Sana'a University Journal of Human

Volume (1)- No (2) - 2023

مجلة جامعة صنعاء للعلوم الإنسانية

مجلد (1) – عدد (2) – 2023

تصور مقترح لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في مقرري هندسة وقياس

A suggested proposal to include nanotechnology concepts in geometry and measurement courses

Eibtisam Mohammed Ahmed Alkamel

Researcher - Faculty of Education – Sana'a University -Yemen

ابتسام محمد أحمد الكامل

باحثة –كلية التربية – جامعة صنعاء – اليمن

Radman Mohammed Said

Res*earcher - Faculty of Education – Sana'a University -Yemen*

ردمان محمد سعيد

باحث –كلية التربية – جامعة صنعاء – اليمن

ملخص الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى بناء تصور مقترح لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في مقرري هندسة وقياس، وقد أُعتمد المنهج الوصفي التحليلي في إجراء الدراسة، حيث توصل الباحثان إلى قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي وفي ضوئها بُنيت أداتان، الأولى: مقياس الوعي بمفاهيم النانو تكنولوجي، والذي طُبق على طلبة قسم الرياضيات بكلية التربية البالغ عددهم (149) طالباً وطالبة، والثانية: استمارة تحليل محتوى مقرري هندسة وقياس، حيث طُبقت على مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2) اللذين يُدرَّسان في قسم الرياضيات كلية التربية– صنعاء. وأظهرت نتائج الدراسة انخفاض الوعي بمفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الرياضيات في كلية التربية صنعاء، كما أظهرت نتائج التحليل شبه خلو مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2) من مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها، وهذا يبين مدى قصور المقررين في مواكبة التحديثات العالمية. ووفقاً لنتائج الدراسة بُني تصور مقترح لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في كل من المحتوى العلمي والأنشطة والمهام المقدمة للطلبة.

الكلمات المفتاحية: تصور مقترح، النانو تكنولوجي، مفاهيم النانو تكنولوجي، هندسة وقياس.

Abstract:

The current study aims to is developing a suggested proposal to include the nanotechnology concepts in geometry and measurement courses. The descriptive analytical method was used in conducting the study. Where a list of nanotechnology concepts was reached and according to it two instruments were built: The first, a scale of awareness of nanotechnology concepts, which was applied to the students of the Mathematics Department at the College of Education, they were (149) students. The second: a form for analyzing the content of geometry and measurement courses where it was applied On the curricula of Geometry and Measurement (1) and Geometry and Measurement (2), which are taught in the Mathematics Department, College of Education - Sana'a. The results of the study showed a low awareness of nanotechnology concepts among students of mathematics at the College of Education in Sana'a, and the results of the analysis showed that the courses in Geometry and Measurement (1) and Geometry and Measurement (2) were devoid of nanotechnology concepts and applications, which shows the extent of the shortcomings of the courses in keeping pace with global updates. According to the results of the study, a suggested proposal was built to include nanotechnology concepts and their applications in each of the scientific content, activities and tasks presented to students.

Keywords: suggested proposal, nanotechnology, nanotechnology concepts, geometry and measurement.

المقدمة:

تعد الرياضيات أحد أهم العلوم التي أدت إلى موجات تطور عالية ومتسارعة يتعرض لها عالم اليوم، حيث تؤدي دوراً كبيراً في التطبيقات الحياتية العلمية والعملية، وتعد الهندسة فرعًا من فروع الرياضيات التي تهتم بدراسة الأشكال الهندسية وخواصها في المستوى، والمجسمات في الفراغ والعلاقة بينهما في الحياة الواقعية، حيث تحتل الهندسة جزءاً رئيسًا من حياتنا اليومية.

وترتبط طبيعة الهندسة بخصائص الواقع ومكوناته، فلها نماذج وأشكال مجسمة ندركها ونحس بها عند التعامل معها، وقد تكون هذه النماذج والأشكال مستوية أو ثلاثية الأبعاد، لذا فإن الهندسة ليست ثابتة، لكنها متغيرة ومتطورة تبعاً لاكتشافات الإنسان لمكونات الطبيعة وأنظمتها المختلفة، ويتطلب علم الهندسة الموجود في علم الحقيقة دراسة هندسية حدسية وتحويلية واستدلالية وأيضاً خصائص تبولوجية والتعامل مع أنماط هندسية تتكون من إيقاعات تكرارية لوحدات هندسية صغيرة. (إبراهيم، 2012، 449).

وعن طريق تناغم الرياضيات مع الطبيعة أدى ذلك إلى ظهور رياضيات حديثة أو ما يسمى بالرياضيات المعاصرة، هذه الرياضيات وليدة لنظريات حديثة في مجالات وأفرع التوبولوجي، إذ نمت بتقدم علوم الكمبيوتر وأساليبه في الرسوم والنمذجة، ومن الأمثلة على الرياضيات المعاصرة التي تعكس الفن الرياضي وأعاجيب الفكر الرياضي المتجدد هندسة الفركتال، التي تعرف بهندسة الفتافيت أو الكسريات، وتتسم هذه الهندسة بسمات مطلوبة في تطوير الرياضيات المدرسية للقرن الحادي والعشرين؛ وذلك لكونها أكثر حيوية وأكثر واقعية وأكثر إتاحة وأكثر معلوماتية وأكثر حداثة وأيضاً لارتباطها بالطبيعة والفن والتكنولوجيا المتقدمة. (خضر، 2004، 45)

ومن أهم مجالات التكنولوجيا المتقدمة التي تهتم بالبحث عن وحدات صغيرة تتشابه مع أشياء كبيرة النانو تكنولوجي، وهذا يشبه بعض المفاهيم الرياضية، كالتوازي والزوايا والتشابه وقوانين الأسس السالبة واللوغاريتمات والدوال، ويظهر ذلك أهمية الرياضيات التكنولوجية والتأكيد على أن الرياضيات تصف الحياة في كل شيء كمجرى الأنهار والسحب والنباتات وأشكال توزيع أجهزة جسم الإنسان، فالرياضيات لغة عالمية لوصف الحياة. (بدر، 2019، 677)

وتعد تكنولوجيا النانو مجالاً متعدد التخصصات في البحث والتطوير، والتكنولوجيا على مستوى مقياس النانو هي أمر في غاية الخطورة على مستوى الأمن وتعزيز جودة حياة الدولة والمجتمعات حيث القوة المحركة الأساسية القادرة على التغيير في المجتمع. إنَّ التطور السريع والمستمر لمجال تكنولوجيا النانو يسرع الحاجة إلى المعرفة والمهارات المتخصصة في المجال، وهنا يتأكد الدور الحيوي للعملية التعليمية على المستويات المدرسية والجامعية لتنمية تلك المعارف والمهارات. (الرفاعي، 2019، 34-35)

