المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم
جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية
كلية التربية
قسم المناهج وطرق التدريس

بَرنامجٌ إثرائي في ضَوءِ المدخَل الاستقصائِي وفاعليته في إكسابِ مَفاهيم تقنية النَّانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات في المرحلةِ الثَّانوية

رسالةٌ مُقدمة لنيلِ دَرجة الدكتوراه فِي تخصصِ المناهج وطُرق التدريس

إعداد
أسماء بنت محمد بن عبد الله القطيم

إشراف
د. خالد بن محمد بن ناصر الخزيّم
أستاذ المناهج وطرق التدريس المشارك

العام الجامعي
١٤٣٩/١٤٤٠هـ
٢٠١٨/٢٠١٩م

بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء

إلى من يخجل العطاء من عطائهما، ويعجز الثناء من ثنائهما

إلى من علماني أنَّ ميراث العلم خير وأبقى مِن ميراثِ المالِ،

إلى مَن تاقَا شوقًا، وهامَا فرحًا بهذا العمل، الَّذي لولاهما ـ بعد الله ـ لما كنت هنا؛

والدتي نورة بنت أحمد العمر، والدي مُحمَّد بن عبد الله القطيم

أطال الله في عمرهما

إلى حاضري ومستقبلي المشرق بإذن الله

أبنائي

ريناد، منصور، محمد

رعاهم الله

إلى سندي ـ بعد الله ـ في هذه الدنيا إخوتي وأخواتي

تغريد، عبد الله، مهَا، ضي، نوف، فهد

حفظهم الله

أُهدي ثمرة جهدي المتواضع

برًا وحبًا ووفاءً

الباحثة

شكرٌ وتقديرٌ

الحمدُ لله رب العالمين، والصلاةُ والسلام على النَّبي المصطفى الصادق الوعد الأمين، اللهم لا علم لنا إلَّا مَا علمتنا إنَّك أنت العليم الحكيم، علّمنا ما ينفعنَا، وانفعنَا بما علمتنا، وزدنا علمًا يا كريم، أرنَا الحق حقًّا وارزقنا إتباعه، وأرنا الباطل باطلًا وارزقنا اجتنابه؛ فيقول الحق سبحانه وتعالى في كتابه العزيز: ﴿**رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ**﴾ [النمل: ١٩].

أحمده سبحانه على نعمهِ العظيمة، وعلى آلائه الجسيمة، وما غمرني به من فضل وتوفيق، وما منحني من صبر ومثابرة، إلى أنْ وفقني لإتمام هذا الجهد المتواضع.

إني في هذا المقام لا يسعني إلا أنْ أتقدم بوافر الشكر والعرفان إلى جامعة المجمعة، الَّتي وافقت على ابتعاثي داخليًّا، للدراسةِ بنظام التفرغ الكامل، متمثلةً بمدير الجامعة الدكتور/ خالد بن سعد المقرن، وعمادة الدراسات العليا، وكلية التربية، وقسم العلوم التربوية، سائلةً المولى لهم السداد.

كما أتقدم بجزيل الشكر إلى الصرح الشامخ جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، مَنحتني فرصةَ الالتحاق ببرنامج الدكتوراه، ممثلة بمدير الجامعة الدكتور/ أحمد بن سالم العامري، وعمادة الدراسات العُليا، وقسم المناهج وطرق التدريس، لجهودهم العظيمة في تشجيع البحث العلمي، أسال الله أن يجزيهم عنا خير الجزاء، ويجعل ذلك في ميزان حسناتهم جميعًا.

كما أتقدم بالشكر والتقدير والعرفان إلى أستاذي ومشرفي الدكتور/ خالد بن محمد بن ناصر الخزيّم؛ لتفضله بقبول الإشراف على هذه الرسالة، وعلى ما بذل من جهدٍ وعونٍ، وما أسداه مِن نصح وتوجيه، ومَا قدمه من تذليلٍ للصعاب، للسير قدمًا بهذه الدراسة نحو الأفضل، أسأل الله سبحانه أنْ يُعينه على حمل هذه الأمانة العظيمة، والتبعة الجسيمة، وأنْ يُسدّدَ على طريق الحق خطاه، وأن يحرسه بعينه التي لا تنام ويَكْلَؤه بكنفه الذي لا يضام، ويجزيه عنا خير الجزاء.

كما أتقدم بالشكرِ الجزيل لعضوي لجنة المناقشة والحكم الدكتور إبراهيم بن عبدالله السعدان و الدكتورة هيا بنت محمد المزروع؛ لتفضلهما بقبول مناقشة هذه الرسالة فبارك الله فيهما ونفعنا بعلمهما وجعلهما ذخرًا للإسلام والمسلمين.

ولا أنسى أنْ أتقدم بجزيل الشكر والتقدير للسادة المحكمين الذين حكموا مشكورين مواد الدراسة وأدواتها، وأثروها لتصبح أكثر جودة.

كما أتقدم بالشكر والعرفان لمعهد الملك عبد الله لتقنية النانو، ومديرة الشؤون الإدارية في المدينة الجامعية للطالبات على ما تم دعمي به من معلومات ومواد تخص تقنية النانو، جعله الله صرحًا شامخًا ومنارة مباركةً للعلم.

وأتقدم بعظيم الشكر والعرفان للدكتور/محمد بن ربيع العنزي، لما قدّمَ لي مِن مساعدة وتسهيلات لحضور البرنامج التدريبي الخاص بتقنية النانو في دَولةِ الكويت، ولم يَبخل عليَّ بعلمه ووقته وتوجيهاته السديدة في مجال علم النانو وتقنياته، فله مني كل الشكرِ والتقدير، أسأل الله أنْ يمنحه صحةً وافرةً، وعمرًا مديدًا.

ولا يفوتني أنْ أتقدم بالشكرِ الجزيل لإدارة تعليم مُحافظة المجمعة ومركز الموهوبات في المحافظة عَلى تسهيل تطبيق الدراسة التجريبية، والشّكر موصول إلى مَجموعة الدراسة مِن الطالبات الموهوبات على التزامهن وشغفهن لحضور البرنامج، سائلةً المولى لهم العون والسداد.

كما أتقدم بوافر الشكر وجميل العرفان للدكتورة/مريم بنت فراج الشلوي، والدكتورة/ لطيفة بنت عايد الشمري؛ إذ كان دُعاؤهن، وتشجيعهن، وتزويدي بدراساتهن وبعض المراجع عونًا وبركةً لي في إنجاز هذه الدراسة؛ فجزاهم الله عني خير الجزاء.

هؤلاء مَن ذكرتهم مِن أصحاب الفضل، أمَّا من غفلت عنهم مِن غَيرِ قَصدٍ فلهم مني كل الشكر والتقدير، وأرجو أن أكون قد وفقت في هذه الدراسة، فما كان من توفيق فمن الله، وما كان من خطأ أو زللٍ أو نسيان فمن نفسي ومن الشيطان.

الباحثة

مُسْتخَلص الدراسة

عنوان الدراسة: بَرنامجٌ إثرائي في ضَوءِ المدخَلِ الاستقصائِي وفاعليته فِي إكسابِ مَفاهيم تقنية النَّانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لَدى الطالبات الموهوبات فِي المرحلةِ الثَّانوية

الباحثة: أسماء بنت محمد بن عبد الله القطيم **المشرف:** د. خالد بن محمد بن ناصر الخزيّم

الدرجة العلمية: الدكتوراه **الجامعة والكلية: جامعة** الإمام محمد بن سعود الإسلامية –كلية التربية

القسم: المناهج وطرق تدريس **العام الجامعي:** ١٤٣٩هـ/١٤٤٠هـ

هدفت الدراسةُ إلى الآتي: بناء برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لديهن، التعرف على فاعلية برنامج إثرائي في ضوءِ المدخل الاستقصائي لإكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو، التعرف على فاعلية برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

ولتحقيق أهداف الدراسة؛ استخدمت الباحثة المنهج التجريبي (التصميم شبه التجريبي)، وتكوّنت عينةُ الدراسةُ مِن مجموعة واحدة عددها (٤٢) طالبة من الموهوبات بالمرحلة الثانوية بمحافظة المجمعة.

وقد أعدَّت الباحثة مادة الدراسة وأدواتها، وهي: برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري، اختبار مفاهيم تقنية النانو المضمنة في البرنامج الإثرائي، ومقياس نزعات التفكير الابتكاري، وحللتْ بيانات النتائج باستخدام اختبار(ت) للعينتين المرتبطتين، واختبار مربع إيتا.

وتوصلت الدراسة إلى عددٍ مِن النتائج، أهمها الآتي: وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة (٠,٠١ >α)، بين متوسط درجات الطالبات بالتطبيق القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو، وذلك لصالح الطالبات بالتطبيق البعدي للاختبار، وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة (٠,٠١ > α)، بين متوسط درجات الطالبات بالتطبيق القبلي والبعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري، وذلك لصالح الطالبات بالتطبيق البعدي للمقياس، وفي ضوء النتائج أوصت الباحثة بعدد من التوصيات، منها: الإفادة من البرنامج المقترح وإدراجه في برامج الموهوبين الإثرائية الأساسية.

كلمات مفتاحية: مدخل الاستقصاء – مفاهيم تقنية النانو – نزعات التفكير الابتكاري.

Abstract

Title of Study: An Explorative Approach-based Enrichment Program and its Effectiveness in Gaining Nano-Technology and Developing Creative Thinking Tendencies among High School Talented Female Students.

Researcher: Asmaa Mohammed Abdullah Al-Qutaim.

Supervisor: Dr. Khalid Mohammed Nasser Al-khuzaim.

College and University: Imam Muhammad bin Saud Islamic University – Faculty of Education **Degree:** Ph. D

Department: Curriculum and Teaching Methods. **Academic Year**: 2018/2019.

This study aimed to build an explorative approach-based enrichment program to gain Nano-tech concepts by gifted female.students at high school; develop their tendencies of creative thinking; and identify the effectiveness of the enrichment program in this respect.

To achieve the study's goals, the researcher adopted the experimental method (quasi-experimental design). The study's sample consisted of one group of 42 gifted female students at high school in the governorate of Al-Majma'ah.

The researcher prepared the study's content and tools which were: an explorative approach-based enrichment program to gain Nano-tech concepts and develop creative thinking tendencies, a test of the concepts of Nano-tech embedded in the enrichment program, and measurement of creative thinking tendencies. Data results were analyzed using t-test for the two related samples, and Eta-square test.

The study reached a number of results, the most important of which were the following:

- There was a difference at a statistical significance at ($a < 0.01$) between the average scores of the students in the pre-and-post tests of Nano-tech concepts in favor of the students by the post-test.

- There was a difference at a statistical significance at ($a < 0.01$) between the average scores of the students in the pre-and-post tests for measuring the tendencies of creative thinking in favor of the students by the post-test of the measurement.

Based on these findings, the researcher presented a number of recommendations, among which was the following:

• To benefit from the proposed program and include it in the basic enrichment programs for gifted students.

Key words: Exploration approach – Nano-tech concepts – Creative thinking tendencies.

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
إهداء	أ
شكر وتقدير	ب
مستخلص الدراسة باللغة العربية	د
مستخلص الدراسة باللغة الإنجليزية	هـ
فهرس المحتويات	و
فهرس الجداول	ط
فهرس الأشكال	ك
فهرس الملاحق	ل
الفصل الأول: التعريف بمشكلة الدراسة	١-١٦
١-تمهيد	٢
٢-مشكلة الدراسة	٦
٣-أسئلة الدراسة	١١
٤-فروض الدراسة	١١
٥-أهداف الدراسة	١١
٦-أهمية الدراسة	١٢
٧-حدود الدراسة	١٣
٨-مصطلحات الدراسة	١٤
الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة	١٧-٩٤
الإطار النظري والدراسات السابقة	١٨
١- مدخل الاستقصاء	١٨
طبيعة الاستقصاء العلمي ومفهومه	١٩
أهمية الاستقصاء العلمي	٢٢
أسس ومبادئ الاستقصاء العلمي	٢٣

الموضوع	الصفحة
أنواع الاستقصاء العلمي	٢٤
الفرق بين الاستقصاء والاكتشاف	٢٥
أدوار معلمة المادة العلمية عند استخدام مدخل الاستقصاء	٢٥
نماذج تدريس مدخل الاستقصاء	٢٧
دراسات سابقة تناولت مدخل الاستقصاء	٤١
٢- تقنية النانو	٤٦
مفهوم النانو وتقنية النانو	٤٦
التطور التاريخي لتقنية النانو	٤٩
رواد تقنية النانو	٥١
أهمية تقنية النانو محليًّا وعالميًّا	٥٢
خصائص المواد النانوية	٥٤
أشكال المواد النانوية	٥٦
تصنيف المواد النانوية	٦٠
طرائق التصميم النانوي	٦١
أدوات تقنية النانو	٦١
تطبيقات تقنية النانو	٦٢
تحديات ومخاطر تقنية النانو	٦٨
تقنية النانو في مجال تعليم العلوم	٦٩
دراسات سابقة تناولت تقنية النانو	٧٢
٣- نزعات التفكير الابتكاري	٧٩
الابتكار	٧٩
تصنيف نظريات الابتكارية	٨٠
التمييز بين مصطلح الابتكار والإبداع	٨٢
نزعات التفكير الابتكاري كأحد مصادر تسهيل التفكير الابتكاري	٨٣
نموذج المراحل الخمس للنزعات الابتكارية	٨٥

الموضوع	الصفحة
دراسات سابقة تناولت نزعات التفكير الابتكاري	٨٨
الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها	٩٥-١٢٤
١- منهج الدراسة	٩٦
٢- متغيرات الدراسة	٩٧
٣- مجتمع الدراسة	٩٧
٤- عينة الدراسة	٩٨
٥- أدوات الدراسة وموادها	٩٨
٦- إجراءات الدراسة	١٢٣
٧- أساليب تحليل البيانات	١٢٤
الفصل الرابع: نتائج الدراسة ومناقشتها وتفسيرها	١٢٥-١٥٥
١- الإجابة الخاصة بالسؤال الأول	١٢٦
٢- الإجابة الخاصة بالسؤال الثاني	١٢٨
٣- الإجابة الخاصة بالسؤال الثالث	١٤٢
٤- الإجابة الخاصة بالسؤال الرابع	١٤٨
الفصل الخامس: ملخص الدراسة وتوصياتها ومقترحاتها	١٥٦-١٦٢
١- ملخص الدراسة	١٥٧
٢- نتائج الدراسة	١٦٠
٣- توصيات الدراسة	١٦١
٤- مقترحات الدراسة	١٦١
المراجع	١٦٣-١٧٥
١- المراجع العربية	١٦٤
٢- المراجع الأجنبية	١٧٢
الملاحق	١٧٦

فهرس الجداول

رقم الجدول	الجدول	الصفحة
٢-١	رواد تقنية النانو	٥١
٢-٢	طرائق التصميم النانوي	٦١
٣-١	تصميم المجموعة التجريبيَّة الواحدة	٩٦
٣-٢	توزيع مجتمع الدراسة "الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بمحافظة المجمعة"	٩٨
٣-٣	قائمة مفاهيم تقنية النانو قبل التحكيم وبعده	١٠١
٣-٤	تحديد الأهمية والوزن النسبي لمكونات الاختبار	١١٠
٣-٥	جدول مواصفات اختبار مفاهيم تقنية النانو	١١١
٣-٦	معامل السهولة والصعوبة لأسئلة الاختبار	١١٥
٣-٧	معامل التمييز لأسئلة الاختبار	١١٦
٣-٨	معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات اختبار المفاهيم	١١٧
٣-٩	معاملات ارتباط بيرسون لعبارات أبعاد اختبار المفاهيم بالدرجة الكلية لكل بُعد	١١٧
٣-١٠	معاملات ارتباط بيرسون لأبعاد اختبار المفاهيم بالدرجة الكلية للاختبار	١١٨
٣-١١	درجات وفئات مقياس التقدير الخماسي	١١٩
٣-١٢	معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات مقياس نزعات التفكير الابتكاري	١٢١
٣-١٣	معاملات ارتباط بيرسون لعبارات أبعاد مقياس (نزعات التفكير الابتكاري) بالدرجة الكلية لكل بُعد	١٢٢
٣-١٤	معاملات ارتباط بيرسون لأبعاد مقياس (نزعات التفكير الابتكاري) بالدرجة الكلية للمقياس	١٢٢
٤-١	مفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية	١٢٧
٤-٢	توزيع مواضيع وحدات البرنامج الإثرائي	١٣٧
٤-٣	الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج الإثرائي تقنية النانو الحاضر والمستقبل	١٤١
٤-٤	نتائج المتوسطات الحسابية واختبار (ت) لعينتين مترابطتين (Paired Sample T-Test) وحساب مربع إيتا للتعرف على مدى فاعلية البرنامج الإثرائي في	١٤٢

رقم الجدول	الجدول	الصفحة
	ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية	
٤-٥	نتائج اختبار (ت) لعينتين مترابطتين (Paired Sample T-Test) للتعرف على مدى فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية	١٤٩

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الشكل	الصفحة
٢-١	نموذج عجلة الاستقصاء	٣٤
٢-٢	مستويات مقاييس الأشياء	٤٧
٢-٣	الفولورين	٥٧
٢-٤	الكرات النانوية	٥٧
٢-٥	الجسيمات النانوية	٥٨
٢-٦	الأنابيب النانوية	٥٩
٢-٧	الألياف النانوية	٦٠
٢-٨	نموذج المراحل الخمس للنزعات الابتكارية	٨٧
٤-١	نموذج عجلة الاستقصاء	١٣٨
٤-٢	المتوسطات الحسابية للاختبارين القبلي والبعدي لطالبات المرحلة الثانوية لاختبار مفاهيم تقنية النانو	١٤٣
٤-٣	المتوسطات الحسابية للاختبارين القبلي والبعدي لطالبات المرحلة الثانوية لمقياس نزعات التفكير الابتكاري	١٤٩

فهرس الملاحق

رقم الملحق	الملحق	الصفحة
١	أسماء الخُبراء والمحكِّمين لمواد وأدوات الدراسة	١٧٧
٢	قائمة مفاهيم تقنية النانو المضمنة للبرنامج الإثرائي بالصورة النهائية	١٨٤
٣	برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري بالصورة النهائية (تقنية النانو الحاضر والمستقبل)	١٩٠
٤	اختبار مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية بالصورة النهائية	٢٥٢
٥	مقياس نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية بالصورة النهائية	٢٦٤
٦	نتائج الدراسة الاستطلاعية المبدئية للدراسة	٢٦٩
٧	خطاب من وكيل الدراسات العليا والبحث العلمي بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية موجه لمدير تعليم محافظة المجمعة لتسهيل مهمة الباحثة	٢٧٢
٨	توجيه من إدارة تعليم محافظة المجمعة لمركز الموهوبات في المحافظة للتمكين وتسهيل المهمة	٢٧٤
٩	خطاب تطبيق قياس ثبات وصدق الأدوات (التجربة الاستطلاعية)	٢٧٦
١٠	إفادة مركز الموهوبات بمحافظة المجمعة بخصوص تطبيق البرنامج.	٢٧٨

الفَصل الأوّل

التَعريف بمشكلةِ الدراسة

الفَصل الأوّل
التَعريف بمشكلة الدراسة

١ – التمهيد

يُعد الموهوبون ثروة بشرية قومية لا بُدّ مِن استثمارها بالشكلِ المناسب؛ فتطور الأمم قائمٌ على إنجازات أفرادها الموهوبين والمبدعين، وتُعد الخدمات التربوية المقدمة للمتعلمين الموهوبين والمتفوقين مِن أهمِ الأولويات الَّتي أعطتها الدول الكبرى بالغ الأهمية والرعاية، إذ عُدَّ أولئك المتعلمون أحدَ الركائز المهمة في بناء المجتمعات ونموها، لذا مِن الضرورة الاهتمام بهم، والعمل على استثمار طاقاتهم العقلية والإبداعية.

كما أُشير في كل مِن: الصاعدي (٢٠٠٧م)، الزهراني (٢٠١٢م)، الغامدي (٢٠١٦م) إلى أنَّ المتعلمين الموهوبين بحاجةٍ إلى العديدِ مِن البرامج الخاصة بهم، نظرًا لما يمتلكونه مِن ثروة لغوية واسعة، ومدى واسع من الأفكار والمعلومات، وكذلك حبهم للاكتشاف والاستقصاء لكل ما هو جديد، هذا بالإضافة إلى قدراتهم العقلية العالية خاصة في المجالات الأكاديمية، ما يدعو المختصين إلى تصميم برامج تربوية تتلاءم وخصائصهم العقلية والذهنية، وتواكب ثورة المعرفة المتجددة، وتحفزهم على الابتكار.

ويُعد العلوم التربةَ الخصبةَ لكلِّ إبداعٍ وابتكار واكتشاف، كما يعد المجال الخصب لتنمية التفكير؛ لما يتميز به مِن إثارةٍ للتفكير وتَحدٍّ للعقلِ، فيما يتصدى له من ظواهر وأحداث طبيعية وحيوية وتقنية (الخليلي وحيدر ويونس، ٢٠٠٤م، ص١٦٩).

وقد استحوذ مفهوم الابتكار على اهتمام الكثيرِ مِن العلماء في المجالات والتخصصات والمدارس البحثية المختلفة، التي أخذت في الاعتبار العلاقة بين الموهبة والابتكار، والعمليات العقلية المرتبطة بالابتكار والعلاقة بين نمط الشخصية والقدرة الابتكارية (طلبة، ٢٠١٧م، ص١٣٣).

ويستند التفكير الابتكاري إلى بعض العوامل، مثل: الخبرة، والتعليم، والدافعية، والخيال، والشخصية، ويعزى التفكير الابتكاري في معظمه إلى بعض العوامل الداخلية، مثل: الجينات والسمات الشخصية (نزعات التفكير)، والقِيَميّة، والمهارات المعرفية، والعقل، والدافعية الداخلية، كما يُعزى بدرجة ما إلى عوامل خارجية، مثل: التعليم، والاقتصاد، والثقافة، وتعمل العوامل الداخلية، والعوامل الخارجية على الوصول بالتفكير الابتكاري إلى الذروة.

وبناء على ذلك يشير سيلفي selivi (2007) إلى أنَّه يجب أن تَعي المؤسسات التعليمية أنَّها كما تمثل أماكن لإدخال الأفكار الجديدة، وتمثيل وتخيل المعلومات مِن خلال استخدام العمليات العقلية، لابتكار المستحدثات الجديدة، فإنَّها تمثل في البداية أماكن لإدخال نزعات التفكير لدى الطلاب، والمسار المتبع لحدوث ذلك هو الاستناد إلى برامج مخطط لها، ويمكن تعزيز الابتكار من خلال التعليم والتدريب والإثراء، خاصة عندما يكون التعليم مرتبطًا بالتكنولوجيا وتطبيق المصادر المعرفية؛ لتحسين فاعلية عمليات التعليم والتعلم.

إذ إنَّ الموهوبين بحاجةٍ إلى الإثراء بشأن كل ما هو جديد، لتوسيع أفق الابتكار لديهم وتعزيز نزعاته، وحيث إنَّ مجالات التقنية تعد من أهم المجالات لتحفيز نزعات التفكير الابتكاري (طلبة، ٢٠١٧م، ص١٣٣)، نجد أنَّ تقنية النانو احتلت قائمة الاهتمامات العلمية والبحثية على مستوى العالم المتقدم، فقد أسستْ (٥٢) دولة ما بين عامي (٢٠٠٠م-٢٠٠٩م) (٢٤٤٦٨) بَرنامجًا، ووحدات بحثية، وأكاديمية، ومعاهد بحوث، ومراكز تميز في مجال تقنية النانو (الإسكندراني، ٢٠١٠م، ص٢٧٦).

كما تم استحداث موقع (Stat Nano) في عام (٢٠١٠م) يُعنى بجمع ومعالجة ونشر المعلومات حول تطوير تكنولوجيا النانو في مختلف البلدان في جميع أنحاء العالم، و الترتيب الدولي والإقليمي للبلدان والمؤسسات في مجال تكنولوجيا النانو على أساس مؤشرات مختلفة، وتوفير المعلومات التي من شأنها توجيه الإجراءات والسياسات لتطوير تكنولوجيا النانو. وقد نشر الموقع ترتيب براءات الاختراع في تكنولوجيا النانو حول العالم لعام (٢٠١٨م)؛ تصدرت فيه الولايات

المتحدة الأمريكية وكوريا الجنوبية والصين واليابان وتايوان المراكز الأولى بينما حلت المملكة العربية السعودية في المركز العاشر (Stat Nano,2019).

وتستمر الجهود الدولية في تأسيس مراكز وأكاديميات ومعاهد للأبحاث وعقد العديد من المؤتمرات في مجال تقنية النانو الَّتي تتيح ابتكارات هائلة في شتَّى مجالات الحياة، ومِن هذه المؤتمرات: مؤتمر تطبيقات تقنية النانو في معالجة المياه والطاقة الشمسية، الذي نظمته جامعة السلطان قابوس بعمان (٢٠١٥م)، والمؤتمر السعودي الدولي الرابع للتقنيات المتناهية الصغر، الَّذي نظمته جامعة الملك فهد للبترول والمعادن بالظهران (٢٠١٦م)، ومِن المعاهد والمراكز في المملكة العربية السعودية: معهد الملك عبد الله لتقنية النانو، ومعهد بحوث علم المواد المتناهية الصغر (النانو) وتقنية النانو التابع لمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ومعهد ومركز تقنية النانو السعودي، ومراكز التقنيات المتناهية الصغر (تقنية النانو) بالجامعات السعودية، مثل: (جامعة الملك سعود، جامعة الملك عبد العزيز).

وعلى المستوى الأكاديمي بدأت عدة مشروعات تهدف إلى ضم تقنية النانو داخل المناهج الدراسية في التعليم العام، وذلك في العديد من الدول، وأكثر البدايات اتساعا ومنهجيةً تمت في الولايات المتحدة الأمريكية، التي مولتها المؤسسة الوطنية للعلوم والمركز الوطني لتعلم وتدريس علوم النانو والهندسة، هذه المشروعات تضمنت دراسات دلفاي وورش عمل تهدف إلى توضيح العناصر الأساسية في تقنية النانو، التي يجب أن تُضمن المناهج الدراسية (Wansom, et al, 2009) .وفي معظم الدول الأوربية جُرِّبَتْ موادٌ تدريسية وتعليمية في تقنية النانو استطلاعيا ضمن مشروع (Nanoyou) الممول من اللجنة الأوربية (European Commission) (Filipponi and Sutherland, 2013).

كما أُثْرِيتْ مناهج العلوم بمفاهيم تقنية النانو في بعض الدول العربية والخليجية، حيث عربيًا أثرت مصر مُقررات الفيزياء للمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو بشكلٍ رأسي، إذ يوجد في كل مقرر فيزياء مفاهيم مرتبطة بتقنية النانو (إبراهيم، ٢٠١٢م)، بينما في دولة الكويت أُثْرِيَ مقرر الكيمياء في الصف العاشر من المرحلة الثانوية بشكلٍ مستعرض من خلال فصل (مركبات الكربون

غير العضوية)، الذي يشمل درس عن تقنية النانو (اللجنة الإشرافية لمواءمة سلسلة كتب العلوم، ٢٠١٤م).

وقد تبنى مركز صباح الأحمد للموهبة والإبداع بدولة الكويت، وهو" مركز يُعنى بالموهوبين والمتفوقين"، برنامجًا تدريبيًّا يُؤهل معلمي ومعلمات العلوم بوزارة التربية والتعليم في علم تقنية النانو؛ وذلك لنشر مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو لدى المتعلمين، وأُهِّلَ المعلمون عَلى دفعتين، تلا ذلك تأسيس نادي لتقنية النانو في كل مدرسة، يُعنى بإتاحة الفرص للمتعلمين للتعلم والبحث والاستقصاء في مجال تقنية النانو، وتقديم الأبحاث والاختراعات الجديدة فيه (مركز صباح الأحمد للموهبة والإبداع، ٢٠١٧م).

كما حذرت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة – اليونسكو (UNESCO) مِن خلال لجنة تضم (٢٦) خبيرًا مِن جميع التخصصات العلمية، أطلق عليها الكومست (COMEST) أو اللجنة العالمية لأخلاقيات المعارف العلمية والتكنولوجية، مِن اتساع الفجوة المعرفية المتوقع حدوثها في علم وتقنيات تكنولوجيا النانو بين دول الشمال المتقدم ودول الجنوب النامي، وعلى وجه الخصوص الدول العربية، وما يترتب عليها مِن آثار سلبية جسيمة سياسية واقتصادية واجتماعية وأخلاقية (الإسكندراني، ٢٠١٠م، ج).

ولكي يتحقق الإبداع والابتكار في أي مجال كان –وخصوصًا مجال التقنية– تظهر الحاجة إلى الاستقصاء والبحث عن المواقف الغامضة، لإيجاد التفسيرات والحقائق أو الإجابات التي تُشبع فضول الفرد، وتقوده إلى الابتكار (طلبة، ٢٠١٧م، ص١٣٣).

ويؤكد علماء التربية أنَّه يمكن تنمية التفكير والابتكار مِن خلال المدخل الاستقصائي، إذ يُوضَع المتعلمون في مواقف محيرة، ويتعرضون لأسئلة مثيرة للكشف عن فكرة جديدة أو معنى جديد، مِن خلال جملة من الأفكار والحقائق والمعلومات سواءً بأنفسهم أم بتوجيه من المعلم (ناظر، ٢٠١٤م، ص ١٧).

كما أنَّه ينبغي استخدام استراتيجيات ونماذج تدريس قائمة على الاستقصاء، التي تعمل على دمج المتعلم في أنظمة أو موقف تتطلب منه التنقيب عن استراتيجيات وإجراءات حل المشكلة، وعمل الاستقصاء، والمناقشة، والتحليل، لتضع العقل في حالة تسمح له بالاقتراب من الخبرات، وتعمل على تفعيل نزعات التفكير المختلف (Lampert, 2006)، وأوضحت المعايير القومية للتربية العلمية National Science Education Standards (NSES) الَّتي ظهرت عام (١٩٩٦م) ومشروع (٢٠٦١م)، أنَّ الاستقصاء العلمي هو مرتكز تعلم العلوم، وأنَّه عامل جوهري في تحصيل الثقافة العلمية، كما أكد الجيل التالي لمعايير العلوم Next Generation Science Standards أنَّ الفَهم الكامل لمفاهيم العلوم لن يحدث من دون اشتغال المتعلمين في ممارسات الاستقصاء من طرح الأسئلة، وتحديد المشكلة، وبناء النموذج واستخدامه، وغيره من الممارسات (NGSS, 2013).

٢- مُشْكلة الدراسة

انبثقت مشكلةُ الدراسة من خلال أهمية إحاطة المتعلمين بتقنية النانو لاسيما (الموهوبين) منهم لما يتميزون به من خصائص خاصة ؛ إذ خَلُصت الدراسات إلى أنَّ هناك قصورًا فِي تضمين مناهج العلوم للمفاهيم والتطبيقات المتعلقة بتقنية النانو، على الرَّغم من انتشار هذه التقنية في حياتنا اليومية، وعلى الرغم من الاهتمام المتزايد بالعلوم في السنوات الأخيرة، وتبني الوزارة تطوير نوعي في تعليم وتعلّم العلوم من خلال إحدى الشركات الوطنية، التي أجرت تَرجمة ومواءمة لكتب العلوم الصادرة عن شركة ماجروهيل الأمريكية (McGraw-Hill)، ومِن هذه الدراسات دراسة: حافظ وخجا والعتيبي والقريشي (٢٠١٥م) الَّتي خَلُصت إلى أنَّ هناك قصورًا فِي تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في كتب العلوم للمرحلة الثانوية (أحياء-كيمياء-فيزيا)، كما خَلُصت دراسة القطيم (٢٠١٦م) إلى افتقار كتاب العلوم للصف الأول متوسط لمفاهيم تقنية النانو، وخَلُصت دراسة الفيفي (٢٠١٦م) إلى افتقار مقررات العلوم للصفوف العليا في المرحلة الابتدائية لمفاهيم تقنية النانو، وخلصت دراسة الشلوي (٢٠١٨م) إلى غياب مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو عن مقرر الفيزياء للصف الثاني ثانوي، كما خلصت دراسة الصعب (٢٠١٨م) إلى غياب مفاهيم تقنية النانو عن مقرر الأحياء للصف الثالث ثانوي.

