كلية التربية
كلية معتمدة من الهيئة القومية لضمان جودة التعليم
إدارة: البحوث والنشر العلمي ( المجلة العلمية)
=======

# برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو (NST) لتنمية مهارات التفكير التقويمي والوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم

إعـــــداد

**سماح محمد أحمد عيد**

مدرس مناهج وطرق تدريس العلوم – كلية التربية – جامعة أسيوط

﴿المجلد السابع والثلاثون–العدد الثاني عشر– جزء ثاني– ديسمبر ٢٠٢١م ﴾

http://www.aun.edu.eg/faculty_education/arabic

## الملخص

هدف البحث إلى التعرف على فاعلية برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو(NST) لتنمية مهارات التفكير التقويمي والوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم ولتحقيق هدف البحث تم اعداد (قائمة بموضوعات علوم وتكنولوجيا النانو ، البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو ، دليل المعلم لتدريس موضوعات البرنامج وأوراق العمل للطلاب ، اختبار مهارات التفكير التقويمي ومقياس دافعية الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاته البيولوجية والبيئية) . وتكونت مجموعة البحث من (٥٠) طالب وطالبة بالفرقة الثالثة شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية والبيئية بكلية التربية – جامعة أسيوط . وبتطبيق تجربة البحث ومعالجة النتائج احصائياً ، توصلت نتائج البحث إلى فاعلية البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو(NST) في تنمية مهارات التفكير التقويمي والوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم، وأوصي البحث بأهمية تضمين علوم وتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مراحل التعليم الجامعى وقبل الجامعى مواكبةً للتطورات والمستحدثات العلمية ، كما أوصى البحث بضرورة توجيه الاهتمام لتنمية مهارات التفكير التقويمي لدى المتعلمين مواجهةً للقضايا والمستحدثات العلمية .


**الكلمات المفتاحية:** علوم وتكنولوجيا النانو، التفكير التقويمي ، الوعى بقضايا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية

## Summary

The present research aimed at identifying the effectiveness of a suggested program in Nano Sciences and Technology (NST) for developing the evaluative thinking skills and awareness of Nano technology issues and their biological and environmental applications among student teachers of sciences. To achieve the research aim, a list of Nano sciences and technology topics, the suggested program in Nano sciences and technology, work sheets for students, an evaluative thinking test, and a scale of the awareness of NST issues and their biological and environmental applications were prepared. The research group consisted of (50) male and female students in the third year biological and environmental sciences section, Faculty of Education-Assiut University. After conducting the research experiment, and the statistical treatments, the research results showed the effectiveness of the suggested program in NST, in developing the evaluative thinking skills and the awareness of the NST and their biological and environmental applications among student teachers of sciences. The research recommended the importance of implying NST and their applications at the university and pre university education in order to cope with scientific innovations. Also, the research recommended the necessity of developing evaluative thinking skills among learners to cope with scientific issues and innovations.

**Key Words:**

Nano Sciences and Technology (NST) , Evaluative Thinking Skills , Awareness of Nano Issues and their Biological and Environmental Applications

## مقدمة

شهد العالم في السنوات القليلة الماضية نمواً ملحوظاً في المستحدثات العلمية والتكنولوجية التي طرأت على المجتمع وأصبحت في وقت وجيز جزءاً من حياتنا اليومية ، وأحد أهم هذه التطورات "علوم وتكنولوجيا النانو" (NST) Nanoscience and Nanotechnology والتي أطلق عليها "الثورة الصناعية الرابعة " وهى من أبرز التطورات العلمية والتكنولوجية في العصر الحالي، وأصبحت أملاً لحل العديد من المشكلات في كافة المجالات الصناعية والطبية والالكترونية والتعليمية...الخ.

وتشير تكنولوجيا النانو إلى أي تكنولوجيا يتم تنفيذها على المستوى النانوي، وتُعرف بأنها إعادة هيكلة المادة على المستويين الذري والجزيئي في الحجم النانوي( ١ : ١٠٠ نانومتر). (Roco et al .2011,897) والنانومتر Nanometer في مجال العلوم جزءاً من مليار (جزء من ألف مليون) كوحدة لقياس أطوال الأشياء متناهية الصغر ،التي لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني ، وقد أدى صغر مقاييس تلك المواد النانوية إلى اختلاف خصائصها الفيزيائية والكيميائيةً عن المواد كبيرة الحجم التي تزيد أبعادها عن ١٠٠ نانومتر. (Bhushan ,2017 ,2)

وعلوم تكنولوجيا النانو ليست مجالا منفصلاً عن العلوم ولا يمكن اعتباره مجالاً قائما بذاته مستقلاً عن غيره من مجالات العلوم المختلفة ، ولكنه أحد مجالات العلوم التي تستمد أصولها من العلوم الأساسية المختلفة: الكيمياء ، البيولوجي ، الفيزياء ، والهندسة بفروعها المختلفة، وتؤكد على التكامل بينها من خلال رؤية جديدة للمكونات الأساسية للمادة – الذرات والجزيئات– عند الحجم النانوي . (2347, 2021, Bauer ؛ شلبي ، ٢٠١٢، ٢١) فهي من العلوم البينية التي تمدنا بفهم غير مسبوق للمادة من خلال تعديل البناء الجزيئي أو الذري للمادة ، وإعادة هيكلتها عند حجم النانو بما يحقق بناء تراكيب ومنتجات جديدة وبصفات وخصائص فريدة .(Roco ,2003,1274 ) فعندما تكون المواد بحجم النانو تختلف خصائصها المادية والكيميائية والبيولوجية عن خصائص كل ذرة أو جزئ أو كتلة مادة بمفردها . (سلامة ،٢٠٠٩، ١٤)

وقد حظيت علوم وتكنولوجيا النانو باهتمام عالمي وأصبحت مكون رئيسي في الاقتصاد العالمي وانتشرت بسرعة فائقة ؛ وتقوم جميع دول العالم تقريبًا باستثمارات كبيرة ومتزايدة في تطبيقات النانو في كل المجالات .(Jackman et al ,2016,5595 ) وقدمت تكنولوجيا النانو العديد من الحلول للمشكلات مثل التشخيص والعلاج وتوصيل الأدوية واصلاح الخلايا ، وتنقية المياه والحد من تلوث الهواء والطاقة النظيفة ، والصناعات الغذائية وتحسين جودة المحاصيل الزراعية ، بما في ذلك المواد الذكية والتصنيع النانوي والإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات والأمن القومي الخ (Bhushan,2016,2 )

ونظرًا للتطور السريع لعلوم وتكنولوجيا النانو (NST) والتنافس العالمى المتزايد على السبق في هذا المجال من جميع الدول المتقدمة والنامية زادت الحاجة إلى تضمين مفاهيم وتطبيقات تكنولوجيا النانو في التعليم الرسمي بمختلف المراحل التعليمية. ( Laherto, 2010 ,160) وذلك لعدة أسباب منها رفع قوة العمل المستقبلية في مجالات النانو لتلبية التوقعات الاقتصادية انتشار تطبيقات تكنولوجيا النانو التي أصبحت جزء من الحياة اليومية. Hingant & Albe (2010) بالاضافة إلى أهمية التأكيد على العلاقة الوثيقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع ودور العلم في حل مشكلات المجتمع. (Mandrikas et al , 2021,630)

وقد أوصت دراسة شلبي (٢٠١٢، ٥٠) على ضرورة الاهتمام بتعليم النانوتكنولوجي في التعليم العام ، لمساعدة الطلاب على الوعي بالمفاهيم الأساسية لتكنولوجيا النانو ومزاياها والمخاطر التي قد تنجم عنها ،وتشجيعهم على اختيار المهن في مجال تكنولوجيا النانو أو المهن ذات العلاقة . كما أكدت سلامة (٢٠٠٩، ١٥) على أن التوعية العلمية تعد جزءاً مهماً ضرورياً يسير جنباً إلى جنب مع السياسات العلمية والتكنولوجية في الدولة . وأكد Xie & Lee (2012,106) على ضرورة نشر ثقافة تكنولوجيا النانو بين الطلاب في كافة المراحل التعليمية أملاً أن يكون بينهم أجيال مستقبلية من العلماء والمهندسين والفنيين الذين سيساعدون في تطوير علوم وتكنولوجيا النانو .

ونظراً لان علوم وتكنولوجيا النانو من العلوم البينية التي تستمد اصولها من الفيزياء والكيمياء والبيولوجي بالاضافة إلى اعتمادها على عمليات العلم، فقد اتفق التربويون والأكاديميون على أن التربية العلمية هى المجال الأكثر ملاءمة لتعليم تكنولوجيا النانو ، ويجب تدريسها في البيولوجي والكيمياء والفيزياء وفقاً لخصائص المراحل العمرية للمتعلمين ،

مع مراعاة التكامل بين هذه التخصصات لأن الحدود بين تخصصات العلوم التقليدية (الكيمياء ،الفيزياء ،البيولوجي ) تزول عند وصف سلوك المواد عند الحجم النانوي، فضلاً على أن الطبيعة تعمل بمجموعة واحدة من القوانين سواء مع الأنظمة الحية وغير الحية، ومن ثم فتضمين تكنولوجيا النانو في التربية العلمية يعزز اكتشاف التداخل بين التخصصات في مناهج العلوم المختلفة ويؤكد التكامل فيما بينها.(شلبي، ٢٠١٢، ١٢)

وباعتبار معلم العلوم أحد الركائز المهمة في العملية التعليمية فإن له دوراً مهماً في نقل الثقافة والمعرفة العلمية ومستحدثاتها ومواجهة قضايا المجتمع ومشكلاته وتوعية تلاميذه بها وربط العملية التعليمية بالبيئة والمجتمع .(نصر،١٩٩٩، ٦٩٩) ومن ثم يجب إعادة النظر في برامج إعداد معلم العلوم بحيث يتمكن الطالب المعلم من اكتساب المعلومات والمهارات اللازمة للتعامل مع تطبيقات تكنولوجيا النانو وما تحمله من آمال ومخاوف واتخاذ قرارات صائبة نحوها .(الميهي، ٢٠٠٨، ١١٠١)

وهناك العديد من الدرسات التي أكدت أهمية تنمية الوعى لدى معلمي العلوم بعلوم وتكنولوجيا النانو وتطبيقاته منها : دراسة Manou et al (2021) والتي أشارت إلى ضرورة المام المعلم بعلوم وتكنولوجيا النانو كونها مجال علمي جديد وتدريسه يتطلب تعلم معلمي العلوم لهذا الموضوع وفهمه والشعور بالثقة الكافية لتدريسه في المدرسة. كما أكدت دراسة Michailidi& Stavrou(2022) على أهمية تدريس علوم وتكنولوجيا النانو للطلاب المعلمين لتوسيع معرفتهم بقضايا تكنولوجيا النانو ، وفي حين خلصت دراسة Forbes & Davis (2008) إلى أن أهم العوائق والصعوبات التي تواجه معلمي العلوم في تدريس علوم وتكنولوجيا النانو عدم فهمهم لتطبيقاتها ،وعدم الوعي بأبعادها الاجتماعية والأخلاقية. وأشارت دراسة Alford et al (2007,632) إلى ضرورة تقديم علوم وتكنولوجيا النانو لمعلمي العلوم ؛وذلك لأن معلمي العلوم متخصصين في فرع من الفروع التقليدية للعلوم ، وسوف يجدون صعوبة في تدريس موضوعات علوم وتكنولوجيا النانو ، فضلاً على أنهم ينقصهم الوعي بهذا العلم وتطبيقاته وهم معرضون لأسئلة من قبل تلاميذهم عن تطبيقات تكنولوجيا النانو ، وأكدت دراسة ( Peers et al.(2003 على الحاجة لإعداد معلمي العلوم لتدريس موضوعات علوم وتكنولوجيا النانو وضرورة تعزيز الخبرة العلمية لديهم بهذه الموضوعات الحديثة.

كما أن هناك العديد من الدرسات التي أكدت على أهمية تدريس علوم وتكنولوجيا النانو في مختلف المراحل الدراسية : ( Michailidi& Stavrou(2022 ، Babenko et al (2022) Senocak et al 2021) ، Khamhaengpola et al (2021)،(2021) الزنطاجي ، Senocak et al ( 2021)، Spyrtou et al Zor & Kan(2021) (٢٠٢١)، مصطفى (٢٠٢١) ، أحمد (٢٠٢٠)، صبري وآخرون (٢٠١٩)، (2016) Lin & Lin، Sakhnini & Blonder (2016) ، Karisan & Zeidler ( 2017) ، ملكاوي (٢٠١٧)، Mutambuki (2014) ، Jones et al (2013)،Merav & Ron(2011)

وبالرغم من ايجابيات تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي أسهمت في حل العديد من المشكلات في مختلف المجالات ؛ألا أن هناك العديد من التخوفات من مخاطر تطبيقات تكنولوجيا النانو وترتبط هذه المخاوف بطبيعة المواد النانوية وحجمها المتناهي في الصغر (الاسكندراني وآخرون ،٢٠١٦، ٤٧؛ عبد الرحمن ، ٢٠١٣، ١٠٥) فالحجم المتناهي في الصغر لهذه الجزيئات يجعلها شديدة التفاعل مع بيئتها ، وفضلاً عن ذلك يمكن لهذه المواد متناهية الصغر التسلل وراء جهاز المناعة في الجسم البشري وبإمكانها أيضاً أن تتسل من خلال غشاء خلايا الجلد والرئة وما هو أكثر إثارة للقلق أن بإمكانها أن تتخطى حاجز دم الدماغ. (مارنو و الحساني ،٢٠١٧، ٣١٤)

ويتضح مما سبق أن تكنولوجيا النانو كغيرها من المستحدثات العلمية لها ايجابياتها في حل العديد من المشكلات ، كما أنها تحمل في طياتها العديد من المخاطر والمخاوف ولعل أهم هذه المخاوف تتعلق بطبيعة المواد النانوية وحججمها المتناهي في الصغر وخطورة تراكمها في البيئة أو الوصول لجسم الانسان والحاق الضرر به ، وكذلك الاستخدام غير الاخلاقي لهذه التكنولوجيا كاستخدامها في الحروب أو التجسس أو التحكم في الانسان ، ومن ثم فلابد من توخى الحذر في التعامل مع تطبيقات النانو ونشر الوعى بين أفراد المجتمع بهذه المخاطر للموازنة بين ايجابيات تكنولوجيا النانو والتفكير في مخاطرها والتنبؤ بالمشكلات التي يمكن أن تنجم عنها ، وتقيمها واصدار حكم عليها ومن ثم اتخاذ قررات صائبة نحوها.

ويعد تنمية التفكير التقويمي أحد أنماط التفكير المهمة التي فرضتها طبيعة العصر والتقدم العلمي والتكنولوجي وما يصاحبها من قضايا وتحديات لجميع المراحل التعليمية ، وعلى رأسهم مرحلة التعليم الجامعي ،وخاصة كليات التربية لما يقع على عاتقها من مسئولية إعداد أجيال من المعلمين قادرين على مواجهة التحديات التي تفرضها متغيرات العصر واعمال الفكر فيها واتخاذ قررات صائبة نحوها والذي بدوره ينعكس على تلاميذهم في المستقبل.

فإعداد موارد بشرية قادرة على حل المشكلات وايجاد حلول بديلة يعد هدفاً اساسياً للعملية التعليمية ، ومهارات التفكير التقويمي أحد مهارات التفكير التي يجب تنميها لدى الطالب معلم العلوم وهى أحد مخرجات التعلم الرئيسة لمرحلة البكالوريوس كما حددها نظام مواصفات المؤهلات القومية الاندونيسية Indonesian National Qualifications Framework (INQF) وتتداخل مهارات التفكير التقويمي مع غيرها أنماط التفكير كالتفكير الناقد والتفكير المنظومي واتخاذ القرار. (Sofia et al 2021)

ويعد التفكير التقويمي أحد أنماط التفكير التي تهدف إلى إصدار حكم حول قيمة الأفكار أو الأشياء وسلامتها ونوعيتها وفق محكات أو معايير محددة" .(على ، ٢٠١١، ٢٠٢) فمهارات التفكير التقويمي من المهارات الاساسية التي يجب تنميتها لدى المتعلمين في كافة المراحل التعليمية لبناء قدراتهم الذهنية لمواجهة المواقف الحياتية .(سعادة ،٢٠٠٤، ٥٤٤) فمهارات التفكير التقويمي تساعد المتعلمين على تقييم المعلومات التي تقدم إليهم واصدار حكم على قيمة ما يقرونه أو يشاهدونه بعد التأكد من مصداقيته والتمييز بين الحقائق والاراء والافكار المغلوطة والسليمة ومن ثم تطوير معايير يمكن من خلالها اصدار احكام منطقية تستند إلى أدلة وبراهين .(حسن ،٢٠٢١، ٣٣٣)

وهناك العديد من الدراسات التي أكدت على أهمية التفكير التقويمي منها دراسة : حسن (٢٠٢١) ، (Sofia et al( 2021، البيطار وآخرون (٢٠٢١)، الحنان (٢٠٢٠) ، ثامر وسويدان (٢٠٢٠)،(Politis & Houttz (2015 ، ابراهيم (٢٠١٤)،عبد الرحيم (٢٠١٠)، عبد الوهاب وآخرون (٢٠١٨)،عمر (٢٠١٤) .