إنَّ أول مرة جرى فيها وضع الأسس المفاهيمية للنانو تكنولوجي كانت عام 1959م من قبل العالم الفيزيائي فاينمان Richard Feynman في محاضرته التي كانت بعنوان "هناك مُتسّع كافٍ في القاع" والتي كشف فيها أنه يمكن معالجة المواد ذات القياس النانوي، كما توقع القدرة المتزايدة للكشف والسيطرة على المواد نانوية القياس، ولم يكن مصطلح النانو تكنولوجي متداولاً حتى عام 1974م، حيث أشار الباحث نوريو تانيجوشي Norio Taniguchi في جامعة طوكيو إلى الخصائص الفائقة للمواد على مستوى النانو متر. (The Royal Society, 2004,5)

ويُعرف النانو تكنولوجي –بشكله المبسط– أنه عبارة عن عملية إعادة ترتيب الذرات التي تتكون منها المواد، فكلما تغير الترتيب الذري للمواد تغيَّر الناتج من ذلك إلى حد كبير، ومن ثم فإن خصائص هذه المواد تعتمد على الترتيب الذري، وأوضح مثال على ذلك ترتيب ذرات الفحم وفقاً لترتيب معين فإنه يمكن الحصول على الألماس. كذلك إذا قمنا بإعادة ترتيب ذرات الرمل وأضفنا بعض العناصر بنسبة قليلة، فإنه يمكن تصنيع رقائق الكمبيوتر. ومصطلح النانو تكنولوجي (Nanotechnology) هو مصطلح مركب من كلمتين، الكلمة الأولى نانو (Nano) وهي بادئة مشتقة من كلمة نانوس (Nanos) الإغريقية، وتعني القزم (Dwarf) أو الشيء المتناهي في الصغر، والثانية هي كلمة تكنولوجي (Technology) والتي تعني التطبيق العملي للمعرفة في مجال معين. (دربلة وحمزة، 2016، 15– 16)

ومن وجهة النظر الرياضية والفيزيائية، فإن النانو متر يساوي جزءًا واحدًا من مليار جزء من المتر (1: 1000000000)، أي أنها (10^{-9}) متر، أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم A° بمعنى آخر، إذا قسمنا المتر إلى مليار جزء متساوٍ في الطول فإن الجزء الواحد يساوي واحد نانو متر، وكذلك هناك النانو ثانية والنانو جرام والنانو مول والنانو جول، ويستخدم النانو متر كوحدة قياس للجزيئات المتناهية الصغر. (مياس، 2017، 147)

وما للنانو تكنولوجي من أهمية كبيرة، فهو يتصدر قائمة الاهتمامات البحثية والعلمية في العديد من دول العالم، إذ قامت (52) دولة خلال السنوات العشر الماضية بتأسيس برنامج ووحدات بحثية وأكاديمية ومعاهد بحوث ومراكز ومعامل وصل عددها مع نهاية 2009 إلى (24500). كما يوضح (Hingant & Albey, 2010) أنَّ التقدم في بحوث علم النانو وتكنولوجيا النانو تفرض علينا بذل الجهد لمقابلة هذه التطورات في مجال التربية، حيث يقع عليها العبء في تثقيف الأفراد وتربيتهم في هذا المجال، ولكي تبلغ تكنولوجيا النانو أقصى قدراتها الكامنة، لتسهم في بناء المجتمعات الحديثة التي تحتاج للقوى العاملة المدربة في أبحاث النانو وتطوير الصناعات المتصلة بها، ويتوقع البعض أن نكون في حاجة إلى حوالي ثلاثة

مليون من القوى العاملة في تكنولوجيا النانو. وقد وجهت العديد من الدول المتقدمة الاهتمام بتضمين النانو تكنولوجي ضمن المناهج الدراسية، وتعد الولايات المتحدة الأمريكية من أوائل الدول التي قامت بإعادة تشكيل المناهج الدراسية لتتضمن هذا المجال؛ وذلك لإعداد المتعلمين وتوجيههم مستقبلاً لوظائف مرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة وللإسهام في إعداد أجيال قادرة على الإسهام في بناء المجتمع. (متولي،2016، 114)

ونظراً إلى الحاجة الماسة في توعية الطلبة بمفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها وتنمية مفاهيمها لديهم، ووفقاً لدور المقررات الدراسية في تنمية تلك المفاهيم، فقد هدفت الدراسة الحالية إلى بناء تصور مقترح لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في مقرري هندسة وقياس.

مشكلة الدراسة:

على الرغم من اهتمام العديد من الدول بالنانو تكنولوجي إلاَّ أنَّ العديد من الدراسات أظهرت ضرورة تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في محتوى مقررات المراحل الدراسية بشكل عام، فقد أظهرت نتائج دراسة كلٍّ من: (التميمي، 2017؛ درويش وعمرة، 2017؛ ملكاوي، 2017؛ الرفاعي، 2019؛ مرعي، 2021؛ Elmeanawy et al. 2022) تدني المستوى المعرفي لدى الطلبة في مفاهيم النانو تكنولوجي، كما أظهرت دراسة Ipek et al. (2020) أنَّ مستوى معرفة المعلمين بمفاهيم النانو تكنولوجي غير مقبولة، وأظهرت دراستي (ذاكر والمسرحي، 2019؛ و القحطاني، 2019) مدى افتقار المناهج والمقررات الدراسية لمفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي، وبيَّنت نتائج دراسة عياد (2017) انخفاض درجة الوعي بتكنولوجيا النانو لدى معلمي التكنولوجيا، وأوصت هذه الدراسات بضرورة إدراج مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في البرامج الأكاديمية والمقررات الدراسية، وانطلاقاً من توصيات تلك الدراسات التي تبين مدى أهمية تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مناهج الرياضيات دفع الباحثَيْن إلى القيام بهذه الدراسة التي تقترح تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرري هندسة وقياس بكلية التربية.