وقد كان مِن أبرز توصيات المؤتمر العالمي الأول والثاني لتكنولوجيا النانو والمقام بجامعة الإمارات (٢٠٠٦م-٢٠٠٨م)، والمؤتمر الدولي لتقنيات صناعة النانو (التقنية الرائدة في القرن الحادي والعشرين)، المنعقد في جامعة الملك سعود بالرياض (١٤٣٠هـ)، والملتقى الخليجي للتثقيف بتقنية النانو في التعليم العام، الَّذي نظمته وزارة التعليم مع المنظمة العالمية (الملست) والمنعقد في الرياض (١٤٣٢هـ)، ومؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول (توجه العلوم والتقنية والرياضيات والهندسة STEM، ٢٠١٥م)، والمنعقد بجامعة الملك سعود بالرياض؛ والمؤتمر العلمي الدولي الرابع (نحو تغيير جذري في رؤى واستراتيجيات تطوير مناهج التعليم) (٢٠١٦م)، والمنعقد في جامعة عين شمس بالقاهرة؛ ضرورة إثراء مناهج العلوم بعلم تقنية النانو؛ لما لهذه التقنية من مستقبل مأمول، كما أوصى المؤتمر الخليجي الثَّاني للتثقيف بتقنية النانو والمنعقد في مسقط (٢٠١٥م)، بأهمية تضمين علم النانو وتقنيته في المناهج الدراسية، مع مراعاة مختلف المراحل الدراسية، والعمل مع مكتب التربية العربي لدول الخليج، لتبني برامج ومبادرات تدعم تقنية النانو في الإطار التربوي، إلى جانب تعريب وتوحيد المفاهيم والمصطلحات التي تُعنى بعلم النانو وتقنيته على مستوى دول مجلس التعاون.

وتشير توصيات المؤتمرات أيضًا؛ إلى ضرورة إثراء الموهوبين من المتعلمين (بتقنية النانو) بوصفه أحد مجالات تقنيات العلوم الحديثة، وذلك من خلال إكسابهم المفاهيم الأساسية في (تقنية النانو)، لتوجههم نحو الابتكار وتنمي قدراتهم الابتكارية الإبداعية بشكل أكثر، ومِن هذه المؤتمرات؛ المؤتمر الدولي في الموهبة والإبداع: رعاية الموهبة التميز وتنمية التفكير بوابة المستقبل بمدينة الجبيل الصناعية (٢٠١١م)، والمؤتمر العلمي الدولي الأول لرعاية الموهوبين في الجزائر: نحو استراتيجية وطنية لرعاية الموهوبين (٢٠١٤م)، والمؤتمر العلمي العربي لرعاية الموهوبين والمتفوقين: الإصلاح التربوي ورعاية الموهوبين والمتفوقين، عمان (٢٠١٥م)، والمؤتمر الخامس لأبحاث الموهبة والتفوق في الوطن العربي: التعليم ووسائل الاتصال وتكنولوجيا المعلومات، عمان (٢٠١٦م)، والمؤتمر الدولي للموهبة والإبداع، الشارقة (٢٠١٧م).

ولكون الابتكار سمة من سمات الموهوبين؛ فإنَّ تنمية هذا النوع من التفكير لديهم مطلب مهم، وأشار لوكاس Lucas (2016) إلى أنَّ الحكومات الدولية تشدد على أهمية تطوير الابتكار

واستراتيجيات التعليم والصناعة الابتكارية، وأنَّ الدراسات والتوجهات البحثية تستهدف ضرورة الاهتمام بتنمية الابتكار في المرحلة الثانوية، استجابةً لمتطلبات القرن الواحد والعشرين.

إذ إنَّ التفكير لا يتطور كميًّا فقط بل كيفيًّا؛ ولا يحدث ذلك إلا بتنمية نزعات التفكير الابتكاري لديهم، إذ إنَّ نزعات التفكير الابتكاري أهم مكون من مكونات التفكير الابتكاري، فالنزعةُ لمهارة التفكير الابتكاري يمكن أن توصف كمتطلب وميل (كون الفرد نزاعًا إلى التفكير الابتكاري) (Gundogdu, 2009).

ودعا عددٌ من الباحثين والمهتمين في مهارات التفكير إلى ضرورة الانتباه لنزعات التفكير الابتكاري، وأن تكون بُعدًا رئيسيًّا من أبعاد التعلم وهدفًا من أهدافه؛ إذ يمكن تعلمها مباشرة من خلال استراتيجيات محفزة، ليتكون لدى الفرد إحساس قوي، وقدره، ونزعه إلى التفكير الابتكاري، تدعم ظهوره واستمراريته (Tishman and Andrade, 1996, p1; Çubukcu, 2006, pp22-26; Lederer, 2007, p.520).

وفي هذا المجال تُشير نتائج اختبار (TIMSS, 2003- 2007-2011-2015) إلى أنَّ هناك تدنيًا في الأداء للطلاب في المملكة العربية السعودية في جميع الأبعاد من حيث: **التفكير، المحتوى، التحصيل** (الشمراني والشمراني والبرصان والدرواني، ٢٠١٦ م).

كما حلَّت المملكة العربية السعودية بالمرتبة الـ (٦١) في مؤشر الابتكار العالمي لعام (٢٠١٨م)، ومازالت تسعى لتكون في عداد الدول الأولى عالميًّا في هذه التنافسية العالمية (Global Innovation Index, 2018).

ولعلَّ من الأسباب التي تُعزى إليها تلك النتائج أنَّ أغلب ما يحدث عند تعليم التفكير؛ هو التركيز على الجانب المعرفي للتفكير دون الاهتمام بالجانب الوجداني، المتمثل في نزعات التفكير، وأنَّ الاعتماد على الطرائق التقليدية في التدريس، الَّتي تعتمد على التلقين؛ لا يؤدي إلى نماء نزعات التفكير، التي تُعد مكونًا مِن مكونات التفكير لدى المتعلم، ويَنبغي تنميتها من خلال استخدام النماذج والطرائق التي تُهيء المتعلم للبحث، والاستقصاء عن المعلومات، والوصول إلى المفاهيم، من خلال مهاراته المحفزَة بواسطة نزعاته الداخلية للتفكير (النزعة للتحليل والتفسير،

النزعة للبحث، وغيرها من النزعات) (Akar and Yildirim, 2010; Nezvalová and Lamanauskas, 2009).

وتنعكس النتائج السابقة لاختبار TIMSS، وترتيب المملكة العربية السعودية في مؤشر الابتكار العالمي؛ على بعض التحديات التي تواجه وزارة التعليم بالمملكة العربية السعودية لتحقيق رؤية (٢٠٣٠)، وهي تدني جودة المناهج والاعتماد على طرائق تدريس تقليدية، غير محفزة على الإبداع والابتكار، وقلة توفير الخدمات والبرامج الإثرائية والتعليمية لبعض الفئات الطلابية كالموهوبين التي تدفعهم للابتكار (وزارة التعليم، ٢٠١٧م).

وقد قامت الباحثة بدراسة استطلاعية على عينة تكوّنت من (١٠) معلمات علوم لصفوف الموهوبات في محافظة المجمعة، وزّعت الباحثة عليهن استبيانًا مفتوحًا تضمّن: هل تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات بالمرحلة الثانوية لإكساب مفاهيم تقنية النانو؟ هل تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات بالمرحلة الثانوية تُنمي نزعات التفكير الابتكاري؟ وأظهرت نتائج الدراسة أنَّ (١٠٠%) من آراء المعلمات أشارت إلى أنَّه لم تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات في المرحلة الثانوية لإكساب مفاهيم تقنية النانو، رغم أهميته كعلم حديث ومرتبط بموضوعات العلوم، كما أيدن ضرورة إكساب الموهوبات هذه المفاهيم لاسيما في هذا العصر المتسم بالتطور العلمي والتقني.

وأظهرت نتائج الدراسة أنَّ (٨٥%) مِن آراء المعلمات أشارت إلى أنَّه لا تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات في المرحلة الثانوية، تُنمي نزعات التفكير الابتكاري، رغم رؤيتهن ضرورة توفير هذه البرامج الإثرائية في مواضيع مستحدثة، لتحفز الابتكار والإبداع، بينما أشارت استجابة ٢٠% من المعلمات إلى وجود برامج إثرائية متنوعة برسوم معينة تدفعها الطالبات، تقدمها مؤسسة الملك عبد العزيز ورجاله للموهبة والإبداع في فروع العلوم والهندسة والتقنية، خلال البرنامج الصيفي، وقد يكون من شأنها تحفيز الابتكار، كما يقدم مركز الموهوبين في المحافظة ورش إثراء عن أنواع التفكير (ملحق رقم٦).

مما سبق ذِكره استشعرت الباحثة أهمية تقديم برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مَفاهيم تقنية النانو، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؛ كون المدخل الاستقصائي من المداخل المناسبة لطبيعة الموهوبين وسماتهم البحثية كميولهم إلى فرض الفرضيات والتنبؤ والتفسير، كما تشير العديدُ مِن الدراسات منها: جونسين Johnsen (٢٠١١م)، والبعلي (٢٠١٠م)، وآل كاسي (١٤٣٠م)، ومحمد (٢٠١٠م)، والفهيدي (٢٠١١م)، والدهمش (٢٠١٢م)، وصالح والسيد (٢٠١٤م)، والنمر (٢٠١٥م)، وأمبوسعيدي (٢٠١٥م)، والهندال (٢٠١٦م)؛ إلى أنَّه من المداخل المهمة في إكسابهم المفاهيم التقنية العلمية بشكل إجرائي بوصفه جوهر العلوم ومحفز الابتكار.

وتشير توصيات المؤتمرات والندوات إلى أهمية استخدام الاستقصاء والتجريب في العلوم، ودوره الفاعل في إكساب المفاهيم العلمية والتقنية، ومن هذه المؤتمرات: مؤتمرات الجمعية المصرية للتربية العلمية: المؤتمر العلمي السابع عشر: التربية العلمية وتحديات الثورة التكنولوجية (٢٠١٥م)، والمؤتمر العلمي الثامن عشر: مناهج العلوم بين المصرية والعالمية (٢٠١٦م)، والمؤتمر العلمي التاسع عشر بعنوان: التربية العلمية والتنمية المستدامة (٢٠١٧م)، ومؤتمرات مركز التميز البحثي لتعليم العلوم والرياضيات بجامعة الملك سعود بالرياض الأول والثاني (٢٠١٥م-٢٠١٧م)، مؤتمر إعادة صياغة برامج إعداد معلمي الرياضيات والعلوم في ملبورن أستراليا (REMSTEP) (٢٠١٦م)، ومنتدى إثراء للتطوير المهني المعرفة التدريسية المرتبطة بالمحتوى (PCK) وزارة التعليم السعودية (٢٠١٧م).

وتتبنى دعوات إصلاح تعليم العلوم فكرة التعليم المبني على مدخل الاستقصاء، والتركيز على الاستقصاء كعنصرٍ أساسي من العلوم، مِن أجل تعزيز قدرات المتعلم، وتطوير فهمه للمفاهيم العلمية جنبًا إلى جنبٍ مَع مهارات ونزعات التفكير (Jan H,Douwe and Nico, 2001)

وبناءً على ما تقدم تتحدد مشكلة الدراسة بأهمية إكساب الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لديهن بتقديم برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي.

٣- أسئلة الدراسة

السؤال الرئيس:

- مَا فاعلية برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟

ينبثق منه الأسئلة الآتية:

١. ما مفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية؟
٢. ما البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟
٣. ما فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟
٤. ما فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوءِ المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟

٤- فروض الدراسة:

١. يوجد فرقٌ دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة ($\alpha <$ ٠,٠٥)، بين متوسطات درجات عينة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو لصالح التطبيق البعدي.
٢. يوجد فرقٌ دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة ($\alpha <$ ٠,٠٥)، بين متوسطات درجات عينة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس نزعات التفكير الابتكاري لصالح التطبيق البعدي.

٥- أهداف الدراسة

١. إعداد قائمة بمفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.
٢. بناء برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي؛ لإكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لديهن.

٣. التعرف على فاعلية برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو.

٤. التعرف على فاعلية برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

٦- أهمية الدراسة

١) الأهمية العلمية (أو النظرية)

- الإفادة من طرح رؤية تربوية تقنية تتلاءم مع التطورات العلمية والتقنية الحديثة، وتتسق مع الرؤى التعليمية المستقبلية العالمية، في برامج إثراء العلوم والتقنية من خلال البرنامج الإثرائي، حيث الأهمية العالمية المتزايدة نحو تقنية النانو "تقنية المستقبل".

- الإفادة مِن تقديم إضافة علمية جديدة للدراسات في مجال برامج إثراء العلوم عن طريق الاستقصاء، إذ يَسعى هذا البحث إلى تقديم برنامج إثرائي في ضوء (المدخل الاستقصائي).

- الإفادة من تقديم إضافةٍ علميةٍ جديدة تسهم في تغطية النقص في الدراسات والأبحاث العربية في مجال تنمية (نزعات التفكير الابتكاري).

٢) الأهمية العملية (أو التطبيقية) يُرجى أن تفيد الدراسة كلًّا مما يلي:

- المتعلمين: إذ تَهدف الدراسة، من خلال البرنامج الذي تقدمه، إلى إكساب المتعلمات مفاهيم تقنية النانو، وتكوين أساس علمي واضح عنها، يمكنهم من الفَهم والتعمق في (تقنية النانو) بوصفه مجالا جديدًا واعدًا محفزا للابتكار، كما تسعى الدراسة إلى تنمية (نزعات التفكير الابتكاري) أحد مكونات الابتكار المهمة، من خلال مدخل الاستقصاء المتلائم مع طبيعة وخصائص الموهوبين في هذه المرحلة، البحث والاستقصاء وطبيعة العلوم والمستحدثات التقنية.

- المعلمين: إذ تقدّم لهم الدراسة نموذجًا لبرنامج إثرائي وفق أحد النماذج الحديثة في مدخل الاستقصاء الملائم لتدريس العلوم ليستخدموه في إثراء طلابهم.
- مصممي المناهج ومطوريها: إذ توجّه أنظارهم إلى ضرورة تطوير مناهج العلوم، بوضع خطط مناسبة؛ لتضمين مفاهيم تقنية النانو في مناهج العلوم للمرحلة الثانوية، بما يحفز تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطلاب.
- الباحثين: تعد الدراسة مرجعًا للباحثين المهتمين بمتغيرات الدراسة، وتقدم قائمة لمفاهيم تقنية النانو، واختبار لقياس مدى اكتساب مفاهيم تقنية النانو، ومقياس لنزعات التفكير الابتكاري.

٧- حدود الدراسة

١- الحدود الموضوعية:

أ- المتغير المستقل: برنامج إثرائي قائم على المدخل الاستقصائي، وتم الاقتصار على نموذج عجلة الاستقصاء الذي يتميز بأنشطته العشرة: (طرح الأسئلة، الملاحظة، تحديد المشكلة، صياغة السؤال، اكتشاف المعرفة، عمل التوقع، القيام بالدراسة، تفسير النتائج، التأمل في النتائج، والاتصال مع الآخرين)، ويعد من أشمل نماذج الاستقصاء، من حيث أنشطة التقصي العشرة والمتمحورة حول السؤال والملاحظة في كل نشاط، كما أنَّه نموذج مرن يتيح البداية فيه من أي نشاط حسب ما يتطلب الموقف، ويتيح التواصل مع المجتمع العلمي أو الاجتماعي (Reiff, R. et al, 2002, p.p12-14).

ب- المتغير التابع الأول مفاهيم تقنية النانو: الأساسية، وفي المجالات الآتية (البيئة – الطب – الطاقة)، حددت هذه المجالات؛ بعد الاطلاع على مُحتوى مقررات العلوم في المرحلة الثانوية، وبوصفها المجالات التي تشمل أغلب المفاهيم والتطبيقات لتقنية النانو في فروع العلوم بالمرحلة الثانوية (فيزياء، كيمياء، أحياء، علم الأرض)، وهذا التصنيف معتمد في أغلب الأدبيات، كما أنَّه المعتمد في المشروع الأوربي لتعليم تقنية النانو (Filipponi and Sutherland, 2013).

ج- المتغير التابع الثاني نزعات التفكير الابتكاري: "نموذج المراحل الخمس" (الفضول – المثابرة والإصرار–التخيل–التعاونية–الانتظام–الانضباط)، وهِي النزعات الخاصة بنموذج المراحل الخمس

للنزعات الابتكارية، التي تَحتوي كل نزعة منها على ثلاث نزعات فرعية، ويركز نموذج المراحل الخمس للنزعات الابتكارية بشكلٍ كبيرٍ على نمو نزعات التفكير بداخل مُحتوى المنهج أو البرنامج المدرس، ويعزز من ارتفاع مستوى الابتكار (Lucas, et al, 2012)؛ ولكونه يُلائم طبيعة البرنامج الإثرائي المختار.

٢- الحدود الزمانية: الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي (١٤٣٩ هـ- ١٤٤٠هـ).

٣- الحدود المكانية: مركز الموهوبات للبنات بمحافظة المجمعة بالمملكة العربية السعودية.

٨- مصطلحات الدراسة

١- **البرنامج الإثرائي**: شكلٌ من أشكال تزويد الطالب بخبرات تربوية إضافية، مكملة للخبرات الصفية العادية التي لا يوفرها المنهج (شحاتة والنجار وعمار، ٢٠١١م، ص٧٨).

- **وتعرف الباحثة البرنامج الإثرائي إجرائيًّا بأنَّه:** مخطط للإثراء الأفقي أو المستعرض، يضم وحدات جديدة في العلوم تعمق خبرات الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بمفاهيم تقنية النانو الأساسية، وفي مجالات: (البيئة- الطب-الطاقة)، وتُعد هذه الوحدات في وقت سابق على عمليتي: التعليم، والتدريس الإثرائي، وذلك وفق المدخل الاستقصائي، وباستخدام أحد نماذجه "نموذج عجلة الاستقصاء"، بحيث يؤثر إيجابيًّا في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لديهن.

٢- المدخل الاستقصائي:

١. **المدخل**: هو نسق من الأفكار المستمدة من النظريات العلمية في المجالات المختلفة (علم النفس، علم اللغة، علم الاجتماع... إلخ)، التي يمكن توظيفها في عمليات التعليم، ويثبت فعالية المدخل بتجريب نماذجه واستراتيجياته والطرائق المستمدة منه (عوض، ٢٠٠٩م، ص٣١).

٢. **الاستقصاء**: يقصد به إتاحة الفرصة للطلبة في استكشاف الأسئلة ذات الطابع العلمي، ويعمل الطلبة على البحث عن أدلة للإجابة عن تلك الأسئلة، وتقديم تفسيرات، أو إجابات للأسئلة المطروحة، وتقويم

تلك التفسيرات، ومحاولة إيجاد تفسيرات بديلة ممكنة، بالإضافة إلى تبادل الطلبة استنتاجاتهم مع الآخرين، وينبغي الأخذ في الحسبان بضرورة معرفة الطلبة أنَّ العلماءَ يمارسون الاستقصاء في عملهم، وهو ما يوجب تدريس العلوم بوصفه استقصاء، وتدريسه من خلال الاستقصاء (National Research Council, 2000).

- **وتعرفه الباحثة المدخل الاستقصائي إجرائيًّا:** بأنَّه نسق من الأفكار المستمدة مِن النظرية البنائية، الَّتي تهتم بإتاحة الفرصة للطلبة في استكشاف الأسئلة ذات الطابع العلمي، والبحث عن أدلة للإجابة عنها، وتقديم تفسيرات أو إجابات لها، وتقويم تلك التفسيرات، ومحاولة إيجاد تفسيرات بديلة ممكنة، بالإضافةِ إلى تَبادل الاستنتاجات مع الآخرين، وتثبت فاعلية هذا المدخل بتجريب نماذجه، ومِن أبرزها نموذج عجلة الاستقصاء، الَّذي يحتوي على عَشرة أنشطة، وهو النموذج الذي سيستخدم لتحقيق أهداف الوحدات في البرنامج الإثرائي.

٣- **مفاهيم:** يذكر اللقاني والجمل (٢٠١٣م) أنَّ المفهوم عبارة عن تجريد، يعبر عنه بكلمة أو رمز، يشير إلى مجموعةٍ من الأشياء أو الأنواع، التي تتميز بسمات وخصائص مشتركة، أو هي مجموعة من الأشياء أو الأنواع التي تجمعها فئات معينة (ص ٢٨٢).

٤- **تقنية النانو:** يُعرِّف مصطفى (٢٠١٣م) التقنية النانونية: على أنَّها المجال الَّذي من خلاله يتم تصميم، تخليق، تطبيق مواد وأجهزة تكون ذات أشكال وأحجام، قد صممت هندسيًّا على المقياس النانوي، وفي هذه التقنية تُسْتغل الخصائص الكيميائية، والفيزيائية، والكهربية، والميكانيكية للمواد المستخدمة الَّتي تتيح في النهاية الحصول على منتجات نانوية (ص٥).

- **تعرَّف الباحثة مفاهيم تقنية النانو إجرائيًّا بأنَّها:** تلك المفاهيم الأساسية المختصة بتقنية النانو و في المجالات التالية: (البيئة، الطب، والطاقة)، والمناسبة لمحتوى فروع العلوم والطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

٥- **نزعات التفكير الابتكاري:** هي القدرات والاستعدادات والخصائص والسمات الشخصية، التي تعد القوة الكامنة للابتكار، وهي أحد المكونات الرئيسية للابتكار والتفكير الابتكاري (Fasko, 2001)، ويعرفها طلبة (٢٠١٧م) بأنَّها: "تلك القوى التي تتعلق بالعوامل الشخصية لدى الفرد، وتعمل على تدعيم وإطلاق وتوجيه سلوكه وشحنه بشحنات تزيد من

رغبته بالبحث عن حلول والابتكار، والوصول إلى نواتج أصيلة لم تكن معروفة سابقًا، والاستمرار في تطوير النواتج، وهِي أحد مكونات التفكير الابتكاري (ص١٩).

- **وتعرفها الباحثة إجرائيًا:** بأنَّها القوى والعوامل الشخصية لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية الَّتي تتعلق بنزعات (الفضول والمثابرة، الإصرار، التخيل، التعاونية، والانتظام والانضباط) في نموذج المراحل الخمس للنزعات الابتكارية، الَّتي تحتوي كل مرحلة منها على ثلاث نزعات فرعية، وتقاس إحصائيًّا بالدرجة التي تحصل عليها الطالبة في مقياس نزعات التفكير الابتكاري المعد في أدوات الدراسة.

الفَصل الثَّاني

الإطار النظري والدراسات السَّابقة

- مدخل الاستقصاء
- تقنية النانو
- نزعات التفكير الابتكاري

الفَصل الثَّاني

الإطار النظري والدراسات السَّابقة

تتناولُ الباحثة في الإطار النظري والدراسات السابقة للدراسة؛ مدخل الاستقصاء من جهة: طبيعة مفهوم الاستقصاء العلمي، وأهميته، وأسسه ومبادئه، وأنواعه، والفرق بينه وبين الاكتشاف، ونموذج عجلة الاستقصاء، وأدوار معلمة المادة العلمية في استخدام مدخل الاستقصاء، ودراسات سابقة تناولت مدخل الاستقصاء؛ وذلك في المحور الأول.

وتُلقي الضوء فِي المحور الثَّاني على تقنية النانو، ومفهوم النانو وتقنية النانو، والتطور التاريخي لهذه التقنية، وروادها، وأهميتها محليًّا وعالميًّا، وخصائصها، وأشكال المواد النانوية وتصنيفها وطرائق تصميمها، وأدواتها وتطبيقاتها، وتحدياتها ومخاطرها، وتقنية النانو في مجال تعليم العلوم. ودراسات سابقة تناولت تقنية النانو.

كما تعرض في المحور الثالث نزعات التفكير الابتكاري، الابتكار، تصنيف نظرية الابتكار، التمييز بين الابتكار والإبداع، نزعات التفكير الابتكاري بوصفه أحد مصادر تسهيل التفكير الابتكاري، نموذج المراحل الخمس لنزعات التفكير الابتكاري. ودراسات سابقة تناولت نزعات التفكير الابتكاري.

١- مدخل الاستقصاء

يعد مدخل الاستقصاء من أهم المداخل، ومحورًا لمعظم التطورات الحديثة في التدريس، ويعد أيضًا من المداخل القائمة على نشاط المتعلم، ويهدف إلى إكساب المتعلمين الأسلوب العلمي في التفكير القائم على البحث والتنقيب والاستدلال والاستنباط والاستقراء، ليساعد في الفهم العلمي الصحيح للمفاهيم العلمية، والظواهر الطبيعية، وإشباع الفضول الإنساني، والإجابة عن التساؤلات العلمية المتعددة، وهذا ما سيتضح بشكل أكثر تفصيلًا من خلال العرض التالي في هذا المحور.

طبيعة الاستقصاء العلمي ومفهومه

التعلم القائم على الاستقصاء يفرض انغماس المتعلمين وانهماكهم في عمل العلم بطبيعته وصورته الاستقصائية، كما يؤديه العلماء، ويُبنى على فهم كيفية تعلم المتعلمين، وطبيعة الاستقصاء العلمي، والتركيز على المحتوى الأساسي المفترض تعلمه، كما يُبنى على الإيمان بأهمية التأكد من سلامة فهم المتعلمين لما يتعلمونه، وأنَّ تعلمهم ليس مجرد إعادة للمواضيع والمعلومات التي درسوها، وخلافًا للتعليم التقليدي الَّذي يكون فيه مصدرا التحفيز لدى المتعلم، ناتجًا عن عوامل خارجية، مثل المكافأة، والتشجيع فإنَّ التعليم بالاستقصاء يذهب أبعد من ذلك؛ إذ إنَّ التحفيز لدى المتعلمين يكون ذاتيًّا عندما يتوصل المتعلم بجهده إلى اكتشاف أو اكتساب معرفة جديدة ذات معنى، فلا يَهتم التعليم القائم على الاستقصاء بكمية المعلومات الَّتي يتم تخزينها لحظيًّا، بل يهتم بالأفكار أو المفاهيم التي تم تشكيلها (أمبو سعيدي والزغبي، ٢٠٠٩م، ص ٢).

استخدمت المعايير القومية للتربية العلمية National Scince Education Standards (NSES) التي ظهرت عام (١٩٩٦م) مصطلح الاستقصاء العلمي بمعنيين:

أ- الاستقصاء بوصفه فهما للمحتوى، الَّذي يمكن للمتعلمين فيه بناء المفاهيم والنماذج والمعاني لتفسير التجارب العلمية.

ب- الاستقصاء بوصفها مصطلحا للمهارات والقدرات، وتحت هذا المفهوم يوجد تحديد الأسئلة الملائمة بصورة علمية، صياغة الفروض، استنتاج الاستقصاءات العلمية صياغة التفسيرات العلمية، الاتصال، إثبات البراهين العلمية. (Keys, K.A and Bryan, 2001, p405؛ زيتون، ٢٠١٠ م، ص ٣٤٦)

وتشير نوال ناظر (٢٠١٤م) إلى أنَّ الاستقصاء يتضمن ثلاث مكونات مهمة، هي: العلماءُ الذين يؤدون مهام الاستقصاء، وعمليات العلم، وهي العمليات التي يستخدمها العلماء للكشف عن الظواهر والمفاهيم، والعلم، ويعني صلب المعارف العلمية وصميمها (ص٢٧).

كما يشير ليويلين (٢٠٠٢م/٢٠١٢م) إلى أنَّه غالبًا ما يتم الخلط بين طبيعة الاستقصاء العلمي وطبيعة العلوم على الرَّغم من أنَّهما يتداخلان ويشتركان في مبادئ متشابهة كثيرة، فكلاهما

يعتمدان على أدلة تجريبية لاستخلاص الاستنتاجات وتبريرها، كما هو الحال مع الاستقصاء، تتضمن طبيعة العلوم تفسير البيانات والأدلة، ولكن قد يشتق باحثان نتائج متعارضة من خلال المجموعة نفسها من البيانات، وَفقًا لمعايير العلوم، في حين قد يختلف العلماء بشأن تفسير ظاهرة ما في الاستقصاء العلمي، ويتفقون في أن طرح الأسئلة، والتبادل والتواصل المفتوح مكملان لعملية العلم (ص ٤٨).

وردت تعريفات عديدة لمفهوم الاستقصاء قد تختلف لفظيًا، ولكنها تتحد من ناحية المضمون؛ إذ عرَّفه البغدادي (٢٠٠٣م) بأنَّه"مجموعة المهارات والعمليات العقلية الموجهة لتنظيم المعارف وتوظيفها عند مواجهة المشكلات، والبحث عن الحلول المناسبة لها، بالتجريب المعملي" (ص٤٣٥).

ويعرفه الخزرجي (٢٠١١م) بأنَّه "نوعٌ من أنواع التعليم يستخدم المتعلم فيه مجموعة من المهارات والاتجاهات اللازمة لعمليات توليد الفرضيات وتنظيم المعلومات والبيانات وتقويمها، وإصدار قرار ما إزاء الفرضيات المقترحة التي صاغها المتعلم للإجابة عن سؤال أو التوصل إلى حقيقة أو مشكلة ما ثم تطبيق ما تم التوصل إليه على أمثلة ومواقف جديدة" (ص١٩٦).

كما عرَّفه قطيط (٢٠١١م) بأنَّه "تدريس المفاهيم من خلال عرض موقف مشكل وإعطاء الطالب الحرية في ممارسة بعض عمليات العلم بِدءًا بملاحظة المشكلة، وانتهاء بالاستنتاجات" (ص٨٩).

في حين تُعرفه نوالُ ناظر (٢٠١٥م) بأنَّه "مدخل تعليمي منطقي يهدف إلى إثارة ودعم عملية التعلم الذاتي، الَّتي تقوم على الفضول والشك العَقلاني بحثًا عن الحقيقة، ويَعمل على تطوير قدرات التفكير لَدى الفرد مِن خلال إعادة تنظيم المعرفة وتوليد الأفكار واختبارها واستنتاجها في مواقف جديدة، إذ يستطيع المتعلم تعديل أبحاثه ومعتقداته بنفسه ومعالجة الخبرات المباشرة، وغير المباشرة وجعلها ذات معنى بالنسبة له" (ص٣١).

كما يُعرف اليتيم (٢٠١٥م) الاستقصاء بأنَّه "الأنشطة التي يمارسها الطلبة، ويتم خلالها تطوير معرفتهم وفَهم الأفكار والمفاهيم العلمية، بالإضافةِ إلى فَهم كيف يدرس العلماء العالم الطبيعي" (ص١٢٦).

تتفق التعريفات السابقة على أنَّ الاستقصاء يسعى إلى حلِّ مشكلة، وتختلف في أن بعضها يرى الاستقصاء، عبارة عن:

- أنشطة ومهارات استقصائية توصف المعارف وتجمع البيانات وتبوب المعلومات وتضع الفرضيات، وتبحث عن حلول وتقومها وقد تعممها في مواقف لاحقة، وهذا ما اتفق عليه البغدادي (٢٠٠٣م)، والخزرجي (٢٠١١م)، واليتيم (٢٠١٥م).
- عمليات علم تمارس تجاه موقف مشكل تبدأ بالملاحظة، وتنتهي بالاستنتاج، وهذا ما وضحه تعريف قطيط (٢٠١١م).
- مدخل للتعلم الذاتي مبني على الشك والفضول والتفكير والتحليل، يبني فيه المتعلم سياقه المعرفي الخاص، من خلال الخبرات المباشرة، وغير المباشرة، بما يتناسب معه، ويجعلها ذات معنى لديه، وهذا ما وضحه تعريف نوال ناظر (٢٠١٤م).

يتضح مما سبق أنَّ الاستقصاء يهتم بتنمية المهارات الاستقصائية العلمية لدى المتعلمين لمواجهة الموقف، وحل المشكلات، وفَهم المفاهيم والحقائق والظواهر الطبيعية، ويتسم بطبيعته التجريبية، وبكون المتعلم محورَ العملية البحثية والتجريبية ليبني سياقه المعرفي الخاص، مُستعينًا بأدوات التجريب والبحث العلمي وخطوته، سالكًا سلوك العلماء في ذلك.

وتُعرّف الباحثةُ الاستقصاء بأنَّه: عملية بناء معرفي (جديد أو إصلاح بناء معرفي سابق)، خاص بكل متعلمٍ، سواء كان بتوجيه أو من دون توجيه، وفق أنشطة تتطلب ممارسة مهارات الاستقصاء المختلفة منها: (الملاحظة، طرح الأسئلة، جمع المعلومات، التنبؤ، التحليل، التقويم، الاستنتاج، التعميم)، مِن خلال التجريب، ومعالجة الخبرات المباشرة وغير المباشرة المتعلقة بهذا البناء المعرفي وفق سلوك العلماء.