مما سبق يتضح أهمية تعليم علوم وتكنولوجيا النانو كأحد المستحدثات العلمية والتكنولوجية وضرورة تنمية وعي معلم العلوم بها وبتطبيقاتها وما تثيره من قضايا ومخاطر وايجابيات وسلبيات ، وكذلك تنمية مهارات التفكير التقويمي لمواجهة هذه المستحدثات والتعامل معها. ومن ثم حاول هذا البحث تقديم **برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو (NST) لتنمية مهارات التفكير التقويمي والوعى بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم.**

## مشكلة الدراسة

بالرغم من أهمية تعليم تكنولوجيا النانو وتضمينها في المناهج الدراسية والذي أشارت إليه العديد من الدرسات مثل : Senocak et al ( 2022) (2022) Babenko et al (2021) Khamhaengpola et al (2021)، Zor & Kan (2021)، Senocak ( 2021) et al، الزنطاجي (٢٠٢١)، مصطفى (٢٠٢١)، Ipek et al (2020) أحمد (٢٠٢٠)، صبري وآخرون (٢٠١٩)، Lin&Lin (2016) ،محمد وآخرون (٢٠١٨)، عليان والعرفج (٢٠١٥)، Sakhnini & Blonder (2016) ، Karisan & Zeidler ( 2017) ، محمد (٢٠١٧)، Mutambuki (2014) ، Jones et al (2013)، Ron& Merav (2011) . وبالرغم من أهمية تنمية التفكير التقويمي والذي أكدت عليه العديد من الدرسات منها: Sofia et al( 2021)، البيطار وآخرون (٢٠٢١)، الحنان (٢٠٢٠) ، ثامر وسويدان (٢٠٢٠)،Politis & Houttz (2015)، ابراهيم (٢٠١٤)، ، عبد الرحيم (٢٠١٠)، على (٢٠١٢) عبد الوهاب وآخرون (٢٠١٨)،عمر (٢٠١٤) .

وبالرغم من أهمية تنمية الوعى لدى معلمي العلوم بتكنولوجيا النانو وتطبيقاته وهذا ما أكدته العديد من الدرسات منها: دراسة Manou et al (2021) ، Forbes & Davis (2008) Alford et al ( 2003).Peers et al، (2022)Michailidi& Stavrou ، Spyrtou et al (2021)، العتيبي (٢٠٢١) ، ألا أن هناك العديد من الدراسات التي أكدت على تدني الوعى معلمي العلوم بتطبيقات تكنولوجيا النانو منها : Senocak et al (2022) ، Ipek et al(2020) Cox (2012) ، البغدادي (٢٠١٦) ، درويش وأبوعميرة (٢٠١٨) .

وباجراء بعض المقابلات التشخيصية مع مجموعة من طلاب الفرقة الثالثة والرابعة ( شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية والبيئية) بلغ عددهم (٧٠طالب وطالبة) للتعرف على مدى معرفتهم بعلوم وتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.وقد صيغت أسئلة المقابلة من نوع الأسئلة المفتوحة تضمنت ست أسئلة حول مفهوم علوم وتكنولوجيا النانو، و تطبيقاتها ، وايجابيتها ومخاطرها ، المقررات التخصصية أو الثقافية التي تمت دراستها عن علوم وتكنولوجيا النانو كمقرر مستقل أو كموضوع ضمن أحد المقررات ، وقد جاءت نتائج هذه المقابلات والمناقشات كما يلي:

- (٩٠%) من الطلاب لم يعرفوا عن تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها ومخاطرها ومنتجاتها سوي معرفتهم "النانو" كوحدة قياس فقط .
- أكد(١٠٠%) من الطلاب عدم دراستهم لأي مقرر عن علوم وتكنولوجيا النانو في المقررات التخصصية أو الثقافية.
- أبدى(٨٠%) من الطلاب شغفهم بموضوع علوم وتكنولوجيا النانو ورغبتهم في دراسته للتعرف على تطبيقاته الفعلية .

وبتطبيق الباحثة مقياساً للوعى لبعض قضايا وتطبيقات تكنولوجيا النانو تكون من (٢٠) مفردة ، واختباراً لمهارات التفكير التقويمي تضمن (١٥) مفردة على (٥٠) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الثالثة "شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية" ، أظهرت النتائج ضعف مهارات التفكير التقويمي وتدني الوعي بقضايا وتطبيقات تكنولوجيا النانو ؛ حيث أن (٩٥%) من الطلاب لم تصل درجاتهم إلى(٤٠%) من الدرجة الكلية للاختبار والمقياس .

ومن العرض السابق لنتائج الدراسة الاستطلاعية والدرسات السابقة ، فقد تمثلت مشكلة البحث في قصور برامج إعداد معلم العلوم في تضمين علوم وتكنولوجيا النانو و ضعف مهارات التفكير التقويمي والوعى بقضايا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية والبيئية ؛ لذا حاول البحث الحالي **اقتراح برنامج في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية مهارات التفكير التقويمي والوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم** ، ومن ثم تحددت مشكلة البحث في السؤال الرئيس التالي: **ما فاعلية برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو(NST) لتنمية مهارات التفكير التقويمي والوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم ؟**

## أسئلة البحث :حاول البحث الإجابة عن الأسئلة التالية:

١- ما الموضوعات التي ينبغي تضمينها في البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو؟
٢- ما صورة البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو ؟
٣- ما فاعلية برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية مهارات التفكير التقويمي لدى الطالب معلم العلوم؟
٤- ما فاعلية برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية الوعى بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية ؟

## حدود البحث: اقتصر البحث على :

١. مجموعة من الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الثالثة شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية والبيئية – كلية التربية – جامعة أسيوط (مقر عمل الباحثة) .
٢. تطبيق البحث في الفصل الدراسي الأول لعام ٢٠٢٠م-٢٠٢١م .
٣. مهارات التفكير التقويمي وهى : ( الكشف عن المغالطات والأخطاء ، اصدار الاحكام ، التنبؤ بالمترتبات على فعل ما ، مقارنة أوجه الشبه والاختلاف ، التعرف على الافتراضات الأساسية ، التخطيط لاستراتيجيات بديلة .
٤. الوعى بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية وتمثلت أبعاده في (الالمام بمفاهيم علوم وتكنولوجيا النانو ، فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية، إدراك قضايا تكنولوجيا النانو ومخاطر التعامل معها بحذر، وتقدير أهمية دراسة علوم وتكنولوجيا النانو)

## فرضا البحث:

١. يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث فيالتطبيقين القبليوالبعدي لاختبار مهارات التفكير االتقويمي لصالح التطبيق البعدي.
٢. يوجد فرق ذو دلالة احصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس لمقياس الوعى بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لصالح التطبيق البعدي .

## أهداف البحث: هدف البحث إلى :

١. بناء برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو للطالب معلم العلوم .
٢. معرفة فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات التفكير التقويمي لدى الطالب معلم العلوم.
٣. معرفة فاعلية البرنامج المقترح في تنمية الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم .

**أهمية البحث :** تنبع أهمية البحث الحالي كونه

١. يعد استجابة لتوصيات العديد من الدرسات التربوية العربية والأجنبية التي نادت بضرورة تنمية وعى معلمي العلوم بمجال علوم وتكنولوجيا النانو لمواكبة التطورات العلمية الحديثة.
٢. يقدم قائمة بموضوعات علوم وتكنولوجيا النانو الواجب تنميتها لدى الطالب معلم العلوم.
٣. يقدم اطاراً نظرياً عن علوم وتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها المختلفة قد يفيد منه الباحثون.
٤. يقدم برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو للطالب معلم العلوم قد يفيد منه في تطوير البرامج الحالية لإعداد الطالب معلم العلوم .
٥. يقدم دليلاً للمعلم لتدريس البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو قد يفيد منه الباحثون.
٦. يقدم اختباراً لمهارات التفكير التقويمي ومقياساً للوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية.

## مصطلحات البحث :

- **علوم وتكنولوجيا النانو Nano Sciences and Technology**

**يقصد بعلوم وتكنولوجيا النانو:** ذلك العلم الذي يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو وتعيين خواصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية، بما يحقق منتجات وأجهزة فريدة تدخل في مختلف المجالات.(Hingant & Able,2010.122)

**ويمكن تعريف البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو اجرائياً:** مجموعة من الخبرات والأنشطة الهادفة والمخططة والتي تتعلق بعلوم وتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها بهدف تنمية التفكير التقويمي والوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم.

- **الوعى بقضايا وتطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية**

**يُعرف الوعي لغوياً بأنه :** "الحفظ والفهم ، حيث يقال حفظ قلب الشئ وعى الشئ والحديث يعيه وعياً وأوعاه حفظه وفهمه وقبله ، فهو واع ، وفلان أوعى من فلان أي أحفظ وأفهم " (ابن منظور ،١٩٧٩، ٤٨٧٦). **ويُعرف الوعي بأنه:** ادراك الفرد لاشياء معينة في الموقف أو الظاهرة . وللوعى مجالات عديدة منها الوعى البيئي ،الاجتماعي ، السياسي، الاقتصادي . (شحاتة،النجار،٢٠٠٣، ٢٣٩)

**يعرف الوعى بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية اجرائياً في هذا البحث:** بأنه اكساب الطالب معلم العلوم الجوانب المعرفية لعلوم وتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في المجالات البيولوجية والبيئية وادراك أهميتها في حل العديد من المشكلات الصحية والبيئية وكذلك ادراك المخاوف والقضايا التي يمكن أن تنتج عن بعض تطبيقات تكنولوجيا النانو في مختلف المجالات والتعامل بحذر . ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب المعلم في مقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية المعد لذلك.

## مهارات التفكير التقويمي

**عرف على(٢٠١١،٢٠٢)التفكير التقويمي** بأنه "ذلك النمط من التفكير الذي يستهدف التوصل إلى اصدار حكم حول قيمة الأفكار أو الأشياء وسلامتها ونوعيتها وفق محكات أو معايير محددة".

**يمكن تعريف التفكير التقويمي بأنه اجرائياً بأنه :** قدرة الطالب معلم العلوم على ممارسة مهارات التعرف على الافتراضات الأساسية ،وتحديد أوجه الشبة والاختلاف بينها ،وكشف المغالطات ،التنبؤ ،اصدار حكم عليها ،والتخطيط لاستراتيجيات بديلة عندما يكون بصدد تقويم موقف معين أو قضية معينة تتعلق بعلوم وتكنولوجيا النانو.ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في الاختبار المعد لذلك.

## أداتا ومواد البحث :-

١. قائمة بموضوعات علوم وتكنولوجيا النانو.

٢. كتاب الطالب(البرنامج المقترح)

٣. دليل معلم لتدريس البرنامج المقترح.

٤. اختبار مهارات التفكير التقويمي .

٥. مقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية.

**منهج البحث:-** تم استخدام المنهج الوصفي في تحليل ودراسة البحوث والدراسات السابقة واعداد الإطار النظري للبحث وأدواته ،ولتوضيح كيفية تدريس البرنامج المقترح وتحليل النتائج وتفسيرها . كما تم استخدام المنهج التجريبي ذي المجموعة الواحدة لاختبار فاعلية البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو في تنمية مهارات التفكير التقويمي والوعى بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية .

## الاطار النظري

## اولاً علوم وتكنولوجيا النانو

### ١- مفهوم علوم و تكنولوجيا النانو

تعددت المسميات لتكنولوجيا النانو ومن هذه المسميات النانو تكنولوجي ، التقانة النانوية ، تقنية المنمنمات وتكنولوجيا الصغائر ، والتكنولوجيا المتناهية الصغر ، وتكنولوجيا المتقزمات وجميعها تستخدم للمعنى نفسه ، ويشتق لفظ تكنولوجيا النانو من الكلمة الاغريقية (Nanos) التي تعني بالانجليزية (Dwarf) أي قزم وهى حصاد لتكامل علوم عديدة مثل: الفيزياء والكمياء والبيولوجي والهندسة. (عميش ، ،٢٠١١، ١٣)

**وعرف صالح تكنولوجيا النانو بأنها:** مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة وتركيبها باستخدام مقاييس في غاية الصغر. (صالح ، ٢٠١٥، ٣٢) **وعرفتها لجنة المبادرة الوطنية لتكنولوجيا النانو**:بأنها أي تكنولوجيا يتم إجراؤها على مقياس نانوي ويقصد به التحكم أو إعادة هيكلة المادة على المستويين الذري والجزيئي في نطاق حجم حوالي ١-١٠٠ نانومتر. (National Nanotechnology Initiative Anonymous, 2000 ,15)

**ويقصد بعلم النانو Nanoscience:** ذلك العلم الذي يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو وتعيين خواصها الكميائية والفيزيائية والميكانيكية مع دراسة الظواهر الناتجة عن تصغير حجمها .(الاسكندراني ، ٢٠١٠، ٢٥) **ويعرفه راتنر وراتنر (٢٠١١، ٢٠)** بأنه: علم يهتم بدراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والبُنى التي يوجد فيها بعد واحد على الاقل يقع مقياسه بين (١ – ١٠٠ نانومتر) وتسمى المواد التي توجد عند مستوى النانو بالمواد النانوية .

**مما سبق يمكن القول:** أن علوم وتكنولوجيا النانو من العلوم البينية متعددة التخصصات التي تقوم على فروع العلم التقليدية الفيزياء والكمياء والبيولوجي والهندسة و تهتم بدراسة المواد النانوية التي يتراوح أحد أبعادها بين (١-١٠٠) نانومتر وتعيين خواصها الفيزيائية والكيميائية ، وابتكار أحدث التقنيات والوسائل للاستفادة من هذه المواد النانوية وخواصها الفريدة في تطبيقات جديدة تدخل في جميع المجالات البيئية والبيولوجية والطبية والزراعية والغذائية .. الخ

## ٢- خواص المواد النانوية :

**عرف الاسكندراني المواد النانوية بأنها** : تلك المواد التي تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين ١ نانومتر و١٠٠ نانومتر وقد أدى صغر حجمها إلى أن تسلك سلوكاً مغاير للمواد التقليدية كبيرة الحجم التي تزيد أبعادها عن ١٠٠ نانومتر . (الاسكندراني،٢٠١٠ ، ٢١) **و تعرفها لجنة المبادرة الوطنية لتكنولوجيا النانو:** بالمواد التي تتراوح أبعادها بين (١- ١٠٠ نانومتر) تختلف خصائصها عن تلك الموجودة على النطاق الأكبر. فالمواد النانوية تأثيرات الفيزيائية والكيميائية أقوى من الجسيمات غير النانوية يمكن استغلال الخصائص الفيزيائية والكيميائية الفريدة للمواد النانوية في العديد من التطبيقات في مختلف المجالات.( National Nanotechnology Initiative Anonymous,2000,15)

للمواد النانوية خصائص فريدة تختلف عن المواد نفسها في الحجم العادي وفيما يلي بعض خواص المواد النانوية (الحبشي ، ٢٠١١، ٢٥ ; الاسكندراني ، ٢٠١٠، ٧٣-٨٥)

- **الخواص الميكانيكية** : صغر حجم حبيبات المادة النانوية والتحكم في ترتيب ذراتها ، يعمل على تحسين الصلابة والمتانة في الفلزات والسبائك الفلزية ، وتحسين اللدونة والقابلية للطرق والسحب ومن الأمثلة على ذلك أنابيب الكربون حيث يصل معامل القوة والصلابة لأنابيب الكربون (١٢١٠)نيوتن /م٢ أي خمسة أضعاف مادة الفولاذ.
- **النشاط الكيميائي** : يزداد النشاط الكيمائي للمواد النانوية لوجود أعداد ضخمة من ذرات المادة على أوجه أسطحها الخارجية، حيث تعمل كمحفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة، مما يرشحها لأن تؤدي دورها في الحد من التلوث البيئي. كما تعد خلايا الوقود أحد التطبيقات قليلة التكلفة للمحفزات النانوية، ومن أهم مصادر الطاقة النظيفة .
- **الخواص الفيزيائية** : تختلف الخواص الفيزيائية للمواد النانوية حيث تقل قيم درجات انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فكلما قل حجم الجسيم النانوي كلما قلت درجة حرارة إذابته ، فدرجة انصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى ١٠٦٤ درجة تقل إلى ٥٠٠ درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو ١,٣٥ نانومتر .

