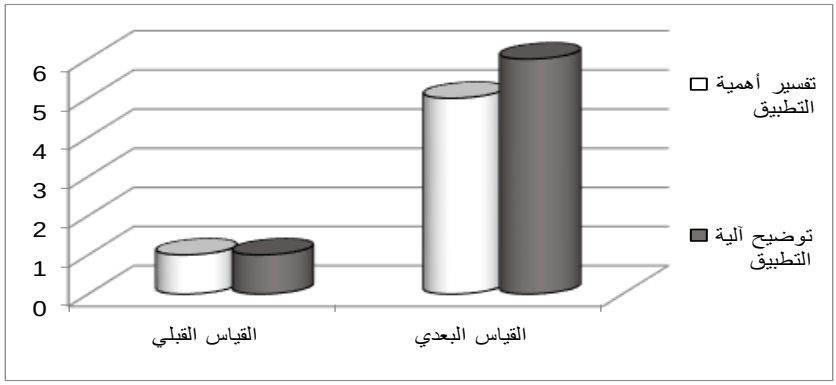
جدول (٥)

قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء

عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانوتكنولوجي	القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا ($\eta 2$)	حجم التأثير	درجة الحرية	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
تفسير أهمية التطبيق	قبلي	٠,٩٤٧	١,١١٤	١٥,٨٠٨	٠,٨٧١	٥,١٩٧	٣٧	٢,٧٠٤
	بعدي	٤,٧٩٠	١,٢٧٧					
توضيح آلية التطبيق	قبلي	١,٠٠٠	١,١١٥	٢٠,٦٤٦	٠,٩٢٠	٦,٧٨٢		
	بعدي	٦,٢٦٣	١,٥٥٤					

- يُلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة لكل من عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١)، ويثبت صحة الفرض الثاني.
- بلغت قيمتي مربع معامل إيتا (η^2) لعمليتي تفسير أهمية، وتوضيح آلية بعض تطبيقات النانو تكنولوجي (٠,٨٧١)، و(٠,٩٢٠) بالترتيب؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) يُسهم

بنسبة (٨٧,١%)، و(٩٢,٠%) من التباين الكلي في المتغير التابع (توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي)، ومن خلال قيمتي مربع معامل إيتا المقابلة لكل من عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المُفسر في المتغير التابع (توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي)، التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بيانياً:



شكل (٤) شكل بياني يوضح الفرق بين درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء

حساب فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء؛ كما يتضح من نتائج تطبيق الاختبار:

يمكن التأكد من مدى فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، بحساب الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي

من خلال مادة الأحياء باستخدام معادلة بلاك (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي،٢٠١٧: ١٥٧-١٥٩)، على النحو التالي:

جدول (٦)

الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء

عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي	القياس	متوسط الدرجات	النهاية العظمى	الكسب المعدل	دلالة الكسب المعدل
تفسير أهمية التطبيق	قبلي	٠,٩٤٧	٦	١,٤٠٢	دال إحصائياً
	بعدي	٤,٧٩٠			
توضيح آلية التطبيق	قبلي	١,٠٠٠	٨	١,٤١٠	
	بعدي	٦,٢٦٣			
الاختبار كامل	قبلي	١,٩٤٧	١٤	١,٤٠٦	
	بعدي	١١,٠٥٣			

يُلاحظ من الجدول السابق أن قيم الكسب المعدل لكل من عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي وللاختبار بأكمله مرتفعة، وتقع في المدى الذي حدده بلاك (١: ٢)، وتدل هذه القيمة على فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، **مما يثبت صحة الفرض الثاني.**

ثالثاً: الإجابة على سؤال الدراسة الثالث؛ وهو:

ما فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء؟

تمت الإجابة على سؤال الدراسة الثالث من خلال **اختبار صحة الفرض الثالث وهو:** يوجد فرق دال إحصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي.

