Sana'a University Journal of Human Sciences
مجلة جامعة صنعاء للعلوم الإنسانية
Vol. 5 | No. 2| Page 199 – 233 | 2023 |
https://journals.su.edu.ye/index.php/jhs
ISSN : 2958-8677

فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانوتكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية – جامعة صنعاء

A The Effectiveness of a Proposed Program Based on the Constructivist Theory in Developing the Nano Technology Concepts for Students of Chemistry at the Faculty of Education - Sana'a University

Samar Mohammed Musaed Hafth Allah Baheer
Researcher- Faculty of Education
Sana'a University - Yemen

سمر محمد مسعد حفظ الله بحير
باحثة – كلية التربية– جامعة صنعاء– اليمن

Azhar Mohammed Ghilion
Researcher - Department of Science *curricula and Teaching Methods Department*
Faculty of Education – Sana'a University - Yemen

أزهار محمد غليون
باحثة – قسم مناهج العلوم وطرائق تدريسها
كلية التربية -جامعة صنعاء – اليمن

الملخص:

هدفت الدراسة إلى التعرف إلى فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية – جامعة صنعاء، وتكونت عينة الدراسة من (25) طالبًا وطالبة من طلبة الكيمياء في المستوى الرابع في كلية التربية – جامعة صنعاء، خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي 2020/ 2021م، أُختيرت العينة بالطريقة العشوائية، وقد تبنت الدراسة المنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة، ولتحقيق أهداف الدراسة أعدت الباحثة قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي مكونة من (28) مفهومًا، كما بُني برنامج قائم على النظرية البنائية، ولقياس تلك المفاهيم أُعدَّ اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي مكون من (40) فقرة، وبعد التحقق من صدقه وثباته طُبِّق على عينة الدراسة.

وبعد تحليل البيانات إحصائيًا أظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) في التطبيقين القبلي والبعدي لمجموعة البحث في اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي ككل، ولكل مستوى من مستوياته لصالح التطبيق البعدي، ووجود أثر كبير للبرنامج المقترح القائم في النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء، وفي ضوء تلك النتائج قدمت الدراسة عددًا من التوصيات والمقترحات.

الكلمات المفتاحية: النظرية البنائية، مفاهيم النانو تكنولوجي، برنامج مقترح، طلبة الكيمياء.

Abstract:

This study aims at identifying the effectiveness of a proposed program based on the constructivist theory in developing the Nano Technology concepts for students of Chemistry at the Faculty of Education - Sana'a University. The sample of the study consists of (25) students (male and female) from level four of Chemistry at the Faculty of Education - Sana'a University، in which they are chosen randomly and handled during the second semester for the Academic year 2020- 2021. The study adopts the semi-experimental method in the one -group design. To achieve the objectives of the study، the researcher prepares a list of the Nano Technology concepts which consists of (28) concept and builds a program based on the constructivist theory. To measure these concepts، a Nano Technology test consists of (40) items is prepared. After checking its validity and reliability، the program is applied on the sample of the study. After analyzing the data statistically، the results of the study shows that there is a statistically significant difference at the level of significance (0.05) in the before and after applications for the group of the study in the Nano Technology test as a whole and for each level of the after application.

Besides، there is a significant influence for the proposed program which is based on the constructivist theory in developing the Nano Technology concepts for chemistry students at the Faculty of Education - Sana'a University. Based on these results، the study provides a number of recommendations and suggestions.

Keywords: Constructivist Theory, Nano Technology, Proposed Program, Students of Chemistry.

المقدمة:

يعيش العالم المعاصر ثورة من التطورات المعرفية والتكنولوجية السريعة، وتستمد هذه التطورات جذورها من البحث العلمي المنظم، وجهود العلماء في التوصل إلى الاكتشافات والتطبيقات العلمية المتجددة؛ ما أحدث تأثيرات عميقة في مظاهر الحياة وأنشطتها، وأصبحت القوة المعرفية والتكنولوجية أبرز الظواهر العلمية، وأهم دعائم القوة التنافسية العلمية وأعظم

مقومات التطورات الاقتصادية والاجتماعية والحضارية.

وكان لهذا التقدم والتطور الذي تميز به هذا العصر انعكاسات تربوية واسعة لها تأثير واضح في سير العملية التعليمية، وقد شكل ذلك تحديًا للنظام التربوي بضرورة إصلاحه واستيعاب الكم الهائل من المعرفة والاستفادة منه عن طريق إعداد الكوادر العلمية والتربوية، التي تأخذ دورها الفعّال في التنمية بجميع أبعادها (رهام عامر،2014: 2).

وشهد الميدان التربوي خلال العقدين الماضيين تحولات جوهرية في الرؤية للعملية التربوية والتعليمية، كان من أهمها التحول من التركيز على العوامل الخارجية المؤثرة في التعلم، كالمعلم والمنهج وبيئة التعلم ومخرجاته، إلى التركيز على العوامل الداخلية المؤثرة في الطالب كمعرفته السابقة وقدرات العقلية وأنماط تفكيره، وقد صاحب هذه التحولات ظهور النظرية البنائية (نبيل المغربي،2018: 228).

وتُعد النظرية البنائية إحدى نظريات التعلم الحديثة، التي يشتق منها طرائق تعلم متعددة وترتكز عليها نماذج تدريسية متنوعة، وتهتم هذه النظرية ببناء المعرفة، وخطوات اكتسابها، حيث يرى عايش زيتون (2007: 14) أن البنائية تقود إلى معتقدات جديدة حول التميز والإبداع في التعلم والتعليم، والتجديد في أدوار المعلمين والمتعلمين، ففي البنائية يكون المتعلمون نشيطين بدلًا من كونهم سلبيين، والمعلمون ميسرين أو مساندين للتعلم بدلًا من كونهم ناقلين للمعرفة العلمية، وبهذا يؤكد التعليم البنائي على التعلم النشط لا التعليم، والسياق الذي يحدث فيه التعلم ويشجع على البحث والاستقصاء ويركز على الفهم والاستدلال والتفكير، وتطبيق المعرفة وتوظيفها، وتوكيد الأداء والفهم عند تقييم التعلم وتقويمه.

فالعملية التعليمية من المنظور البنائي عملية شخصية وتأملية وتحويلية تتكامل فيها الأفكار والخبرات ووجهات النظر، وبهذا تنمو المعارف والخبرات الجديدة، وتكمن الأهمية العملية للنظرية البنائية في أن المتعلم يبني بنفسه المعرفة ويمتلك الحلول للمشكلات؛ فتصبح هذه المعرفة جزءًا أصيلًا من تكوينه (عبد العظيم عبد العظيم، 2016: 20).

والبنائية في أبسط توصيفاتها هي أن يبني المتعلم معرفته عن طريق تفاعله المباشر مع مادة التعلم وربطها بمفاهيم سابقة وإحداث تغييرات بها على اساس المعاني الجديدة بما يتحول إلى عملية توليد معرفة متجددة، وعلى أن يدعم المتعلم ما بناه من حوارات مع معلميه وأقرانه (رائد الخفاجي وآخرون،2021: 280).

وتشير عدد من الدراسات، مثل: دراسة ميرفت عبد الحميد وسحر شافعي (2021)، ودراسة عبدالله محمود (2019) ، ودراسة شذى فرمان (2016)، إلى الحاجة إلى تصميم التعليم في ضوء النظرية البنائية، سواءً داخل مدارسنا او جامعاتنا؛ لكونها من مستجدات القرن الحادي والعشرين.

وتولي النظرية البنائية المفاهيم اهتمامًا واضحًا؛ لأن تكوين المفاهيم عنصرًا أساسيًا للتفكير، وله علاقة وثيقة بنظام المتعلم المعرفي وتطوره، فكلما نما هذا النظام وتطور كانت قدرته أفضل على اكتساب المفاهيم المجردة ذات المعاني المتعددة، كما أن تشكيل المفاهيم العلمية عنده تعتمد على الخبرات التي يمر بها، فإذا لم يكن لدى المتعلم خبرات متنوعة ومتعددة من البيئة التي يعيش فيها فإن عملية نمو

المفاهيم العلمية سوف تكون محدودة (محمد النجادات، 2020: 53).

ويعد مفهوم النانو تكنولوجي من المفاهيم العلمية التي يصعب تحديدها بدقة، وقد تعددت تعريفاتها وتباينت تبعًا لأغراضها ومجالات استخدامها، حيث ترتكز فكرته على إعادة ترتيب الذرات، فكلما تغير الترتيب الذري للمادة تغيرت الخصائص المميزة لها، فعندما تكون المواد بحجم النانو تختلف خصائصها الفيزيائية والكيميائية عما تكون عليه وهي بالأحجام الكبيرة؛ لأن المادة في حالتها المتناهية في الصغر تكتسب صفات وخواص استثنائية؛ نتيجة الترتيب الجديد الذي اتخذته ذراتها (عبد الحميد بسيوني، 2008: 21)، (محمود بري، 2011: 30).

واكتساب الطلبة مفاهيم النانو تكنولوجي يمثل عمق المعرفة العلمية لهذه التقنية، وأساسًا منطقيًا لفهم قوانينها ونظرياتها، والقدرة على إدراك طبيعتها وماهيتها، وإثارة دوافعهم إلى البحث والاطلاع واكتشاف حقائقها العلمية؛ ما يسهم في التغلب على المشكلات والصعوبات التي قد تواجه الطلبة عند دراسة موضوعات النانو تكنولوجي، وعدم فهم وإدراك هذه المفاهيم قد يسهم في عدم الاهتمام بها وإدراك قيمتها العلمية والتكنولوجية في تنمية المجتمع (محمد الشهري، 2012: 3).

إذ يُعد النانو تكنولوجي من الثورات التي أحدثت تطورًا علميًا ملحوظًا في القرن الحادي والعشرين، فعلى مدى السنوات القليلة السابقة احتلت النانو تكنولوجي مكانة مرموقة في حياة مختلف الشعوب، وأصبحت تؤثر بصورة مباشرة في التنمية الشاملة لكل المجتمعات، فهذه التقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة في شتى فروع الحياة، وستساعدنا على صنع أي شيء نتخيله (أحمد عبد الرحمن، 2013: 11).

وتشهد هذه التقنية حاليًا سباقًا وتنافسًا عالميًا هائلًا وتطورات متزايدة من المتوقع أن تغير وجه العالم في مجالات الحياة كافة؛ وذلك لأنها تدخل في العديد من المجالات العلمية من كيمياء وفيزياء وأحياء وهندسة وراثية وغيرها، ومازال هذا العلم في بداياته الأولى، ما يعطي فرصة للتنافس لنيل السبق العلمي، لاسيما للدول العربية لتلحق بركب الحضارة والتقدم إن أعطت اهتمامًا به (أحمد محمد، 2017: 2).

ولأهمية النانو تكنولوجي فقد تربعت قائمة الاهتمامات العلمية والبحثية من قبل جميع دول العالم المتقدم، حيث أسست (52) دولة ما بين عامي (2000– 2009) (24468) برنامجًا ووحدات بحثية وأكاديمية، ومعاهد وبحوث ومراكز تميز (محمد الإسكندراني،2010: 276)، وأعلنت الولايات المتحدة الأمريكية مبادرة تقنية النانو الوطنية NNT، تلاها في عام 2002م قيام اليابان بإنشاء مركز متخصص لباحثين في تقنية النانو، وتوفير جميع الأجهزة اللازمة، وقُدّر الإنفاق العالمي على أبحاث النانو في عام 2004م بأربعة مليارات دولار، وخصصت كوريا الجنوبية ما يزيد عن مليار دولار للنانو تكنولوجي خلال خطة عشرية انتهت عام 2010م (عبدالله الضويان، محمد الصالحي، 2007: 20–22).

وأوصت عدد من المؤتمرات واللقاءات العلمية بضرورة الاهتمام بمفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاته في التعليم، ومن أبرز المؤتمرات التي عقدت في الوطن العربي: مؤتمر تقنية النانو الذي نظمته الجامعة الأردنية بعمان في نوفمبر 2008م بالتعاون مع جامعة

إلينوى الأمريكية وجامعة الملك سعود، والمؤتمر الدولي لصناعة تقنية النانو الذي نظمته جامعة الملك سعود ممثلة بمعهد الملك عبدالله لتقنية النانو في أبريل 2009م، والمؤتمر الفلسطيني الدولي لعلوم النانو تكنولوجي وعلم المواد الذي عقد في 2012م في جامعة النجاح الوطنية في نابلس (أمل لبد،2013: 52).

وتعددت كذلك المشروعات والبحوث والدراسات السابقة التي اهتمت بالنانو تكنولوجي، التي أوصت بضرورة العمل على تنمية المهارات والمعلومات المتعلقة بالنانو تكنولوجي وتطبيقاتها، عن طريق إدراج هذه المفاهيم وتطبيقاتها في البرامج الأكاديمية أو التعليمية، وإضافة برامج إلزامية أو اختيارية في مرحلة إعداد الطالب المعلم بأقسام العلوم المختلفة، كدراسة آيات صالح (2013)، ودراسة شيماء أحمد (2015)، ودراسة عطا حسن وهاله أبو عمره (2018)، ودراسة عبد الرحمن التميمي (2017)، ودراسة محمود طه (2014)، وكذلك دراسة زور وأصلان (ZOR and Aslan،2018)، ودراسة باكتس وآخرون (Pektas، et al، 2014).

وأوضح هنجانت وألبي Hingant and Albey (2010: 121) أن التقدم السريع في بحوث علم النانو تكنولوجي تفرض علينا بذل الجهد لمقابلة هذه التطورات في مجال التربية، حيث يقع عليها العبء في تثقيف الأفراد وتربيتهم في هذا المجال، ولكي تبلغ النانو تكنولوجي أقصى قدراتها الكامنة؛ تحتاج إلى القوى العاملة المدربة في أبحاث الصناعات المتصلة بها وتطويرها.

وفي السياق ذاته تشير صفات سلامة (2009: 246– 247) إلى أهمية نشر ثقافة النانو تكنولوجي في المدارس والجامعات خصوصًا في الدول النامية، وتدريب المعلمين، وعمل ورش عمل لهم، لاسيما معلمي العلوم، إزاء تدريس علوم النانو تكنولوجي، على اعتبار أن برامج التوعية العلمية بالنانو تكنولوجي والتواصل مع العامة أصبحت حاليًا ضرورة عالمية مهمة تسير جنبًا إلى جنب مع السياسات العلمية والتكنولوجية للدول.