- **الخواص البصرية (الضوئية):** تختلف الخصائص البصرية للمواد في حجم النانو فلون الذهب الطبيعي ( الأصفر الذهبي) يتغير إلى لون شفاف عند تصغير حبيباته إلى أقل من ٢٠ نانومتر، كما تتحول ألوانه من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر مع زيادة تصغير أحجامها، وهذه الخاصية تمكن من صناعة شاشات عالية الدقة فائقة التباين ونقاء الألوان، مثل: شاشات التلفاز والحاسبات والتليفون النقال .
- **الخواص الكهربية:** تتميز المواد النانوية بقدرتها الفائقة على توصيل التيار الكهربي وتستخدم الآن في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الإلكترونية والهواتف الخلوية.
- **الخواص البيولوجية:** تتميز المواد النانوية زيادة قدرتها على النفاذ عبر الحواجز البيولوجية التي تعوق وصول الأدوية والعقاقير العلاجية للجزء المصاب مثل الحاجز الدموي بالمخ والاغشية.

## ٣- تطبيقات علوم وتكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية .

تطرقت تطبيقات النانو لكافة مجالات الحياة في الطب والزراعة والصناعة والهندسة والبناء والالكترونيات وفيما يلي عرض موجز لبعض تطبيقات علوم وتكنولوجيا النانو

أ- **في مجال الغذاء:** أصبحت تكنولوجيا النانو مستخدمة بشكل متزايد في مجال الأغذية كما يلي:

- **تغليف الأغذية** : باستخدام أغلفة نانوية مزودة بجزيئات نانو مضادة للميكروبات مثل جزيئات الفضة النانوية التي تعمل على تثبيط عمل البكتريا ، ومركبات البوليمر النانوية الغير المنفذة للغازات التي تحافظ على المنتجات الغذائية بتوفير جو خامل ومنخفض الأكسجين. (Babu et al ,2022 )
- **التغليف الذكي** : تزود تكنولوجيا النانو العبوات الغذائية بحساسات نانوية Nanosensors لمراقبة الحالة الداخلية والخارجية للمنتج الغذائي وهذه الحساسات تعد كواشف لاي تغير يحدث للمنتج بسبب نشاط بكتيري أو ميكروبي بأقل تركيز عن طريق حدوث تغير تدريجي في لون المواد النانونية المستخدمة في الحساسات النانوية ومن ثم انذار المستهلك. (Chellaram et al ,2014,1242)
- **صناعة عبوات قابلة للتحلل الحيوي:** حيث يتم دمج الهياكل النانوية (طبقات سليكا نانوية) إلى العبوات الغذائية لتحسين خصائصها الميكانيكية ، وغي نفس الوقت تكون قابلة للتحلل الحيوي مما يقلل من التلوث البيئي . (Durán & Marcato,2013,1130 ) .

- **تُحسين جودة الأطعمة وخفض محتواها الضار** : استخدام الدهون الهيكلية المجمعة ذاتيًا بحجم النانو الغير القابلة للذوبان في الماء لمنع نقل الكوليسترول للانسان . ( Jim,2008,50)

ب- **في مجال الطب** : تحظى تكنولوجيا النانو اليوم باهتمام كبير في التطبيقات الطبية، إذ تتيح هذه التكنولوجيا العديد من الاستخدامات في المجال الطبي لاستبدال الأنسجة ، وإعادة بناء الأعضاء ، وتطوير إجراءات تشخيصية وعلاجية فعالة مع الحد الأدنى من الآثار الجانبية. ( Chin et al ,2022 ) ،و تم استخدام العديد من الجسيمات النانوية في الطب الحيوي مثل الذهب وأكسيد الحديد والفضة والأنابيب النانوية الكربونية وأكسيد الزنك والألومينا والسيليكا والتيتانيوم،و تلعب الجسيمات النانوية المعدنية (الجسيمات النانوية الفضية والذهبية) بخصائصها الفريدة دورًا مهمًا في منع تكوين الجلطات الدموية ، واذابتها وانتاج دعامات لتوسيع الشرايين (Humaira et al ,2022,215; Zain et al,2022 )

كما تستخدم علوم وتكنولوجيا النانو في العلاج الجيني الذي يتضمن إدخال جينات جديدة في الخلايا وإصلاح أو استبدال الجينات ،كما أثبتت تكنولوجيا النانو أنها واحدة من أكثر الطرق فعالية توصيل الأحماض النووية العلاجية للخلايا المستهدفة ' وكذلك الكشف المبكر عن الأمراض وخاصة السرطان ، وعلاجه ، ويمكن استخدام أصداف نانو الذهب لمكافحة الأورام السرطانية بحقنها في مكان الورم وتسليط الاشعة الحمراء عليه فتمتص أصداف نانو الذهب الحرارة فترتفع درجة حراتها وتدمر الورم دون الضرر بالخلايا السليمة . ( Modi et al 2022,9 )

ج- **في مجال البيئة :**

يمكن لتكنولوجيا النانو أن تسهم بفاعلية في الحد من مشكلات التلوث باستخدام مواد نانوية صديقة للبيئة ؛ تتمتع المواد النانوية الخضراء المشتقة من الأنسجة النباتية (مثل النانوسليلوز) بمزايا في معالجة البيئات الملوثة بالزئبق بكفاءة عالية وتكاليف منخفضة. (Liu et al,2022) كذلك تقدم تكنولوجيا النانو بديلاً ممتازاً لإزالة النترات من الماء ؛ نظرًا لصغر حجمها ومساحة سطحها الكبيرة ، فتستخدم كعوامل اختزال وممتزات فائقة الجودة .(Tyagi et al ,2018)

كما يمكن لتكنولوجيا النانو أن معالج تلوث الماء بالنفط عن طريق "أسلاك نانوية" بالاضافة إلى القدرة على استرداد أكبر قدر ممكن من الزيت. حيث تشكل هذه الأسلاك النانوية شبكة تمتص ما يصل إلى عشرين ضعف وزنها في السوائل الكارهة للماء ، كما أن تكنولوجيا النانو يمكن أن تسهم في تحلية الماء، حيث أكدت التجارب العملية أن استخدام أنابيب الكربون النانوية تقلل من تكلفة تحلية مياة البحر بنسبة ٧٥% واذا ما قورنت بالتقنيات التقليدية، كما تم تصنيع

أغشية مرشحات مصنوعة من مواد سيراميكية من أكسيد الحديد نانوية الحبيبات وتعرف باسم الأغشية التفاعلية لها قدرة فائقة في ازالة وتحليل الملوثات والنفايات العضوية من المياه وتطهيرها .(صالح ، ٢٠١٥، ١٤٦-١٤٩)

د- **في مجال الطاقة:**

يتم تطبيق النانوتكنولوجي في انتاج الخلايا الشمسية عن طريق دمج جزيئات النانو في لوحات السليكون من خلال طبقة رقيقة للخلايا الشمسية ،وذلك لزيادة كفاءة الألواح الشمسية في امتصاص موجات مختلفة من الضوءحيث وجد أنه عند وضع غشاء رقيق من دقائق السليكون النانوية النقية تزداد الطاقة التحويلية لتلك الخلايا بشكل كبير يزيد عن ٦٠% على نطاق الأشعة الفوق بنفسجية وتصل إلى ١٠% على نطاق الضوء المرئي ( سلامة ، ٢٠٠٩،١٢٨ )

هـ- **في مجال البيولوجيا** : توجد العديد من التطبيقات لتكنولوجيا النانوية في في مجال البيولوجيا (عميش، ٢٠١١، ١٢٠ :١٣٥: الميهي،٢٠١٦ ،٢٨-٣٢)

-**المختبر المحمول أو الشريحة المحمولة:** (Lab-on-achip) : المختبر المحمول رمز عام يشير إلى أي نوع من من الأجهزة المحمولة التي تستهدف تقليل أو تصغير العمليات الكيميائية والبيولوجية .وما هو الا حساس يمكنه اجراء العديد من التحاليل باستخدام شريحة مفردة لا يزيد حجمها عن عدة سنتيمرات مربعة يمكن تشبيهها بشريحة التليفون. ومن أمثلة التحاليل التي يمكن اجراءها في المختبر على شريحة : الاكتشاف والتقدير الكمي الفوري للبكتريا والفيروسات والخلايا السرطانية من خلال الاختبارات المناعية ، استخلاص الدنا من الخلايا بطريقة بسيطة وتحليل الاحماض النووية.

**الحساسات البيولوجية** :يمكن تعريف الحساس البيولوجي (biosensor) بأنه أداة مراقبة الكترونية تستخدم مواد بيولوجية كخلية بكترية كاملة أو انزيم أو جسم مضاد للكشف عن مواد بيولوجية أو كيميائية في الجسم أو البيئة ، أو قياس تغيرات فسيولوجية معينة في جسم الكائن الحي، وذلك بتحويل التغيرات الكيموحيوية إلى اشارات كهربائية يتم تكبرها وقياسها .ومن هذه الحساسات البيولوجية

-**الوشم النانوي:** يمكن لحبر الوشم النانو مراقبة نسبة السكر في الدم في الوقت الفعلي. يستخدم حبر الوشم النانو حبرًا مصنوعًا من جزيئات النانو تبلغ احجامها ١٢٠ نانومتر ، لمراقبة مستوى السكر في الدم. حيث يستخدم في عمل وشم على جلد المريض ويتغير لون هذا الوشم بتغير تركيز السكر في الدم.

-**البكتريا كحساس بيولوجي:** من خلال هندستها وراثياً كي تنتج استجابات في صورة إشارات يمكن قياسها كالاشارات الضوئية للكشف عن أي تغيير كميائي أو فيزيائي .

و-**مجال الزراعة:** تؤدي النانوتكنولوجي دوراً كبيراً في القطاع الزراعي وذلك بتوفير مواد نانوية متعددة تستخدم كأسمدة كيميائية تعمل على زيادة نمو المحاصيل الزراعية وتحسين التربية مما ينعكس على جودة المحاصيل الزراعية ، كذلك تدخل النانو في صناعة المبيدات الحشرية الآمنة والمتوافقة بيئياً وبيولوجياً بحيث تقوم باستخدام أقل كمية وتعطي نفس القوة . (سلامة ، ٢٠٠٩، ١٥٠)

ومما سبق يتضح أن تكنولوجيا النانو قد تشعبت في كل المجالات وأسمهت في حل العديد من المشكلات التي يعاني منها المجتمع كالاهتمام بالصحة التشخيص والعلاج باستخدام الحساسات والاجهزة البيولوجية النانوية، حل مشكلة كنقص الطاقة وتوفير الطاقة الجديدة أو المتجددة ومعالجة وتنقية المياه ، والحد من تلوث الهواء وتقليل استخدام المبيدات الكيميائية ،وحفظ تغليف الاغذية ورفع جودتها وقيمتها الغذائية ، ومما لاشك فيه أن معلم العلوم لابد أن يكون على وعى بهذة التطبيقات .

## ٤- الأهمية التربوية لـ علوم وتكنولوجيا النانو NST:

يعتبر تدريس تكنولوجيا النانو ضرورة ملحة للقرن الحالي في ضوء التسارع التقني والعلمي والتنافس الكبير بين الدول في هذا المجال. ولقد أشارت العديد من المؤتمرات والندوات إلى ضرورة إدخال تكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية حتى لا يشعر الطالب بالفجوة بين المدرسة والواقع الذي يعيشه ويقدر أهمية العلم في حل مشكلات المجتمع .

هناك العديد من المبررات التي تؤكد على ضرورة تعليم وتعلم تكنولوجيا النانو و حددتها شلبي (٢٠١٢، ١٢) في النقاط التالية:

- مساعدة المتعلمين على الالمام بعلوم وتكنولوجيا النانو والمهارات الاساسية اللازمة للتعامل مع مخاطر تكنولوجيا النانو .
- مساعدة المتعلمين على تعلم المزيد عن تكنولوجيا النانو اعتماداً على الاطر المفاهيمية التي تعلموها في المراحل المبكرة من التعليم.
- توجيه المتعلمين على اختيار مسارات أكاديمية في مجال تكنولوجيا النانو أومهن ذات علاقة.

**وأضاف كلا من( Hart,2012 ; Fotou & Constantinoum 2020 ; Laherto,2010، Gardner et al , 2010) أهمية تعليم وتعلم تكنولوجيا النانو للاسباب التالية:**

- مواجهة المخاوف المتعلقة بنقص المتخصصين في مجالات النانو ؛ حيث يعد التعليم الطريق الرئيس لسد الفجوة بين احتياجات القوى العاملة في أي مجال من المجالات.
- حاجة جميع أفراد المجتمع إلى قدر من "المعرفة النانوية" لاتخاذ قرارات صائبة حول القضايا والمخاوف التي أثارتها علوم وتكنولوجيا النانو NST وخلق مجتمع متنور بقضايا تكنولجيا النانو.
- تدريس علوم وتكنولجيا النانو يسهم في وظيفية المناهج بالنسبة للمتعلم مما يزيد دافعيته للتعلم وربط المدرسة بمشكلات المجتمع وقضاياه.
- تتضمن علوم وتكنولوجيا النانو NST عددًا كبيرًا من الإنجازات التي أصبحت جزء من حياة المتعلمين اليومية، مثل المعدات الرياضية(المضارب) ، واقيات الشمس التي تحتوي على جزيئات نانوية ، والأقمشة المقاومة للماء فدراسة هذه التطبيقات تزيد اهتمام المتعلمين بدراسة العلوم.

**وهناك العديد من الدراسات التي أكدت على أهمية علوم وتكنولوجيا النانو في مختلف المراحل التعليمية منها :** دراسة(2021) Spyrtou et al فقد استهدفت التعرف على اتجاه معلمي المدارس الابتدائية وتلاميذهم بتطبيقات النانو بعد مشاركتهم في دورة تدريبية لعلوم وتكنولوجيا النانو ، وتكونت عينة الدراسة من (١٤) معلمًا في المرحلة الابتدائية (١٠) تلاميذ وأظهرت الدراسة الاتجاهات الايجابية لمعلمي العلوم وتلاميذهم نحو دراسة موضوعات تكنولوجيا النانو بعد حضور الدورة التدريبية .في حين أن دراسة(2021) Khamhaengpola et al سعت إلى تطوير نشاط STEAM في مجال تكنولوجيا النانو للطلاب في مستوى المدرسة الثانوية وقد أظهرت النتائج أن نشاط STEAM المقترح عزز مهارات الطلاب.أما دراسة (2021) Zor & Kan فقد هدفت إلى قياس اتجاهات معلمي مجالات العلوم قبل الخدمة نحو تكنولوجيا النانو في مجالات العلوم (العلوم والكيمياء والأحياء والفيزياء) في الفرق الأولى والثانية والثالثة والرابعة في إحدى الجامعات الحكومية في تركيا وأكدت علي ايجابية اتجاههم نحو تكنولوجيا النانو.

كما أكدت نتائج دراسة Senocak et al ( 2021) على فاعلية برنامج تعليمي تم تصميمه في تحسين فهم تطبيقات لتقنية النانو ، وتنمية الوعي الاجتماعي والاخلاقي بالقضايا المتعلقة بتكنولوجيا النانو لدى طلاب المرحلة الثانوية . بينما هدفت دراسة (2020) Mandrikas et al التعرف على مدى مناسبة تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو لتلاميذ المرحلة الابتدائية ، وأظهرت النتائج أن تلاميذ المرحلة الابتدائية يمكنهم بنجاح فهم المفاهيم الأساسية لـ NST مثل "الحجم والمقياس" و"الخصائص المعتمدة على الحجم" بما يتناسب مع خصائصهم العمرية.

بينما هدفت دراسة صبري وآخرون(٢٠١٩) إلى التعرف على أثر مقرر مقترح في النانوتكنولوجي في تنمية مفاهيمه اتخاذ القرار والاتجاه نحو تطبيقاته لدى طلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية وتوصلت الدراسة على أثر المقرر في تنمية مفاهيم تكنولوجيا النانو واتخاذ القرار والاتجاه نحو تطبيقاته ،بينما تقصت دراسة سراج (٢٠١٨) فاعلية وحدة اثرئية مقترحة في الكيمياء في ضوء التنمية المستدامة لتنمية الوعي بالمفاهيم النانوتكنولوجي وتطبيقاته وأوجه التقدير ووأوجه التقدير لدى طلاب الصف الاول الثانوي وأكدت الدراسة فاعلية الوحدة في تنمية الوعى وأوجه تقدير العلماء .

كما أكدت دراسة أحمد وآخرون(٢٠١٦) على اثر برنامج تعليمي – تعلمي وفقاً لمفاهيم الطاقة المتجددة والنانوتكنولوجي على الوعى العلمي والاخلاقي عند طلبة قسم الكمياء ، وكذلك أكدت دراسة احمد(٢٠١٥) على فاعلية برنامج مقترح في النانوتكنولوجي لتنمية مفاهيم النانوتكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية أما دراسة Ron; Merav (2011) فقد هدفت إلى التعرف على فاعلية وحدة في تكنولوجيا النانو لطلاب المدارس الثانوية قائمة على النظرية البنائية وأظهرت النتائج أن طرق التدريس المتمحورة حول الطالب لها فاعلية إيجابية في تنمية دافعية الطلاب لتعلم موضوعات تكنولوجيا النانو.

ويتضح مما تقدم أهمية تدريس النانو تكنولوجي في المراحل الدراسية المختلفة، وتضمين مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي في المناهج وتدريب المعلمين ومعلمي العلوم خصوصاً، وتدريبهم على كيفية تدريسها في المراحل التعليمية المختلفة فإعداد المعلم هو الخطوة الأولى من أجل تحقيق الوعى بتكنولوجيا النانو وقضاياها .