وقد تم التحقق من صحة هذا الفرض بحساب قيمة "ت" للفرق بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء، وتم التحقق من توافر شروط استخدام اختبار "ت"، وقد تحققت تلك الشروط؛ فعدد أفراد مجموعة الدراسة أكبر من ٣٠؛ وبحساب الالتواء لدرجات أفراد المجموعة على الاختبار، بلغ (٠,١٤٢)، و(-٠,١٤٢) لكل من التطبيقين القبلي والبعدي على الترتيب، مما يشير إلى اعتدالية توزيع الدرجات، ونظراً لأن المنهج المتبع في الدراسة الحالية هو المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي- بعدي)؛ فإن المعادلة المثلى لهذا المنهج تكون معادلة اختبار "ت" لحساب الفرق بين متوسطين مرتبطين أو لعينة واحدة (فؤاد أبوحطب وآمال صادق، ٢٠١٠: ٣٧١-٣٧٢؛ حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ١٤٤- ١٤٦)، ويوضح الجدول التالي النتائج التي تم التوصل إليها:

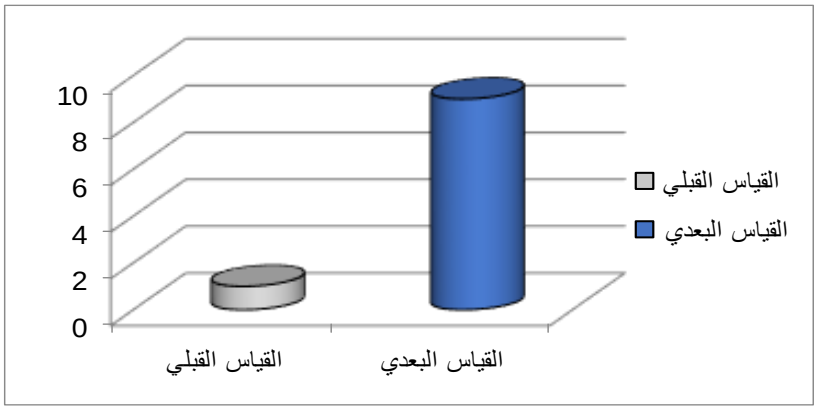
جدول (٧)

قيمة "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (الدرجة الكلية للاختبار)

القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا (η^2)	حجم التأثير	درجة الحرية	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
قبلي	١,٠٥٣	١,١١٤	٣٠,٢٨٠	٠,٩٦١	٩,٩٥٤	٣٧	٢,٧٠٤
بعدي	٨,٩٤٧	١,١١٤					

يُلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (الدرجة الكلية للاختبار) لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١).

- قيمة مربع معامل إيتا (η^2) لمدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء بلغت (٠,٩٦١)؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) يُسهم بنسبة (٩٦,١%) من التباين الكلي في المتغير التابع (المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي)، ومن خلال قيمة مربع معامل إيتا تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المُفسر في المتغير التابع (المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي) التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) مرتفعة، ويتضح ذلك بيانياً كالتالي:



شكل (٥)شكل بياني يوضح الفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (الدرجة الكلية للاختبار)

وللتأكد من مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء تم حساب قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء كما يتضح من خلال الجدول التالي:

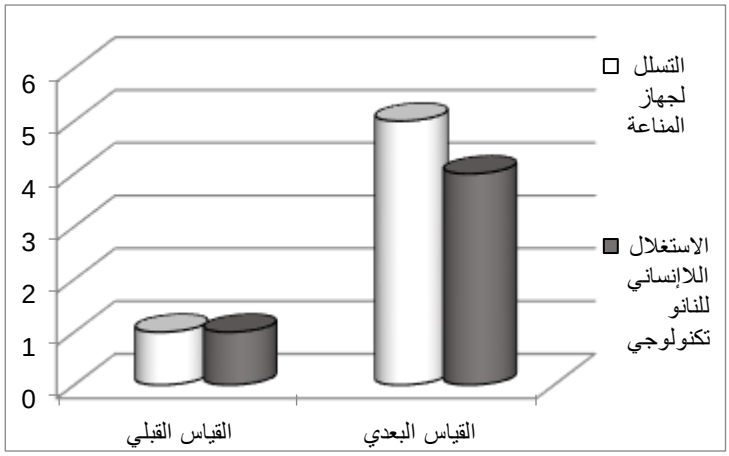
جدول (٨)

قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء

المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولوجي	القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا(η^2)	حجم التأثير	درجة الحرية	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
التسلل لجهاز المناعة	قبلي	٠,٥٢٦	٠,٨٩٣	٢١,٠١٩	٠,٩٢٣	٦,٩١٠	٣٧	٢,٧٠٤
	بعدي	٥,٤٧٤	١,٠٠٦					
الاستغلال اللاإنساني للنانو تكنولوجي	قبلي	٠,٥٢٦	٠,٨٩٣	١٣,٢١٩	٠,٨٢٥	٤,٣٤٧		
	بعدي	٣,٤٧٤	٠,٨٩٣					

- يُلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة لمدى توافر المعرفة بكل من جانبي أخطار النانو تكنولوجي أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١)، ويثبت صحة الفرض الثالث.
- بلغت قيمتي مربع معامل إيتا (η^2) لجانب التسلل لجهاز المناعة، والاستغلال اللاإنساني للنانو تكنولوجي (٠,٩٢٣)، و(٠,٨٢٥) بالترتيب؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه) يُسهم بنسبة (٩٢,٣%)، و(٨٢,٥%) من التباين الكلي في المتغير التابع (توافر المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولوجي)، ومن خلال قيمتي مربع معامل إيتا المقابلة لمدى توافر المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولوجي تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة

التباين المُفسر في المتغير التابع (توافر المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولـــوجي)، التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (الوحدة المقترحة القائمة علـــى اســـتراتيجية التخيل الموجه) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بيانياً:



شكل (٦)

شكل بياني يوضح الفرق بين درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مدى توافر المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء

حساب فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيـــل الموجـــه فـــي تنميـــة المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مـــادة الأحياء؛ كما يتضح من نتائج تطبيق الاختبار:

يمكن التأكد من مدى فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، من خلال حساب الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء باستخدام معادلة بلاك (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي،٢٠١٧: ١٥٧-١٥٩)، على النحو التالي:

جدول (٩)

الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة الدراسة على اختبار مدى توافر المعرفة ببعض أخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء

المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولوجي	القياس	متوسط الدرجات	النهاية العظمى	الكسب المعدل	دلالة الكسب المعدل
التسلل لجهاز المناعة	قبلي	٠,٥٢٦	٦	١,٧٢٩	دال إحصائياً
	بعدي	٥,٤٧٤			
الاستغلال اللاإنساني للنانو تكنولوجي	قبلي	٠,٥٢٦	٤	١,٥٨٦	
	بعدي	٣,٤٧٤			
الاختبار كامل	قبلي	١,٠٥٣	١٠	١,٦٧١	
	بعدي	٨,٩٤٧			

يُلاحظ من الجدول السابق أن قيم الكسب المعدل لمدى توافر المعرفة بجانبي أخطار النانو تكنولوجي وللاختبار بأكمله مرتفعة، وتقع في المدى الذي حدده بلاك (١: ٢)، وتدل هذه القيمة على فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض تطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، **مما يثبت صحة الفرض الثالث.**

تفسير نتائج الدراسة :

تشير نتائج الدراسة إلى فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء، حيث كان متوسط الدرجات التي حصل عليها أفراد مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي لاختبارات مدى توافر المعرفة ببعض (مفاهيم- تطبيقات -أخطار) النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء (٥,٠٥٣- ١,٩٤٧- ١,٠٥٣) على الترتيب، بينما بلغت في التطبيق البعدي لكل منها (١٨,٩٤٧- ١١,٠٥٣- ٨,٩٤٧)على الترتيب، وبحساب قيمة "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي

لاختبارات مدى توافر المعرفة ببعض (مفاهيم- تطبيقات -أخطار) النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء، كانت قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١) للاختبارات الثلاثة؛ مما يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبارات مدى توافر المعرفة ببعض(مفاهيم- تطبيقات -أخطار) النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي من خلال مادة الأحياء لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١)، وهذا يتفق جزئيًا مع نتائج دراسة: شيماء أحمد محمد أحمد (٢٠١٥)؛ التي أشارت إلى فاعلية برنامج مقترح في النانوتكنولوجي في تنمية المفاهيم النانوتكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية، ودراسة مريم رزق سليمان سلامة وفوزي أحمد محمد أحمد الحبشي ونهلة عبدالمعطي الصادق جاد الحق (٢٠١٧)؛ والتي أشارت إلى فاعلية برنامج مقترح قائم على النانو بيولوجي لتنمية المفاهيم النانو بيولوجية لدى طلبة كلية التربية، كما يتفق جزئيًا مع دراسة عبير عبدالصمد توفيق محمد ومنى عبدالهادي حسن سعودي وأمنية السيد الجندي (٢٠١٨) التي أشارت إلى فاعلية برنامج مقترح في النانو تكنولوجي قائم على المعمل الافتراضي في تنمية المفاهيم العلمية لطلاب كلية التربية، ودراسة جمال حلمي فتح الباب مرعي (٢٠٢٠) التي أشارت نتائجها إلى فاعلية برنامج مقترح في الفيزياء قائم على التعلم المتوافق مع عمل الدماغ في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب الصف الأول الثانوي.

ولكن الدراسات السابقة حاولت تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي وإحداها حاولت تنمية تطبيقاته لدى طلبة كلية التربية، ولكن من الملاحظ (على حد علم الباحثة) قلة الدراسات التي حاولت تنمية المعرفة بمخاطر النانو تكنولوجي، بالإضافة إلى قلة الدراسات التي حاولت تنمية المعرفة بالنانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية، وهذا ما هدفت إليه الدراسة الحالية.

وقد ترجع فاعلية الوحدة المقترحة القائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية المعرفة ببعض مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء إلى:

- حماس الباحثة لموضوع الدراسة الذي يعتبر من المجالات العلمية الشيقة، والذي انعكس على أفراد مجموعة الدراسة، لشعورهم بأن هذا العلم يقترب كثيرًا من الخيال العلمي لتعامله مع مقياس لا يُرى بالعين المجردة.
- طبيعة استراتيجية التخيل الموجه التي ساعدت الطالبات على الدراسة باسترخاء وشجعتهن على التأمل مما جعلهن تشعرن براحة نفسية أثناء الدراسة، بالاضافة إلى أن تلك الاستراتيجية حفزت لديهن الشعور بمتعة التعلم؛ حسب ما ذكرت الطالبات عن إنطباعاتهن عن الوحدة.
- ما يعقب كل رحلة تخيلية من تكليفات تتطلب من الطالبة استدعاء ما تخيلته أثناء الرحلة التخيلية والتفكير في ضوءه مما يساعد على بقاء المعلومة بذهن الطالبة لأنها من أنتجتها بنفسها ولم تُلقن إياها.
- طبيعة استراتيجية التخيل الموجه التي تساعد على تحفيز العقل للانطلاق بعيداً عن الواقع، ووضع نفسه في مواقف تصورية بحيث يصبح جزء مشارك بفاعلية في هذه المواقف فتتحول الخبرة التعليمية إلى خبرة شبه حقيقية، حيث تم دمج الطالبة في سيناريو تخيلي لمواقف تعليمية تتخيل فيها نفسها وقد صَغُرَت وانكمشت إلى حجم النانو وتتخيل أنها تُشاهد أمامها مفاهيم علم النانو تكنولوجي بصورة مُبسطة تُمكنها من استيعاب تلك المفاهيم والتعبير عن مضمونها عند عودتها من الرحلة التخيلية، ويمكن دمجها أيضاً من خلال سيناريوهات تخيلية يُبحر فيها ذهنها ليشاهد تطبيقات النانو تكنولوجي أثناء أداء عدد من المهام داخل جسم الإنسان، وأيضًا من خلال هذه الاستراتيجية تستطيع الطالبة تصور الأخطار الناتجة عن إطلاق الجسيمات النانوية في البيئة أو سوء استغلال البعض لها كأسلحة قاتلة.
- توظيف السيناريوهات التخيلية لتنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي ساعد الطالبات على الاستفادة من التصورات البصرية التي كونّها في

رحلاتهن التخيلية، والتي حولت علم النانو تكنولوجي المجرد، إلى عالم من المشاهدات الملموسة والتي شاهدنها من خلال سيناريو تخيلي حولها إلى ما هو أقرب من فيلم خيال علمي شيق يرغبن في متابعته والتعلم من أحداثه.