لذلك اتجهت كثير من الدول المتقدمة إلى تطوير سياستها ونظمها التربوية والتعليمية وبرامجها التعليمية والعلمية، إلى إعداد أجيال من العلماء والمهندسين والمتخصصين في النانو تكنولوجي، وهذا ما أكده ت. براديب (2010: 463) من أن العالم الأكاديمي في الدول المتقدمة بدأ يستجيب في السنوات الأخيرة لظاهرة النانو، ويبادر بتهيئة الكوادر البشرية للفرص المستقبلية القادمة في عالم النانو، عن طريق توفير مناهج متعددة التخصصات؛ بحيث تستكمل البحث بالعلوم الأساسية بدورات تخصصية في علوم النانو، وعلوم تصنيع المواد والبيولوجيا الجزيئية، بالإضافة إلى تبني التعليم والتدريب المستمرين في هذه المجالات.

وانطلاقًا من فاقد الشيء لا يعطيه ترى الباحثة أن الطلبة المعلمين بحاجة ماسة إلى التطوير في برامج إعدادهم؛ بحيث تكون لديهم محصلة من المفاهيم العلمية في مجال التقنيات الحديثة، منها مفاهيم النانو تكنولوجي التي أصبحت في السنوات الأخيرة تدخل في مجالات الحياة كافة، في الطب والهندسة والصناعة والتعليم وغيرها، فتزويد المعلم بالمعارف الخاصة بالنانو تكنولوجي تنعكس على قدرته على التدريس بابتكارية وإبداع، ويكون معلم منفتح الذهن، ولديه درجة عالية من المرونة المعرفة، وكل ذلك يسهم

في إعداد معلم واعٍ يسهم في حل مشكلات المجتمع بكفاءة وفاعلية، ويسهم في بنائه وتطوره، ومن ثمَّ جاءت هذه الدراسة مستخدمةً برنامجًا مقترحًا قائمًا على النظرية البنائية؛ بهدف تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية – جامعة صنعاء، لاسيما أن الدراسات السابقة لم تتناول هذا المتغير التابع مع هذا البرنامج المقترح من قبل على حد علم الباحثة.

مشكلة الدراسة:

انبثقت مشكلة البحث الحالية عن طريق الآتي:

- الخبرة المتواضعة للباحثة في مجال التدريس الجامعي والاحتكاك المباشر مع الطلبة وتبادل الآراء معهم حول هذه التقنية أظهر أن الكثير منهم لا يمتلكون وعيًا بهذه التقنية، وهذا ما أظهرته دراسة أسماء الرفاعي (2020) من ضعف إلمام طلبة المستوى الرابع علوم بكلية التربية– جامعة صنعاء بمفاهيم النانو تكنولوجي، وكذلك دراسة سليمان المعمري (2012) من ضعف إلمام معلمي العلوم بثقافة النانو في محافظة تعز.
- متابعة الباحثة أخبار العلوم والتكنولوجيا المتواصلة حيث لاحظت اهتمام العالم بأسره– بشكل ملفت للنظر – بعلم النانو تكنولوجي، تزامنًا مع ملاحظتها قصور المناهج عن تقديم مصطلحات أو تطبيقات تتعلق بالنانو تكنولوجي، فعن طريق الاطلاع على الدليل الخاص بالمقررات الخاصة بقسم مناهج العلوم عامة وتخصص الكيمياء خاصةً، لوحظ عدم وجود مقرر في النانو تكنولوجي ضمن المقررات المعتمدة، وعدم تضمين محتوياتها ضمن المقررات المعتمدة.
- استجابةً لتوصيات عدد من المؤتمرات والبحوث والدراسات كدراسة وداد الصلوي وآخرون (2020)، ودراسة ميرفت عبد الحميد وسحر شافعي (2021)، ودراسة أسماء الرفاعي (2020)، ودراسة زور وأصلان (ZOR and Aslan،2018)، ودراسة شيماء أحمد (2015)، ودراسة باكتس وآخرون (Pektas، et al 2014)، ودراسة آيات صالح (2013)، ودراسة سليمان المعمري (2012).

وعطفًا على ما سبق يمكن تلخيص مشكلة الدراسة في السؤال الرئيس الآتي:

ما فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء؟

❖ **أسئلة الدراسة:**

للإجابة عن السؤال الرئيس صيغت الأسئلة الفرعية الآتية:

1- ما مفاهيم النانو تكنولوجي المناسبة لإعداد البرنامج المقترح لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء؟

2- ما الصورة المناسبة للبرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء؟

3- ما فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء في المستويات المعرفية (المعرفة، الفهم، ما بعد الفهم) كلٍ على حدة، وعلى المستوى الكلي؟

فرضية الدراسة:

– يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05 ≥ ά) بين متوسط درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم النانو تكنولوجي ككل، وكل مستوى من المستويات المعرفية (المعرفة، الفهم، ما بعد الفهم) كلٌ على حدة.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى:

1. تحديد مفاهيم النانو تكنولوجي المناسبة لإعداد البرنامج المقترح لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء.
2. بناء برنامج مقترح قائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء.
3. التعرف إلى فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة في أنها:

1. توجه نظر القائمين على برامج الإعداد في كليات التربية إلى المفاهيم والتطبيقات الخاصة بتكنولوجيا النانو لتضمينها في برنامج الإعداد الأكاديمي والتربوي للطلبة المعلمين.
2. قد تسهم هذه الدراسة في مساعدة الباحثين في مجال المناهج وطرق التدريس على إعداد المزيد من البحوث في مجال النانو تكنولوجي.
3. قد يستفيد من نتائج هذه الدراسة معدو دورات تأهيل المعلمين والمدربين وغيرهم من المتخصصين نظرًا لتقديم هذه الدراسة برنامجًا مقترحًا قائمًا على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي.
4. لفت أنظار الطلبة إلى أهمية النانو تكنولوجي في التطورات العلمية والتقنية الحاضرة والمستقبلية، وتأثيراتها الإيجابية والسلبية في مختلف جوانب الحياة.

حدود الدراسة:

اقتصرت الدراسة على الحدود الآتية:

– **الحدود الموضوعية:** البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي، المتضمن الموضوعات الرئيسة (أساسيات في النانو تكنولوجي، المواد النانوية خواصها وطرق تحضيرها وأشكالها، كيفية رؤية وتوصيف المواد النانوية، تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الطب والصناعة).

– **الحدود الزمانية:** طُبقت الدراسة في الفصل الثاني للعام الدراسي 2020– 2021 م.

– **الحدود المكانية:** طُبقت الدراسة في كلية التربية – جامعة صنعاء.

– **الحدود البشرية:** طُبقت هذه الدراسة على عينة من طلبة الكيمياء للمستوى الرابع في قسم مناهج العلوم وطرائق تدريسها بكلية التربية– جامعة صنعاء.

مصطلحات الدراسة:

تضمنت الدراسة المصطلحات الآتية:

أولًا: الفاعلية:

- ويعرفها محمد حمادنه وخالد عبيدات (2012: 6) أنها:" التأثير الناتج عن العمل الذي يؤثر في الأداء، أو الإنتاج الجيد عن طريق طرائق تدريس محددة".

وتعرفها الباحثة إجرائيًا بأنها: التأثير الذي يتحقق من تطبيق البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء في المستوى الرابع في قسم مناهج العلوم كلية التربية– جامعة صنعاء.

ثانيًا: البرنامج:

أ- لغةً:

- ورد في المعجم الوسيط أن البرنامج هو: " لفظ معناه الورقة الجامعة للحساب، أو النسخة التي يكتب فيها المحدث أسماء رواته، وأسانيد كتبه المسموعة، والخطة المرسومة لعمل برنامج ما " (سعد زاير وآخرون، 2017: 33).

ب- اصطلاحًا:

- يعرفه حسن الساعدي (2020: 8) أنه: "خطة عمل متكاملة وشاملة لموضوعات محددة، ولمدة زمنية معينة يوضع في وقت سابق لعملية التدريس في مرحلة من مراحل التعليم، يتضمن خبرات تعليمية تستهدف تزويد الطلبة بخبرات وأنشطة واسعة، بما يساعدهم على رفع كفاءتهم في ممارسة أعمالهم بطريقة منتظمة لتحقيق الأهداف المرسومة مسبقًا".

وتعرفه الباحثة إجرائيًا بأنه: خطة منظمة ومصممة وفاقًا لمدى زمني معين، تتكون من عدد من الجلسات التي تستند إلى أسس النظرية البنائية وفلسفتها ومُنطلقاتها؛ بهدف تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بالمستوى الرابع في كلية التربية– جامعة صنعاء، ويضم مجموعة من المعارف والاستراتيجيات والأنشطة والإجراءات وطرق تقويم معينة.

ثالثًا: النظرية البنائية:

- يعرفها ويتلى (Whetly 1991: 21) أنها: " نظرية التعلم التي تُعنى بالتكيفات الحادثة في المنظومة المعرفية لوظيفة الفرد من أجل حل التناقضات الناشئة من تفاعله مع معطيات العالم التجريبي".

وتعرفها الباحثة نظريًا أنها: رؤية في التعليم والتعلم تتمثل في بناء الطلبة للمعرفة التي يكتسبونها بأنفسهم من موضوعات البرنامج المقترح بواسطة الخبرة التراكمية والتفاعل المباشر وربطها بالمعرفة السابقة لتوليد معرفة جديدة.

رابعًا: النانو تكنولوجي:

- يعرفه محمود بري (2011: 7) أنها: تطبيق علمي يتولى إنتاج الأشياء عبر تجميعها من مكوناته الأساسية الصغرى مثل الذرة والجزيئات، ومن ثمَّ فهذا علم يهتم بدراسة المادة ومعالجتها على المقياس الذري والجزيئي، ويعمل على ابتكار تقنيات ووسائل جديدة، تُقاس أبعادها بالنانومتر، الذي هو جزء من الألف من المايكرومتر، أي جزء من المليون من الميلليمتر.

وتعرفه الباحثة نظريًا أنه: التطبيقات العلمية والعملية القائمة على التحكم بأبعاد المادة على تدرج (1–100) نانومتر وإعادة تشكيلها وتصميمها؛ بهدف إنتاج مواد جديدة ذات خواص ووظائف فريدة.

خامسًا: مفاهيم النانو تكنولوجي:

تعرفها الباحثة إجرائياً أنها: مجموعة من المفاهيم الرئيسة والفرعية المرتبطة بمجالات النانو تكنولوجي المختلفة وتطبيقاته في الحياة اليومية داخل المجتمع، ويمكن قياسها نتيجة التعرض للبرنامج المقترح بواسطة الاختبار المُعد لهذا الغرض.

سادسًا: طلبة الكيمياء:

هم طلبة المستوى الرابع كيمياء الملتحقين بكلية التربية بقسم مناهج العلوم وطرائق تدريسها، الذين يُعدون لممارسة مهنة التدريس في برنامج إعداد معلم الكيمياء.

الإطار النظري:

المحور الأول: النظرية البنائية: تعتبر النظرية البنائية من أحدث الاتجاهات في التدريس نتيجة التحول الكبير في البحث التربوي خلال العقود الماضية، فقد تحول التركيز من العوامل الخارجية التي تؤثر على المعلم، إلى العوامل التي تؤثر داخليًا على التعلم، أي التركيز على المتعلم وصاحب هذا ظهور النظرية البنائية، وفيما يأتي عرض موجز للنظرية البنائية:

- **نبذة تاريخية عن النظرية البنائية:**

اكتسبت النظرية البنائية شعبية كبيرة في السنوات الأخيرة على الرغم من أن فكرتها ليست حديثة إذ يمكن ملاحظتها من خلال أعمال كل من سقراط، وأفلاطون، وأرسطو (من 320 – 470 ق.م)، الذين تحدثوا جميعاً عن" تكوين المعرفة"، أما سنت أوغستين (منتصف 300 ب. م) فيقول: إنه يجب الاعتماد على الخبرات الحسية عندما يبحث الناس عن الحقيقة (زيد العدوان، وأحمد داؤود، 2016: 37)، وبالرغم من أن الفلسفة الرئيسية للبنائية تنسب إلى جان بياجيه (1896– 1980)، إلا أن بستالوزي (1746–1827)، قد أتى بنتائج مشابهة قبل أكثر من قرن على ذلك؛ إذ أكد ضرورة اعتماد الطرق التربوية على التطور الطبيعي للمتعلم وعلى مشاعره وأحاسيسه، وهو بذلك أكد أهمية الحواس كأدوات للتعلم، ونادى بربط مناهج التعليم بخبرات المتعلمين التي تتوافق وحياتهم في بيوتهم وبيئاتهم العائلية (حسن الساعدي، وآخرون، 2021: 143).

ومن هنا نستطيع القول: إن البنائية تعد نظرية في المعرفة منذ زمن طويل يمتد عبر القرون، وليس غريباً رؤية هذا التكرار من عدة فلاسفة ومنظرين عبر هذا التاريخ، في حين يبقى المنظر الحديث الوحيد، الذي حاول تركيب هذه الأفكار المتعددة، في نظرية متكاملة وشاملة، شكلت فيما بعد الأسس الحديثة لعلم نفس النمو، هو العالم جان بياجيه؛ إذ وحّد الفلسفة وعلم النفس، لتحويل انتباه الناس إلى الاهتمام بالتفكير والذكاء لدى الأطفال، وفاتحًا الطريق إلى نظرية ومنظمة جديدة في التربية وعلم النفس (عصام الدليمي،2014: 13– 14).

وقد استندت البنائية مبدئيًا إلى أربع نظريات هي:

أ- نظرية بياجيه في التعلم المعرفي والنمو المعرفي.

ب- النظرية المعرفية في معالجة الطالب (المتعلم) للمعرفة وتركيزها على العوامل الداخلية المؤثرة في التعلم.

ج- النظرية الاجتماعية في التفاعل الاجتماعي في غرفة الصف أو المختبر أو الميدان.

د- النظرية الإنسانية في إبراز أهمية المتعلم ودورها الفاعل في اكتشاف المعرفة وبنائها (عايش زيتون، 2007: 49).

- **خصائص النظرية البنائية:**

يمكن تحديد عدة خصائص بارزة لآراء البنائية التي يمكن أن يكون لها تأثير في المواقف التعليمية (فوزية الغامدي، 2012: 19– 20)، (عصام الدليمي، 2014: 39– 40) في الآتي:

1. ينظر إلى المتعلم على أنه مسؤول مسؤولية مطلقة عن تعليمه، وليس سلبيًا ومؤثر فيه.