## ٥- قضايا ومخاوف تكنولوجيا النانو

على الرغم من الايجابيات العديدة لتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها ؛ألا أن هناك بعض المخاطر والقضايا التي يمكن أن تنجم عنها ، وتتعلق هذه المخاوف بحجمها المتناهي في الصغر، كما أن هناك بعض المخاوف بشأن جزيئات النانو الحره التي تنبعث في الهواء أو الماء خلال عمليه الانتاج أو تنبعث كنفايات عن عملية الإنتاج ومن ثم تتجمع في التربه والماء والحياة النباتية، فيجب حينئذ أن يتم إعاده تدويرها أو التخلص منها على إنها نفايات وهو ما يسمي بالتلوث النانوي. (الاسكندراني وآخرون ، ٢٠١٦ ، ٤٧ :٥٠)

ويجري المعهد القومي للسلامة المهنية والصحة العديد من الأبحاث حول كيفية تفاعل الجزئيات النانوية مع أنظمة جسم الانسان أو أثناء الاستخدام الصناعي للمواد النانوية وقامت منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية بدعوة لتقييم المخاطر الراهنة المتعلقة بقضية الأغذية .(عبد الرحمن ، ٢٠١٣ ،١٠٥ :١١٠)

**ويمكن تلخيص المخاطر التي يمكن أن تنجم عن تكنولوجيا النانو(محمد ، ٢٠١٨ ،٤٢٧)**

- المخاطر المتعلقة بالخصوصية عندما تصبح أجهزة الاستشعار المصغرة في كل مكان .
- المخاطر البيئية التي يمكن ان تنجم عن اطلاق الجسيمات النانوية في البيئة المحيطة.
- مخاطر متعلقة بالسلامة والامن من تعرض العاملين والمستهلكين للجسيمات النانوية.
- مخاطر مستقبلية والمضاعفات الذاتية لآلات النانوية.

مما سبق يتضح أنه بالرغم من أن تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها من العلوم التي تميزت بتقدم وانتشار سريع وملحوظ نظراً لعائدها الاقتصادي الكبير و أصبحت من العناصر الرئيسة للاقتصاد العالمي لهذا القرن لما لها من تطبيقات في كافة المجالات؛ لكنها كغيرها من المستحدثات العلمية والتكنولوجية لها العديد من المخاطر والمخاوف التي تسبب قلقاً بشأن مدى السلامة البيولوجية والصحية والبيئية لهذه التكنولوجيا وتطبيقاتها ، ومن فلابد أن يكون أفراد المجتمع على وعي بهذه المخاطر ، وكذلك على الدول التي تخصص ميزانيات كبيرة لابحاث النانو أن تخصص نسبة من هذه النفقات للبحث عن المخاطر المحتملة لمواد النانو ومنتجاتها وكيفية التصدي لها .

## ثانياً التفكير التقويمي وتدريس علوم تكنولوجيا النانو.

### ١- مفهوم التفكير التقويمي

يعرف جروان(١٩٩٩، ٧٢) التفكير التقويمي بأنه : النشاط العقلي الذي يستهدف اصدار حكم حول قيمة الأفكار أو الأشياء وسلامتها ونوعيتها ، بينما يعرفه عزيز (٢٠٠٥، ٤٢٢) بالعمليات العقلية التي تهدف إلى تحمل الفرد المسئولية وتحديد المعايير التي تستند إليها الأحكام والتحقق من مصداقية المعلومات ، وعرفه على (٢٠٢،٢٠١١) بأنه: "ذلك النمط من التفكير الذي يستهدف التوصل إلى اصدار حكم حول قيمة الأفكار أو الأشياء وسلامتها ونوعيتها وفق محكات أو معايير محددة"، في حين عرفه أبوجادو ونوفل(٢٠٠٦، ١٠٧) بأنه: تقدير مدى معقولية النتائج أو الافكار التي تم التوصل إليها بهد معرفة درجة تحقق الاهداف واتخاذ القرارت المناسبة، كما يعرفه Schwandt بأنه بناء أحكام حول قيمة الأشياء والأفكار والأفعال مع تقديم الحجج والأدلة المقنعة .(Schwandt,2018,127 )

**مما سبق يمكن القول بأن التفكير التقويمي:** نمط من التفكير يتضمن قيام الفرد بمجموعة من العمليات العقلية عندما يكون بصدد تقييم موضوع معين أو قضية معينة وفق محكات ومعايير مع تقديم الادلة والبراهين تؤيد حكمه.

### ٢- مهارات التفكير التقويمي Evaluative Thinking Skills

تشير مهارة التقويم إلى تقدير معقولية النتائج أو الافكار التي تم التوصل إليها ، وبعبارة أخرى إنها عملية جمع وتحليل وتفسير بيانات أو معلومات بقصد إصدار حكم أو قرار .(علي ،٢٠١١، ٢١٣) فمهارات التفكير التقويمي تهدف إلى تحمل المتعلم المسئولية وتحديد المعايير التي تستند إليها أحكامه والتحقق من مصداقية المعلومات وأهم ما يميز التفكير التقويمي إنه يتعلق بالمنطق ، الذي ينطوي عليه إصدار الأحكام التقييمية. وقد وردت تصنيفات متعددة لمهارات التفكير التقويمي كما يلي:

وقد صنف جروان ( ١٩٩٩، ٧٧) وسليمان (٢٠١١، ٣٧٩ :٣٨٠) مهارات التفكير التقويمي لثلاث مهارات رئيسة : التعرف على الأخطاء والأفكار المغلوطة منطقياً وتحديدها البرهان أو اثبات مدى دقة الادعاءات، ايجاد محكات أو معايير تستند عليها عملية اصدار الاحكام . كما يلي:

أ- **مهارة ايجاد محكات أو معايير تستند إليها عملية اصدار احكام** : وتشير إلى وضع مجموعة من المحكات للحكم على قيمة ونوعية الأفكار ؛ إذ تستند هذه المحكات إلى مجموعة من المبادئ العقلانية المستمدة من التجارب والمستوى الأكاديمي والخبرات التي يمر بها الفرد .(علي ،٢٠١١، ٢١٣) وتتضمن مهارات فرعية تتمثل في:التعرف على القضايا والمشكلات الأساسية، التعرف على الفرضيات الأساسية تقييم الافتراضات، التنبؤ بالمترتبات على فعل ما ، التتابع في المعلومات ، التخطيط لاستراتيجيات بديلة .

ب- **مهارة البرهان أو اثبات مدى دقة الادعاءات** : وتستخدم لتحديد فيما اذا كانت المعلومات تتسم بالصدق والثبات ومدعومة بالادلة وتضم مهارات فرعية تتمثل في : الحكم على مصداقية مصدر المعلومات ، تقييم الحجج أو البرهين والمناظرات ، مقارنة أوجه الشبه وأوجه الاختلاف، تحديد الاسباب الواردة وغير الواردة في الموقف تصنيف المعلومات ، المشاهدة والحكم على تقارير المشاهدات ، تقييم الحجج أو البرهين والمناظرات.

ج- **مهارة التعرف على الاخطاء أو الأفكار المغلوطة** : تهتم هذه المهارة بالكشف عن الأخطاء في أثناء العرض المنطقي الذي يتضمن مجموعة من الاجراءات ، والمعلومات والعمل على تصحيحها وبالتالي جعل المتعلم يفكر في الاتجاه الصحيح .(على، ٢٠١١، ٢١٢) . وتضم مهارات فرعية تتمثل في: التفريق بين الحقائق والاراء التعرف على المعلومات ذات الصلة بالموضوع ،التعرف على الاستدلالات والاستنتاجات الخاطئة

بينما صنفت سعادة (٢٠٠٣، ١٨) مهارات التفكير التقويمي إلى : تحمل المسئولية ، تقييم الدليل ، ووضع المحكات ، ووضع الفرضيات ، واصدار الاحكام ، والتعرف على الاخطاء ، كشف المغالطات. وحدد Buckley et al (2015) مهارات التفكير التقويمي في (تحديد الافتراضات ، طرح الأسئلة ، ايجاد بدائل ، اتخاذ قرارات مستنيرة)

**وفيما يلي عرض لمهارات التفكير التقويمي التى سعى البحث لتنميتها:**

- **الكشف عن المغالطات والأخطاء** : قدرة الطالب على الكشف عن الأخطاء والمغالطات غير المنطقية في المعلومات المقدمة له .
- **اصدار الاحكام** : قدرة الطالب على اصدار حكم على ظاهرة أو موقف في ضوء مبررات ومعايير محددة.
- **التنبؤ بالمترتبات على فعل ما:** تعني قدرة الطالب على التنبؤ بما سيحدث مستقبلاً بناءً على معطيات الموقف.

- **مقارنة أوجه الشبه والاختلاف** : قدرة الطالب على تحديد أوجه الشبه والاختلاف بين شيئين أو أكثر.
- **التعرف على الافتراضات الأساسية** : قدرة الطالب على التعرف على الافتراضات التي تقوم عليها المشكلة أو موقف في ضوء المعطيات المتاحة .
- **التخطيط لاستراتيجيات بديلة** : قدرة الطالب على تحديد الاهداف ووضع اجراءات لتنفيذ حلول لمواجهة للمشكلة المطروحة.

## ٣- أهمية التفكير التقويمي

التفكير التقويمي عنصر ضروري للابداع وينطوي على أكثر من القياس والتقويم، فيجمع بين التقويم والابتكار من خلال تقديم أدلة لتسجيل وتخطيط ومراقبة التقدم والنجاح والفشل ، وفرض الفرضيات ، وجمع الأدلة . فهو نمط من التفكير يتضمن مهارات التفكير التحليلي والتفكير الناقد جنبًا إلى جنب.( Schwandt,2018,129 ) ، كما أن التفكير التقويمي يجمع بين التفكير الناقد والتفكير الإبداعي والتفكير الاستنتاجي والتفكير العملي (Vo& Archibald ,2018,141)

**حدد(Buckley et al ,2015) مبادئ التفكير التقويمي في أربعة مبادئ رئيسة كما يلي:**

- التفكير التقويمي مهارة مكتسبة وليس فطرية تحتاج إلى ممارسة مقصودة وتعتمد على خلفية تعليمية واضحة لدى المتعلم .
- التفكير التقويمي يجب أن يمارس ضمن فريق .
- يجب أن يتحرر القائمون على التفكير التقويمي(المتعلمين) من معتقداتهم وآرائهم الشخصية .
- تعلم التفكير التقويمي يتطلب أن يكون لدى المتعلم دافع نحو التعلم .

**وفي ضوء ما سبق يمكن تحديد دور المعلم في تنمية مهارات التفكير التقويمي فيما يلي:**

- اتاحة الفرصة للعمل التعاوني بين المتعلمين .
- اتاحة الفرصة للنقاش وتبادل الافكار بين المتعلمين.
- تزويد المتعلمين بخلفية علمية عميقة عن الموضوع محل الدراسة .
- اتاحة الفرصة للمتعلمين للربط بين اجراء الموضوع وتحليلها من خلال عمل المخططات.
- توجيه المتعلمين للتحرر من معتقداتهم وأفكارهم الشخصية ومناقشة القضايا بموضوعية.
- إجراء و حوارات نقدية حول الموضوعات الجدلية.

- تنمية الدافعية نحو التعلم من خلال ربط موضوع التعلم بحياة المتعلم للشعور بأهمية الموضوع.
- تقديم التغذية الراجعة لمناقشات المتعلمين وتوضيح نقاط الضعف والقوة فيها.
- تخطيط الأنشطة التي تشجع المتعلمين في تنمية مهارات التفكير التقويمي .

**حدد كل من (2018,132) Schwandt (ثامر وسويدان ، ٢٠١٩، ٢٨) أهمية التفكير التقويمي بالنسبة للمتعلم أنه يساعده على :**

- تقييم المعلومات التي تقدم له أو التي يحصل عليها أو يكتسبها.
- الحكم على قيمة ما يقرأه أو يسمعه أو يشاهده .
- تطوير معايير للحكم على قيمة الأفكار والأعمال أو الآراء.
- الثقة بالنفس فيما يصل إليه من احكام أو تقييمات.
- كشف المغالطات والتناقضات .
- اتاحة الفرصة للتعبير عن آرائه وحل المشكلات التي تواجهه.

## هناك العديد من الدراسات التي اهتمت بتمية التفكير التقويمي منها دراسة :

دراسة Qasim(2021) التي هدفت إلى التعرف على تأثير إستراتيجية تحليل SWOT على تحصيل التفكير التقويمي لطلاب الصف الخامس من المرحلة الإعدادية الأدبية وأظهرت النتائج فاعلية الاستراتيجية في تنمية التفكير التقويمي ، بينما هدفت دراسة **حسن (٢٠٢١)** إلى التعرف على فاعلية نموذج 4EX2 في تدريس العلوم لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير التوليدي والتقويمي لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي وتوصلت الدراسة إلى فاعلية النموذج في تنمية مهارت التفكير التقويمي ، في حين هدفت **دراسة Sofia et al( 2021)** إلى تحديد خصائص مهارات التفكير التقويمي (ETs) لدى معلمي العلوم قبل الخدمة حول موضوع الكربوهيدرات في كيمياء الطعام (FC) وتوصلت الدراسة إلي ضعف مهارات التفكير التقويمي لدى عينة الدرسة .في حين سعت **دراسة الحنان (٢٠١٨)** إلى تنمية مهارات التفكير التقويمي باستخدام برنامج قائم على استراتيجية التعليم الراسخ ،وأكدت **دراسة عبد الرحيم (٢٠١٠)** على فاعلية استراتيجية مقترحة لتعليم التفكير في العلوم في تنمية مهارات التفكير التقويمي. كما أكدت **دراسة الشلهوب(٢٠١٩** على فاعلية التعليم المتمايز في تنمية مهارات التفكير التقويمي لدى طلاب الصف الثاني المتوسط بالرياض.كذلك توصلت دراسة **ابراهيم (٢٠١٤)** إلى فاعلية نظرية تريز في تنمية التفكير التقويمي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي.

### ٤- التفكير التقويمي وعلوم وتكنولوجيا النانو

مما سبق يتضح أن التفكير التقويمي يجعل المتعلم على قدر كبير من المنطقية والحكمة والتروري في اصدار الاحكام على القضايا والموضوعات المختلفة ، وخاصة المستحدثة منها ودراستها جيداً وفحص المعطيات والتمييز بين الحقائق والاراء الشخصية للافراد وتقييم الادلة التي تؤيد أو ترفض القضية محل التقييم ، واصدار حكم عليها مع القدرة على تقديم الدليل على صحة حكمه.

ومن ثم فنجد علاقة بين التفكير التقويمي ودراسة علوم وتكنولوجيا النانو ، كونها أحد المستحدثات العلمية والتكنولوجية التي أثارت جدلاً واسعاً ، وكثرت حولها الآراء ما بين مؤيد ومعارض خاصة وأن تطبيقات النانو أصبحت واقع نعيشه ومنتجاتها في الاسواق من ملابس ومواد طلاء وأغذية ومستحضرات تجميل .... الخ . ومن ثم فلابد على كل فرد في المجتمع أن يكون لديه القدرة على التعامل مع هذه التحديات والتعامل معها و اتخاذ قرارات نحوها من خلال تحليل ابعادها والمخاوف المرتبطة بها، والموازنة بين الإيجابيات والسلبيات واصدار حكم عليها ، أي يمتلك القدرة على التفكير التقويمي .

### اجراءات البحث

**للإجابة عن أسئلة البحث والتأكد من صحة الفروض تم اتباع الإجراءات التالية:**

- الإطلاع على الدراسات والبحوث التربوية التي اهتمت بعلوم وتكنولوجيا النانو وتنمية مهارات التفكير التقويمي الوعى بقضايا وتطبيقات تكنولوجيا النانو .

- **إعداد أداتا ومواد البحث**

**أولاً إعداد البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو**

**١- تحديد الموضوعات التي يتضمنها البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو للطالب معلم العلوم والتي تم تحديدها من خلال :**

أ- **إعداد قائمة بموضوعات علوم وتكنولوجيا النانو:** تم إعداد القائمة وفق الخطوات التالية :

- **تحديد الهدف من القائمة :** تحديد الموضوعات الي ينبغي أن يتضمنها البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية الوعى بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم.

