فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو لتلاميذ الصف الأول الإعدادي

إعداد

د/ إيمان عبد الكريم كامل نويجي

أستاذ مساعد المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية جامعة حلوان

فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو لتلاميذ الصف الأول الإعدادي

د/ إيمان عبد الكريم كامل نويجي *

المستخلص:

هدف هذا البحث إلى تنمية الحس العلمي (الجانب المعرفي، الجانب الوجداني) والوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، وذلك من خلال وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM. تكونت عينة البحث من (٣٥) تلميذ بالصف الأول الإعدادي بمدرسة المعادي الإعدادية الجديدة للبنين بمحافظة القاهرة. وللتحقق من صحة فروض البحث اتبع البحث المنهج التجريبي، واستخدمت الباحثة لهذا الغرض الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM، وثلاث أدوات هي: اختبار الحس العلمي في الجانب المعرفي، ومقياس الحس العلمي في الجانب الوجداني، ومقياس الوعي بتكنولوجيا النانو. وأشارت نتائج البحث إلى وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الكسب الفعلي لتلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي) لصالح التطبيق البعدي، ووجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الكسب الفعلي لتلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني) لصالح التطبيق البعدي، بالإضافة إلى وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات الكسب الفعلي لتلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث) في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي بتكنولوجيا النانو لصالح التطبيق البعدي. ووجود علاقة ارتباطية موجبة بين الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو خلال دراسة الوحدة المقترحة.

كلمات مفتاحية: وحدة تعليمية مقترحة، تكنولوجيا النانو، مدخل STEAM، الحس العلمي، الوعي بتكنولوجيا النانو.

* **د/ إيمان عبد الكريم كامل نويجي:** أستاذ مساعد المناهج وطرق تدريس العلوم كلية التربية جامعة حلوان

The effectiveness of a proposed unit in nanotechnology based on the STEAM approach in developing scientific sense and awareness of nanotechnology among

Abstract:

This research aimed to develop the scientific sense (Cognitive aspect, emotional aspect) and awareness of nanotechnology among first-year middle school students, through a proposed unit in nanotechnology based on the STEAM approach. The research sample consisted of (35) students in the first grade of middle school at the New Maadi Preparatory School for Boys in Cairo Governorate. To verify the validity of the research hypotheses, the research followed the experimental method, and for this purpose the researcher used the proposed unit in nanotechnology based on the STEAM approach, and three tools: the scientific sense test on the cognitive aspect, the scientific sense scale on the emotional aspect, and the nanotechnology awareness scale. The results of the research indicated that there is a statistically significant difference at the level of (0.05) between the average scores of actual gains for the students of the first year of preparatory school, the "research sample," in the pre- and post-applications of the scientific sense test (cognitive aspect) in favor of the post-application, and the presence of a statistically significant difference at the level of (0.05) Between the average scores of actual gains for first year middle school students "research sample" in the pre- and post-applications of the Scientific Sense Scale (the emotional aspect) in favor of the post application, in addition to the presence of a statistically significant difference at the level (0.05) between the average scores of actual gains for first year middle school students "sample Research" in the pre- and post-applications of the nanotechnology awareness scale in favor of the post-application. There is a positive correlation between scientific sense and awareness of nanotechnology during the proposed unit study.

Keywords: proposed educational unit, nanotechnology, STEAM approach, scientific sense, awareness of nanotechnology.

مقدمة (*):

إن العلاقة بين العلم والتكنولوجيا من أهم العوامل التي شكلت الملامح التي تميز العصر الذي نعيش فيه، فمن خلال تطور العلم وتطبيقاته التكنولوجية شهد العالم تطور هائل في مسيرة الإنجازات المعرفية والعلمية والتكنولوجية.

وتُعد تكنولوجيا النانو من أبرز التحولات والتطورات العلمية والتكنولوجية في العصر الحالي؛ حيث تتزايد أهميتها بتزايد تطبيقاتها في حياتنا اليومية في عديد من المجالات، فالتقدم في تكنولوجيا النانو في تطوير مواد جديدة يوفر إمكانيات مثيرة للاهتمام لمجتمعنا. ولا يقتصر الأمر على العلماء والمهندسين فقط الذين يحتاجون إلى فهم أفضل لهذه التقنيات الجديدة؛ بل يتطلب أيضًا إعداد أفراد المجتمع للتكيف مع تأثير تكنولوجيا النانو على حياتهم؛ حيث توفر المعرفة في هذا المجال فرصًا لإشراك طلاب المدارس وتحفيزهم لدراسة العلوم. (Kolářová, L., & Rálišová, E., 2017).

في السياق ذاته أصبحت تكنولوجيا النانو Nanotechnology في طليعة المجالات الأكثر أهمية في مختلف مجالات العلوم كالكيمياء والفيزياء، والأحياء، والهندسة، وغيرها. فقد تم الاعتراف بعلم وتكنولوجيا النانو Nanoscience and Nanotechnology (NST) كتكنولوجيا ناشئة في القرن الحادي والعشرين، كما تم الاعتراف بتكنولوجيا النانو أيضًا كمجال حيوي في التكنولوجيا من أجل فهم القضايا الاجتماعية والعلمية للابتكارات كما هو موضح في إطار الاتحاد الأوروبي المسؤول عن البحث والابتكار (Achilleas Mandrikas, et al., 2020)، وعليه بات على مناهج العلوم مواكبة هذا العلم وتزويد المتعلمين بالمعلومات الأساسية عنه ونشر ثقافته والوعي به.

وفي هذا الإطار دفعت الطبيعة متعددة التخصصات لعلم وتكنولوجيا النانو الباحثين في تعليم العلوم إلى التعرف على إمكانية دمجها في مناهج العلوم لإعداد أفراد يستطيعون التكيف مع التغيرات العلمية والتكنولوجية الحالية والمستقبلية بما تتضمنه من مكتسبات ومنافع وتلافي السلبيات والأخطار (Nayareth Quirola, et al. 2018) .

(*) اتبع البحث نظام التوثيق الخاص بالجمعية الأمريكية للعلوم النفسية (APA 6)الإصدار السادس، وتم كتابة اسم العائلة، سنة النشر، رقم الصفحة في المتن، ويكتب توثيق المرجع بالكامل في قائمة المراجع.

وفضلاً عن ذلك؛ من أهداف التربية العلمية إعداد متعلم قادر على مواكبة التطورات والابتكارات العلمية من حوله وجعله يساهم ويتكيف ويستثمر ويستمر في التطوير. ومفاهيم تكنولوجيا النانو من الابتكارات العلمية التي تفتح مجالا هاما للتفكير والتدخل في مجال تطبيقات الكيمياء والفيزياء وغيرها من فروع العلم في الحياة اليومية، فالتغيرات التكنولوجية أدت إلى تغيرات في شتى المجالات؛ مما يتطلب اكتساب المتعلمين المعرفة والفهم والوعي والتقدير والإحساس بتطبيقات التكنولوجيا الحديثة لاستخدامها بالأسلوب الأمثل وتجنب أخطارها.

وبالتالي، فإن تعليم مفاهيم وتطبيقات تكنولوجيا النانو يجب أن يعتمد على مدخلاً علمياً مناسباً يدمج التخصصات ويساعد على تعزيز إبداع الطلاب. ومن أحدث مداخل التربية العلمية والتكنولوجية مدخل STEAM حيث إن مدخل العلم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM) نهج تعليمي للدمج بين خمس تخصصات: S–Science وT–Technology والهندسة E–Engineering والفنون A–Arts وM–Mathematics في فصل دراسي أو وحدة أو برنامج تدريبي (Moore et al., 2014)). وإضافة الفنون في تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات كانت قادرة على إلهام المتعلمين ليصبحوا أكثر اختلافًا ومفكرين مبدعين عبر التخصصات (Liliawati, Rusnayati, Purwanto, & Aristantia, 2018)، ويسعى مدخل STEAM إلى تهيئة فرص للمتعلمين لتعلم المواد العلمية في تسلسل منطقي متكامل بحيث يُبني تعلم هذه المواد على بعضها بعضاً وربطها بالتطبيقات الحقيقية التي يعيشها التلميذ. وإذا ما أُخذ في الحسبان أن التحديات التي تواجه العالم اليوم تدعو إلى مجتمع عالمي متعدد التخصصات، وقد يتطلب دمج مفاهيم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات لحلها (Christine V. McDonald, 2016)؛ فإن هذا يتوافق مع طبيعة تكنولوجيا النانو متعددة التخصصات.

علاوة على ذلك، فإن تعليم STEAM يركز على ممارسة العلم بهدف جعل المتعلم نشطًا، باحثًا، مفسرًا، مكتشفًا للمعرفة، ومستخدمًا لها. مما يجعل المتعلمين يشعرون بمتعة التعلم، ويساعدهم على فهم التخصصات المتعددة، وتطبيق موضوعات التعلم في حياتهم اليومية، كما أنه مناسبًا لكل مستوى ونوع من التعليم (Yakman & Lee, 2012)).

وجدير بالذكر تحقيق تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM) نتائج إيجابية في تحسين التحصيل التعليمي، وتكوين اتجاهات علمية إيجابية، ومهارات التفكير الابتكاري والمنتج والمستقبلي والقدرة على اتخاذ القرار وحل المشكلات لدى المتعلمين (White, David., 2014). بالإضافة إلى ربط تعليم العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM) المواد الدراسية بمشكلات الحياة الحقيقية، وحفز المتعلمين على البحث والاطلاع لإيجاد حلول إبداعية لها.

وبما لا يدع مجالاً للشك أن تعليم العلوم يسعى لإعداد متعلم قادر على بناء معرفته بنفسه، ويقدر قيمة العلم، ويمتلك مهارات التفكير المتعددة ويتواصل مع البيئة المحيطة به بفاعلية ليواجه التحديات بطريقة إيجابية في عصر التغيرات المتسارعة في شتى المجالات، ومن أهم الأنشطة العقلية التي تتيح للفرد انتقاء طرق الوصول لتحقيق الأهداف في أسرع وقت بناء على الإدراك والفهم والوعي "الحس العلمي"؛ فالمتعلم الذي لديه حس علمي لديه القدرة على وعي وإدراك وفهم لما يكتسبه من معارف، وما يدور في ذهنه من عمليات، والتعبير عن أفكاره، إلى جانب المرونة والسرعة في معالجة المشكلات (مازن، حسام الدين، ٢٠١٥).

وفي سياق متصل أشارت معايير تعليم العلوم للجيل القادم Standards Science Generation Next إلى أهمية تنمية الحس العلمي في تعليم العلوم وتعلمها من خلال التعلم ثلاثي الأبعاد ضمن الممارسات العلمية والهندسية (SEPs)، والأفكار الأساسية التخصصية (DCIs)، ودمجها مع المفاهيم الشاملة (Achieve, 2017).

وتبرز أهمية الحس العلمي في إكساب المتعلمين الثقة بالنفس، وتطوير الأداء الذهني لديهم، ومساعدتهم على معالجة المهام الموكلة إليهم، وحل ما يواجههم من مشكلات بطرق أفضل وأسرع، وتنمية قدراتهم على استخدام لغة العلوم بما تحتويه من مفاهيم ورموز للتعبير عما يرغبون، بالإضافة إلى تقديم الأسباب التي أدت إلى التوصل إلى استنتاجات محددة، وبالتالي تحقيق متعة تعلم العلوم، هذا إلى جانب التدريب على المرونة في التفكير، وتنمية مهارات التفكير المتنوعة (مازن، حسام الدين، ٢٠٢٠) (الشحري، إيمان علي، ٢٠١١).

في ضوء ما تقدم؛ يقترح البحث الحالي بناء وحدة تعليمية في تكنولوجيا النانو لتلاميذ الصف الأول الإعدادي قائمة على مدخل STEAM لتنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو لديهم.

الإحساس بمشكلة البحث:

نبعت مشكلة البحث من خلال:

أولًا: الدراسات والبحوث السابقة

أ. في مجال تكنولوجيا النانو ومدخل STEAM

أشارت نتائج عديد من الدراسات العلمية ومنها دراسات (حبيب، ناهد محمد، ٢٠١٧)، (Kolářová, L., & Rálišová, E. 2017)، (Nayareth Quirola, et al. 2018)، (فقيهي، يحي علي، ٢٠١٩)، (Park, E. J., 2019)، (أحمد، سامية جمال حسين، ٢٠٢٠)، (Mandrikas, A. et al., 2020)، (الزنطاحي، وفاء ماهر المنوفي، والمعناوي، رفيق سعد ،٢٠٢١)، (Åberg, O., et al., 2023) إلى أهمية تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في دروس مادة العلوم، وتنمية وعي الطلاب بتطبيقاتها. وأهميتها كموضوع معاصر ومحفز للأجيال الجديدة من الطلاب يساعد في تعزيز التفكير النقدي ومهارات التعلم التكاملي مع تعريف الطلاب بالمبادئ العلمية وراء تكنولوجيا النانو. وأوصت بدمج تكنولوجيا النانو في محتوى مناهج العلوم بالمراحل المختلفة، وتبني استراتيجية واضحة لنشر الوعي بالقضايا المرتبطة بعلم وتكنولوجيا النانو لما تناله من اهتمام واسع في معظم دول العالم بفضل التطبيقات المتنوعة، وتأثيرها على المجتمع في كافة المجالات.

هذا بالإضافة إلى الاهتمام المتزايد في تعليم العلوم وتعلمها بمدخل STEAM حيث أشارت عدد من هذه الدراسات(Moore T., et al., 2014) ، (غانم، تفيدة سيد، ٢٠١٥)، (Bush, S. B. & Cook, K. L., 2016)، (Sorge, B., et al., 2017)، (الصعب، شعاع بنت سعد، والمطيري، مؤمنة بنت شباب، ٢٠١٨)، (Hsiao–Ping Yu & Enyi Jen, 2020)، (Curreli, M.; Rakich, S. S., 2020) ، (Khamhaengpola, A. et al., 2021) إلى الربط بين مدخل STEAM وأهميته في

تكامل فروع المعرفة وتكنولوجيا النانو المعتمدة على التخصصات المتباينة التي تندمج وتتقارب لتطوير تطبيقات مبتكرة. كما أوصت أنه من الضروري أن تعكس المقترحات التعليمية الطبيعة البينية والمتعددة التخصصات لهذا المجال من المعرفة، مما يُظهر التقارب، ليس فقط بين فروع العلم الفيزياء والكيمياء والأحياء والرياضيات من خلال مفاهيم وتطبيقات تكنولوجيا النانو المختلفة مثل تكنولوجيا المواد، والبيئة، والطب، وغيرها. ولكن أيضًا مع الفنون والهندسة والتكنولوجيا من خلال مدخل STEAM؛ مما يوفر رؤية أكثر شمولاً للطلاب. بالإضافة إلى أن تكنولوجيا النانو تمثل مجالاً خصبًا لتبني مناهج STEAM لأنها تشجع على إدراك العلاقات بين فروع العلوم المختلفة. كما أوضحت أنه يمكن تصميم موضوعات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بتوظيف تكنولوجيا النانو وتنفيذها بشكل فعال لتعزيز تعلم الطلاب. وأنه مع استمرار تطور مجال تكنولوجيا النانو، ستحتاج المدارس إلى توفير دورات دراسية إضافية لدعم تنمية الطلاب وتلبية الطلب على وظائف تكنولوجيا النانو.

ب. في مجال الحس العلمي

أكدت عديد من الدراسات والبحوث منها (الشحري، إيمان علي، ٢٠١١)، (مازن، حسام الدين محمد، ٢٠١٥)، (رمضان، حياة علي، ٢٠١٦)، (حبيب، ناهد محمد، ٢٠١٧) (Odden, Tor Ole & Russ, Rosemary, 2018)، (السيد، سوزان محمد، ٢٠١٩) (خليل، عمر سيد، وآخرون، ٢٠٢٠)، (حسانين، بدرية محمد، وآخرون، ٢٠٢٠)، (Abufoudeh, Basel & Mahameed, Mohammed., 2022)، (الشيخ، أسماء عبد الرحمن، ٢٠٢٢) على أهمية تنمية الحس العلمي خلال تدريس العلوم في مختلف المراحل التعليمية، حيث يُسهم الحس العلمي في تحسين التحصيل الدراسي، وتنمية التقييم النقدي للمعلومات والأدلة والحجج بناءً على الاستدلال المنطقي والأدلة التجريبية، واستخدام الملاحظة والتجريب لجمع البيانات واختبار الفرضيات، وتفسير النتائج التجريبية بموضوعية واستخلاص استنتاجات صحيحة. كما يعكس الحس العلمي عقلية تتميز بالفضول العلمي والانفتاح والالتزام، كما يُمكّن المتعلمين من اتخاذ قرارات مستنيرة.

كما أوضحت تلك الدراسات أن الحس العلمي يدمج المهارات المعرفية مثل: مهارات التفكير، والاستدلال العلمي، واستدعاء الخبرات السابقة وربطها بالحاضر، غيرها، مع الصفات

الوجدانية مثل: حب الاستطلاع العلمي والانفتاح والمرونة والوعي الأخلاقي؛ للعمل معًا عند حل المشكلات وإصدار الأحكام، واتخاذ القرارات، وتفسير الظواهر العلمية.

ثانيًا: تحليل محتوى كتب العلوم بالصفوف الأول والثاني والثالث الإعدادي

قامت الباحثة بتحليل محتوى كتب العلوم للصفوف الأول والثاني والثالث الإعدادي للفصلين الدراسيين الأول والثاني للعام الدراسي ٢٠٢١/ ٢٠٢٢ لتحديد درجة توافر مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في المجالات المختلفة في محتوى وحدات الكتب المقررة، معتمدة الموضوعات الرئيسة وحدة التحليل، وأشارت نتيجة التحليل إلى أن هناك قصور في تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في كتب العلوم بمرحلة التعليم الإعدادي بصفوفه الثلاثة بالرغم من التحولات التي تفرضها التطورات العلمية والتكنولوجية على الساحة التربوية. والأهمية التي يمثلها هذا المجال من المعرفة في جميع أنحاء العالم.