- النقاشات التي دارت بين الطالبات عقب كل رحلة تخيلية، والتي تناولت ترجمة المشهد التخيلي إلى مفهوم أو استنتاج لأهمية أحد التطبيقات أو كيفية استخدامه والإستفادة منه أو مدى خطورة أحد أخطار النانو تكنولوجي أو كيفية حدوثه.
- خاطبت الاستراتيجية أكثر من نمط من أنماط التعلم حيث خاطبت الطالبات ذوات النمط السمعي من خلال سماعهن لتفاصيل السيناريو المطلوب تخيله بتأثيرات صوت المعلم، وسماعهن لمناقشات زميلاتهن عقب الرحلات التخيلية، كما خاطبت ذوات النمط البصري من خلال تصورهن ومتابعتهن للسيناريو المتخيل، وبعض التكليفات التي تطلبت منهن رسم مشاهداتهن بالرحلة التخيلية، كما خاطبت الاستراتيجية ذوات النمط الاجتماعي من خلال المناقشات التي دارت عقب كل رحلة تخيلية للتوصل إلى مفاهيم وتطبيقات واخطار النانو تكنولوجي، مما أسهم في مراعاة الفروق الفردية بين الطالبات، وساعد على زيادة فاعلية الاستراتيجية.

توصيات الدراسة ومقترحاتها :

١) توصيات الدراسة :

في ضوء النتائج التي توصلت إليها من الدراسة الحالية، يمكن تقديم التوصيات التالية:

- توجيه اهتمام مطوري المناهج التعليمية إلى ضرورة تضمين مناهج العلوم عامة والأحياء على وجه الأخص، موضوعات تتناول مفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي كعلم حديث يجب تربية جيل متنور علميًا به.
- توجيه نظر مخططي المناهج لأهمية استخدام استراتيجية التخيل الموجه في التدريس.
- الاهتمام بتدريب المعلمون قبل الخدمة وأثنائها على استخدام استراتيجية التخيل الموجه للاستفادة من مميزاتها المتعددة في مجالي التعليم والتعلم.

- الاهتمام بتكليف الطلاب بالتعبير عما قد فهموه عقب كل جزء من الموضوع الـذي يتم تدريسه للوقوف على أخطاء التعلم وتقديم التغذية الراجعة المناسبة أولًا بأول وتثبيت المعلومة لديهم.

٢) مقترحات الدراسة :

في ضوء النتائج التي تمّ التوصل إليها من الدراسة الحالية، يمكن اقتراح البحوث التالية:

- فاعلية استراتيجية التخيل الموجه في تنمية التنور العلمي والدافعية للتعلم لدى طـلاب المرحلة الثانوية من خلال مادة الأحياء.
- المقارنة بين فاعلية استراتيجيتي التخيل الموجه وقبعات التفكير الست في تنمية وعي طلاب المرحلة الثانوية بعلم النانوتكنولوجي من خلال مادة الأحياء.
- برنامج لتدريب معلمي العلوم قبل الخدمة وأثنائها على استخدام اسـتراتيجية التخيـل الموجه في التدريس.
- برنامج تدريبي لتنمية الوعي بمفاهيم وتطبيقات وأخطار النانو تكنولوجي لدى معلمي العلوم قبل الخدمة وأثنائها.

المراجع

إفتكار أحمد قائد صالح (٢٠١٧). فاعلية استراتيجية التخيل الموجه في تنمية مهارات التفكير البصري في العلوم لدى طلبة الصف الثامن الأساسي في المدارس اليمنية. *مجلة الدراسات الاجتماعية، جامعة العلوم والتكنولوجيا*، ٢٣ (٢)، ٥٣- ٨٠.

بسام عبدالله إبراهيم وأسامه حسن عابد (٢٠١٦). فاعلية تدريس العلوم الطبيعية باستخدام استراتيجية التخيل الموجه في فهم المفاهيم العلمية وتنمية مهارات التفكير الابداعي لدى طلبة كلية العلوم التربوية والآداب في الأردن. *مجلة اتحاد الجامعات العربية في البحوث للتعليم العالي*، الأمانة العامة لاتحاد الجامعات العربية بالأردن، ٣٦ (٢)، ١٦١- ١٧٥.