أهمية الاستقصاء العلمي

اهتم المختصون في مجالِ تدريس العلوم بالبرامج الموجهة نَحو مدخل الاستقصاء في تدريس العلوم منذُ الستينيات مِن القرن الميلادي الماضي، بوصفه يطور القدرات العقلية للطلاب، وينمي التفكير السليم لديهم، كما أولت عددًا من المنظمات العالمية في التربية العلمية منذ القدم، كالرابطة القومية لمعلمي العلوم في الولايات المتحدة الأمريكية (National Science Teachers) (NSTA)، والجمعية الأمريكية للتقدم العلمي (American Association For The Advancement in Science) (AAAS) والمجلس القومي للبحوث في الولايات المتحدة (National Research Council) (NRC) اهتمامًا كبيرًا في الاستقصاء العلمي.

وذلك لاعتبار أنَّه سلوك العلماء، لعدة أسباب منها: كونه الوسيلة المحفزة لاندماج المتعلمون بفاعلية في العملية التعليمية، وجلب العالم الواقعي للفصل، وتشجيع العمل التعاوني والجماعي المثمر، ومراعاة أنماط التعلم المختلفة، وتنمية التفكير وعمليات العلم، ابتداء من طرح السؤال، مرورًا بتصميم التجارب، والتنبؤ، والملاحظة، والقياس، واستنتاج العلاقات، والاستدلال، وصياغة النماذج، وانتهاء بالتفسير (أمبوسعيدي والبلوشي، ٢٠٠٩م، ص ص١٩٧- ١٩٩).

ولأهمية الاستقصاء العلمي القصوى في تعليم العلوم نجد أنَّ معايير العلوم للجيل القادم:(The Next Generation Science Standards (NGSS, 2013 تعتمد طريقة الاستقصاء العلمي، وتعد ممارسات الاستقصاء العلمي من طرح أسئلة، وتحديد مشكلات، وبناء النماذج واستخدامها، وغيرها من الممارسات المختلفة لمعايير (NGSS) أساسًا لفهم عميقٍ وإثراء وتوسيع تدريس وتعلم العلوم في ضوء معايير (NGSS)، حيث الفَهم يبنى من خلال نمو نشط للأطر العقلية المفاهيمية عن طريق المتعلم (EDMSARAH, 2015).

وعلى المعلم في ضوء معايير (NGSS) امتلاك مهارات الاستقصاء الَّتي تشجع المتعلم على تَحدي أفكاره لاكتشاف المفاهيم أو الأفكار أو الظواهر قبل شرحها من قبله، أو من قِبل المتعلمين الآخرين، لإجراء ممارسة أو أكثر من الممارسات العلمية الواردة في المعايير، عند تدريس

مفهوم أو أكثر من المفاهيم العلمية، وتكوين المعرفة من الفَهم البديهي، والفضول الطبيعي، ولتتحول الأفكار إلى مزيد من الأسئلة (Bybee, 2014).

إضافة إلى ما ورد في الأدب التربوي مِن أهمية للاستقصاء العلمي في تدريس العلوم للمتعلمين، تتفق الأدبيات على أنَّ الاستقصاء المدخل الملائم والمتناسب مع طبيعة المتعلمين الموهوبين، إذ يتيح لهم الفرصة لإشباع ميولهم ورغباتهم عن طريق التحفيز للبحث، والاطلاع، والتنقيب، والمناقشة، وإجراء التجارب، والتفكير، واستخدام الحواس، والقدرات في عملية التعلم (عودة، ٢٠١٣م، ص ٧٥؛ القمش والجوالدة، ٢٠١٥م، ص ٦٣).

مما سبق تتضح أهمية الاستقصاء العلمي في تدريس العلوم، واكتساب المفاهيم العلمية، وذلك لارتباط طبيعته بطبيعة العلوم وطبيعة الطريقة العلمية البحثية التجريبية، وملائمته لخصائص وطبيعة الموهوبين، إذ يقوم المتعلمون بالعمليات العلمية، ويكتسبون المعارف عن تلك العمليات، ويربطون فَهمهم السابق بخبراتهم الجديدة، أو يعدلون معارف سابقة لديهم، من خلال فهم ظواهر جديدة.

أسس ومبادئ الاستقصاء العلمي

يستند الاستقصاء في إطاره الفلسفي إلى أسس وفلسفة النظرية البنائية، التي تعتمد على أن المتعلم ينبغي أن يبني معرفته بنفسه، من خلال الاكتشاف والتجريب، معتمدًا على ما لديه من معارف وخبرات سابقة؛ إذ تتطلب أن يندمج المتعلمون في البرامج المصممة على طريقة الاستقصاء في العملية التعليمية بصورة إيجابية، فالمتعلمون يتعلمون بشكلٍ أفضل عندما يبنون تعلمهم عن طريق التفاعل يدويًّا وعقليًّا مع المواد والأدوات، والتفاعل الاجتماعي مع معلميهم وزملائهم (أمبو سعيدي والبلوشي، ٢٠٠٩م، ص ٢٠٠؛ EDMSARAH, 2015).

فالتدريس وفق المدخل الاستقصائي يقوم على افتراضات البنائية من: بناء معارف وتشكيلها وليس نقلها، وتعلم نشط، ونمو مفاهيمي لدى المتعلمين، ينتج من خلال العمل المشترك مع الآخرين (أبو زينة، ٢٠١١م، ص ١٠٥).

إنَّ التدريس وفق مدخل الاستقصاء مرنٌ وفق اختلاف المراحل الدراسية والمعلمين وطبيعة المحتوى والمتعلمين، واختلاف مهاراتهم واهتماماتهم ومعارفهم، ورغم ذلك فإنَّ للاستقصاء مبادئ مهمة ينبغي اتباعها في جميع البرامج القائمة على الاستقصاء، نذكر منها ما أورده (عطا الله، ٢٠٠٢م، ص ص ٢٣٦-٢٣٧)، (أمبو سعيدي والزغبي، ٢٠٠٩م، ص ص ٥-٨)، (قطيط، ٢٠١١م، ص ص٩٣-٩٤):

١- وضع المتعلمين أمام موقف مُشْكِلٍ أو طرح أسئلة مثيرة للاهتمام.
٢- التجربة المباشرة هي محور تعلم العلوم؛ لسببين رئيسين:
أولًا: إشارة نتائج الأبحاث إلى أنَّ التجربة هي أساس لاستيعاب المفاهيم العلمية.
ثانيًا: أنَّ فهم المتعلمين باستمرار للعالم من حولهم يتم من خلال تجاربهم.
٣- تطبيق الاستقصاء في العلوم، مِن خلال تعلم المتعلمين مهارات عدة منها: الملاحظة، طرح الأسئلة، فرض فروض، التنبؤ، البحث، جمع البيانات، تحليل البيانات.
٤- يُجْرى الاستقصاء عبر مناقشة الآخرين في المجتمع البحثي العلمي والكتابة عن الذات وعن الآخرين.
٥- الاستعانة بمصادر ثانوية تساهم في تكامل الخبرة المباشرة، كاستخدام الكتب والاستعانة بالخبراء والمجتمع العلمي وشبكات الإنترنت.
٦- العلم ذو سياق تعاوني، الاكتشافات العلمية نادرًا ما تنتج عن جهد فردي؛ إذ إنَّها جهد تعاوني بين العلماء الذين يمضون وقتًا طويلًا في الاستقصاء والبحث والحوار.
٧- أن يكون المتعلم محور العملية التعليمية، إذ ينفذ عملية الاستقصاء بنفسه، بدافع الفضول للبحث والتقصي حول المعرفة.

أنواعُ الاستقصاء العلمي

للاستقصاء العلمي ثلاثة أنواع، وفقًا لمقدار التوجيه الذي يقدمه المعلم للمتعلمين؛ وهي:

١) طريقة الاستقصاء الموجه: وفيها يوضع المتعلم أمَّام مُشكلة ويزوَّد بجميع التوجيهات والإرشادات، إذ يتقيد بها ولا يخرج عنها.

٢) طريقة الاستقصاء شبه الموجه: وفيها يوضع المتعلم أمام مشكلة، ويزود ببعض الإرشادات العامة، مثل طريقة العمل والأدوات، وهذه الطريقة لا تقيده وتتيح له فرصة النشاط العقلي والعملي، إذ لا يتعطل تفكيره ولا يعمل عملًا روتينيًا آليًّا.

٣) الاستقصاء الحر (غير الموجه): وفيها يواجه المتعلم مشكلة محددة، ويطلب منه وضع خطة للتوصل إلى حلٍّ لها، فيستخدم ما يحتاج من أدوات ومواد تقدم إليه لتنفيذ هذه الخطة، وهو لا يزود بمعرفة سابقة بالنتائج التي ينتهي إليها حل المشكلة، وعليه أن يفكر بالحلول، ويختبرها، ويتوصل إلى النتائج (عطا الله، ٢٠٠٢م، ص ٢٣٨؛ البغدادي، ٢٠٠٣م، ص ص ٤٣-٤٣٦؛ قطيط، ٢٠١١م، ص ص١١٨-١١٩؛ الخزرجي، ٢٠١١ م، ص٢٠٢).

الفرق بين الاستقصاء والاكتشاف

الغالبية العظمى من التربويين لا ترى فرقًا بين الاكتشاف والاستقصاء، وأنَّ الاكتشاف شقيق الاستقصاء إلَّا أن التفريق بينهما واضح، إذ إنَّ الاكتشاف يحدث عندما يشتغل المتعلم باستخدام العمليات العقلية في التأمل والكشف عن بعض المفاهيم والمبادئ العلمية، أمَّا الاستقصاء فهو مَبني على الاكتشاف لأنَّه ينبغي على المتعلم استخدام قدراته الاستكشافية مع الممارسات العملية، بمعنى آخر الاستقصاء لا يحدث دون عمليات عقلية فِي الاكتشاف، ولكنه يعتمد بشكلٍ رَئيسي على الجانب العلمي، أي إنَّ الاستقصاء مزيج من عمليات عقلية وعملية (عطا الله، ٢٠٠٢م، ص ٢٣٦؛ الخزرجي، ٢٠١١م، ص ص ١٩٨-٢٠٠؛ ناظر، ٢٠١٤م، ص٢٣).

أدوار معلم المادة العلمية والمتعلم عند استخدام مدخل الاستقصاء

إنَّ التحول من معلم صف تقليدي إلى مُعلم صف يستند إلى مدخل الاستقصاء تحدٍ للمعلم والمتعلم على حدٍّ سواء؛ إذ يتخطى هذا التحول البحث عن أنشطة استقصائية، ومِن ثَمَّ تطبيقها داخل الصف، ويتطلب عددًا مِن المتطلبات من المعلم والمتعلم، ويشير ليويلين (٢٠٠٢م/ ٢٠١٢م) إلى أنَّ التحول لمعلم فعال، يستخدم مدخل الاستقصاء، يتضمن ثلاث عمليات مهمة، وهي:

١- إعادة بناء وهيكلة لمحتوى العلوم المدرسي ودروس العلوم اليومية أو البرامج الإثرائية أو التعليمية وتعديل المختبرات التقليدية.
٢- إعادة تجهيز المعلم بالأدوات المتمثلة في استراتيجيات تعليمية، ومهارات طرح الأسئلة، ومهارات الاستقصاء الأساسية فمعلم الاستقصاء ينبغي أن يكون مستقصيًا متمكنا ليوجه مسار المتعلمين الاستقصائي.
٣- إعادة صياغة المعايير والعلاقات داخل حجرة الصف؛ كي تعزز وجود بيئة متمركزة حول المتعلم، إذ تحظى الأسئلة، وحب الاستطلاع، وأخذ زمام المبادرة بالتقدير (ص ص٤-٥).

وقد يتلخص دور المعلم والمتعلم من خلال الاستراتيجيات أو النماذج الاستقصائية بالنقاط الآتية (البغدادي، ٢٠٠٣م، ص ص٤٤٠-٤٤١؛ قطيط، ٢٠١١م، ص ص١٢٠-١٢١؛ الخطيب، ٢٠١١م، ص٢٤٣؛ علوان، محمد، سعد،٢٠١٤م، ص٤٤؛ ناظر، ٢٠١٤م، ص٤٠؛ Bybee, 2014؛ EDMSARAH, 2015P ؛ اليتيم، ٢٠١٥م، ص١٣٤):

- للمعلم

١. تهيئة الفرصة للاستقصاء، من خلال توفير بيئة صفية آمنة ومحفزة وداعمة، سواءً على المستوى المادي أو ما بين المعلم والمتعلمين، أو ما بين المتعلمين وأقرانهم.
٢. الإيمان بأنَّ تفكير المتعلم أهم عامل في عملية التعلم عن طريق مدخل الاستقصاء.
٣. اختيار الأنشطة التعليمية المحفزة للتفكير والمفتوحة النهاية.
٤. التدرب على المناقشات الصفية، تبادل الأسئلة، الملاحظة، التجريب التفسير، تقصي المعلومات، توليد المشكلات، استمرار الاستقصاء والبحث وتوجيهه إن لزم الأمر.
٥. إدارة الوقت إذ إنَّ التعلم بالاستقصاء يتطلب وقتًا أطول.
٦. المتابعة والملاحظة لسير عملية الاستقصاء والدعم للمتعلمين عند الحاجة.
٧. وضع خطة عامة لإرشاد المتعلمين أثناء الاستقصاء.

٨. توفير الأدوات والأجهزة اللازمة لأغراض التعلم بالاستقصاء وفق ما يمكن أن يتطلب الموقف.

٤ – للمتعلم:

١. المتعلم إيجابي فعالٌ وهو محور العملية الاستقصائية.
٢. ممارسة عددٍ من المهارات مثل: (الفضول وحب الاستطلاع تجاه المواقف المشكلة، الملاحظة، التنبؤ، التفكير، جمع المعلومات، تنظيم البيانات، التخطيط، التجريب، البحث العلمي، المثابرة، المناقشة المثمرة، الاتصال، التحليل، الاستنتاج، التعميم، إدارة الوقت، الابتكار.
٣. استخدام عمليات (عقلية وعملية).
٤. الثقة بالذات أكثر وذلك من خلال ممارسة العمليات العقلية والعملية التجريبية البحثية بشكل رئيسي.
٥. الوصول إلى المفاهيم والمبادئ والحقائق العلمية من خلال التجربة المباشرة وغير المباشرة وتكوين السياقات المعرفية الخاصة.

نماذج تدريس مدخل الاستقصاء

يضم هذا المدخل عددًا مِن نماذج التدريس الاستقصائي نذكر منها:

١. نموذج الاستقصاء العادل
٢. نموذج الاستقصاء الدوري
٣. نموذج باير
٤. نموذج عجلة الاستقصاء (الاستقصاء النشط)

فيما يلي عرضها بشيء من التوضيح لخطوات كل نموذج، وتعتمد الدراسة الحالية نموذج عجلة الاستقصاء لمبررات تم توضيحها أثناء وصف النموذج:

١. نموذج الاستقصاء العادل

يُعد نموذجُ الاستقصاء العادل (JIM) أحد النماذج القائمة على الاستقصاء والبحث والاكتشاف والحوار الجدلي بين المتعلمين؛ إذ يسعى المتعلمون إلى اكتشاف القضايا العلمية في إطار جدلي، إذ إنَّ المجتمع يتكون من أفرادٍ مُختلفين في وجهات النظر، مَا يحدث تعارضًا بينهم، الأمر الذي يُحتّم إيجادِ طريقةٍ تمكن هؤلاء المتعلمين من التفاهم بعضهم مع بَعض لتحليل القضايا، واتخاذ موقف تجاهها، يتسم بالعدل.

ويعتمد التدريس القائم على الاستقصاء العادل على تقسيم المتعلمين إلى مجموعات، لكل مجموعة وجهة نظر مختلفة، ومِن خلال البحث والاطلاع والتعرف على القضية العلمية، وأيضًا من خلال الحوار بين المجموعات يتم الاتفاق على رأي واحد صحيح. (Hay and Foley, 1998)

خطوات التدريس وفقًا لنموذج الاستقصاء العادل تتلخص في ست مراحل:

أ- المرحلة الأولى: التوجه نحو القضية، وفي هذه الخطوة يُختَار موضوعُ القضية، ويُقَدَم إلى المتعلمين، ويجوز استخدام عدة أساليب في عرض القضية (قصة – فيلم تعليمي – صور – شفاهيًّا...)، وذلك لإثارة المتعلمين نحو القضية، ثم طرح بعض الأسئلة بصوت واضح مشجع، كما يُقسَّمُ المتعلمون إلى فرقٍ، كل فرقة تتبنى وجهة نظرٍ مُختلفة، أو جانبًا مُعينًا من القضية، يوضح فيه وجهة نظره، وتكون هناك فرقة من المتعلمين مختارة تقوم مقام هيئة المحكمين، ويتم ترتيب الفرق في المجموعات، بحيث يكون عدد الأفراد في كل مجموعة يساوي جوانب الموضوع أو القضية.

ب- المرحلة الثانية: مَرحلة البحث والتعرف على القضية، وفيها يبدأ المتعلمون في استخدام المحتوى، وفي ظل العمل الجماعي كل في مجموعته يستخدمون المكتبة، ومصادر التعلم المختلفة، كالإنترنت، ثم يطرحون مجموعةً من الأسئلة حول القضية، ويكونون الآراء حولها.

ج- المرحلة الثالثة: مناقشة المعلومات والآراء المجمعة، يعرض مقرر كل مجموعة الأفكار الَّتي توصل إليها مجموعته، وتحتاج هذه الخطوة إلى تخطيط استراتيجية من قبل المعلم، إذ يكون دوره فيها إنشاء قاعدة معلومات حقيقية، وتوجيه نظر المتعلمين إلى وجهات النظر المرغوبة، وتوضيح

التناقضات والتشابهات، ووضع الأولويات، والتأكيد على أولوية قيمة أكثر من الأخرى، وتعريف الفروض المتوقعة، ومدى صلتها بالموضوع، وتحديد النتائج المتوقعة، واختبار صدق توقعها، ويتم في هذه المرحلة اختيار هيئة المحكمين لتمثل الرأي المحايد.

د- المرحلة الرابعة: المناظرة بين الفريق المؤيد والفريق المعارض للقضية، يتم في هذه الخطوة إعادة تقسيم المتعلمين إلى مجموعتين متعارضتين إحداها مجموعة مؤيدة للقضية والثانية معارضة لها، ويتم اختيار مجموعةٍ صغيرة لا تزيد على أربعة أفراد لتمثل لجنة الحكم، وعلى المعلم في هذه الخطوة مساعدة المتعلمين على جعل مناخ المناظرة مناخًا حضاريًا نشطًا، وأن يكون مُحايدًا ومشجعًا لكلا الفريقين، والتركيز على الخطوط العريضة للقضية، كما أنَّ عليه وضع استراتيجية لإدارة المناظرة، وترتيب المتحدثين، والزمن الذي سيستغرقه كلا الجانبين، وأنْ يقوم أحد المتعلمين مِن كل مجموعة بعرض وجهة نظر الفريق الذي يتبع له بصورةٍ مُلخصة، ومدعومة بالأدلة، واحترام آراء المتعلمين الممثلين لهيئة المحكمين (الرأي المحايد).

هـ- المرحلة الخامسة: الاتفاق على الرأي وتدعيمه، ويلخص المعلم مع المتعلمين في هذه المرحلة النتائج المرغوبة وغير المرغوبة من عملية الاستقصاء العادل لكل فريق، حتَّى يتم التوصل إلى رأي واحد يدعم أهداف القضية.

و- المرحلة السادسة: التطبيق، وهذه الخطوة مهمة جدًّا، إذ يطبق المتعلمون ما تعلموه في البيئة المحيطة بهم، ويطبق المعلم مَهارات الاستقصاء في هذه المرحلة مِن خلال:

- حضور اجتماعات وندوات ومحاضرات ولقاءات علمية.
- المشاركة في أنشطة المجتمع.
- عقد اجتماعات علمية.
- اقتراح خطط عمل.
- تكوين جمعيات علمية.
- كتابة بحوث.

المشاركة في أنشطة توعية إرشادية (Joyca and Weil, 1996).

٢. الاستقصاء الدوري

ويعود نموذج الاستقصاء الدوري إلى مصممه Betram Bruce وزملائه في جامعة إلينوي الأمريكية، الذين أعدوه لتطوير تدريس العلوم، بجعل الدور الأكبر في تعلم العلوم للمتعلم، بالاعتماد على نفسه في اكتشاف المعرفة في مراحل الاستقصاء، إذ يُثار ذهن المتعلم بفكرة معينة أو طرح مشكلةٍ أو مفهوم، ويشجعه المعلم على طرح التساؤلات حولها، ومحاولة الإجابة عن هذه التساؤلات بجمع البيانات والمعلومات المتصلة بالقضية المطروحة. يمر التدريس بنموذج الاستقصاء الدوري بخمس خطوات متتابعة ذات مسار دوري، تبدأ بالتساؤل عن المشكلة المطروحة، وتنتهي بالتساؤل عما تم إنجازه واتخاذه في مراحل التقصي، وتتمثل المراحل الخمس بالآتي (عطية، ٢٠١٦م، ص ص ٢٤٨ -٢٥١):

أ- مرحلة اسأل: تمثل المرحلة الأولى من مراحل التدريس بنموذج الاستقصاء الدوري إثارة الانتباه بطرح القضية أو المشكلة أو المفهوم الذي يراد التصدي لتعلمه؛ إذ يعرض المعلمُ المتعلمين لمشكلةٍ أو قضية تستثير تفكيرهم، ثم يقدم للأفكار الرئيسية فيها، بما يمكن المتعلمين من فَهم أبعادها، ثم يطلب منهم التفكير بتلك الأفكار والمفاهيم المتضمنة بشكلٍ جيد، ويعطيهم الوقت الملائم للتفكير فيها، ثم يطلب منهم طرح تساؤلاتهم واستفساراتهم حول الأفكار والمفاهيم التي تضمنها الموقف أو القضية المطروحة، ويكتب التساؤلات والاستفسارات على اللوح، ثم يختار من بينها بالتعاون معهم التساؤلات التي ترتبط بالمشكلة أو القضية المطروحة بشكل مباشر، ويعرضها عليهم، ويطلب منهم محاولة الإجابة عنها بأنشطة البحث والاستقصاء والتجريب.

ب- مرحلة استقصِ: في هذه المرحلة يُقسَّمُ المتعلمون إلى مَجموعات، ليتم العمل فيها من أجل الإجابة عن الأسئلة التي تم تحديدها في المرحلة السابقة، فيمارسون عمليات العلم المتمثلة بالملاحظة وصياغة الفروض والتجريب والتفسير، فيجمعون المعارف والبيانات التي يمكن أن تسهم في الإجابات عن تلك التساؤلات، وقد تفضي العملية إلى إعادة صياغة التساؤلات بطريقة أخرى، وتعديل مسارات العمل والتجريب، لغرض التوصل إلى الإجابة المطلوبة.

ج- مَرحلة كَوّنْ أفكارًا جديدة: في هذه المرحلة يُطلب من المتعلمين في كل مجموعة تدارس الأفكار والمعلومات التي توصل إليها كل فردٍ مِن أفراد المجموعة، والربط بينها، وتحديد ما بينها من علاقات لغرض التوصل إلى استنتاجات تفضي إلى توليد أفكار جديدة، فيطلب المعلم مِن كل مجموعة تحديد أهم الاستنتاجات التي توصلت إليها من المعلومات التي جمعت ونوقشت من أفرادها في تقرير، لاستخدام تلك الاستنتاجات في الإجابة عن الأسئلة الرئيسية الَّتي تم تحديدها فيما سبق.

د- مرحلة ناقشْ: في هذه المرحلة تعرض كل مجموعة من المجموعات التعاونية في الصف تقريرها الموحد، الَّذي يتضمن ما توصلت إليه من أفكار واستنتاجات ومعلومات على المجموعات الأخرى، بقصد تبادل الآراء والأفكار ومناقشتها، ويتحدد دور المعلم في هذه المرحلة في حث المتعلمين على مناقشة الاستنتاجات، ومقارنة المعلومات وطرح الأسئلة، وتبادل الخبرات والآراء فيما بينهم، ومتابعة الكيفيات التي تطرح بها المعلومات الجديدة وصياغة المفاهيم الجديدة ثم توحيد الأفكار والمعلومات التي توصلت إليها المجموعات التي ترتبط مباشرة بالأسئلة المطروحة في قائمة واحدة وعرضها.

هـ- مرحلة تأمل: في هذه المرحلة تجري عملية تأمل وتفكير فيما تم إنجازه في المراحل السابقة؛ إذ يطلب المعلم من المتعلمين التفكير، ومساءلة ذواتهم عمَّا أُجْرِيَ، بدءًا من تحديد الأسئلة الرئيسية حول موضوع الدرس والطريقة التي اتبعت للإجابة عن تلك الأسئلة، بما فيها الملاحظات والأنشطة الاستقصائية والتجريبية التي مُوْرِسَتْ، وانتهاءً بالعلاقة بين الأسئلة التي حُددت والاستنتاجات والأفكار المستخلصة.

٣. نموذج الاستقصاء لباير

قدّم باير نموذجًا للاستقصاء العلمي، يسير وفقًا للخطوات الخمس الآتية:

أ- تحديد المشكلة: وهي الخطوات الأولى، وتتضمن عمليات ثلاث: الإحساس بالمشكلة - جعل المشكلة ذات معنى- التحكم في المشكلة.

ب- فرض الفروض أو اقتراح الحلول المحتملة: الفرض تخمين علمي يمثل إجابة ممكنة، ويتضمن عددًا من العمليات العقلية، تَبدأ بفحص وتصنيف المعلومات المتوفرة، ثمَّ البحث عن العَلاقات للتوصل إلى استنتاج منطقي، وتنتهي بصياغة الفرض.

ج- اختبار صحة الفروض في ضوء المعلومات ذات الصلة: وتعد خطوة جوهرية بالنسبة للاستقصاء، وتتضمن عمليات عديدة منها تجميع الأدلة وتنظيمها وتحليلها.

د- التوصل إلى استنتاج بشأن صحة الفرض: وهذه الخطوة لا يكتمل الاستقصاء من دونها لأنَّها الغاية التي يسير نحوها المستقصي مدفوعًا بما لديه من حب الاستطلاع.

هـ- تطبيق الاستنتاج وعمل التعميم: وفِي هذه الخطوة يتم فحص الاستنتاج وإخضاعه للاختبار في ضوء المتوفر من معلومات ذات الصلة، وتتضمن عمليتين: اختبار الاستنتاج في ضوء دليل جديد - وضع تعميم بشأن النتائج (أمبو سعيدي والبلوشي، ٢٠٠٩م، ٢١٩).

٤. نموذج عجلة الاستقصاء (النموذج النشط للاستقصاء)

الاهتمام المتزايد بمدخل الاستقصاء أدى إلى ظهور العديد من النماذج الاستقصائية في هذا المدخل، ومِن النماذج الحديثة نموذج (عجلة الاستقصاء)، أو ما يُسمَّى (النموذج النشط للاستقصاء)، الَّذي نشأ من خلال دراسة أجريت مع اثنين وخمسين عالمِا من علماء كلية العلوم بجامعة (Midwestern) مِن تسعة أقسام مختلفة، وهي: أحياء-كيمياء -فيزياء-علم الأرض-علوم طبية-علوم البيئة-جغرافيَا-علم الإنسان، عن طريق إجراء مقابلات شخصية مع هؤلاء العلماء لمعرفة المفاهيم التي لديهم عن الاستقصاء العلمي وخصائصه-وقد سجلت هذه المقابلات الشخصية- ومِن خلال تحليل محتوى المقابلات الشخصية تبين أنَّ العلماء يمارسون العلم بطرائق مختلفة عما هي موجودة في كتب العلوم المدرسية، بل والأكثر مِن ذلك أن العديدَ مِن العلماء الذين أجريت معهم المقابلة الشخصية، عبروا عن نقدهم للطريقة العلمية التقليدية الموجودة في كتب العلوم المدرسة، وفِي الدراسة نفسها، تمَّ تحليل محتوى أربعين كتابًا من كتب العلوم المدرسية في مستويات تعليمية مختلفة في فروع العلوم المختلفة: (٢٠) كتابًا في الأحياء، (٥) كتب في علوم الأرض، (٥) كتب في الكيمياء، (٥) كتب في الفيزياء، (٥) كتب في العلوم العامة، وكانت

سنوات النشر لهذه الكتب من عام (١٩٨٩م: ٢٠٠٠م)، وتمَّ تحليل هذه الكتب مِن حيث تناولها للطريقة العلمية، وخطواتها التي يتعرض لها المتعلمون، وكانت خطوات الطريقة العلمية الموجودة في كتب العلوم المدرسية التي حُللت كالتالي:

١-التعرف والبحث عن المشكلة.
٢-عمل الفروض، وتكون في صيغة خبرية يمكن اختبارها.
٣-عمل التجارب والتحكم في المتغيرات لاختبار الفروض.
٤-جمع وتنظيم وتحليل جمع البيانات.
٥-عمل الاستنتاجات التي رُبما تقود إلى فروض أخرى.
٦-تقييم النظرية أو الفرض الذي اختير.

وكان نتيجة تحليل محتوى هذه الكتب أنَّ مثل هذه النماذج من الطريقة العلمية تؤدي إلى تكوين تصورات خاطئة، وهي:

- أنَّ الطريقة العلمية تتم في عملية خطية، تتبع مسارًا محددًا، كمجموعةٍ مِن الخطوات، كل خطوة تؤدي إلى الخطوة التي تليها، وتكون في اتجاه واحد، أي إنَّه ليس هناك عودة للخلف مرة أخرى، ومِن ثَمَّ لا قيمة للتغذية الراجعة التي يحصل عليها المتعلم من أي خطوة من الخطوات.

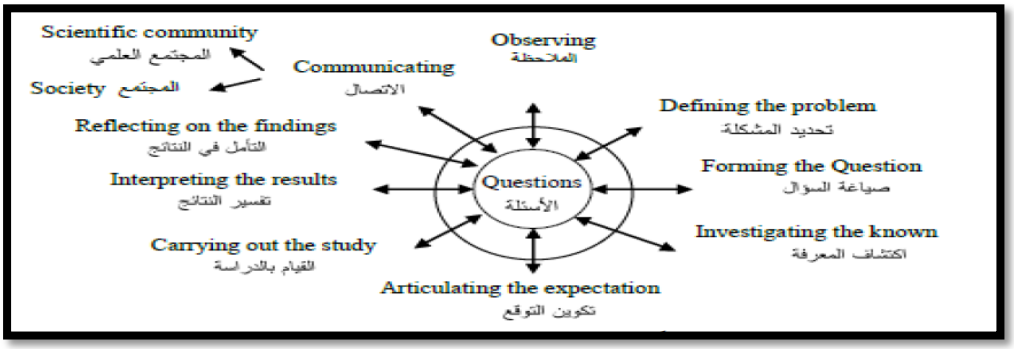
في حين أكدَّ العلماءُ خلال المقابلة الشخصية أنَّ العمل بالعلم لا يحدث فِي صورة عملية تسير في اتجاه خطي، بل هو عملية ديناميكية، إذ تكون الأسئلة والتناقضات دائمًا لها قيمة، وأنَّ أفضل وصف لجوهر الطريقة العلمية هو أنَّها خطوات مألوفة في عملية إبداعية، وقَد نبع نموذج عجلة الاستقصاء من وصف العلماء للاستقصاء العلمي الذي يمارسونه (Reiff, Harwood and phillipson, 2002, P.P6-10).

الهدف العام مِن هذا النموذج هو تزويد المتعلمين والمعلمين بفَهم أعمق عن كيفية إنجاز العلم في الواقع باستخدام هذا النموذج، يتعلم المتعلمون أنَّ عملية الاستقصاء يمكن أن تتبع

سلسلة من التحولات والانعطافات التي يمكن أن تُؤدي في النهاية إلى اكتشاف علمي (Harwood, 2004).

نموذج عجلة الاستقصاء: يتضمن نموذج العجلة الاستقصاء (١٠) أنشطة رئيسية، الشكل (٢-١)، تسع أنشطة منها حول المركز؛ وهو نشاط طرح الأسئلة، وهِي:

شكل (٢-١): نموذج عجلة الاستقصاء



المصدر: (Reiff,R, et al, 2002, p.p12-19)

١- تحديد المشكلة

في هذا النشاط تُحدد الأهداف العلمية المراد اكتشافها، يجدد العلماء المشكلة بناء على ملاحظاتهم وفهمهم للأدبيات، إذ يجب أنْ يقرر من خلال الملاحظات أي المشكلات قابلة للاختبار، وأيها يساهم كأساس تُبنى عليه المعرفة العلمية. بعض العلماء يرون أنَّ قدرة الفرد على تحديد المشكلة قدرة غير متوفرة لدى كل الأفراد، بينما يعتقد البعض الآخر مِن العلماء أنَّ أي فرد بإمكان تحديد المشكلة وإجراءات العمل بها (Reiff, et al, 2002, p13)، وفِي خطوة تحديد المشكلة يتم عرض معرفة علمية، وتمهيد لموضوع المشكلة من قبل المعلم، ويبين للمتعلمين جوانبها مع مراعاته لاستعداداتهم ومراحل نموهم المعرفي (اليتيم، ٢٠١٥م، ص ص ١٢٩-١٣٠).