وتتحدد مشكلة الدراسة في الأسئلة الآتية:

1. ما مفاهيم النانو تكنولوجي المراد تضمينها في مقرري هندسة وقياس في كلية التربية؟
2. ما مستوى وعي طلبة الرياضيات بكلية التربية بمفاهيم النانو تكنولوجي؟
3. ما مستوى تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرري هندسة وقياس في كلية التربية؟
4. ما التصور المقترح لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرري هندسة وقياس في كلية التربية؟

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة في النقاط الآتية:

-تعد الدراسة استجابة للتطورات والمستحدثات العالمية التي توجه إلى ضرورة تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في المقررات التعليمية، وعليه قد تفيد هذه الدراسة في إثراء المقررات والبرامج الدراسية بمواضيع تلبي متطلبات العصر، التي منها مفاهيم النانو تكنولوجي.

-معالجة القصور في المقررات الجامعية عند تطويرها، وذلك عن طريق معرفة درجة توافر مفاهيم النانو تكنولوجي في مقررات هندسة وقياس.

-ستوفر هذه الدراسة بطاقة تحليل تتضمن قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي، التي يمكن الاستفادة منها في تقويم المقررات الدراسية وتطويرها في قسم الرياضيات بشكل خاص والأقسام العلمية بشكل عام.

-يمكن أن تسهم هذه الدراسة في حث الباحثين التربويين على إجراء المزيد من الدراسات في ضوء ما اسفرت عنه من نتائج وتوصيات ومقترحات.

حدود الدراسة:

اقتصرت هذه الدراسة على الحدود الآتية:

- **الحدود البشرية:** عينة من طلبة المستوى الثاني، قسم الرياضيات.
- **الحدود الموضوعية والزمانية:** قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي، مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2) اللذين تم أخذهما في الفصلين الدراسيين الأول والثاني للعام الجامعي 2021– 2022م.
- **الحدود المكانية:** طُبقت أداة الدراسة في جامعة صنعاء.

مصطلحات الدراسة:

التصور المقترح: يعرفه زين الدين (2013) أنه: "تخطيط مستقبلي مبني على نتائج فعلية ميدانية من خلال أدوات منهجية كمية أو كيفية لبناء إطار فكري عام يتبناه فئات من الباحثين أو التربويين". (p.6)

ويعرفه الباحثان إجرائياً أنه: مجموعة من الخطوات والإجراءات التي يقترحها الباحثان لتطوير أنشطة مقررات قسم الرياضيات بكلية التربية – صنعاء في ضوء قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها.

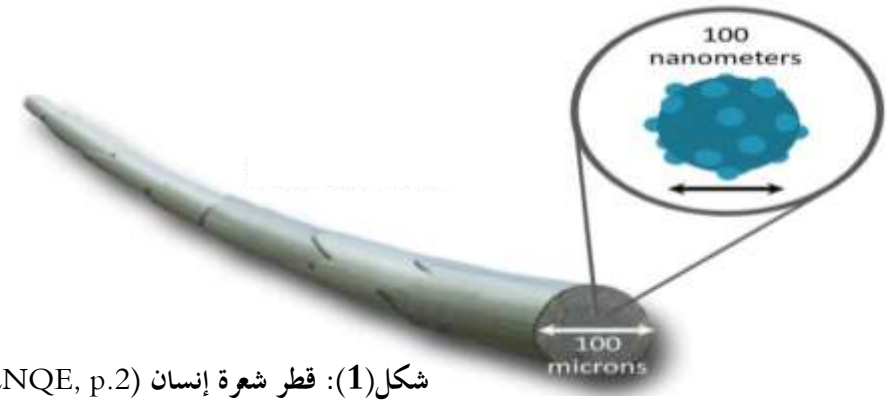
النانو: يعرِّفه شحاتة (2011) بمفهومه المبسط أنه "تعبير مشتق من كلمة "نانوس" الإغريقية، وهي تعني: "القزم" أو الشيء المتناهي في الصغر". (p.11).

كما يعرِّفه راتنر (2007) أنه "عبارة عن جزء وحدة من مليار جزء، ويساوي النانو متر الواحد (1\1000000000) من المتر". (p.20)

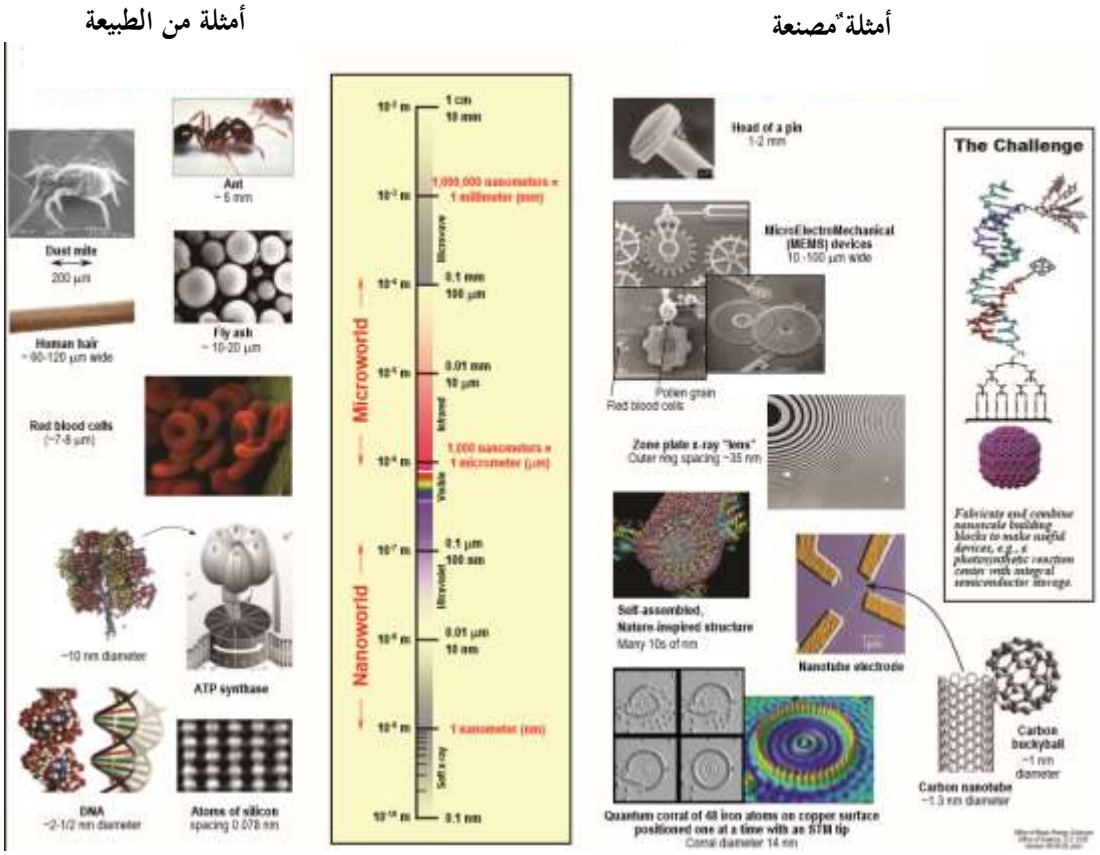
النانو تكنولوجي: "هي تكنولوجيا تعتمد على الجزيئات المتناهية في الصغر". (شحاته،2011، 15).