2. تستلزم عملية التعلم عمليات نشطة، يكون للمتعلم دور فيها حيث تتطلب بناء المعنى.
3. المعرفة ليست خارج المتعلم، ولكنها تبنى فرديًا وجماعيًا فهي متغيرة دائمًا.
4. لدى كل من المعلم والمتعلم افكاره وتصوراته الخاصة عن المفاهيم العلمية، مما يؤثر في التفاعل داخل الصف.
5. التدريس ليس نقل المعرفة، ولكنه يتطلب تنظيم المواقف داخل الفصل، وتصميم المهام بطريقة من شأنها أن تنمي التعلم.
6. المنهج ليس ذلك الذي يتم تعلمه، ولكنه برنامج مهام التعلم والمواد والمصادر، التي منها يبني المتعلمين معرفتهم.
7. تولد البنائية أراء مختلفة عن طرق التدريس والتعلم، وكيفية تنفيذها في الفصل، حتى تكون متسقة مع المتطلبات العالمية للمناهج التي تنص على أن أفكار المتعلمين سوف تتغير مع اتساع خبراتهم، وهناك دور جوهري للمعلم في هذه العملية فالمعلم يمكنه ان يتفاعل مع المتعلم، ويثير الأسئلة ويستند على التحديات الحالية والخبرات.

المحور الثاني: النانو تكنولوجي: تحتل النانو تكنولوجي أهمية ومكانة كبيرة في التكنولوجيا الحديثة، فهي تُعد من أبرز معالم التحولات العلمية والتكنولوجية في القرن الواحد والعشرين، لكونها أحدثت تحولات عميقة في البنية الأساسية للعلم والمعرفة والتكنولوجيا، التي اجتاحت تطبيقاتها القطاعات الصناعية والإنتاجية كافة، وحققت تفوقًا في كافة مجالات الحياه، كما أدت هذه التكنولوجيا دورًا كبيرًا في دعم التطور الحضاري والاقتصادي والاجتماعي العالمي، فهي تبشر بقفزة علمية وتكنولوجية في مختلف المجالات العلمية، لذلك تشهد تنافسًا عالميًا مطردًا بوصفها القوة المتحركة والمُتحكمة سياسيًا واقتصاديًا وثقافيًا، فامتلاك العلم والمعرفة والتكنولوجيا، هو امتلاك لأهم عناصر القوة ومرتكزات التنمية.

- **أهمية النانو تكنولوجي:**

حظيت تكنولوجيا النانو باهتمام وتنافس عالمي شديد لم تحظ به أي تكنولوجيا أخرى قبل هذا النوع من التكنولوجيا المتقدمة، ولعل من أهم مصادر هذا الاهتمام المتزايد بالدرجة الأولى هو الاستثمار الاقتصادي في تكنولوجيا النانو، لعوائدها الاقتصادية الضخمة التي تفوق الخيال، هذا بالإضافة إلى أنها ستعمل على تغيير كثير من مجالات حياة الإنسان في المرحلة المستقبلية القادمة، التي ستعتمد على منتجات ومكتشفات النانو تكنولوجي (محمد الشهري، 2012: 34-35).

وقد حددت صفات سلامة (2009: 37) جملة من العوامل التي تعتقد أنها تشكل مصدر الاهتمام الكبير بالنانو تكنولوجي في الوقت الراهن أو المراحل القادمة، وتتمثل هذه العوامل فيما يأتي:

1. تقنية حديثة غير مكلفة مقارنة بالتقنيات المستخدمة حاليًا، وعوائدها الاقتصادية مرتفعة للغاية.
2. تعمل على تكامل العلم والتكنولوجيا للتوجه نحو التطبيقات العلمية.
3. أن البحث والتطوير في مجال النانو تكنولوجي سيعمل على تغيير كثير من الممارسات التقليدية في إنتاج وتصميم المنتجات والسلع الاستهلاكية والإلكترونية، وأجهزة الكمبيوتر، وتكنولوجيا

المعلومات والاتصالات والتكنولوجيا الحيوية، والطاقة، وغيرها من مجالات الحياة.

- **المجالات التطبيقية للنانو تكنولوجي:**

هناك العديد من التطبيقات للنانو تكنولوجي في مجالات لا حصر لها، حيث تمثل النانو تكنولوجي قوة تكنولوجيه ومعرفية واقتصادية هائلة، تجتاح مختلف القطاعات الإنتاجية، والغذائية والصناعية، والطبية، والالكترونية، والعسكرية، وعلوم الفضاء، والإنشاء والتعمير، وذلك باعتبارها طفرة تكنولوجية حديثة، تعكس ظاهرة التحول التقني الجديد، ومن أهم المجالات التطبيقية للنانو تكنولوجي الآتي:

1. تعد كبسولات النانو أهم انجازات النانو تكنولوجي في المجال الطبي فهذه الكبسولات تعمل على بتوصيل الدواء إلى مكان الإصابة في جسم الإنسان على وجه التحديد، وتهاجم الفيروسات بدقة تصل إلى (100%) وبدون آثار جانبية وعلى سبيل المثال: فإن الكبسولات النانوية تستخدم في علاج سرطان الكبد؛ حيث تحمل هذه الكبسولات المواد المغناطيسية لتلتصق بالأورام، ثم يتم توليد حرارة لتدميرها بسرعة فائقة (صفات سلامة، 2009: 143).
2. يعد النانوبيوتيك (Nanobiotics) البديل الجديد للمضادات الحيوية، حيث استطاع الباحثون في جامعة هانج في سيؤول إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية. هذه التكنولوجيا سوف تحل الكثير من مشاكل البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية التي أحدثت طفرات تحول دون تأثير المضاد في هذه البكتيريا، حيث يثقب النانو بيوتيك الجدار الخلوي البكتيري أو الخلايا المصابة بالفيروس مما يسمح للماء من الدخول للخلايا فيتم إبادتها (أحمد عبدالرحمن، 2013: 50).
3. زرع أعضاء طبية طويلة الأجل مثل: صمامات القلب، استبدال العظام البشرية؛ باستخدام كريستالات النانو، لتقليل تكاليف العمليات الجراحية، وتستخدم كريستالات النانو لزرع صمامات قلب خفيفة وذات قوة عالية، ومقاومة للتآكل، ومن مميزات هذه المواد أنها لا تتفاعل سلبيًا مع أنسجة الجسم (Kakare،52 :2008).
4. معالجة الأسنان: أظهرت التجارب التي أجريت من قبل أطباء الأسنان أن الجسيمات النانوية (صغيرة جدًا) تتكون من أكسيد التيتانيوم والحديد والزنك وبعض المعادن الأخرى، تقوم بنفس طريقة عمل المضادات الحيوية أو الأنزيمات التي يستخدمها الجسم لقتل الجراثيم؛ وذلك لقدرتها على التمسك بالسطح، وتستخدم في علاج الأسنان من خلال التخلص والقضاء على البكتيريا، وتستخدم كجزء من الحشوة تضاف إلى حشوة الأسنان، حيث تمنع تطور التسوس وتحمي الأسنان من الميكروبات إلى الأبد، وتحمي من فقدان الحشوات وظهور التسوس مكانه، وذلك لأن التمدد الحراري للمواد النانوية أقل من تمدد المواد العادية في الحجم (إيهاب مختار، 2019: 70-71).
5. علاج الأورام السرطانية باستخدام جسيمات الذهب النانوية، حيث تتميز جسيمات الذهب النانوية بأن لها القدرة على امتصاص الضوء وتحويلة إلى حرارة، وعندما يتم حقن الورم بهذه الجسيمات فإنها تلتصق تلقائياً بالخلايا السرطانية، ومن ثم يتم تعريض تلك الخلايا لأشعة ليزر تحت الحمراء فتعمل بدورها على تسخين الذهب ورفع درجة

حراته، مما يؤدي إلى تدمير الخلية المصابة دون التأثير على الخلايا المجاورة.

6. تعبئة وتغليف المواد الغذائية بإضافة مكملات غذائية بالحجم النانوي، مثل الفلزات الحرة من الحديد والزنك، ليتم حفظ المواد الغذائية الطازجة مثل اللحوم والفواكه والخضروات والمخبوزات ومنتجات الألبان والوجبات الطازجة المعدة سابقًا (أمل لبد، 2013: 46).
7. إنتاج مبيدات حشرية يجري رشها على النبات، تتميز بلونها الشفاف الذي يمكنها من وصول الضوء إلى النبات، وبها مسام تسمح للنبات أن يتنفس، وهذا المبيد يعمل كطبقة من الزجاج على النبات فلا تستطيع الحشرات أن تخترقه للوصول إلى النبات (هديل غياضه، 2016: 26).
8. تصنيع حبيبات كيميائية زراعية تستخدم في مكافحة الحشرات والفطريات والآفات الزراعية التي تصيب التربة والنباتات والبذور، التي تتميز بارتفاع قيمة مساحة سطحها، مما يعني ترشيد استخدامها وتخفيض الكميات المستخدم منها (محمد الاسكندراني، 2010: 222).
9. صناعة إلكترونيات مرنه من بلورات الكاديوم النانوية، ودوائر متكاملة تحتوي على السليكون النانوي، أو الأنابيب النانوية تتميز بسرعة أكبر في نقل البيانات بين الدوائر المتكاملة.
10. استخدام المغناطيسيات النانوية كمفاتيح مثل الترانزستور في الدوائر الكهربية التي تستهلك أقل قدر من الطاقة.
11. صناعة أقمشة مقاومة للمياه والبقع، ومقاومة للانكماش، وتساعد على التقليل من غسيل الأقمشة المصنوعة من الألياف النانوية وبدرجات أقل.
12. صناعة دهانات وصبغات نانوية لها القدرة على مقاومة الخدش والتآكل؛ ما يجعلها مناسبة لطلاء السفن والمراكب والطائرات.
13. تحلية المياه بواسطة تصنيع ألياف النانو، ويكون ذلك باستخدام كواشف ذات حساسية عالية وتدعى بكواشف النانو وتستطيع اكتشاف أي تلوث في الهواء حتى ولو كان بتراكيز ضئيلة.
14. إزالة العناصر الخطيرة من النفايات الصناعية مثل: استخدام الفضة النانوية في إزالة القمامة من المياه عن طريق تسليط مجال مغناطيسي عليها.
15. تقليل وزن الطائرة بدون محرك إلى النصف تقريبًا، في حين يتم زيادة قوتها ومتانتها، تقليل كتلة المكثفات الفائقة التي ستستخدم في توفير القوة للمحركات الكهربائية المساعدة بهدف إقلاع الطائرة بدون محرك عن الأرض المنبسطة إلى التحليق في الأجواء العالية (رحاب سيد، 2012: 67).

الدراسات السابقة:

1- دراسة ميرفت عبد الحميد وسحر شافعي (2021): هدفت الدراسة إلى التحقق من فاعلية برنامج تدريبي قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في ضوء النظرية البنائية في تنمية الدافعية العقلية والتفكير المنتج والفضول العلمي لدى طلاب كلية التربية، وتكونت عينة الدراسة من (87) طالبًا وطالبة من طلبة الفرقة الثالثة شعبة الكيمياء والفيزياء بكلية التربية جامعة حلوان في مصر، وجرى تقسيمهم إلى مجموعتين تجريبية بواقع (43) طالبًا وطالبة من طلبة شعبة الكيمياء، وضابطة بواقع (44) طالب وطالبة

من طلبة شعبة الفيزياء، واستُخدم المنهج شبه التجريبي، وتمثلت أدوات الدراسة باستخدام مقياس كاليفورنيا للدافعية العقلية، واختبار التفكير المنتج، ومقياس الفضول العلمي، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.01) بين طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة بعد تطبيق البرنامج التدريبي لصالح طلاب المجموعة التجريبية في الدافعية العقلية، التفكير المنتج، والفضول العلمي.

2- دراسة وداد الصلوي وآخرين(2020): هدفت الدراسة إلى إعداد مقرر مقترح في تكنولوجيا النانو، ومعرفة أثره في تنمية مفاهيمها والاتجاهات نحوها لدى طلبة المستوى الرابع معلم مجال بكلية التربية جامعة تعز في اليمن، و التعرف –أيضًا– إلى العلاقة بين فهم الطلبة لهذه المفاهيم واتجاهاتهم نحوها، وتكونت عينة الدراسة من (34) طالب وطالبة من طلبة معلم مجال المستوى الرابع، واستُخدم المنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة، وتمثلت أدوات الدراسة بالمقرر المقترح والاختبار التحصيلي ومقياس الاتجاه، وأظهرت نتائج الدراسة وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى (0.05) بين التطبيقين القبلي والبعدي على الاختبار ومقياس الاتجاهات لصالح التطبيق البعدي، وكذلك وجود علاقة ارتباطية موجبة دالة إحصائيًا عند مستوى (0.05) في درجات التطبيق البعدي بين فهم الطلبة لمفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها.

3- دراسة ماهر صبري وآخرين (2019): هدفت هذه الدراسة إلى بناء مقرر مقترح بعنوان: "أساسيات النانو تكنولوجي" وأثره في تنمية مفاهيمه واتخاذ القرار والاتجاه نحو تطبيقاته لدى طلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية، وتكونت العينة من (25) من طلاب الفرقة الأولى شعبة الكيمياء بكلية التربية جامعة بنها في مصر، واستُخدام المنهج الوصفي والمنهج شبه التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة، وتمثلت أدوات الدراسة بإعداد كتاب الطالب للمقرر المقترح وكذلك دليل استرشادي للقائم بتدريس المقرر، واختبار مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاته، ومقياس اتخاذ القرار، ومقياس الاتجاه نحو تطبيقات النانو تكنولوجي، وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح البعدي.

4- دراسة منال محمد (2017): هدفت الدراسة إلى التعرف إلى أثر برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو في تنمية التحصيل وتقدير العلم والعلماء واتخاذ القرار لدى طالبات الأقسام العلمية بكلية التربية بجامعة حفر الباطن في مصر، وتكونت العينة من (40) طالبة من طالبات الفرقة الثالثة المستوى السادس بالأقسام العلمية (فيزياء- كيمياء- أحياء) بكلية التربية جامعة حفر الباطن للعام الدراسي (2014-2015) م، بواقع (15) طالبة بقسم الكيمياء،(14) طالبة بقسم الفيزياء، و(11) طالبة بقسم الأحياء، واستخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي ذا المجموعة الواحدة، وتمثلت أدوات الدراسة بالبرنامج المقترح، والاختبار التحصيلي لقياس المفاهيم النانو تكنولوجية، ومقياس تقدير العلم والعلماء، واختبار اتخاذ القرار، ومن أبرز النتائج التي تم التوصل إليها وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات مجموعة الدراسة في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار تحصيل مفاهيم النانو تكنولوجي

لصالح التطبيق البعدي، ما يشير إلى نمو مفاهيم النانو تكنولوجي نتيجة دراسة البرنامج المقترح.