٢- صياغة السؤال

يقصد بها بناء سؤال يقود البحث أو الدراسة، وتحديد المشكلة، ربما يحدث بعد طرح السؤال، إلا أنَّ الأكثر شيوعًا أنَّ العبارة التقريرية للمشكلة تتحول إلى سؤالٍ ليمثل مركز

الاستقصاء، وصياغة السؤال من الممكن أن تكون تحديا، والاستقصاء هو صياغة سؤال جديد، ويلزم مساعدة المتعلمين على فَهم أن المعرفة تأتي مِن خلال طرح الأسئلة، حتَّى وإن كانوا غير قادرين على طرح سؤال جديد، كما يلزم مساعدتهم على فَهم أن المعرفة تكون نتيجة عمليات تقوم على الاستقصاء، وأنْ طرح الأسئلة هو النتيجة الطبيعية لحب الاستطلاع، وذلك هو الذي يقود إلى المعرفة والفَهم الجديدين، وليست المعرفة هي التي تثير الاستقصاء، بل طرح الأسئلة هو القوة القائدة للاستقصاء العلمي، وتعد الأسئلة رحلة فكرية يقوم فيها المعلم بمرافقة الطالب مثله مثل الدليل السياحي المرافق للرحلة حتى تحقق الهدف (أبو زينة، ٢٠١١م، ٩٨)، ويشير الخزرجي (٢٠١١م) إلى أنَّه ينبغي عند طرح الأسئلة الاستقصائية اختيار الأسئلة القابلة للاستخدام، والأنسب لتوجيه الاستقصاء حول محور المشكلة المحددة (ص٢٠٠).

٣- اكتشاف المعرفة

هذا النشاط يقابل مرحلة جمع المعلومات في الطريقة العلمية التقليدية، وهي عملية يطلع من خلالها العلماء على الكتب والمقالات ومقابلة الخبراء في مجال البحث أو الدراسة، أو التحدث مع الخبراء في مجال البحث، والتحدث مع الخبراء في هذا المجال هو مثال للاتصال الذي يحدث في المرحلة المبكرة لعملية الاستقصاء، وهذا يمثل تناقضًا للطريقة العلمية، إذ يذكر الاتصال كخطوة نهائية فقط عند عرض تقرير (شفوي/كتابي) للاستقصاء، في هذا النشاط يستطيع العلماء معرفة الحدود بين المعرفة المعلومة أو الموجودة بالفعل، والمعرفة المجهولة بالفعل عن موضوع الاستقصاء (Reiff, et al, 2002, p14؛ البغدادي، ٢٠٠٣م، ص ٤٣٧).

علماء الطب يصفون هذا النشاط بالتحرك من المعرفة المؤكدة إلى المعرفة المشكوك فيها، إن الاستقصاء العلمي الحقيقي يوصف بأنَّه عملية تراكمية، فالأسئلة الجديدة التي تُسأَل تساهم في البحث لأبعد مما هو معروف، ونشاط جمع المعلومات هذا ربما يقود المستكشف للإجابة عن السؤال الأصلي، وبناء على ذلك نجد أنَّ السؤال الخاص بموضوع الاستقصاء ربما يعدل ليخاطب موضوع لم يكن معروفًا بعد، وربما الاستقصاء يستمر لينقح نتائج معروفة، وفي مرحلة اكتشاف المعرفة يوجه المعلم المتعلمين إلى البحث في شبكة المعلومات الإلكترونية، قراءة الكتب والمجالات،

الاتصال بالخبراء، وكل هذه مهارات ضرورية لاكتشاف ما هو معلوم في الموضوع الذي تتم دراسته (Harwood, 2004).

٤- تكوين التوقع

يشير جاردش وبروكسفورت (٢٠١١م/٢٠١٥م) إلى أنَّ العلماء نادرًا ما يستخدمون كلمة فرض عندما يتكلمون مع بعضهم بل يستخدمون كلمة (توقع) أو (حس) يحاولون تتبعه أو (فكرة) للدلالة على ما عندهم (ص٥٢). هذا النشاط من نموذج عجلة الاستقصاء يقابل مرحلة فرض في الطريقة العلمية، وبمجرد إكمال مرحلة جمع المعلومات، ربما يرجع العلماء للخلف للأنشطة السابقة في نموذج عجلة لتنقيح أو تعديل المشكلة أو السؤال موضوع الاستقصاء، والفَهم الجيد للمعرفة والمعلومات التي تم جمعها عن موضوع الاستقصاء، توجه العلماء إلى بناء إجابة مبدئية للسؤال، وهو الفرض أو التنبؤ، وبصفة أشمل يكوّن العلماء توقعاتهم/فروضهم/تنبؤاتهم عن السؤال موضوع الاستقصاء (Harwood, 2004).

٥- إجراء الدراسة

بناء على دراسة الأدبيات المرتبطة بموضوع الاستقصاء والتنبؤات، أو الفروض التي صيغتْ؛ يبدأ العلماء في هذا النشاط التخطيط والتصميم للاستقصاء العلمي، في هذا النشاط يتم البحث عن إجابة بالدليل العلمي لسؤال الاستقصاء، ويستخدم العلماء طرائق ومداخل متعددة لاستقصاء السؤال، ويقرر العلماء أي طريقة سوف تكون مناسبة للاستقصاء، ويختارون الأدوات والوسائل الَّتي سوف تساعد في إجراء الاستقصاء، وحتَّى يُجاب عن سؤال الاستقصاء بالدليل العلمي، فإنَّ الاستقصاء ربما يأخذ شكل تجربة أو اختبار أو تصميمات أخرى، وفي التجربة أو الاختبار يسيطر العلماءُ على المتغيرات، ويعالجون المتغير المطلوب اختباره، إن اختبار الأدوات والتصميم التجريبي، يتأثر بالتوقعات أو الفروض التي سوف تمدنا بإجابة مفيدة للسؤال موضوع البحث (Reiff, et al, 2002, p16).

ويشير عطا الله (٢٠٠٢م) إلى عددٍ مِن أشكال الاستقصاء يمكن استخدامه في هذا النشاط منها:

أ- أسلوب الاستقصاء بالتجريب، وتعد التجربة العلمية من الركائز المهمة في التعلم الاستقصائي، كما ينبغي أن يمتلك الفرد مهارات معينة ليتمكن من السير في خطة الاستقصاء بالتجريب، كالملاحظة المضبوطة، والقدرة على تصنيف الأفكار والمواد والقياس وتكوين التوقعات والتفسير والاستدلال.

ب- أسلوب الاستقصاء العقلاني، ويحدث هذا النوع عندما يتوصل المتعلم إلى تعميمات واستنتاجات جديدة، يتم تدوينها من خلال البحث والاطلاع والسؤال والجواب والمناقشة والتواصل حول موضوع الاستقصاء.

ج- أسلوب الاستقصاء بالبحث، ويحدث هذا النوع من الاستقصاء عندما يتعامل الفرد حسيًّا مع الأدوات والمواد في موقف تعليمي، ونتيجة للخبرة الحسية، والتفاعل اللفظي بين المعلم والمتعلمين، والبحث من خلال مصادر المعرفة، يتم التوصل لاستنتاجات معينة تكون نتيجة بحثهم (ص ص٢٣٨-٢٤٠).

٦- تفسير النتائج

بعد التوصل إلى البيانات مِن خلال المرحلة السابقة، يبدأ العلماء فحص ماذا تقول هذه النتائج؟ وما دلالة هذه النتائج؟ هذه النتائج قد تكون في شكل قياسات، ملاحظات، تحليل إحصائي، دراسة استطلاعية، وذلك بناء على الطريقة المختارة لجمع النتائج، يبدأ العلماء في البحث عن النماذج والعلاقات بين النتائج، فإذا كانت النتائج غير مترابطة أو غير متناسقة، أو حدث خطأ في جَمع النتائج، فإنَّ العلماء يكررون دراستهم مرة أخرى، أو ينقحون تصميمهم التجريبي، وهذا ربما يقود العلماء إلى تنقيح الطريقة المستخدمة في الاستقصاء، أو تنقيح سؤال البحث، أو البحث عن معلومات أكثر عن الموضوع أو عمل ملاحظات إضافية، والطبيعة المرنة لنموذج عجلة الاستقصاء تقودنا إلى إعادة المراحل للوصول للنتائج الصحيحة، بالنسبة لبعض العلماء من هذه المرحلة تبدأ العلوم الحقيقية أو العلوم الفعلية، إذ يُعتقد أنَّ العلم هو جمع النتائج في المعمل، في هذه المرحلة قد يتم العودة مرة أخرى للأدبيات، وتُعالج النتائج كما يتم مشاركتها إذ تكون الاكتشافات ذات معنى (Harwood, 2004؛ الخزرجي، ٢٠١١م، ص ٢٠٩).

٧- التأمل في النتائج

هذا النشاط غير متشابه لمرحلة تفسير النتائج، وفي هذا النشاط يقضي العلماء وقتًا كافيًا للتفكير في النتائج التي توصلوا إليها: ماذا تعني هذه النتائج؟ وما دلالة النتائج التي توصلوا إليها؟ وكيف ترتبط هذه النتائج بالمعرفة السابقة؟ ويقضي العلماءُ ساعات عدة في البحث عن النماذج وعمل العلاقات بين النتائج التي توصلوا إليها، ويوضح العلماء أنَّ أكثر ما تبخس قيمته في البحث هو التفكير أو التأمل في النتائج الَّتي توصل إليها، ويوضح بعض العلماء أنَّ أفضل العلماء مثل أينشتين ونيوتن كانوا قادرين على إدراك علاقات لم يستطع أي فرد آخر غيرهم على رؤيتها عن طريق التأمل في النتائج، ولذلك أنت تفكر في هذه المرحلة بالورقة والقلم وقراءة الكتب الرئيسية، وهذا لإدراك الروابط، وعمل العلاقات بين النتائج، وإدراك الموضوع بصورة أشمل، هذه الومضات أو لحظات الاستبصار من الممكن أن تحدث خارج المعمل، وقد يأخذ العلماء خطوة للخلف للاستبصار في البيانات وإدراك العلاقات، مُعظم كتب العلوم التي تم تحليل الطريقة العلمية التقليدية فيها لا تذكر التأمل في النتائج كجزءٍ مهم من الاستقصاء (Reiff, et al, 2002, p17; Harwood, 2004).

٨- الاتصال

نادرا ما يعمل العلماء بشكل منفصل، وهذا يعني أنَّه خلال الاستقصاء يتصل العلماء مع أقرانهم من العلماء، ومع العلماء الآخرين في المعامل الأخرى، وفي كل مكان، والعديد من الاستقصاءات تتضمن الجهود التعاونية بين العديد من العلماء التي تتطلب مهارات اتصال جيدة، وغالبا هذا النشاط يولد أفكارًا جديدة، من خلال مناقشة الأفكار، والاستجابة للأسئلة والاستفهام، ومِن المهم ملاحظة أنَّ الاتصال لا يحدث فقط في نهاية مرحلة الاستقصاء، بل كما سبق أن ذكر يحدث في مرحلة جمع المعلومات، ومشاركة النتائج، والاتصال مع الآخرين قد يكون:

أولًا: الاتصال مع الأقران في المجتمع العلمي (العلماء)، وهو ضروري لتوضيح النتائج وصدقها وثباتها وفرص التقدم المهنية.

ثانيًا: الاتصال مع العامة من الناس الذين قد يحضرون مرحلة الاتصال، وذلك للاستفادة العلمية، أو من الممكن أنْ ينفع المجتمع بزيادة الوعي عن القضايا العلمية ومساعدة الناس على اتخاذ القرارات، تشجيعهم على طرح الأسئلة عن مشكلات الحياة اليومية، ويقتصر ذكر الاتصال في الطريقة العلمية التقليدية على أنَّه خطوة قاصرة فقط على المجتمع العلمي (Reiff, et al, 2002, p18).

٩- الملاحظة

وهذا النشاط يتمثل في قدرة العلماء على استخدام حاسة أو أكثر (البصر، السمع، اللمس، الشم) لرصد متغير أو ظاهرة علمية، وهذا يتضمن مهارة تسجيل الملاحظات واستخدام الأجهزة المعينة (ناظر، ٢٠١٤م، ص ٣٥)، وتحدث الملاحظة خلال أنشطة نموذج عجلة الاستقصاء كلها، فالملاحظة ضرورية لتسجيل القراءات بدقة، وتكون المصدر لنمو الأسئلة، والأسئلة تنبع من الملاحظات باستخدام الحواس، أو تنبع الأسئلة مِن خلال القراءة في الأدبيات أو مِن حب الاستطلاع الموجود لدى العُلماء، ويوضح أحد العلماء في هذه الدراسة أنَّ مهارات الملاحظة جزءٌ مِن الاستقصاء العلمي، فالعديدُ مِن النَّاس تنظر، ولكنها لا ترى لذلك فالمهارة الرئيسية في الاستقصاء العلمي هي Look and See، ولمساعدة المتعلمين على تنمية مهارات الملاحظة يمكن طرح الأسئلة الآتية أثناء الاستقصاء العلمي: حدثني ماذا رأيت، ما الذي سمعته، بماذا تشعر، ماذا تلاحظ؟ هذه الملاحظات هي التي تمكننا من تحريك الاستقصاء لمرحلة أخرى، أو تكون نقطة البدء لاستقصاء جديد، ويشدد العلماء على الملاحظة خلال عملية الاستقصاء العلمي كلها، فهي متضمنة مع مرحلة إنجاز الدراسة، ومرحلة اكتشاف ما هو معلوم (Harwood, 2004).

١٠- الأسئلة

يكون طرح الأسئلة في مركز نموذج عجلة الاستقصاء، وهو مركز وجوهر أي استقصاء علمي، سواء كانت الأسئلة عامة أو متشبعة، وتستمر عجلة الاستقصاء في الدوران عن طريق الأسئلة التي تغذيها، ويصف أحدُ العلماء الدور الرئيسي للأسئلة بأنَّه يجب أن نسأل عن كل

شيء؟ ولماذا؟ ولذلك تكون العلوم مهمة والتقصي هو الذي يقود عملية بناء المعرفة (Reiff, et al, 2002,p19).

يمكن استخدام نموذج عجلة الاستقصاء في دروس الاستقصاء الحر، والموجه، وشبه الموجه، كما يمكن استخدامه في تقويم المتعلمين، إذ يساعد هذا النموذج المعلمين في تقويم تلاميذهم الذي يملون في الأنشطة الاستقصائية كالتالي:

- هل انخرط المتعلمون في التفكير الضروري واللازم لإجراء الاستقصاء؟
- هل انتقل المتعلمون من الأسئلة العامة إلى الأسئلة المرتبطة بالاستقصاء؟
- هل بحث المتعلمون عن المعرفة اللازمة لمساعداتهم على الاستقصاء؟
- هل كتب المتعلمون فروضًا واضحة عن موضوع الاستقصاء؟
- هل حدث اتصال مع الآخرين أثناء الاستقصاء؟

ويستخدم هذا النموذج في التدريس بالكليات والمعاهد والتعليم العام، إذ يمكن استخدامه إطارًا لتحديد إذا ما كانت أهداف المعمل أو الدرس أُنْجزت، كما أنَّه يحقق النشاط والدافعية الذاتية للمتعلمين، ويجعل المتعلمين يسلكون سلوكَ العلماء، وحتَّى يحدث ذلك يجب على المعلمين أن يسألوا أنفسهم: هل نجح المتعلمون في تحديد المشكلة؟ هل عمل المتعلمون في الأنشطة المطلوبة؟ هل كان لديهم الحرية للتحرك بين الأنشطة؟ (Harwood, 2004).

في هذا المجال أجرى أحد مدرسي الأحياء في المرحلة الجامعية تمرينًا مخبريًّا للطلاب بعد تدريبهم على استخدام النموذج، ووجد أنَّ المناقشات داخل المختبر وجهت الأنشطة، وأنَّ الطلاب سلكوا سلوكَ العلماء في تحديد المشكلة، وصياغة السؤال، وعمل الملاحظات، وصياغة التوقع، كما أن المناقشات كانت تُجرى على المستوى الضيق والموسع ليكون الفرد أفضل الأفكار، ويبدأ التصميم للتجريب، وقد أدى هذا التمرين المخبري إلى نجاحٍ وجوٍّ متفائل للبحث (Levri, Levri, 2003).

مِن العرض السابق يتضح تميز نموذج عجلة الاستقصاء عن نماذج الاستقصاء الأخرى، وعن الطريقة العلمية بأنشطته العشرة والمرونة في الانتقال بينها، مع التركيز على النشاط الأكثر

حاجة، حسب عملية الاستقصاء، وحضور نشاطي (الأسئلة والملاحظة) في جميع الأنشطة الأخرى، والمتأمل يجد هذه الأنشطة العشرة في النموذج، فضلًا عن كونها أكثر مرونة عن بقية النماذج الاستقصائية، وعن الطريقة العلمية المرتبطة بعلم العلوم؛ تتوافق مع الخصائص والسمات العقلية لدى الموهوبين في مرحلة المراهقة، التي أوردها القمش (٢٠١١م)، وهي الملاحظة الدقيقة، طرح التساؤلات، الاستمتاع بالفرضيات، الاهتمام والشغف بالبحث والاطلاع، النقاشات الثرية، القدرة على الاستدلال والتقييم والتأمل (ص ص١٠٨-١١٨).

وقد تم الإفادة من الإطار النظري لمحور الاستقصاء ونموذج عجلة الاستقصاء في بناء البرنامج الإثرائي ودليل الإثراء الخاص بالمعلم.

- دراسات سابقة تناولت مدخل الاستقصاء

يهدف هذا الجزء إلى عرض بعض الدراسات والبحوث العربية والأجنبية ذات العلاقة بمدخل الاستقصاء؛ لما لها من أهمية في تأصيل الإطار النظري الذي تقوم عليه الدراسة، وبناء أدواتها، ومقارنة النتائج التي تكشف عنها الدراسة بنتائج هذه الدراسات؛ بما يُسهم في إثراء الدراسة وتدعيمها.

وقد أفادت الباحثة من عدة مصادر بالحصول على هذه الدراسات والبحوث، مِن أهمها:

١. بعض رسائل الماجستير والدكتوراه الموجودة في الجامعات العربية.
٢. بعض الدوريات العربية والأجنبية.

كما تم مراعاة الآتي في عرض الدراسات السابقة:

- الترتيب الزمني؛ إذ تعرض الدراسات والبحوث ترتيبًا زمنيًّا من الأقدم إلى الأحدث في حدود عشر سنوات ماضية.
- توحيد منهجية عرض الدراسات من حيث هدفها، ومنهجها مع بيان مجتمعها وأدواتها، وأهم النتائج التي توصّلت إليها في عرض الدراسات .
- التعقيب على جميع الدراسات بعد الانتهاء من عرضها، ويشتمل على أهم ما تم استخلاصه من هذه الدراسات والبحوث؛ وفيما يلي تفصيل ذلك:

أجرى **ستيفن وآخرون Stephanie, et al** (2012) دراسة هدفت إلى تدريس طلاب في قسم الأحياء باستخدام نموذج عجلة الاستقصاء، واستخدام النموذج أثناء برنامج الدراسة وفي المختبرات وقياس أثره في التحصيل، واتبعت الدراسة المنهج التجريبي في البحث، وتكون مجتمع الدراسة من طلاب قسم الأحياء في كلية أوغستانا، وتمثلت الأدوات في اختبار تحصيلي، وأسفرت النتائج عن أنَّ تدريس الأحياء باستخدام نموذج عجلة الاستقصاء انعكس بشكل إيجابي على تحصيل طلاب قسم الأحياء الدراسي.

وأجرى **نصر (٢٠١٢م)** دراسة هدفت إلى تعرف فاعلية برنامج مقترح قائم على نموذج الاستقصاء العادل لتنمية الاستقصاء العلمي، ومهارات التفكير الأخلاقي، ونزعات التفكير الناقد لدى طلاب كلية التربية، واتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وتكون مجتمع الدراسة مِن طلاب كلية التربية ببورسعيد، وشملت أدوات الدراسة اختبار الاستقصاء العلمي، واختبار التفكير الأخلاقي، ومقياس كاليفورنيا لقياس نزعات التفكير الناقد، وأسفرت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١)، بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية في اختبار الاستقصاء العلمي بكل مستوياته، كما أسفرت النتائج عن وجود فروقٍ ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١)، بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية في اختبار التفكير الأخلاقي بكل مهاراته، وأخيرًا أسفرت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١)، بين متوسطات درجات المجموعة التجريبية في مقياس كاليفورنيا لنزعات التفكير الناقد، ويشير ذلك إلى فاعلية البرنامج المقترح القائم على نموذج الاستقصاء العادل في تنمية الاستقصاء العلمي ومهارات التفكير الأخلاقي ونزعات التفكير لدى طلاب كلية التربية ببورسعيد.

كما هدفت دراسة **تشين وآخرون Chen, et al (2012)** إلى بحث مدى فاعلية التعلم الاستقصائي في تعليم تقنيات النانو لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، واستخدمت الدراسة المنهج التجريبي على عينة من (١١٠) مِن تلاميذ الصف الخامس بالمرحلة الابتدائية في مدينة تايبيه في تايوان. قُسِّمَتْ العينةُ إلى مجموعتين: مجموعة ضابطة (٥٥) درست بالطريقة التقليدية القائمة على الشرح والتفسير، ومجموعة تجريبية (٥٥): درست بأسلوب التدريس الاستقصائي. وطُبِقَ اختبار فهم النانو (**NSQ**)، على المجموعتين قبل وبعد التدريس، توصلت النتائج إلى أنَّ فهم

الطلاب لمفاهيم ولتطبيقات النانو في المجموعة التجريبية زاد على فَهم المجموعة الضابطة بنسبة (٢٣,٦٣%)، مَا يدل على تأثير التدريس الاستقصائي.

واهتمت دراسة **صالح والسيد (٢٠١٤م)** بمعرفة أثر كل من نموذج عجلة الاستقصاء وأسلوب حل المشكلات في تنمية التحصيل المعرفي ومهارات الاستقصاء العلمي والدافعية لتعلم العلوم لتلاميذ الصف الثاني المتوسط، واتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وشمل مجتمع الدراسة تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وتمثلت أدوات الدراسة في: اختبار تحصيلي، اختبار مهارات استقصاء علمي، مقياس الدافعية، وأسفرت النتائج عن وجود أثر المتغيرين المستقلين: (نموذج عجلة الاستقصاء)، و(أسلوب حلّ المشكلات)، في تنمية المتغيرات التابعة، (التحصيل المعرفي)، و(مهارات الاستقصاء العملي)، و(الدافعية لتعلم العلوم).

كما هدفت دراسة **قباجة (٢٠١٤م)** إلى التعرف على أثر استخدام استراتيجية الاستقصاء التأملي في اكتساب طلبة الصف السادس الأساسي للمفاهيم الفيزيائية، وتنمية الاتجاهات العلمية. اتبعت الدراسة المنهج شبه التجريبي، وتكوّن مجتمع الدراسة من طلبة الصف السادس الأساسي في المدارس الحكومية التابعة لمديرية التربية والتعليم في محافظة بيت لحم/فلسطين، إذ شملت العينة القصدية (١٤٦) طالبًا وطالبة (٨٠ طالبًا و٦٦ طالبة)، انتظموا في أربع شعب بمدرستين، من كل مدرسة شعبتان، إحداهما ضابطة (درست بالطريقة الاعتيادية)، والثانية تجريبية (درست بطريقة الاستقصاء التأملي). تكونت أدوات الدراسة من اختبار اكتساب المفاهيم الفيزيائية، واستبانة الاتجاهات العلمية، وأسفرت الدراسة عن النتائج التالية: وجود فروق دالة إحصائيًّا في اكتساب الطلبة للمفاهيم الفيزيائية، تُعزى إلى طريقة التدريس ولصالح استراتيجية الاستقصاء التأملي، وعدم وجود فروق دالة إحصائيًّا في اكتساب الطلبة للمفاهيم الفيزيائية تعزى إلى الجنس، والتفاعل بين المجموعة والجنس، ووجود فروق دالة إحصائيًّا في تنمية الاتجاهات العلمية تعزى إلى طريقة التدريس ولصالح استراتيجية الاستقصاء التأملي، وعدم وجود فروق دالة إحصائيًّا في تنمية الاتجاهات العلمية تعزى إلى الجنس، والتفاعل بين المجموعة والجنس.

وهدفت دراسة **إسماعيل (٢٠١٦م)** إلى تقصي أثر استراتيجية الاستقصاء الموجه في تحصيل المفاهيم الفيزيائية، وتنمية التفكير الإبداعي لدى طلبة الصف العاشر الأساسي (الأول ثانوي) مقارنة بالطريقة الاعتيادية، اعتمدت الدراسة المنهج شبه التجريبي، تمثل مجتمع الدراسة في طلاب وطالبات الصف العاشر الأساسي، وتكوّن أفراد الدراسة من (٨٠) طالبًا وطالبة، وتمثلت أدوات الدراسة في اختبار تحصيل المفاهيم الفيزيائية، اختبار مهارات التفكير الإبداعي، أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق دالة إحصائيًّا عند مستوى الدلالة (٠,٠٥) فِي تحصيل المفاهيم الفيزيائية وتنمية مهارات التفكير الإبداعي تعزى إلى استراتيجية الاستقصاء الموجه.

كما أجرت **العنزي (٢٠١٧م)** دراسة هدفت إلى استقصاء أثر استراتيجية الاستقصاء الموجه في اكتساب المفاهيم البيولوجية والاتجاهات العلمية لدى طالبات الصف الأول ثانوي العلمي، اعتمدت الدراسة المنهج التجريبي، وتمثل مجتمع الدراسة بطالبات الصف الأول ثانوي العلمي، وتكوّن أفراد الدراسة من (٦٠) طالبة، استُخدمت أداتان، وهما: اختبار المفاهيم البيولوجية ومقياس الاتجاهات العلمية، خلصت الدارسة إلى تفوق استراتيجية الاستقصاء الموجه في اكتساب الطالبات المفاهيم البيولوجية والاتجاهات العلمية لصالح المجموعة التجريبية.

التعقيب على الدراسات التي تناولت المدخل الاستقصائي.

مِن العرض السابق للدراسات والبحوث التي تناولت المدخل الاستقصائي؛ أمكن الخروج بمجموعة من الموجهات التي يمكن الإفادة منها، وإجمالها في توضيح أوجه التقاء الدراسة الحالية واختلافها مع دراسات وبحوث المحور الأول فيما يلي:

١. تلتقي الدراسة الحالية مع جميع دراسات هذا المحور في استخدام مدخل الاستقصاء (نماذج أو استراتيجيات استقصائية) في التدريس كمتغير مستقل، كما تلتقي مع جميع الدراسات في استخدام المنهج شبه التجريبي.
٢. تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة Stephanie Fuhr, et all (٢٠١٢)، وصالح والسيد (٢٠١٤م) في المتغير المستقل مِن ناحية استخدام النموذج (المدخل الاستقصائي: نموذج عجلة الاستقصاء) في التدريس.

٣. تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة نصر (٢٠١٢م) في استخدامها نموذجًا استقصائيًّا "متغيرًا مستقلًا"، ونزعات التفكير "متغيرًا تابعا" مع الاختلاف في نوع نزعات التفكير.

٤. تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة تشين وآخرين Chen, at all (2012) في استخدامها مدخل الاستقصاء "متغيرًا مستقلًا" وتقنية النانو "متغيرًا تابعًا".

٥. تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة قباجة (٢٠١٤م)، وإسماعيل (٢٠١٦م)، والعنزي (٢٠١٧م) في المتغير المستقل مدخل الاستقصاء والمتغير التابع اكتساب المفاهيم.

٦. تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة إسماعيل (٢٠١٦م)، والعنزي (٢٠١٧م) في استهدافها للمرحلة الثانوية.

٧. تختلف الدراسة الحالية مع الدراسات في هذا المحور في البيئة التي طبقت فيها الدراسة، إذ طبقت الدراسة الحالية في المملكة العربية السعودية في حين أنْ باقي دراسات المحور طبقت في مجتمعات عربية وأجنبية غير المجتمع السعودي.

٨. تختلف الدراسة الحالية مع الدراسات في هذا المحور في مجتمع الدراسة، إذ طبقت الدراسة الحالية على الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية في حين باقي دراسات المحور طبقت على الطلاب العاديين.

أوجه استفادة الدراسة الحالي مع دراسات وبحوث هذا المحور تتمثل فيما يلي:

أفادت دراسات وبحوث هذا المحور عموما كالتالي:

- تحديد ودعم مشكلة الدراسة، وزيادة الإحساس بأهميتها وأبعادها.
- تعميق المعرفة بالتصميم التدريسي ومهارات إكساب المفاهيم وفق مدخل الاستقصاء.
- بناء البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي.
- مقارنة النتائج التي توصلت إليها الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة.
- المساهمة في تحديد الإجراءات الميدانية المناسبة لهذه الدراسة.
- معرفة أنسب الأساليب لاستقراء نتائج الدراسة الحالية.

٢- تقنية النانو

تُعدُ تقنية النانو الجيل الخامس الَّذي ظهرَ فِي عالم الإلكترونيات، الذي يمكن تصنيف ثوراته التقنية على أساس أنَّها مرت بعدة أجيال كالتالي: الجيل الأول: يتمثل في استخدام المصباح الإلكتروني (Lamp) بما فيه التلفزيون، الجيل الثاني: يتمثل في اكتشاف الترانزستور، وانتشار تطبيقاته الواسعة، الجيل الثالث: يتمثل في استخدام الدارات التكاملية، وهِي عبارة عن قطعة صغيرة جدًّا، اختزلت حجم العديد مِن الأجهزة، بل رفعت من كفاءتها، وعددت من وظائفها، الجيل الرابع: يتمثل في استخدام المعالجات الصغيرة الَّذي أنتج الحاسبات الشخصية والرقائق الكمبيوترية السيليكونية، الجيل الخامس: يتمثل في تقنيات النانو (محمد، ٢٠١٢م، ص٢٤)، التي ستتضح بشكل أكثر تفصيلًا مِن خلال العرض التالي لهذا المحور.

مفهوم النانو وتقنية النانو

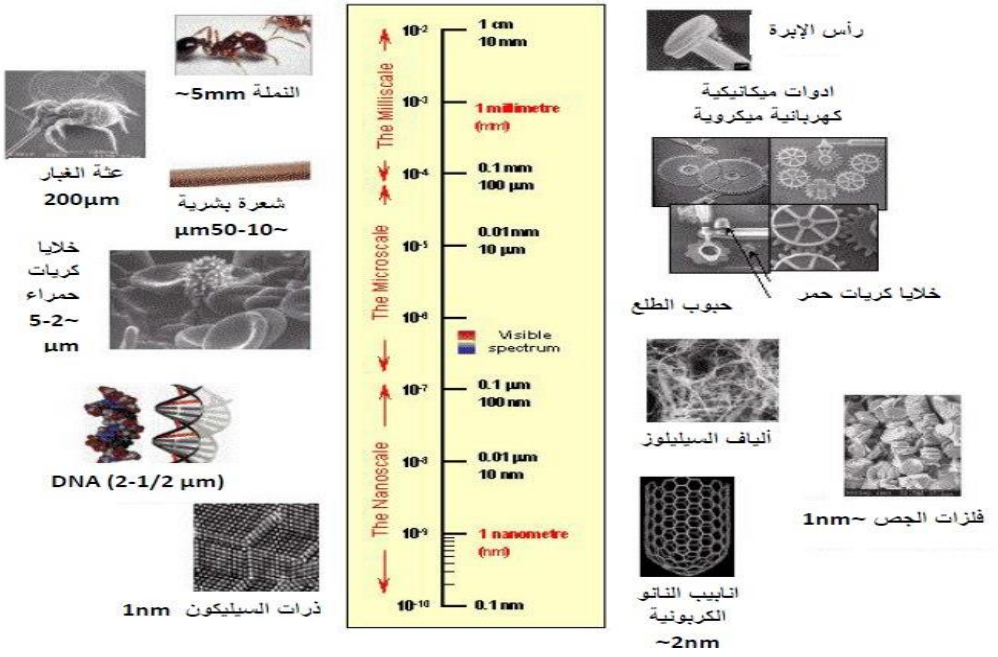
مِن خلال البحث في مفهوم النانو تجمع الكتب في هذا المجال على أن كلمة نانو nano هي كلمة إغريقية الأصل مشتقة من كلمة يونانية قديمة (nanos)، تَعني القزم dwarf التي يمكن أن تصف كل شيء صغير ودقيق، ومِن هنا يذكر عبد الله (٢٠١٢م) أنَّه يمكن القول إنَّ مصطلح "nanotechnology" يَعني حرفيًا "تقنية الصغائر" (ص ص١٥-١٦).