ثالثًا: الدراسة الاستكشافية

قامت الباحثة بإجراء مقابلات شخصية مفتوحة وغير مقننة مع (٥٠) من تلاميذ الصفوف الأول والثاني والثالث الاعدادي بمدرسة المعادي الإعدادية، حيث تم سؤالهم عن ماهية تكنولوجيا النانو والمفاهيم المرتبطة بها وتطبيقاتها وأخطارها، وقدرتهم على استدعاء المعلومات وربطها بالحاضر، وتفعيل غالبية الحواس أثناء التعلم، والقدرة على طرح الأسئلة، وذلك بدافع من الحس والوجدان يُشير إلى قدرتهم على حب الاستطلاع والمثابرة والتفكير المنطقي السليم القائم على الفهم والوعي التام بالمشكلة وذلك لتحقيق الهدف المنشود. وأشارت نتائج المقابلة إلى أن (٨٠%) من التلاميذ لديهم معارف قليلة عن تكنولوجيا النانو بالإضافة إلى قلة وعيهم بتطبيقاتها في المجالات المختلفة وأهميتها وأخطارها، وتعكس قلة الوعي نقصًا في التدريب والتعليم المستمر حول هذه تكنولوجيا النانو وأهميتها. بالإضافة إلى أن حوالي (٧٠%) من التلاميذ لديهم ضعف في الحس العلمي بجانبيه المعرفي والوجداني وخصوصًا تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

مشكلة البحث:

تأسيسا على ما تقدم؛ تحددت مشكلة البحث الحالي في قصور مناهج العلوم بالصفوف الأول والثاني والثالث الإعدادي في تضمين تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وأخطارها؛ مما أدى إلى ضعف الوعي بها لدى التلاميذ، هذا إلى جانب ضعف الحس العلمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية بصفة عامة والصف الأول الإعدادي بصفة خاصة؛ وللتصدي لهذه المشكلة حاول هذا البحث إعداد وحدة تعليمية في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM وقياس فاعليتها في تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. وخاصة أنه وعلى حد علم الباحثة – حتى الآن – توجد دراسات عربية قليلة اهتمت بدمج تكنولوجيا النانو بما يتوافق ومدخل STEAM لتلاميذ الصف الأول الإعدادي.

أسئلة البحث:

يمكن معالجة مشكلة البحث من خلال الإجابة على السؤال الرئيس التالي:

ما فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي؟

بصورة إجرائية يتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما التصور المقترح لوحدة تعليمية في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM لتلاميذ الصف الأول الإعدادي؟

٢. ما فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي (الجانب المعرفي) لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي؟

٣. ما فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي (الجانب الوجداني) لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي؟

٤. ما فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي؟

٥. ما طبيعة العلاقة بين درجات تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث" في مقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني) ودرجاتهم في مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو خلال تطبيق الوحدة المقترحة؟

هدف البحث:

في ضوء ما تقدم فإن هذا البحث يهدف إلي:

إعداد وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM وقياس فاعليتها عند اعتبار تنمية الحس العلمي (الجانب المعرفي، الجانب الوجداني) والوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي مؤشرًا لهذه الفاعلية.

أهمية البحث:

تتمثل أهمية هذا البحث في أنه قد يفيد كل من:

١. مخططي ومطوري مناهج العلوم: يوجه أنظارهم إلى أهمية تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وأخطارها في ضوء مدخل STEAM في مناهج علوم المرحلة الإعدادية لمسايرة الاتجاهات العالمية الحديثة في التربية التي تنادي بضرورة تطوير مناهج العلوم بصفة عامة في ضوء مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات لمواكبة التغيرات المتسارعة.

٢. التلاميذ: توجيه التلاميذ إلى أهمية الحس العلمي بجانبيه المعرفي والوجداني، والتأكيد على ضرورة ممارسته أثناء دراسة العلوم بصفة عامة، وتقديم خطوات إجرائية تنفيذية لتحقيق ذلك، إلى جانب التعرف على تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وأخطارها، مما قد يسهم في تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو لديهم.

٣. المعلمين والموجهين: مساعدة المعلمين والموجهين بتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وأخطارها بتقديم دليل للمعلم لتدريس وحدة تعليمية مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM.

٤. الباحثين: يُقدم البحث الحالي وحدة مرجعية في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM، كأحد التوجهات الحديثة في مجال تعليم العلوم وتعلمها، فضلًا عن إسهامه بكافة نتائجه في فتح آفاقًا جديدة في مجال تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو.

حدود البحث:

١. **من حيث المحتوى:** اقتصر هذا البحث على وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM مكونة من خمس موضوعات دراسية، هي: اكتشف تكنولوجيا النانو، تكنولوجيا النانو في الطب، الطاقة المتجددة وتكنولوجيا النانو، تكنولوجيا النانو والبيئة، السلامة والأخلاقيات في تكنولوجيا النانو. والوحدة المقترحة مصحوبة بدليل للمعلم وأوراق عمل للتلميذ.

٢. **من حيث العينة:** اقتصر البحث على (٣٥) تلميذ من تلاميذ الصف الأول الاعدادي بمدرسة المعادي الإعدادية الجديدة للبنين بإدارة المعادي التعليمية بمحافظة القاهرة.

٣. **من حيث المجال الزمني:** طبق هذا البحث في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢١م، وقد استغرق التطبيق خمسة أسابيع.

٤. **من حيث المتغيرات التابعة:** اقتصر البحث الحالي على الحس العلمي (الجانب المعرفي، والجانب الوجداني)، الوعي بتكنولوجيا النانو.

فروض البحث:

١. يوجد فرق دال إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي) لصالح التطبيق البعدي.

٢. يوجد فرق دال إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني) لصالح التطبيق البعدي.

٣. يوجد فرق دال إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو لصالح التطبيق البعدي.

٤. توجد علاقة ارتباطية بين الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو خلال تطبيق الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث"

منهج البحث

عند اعتبار هدف البحث وأسئلته من ناحية، وطبيعة مناهج البحث العلمي من ناحية أخرى، فقد تبنى هذا البحث المنهج التجريبي لقياس فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث"، وللتحقق من صحة الفروض الإحصائية.

التصميم التجريبي

١ – متغيرات البحث

أ. المتغير المستقل: وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM.

ب. المتغيرات التابعة: لهذا البحث متغيران تابعان، هما:

- الحس العلمي (الجانب المعرفي، الجانب الوجداني).
- الوعي بتكنولوجيا النانو (الالمام بماهية تكنولوجيا النانو، فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو، إدراك أخطار تكنولوجيا النانو، تقدير أهمية دراسة تكنولوجيا النانو).

٢ – نوع التصميم التجريبي:

تم استخدام المنهج التجريبي ذو المجموعة الواحدة حيث إن المتغير المستقل متمثل في وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM، والمتغيرات التابعة متمثلة في الحس العلمي (الجانب المعرفي، والجانب الوجداني) والوعي بتكنولوجيا النانو. وتم تطبيق أدوات

البحث التي تقيس هذه المتغيرات قبل تنفيذ التجربة وبعدها على تلاميذ المجموعة التجريبية "عينة البحث" من تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

أدوات البحث

لتحقيق أهداف البحث فقد استخدم هذا البحث ثلاثة أدوات للقياس، وهي:

- اختبار الحس العلمي – الجانب المعرفي (إعداد الباحثة).
- مقياس الحس العلمي – الجانب الوجداني (إعداد الباحثة).
- مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو (إعداد الباحثة).

خطوات وإجراءات البحث:

للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فروضه تم إتباع الخطوات التالية:

١. تحليل ودراسة الأدبيات التربوية والبحوث والدراسات السابقة في مجال تضمين تكنولوجيا النانو ومدخل STEAM في تعليم العلوم وتعلمها، وكذا الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو وأهميتهما وأساليب تنميتهما وأساليب القياس.

٢. تحديد أسس بناء الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM لتنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو.

٣. بناء الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM؛ لتحديد فاعليتها في تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو، وذلك من خلال: تحديد الأهداف العامة والإجرائية للوحدة، وطرق واستراتيجيات التدريس، والأنشطة التعليمية، ومصادر التعليم والتعلم، وأساليب التقويم.

٤. إعداد مادة المعالجة التجريبية والمتمثلة في دليل المعلم وأوراق عمل التلميذ وفق متطلبات الوحدة المقترحة.

٥. إعداد أدوات البحث وهي: اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي)، مقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني)، مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو، والتأكد من صدقها من خلال عرضهم على المحكمين، وصياغتهم في صورتهم النهائية بعد التعديل في ضوء أراءهم.

٦. تحديد فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو، وذلك من خلال:

أ.تحديد عينة البحث وقد اختيرت العينة بصورة عشوائية، بأحد فصول مدرسة المعادي الإعدادية الجديدة للبنين بإدارة المعادي التعليمية بمحافظة القاهرة.

ب.تطبيق أدوات البحث (اختبار الحس العلمي "الجانب المعرفي"، مقياس الحس العلمي "الجانب الوجداني"، مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو) على عينة البحث قبلياً.

ج. تنفيذ التجريب باستخدام مواد المعالجة التجريبية على تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.

د. تطبيق أدوات البحث (اختبار الحس العلمي "الجانب المعرفي"، مقياس الحس العلمي "الجانب الوجداني"، مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو) على عينة البحث بعدياً.

هـ. رصد النتائج ومعالجتها إحصائياً وتفسيرها.

٧. تقديم مجموعة من التوصيات والمقترحات في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث.

مصطلحات البحث:

الوحدة التعليمية:

مشروع تعليمي مخطط مسبقًا، ويعبر عن إحدى طرق تنظيم المنهج التي تعمل على إزالة الحواجز بين المواد المختلفة أو بين فروع المادة الواحدة. وتتضمن طريقة معينة في تنظيمها بصورة تعمل على اكتساب التلاميذ خبرات واتجاهات مرغوب فيها عن طريق قيامهم بأنشطة متنوعة تتطلبها الوحدة لتحقيق أهدافها. (إبراهيم، مجدي عزيز، ٢٠٠٤، ٢٠٩٠)

تكنولوجيا النانو

تُعرف إجرائيًا في هذا البحث بأنها تقنية تهتم بدراسة المادة ومعالجتها على المستوى الجزيئي والذري بأبعاد تتراوح بين ١- ١٠٠ نانومتر، وتتعلق بالخصائص الكيميائية والفيزيائية

والبيولوجية على المقاييس الذرية والجزيئية والتحكم بهذه الخصائص الخاضعة للرقابة لإنشاء مواد وأنظمة وظيفية ذات قدرات فريدة.

مدخل STEAM

نهج تعليمي تتكامل فيه عدة مجالات هي: العلوم (Science)، والتكنولوجيا (Technology)، والهندسة (Engineering)، والفنون (Arts)، بالإضافة إلى الرياضيات (Mathematics). ويُبنى مدخل STEAM على توفير أنشطة تعليمية تقوم على التكامل من أجل مساعدة المتعلمين على استكشاف العلاقات بين مختلف المجالات العلمية والفنية، واكتساب المعارف العلمية، ومهارات التفكير، وتطبيقها في مواقف جديدة، وحل المشكلات الحقيقية. (Bush, S. B. & Cook, K. L., 2016)

وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM

تُعرف إجرائيًا في هذا البحث بأنها: مشروع تعليمي مخطط مسبقًا، ومنظم يدور حول تكنولوجيا النانو بما يتوافق مع خصائص تلاميذ الصف الأول الإعدادي، وذلك من خلال خمس موضوعات (اكتشف تكنولوجيا النانو، تكنولوجيا النانو في الطب، الطاقة المتجددة وتكنولوجيا النانو، تكنولوجيا النانو والبيئة، السلامة والأخلاقيات في تكنولوجيا النانو) مصاغة وفقًا لمدخل STEAM في تعليم العلوم متضمنة الأهداف والمحتوى والأنشطة واستراتيجيات التدريس وأساليب التقويم في موضوعات الوحدة المقترحة بما يتيح للتلاميذ فرص التعلم والمشاركة بغرض تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو لديهم.

الحس العلمي

عرفه (مازن، حسام الدين محمد، ٢٠١٥، ٤٥) بأنه القدرة على إصدار حكم وانتقاء الطرق الصحيحة للوصول إلى حل المشكلة واتخاذ قرار يعتمد على السببية في أسرع وقت ممكن، ويستدل على وجوده من خلال الممارسات التي يقوم بها المتعلم، وتشير أغلبها إلى أدوات ذهنية وعمليات قائمة على الإدراك والفهم والوعي، ويمكن تنميته عن طريق معالجات واستراتيجيات تعليمية مناسبة.

تعرفه الباحثة إجرائياً بأنه: أنشطة عقلية وذهنية معرفية ووجدانية معتمدة على الإدراك والفهم والوعي يمارسها التلميذ أثناء دراسته لوحدة تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل

STEAM، وله جانبان: الأول معرفي (ربط التجارب السابقة بالحاضر، تفعيل الحواس، الاستدلال، الحس العددي)، والثاني وجداني (حب الاستطلاع العلمي، الاستمتاع بالعمل العلمي، المثابرة، السيطرة على التهور، التريث في إصدار الأحكام).

ويُقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في الاختبار المُعد لقياس الجانب المعرفي للحس العلمي، والمقياس المُعد لقياس الجانب الوجداني للحس العلمي

الوعي بتكنولوجيا النانو

يُعرف إجرائيًا في هذا البحث بأنه درجة امتلاك تلاميذ الصف الأول الإعدادي للفهم والمعرفة بماهية تكنولوجيا النانو، وتطبيقاتها، وإدراك أخطارها، وتقدير أهمية دراستها. ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في المقياس المُعد لذلك.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

في ضوء طبيعة البحث الحالي وأهدافه، فيما يلي عرض للإطار النظري والدراسات السابقة في محاور تتضمن:

أولاً: تكنولوجيا النانو ومدخل STEAM في تعليم العلوم

١. ماهية تكنولوجيا النانو

تعددت المسميات لتكنولوجيا النانو Nano Technology منها التكنولوجيا المتناهية الصغر والتكنولوجيا المجهرية الدقيقة، ويشتق لفظ تكنولوجيا النانو من الكلمة الاغريقية (Nanos)التي تعني قزم. كما تشير تكنولوجيا النانو إلى مزيج من كلمة (Nano) وهي وحدة قياس، وكلمة تكنولوجي (Technology) وهي التطبيق العملي للمعرفة في مجال معين، وعرفتها لجنة المبادرة الوطنية لتكنولوجيا النانو: بأنها أي تكنولوجيا يتم إجراؤها على مقياس نانوي ($١٠^{-٩}$) ويقصد به التحكم أو إعادة هيكلة بنية المادة على المستويين الجزيئي والذري في نطاق حجم حوالي ١- ١٠٠ نانومتر مما ينتج عنه تخليق منتجات فريدة يتم استخدامها في التطبيقات المختلفة. وتعتمد تكنولوجيا النانو على تكامل التخصصات (الكيمياء، الفيزياء، البيولوجي، الجيولوجي، الهندسة، وغيرها). (Hussain, Chaudhery Mustansar, 2020, 4)

أي أن تكنولوجيا النانو تعني أي تقنية يتم إجراؤها على مقياس النانو ولها تطبيقات في العالم الحقيقي، وتشمل إنتاج وتطبيق الأنظمة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية بمقاييس تتراوح من الذرات أو الجزيئات الفردية إلى أبعاد دون الميكرون، بالإضافة إلى دمج الهياكل النانوية الناتجة في أنظمة أكبر.

يتم العمل بمقياس النانو بشكل أساسي للتخليق الكيميائي، والتجميع الذاتي التلقائي للمجموعات الجزيئية (التجميع الذاتي الجزيئي) من الكواشف البسيطة في المحلول، والجزيئات البيولوجية (مثل الحمض النووي) المستخدمة كوحدات بناء لإنتاج الهياكل النانوية ثلاثية الأبعاد، أو البلورات النانوية بقطر حوالي من ١٠ إلى ١٠٥ ذرات. وتُعرف الجسيمات النانوية بأنها مجموع الذرات المرتبطة مع نصف قطر يتراوح بين ١ و١٠٠ نانومتر، ويتكون عادة من ١٠ إلى ١٠٥ ذرات. (Kolářová, L., & Rálišová, E., 2017)

ولتكنولوجيا النانو تأثير كبير على العالم في كافة المجالات؛ حيث تحقق أبحاث تكنولوجيا النانو تطبيقات في مجالات عدة مثل المواد والتصنيع، والإلكترونيات النانوية، والطب والرعاية الصحية، والطاقة، والتكنولوجيا الحيوية، وتكنولوجيا المعلومات، والأمن القومي. (Bhushan, Bharat, 2007, 1–2)

٢. ماهية الوعي بتكنولوجيا النانو

المقصود بالوعي هو المعرفة والإدراك والفهم والتقدير لمجال ما، بما يؤثر على توجه سلوك الفرد نحو هذا المجال، وقد بذل العلماء جهوداً كبيرة حول مفهوم الوعي حيث إنه يتدخل في عديد من العمليات مثل الإحساس والإدراك والذاكرة، معتبراً إياها محرك أساسي لجميع مكونات السلوك (Ahmed, B. K., & Karim, M. A., 2022)، وعليه يكون للوعي بصفة عامة ثلاث مكونات هي: المعرفي، والمهاري، والوجداني. كما يوجد الوعي بدرجات متفاوتة بمعنى أن هناك درجة منخفضة أو متوسطة أو عالية وراء الموقف المثير.

يشير الوعي بتكنولوجيا النانو إلى الفهم والمعرفة بمبادئ وتطبيقات وتأثيرات تكنولوجيا النانو. ويتضمن أيضًا إدراك أهمية علوم وهندسة النانو التي تتعامل مع المواد والهياكل على المستوى الجزيئي أو الذري. ويشمل هذا الوعي مجموعة متنوعة من الموضوعات، بما في ذلك

سلوك المادة على مستوى النانو، وتطوير المواد النانوية، وتطبيقاتها في مختلف المجالات مثل الطب والطاقة والعلوم البيئية. (Sahin, Nurettin & Ekli, Emel., 2013)

كما يتضمن الوعي بتكنولوجيا النانو التعرف على الفوائد والمخاطر المحتملة المرتبطة باستخدامها، إلى جانب الاعتبارات الأخلاقية والاجتماعية والبيئية التي تأتي مع تقدمها. وهو يشمل تقديرًا للطبيعة المتعددة التخصصات لتكنولوجيا النانو. (Senocak, E., et al., 2021)

علاوة على ذلك فإن الوعي بتكنولوجيا النانو يمتد إلى ما هو أبعد من مجرد اكتساب المعرفة ليشمل الحفاظ على استمرارية الاطلاع على أحدث التطورات، والبحث عن كل جديد، والمشاركة في المناقشات لضمان التكامل المسؤول لتكنولوجيا النانو في المجتمع.

وبناء على ما تقدم، ترى الباحثة أن الوعي بتكنولوجيا النانو ينطوي على أربعة أبعاد هي: الالمام بماهية تكنولوجيا النانو، فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو، إدراك أخطار تكنولوجيا النانو، تقدير أهمية دراسة تكنولوجيا النانو.

٣. أهمية تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو

لقد أصبح تنمية وعي الطلاب في المراحل التعليمية المختلفة بتكنولوجيا النانو أمرًا مهمًا نظرًا لما تناله من اهتمام واسع في معظم دول العالم بفضل التطبيقات المتنوعة، وتأثيرها على المجتمع في كافة المجالات، وحتى يتمكن الطلاب من التعامل بفاعلية مع التطورات التكنولوجية والعلمية الحالية والمستقبلية.