- **مصادر اشتقاق القائمة :** تم الاطلاع على الكتب والمراجع العلمية المتعلقة بتكنولوجيا النانو و مراجعة الدراسات التي أعدت برامج في علوم و تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها منها دراسة زكي (٢٠١٩) ، الميهي (٢٠١٦) ، عبد الفتاح (٢٠١٣) ، محمد (٢٠١٧)، أحمد (٢٠١٥) ، الزنطاجي (٢٠٢١).
- **إعداد القائمة في صورتها الأولية :** وضع قائمة موضوعات علوم وتكنولوجيا النانو في صورتها الأولية وتضمنت تسع موضوعات وتم عرضها على مجموعة من السادة المحكمين([1]) من أعضاء هيئة تدريس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية ، وأعضاء هيئة التدريس بكلية العلوم؛ للتعرف على مدى مناسبة الموضوعات ودرجة أهميتها بالنسبة للطالب معلم العلوم .
- **الصورة النهائية للقائمة موضوعات البرنامج المقترح (٢) :** تم إجراء التعديلات التي اتفق عليها السادة المحكمون ، حيث أشار السادة المحكمين باستبعاد موضوع تطبيقات النانو في مجال الالكترونيات، وأصبحت القائمة في صورتها النهائية مكونة من ثمانية موضوعات رئيسة كما يلي:

- ❖ مقدمة في علوم وتكنولوجيا النانو.
- ❖ المواد النانوية خواصها وأشكالها.
- ❖ التركيبات والاجهزة والمنتجات النانوية البيولوجية وتطبيقاتها.
- ❖ تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال الطب (طب النانو).
- ❖ تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال الغذاء(غذاء النانو) والزراعة.
- ❖ تطبيقات تكنولوجيا النانو في مجال البيئية (النانو الأخضر).
- ❖ تطبيقات تكنولوجيا النانو المجال العسكري.
- ❖ الاخطار المحتملة لتكنولوجيا النانو.

**وبذلك تكون الباحثة قد أجابت على السؤال الأول من أسئلة البحث والذى ينص على" ما موضوعات علوم وتكنولوجيا النانو التي يتضمنها البرنامج المقترح للطالب معلم العلوم ؟**

---

[1]) ملحق (١) أسماء السادة المحكمين

٢) ملحق (٢) قائمة بموضوعات علوم وتكنولوجيا النانو

٢- **تحديد فلسفة البرنامج :** تحددت فلسفة البرنامج في ضوء متطلبات اعداد معلمي العلوم لمواكبة التطورات العلمية الحديثة وفي ضوء خصائص علوم وتكنولوجيا النانو والتي تتلخص في:

- علوم وتكنولوجيا النانو من العلوم البينية متعددة التخصصات تستمد أصولها من الفروع العلمية التقليدية (الكيمياء – والفيزياء– البيولوجي) ويكامل بين هذه الفروع في اطار جديد .
- التربية العلمية هى المجال الأكثر ملاءمة لتعليم النانو ومناهج العلوم تعد المناهج الصديقة لعلوم وتكنولوجيا النانو وأكثر المناهج التصاقاً بها ، ومن ثم ضرورة اعداد معلم العلوم لمواكبة التطورات العلمية في مجال علوم وتكنولوجيا النانو.
- التطورات المتلاحقة والسريعة لعلوم وتكنولوجيا النانو والتي فرضت على التربية ضرورة اعداد افراد قادرين على مواكبة الكم المتزايد من المعارف المرتبطة بعلوم النانو .

٣-**تحديد اسس بناء البرنامج :** تحددت اسس البرنامج في

- متطلبات اعداد معلم العلوم لمواكبة التطورات والمستحدثات العلمية.
- قائمة موضوعات علوم وتكنولوجيا النانو التي تم اعدادها.
- أبعاد الوعي بقضايا وتطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية.
- مهارات التفكير التقويمي لتحليل الجوانب الايجابية والسلبية لتطبيقات تكنولوجيا النانو واصدار حكم عليها.
- تفعيل دور الطالب المعلم في بناء المعرفة بنفسه ، واتاحة الفرصة للتعلم الذاتي المستمر .
- طبيعة وخصائص الطلاب المعلمين.

٤-**تحديد الأهداف العامة للبرنامج :** تم تحديد الأهداف العامة للبرنامج في ضوء قائمة موضوعات علوم وتكنولوجيا النانو وأبعاد الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية ومهارات التفكير التقويمي وتتمثل الأهداف العامة للبرنامج في :

- معرفة نشأة وتطور علوم وتكنولوجيا النانو والمواد النانوية وأشكالها وخواصها.
- اكتساب المفاهيم والمعارف الأساسية في مجال علوم وتكنولوجيا النانو .
- معرفة بعض التركيبات والأجهزة والمنتجات النانوية البيولوجية وتطبيقاتها.
- فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو في المجالات البيئية والبيولوجية .
- تحليل النواحي الايجابية والسلبية لتطبيقات تكنولوجيا النانو .

- التنبؤ ببعض المخاطر التي يمكن أن تترتب على بعض تطبيقات النانو.
- اكتساب مهارة التعامل مع مخاطر ومخاوف تطبيقات تكنولوجيا النانو.
- اكتساب مهارات التفكير التقويمي في اصدار حكم على تطبيقات تكنولوجيا.
- الاهتمام بالبحث والاطلاع في مجال علوم وتكنولوجيا النانو وقضاياها .
- تقدير أهمية دراسة علوم وتكنولوجيا النانو .

٥- **تحديد المحتوى العلمي للبرنامج :** تم تحديد موضوعات البرنامج المقترح في ضوء قائمة موضوعات التي اتفق السادة المحكمون على أهميتها ومناسبتها للطلاب سابقة الذكر.

٦-**تحديد أنشطة البرنامج :** تم تحديد عدد من الأنشطة التي يمكن أن تساعد الطلاب على فهم موضوعات البرنامج وتسهم في تنمية مهارات التفكير التقويمي وتنمية الوعي بتطبيقات النانو وقضاياها الأخلاقية مثل :

- قراءة مقالات عن علوم وتكنولوجيا النانو .
- البحث في شبكة الانترنت للحصول على معلومات اثرائية حول موضوعات البرنامج .
- اعداد تقارير عن بعض تطبيقات النانو.
- إعداد أبحاث تتعلق بموضوعات البرنامج.
- إعداد وعرض بعض العروض التقديمية لبعض موضوعات البرنامج .
- جمع بعض الصور والفيديوهات لبعض تطبيقات النانو في المجالات.
- مشاهدة بعض مقاطع الفيديو لبعض تطبيقات النانو.
- البحث في المكتبة لجمع معلومات عن موضوعات البرنامج.
- اجراء مناظرات لبعض قضايا النانو الجدلية .

٧-**تحديد مصادر التعلم :** تم الاستعانة ببعض مصادر التعلم تمثلت في :

- أجهزة كمبيوتر متصلة بشبكة الانترنت لمساعدة الطلاب على البحث لتنفيذ بعض المهام التعليمية المتضمنة في موضوعات البرنامج.
- جهاز الداتا شو وشاشة عرض لعرض محتويات البرنامج .
- بعض مقاطع الفيديو والصور التوضيحية لتطبيقات تكنولوجيا النانو .
- استخدام الجرائد والمجلات العلمية التي تتعلق بموضوع البرنامج.

٨-**تحديد طرق واستراتيجيات تدريس البرنامج:** تم استخدام بعض الاستراتيجيات التدريسية تمثلت في استراتيجية : ( المحاضرة ، الحوارو المناقشة ، العصف الذهني ، التعلم التعاوني، الاستقصاء، التعلم الذاتي)

٩- **تحديد وسائل التقويم:**تم اختيار أساليب التقويم على حسب طبيعة أهداف كل موضوع من موضوعات البرنامج وقد اشتمل التقويم على أسئلة مقالية وأخري موضوعية،ومهام وأنشطة بحثية لبعض المشكلات،التي تتطلب من الطالب المعلم ممارسة مهارات التفكير التقويمي وتزيد من وعيه بموضوعات البرنامج المقترح.وقد تم استخدام ثلاثة أنواع من التقويم

- **التقويم القبلي** : قبل تدريس البرنامج وتمثلت أداته في اختبار مهارات التفكير التقويمي ، ومقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية. وكذلك تم استخدام التقويم القبلي قبل تدريس كل موضوع من موضوعات البرنامج للوقوف على خبرات الطلاب السابقة لكل موضوع.
- **التقويم البنائي:** تم استخدامه خلال تدريس موضوعات البرنامج للتأكد من فهم الطلاب للموضوع قبل الانتقال لآخر.
- **التقويم النهائي** : بعد الانتهاء من تدريس البرنامج وتمثلت أداته في اختبار مهارات التفكير التقويمي ومقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية .

## ١٠- عرض الصورة الأولية للبرنامج المقترح على السادة المحكمين :

تم عرض البرنامج في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين من أعضاء هيئة تدريس العلوم بكلية التربية وأعضاء هيئة التدريس بكلية العلوم ؛ بهدف التأكد من مدى مناسبة المحتوى والوسائل والأنشطة ووسائل التقويم المستخدمة للطلاب المعلمين ، ومدى السلامة العلمية واللغوية للبرنامج المقترح، وقد تم اجراء التعديلات التي أشار بها السادة المحكمين ، وتم تطبيق البرنامج المقترح على العينة الاستطلاعية وتم اجراء التعديلات ، وبهذا أصبح البرنامج صالح للتطبيق على عينة البحث الأساسية في صورته النهائية ([٣]) .

[٣]) ملحق (٣) البرنامج المقترح (كتاب الطالب) في علوم وتكنولوجيا النانو

**ثانياً إعداد دليل المعلم وأوراق العمل :** تم إعداد دليلاً للمعلم ؛ لمساعدة المعلم على تدريس البرنامج المقترح وتنفيذ الأنشطة المتضمنة به ، وقد تضمن الدليل توجيهات لكيفية استخدامه في تدريس موضوعات البرنامج ، أهداف البرنامج (العامة والخاصة)، والمحتوى العلمي للبرنامج طرق التدريس المستخدمة،والوسائل التعليمية ،الأنشطة التعليمية ،الخطة الزمنية لتدريس موضوعات البرنامج ، خطة تدريس البرنامج والتي تضمنت تخطيط لتدريس كل موضوع من موضوعات.

وكذلك تم إعداد أوراق عمل الطلاب الخاصة بموضوعات البرنامج ، والتي روعي فيها مهارات التفكير التقويمي ، وأبعاد الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية وتم عرض دليل المعلم وأوراق عمل الطلاب على السادة المحكمين من أعضاء هيئة التدريس بكلية التربية والعلوم وتم تعديلهم في ضوء آرائهم وتم إعداد كل من دليل المعلم(٤) وأوراق العمل(٥) صورتهما النهائية.

**وبذلك تكون الباحثة قد أجابت على السؤال الثانى من أسئلة البحث والذى ينص على : " ما صورة البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو" ؟**

**اعداد أداتا البحث**

## ثالثاً إعداد اختبار مهارات التفكير التقويمي([٦]) :

تم إعداد عداد اختبار مهارات التفكير التقويمي وفقاً للخطوات التالية:

١- **تحديد هدف اختبار:** يهدف هذا الاختبار إلى التعرف على مدى اكتساب الطلاب المعلمين مجموعة البحث لمهارات التفكير التقويمي بعد دراسة البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو.

٢- **تحديد مهارات التفكير التقويمي:** بعد الاطلاع على الدراسات والأدبيات التي تناولت مهارات التفكير التقويمي سليمان (٢٠١١)، عبد الرحيم (٢٠١٠)، عمر (٢٠١٤) ، حسن (٢٠٢١) تم تحديد ست مهارات للتفكير التقويمي وهى : الكشف عن المغالطات والأخطاء، اصدار الاحكام ، التنبؤ بالمترتبات على فعل ما ، مقارنة أوجه الشبه والاختلاف ، التعرف على الافتراضات الأساسية ، التخطيط لاستراتيجيات بديلة.

---

[٤]) ملحق (٤) دليل المعلم لتدريس البرنامج المقترح.

[٥]) ملحق (٥)اوراق العمل

[٦]) ملحق (٦)اختبار التفكير التقويمي .

٣- **تحديد صياغة مفردات الاختبار** : تم صياغة مفردات اختبار مهارات التفكير التقويمي بنمط الأسئلة الموضوعية (التكملة ) لمناسبتها لهدف الاختبار ومستوى طلاب المرحلة الجامعية .

٤- **تحديد تعليمات الاختبار** : روعي عند تحديد تعليمات الاختبار أن تكون واضحة ومحددة بعبارات قصيرة سهلة الفهم، توضح الهدف من الاختبار وكيفية الإجابة عليه.

٥-**اعداد الصورة الأولية للاختبار:** تم إعداد الاختبار في صورته الأولية وتكون (٣٠) مفردة وتم عرض الاختبار على مجموعة من السادة المحكمين من أعضاء هيئة التدريس من أساتذة المناهج وطرق تدريس العلوم ؛ وذلك لاستطلاع آرائهم في مفردات الاختبار ومدى مناسبتها للمهارة التي تقيسها ومدي مناسبتها للطلاب وأجمع غالبية المحكمين على مناسبة مفردات الاختبار مع تعديل صياغة بعض المفردات غير المناسبة لبعض المهارات وقد تم إجراء التعديلات التي أشار إليها السادة المحكمين وأصبح الاختبار في صورته الأولية يتكون من (٣٠) مفردة وصالحاً للتطبيق الاستطلاعي.

٦- **طريقة تقدير درجات الاختبار** : كل مفردة من مفردات الاختبار لها درجتين ومن ثم تكون درجة الاختبار (٦٠) درجة.

**جدول (١) مواصفات اختبار مهارات التفكير التقويمي ن=(٣٠)**

| م | المهارة | عدد مفردات كل مهارة | النسبة المئوية |
|---|---|---|---|
| ١. | الكشف عن المغالطات والأخطاء. | ٥ | ١٦,٦٦ |
| ٢. | اصدار الاحكام . | ٥ | ١٦,٦٦ |
| ٣. | التنبؤ بالمترتبات على فعل ما . | ٥ | ١٦,٦٦ |
| ٤. | مقارنة أوجه الشبه والاختلاف. | ٥ | ١٦,٦٦ |
| ٥. | التعرف على الافتراضات الأساسية | ٥ | ١٦,٦٦ |
| ٦. | التخطيط لاستراتيجيات بديلة | ٥ | ١٦,٦٦ |
| | المجموع | ٣٠ | %١٠٠ |

٧-**التجربة الاستطلاعية للاختبار:** تم إجراء التجريب الاستطلاعي للاختبار على عينة عشوائية قوامها (٣٠) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الثالثة شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية والبيئية من غير مجموعة البحث؛ وذلك بهدف تحديد الخصائص السيكومترية للاختبار ومنها حساب:

أ. **زمن الاختبار** : تم حساب زمن الاختبار برصد الزمن الذي بدأ فيه الطلاب الإجابة عن الاختبار بعد القاء التعليمات عليهم ، والزمن الذي انتهى فيه أول طالب من الإجابة على الاختبار ،والزمن الذي انتهى فيه أخر طالب من الإجابة ، وكان زمن الاختبار (٧٠) دقيقة.

ب.**معاملات السهولة والصعوبة** : تم حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات الاختبار لاستبعاد المفردات شديدة السهولة وشديدة الصعوبة ، وقد تراوحت معاملات السهولة بين (٠,٥٣ :٠,٨٨) وتراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٢٢ :٠,٤٧) وهى معاملات مقبولة .

ج. **الصدق Validity** :اعتمدت الباحثة في حساب صدق الاختبار على ما يلي:

**(١)الصدق المنطقي ( صدق المحكمين ) Logical Validity** : تم التأكد من الصدق الظاهري وصدق المحتوى من خلال عرضه على السادة المحكمين وبعد إجراء التعديلات التي أشار إليها التعديلات السادة المحكمون أصبح الاختبار صالحاً للتطبيق الإستطلاعي للاستقرار على الصورة النهائية للاختبار.

**(٢)الصدق البنائي**:يعد الصدق البنائي أحد مقاييس صدق الأداة الذي يقيس مدى تحقيق الأهداف التي تريد الأداة الوصول إليها ،ويبين مدى ارتباط كل بعد من أبعاد الاختبار بالدرجة الكلية لابعاد الاختبار ككل. وجدول (٢) يوضح ذلك

**جدول (٢) معاملات بيرسون لإرتباط كل بعد من أبعاد الاختبار بالدرجة الكلية لابعاد الاختبار ككل**

| الأبعاد | معامل بيرسون |
|---|---|
| الكشف عن المغالطات والأخطاء. | ٠,٨١٥ ** |
| اصدار الاحكام. | ٠,٨٧١** |
| التنبؤ بالمترتبات على فعل ما. | ٠,٨٨٧** |
| مقارنة أوجه الشبه والاختلاف. | ٠,٨٠١** |
| التعرف على الافتراضات الأساسية | ٠,٨٣٦** |
| التخطيط لاستراتيجيات بديلة | ٠,٨٠١** |

ويبين جدول (٢) أن معاملات ارتباط بيرسون لكل بعد من أبعاد الاختبار ودرجة الاختبار ككل قد تراوحت بين (٠,٨٠١: ٠,٨٨٧) وجميعها دالة عند مستوى ٠,٠١ مما يؤكد على صدق الاختبار.

**د- الثبات Reliability :**

استخدمت الباحثة معادلة ألفا كرونباك وهي معادلة تستخدم لإيضاح المنطق العام لثبات الاختبارات والمقاييس، وجدول (٣) يوضح ذلك.