تامر المغاوري الملاح وحنان محمد خضر (٢٠١٧). *المستحدثات التكنولوجية والنانو تكنولوجي*. القاهرة: دار السحاب للنشر والتوزيع.

جمال حلمي فتح الباب مرعي (٢٠٢٠). فاعلية برنامج مقترح في الفيزياء قائم على التعلم المتوافق مع عمل الدماغ في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، مركز النشر العلمي، جامعة البحرين، ٢١ (١)، ٩-٥٢ .

حسن حيال محيسن الساعدي (٢٠٢٠ أ). *المعلم الفعال واستراتيجيات ونماذج تدريسه* (ط٢). ديالي: مكتب الشروق للطباعة والنشر.

حسن حيال محيسن الساعدي (٢٠٢٠ ب). *بيداغوجيا التعليم الابتدائي: رؤية مستقبلية وديداكتيك تعليمية*. بابل: مؤسسة دار الصادق الثقافية.

حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي (٢٠١٧). *الإحصاء التربوي في المناهج*. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

حيدر عبدالكريم محسن الزهيري ومحمد مريد عراك النائلي (٢٠١٥). أثر استراتيجية التخيل الموجه في تحصيل طلاب الصف الثاني المتوسط في مادة الرياضيات وتفكيرهم التأملي. *مجلة العلوم الإنسانية*، كلية التربية للعلوم الإنسانية بجامعة بابل، ٢٢ (٣)، ١٤١٨- ١٤٣٥.

ذوقان عبيدات وسهيلة أبوالسيد (٢٠١٣). استراتيجيات التدريس في القرن الحادي والعشرين: دليل المعلم والمشرف التربوي (ط٣). عمان: ديبونو للطباعة والنشر والتوزيع.

رجاء محمود أبوعلام (٢٠١١). *مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية* (ط٦). القاهرة: دار النشر للجامعات.

رغد زكي غياض وأحمد علي الشنجار (٢٠١٨). *تحديثات في استراتيجيات طرائق التدريس*. بغداد: مكتب زاكي للطباعة.

سعد علي زاير وسماء تركي داخل وعمار جبار عيسى ومنير راشد فيصل ونعمة دهش فرحان (٢٠١٧). *الموسوعة التعليمية المعاصرة*، الجزء الأول. عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.

سها أحمد أبوالحاج وحسن خليل المصالحة (٢٠١٦). استراتيجيات التعلم النشط: أنشطة وتطبيقات عملية. عمان: مركز ديبونو لتعليم التفكير.

سوسن شاكر مجيد (٢٠١٤). *أسس بناء الاختبارات والمقاييس النفسية والتربوية*. عمان: مركز ديبونو لتعليم التفكير .

شريف الأتربي (٢٠١٩). التعليم بالتخيل: استراتيجية التعليم الإلكتروني وأدوات التعلم. القاهرة: العربي للنشر والتوزيع.

شيماء أحمد محمد أحمد (٢٠١٥). فاعلية برنامج مقترح في النانو تكنولوجي في تنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ١٨ (٦)، ٣٩- ٧٤.

عالية محمد كريم العطيات (٢٠١٦) مستوى فهم معلمات العلوم لمجالات تقنية النانو واتجاهاتهن نحو تطبيقات تلك التقنية. *العلوم التربوية*، كلية الدراسات العليا للتربية بجامعة القاهرة، ٢٤ (١)، ١٢٧- ١٦٦.

عباس خماس الساعدي (٢٠٢٠). النانوتكنولوجي. بغداد: مكتبة اليمامة للطباعة والنشر والتوزيع.

عبدالرحمن بن إبراهيم الفريح التميمي (٢٠١٨) مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو تكنولوجي لدى الطلاب والطالبات المسجلين في الدبلوم التربوي بجامعة حائل، *رسالة الخليج العربي*، مكتب التربية العربي لدول الخليج، ٣٩ (١٤٨)، ٤١- ٥٧.

عبدالله بن خميس أمبوسعيدي وسليمان بن محمد البلوشي (٢٠١١). *طرائق تدريس العلوم: مفاهيم وتطبيقات عملية* (ط٢). عمان: دار المسيرة.