وتَعني الكلمة "نانو "جزءًا واحدًا مِن مليار جزء، ويساوي النانومتر الواحد مليارًا من المتر، أي ما يقارب من مليار اليارده، ولتكوين إحساس بسلم المقاسات النانوية نشير إلى قطر شعرة الإنسان يساوي ٥٠٠٠٠ نانومتر، ويبلغ قطر خلية جرثومة بضع مئات من النانومترات، كما تبلغ أبعاد ذرات هدروجين مصطفة في خط مستقيم نانو مترًا واحدًا، وعلم النانو، بأبسط تعاريفه؛ هو دراسة المبادئ الأساسية للجزئيات والبنى التي يوجد فيها على بعد واحد -على الأقل- يقع مقاس بين ١ و١٠٠ نانومتر، وقد سُميت هذه البنى بالبنى النانوية، والتقنية النانوية هي استعمال تلك البنى النانوية في تجهيزات مفيدة نانوية الأبعاد، لتفسير النانو من المهم أنَّ نفهم أنَّ السلم النانوي ليس صغيرًا فحسب، بل هو نوع خاص من الصغر (راتنر؛ وراتنر، ٢٠٠٣م/٢٠١١م، ص٢٠).

الشكل (٢-٢) يوضح مستويات مقاييس الأشياء، التي قسمت إلى ثلاثة مستويات: "مستوى المليمتر"، و"مستوى الميكرومتر"، و"مستوى النانومتر"، وكذلك يوضح هذا الشكل وسائل رؤية الأشياء التي تنقسم وبشكل عام إلى ثلاث وسائل: "العين المجردة، والمجاهر الصغيرة"، و"مجاهر الميكرمتر"، و"مجاهر النانومتر"، كما أنَّ الشكل يوضح القوانين الفيزيائية التي تحكم وتصف عالم هذه الأشياء، إذ إنَّ هناك نوعين من الفيزياء، الفيزياء الكلاسيكية التي تتعامل مع العالم الكبير، الذي تنتهي حدوده بالاقتراب من مستوى جسيمات النانو، وفيزياء الكم التي تتعامل مع العالم الدقيق، الذي يبدأ من عالم جسيمات النانو، ويمتد إلى عالم الذرات والنوى وإلى ما دون ذلك.

في الشكل (٢-٢) تتضح بعض الجسيمات الدقيقة، ويمكن من خلالها تقريب صورة أبعاد النانو، فمثلا طول كريات الدم الحمراء في الإنسان تتراوح ما بين ٢٠٠٠ nm إلى ٥٠٠٠ nm ومتوسط طول جزيء DNA يبلغ نحو ٢,٥ nm أمَّا النانو المتر الواحد فيعادل المسافة التي تشغلها عشر ذرات السيليكون جنبًا إلى جنب (عبد الله، ٢٠١٢م، ص١٦،١٥).

الشكل (٢-٢) مستويات مقاييس الأشياء



المصدر:(عبد الله، ٢٠١٢م، ص ص١٥-١٦).

يُلاحظ مما سبق أنَّ علم النانو هو العلم الَّذي يُعنى بدارسة المواد النانوية وتوصيفها، وتعيين خواصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية.

والمواد النانوية هي تلك الفئة من المواد الصغيرة جدًّا التي تُحضَّر معمليًّا أو تلك الموجودة بالفعل في الطبيعة الَّتي تتراوح مقاييس أطوالها أو أقطار حبيباتها بين (١،٠ نانو متر – ١٠٠ نانو متر)، ويلي(وحدة النانو) التي تعادل ($١٠^{-٩}$)في الصغر وحدة (الأنجستروم)،الَّتي تعادل($١٠^{-١٠}$)، وهي وحدة للأبعاد الذرية، ويليها وحدة (البيكومتر) التي تعادل ($١٠^{-١٢}$)، ومِن ثَمَّ وحدة (الفيمتو) التي تعادل ($١٠^{-١٥}$)، يليها وحدة (الأتو) التي تعادل ($١٠^{-١٨}$) (الحصيني، ٢٠١٤م، ص٢٩).

يعرف الإسكندراني (٢٠١٠م) تقنية النانو بأنَّها "تلك التقنية المتقدمة القائمة على تفهم ودراسة العلوم النانوية تفهمًا عقلانيًّا، مَع توافر المقدرة التكنولوجية على تخليق مواد النانو، والتحكم في بنيتها الداخلية، وإعادة هيكلة وترتيب الذرات والجزيئات المكونة لها؛ بهدف الحصول على منتجات متميزة" (ص٢٥).

ويذكر الحصيني (٢٠١٤م) تعريفًا علميًّا لتقنية النانو بأنَّها "تلك التقنية، سواءً كانت أدوات أو تطبيقات، فهي تعنى بمعالجة المواد والإفادة القصوى من خواصها في صورتها متناهية الصغر (١٠٠نانومتر فأقل) "(ص ٣٠).

كما يعرفها الملاح وخضر (٢٠١٧م) بأنَّها "التقنية التي تتعامل مع مواد وأدوات في الحجم النانوي الذي يتراوح بين (١–١٠٠) نانومتر، والنانو متر هو جزءٌ من المليار من المتر؛ بهدف إنتاج مواد وأجهزة جديدة بخصائص فريدة ومميزة، تستخدم في المجالات المختلفة، ولا تعد تقنية النانو علمًا جديدًا مِن العلوم والهندسة، ولكنها طريقة جديدة للرؤية والدراسة" (ص٢٣٤).

قد يتبادر إلى الأذهان سؤالٌ وجيهٌ وهو لماذا نسبت هذه التقنية إلى النانو رغم وجود وحدات أصغر مثل (الفيمتو) و(الأتو)، أو بمعنى آخر لماذا نشأت هذه التقنية على المستوى النانوي دون الوحدات الأصغر منه؟ إنَّ سر تقنية النانو هو تغير خصائص المادة عندما تحوي

عددًا محدودًا من الذرات، مُقارنة بالشكل الطبيعي للمادة، وهذا العدد ينحصر في المدى المقاس بين (١-١٠٠) نانومتر (الحصيني، ٢٠١٤م، ص٢٩).

إنَّ جذور علم وتقنية النانو هي جوهر مفاهيم العلوم التي تتخطى الحواجز بين فروع العلم التقليدية كالفيزياء والكيمياء والأحياء، وعلم تقنية النانو علم يعكس خصائص العلوم الحديثة، ويوضح العلاقة بين دور العلم والتقنية في المجتمع (Chih, 2006, p143; Healy, 2009, p7; Andrew, et at, 2011; Hingant and Albey, 2010, p121).

يتضح مما سبق أنَّ تقنية النانو بخلاف غيرها من التقنيات ترتبط بمجالات العلوم "الأحياء والكيمياء والفيزياء وعلم الأرض"، كما أنَّها ترتبط بالطب والهندسة إذ يحضر الكيميائي مادة نانوية، والفيزيائي يدرس خصائصها، وعالم الأحياء يبحث في التغيرات التي تحدثها هذه المواد النانوية، وكل هذا في معمل واحد، كما أنَّ الطبيب يبحث عن مواد نانوية لإيصال الدواء وعلماء الهندسة والبيئة، يبحثون عن طرائق لتحسين عمليات تنقية المياه والهواء وحماية الأسطح وتدعيم الصناعات، وجعلها أكثر دقة وجودة بواسطة هذه التقنية، مما يدعم تقديم برنامج إثرائي للطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية، الَّتي يتم فيها دراسة فروع العلوم الَّتي توفر أساس علمي لتقنية النانو.

التطور التاريخي لتقنية النانو

لقد استخدم الإنسان التقنية متناهية الصغر دون علم لقرون عديدة في صناعة الصلب، والطلاء طويل الأمد للكهوف والمعالجة الحرارية للمطاط، واشتهر الحرفيون الهنود بطلاءِ السيوف بجسيمات دقيقة جدًّا تَجعلها أكثر كفاءة، وأطول عمرًا، ولم يكونوا يعلمون شيئًا عن التقنية المتناهية الصغر، كما كانت صناعة الزجاج في العصور الوسطى تُشاب بحبيبات الذهب المتناهية الصغر للتلوين.

أمَّا في العصر الحديث فقد مرت تقنية النانو بتطورات تاريخية تتضح من خلال التالي:

- ١٩٢٥م: أجرى العالم النمساوي (سيجموندي)، والحائز على جائزة نوبل في الكيمياء للعام نفسه، دراسة لحبيبات الذهب متناهية الصغر، وهو أول من استخدم بادئة النانو

(nano) وحددها بأنَّها جزءٌ من المليار أي إنَّ النانو متر هو جزء من ألف مليون جزء من المتر.

- ١٩٥٩م: مُحاضرة "رتشارد فينمان" بعنوان (ثمة الكثير من المساحات في الأسفل)؛ كانت بداية اهتمام الأوساط العلمية بالتقنية التي تتعامل مع الجزيئات والذرات بشكل منفرد، إذ أَعطى وصفًا لآلات البناء الجزئية الَّتي تعمل بدقة الذرة، ويُعد ذلك التنبؤ الواضح بالمجال الواسع لهذه التقنية.
- ١٩٧٤م: يستخدم "تانجوشي" مصطلح تكنولوجيا النانو في ورقة بحثية عن آلية رش الايون.
- ١٩٧٧م: يعرض (دركسلر) مفاهيم تكنولوجيا النانو للجزئيات في معهد "MIT".
- ١٩٨١ م: أوّل ورقة تقنية عن هندسة الجزئيات للبناء بدقة ذرية واختراع مجهر المسح النفقي (STM).
- ١٩٨٥ م: اكتشاف كرات بكي.
- ١٩٨٦م: نشر أول كتاب في تقنية النانو، واختراع مجهر القوة الذرية (AFM) وتكوين أول مؤسسة لتقنية النانو (Foresight).
- ١٩٨٨م: أوّل منهج دراسي جامعي في تقنية النانو.
- ١٩٩٠ م: أوّل دورية عن النانو تكنولوجي.
- ١٩٩١ م: إعلان شركة "آبي أم" استخدام مسار البناء التصاعدي، واكتشاف أنابيب النانو.
- ١٩٩٣م: أول جائزة لفاينمان في تكنولوجيا النانو وأول تغطية لتقنية النانو في البيت الأبيض وتسليم كتاب محركات الإنشاء إلى إدارة "جامعة رايس" لحفز إنشاء أول مركز جامعي لتقنية النانو.
- ١٩٩٤م: استخدام كتب نظام النانو الدراسية في أول المناهج الجامعية للولايات المتحدة.
- ١٩٩٥م: أول دراسة تحليلية عن الاستخدام الصناعي للتطبيقات العسكرية في مجال تكنولوجيا النانو.

- ١٩٩٦م: أول مؤتمر أوربي، وكالة ناسا تبدأ العمل في حوسبة تقنية النانو، وأول مؤتمر في النانو الحيوية.
- ١٩٩٧م: أول شركة تعمل في مجال النانو، أول تصميم نظام روبوت النانو.
- ١٩٩٨م: مؤتمر مؤسسة العلوم مع مؤتمر فورسايت، أول جهاز حمض نووي يعتمد على آلية النانو.
- ٢٠٠٠م: إعلان الرئيس الأمريكي كلينتون مبادرة تكنولوجيا النانو، تمكن العالم الفيزيائي المسلم "منير نايفة" مِن اكتشاف وتصنيع عائلة من حبيبات السليكون أصغرها ذات قطر ١ نانو، وتتكون من ٢٩ ذرة سليكون سطحها على شكل الفولورينات الكربونية.
- ٢٠٠١م: الإعلان عن أول مركز تطبيقات حربية لتقنية النانو في أمريكا.
- ٢٠٠٣م: جلسة استماع عن التأثيرات الاجتماعية لتكنولوجيا النانو.
- ٢٠٠٤م: أول مركز لنظم النانو الكيميائية.
- من ٢٠٠٧م وحتى الآن: دخول تقنية النانو في شتى مجالات الحياة الطبية والصناعية والبيئية وتوالي الاكتشافات والاختراعات (بسيوني، ٢٠٠٨م، ص ص٢٥-٢٧؛ الحصيني، ٢٠١٤م، ص ص ٢-٢٦).

رواد تقنية النانو

يمكن عرض أبرز رواد تقنية النانو على مر العصور كمَا في جدول (١-٢)، وذلك بعد الرجوع إلى العديدِ من المراجع منها: (الحبشي، ٢٠٠٩م، ص ص ١٢-١٣؛ الحصيني، ٢٠١٤م، ص ص٢٣-٢٦؛ صالح، ٢٠١٥م، ص ص٤٢-٥٢؛ الرملاوي، ٢٠١٦م؛ الملاح وخضر، ٢٠١٧م، ص ص ٢٣٨- ٢٤٤):

جدول (٢-١) رواد تقنية النانو

م	العالم	الوصف
١	العالم الأمريكي ريتشارد فينمان	يعد هذا الفيزيائي أول رواد هذا العلم إذ كانت محاضرته في ٢٩ ديسمبر ١٩٥٩م بمعهد التكنولوجيا بكاليفورنيا، التي عنوانها (هناك الكثير من المسافات في الأسفل) البداية الأساسية لفلسفة تقنية النانو ومفاهيمها.

٢	الباحث الياباني نوريو تانجوشي	أول من أدخل مصطلح تقنية النانو، وذلك في عام ١٩٧٤م، عندما حاول بهذا المصطلح التعبير عن وسائل وطرائق تصنيع وعمليات تشغيل عناصر ميكانيكية وكهربائية بدقة عالية.
٣	عالم الرياضيات الأمريكي إريك دريكسلر	ويعد المؤسس الفعلي لهذا العلم، حينما ألف كتابًا تحت عنوان "محركات التكوين" الذي يعد البداية الحقيقية لعلم تقنية النانو.
٤	العالم العربي الفلسطيني منير نايفة	أستاذ الفيزياء في جامعتي كنتاكي وآلينوي منذ عام ١٩٨٠م المؤسس لشركة مختصة بصناعة أجهزة نانوية وتطبيقات متناهية الصغر، كما انخرط ثلاثة من أولاده في دراسة تقنيات النانو.
٥	المخترعان الأمريكيان جيرد بينج وهينريك روهر	اخترع سنة ١٩٨١م المجهر النفقي الماسح (STM) إذ ساعد هذا الاختراع على دراسة التركيبات النانوية، وقد حصل العالمان على جائزة نوبل في الفيزياء على اختراعهما عام ١٩٨٦م.
٦	الدكتور العربي المصري مصطفى السيد	الحائز على الوسام الأمريكي في العلوم لابتكار طريقة جديدة تمكن من القضاء على الخلايا السرطانية في جسم الإنسان عن طريق تقنية النانو بجزيئات نانو الذهب.
٧	الدكتور العربي المصري شريف الصفتي	رُشح لنيل جائزة نوبل في الكيمياء لعام ٢٠١٣م حاصل على ١٥ جائزة علمية عالمية، أنقذ اليابان من كارثة (فوكوشيما) الَّتي تطورت بعد زلزال اليابان الكبير، إذ نَجح باستخدام تقنية النانو في تنقية المياه من الإشعاع الذي سببه التسرب الإشعاعي.
٨	العالمة السعودية غادة المطيري	حاصلة على الدكتوراه في الهندسة الكيميائية ٢٠٠٥م، مؤلفة كتاب (التقنية الدقيقة)، حاصلة على جائزة الإبداع العلمي في الولايات المتحدة الأمريكية (H.I.N)كونها صاحبة أفضل مشروع بحثي يعتمد على تقنية النانو من بين عشرة آلاف بحث.

أهمية تقنية النانو محليًّا وعالميًّا

حققت تقنية النانو (nanotechnology) تميزًا كبيرًا فِي مجال التقنية، وأَصبحت مكونًا ثقافيًّا حاضرًا في ثقافة المجتمعات؛ إذ شهدت تقنيات النانو نموًا متسارعًا، يتمثل في الإنتاج البحثي المتزايد المشتمل على مجالات تطبيقية جديدة، مَا جعل الإنتاج الصناعي المتسارع لهذه التقنية يرفع سوق المنتجات النانوية إلى بلايين الدولارات.

وقد أورد صالح (٢٠١٥م) دراسة تقويمية قام بها مركز تقويم التقنية العالمي الأمريكي (WTEC) ما بين عام ١٩٩٦م– ١٩٩٨م في أبحاث تقنية النانو، وأهميتها وخلصت الدراسة إلى نقاط من أهمها: أنَّ لتقنية النانو مُستقبلًا عظيمًا فِي جميع المجالات الطبية والعسكرية والمعلوماتية والإلكترونية والحاسوبية والبتروكيميائية والزراعية والحيوية وغيرها.

كما أشار إلى أن الحكومات والباحثين المهتمين بهذه التقنية أوردوا عددًا مِن الفوائد منها:

١. وفرة المواد الحميدة بيئيًّا، والمستخدمة في توفير موارد نظيفة للمياه.

٢. المحاصيل والأغذية المهندسة وراثيًّا تسهم في وفرة وزيادة الإنتاج الزراعي بأقل متطلبات العمل.

٣. تعزيز ودعم نواحي التغذية التفاعلية الذكية للأغذية الرخيصة والقوية.

٤. زيادة قدرة التصنيع النظيفة ذات الكفاءة العالية.

٥. زيادة سعة تخزين المعلومات وإمكانات الاتصال.

٦. تصنيع الأجهزة التفاعلية الذكية، وذلك بزيادة الأداء البشري عبر التقنيات المتقاربة (ص ص ٣٧-٣٨).

وتتجلى أهمية تقنية النانو في اهتمام دول العالم المتزايد بهَا من خلال العرض الآتي (الملاح وخضر، ٢٠١٧م، ص ٢٤٤):

أ- أعلنت الولايات المتحدة الأمريكية عام ٢٠٠٠م مبادرة تقنية النانو الوطنية (NNT).

ب- أنشأت اليابان مركزًا متخصصا لباحثين في تقنية النانو، ووفرت جميع الأجهزة اللازمة.

ج- قُدر الإنفاق العالمي على أبحاث النانو في ٢٠٠٣م بأربعة مليارات دولار.

د- خصصت كوريا ما يزيد على مليار دولارٍ لتقنية النانو خلال خطتها العشرية ٢٠١٠م.

هـ- قُدر إنفاق الحكومة الصينية بمبلغ (٢٨٠) مليونَ دولارٍ على تقنية النانو خلال الفترة ٢٠٠١م-٢٠٠٥م.

و- أعلنت حكومة الاحتلال الإسرائيلي أنَّها ستخصص (١١) مليون دولار لمشروع تطوير أبحاث تقنية النانو في مجال الطب.

ز- مُبادرة المجموعة الأوربية في تقنية النانو في المجال النانو الحيوي تحديدًا، شكل الاتحاد الأوربي تحالف البرنامج السادس الهيكلي مِن أجل البحث الجاد في مجال العلوم والتقنية، ومِن المواضع السبعة ذات الأولوية الَّتي حددها الاتحاد الأوربي في نطاق هذا البرنامج، اثنان محصوران فِي التقنية الحيوية، وتقنية النانو التي تركز عليها (بابازوغلو وبارساراثي، ٢٠٠٧م/٢٠١١م، ص١٧٩).

ح- -أعلن مصدر روسي رسمي أن شركة "روس نانو تكنولوجيا" ستخصص أكثر من (١٤) مليون دولار أميركي لإنتاج عدسات بصرية فريدة من نوعها باستخدام تقنية النانو (عبد الله، ٢٠١٢م، ص٩٩).

ط- اهتمت المملكة العربية السعودية بتقنية النانو والصناعات القائمة عليها، ووعت أهمية توطينها ودمجها والإفادة منها في جميع نشاطات الحياة، إذ سخّرت قدرًا كبيرًا من مواردها

لتعظيم استفادتها من هذه التقنية، وأنشأت المراكز البحثية، وخصصت الكراسي العلمية في عددٍ من جامعاتها، لدراسة هذا العلم وتطبيقاته المختلفة، وذلك لإدراكها أهمية هذه التقنية في دعم الاقتصاد الوطني والإنتاج المحلي، فأنشأت الجامعاتُ معاهدَ ومراكزَ متخصصة في تقنية النانو، منها: معهد الملك عبد الله لتقنية النانو بجامعة الملك سعود، ومركز تقنية النانو في جامعة الملك عبد العزيز، ومركز متخصص في أبحاث دراسة تقنية النانو بجامعة الملك فهد للبترول، كما وقعت مدينة الملك عبد الله للعلوم والتقنية اتفاقية مع شركة IBM لإنشاء مركز دولي للأبحاث في تطبيقات النانو وتحلية المياه والطاقة والبتروكيمياويات (الأولويات الاستراتيجية للتقنية المتناهية الصغر، ٢٠٠٢م)، كما يشير الملاح وخضر (٢٠١٧م) إلى أنَّ السعودية أول دولة اهتمت ودعمت هذه التقنية في العالم العربي، ويليها في ذلك دولة الكويت (ص٢٨٧).

ي- في مصر أُنْشِئَ أول مركز لبحوث تقنية النانو بتمويل من صندوق تنمية العلوم والتكنولوجيا قدره (١٥٠) ألف مليون جنيه على (٣) سنوات، كما تجتذب جامعة القاهرة وجامعة النيل الخبرات المصرية العاملة بالخارج في مجال تقنية النانو، و تقدم المؤتمرات العلمية التي تُعنى بهذه التقنية سنويًّا (الملاح وخضر، ٢٠١٧م، ص ٢٨٨).

مِن العرض السابق يتضح أنَّ العالم يسير بدوله المتقدمة نحو توفير جميع النفقات والأجهزة الخاصة ببحوث تقنية النانو المرتبطة بفروع العلوم، إذ إنَّ السيطرة في المستقبل لمن يسيطر ويتحكم في الجزيئات والمكونات النانوية "المتناهية في الصغر".

خصائص المواد النانوية

إنَّ البحث المتواصل في مجال (تقنية النانو) ليس شكلًا من أشكال العبث التقني، ولكنه نقلة في السيطرة على خصائص المادة المختلفة عند قياسها على المستوى النانوي، ويقصد بخصائص المادة: الوصف الكمي والنوعي لتصرف المواد تحت ظروف معينة، ويدخل في ذلك الخصائص البصرية والكهربائية والفيزيائية والكيميائية والمغناطيسية والبيولوجية.

ولتتضح هذه التغيرات نعرض ما ورد في المراجع العلمية بشأن بعض الأمثلة على تغير خصائص المواد في صورتها النانوية، ثم نُتبع التفسير العلمي لذلك التغير (الحبشي، ٢٠٠٩، ص

ص ٢٣-٢٥؛ الإسكندراني، ٢٠١٠م، ص ص٧٥-٨٣؛ الحصيني، ٢٠١٤م، ص ص٤٩-٥٨):

١-النشاطُ الكيمائي: يزدادُ النشاط الكيمائي للمواد النانوية لوجود أعداد ضخمة من ذرات المادة على أوجه أسطحها الخارجية، إذ تَعمل كمحفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة، مَا يرشحها إلى أنْ تُؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي، كما تُعد خلايا الوقود أحد التطبيقات قليلة التكلفة للمحفزات النانوية، ومِن أهم مصادر الطاقة الجديدة والنظيفة.

٢-الخواص الفيزيائية: تتأثر قيم درجات انصهار المادة بتصغير أبعاد حبيباتها، فدرجة انصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى (١٠٦٤) درجة حرارة، تقل إلى (٥٠٠) درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو (١,٣٥) نانومتر.

٣-الخواص البصرية: مِن المدهش والمثير أنَّ لون الذهب الطبيعي-الأصفر الذهبي -يتغير إلى لون شفاف عند تصغير حبيباته إلى أقل من (٢٠) نانومتر، كما تتحول ألوانه من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر مع زيادة تصغير أحجامها، وهذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة، فائقة التباين ونقاء الألوان، مثل شاشات التلفاز والحاسبات والتليفون النقال الحديثة.

٤-الخواص المغناطيسية: كلما صغرت حبيبات المواد وتضاعف وجود الذرات على أسطحها الخارجية؛ ازدادت قوة وفاعلية قدرتها المغنطيسية، مَا يمكننا من استخدامها في المولدات الكهربية الضخمة، ومحركات السفن، وصناعة أجهزة التحليل فائقة الدقة، والتصوير بالرنين المغنطيسي.

٥-الخواص الكهربية: يؤدي تصغير أحجام حبيبات المواد إلى أقل من (١٠٠) نانومتر إلى تزايد قدرتها على توصيل التيار الكهربي، بما يمكننا من استخدام هذه المواد في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الإلكترونية.

٦-الخواص البيولوجية: زيادة قدرة المواد النانوية على النفاذ واختراق الموانع والحواجز البيولوجية، وتحسين التلاؤم والتوافق البيولوجي، مَا يسهل وصول الأدوية والعقاقير العلاجية إلى الجزء المصاب عبر الأغشية والأوعية الدموية.

التفسير العلمي في تغير خصائص المادة في صورتها النانوية هو عدم خضوعها لقوانين الفيزياء التقليدية، وإنَّما لفيزياء الكم، إذ:

أ- تمتلك الكيانات الخصائص المزدوجة (الجسيمية والموجية) في آنٍ واحدٍ.
ب- تظهر العلاقة بين المادة والطاقة واضحة جلية.
ج- تستبدل الحتمية بالاحتمالية، ويصبح مجال الشك والخطأ ذا حجم أكبر وأثر أعظم.
د- لا يمكن للطاقة أن تظهر إلا في صور مجزأة.
هـ- حركة الجزيئات البراونية.
و- التغير الكبير بين السطح والحجم.

أشكال المواد النانوية

يمكن تصنيع المواد النانوية على عدة أشكال، وذلك بناءً على الاستخدام المقرر لهذه المواد، ومِن أهم الأشكال ما يلي: (الحبشي، ٢٠٠٩م، ص ص٢٦-٣٠؛ صالح، ٢٠١٥م، ص ص ٦٤-٧١؛ معهد الملك عبد الله لتقنية النانو، ٢٠١٨م):

١- النقاط الكمية

عبارة عن تركيب نانوي شبه موصل ثلاثي الأبعاد، تتراوح أبعاده بين ٢ إلى ١٠ نانومتر، وهذا يقابل ١٠ إلى ٥٠ ذرة في القطر الواحد أو تقريبًا ١٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ ذرة في حجم النقطة الكمية الواحدة، وعندما يكون قطر النقطة الكمية يساوي ١٠ نانومتر فإنَّه يمكن رصف ٣ ملايين نقطة كمية بجانب بعضها بعضًا بطول يساوي عرض إصبع إبهام الإنسان.

٢- الفولورين

تركيب نانوي آخر للكربون، وهو عبارة عن جزيء مكون من ٦٠ ذرةً من ذرات الكربون ويرمز له بالرمز C_{60}، وقد أُكتشف عام ١٩٨٥م. أن جزيء الفولورين كروي المظهر، ويشبه تمامًا

كرة القدم شكل (٢-٣)، الَّتي تحتوي على ١٢ شكلًا خماسيًّا و٢٠ شكلًا سداسيًّا، ومُنذ اكتشاف كيفية تصنيع الفولورين عام ١٩٩٠م وهو يُحضر بكميات تجارية.

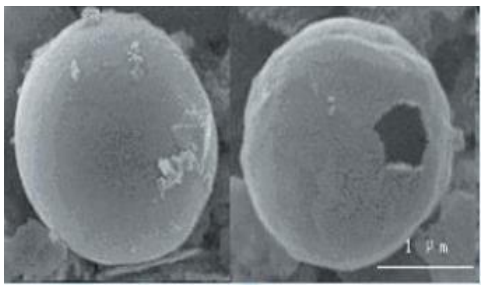
شكل (٢-٣): الفولورين Fullerene

المصدر: معهد الملك عبد الله لتقنية النانو

٣- الكرات النانوية

مِن أهمها كرات الكربون النانوية التي تنتمي إلى فئة الفولورينات، مِن مادة C_{60}، لكنها تختلف عنها قليلًا بالتركيب، إذ إنَّها متعددة القشرة، كما أنَّها خاوية المركز، على خلاف الجسيمات النانوية، بينمَا لا يوجد على السطح فجوات كما هي الحال في الأنابيب النانوية متعددة الغلاف، بسبب أنَّ تركيبها يشبه البصل فقد سمّاها العلماء البصل (Bucky)، وقد يصل قطر الكرات النانوية إلى ٥٠٠ نانومتر أو أكثر.

شكل (٢-٤) الكرات النانوية Nanoballs

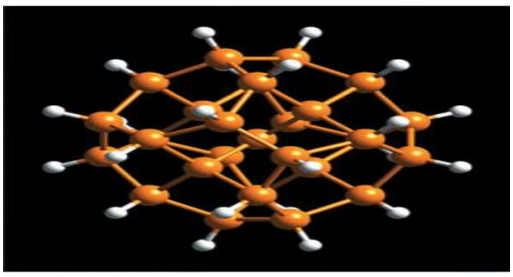


المصدر: معهد الملك عبد الله لتقنية النانو

٤- الجسيمات النانوية

عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي، يتراوح عددها مِن بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة، مُرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريبا، بنصف قطر أقل من ١٠٠ نانومتر، عندما يصل حجم الجسيمات النانوية إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنَّها تُسمَّى البئر الكم (quantum well)، أمَّا عندما يكون حجمها النانوي في بُعدين فتسمى السلك الكمي (quantum wire)، وعندمَا تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنَّها تُعرف بالنقاط الكمية (quantum dots) تَكتسب الجسيمات النانوية أهمية علمية، إذ إنَّها تقع بين التركيب الحجمي الكبير للمادة، وبين التركيب الذري والجزيئي، إذ تَحتوي هذه الجسيمات في العادة على ١٠٦ ذرات أو أقل، أمَّا الجزيء فإنَّه يمكن أن يحتوي ١٠٠ ذرة أو أقل، وقد يصل نصف قطرة إلى أكثر من نانومتر واحد، ومِن الخصائص المهمة وغير المتوقعة للجسيمات النانوية هو أنَّ الخصائص السطحية للجسيمات تتغلب على الخصائص الحجمية للمادة، وبينما تكون الخصائص الفيزيائية للمادة الحجمية ثابتة بغض النظر عن حجمها، فإنَّ تلك الخصائص للمادة عندما تصل إلى مقياس النانو سوف تتغير، ومِن ثَمَّ تعتمد على حجمها، مثل التقييد الكمي في الجسيمات النانوية شبه الموصلة.

شكل (٢-٥): الجسيمات النانوية Nanoparticles

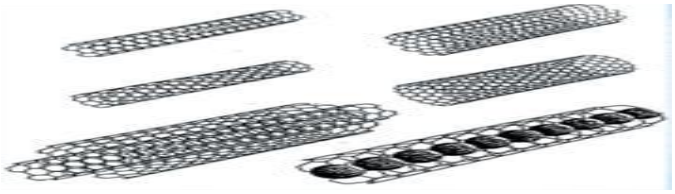


المصدر: معهد الملك عبد الله لتقنية النانو

٥- الأنابيب النانوية

تصنَع الأنابيب النانوية، أحيانًا، مِن مواد غير عضوية، مثل أكاسيد الفلزات (أكسيد الفاناديوم، أكسيد المنجنيز)، نيتريد البورون والموليبدينوم، وهي شبيهة من ناحية تركيبها بأنابيب الكربون النانوية، ولكنَّها أثقل منها، وليست بالقوة نفسها، مثل أنابيب الكربون، وتُعد أنابيب الكربون النانوية التي اكتشفت عام ١٩٩١م أكثر أهمية، نظرًا لتركيبها المتماثل، وخصائصها المثيرة، واستخداماتها الواسعة في التطبيقات الصناعية، والعلمية، وفي الأجهزة الإلكترونية الدقيقة، والأجهزة الطبية الحيوية.

شكل (٢-٦) الأنابيب النانوية Nanotubes



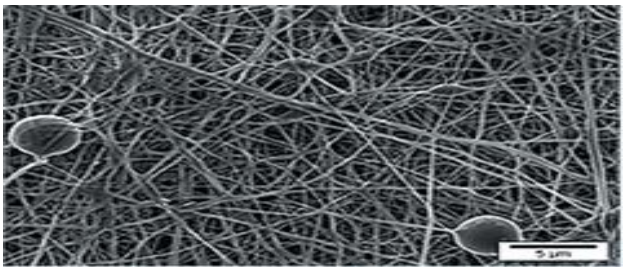
المصدر: معهد الملك عبد الله لتقنية النانو

٦- الألياف النانوية

لاقت الألياف النانوية اهتمامًا كبيرًا مؤخرًا لتطبيقاتها الصناعية، وقَد أُكتشف العديد من أشكالها كالألياف السداسية والحلزونية والألياف الشبيهة بحبة القمح (corn-shaped) إنَّ الجزء الجانبي لليف النانو اللويحي أو الأنبوبي له شكل سداسي، مثلًا، وليس أسطوانيًّا، مِن أشهر الألياف النانوية تلك المصنوعة من ذرات البوليمرات. إنَّ نسبة مساحة السطح إلى الحجم كبيرة في حالة الألياف النانوية، كما للأنابيب النانوية، إذ إنَّ عدد ذرات السطح كبيرٌ مقارنةً بالعدد الكلي، وهذا يُكْسِبُ تلك الألياف خواصًا ميكانيكية مميزة، كالصلابة وقوة الشد وغيرها؛ ما يؤهلها بلا منافس لاستخدامها كمرشحات في تنقية السوائل أو الغازات، وفِي الطب الحيوي وزراعة الأعضاء كالمفاصل ونقل الأدوية في الجسم، وفِي التطبيقات العسكرية، كتقليل مقاومة الهواء إلى آخره من التطبيقات لاسيما بعد تطوير طرائق التحضير، وثمة أكثر من

طريقة لتحضير الألياف البوليمرية، مِن أشهرها التدوير الكهربي، وما زالت تواجه العديدَ من الصعوبات للتحكم بخصائص الألياف الناتجة، كاستمراريتها واستقامتها وتراصفها.