ويعرفه الباحثان إجرائياً أنه: العلم الذي يهتم بدراسة المواد المتناهية في الصغر، وذلك لاستخدامها في تصنيع مواد ذات جودة عالية تستخدم في مجالات حياتية متنوعة.

والشكلان (1) و(2) يوضحان مقدار ضآلة مقياس النانو:



شكل(1): **قطر شعرة إنسان** (LNQE, p.2)



شكل (2): أمثلة على مواد نانوية (LNQE, p.3)

مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها: ويعرفها الباحثان إجرائياً أنها: عبارة عن مجموعة من المفاهيم والتطبيقات ذات العلاقة بالنانو تكنولوجي والتي يمكن توظيفها لتحسين المقررات التعليمة بالمراحل الجامعية.

إجراءات الدراسة

منهجية الدراسة:

أُستخدم في هذه الدراسة المنهج الوصفي، وأسلوب تحليل المحتوى، وذلك لمناسبتها لأغراض الدراسة، حيث تم إعداد قائمة بأهم مفاهيم النانو تكنولوجي التي يجب تضمينها في مقرري هندسة وقياس(1) وهندسة وقياس(2)، والاستفادة منها في بناء بطاقة تحليل محتوى المقررين، ومن ثم بناء التصور المقترح.

عينة الدراسة ومجتمعها:

تمثَّلت عينة الدراسة البشرية من طلبة قسم الرياضيات بكلية التربية، والبالغ عددهم (149) طالباً وطالبة من جميع المستويات الدراسية كما هو موضح في الجدول (1):

جدول (1): توزيع عينة الدراسة على المستويات الدراسية

المستوى الدراسي	العدد
الأول	24
الثاني	25
الثالث	36
الرابع	64

أما من الناحية الموضوعية فتمثَّلت في جميع مواضيع مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2) التي تدرَّس بقسم الرياضيات في كلية التربية جامعة صنعاء، والموضحة في جدول (2):

جدول (2): عدد موضوعات مقرري هندسة وقياس

المقرر	عدد المواضيع الرئيسة
هندسة وقياس (1)	10
هندسة وقياس (2)	11

أدوات الدراسة:

ولجمع البيانات تم بناء قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي، وفي ضوئها تم بناء مقياس الوعي بمفاهيم النانو تكنولوجي واستمارة تحليل مفردات مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2)، والموضحة كالآتي:

أولاً: بناء قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي:

1. بناء قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي ومصادر اشتقاقها:

تم الاطلاع على العديد من الدراسات والأدبيات التي ناقشت بناء المحتوى وفقاً لمفاهيم النانو تكنولوجي والمتمثلة في دراسة كلٍّ من (القحطاني، 2019؛ مرعي، 2021)، والدراسات التي تناولت مفاهيم النانو بشكل عام وهي دراسة (التميمي 2017؛ درويش وعمرة 2017؛ الرفاعي 2019)، وكذلك دراسات أجنبية منها: (Nouailhat, 2007; Bhashan, 2010; Ipek et al., 2020; Köse and Mücahit, 2021; Zor and Kan,2021 Elmeanawy et al., 2022;).

2. إعداد الصورة الأولية للقائمة:

في ضوء الخطوة السابقة وضعت أبعاد لمفاهيم النانو تكنولوجي وتكونت في صورتها الأولية من ثلاثة أبعاد يتفرع من البعد الأول (8) فقرات، والبعد الثاني (9) فقرات، والبعد الثالث (7) فقرات.

3. صدق القائمة:

عُرضت القائمة على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مناهج الرياضيات وطرق تدريسها, وذلك بهدف إبداء آرائهم من حيث مناسبة الفقرات ومدى انتماء كل فقرة للبعد المحدد لها، وكذلك من حيث مناسبة الصياغة اللغوية للفقرات، وقد أُخذ بآرائهم وإجراء التعديلات المقترحة.

4. الصورة النهائية للقائمة:

بعد إجراء التعديلات المقترحة من بعض المحكمين وذوي الاختصاص في المناهج وطرق تدريس الرياضيات على بعض الفقرات، أصبحت القائمة في صورتها النهائية مكونة من ثلاثة أبعاد، يتفرع من البعد الأول (8) فقرات، والبعد الثاني (9) فقرات، والبعد الثالث (7) فقرات، بإجمالي (24) فقرة، والموضحة في الجدول (3):

جدول (3): قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي

المفاهيم	المؤشر	العدد
مفهوم ومقياس النانو **مفهوم النانو ومقياسه**	1. يعرض المحتوى مفهوم النانو بطريقة واضحة.	8
	2. يوظف المحتوى مفاهيم النانو في نواحي الحياة المختلفة.	
	3. يوضح المحتوى العلاقة بين وحدة النانو ووحدات القياس الأخرى.	

	4. يستخدم المحتوى التصور الحسي لتوضيح مقدار ضآلة وحدة النانو بوحدات قياس أخرى.	
	5. يحتوي المقرر على أنشطة تحث الطالب على البحث عن وحدات قياس أصغر من النانو.	
	6. يربط المحتوى المفاهيم والخبرة السابقة لدى الطلبة بمفاهيم النانو.	
	7. يتضمن المحتوى أنشطة (مسائل) ذات علاقة بمفهوم النانو.	
	8. يوضح المحتوى أهمية الرياضيات في ظهور مفهوم النانو.	
المواد النانوية وتكنولوجيا النانو	9. يعرض المحتوى مفهوم النانو تكنولوجي.	9
	10. يعرض المحتوى لمحة تاريخية عن نشأة النانو تكنولوجي وأهم روادها.	
	11. يبين المحتوى علاقة فروع الرياضات بالنانو تكنولوجي.	
	12. يقدم المحتوى تعريفاً للمواد النانوية.	
	13. يوضح المحتوى حجم المواد النانوية.	
	14. يعرض المحتوى العلاقة بين مساحة المواد النانوية وحجمها.	
	15. يوضح المحتوى أشكال المواد النانوية.	
	16. يوضح المحتوى كيفية الحصول على المواد النانوية.	
	17. يوضح المحتوى خصائص المواد النانوية.	
تطبيقات تكنولوجيا النانو	18. يعرض المحتوى بعض تطبيقات النانو تكنولوجي في مجالات مختلفة.	7
	19. يعرض المحتوى أمثلة واقعية يومية لاستخدامات النانو تكنولوجي.	
	20. يذكر المحتوى تطبيقات النانو تكنولوجي في الطب.	