عبير عبدالصمد توفيق محمد ومنى عبدالهادي حسن سعودي وأمنية السيد الجندي (٢٠١٨). برنامج مقترح في النانو تكنولوجي قائم على المعمل الافتراضي وأثره في تنمية المفاهيم العلمية لطلاب كلية التربية. *مجلة البحث العلمي في التربية*، جامعة عين شمس، (١٩)، ٤٧١- ٥٠١.

عطا حسن درويش وهاله حميد أبوعمرة (٢٠١٨). مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، شئون البحث العلمي والدراسات العليا، الجامعة الإسلامية بغزة، ٢٦ (١)، ٢٠٠- ٢٢٩.

علي فاضل مهدي (٢٠١٩). *الاتجاهات الحديثة في طرائق تدريس مقروئية النصوص القرائية واستراتيجياتها بين النظرية والتطبيق*. بغداد: مكتب اليمامة للطباعة والنشر.

عمر طالب الريماوي (٢٠١٧). بناء وتصميم الاختبارات والمقاييس النفسية والتربوية. الأردن: دار أمجد للنشر والتوزيع.

فايزة بوراس وهارون العشي (٢٠١٨). أهمية تطبيق النانو تكنولوجي في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة. *مجلة العلوم الإنسانية*، جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي، (١٠)، ٥٥٤- ٥٦٧.

فؤاد أبوحطب وآمال صادق (٢٠١٠). *مناهج البحث وطرق التحليل الإحصائي في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية*. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

كوثر عبود الحراحشة (٢٠١٤). أثر برنامج تعليمي قائم على استراتيجية التخيل الموجه في تدريس العلوم في تنمية مهارات التفكير الناقد والدافعية نحو التعلم لدى طلبة المرحلة الأساسية في الأردن. *مجلة اتحاد الجامعات العربية للتربية وعلم النفس*، الجمعية العلمية لكليات التربية ومعاهدها في الجامعات العربية، ١٢ (١)، ١٨٨- ٢٢١.

ماجد بن محمد بن دلهام العمري (٢٠٢٠) فاعلية استخدام استراتيجية التخيل الموجه في تحسين مهارات التفكير العلمي من خلال مقرر العلوم بالمرحلة الابتدائية. *المجلة العربية للتربية النوعية*، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، ٤ (١٥)، ١-٣٨ .

محمد بن عتيق الدوسري (٢٠١٢). التقنية متناهية الصغر: النانو. *الأمن والحياة*، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، (٣٥٨)، ٦٢- ٦٧.

محمد غريب إبراهيم عميش (٢٠١٢). *النانوبيولوجي: عصر جديد من علوم الحياة*. القاهرة: الهيئة المصرية العامة للكتاب.

محمود محمد سليم صالح (٢٠١٥). *تقنية النانو وعصر علمي جديد*. الرياض: مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

مرفت رشاد أحمد محمد وأيمن جابر حسونه علي (١٩- ٢٠ نوفمبر ٢٠١٧). التطبيقات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو في المستقبل. المؤتمر الدولي السابع للاتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئة، *سبل تعزيز التكنولوجيا النظيفة والتقنيات صديقة البيئة بالمنطقة العربية*، الاتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئة، ١٣١- ١٥٦.

مريم رزق سليمان سلامة وفوزي أحمد محمد أحمد الحبشي ونهلة عبدالمعطي الصادق جاد الحق (٢٠١٧). برنامج مقترح قائم على النانو بيولوجي لتنمية المفاهيم النانو بيولوجية لدى طلبة كلية التربية. . *المجلة المصرية للتربية العلمية*، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ٢٠ (١١)، ٢١١- ٢٣٨.

مسفر حفير سني القرني (٢٠١٦). أثر استخدام استراتيجية التخيل الموجه في تنمية الاستيعاب المفاهيمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي بمدينة الطائف. *مجلة البحث العلمي في التربية*، كلية البنات للعلوم والآداب والتربية بجامعة عين شمس، *١٧* (٢)، ٦٤٥- ٦٧٧.

ممدوح مصطفى حلاوة (٢٠١٤). النانو مترولوجي ضرورة حتمية لمواكبة تطبيقات النانو تكنولوجي. *المجلة العربية للجودة والتميز*، مركز الوراق للدراسات والأبحاث، ١ (٢)، ١٦٠- ١٧٢.