ويرى (Senocak, E., et al., 2021) أن فهم ماهية تكنولوجيا النانو يؤثر على عديد من المجالات مثل الطب، والبيئة، والإلكترونيات، والطاقة، والمواد، وهي مجالات مثيرة للاستكشاف والتعلم، ومحفزة للطلاب لاختيار مسارات مهنية في المستقبل تتعلق بالبحث العلمي والتطوير التكنولوجي.

وأضاف (Hsiao-Ping Yu & Enyi Jen, 2020) أن دراسة تكنولوجيا النانو يعزز فهم العلوم الأساسية مثل الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا، مما يطور مهارات الطلاب في هذه المجالات.

تهيئة فرص تعلم تكنولوجيا النانو يعزز التفكير الناقد ومهارات البحث لدى الطلاب (Bauer, J., 2021)؛ حيث يمكنهم تطوير القدرة على تقييم المعلومات، ويفتح آفاق جديدة للإبداع والابتكار، حيث يمكنهم استخدام هذه المعارف في اقتراح حلول للتحديات التي تواجه المجتمع، والمساهمة الإيجابية في حل بعض المشكلات مثل: التلوث البيئي، ونقص الموارد.

وأشار (Qasim, Wasan & Naji, Asra., 2018) إلى أن فهم الطلاب لتكنولوجيا النانو يزيد من الوعي بالأخلاقيات العلمية والمسؤولية الاجتماعية، حيث يتعين عليهم الاستفادة من تطبيقات تكنولوجيا بطريقة تتجنب أخطارها.

٤. دراسات اهتمت بدمج تكنولوجيا النانو في تعليم العلوم:

توجد عديد من الدراسات التي اهتمت بتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو لمناهج تعليم المواد العلمية ومن أهم هذه الدراسات ما يلي:

قدمت دراسة (Kolářová, L., & Rálišová, E. 2017) مقترح دمج مفاهيم علم النانو وتقنيات النانو في البرنامج التعليمي لطلاب المدارس المتوسطة والثانوية والذي تم تحقيقه في متحف العلوم التفاعلي Fort Science في أولوموك. وتم استخدام استبانة كمي لتحديد مدى فعالية البرنامج ومدى رضا الطلاب عنه، وبينت النتائج فاعليته.

بينما تقصت دراسة (حبيب، ناهد محمد، ٢٠١٧) فعالية وحدة مقترحة في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية التحصيل والقدرة على اتخاذ القرار والاتجاه نحو علوم وتكنولوجيا النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية. وتكونت مجموعة الدراسة من مجموعة من طالبات بمدارس المرحلة الثانوية بإدارة حفر الباطن التعليمية التابعة لمحافظة حفر الباطن. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التجريبي. وتمثلت أدوات الدراسة في الاختبار التحصيلي ومقياس اتخاذ القرار ومقياس الاتجاه نحو علوم وتكنولوجيا النانو. وأشارت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات الطالبات في مقياس الاتجاه نحو علوم وتكنولوجيا الناتو قبل دراسة الوحدة المقترحة وبعدها لصالح التطبيق البعدي، مما يعنى فعالية الوحدة المقترحة في زيادة الاتجاه نحو علوم وتكنولوجيا النانو.

أما دراسة (فقيهي، يحي علي، ٢٠١٩) فقد هدفت إلى إثراء تعليم العلوم في المرحلة الثانوية بموضوعات تتناول تقنية النانو، لتنمية الثقافة التقنية والاتجاهات الإيجابية نحو تقنية

النانو لدى الطلاب، وذلك من خلال بناء محتوى علمي يتناول التعريف بتقنية النانو وتطبيقاتها الحياتية بما يناسب طلاب المرحلة الثانوية، وقياس فاعليته في رفع مستوى الثقافة التقنية المتعلقة بتقنية النانو، والاتجاهات الإيجابية نحوها. ولتحقيق أهداف الدراسة تم إتباع المنهج شبه التجريبي وفق تصميم المجموعة الواحدة؛ وكانت أدوات الدراسة اختبار الثقافة التقنية ومقياس الاتجاه نحو تقنية النانو، وأسفرت النتائج عن فاعلية الوحدة المقترحة في رفع مستوى الثقافة التقنية وتكوين اتجاهات إيجابية نحو تقنية النانو لدى الطلاب.

وبينت دراسة (Mandrikas, A. et al., 2020) كيفية تعامل تلاميذ الصف السادس الابتدائي مع المفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو وإلى أي مدى يمكنهم التفكير في ابتكار حلول للمشكلات. ركزت الدراسة على تصميم وتنفيذ تسلسل تعلم وتدريس تكنولوجيا النانو تناولت الحجم وتغيير الخصائص على المقياس النانوي بناءً على المواد الكارهة للماء والمحبة للماء، بينما تتم مناقشة قضايا الاجتماعية المرتبطة من خلال المقالات الصحفية وتفاعل الطلاب مع علماء النانو. شارك ٤٥ تلميذًا من تلاميذ الصف السادس الابتدائي من اليونان في الدراسة خلال العام الدراسي ٢٠١٤-٢٠١٥. تم جمع البيانات من خلال أوراق عمل الطلاب والمقابلات مع الطلاب. ولتحليل البيانات تم استخدام الأساليب النوعية لتحليل المحتوى. وأظهرت النتائج أن التلاميذ عينة الدراسة يمكنهم بنجاح فهم المفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو مثل "الحجم والمقياس" و"الخصائص المعتمدة على الحجم". وأوصت الدراسة أن تدريس تكنولوجيا النانو أمر جدير بالاهتمام في التعليم الابتدائي.

تقصت دراسة (أحمد، سامية، ٢٠٢٠) فاعلية وحدة مقترحة في النانو تكنولوجي قائمة علي استراتيجيات التعليم المتمايز لتنمية الثقافة العلمية والدافعية نحو تعلم العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ذوي أساليب التعلم المختلفة، وتكونت عينة الدراسة من (٥٨) تلميذا وتلميذة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بأحد مدارس محافظة أسوان خلال العام الدراسي ٢٠١٩/٢٠٢٠م في الفصل الدراسي الثاني، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والمنهج التجريبي، وأشارت النتائج إلى وجود فرق دال إحصائيا عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي

درجات التلاميذ عينة الدراسة في التطبيق البعدي لاختباري الثقافة العلمية المرتبطة بتقنية النانو تكنولوجي، ومقياس الدافعية نحو تعلم العلوم، لصالح التطبيق البعدي.

في سياق متصل تقصت دراسة (الزنطاحي، وفاء ماهر المنوفي، والمعناوي، رفيق سعد، ٢٠٢١) فاعلية وحدة مقترحة في النانو تكنولوجي في تنمية المعرفة النانوية لدي طلاب المدارس الثانوية الزراعية؛ وللتحقق من صحة الفروض تم إعداد وحدة في النانو تكنولوجي وتطبيقاته في الغذاء والزراعة وقياس فاعليتها؛ تكونت عينة الدراسة من (٣٣) طالبة من طالبات مدرسة ناصر الثانوية الزراعية، وتم إتباع منهج البحث المختلط (التصميم التفسيري التتابعي)؛ حيث تم جمع البيانات الكمية باستخدام اختبار مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي لقياس المعرفة النانوية، ولتفسير البيانات الكمية؛ تم جمع البيانات النوعية من خلال إجراء دراسة حالة بواسطة استمارة مقابلة تشخيصية لثماني طالبات، وتم إجراء التحليل الموضوعي للبيانات النوعية؛ والذي كشف عن أسباب اختلاف مستويات طالبات العينة، في مستويات بلوم الستة، وبينت النتائج فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية المعرفة النانوية لدى طلاب المدارس الثانوية الزراعية "عينة الدراسة".

استهدفت دراسة (Bauer, J. 2021) مساعدة الطلاب على التعرف على تكنولوجيا النانو بطريقة ممتعة ونشطة، وأيضًا تحفيز التفكير العلمي النقدي لطلاب السنة الثالثة لتخصصات الكيمياء وتعزيز تنمية مهاراتهم الأكاديمية والمهنية والناعمة لديهم. ولتحقيق ذلك تم وصف نشاط طلابي يركز على مقترح بحث كجزء من دورة تكنولوجيا النانو. حيث عمل الطلاب في أزواج لمراجعة موضوع ذي صلة ومعاصر في مجال تكنولوجيا النانو واقتراح فكرة بحث أصلية وتطويرها. وتم تقديم هذا والدفاع عنه في شكل عرض تقديمي شفهي أمام جمهور من الأقران وتم كتابته باستخدام قالب مقال بحثي. واعتمد تقييم الطلاب على تقييم العرض الشفهي، والمشاركة في المناقشة، ومقترح البحث المكتوب، وأوضحت النتائج فاعلية النشاط القائم على تقديم مقترح البحث في تحفيز التفكير العلمي النقدي وتعزيز المهارات الأكاديمية والمهنية والناعمة لدى الطلاب عينة الدراسة.

ووفرت دراسة (Åberg, O., et al., 2023) إطار لتدريس تكنولوجيا النانو لتطبيقات علوم الحياة، مع التركيز بشكل خاص على المعالجات التي تدعم تكنولوجيا النانو والمبنية على

مبادئ فيزيائية وبيولوجية متقدمة. من خلال توسيع وتكييف ما يسمى بـ "الأفكار الكبيرة" في علوم وتكنولوجيا النانو لتشمل المزيد من العناصر الأساسية للبيولوجيا الخلوية والجزيئية، وتم تقديم موضوعات التعلم في ثمانية مستويات. ومعالجة تحديات تدريس تكنولوجيا النانو بشكل أكبر في سياقات تعليمية مختلفة لتسليط الضوء على أهمية التفاعلات الفيزيائية والبيولوجية المعتمدة على الحجم. وكانت نتائج هذا العمل مفيدة للمعلمين الذين يقومون بتصميم مناهج دراسية متخصصة في طب النانو.

٥. مدخل STEAM لتعليم العلوم

يُعرف مدخل STEAM بأنه نهج تعليمي تتكامل فيه عدة مجالات هي: العلم (**S**cience)، والتكنولوجيا (**T**echnology)، والهندسة (**E**ngineering)، والفنون (**A**rts)، بالإضافة إلى الرياضيات (**M**athematics). ويمكن توضيحها فيما يلي:
(White, D., 2014) ، (غانم، تفيدة سيد، ٢٠١٥) ، (Liliawati, Rusnayati, Purwanto, & Aristantia, 2018)

- **العلم:** الدراسة المنهجية لطبيعة وسلوك الكون المادي والفيزيائي، بناءً على الملاحظة والتجربة والقياس، وصياغة القوانين لوصف هذه الحقائق بشكل عام.
- **التكنولوجيا:** تطبيق المعرفة الذي يتعامل مع إنشاء واستخدام الوسائل التقنية وعلاقتها بالحياة والمجتمع والبيئة، بالاعتماد على موضوعات مثل الفنون الصناعية والهندسة والعلوم التطبيقية.
- **الهندسة:** علم التطبيق العملي لمعارف العلوم البحتة، كالفيزياء أو الكيمياء، كما في بناء المحركات والجسور والمباني والمناجم والسفن والمصانع الكيميائية.
- **الفنون:** يتم تضمين الفنون، بدءًا من الفنون البصرية والتصميم وفنون اللغة والعلوم الإنسانية والإعلام والفنون البدنية إلى الموسيقى والمزيد، لإثارة الخيال والإبداع.

- **الرياضيات:** مجموعة من العلوم المترابطة، بما في ذلك الجبر والهندسة وحساب التفاضل والتكامل، وتهتم بدراسة الأعداد والكميات والشكل والفضاء وعلاقاتها المتبادلة باستخدام الترميز المتخصص.

يستند التعليم في ضوء مدخل STEAMإلى عدة نظريات تعلم هي: السلوكية، والمعرفية، والبنائية الاجتماعية، والتي تركز على(Thibaut, L., et al., 2018) ، (Alonso-Yanez, et al., 2019):

- السلوكيات التي يمكن ملاحظتها وتعديلها من خلال المكافآت والعقوبات. ويُنظر إلى المعرفة على أنها خارجية ويتم اكتسابها من خلال تعديل السلوك. كما يُنظر إلى التعلم على أنه تغير في السلوك. (النظرية السلوكية)
- العمليات العقلية الداخلية مثل الذاكرة وفهم كيفية تلقي المعلومات وتنظيمها وتخزينها واسترجاعها. ويعتبر التعلم نشاطًا عقليًا يتضمن ترميزًا وهيكلة داخلية يقوم بها الطالب، الذي يكون مشاركًا نشطًا في عملية التعلم. (النظرية المعرفية)
- أن التعلم يتم في إطار اجتماعي وأن المعرفة يتم بناؤها بشكل فعال بناءً على خبرات الطلاب، والتفاعلات مع البيئة، وتفاعلاتهم مع الآخرين، ومشاركة التعلم والتركيز على أن التفاعل الاجتماعي أمر أساسي للتنمية المعرفية. (النظرية البنائية الاجتماعية)

ويُبنى مدخل STEAM على توفير أنشطة تعليمية تعلمية تقوم على التكامل من أجل مساعدة المتعلمين على استكشاف العلاقات بين مختلف المجالات العلمية والفنية والتفكير واكتساب المعارف العلمية وتطبيقها في مواقف جديدة، وحل المشكلات الحقيقية. ومشاركة الطلاب في أنشطة هادفة وواقعية تعزز التفكير النقدي والتأمل الذاتي والمسؤولية تجاه القضايا الشخصية والمجتمعية. كما يشجعهم على العمل كعلماء يستكشفون مساعيهم متعددة التخصصات، ويطورون النظريات، ويختبرونها، ويفكرون في النتائج، ويخلقون معرفة جديدة دون استنتاجات محددة مسبقًا.

٦. متطلبات تعليم العلوم وتعلمها القائم على مبادئ مدخل STEAM:

لتعليم العلوم في ضوء مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM)، يجب الأخذ في الاعتبار عدة أمور، منها ما يلي (Stohlmann, Micah, et al.,2012)، (Alonso-Yanez, Gabriela, et al., 2019)، (عسيري، ندى عبد الله، ٢٠٢٢):

- تحديد مشكلات العالم الحقيقي، وتحديد مهام تتعلق بالتحديات الحقيقية التي يواجهها المجتمع أو العالم بأسره. وضروري أن تكون هذه المشكلات مفتوحة، وتشجع على التفكير النقدي والإبداع.
- تشجيع التعاون متعدد التخصصات بين مجالات المواضيع المختلفة، والتأكيد على أهمية وجهات النظر المتنوعة، والعمل الجماعي في حل المشكلات.
- استخدام التكنولوجيا بفعالية من خلال دمج الأدوات والمنصات الرقمية لدعم التواصل، وتطوير الأداء، وتشجيع الطلاب على استكشاف التقنيات المبتكرة وتكييفها لحل مشكلات محددة.
- تشجيع المتعلمين على طرح أسئلة البحث واقتراح مسارات الاستفسار من خلال الاستكشافات التي تركز على التكنولوجيا والمواد.
- تعزيز المشاركة النقدية وتحدي السرد التقليدي، وتشجيع الطلاب على التشكيك في الافتراضات والمعتقدات الراسخة، ومساعدة الطلاب على التعرف على العواقب الاجتماعية والبيئية لأفعالهم وقراراتهم.
- التركيز على مشاركة الطلاب بفعالية في تصميم المشاريع والعمل الجماعي والمناقشات لتعزيز تطوير الأفكار.

- تقييم أداء الطلاب بشكل مختلف استنادًا إلى قدرتهم على إظهار مهارات التفكير النقدي والتعاون ومهارات حل المشكلات الإبداعية. وتعيين الدرجات التي تمثل إنجازاتهم وجهودهم بدقة طوال تجربة التعلم.
- تبني ثقافة التحسين المستمر من خلال تقييم وتعديل أساليب التدريس بانتظام لتلبية احتياجات الطلاب والمتطلبات المتغيرة للمجال بشكل أفضل، وتجربة أفكار وتقنيات جديدة لتعزيز تعلم الطلاب ومشاركتهم. فأساليب التدريس تتطلب المرونة والتكيف والتقييم المستمر لتتناسب بشكل أفضل مع الاحتياجات والظروف الفريدة لكل موقف تعليمي.

وترى الباحثة أنه من خلال تنفيذ هذه الإجراءات، يمكن إنشاء بيئة تعليمية تعلمية تعزز مهارات التفكير، وانتقاء الطرق الصحيحة لتحقيق الأهداف بالاعتماد على الأسباب وبناءً على الإدراك والفهم لموضوعات التعلم، وتمكين الطلاب من الوعي بموضوعات تعلم تكنولوجيا النانو لإحداث تأثير إيجابي على مجتمعهم.

٧. دراسات اهتمت بدمج تكنولوجيا النانو ومدخل STEM

توجد عديد من الدراسات التي اهتمت بدمج تكنولوجيا النانو ومدخل STEM في تعليم العلوم وتعلمها، ومن أهم هذه الدراسات ما يلي:

هدفت دراسة (الصعب، شعاع بنت سعد، والمطيري، مؤمنة بنت شباب، ٢٠١٨) إلى تطوير وحدة تعليمية بمقرر الأحياء للمرحلة الثانوية لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في ضوء توجهات (STEM)، وتبنت الدراسة المنهج الوصفي وأعدت قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي لتحليل كتب الأحياء للصف الثالث الثانوي بفصليهما الدراسيين (الأول، الثاني) طبعة (١٤٣٧ هـ) في ضوءها، واستعانت باستبانة لعشرين من الخبراء في المنهج وطرق التدريس. وتوصلت نتائج الدراسة إلى ملامح الوحدة المطورة (أساسيات الوحدة، التداخل بين فروع توجهات (STEM)في الوحدة التعليمية المطورة، طبيعة الأنشطة المتضمنة في الوحدة التعليمية المطورة، معايير الوحدة المطورة، وأهداف الوحدة المطورة) بمقرر الأحياء للصف الثالث الثانوي لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في ضوء توجهات(STEM) .

هدفت دراسة (Hsiao–Ping Yu & Enyi Jen, 2020) التعريف بتطور تعليم تكنولوجيا النانو في تايوان باستخدام مثال الدروس المبنية على الأدلة. بالجمع بين الاهتمام بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) وتعليم الموهوبين، وتم تقديم برنامج إثرائي لتدريس تكنولوجيا النانو، وتعزيز اهتمامات الطلاب الموهوبين من الروضة إلى الصف الثاني عشر وفهمهم للعلوم الأساسية، وإنتاج ابتكارات في التنمية الصناعية والتكنولوجية المستقبلية في مشروع K–12 Nano Tech، وشارك ٢٨ طالبًا من طلاب المدارس الابتدائية في برنامج الإثراء. وكانت النتائج إيجابية وأعرب الطلاب عن استمتاعهم بالأنشطة، وإتاحة الفرص لتعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو من خلال مناهج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM).