منهج الدراسة:

استخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي للمجموعة الواحدة أو ما يسمى بالمجموعتين المرتبطتين، باستخدام القياس (القبلي– البعدي) لأداء المجموعة التجريبية قبل تعريضها للمعالجة التجريبية وبعدها، ثم قياس الأثر الناتج عن المعالجة التجريبية باستخدام اختبار (T-test) لمجموعتين مرتبطتين، واستنتاج الفرق في الأداء على الاختبارين القبلي والبعدي لمفاهيم النانو تكنولوجي.

مجتمع الدراسة:

تكون مجتمع الدراسة من طلبة الكيمياء في المستوى الرابع بكلية التربية– جامعة صنعاء، البالغ عددهم (90) طالبًا وطالبة للعام الدراسي 2020–2021م، وقد حُصر المجتمع وحُدد بواسطة الإجراءات الآتية:

- حصلت الباحثة من إدارة شؤون الطلاب على كشف بأسماء الطلبة للتأكد من عددهم وبياناتهم.
- استُبعد الطلبة المتبقين من دفع سابقة بمقرر أو أكثر، وأصبح إطار المجتمع محصورًا على الطلبة المنتظمين.

عينة الدراسة:

تكونت عينة الدراسة من (25) طالبًا وطالبة من طلبة الكيمياء بالمستوى الرابع، جرى اختيارهم بالطريقة العشوائية البسيطة، وتدريسهم البرنامج لمدة شهر بواقع ثلاث جلسات بالأسبوع، وذلك في الفصل الدراسي الثاني للعام 2020–2021م.

❖ **أدوات الدراسة:**

لتحقيق أهداف الدراسة قامت الباحثة بإعداد قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي، وبرنامج مقترح قائم على النظرية البنائية، واختبار مفاهيم النانو تكنولوجي.

وفيما يلي خطوات بناء متطلبات الدراسة وأدواتها:

1– إعداد قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي المراد تضمينها في البرنامج المقترح:

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة الدراسة الذي نص على: ما مفاهيم النانو تكنولوجي المناسبة لإعداد البرنامج المقترح لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء؟

أُعدَّت قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي المراد تضمينها في البرنامج المقترح عن طريق الخطوات الآتية:

1–1. الهدف من إعداد قائمة بمفاهيم النانو تكنولوجي:

هدفت قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي إلى:

- تحديد أهم مفاهيم النانو تكنولوجي لطلبة الكيمياء من حيث مدى أهميتها وملاءمتها لهؤلاء الطلبة من وجهة نظر السادة المحكمين.
- استخدامها أساسًا لإعداد البرنامج المقترح وفاقًا للنظرية البنائية.
- الاستعانة بها عند إعداد اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي.

1–2. ضبط قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي:

للتأكد من قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي المراد تنميتها لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية، عُرضت القائمة في صورتها الأولية على مجموعة من السادة المحكمين لإبداء آرائهم من حيث:

- الدقة العلمية والصياغة السليمة.
- الأهمية العلمية للمفهوم.

- مناسبة عبارات القائمة لمستوى الطلبة.
- إمكانية الحذف والإضافة.

وقد أبدى المحكمون موافقتهم على قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي وصلاحيتها للتطبيق مع إجراء التعديلات المناسبة في الصياغة اللغوية لبعض المفاهيم التي جرى تعديلها في ضوء مقترحاتهم وملحوظاتهم، وأصبحت قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي في صورتها النهائية مكونه من (28) مفهومًا والموضحة في جدول (1).

جدول (1): قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي:

م	المفهوم	الدلالة اللفظية
1	النانو	هو مصطلح يوناني مشتق من الكلمة "نانوس" بمعنى القزم او الصغير.
2	النانومتر	هو وحدة قياس تقدر بجزء من المليار من المتر وجزء من الألف من الميكرو متر، ويستخدم وحدة قياس لأطوال الأشياء الصغيرة جدًا التي لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني. النانومتر = 10^{-9}متر.
3	علم النانو	ذلك العلم الذي يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو وتعيين خصائصها الكيميائية الفيزيائية والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة الناشئة عن تصغير أحجامها.
4	مقياس النانو	وحدة قياس متناهية الدقة لحساب الأبعاد التي يتراوح مداها على المستوى الذري والجزيئي بين (1–100) نانومتر؛ بهدف إنتاج مواد وأجهزة نانوية أكثر دقة وكفاءةً لاستخدامها في تطبيقات مستوى النانو.
5	النانو تكنولوجي	الهندسة الوظيفية على مستوى الجزيئات أو التطبيقات المرغوبة لعمليات الإنتاج والتكنولوجيا على مستوى الجزيئات؛ من أجل التوصل إلى النتائج المستهدفة من تصنيع المواد والمنتجات ذات الخصائص الفريدة.
6	الكرات النانوية	مواد نانوية متعددة القشرة وخاوية المركز، ولا توجد فجوات على سطحها، قطرها (500) نانومتر.
7	المواد النانوية	مواد متقدمة ذات تركيب نانوي، تتألف من مكون واحد أو أكثر، له بُعد واحد على الأقل يتراوح ما بين (1–100) نانومتر، وتحوي هذه المواد جسيمات النانو وألياف نانوية، وأنابيب نانوية ومواد مركبة، وسطوح بُنى نانوية.
8	الالياف النانوية	مواد نانوية بشكل الياف بقطر أقل من (100) نانومتر.
9	انابيب الكربون النانوية.	عبارة عن أنابيب طولية مجوفة ذات أقطار متناهية في الصغر، حيث تتدنى مقاييس أبعاد أقطارها إلى نحو (1.4) نانومتر.
10	الأسلاك النانوية	مواد نانوية ذات بُعد واحد تُحضر في المختبر من مواد فلزية، او شبه موصلة، او عازلة، أو عضوية، أو غير عضوية.
11	الفوليرين	جزيئات نانوية مكونة من ذرات الكربون المترابطة ثلاثيًا، تعطي شكل كريات لها بناء يماثل الجرافيت، وتحوي أشكالًا خماسية، وسداسية من ذرات الكربون مما ينتج عنه انثناء الطبقات إلى كريات أو أسطوانات، وأكثر الفولير ينات شهرةً هو الجزيء(C_{60}).
12	الجسيمات النانوية	عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي يتراوح عددها ما بين بضع من الذرات أو الجزيئات إلى مليون ذرة، مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريباً بنصف قطر أقل من (100) نانومتر.

13	الأنابيب النانوية	هي شرائح نانوية تُطوى بشكل أسطواني، وغالبًا ما تكون إحدى نهايتي الأنبوبة مفتوحة والأخرى مُغلقة على شكل نصف كرة يتراوح قطرها بين (1–100) نانومتر.
15	المجهر النفقي الماسح	عبارة عن تقنية ميكروسكوبية، تُستخدم في مسح العينات، ويتكون من إبرة رأسها معدني وحاد جدًا، مخصصة للتصوير، وتحريك الذرات واحدة تلو الأخرى، ووضعها في المكان المطلوب وبتكرار هذه العملية بطريقة منظمة يمكن بناء تراكيب القياس الذري.
16	مجهر القوة الذرية	عبارة عن مجهر يعطي معلومات دقيقة عن تضاريس المادة، تصل للمستوى الذري، حيث تعمل مجساته على مسح تضاريس المواد بدقة متناهية، عن طريق حساب المقاومة التي يتعرض لها المجس.
17	المجهر الالكتروني الماسح	عبارة عن ميكروسكوب إلكتروني متقدم، يقوم بتركيز حزمة إلكترونية عالية الطاقة على سطح العينة، تتفاعل مع ذراتها؛ مما يولد إشارة كهربائية تكشف عن التركيب الدقيق للجزيئات متناهية الصغر، وتكوين صورة ثلاثية الأبعاد على قطاعات في شكل شبكي، وتتميز بدقة عالية.
18	المجهر الالكتروني النفاذ	عبارة عن مجهر إلكتروني، يستخدم حزمة من شعاع إلكتروني، تنفذ عبر شريحة رقيقة من العينة، وتتفاعل معها مكونة صورة لها، ويتم تكبيها بواسطة عدسة شيئية، وعرضها على شاشة تصوير أو كاشف حساس، وتتراوح دقة الصورة بين (0.1– 0.2) نانومتر.
19	جسيمات الفضة النانوية	جسيمات متناهية الصغر مصنوعة من الفضة يتراوح حجمها ما بين (1– 100) نانومتر، وتستخدم كمضاد للبكتيريا والفطريات.
20	جسيمات الذهب النانوية	جسيمات متناهية الصغر مصنوعة من الذهب تتراوح بين (1– 100) نانومتر، وتستخدم في علاج امراض السرطان.
21	الروبوتات النانوية	عبارة عن ربورتات دقيقة جدًا من حيث الحجم والوظيفة، يتم تصنيعها بتقنية النانو، لتستخدم على نطاق واسع في كثير من التطبيقات الحيوية داخل أجسامنا، والقضاء على مجموعة من الأمراض المهددة للحياة.
22	المرشحات النانوية	اغشية متناهية الصغر مصنعة من دقائق النانو، وتتكون من مسام صغيرة جدًا، تستخدم لعزل المواد الدقيقة الذائبة في الماء.
23	الليبوسوم	عبارة عن جسم كروي مغلق، مكون من طبقتين دهنيتين يحيطان بطبقة مائية، وهو من أكثر الجسيمات النانوية استخداماً في توصيل العقار المحمل عليها.
24	صدفات النانو	عبارة عن قشرة أو طبقة معدنية رقيقة، تحيط بكرة مصنوعة من مادة شبه موصلة، لها القدرة على امتصاص أو تشتيت الضوء في جميع أطواله الموجية.
25	المضادات الحيوية النانو بيوتيكس	مركب بروتيني، مُعد صناعيًا على هيئة أنابيب نانوية تثقب الغشاء الخلوي للبكتيريا أو الفيروسات وتقتلها.
26	المحاكاة الحيوية	محاولة تقليد للأنظمة البيولوجية الطبيعية، واستخدامها في نظم وتطبيقات تجارية، يعتمد تصميمها على بعض الظواهر البيولوجية المعروفة في الكائنات الحية.
27	الحساسات النانوية	عبارة عن أجهزة استشعار، شديدة الحساسية، دقيقة الحجم، لا يتجاوز قطرها (100) نانومتر، تستخدم مواد كيميائية نشطة، أو مكونات تولد إشارات تكشف عن تواجد الجزيء قيد التحليل.

28	المحفزات النانوية	مواد نانوية متناهية الصغر، يكون استخدامها بهدف زيادة معدلات التفاعلات الكيميائية، دون أن تستهلك هذه المحفزات، أو يحدث لها أي تغيرات في بنيتها الأساسية الكيميائية.

2. إعداد البرنامج المقترح:

للإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة الدراسة الذي نص على: ما صورة البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء؟ اعتمادًا على قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي السابق إعدادها، وعلى الدراسات والبحوث السابقة التي اهتمت بالنانو تكنولوجي والبرامج التدريبية، أعدّت الباحثة البرنامج المقترح على الأساليب الإجرائية الواجب اتخاذها عند بناء البرنامج، وتمثلت الخطوات في الآتي:

2–1. الإطار العام للبرنامج الذي شمل:

أ– فلسفة البرنامج المقترح:

تعتمد فلسفة البرنامج المقترح إلى النظرية البنائية في مجال النانو تكنولوجي؛ لما لهذه النظرية من أهمية كبيرة في عملية التعليم والتعلم، فالبنائية تؤكد على التفكير والفهم والاستدلال وتطبيق المعرفة، وفي الوقت ذاته لا تهمل المهارات الأساسية، فالمتعلم يبني معرفته بنفسه، ويتفاعل مع الأشياء والأحداث لاكتساب الفهم، وذلك في ضوء أفكار بياجيه الذي حدد أن الفهم يؤدي إلى تطبيق المعرفة والاختراع والابتكار لها، وبهذا يستطيع المتعلم حل الكثير من المشكلات ومواجهتها بنفسه.

ب– مبررات البرنامج:

من أهم المبررات التي دعت إلى بناء البرنامج ما يأتي:

- أن النانو تكنولوجي هو امتداد للتطورات العلمية والمعرفية والتكنولوجية المتنامية بشكل مطرد؛ فالنانو تكنولوجي يُعدَّ الجيل الخامس لهذه التطورات، علاوةً على أنها تكنولوجيا المستقبل.
- أن طبيعة علم النانو تكنولوجي مستمدة من فروع معرفية أدت لزيادة الاهتمام المعرفي، فعلوم وتكنولوجيا النانو ترتبط بوضوح بأكثر من اثنين من العلوم التقليدية، وبصفة أساسية ترتبط بالكيمياء والفيزياء والأحياء والطب والهندسة.
- مسايرة التوجهات العالمية في مجال التعليم، حيث تسعى الدول المتقدمة بخطى متسارعة إلى تطوير برامجها التعليمية، ومقرراتها بما يتلاءم مع أحدث هذه التطورات العلمية والتكنولوجية.
- الاهتمام والتنافس العالمي في مجال النانو تكنولوجي، ومن أهم المؤشرات التي تؤكد على ذلك الميزانيات الضخمة التي ترصد في هذا المجال، وهذا سيؤدي بدوره إلى زيادة الفجوة الاقتصادية في البلدان النامية وتخلفها علميًا وتكنولوجيًا، فعدم القدرة على المنافسة العالمية في الاقتصاد القائم على هذه التكنولوجيا سيجعلها أمام خيار واحد وهو فتح أبوابها أمام الشركات الصناعية لتتحكم بها.
- عدم وجود مقرر خاص بتكنولوجيا النانو في جميع الكليات التعليمية في التعليم الجامعي في جامعة صنعاء بشكل عام، وفي كلية التربية بشكل خاص.
- عدم اهتمام المؤسسات التعليمية بهذه التكنولوجيا في مراحل التعليم كافة، وما يثبت ذلك المقررات الحالية التي يندر احتوائها على هذه المفاهيم،

لاسيما في بلادنا، وهذا القصور يجعل المخرجات التعليمية ضعيفة جدًا في ثقافتهم بطبيعة ومفاهيم النانو تكنولوجي، ومن ثمَّ ندرة وجود القوى العاملة المتخصصة في النانو تكنولوجي، فالمهن في المستقبل القريب ستعتمد اعتمادًا كبيرًا على من يمتلكون الخبرات في هذا المجال.