**جدول(٣) معاملات ألفا كرونباك لأبعاد ومجموع اختبار مهارات التفكير التقويمي (ن= ٣٠)**

| الأبعاد | معامل ألفا كرونباك |
|---|---|
| الكشف عن المغالطات والأخطاء. | ٠,٧٦٣** |
| اصدار الاحكام. | ٠,٧٥٣** |
| التنبؤ بالمترتبات على فعل ما. | ٠,٧٠٧** |
| مقارنة أوجه الشبه والاختلاف. | ٠,٧٠٩** |
| التعرف على الافتراضات الأساسية | ٠,٧١١** |
| التخطيط لاستراتيجيات بديلة | ٠,٧٢٧** |
| الثبات الكلي للاختبار | ٠,٨٦١** |

ويبين جدول (٣) أن معاملات ألفا كرونباك لأبعاد ومجموع اختبار مهارات التفكير التقويمي تراوحت بين (٠,٧٠٧ :٠,٨٦١) وهي دالة عند مستوى ٠,٠١ مما يؤكد على أن الاختبار يتمتع بدرجة عالية من الثبات .

## رابعاً مقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية (٧):

١- **تحديد هدف المقياس:** يهدف المقياس إلى التعرف على مدى اكتساب الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم (مجموعة البحث) بعد دراسة البرنامج المقترح.

٢- **تحديد أبعاد المقياس:** بعد الاطلاع على الدراسات والأدبيات التي تناولت الوعي تم تحديد أربعة أبعاد للمقياس وهى :(الالمام بمفاهيم علوم وتكنولوجيا النانو ، فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية، إدراك قضايا تكنولوجيا النانو ومخاطر التعامل معها بحذر ، وتقدر أهمية دراسة علوم وتكنولوجيا النانو)

٧ ) ملحق (٧) مقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية

٣- **صياغة مفردات المقياس:** تم صياغة مفردات المقياس في صورة اختيار من متعدد ولكل مفردة أو موقف أربعة بدائل، بديل واحد هو الصواب وتقدر الاجابة الصحيحة بدرجة وأحدة والخطأ بصفر.

٤- **تحديد تعليمات المقياس:** روعي عند تحديد تعليمات المقياس أن تكون واضحة ومحددة بعبارات قصيرة سهلة الفهم، توضح الهدف من المقياس ، وكيفية الإجابة عليه.

٥- **اعداد الصورة الأولية للمقياس :** تم عرض المقياس في صورته الأولية وتكون من (٣٠) مفردة على السادة المحكمين من أعضاء هيئة التدريس من أساتذة المناهج وطرق تدريس العلوم ، وذلك لاستطلاع آرائهم في مدى مناسبة مفردات المقياس للطالب المعلم ، ومدى مناسبة كل مفردة من مفردات المقياس لكل بعد من أبعاد المقياس ، والسلامة اللغوية والصحة العلمية لمفردات المقياس وأجمع معظم المحكمين على مناسبة مفرادت المقياس مع تعديل صياغة بعض المفردات وقد تم إجراء التعديلات التي أشار إليها السادة المحكمين وأصبح المقياس في صورته الأولية يتكون من (٣٠) مفردة. صالحاً للتطبيق الإستطلاعي للاستقرار على الصورة النهائية للمقياس.

**جدول (٤) مواصفات مقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية**

| الأبعاد | ارقام العبارات | عدد العبارات | النسبة المئوية |
|---|---|---|---|
| الالمام بمفاهيم علوم وتكنولوجيا النانو | ١،٤، ٩، ١٠، ١٠، ١١،٢٦ | ٧ | %٢٣,٣ |
| فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية | ٢،٣، ٥،٦،٧،٨، ٢٤، ٢٥، | ٨ | %٢٦,٧ |
| إدراك قضايا تكنولوجيا النانو ومخاطرها والتعامل معها بحذر | ١٤،١٥،١٦، ٢٠، ٢٢، ٢٣، ١٧، ٢٨ | ٨ | %٢٦,٧ |
| وتقدير أهمية دراسة علوم وتكنولوجيا النانو | ١٢، ١٣، ١٧، ٢١، ٢٩ ، ١٨، ١٩ | ٧ | %٢٣,٣ |
| المجموع | | ٣٠ | %١٠٠ |

٦-**التجربة الاستطلاعية للمقياس:** تم إجراء التجريب الاستطلاعي للمقياس على عينة عشوائية بلغ عددها (٣٠) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الثالثة شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية والبيئية ؛ وذلك بهدف تحديد الخصائص السيكومترية للمقياس كما يلي:

أ. **زمن المقياس** : تم حساب زمن المقياس برصد الزمن الذي بدأ فيه الطلاب الإجابة عن المقياس بعد القاء التعليمات عليهم ، والزمن الذي انتهى فيه أول طالب من الإجابة على المقياس والزمن الذي انتهى فيه أخر طالب من الإجابة عن المقياس وكان زمن المقياس (٦٠) دقيقة.

ب. **معاملات السهولة والصعوبة** : تم حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات المقياس لاستبعاد المفردات شديدة السهولة وشديدة الصعوبة ، وقد تراوحت معاملات السهولة بين (٠,٦٦ :٠,٢٥) وتراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٢٣ :٠,٧٥) وهى معاملات مقبولة .

ج. **الصدق Validity** ::تم حساب صدق المقياس بطريقتين:

- **الصدق المنطقي ( صدق المحكمين ) Logical Validity** : تم التأكد من الصدق الظاهري وصدق المحتوى للمقياس من خلال عرضه على السادة المحكمين وبعد إجراء التعديلات التي أشار إليها التعديلات السادة المحكمين أصبح المقياس صالحاً للتطبيق الإستطلاعي للاستقرار على الصورة النهائية للمقياس.
- **الصدق البنائي:** يعتبر الصدق البنائي أحد مقاييس صدق الأداة الذي يقيس مدى تحقيق الأهداف التي تريد الأداة الوصول إليها ويبين مدى ارتباط كل بعد من أبعاد المقياس بالدرجة الكلية لأبعاد المقياس ككل وجدول (٥) يوضح ذلك

**جدول (٥) معاملات بيرسون لارتباط كل بعد من أبعاد المقياس بالدرجة الكلية لابعاد المقياس ككل**

| أبعاد الوعي بتطبيقات تكنولوجيا النانو وقضاياها النانو | معامل بيرسون |
|---|---|
| الالمام بمفاهيم علوم وتكنولوجيا النانو | ٠,٧١٧** |
| فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية | ٠,٧٣٨** |
| إدراك قضايا تكنولوجيا النانو ومخاطرها والتعامل معها بحذر | ٠,٨٠٣** |
| وتقدير أهمية دراسة علوم وتكنولوجيا النانو | ٠,٧١٢** |

ويبين جدول (٥) أن معاملات ارتباط بيرسون لكل بعد من أبعاد المقياس ودرجة المقياس ككل قد تراوحت بين (٠,٧١٢: ٠,٨٠٣) وجميعها دالة عند مستوى ٠,٠١ مما يؤكد على صدق المقياس.

**د- الثبات Reliability :**

استخدمت االباحثة طريقة ألفا كرونباك Alpha Cronbach Method وهي معادلة تستخدم لإيضاح المنطق العام لثبات الاختبارات والمقاييس، وجدول (٦) يوضح ذلك.

جدول(٦) معاملات ألفا كرونباك لأبعاد ومجموع مقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية

| أبعاد الوعي بتطبيقات تكنولوجيا النانو وقضاياها النانو | معامل ألفا كرونباك |
|---|---|
| الالمام بمفاهيم علوم وتكنولوجيا النانو | **٠,٨٨٩ |
| فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية | **٠,٧٤٦ |
| إدراك قضايا تكنولوجيا النانو ومخاطرها والتعامل معها بحذر | **٠,٨٧٧ |
| وتقدير أهمية دراسة علوم وتكنولوجيا النانو | **.٠٧٤٤ |
| المقياس ككل | **٠,٧٤٢ |

ويبين جدول (٦) أن معاملات ألفا كرونباك لأبعاد ومجموع مقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية قد تراوحت بين(٧٤٢ :٨٨٩) وهي دالة عند مستوى (٠,٠١) مما يؤكد على أن المقياس يتمتع بدرجة عالية من الثبات.

## تنفيذ تجربة البحث :

- **اختيار مجموعة البحث** : تم اختيار مجموعة البحث من طلاب الفرقة الثالثة شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية والبيئية وتكونت مجموعة البحث من (٥٠) طالب وطالبة.
- **ضبط المتغيرات** : تم ضبط العمر الزمني باستبعاد الطلاب الباقين للإعادة ، وبالنسبة للذكاء تم اختيار الطلاب بطريقة عشوائية ، وبالنسبة للجنس تم التطبيق على البنين والبنات.
- **التطبيق القبلي لأدوات البحث** : تم تطبيق اختبار مهارات التفكير التقويمي ومقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية قبلياً على مجموعة البحث .
- **تدريس البرنامج** : بدأ تدريس البرنامج المقترح مع بداية الفصل الدراسي الأول للعام الدراسي ٢٠٢٠م- ٢٠٢١م وقد امتدت فترة تدريس البرنامج من (٢٠٢٠/١٠/٢٥) حتى (٢٠٢٠/١٢/٦).
- **التطبيق البعدي لأداتا البحث** : تم تطبيق اختبار مهارات التفكير التقويمي ومقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية بعدياً على مجموعة البحث .
- رصد النتائج ومعالجتها احصائياً .

## نتائج البحث

١-**<u>نتائج التطبيق البعدي لاختبار التفكير التقويمي</u>:** يتناول هذا الجزء الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث والذي نصه: " ما فاعلية برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو في تنمية مهارات التفكير التقويمي لدى الطالب معلم العلوم ؟ وللتأكد من صحة الفرض الأول ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار التفكير التقويمي ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي ". وذلك على النحو التالي:

أ- حساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات التطبيقين القبلي والبعدى لاختبار التفكير التقويمي ككل وكل بعد من أبعاده . وتم استخدام اختبار "ت" للعينات المترابطة من خلال البرنامج الإحصائي Spss19، وتم حساب قيمة مربع ايتا وجدول (٧) يوضح ذلك.

**جدول(٧) قيمة "ت" ودلالة الفروق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي و البعدي لاختبار مهارات التفكير التقويمي ككل وكل بعد من أبعاده وقيمة مربع ايتا ($\eta^2$) ( ن= ٥٠ )**

| مهارات التفكير التقويمي | المجموعة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة T | مستوى الدلالة | مربع ايتا ايتا $\eta^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الكشف عن المغالطات والأخطاء. | قبلي | ٠,٨٢٠٠. | ١,٤٨ | ١٤,٣ | دالة عند ٠,٠١ | ٠,٨١ |
| | بعدي | ٥,٨٤٠٠ | ١,٧٨ | | | |
| التعرف على الافتراضات الأساسية | قبلي | ٠,٧٦٠٠ | ٠,٥٩١ | ١٩,٤ | | ٠,٨٨ |
| | بعدي | ٦,٠٨ | ١,٨٢ | | | |
| التنبؤ بالمترتبات على فعل ما | قبلي | ٠,٩٤٠٠ | ٠,٥١١ | ١٨,٣ | | ٠,٨٧ |
| | بعدي | ٦,١٠٠ | ١,٩٥٠ | | | |
| مقارنة أوجه الشبه والاختلاف. | قبلي | ١,٠٠ | ٠,٤٠٤ | ١٨,٧ | | ٠,٨٨ |
| | بعدي | ٦,١٢٠٠ | ١,٩٤ | | | |
| اصدار الاحكام . | قبلي | ١,٤٦٠ | ٠,٧٣٤٢ | ١٦,١ | | ٠,٨٤ |
| | بعدي | ٦,٣٦٠ | ١,٩١ | | | |
| التخطيط لاستراتيجيات بديلة | قبلي | ٠,٨٢٠٠ | ٠,٦٠٠ | ٢٠,٦ | | ٠,٩٠ |
| | بعدي | ٦,٣٨٠ | ١,٧٩ | | | |
| درجة الاختبار الكلية | قبلي | ٥,١٠ | ٢,٠٥ | ٢٢,٧ | | ٠,٩١ |
| | بعدي | ٣٦,٩ | ٩,٢٥ | | | |

يتضح من جدول (٧) وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي و البعدي لأبعاد ومجموع اختبار مهارات التفكير التقويمي، وذلك عند مستوى دلالة (٠,٠١) لصالح التطبيق البعدي **وبذلك يتحقق صحة الفرض الأول** ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير التقويمي ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي " . وبحساب قيمة مربع ايتا للاختبار ككل ولكل بعد من أبعاده فقد تراوحت بين (٠,٨١:٠,٩١) وهي قيم مرتفعة أعلى من (٠,٨) وهذا يدل على أن البرنامج المقترح أدى إلى تنمية مهارات التفكير التقويمي لدى مجموعة البحث ، واتضح ذلك من ارتفاع متوسطات درجاتهم في التطبيق البعدى عن درجاتهم في التطبيق القبلي لاختبار مهارات التفكير التقويمي.

ب- **حساب حجم الفاعلية للبرنامج المقترح في تنمية مهارات التفكير التقويمي**

للتأكد من فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات التفكير التقويمي تم حساب نسبة الكسب المعدل لبلاك ، للفروق بين متوسطات درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير التقويمي ككل وكل بعد من أبعاده كما هو موضح بجدول (٨)

**جدول (٨) نسبة الكسب المعدل لبلاك للفروق بين متوسطات درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لابعاد ومجموع اختبار مهارات التفكير التقويمي (ن=٥٠)**

| ابعاد اختبار التفكير التقويمي | النهاية العظمى | الفرق بين المتوسطات | الفرق في الانحراف المعياري | قيمة ت | نسبة الكسب المعدل لبلاك | حجم الفاعلية |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الكشف عن المغالطات | ١٠ | ٥,٠٢ | ٢,٤٧ | ١٤,٣ | ١,٦ | كبير |
| التعرف على الافتراضات الأساسية | ١٠ | ٥,٣٢ | ١,٩٣ | ١٩,٤ | ١,٧ | كبير |
| التنبؤ بالمترتبات على فعل ما | ١٠ | ٥,١٦ | ١,٩٩ | ١٨,٣ | ١,٧ | كبير |
| مقارنة أوجه الشبه والاختلاف. | ١٠ | ٥,١٢ | ١,٩٣ | ١٨,٧ | ١,٥ | كبير |
| اصدار الاحكام . | ١٠ | ٤,٩٠ | ٢,١٤ | ١٦,١ | ١,٤ | كبير |
| التخطيط لاستراتيجيات بديلة | ١٠ | ٥,٦٠ | ١,٩٠ | ٢٠,٦ | ١,٨ | كبير |
| درجة الاختبار الكلية | ٦٠ | ٣١,٩ | ٧,٢ | ٢٢,٧ | ١,١١ | كبير |

ويتضح من جدول (٨) أن نسبة الكسب المعدل لدرجات طلاب مجموعة البحث في اختبار مهارات التفكير التقويمي وكل بعد من أبعاده قد تراوحت بين (١,١١ :١,٧) ، وفقاً لما حدده بلاك فإن نسبة الكسب المعدل اذا وقعت بين الواحد الصحيح و(١,٢) فإن ذلك يشير إلى أن الطلاب قد تمكنوا من بلوغ أكثر من (٥٠%) من الكسب المتوقع أما عندما تتجاوز النسبة (١,٢) فإن ذلك يشير إلى بلوغ الحد الاقصى من نسبة الكسب المتوقع أي بلوغ الفاعلية القصوى. (عبد الحفيظ وآخرون ، ٢٠٠٤، ٢٣٦) فقيم نسبة الكسب المعدل لبلاك لاختبار التفكير التقويمي ككل وكل بعد من أبعاده تقع فى المدى الذي حدده بلاك للفاعلية ، مما يدل على أن البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو ذو فاعلية في تنمية مهارات التفكير التقويمي ككل وكل بعد من أبعاده.

**ومن العرض السابق لقيمة (ت) والفاعلية** يتضح فاعلية البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو في تنمية مهارات التفكير التقويمي لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة العلوم البيولوجية ولجيولوجية (مجموعة البحث) وتتفق هذه النتائج مع نتائج بعض الدرسات التي هدفت إلى تنمية التفكير التقويمي باستخدام وبرامج واستراتيجيات تدريسية ونظريات مختلفة : منها دراسة حسن(٢٠٢١)، البيطار وآخرون (٢٠٢١)،Qasim (2021) ،الشلهوب (٢٠١٩)، الحنان (٢٠١٨)،عمر (٢٠١٤)، ابراهيم (٢٠١٤)، عبد الرحيم (٢٠١٠)

**وقد يرجع فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التفكير التقويمي لدى مجموعة البحث إلى الأسباب التالية**

- طبيعة موضوعات البرنامج الحديثة والشيقة التي تتعلق بحياة الطالب والمنتجات التي يتعامل معها وشغفهم عن معرفة المزيد عن تطبيقات النانو وقضاياها زاد من دافعيتهم نحو تعلم الموضوع مما عزز رغبتهم في مناقشة قضاياها واصدار حكم عليها.
- تضمين البرنامج المقترح العديد من المهام التعليمية التعاونية والمناظرت بين الطلاب أثناء مناقشة القضايا الجدلية لتطبيقات النانو مماعزز مهارات التفكير التقويمي .
- أسئلة التقويم في نهاية كل موضوع تم صياغتها في صورة مواقف أو مشكلة تتطلب ابداء رأي الطالب فيها وتقديم الحجج والبراهين.
- قيام الطلاب ببعض الأنشطة القرائية كتحليل بعض المقالات عن مخاوف النانو زاد من عمق معرفتم بتلك القضايا.
- أوراق العمل والتي تم صياغتها في صورة مواقف تعرض أحد المشكلات أو القضايا المتعلقة بتكنولوجيا النانو ويتبعها عدد من الأسئلة التي تتطلب من الطلاب إصدار الأحكام وإبداء الرأي .