هدفت دراسة (Khamhaengpola, A. et al., 2021) إلى تطوير أنشطة STEAM حول تكنولوجيا النانو لطلاب المرحلة الثانوية. وتكونت عينة هذه الدراسة من ٤٦ مجموعة من الطلاب من أربع مدارس في مقاطعة ساكون ناخون، تايلاند. وتم تقييم إنجازات الطلاب في مهارات عمليات العلم الأساسية (BSPS) وعملية التصميم الهندسي (EDP) بعد تطبيق أنشطة STEAM. وأظهرت نتائج الدراسة أن أنشطة STEAM المقترحة لتدريس تكنولوجيا النانو ساهمت في تنمية مهارات التفكير لدى الطلاب، وخاصة أولئك الذين كانت درجة عمليات العلم الأساسية (BSPS) لديهم في المستوى المتوسط.

تعقيب على محور تكنولوجيا النانو ومدخل STEAM في تعليم العلوم:

- تُعد تكنولوجيا النانو من أهم التقنيات في عصرنا الحالي وأصبحت من أهم المجالات في مجال العلوم لما لها من تأثير عميق في مختلف نواحي الحياة لتكون أساس تفعيل تكنولوجيا النانو في مجتمعنا العلمي والعملي. وأصبح مفهوم تكنولوجيا النانو مرتبطًا بتطور النظام التعليمي حيث إنها نوع معاصر من التكنولوجيا يعتمد على دمج العديد من التخصصات، وهي: العلوم الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية والالكترونية وعلوم الهندسة وتقنية المعلومات؛ لدراسة الهياكل البنائية للمادة لإنتاج مواد جديدة بمواصفات

فريدة على المقياس النانوي. التي يجب دمجها في النظام التعليمي والاستفادة من تطبيقاتها.

- ضرورة إدخال تكنولوجيا النانو في مجال التعليم؛ لأهميتها للمتعلمين بشكل عام للمساهمة في تنشئة جيل قادر على اتخاذ قرارات ذكية ومستقلة حول القضايا الاجتماعية المتعلقة بتكنولوجيا النانو، وتوظيفها بالشكل الأمثل بناءً على الأطر المفاهيمية التي تعلموها، وتأكيد الأهمية في جانبيها النظري والتطبيقي كي يكون المتعلم على دراية بمجال التكنولوجيا لمواكبة التطورات حيث إنها أصبحت متطلباً لمواجهة تحديات العصر.
- تكنولوجيا النانو تمثل مجالاً خصبًا لتبني مناهج STEAM لأن تكنولوجيا النانو تشجع على إدراك العلاقات بين فروع العلوم المختلفة.
- تضمين الفنون Arts في مدخل STEAM ساعد على دعم عملية الإبداع؛ حيث يقوم الطلاب بإشراك الجانبين الأيمن (الإبداعي) والأيسر (المنطقي) من الدماغ للابتكار وحل المشكلات.
- يتضح أن الدراسات السابقة تناولت مجال تكنولوجيا النانو من أبعاد مختلفة ويزداد عدد المقترحات التعليمية مع ارتفاع مستوى المدرسة؛ لمساعدة الطلاب على فهم تكنولوجيا النانو وتقديمها وتنمية الاتجاه نحوها. واتفق الخبراء على ضرورة البدء بتعليم علم النانو بدءًا من التعليم الابتدائي مروراً بكل المراحل التعليمية. واستفادت الباحثة من الدراسات السابقة في تحديد مفاهيم تكنولوجيا النانو الواجب تضمينها في مناهج العلوم بصفة عامة، وطرق متنوعة لتضمينها، وأهمية تضمينها، والوعي بها. ويختلف البحث الحالي عن الدراسات السابقة في تضمين تكنولوجيا النانو بتبني مدخل STEAM لتلاميذ الصف الأول الإعدادي

- الوعي بتكنولوجيا النانو على أربعة أبعاد، هي: الالمام بماهية تكنولوجيا النانو، فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو، إدراك أخطار تكنولوجيا النانو، تقدير أهمية دراسة تكنولوجيا النانو.

ثانياً: الحس العلمي

١. ماهية الحس العلمي

إن الحس العلمي يُمكن أن يُعرف بأنه التفكير في صنع المعنى العلمي من خلال التركيز على الممارسات العلمية، وأنماط من الحوار والخطاب باستخدام طرق خاصة مثل التواصل والتمثيل. كما يشير إلى الأنشطة العقلية التي يقوم بها المتعلم لفهم موقف معقد أو غامض من أجل اتخاذ الإجراءات المناسبة، ويتضمن جمع المعلومات وتحليلها، وتحديد الأنماط والاتصالات، وتفسير المعنى من البيانات المتاحة. (Odden, Tor Ole & Russ, Rosemary., 2018)

كما عُرف أنه أنشطة عقلية وذهنية معرفية ووجدانية يمارسها الطالب عند مواجهة مشكلة معينة، حتى يصل إلى حل لهذه المشكلة، وتحقيق الهدف المنشود. (الشحري، إيمان علي، ٢٠١١)

وترى (السيد، علياء علي، ٢٠٢٠) أن الحس العلمي مجموعة من الأنشطة العقلية منها استدعاء المعلومات وربطها بالحاضر، والحس العددي، وتفعيل غالبية الحواس، والقدرة على طرح الأسئلة، والتي يمارسها الطالب بدافع من الحس والوجدان يُشير إلى قدرته على حب الاستطلاع والمثابرة وذلك لتحقيق هدف مقصود.

وعرفته (السيد، سوزان محمد، ٢٠١٩) بأنه أنشطة عقلية راقية تتضمن مجموعة من الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية، وتوجد بدرجات ومستويات مختلفة لدى المتعلمين، ويمارسها المتعلمين لتنمية مهارات التفكير لديهم، كما يمكنهم من استخدام عادات العقل والمعرفة العلمية بكفاءة وربطها بالواقع المحسوس.

وعرفه (خليل، سيد عمر، وآخرون، ٢٠٢٠، ٢٧) بأنه قدرة المتعلم على التعبير عن أفكاره، ووعيه بما يدور في ذهنه من عمليات بما يمكنه من تفسير الظواهر العلمية المحيطة به، ويستدل عليه من خلال الممارسات التي يقوم بها.

أي أن الحس العلمي نشاط عقلي ووجداني يسمح للمتعلم بالتفاعل مع ما حوله وفقاً لأهدافه؛ لإصدار الحكم المناسب حوله، أو الوصول لحل المشكلة بأسرع وقت، نتيجة التفكير القائم على الفهم والوعي.

وتأسيسًا على ما سبق ترى الباحثة أن الحس العلمي: أنشطة عقلية وذهنية معرفية ووجدانية معتمدة على الإدراك والفهم والوعي يمارسها التلميذ لحل مشكلة، أو تفسير ظاهرة علمية، أو إصدار حكم، أو تحقيق الهدف المنشود.

٢. جوانب الحس العلمي

بينت عديد من الدراسات أن هناك عددا من الممارسات التي يقوم بها المتعلم ومن خلالها يُستدل على وجود الحس العلمي والتي تشير إلى أنشطة عقلية وأداءات ذهنية وعمليات قائمة على الإدراك والفهم والوعي وتتمثل فيما يلي: (الشحري، إيمان علي، ٢٠١١)، (مازن، حسام الدين محمد، ٢٠١٥)، (حبيب، ناهد محمد، ٢٠١٧) (Odden, Tor Ole & Russ, Rosemary., 2018)، (خليل، عمر سيد، وآخرون، ٢٠٢٠)، (حسانين، بدرية محمد، وآخرون، ٢٠٢٠)

الاستمتاع عند ممارسة العمل العلمي، السرعة في التوصل للاستجابات الصحيحة في أسرع وقت، حب الاستطلاع العلمي، والاستدلال العلمي، وتقديم الأدلة والحجج العلمية، وسعة الخيال العلمي، المثابرة لتحقيق الهدف المنشود، التفكير في التفكير، والتريث في إصدار الأحكام، والمبادرة وتحمل المسؤولية، تفعيل معظم الحواس، استدعاء الخبرات السابقة وربطها بالحاضر، الحس العددي، المرونة في معالجة المشكلات، وإجادة العمل والدقة، والتنظيم الذاتي، واليقظة العقلية (التركيز العالي وشدة الانتباه)، إدارة الوقت، التحدث بلغة علمية، التساؤل وطرح المشكلات، القدرة على التصور التجريدي وتوليد الأفكار.

باستقراء ما سبق نجد أن هناك ممارسات عديدة يمكن من خلالها الاستدلال على الحس العلمي؛ لكن صنفت بعض الدراسات تلك الممارسات إلى جانبين أساسين للحس العلمي وهما:

الجانب المعرفي والجانب الوجداني (رمضان، حياة علـى، ٢٠١٦)، (السيد، سوزان محمد، ٢٠١٩)، (الشيخ، أسماء عبد الرحمن، ٢٠٢٢) (Abufoudeh, Basel & Mahameed, Mohammed., 2022).

الجانب المعرفي يشمل: ربط التجارب السابقة بالحاضر، وتفعيل الحواس، والاستدلال، والحس العددي. ويمكن توضيحها فيما يلي:

- ربط التجارب السابقة بالحاضر: استدعاء المعارف والمهارات السابقة لتوظيفها في مواقف جديدة.
- تفعيل الحواس: استخدام المدركات الحسية في عملية بناء المعرفة وجمع المعلومات واستيعاب المكونات المحيطة بالبيئة.
- الاستدلال: بحث عقلي منظم لبلوغ حقيقة مجهولة انطلاقًا من معرفة معلومة، والبحث في الشيء وإعمال العقل بالحجة والدليل.
- الحس العددي: القدرة على التعامل مع الأرقام واكتشاف الأخطاء العددية، والأفكار المرتبطة بطرق تمثيل الأعداد والحجم النسبي للعدد.

أما الجانب الوجداني فيشمل: حب الاستطلاع العلمي، الاستمتاع بالعمل العلمي، المثابرة، التريث في إصدار الأحكام، السيطرة على التهور. ويمكن توضيحها فيما يلي:

- حب الاستطلاع العلمي: الرغبة في المعرفة والتقصي والاكتشاف وتحدي المشكلات الغامضة.
- الاستمتاع بالعمل العلمي: الشعور بالانبهار والسرور والدهشة أثناء التعلم.
- المثابرة: الاستمرار في أداء نشاط ما دون استسلام حتى تحقيق الهدف.
- التريث في إصدار الأحكام: القدرة على تنظيم الأفكار والمعلومات، والبحث في الحلول ومراجعتها قبل عرض أي نتيجة.

- السيطرة على التهور: التأني والتفكير قبل فعل نشاط ما، ووضع خطة للسلوك المراد القيام به.

٣. أهمية تنمية الحس العلمي

قد أشارت عديد من الدراسات إلى أهمية تنمية الحس العلمي لدى المتعلمين، لأنه بما له من جوانب معرفية ووجدانية يساهم بشكل كبير في اكتساب المعرفة العلمية والمهارات الحياتية وتحقيق أهداف التعليم والتعلم بشكل عام.

يرى (Matthew A. Cannady, et al., 2019) أن الحس العلمي يساعد المتعلمين على تطوير مهارات التفكير النقدي، وقدرات حل المشكلات، وتحقيق فهم أعمق للمفاهيم العلمية. وتتضمن ممارسة الحس العلمي فهم البيانات والملاحظات والأدلة لبناء التفسيرات واستخلاص النتائج. ومن خلال الانخراط في صناعة المعنى العلمي، يمكن للمتعلمين تطبيق معارفهم ومهاراتهم على مختلف التخصصات العلمية، بما يسمح لهم بنقل وتطبيق فهمهم للمفاهيم العلمية عبر سياقات مختلفة. كما يشجع الحس العلمي المتعلمين أيضًا على طرح الأسئلة والبحث عن المعلومات وإقامة روابط بين الأفكار العلمية المختلفة، مما يمكن أن يعزز تكوين رؤية شاملة لموضوع التعلم.

وتبدو أهمية تنمية الحس العلمي لدى المتعلمين في مادة العلوم من حيث: (مازن، حسام الدين محمد، ٢٠١٥، ٢٩ – ٣٠)، (أبو حاصل، بدرية سعد، ٢٠١٩)

- مساعدة المتعلم على حل المشكلات التي تواجهه في حياته اليومية، واتخاذ قرارات مناسبة بشكل أسرع.
- مساعدة المتعلم على تطوير مهارات التفكير النقدي والتحليلي، مما يمكنه من فهم وتفسير الظواهر العلمية، واستكشاف المفاهيم، وتطبيق المعرفة.
- التدريب على مرونة التفكير، وتطوير الأداء الذهني للمتعلم.
- تحسن عادات العقل ومنها الانفتاح على الأفكار الجديدة، والتشكيك المبني على المعرفة، المرونة في التفكير، وغيرها.

- نمو ثقة المتعلم بنفسه؛ فعندما يكتسب القدرة على فهم الظواهر العلمية وتحليلها بشكل مستقل، يزيد ذلك من ثقته بنفسه وقدرته على التعلم في مجالات العلوم.

٤. دراسات اهتمت بتنمية الحس العلمي في تعليم العلوم

توجد عديد من الدراسات التي تناولت الحس العلمي وتنميته وقياسه، ومن أهم هذه الدراسات ما يلي:

هدفت دراسة (نصحي، شيري مجدي، ٢٠١٩) إلى بناء وحدة تعليمية مقترحة قائمة على معايير الجيل القادم NGSS لتنمية مهارات التفكير التصميمي الهندسي والحس العلمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. واستخدمت الباحثة المنهج التجريبي. وكانت أداتا الدراسة مقياس التفكير التصميمي، ومقياس الحس العلمي، وتكونت عينة الدراسة من (٣٠) طالبة من طالبات الصف الثالث الإعدادي بمدرسة الجامعة الإسلامية الإعدادية بنات بإدارة الزيتون التعليمية خلال الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي (٢٠١٨-٢٠١٩). وبينت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية قبل وبعد تدريس الوحدة في مقياس التفكير التصميمي الهندسي بمهاراته لصالح القياس البعدي، وفي مقياس الحس العلمي ككل وفي كل بعد على حدى لصالح التطبيق البعدي.

كما تقصت دراسة (هاني، مرفت حامد، ٢٠٢٠) فاعلية نموذج زاهوريك البنائي في تصويب التصورات الخطأ لبعض مفاهيم مادة العلوم وتنمية الحس العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. تكونت عينة البحث من (٢٠٠) تلميذ من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. وكانت أدوات الدراسة: اختبار تشخيص التصورات الخطأ لوحدة التكاثر واستمرارية النوع، واختبار التصورات الخطأ لوحدة التكاثر واستمرارية النوع، واختبار الحس العلمي، واعتمدت الدراسة على المنهج شبه التجريبي. وبينت النتائج وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعتين التجريبية والضابطة في اختبار الحس العلمي لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي "عينة الدراسة" لصالح المجموعة التجريبية.

واستكشفت دراسة (Matthew A. Cannady, et al., 2019) تضمين الحس العلمي في تعليم العلوم، مع التركيز على أهمية إتقان العمليات العلمية الأساسية لدعم التعلم في

مجالات المحتوى الجديد. وحددت البنيات الفرعية للحس العلمي، مثل: طرح الأسئلة، وتصميم التحقيقات، وتفسير البيانات، والبحث عن المنطق، والانخراط في الحجج العلمية، والتي تعمل معًا في عملية تكوين المعنى العلمي. وأظهرت الدراسة التي أجريت على أكثر من ٢٥٠٠ طالب في الصفين السادس والثامن أن درجات الحس العلمي تعد مؤشرا قويا لتعلم العلوم، ويمكن تحسينها من خلال المشاركة المعرفية في تدريس العلوم. أشارت إلى أن التدريس المبكر لأنشطة الفهم العلمي يمكن أن يعزز قدرة الطلاب على تعلم محتوى علمي جديد. وأن مستويات الحس العلمي تلعب دورًا مهمًا في التنبؤ بمكاسب تعلم المحتوى العلمي عبر مختلف السياقات ومجالات المحتوى، مما يؤكد أهمية تعليم العلوم الفعال في تحسين الحس العلمي.

أما دراسة (الثقفي، شروق بنت عطية، والعزب، إيمان صابر، ٢٠٢٠) فقد سعت إلى الكشف عن معوقات الحسّ العلمي لدى طالبات المرحلة المتوسطة، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي المسحي، وكانت أداة الدراسة: استبانة لمعوقات الحسّ العلمي المرتبطة بكل من المعلمة، والطالبة، والمنهج المدرسي، والبيئة الصفية والمختبرات، وكانت عينة الدراسة (١٥٦) معلمة ومشرفة في المكاتب التعليمية ومدارس المرحلة المتوسطة التابعة لإدارة التعليم بمحافظة بيشة، وتم تطبيقه خلال الفصل الدراسي الأول لعام ١٤٤٢/١٤٤٣هـ، وأسفرت النتائج عن أن جميع المتوسطات الحسابية لمحور معوقات الحسِّ العلمي لدى طالبات المرحلة المتوسطة المرتبطة بالمعلمات، تراوحت ما بين (متوسطة) و(منخفضة)، وأن المتوسطات الحسابية المرتبطة بالطالبات تراوحت ما بين (عالية) و(متوسطة)، بينما المتوسطات الحسابية المرتبطة بالمنهج تراوحت ما بين (متوسطة) و(منخفضة)، وتراوحت المتوسطات الحسابية المرتبطة بالبيئة الصفية والمختبرات، ما بين (عالية) و(متوسطة)، وأوصت الدراسة الاهتمام بالأنشطة العلمية والمهام والتكليفات التي تتطلب التخيُّل وتحقق المتعة العلمية، واليقظة العقلية، وتؤكد على استقلالية التفكير.

كما أشارت دراسة (Abufoudeh, Basel & Mahameed, Mohammed, 2022) إلى أهمية إكساب الطلبة الحس العلمي وتنميته المصاحبة لعمليتي التعليم والتعلم، وهدفت إلى تطوير مقياس للحس العلمي لدى طلبة الجامعات. وتعد هذه الدراسة أول من وضع مقياس للحس العلمي لدى طلاب الجامعات بالأردن. وشملت العينة (٣٩٥) طالباً وطالبة مسجلين

خلال الفصل الصيفي ٢٠١٩/٢٠٢٠. وأظهرت النتائج ارتفاع الخصائص السيكومترية لمقاييس الحس العلمي. وأن الحس العلمي بجوانبه المعرفية والوجدانية يسهم بشكل كبير في اكتساب المعرفة العلمية والمهارات الحياتية وتحقيق الأهداف التعليمية في مؤسسات التعليم العالي. وأوصت الدراسة باستخدام الرؤية النهائية لمقياس الحس العلمي، واستخدام المقياس للتحقق من الحس العلمي (المعرفي، الوجداني) لدى الطلبة.