- على الرغم من اهتمام الدراسات بالنانو تكنولوجي، إلا أن هذه الدراسات ولاسيما التجريبية منها، لاتزال قليلة جدًا في بلادنا.
- استجابة لتوصيات عدد من البحوث والدراسات، كدراسة سحر شافعي، وميرفت عبد الحميد (2021)، ودراسة أسماء الرفاعي (2020)، ودراسة داد الصلوي وآخرين (2020)، ودراسة منال محمد (2017)، ودراسة شيماء أحمد (2015)، ودراسة آيات صالح (2013)، ودراسة محمد الشهري (2012)، ودراسة سليمان المعمري (2012)، التي تؤكد على أهمية تضمين النانو تكنولوجي في برامج إعداد معلمي العلوم.

ج- أسس البرنامج المقترح:

بني البرنامج على مجموعة من الأسس أهمها:

- التركيز على المفاهيم والحقائق الأساسية للنانو تكنولوجي، وعلى الترابط فيما بينها.
- أن الهدف الأساسي من عملية التعلم هو تكيف المتعلم مع المستحدثات والتطورات الجديدة.
- إلمام الطلبة المتعلمين بالتطبيقات الحديثة للعلم الذي يُعد مهمًا لإدراك مفهوم التغير والتكيف مع المستحدثات.
- أن المعارف والمعلومات لدى المتعلم متغيرة، وليست ثابته ومن ثمَّ يمكن إحداث تعديلات وتغييرات على تلك المعرفة ونمو المفاهيم العلمية لديه.
- أن يكون مناسبًا لمستوى نمو الطلبة، مع مراعاة الفروق الفردية فيما بينهم.
- المواءمة بين حاجات المتعلم وحاجات المجتمع، وتشجيعهم على الاهتمام بالنانو تكنولوجي.
- أن يتسم بالمرونة والبساطة والوضوح، ومواكبة التطورات العلمية والتكنولوجية.
- تشجيع أساليب العمل الجماعي عن طريق تكليف الطلبة بعمل بعض الأنشطة الجماعية.
- تشجيع المتعلمين على البحث والاستقصاء، واكتشاف أهم التطبيقات الحياتية التي تعين على فهم مجال النانو تكنولوجي.
- تنويع أساليب تقويم أداء المتعلمين ما بين البنائي (التكويني)، والنهائي، سواء أكانت شفهية، أو كتابية فردية وجماعية، أو تقييم أقران مع تقديم التغذية الراجعة الفورية.

د- الأهداف العامة للبرنامج:

تنقسم أهداف البرنامج إلى نوعين من الأهداف، النوع الأول هو الأهداف العامة للبرنامج وهي التي سنتناولها الآن، أما النوع الثاني فهي الأهداف التي حُورت إلى مخرجات إجرائية، التي ستُطرح في كل موضوع من موضوعات البرنامج على حدة، وفيما يأتي ذكر الأهداف العامة للبرنامج المقترح:

- ربط حياة المتعلمين بآخر التطورات العلمية والتكنولوجية، وبما تعكسه على الفرد والمجتمع.
- توجيه اهتمام الطلبة نحو النانو تكنولوجي بعدَّها ثورة علمية وتكنولوجية، تفرض سيطرتها في جميع المجالات.

- مساعدة الطلبة على فهم مجموعة متنوعة من الأفكار حول مجال النانو تكنولوجي تسمح لهم بمتابعة تعلم المزيد في المستقبل.
- مساعدة الطلبة على فهم المواد وخصائصها على المقياس النانوي بما في ذلك فهم العلاقة الأساسية بين المقياس وخصائص المواد.
- تصميم وبناء نماذج وطرق للمحاكاة؛ لفهم وتوضيح بعض المفاهيم والظواهر والتطبيقات النانوية.
- تنمية مهارات التفكير العلمي التي تتمثل في مهارات حل المشكلات ومهارة التنبؤ مما يساعد الطلبة على فهم وتفسير التطبيقات المتعلقة بالنانو تكنولوجي.
- اتخاذ قرارات سليمة حول استخدامات النانو تكنولوجي وكيفية التعامل معها.
- توضيح استخدامات النانو تكنولوجي في التطبيقات الحياتية المختلفة.
- تطبيق المتعلم لما اكتسبه من معارف في حياته اليومية.
- تنمية أوجه التقدير نحو عظمة الخالق عز وجل في خلقة للكون، فمن دقة خلقة وجود أجسام بحجم النانو قبل أن يكتشفها العلماء.
- تقدير الطلبة لأهمية التطبيقات النانو تكنولوجية، التي تسهم في تحقيق رفاهية الإنسان وخدمة المجتمع.

2-2. محتوى البرنامج المقترح:

لتحديد محتوى البرنامج المقترح استُعين بقائمة مفاهيم النانو تكنولوجي المراد تنميتها لدى طلبة الكيمياء، وبالرجوع إلى عدد من المراجع والمصادر والمواقع الإلكترونية، حيث يُعد محتوى البرنامج المستخدم محتوىً عامًا لا ينتمي لمادة دراسية محددة، وقد روعي في اختيار محتوى البرنامج وإعداده ما يأتي:

- ملاءمة المحتوى للمخرجات، وبما يساعد على تحقيقها.
- شمولية المحتوى لجميع جوانب الخبرة والمهارة.
- التنوع والمرونة؛ بحيث يسمح بالتطوير والتعديل فيه.
- التدرج من السهل إلى الصعب.
- تنظيم محتوى البرنامج المقترح على هيئة موضوعات بحيث يعالج كل موضوع مفهوم أو أكثر من المفاهيم المتضمنة في قائمة النانو تكنولوجي.

2-3. التخطيط الزمني للبرنامج:

تكون البرنامج المقترح من (12) جلسة طُبق خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي (2020-2021) م، بمعدل ثلاث جلسات أسبوعيًا، مدة أربعة أسابيع، وفيما يأتي جدول (2) يوضح توزيع جلسات البرنامج على المحتوى:

جدول (2): مدة تطبيق البرنامج المقترح

الأسبوع	الجلسات	الموضوعات	الزمن بالساعات

الأول	الجلسة الأولى (التمهيدية)	اليوم الأول: اللقاء بأفراد عينة الدراسة، وتعريفهم طبيعة الدراسة، وتحديد الهدف من البرنامج وطبيعة العمل به، وإعطاء نبذة تعريفية عن النظرية البنائية، والاتفاق مع الطلبة على كيفية الانتظام في الجلسات، وعمل الاختبار القبلي.	2
	اليوم الثاني: أساسيات في النانو تكنولوجي		
	الجلسة الثانية	مراحل التطور التاريخي للنانو تكنولوجي. مصطلحات في عالم النانو (النانو – النانومتر – مقياس النانو).	2
	اليوم الثالث: تابع أساسيات في النانو تكنولوجي		
	الجلسة الثالثة	تابع مصطلحات في عالم النانو (علم النانو – النانو تكنولوجي). مبادئ النانو تكنولوجي ومميزاتها، أمثلة على تميز النانو تكنولوجي، أهمية النانو تكنولوجي.	1.5
الثاني	اليوم الرابع: المواد النانوية		
	الجلسة الرابعة	مفهوم المواد النانوية وخصائصها وطرق تصنيعها وتصنيفها.	2
	اليوم الخامس: أشكال المواد النانوية		
	الجلسة الخامسة	مفهوم الأسلاك النانوية وخصائصها وأنواعها وتطبيقاتها العلمية. مفهوم الألياف النانوية وتطبيقاتها العلمية.	1.5
	اليوم السادس: تابع اشكال المواد النانوية		
	الجلسة السادسة	مفهوم النقاط الكمية وخصائصها، وتطبيقاتها العلمية. مفهوم الكرات النانوية، مفهوم الفوليرين وخصائصه وتطبيقاته.	1.5
الثالث	اليوم السابع: تابع أشكال المواد النانوية		
	الجلسة السابعة	مفهوم المرشحات النانوية– أنواعها– خصائصها – تطبيقاتها العلمية. مفهوم الأنابيب النانوية وأنابيب الكربون النانوية، وخصائص أنابيب الكربون النانوية، وانواعها وطرق تصنيعها و تطبيقاتها العلمية.	2
	اليوم الثامن: تابع أشكال المواد النانوية		
	الجلسة الثامنة	مفهوم المحفزات النانوية، أمثلة على المحفزات النانوية وتطبيقاتها العلمية. مفهوم الجسيمات النانوية– أمثلة على الجسيمات النانوية، وخصائصها وتطبيقاتها العلمية.	1.5
	اليوم التاسع: كيفية رؤية المواد النانوية وتوصيفها		
	الجلسة التاسعة	المجهر الإلكتروني النفاذ– مكوناته– مزاياه– طريقة عمله. المجهر الإلكتروني الماسح– مكوناته – مزاياه – طريقة عمله.	1.5
	اليوم العاشر: تابع كيفية رؤية المواد النانوية وتوصيفها		

الرابع	الجلسة العاشرة	– المجهر النفقي الماسح– مكوناته– مزاياه– طريقة عمله. – مجهر القوة الذرية– مكوناته – مزاياه – طريقة عمله.	1.5
اليوم الحادي عشر: تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الطب والصناعة			
	الجلسة الحادية عشرة	مفهوم الحساسات النانوية– أمثلة على الحساسات النانوية– طريقة عملها– تطبيقاتها العلمية. مفهوم الروبوت النانوي وخصائصه وتطبيقاته العلمية.	1.5
اليوم الثاني عشر: تابع تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الطب والصناعة			
	الجلسة الثانية عشرة	أصداف النانو. المضادات الحيوة النانوية (نانوبيوتكس). الليبوسوم. المحاكاة الحيوية، تأثير اللوتس وتطبيقاته.	2

2-4. أساليب التعليم والتعلم وطرقه المقترحة:

تعد طرق التدريس المستخدمة من العناصر المهمة المكونة للبرنامج المقترح، فهي ترتبط ارتباطا وثيقًا بأهدافه ومحتواه، فقد تصلح طريقة معينة في تدريس موضوع ما، بينما لا تصلح الطريقة عينتها في تدريس موضوع آخر، وقد تستخدم أكثر من طريقة في تدريس موضوع واحد؛ لذلك يمكن القول: إنه لا توجد طريقة واحدة يمكن وصفها بأنها أفضل طريقة في التدريس، وفي ضوء ذلك روعي تنوع طرق التدريس المستخدمة في البرنامج المقترح، ومراعاة طبيعة عينة الدراسة، ومدى توافر معدات الدراسة وتنوعها، ومن هذه الطرق والأساليب: العصف الذهني، التعلم التعاوني، الاستقصاء، الحوار والمناقشة، دورة التعلم، التعلم الإلكتروني، العروض العملية، التعلم الذاتي، التعلم بالمشاريع.

2-5. الأنشطة التعليمية للبرنامج:

تنوعت الأنشطة التي شملها البرنامج ما بين الأنشطة التمهيدية التي تستهدف التهيئة والإثارة، والأنشطة الإثرائية التي تستهدف الشرح والتفسير، والأنشطة التطبيقية التي تستهدف الربط بين المادة النظرية وتطبيقاتها، وأنشطة المشروعات التعليمية كعمل بعض التصاميم لبعض أشكال المواد النانوية، ومن أمثله هذه الأنشطة ما يلي: إجراء بعض التجارب العملية، كتابة تقارير علمية مبسطة، جمع مجموعة من الصور المتعلقة بالمواد النانوية، أوراق عمل تحوي على بعض الأنشطة التعليمية، وقد روعي عند اختيار الأنشطة الآتي:

– طبيعة مجال النانو تكنولوجي؛ حيث يكون التعامل مع ظواهر معقدة ومفاهيم عالية التجريد فضلًا عن صعوبة توفير العديد من المواد والأدوات؛ لذا أُستعين بالنماذج والمحاكاة، والتشبيهات لتمثل الظاهرة أو المفهوم.

– التنوع في الأنشطة لتتلاءم مع مختلف القدرات والإمكانات لدى الطلبة.

– التنوع ما بين الأنشطة التي تكون داخل حجرة الدراسة، والأنشطة التي يجريها الطلبة خارج حجرة الدراسة لإثراء المفاهيم ومهارات الطلبة.

– التأكيد على العمل التعاوني في تنفيذ الأنشطة.

2-6. مواد البرنامج وأدواته:

من أمثلة المواد والأدوات التي يمكن أن تدمج في البرنامج المقترح وتعمل على تحقيق أسسه وأهدافه: جهاز عرض البيانات (Data Show)، سبورة ثابته واقلام، أوراق (Flips Chart)، أقلام فلوماستر، مقاطع فيديو تعليمية متعلقة بموضوعات البرنامج، صور متعلقة بالمواد والأجهزة النانوية وتطبيقاتها، مواد مختبرية لإجراء بعض الأنشطة، خامات من البيئة لعمل بعض التصاميم وإجراء بعض التجارب.

2-7. تقويم البرنامج:

تلعب عملية التقويم دورًا مهمًا في تخطيط البرنامج وتطبيقه، وذلك للتأكد من مستوى التقدم الذي أحرزته عينة الدراسة من تحقيق أهداف البرنامج، وتم تناول عدة طرق لتقويم البرنامج منها:

أ- **التقويم القبلي:** يتمثل في استخدام الاختبار القبلي لمفاهيم النانو تكنولوجي، للكشف عما تمتلكه عينة الدراسة من معارف وخبرات سابقة.

ب- **التقويم التكويني:** يكون أثناء الجلسات عن طريق طرح الأسئلة والاستماع للإجابات وتعديلها (التغذية الراجعة)، مناقشة أوراق العمل والأنشطة، ملفات الإنجاز (البورتفوليو)، تقييم الأقران باستخدام بطاقة تقييم الأقران، التقييم الذاتي، تقييم المدربة للطلبة.

ج- **التقويم النهائي:** عن طريق التطبيق البعدي لاختبار مفاهيم النانو تكنولوجي.