	21. يذكر المحتوى أمثلة من الطبيعة على النانو تكنولوجي.	
	22. يوضح أهمية تطبيقات النانو تكنولوجي لتحسين نوعية الحياة.	
	23. يوضح مخاطر تكنولوجيا النانو.	
	24. يذكر دور الرياضيات في الحياة العملية عن طريق تطبيقات تكنولوجيا النانو.	

ثانياً: مقياس الوعي بمفاهيم النانو تكنولوجي:

1. تحديد هدف المقياس:

يهدف هذا المقياس إلى قياس مستوى الوعي بمفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الرياضيات بكلية التربية صنعاء وذلك بتطبيقه على عينة من طلبة الجامعة بكلية التربية.

2. أبعاد المقياس:

ولتحديد أبعاد المقياس تم الاطلاع على بعض الدراسات السابقة التي تناولت مفاهيم النانو تكنولوجي وكذلك بعض الأدب التربوي السابق ذو العلاقة المذكورة سابقاً. وعليه أُعتمدت ثلاثة أبعاد.

3. تصميم فقرات المقياس:

في ضوء الأبعاد السابقة صُممت فقرات المقياس، حيث تم إعداد عشر فقرات لكل بُعد؛ ليكون إجمالي عدد الفقرات (30) فقرة، حيث كانت فقرات المقياس موضوعية من نوع (صح أو خطأ).

4. وضع تعليمات المقياس:

بعد الانتهاء من وضع فقرات المقياس وضعت تعليماته، والموضح فيها هدفه وعدد الفقرات ونوع الاستجابة المطلوبة لتحقيق الغرض من اجراء المقياس، كما حدد عليه الفترة الزمنية المتاحة لإجراء المقياس.

5. المقاييس السيكومترية:

- صدق المقياس: لتقدير صدق مقياس مفاهيم النانو تكنولوجي تم عرضه على مجموعة من المحكمين لإبداء آرائهم حول مدى تمثيل الفقرات لمفاهيم النانو تكنولوجي ومدى وضوحها واقتراح أي تعديلات أو ملاحظات يرونها مناسبة. حيث أُخذت آراؤهم بعين الاعتبار وعُدلت بعض الفقرات، واعتبرت آراء المحكمين دليلاً على صدق المحتوى.
- ثبات المقياس: بعد تطبيق الاختبار على العينة الاستطلاعية، أُستخرج معامل الثبات بطريقة التجزئة النصفية، حيث بلغت قيمة الثبات (62)، ونظراً لنوعية المقياس الذي كانت نسبة التخمين فيه عالية، تم قبول الثبات وذلك بعد حذف إحدى الفقرات، وأُعدت هذه القيمة مقبولة لأغراض تطبيق المقياس في الدراسة الحالية.

6. تحديد زمن الاختبار: عن طريق تطبيق المقياس على العينة الاستطلاعية سُجِّل الوقت الذي استغرقه كل طالبٍ على حده، وذلك بتحديد الوقت الابتدائي لجميع الطلبة، وتسجيل وقت انتهاء كل طالب على ورقته. ومن ثم تم حساب المتوسط الحسابي للزمن المستغرق من قبل جميع الطلبة، والذي كان مقداره (23) دقيقة، أضيف إليها (7) دقائق لغرض توزيع الاختبار ومراعاة الفرق بين مستوى طلبة عينة التجربة والعينة الاستطلاعية, فأصبح زمن المقياس (30) دقيقة.

7. تحديد المحك: ولتحديد المحك تم الاعتماد على نظام التقديرات المتَّبع في الجامعة، حيث اتخذت النسبة (65%) محكاً؛ وذلك لكونها أقل نسبة في تقدير الجيد، كما عدَّ (التميمي، 2017) هذه النسبة منخفضة بالنسبة لمدى وعي الطلبة بمفاهيم النانو تكنولوجي.

ثالثاً: بطاقة التحليل:

بعد الانتهاء من إعداد قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي بصورة نهائية، استخدمت في تحليل مفردات مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2) وفقاً للخطوات الآتية:

1. الهدف من التحليل:

تهدف عملية التحليل إلى تحديد مدى تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرري هندسة وقياس, وذلك برصد مدى تكرارها والنسبة المئوية لتلك المفاهيم.

2. عينة التحليل:

اشتملت عينة التحليل موضوعات المقررات الآتية:

- مقرر هندسة وقياس (1)، الذي يُدرس لمستوى ثاني قسم الرياضيات بكلية التربية في الفصل الدراسي الأول في العام الدراسي 2021-2022م.
- مقرر هندسة وقياس (2)، الذي يُدرس لمستوى ثاني قسم الرياضيات بكلية التربية في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 2021-2022م.

3. فئات التحليل:

أُعتمد على مفاهيم النانو تكنولوجي التي تم بناؤها مسبقاً في هذه الدراسة؛ لتكون هي فئات التحليل، التي تكونت من ثلاثة معايير.

4. وحدة التحليل:

عُدَّت مؤشرات قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي أنها وحدة التحليل، والتي بلغ عددها في صورتها النهائية (24) مؤشراً.

5. وحدة التسجيل: هي المفردات التي يظهر من خلالها تكرار أفكار تدل على مفاهيم النانو تكنولوجي الواردة في قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي.

6. ضوابط التحليل:

- تم تحليل المقررين في إطار التعريف الإجرائي لمعايير قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي.
- شمل التحليل مفردات مقرري هندسة وقياس (1)، وهندسة وقياس (2).
- استخدمت بطاقة التحليل لرصد البيانات وتكرار كل فقرة في مقرري الهندسة والقياس.

7. الضبط العلمي لأداة التحليل:

-صدق التحليل: يستمد صدق أداة التحليل من صدق قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي التي تم عرضها على عدد من المتخصصين.