وتقصت دراسة (الشيخ، أسماء عبد الرحمن، ٢٠٢٢) فاعلية استراتيجية توماس وروبنسون PQ4R كأحد استراتيجيات ما وراء المعرفة في تنمية الحس العلمي لدى طالبات الصف الثالث المتوسط بمحافظة الخرج. واتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من (٤٨) طالبة في أحد مدارس المرحلة المتوسطة بمحافظة الخرج، وتم تقسيمهن إلى مجموعتين متكافئتين (ضابطة وتجريبية)، ولتحقق أهداف الدراسة تم إعداد وحدة الكهرباء والمغناطيسية وفق الاستراتيجية المستخدمة، واختبار لقياس البعد المعرفي للحس العلمي، ومقياس البعد الوجداني للحس العلمي، وبينت النتائج فاعلية استراتيجية توماس وروبنسونPQ4R في تنمية الحس العلمي لدى طالبات الصف الثالث المتوسط ببعديه المعرفي والوجداني.

تعقيب:

من خلال العرض السابق لمحور الحس العلمي

توصلت الباحثة إلى ما يلي:

- الحس العلمي هو أنشطة عقلية وذهنية معرفية ووجدانية يمارسها التلميذ معتمدة على الإدراك والفهم والوعي؛ لحل مشكلة أو اتخاذ قرار أو تفسير ظاهرة علمية.
- تشمل جوانب الحس العلمي مجالين رئيسيين: المجال المعرفي والمجال الوجداني؛ يشمل المجال المعرفي: ربط التجارب السابقة بالحاضر، وتفعيل الحواس، والاستدلال، والحس العددي. أما المجال الوجداني فيشمل: حب الاستطلاع العلمي، والاستمتاع بالعمل العلمي، والمثابرة، التريث في إصدار الأحكام، والسيطرة على التهور. تسلط هذه

الجوانب الضوء على الأبعاد المعرفية والوجدانية للحس العلمي، مع التركيز على استخدام الأساليب العلمية للوصول إلى التفسيرات المناسبة.

- إن ممارسة المتعلم للأنشطة العقلية والذهنية الدالة على الحس العلمي تؤثر في معارفه ومهاراته ووجدانه، ويستمر في تكرار استخدامها في مواقف متعددة؛ حتى يصل لإتقان فهمها وتوظيفها في إيجاد الحلول المناسبة في المواقف المختلفة.
- تتفق الدراسة الحالية مع البحوث والدراسات السابقة في أهمية تضمين الممارسات الدالة على الحس العلمي في محتوى مادة العلوم، وطرق تعليمها وتعلمها، وعند تخطيط وتنفيذ الأنشطة التعليمية التعلمية، وتهيئة بيئة تعلم ثرية، وقد حرصت الباحثة على ذلك عند تخطيط الوحدة، وتختلف عنها في تخطيط الوحدة التعليمية في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM لتلاميذ الصف الأول الإعدادي.

إجراءات الدراسة:

أولاً :إعداد الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM

لإعداد الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM تم القيام بدراسة وصفية تحليلية للدراسات والأبحاث التي تناولت تضمين تكنولوجيا النانو في مناهج العلوم في المراحل التعليمية المختلفة، وأهمية تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو وسبل تنميته، ومدخل STEAM في تعليم العلوم وتعلمها، والحس العلمي وأهميته، وسبل تنميته، وخصائص التلاميذ في الصف الأول الإعدادي، وأهداف تعليم العلوم للصف الأول الإعدادي، وبناء الوحدات الدراسية.

وفي ضوء ما سبق مر إعداد الوحدة المقترحة بالخطوات التالية:

١. تحديد أسس بناء الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM:

استندت الوحدة المقترحة إلى مجموعة من الأسس متمثلة في:

أ. طبيعة موضوعات تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وأخطارها.

ب. متطلبات تعليم العلوم وتعلمها القائم على مدخل STEAM.

ج. متطلبات تنمية الحس العلمي بجانبيه المعرفي والوجداني.

د. الخصائص النمائية لتلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي.

٢. تحديد الأهداف العامة للوحدة المقترحة: تسعى الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو المصوغة في ضوء مدخل STEAM؛ إلى تنمية الحس العلمي بجانبيه المعرفي والوجداني والوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

٣. تحديد موضوعات الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو.

٤. تحديد استراتيجيات وطرق تدريس الوحدة المقترحة.

٥. تحديد الوسائل والأنشطة التعليمية اللازمة لتدريس الوحدة المقترحة.

٦. تحديد مصادر المعرفة المرتبطة بالوحدة المقترحة.

٧. تحديد أساليب تقويم الوحدة المقترحة.

إعداد مادة المعالجة التجريبية

تم إعداد دليل للمعلم وأوراق عمل الطلاب وفق متطلبات الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM، لتلاميذ الصف الأول الإعدادي في العام الدراسي ٢٠٢١/ ٢٠٢٢.

١. إعداد دليل المعلم

تم إعداد دليل المعلم وفق الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو، وتضمن هذا الدليل العناصر التالية:

- مقدمة لإعطاء المعلم خلفية معرفية عن كل من موضوعات تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM، والحس العلمي بجانبيه المعرفي والوجداني، والوعي بتكنولوجيا النانو (الالمام بماهية تكنولوجيا النانو، فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو، إدراك أخطار تكنولوجيا النانو، تقدير أهمية دراسة تكنولوجيا النانو).
- الأهداف العامة والإجرائية لوحدة تكنولوجيا النانو المقترحة.
- المحتوى العلمي للوحدة المقترحة.

- إرشادات عامة لتنفيذ الوحدة.
- التوزيع الزمني للتدريس.
- تخطيط دروس الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو المصوغة وفقاً لمدخل STEAM الخمس متضمنة (الأهداف الإجرائية السلوكية، المفاهيم والأفكار العلمية الرئيسة المتضمنة في كل موضوع، مصادر التعلم والوسائل المستخدمة، خطوات تنفيذ التدريس محدداً فيها أنشطة وخبرات التعلم، ودور التلميذ، ودور المعلم، أساليب التقييم).

تم عرض دليل المعلم على مجموعة من المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم، ومعلمي وموجهي مادة العلوم بمرحلة التعليم الإعدادي، وقامت الباحثة بإجراء التعديلات وفق ملاحظاتهم ليصبح دليل المعلم في صورته النهائية (*).

٢. إعداد أوراق عمل التلميذ

تم إعداد أوراق عمل التلاميذ وفق متطلبات الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM، وقد تضمنت مقدمة بها نبذة بسيطة عن موضوعات الوحدة المقترحة وعلاقتها بما يتم دراسته في دروس العلوم، وما تتطلبه من عمليات نشطة على التلميذ القيام بها، وما تتضمنه من إجراءات، وتم عرض أوراق عمل التلميذ على مجموعة من المتخصصين في المناهج وطرق تدريس العلوم، ومعلمي وموجهي مادة العلوم بمرحلة التعليم الإعدادي، وقامت الباحثة بإجراء التعديلات وفق ملاحظاتهم ليصبح أوراق عمل التلميذ في صورتها النهائية (*).

ثانياً: إعداد أدوات البحث

لتحقيق أهداف البحث اعدت الباحثة ثلاث أدوات، هي:

١. اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي)

تم إعداد هذا الاختبار وفقاً للخطوات التالية:

تحديد الهدف من الاختبار: يهدف هذا الاختبار إلى قياس الجانب المعرفي للحس العلمي، وأبعاده الجانب المعرفي: ربط التجارب السابقة بالحاضر، تفعيل الحواس، الاستدلال،

(*)ملحق (١) دليل المعلم وفق الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM

(*)ملحق (٢) أوراق عمل التلميذ وفق الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM

الحس العددي. وقد تم استخدام الاختبار في القياس القبلي والبعدي لقياس فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM.

صياغة مفردات الاختبار: تم صياغة مفردات الاختبار من نوع الاختيار من متعدد، وطبقاً لجدول المواصفات الموضح بجدول (١) تم صياغة عدد المفردات المطلوب في كل موضوع، وتم مراعاة شروط صياغة السؤال الجيد، واشتمل الاختبار في صورته النهائية على (٣٠) مفردة، وأعد الاختبار بحيث يسجل الطالب إجاباته في ورقة منفصلة، وجاء في كراسة الأسئلة مقدمة توضح الهدف من الاختبار، وكيفية الإجابة عنه، ومثال لتوضيح ذلك.

جدول (١)

جدول مواصفات اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي)

موضوعات الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM	عدد مفردات اختبار الجانب المعرفي للحس العلمي موزع على الأبعاد				الأوزان النسبية
	ربط التجارب السابقة بالحاضر	تفعيل الحواس	الاستدلال	الحس العددي	
اكتشف تكنولوجيا النانو	١	١	١	١	%١٣.٣
تكنولوجيا النانو في الطب	١	٢	٢	١	%٢٠
الطاقة المتجددة وتكنولوجيا النانو	١	٢	٢	٢	%٢٣.٣
تكنولوجيا النانو والبيئة	١	٢	٢	٢	%٢٣.٣
السلامة والأخلاقيات في تكنولوجيا النانو	١	١	١	١	%١٣.٣
المجموع	٧	٨	٨	٧	٣٠
النسبة المئوية	%٢٣.٣	%٢٦.٦٧	%٢٦.٦٧	%٢٣.٣	%١٠٠

وفيما يتعلق بصلاحية الاختبار: فقد تم التأكد من صدق الاختبار في صورته الأولية، بعرضه على مجموعة من السادة المحكمين وتعديله في ضوء أراءهم. وتمت عملية الضبط الاحصائي لحساب معاملات صدق الاتساق الداخلي، حيث جاءت جميع معاملات ارتباط أبعاد

الاختبار بالمجموع الكلي دالة عند مستوى (٠.٠٥)، وهذا يعني تمتع الاختبار بمستوى مناسب من الصدق وصالح لأغراض البحث.

ولحساب ثبات الاختبار: تم تجريبه استطلاعيا على عينة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي من غير عينة البحث، حيث بلغت قيمة معامل ثبات الاختبار (٠.٨٠) باستخدام معادلة كيودر ريتشاردسون الصيغة ٢٠ Kuder– Richardson Formula 20 وهذا يعني أن الاختبار على درجة كبيرة من الثبات وصالح لأغراض البحث. وقد بلغ متوسط زمن الإجابة عن الاختبار ٣٠ دقيقة.

ولتصحيح الاختبار: تم تحديد درجة واحدة لكل إجابة صحيحة، وصفر للإجابة الخطأ، وبذلك تكون النهاية العظمى للاختبار ٣٠ درجة. وبذلك يكون اختبار الجانب المعرفي للحس العلمي في صورته النهائية صالحاً للتطبيق [*].

٢. مقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني)

تم إعداد هذا المقياس وفقا للخطوات التالية:

أ. **تحديد هدف المقياس:** يتمثل الهدف من إعداد هذا المقياس في البحث الحالي هو قياس فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي (الجانب الوجداني).

ب. **تحديد أبعاد المقياس:** في ضوء ما ورد في الإطار النظري للدراسة والاطلاع على من المقاييس السابقة فقد حددت الباحثة خمسة أبعاد لمقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني) هي: حب الاستطلاع العلمي، الاستمتاع بالعمل العلمي، المثابرة، التريث في إصدار الأحكام، السيطرة على التهور.

ج. **صياغة عبارات المقياس:** بعد دراسة الأدبيات والمقاييس المرتبطة صيغت العبارات في الأبعاد الخمس طبقاً لنموذج ليكرت Likert ذي الثلاثة مستويات (موافق تماماً، موافق إلى حد ما، لا أوافق)، وقد بلغ عدد عبارات المقياس في صورته الأولية (٢٥) عبارة.

---

[*] ملحق (٣) اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي)

د. **صدق المقياس:** للتحقق من صدق المقياس تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين لإبداء الرأي حول مدى ملاءمة المقياس للغرض الذي صمم من أجله، ومدى سلامة العبارات وشمولها لأبعاد الجانب الوجداني للحس العلمي المحددة بالبحث، ومدى ارتباطها بالبعد الذي تنتمي إليه، ومدى مناسبة التعليمات، وتم تعديل بعض العبارات في ضوء أراء السادة المحكمين.

هـ. **التجريب الاستطلاعي:** بعد التأكد من صدق المقياس طبق على عدد من تلاميذ الصف الأول الاعدادي من غير عينة البحث بغرض تحديد:

- **زمن المقياس:** بينت نتيجة التجريب الاستطلاعي أن الزمن المناسب لانتهاء جميع التلاميذ من الإجابة عن عبارات المقياس (٢٥) دقيقة.
- **الاتساق الداخلي:** تمت عملية الضبط الاحصائي لحساب معاملات صدق الاتساق الداخلي للمقياس، حيث جاءت جميع معاملات ارتباط أبعاد المقياس بالمجموع الكلي دالة عند مستوى (٠.٠٥)، وهذا يعني تمتع المقياس بمستوى مناسب من الصدق، وصالح لأغراض البحث.
- **ثبات المقياس:** تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة (ألفا كرونباخ)، والذي بلغ (٠.٧٤) وهذه القيمة تُعد مقبولة علمياً.

و. **الصورة النهائية للمقياس**[*]: بلغ عدد عبارات المقياس (٢٥) عبارة، أعطى فيها للعبارات الايجابية ثلاث درجات في حالة موافق تماماً، ودرجتين في حالة موافق إلى حد ما، ودرجة واحدة في حالة لا أوافق، والعكس بالنسبة للعبارات السالبة، وبذلك تصبح الدرجة النهائية للمقياس (٧٥) درجة.

٣. مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو

[*] ملحق (٤) مقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني)

تم إعداد هذا المقياس وفقا للخطوات التالية:

أ. **تحديد هدف المقياس:** يتمثل الهدف من إعداد هذا المقياس في البحث الحالي هو قياس فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو.

ب. **تحديد أبعاد المقياس:** في ضوء ما ورد في الإطار النظري للدراسة والاطلاع على من المقاييس السابقة فقد حددت الباحثة أربعة أبعاد لمقياس الوعي بتكنولوجيا النانو، وهي: الالمام بماهية تكنولوجيا النانو، فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو، إدراك أخطار تكنولوجيا النانو، تقدير أهمية دراسة تكنولوجيا النانو.

ج. **صياغة عبارات المقياس:** بعد دراسة الأدبيات والمقاييس المرتبطة صيغت العبارات في الأبعاد الأربع طبقاً لنموذج ليكرت Likert ذي الثلاثة مستويات (موافق تماماً، موافق إلى حد ما، لا أوافق)، وقد بلغ عدد عبارات المقياس في صورته الأولية (٢٤) عبارة.

د. **صدق المقياس:** للتحقق من صدق المقياس تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين لإبداء الرأي حول مدى ملاءمة المقياس للغرض الذي صمم من أجله، ومدى سلامة العبارات وشمولها لأبعاد الوعي بتكنولوجيا النانو المحددة بالبحث، ومدى ارتباطها بالبعد الذي تنتمي إليه، ومدى مناسبة التعليمات، وتم تعديل بعض العبارات في ضوء أراء السادة المحكمين.

هـ. **التجريب الاستطلاعي:** بعد التأكد من صدق المقياس طبق على عدد من تلاميذ الصف الأول الاعدادي من غير عينة البحث بغرض تحديد:

- **زمن المقياس:** بينت نتيجة التجريب الاستطلاعي أن الزمن المناسب لانتهاء جميع التلاميذ من الإجابة عن عبارات المقياس (٢٠) دقيقة.

- **الاتساق الداخلي:** تم حساب معاملات صدق الاتساق الداخلي للمقياس، حيث جاءت جميع معاملات ارتباط أبعاد المقياس بالمجموع الكلي دالة عند مستوى (٠.٠٥)، وهذا يعني تمتع المقياس بمستوى صدق مناسب لأغراض البحث.
- **ثبات المقياس:** تم حساب ثبات الاختبار باستخدام معادلة (ألفا كرونباخ)، والذي بلغ (٠.٧٣) وهذه القيمة تُعد مقبولة علمياً.

و. **الصورة النهائية للمقياس** (*): بلغ عدد عبارات المقياس (٢٤) عبارة، أعطى فيها للعبارات الايجابية ثلاث درجات في حالة موافق تماماً، ودرجتين في حالة موافق إلى حد ما، ودرجة واحدة في حالة لا أوافق، والعكس بالنسبة للعبارات السالبة، وبذلك تصبح الدرجة النهائية للمقياس (٧٢) درجة.

ثالثاً: تحديد عينة البحث

اقتصرت عينة البحث على 35 تلميذ من تلاميذ الصف الأول الإعدادي، وهم من تلاميذ مدرسةالمعادي الجديدة الإعدادية بنين بإدارة المعادي التعليمية بمحافظة القاهرة في العام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢١م. وقد اختيرت العينة بصورة عشوائية ليمثل (٣٥) تلميذ من فصل ٤/١ المجموعة التجريبية، وذلك بعد استبعاد التلاميذ غير المنتظمين في دراسة الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو والقائمة على مدخل STEAM، وأولئك الذين تغيبوا أثناء التطبيق القبلي أو البعدي لأدوات البحث.

رابعاً: إجراءات تطبيق تجربة البحث

قد مر تنفيذ تجربة البحث بالخطوات التالية:

١- قبل البدء في تنفيذ تجربة الدراسة تم تعريف التلاميذ بالهدف من البحث وأهميته بالنسبة إليهم. هذا إلى جانب تعريفهم بخطوات تنفيذ موضوعات الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو ودور كل منهم فيها. وتدريبهم من خلال موضوع غير الموضوعات الخاصة بمادة

(*) ملحق (٥) مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو

المعالجة التجريبية على كيفية استخدام أوراق عمل التلميذ الموزعة عليهم. والتأكيد عليهم بضرورة الاهتمام بممارسة أبعاد الحس العلمي المعرفية والوجدانية والوعي بتكنولوجيا النانو في كل نشاط.

٢- التطبيق القبلي لأدوات البحث: تم تطبيق أدوات البحث الحالي المتمثلة في (اختبار الحس العلمي الجانب المعرفي، مقياس البعد الحس العلمي الجانب الوجداني، مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو) على التلاميذ عينة البحث

٣- تدريس الوحدة المقترحة: قام معلم العلوم بالمدرسة بالتدريس للمجموعة التجريبية، وذلك بعد تدريبه على تنفيذ الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو وتزويده بدليل المعلم لتنفيذ التجريب، كما تم توزيع أوراق عمل التلميذ على تلاميذ المجموعة التجريبية مع التأكيد على كيفية استخدامها، وقد استغرقت تجربة الدراسة (٥) أسابيع بواقع ثلاثة حصص أسبوعياً.