2-8. ضبط البرنامج المقترح:

بعد إعداد البرنامج المقترح بجميع عناصره، عُرض على مجموعة من المحكمين، وذلك للاستفادة من آرائهم فيما يتعلق بالبرنامج من حيث: مدى مناسبة مخرجات البرنامج المقترح وإمكانية تحقيقها، مدى ملاءمة الصياغة العلمية واللغوية والأنشطة في البرنامج المقترح، مدى ملاءمة أساليب التقويم لمخرجات البرنامج، إضافة أي مقترحات أخرى من قبل المحكمين يرونها مناسبة.

وقد استُفيد من آراء المحكمين في إجراء التعديلات المطلوبة للبرنامج المقترح وأهمها مراجعة الصياغة اللغوية لبعض فقرات البرنامج، تعديل بعض الأنشطة للتناسب مع طرق وأساليب التعليم والتعلم المقترحة، إدراج روابط للفيديوهات الموجودة بالأنشطة، توضيح بعض الصور المرفقة للأنشطة، وبذلك أصبح البرنامج جاهزًا للتطبيق في صورته النهائية.

❖ **التجربة الاستطلاعية للبرنامج المقترح:**

طُبقت عينة من مواضيع البرنامج على عينة استطلاعية من خارج عينة الدراسة قوامها (10) طالبات من الكيمياء، حيث اجتمعت الباحثة مع أفراد المجموعة الاستطلاعية، وعرفتهم في البداية على البرنامج المقترح وخطوات تطبيقه، وشرحت لهم المهام التي يجب أن يقوموا بها وعدد من الأمور المهمة، وذلك في (يومي السبت والأحد) بتاريخ (3،2021/4/5م)؛ بغرض التعرف إلى ما يأتي:

- مدى ملاءمة الأسلوب والتنظيم والعرض لمحاور البرنامج في ضوء النظرية البنائية.
- معرفة أهم الصعوبات التي قد تعترض تنفيذ البرنامج وتطبيقه.
- تحديد الزمن المناسب والأمثل لتطبيق البرنامج والأنشطة المتضمنة.

ولاحظت الباحثة أثناء التجربة الاستطلاعية اهتمام الطالبات بالبرنامج المقترح، وملاءمة محتوى كل موضوع من موضوعات البرنامج المقرر لطلبة الكيمياء من حيث (المحتوى، والوسائل والأنشطة

التدريبية، وطرائق التقييم)، كما عملت الباحثة على تعديل الزمن لبعض الأنشطة لاستغراقها وقتًا أطول من الوقت المحدد.

3. اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي:

بُني اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي وفاقًا للخطوات الإجرائية الآتية:

أ- تحديد الهدف من الاختبار:

يهدف الاختبار إلى قياس مستوى اكتساب الطلبة مفاهيم النانو تكنولوجي المتضمنة في البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية، واقتصر على ثلاث مستويات معرفية، وهي (المعرفة- الفهم- ما بعد الفهم) بعدَّها المعيار المرجعي لقياس أداء الطلبة في اكتساب مفاهيم النانو تكنولوجي.

ب- تحديد نوع الاختبار:

صيغت أسئلة الاختبار بطريقة الاختيار من متعدد، وقد اختارت الباحثة هذا النوع من الاختبارات للأسباب الآتية: لا تتأثر أسئلة الاختيار من متعدد بذاتية المصحح، سهولة تصحيحه، درجة التخمين فيه قليلة، ولاسيما أنها صيغت من أربعة بدائل لكل فقرة، درجة الصدق والثبات فيه عالية.

ج- إعداد جدول المواصفات للاختبار:

يُعرف جدول المواصفات أنه: "مخطط تفصيلي يربط العناصر الأساسية للمحتوى بمجالات التقييم ومهاراته الفرعية، ويحدد الأهمية النسبية لكل منها، أي أنه يقيس مدى تحقق صدق المحتوى "(هلال السفياني، 2019: 75)، أُعدَّ جدول المواصفات للاختبار التحصيلي لمفاهيم النانو تكنولوجي في ضوء مخرجات التعلم، وذلك بهدف:

- التأكد من أن الاختبار يقيس المخرجات التعليمية المحددة من جهة، والمحتوى المعرفي للبرنامج من جهة أخرى.
- وضع أسئلة شاملة للمحتوى وتنويع مستوياتها.
- تحديد عدد بنود الاختبار بشكل دقيق.
- تحديد عدد البنود التي تخص كل محور من محاور البرنامج ومستوياتها المعرفية ونسبتها المئوية، والجدول (3) يوضح ذلك:

جدول (3): مواصفات الاختبار لمفاهيم النانو تكنولوجي

موضوعات البرنامج	توزيع المفردات على المستويات المعرفية			مجموع الأسئلة	الأوزان النسبية للموضوعات
	المعرفة	فهم	ما بعد الفهم		
أساسيات في علم النانو تكنولوجي.	1، 28	9، 16	14	5	%12.5
المواد النانوية خواصها وطرق تحضيرها وأشكالها.	3، 8، 29، 34، 35، 10	7، 4، 15، 17، 30، 32، 36.	2، 11، 25، 40، 26	18	%45
كيفية رؤية وتوصيف المواد النانوية	20، 33، 24	5، 39	12، 18	7	%17.5
تطبيقات النانو تكنولوجي في مجال الطب والصناعة.	13، 21،	19، 27، 31، 37، 38	6، 22، 23	10	%25
المجموع الكلي للأسئلة	13	16	11	40	%100
الأوزان النسبية للمستويات المعرفية	%32.5	%40	%27.5	-	

د- صياغة فقرات الاختبار:

صيغت أسئلة الاختبار؛ بحيث تكون مراعية ما يأتي:

- الدقة العلمية واللغوية.
- التحديد الواضح الخالي من الغموض.
- التمثيل للمحتوى والمخرجات المراد قياسها.
- مناسبة مستوى الطلبة.

وقد تكونت كل فقرة من جزأين: المقدمة التي تمثل المشكلة في السؤال، والإجابة التي تتكون من أربعة بدائل بينها بديل واحد صحيح فقط.

هـ- وضع تعليمات الاختبار:

بعد تحديد عدد الفقرات وصياغتها، تم وضع تعليمات الاختبار التي تساعد الطلبة على فهم طبيعة الاختبار وقد جرى في ذلك مراعاة ما يأتي:

- بيانات خاصة بالمفحوصين الطلبة.
- بيانات خاصة بوصف الاختبار.
- التأكيد على قراءة الأسئلة بعناية، ومن ثم الإجابة وعدم ترك سؤال من دون إجابة.

و- التجربة الاستطلاعية للاختبار:

بعد إعداد الاختبار بصورته الأولية طُبق على عينة استطلاعية من خارج إطار العينة الأساسية للدراسة، قوامها (30) طالب وطالبة من طلبة الكيمياء في المستوى الرابع في قسم مناهج العلوم وطرائق تدريسها، في الفصل الثاني من العام الجامعي (2020- 2021) م، وذلك في يوم الاثنين الموافق 2021/3/15م؛ بهدف:

- تحديد الزمن اللازم للإجابة عن الاختبار.
- حساب ثبات وصدق الاختبار.
- حساب مستوى الصعوبة والتمييز لفقرات الاختبار.
- حساب معامل الاتساق الداخلي للاختبار.

ز- طريقة تصحيح الاختبار:

حددت الباحثة درجة واحدة لكل إجابة صحيحة عن كل سؤال من أسئلة الاختبار، وصفر للإجابة الخاطئة، وتعامل الفقرات المتروكة معاملة الإجابة الخاطئة، وبذلك يكون مجموع الدرجات (40) درجة، كما جرى إعداد مفتاح الإجابة النموذجية.

ح- تحديد زمن الاختبار:

حُدد الزمن اللازم للإجابة عن الاختبار عند تطبيقه على العينة الاستطلاعية، عن طريق حساب المتوسط الحسابي لزمن تقديم العينة، فكان زمن متوسط المدة الزمنية التي استغرقها أفراد العينة الاستطلاعية يساوي (35) دقيقة، وقد أُضيفت خمس دقائق لقراءة التعليمات، والاستعداد للإجابة، والرد على استفسارات الطلبة، وبذلك حُدد الزمن الكلي لتطبيق الاختبار (40 دقيقة).

ط- حساب معاملات الصعوبة والتمييز لمفردات الاختبار:

بعد أن طُبق اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي على العينة الاستطلاعية حُلِلت نتائج إجابات العينة على أسئلة الاختبار وترتيبها تنازليًا وتقسيمها إلى فئتين، وذلك بهدف التعرف إلى: معامل صعوبة كل سؤال من أسئلة الاختبار ومعامل تمييزه.

حُسبَ معامل الصعوبة وفاقًا للمعادلة الآتية (سوسن مجيد، 2014: 82):

$$\text{معامل الصعوبة} = \frac{\text{عدد الإجابات الصحيحة في المجموعة العليا} + \text{عدد الإجابات الصحيحة في المجموعة الدنيا}}{\text{عدد أفراد المجموعتين العليا والدنيا}}$$

أما معامل التمييز فقد حُسبَ وفاقًا للمعادلة الآتية (هلال السفياني، 2019: 131):

معامل تمييز الفقرة= عدد الإجابات الصحيحة في المجموعة العليا – عدد الإجابات الصحيحة في المجموعة الدنيا / عدد أفراد إحدى المجموعتين

والجدول رقم (4) يبين معامل الصعوبة والتمييز لفقرات الاختبار.

جدول رقم (4): معامل الصعوبة والتمييز لفقرات اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي:

م	معامل الصعوبة	معامل التمييز	م	معامل الصعوبة	معامل التمييز	م	معامل الصعوبة	معامل التمييز
1	0.22	0.31	14	0.40	0.27	27	0.33	0.32
2	0.21	0.32	15	0.40	0.35	28	0.40	0.25
3	0.43	0.47	16	0.57	0.37	29	0.30	0.38
4	0.33	0.30	17	0.50	0.32	30	0.43	0.41
5	0.31	0.42	18	0.43	0.20	31	0.47	0.37
6	0.53	0.37	19	0.28	0.26	32	0.40	0.45
7	0.37	0.36	20	0.50	0.36	33	0.40	0.21
8	0.73	0.25	21	0.33	0.32	34	0.38	0.37
9	0.33	0.38	22	0.27	0.40	35	0.37	0.24
10	0.43	0.40	23	0.53	0.42	36	0.31	0.42
11	0.47	0.38	24	0.21	0.37	37	0.40	0.39
12	0.50	0.47	25	0.27	0.39	38	0.33	0.23
13	0.40	0.34	26	0.47	0.27	39	0.40	0.46
40	0.33	0.25						

يتضح من الجدول (4) أن: معاملات الصعوبة تراوحت بين (0.12- 0.73)، بمتوسط كلي بلغ (0.39)، وعليه فإن جميع الفقرات مقبولة، حيث كانت في الحد المقبول (0.20- 0.80)، (موسى النبهان، 2004: 192)، كما يتضح من الجدول (4) أن معاملات التمييز تراوحت بين (0.20- 0.47)، بمتوسط كلي بلغ (0.34)، وعليه فإن جميع الفقرات مقبولة، حيث كانت في الحد المقبول من التمييز (0.20 فما فوق)، (أمين سليمان، ورجاء أبوعلام، 2010: 320).

ي- صدق الاختبار:

يقصد بصدق الاختبار: "مدى صلاحيته في قياس ما وضع لقياسه" (أمين سليمان، ورجاء أبوعلام، 2010: 583)، وجرى التحقق من صدق اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي بالطرق الآتية:

- **صدق المحتوى:**

هناك أكثر من طريقة للتأكد من صدق المحتوى لعل من أكثرها شيوعًا الرجوع إلى الخبراء والمحكمين من ذوي الدراية في مجال البحث وبناء المقاييس للحكم على مدى صلاحية الفقرات أو البنود التي تتضمنها الأداة لقياس ما وضعت من أجله (محسن عطية، 2009: 109)، وللتحقق من صدق اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي عُرض على المشرف، ومن ثم عُرض على مجموعة من السادة المحكمين؛ وذلك لاستطلاع آرائهم وملحوظاتهم، وإجراء التعديلات اللازمة، من حيث: صحة فقرات الاختبار علميًا ولغويًا، إمكانية الحذف والإضافة لفقرات الاختبار، ملاءمة الاختبار لمستوى الطلبة، تمثيله محتوى البرنامج المقترح. وكشفت نتائج التحكيم عن ملاءمة الاختبار لما وضع لأجله، وصلاحيته للتطبيق، مع مراعاة إجراء التعديلات المناسبة على صياغة بعض فقرات الاختبار.

صدق الاتساق الداخلي: جرى التحقق من صدق الاختبار عن طريق تطبيق الاختبار المُعد على عينة استطلاعية مكونة من (30) طالبًا وطالبة من طلبة الكيمياء في المستوى الرابع، وبحسبَ صدق الاتساق الداخلي بطريقتين هما:

معامل الارتباط بيرسون بين درجة كل فقرة من فقرات الاختبار، والدرجة الكلية للاختبار جدول (5).

معامل الارتباط بين درجة كل مجال مع الدرجة الكلية للاختبار جدول (6). **جدول رقم (5): معامل ارتباط درجة كل فقرة من فقرات الاختبار مع الدرجة الكلية للاختبار:**

م	معامل الارتباط	م	معامل الارتباط	م	معامل الارتباط	م	معامل الارتباط
1	0.505**	11	0.437*	21	0.486**	31	0.491**
2	0.425*	12	0.521**	22	0.490**	32	0.513**
3	0.381*	13	0.397*	23	0.475**	33	0.445*
4	0.362*	14	0.406*	24	0.434*	34	0.422*
5	0.382*	15	0.581**	25	0.554**	35	0.484**
6	0.427*	16	0.488**	26	0.518**	36	0.425*
7	0.423*	17	0.487**	27	0.579**	37	0.588**
8	0.433*	18	0.490**	28	0.579**	38	0.513**
9	0.432*	19	0.433*	29	0.504**	39	0.550**
10	0.459*	20	0.417*	30	0.469**	40	0.471**

** ارتباط دال عند مستوى دلالة 0.01، * ارتباط دال عند مستوى دلالة (0.05)

جدول (6): معاملات الارتباط بين درجة كل مجال مع الدرجة الكلية

المستويات المعرفية	معامل الارتباط مع الدرجة الكلية	مستوى الدلالة
المعرفة	0.865**	0.00
الفهم	0.909**	0.00
ما بعد الفهم	0.796**	0.00

*** * دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.01)**

يتضح من الجدول رقم (5) والجدول رقم (6) أن جميع فقرات الاختبار دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.01، 0.05)، وهذا يدل على أن الاختبار يمتاز بصدق الاتساق الداخلي.