شكل (٢-٧): الألياف النانوية Nanofibres



المصدر: معهد الملك عبد الله لتقنية النانو

تصنيف المواد النانوية

تستخدم مواد النانو إمَّا مباشرة وإما لصنع مواد أخرى، ويمكن تصنيفها إلى ثلاث مجموعات:

- المواد المقواة أو المشحونة بمواد النانو.
- مواد النانو المهيكلة في السطح.
- مواد النانو المهيكلة في الحجم.

١- المواد المقواة أو المشحونة بمواد النانو:

تُدمج مواد النانو في مادة ما لإعطاء وظيفة جديدة لهذه المادة أو لتغيير خواصها الميكانيكية أو الضوئية أو المغناطيسية أو الحرارية، وتستعمل في: منتجات التجميل كإدماج جزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم في المراهم؛ للحفظ من الأشعة فوق البنفسجية، وإدماج دخان السيليس في الإسمنت المقوى؛ لتحسين سيولته، وإدماج جزيئات الفحم في الحبر والعجلات.

٢- مواد النانو المهيكلة في السطح:

إنَّ طلاء مادة ما بطبقة أو عدة طبقات من النانو يعطي هذه المواد خصائص جديدة لمقاومة التعرية والتآكل والتأكسد، أو يعطيها وظائف جديدة، مثل المظهر والصلابة والالتحام.

٣- مواد النانو المهيكلة في الحجم:

هي مواد ذات خصائص فيزيائية متميزة (أكثر ليونة، خواص ضوئية، عوازل كهربائية أكثر جودة) نظرًا لبنيتها الداخلية على المستوى النانومتري (بنية مجهرية، مسامية وشبكات بلورية متناهية في الصغر)، ومِن المواد التي تَنتمي إلى هذا النوع المواد البيولوجية، مثل: المرجان، الصدف (الحربي، ٢٠٠٩م).

طرائق التصميم النانوي

ثمة طريقتان رئيسيتان لبناء تراكيب ذات أبعاد نانوية:

الطريقة الأولى: عبارة عن التصميم من الأعلى إلى الأسفل (القمة للقاعدة).

الطريقة الثانية: التصميم من الأسفل إلى لأعلى (القاعدة للقمة) كما في الجدول (٢-٢).

جدول (٢-٢): طرائق التصميم النانوي

طريقة من أعلى لأسفل	طريقة من أسفل لأعلى
يتم البدء من حجم محسوس من المادة	يتم البدء من ذرة أو جزء مِن المادة
تُستخدم في هذه الطريقة تقنيات كالحفر الضوئي، الطحن، الاستئصال الليزري.	تُستخدم في هذه الطريقة طرائق كيميائية، كطريقة السائل -هلامي.
تُقسم إلى أجزاء أصغر فأصغر	تُجمع في تراكيب أكبر فأكبر
ينتج عن هذه الطريقة حجم ١٠٠ نانو متر تقريبًا	ينتج عن هذه الطريقة حجم ١ نانومتر
تكتسب المادة الناتجة خصائص جديدة	غير موجودة في المادة بحجمها الطبيعي

المصدر: (الحبشي، ٢٠٠٩م، ص١٩)

أدوات تقنية النانو

وضَّح الفيزيائي (فينمان) في الكلمة التي ألقاها في عام (١٩٦٠م) "في عام ٢٠٠٠م حينما يتذكر الناس هذه الحقبة سيستغربون عدم ابتداء أحد حتى عام ١٩٦٠م بالتحرك في هذا الاتجاه جديًا"؛ ويشير راتنز وراتنر (٢٠٠٣م/٢٠١١م) إلى أنَّ السبب في ذلك غياب الأدوات القابلة للعمل في السلم النانوي، إذ لم يكن هناك عجز عن تداول الذرات والجزيئات المنفصلة فحسب، بل لم يكن هناك قدرة على رؤيتها حتَّى اخْتُرِع مجهر القوة الذرية، وسبب شهرة تقنية النانو الآن هو أن أدوات رؤية المادة وقياسها وتداولها في السلم النانوي قد أصبحت موجودة، كما أنَّ تلك الأدوات ما زالت بسيطة، إلا أن ذلك قيد التغيير السريع.

تنقسم أدوات تقنية النانو إلى أدوات لقياس البنى النانوية، وأدوات لصنع البنى النانوية، كالتالي:

١- أدوات قياس البنى النانوية، ومنها:

أ- أجهزة مجسات المسح: إنَّ أولى الأدوات التي ساعدت على انطلاق ثورة العلم النانوي هي ما يسمى أجهزة مجسات المسح، ومنها: مجهر القوة الذرية (AFM)، مجهر المسح النفقي (STM)، مجهر القوة المغناطيسية (MFM).

ب- المطيافية: وهي تقنية أقدم كثيرًا وأعم من تقنية مجاهر مجسات المسح، وهي توفر كثيرًا من التوصيفات الإضافية، مثال: آلات الأشعة السينية.

٢- أدوات صنع البنى النانوية، ومنها:

أ- أجهزة مجسات المسح، تستعمل هذا الأجهزة لرؤية البنى ولتكوينها وصنعها أيضًا، إذ تكون أشكال نانوية بترتيب ذرات أو الجزيئات على سطوح ذات بنى معينة.

ب- الطباعة في السلم النانوي، ومنها الطباعة بالقلم الغاطس، وسُمّيَ بذلك من القلم الذي يُغطس، ويستعمل في القرن التاسع عشر بالمدارس، وقد طور هذا النوع من الطباعة "تشاد ميركن" "Chad Mirkin" وزملاؤه؛ إذ استخدموا الحبر النانوي ورؤوس مجهر القوة الذرية للكتابة النانوية.

ج- البلمرة، تعد البوليمرات جزيئات كبيرة جدًّا، ويُمكن أن يتألف الواحد منها من ملايين الذرات والروابط بين الوحدات الجزئية الصغيرة (المونومرات)، وهِي تقنية واسعة الاستعمال لصنع مواد نانوية المقياس (ص ص ٥٤- ٧٠).

تطبيقات تقنية النانو

تمثل تقنية النانو قوة هائلة تكتسح القطاعات الإنتاجية المتعددة؛ إذ أمّدت مجالات عديدة بتطبيقات رائدة أحدثت تطورات هائلة في تلك المجالات، ومِن أبرز المجالات التطبيقية لتقنية النانو المجالات الآتية:

تطبيقات تقنية النانو في مجال الطب

التطبيقات الطبية لتقنية النانو هي التطبيقات الأهم، وذلك لارتباطها المباشر بحياة الإنسان وصحته، تقنية النانو تعد بالكثير من التطبيقات الطبية المتعلقة بالتشخيص الدقيق

والعلاج عالي الكفاءة، وكذلك الكثير من التطبيقات في مجال الرعاية الصحية، ونذكر من تلك التطبيقات الطبية:

١- الكانتيلفير لاكتشاف الخلايا المصابة بالسرطان:

الكانتيلفير "cantilever" هو جهاز دقيق جدًّا بمقياس النانو، إذ تقارب أبعاده أبعاد كرية الدم البيضاء، وهو أحد أجهزة النانو المستقبلية التي تستطيع رصد واكتشاف الخلايا المصابة بالسرطان، وذلك مِن خلال انحناء نتوءاتها الدقيقة، وأجهزة النانو كانتيلفير يمكن تصميمها هندسيًّا بشكل خاص يمكنها من الارتباط بالخلايا التي تشير تغيراتها إلى الإصابة بأنواع مختلفة من أمراض السرطان، وتتميز هذه الأجهزة بقدرتها الفائقة على تشخيص خلايا السرطان في مراحلها المبكرة (محمد، ٢٠١٢م، ص٣٩).

٢- أدوات نانوية لتوصيل الأدوية:

مِن المعلوم أنَّ علم الأدوية مِن العلوم الَّتي تحتاج إلى دقة عالية، وذلك لارتباطها ارتباطًا مباشرًا بصحة الإنسان، فَوصول كمية كبيرة من الدواء إلى أعضاء الجسم غير المصابة تقلل من فعالية الدواء، وتؤدي إلى حدوث آثار جانبية غير مرغوب فيها، فعلى سبيل المثال نجد أنَّ الوسائل التقليدية لمعالجة مرض السرطان كالعلاج الكميائي والإشعاعي تؤدي إلى آثار جانبية كبيرة، مع انخفاض فعاليتها في معالجة هذا المرض؛ وعليه فإنَّ مِن المهم إيصال الأدوية المضادة للسرطان إلى الأجزاء والخلايا المصابة بدقة متناهية جدًّا، للحصول على أقصى فائدة ممكنة من الدواء، مثل شريحة توصيل دواء نانوية (بابازوغلو، بارثاساراثي، ٢٠٠٧م/٢٠١٢م، ص٨).

وحاليًا يعكف العلماء على دراسة أحد التطبيقات النانو المستقبلية والمتمثلة في تقنية إيصال الدواء باستخدام أحد أجهزة النانو، والمسمى "الديندريمر" "DENDRIMER" وهو أحد أجهزة النانو الخاصة بإيصال الدواء، والقادرة على الدخول بسهولة إلى الخلايا المصابة، وتزويدها بكميات متعددة من الدواء، دون حدوث أي نتائج سلبية، وأجهزة (الديندريمر) تتميز بقدرتها على تحديدِ الخلايا المصابة، وعلاجها، وكذلك إعطاء تقرير عن مدى فعالية الدواء (محمد، ٢٠١٢م، ص ٤٠).

كما يعد "النانو بيوتك" البديل الجديد المضادات الحيوية، ففي جامعة (هانج يانج) في سيؤول استطاع الباحثون إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية، ومِن المعروف أنَّ الفضة قادرة على قتل ٦٥٠ جرثومة ميكروبية، دون أن تؤذي جسم الإنسان (محمد، ٢٠١٢م، ص ٤٠).

٣- ربوت نانوي في العمليات الجراحية:

يستخدم ربوت نانوي صغير بحجم النانومتر كمساعد للأطباء في العمليات الجراحية الحرجة والخطرة، يستطيع الطبيب أنْ يتحكم في الربوت بواسطة جهاز خاص، ما يساعد في نجاح العملية بكفائة عالية وبدقة متناهية، وهي أفضل من الطرائق التقليدية، وتقلل من المخاطر كثيرًا (محمد، ٢٠١٢م، ص ٤١).

٤- علم الأعضاء الاصطناعية والعصبية:

دخلت إحدى التطبيقات المطلوبة جدًّا للتقنية النانونية وتقنية النظام المايكروي حاليًا المرحلة النهائية، وهِي زرع شبكية العين التكييفي لإعادة الرؤية الجزئية في حالات العمى المتسبب عن خضاب شبيكية العين (Retinitis pigmentosa)، يتكون هذا النظام من كاميرا صغيرة جدًا في إطار النظارات، يرسل الصور المحيطة إلى مشغل إشارة تكيفي خاص (adaotive signal processor special) يرسل المشغل بيانات هذه الصور لاسلكيًا إلى داخل العين المريضة أو المصابة (الخزرجي وآخرون، ٢٠١٣م، ص٩٦).

تجدر الإشارة هنا إلى أنَّ هذه التطبيقات وغيرها في هذا المجال تعد إثراءً لفصول مقررات الأحياء والكيمياء المختلفة بالمرحلة الثانوية، الَّتي تشكل قاعدة وأساسًا علميًّا لهذه المفاهيم التطبيقية الإثرائية الجديدة، وأَهم هذه الفصول: فصل البكتيريا والفيروسات في (مقرر الأحياء ١)، فصل الدوران والتنفس وجميع فصول الأجهزة في (مقرر الأحياء ٢)، فصل التكاثر والنمو في الإنسان في (مقرر أحياء ٢)، فصل تركيب الخلية والتكاثر الخلوي والوراثة والوراثة الجزيئية في (مقرر الأحياء ٣)، فصل المركبات العضوية الحيوية في (مقرر الكيمياء ٤)، فترتبط مفاهيم تقنية النانو التطبيقية في المجال الطبي بهذه الفصول من حيث كون هذه التطبيقات بنيت على أسس علمية واردة في هذه الفصول، وتحل مشكلات حيوية مرتبطة بها.

تطبيقات تقنية النانو في مجال الطاقة

في الآونة الأخيرة لُوحظ ارتفاع المواد الخام والطاقة بشكل متزايد، مَا لفت الأنظار إلى إنتاج المواد النانوية التي تحمل الخصائص الفيزيائية والكيميائية الخاصة، وذكر الملاح وخضر (٢٠١٧م) أنَّ بعض الدراسات أشارت إلى أن تقنية النانو توفر تكاليف إنتاج الطاقة اللازمة لتحلية مياه البحر بنسبة ٧٥% بالمقارنة بالوسائل التقليدية المعروفة، ومِن أَبرز التطبيقات في مجال الطاقة:

١) الطاقة النووية: إذ تمكن تقنية النانو من إنتاج محطات آمنة للطاقة النووية، يمكن إقامتها في أي مكان، وهي آمنة بيئيًّا حتَّى في حال انفجارها.

٢) الطاقة الشمسية: وتُطَبق تقنية النانو في مجال الطاقة الشمسية عن طريق دمج جزيئات النانو في لوحات السليكون من خلال طبقة رقيقة للخلايا الشمسية، وتُستخدم في ذلك أسطوانات مجوفة وأنابيب النانو، وهِي عبارة عن مواد تؤدي إلى زيادة كفاءة الألواح الشمسية في امتصاص موجات مختلفة من الضوء، وهذا ما يميزها عن غيرها من ألواح الشمس الاعتيادية، وتنتج ضعف ما تنتجه خلايا الشمس من الكهرباء.

٣) طاقة الرياح: ساهمت تقنية النانو في تصنيع توربينات رياح متقدمة جدًّا لتوليد الطاقة من الرياح قابلة للتعديل وسريعة التركيب، مَا أدى إلى إنشاء مزارع رياح تنتج طاقة تعادل أضعاف إنتاج محطات الطاقة التقليدية.

٤) طاقة الهيدروجين: وهي مصدر جديد للطاقة، إذ إنَّه عنصر لا ينتج عن إحراقه أي انبعاثات ضارة بالبيئة، وتعد أفضل مادة نانوية مستخدمة بخلية الوقود هي المحفز المكون من جزيئات المعادن النبيلة مثل (الهيليوم والنيون) (ص ص٢٥١-٢٥٢).

تجدر الإشارة هنا إلى أنَّ هذه التطبيقات وغيرها في هذا المجال تعد إثراء لفصول مقررات الفيزياء والكيمياء المختلفة بالمرحلة الثانوية التي تشكل قاعدة وأساسًا علميًّا لهذه المفاهيم التطبيقية الإثرائية الجديدة، وأهم هذه الفصول: فصل الشغل، والطاقة، وحفظ الطاقة، والطاقة الحرارية في (مقرر الفيزياء ٢)، فصل الكهرباء الساكنة والمجالات الكهربائية في (مقرر الفيزياء ٣)، فصل نظرية الكم والذرة والفيزياء النووية في (مقرر الفيزياء ٤)، فصل الطاقة والتغيرات الكيميائية والضوء

وطاقة الكم في (مقرر الكيمياء ٢)؛ فترتبط مفاهيم تقنية النانو التطبيقية في مجال الطاقة بهذه الفصول من حيث كون هذه التطبيقات بنيت على أسس علمية واردة في هذه الفصول كطاقة الكم، وتحل مشكلات الطاقة المرتبطة بها.

تطبيقات تقنية النانو في مجال البيئة

تتفق الأدبيات على أنَّ البيئة هي كل ما يحيط بالإنسان من كائنات حية وغير حية، وللبيئة أنواع منها البيئة المادية (الهواء والأرض والماء)، والبيئة البيولوجية (الإنسان والحيوان والنبات)، ومنها بيئة اجتماعية وصناعية، وتقنية النانو أَحدثت في هذه البيئات المختلفة تطورًا عظيمًا من خلال تطبيقاتها التي نذكر منها:

١- نظام قياس ارتفاع الليزر النانوي لعلم الأرض:

أَنتج في مراكز جودارد للطيران الفضائي جهاز للملاحظات المستمرة مِن الأرض، الَّتي تقيس ملاحظات جوية فريدة مهمة في تغيرات المناخ، وهِي وسيلة صممت لقياس علم دراسة سطح طبقة الجليد، ويعطينا معلومات عن الارتفاع وسمك الغيمة لمناخ المدى القريب وتنبؤات الطقس، ويحتوي الجهاز على نظام ليزر لقياس المسافة ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS) المستقبل والمرسل (الخزرجي، ٢٠١٣م، ص٢٩٠).

٢- تقنية تنقية المياه باستخدام تقنية النانو:

يشير الملاح وخضر (٢٠١٧م) إلى أنَّ دراسة أجرتها منظمة الأغذية العالمية، تُظهر أنَّ ثلث سكان العالم حاليًا يعانون من الأمن المائي وبحلول عام (٢٠٢٥م) فإنَّ ثلثي سكان العالم سيعانون مِن نقص المياه، كما أنَّ الماء الملوث بالبكتيريا والرصاص والزرنيخ يحصد ملايين الأرواح كل عام، وتأتي تقنية النانو هنا لتستخدم في معالجة مشاكل التلوث المائي، إذ أَظهرت بعض المواد النانوية أنَّ لها خاصية عالية لامتصاص المواد والعناصر السامة الملوثة للماء، كما تستخدم تقنية النانو لتنظيف النفايات المشعة في قيعان البحار والمحيطات باستخدام ألياف النانو الدقيقة بوصفها مادة ماصة لإزالة الأيونات المشعة من المياه.

كما حصل فريق بحثي سعودي باسم مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية على تسجيل حقوق اختراع لأغشية جديدة تُحلي الماء من الأملاح، وتنقيها من المواد السامة بكفاءة وسرعة عالية، وذلك بالاعتماد على تقنية النانو (محمد، ٢٠١٢م، ص٥٢).

٣- مواد ماصة وأجهزة استشعار نانوي لمعالجة التلوث الهوائي:

تكمن أهمية تقنية النانو في التخلص من تلوث الهواء بقدرتها على إزالة المركبات العضوية المتطايرة والنيتروجين وأكاسيد الكبريت من الهواء، والجسيمات التي تلحق الضرر بصحة البشر، وذلك من خلال مواد ماصة نانوية، لها القدرة على تفتيت المواد الملوثة، ويُمكن الكشف عن نسبة تركيز التلوث عن طريق أجهزة استشعار سريعة ودقيقة نانوية (الملاح وخضر، ٢٠١٧م، ص ص٢٥٠-٢٥١).

٤- تعبئة وتغليف الأغذية بالبلمرات:

إن تقنية النانو في مجال تعبئة وتغليف المواد الغذائية، هي أحد أهم التقنيات المتقدمة في قطاع الصناعات الغذائية؛ إذْ يتم تعبئة وتغليف وحفظ أكثر من ٦٠٠ منتج غذائي بواسطة تقنيات تكنولوجيا النانو، وتقدم تكنولوجيا النانو فئةً جديدة من المواد المتراكبة التي يتم فيها تسليح البلمرات المستخدمة في التعبئة والتغليف عن طريق تطعيمها بحبيبات أو أنابيب نانوية Nanootubes تتمتع بخفة الوزن والمتانة العالية، مَا يؤدي إلى تَحسين الخواص والصفات الميكانيكية للعبوة وزيادة قوتها وتحملها للأحمال والإجهادات والظروف الخارجية التي تتعرض لها أثناء عمليات النقل والتخزين، وبالإضافةِ إلى ذلك فإنَّ تلك المواد النانونية المضافة إلى العبوة تعمل على إنقاص أوزان العبوات الغذائية (حجازي، ٢٠١١م، ص ٩٠).

تجدر الإشارة هنا إلى أنَّ هذه التطبيقات وغيرها في هذا المجال تعد إثراء لفصول كتاب علم الأرض المختلفة بالمرحلة الثانوية، الَّتي تشكل قاعدة وأساسًا علميًّا لهذه المفاهيم التطبيقية الإثرائية الجديدة، ومِن هذه الفصول: فصل الصفائح الأرضية، وفصل المياه الجوفية في (مقرر علم الأرض)؛ فترتبط مفاهيم تقنية النانو التطبيقية في مجال البيئة بهذه الفصول، مِن حيث كون هذه التطبيقات بنيت على أسس علمية واردة في هذه الفصول، وتحل مشكلات بيئية مرتبطة بها.

تحديات ومخاطر تقنية النانو

من التحديات الكبرى التي تواجه العاملين في تطوير تقنية النانو:

١- كيفية تصنيع مواد بهذا الحجم، وبكميات كبيرة، وأسعار منافسة، إذ تقنيات اليوم لا تسمح بذلك.

٢- إيجاد طريقة لتجميع الأشياء باستخدام مقياس جزيئي.

٣- كيفية إنتاج وصناعة بنى نانوية مرغوب فيها، ومِن ثَمَّ دمجها لتكون مرئية بالعين المجردة.

٤- تطور هذه التقنية وتطبيقاتها المختلفة في شتى المجالات سيؤدي إلى نقص بعض الوظائف كما هو الحال عندما قضت السيارات على وسائل النقل المعتمدة على الدواب (الصالح، ٢٠١٥م، ص٤٢٠٠).

ذكرت الأبحاث والأدبيات العديدَ مِن المخاطر التي تسببها تقنية النانو على البشرية والبيئة، إذ تؤثر مواد النانو تكنولوجي تأثيرًا سلبيًّا في:

١- البيئة، ويمكن تصنيف المخاوف إلى نوعين، هما:

أ- التراكم البيولوجي: ينشأ من تراكم مواد النانو غير المرغوب فيها، فمن الممكن لمواد النانو المتراكمة أنْ تكون لها امتصاصية عالية للمواد الملوثة عالية التركيز، مثل الكادميوم والمبيدات فإذَا تناولتها الحيوانات وماتت فإنَّ المواد الملوثة سوف تتسرب إلى التربة، وسوف تدخل في السلاسل الغذائية، مَا يؤدي إلى تلوث غذائي كبير، كما أنَّ الغبار النانوي يؤثر في الهواء وجودته، ومِن ثَمَّ في صحة الإنسان عبر استنشاقه للهواء الملوث بالذرات النانوية، وهو الأخطر بكثير من تأثير الغبار الدقيق وأدخنة المواصلات والمعامل، وذلك لأنَّ الغبار النانوي سيبقى مُتخثرا في الهواء، ولمدة أطول، دون قابلية سريعة للترسب، مَا يساهم في دخوله إلى الرئات بصورة أسرع.

ب- صغر حجم مواد النانو: ما يصعب معه عمليًّا كشفها أو تنظيفها أو أزلتها من البيئة، إذ قطر الذرة نحو ٠,١ نانومتر، وقطر الذرة يبلغ نحو ٠,٠٠٠١ نانومتر دقة متناهية من صغر الحجم.

٢-مخاطر النانو تكنولوجي على صحة الإنسان: تؤثر المواد النانوية في صحة الإنسان بشكل كبير، حين يتم التعامل معها إذ إنَّ جسيمات النانو لها القدرة على الدخول في جسم الإنسان بسهولة، من خلال المسام، ومن دون أي مقاومة، وتستطيع الانتشار داخل الجسم، مَا يلحق الضرر بالإنسان، إذ إنَّ جسيم بحجم ٣٠٠ نانو متر يستطيع الدخول، وبكل سهولة في نواة الخلية، وهذا يدل على الخطر الكبير الذي من الممكن أنْ يتعرض له الإنسان، فقد يحدث تفاعلًا بين هذه الجسيمات النانوية، وخلايا جسم الإنسان، لتؤدي إلى تغير خصائص الخلية وتسميمها وموتها.

٣-المخاطر الاجتماعية: يرى عددٌ من المهتمين من علماء الاجتماع أنَّ هذه التقنية تسفر عن تفاقم مشكلات عدة، نظرًا لعدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية، مَا ينجم عنه صور أضخم لعدم المساواة بين الفقراء والأغنياء في التمكن من العمل بهذه التقنية أو الإفادة من تطبيقاتها، كذلك هناك مخاطر أخلاقية اجتماعية محتملة تجاه هذا العلم وخطورة استخدامه بأشكال تمس الخصوصية والأخلاقيات الحيوية على سبيل المثال.

٤-المخاطر العسكرية: إنَّ دخول تقنية النانو لمجال الأسلحة أدى إلى اكتشاف أسلحة نانوية حيوية فتاكة قد تفوق في خطورتها أسلحة الدمار الشامل النووية (العبد الله، ٢٠٠٨م؛ البشير، ٢٠١٣م؛ الحصيني، ٢٠١٤م، ص ص١٠٢-١٠٥).

تقنية النانو في مجال تعليم العلوم

تتنافس الدول اليوم على استحواذ مفاتيح علوم تقنية النانو، بعد ما كان السباق في العقدين الماضيين للسيطرة على الاتصالات والفضاء وغيرها من مجالات التميز العلمي، إذ إنَّ هذه التقنية حدثٌ علمي هائلٌ، يعمل على إنتاج كل ما يتخيله الإنسان بجودة عالية، وتكلفة منخفضة، كما ستعمل هذه التقنية النانوية على تغيير معالم الحياة بالشكل الذي لا يستطيع الإنسان التنبؤ به.

مِن هذا المنطلق تمثل تقنية النانو تحديًا للأنظمة التعليمية، بما يجعل الحاجة إلى تطوير المناهج، وإصلاح التعليم أولوية لمقاومة الإدراك المتدني لما يحدث من تطورات بواسطة هذه التقنية غيرت مجرى حياة الأمم، وذلك عن طريق إثراء المناهج بهذه التقنية.

إنَّ تقنية النانو تمثل أرضية مشتركة لفروع العلوم "الأحياء والفيزياء والطب والكيمياء والهندسة"، وقد بدأ توظيفها واستخدامها لتطوير هذه العلوم، واستخدام عناصر هذه المجالات في بناء العلوم الدقيقة والتطبيقية برؤية جديدة تمثل نقلة نوعية في علوم النانو، ومَا يتصل بها من علوم أخرى، مَا يتطلب إحداث نقلة نَوعية في مناهج العلوم والرياضيات وطرائق تدريسها في مراحل التعليم ما قبل الجامعي مع التركيز على تعليم مفاهيم تقنية النانو المشتركة بين التخصصات المختلفة (الملاح وخضر، ٢٠١٧م، ص ص ٢٩٣- ٢٩٥).

فِي الولايات المتحدة الأمريكية قامت مبادرات منهجية واسعة النطاق تم الاضطلاع بها وتمويلها من قبل المؤسسة الوطنية للعلوم، والمركز الوطني للتعلم والتدريس في مجال علوم النانو والهندسة، وتشمل هذه المشاريع عقد حلقات عمل ودراسات تهدف إلى توضيح العناصر المحورية في علم تقنية النانو، الَّتي ينبغي إدراجها في مناهج العلوم الدراسية (Wansom, et al, 2009).

تقدم الجامعات الأمريكية أيضًا برامج صيفية لإثراء الطلاب والمعلمين بشأن تقنية النانو سنويًّا، كقسم الفيزياء التابع لجامعة ولاية بنسلفانيا، ومركز العلوم النانوية، بالاشتراك مع المؤسسة الوطنية للعلوم، ويتم تشجيع معلمي الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا والتكنولوجيا والرياضيات والتصميم الهندسي على الحضور المجاني، كما يتم تقديم ورش عمل تستمر لمدة ستة أسابيع، وندوات بحثية حول تقنية النانو (Center for Nanoscale Science Penn State University, 2018).

وجرَّبت العديد من البلدان الأوربية آلية دمج مواد تقنية النانو في مناهجها التعليمية من خلال عدة مشاريع تمولها المفوضية الأوربية، وتُقدم من خلال هذه المشاريع العديد من التصورات للمناهج والوحدات النمطية اللازمة لتدريس النانو ضمن مواد العلوم (Sweeney and Seal, 2008)، كما أنَّ هناك مبادرات في المملكة العربية السعودية، مِن خلال مركز الملك عبد الله لتقنية النانو لإثراء طلبة الأقسام العلمية والهندسة (الكيمياء والفيزياء والأحياء والرياضيات والطب) في الجامعة بدورات في تقنية النانو (مركز الملك عبد الله لتقنية النانو، ٢٠١٨م)، وفِي الكويت يُدرَّب

المعلمون لتخصصات العلوم من خلال مركز صباح الأحمد للموهبة والإبداع، وذلك لمساعدتهم لإثراء الطلاب الموهوبين في المرحلة الثانوية بتقنية النانو (مركز صباح الأحمد للموهبة والإبداع، ٢٠١٧م).

يُشير فيليبيوني وساذرلاند Filipponi and Sutherland (٢٠١٣م) إلى أنَّ هناك العديدَ من التقارير التي تؤكد ضرورة إعادة تنشيط التعليم العلمي، وإدخال تقنية النانو في المدرسة مِن خلال مناهج العلوم، خصوصًا في المستوى الثاني للطلبة المتميزين والموهوبين، وكثيرًا ما يوصي في تلك التقارير بتشجيع تعليم العلوم القائم على الاستقصاء (أو التعليم القائم على حل المشكلات) في تدريس علم تقنية النانو، إذ يتم التدريس من خلال أسلوب استقرائي (وليس استنتاجي)، يَجب أن يقترن ذلك بالعديدِ مِن الأنشطة العملية الَّتي تسمح للمتعلمين برؤية العلم بأنفسهم، ثم يتعلمون ويفهمون التفسير النظري لما يرونه (ص ٢٤).

ويضيف الملاح وخضر (٢٠١٧م) أنَّه يمكن إدخال تقنيات النانو في برامجنا التعليمية من خلال الآتي:

١- فتح فصول خاصة بالتلاميذ الموهوبين في المهارات التقنية في كل مدرسة.

٢- إثراء مناهج العلوم بمفاهيم تقنية النانو، ويقصد بالإثراء إغناء المنهج، أو إحداث زيادات، أو إضافات كوحدات تعليمية، أو إدخال برامج إثرائية مصاحبة.

٣- تطوير البيئة التعليمية وتزويد معامل العلوم بالأجهزة والأدوات اللازمة لهذه التقنية.

٤- إعداد معلمي العلوم أثناء برامج الإعداد الأكاديمي قبل الخدمة، وتدريبهم، وتنميتهم مهنيًّا أثناء الخدمة، ليمتلكوا قدرًا كافيًا من المعرفة بتقنية النانو والمهارات اللازمة لتدريسها (ص ص٢٩٨-٢٩٩).

مما سبق يتضح الاهتمام المتزايد بعلم تقنية النانو، وضرورة جعله مِن أولويات النظام التعليمي، ونشاط المبادرات والأبحاث والمؤتمرات والندوات التي تهدف إلى إثراء المناهج بشكل عام ومناهج العلوم بشكل خاص بمفاهيم تقنية النانو في التعليم الجامعي وما قبل الجامعي، مع الأخذ بعين الاعتبار لمجموعة التحديات التي تواجه دمج تقنية النانو في مجال التعليم منها:

أ- نقص الموارد البشرية المؤهلة في هذا المجال، مثل المعلمين المدربين مصممي المناهج المتمكنين من علم العلوم وتقنية النانو معًا.

ب- نقص المعدات والمرافق البحثية التجريبية المناسبة والمهيئة لمستويات الطلاب في التعليم ما قبل الجامعي؛ إذ إنَّ تقنية النانو علم تطبيقي يدرس من خلال الاستقصاء البحثي العلمي والاستقصاء المعملي التجريبي.

ج- تقدم البحوث والاكتشافات في هذا المجال بوتيرة متسارعة.

د- نقص الثقافة العلمية وضعف الوعي الاجتماعي بأهمية تقنية النانو.

هـ- إعادة صياغة مناهج العلوم بما يتناسب مع التقدم العلمي المتسارع في تقنية النانو، ما يتطلب وقتًا وجهدًا ونفقات وكوادر بشرية مؤهلة.