ثبات التحليل: حلل الباحثان مقرري هندسة وقياس، وبعد مرور أسبوعين حللا مقرري هندسة وقياس مرة أخرى، ثم تم حساب نسبة الاتفاق بين التحليلين، الأول والثاني باستخدام معادلة كوبر على النحو الآتي:

$$\text{نسبة الاتفاق} = \frac{\text{عدد مرات الاتفاق}}{\text{عدد مرات الاختلاف + عدد مرات الاتفاق}} \times 100$$

فكانت النتائج كالآتي:

- مقرر هندسة وقياس (1): نسبة الاتفاق بين التحليلين الأول والثاني = 100%
- مقرر هندسة وقياس (2): نسبة الاتفاق بين التحليلين الأول والثاني = 98%

حيث لا يحوي المقرر على أي مفاهيم متعلقة بالنانو تكنولوجي.

ومما سبق يتضح أنَّ متوسط معامل الاتفاق بين التحليلين الأول والثاني لبطاقة تحليل مفاهيم النانو تكنولوجي تساوي (99%)، وهي نسبة ثبات عالية جداً لبطاقة التحليل المعدة لأغراض هذه الدراسة.

المعالجات الاحصائية:

لمعالجة البيانات إحصائياً أُستخدم مربع كاي وذلك لمعرفة مدى امتلاك طلبة الرياضيات لمفاهيم النانو تكنولوجي، كما استخدم الإحصاء الوصفي (التكرارات والنسب المئوية) لحساب درجة تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2) كما استخدم اختبار كولموجروف–سميرنوف للتحقق من اعتدالية البيانات.

اعتدالية البيانات:

وللتحقق من اعتدالية البيانات أُستخدم اختبار كولموجروف– سميرنوف كما هو موضح في الجدول (4):

جدول (4): اختبار اعتدالية البيانات (كولموجروف– سميرنوف)

البعد	قيمة الاختبار	درجة الحرية	مستوى الدلالة	الاعتدالية
مفهوم النانو ومقياسه	0.114	149	0.00	لا تتبع للتوزيع الطبيعي

يتضح من الجدول (4) أن مستوى الدلالة أصغر من 0.05%، مما يدل على عدم اتباع البيانات للتوزيع الطبيعي، وعليه سيتم استخدام الإحصاءات اللامعلمية.

نتائج الدراسة ومناقشتها:

يتناول هذا الجزء من الدراسة عرضاً للنتائج التي توصل إليها عن طريق إجراءات الدراسة وتطبيق أدواتها ورصد الدرجات وتحليلها إحصائياً للإجابة عن أسئلة الدراسة, بالإضافة إلى مناقشة تلك النتائج وتفسيرها, كما يتضمن التوصيات التي تم استخلاصها, والمقترحات التي تمت صياغتها في مجال الدراسة, وفيما يلي عرض لذلك:

النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الأول: للإجابة عن السؤال الأول، الذي ينصُّ على: ما مفاهيم النانو تكنولوجي المراد تضمينها في مقرري هندسة وقياس في كلية التربية؟ أُجيب عن هذا السؤال في إجراءات الدراسة، وذلك في الجزء المتعلق بإعداد قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي.

وللإجابة عن هذا السؤال حُددت مفاهيم النانو تكنولوجي وقائمة بذلك، وقد عُرضت مسبقاً في بند إجراءات الدراسة.

النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثاني:

للإجابة عن السؤال الثاني، الذي ينص على: ما مستوى وعي طلبة الرياضيات بكلية التربية بمفاهيم النانو تكنولوجي؟

وللإجابة عن هذا السؤال حُسبت النسب المئوية والمتوسطات والانحرافات المعيارية لكل مستوى على حده، كما هو موضح في جدول (5):

جدول (5): المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والنسب المئوية لكل مستوى

المستوى الدراسي	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	النسب المئوية للمتوسطات الحسابية
الأول	24	14.83	4.410	49.4
الثاني	25	15.92	2.707	53.07
الثالث	36	16.81	4.628	56.03
الرابع	64	16.09	2.810	53.63
المجموع	149	16.03	3.608	53.43

من خلال الجدول(5) نلاحظ أن مقدار المتوسط العام للوعي بمفاهيم النانو تكنولوجي لدى الطلبة (16.03) والذي يقابل النسبة المئوية (53.43)، كما نلاحظ أن المتوسطات –وفقاً للمستوى الدراسي– متقاربة جداً، مما يدل على أنَّ برامج قسم الرياضيات ومقرراته لا تؤثر في مستوى الوعي بمفاهيم النانو، أي أنها لا تقدم موضوعات تزيد من ذلك الوعي.

ولمعرفة مستوى الوعي لدى الطلبة أُستخدم مربع كاي، حيث أُحتسبت التكرارات للطلبة الذين تجاوزوا النسبة المحددة كمحك والطلبة الذين لم يتجاوزوها كما هو موضح في الجدول (6):

جدول (6): اختبار مربع كاي لحساب الفرق في مستوى الوعي بمفاهيم النانو تكنولوجي بين القيم المشاهدة والقيم المتوقعة

التقدير	التكرار المشاهد	التكرار المتوقع	قيمة مربع كاي	مستوى الدلالة
أقل من (65%)	139	74.5	111.685	0.000
أكثر من (65%)	10	74.5		

يتضح من الجدول (6) أنَّ قيمة مربع كاي هي (111.685) وأنَّ مستوى الدلالة أقل من (0.05)، وهذه النتائج تبين أنَّ مستوى المعرفة بمفاهيم النانو لدى طلبة الرياضيات بكلية التربية منخفض، ويمكن أن يعود سبب هذا الانخفاض إلى برامج إعداد الطلبة المعلمين في الكلية وعلى مدى احتواء مقرراتهم الدراسية لهذه المفاهيم. وتتفق هذه النتائج مع كلٍّ من (التميمي 2017؛ درويش وعمرة 2017؛ ملكاوي 2017؛ الرفاعي 2019؛ مرعي 2021؛ Elmeanawy et al. 2022). مما يستدعي ضرورة إعادة النظر في توصيف المقررات الجامعية بشكل عام والأقسام العلمية بشكل خاص.

النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الثالث:

للإجابة عن السؤال الثالث، الذي ينص على: ما مستوى تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرري هندسة وقياس في كلية التربية؟

التقدير الكمي لنتائج تحليل مواضيع مقرري الهندسة والقياس:

جدول (7): التقدير الكمي لتحليل مواضيع مقرري الهندسة والقياس

التقدير اللفظي	الدرجة	الوصف
متوفر بدرجة كبيرة	3	- توافر مفردات أو أفكار أو أهداف أو أنشطة تدل على تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي أو تطبيقاتها في معظم مواضيع كلٍّ من مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2).
متوفر بدرجة متوسطة	2	- توافر مفردات أو أفكار أو أهداف أو أنشطة تدل على تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي أو تطبيقاتها في بعض مواضيع كلٍّ من مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2).
متوفر بدرجة ضعيفة	1	- توافر مفردات أو أفكار أو أهداف أو أنشطة تدل على تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي أو تطبيقاتها بشكل قليل في مواضيع كلٍّ من مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2).
غير متوفر	0	- عدم توفر مفردات أو أفكار أو أهداف أو أنشطة تدل على تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي أو تطبيقاتها بشكل قليل في مواضيع كلٍّ من مقرري هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2).

وبعد إجراء التحليل للمحتوى وفقاً لبطاقة التحليل لُحظ أنَّ مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقات غير متوفرة في مقرر هندسة وقياس (1) بشكل كلي، وأنَّ ثلاثة مؤشرات تكاد تكون متوفرة بشكل ضعيف جداً بالنسبة لمقرر هندسة وقياس (2)، بينما لا تتوافر بقية المفاهيم في المقرر.

النتائج المتعلقة بالإجابة عن السؤال الرابع:

للإجابة عن السؤال الرابع، الذي ينصُّ على: ما التصور المقترح لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرري هندسة وقياس في كلية التربية؟ تم وضع تصور

مقترح لتطوير كلٍّ من مقرري هندسة وقياس في ضوء مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي وفقاً للخطوات الآتية:

1. منطلقات التصور المقترح:

انطلاقاً من نتائج وتوصيات العديد من الدراسات التي أوضحت وجود فجوات وقصور في توافر مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في مقررات الرياضيات ومدى وعي الطلبة بتلك المفاهيم والتطبيقات, ووفقاً للنتائج التي تم التوصل إليها من تحليل موضوعات مقرري هندسة وقياس في ضوء مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاته والتي أظهرت ضعفاً شديداً في درجة توافر تلك المفاهيم والتطبيقات في المقررين، والتي تدل على مدى القصور في مقرري الهندسة والقياس في تنمية المفاهيم الحديثة المرتبطة بها والمواكبة لعصر التكنولوجيا، تم بناء التصور المقترح بناءً على:

- قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها.
- نتائج الدراسة الحالية التي أظهرت وجود قصور في مقرري هندسة وقياس في مدى توافر مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها.
- نتائج الدراسات السابقة التي أظهرت مدى ضعف المعرفة بمفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها لدى الطلبة في المدارس والجامعات ووعيهم بها وبأهميتها، وتوصيتها بتضمين تلك المفاهيم في المقررات التعليمية.
- ارتباط الرياضيات الوثيق بالمجالات العلمية والتكنولوجية والتطورات التي يشهدها العالم اليوم، والتي تعد مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها من أهم تلك المجالات.

2. الأهداف العامة للتصور المقترح:

تم بناء هذا التصور وفقاً للأهداف الآتية:

- معالجة جوانب قصور مقرري هندسة وقياس وذلك بتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها.
- تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها لدى الطلبة، ووعيهم بأهميتها.
- ربط الرياضيات بالعلوم والتقانة والتقنية وفقاً للمنهج التكاملي.
- تحسين مخرجات التعليم الجامعي، وذلك لدورهم المهم والفعَّال في الإنتاج العلمي والنانو تكنولوجي.

3. إجراءات تحقيق أهداف التصور المقترح:

ولبناء التصور المقترح تمت مراعاة توصيف مقرري هندسة وقياس في قسم الرياضيات بكلية التربية– صنعاء، وما يتضمنه من أهداف وموضوعات وأنشطة، وفيما يلي قائمة بموضوعات هندسة وقياس (1) وهندسة وقياس (2) ومفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها المرتبطة بها والمقترح تضمينها في المقررين وذلك كما في الجدولين (8) و(9):

جدول (8): تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرري هندسة وقياس هندسة وقياس (1)

مواضيع المقرر	مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها المقترح تضمينها
المعرفات واللا معرفات + مقدمة عن هندسة إقليدس ومسلماتها	- مفهوم النانو والنانو متر ومقارنته بالوحدات الأخرى.
المستقيمات والمستويات	ــــــــ
تطابق الأشكال الهندسية + تطابق المثلثات	ــــــــ
تشابه المضلعات + تشابه المثلثات	- أنابيب النانو وعلاقتها بالمضلعات الخماسية والسداسية.
المثلث القائم الزاوية	- مسائل تطبيقية على النانو تكنولوجي.
الدوائر	- مسائل تطبيقية على النانو تكنولوجي.
بناء المحل الهندسي	ــــــــ
مساحة الأشكال المستوية	- التعبير عن مساحة الأسطح النانوية بالصورة الأسية. - استخدام الوحدات التي تتناسب مع حجم المواد ذات المقياس المتناهي في الصغر.
مساحة السطح وحجوم المجسمات	- تعريف المواد النانوية. - العلاقة بين سطح المواد النانوية وحجمها. - تصنيع المواد النانوية (طريقة تحويل المواد إلى جسيمات نانوية) - العلاقة بين حجم المادة وخصائصها عن المقياس النانوي.

جدول (9): تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرري هندسة وقياس هندسة وقياس (2)

مواضيع المقرر	مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها المقترح تضمينها
هندسة إقليدس + هندسة الوقوع والمنطق	ــــــــ
بديهيات إقليدس وهيلبرت	ــــــــ
هندسة المجسمات	ــــــــ
تاريخ الهندسة ومسلمات التوازي	- نشأة النانو تكنولوجي.
الهندسة اللاإقليدية (الكروية والاهليجية)	- علاقة الهندسة بالنانو تكنولوجي.
التحويلات الهندسية	- تصنيع المواد النانوية.
هندسة الفركتال	- تصنيع المواد النانوية. - المواد النانوية في الطبيعة. - علاقة الهندسة بالنانو تكنولوجي. - تطبيقات النانو تكنولوجي. - مخاطر النانو تكنولوجي.

التوصيات والمقترحات:

التوصيات:

في ضوء النتائج السابقة, يوصى بالآتي:

- إعادة النظر في توصيف مقرري الهندسة والقياس، وتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاته بموضوعات توصيف المقرر، وذلك بما يتناسب مع التطورات والمعارف العلمية الحديثة.
- اعتماد قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاته في تطوير توصيف مقررات قسم الرياضيات بشكل خاص وأقسام العلوم بشكل عام.
- اعتماد قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاته في تطوير مناهج الرياضيات لمرحلة التعليم الأساسي والثانوي.