٤- التطبيق البعدي لأدوات البحث: بعد الانتهاء من تدريس الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو أعيد تطبيق أدوات البحث (اختبار الحس العلمي الجانب المعرفي، مقياس البعد الحس العلمي الجانب الوجداني، مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو) على التلاميذ عينة البحث، ثم صححت إجابات التلاميذ في هذه الأدوات، ورصدت درجاتهم في كشوف خاصة تمهيداً لعرض نتائج البحث وتفسيرها ومناقشتها.

أساليب التحليل الإحصائي المستخدمة في معالجة وتحليل النتائج

لاختبار صحة فروض الدراسة استخدمت الباحثة أساليب التحليل الإحصائي الآتية: (صلاح الدين علام، ٢٠٠٦)

١. إحصاء وصفى لحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية للمجموعة التجريبية.

٢. اختبار "ت" T–Test لمجموعتين مرتبطتين لاختبار صحة الفروض الأول والثاني والثالث وإيجاد فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM.

٣. مقياس حجم التأثير η^2 ؛ لبيان قوة تأثير المعالجة التجريبية في كل من: الحس العلمي بجانبيه المعرفي والوجداني، والوعي بتكنولوجيا النانو.

٤. معامل ارتباط بيرسون لاختبار صحة الفرض الرابع.

نتائج البحث – تفسيرها ومناقشتها

فيما يلي عرض لنتائج البحث التي تم التوصل إليها مرتبة وفق أسئلته، وتفسيرها ومناقشتها.

أولاً: النتائج الخاصة بالسؤال الأول، وهو:

ما التصور المقترح لوحدة تعليمية في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM لتلاميذ الصف الأول الإعدادي؟

أسفرت إجراءات البحث عن إعداد الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM، وقد مر إعداد الوحدة المقترحة بالخطوات التالية:

١. تحديد أسس بناء الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM: استندت الوحدة المقترحة إلى مجموعة من الأسس متمثلة في:

أ. طبيعة موضوعات تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وأخطارها.

ب. متطلبات تعليم العلوم وتعلمها القائم على مدخل STEAM.

ج. متطلبات تنمية الحس العلمي بجانبيه المعرفي والوجداني.

د. الخصائص النمائية لتلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسي (التعليم الإعدادي).

٢. تحديد الأهداف العامة للوحدة المقترحة: تسعى الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو المصوغة في ضوء مدخل STEAM؛ إلى تنمية الحس العلمي بجانبيه المعرفي والوجداني والوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي.

٣. تحديد موضوعات الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو، تم تحديد موضوعات البرنامج المقترح من خلال إعداد قائمة بموضوعات تكنولوجيا النانو لتلاميذ الصف الأول الإعدادي، وذلك بإتباع الخطوات التالية:

- تحديد الهدف من القائمة: تحديد الموضوعات الي ينبغي أن تتضمنها الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM لتنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو لتلاميذ الصف الأول الإعدادي.
- مصادر اشتقاق القائمة: تم الاطلاع على الكتب والمراجع العلمية المتعلقة بتكنولوجيا النانو ومراجعة البحوث والدراسات التي أعدت برامج ووحدات تعليمية في تكنولوجيا النانو.
- إعداد القائمة في صورتها الأولية: تم وضع قائمة موضوعات تكنولوجيا النانو في صورتها الأولية، وتم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين من أعضاء هيئة تدريس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية، وأعضاء هيئة التدريس بكلية العلوم؛ لتعرف مدى مناسبة الموضوعات ودرجة أهميتها بالنسبة لتلاميذ الصف الأول الإعدادي.
- الصورة النهائية لقائمة موضوعات الوحدة المقترحة: تم إجراء التعديلات التي اتفق عليها السادة المحكمون، حيث وجه السادة المحكمين بحذف موضوعين هما: تكنولوجيا النانو في الصناعة، وتكنولوجيا النانو في المجال العسكري، وتم إجراء التعديلات، وأصبحت القائمة في صورتها النهائية، مكونة من خمس موضوعات، وهي: اكتشف تكنولوجيا النانو، تكنولوجيا النانو في الطب، الطاقة المتجددة وتكنولوجيا النانو، تكنولوجيا النانو والبيئة، السلامة والأخلاقيات في تكنولوجيا النانو.

4. تحديد استراتيجيات وطرق تدريس الوحدة المقترحة: اعتمدت الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو على مدخل STEAM؛ لذا تم الاستعانة بطرق واستراتيجيات ونماذج تدريس متنوعة؛ منها: استراتيجيات التعلم النشط، نموذج التعلم البنائي، الاستقصاء، التعلم التعاوني، لعب الأدوار، التدريس التبادلي، الحوار والمناقشة.

٥. تحديد الوسائل التعليمية ومصادر المعرفة المرتبطة بالوحدة المقترحة: اختارت الباحثة مجموعة من الوسائل البسيطة سهلة الإعداد، والنماذج والصور ومخططات، وكتب ومقالات

مطبوعة وأخرى الكترونية على الانترنت، والسبورة الذكية، وعروض تقديمية؛ بالإضافة إلى قاعدة تكنولوجية عريضة من الفيديوهات التعليمية، ومواقع المحاكاة التفاعلية.

٦. تحديد الأنشطة التعليمية اللازمة لتدريس الوحدة المقترحة: تم تحديد عدد من الأنشطة التي يمكن أن تساعد التلميذ على فهم موضوعات وحدة تكنولوجيا النانو، وتسهم في تنمية الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو؛ وتنوعت ممارسة الأنشطة ما بين الفردية والتعاونية، ومنها:

- إجراء أنشطة عملية لاستقصاء مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وكتابة تقارير مبسطة عنها.
- تحليل صور ومخططات ورسوم بيانية مرتبطة بماهية تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وأخطارها.
- البحث في شبكة الانترنت عن تطبيقات تكنولوجيا النانو في الطب والطاقة والبيئة وتأثيرها على جوانب حياة التلميذ اليومية، ومشاركة البحث مع الزملاء.
- القيام بأنشطة تفاعلية على منصات تعليمية، وإجراء بعض التجارب افتراضيًا.

٧. تحديد أساليب تقويم الوحدة المقترحة: تم اختيار أساليب التقويم على حسب طبيعة أهداف كل موضوع من موضوعات الوحدة، وقد اشتمل التقويم على أسئلة مقالية وأخري موضوعية، ومهام علمية تتطلب ممارسة الأنشطة الذهنية والعقلية الدالة على الحس العلمي، وقد تم استخدام ثلاثة أنواع من التقويم:

- التقويم القبلي: قبل تدريس الوحدة وتمثلت في ثلاث أدوات، هي: اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي)، ومقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني)، ومقياس الوعي بتكنولوجيا النانو.
- التقويم البنائي: تم استخدامه خلال تدريس موضوعات الوحدة للتأكد من تحقيق التلميذ لأهداف تعلم كل موضوع تم تناوله. وكان عبارة عن اختبار قصيرة، وتكليف بمهمة تتطلب قيام التلميذ بالممارسات التي تدل على الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو في نهاية كل موضوع من موضوعات الوحدة الخمس.

- التقويم النهائي: بعد الانتهاء من تدريس الوحدة، وتمثل في ثلاث أدوات، هي: اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي)، ومقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني)، ومقياس الوعي بتكنولوجيا النانو.

٨. الخطة الزمنية لتدريس الوحدة: تطلب تنفيذ الوحدة (١٥) حصة، بواقع ثلاث حصص أسبوعيًا لمدة خمسة أسابيع، وذلك بخلاف التطبيق القبلي والبعدي لأدوات البحث والجلسة التمهيدية قبل البدء في تدريس الوحدة.

ثانياً: النتائج الخاصة بالسؤال الثاني، وهو:

ما فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي (الجانب المعرفي) لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي؟ فقد تم اختبار صحة الفرض الأول من فروض البحث، الذي نص على:

يوجد فرق دال إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي) لصالح التطبيق البعدي.

وذلك من خلال استخدام اختبار "ت" للمجموعات المرتبطة لتحديد دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي) لتحديد فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في تنمية الجانب المعرفي للحس العلمي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث".

يوضح جدول (٢) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد عينة البحث في اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي)

جدول (٢) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت"

لدرجات أفراد "عينة البحث" في اختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي) **(قبلي–بعدي) (النهاية العظمى = ٣٠ درجة)**

التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة "ت" الجدولية	مستوى الدلالة
القبلي	٣٥	٩.٧٦	٣.٩٥٧	١٤.٥٤٦	٢.٠٢٥	دالة عند 0.05
البعدي	٣٥	٢٦.١٤	٥.٣٤٥			

يتضح من جدول (٢) أن قيمة (ت) دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) حيث إنها تزيد على القيمة الجدولية عند درجات الحرية ٣٤ وهي (٢.٠٢٥)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً بين درجات تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الحس العلمي (الجانب المعرفي) لصالح التطبيق البعدي، ويتفق هذا مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض الأول، وفي ضوء تلك النتيجة يمكن قبول الفرض الأول من فروض البحث.

ولتعرف حجم تأثير المتغير المستقل (الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM) في المتغير التابع (الحس العلمي – الجانب المعرفي) تم حساب حجم التأثير من خلال مربع إيتا (η^2)،(d)

جدول (٣) يوضح قيمة (η^2)، (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	η^2	قيمة "d"	حجم التأثير
الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM	الحس العلمي (الجانب المعرفي)	٠.٨٦١	٢.٤٩	كبير

يتضح من جدول (٣) أن حجم تأثير العامل المستقل (الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM) في المتغير التابع (الحس العلمي – الجانب المعرفي)

كبير؛ نظراً لأن قيمة "d" بلغت (٢.٤٩)، كما أن قيمة (η^2) تساوى (٠.٨٦١)، وهذا يعني أن٨٦.١% من التباين الكلي في المتغير التابع يرجع إلى أثر المتغير المستقل. وهذا يشير إلى أن الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM كان له تأثيراً إيجابياً كبيراً على تنمية الحس العلمي (الجانب المعرفي) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث".

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج عدة بحوث ودراسات اهتمت بتنمية الحس العلمي وخاصة الممارسات التي تدعم الجانب المعرفي باستخدام وحدات تعليمية وبرامج إثرائية واعتمدت على مدخل STEAM، ومداخل تدريسية متعددة، كدراسة (Boy G. A., 2013)، ودراسة (رمضان، حياة علـى، ٢٠١٦)، ودراسة (Bush, S. B. & Cook, K. L. (2016)، ودراسة (Qasim, Wasan & Naji, Asra., 2018)، ودراسة (السيد، سوزان محمد، ٢٠١٩)، ، ودراسة (Matthew A., et al., 2019)، ودراسة (السيد، علياء علي، ٢٠٢٠)، ودراسة (Achilleas Mandrikas, et al., 2020) ، ودراسة (Khamhaengpola, A. et al.,2021)، ودراسة (Bauer, J., 2021)، ودراسة (مصطفى، وائل كمال، ٢٠٢١)، ودراسة (Michailidi E. & Stavrou D., 2022)، ودراسة (Abufoudeh, Basel & Mahameed, Mohammed., 2022)، ودراسة (الشيخ، أسماء عبد الرحمن، ٢٠٢٢).

مناقشة وتفسير النتائج الخاصة بتنمية الحس العلمي – الجانب المعرفي:

من خلال ما أظهرته النتائج من فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي (الجانب المعرفي) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث، يمكن أن ترجع تلك الفاعلية إلى أن:

- موضوعات الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو والمصوغة وفقًا لمدخل STEAM الحديثة والشيقة والتي تتعلق بحياة التلاميذ دمجت مفاهيم تكنولوجيا النانو من تخصصات متعددة، مما سمح للتلاميذ برؤية كيفية تداخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات في تطبيقات العالم الحقيقي، ومن خلال استكشاف تكنولوجيا النانو القائم على مدخل STEAM، اكتسب التلاميذ فهمًا أكثر شمولاً لكيفية ترابط هذه المواضيع، وإعدادهم للتعلم المستقبلي مما زاد من قدرتهم على ربط الخبرات السابقة

بالحاضر والمستقبل؛ الأمر الذي أدي إلى تحسن الحس العلمي (الجانب المعرفي) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.

- الخبرة لا تتم إلا بما يُرى من الحواس وبما يوجد في البنية المعرفية للمتعلم، فكلاهما يكون منظومة إدراكية حسية تتحول إلى أنماط وعادات عقلية وفكرية، وحيث إن الحس العلمي (الجانب المعرفي) يُستدل عليه من خلال ممارسات تعبر عن وجوده، وهذه الممارسات تؤدي إلى تعديل الأداءات الذهنية، ومن ثم تنمية الحس العلمي لدى التلاميذ. فإن الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو شجعت التلاميذ على الاستدلال حول الظواهر المعقدة التي تحدث على مقياس النانو من خلال فحص سلوك المواد والأجهزة في هذا المستوى، وقام التلاميذ بتحليل البيانات، والتوصل إلى استنتاجات قائمة على الأدلة، وتقييم موثوقية المعلومات العلمية. مما زاد من الحس العلمي (الجانب المعرفي) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.
- تطبيق مبادئ وأفكار مدخل STEAM في الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو قد يكون فعالًا في توفير بيئة تعليمية مناسبة لجميع التلاميذ، من خلال تنويع طرق التدريس، ومراعاة الفروق الفردية بينهم، وتحفيز تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث" على بناء التفسيرات، والبحث عن الترابط والمعنى في الظواهر والمحتوى العلمي، والتفاعل النشط مع المحتوى العلمي وتطبيق الممارسات العلمية. وإتاحة الفرص للتلاميذ لطرح الأسئلة الجيدة، وتصميم التحقيقات، وتفسير جداول البيانات والرسوم البيانية، والبحث عن تفسير الظواهر والمشاركة في الجدال حول الأفكار العلمية، وهذه الجوانب الفرعية تعمل معًا في عملية مترابطة للحس العلمي وتؤدي أدوارًا مكملة في عمليتي تعليم وتعلم مفاهيم وتطبيقات وأخطار تكنولوجيا النانو، الأمر الذي

أدى إلى نمو الحس العلمي (الجانب المعرفي) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.

- إشراك التلاميذ في الأنشطة العملية، مثل بناء نماذج نانوية أو إجراء تجارب بسيطة، زودهم بتجارب رسخت لديهم المفاهيم المجردة. ومن خلال الاستكشاف العملي، طور التلاميذ تقديرًا أعمق لتكنولوجيا النانو واكتسبوا ممارسات قيمة في تفعيل الحواس والحس العددي والاستدلال عند تجميع البيانات، الأمر الذي أدى إلى تحسن الممارسات الدالة على الحس العلمي (الجانب المعرفي) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.
- دمجت الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM بين الأنشطة العملية التطبيقية والأنشطة التكنولوجية الرقمية لتشجيع التلاميذ على استكشاف أفكار جديدة، وتجربة المواد، وتصميم حلول جديدة لمشاكل العالم الحقيقي. وتم تحفيزهم على التحلي بالثقة والمرونة أثناء اجتيازهم تحديات الاكتشاف العلمي.
- تنوع أنشطة التعليم والتعلم ما بين الأنشطة اليدوية، وأنشطة الاستقصاء، والأنشطة التي تدعم التفكير العلمي، والمنطقي، ومهارات التفكير العليا، وتشجيع التلاميذ على التعلم النشط من خلال التجارب العملية، وممارسة الأنشطة التي تتيح لهم فرصة لاكتساب المعرفة وتطبيقها في سياقات واقعية؛ الأمر الذي أدى إلى تحسن الحس العلمي (الجانب المعرفي) لدى التلاميذ "عينة البحث".

ثالثاً: النتائج الخاصة بالسؤال الثالث، وهو:

ما فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي (الجانب الوجداني) لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي؟ فقد تم اختبار صحة الفرض الثاني من فروض البحث، الذي نص على:

يوجد فرق دال إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني) لصالح التطبيق البعدي.

وذلك من خلال استخدام اختبار "ت" للمجموعات المرتبطة لتحديد دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في اختبار الحس العلمي (الجانب الوجداني) لتحديد فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في تنمية الجانب الوجداني للحس العلمي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث".

يوضح جدول (٤) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد عينة البحث في مقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني).

جدول (٤) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت"
لدرجات أفراد "عينة البحث" في مقياس الحس العلمي الجانب الوجداني
(قبلي–بعدي) (النهاية العظمى = ٧٥ درجة)

التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة "ت" الجدولية	مستوى الدلالة
القبلي	٣٥	٣٣.٧٨	٧.٨٣٤	١٧.٨٨٩	٢.٠٢٥	دالة عند 0.05
البعدي	٣٥	٦٨.٠٢	٩.٧٨٦			

يتضح من جدول (٤) أن قيمة (ت) دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) حيث إنها تزيد على القيمة الجدولية عند درجات الحرية ٣٤ وهي (٢.٠٢٥)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً بين درجات تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الحس العلمي الجانب الوجداني لصالح التطبيق البعدي، ويتفق هذا مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض الثاني، وبناءً على تلك النتيجة يمكن قبول الفرض الثاني.

ولتعرف حجم تأثير المتغير المستقل (الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM) في المتغير التابع (الحس العلمي – الجانب الوجداني) تم حساب حجم التأثير من خلال مربع إيتا (η^2)،(d)

جدول (٥) يوضح قيمة (η^2)، (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	η^2	قيمة "d"	حجم التأثير
الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM	الحس العلمي – الجانب الوجداني	٠.٨٨٤	٢.٧٦	كبير

يتضح من جدول (٥) أن حجم تأثير العامل المستقل (الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM) في المتغير التابع (الحس العلمي – الجانب الوجداني) كبير؛ نظراً لأن قيمة "d" بلغت (٢.٧٦)، كما أن قيمة (η^2) تساوى (٠.٨٨٤)، وهذا يعني أن٨٨.٤% من التباين الكلي في المتغير التابع يرجع إلى أثر المتغير المستقل. وهذا يشير إلى أن الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM كان له تأثيراً إيجابياً كبيراً على تنمية الجانب الوجداني للحس العلمي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث".