منى فيصل أحمد الخطيب (٢٠١٨). تأثير استخدام استراتيجية التخيل الموجه في تنمية التحصيل ومهارات حل المشكلات البيئية والحس العلمي لدى طالبات كلية البنات. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، الجمعية المصرية للتربية العلمية، ٢١ (١)، ٧٩- ١٣٤.

نادية حسين يونس العفون (٢٠١٢). *الاتجاهات الحديثة في التدريس وتنمية التفكير*. عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.

هبه عاصم الدسوقي (٢٠١٦). تقنية النانو وتطبيقاتها في مجالات العلوم المختلفة. المؤتمر العلمي الثالث والدولي الأول، *تطوير التعليم النوعي في ضوء الدراسات البيئية*، كلية التربية النوعية بجامعة عين شمس، ٧٦- ٨٧.

Ban, K. & Kocijancic, S. (3-5 September 2011). Introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula. *2nd World Conference on Technology and Engineering Education*, 78- 83, Ljubljana: WIETE.

Bhushan, B. (2016). Introduction to nanotechnology: History, status, and importance of nanoscience and nanotechnology education. In. K., Winkelmann & B., Bhushan (Eds), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 1- 31). Switzerland: Springer.

Bhushan, B. (2017). Introduction to nanotechnology. In B., Bhushan (Ed.), *Of Nanotechnology*. (4th ed., pp.1- 19). Germany: Springer.

Chen, R., & Chen, C. (2017). Environment, health, and safety issues in nanotechnology. In B., Bhushan (Ed.), *Of Nanotechnology* (4th ed., pp.1559- 1586). Germany: Springer.

Gorghiu, L., M. & Gorghiu, G. (2012). Teachers' perception related to the promotion of nanotechnology concepts in Romanian science education. *Procedia, Social and Behavioral Sciences, 46*, 4174- 4180 .

El Moussaouy, A. (2019). Environmental nanotechnology and education for sustainability: Recent progress and perspective. In Ch., M., Hussain (Ed.), *Handbook of Environmental Materials Management* (pp. 2205-2231), Switzerland: Springer.

Jackson, N. (2018). Using pragmatic imagination to create solutions to solve complex problems. In G., Judson, N., Jackson, & J., Willis (Eds), Exploring imagination in learning: Education and practice, *Creative Academic Magazine,* (11A), 16-20 .

Jane, A. & Inibehe Sunday, E. (2018). Effectiveness of imagination stretch teaching strategy in correcting misconceptions of students about particulate nature of matter, *Journal of Education, Society and Behavioural Science, 27*(1), 1-11.

Jones, M., G., Blonder, R., Gardner, G., E., Albe, V., Falvo, M., & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and nanoscale science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, Routledge, *35*(6), 1490- 1512 .

Kaya, N. (2016). Nanotechnology in the curriculum: A review of the literature. *Eurasian Journal of Physics & Chemistry Education, 8*(2),49- 58 .

Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, International Council for Science Education, *21*(3), 160- 175 .

Maher, C., A., Francisco, J., M. & Palius, M., F. (2012). In N., M., Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 1487-1489). Dordrecht: Springer.

Paixao, G., M. & Borges, F., T. (2018). Imagination and educational curriculum: A literature review. *Psicologia: Teoria E Pesquisa*. *34* (34310). Retrieved from: http://www.scielo.br/pdf/ptp/v34/1806-3446-ptp-34-e34310.pdf Saturday 1/6/2019 at 9:00 pm.

Stuart, M., T. (2019). Everyday scientific imagination: A qualitative study of the uses, norms, and pedagogy of imagination in science. *Science & Education*, 28, 711- 730.

Trybula, W., Fazarro, D., Hanks, C., & Tate, J. (2016). Nanotechnology safety education. In. K., Winkelmann & B., Bhushan (Eds), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 223-236). Switzerland: Springer.

Waddngton, T. (2018). Imagination: Teacher education, generosity. In G., Judson, N., Jackson, & J., Willis (Eds), Exploring imagination in learning: Education and practice, *Creative Academic Magazine*, (11A), 16-20 .