- **ثبات الاختبار:**

يعرف ثبات الاختبار أنه: "الدرجة التي يعطي فيها المقياس قراءات متقاربة، أو النتائج عينتها إذا كرر القياس في ظروف مماثلة" (أحمد محمد، وفضيلة حميدي، 2015: 125). وقد حسبت الباحثة الثبات للاختبار باستخدام طريقة ألفا كرونباخ.

- **معامل ألفا كرونباخ:**

استُخدم معامل ألفا كرونباخ للتحقق من ثبات الاختبار على كل مستوى من مستويات المجال المعرفي: (المعرفة، الفهم، ما بعد الفهم) ومعامل الثبات على المستوى الكلي للاختبار، والجدول (7) يوضح قيم معامل ألفا كرونباخ لثبات الاختبار على كل مستوى من مستويات المجال المعرفي وعلى مستوى المجال الكلي للاختبار.

جدول (7): قيم معامل ألفا كرونباخ لثبات الاختبار ككل ولكل مستوى على حده:

م	مستويات المجال المعرفي	عدد الفقرات	معامل ثبات ألفا كرونباخ
1	المعرفة	13	0.68
2	الفهم	16	0.70
3	مابعد الفهم	11	0.78
4	المستوى الكلي للاختبار	40	0.83

يتضح من الجدول (7): أن معامل الثبات لكل مستوى من المستويات المعرفية، والمستوى الكلي مرتفع، مما يدل على أن الاختبار يتمتع بدرجة كبيرة من الثبات؛ ما يطمئن الباحثة على تطبيق الاختبار.

عرض نتائج الدراسة ومناقشتها:

1): ما فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي للمستويات المعرفية (المعرفة، الفهم، ما بعد الفهم) كلًّ على حدة، وعلى المستوى الكلي؟

وللإجابة عن هذا السؤال جرى التحقق من صحة الفرضية الآتية:

– يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05 ≥ α) بين متوسطي درجات أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم النانو تكنولوجي ككل، وكل مستوى من مستوياته المعرفية (المعرفة، الفهم، ما بعد الفهم) كلٍ على حدة.

ولاختبار صحة هذا الفرض جرى التحقق من اعتدالية التوزيع باستخدام اختبار(شابيروويلك) (Shapiro–wilk) لفحص اعتدالية التوزيع للبيانات، والجدول (8) يوضح نتائج اختبار اعتدالية التوزيع للبيانات في اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي للمستوى الكلي ولكل مستوى على حده.

جدول (8): (اختبار شابيروويلك) لفحص اعتدالية التوزيع في اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي:

المستويات المعرفية	اختبار شابيروويلك	مستوى الدلالة (sig)
المعرفة	0.951	0.263
الفهم	0.948	0.229
ما بعد الفهم	0.935	0.113

تظهر البيانات الواردة في الجدول (8) لاختبار (Shapiro–wilk) مطابقة نتائج المجموعة التجريبية للتوزيع الطبيعي، حيث تبين أن القيمة المعنوية لكل مستوى على حده (المعرفة، الفهم، ما بعد الفهم)، تساوي بالترتيب (0.263)، (0.229)، (0.113)، وعلى المستوى الكلي للاختبار تساوي (0.235)، وهي قيم غير دالة إحصائيًا، حيث أن قيمة الدلالة أكبر من مستوى الدلالة (0.05)، ما يشير إلى اعتدالية التوزيع للبيانات لكل مستوى على حده وعلى المستوى الكلي للاختبار.

وبعد التحقق من اعتدالية التوزيع استخدم اختبار (T–test) لعينتين مرتبطتين لفحص دلالة الفرق بين مستوى أداء أفراد المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم النانو تكنولوجي ككل، وكل مستوى على حده والجدول (9) يوضح هذه النتائج.

جدول (9): نتائج اختبار (ت) لعينتين مرتبطتين بين التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم النانو تكنولوجي ككل، ولكل مستوى على حده:

المستوى	التطبيق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة (ت) المحسوبة	مستوى الدلالة
المعرفة	القبلي	5.28	1.384	24	9.624	0.000
	البعدي	9.28	1.792			
الفهم	القبلي	6.28	1.768		9.565	0.000
	البعدي	12.20	2.415			
ما بعد الفهم	القبلي	3.88	1.435		8.497	0.000
	البعدي	7.68	1.973			
الاختبار ككل	القبلي	14.7600	2.43721		21.161	0.000
	البعدي	30.4400	4.87408			

تشير البيانات الواردة في الجدول (9) إلى الآتي:

أ- وجود فرق بين متوسطي درجات الطلبة في التطبيقين القبلي والبعدي في مستوى المعرفة، حيث أظهرت النتائج أن المتوسط الحسابي لدرجات الطلبة في التطبيق البعدي، الذي قيمته تساوي (9.28)، أكبر من المتوسط الحسابي لدرجات الطلبة في التطبيق القبلي، الذي قيمته تساوي (5.28)، كما أظهرت النتائج أن قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (9.624)، بينما بلغت قيمة (ت) الجدولية (2.06)؛ ما يدل على وجود فرق دال إحصائيًا لصالح التطبيق البعدي عند مستوى المعرفة.

ب- وجود فرق بين متوسطي درجات الطلبة في التطبيقين القبلي والبعدي في مستوى الفهم، حيث أظهرت النتائج أن المتوسط الحسابي لدرجات الطلبة في التطبيق البعدي، الذي قيمته تساوي (12.20)، أكبر من المتوسط الحسابي لدرجات

الطلبة في التطبيق القبلي، الذي قيمته تساوي (6.28)، كما أظهرت النتائج أن قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (9.565)، بينما بلغت قيمة (ت) الجدولية (2.06)؛ ما يدل على وجود فرق دال إحصائيًا لصالح التطبيق البعدي عند مستوى الفهم.

ج- وجود فرق بين متوسطي درجات الطلبة في التطبيقين القبلي والبعدي في مستوى ما بعد الفهم، حيث أظهرت النتائج أن المتوسط الحسابي لدرجات الطلبة في التطبيق البعدي، الذي قيمته تساوي (7.68)، أكبر من المتوسط الحسابي لدرجات الطلبة في التطبيق القبلي، الذي قيمته تساوي (3.88)، كما أظهرت النتائج أن قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (8.497)، بينما بلغت قيمة (ت) الجدولية (2.06)؛ ما يدل على وجود فرق دال إحصائيًا لصالح التطبيق البعدي عند مستوى ما بعد الفهم.

د- وجود فرق بين متوسطي درجات الطلبة في التطبيقين القبلي والبعدي في المستوى الكلي للاختبار، حيث أظهرت النتائج أن المتوسط الحسابي لدرجات الطلبة في التطبيق البعدي، الذي قيمته تساوي (30.4400) أكبر من المتوسط الحسابي لدرجات الطلبة في التطبيق القبلي، الذي قيمته تساوي (14.7600)، كما أظهرت النتائج أن قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (21.161)، بينما بلغت قيمة (ت) الجدولية (2.06)؛ ما يدل على فرق دال إحصائيًا لصالح التطبيق البعدي عند المستوى الكلي للاختبار.

مما سبق يتضح أنه جرى التأكد من صحة الفرض الذي وُضعِ لتحديد الفاعلية، ولمزيد من التأكد حسبت الباحثة حجم الأثر.

- قياس حجم التأثير:

بهدف التعرف إلى حجم تأثير البرنامج المقترح في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي، وأن الفروق الفردية لم تحدث نتيجة الصدفة، حسبت الباحثة حجم قيمة حجم الأثر (مربع إيتا) الناتجة من المقارنات بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية باستخدام المعادلة الآتية (عبد المنعم الدردير، 2006: 77):

$$(\eta^2) = \frac{(T^2)}{(df) + (T^2)}$$

حيث: η^2: مربع إيتا، **df**: تمثل درجة الحرية، **T**: تمثل قيمة (ت) الناتجة من المقارنة بين المتوسطات. كما حسبت الباحثة مقياس حجم الأثر (د)، (d) بمعرفة قيمة إيتا باستخدام المعادلة الآتية (عبد المنعم الدردير، 2006: 78):

$$d = \frac{\sqrt{\eta^2}}{\sqrt{1-\eta^2}}$$

ويتحدد حجم التأثير لكل مقياس من مقاييس حجم التأثير (رجاء أبوعلام، 2006: 85) كالآتي:

جدول (10): مستويات حجم التأثير لكل مقياس:

نوع المقياس	مستويات حجم التأثير		
	صغير	متوسط	كبير
η^2	0.01	0.06	0.14
d	0.20	0.50	0.80

وعن طريق المعادلات المشار إليها سابقًا جرى التوصل إلى حجم تأثير البرنامج المقترح في كل

مستوى من مستويات الاختبار، وفي المستوى الكلي بواسطة قيم (η^2)، و(d) والجدول (11) يوضح ذلك.

جدول (11): حساب حجم الأثر لاختبار مفاهيم النانو تكنولوجي ككل، ولكل مستوى على حدة:

البعد	درجة الحرية (df)	قيمة (η^2)	قيمة (d)	مقدار حجم التأثير
المعرفة	24	0.79	1.9	كبير
الفهم		0.79	1.9	كبير
ما بعد الفهم		0.75	1.7	كبير
المستوى الكلي		0.95	4.2	كبير

يتضح من جدول (11) قوة تأثير البرنامج المقترح، حيث كانت قيمة مربع إيتا في المستويات المعرفية (المعرفة، الفهم، ما بعد الفهم) والاختبار ككل تساوي على التوالي: (0.79، 0.79، 0.75، 0.95)، بينما بلغت قيمة (d) لكوهين، حيث بلغت قيمها في المستويات المعرفية (المعرفة، الفهم، ما بعد الفهم) والاختبار ككل، تساوي على الترتيب: (1.9، 1.9، 1.7، 4.2)، وهي قيم تدل على حجم تأثير كبير؛ وذلك على وفق المعيار الموضح في الجدول (11)، إذ يُعدَّ حجم التأثير الوجه المكمل للدلالة الإحصائية و لا يحل محلها، ومن ثمَّ فإن نسبة (95%) من التباين الحادث في المتغير التابع (مفاهيم النانو تكنولوجي) يرجع إلى فاعليه المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية).

– تفسير النتائج ومناقشتها في ضوء فرضية الدراسة:

أشارت النتائج الخاصة بتطبيق اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي على الطلبة إلى:

تفوق طلبة المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي عن التطبيق القبلي، حيث ارتفعت المتوسطات في التطبيق البعدي عن متوسطاتهم في التطبيق القبلي في اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي على المستوى الكلي وعلى كل مستوى من مستوياته المعرفية (المعرفة، الفهم، ما بعد الفهم)؛ ما يدل على وجود فرق دال إحصائيًا لصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر مرتفع ذي دلالة عملية؛ يُعزى لفاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة الكيمياء بكلية التربية– جامعة صنعاء، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة محمد الشهري (2012)، شيماء أحمد (2015)، ودراسة آيات خضر (2016)، ودراسة عبدالله محمود (2019)، ودراسة ماهر صبري وآخرين (2019)، ودراسة وداد الصلوي وآخرين (2020).

ويمكن تفسير ذلك على النحو الآتي:

1. أن البرنامج المقترح القائم على النظرية البنائية يجعل الفرد نشطًا وفعالًا في عملية التعلم، ويكون للمتعلم دور وليس فقط متلقيًا للمعلومات؛ فهو إيجابي ويشارك في الحصول على المعلومات، كما أنه يمارس أثناء البرنامج أنشطة تعمل على التكامل المعرفي بين المعلومات التي يتلقاها خلال الجلسات والمعلومات الموجودة في بنيته المعرفية؛ ما يعكس بالإيجاب على توجهه نحو التعلم.
2. أن البرنامج المقترح قدم مادة علمية حديثة تعكس أحدث ما توصل إليه العلم والعلماء في العصر الحديث من معرفة علمية وتكنولوجيا متطورة، كما

أنه قدم مادة علمية جديدة للطلبة الذين ليس لديهم أي خلفية علمية معرفية عنها من قبل، وقُدّمت في أسلوب شائق ومبسط، وواضح ومتدرج، ومترابط، بالإضافة لتقديم أمثلة متنوعة وعديدة للتطبيقات الحالية والمستقبلية للنانو تكنولوجي، لاسيما أن هذه التطبيقات مرتبطة بالحياة اليومية، وبمجالات كثيرة؛ ما أثار دافعية وحماسة الطلبة لدراسة البرنامج المقترح

3. إتاحة الفرصة للطلبة للتعبير عن آرائهم ومواقفهم حول أهمية النانو تكنولوجي، كما تُعطى لهم الفرصة في البحث والاطلاع على الخبرات الجديدة لهذه التكنولوجيا المتقدمة ومكتشفاتها العلمية بواسطة البحث في المصادر المختلفة والشبكة المعلوماتية.
4. تضمين البرنامج عددًا من التطبيقات العلمية للمفاهيم في الابتكارات والاختراعات العلمية، بالإضافة إلى إتاحة الفرصة للطلبة لممارسة أنشطة التعلم التي تُسهل استيعاب هذه المفاهيم.
5. أن الأساليب والاستراتيجيات المستخدمة في عرض المعلومات على الطلبة تتميز بالتشويق، وتزيد من دافعية الطلبة كما تحثهم على التفكير بشكل أكثر فعالية، وتجعلهم يقبلون بحماس للتعرف إلى المزيد من المعلومات.
6. طريقة التقويم المستخدمة خلال الجلسات أسهمت في رفع شعور الطلبة بالمتعة عند دراسة موضوعات البرنامج نظرًا لتعدد تطبيقات النانو تكنولوجي في الحياة؛ حيث قاموا بأداء أنشطة ومهام تحفز تفكيرهم.