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج عدة بحوث ودراسات اهتمت بتنمية الحس العلمي وركزت على الممارسات التي تعكس الجانب الوجداني باستخدام وحدات تعليمية وبرامج إثرائية واعتمدت على مدخل STEAM، ومداخل تدريسية متعددة، كدراسة (السيد، سوزان محمد، ٢٠١٩)، ودراسة (Alonso-Yanez, et al., 2019)، ودراسة (أبو حاصل، بدرية سعد، ٢٠١٩)، ودراسة (Matthew A., et al., 2019)، ودراسة (Qasim, Wasan & Naji, Asra., 2018)، ودراسة (السيد، علياء علي، ٢٠٢٠)، ودراسة (حسانين، بدرية محمد، وآخرون، ٢٠٢٠)، ودراسة (قديس، شيرين مرقس، ٢٠٢٠)، ودراسة (Achilleas Mandrikas, et al., 2020) ودراسة (مازن، حسام الدين محمد، وآخرون، ٢٠٢٠)، ودراسة (Khamhaengpola,

(A. et al.,2021، ودراسة (مصطفى، وائل كمال، ٢٠٢١)، ودراسة (Michailidi E. & Stavrou D., 2022).

مناقشة وتفسير النتائج الخاصة بتنمية الحس العلمي – الجانب الوجداني:

من خلال ما أظهرته النتائج من فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في تنمية الحس العلمي (الجانب الوجداني) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث، يمكن أن ترجع تلك الفاعلية إلى أن:

- قدمت الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM تطبيقات من العالم الحقيقي أثارت شغف التلاميذ وعززت الشعور بالفضول العلمي والتساؤل حول العالم الطبيعي. ومن خلال دمج الأنشطة العملية وموارد الوسائط المتعددة والعروض التوضيحية التفاعلية، الأمر الذي أدى إلى الاستمتاع بالعمل وحب الاستطلاع العلمي بما زاد من تحسن الحس العلمي (الجانب الوجداني) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.
- تضمنت الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM عديد من التطبيقات العملية التي تؤثر على حياتنا اليومية، بدءًا من المواد والإلكترونيات المتقدمة وحتى الرعاية الصحية والاستدامة البيئية. ومن خلال ربط مفاهيم تكنولوجيا النانو بخبرات التلاميذ وتحدياتهم اليومية، وساعد المعلم التلاميذ على إدراك أهمية العلم في معالجة مشكلات العالم الحقيقي، وهذا الأمر يحتاج إلى المثابرة والاستمرار في العمل؛ الأمر الذي أدى إلى تحسن الحس العلمي (الجانب الوجداني) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث".
- شغف التلاميذ لمعرفة المزيد عن تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وأخطارها وأهميتها زاد من دافعيتهم نحو تعلم موضوعات الوحدة المقترحة مما عزز رغبتهم في مناقشة قضاياها وتكرار ممارسات الحس العلمي من خلال بيئة ثرية بالأنشطة؛ الأمر الذي أدى إلى

تحسن الحس العلمي (الجانب الوجداني) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث

- تضمنت تطبيقات تكنولوجيا النانو في الوحدة المقترحة عرض لأبحاث تكنولوجيا النانو وكيفية التغلب على التحديات والصعوبات، مما يتطلب المرونة والمثابرة من العلماء والمهندسين. من خلال تعريض التلاميذ للطبيعة التكرارية للبحث العلمي وأهمية التعلم من الفشل، والمرونة في مواجهة التحديات والمثابرة حتى تحقيق الهدف، الأمر الذي أدى إلى نمو الحس العلمي (الجانب الوجداني) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.
- تعلم التلاميذ باستراتيجيات التعلم النشط ساعد على زيادة إيجابية التلميذ ومشاركته الفعالة في عملية تعلمه مما أدى إلى زيادة شغفه العلمي، واستمتاعه بتعلم موضوعات الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو، الأمر الذي أدى إلى نمو الحس العلمي (الجانب الوجداني) لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.

رابعاً: النتائج الخاصة بالسؤال الرابع، وهو:

ما فاعلية وحدة مقترحة في تكنولوجيا النانو قائمة على مدخل STEAM في تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي؟ فقد تم اختبار صحة الفرض الثالث من فروض البحث، الذي نص على:

يوجد فرق دال إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو لصالح التطبيق البعدي.

وذلك من خلال استخدام اختبار "ت" للمجموعات المرتبطة لتحديد دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو لتحديد فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث".

يوضح جدول (٦) متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد عينة البحث في مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو

جدول (٦): متوسط الدرجات والانحراف المعياري وقيمة "ت" لدرجات أفراد "عينة البحث" في مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو (قبلي–بعدي) (النهاية العظمى = ٧٢ درجة)

التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة "ت" المحسوبة	قيمة "ت" الجدولية	مستوى الدلالة
القبلي	٣٥	٣٢.٩٢	٨.٥٠٢	١٥.٦٧	٢.٠٢٥	دالة عند 0.05
البعدي	٣٥	٦٧.٤٣	٩.٨٧١			

يتضح من جدول (٦) أن قيمة (ت) دالة إحصائياً عند مستوى (0.05) حيث إنها تزيد على القيمة الجدولية عند درجات الحرية ٣٤ وهي (٢.٠٢٥)، مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً بين درجات تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث" في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي بتكنولوجيا النانو لصالح التطبيق البعدي، ويتفق هذا مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه في الفرض الثالث. وفي ضوء تلك النتيجة يمكن قبول الفرض الثالث.

ولتعرف حجم تأثير المتغير المستقل (الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM) في المتغير التابع (الوعي بتكنولوجيا النانو) تم حساب حجم التأثير من خلال مربع إيتا (η^2)،(d)

جدول (٧) يوضح قيمة (η^2)، (d) المقابلة لها ومقدار حجم التأثير

المتغير المستقل	المتغير التابع	η^2	قيمة "d"	حجم التأثير
الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM	الوعي بتكنولوجيا النانو	٠.٨٧٨	٢.٦٨	كبير

يتضح من جدول (٧) أن حجم تأثير العامل المستقل (الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM) في المتغير التابع (الوعي بتكنولوجيا النانو) كبير؛ نظراً لأن قيمة "d" بلغت (٢.٦٨)، كما أن قيمة (η^2) تساوى (٠.٨٧٨)، وهذا يعني أن٨٧.٨% من التباين الكلي في المتغير التابع يرجع إلى أثر المتغير المستقل. وهذا يشير إلى أن الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM كان له تأثيراً إيجابياً كبيراً على تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث".

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج عدة بحوث ودراسات اهتمت بأهمية تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو باستخدام برامج ومداخل تدريسية متعددة، كدراسة (Sahin, Nurettin & Ekli, Emel., 2013)، ودراسة (فقيهي، يحي ٢٠١٩)، ودراسة (بغدادي، منال ٢٠٢٠)

دراسة (Al-Nemrawi NK, et al., 2020)، ودراسة (Senocak, E., et al., 2021)، ودراسة (Ahmed, Rana Riyad & Daoud, Dhamia Salem, 2021) ، ودراسة (Ahmed, B. K., & Karim, M. A., 2022)

مناقشة وتفسير النتائج الخاصة بتنمية الوعي بتكنولوجيا النانو:

من خلال ما أظهرته النتائج من فاعلية الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث، يمكن أن ترجع تلك الفاعلية إلى أن:

- الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو والقائمة على مدخل STEAM أثارت أسئلة وتحديات مهمة تتعلق بالسلامة والخصوصية والعدالة. ومن خلال مناقشة هذه الاعتبارات في سياق تطبيقات تكنولوجيا النانو، وأثناء الانخراط في المناقشات والتحديات والأخطار المرتبطة بتكنولوجيا النانو انتبه التلاميذ بشكل كبير للتأثيرات الاجتماعية والبيئية لتكنولوجيا النانو وإدراك مخاطرها، مما عزز الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.
- تجاوزت الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو والقائمة على مدخل STEAM حدود التخصصات التقليدية، مما وفر فرصًا للتعلم ثرية ومتكاملة؛ فعلى سبيل المثال، تمكن

التلاميذ من استكشاف كيمياء المواد النانوية، وفيزياء الظواهر النانوية، وبيولوجيا الأنظمة الحية على المستوى النانوي، والمبادئ الهندسية وراء الهياكل النانوية. ومن خلال إجراء ربط بين التخصصات المختلفة، طور التلاميذ فهمًا أكثر شمولاً لتكنولوجيا النانو وصلتها بمجالات الدراسة المختلفة. مما أدى إلى تمكنهم من الالمام بماهية تكنولوجيا النانو، وتقدير أهمية دراستها؛ الأمر الذي أدى إلى تحسن الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.

- تعريف التلاميذ بالصف الأول الإعدادي "عينة البحث" بتكنولوجيا النانو في وقت مبكر زاد من اهتمامهم باكتشاف معارف علمية جديدة وحفزهم لمزيد من التعليم وربما البحث عن مهن مستقبلية متنوعة مرتبطة بمجال تكنولوجيا النانو لما لها من تطبيقات كثيرة مرتبطة بحياتهم اليومية؛ الأمر الذي أدى إلى نمو الوعي بتكنولوجيا النانو لديهم.
- من خلال محتوى موضوعات التعلم (اكتشف تكنولوجيا النانو، تكنولوجيا النانو في الطب، الطاقة المتجددة وتكنولوجيا النانو، تكنولوجيا النانو والبيئة، السلامة والأخلاقيات في تكنولوجيا النانو) وأنشطة التعلم المتنوعة في الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو والقائمة على مدخل STEAM، استطاع التلاميذ القيام بالاستكشاف العملي، والاستقصاء، وحل المشكلات بشكل تعاوني، مما أدى إلى اكتساب التلاميذ فهمًا أعمق لمفاهيم تكنولوجيا النانو، وساعدهم على تنمية المهارات الأساسية والعقلية اللازمة للنجاح في عالم العلوم والتكنولوجيا المتطور باستمرار؛ الأمر الذي أدى إلى زيادة الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.
- تضمنت الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM تطبيقات مهمة لمواجهة التحديات البيئية الملحة، مثل معالجة التلوث، وتوليد الطاقة المتجددة، والزراعة المستدامة. ومن خلال التأكيد على دور تكنولوجيا النانو في الحفاظ على

البيئة، واستكشاف التلاميذ لموضوعات مثل تنقية المياه القائمة على الجسيمات النانوية، أو الخلايا الشمسية، أو المواد النانوية القابلة للتحلل الحيوي للتغليف، ومناقشة الفوائد والقيود المحتملة لهذه التقنيات. يمكن للتلاميذ إدراك أهمية تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجالات عدة في حياتنا، الأمر الذي أدى إلى نمو الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.

خامساً: النتائج الخاصة بالسؤال الخامس، وهو:

ما طبيعة العلاقة بين درجات تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث" في مقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني) ودرجاتهم في مقياس الوعي بتكنولوجيا النانو خلال تطبيق الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM؟ فقد تم اختبار صحة الفرض الرابع من فروض البحث، الذي نص على:

توجد علاقة ارتباطية بين الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو خلال تطبيق الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث"

وذلك من خلال استخدام معامل ارتباط بيرسون لتحديد دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي في مقياس الحس العلمي (الجانب الوجداني)، ومقياس الوعي بتكنولوجيا النانو لتحديد العلاقة الارتباطية بين الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو خلال تطبيق الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي "عينة البحث".

جدول (٨)

معامل ارتباط بيرسون لقياس العلاقة بين الحس العلمي (الجانب الوجداني) والوعي بتكنولوجيا النانو

المتغير	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
- الحس العلمي (الجانب المعرفي) **- الوعي بتكنولوجيا النانو**	٠.٧٦١	دالة إحصائياً عند مستوى ٠.٠٥

يتضح من الجدول (٨) وجود علاقة ارتباطية موجبة بين درجات تلاميذ المجموعة التجريبية في مقياس الحس العلمي الجانب الوجداني ومقياس الوعي بتكنولوجيا النانو، وهذه العلاقة دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠٥)، هذا يتفق مع ما توقعته الباحثة وعبرت عنه بالفرض الرابع. وبناء على هذه النتيجة يمكن قبول الفرض الرابع

وتدل هذه النتيجة على إنه عند استخدام الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في ضوء مستوى الحس العلمي (الجانب الوجداني) لدى تلاميذ المجموعة التجريبية يمكن التنبؤ بالوعي بتكنولوجيا النانو لديهم.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (رمضان، حياة علـى، ٢٠١٦)، ودراسة (السيد، علياء علي عيسى، ٢٠٢٠).

مناقشة وتفسير النتائج الخاصة بالعلاقة الارتباطية بين الحس العلمي (الجانب الوجداني) والوعي بتكنولوجيا النانو:

قد ترجع العلاقة الارتباطية بين الحس العلمي الجانب الوجداني والوعي بتكنولوجيا النانو أثناء دراسة الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو والقائمة على STEAM إلى عدة أسباب منها ما يلي:

- طبيعة الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM، وموضوعاتها الخمس، والأنشطة، وطرق التدريس، ومصادر التعلم المتنوعة التي استخدمت في تنفيذها هيئت الفرصة للتلاميذ "عينة البحث" لتحسين الجانب الوجداني للحس العلمي بما ينطوي عليه من ممارسات كحب الاستطلاع العلمي والاستمتاع بالعمل العلمي؛ مما قد أسهم في الالمام بماهية تكنولوجيا النانو، واتقان المعارف، وفهم تطبيقاتها في عدة مجالات وإدراك أهميتها وفوائدها وأخطارها بما زاد من الوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث.
- غالبًا ما تتضمن أبحاث تكنولوجيا النانو التعاون والتواصل بين العلماء والمهندسين من خلفيات مختلفة، ومن خلال العمل في أنشطة التعلم التعاوني أثناء دراسة وحدة

تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM، طور التلاميذ مهارات العمل الجماعي وتواصلوا بفعالية مع أقرانهم، حيث طُلِب منهم العمل معًا في مهام تعاونية للبحث والتصميم وتقديم موضوع أو تجربة مرتبطة بتكنولوجيا النانو. وقام التلاميذ بتقسيم الأدوار والمسؤوليات، ومشاركة الموارد والأفكار، وممارسة استراتيجيات التواصل الفعال وحل المشكلات أثناء عملهم لتحقيق هدف مشترك، مما أدى إلى تنمية قدرتهم على التحكم في التهور، والتريث في إصدار الأحكام، والمثابرة حتى تحقيق الهدف المنشود، وهذه الممارسات تدل على نمو الحس العلمي (الجانب الوجداني)، الأمر الذي زاد من ارتباط الحس العلمي والوعي بتكنولوجيا النانو لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي عينة البحث خلال دراسة الوحدة المقترحة.

- تطلب تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو خلال دراسة الوحدة المقترحة فهم المبادئ العلمية الأساسية مثل الكيمياء والفيزياء والبيولوجيا، والالمام بماهية تكنولوجيا النانو وبينما يعمل التلاميذ على تعميق وعيهم بتكنولوجيا النانو، فإنهم في نفس الوقت يعززون الممارسات الدالة على نمو حسهم العلمي من خلال فهم المفاهيم والظواهر العلمية المعقدة.
- شجع الوعي بتكنولوجيا النانو التلاميذ على التفكير في الآثار والتطبيقات والقيود المفروضة على معالجة المادة على مقياس النانو. فقد قام التلاميذ بأنشطة عقلية وعملية متنوعة منها تحليل البيانات وتقييم الأدلة واستخلاص النتائج. وساعدت هذه الأداءات في تعزيز الحس العلمي من خلال التريث في إصدار الأحكام.
- ينطوي الوعي بتكنولوجيا النانو على إدراك أخطار تكنولوجيا النانو، والنظر في الآثار الأخلاقية لمعالجة المادة على نطاق النانو، مثل القضايا المتعلقة بالسلامة والخصوصية والأثر البيئي. وهذا الوعي يعزز الحس العلمي من خلال التأكيد على أهمية السلوك المسؤول.

التوصيات والمقترحات

في ضوء ما أسفر عنه البحث الحالي، فإنه يمكن تقديم التوصيات الآتية:

- تدريب معلمي العلوم على تضمين مفاهيم وتطبيقات وأخطار تكنولوجيا النانو في تعليم العلوم وتعلمها؛ لما لها من دور فعال في تحقيق أهداف التربية العلمية.
- تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها وأثارها على المجتمع وأخطارها في ضوء مدخل STEAM في مناهج العلوم.
- الاهتمام باستخدام مدخل STEAM في التدريس لما له من نتائج إيجابية في تحقيق أهداف تعليم العلوم وتعلمها.
- إتباع إجراءات تدريس مخططة بشكل مقصود لتنمية الحس العلمي لدى التلاميذ من خلال تعلم المفاهيم الحديثة كتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.
- الحرص على تنمية الوعي بتكنولوجيا النانو في تدريس العلوم.

وفي ضوء نتائج هذا البحث، تقترح الباحثة إجراء الدراسات التالية:

- دراسة فاعلية استخدام الوحدة المقترحة في تكنولوجيا النانو القائمة على مدخل STEAM في تنمية مهارات التفكير العليا والقدرة على اتخاذ القرار.
- دراسة العلاقة بين الحس العلمي ومتغيرات أخرى مثل التفكير الناقد والتفكير الإبداعي، والتفكير المستقبلي.
- دراسة العلاقة بين الوعي بتكنولوجيا النانو ومتغيرات أخرى مثل الذكاء الوجداني والقدرة على حل المشكلات.
- إجراء دراسة مماثلة على عينة مماثلة من تلاميذ التعليم الابتدائي، وطلاب المرحلة الثانوية.