- طبيعة القضايا والموضوعات المتضمنة في البرنامج والتي تتضمن العديد من الجوانب الجدلية لتكنولوجيا النانو .

٢-**نتائج التطبيق البعدي لمقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية:** يتناول هذا الجزء الإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث والذي نصه: "ما فاعلية برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو في تنمية الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى الطالب معلم العلوم؟والتأكد من صحة الفرض الثاني والذي نصه"يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى(٠,٠١)بين متوسطي طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي ". وذلك على النحو التالي:

أ- **حساب دلالة الفروق بين متوسطات درجات التطبيقين القبلي والبعدى لمقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية ككل وكل بعد من أبعاده.** وتم استخدام اختبار "ت" للعينات المترابطة من خلال البرنامج الإحصائيSpss19 وتم حساب قيمة حجم الأثر بمربع ايتا كما هو موضح بجدول (٩).

**جدول(٩) قيمة "ت" ودلالة الفروق بين متوسطي درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية ككل وكل بعد من أبعاده وقيمة مربع ايتا($\eta^2$) (ن= ٥٠)**

| أبعاد الوعي | المجموعة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة T | مستوى الدلالة | مربع ايتا $\eta^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الالمام بمفاهيم علوم وتكنولوجيا النانو | قبلي | ١,١٢٠٠ | ٠,٤٣٥١ | ٢١,٥ | دالة عند ٠,٠١ | ٠,٩٠ |
| | بعدي | ٤,٨٢٢ | ١,١١ | | | |
| فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية | قبلي | ١,٠٤ | ٠,٥٣٣ | ٢٢,٦ | | ٠,٩١ |
| | بعدي | ٤,٥٤ | ٠,٨٦٢ | | | |
| إدراك قضايا تكنولوجيا النانو ومخاطرها والتعامل معها بحذر | قبلي | ٢,١٦ | ٠,٥٨٤ | ١٧,٥ | | ٠,٨٦ |
| | بعدي | ٥,٦٦ | ١,٣٤ | | | |
| تقدير أهمية دراسة علوم وتكنولوجيا النانو . | قبلي | ٢,٤٤ | ٠,٥٠١٤ | ١٦ | | ٠,٨٤ |
| | بعدي | ٥,٢٦ | ١,١٥٧ | | | |
| المقياس ككل | قبلي | ٦,٧٦ | ١,٣٤ | ٢٩,٣ | | ٠,٩٥ |
| | بعدي | ٢٠,٢ | ٢,٨٦ | | | |

يتضح من جدول (٩) وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي و البعدي لأبعاد ومجموع مقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية ، وذلك عند مستوى دلالة (٠,٠١) لصالح التطبيق البعدي. وبذلك يتحقق صحة الفرض الثاني ونصه " يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١) بين متوسطي طلاب مجموعة البحث في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية ككل وكل بعد من أبعاده لصالح التطبيق البعدي ". وبحساب قيمة مربع ايتا لمقياس الوعي ككل وكل بعد من أبعاده ، تراوحت قيم مربع ايتا بين (٠,٨٤: ٠,٩٥) وهى قيم مرتفعة أعلى من (٠,٨) وهذا يدل على أن البرنامج المقترح أدى إلى تنمية بعض الوعي بتطبيقات تكنولوجيا النانو وقضاياها النانو لدى مجموعة البحث ، واتضح ذلك في من ارتفاع متوسطات درجاتهم في التطبيق البعدى عن درجاتهم في التطبيق القبلي لمقياس الوعى بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية

**ب- حساب حجم الفاعلية للبرنامج المقترح في تنمية الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية**

للتأكد من فاعلية البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو في تنمية الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية تم حساب نسبة الكسب المعدل لبلاك لدرجات طلاب مجموعة البحث في مقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية وكل بعد من أبعاده كما هو موضح بجدول (١٠)

**جدول (١٠) نسبة الكسب المعدل لبلاك للفروق بين متوسطات درجات الطلاب مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية (ن= ٥٠)**

| الأبعاد | النهاية العظمى للمقياس وابعاده | قيمة (ت) | الفروق المتوسطات | الفروق بين الانحرافات المعيارية | نسبة الكسب المعدل لبلاك | حجم الفاعلية |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الالمام بمفاهيم علوم وتكنولوجيا النانو | ٧ | ٢١,٥ | ٣,٧ | ١,٢١ | ١,٦ | كبير |
| فهم تطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية والبيئية | ٨ | ٢٢,٦ | ٣,٥ | ١,٠٩ | ١,٢ | كبير |
| إدراك قضايا تكنولوجيا النانو ومخاطرها والتعامل معها بحذر | ٨ | ١٧,٥ | ٣,٥ | ١,٤ | ١,٢ | كبير |
| وتقدير أهمية دراسة علوم وتكنولوجيا النانو | ٧ | ١٦ | ٢,٨ | ١,٢٤ | ١,١ | كبير |
| المقياس ككل | ٣٠ | ٢٩,٣ | ١٣,٥ | ٣,٢ | ١,٣ | كبير |

ويتضح من جدول (١٠) أن قيمة نسبة الكسب المعدل لبلاك لمقياس الوعي بقضايا وتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية ككل وكل بعد من أبعاده قد تراوحت بين (١,١: ١,٦) وهى قيم مرتفعة تقع في المدى الذي حدده بلاك للفاعلية . مما يدل على أن البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو ذو فاعلية تنمية الوعي بقضايا وتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية ككل وكل بعد من أبعاده.

**ومن العرض السابق لقيمة (ت) والفاعلية** يتضح فاعلية البرنامج المقترح في علوم وتكنولوجيا النانو في تنمية الوعي بقضايا وتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى طلاب الفرقة الثالثة شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية والبيئية (مجموعة البحث) وتتفق هذه النتائج مع دراسة Senocak et al ( 2021) ، محمد (٢٠٢١)أحمد (٢٠١٥)، سرج(٢٠١٨)، أحمد وآخرون (٢٠١٥)، الزنطاجي (٢٠٢١)، Senocak et al(2021)

**وقد يرجع فاعلية البرنامج المقترح في تنمية الوعي بقضايا تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيولوجية والبيئية لدى مجموعة البحث إلى الأسباب التالية:**

١. ممارسة العديد من المهام التعليمية مثل مشاهدة بعض مقاطع الفيديو والصور لبعض تطبيقات النانو ساعدت على فهم العديد من الجوانب المعرفية لعلوم وتكنولوجيا النانو .
٢. ما تضمنه البرنامج من محتوى معرفي عن تطبيقات النانو وتعريفها وتاريخ ظهورها والاساس العلمي وتطبيقاتها ، ساعد في تعميق الجوانب المعرفية لموضوعات البرنامج في اذهان الطلاب.
٣. البحث خلال مصادر التعلم المختلفة الالكترونية والورقية ساهم في اثراء معلومات الطلاب بعلوم وتكتولوجيا النانو .
٤. حداثة الموضوعات وطبيعتها الجذابة كان لها أثر في اثارة رغبة الطلاب للتعلم .
٥. طبيعة موضوعات البرنامج وتطبيقاتها الحياتية في الغذاء والملابس وأجهزة الكمبيوتر والهواتف الخلوية اثارت دافعيتهم نحو دراسة موضوعات البرنامج والاهتمام بدرستها ومعرفة المزيد عن تطبيقاتها .
٦. الانشطة التعاونية بين الطلاب والنقاش والحوار ساعد على تعميق فهمهم لموضوعات البرنامج ، واصدار حكم على بعض القضايا الاخلاقية لقضايا النانو وتكوين رؤية لكيفية التصدي والتعامل مع مخاطر النانو.
٧. ممارسة مهارات التفكير التقويمي ساعدت على تنمية الوعى بالجوانب المختلفة للقضايا.
٨. إعداد تقارير عن موضوعات البرنامج بصورة تعاونية أدى إلى اكتساب الطلاب العديد من الجوانب المعرفية والمهارية عن القضايا النانوتكنولوجية وتعميق الفهم بها .

## توصيات البحث:

**في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها من خلال البحث الحالي يوصى بما يلي:**

- توجيه اهتمام القائمين على تطوير مناهج مرحلة التعليم الابتدائي في ضوء توجهات منظومة التعليم الحديثة في مصر بضرورة تضمين المفاهيم الاساسية لعلوم تكنولوجيا النانو في مناهج العلوم الحديثة بما يتناسب مع الخصائص العمرية لهذه المرحلة.
- تضمين مفاهيم وتطبيقات علوم وتكنولوجيا النانو ضمن برامج اعداد معلم العلوم.
- عقد دورات تدريبية وتثقيفية في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية الوعي بها لدي معلمي العلوم أثناء الخدمة في المدارس بمختلف المراحل التعليمية.
- تطوير مناهج العلوم في جميع المراحل التعليمية وتضمينها مفاهيم وتطبيقات النانو وفقاً للخصائص العمرية لمختلف المراحل التعليمية .
- الاهتمام باستخدام الانشطة والوسائل التعليمية المختلفة لتنمية الجوانب الوجدانية كالوعي بدلاً من التركيز على الجوانب المعرفية.
- توجيه الاهتمام بتنمية مهارات التفكير التقويمي من خلال مناهج العلوم.
- تطوير المناهج التعليمية في ضوء المستحدثات العلمية والتكنولوجية لربط المدرسة بقضايا المجتمع.

## الدراسات والبحوث المقترحة

**في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها من خلال البحث الحالي يوصى بما يلي:**

- فاعلية برنامج تدريبي لتنمية مهارات التفكير التقويمي لدى الطلاب معلمي العلوم بكلية التربية.
- وحدة مقترحة في تدريس العلوم لتنمية الوعي بتطبيقات تكنولوجيا النانو لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية.
- إعداد برنامج مقترح في التربية البيئية قائم على مهارات التفكير التقويمي لتنمية الحس العلمي حل المشكلات البيئية لدى الطالب معلم العلوم بكلية التربية .
- تطوير مناهج الأحياء للمرحلة الثانوية في ضوء تطبيقات تكنولوجيا النانو البيولوجية.

## قائمة المراجع

### أولاً المراجع العربية

ابراهيم ، جمال حسن السيد .(٢٠١٤).استخدام نظرية تريز في تدريس الجغرافيا لتنمية عادات العقل المنتج والتفكير التقويمي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي ،مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية . **الجمعية التربوية للدرسات الاجتماعية** ، ع(٥٧)، ١٩٢-١٤٧.

ابن منظور(١٩٧٩). **لسان العرب** ، المجلد السادس ، القاهرة : دار المعارف.

أحمد ، بسمة محمد و عبد الكريم ، عصام و محمد أفراح .(٢٠١٦).اثر برنامج تعليمي – تعلمي وفقاً لمفاهيم الطاقة المتجددة والنانوتكنولوجي على الوعى العلمي والاخلاقي عند طلبة قسم الكمياء ، **مجلة العلوم التربوية والنفسية** ، الجمعية العراقية للعلوم التربوية والنفسية ،(١٢٥)، ٥١٨-٤٨٤.

احمد شيماء أحمد محمد.(٢٠١٥). فاعلية برنامج مقترح في النانوتكنولوجي لتنمية مفاهيم النانوتكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية ، **مجلة التربية العلمية** ، ١٥(٦)نوفمبر ، ٣٩-٧٤.

الاسكندراني ، محمد شريف .(٢٠١٠). **تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، الكويت : عالم المعرفة.**

الاسكندراني،محمد شريف و نايفة ، منير حسن، زيانو، ألفريد ، صالح، محمود .(٢٠١٦). التلوث النانوي: الاخطار وسبل المواجهة، **الأمن والحياة**، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، (٤١٤)٣٦، ٤٦-٣٦.

بغدادي ، منال محمد صالح .(٢٠٢٠) درجة الوعي بتقنية النانو لدى معلمات العلوم في المرحلة الثانوية بمدينة مكة المكرمة.**مجلة القراءة والمعرفة** ، جامعة عين شمس ، (٢٢٥) يوليو ، ١٦٤-١٣١.

البيطار ، حمدى محمد محمد و عمار ، أسامة محمد و سيد حسام عبد العظيم .(٢٠٢١). فاعلية استراتيجية الشكلية المستندة إلى نظرية العبء المعرفي في تدريس علم النفس في تنمية مهارات التفكير التقويمي لدى طلاب المرحلة الثانوية ذوي الاعاقة البصرية ، **دراسات في التعليم العالي** ، مركز تطوير التعليم الجامعي ،(٢٠) يوليو، ٢٠٦-١٨٤.

ثامر، عبد الواحد حميد و سويدان، سعادة .(٢٠٢٠). فاعلية استراتيجية "تنبأ – لاحظ– فسر– استكشف" في التحصيل والتفكير التقويمي لدى طلاب الثاني متوسط في مادة الرياضيات **دراسات العلوم الانسانية والاجتماعية** ، الجامعة الاردنية ، ٤٧،١٢٧–١١٣.

جروان ،فتحي عبد الرحمن.(١٩٩٩) ،، **تعليم التفكير مفاهيم وتطبيقات،** ط٣ ، العين، الامارات المتحدة :دار الكتاب الجامعي .

الحبشي ، نهى علوي أبو بكر.(٢٠١١).**ما هي تقنية النانو؟:مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة.** وزارة الثقافة والاعلام

حسن، سعيد محمد صديق .(٢٠٢١). فاعلية نموذج في تدريس العلوم لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير التوليدي والتقويمي لدى تلاميذ الصف الأول الأعدادي ، **مجلة البحث العلمي في التربية** ، جامعة عين شمس ،ع(٢٢)٨ ،٣٦٥–٤٣٠.

الحنان ، أسامة محمود.(٢٠١٩). استراتيجية مقترحة قائمة على نظرية الذكاء الناجح لتدريس الهندسة في تنمية القدرة المكانية ومهارات التفكير التقويمي لدى تلاميذ الصف الأول الاعدادي . **مجلة تربويات الرياضيات،** ع(١٠)٢٢، ٦–٦١.

الحنان ، طاهر محمود محمد.(٢٠١٨).برنامج مقترح قائم على استراتيجية التعليم الراسخ لتدريس التاريخ في تنمية مهارات التفكير التوليدي والتقويمي لدى طلاب الصف الأول الثانوي، **مجلة الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية** ، الجمعية التربوية للدراسات الاجتماعية ، (١٠٧)، ١٨٩–٢٦٧.

درويش ، عطا حسن وأبو عمرة،هالة حميد .(٢٠١٨). مستوى المعرفة بتطبيقات النانوتكنولوجي لدى طلبة كلية التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها. **مجلة الجامعة الاسلامية للدراسات التربوية والنفسية** ، ع(٢٦)١،

راتنر، مارك ودانيال راتنر .(٢٠١١).**التقانة النانوية مقدمة مبسطة للفكرة العظيمة القادمة.** ترجمة حاتم النجدي ، بيروت: المنظمة العربية للترجمة .

زكي ، حنان مصطفى أحمد .(٢٠١٩).برنامج مقترح في الثقافة البيوالنانوتكنولوجية وفقاً لنظرية المرونة المعرفية وأثره في تنمية التفكير المستقبلي والوعى بالسلامة البيولوجية لدى طلاب كلية التربية ، **مجلة كلية التربية** ، جامعة سوهاج ، ج٥٩، ٩٨٥-٨٨٣.

الزنطاجي ، وفاء ماهر المنوفي .(٢٠٢١).برنامج مقترح في النانوتكنولوجي لتنمية المعرفة النانوية والقدرة على اتخاذ القرار لدى الطلاب المعلمين شعبة العلوم الزراعية ، **المجلة التربوية** ، جامعة سوهاج (٩١) ٩١، نوفمبر ، ٢١٧٩-٢١٠٨ .

سعادة، جودت أحمد .(٢٠١٥).**مهارات التفكير والتعليم**، عمان : دار المسيرة.

سراج ، سوزان حسين.(٢٠١٨) .فاعلية وحدة فاعلية ائية مقترحة في الكيمياء في ضوء التنمية المستدامة لتنمية الوعي بالمفاهيم النانوتكنولوجي وتطبيقاته وأوجه التقدير ووأوجه التقدير لدى طلاب الصف الاول الثانوي ، (٣)٧١، **مجلة كلية التربية** ، جامعة طنطا، ٣٢٦:٤١١.