وأفادت الباحثة من هذا المحور في الإطار النظري ببناء محتوى البرنامج الإثرائي.

- دراسات سابقة تناولت تقنية النانو

يهدف هذا الجزء إلى عرض بعض الدراسات والبحوث العربية والأجنبية ذات العلاقة بتقنية النانو؛ لما لها من أهمية في تأصيل الإطار النظري الذي تقوم عليه الدراسة، وبناء أدواتها، ومقارنة النتائج التي تكشف عنها الدراسة بنتائج هذه الدراسات؛ بما يُسهم في إثراء الدراسة وتدعيمها.

وقد أفادت الباحثة من عدة مصادر بالحصول على هذه الدراسات والبحوث، مِن أهمها:

٣. بعض رسائل الماجستير والدكتوراه الموجودة في الجامعات العربية.

٤. بعض الدوريات العربية والأجنبية.

كما تم مراعاة الآتي في عرض الدراسات السابقة:

- الترتيب الزمني؛ إذ تعرض الدراسات والبحوث ترتيبًا زمنيًّا من الأقدم إلى الأحدث في حدود عشر سنوات ماضية.
- توحيد منهجية عرض الدراسات من حيث هدفها، ومنهجها مع بيان مجتمعها وأدواتها، وأهم النتائج التي توصّلت إليها في عرض الدراسات.
- التعقيب على جميع الدراسات بعد الانتهاء من عرضها، ويشتمل على أهم ما تم استخلاصه من هذه الدراسات والبحوث؛ وفيما يلي تفصيل ذلك:

قدم **هينجانت وألبي Hingant and Albe(2010)** دراسة هدفت إلى تقديم عرض لأحدث الدراسات التي تناولت إدخال علم وتقنية النانو في التعليم الثانوي وتم تحديد أربعة موضوعات للبحث وهي: أسئلة وانعكاسات تسبق تطوير المناهج الدراسية في علم وتقنية النانو، و البحث عن مفاهيم الطلاب حول المفاهيم المتعلقة بالنانو وتقنياته، والأدوات والأساليب المستخدمة لتدريس علم النانو وتقنياته، والتطوير المهني لمعلمي المدارس الثانوية لتدريس علم وتقنية النانو، واتبعت الدراسة المنهج الوصفي، وكان مجتمع البحث الأدبيات والأبحاث والمواقع المختصة والمؤتمرات في مجال تعليم العلوم وعلم وتقنية النانو، وأظهرت النتائج عدم وجود دراسات في الأدبيات تعتبر علم النانو وتقنياته مسألة اجتماعية علمية في التعليم الثانوي وأشارت إلى ضرورة تقديم الاقتراحات لتطوير مناهج العلوم بإدخال علم النانو وتقنياته.

وقدّم **الشهري (٢٠١٢م)** دراسة هدفت إلى استقصاء فاعلية برنامجٍ تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي مفاهيم تقنية النانو، واتبع الباحث المنهج الوصفي التحليلي والتجريبي، وتمثّل مجتمع الدراسة في طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي بمدينة الطائف، واستخدم الباحث اختبارًا تحصيليًّا، ومقياسَ الاتجاهات نحو تقنية النانو، وتوصّلت نتائج الدراسة إلى وجود فرقٍ دالٍ إحصائيًّا بين متوسطي درجات المجموعة التجريبية في التطبيقين: القبلي، والبعدي للاختبار التحصيلي، ومقياس الاتجاه نحو مفاهيم تكنولوجيا النانو؛ لصالح التطبيق البعدي.

اهتمت دراسة **لُبد (٢٠١٣م)** بإثراء بعض موضوعات العلوم بتطبيقات النانو تكنولوجي، وأثره في مُستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر في غزة، واتبعت الباحثة المنهج التجريبي؛ وتمثل مجتمع الدراسة في طلبة الصف الحادي عشر في غزة، إذ درّست المنهج الإثرائي لعينة الدراسة، وتمثّل مجتمع الدراسة من طالبات الصف الحادي عشر، شملت العينة (٤٠) طالبة من طالبات الصف الحادي عشر، واستخدمت الباحثة اختبار مستوى الثقافة العلمية (الجانب المعرفي)، ومقياس الاتجاهات نحو تقنية النانو (الجانب الوجداني)، وتوصّلت الدراسة إلى أنَّ مُستوى الثقافة للطالبات وصل إلى ٧٣,٧٥%، وهذه النسبة أَعلى من المعدلات الافتراضية ٧٠%، الذي حُدِّد مُعدلًا مقبولًا تربويًّا.

كما أجرى **عليان (٢٠١٥م)** دراسة تهدف إلى زيادة الوعي المجتمعي بعلم النانو كعلم حديث، وتوجيه الأنظار نحو القضايا المرتبطة به، وإلى استقصاء حجم الأثر الَّذي يمكن أنْ يتركه البرنامج التدريبي يتكون من أربعة محاور، هي: ماهية علم النانو وتاريخه، تطبيقاته في مجالات الحياة المختلفة، الإيجابيات والسلبيات المرتبطة بالتطبيقات، واتجاهات المجتمع نحو مستقبل تكنولوجيا النانو، وتمثل مجتمع الدراسة في طلاب وطالبات المرحلة الثانوية في مدينة الأحساء في المملكة العربية، صُمّمَ اختبارٌ تحصيلي لقياس درجة الوعي بالقضايا المرتبطة بعلم (النانو)، ومقياس اتجاهات الطلاب نحو القضايا المرتبطة بعلم (النانو)، وتوصلت الدراسة إلى وجود فاعلية كبيرة في تحسين أداء الطلاب في الاختبار التحصيلي المعد؛ ما يشير إلى زيادة وعيهم بقضايا علم وتكنولوجيا النانو، في حين لم تُظهر النتائج فروق دالة إحصائيًّا بين اتجاهات الطلاب قبل تطبيق البرنامج وبعده.

وتناولت دراسة **سليم وآخرون Selim et al (2015)** إمكانية التكامل بين مفاهيم تقنيات النانو وتطبيقاتها في تعليم الفيزياء بالمرحلة الثانوية في مصر، استخدم الباحثون المنهج الوصفي التحليلي بتحليل محتوى لمناهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية بمصر، وبعض الدول المتقدمة للتواصل إلى أهم المفاهيم المتعلقة بعلوم وتطبيقات النانو الواجب تضمينها في مناهج الفيزياء. توصل الباحثون إلى (٥٢) مفهومًا من مفاهيم التقنيات وعلوم النانو يجب تضمينها ضمن مناهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية، وأوصى الباحثون بضرورة تنمية وعي معلمي الفيزياء بأهمية تضمين وتبني مفاهيم العلوم وتقنيات النانو في مناهج الفيزياء.

وهدفت دراسة **حافظ، وخجا، والعتيبي، القريشي (٢٠١٥م)** إلى التعرف على مدى تضمين مناهج العلوم في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية لمفاهيم تقنية النانو الملائمة، اتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي، مجتمع الدراسة تمثل في كتب العلوم بالمرحلة الثانوية (أحياء- فيزياء- كيمياء)، تمثلت أداة البحث في بطاقة تحليل المحتوى، وتوصّل البحث إلى أن معظم مفاهيم تقنية النانو التي تعرضت لها كتب مناهج العلوم، لم تتجاوز النسبة المأمولة المجال الطبي ٣٧,٧% في المجال العام ٢٨,٦%، يليه المجال الصناعي بنسبة ٢٠%، وهذا يشير إلى افتقار مناهج العلوم بالمرحلة الثانوية لمفاهيم تقنية النانو.

كما هدفت دراسة **القطيم (٢٠١٦م)** إلى التعرف على مدى تضمين كتاب العلوم للصف الأول المتوسط بالمملكة العربية السعودية لمفاهيم تقنية النانو، اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي وفق منهجية تحليل المضمون، وتمثل مجتمع الدراسة في كتاب العلوم للصف الأول متوسط، وقد صممت الباحثة بطاقة تحليل المحتوى أداة الدراسة، توصل البحث إلى أن إجمالي مفاهيم تقنية النانو بكتاب العلوم الصف الأول متوسط بالمملكة العربية السعودية بلغ (٧) مفاهيم بنسبة (١٥,٦%) من إجمالي مفاهيم تقنية النانو والبالغ عددها (٤٥) مفهومًا، إذ جاء إجمالي تكرارات مفاهيم تقنية النانو (البيئية – الطبي والحيوي) (٣) مرات بنسبة (٥٥,٦%)، وبلغ إجمالي تكرار مفاهيم النانو الصناعية (مرة واحدة) بنسبة (١,٩%) من إجمالي مفاهيم تقنية النانو، وهذا يدل على افتقار كتاب العلوم للصف الأول متوسط لمفاهيم وتطبيقات تقنية النانو.

وهدفت دراسة **الفيفي (٢٠١٦م)** إلى تقديم تصور مقترح لتضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مقررات العلوم للصفوف العليا بالمرحلة الابتدائية، واتبعت الدراسة المنهج الوصفي، وتمثل مجتمع الدراسة في مقررات العلوم للصفوف العليا للمرحلة الابتدائية، وأسفرت النتائج عن غياب مفاهيم تقنية النانو في مقررات العلوم للصفوف العليا للمرحلة الابتدائية، وتقديم التصور المقترح لتضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مقررات العلوم للصفوف العليا (كتاب الطالب- دليل المعلم – واللعبة التعليمية الخاصة بذلك).

في حين هدفت **دراسة عسكر (٢٠١٧م)** إلى التعرف على فعالية وحدة مقترحة من منهج الكيمياء وفق مفاهيم النانو تكنولوجي في تنمية التحصيل لطلاب الصف الأول الثانوي بمصر، واتبع الباحث في هذه الدراسة المنهج البنائي في إعداد المادة الإثرائية والمنهج التجريبي، إذ قام بتدريس المنهج الإثرائي لعينة الدراسة القصدية، وتمثل مجتمع الدراسة مِن طلاب الصف الأول الثانوي، وقدم الباحث اختبارًا تحصيليًّا لمعرفة فاعلية الوحدة المقترحة، وأسفرت الدراسة عن وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة (٠,٠٥) بين متوسط درجات المجموعة التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التحصيل لمفاهيم تكنولوجيا النانو لصالح المجموعة التجريبية الذين درسوا الوحدة.

كما هدفت **دراسة التقبي (٢٠١٧م)** إلى تقديم وحدة في العلوم في ضوء النانو تكنولوجي، ووفقًا لنموذج الاستقصاء التقدمي لتنمية الاستيعاب المفاهيمي، ومهارة حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الإعدادية بليبيا، واتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والتجريبي وتمثل مجتمع الدراسة في طلاب المرحلة الإعدادية، وقدمت الدراسة أداة تحليل محتوى للوحدة واختبارًا للاستيعاب المفاهيمي في ضوء مفاهيم تقنية النانو ومقياس حل مشكلات، وأسفرت النتائج عن فاعلية الوحدة في ضوء النانو تكنولوجي، ووفقًا لنموذج الاستقصاء التقدمي في تنمية الاستيعاب المفاهيمي ومهارات حل المشكلات.

وهدفت دراسة **الصعب (٢٠١٨م)** إلى تطوير وحدة تعليمية بمقرر الأحياء للمرحلة الثانوية لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في ضوء توجهات "STEM"، واعتمدت الدراسة المنهج الوصفي (تحليل المحتوى)، واستُخْدمتْ أداةُ بطاقة تحليل المحتوى، وأسفرت النتائج عن ضعف تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مقرر الأحياء للصف الثالث ثانوي، وتم تطوير وحدة تعليمية واتفق الخبراء على مناسبة الوحدة التعليمية المطورة بمقرر الأحياء للصف الثالث الثانوي لتضمين مفاهيم النانوتكنولوجي في ضوء توجهات "STEM".

كما هدفت دراسة **الشلوي (٢٠١٨م)** إلى معرفةِ فاعلية برنامج تعليمي قائم على المدخل البيني لدمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو، وفاعليته في تنمية مهارات التفكير العلمي لدى طالبات المرحلة الثانوية، واعتمدت الدراسة المنهج الوصفي (تحليل المحتوى) والمنهج التجريبي (تصميم شبه التجريبي)، وتمثل مجتمع الدراسة بطالبات المرحلة الثانوية، وتمثلت أدوات الدراسة في: بطاقة تحليل محتوى لمفاهيم تقنية النانو المتضمنة في مقرر الفيزياء (٣) واختبار لمهارات التفكير العلمي، وخلصت الدراسة إلى وجود فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة (٠,٠٥) لاختبار مهارات التفكير العلمي في مقرر فيزياء (٣) لصالح متوسط درجات التطبيق البعدي.

التعقيب على الدراسات السابقة التي تناولت تقنية النانو:

مِن العرض السابق للدراسات والبحوث التي تناولت تقنية النانو أمكن الخروج بمجموعةٍ مِن الموجهات التي يمكن الإفادة منها، وإجمالها في توضيح أوجه التقاء واختلاف الدراسة الحالي

مع دراسات وبحوث المحور الثاني فيما يلي:

١- تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة عليان (٢٠١٥م) الشهري (٢٠١٢م) والشلوي (٢٠١٨م) في تقديم برنامج لإكساب مفاهيم تقنية النانو (المتغير التابع).
٢- تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة لُبد (٢٠١٣م)، وعسكر (٢٠١٧م)، والتقبي (٢٠١٧م) في إثراء بعض موضوعات العلوم بتقنية النانو.

٣- التقت بعض الدراسات في تقويم مُحتوى كتب العلوم في ضوء مفاهيم تقنية النانو كدراسة: حافظ وآخرون (٢٠١٥م)، وسليم وآخرون Selim, et all (2015)، والفيفي (٢٠١٦م)، والقطيم (٢٠١٦ م)، والصعب (٢٠١٨م)، والشلوي (٢٠١٨م)، مَا يتيح للدراسة الحالية الاسترشاد بها عند إعداد قائمة مفاهيم تقنية النانو.
٤- تلتقي الدراسة الحالية مع جميع دراسات المحور في استهدافها للمرحلة الثانوية عدا دراسة: القطيم (٢٠١٦م)، والفيفي (٢٠١٦م)، والتقبي (٢٠١٧م).
٥- تلتقي الدراسة الحالية مع الدراسات: الشهري (٢٠١٢م)، ولُبد (٢٠١٣م)، وعليان (٢٠١٥م)، وعسكر (٢٠١٧م)، والتقبي (٢٠١٧م)، والشلوي (٢٠١٨م)، فِي منهج الدراسة المنهج التجريبي، بينما تختلف مع دراسة: هينجانت وألبي Hingant and Albe(2010) ، حافظ وآخرين (٢٠١٥م)، وسليم وآخرين .Selim, et all (2015)، والفيفي (٢٠١٦م)، والقطيم (٢٠١٦م)، والصعب (٢٠١٨م) التي استخدمت المنهج الوصفي.
٦- تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة الشهري (٢٠١٢م)، والتقبي (٢٠١٧م)، وعسكر (٢٠١٧م) في أداة الدراسة (اختبار مفاهيم تقنية النانو).
٧- تلتقي الدراسة الحالية مع دراسات: حافظ وآخرين (٢٠١٥م)، والشهري (٢٠١٢م)، وعليان (٢٠١٥م)، والفيفي (٢٠١٦م)، والقطيم (٢٠١٦م)، والشلوي (٢٠١٨م)، والصعب (٢٠١٨م) في البيئة التي طُبّقت فيها الدراسات السابقة (المملكة العربية السعودية)؛ بينما تختلف مع بقية الدراسات، الَّتي طُبّقت في مجتمعات عربية وأجنبية غير المجتمع السعودي.

٨- تختلف الدراسة الحالية مع الدراسات في هذا المحور من حيث مجتمع الدراسة، إذ تمثل مجتمع الدراسة الحالية في الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية، بينما بقية الدراسات وجهت إلى الطلبة العاديين.

أوجه إفادة الدراسة الحالية مِن دراسات وبحوث هذا المحور تتمثل فيما يلي:

أفادت دراسات وبحوث هذا المحور عموما كالتالي:

- تحديد ودعم مشكلة الدراسة، وزيادة الإحساس بأهميتها وأبعادها.
- تحديد مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو الواجب توافرها في البرنامج الإثرائي.
- مقارنة النتائج التي توصلت إليها الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة.
- المساهمة في تحديد الإجراءات الميدانية المناسبة لهذه الدراسة.

٣- نزعات التفكير الابتكاري

تناول العلماء نزعات التفكير الابتكاري؛ كونها أحد مكونات الابتكار المهمة، وقد ركز العالم جيلفورد "Guilford" على هذه النزعات أو السمات الشخصية، لدورها المهم جدًّا في تكوين الشخصية الابتكارية (الطاهر، ٢٠١٥م، ص ٤٥)، وتتضح نزعات التفكير الابتكاري بشكل أكثر تفصيلًا مِن خلال العرض التالي لمفهوم الابتكار، وتصنيف نظرياته، والعوامل المحفزة للعملية الابتكارية.

الابتكار

القدرة على الابتكار أحد أهم القدرات العقلية العليا التي يتميز الإنسان بها عن باقي المخلوقات، ودراسة الابتكار تحتاج إلى البحث عن المواقف الغامضة لإيجاد التفسيرات، والحقائق أو الإجابات التي تشبع فضول الفرد.

لا يوجد اتفاق من قبل المختصين على تعريف محدد للابتكار، ويعود ذلك إلى اختلاف وجهات النظر حول طبيعة الابتكار وسماته، إذ ينظر البعض إلى الابتكار على أنَّه عملية عقلية تمر بعدة مراحل، وينظر البعض إلى الابتكار من خلال بعض السمات العقلية والانفعالية التي تميز المبتكرين عن غيرهم، والبعض ينظر إلى الابتكار من خلال نتائج محددة وأصيلة تكون مقياسًا لابتكارية الفرد (مركز ديبونو لتعليم التفكير، ٢٠١٧م).

يعرف جيلفورد وهوبفينز Guilford and Hoepfiner (1971) الابتكار بأنَّه مجموعة من السمات الشخصية والقدرات التي تتمثل في: الطلاقة والمرونة والأصالة والحساسية للمشكلات والمهارة على التحليل والتركيب وإعادة التحديد والتقويم، ويفرق (جيلفورد) بين الطاقة الابتكارية الكامنة (نزعات التفكير الابتكاري)، والإنتاج الابتكاري (P34).

ويورد الطاهر (٢٠١٥م) تعريفًا لعملية الابتكار بأنَّها "العملية العقلية التي تمر بمراحل متتابعة، تهدف إلى الوصول إلى مفهوم أو مهارة أو منتج، تتمثل فيه الجدة والأصالة، مُعتمدة على الطلاقة والمرونة في ظل مناخ انفعالي آمن يسوده التشجيع والثقة بالنفس والتعاون" (ص٤٩).

في حين يورد طلبة (٢٠١٧م) تعريفًا للابتكار بأنَّه "مزيج متناغم من القدرات والاستعدادات والخصائص والسمات الشخصية (النزعات)، ويعزز من خلال البيئة التربوية المناسبة التي تجعل المتعلم أكثر ابتكارًا في تفكيره، وتجعل نواتج تفكيره أكثر أصالة وتفردًا " (ص ١٤٥).

تتفق التعريفات السابقة على أنَّ الابتكار مزيجٌ مِن القدرات والسمات، عدا طاهر (٢٠١٥م) يرى أنَّه عملية عقلية تهدف إلى الوصول إلى القدرة أو المهارة أو المنتج، كما تتفق في أنه ينبغي للابتكار تأمين بيئة داعمة ومحفزة تجعل المبتكر أكثر تفكيرًا وأصالة وتفرد.

ويتضح أنَّ الابتكار عملية تؤدي إلى نتاجات مختلفة من الحلول والأفكار الجديدة، وتعكس درجةً من الأصالة والمرونة والقيمة، وترتبط بالاستعدادات والسمات الشخصية (النزعات الابتكارية) مع الأخذ في الاعتبار أنَّ هذه النتاجات لا يمكن الوصول إليها إلا بتوفر الدافعية والمثابرة والجدية، ومِن خلال التفاعل بين الفرد والمثيرات البيئية التي تُنشط العمليات الداخلية لديه، وتُحدث تنظيم للخبرات التي يمتلكها.

تصنيف نظريات الابتكارية

ثمة تصنيفات عديدة للابتكار منها نموذج يعرف بالنموذج ذي الأربع مراحل، ليعبر عن تطور نظريات الابتكارية، ويُساعد في استيعاب نماذج ونظريات الابتكارية، ويؤكد الكفاءة كونها عنصرًا أساسيًّا، وعلى التحول التاريخي لمجال الابتكارية، بوصفه أعلى مؤشرات الابتكار، كما أنَّه من خلال هذا النموذج الَّذي يعبر عن تطور نظريات الابتكارية يمكن تحليل العملية الابتكارية، ويتمثل هذا النموذج في الابتكارية المصغرة (Mini – C)، وهي الابتكارية الكامنة في عملية التعلم (التي تتناول التعلم التحويلي الَّذي يتضمن بناء تفسيرات ذات معنى شخصي من خلال الخبرات والإجراءات والاستبصارات)، والابتكارية القليلة (Little – C)، ويطلق عليها الابتكارية اليومية التي يمكن العثور عليها لدى جميع الناس تقريبًا (التي تتناول حل المشكلة اليومية والتعبير الإبداعي لهذه الحلول)، والابتكارية الاحترافية (Pro-C)، وهي الابتكارية التي تُعبر عن النمو والتقدم المثمر، وتمثل الخبرات على المستوى المهني في أي مجال ابتكاري (وهِي تتناول النواتج الظاهرة والمعروضة من خلال الناس ذوي الابتكارية المهنية، وهِي ليست بالضرورة ظاهرة وبارزة للآخرين)،

والابتكارية الكبيرة (Big – C)، وهِي الابتكارية البارزة التي تكون قاصرة على الشخص الرائع أو المبهر (وهي تتناول الابتكارية التي تعد هائلة وتمثل ظاهرة وطفرة في مجال معطى) (Kaufman and Begetto, 2009).

كما أورد طلبة (٢٠١٧م) تصنيفًا لنظريات الابتكار، يشير فيه إلى ثلاث مجموعات، هي:

١- المداخل المعرفية والعقلانية والمتعلقة بالمعنى (الدلالية):

وتهتم هذه المجموعة من النظريات برؤية الابتكارية من الجانب العقلاني، أو من جانب القدرات المعرفية (الطلاقة المرونة والأصالة)، مع التأكيد على المفاهيم المرتبطة بالمعنى أو على الارتباط بين الأفكار وتداعي المعاني، ويبحث المدخل المعرفي للابتكار عن فَهم التمثيلات والعمليات العقلية الأساسية للتفكير الابتكاري.

٢- المداخل الشخصية والبيئية:

وتؤكد هذه المجموعة من النظريات الطبيعة الوجدانية للموهوب الابتكاري، مع الأخذ في الاعتبار القدرات المعرفية التي أكدتها النظريات في المجموعة الأولى، وتتعلق تلك النظريات بالسمات الشخصية أو بخصائص الشخص الابتكاري، وبنزعات التفكير الَّتي تطبع سلوكه الابتكاري بصبغة خاصة مميزة، كما ترى هذه المجموعة من النظريات أن جذور الابتكارية تتمركز في الشخصية، ولذا يتشكل الابتكار كسمة شخصية أو كاتجاه مميز لشخصية المتعلم، توجد مجوعة من النظريات، التي تؤكد خصائص الشخصية الابتكارية مثل كونه حذرًا، ويُراعي مشاعر وتقديرات الآخرين، والإخلاص والفضول وحب الاستطلاع، بالإضافة إلى الاستقلالية في التفكير، والدافعية الذاتية، وعدم الاندفاع (التريث) مَع القدرة على تحمل الإحباط، والاستقلالية والثقة بالنفس، واستخدام الأشياء بطريقةٍ غير مألوفة، والانتفاخ على الأشياء غير المألوفة التي تتصف بالحدسية، والتوجه الداخلي والحساسية نحو المشكلات.

٣- مداخل الصحة العقلية/النمو النفسي أو ما يعرف بعلم نفس القوة الثالثة:

وتؤكد هذه المجموعة المداخل المتعددة للابتكارية، الَّتي تركز على الطاقة أو القوة الإنسانية الكامنة بهدف تحقيق الذات والنمو أو الإنجاز الشخصي، وأنَّ الابتكار عملية عقلية ونفسية راقية، ويرى أنَّه لكي يعمل الفرد بشكل ابتكاري فإنَّ هناك شرطين أساسيين، وهما: الأمان النفسي والحرية النفسية، وأنَّه يمكن تحقيق هذين الشرطيين من خلال تحقيق القبول الاجتماعي للفرد، وتشجيع التقويم الذاتي، وتحقيق درجة عالية من التعاطف الوجداني مع الفرد، وقبوله اجتماعيًّا، وتشكيل إطار مجتمعي يتقبله ويتقبل ناتجه الابتكاري، ومحاولة رؤية العالم وفهمه وتقبله من وجهة نظر الفرد المبتكر (ص ص١٣٦-١٤٣).

مما سبق يتضح أنَّ العديد من نماذج التفكير الابتكاري، مهما اختلفت في تصنيفاتها، إلَّا أن الجوانب الوجدانية للتفكير الابتكاري متناولةً بعد (نزعات التفكير)، تشكل بُعدًا أساسيًّا ومهمًّا ومحفزًا للعملية الابتكارية.

التمييز بين مصطلح الابتكار والإبداع

ثمة اختلاف بين الباحثين في التفريق بين (الابتكار والإبداع)، إذ إنَّ الباحثين باللغة الإنجليزية لا يميزون بين المصطلحين أبدًا، بينما الباحثون العرب منهم من يميل للتمييز بين الابتكار والإبداع، ويَرى أنَّ الإبداع ابتكار في مرحلة التطبيق، وأنَّ الابتكار يسبق الإبداع، ويتوقف عند مستوى الفكرة، أمَّا الإبداع فيشمل تطبيق الفكرة (قطناني، ٢٠١١م، ص٩٤).

ومنهم من يرى عدم وجود فرق بينهما؛ إذ يشير القريطي (٢٠١٤م) إلى أنَّ كلمة "ابتكار" اشتقت من بَكر-بكورًا خرج أول النهار قبل طلوع الشمس، والإبكار فعل يدل على الوقت، في حين اشتقت كلمة إبداع من بَدَعَ أو أبدع الشيء اخترعه أو أنشأه، ويستدل من ذلك أن ابتكر وابتكار إنّما هما كلمتان متعلقتان بوقت إتيان الفرد لفعل ما، بينما كلمة أبدع أو إبداع تشير إلى خصائص كيفية تطبيقية في هذا الفعل، أو النشاط، ومنها الجدة والأصالة، وبهذا المعنى فإنَّ كلمة "إبداع" تعد أكثر صحة من حيث اللغة، واتفاقًا مع تلك التعريفات التي وردت للمصطلح باللغة الأجنبية في القواميس والمؤلفات الأجنبية (ص ص١٥٠-١٥١).

على الرغم من اختلاف واتفاق المختصين حول مفهوم كل منهما، ومِن خلال الاطلاع على ما ورد في الأدبيات العربية والأجنبية فإنَّ نزعات ومهارات التفكير (الابتكاري –الإبداعي) واحدة.

نزعات التفكير الابتكاري بوصفها أحد مصادر تسهيل التفكير الابتكاري

أشارت العديدُ مِن الأدبيات إلى أنَّ التفكير الابتكاري يتأثر بمصادر وعوامل كثيرة، أهمها العوامل الداخلية، ومنها (نزعات التفكير الابتكاري)، الَّتي يمكن أن تُنَّمى مِن خلال الأنظمة التعليمية التربوية (الطاهر، ٢٠١٥م، ص ٤٢).

وقد حُددت ستة مصادر تؤدي إلى تسهيل التفكير الابتكاري لدى الطلاب، هي: الذكاء، المعرفة، الأسلوب العقلي، نزعات التفكير (الشخصية)، الدافعية، والسياق البيئي. (Sternberg and Lubart, 1991; Sternberg and Williams, 1997)

- المصدر الأول الذكاء: عُدَّ لفترةٍ طويلة خاصية فردية أساسية للشخص الابتكاري، وما زال يوجد اتجاه بحثي ممتد يرى وجود ارتباط بين الذكاء والابتكارية والموهبة أو العبقرية، واستنجت الدراسات أنَّ الذكاء ضروري لكنَّه ليس مكونًا كافيًا للابتكارية (Heliman. et al, 2003). وميّز شارب Sharp (٢٠٠٤م) بين الابتكارية والذكاء والموهبة، فأشار إلى أنَّ الأخير (الموهبة) يشير إلى حيازة المهارة والاستعداد في مجال محدد، ولكن لا يَعني امتلاك الأصالة أو القدرة الابتكارية في مجال معطى.
- المصدر الثاني المعرفة: فإنَّه يجب أن يمتلك الفرد معرفة كافية عن مجال محدد من الدراسة، تتيح له الانهماك والانشغال في حل المشكلات المتعلقة بهذا المجال، كما تتيح له بناء مساهمة ابتكارية فعالة متعلقة بهذا المجال (Sternberg and Lubart, 1991).
- المصدر الثالث الأساليب العقلية: تُعد بمثابة الطرائق التي يختارها المتعلم ليستخدم ويوظف ذكاءه، بالإضافة إلى معرفته، كما أنَّها توضح كيفية معالجته للمعلومات، وعمل التمثيلات المعرفية، كما ينظر إليها على أنَّها تشكل الإنسان وتحدد استجابته السلوكية (Sternberg and Lubart, 1991).

- المصدر الرابع نزعات التفكير: تُعد مميزة للشخصية الابتكارية، إذ إنَّ الفردَ الابتكاري يتميز بعدد من الخصائص والصفات التي تميز الشخصية الابتكارية، وهي الطموح والثقة بالذات والحماس تجاه ما يفعله، وهذه الخصائص ليست صفات فطرية، وينظر إليها من زاوية النزعة للتفكير، كما يرى فاسكو Fasko (2001) أنَّه توجد عدة خصائص أو صفات شخصية تمثل سمات ابتكارية للفرد الابتكاري، أَطلق عليها الباحثون نزعات التفكير، مثل: النزعة نحو تحمل الغموض، والنزعة للتغلب على العوائق والمثابرة، والنزعة للنمو، والنزعة إلى تحمل المخاطر، والنزعة نحو الأخذ بالمخاطر، والنزعة للتخيل، والنزعة إلى أن يقتنع الفرد، ويعتقد في كفاءته، والنزعة إلى تحقيق الذات.
- المصدر الخامس الدافعية؛ عُدتْ الدافعية أحد العوامل الرئيسية المؤدية إلى الناتج الابتكاري، وقد تكون الدوافع الداخلية أكثر أهمية من الحوافز الخارجية، حيث الفرد الابتكاري المحفز داخليًّا يسعى إلى البراعة والإتقان بهدف إكمال المهمة، وأشار العديدُ مِن الباحثين إلى أنَّ لجوء الأنظمة التعليمية للتحفيز الخارجي يعوق الدافعية الداخلية، إذ يَنتقل تركيز المتعلم وبؤرة اهتمامه من إشباع الدافع الداخلي، والسعي إلى الإتقان إلى إشباع الدافع الخارجي وتحقيقه كالحصول على مكافأة (Fasko, 2001).
- المصدر السادس السياق البيئي: يُعد مصدرًا مهمًّا لتحفيز الابتكار مِن خلال: استثارة الأفكار الابتكارية، التشجيع المستمر للأفكار الابتكارية، تقييم ومكافأة الأفكار، وتُؤدي المدارس دورًا ضعيفًا في تزويد العملية التعليمية بالبيئات التي تستثير الابتكار، ويُمكن تحسين ذلك من خلال تهيئة البيئات المحفزة مدرسيًّا للابتكار، وتقييم الأفكار الابتكارية، وتوجيهها ومكافأتها (Sternberg and Lubart, 1991).

يتضح مما سبق أنَّ نزعات التفكير تتخلل كل مصادر الابتكارية بشكلٍ ضمني، فَفي مصدر الذكاء يظهر الارتباط بالنزعة نحو الانفتاح العقلي، والنزعة نحو التوسع والتوضيح والفَهم، وفي مصدر المعرفة يظهر الارتباط بالنزعة نحو البحث عن الحقيقة، ونحو الفضول، بينما في مصدر الأساليب العقلية تظهر النزعة نحو الانتظامية والمنهجية والنزعة للبحث، وتَقييم الأسباب، وفِي مصدر الدافعية كثير مِن الباحثين ينظرون إلى النزعات الإنسانية على أنَّها دوافع داخلية، بينما في

السياق البيئي فإنَّ الابتكار يتطلب تعزيزًا لمجموعةٍ مِن نزعات التفكير مِن خلال البيئة، لجعلها بيئة محفزة داعمة للدوافع والاستعدادات الداخلية للابتكار.