المراجع

- إبراهيم، مجدي عزيز (٢٠٠٤). موسوعة التدريس. الجزء الخامس، الأردن، دار المسيرة.
- أبو حاصل، بدرية سعد (٢٠١٩). أثر استراتيجية التعلم بجانبي الدماغ في تدريس العلوم على التحصيل وتنمية الحس العلمي وعادات العقل لدى طالبات الصف الأول متوسط، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية، ١١ (١)، ١ – ٤٢
- أحمد، سامية جمال حسين (٢٠٢٠). وحدة مقترحة في النانو تكنولوجي قائمة على استراتيجيات التعليم المتمايز لتنمية الثقافة العلمية والدافعية نحو تعلم العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ذوي أساليب التعلم المختلفة. مجلة البحث العلمي في التربية، ع٢١، ج١٥، ٣٥٦ – ٣٨٢. http://search.mandumah.com/Record/1116546
- بغدادي، منال (٢٠٢٠). درجة الوعي بتقنية "النانو" لدى معلمات العلوم في المرحلة الثانوية بمدينة مكة المكرمة، مجلة القراءة والمعرفة، مجلد ٢٠، ع ٢٢٥، يوليو، ١٣١ – ١٦٤
- الثقفي، شروق بنت عطية تويم، والعزب، إيمان صابر عبد القادر (٢٠٢٠). معوقات الحس العلمي لدى طالبات المرحلة المتوسطة من وجهة نظر معلمات ومشرفات العلوم. دراسات عربية في التربية وعلم النفس، ع ١٤٤، ٢٣ –٦٢ http//:search.mandumah.com/Record131
- حبيب، ناهد محمد عبد الفتاح (٢٠١٧). فعالية وحدة مقترحة في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية التحصيل والقدرة على اتخاذ القرار والاتجاه نحو علوم وتكنولوجيا النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية. العلوم التربوية، كلية الدراسات العليا للتربية، مج ٢٥، ع ٣، ٣١٢ – ٣٤٣.
- حسانين، بدرية محمد ومحجوب، علي كريم وعبد الرحيم، صفاء محمد (٢٠٢٠). فاعلية برنامج مقترح في العلوم قائم على البنائية في تدريس العلوم في تنمية الحس العلمي لدى

التلاميذ المعاقين سمعيًا بالمرحة الإعدادية، مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية، جامعة سوهاج، ٤ (٤)، ٦٧ – ٨٩

- خليل، عمر سيد؛ خليفة، محمد مصطفى محمد؛ وزنقور، ماهر محمد صالح. (٢٠٢٠). استخدام تقنية الإنفوجرافيك في تدريس العلوم لتنمية الحس العلمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. المجلة العلمية لكلية التربية، ع٣٥، ١٩ – ٣٧ http//:search.mandumah.com/Record1288784/
- رمضان، حياة على محمد (٢٠١٦). فاعلية استخدام استراتيجيات التفكير المتشعب في تنمية التحصيل والحس العلمي وانتقال أثر التعلم في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. مجلة التربية العلمية، مج ١٩، ع١، ٣٦ – ١١٤
- الزنطاحي، وفاء ماهر المنوفي، والمعناوي، رفيق سعد (٢٠٢١). وحدة مقترحة في النانو تكنولوجي لتنمية المعرفة النانوية لدى طلاب المدارس الثانوية الزراعية. مجلة كلية التربية، مج٨٣، ع٣، ٢٠٠ – ٢٤٩
- السيد، سوزان محمد (٢٠١٩). فاعلية استخدام السقالات التعليمية القائمة على نموذج التنظيم الذاتي في تنمية بعض مهارات التفكير التحليلي والحس العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في مادة العلوم، المجلة التربوية، جامعة سوهاج، ٥٨، ٣٣٩ – ٤٥٩
- السيد، علياء علي عيسى (٢٠٢٠). أنشطة إثرائية لوحدة الكائنات الحية قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات STEAM لتنمية الحس العلمي والاستمتاع بتعلم العلوم لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، مجلة البحث العلمي في التربية، ٢١ (٤)، إبريل، 277–236
- الشحري، إيمان علي (٢٠١١). فعالية برنامج مقترح في العلوم قائم على تكامل بعض النظريات المعرفية لتنمية الحس العلمي لدى طلاب المرحلة الإعدادية، المؤتمر العلمي

الخامس عشر – التربية العلمية: فكر جديد لواقع جديد، الجمعية المصرية للتربية العلمية، سبتمبر، ٢٠٩ – ٢٩٦

- الشيخ، أسماء عبد الرحمن نامي (٢٠٢٢). فاعلية استراتيجية توماس وروبنسون PQ4R في تنمية الحس العلمي لدى طالبات الصف الثالث المتوسط بمحافظة الخرج، مجلة البحث العلمي في التربية، ع ٢٣، ج ٤، ١١١ – ١٤٠
- الصعب، شعاع بنت سعد، والمطيري، مؤمنة بنت شباب بن مسند (٢٠١٨). تطوير وحدة تعليمية بمقرر الأحياء للمرحلة الثانوية لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في ضوء توجهات STEM، عالم التربية، ع ٦٤، ج١، ٧٤– ١٠٩
- عسيري، ندى عبد الله علي آل مانع (٢٠٢٢). مهارات تدريس مدخل STEM المطورة في ضوء معايير أداء STEM ومستوى اكتسابها لدى معلمات العلوم في المرحلة الثانوية في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية، الثقافة والتنمية، ٢٢، ع١٧٧، يونيو، ٢٦٩ – ٣٠٤
- غانم، تفيدة سيد (٢٠١٥). أبعاد تصميم مناهج STEM وأثر منهج مقترح في ضوئها لنظام الأرض في تنمية مهارات التفكير في الأنظمة Systems Thinking لدى طلاب المرحلة الثانوية، المؤسسة العربية للاستشارات العلمية وتنمية الموارد البشرية، عالم التربية، س ١٦، ع ٥١، يوليو، ١– ٢٥
- فقيهي، يحي علي أحمد (٢٠١٩) فاعلية وحدة إثرائية مقترحة عن تقنية النانو "Nanotechnology" في تنمية الثقافة التقنية والاتجاه نحو تقنية النانو لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة جامعة جازان للعلوم الإنسانية، مج ٨، ع ٢، ٥٦ – ٧١.
- قديس، شيرين مرقس مصري (٢٠٢٠). 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، مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية، ع١٤، ج١١، ديسمبر، ٣٤٥ – ٤٠٠

- كاظم، زهراء رياض وشنيف، مازن ثامر (٢٠١٨). أثر استراتيجية حصيرة المكان في الحس العلمي لدى تلميذات الصف الخامس الابتدائي. مجلة الفنون والأدب وعلوم الإنسانيات والاجتماع، كلية الإمارات للعلوم التربوية، ع ٢٥، ٣٣٦ – ٣٤٨
- مازن، حسام الدين محمد (٢٠١٣). الحس العلمي Scientific Sense من منظور تدريس العلوم والتربية العلمية، المجلة التربوية، جامعة سوهاج، يوليو، ج ٣٤، ٤٥٧ – ٤٦٦
- مازن، حسام الدين محمد (٢٠١٥). تصميم وتفعيل بيئات التعليم الإلكتروني الشخصي في التربية العلمية لتحقيق المتعة والطرافة العلمية والتشويق والحس العلمي، المؤتمر العلمي السابع عشر: التربية العلمية وتحديات الثورة التكنولوجية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، أغسطس، ٢٣ – ٥٩
- مازن، حسام الدين محمد، وحسانين، بدرية محمد، وبشندي، خالد محمد أحمد (٢٠٢٠). فاعلية بيئة تعلم افتراضية قائمة على النظرية البنائية الاجتماعية في تدريس العلوم على تنمية المفاهيم العلمية والحس العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية، جامعة سوهاج، أكتوبر، ع٥، ١٨١٤ – ١٨٤٦
- محمد، عبير عبد الصمد، وسعودي، منى عبد الهادي، والجندي، أمينة السيد (٢٠١٨). برنامج مقترح في النانو تكنولوجي قائم على المعمل الافتراضي وأثره في تنمية المفاهيم العلمية لطالب كلية التربية، مجلة البحث العلمي في التربية، جامعة عين شمس، (١٩)، ١٠، ٤٧١ – ٥١٠

- مصطفى، وائل كمال (٢٠٢١). تصور مقترح لدمج تكنولوجيا النانو بمدارس " STEM" بالمرحلة الثانوية في جمهورية مصر العربية، مجلة سوهاج لشباب الباحثين، جامعة سوهاج، (١)، مارس، ٤٢٥–٤٤٣
- نصحي، شيري مجدي (٢٠١٩). وحدة مقترحة في العلوم قائمة على معايير الجيل القادم لتنمية مهارات التفكير التصميمي الهندسي والحس العلمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، المجلة المصرية للتربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، مج٢٢، ع١٠، ٤٥ – ٨٩
- هاني، مرفت حامد محمد. (٢٠٢٠). فاعلية نموذج زاهوريك البنائي في تصويب التصورات الخطأ لبعض مفاهيم مادة العلوم وتنمية الحس العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي. المجلة المصرية للتربية العلمية، مج٢٣، ع٢، ٤٣ – ١.
- Åberg, O., Varghese, O., Ferraz, N., & Mihranyan, A. (2023). Educational challenges for teaching nanotechnology: Part 2. Pedagogic content development for teaching nanotechnology in life sciences. Retrieved from Uppsala university website: https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-504572
- Abufoudeh, Basel & Mahameed, Mohammed. (2022). Developing a scale of scientific sense for students at a private university. Cypriot Journal of Educational Sciences. 17. 4275-4287. 10.18844/cjes.v17i11.7238.
- Achilleas Mandrikas, Emily Michailidi & Dimitris Stavrou (2020) Te aching nanotechnology in primary education, Research in Science & Technological Education, 38:4, 377- 395, DOI: 10.1080/02635143.2019.1631783
- Ahmed, B. K., & Karim, M. A. (2022). Awareness of nanotechnology among students of scientific departments at the University of Diyala and its relationship to their technical enlightenment. International Journal of Health Sciences, 6 (S7), 3298–3315. DOI:10.53730/ijhs.v6ns7.12463

- Ahmed, Rana Riyad & Daoud, Dhamia Salem (2021). Awareness of Nanotechnology among students of the College of Education for Pure Sciences. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, Vol.12 No.13, 2634-2645
- Al-Nemrawi NK, AbuAlSamen MM, Alzoubi KH. Awareness about nanotechnology and its applications in drug industry among pharmacy students. Curr Pharm Teach Learn. 2020 Mar;12(3):274-280. Doi: 10.1016/j.cptl.2019.12.003. Epub 2019 Dec 10. PMID: 32273062.
- Alonso-Yanez, Gabriela & Thumlert, Kurt & de Castell, Suzanne & Jenson, Jennifer. (2019). Pathways to sustainable futures: A "Production Pedagogy" Model for STEM Education. Futures. 108. 10.1016/j.futures.2019.02.021.
- Babenko D. D., Dmitriev A. Makarov S., P.G. & Mikhailova I.A. (2021). Features of the educational program «Nanotechnologies and nanomaterials in energy»: machine learning Journal of Physics: Conference Series, V(2150), XII All Russian Conference Thermophysics and Power Engineering in Academic Centers" (TPEAC), 25-27 October 2021, Sochi, Russia Published under licence by IOP Publishing Ltd https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2024914
- Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). Science, technology, engineering, mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion. Portsmouth, NH: RMC Research Corporation, Center on Instruction.
- Bauer, J. (2021). Teaching Nanotechnology through Research Proposals Journal Chemical. Education., (98), 2347−2355. https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jchemed.0c0
- B ayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., & Rizzolio, F. (2019). The History of Nanoscience and Nanotechnology: From

Chemical-Physical Applications to Nanomedicine. Molecules (Basel, Switzerland), 25(1), 112. https://doi.org/10.3390/molecules25010112

- Bhushan, Bharat (2007). Springer Handbook of Nanotechnology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, DOI https://doi.org/10.1007/978-3-540-29857-1
- Blonder, Ron & Dinur, Merav. (2011). Teaching Nanotechnology Using Student-Centered Pedagogy for Increasing Students' Continuing Motivation. Journal of Nano Education. 3. 51-61. 10.1166/jne.2011.1016.
- Boy G. A., (2013) From STEM to STEAM: Toward a human-centered education. Paper presented at the European Conference on Cognitive Ergonomics, Toulouse, France, 26–28 August.
- Bush, S. B. & Cook, K. L. (2016). Constructing Authentic and Meaningful STEAM Experiences Through University, School, and Community Partnerships. Journal of STEM Teacher Education, 51(1). Retrieved from https://ir.library.illinoisstate .edu/jste/vol51/iss1/7.
- Bybee R., (2010). Advancing STEM education: a 2020 vision Technology and Engineering, Teacher, 70 (1), 30–35
- Christine V. McDonald. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering, and mathematics. Science Education International. 27(4), 530-569.
- Curreli, M.; Rakich, S. S. (2020). An Integrated Approach to Teaching and Learning Nanotechnology: The Omni Nano Model. J. Res. Innov. Teach. Learn, 13 (1), 141– 145, DOI: 10.1108/JRIT-02-2020-0012
- Gardner, G.; Jones, G.; Taylor, A.; Forrester, J.; Robertson, L. (2010). Students' Risk Perceptions of Nanotechnology Applications: Implications for science education. International Journal of Science Education, (32)14, 1951–1969. https://doi.org/10.1080/09500690903331035

- Henriksen D. (2014, Full). STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices the STEAM Journal 1, 2.
- Hingant B, Albe V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: a review of literature. Studies in Science Education, (46)2, 121–152.
- Hoachlander, G. and Yanofsky, D. (2011). Making STEM real: by infusing core academics with rigorous real-world work, linked learning pathways prepare students for both college and career, Educational Leadership, 68 (3) 60–65.
- Hsiao-Ping Yu & Enyi Jen (2020) Integrating Nanotechnology in the Science Curriculum for Elementary High-Ability Students in Taiwan: Evidenced-Based Lessons, Roeper Review, 42:1, 38-48, DOI: 10.1080/02783193.2019.1690078
- Hussain, Chaudhery Mustansar (2020). The ELSI Handbook of Nanotechnology: Risk, Safety, ELSI and Commercialization, Scrivener Publishing LLC, DOI:10.1002/9781119592990
- Jackman, J. A., Cho D., Lee J., Chen J. M., Besenbacher F., Bonnell D. A. Hersam M C., Weiss P. S., Cho N. (2016). Nanotechnology Education for the Global World: Training the Leaders of Tomorrow ,ACS Nano, (10) 6, 5595–5599. https://doi.org/10.1021/acsnano.6b03872
- Khamhaengpola,A. & Sripromb,M. & Chuamchaitrakoola ,P. (2021) .Development of STEAM activity on nanotechnology to determine basic science process skills and engineering design process for high school students. Thinking Skills and Creativity, (39), March https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871187121000110
- Kolářová, L., & Rálišová, E. (2017). The concepts of nanotechnology as a part of physics education in high school and in interactive science museum. AIP Conf. Proc., 1804, 040005, DOI: 10.1063/1.4974384

- Liliawati, Winny & Rusnayati, H & Purwanto, & Aristantia, G. (2017). Implementation of STEAM Education to Improve Mastery Concept. The 2nd Annual Applied Science and Engineering Conference (AASEC), IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 288. 012148. Doi:10.1088/1757-899X/288/1/012148.
- Lin, S. & Lin, H. (2016). Learning nanotechnology with texts and comics: the impacts on students of different achievement levels. International Journal of Science Education.38(8).1373-1391.
- Lin, S., Wu M.; Cho T., & Chen H. (2015). The effectiveness of a popular science promotion program on nanotechnology for elementary school students in I-Lan City, Research in Science & Technological Education, (33) 1, 22-37 DOI:10.1080/02635143.2014.971733
- Maeda, J. (2013). STEM + Art = STEAM, The Journal STEAM, 34 (1), 1-3
- Mandrikas, A.; Michailidi, E.; Stavrou, D. (2019). Teaching Nanotechnology in Primary Education. Research in Science & Technological Education, 38, 4, 377- 395 DOI:10.1080/02635143.2019.1631783
- Manou L., Spyrtou, A.,Hatzikrani E. & Kariotoglou P., (2021). What does "Nanoscience –Nanotechnology" mean to primary school teachers?. International Journal of Science and Mathematics Education 20(6):1-22 DOI:10.1007/s10763-021-10199-6
- Matthew A. Cannady, Paulette Vincent-Ruz, Joo Man Chung, Christian D. Schunn (2019). Scientific sensemaking supports science content learning across disciplines and instructional contexts, Contemporary Educational Psychology, 2019, 59, 101802, 1-15. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101802
- Michailidi E. & Stavrou D. (2022). Supporting the implementation of a nanotechnology teaching-learning sequence through post-induction science teacher mentoring. International Journal of Science Education, 44(1):1-27 DOI:10.1080/09500693.2021.2024914

- Moore T., Stohlmann M., Wang H., Tank K., Glancy A. and Roehrig G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices 35–60 West Lafayette: Purdue University Press.
- Nayareth Quirola, Valentina Marquez, Silvia Tecpan, and Samuel E. Baltazar (2018). Didactic Proposal to include Nanoscience and Nanotechnology at high School curriculum linking Physics, Chemistry and Biology. Journal of Physics: Conference Series, vol. 1043, 1-10. DOI 10.1088/1742-6596/1043/1/012050
- Odden, Tor Ole & Russ, Rosemary. (2018). Defining sensemaking: Bringing clarity to a fragmented theoretical construct. Science Education. 103 (6). 187 - 205 DOI:10.1002/sce.21452
- Park, E. J. (2019). Nanotechnology Course Designed for Non-Science Majors to Promote Critical Thinking and Integrative Learning Skills. J. Chem. Educ., 96 (6), 1278– 1282, DOI: 10.1021/acs.jchemed.8b00490
- Qasim, Wasan & Naji, Asra. (2018). The acquisition of the concepts of nanotechnology by the students of chemistry in the college of Education for pure Sciences /Ibn Al-Haytham and its relation to their technological awareness College of Education for pure science / Ibn Al-Haitham Lecture. 10.13140/RG.2.2.32044.08320.
- Sahin, Nurettin & Ekli, Emel. (2013). Nanotechnology awareness, opinions, and risk perceptions among middle school students. International Journal of Technology and Design Education. 23. 867-881. 10.1007/s10798-013-9233-0.
- Sakhnini, S.; Blonder, R. (2016). Nanotechnology Applications as a Context for Teaching the Essential Concepts of Nst. International Journal of Science Education, 38 (3), 521-538.
- Senocak, E., Ozdemir, T., Yilmaz, F., Tayhan, Y., & McNally, H. A. (2021). A nanoscience and Nanotechnology Educational Program for

high School Students: Examination of Preliminary Trials. Journal of Materials Education, 43(1-2), 93-108.

- Sorge, B., Fore, G., Nunnally, E., Gibau, G., & Agarwal, M. (2017). Nanotechnology experiences for students and teachers (NEST): Enhancing teachers' self-efficacy and their understanding of STEM career opportunities. In 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 1–6. https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190676
- Spyrtou, A., Manou, L., & Peikos, G. (2021). Educational Significance of Nanoscience–Nanotechnology: Primary School Teachers' and Students' Voices after a Training Program. Education Sciences, 11(11), 724. MDPI AG.
- Stavrou, D.; Michailidi, E.; Sgouros, G.; Dimitriadi, K. (2015). Teaching High-School Students Nanoscience and Nanotechnology. Lumat Int. J. Math, Sci. Technol. Educ., 3 (4), 501–511, DOI: 10.31129/lumat.v3i4.1019
- Stohlmann, Micah; Moore, Tamara J.; and Roehrig, Gillian H. (2012) Considerations for Teaching Integrated STEM Education, Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2 (1), 28 – 34. https://doi.org/10.5703/1288284314653
- Tarafdar, J. & Shikha, Sharma & Raliya, Ramesh. (2013). Nanotechnology: Interdisciplinary science of applications. African Journal of Biotechnology. 12. 219-226. 10.5897/AJB12.2481.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P. and Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. European Journal of STEM Education, May, 3(1) https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525
- White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important? Florida Association of Teacher Educators Journal, 1(14), 1-8. Retrieved from http://www.fate1.org/journals/2014/white.pdf