سلامة ، صفات .(٢٠٠٩). النانوتكنولوجي علم صغير ومستقبل كبير : **مقدمة في فهم علم النانوتكنولوجي** .الامارات العربية المتحدة، الدار العربية للعلوم.

شحات، حسن والنجار زينب .(٢٠١٣). **معجم المصطلحات التربوية والنفسية** .القاهرة : الدار المصرية اللبنانية .

شلبي، نوال محمد .(٢٠١٢).وحدة مقترحة لتنمية مفاهيم النانوتكنولوجية والتفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية ، المؤتمر العلمي الثاني والعشرون للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس .**مناهج التعليم في مجتمع المعرفة**، دار الضيافة ، جامعة عين شمس ، القاهرة ،سبتمبر،١٥-٥٦.

الشلهوب، سمر عبد العزيز محمد .(٢٠١٩) .التعليم المتمايز في تدريس الرياضيات على اكتساب التحصيل تنمية مهارات التفكير التقويمي والاحتفاظ بالتعلم لدى طالبات الصف الثاني المتوسط بالرياض، **مجلة تربويات الرياضيات**، (٢٢)٧،الجزء الاول،٦-٥٠.

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

صالح ، محمود محمد سليم .(٢٠١٥). **تقنية النانو وعصر علمي جديد**، مكتبة فهد الوطنية: الرياض.

صبري ماهر اسماعيل و السعداوي، رانيا عبد الفتاح واسماعيل ، دعاء محمود.(٢٠١٩).أثر مقرر مقترح في النانوتكنولوجي في تنمية مفاهيمه اتخاذ القرار والاتجاه نحو تطبيقاته لدى طلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية، **دراسات عربية في التربية وعلم النفس** ، رابطة التربويين العرب ، (١١٠) يونيو، ٢٤٨-٢١٣.

عبد الحافظ ، أحمد عثمان.(٢٠١٧).فاعلية برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية استشراق المستقبل والتذوق الجمالي لدى الطالب المعلم بكلية التربية.**مجلة التربية العلمية** ، (٧)٢٠يوليو ، ١-٤٩.

عبد الحفيظ ، اخلاص محمد وباهي، مصطفى حسين و النشار، عادل محمد.(٢٠٠٤). **التحليل الاحصائي في العلوم التربوية .نظريات – تطبيقات- تدريبات**.القاهرة: مكتبة الانجلو المصرية.

عبد الرحمن ، أحمد عوف محمد .(٢٠١٣).**طب النانو : تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب** ، القاهرة : الهيئة المصرية العامة للكتاب.

عبد الرحيم ، المعتز بالله زين الدين .(٢٠١٠). فاعلية استراتيجية مقترحة لتعليم التفكير في العلوم في تنمية مهارات التفكير التقويمي والدافعية للانجاز لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي . **دراسات في المناهج وطرق التدريس** ، جامعة عين شمس ، ع (١٥٩)يونيو ، ١٤-٦٥.

عبد الفتاح، محمد عبد الرازق.(٢٠١٣). وحدة مقترحة في النانوبيولوجي لتنمية المفاهيم النانوبيولوجية ومهارات حل المشكلة وتقدير العلم والعلماء لدى طلاب المرحلة الثانوية .**مجلة التربية العلمية** ، ١٦(٦) نوفمبر، ٢٦٢-٢٣٢.

عبد الوهاب وآخرون، محمد عبد الوهاب .(٢٠١٨).استخدام نموذج مكارثي لتنمية المفاهيم التاريخية ومهارات التفكير التقويمي لدى طلاب المرحلة الثانوية ، **مجلة البحث العلمي في التربية** ، جامعة عين شمس ، (١٩)٥، ٣٧١-٣٤٣.

العتيبي، سوزان بنت غازي .(٢٠٢١). الوعى بتقنية النانو لدى طالبات كلية العلوم بجامعة جدة في المملكة العربية السعودية. **المجلة العربية للنشر العلمي** ، ع(٢٨)، ٣٥-٦٦.https://www.ajsp.net

عليان ، شاهر ربحي والعرفج ، ماهر بن محمد.(٢٠١٥). دراسة فاعلية برنامج مقترح في تنمية الوي بالقضايا المرتبطة بعلم النانو والاتجاهات نحوها لدى طلبة المرحلة الثانوية في مدرينة الاحساء ، **المجلة العربية للتربية العلمية والتقنية** ، جامعة العلوم والتكنولوجيا ، (٣)، ٢-٢٢.

عميش ، محمد غريب ابراهيم .(٢٠١١). **النانوبيولوجي عصر جديد من العلوم** ، القاهرة: الهيئة المصرية للكتاب.

عمر ، زيزي حسن .(٢٠١٤)استخدام بعض مبادئ نظرية تريز (الحل الابتكاري للمشكلات) في الاقتصاد المنزلي لتنمية مهارات التفكير التقويمي واتخاذ القرار ، **دراسات عربية في التربية وعلم النفس** ، (٥٥)،١٩٥-٢٢٥.

مارنو، فرانسولين والحساني، فتيحة .(٢٠١٧).مخاطر تكنولوجيا النانو المتناهي في الصغر في المستقبل : مراجعة كتاب هل ينبغي لنا أن نقلق من النانو ؟، **مجلة استشراف للدراسات المستقبلية** ، المركز العربي للابحاث ودراسة السياسات ، (٢)،٣١١-٣١٦.

محمد ، عبير عبد الصمد وسعودي ، منى عبد الهادي و الجندي، أمينة السيد .(٢٠١٨).برنامج مقترح في النانو تكنولوجي قائم على المعمل الافتراضي وأثره في تنمية المفاهيم العلمية لطلاب كلية التربية ، **مجلة البحث العلمي في التربية** ، جامعة عين شمس ، (١٩) ١٠، ٤٧١-٥٠١.

محمد ، هشام محمد .(٢٠٢١). برنامج في الجغرافيا لتنمية الوعى بالتطبيقات البيئية والاقتصادية لتكنولوجيا النانو للطلاب المعلمين بكلية التربية.**مجلة كلية التربية** ، جامعة عين شمس ، (٤٥) ١، ٩٩-١٤٩.

محمد، علا عبد السلام .(٢٠١٨).فرص ومخاطر تكنولوجيا النانو والتغيرات التي تحدثها في بعض الخواص الرئيسة المرتبطة بالشعور بالراحة في الخامات السليوزية.**مجلة العمارة والفنون والعلوم الانسانية** ، الجمعية العربية للحضارة والفنون الاسلامية ، (١١) يوليو،٤٣٥-٤٢٣.

محمد، منال على حسن .(٢٠١٧). برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو وأثره في تنمية التحصيل وتقدير العلم والعلماء واتخاذ القرار لدى طالبات الاقسام العلمية بحفر الباطن ، **مجلة كلية التربية** ، جامعة أسيوط ،(٥)٣٣ يوليو ، ٣٩-٨٨ .

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، ٤٤٣-٤٢٥.

ملكاوي ، آمال رضا .(٢٠١٧). فاعلية دراسة مساق تكنولوجيا المواد النانوية في اكتساب اساسيات النانوتكنولوجي والاتجاه نحوها . **المجلة الاردنية في العلوم التربوية** ، الأردن ، مج ١٣، ع(٣) ٣٢٧-٣٣٨.

الميهي ، رجب السيد عبد الحميد .(٢٠١٦). تصورات خبراء البيولوجي لتعليم النانوبيولوجي لطلبة التعليم الثانوي العام كمدخل للتمكين المعرفي وتأسيس مجتمع المعرفة ، **دراسات تربوية واجتماعية** ، كلية التربية ، جامعة حلوان ، (٣)٢٢، ١٥-٣٦.

نصر، محمد على .(١٩٩٩).تطوير اعداد معلم العلوم وتدريبه باستخدام بعض المداخل الحديثة للتعليم والتعليم – رؤية مستقبلية ، **المؤتمر العلمي الثالث للجمعية المصرية للتربية العلمية ومناهج العلوم للقرن الحادي والعشرين** ، ٢٥-٢٨يوليو، مج (٢).

## ثانياً المراجع الاجنبية

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

Babu, P.J., Tingirikari, J.M.R. (2022). A review on polymeric nanomaterials intervention in food industry. **Polym. Bull**. https://doi.org/10.1007/s00289-022-04104-6

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

Bhushan B.(2016). Introduction to Nanotechnology: History, Status, and Importance of Nanoscience and Nanotechnology Education. In: Winkelmann K., Bhushan B. (eds) **Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education. Science Policy Reports.** Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2_1

Blonder, R. (2010). The influence of a teaching model in nanotechnology on chemistry teachers' knowledge and their teaching attitudes. **Journal of Nano Education**, 2(1-2), 67-75.

Buckley, J., Archibald, T., Hargraves, M., & Trochim, W.M. (2015). Defining and teaching evaluative thinking: Insights from research on critical thinking. American. **Journal of Evaluation**, 36(3), 375-388.

Chellaram C., Murugaboopathi G., John A.A., Sivakumar R., Ganesan S., Krithika S., Priya G.(2014) Significance of Nanotechnology in Food Industry. **APCBEE Procedia** (8)، 109-113. https://www.sciencedirect .com/science /article /pii/S2212670814000906

Chin B.L.F., Juwono F.H., Yong K.S.C. (2022). Nanotechnology and Nanomaterials for Medical Applications. In: Mubarak N.M., Gopi S., Balakrishnan P. (eds) Nanotechnology for Electronic Applications. Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6022-1_4

Cox, E. (2013). Nanotechnology and Secondary Science teacher's self-efficacy. Dissertation Abstracts International Section A Humanities and Social Science. 73 (11-A).

Durán, N. & Marcato,P. D. (2012).perspectives. Role of nanotechnology in the food industry: a review. **International Journal of Food Science & Technology**, (48)6 , 1127-1134. https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ijfs.

Earl, L. & Timperley H.(2015)."Evaluative thinking for successful educational innovation", **OECD Education Working Papers**, (122) OECD Publishing,Paris https://doi.org/10.1787/5jrxtk1jtdwf-en

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**, DOI: 10.1080/09500693.2021.2024914

Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2008). Exploring preservice elementary teachers' critique and adaptation of science curriculum materials in respect to socioscientifc issues. **Science & Education**, 17(8), 829–854.

Fotou, N.and Constantinou, M. (2020). The role of health and biology literacy in the era of the COVID-19 *pandemic.* **ASE International**.( 11) , 29-33. https://eprints.lincoln .ac.uk /id/eprint/43464/

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

Hart, Dean.(2012) "Closing the Nanotechnology Workforce Gap [Nano Safety and Education], **IEEE Nanotechnology Magazine**, 6 (2) ,27-28 . doi: 10.1109/MNANO

Henriette M.C. de Azeredo. (2009) .Nanocomposites for food packaging applications **Food Research International** (42)9 ,1240–1253 https://www.sciencedirect.com/ science/ article/abs/pii/S096399690900091X

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.

Humaira M., SunishthaS Y., Sidra A., Yadav B. Muhammad S. Aqsa'Khurshid M. (2022).Applications of nanotech nology in biological systems and medicine. **Nanotechnology for Hematology, Blood Transfusion, and Artificial Blood**: Micro and Nano Technologies,215-235. .https://www.sciencedirect.com /science/article/pii/B9780128239711000192#!

Ipek, Z., Atik, A. D., Tan, S. Erkoç, F. (2020). Opinions of Biology Teachers about Nanoscience and Nanotechnology Education in Turkey **International Journal of Progressive Education**, (16) (1) ,205-222 https://eric.ed.gov/?id=EJ1244887

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

Jim D. (2008).Nanotechnology its impact on food safety. **Journal of Environmental Health**, January/February, 47-50.

Karisan, D., & Zeidler, D. L. (2017). Contextualization of nature of science within the socioscientifc issues framework: A review of research. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, 5(2), 139-152

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. T**hinking Skills and Creativity**,(39), March https://www.sciencedirect.com/science/article/**abs**/**pii**/**S1871187121000110**

Laherto, A. (2010).An Analysis of the Educational Significance of Nanoscience and Nanotechnology in Scientific and Technological Literacy Science **Education International**, (21) 3, 160-175 .

Lee, C. K.& Wu,M. K.& Yang, J. C.& Hsu, S.(2006). Establishing a K–12 Nanotechnology Program for Teacher Professional Development. **IEEE Transactions on Education** , 49(1):141 – 146.

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

Liu Y.,Chen H.,Zhu N.,Zhang J.,Li Y.,Xu D,GaoY. ,Zhao J.. (2022).Detection and remediation of mercury contaminated environment by nanotechnology: **Progress and challenges**. **Environmental Pollution**, (293) 15 January, 118557 .

Mandrikas ,A. & Michailidi, E. & Stavrou ,D . (2020).Teaching nanotechnology in primary education. **Research in Science & Technological Education** . (38)4, 377-395. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02635143.2019.1631783?scroll=top&needAccess=true.

Mandrikas, A., Michailidi, E. & Stavrou, D. (2021). In-service Teachers' Needs and Mentor's Practices in Applying a Teaching–Learning Sequence on Nanotechnology and Plastics in Primary Education. **Journal Science Education Technol** ,(30), 630–641. https://doi.org/10.1007/s10956-021-09908

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** . https://doi.org/10.1007/s10763-021-10199-6

Modi, S.; Prajapati, R.; Inwati, G.K.; Deepa, N.; Tirth, V.; Yadav, V.K.; Yadav, K.K.; Islam, S.; Gupta, P.; Kim, D.-H.; et al. (2022). Recent Trends in Fascinating Applications of Nanotechnology in Allied Health Sciences. **Crystals**, (12) 39. https://doi.org/10.3390/ cryst12010039.

National Nanotechnology Initiative Anonymous.(2000). Leading to the Next Industrial Revolution. **National Science and Technology Council, Committee on Technology**, The Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering, and Technology, Washington, DC(2000)

Osborne, J. ( 2008).Engaging young people with science: Does science education need a new vision? **Sch. Sci. Rev**, (89), 67-74.

Peers, C., Diezmann, C., & Watters, J. (2003). Supports and concerns for teacher professional growth during the implementation of a science curriculum innovation. **Research in Science Education**, 33(1), 89-110.

Politis, J., & Houttz, J. (2015). Effects of Positive Mood on Generative and Evaluative Thinking in Creative Problem Solving. **SAGE**, 5(2), 1-8.

Qasim I. Q. (2021). The Influence of the SWOT Analysis Strategy on the Achievement of the Fifth Preparatory Literary Class Students’ Evaluative Thinking at History. International Journal of Early Childhood Special Education (INT-JECSE), 13(2): 66-78. DOI: 10.9756/INT-JECSE/V13I2.211041

Roco, M. C. (2003). Converging science and technology at the nanoscale: opportunities for education and training. **NatureBiotechnologyBiotechnol** ,(21),1247–1249. https://www.nature.com/articles/nbt1003-

Ron B., Merav D . (2011).Teaching Nanotechnology Using Student-Centered Pedagogy for Increasing Students' Continuing Motivation. **Journal of Nano Education**, (11) 3, 1-2, June. 51-61 **DOI**: https://doi.org/10.1166/jne.2011.1016

Schwandt, T. A. (2018). Evaluative thinking as a collaborative social practice: The case of boundary judgment making. In A. T. Vo & T. Archibald (Eds.),**Evaluative Thinking. New Directions for Evaluation**.158, 125–137

Senocak E., Sarıkaya H., Hüseyin C. ( 2022).Dental Students' Emotions, Knowledge, Awareness And Learning Intention On The Applications of Nanotechnology In Dentistry .**research square**, DOI:10.21203/rs.3.rs-1255813/v1

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.

Sofia, A ,Permanasari, H. S. and FMT S. (2021).Profile of evaluative thinking skills of chemistry education pre-service teachers on theme of carbohydrates in food chemistry lectures.**Journal of Physics: Conference Series**, V. (1806) **International Conference on Mathematics and Science Education** (ICMScE), 14-15 July 2020, Jawa Barat, Indonesia.

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. Retrieved fromhttp://dx.doi.org/ 10.3390/educsci

Tyagi S.; Rawtani D.; Khatri N.;Tharmavaram M. (2018) .Strategies for Nitrate removal from aqueous environment using Nanotechnology: A Review, **journal of Water Process Engineering** ,(21) February , 84–95.

Vo, A. T Archibald T. &., (2018). New directions for evaluative thinking. **Evaluative Thinking. New Directions for Evaluation**.158, 139–147. https://onlinelibrary .wiley.com /doi/ 10.1002/ev.20317

Xie, Charles& Lee, H. S. (2012).A Visual Approach to Nanotechnology Education .**International Journal of EngineeringEducation** ,28(5):10061018.https://www. researchgate.net

Zor Tuba Şenel & Kan Adnan Nanotechnology Attitude Scale Development Study for Pre-Service Science Fields. .**Journal Science Learning** .2021.4(2).123-133.