المقترحات:

في ضوء النتائج السابقة, يُقترح الآتي:

- تجريب التصور المقترح ودراسة فاعليته على متغيرات تابعة مختلفة.

- إجراء دراسات مماثلة لمقررات أخرى في الأقسام العلمية.
- إجراء دراسات لتقويم مناهج الرياضيات في المرحلتين الأساسية والثانوية في ضوء مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاته.

المراجع:

[1] إبراهيم، إنجي توفيق أحمد. (2012). فاعلية وحدة مقترحة باستخدام الألعاب الكمبيوترية في إكساب تلاميذ المرحلة الابتدائية مفاهيم ومهارات هندسة الفركتال. مجلة كلية التربية– جامعة بور سعيد، 11، 448–482.

[2] بدر، محمد إبراهيم. (2019). هندسة الفركتال الحاجة إلى تطوير تعليم وتطوير الرياضيات. مجلة كلية التربية– جامعة بنها، 3 (130)، 653–669.

[3] التميمي، عبد الرحمن بن إبراهيم الفريح. (2017). مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو تكنولوجي لدى الطلاب والطالبات المسجلين في الدبلوم التربوي بجامعة حائل. رسالة الخليج العربية، (148)، 41–57.

[4] خضر، نظلة حسن. (2004). معلم الرياضيات والتجديدات الرياضية (هندسة الفركتال وتنمية الابتكار التدريسي لمعلمي الرياضيات). عالم الكتب، القاهرة.

[5] درابله، علي وحمزة، أماني. (2016). تكنولوجيا النانو وتطبيقات في مجالات عديدة (الزراعة– تكنولوجيا الأغذية– المياه– البيئة– مكافحات الآفات). دار الكتب العلمية.

[6] درويش، عطا حسن وأبو عمرة، هالة حميد. (2017). مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كلية التربية تخصص علوم في جامعة غزة واتجاهاتهم نحوها. مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية،26 (1)، 200– 229.

[7] ذاكر، رحمة سليمان هادي والمسرحي، أسماء أحمد يحيى. (2019). تصور مقترح لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسطة في ضوء معايير تكنولوجيا النانو. مجلة العلوم التربوية، 26 (1)، 71–136.

[8] راتنر، مارك وراتنر، دانيال. (2007). التقانة النانوية (مقدمة مبسطة للفكرة العظيمة القادمة) (حاتم النجدي، مترجم). المنظمة العربية للترجمة.

[9] الرفاعي، رانيا محمد. (2019). مستوى المعرفة بتقنية النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية في مدينة جدة واتجاهاتهم نحوها. مجلة العلوم التربوية والنفسية،3 (9)، 33– 56.

[10]زين الدين، محمد. (2013). أساليب بناء التصور المقترح في الرسائل العلمية. جامعة أم القرى.

[11]شحاتة، حسن أحمد. (2011). تقنية النانو ومستقبل البشرية. دار طيبة للنشر والتوزيع والتجهيزات العلمية.

[12]عياد، فؤاد إسماعيل. (2017). درجة الوعي بتكنولوجيا النانو لدى معلمي التكنولوجيا وأثر وحدة مقترحة في تنمية التحصيل المعرفي والرضا عن التعلم لدى طلبة جامعة الأقصى بغزة. مجلة جامعة الأقصى (سلسلة العلوم الإنسانية)، 21 (1)، 175 – 217.

[13]القحطاني، عثمان بن علي. (2019). تصور مقترح لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مناهج الرياضيات المطورة بمرحلة التعليم العام. مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية،28 (2)، 174– 201.

[14]متولي، شيماء بهيج محمود. (2016). فاعلية برنامج مقترح في الاقتصاد المنزلي بتطبيقات النانو تكنولوجي على تنمية التور العلمي والتفكير التخيلي لدى طالبات المرحلة الإعدادية واتجاهاتهن نحو العلم وتقنية النانو. مجلة العلوم التربوية،1 (3)، 113–166.

[15]مرعي، جمال حلمي فتح الباب. (2019). فاعلية برنامج مقترح في الفيزياء قائم على التعلم المتوافق مع عمل الدماغ في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة العلوم التربوية والنفسية،21 (1)، 9–52.

[16]ملكاوي، آمال. (2017). فاعلية دراسة مساق تكنولوجيا المواد النانوية في اكتساب أساسيات النانو تكنولوجي والاتجاهات نحوها. المجلة الأردنية في العلوم التربوية،13 (3), 327– 338.

[17]مياس، أبو الخير أحمد علي. (2017). برنامج قائم على تطبيقات النانو تكنولوجي وفاعليته في تنمية حل المشكلات الإبداعي والميل نحو الرياضيات لدى الطلبة المعلمين في اليمن،[رسالة دكتوراه غير منشورة]. كلية التربية، جامعة عين شمس.

[1] Bhusan, B.(2010). *Introduction to Nanotechnology*. Springer. http://www.springer.com/978-3-642-02524-2 lmeanawy, R., Elgendy, A., El- Zontahy, W. (2022). The Students Views of Nanotechnology and Its Application: A Case of Egypt Agricultural Secondary Schools. *International Journal of Instructional Technology and Educational Studies (IJITES), 1 (1)* .

[2] Ipek, Z., Atik, A., Tan, S., Erkoc, F. (2020). Study of The Validity and Reliability of Nanotechnology Awareness Scale in Turkish Culture. International Journal of Assessment Tools in Education, 7 (4), 674–689.

[3] Köse, Mücahit. (2021). The Knowledge and Awareness Levels of Gifted Children on Nanotechnology. Education Quarterly Reviews, 4 (1), Primary and Secondary Education, 157-168.

[4] Laboratory of Nano and Quantum Engineering (LNQE), Office of Basic Energy Sciences Office of Science, U.S. DOE Version 05-26-06, pmd.

[5] Nouailhat, Alain. (2007). *An Introduction to Nanoscience and Nanotechnology*. British Library Cataloguing-in-Publication Data.

[6] The Royal Society. (2004). *Nanoscience and nanotechnologies: Opportunities and*

Uncertainties. Science Policy Section. London.

[7] Zor, Tuba Şenel and Kan, Adnan. (2021). Nanotechnology Attitude Scale Development Study for Pre-Service Science Fields Teachers. *Journal of Scinece Learning*,4(2), 132- 133.