التوصيات:

في ضوء نتائج الدراسة توصي الباحثة بما يأتي:

1. نشر الثقافة التكنولوجية بصفة عامة، والثقافة المتعلقة بالنانو تكنولوجي بصفة خاصة وتطبيقاتها لدى جميع الطلبة على مختلف تخصصاتهم، وتوعيتهم بأهميتها وأضرارها، وأخلاقيات استخدامها.
2. ضرورة الاهتمام بالمتغيرات الحديثة والمستحدثات العلمية، لاسيما النانو تكنولوجي، وإضافتها إلى المناهج العلمية الخاصة بإعداد معلمي العلوم.
3. ضرورة التقويم المستمر لبرامج إعداد معلمي العلوم، لاسيما معلمي ومعلمات الكيمياء لتضمين المستحدثات العلمية مثل النانو تكنولوجي.
4. الاهتمام بدمج الأنشطة التعليمية المتوافقة مع النظرية البنائية بشكل مخطط له في مناهج وطرق تدريس الكيمياء في التعليم العام.
5. عمل دورات تدريبية لمعلمي ومعلمات الكيمياء والعلوم بشكل عام لمواكبة المستحدثات العلمية الجديدة، وتدريبهم على استخدام النظرية البنائية في إطار استراتيجياتها ومبادئها، وتوجيههم لتوظيفها في التدريس.
6. تطوير المختبرات الجامعية وتهيئتها وتزويدها بالمختبرات الافتراضية، وأدوات وأجهزة النانو تكنولوجي، مثل الميكروسكوبات النانو تكنولوجية، التي تستخدم في تشخيص العينات الصغيرة جدًا لضمان معايشة المتعلم هذه التكنولوجيا في الواقع.

المقترحات:

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج الدراسة تقترح الباحثة الآتي:

1. دراسة فاعلية النظرية البنائية في تنمية متغيرات أخرى على مراحل تعليمية أخرى.

2. إجراء دراسات مماثلة لبقية التخصصات الأخرى (الفيزياء، الأحياء،).
3. دراسة مقارنة للفروق بين برنامج إعداد معلمي الكيمياء في عدد من كليات التربية بالجمهورية اليمنية.
4. دراسة تقييمية لمقررات الكيمياء والعلوم بشكل عام بمراحل التعليم العام للكشف عن مدى تضمينها لمفاهيم النانو تكنولوجي.
5. دراسة استطلاعية لآراء واتجاهات أساتذة الجامعات حول أهمية تضمين المناهج الدراسية للمراحل المختلفة بمفاهيم النانو تكنولوجي.

مراجع الدراسة:

أولاً: المراجع في اللغة العربية:

[1] أحمد عثمان محمد (2017). فاعلية برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية استشراف المستقبل والتذوق الجمالي لدى الطالب المعلم بكلية التربية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، مصر، 20 (7)، يوليو، ص1–49.

[2] أحمد علي محمد، وفضيلة حميدي (2015). **مناهج البحث العلمي**، ط2، صنعاء: المتفوق للطباعة والنشر والتوزيع.

[3] أحمد عوف عبد الرحمن (2013). **طب النانو: تطبيقات تكنولوجيا النانو في الطب**، القاهرة، مصر: مكتبة الأسرة.

[4] أسماء أحمد الرفاعي (2020). **مستوى الثقافة العلمية المتعلقة بمفاهيم النانو تكنولوجي لدى طلبة المستوى الرابع علوم في كلية التربية بجامعة صنعاء**، رسالة ماجيستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة صنعاء، الجمهورية اليمنية.

[5] أمل إبراهيم لبد (2013). **إثراء بعض موضوعات منهاج العلوم بتطبيقات النانو تكنولوجي وأثره على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر في غزة**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة الأزهر، غزة، فلسطين.

[6] أمين علي سليمان، ورجاء محمود أبوعلام (2010). **القياس والتقويم في العلوم الإنسانية: أسسه وأدواته وتطبيقاته**، القاهرة: دار الكتاب الحديث.

[7] آيات جمال خضر (2016). **أثر استخدام حقيبة إلكترونية في تنمية مفاهيم تكنولوجيا النانو والاتجاه نحوها لدى طالبات الصف التاسع الأساسي بغزة**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

[8] آيات حسن صالح (2013). برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو وأثره في تنمية التحصيل وفهم طبيعة العلم واتخاذ القرار لدى الطالبة معلمة العلوم بكلية البنات، **مجلة التربية العلمية**، مصر، 16 (4)، يوليو، ص 53 – 106.س

[9] إيهاب أحمد مختار (2019). فاعلية برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية التفكير الابتكاري ومهارات التفكير عالي التربة في الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، مصر، 29 (11)، نوفمبر 59–117.

[10]ت. براديب (2010). **أساسيات النانو: إدراك علم النانو وتقنياته**، ط1، ترجمة: أصف دياب، وعبدالقادر رحمو، دمشق، سوريا: دار علاء للنشر والتوزيع.

[11]حسن حيال الساعدي (2020). **المعلم الفعال واستراتيجيات ونماذج تدريسه**، ط2، ديالي، بعقوبة: مكتب الشروق للنشر والتوزيع.

[12]حسن حيال الساعدي، جاسم محسن السلطاني، إيناس خلف العزاوي، سعاد موسى السلطاني، علاء عبد الله الضاحي، ضرغام علي الخالدي، رائد حميد الزهيري، وعثمان سعدون الطائي (2021). **دراسات تربوية معاصرة**، ط1، دار الصادق الثقافية للنشر والتوزيع.

[13]رائد إدريس الخفاجي، عبد الستار صالح عاصي، وساره كريم محمد (2021). **التكنولوجيا الحديثة واستراتيجيات**

التدريس: مداخل علاجية وتواصل تعليمي، ط1، بغداد: مكتب نور الحسن للطباعة والتنضيد.

[14]رجاء محمود أبوعلام (2006). حجم أثر المعالجات التجريبية ودلالة الدلالة الإحصائية، **المجلة التربوية**، مصر، 20 (78)، ص 5– 150.

[15]رحاب فايز سيد (2012). تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات: الفرص والتحديات، **مجلة أعلم**، جامعة بني سويف، مصر، (11).

[16]رهام خليل عامر (2014). **أثر استخدام نموذج التعلم البنائي في تنمية تحصيل طلبة الصف التاسع الأساسي في منهاج التكنولوجيا واتجاهاتهم نحوه في مدارس محافظة نابلس الحكومية**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، فلسطين.

[17]زيد سليمان العدوان، وأحمد عيسى داؤود (2016). **النظرية البنائية الاجتماعية وتطبيقاتها في التدريس**، ط1، عمّان: مركز ديبونو لتعليم التفكير.

[18]سعد علي زاير، سماء علي داخل، عمار حبار عيسى، منير راشد فيصل، ونعمة دهش فرحان (2017). **الموسوعة التعليمية المعاصرة**، ج1، عمّان: دار صفاء للنشر والتوزيع.

[19]سليمان عبده المعمري (2012). ثقافة تكنولوجيا النانو والاتجاهات نحوها لدى معلمي العلوم بالمرحلة الثانوية في مدينة تعز، **مجلة جامعة صنعاء للعلوم التربوية والنفسية**، الجمهورية اليمنية، (2)، ص 139–189.

[20]سوسن شاكر مجيد (2014). **أسس بناء الاختبارات والمقاييس النفسية والتربوية**، ط3، الأردن، عمان: مركز ديبونو لتعليم التفكير.

[21]شذى فرمان (2016). فاعلية انموذج تدريسي مقترح قائم على النظرية البنائية في الأداء التدريسي لدى طلبة الصف الرابع في مادة التربية العملية وتنمية دافعيتهم نحو مهنة التدريس، **مجلة الدراسات التربوية والعلمية**، الجامعة العراقية، العراق، (8)، حزيران، ص 422– 453.

[22]شيماء أحمد (2015). فاعلية برنامج مقترح في النانو تكنولوجي لتنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية، **مجلة التربية العلمية**، مصر، 18 (6)، نوفمبر، ص 39–74.

[23] صفات سلامة (2009). **النانو تكنولوجي– عالم صغير ومستقبل كبير: مقدمة في فهم علم النانو تكنولوجي**، بيروت: الدار العربية للعلوم.

[24]صلاح أحمد مراد، وأمين علي سليمان (2002). **الاختبارات والمقاييس في العلوم النفسية والتربوية: خطوات إعدادها وخصائصها**، القاهرة، مصر: دار الكتاب الحديث.

[25]عايش محمود زيتون (2007). **النظرية البنائية واستراتيجيات تدريس العلوم**، ط1، عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع.

[26]عبد الحميد بسيوني (2008). **مفاهيم تكنولوجيا النانو**، ط1، القاهرة: دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.

[27]عبد الرحمن بن إبراهيم التميمي (2017). مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو تكنولوجي لدى الطلاب والطالبات المسجلين في الدبلوم التربوي بجامعة حائل، **مجلة دراسات الخليج العربي**، المملكة العربية السعودية، (148)، ص 41–57.

[28]عبد العظيم صبري عبد العظيم (2016). **استراتيجيات وطرق التدريس العامة والالكترونية**، القاهرة، مصر: المجموعة العربية للتدريب والنشر.

[29]عبد المنعم أحمد الدردير (2006). **الإحصاء البارامتري واللابارمتري في اختبار فروض البحوث النفسية والتربوية والاجتماعية**، ط1، القاهرة: عالم الكتب.

[30]عبد الله صالح الضويان، ومحمد صالح الصالحي (2007). **مقدمة في تقنية النانو**، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.

[31]عبد الله محمود (2019). **تصميم وحدة في النانو تكنولوجي وتطبيقاتها قائمة على التعلم البنائي لتنمية ثقافة النانو لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة حلوان، مصر.

[32]عصام حسن الدليمي (2014). **النظرية البنائية وتطبيقاتها التربوية**، ط1، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.

[33]عطا حسن درويش، وهاله حميد أبو عمرة (2018) . مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها، **مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية**، فلسطين، 26(2) ، ص 200– 229.

[34]فوزية خميس الغامدي (2012). فاعلية التدريس وفقًا للنظرية البنائية الاجتماعية في تنمية عمليات العلم ومهارات التفكير فوق المعرفي والتحصيل في مادة الأحياء لدى طالبات المرحلة الثانوية بمنطقة الباحة، **مجلة بحوث التربية النوعية**، جامعة المنصورة، مصر، (24)، 1–39.

[35]ماهر صبري، دعاء اسماعيل، ورانيا السعداوي (2019). مقرر مقترح في النانو تكنولوجي وأثره في تنمية مفاهيمه واتخاذ القرار والاتجاه نحو تطبيقاته لدى طلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية، **مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس (رابطة التربويين العرب)**، مصر، 110 (110)، ص 1–37.

[36]محسن علي عطية (2009). **البحث العلمي في التربية: مناهجه، أدواته، وسائلة الإحصائية"**، عمان، الأردن: دار المناهج للنشر والتوزيع.

[37]محمد بن فايز الشهري (2012). **فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها**، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة أم القرى، السعودية.

[38]محمد حسين النجادات (2020). فاعلية برنامج تعليمي قائم على النظرية البنائية في اكتساب المفاهيم الجغرافية لدى طلاب التاسع الأساسي في الأردن، **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، 4 (16)، إبريل، ص 52–72.

[39]محمد حمادنه، وخالد عبيدات (2012). **مفاهيم التدريس في العصر الحديث: طرائق اساليب استراتيجيات**، أربد، الأردن: عالم الكتب.

[40] محمد شريف الإسكندراني (2010). **تكنولوجيا النانو من أجل غدٍ أفضل**، الكويت: عالم المعرفة.

[41]محمود بري (2011). **النانو تكنولوجي وعود كبيرة– مخاطر كثيرة**، ط1، بيروت: مؤسسة الفكر العربي.

[42]محمود عبد العزيز طه (2014). وعي الطلاب المعلمين شعبة العلوم الزراعية بكليات التربية بمفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها: دراسة تشخيصية، **مجلة العلوم التربوية والنفسية**، جامعة البحرين، البحرين، 15(3)، سبتمبر، 417– 451.

[43]منال محمد (2017). برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو وأثره في تنمية التحصيل وتقدير العلم والعلماء واتخاذ القرار لدى طالبات الأقسام العلمية بكلية التربية بجامعة حفر الباطن، **المجلة العلمية لكلية التربية**، جامعة اسيوط، مصر، المجلد (33)، العدد(5) يوليو. 40–88.

[44]موسى النبهان (2004). **أساسيات القياس في العلوم السلوكية**، الأردن، عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع.

[45]ميرفت عبد الحميد، سحر شافعي (2021). فاعلية برنامج قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في ضوء النظرية البنائية في تنمية الدافعية العقلية والتفكير المنتج والفضول العلمي لدى طلاب كلية التربية شعبة الكيمياء، **مجلة البحث العلمي في التربية**، مصر، 22 (3)، ص 488– 564.

[46]ميرفت عبد الحميد، سحر شافعي (2021). فاعلية برنامج قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في ضوء النظرية البنائية في تنمية الدافعية العقلية والتفكير المنتج والفضول العلمي لدى طلاب كلية التربية شعبة الكيمياء، **مجلة البحث العلمي في التربية**، 22مصر، (3)، ص 488– 564.

[47]نبيل المغربي (2018). **أبعاد التعلم**، فلسطين: عمادة البحث العلمي، جامعة القدس المفتوحة.

[48]هديل غياضه (2016). **متطلبات النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية ومدى اكتساب طلبة الصف الحادي عشر لها**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، الجامعة الإسلامية، غزة.

[49]هلال محمد السفياني (2019). **بناء وتصميم اختبارات التحصيل الدراسي وفقاً لمدخلي الأهداف ومخرجات التعلم**، ط1، كلية التربية، المهرة، جامعة حضرموت.

[50]وداد طه الصلوي، عبد الحكيم محمد الحكيمي، وبرلنتي عبد الولي السويدي (2020). مقرر مقترح في تكنولوجيا النانو وأثره في تنمية المفاهيم والاتجاهات نحوها لدى طلبة معلمي العلوم بكلية التربية– جامعة تعز، **مجلة بحوث ودراسات تربوية**، (13)، الجمهورية اليمنية، اغسطس، ص 28–63.

ثانياً: المراجع في اللغة العربية:

[1] Hinganta، B،& Albe، V.(2010). Nanosiences and Nanotechnology learning and teaching in secondary education: a review of literature، **Studies in Science Education**،46 (42)، September ،pp121- 152.

[2] karkare ،M. (2008**). Nanotechnology Fundamentals and Application** ، I.K،International Publishing House، New Delhi- India.

[3] Pektas، M Alev، N، Kunaz، M، A، & Bayraktar، G. (2014). Physics، Chemisry and Biology Student Teachers Understanding of Nanotechnology، **Procedia- Social and Behavioral Sciences**، 191،pp 1761-1771.

[4] Whetly، H. (1991). Constructivist Perspective on science and Mathmatics learning، **science educaton**، 75 (1)،pp 9-21.

[5] ZOR، T، & Aslan،O. (2018). The effict of activity-based nanoscience and nanotechnology education on pre- service teachers، conceptual understanding ، **Journal of Nanoparticle Research**، 20 (3).