نموذج المراحل الخمس للنزعات الابتكارية

سعى لوكاس وآخرون Lucas, et al (2012) إلى تقديم نموذج يركز على نزعات التفكير، يعرف بنموذج المراحل الخمس للنزعات الابتكارية، ويتكون النموذج من خمس نزعات أساسية للعقل الابتكاري، وهي:

١) الفضول (Inquisitive): هذه النزعة تظهر في التعجب والدهشة والتساؤل، والاستكشاف والتحقق، ومواجهة الافتراضات.
٢) المثابرة والإصرار (Persistent): وهِي تعبر عن الإصرار على التحدي وتكرار المحاولات، للوصول إلى الحل أو الناتج للمشكلات والمواقف الغامضة، وتتضح هذه النزعة من خلال تمسك الفرد بالصعوبة، وبالجرأة في أن يكون مختلفًا، وفي التسامح مع الغموض.
٣) التخيل (Imaginative): تعبر عن قدرة الفرد على الوصول إلى الحلول من خلال التخيل والإمكانات الابتكارية، وهذه النزعة تظهر من خلال اللعب بالاحتمالات، وبناء الارتباطات، واستخدام الحدس.
٤) التعاونية (Collaborative): تؤكدُ العديدُ من المداخل الحالية للابتكارية الطبيعةَ الاجتماعيةَ والتعاونيةَ للعملية الابتكارية، ويتضح ذلك من خلال المشاركة في الناتج الابتكاري، وإعطاء التغذية الراجعة واستقبالها، والتعاون بشكل مناسب.
٥) الانتظام أو الانضباط (Disciplined): تظهر عند الموازنة بين الجانب الحالم والجانب الخيالي في الابتكارية، وعند الحاجة إلى المعرفة والبراعة لتشكيل الناتج الابتكاري، وفي تطوير الخبرات، كما تظهر هذه النزعة في تطوير التكنيكيات، والتفكير بشكل ناقد، والبراعة والتطوير.

ذهب لوكاس وآخرون Lucas, et al (2012) إلى أنَّ هذه النزعات الخمس أساسية للتفكير الابتكاري، وأنَّه من الضروري استخدامها وتعزيزها عبر المناهج الدراسية المختلفة، وأنَّه بداخل كل نزعة من هذه النزعات توجد ثلاث نزعات فرعية مرتبطة بها، ويوضح شكل (٢-٨)

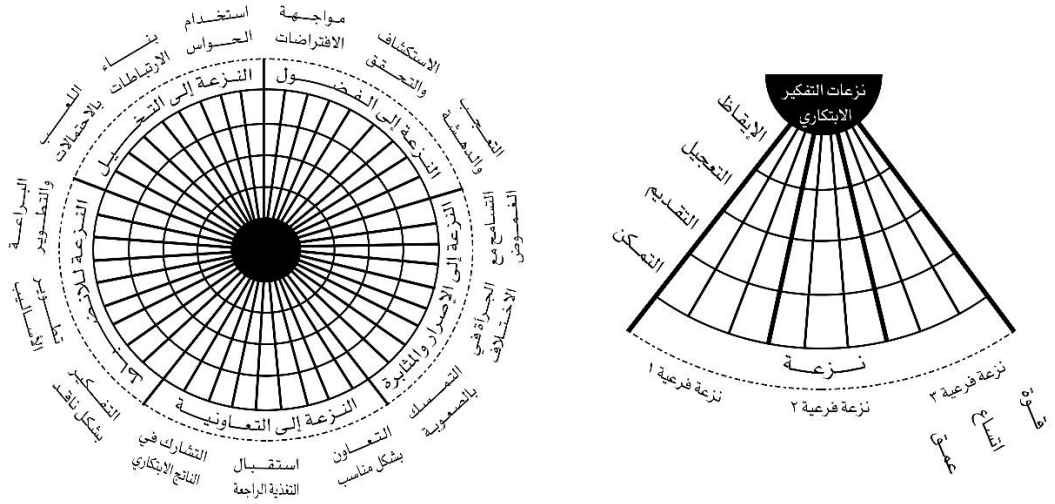
النزعات الأساسية الخمس للتفكير الابتكاري، وبداخلها مجموعةٌ مِن النزعات الفرعية، إذ إنَّ كل نزعة أساسية بداخلها ثلاث نزعات فرعية، ومِن ثَمَّ تتشكل النزعات الفرعية من (١٥) نزعة، ولهذا السبب اختير ليكون النموذج المعتمد في هذه الدراسة لقياس نزعات التفكير الابتكاري لدى الموهوبات.

ويمكن تتبع نمو هذه النزعات عبر ثلاثة أبعاد رئيسية، وهي:

- البُعد الأول القوة (Strength): وهو يشير إلى مُستوى الاستقلالية لدى المتعلم الَّذي يظهره عند تطبيق هذه النزعات، أو من حيث حاجته إلى معلم يقدم له تسهيلًا محددًا ليمارس نزعات التفكير.
- البعد الثاني الاتساع (breadth): ويرى في ضوء ميل المتعلم إلى أنْ يُمارس النزعات الابتكارية في سياقات جديدة أو مجالات جديدة غير المجال الَّذي نمت من خلاله هذه النزعات.
- البُعد الثالث العمق (depth): ويُرى في ضوء مستوى تطور تطبيق النزعة والمدى الَّذي فيه يصبح تطبيق النزعات ملائمًا للحالات أو المواقف التي تمارس فيها هذه النزعات.

كما تمر عمليةُ نمو النزعة للتفكير الابتكاري بأربع مراحل أساسية، وهي: مرحلة الإيقاظ أو الإنعاش للنزعات لدى المتعلم، ثُمَّ عملية التعجيل لنمو هذه النزعات واستثارتها من خلال؛ تخطيط محتوى وخبرات المنهج، واستخدام استراتيجيات ونماذج التدريس التي تحفز من ممارسة هذه النزعات، وتقديم مدى واسع من استخدام هذه النزعات، ثم الوصول إلى مرحلة التقدم في أداء وممارسة هذه النزعات، هناك تصبح النزعات أكثر قابلية لأنْ تستخدم في سياقات مختلفة ومتنوعة عن تلك السياقات التي نشأت فيها، والتقدم في أداء وممارسة هذه النزعات يصل بالمتعلم إلى مرحلة التمكن والأداء الماهر لها، أو ما يعرف بمرحلة الآلية في ممارسة نزعات التفكير الابتكاري، وهنا تصبح النزعات سلوكًا مُدْخَلًا وممارسًا بشكلٍ قوي بوعي، ومن دون وعي عند ممارسة التفكير الابتكاري (Lucas, et al, 2012).

الشكل (٢-٨) نموذج المراحل الخمس للنزعات الابتكارية



المصدر: (Lucas, et al, 2012)

يتضح أن هذه النزعات الخمس في هذا النموذج هي النزعات الأساسية للتفكير الابتكاري (الفضول، المثابرة الإصرار، التخيل، التعاونية، الانتظام أو الانضباط)، ويشير أبو النصر (٢٠٠٤م) إلى أن القدرات الابتكارية مواهب فطرية تخضع لعوامل التدريب والمران، مَا يسمح لها بالتطور، وأنَّه يمكن تنمية التفكير الابتكاري عن طريق التعليم والتدريب والإثراء، بشرط أنْ يتضمن جوانب رئيسية، وهي تنمية النزعات والقدرات الابتكارية، واستخدام الطرائق والوسائل الملائمة لذلك، مثل الاستقصاء والاكتشاف (ص ص ١٤٨-١٦٥).

وهذا ما تسعى هذه الدراسة إليه، مِن خلال البرنامج الإثرائي المعتمد على مدخل الاستقصاء، ونموذج عجلة الاستقصاء تحديدًا في تقديمه، وقد تم الإفادة من الإطار النظري الخاص بهذا المحور في تدعيم المحتوى الإثرائي بالأنشطة والمحتوى المحفز لنزعات التفكير، وبناء مقياس نزعات التفكير الابتكاري وفق نموذج المراحل الخمس للنزعات الابتكارية.

دراسات سابقة في نزعات التفكير الابتكاري

يهدف هذا الجزء إلى عرض بعض الدراسات والبحوث العربية والأجنبية ذات العلاقة بنزعات التفكير الابتكاري؛ لما لها من أهمية في تأصيل الإطار النظري الذي تقوم عليه الدراسة، وبناء أدواتها، ومقارنة النتائج التي تكشف عنها الدراسة بنتائج هذه الدراسات؛ بما يُسهم في إثراء الدراسة وتدعيمها.

وقد أفادت الباحثة من عدة مصادر بالحصول على هذه الدراسات والبحوث، مِن أهمها:

١. بعض رسائل الماجستير والدكتوراه الموجودة في الجامعات العربية.

٢. بعض الدوريات العربية والأجنبية.

كما تم مراعاة الآتي في عرض الدراسات السابقة:

- الترتيب الزمني؛ إذ تعرض الدراسات والبحوث ترتيبًا زمنيًّا من الأقدم إلى الأحدث في حدود عشر سنوات ماضية عدا دراسة واحدة عام (٢٠٠٥م) ويرد تعليل عرضها في التعقيب على الدراسات.
- توحيد منهجية عرض الدراسات من حيث هدفها، ومنهجها مع بيان مجتمعها وأدواتها، وأهم النتائج التي توصّلت إليها في عرض الدراسات.
- التعقيب على جميع الدراسات بعد الانتهاء من عرضها، ويشتمل على أهم ما تم استخلاصه من هذه الدراسات والبحوث؛ وفيما يلي تفصيل ذلك:

هدفت دراسة **فودة (٢٠٠٥م)** إلى معرفة أثر استخدام استراتيجية دي بونو للقبعات الست في تدريس العلوم على تنمية نزعات التفكير الإبداعي ومهاراته لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، واتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وتمثل مجتمع الدراسة في تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، وتمثلت أدوات الدراسة في اختبار مهارات التفكير الإبداعي، ومقياس نزعات التفكير الإبداعي، وأسفرت النتائج عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١)، بين متوسطي درجات المجموعتين: التجريبية، والضابطة على اختبار مهارات التفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية، كما توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠١)، بين متوسطي

درجات المجموعتين: التجريبية، والضابطة على مقياس نزعات التفكير الإبداعي لصالح المجموعة التجريبية.

كما استهدفت دراسة تشينغ، جينغ، يازوان، تينغ وجانبينغ **Qing, Jing, Yazhuan, Ting and Junping, (2010)** التعرف على تأثير التجارب الكيميائية الاستقصائية inquiry chemical experiment في تدريس الكيمياء، وفي تعزيز نزعات التفكير لدى المعلمين قبل الخدمة، إذ انتُقيت عشر تجارب كيميائية أُعدت بطريقة استقصائية، واعتمدت الدراسة المنهج التجريبي، وتمثل مجتمع الدراسة في معلمي الكيمياء قبل الخدمة (٤٢) معلمًا تتراوح أعمارهم ما بين (١٩-٢٠) عاما، وتحددت أداة الدراسة في مقياس نزعات التفكير لكاليفورنيا The California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI) لتقييم مستوى نزعات التفكير لدى معلمي الكيمياء، وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود تحسن في نزعات التفكير لدى المعلمين قبل الخدمة نتيجة التدريب على إجراء التجارب الكيميائية الاستقصائية، ومِن ثَمَّ تؤكد هذه النتيجة أنَّ التجارب الكيميائية الاستقصائية يمكن أنْ تُحرك عملية نمو نزعات التفكير لدى المعلمين، كما لفتت إلى أنَّه -رغم ذلك- فإنَّه لم يحقق معلمو الكيمياء قبل الخدمة مستويات عالية من التفكير؛ سواء الذين استخدموا التجارب الكيميائية المبنية على الاستقصاء أو التجارب الكيميائية المنفذة بطريقة تقليدية.

بينما هدفت **دراسة تشينغ، ني وهونغ (Qing, Ni and Hong, 2010)** إلى التعرف على تأثير نموذج التعلم المبني على المهمة عند تدريس التجارب الكيميائية على تنمية نزعات التفكير لدى طلاب المدرسة الثانوية، واعتمدت الدراسة المنهج التجريبي، وتمثل مجتمع الدراسة في طلاب المدارس الثانوية بالصين، وتحددت أداة الدراسة في مقياس نزعات التفكير لكاليفورنيا. توصلت نتائج الدراسة إلى: وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الطلاب الَّذين درسوا باستخدام نموذج التعلم المبني على المهمة، والطلاب الذين درسوا باستخدام الطريقة التقليدية في تنمية نزعات التفكير بشكل كلي؛ وتعطي هذه النتائج الإيجابية دليلًا على فعالية نموذج التعلم القائم على المهمة بوصفه نموذجًا تدريسيًّا فعالًا يمكن أن يستخدمه معلمو الكيمياء في تطوير النزعة نحو التفكير لدى الطلاب عند تدريس التجارب الكيميائية.

واهتمت **دراسة إيفرين، باتي ويلماز Evren, Bati and Yilmaz (2012)** بقياس مدى تأثير مخططات الشكل V في التدريس المعملي للعلوم والتكنولوجيا في نزعات التفكير لدى المعلمين قبل الخدمة، ولتحقيق هذا الهدف استخدمت الدراسة المنهج التجريبي، وتمثل مجتمع الدراسة في معلمي العلوم قبل الخدمة للمرحلة الابتدائية في تركيا، واستخدمت الدراسة أداة نزعات التفكير، وهي النسخة التركية المعدلة لاختبار كاليفورنيا لنزعات التفكير California critical thinking disposition test (CCTDI-T)، التي تتضمن ستة أبعاد أساسية لنزعات التفكير "التحليلية، والانفتاح العقلي، وحب الفضول، والثقة بالذات، والبحث عن الحقيقة، والنظامية".أشارت نتائج الدراسة إلى وجود فروق بين المجموعة التجريبية التي درست باستخدام مخططات الشكل V، والمجموعة الضابطة في نزعات التفكير المرتبطة بالثقة بالذات، ما يؤكد فعالية مخططات الشكل V في التدريس المعملي للعلوم والتكنولوجيا، وتنمية النزعة نحو الثقة بالذات، بينما حققت كل من المجموعتين التجريبية والضابطة درجات كسب إيجابية بين متوسطات التطبيق القبلي والبعدي لأبعاد نزعات التفكير المرتبطة بالتحليلية وحب الفضول والثقة بالذات لصالح التطبيق البعدي لكل من المجموعتين التجريبية والضابطة، فِي حين حدث انخفاض في متوسطات درجات المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح التطبيق القبلي في نزعات البحث عن الحقيقة، والانفتاح العقلي.

كما استهدفت دراسة **كارامي، باكمهر وأغيلي Karami, Pakmehr and Aghili (2012)** معرفة تأثير التعلم التعاوني في نمو نزعات التفكير لدى الطلاب بالمدرسة الثانوية، وتمثل مجتمع الدراسة بطلاب المرحلة الثانوية، وتحددت أداة الدراسة في مقياس نزعات التفكير Risk (2003) Critical Thinking Dispositions، ويتكون من ثلاثة مقاييس فرعية، وهي: النزعة نحو الابتكارية، والنزعة نحو الانهماك والمشاركة، والنزعة نحو النضج، وتوصلت الدراسة إلى أن هناك فروقًا دالة إحصائيًّا بين متوسطي درجات التطبيق القبلي والبعدي في نزعات التفكير الناقد والابتكاري للطلاب الذين درسوا وَفقًا للتعلم التعاوني، ولكن لا توجد فروق دالة لدى الطلاب قبل تطبيق المقياس، وبعده في نزعات التفكير المتعلقة بالنضج والالتزام.

وهدفت **دراسة طلبة (٢٠١٣م)** إلى معرفة فاعلية استخدام نموذج دورة التعلم البنائي المعدل في اكتساب المفاهيم العلمية، وحل أنماط مختلفة من المسائل الفيزيائية، وتنمية نزعات التفكير لدى طلاب الصف الأول الثانوي، واتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وتمثل مجتمع الدراسة في طلاب الصف الأول ثانوي، كما استخدم الباحث اختبارًا تحصيليًّا للمفاهيم الفيزيائية واختبار حل المسائل الفيزيائية ومقياس نزعات تفكير.وأسفرت النتائج عن: وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين: التجريبية، والضابطة في الاختبار التحصيلي للمفاهيم الفيزيائية ومستوياته المختلفة، لصالح طلاب المجموعة التجريبية، كما أظهرت وجود فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين: التجريبية، والضابطة في اختبار حل المسائل الفيزيائية بأنماطه المختلفة (اللفظية- البيانية- الجدولية) لصالح طلاب المجموعة التجريبية، كما وجد فرق دال إحصائيًّا بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين: التجريبية، والضابطة في مقياس نزعات التفكير بأنواعه المختلفة لصالح طلاب المجموعة التجريبية.

واهتمت دراسة لوكاس وأخرون **Lucas, at all (2012)** بتقديم تعريف لخمسة أبعاد للابتكار الذي تمَّ تقييمه من قبل المعلمين في اثنين من التجارب الميدانية في المدارس في إنكلترا، وتقديم أساس نظري لتحديد وتقييم الإبداع، بالإضافةِ إلى كيفية تطوير الإبداع وتتبعه في المدارس، واتبعت الدراسة المنهج الوصفي وشبه التجريبي، وتمثل مجتمع الدراسة في أدبيات الدراسات حول نزعات التفكير الابتكاري ومدارس إنكلترا، وأسفرت النتائج عن تقديم نموذج الأبعاد الخمسة لتنمية نزعات التفكير الابتكاري، كما أسفرت عن منافع واضحة لتقييم النموذج بعد تجريبه في تطوير الابتكار لدى طلاب المدارس.

في حين هدفت دراسة **لوون Loon (2015)** إلى معرفة تأثير نزعات التفكير العليا في تشكيل السلوك الابتكاري في أماكن العمل، ومعرفة أي من نزعات التفكير أكثر تأثيرًا من غيرها في تسهيل السلوك الابتكاري، وتمثل مجتمع الدراسة من مدى واسع من البيئات والمجالات الصناعية (التعليم، والتمويل، والرعاية الصحية، وتكنولوجيا المعلومات، والتصنيع، ومِن يعمل في مجال الإدارة، وخدمة العملاء، ودعم تكنولوجيا المعلومات والإدارة). وتكوّنت عينة الدراسة من (٢٠٢) فردٍ شاركوا طواعية في هذه الدراسة، وتكونت **أدوات الدراسة** مِن مجموعة من الأدوات

التي تقيس نزعات ومهارات التفكير العليا، مثل التفكير الناقد، وحل المشكلات، والتفكير ما وراء المعرفة، وتفكير المنظم، وتفكير الأخذ بالمنظورات المتعددة، ومقياس التعلم المرتبط بالوظيفة، ومقياس السلوك الابتكاري الّذي يقيس السلوك الابتكاري على ثلاثة مستويات، وهي العمل أو الوظيفة، والفريق، والتنظيم. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود علاقةٍ متوسطة جزئيًّا بين نزعات التفكير العليا والابتكارية عن طريق التعلم المرتبط بالعمل، ويمكن استخدام نزعات التفكير العليا في التنبؤ بالتعلم القائم على الوظيفة، ولكن النزعة نحو استخدام تفكير الآخذ بالمنظورات المتعددة من أكثر النزعات التي تتنبأ بالتعلم القائم على الوظيفة، وأشارت الدراسة إلى استخدام كل من نزعات التفكير العُليا والتعلم المرتبط بالوظيفة بشكل متزامن في التنبؤ بالابتكارية، وأنَّ التعلم المرتبط بالعمل من المتنبئات القوية بتفكير النظم والأخذ بالمنظورات المتعددة.

كما سعت دراسة **أولغار Ulger (2016)** إلى تحديد العَلاقة بين مهارات التفكير الابتكاري، ونزعات التفكير لدى الطلاب، وتمثل مجتمع الدراسة من الطلاب بالفصل الدراسي الخامس بالجامعة منهم (٦٣) ذكرًا، (١١١) أنثى، وتوزعت العينة على طلاب من أقسام: الفنون البصرية، تعليم الدين والأخلاقيات، تعليم الرياضيات، تعليم ما قبل المدرسة، وتكوّنت أدوات الدراسة: مِن قائمة كاليفورنيا لنزعات التفكير، واختبار تورانس للتفكير الابتكاري الذي يقيس الأبعاد الفرعية للتفكير الابتكاري، عوامل الطلاقة والأصالة ووضع واستخلاص العنوان (العناوين)، وتوصلت نتائج الدراسة: إلى وجود علاقة بين القوة الابتكارية (مهارات التفكير الابتكاري)، ونزعات التفكير، واستنتجت الدراسة أنَّ وجود العلاقة القوية بين التفكير الابتكاري ونزعات التفكير لدى الطلاب في أقسام الفنون البصرية وقسم تعليم الدين والأخلاقيات، يرجع إلى ميلٍ هؤلاء الطلاب إلى استخدام عمليات حل المشكلات غير الروتينية التي تثيرها طبيعة محتوى هذه المواد.

وقدمت الشمري **(٢٠١٨م)** دراسة عُنِيتْ بمعرفة أثر برنامج تدريسي قائم على الدمج بين نموذج نيدهام البنائي والتعلم المنظم ذاتيًّا في تنمية المفاهيم الفيزيائية، ونزعات التفكير الابتكاري لدى طالبات الصف الأول الثانوي، اتبعت الدراسة المنهج التجريبي، وتمثل مجتمع الدراسة في طالبات الصف الأول ثانوي، واستخدمت أداتان هما: اختبار المفاهيم الفيزيائية

ومقياس نزعات التفكير الابتكاري. وأسفرت النتائج عن وجود فروقٍ ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (٠,٠٥) بين القياس القبلي والقياس البعدي لأثر البرنامج التدريسي القائم على الدمج بين نموذج نيدهام البنائي والتعلم المنظم ذاتيًّا في تنمية المفاهيم الفيزيائية، ونزعات التفكير الابتكاري لدى طالبات المجموعة التجريبية ولصالح القياس البعدي، كما أظهرت نتائجُ الدراسةِ وجودَ فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (٠,٠٥) لأثر البرنامج التدريسي القائم على الدمج بين نموذج نيدهام البنائي والتعلم المنظم ذاتيًّا في تنمية المفاهيم الفيزيائية، ونزعات التفكير الابتكاري بين المجموعتين الضابطة والتجريبية على القياس البعدي ولصالح طالبات المجموعة التجريبية.

التعقيب على الدراسات السابقة التي تناولت نزعات التفكير الابتكاري:

مِن العرض السّـابق للدراسـات والبحوث التي تناولت نزعات التفكير الابتكاري أمكن الخروج بمجموعة من الموجهات التي يمكن الإفادة منها، وإجمالها في توضيح أوجه التقاء الدراسة الحالية واختلافها مَع دراسات وبحوث المحور الثالث فيما يلي:

١- تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة: فودة (٢٠٠٥م)، والشمري (٢٠١٨م) في (المتغير التابع نزعات التفكير الابتكاري).

٢- اعتمدت الدراسة الحالية نزعات التفكير الابتكاري الواردة في نموذج المراحل الخمسة للنزعات الابتكارية كما في دراسة Lucas (2013).

٣- تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة: طلبة (٢٠١٣م)، والشمري (٢٠١٨م) في البيئة السعودية المطبقة بها، بينما اختلفت مع الدراسات الأخرى من ناحية تطبيقها في بيئات عربية وأجنبية غير البيئة السعودية.

٤- تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة: Lucas (2012)، والشمري (٢٠١٨م) في أداة الدراسة (مقياس نزعات التفكير الابتكاري الخاصة بنموذج نزعات التفكير الخمسة).

٥- تلتقي الدراسة مع جميع دراسات هذا المحور في منهج الدراسة (المنهج التجريبي).

٦- تلتقي الدراسة الحالية مع جميع دراسات المحور في استهدافها للمرحلة الثانوية، عدا دراسة فودة (٢٠٠٥م)؛ وتشينغ، جينغ، يازوان، تينغ وجانبينغ Qing, Jing, Yazhuan, Ting

and Junping (٢٠١٠)؛ وإيفرين، باتي ويلماز(Evren, Bati, and Yilmaz, 2012) ولوون (Loon, 2015) وأولغار (Ulger, 2016).

٧- أضيفت دراسةُ فودة (٢٠٠٥م) رغم أنَّها ليست دراسة حديثة؛ وذلك لكونها الدراسة الأولى عربيًّا -حسب علم الباحثة- التي تناولت نزعات التفكير الإبداعي تلتها دراسة الشمري (٢٠١٨م).

أوجه إفادة الدراسة الحالية من دراسات هذا المحور وبحوثه تتمثل فيما يلي:

أفادت دراسات هذا المحور وبحوثه عموما كالتالي:

١- تحديد مشكلة الدراسة ودعمها، وزيادة الإحساس بأهميتها وأبعادها.

٢- تحديد نزعات التفكير الابتكاري المناسبة لمفاهيم تقنية النانو.

٣- مقارنة النتائج التي توصلت إليها الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة.

٤- المساهمة في تحديد الإجراءات الميدانية المناسبة لهذه الدراسة.

أوجه اختلاف الدراسة الحالية مع الدراسات والبحوث السابقة في جميع المحاور، تمثّلت فيما يلي:

تختلف الدراسة الحالية عن الدراسات الأخرى في الآتي:

١- نوعية البرنامج الإثرائي الذي تقدمه؛ إذ إنَّه برنامج إثرائي للمرحلة الثانوية، وليس مرتبطًا بمنهج صفٍ معين، كذلك من جهة بنائه في ضوء المدخل الاستقصائي ونموذج "عجلة الاستقصاء" تحديدًا، ومن حيث محتوى وحداته الإثرائية ومجالات مفاهيم تقنية النانو، ومِن ناحية أنشطته وأسئلة التقويم التي تستهدف نمو نزعات التفكير الابتكاري.

٢- مجتمع الدراسة -وهن الطالبات الموهوبات- على خلاف الدراسات الأخرى التي استهدفت الطلبة العاديين.

الفَصل الثَّالث

منهجية الدراسة وإجراءاتها

الفَصل الثَّالث

منهج الدراسة وإجراءاتها

يهدف هذا الفصل إلى وصف منهج الدراسة، وأفراد مجتمعه وعينته، وكذلك أدوات الدراسة المستخدمة وطرائق إعدادها، وصدقها وثباتها، ووصف إجراءات التطبيق الميداني للبرنامج وأدوات الدراسة، وأخيرًا المعالجات الإحصائيَّة التي اعتمد عليها في تحليل النتائج، ويمكن عرض ذلك في الآتي:

١- منهج الدراسة

استخدمت الدراسة المنهج التجريبي (التصميم شبه التجريبي)؛ لكونه المنهج الملائم لتحقيق أهداف هذه الدراسة؛ الذي يعرفه أبو علام (٢٠١٤م) بأنَّه المنهج الذي يستطيع الباحث بواسطته معرفة أثر (المتغيِّر المستقل) في (المتغيِّر التابع) (ص٢١٩)، وتقوم الدراسة الحالية على تصميم المجموعة الواحدة؛ إذ تُطبق أدوات الدراسة قبليًّا (اختبار مفاهيم تقنية النانو ومقياس نزعات التفكير الابتكاري) على مجموعة الدراسة، ثم تَدرس مجموعةُ الدراسة البرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل)، ثم يعاد تطبيق الأدوات لمعرفة فاعلية البرنامج الإثرائي وفق التصميم الآتي:

جدول (٣-١) تصميم المجموعة التجريبيَّة الواحدة

الاختيار العشوائي	المجموعة التجريبيَّة الواحدة G	تطبيق قبلي لاختبار مفاهيم تقنية النانو O1 تطبيق قبلي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري O2	المعالجة (البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي) X	تطبيق بعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو O1 تطبيق بعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري O2

حيث:

G المجموعة التجريبيَّة المكونة من (الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية).

X المعالجة التجريبيَّة (برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي).

O1 اختبار مفاهيم تقنية النانو (تطبيق قبلي وبعدي).

O2 مقياس نزعات التفكير الابتكاري (تطبيق قبلي وبعدي).

وقد اخْتُير تصميم المجموعة التجريبيَّة الواحدة للمبررات الآتية:

١- مناسبة التصميم لطبيعة الدراسة الحالية وأهدافها.

٢- محتوى البرنامج الإثرائي جديد بالكامل، مِن ثَمَّ تصميم المجموعتين، الضابطة والتجريبية، لا تتناسب والدراسة الحالية، إذ سيكون هناك نوعان مِن المعالجات التجريبية، وما يقدم للمجموعة الضابطة، وهذا يُحْدِثُ خللًا في الموازنةِ بين المجموعتين.

٣- المقارنة بين نَوعي المعالجات التجريبية (المقدمة للمجموعة الضابطة والمقدمة للمجموعة التجريبية)، ليس هدفًا مِن أهداف الدراسة الحالية.

٤- تصميم المجموعة الواحدةِ الأنسب لتحديد، وضبط المعالجات التجريبية المقدمة لعينة الدراسة.

٢- متغيّرات الدراسة

أ- المتغير المستقل هو برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي، واقتُصِر على نموذج عجلة الاستقصاء من بين نماذج الاستقصاء المتعددة لأنَّه يتميز بأنشطته العشرة: (طرح الأسئلة، الملاحظة، تحديد المشكلة، صياغة السؤال، اكتشاف المعرفة، عمل التوقع، إجراء الدراسة، تفسير النتائج، التأمل في النتائج، والاتصال مع الآخرين).

ب- المتغير التابع الأول: مفاهيم تقنية النانو: الأساسية، وفي المجالات الآتية: (البيئة- الطب- الطاقة).

ج- المتغير التابع الثاني: نزعات التفكير الابتكاري "نموذج المراحل الخمس" (الفضول- المثابرة والإصرار- التخيل- التعاونية- الانتظام- الانضباط)، وهي النزعات الخاصة بنموذج المراحل الخمس للنزعات الابتكارية.

٣- مجتمع الدراسة

شمل مجتمع الدراسة الطالبات الموهوبات بمحافظة المجمعة للفصل الدراسي الأول من العام ١٤٣٩هـ-١٤٤٠هـ (المجتازات لمقياس المشروع الوطني للتعرف على الموهوبين)، والبالغ عددهن

(١٤٥) طالبة، وينتمين إلى (٣) مكاتب تابعة لإدارة تعليم محافظة المجمعة، كما هو مُبيَّن بالجدول (٣-٢) (إدارة تعليم محافظة المجمعة، إدارة مركز الموهوبات، ١٤٤٠هـ).

جدول (٣-٢): توزيع مجتمع الدراسة "الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بمحافظة المجمعة"

مكتب الموهوبات	عدد الطالبات
المجمعة	٦٧
الأرطاوية	٣٨
حوطة سدير	٤٠
المجموع	١٤٥

٤- عينة الدراسة

تكوَّنت عينة الدراسة مِن مجموعةٍ واحدة من الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية، تمثل مجموعة الدراسة، واختيرت عينة عنقودية متعددة المراحل، واختيرت وَفقًا للخطوات التالية:

المرحلة الأولى: الاختيار العشوائي (لمكتب الموهوبات بالمجمعة) التابع لإدارة التعليم بمحافظة المجمعة من بين المكاتب التابعة للإدارة.

المرحلة الثانية: الاختيار العشوائي لطالبات المرحلة الثانوية، إذ أُعلن عن البرنامج والتسجيل من قبل الطالبات الموهوبات فيه بشكلٍ عشوائي، لتتمثل مجموعة الدراسة من (٤٥) طالبة حضرن البرنامج، واستبعدت نتائج ٣ طالبات لكثرة تغيبهن؛ تصبح العينة التي اعْتُمد بنتائجها (٤٢) طالبة.

٥- أدوات الدراسة وموادّها

ولتحقيق أهداف الدراسة، والإجابة عن الأسئلة، صممت الباحثة الأدوات والمواد الآتية:

١- قائمة مفاهيم تقنية النانو (المفاهيم الأساسية- المفاهيم في مجال الطب- المفاهيم في مجال البيئة- المفاهيم في مجال الطاقة) التي ستُضمن البرنامج الإثرائي.

٢- برنامج إثرائي متضمن مفاهيم تقنية النانو في ضوء المدخل الاستقصائي، ومكوَّن من: الأسس، والأهداف، والمحتوى، وطرائق التدريس، والوسائل التعليميَّة، والأنشطة،

وأساليب التقويم.

٣- اختبار مفاهيم تقنية النانو.

٤- مقياس نزعات التفكير الابتكاري في ضوء نموذج المراحل الخمس لنزعات التفكير الابتكاري.

إجراءات بناء أدوات الدراسة وموادها

تتمثَّل الأدوات والمواد التي استخدمت في الدراسة الحالية للإجابة عن أسئلتها ولتحقيق أهدافها في الآتي:

أولًا: إعداد قائمة بمفاهيم تقنية النانو المناسبة للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

اتُبعت الإجراءات التالية:

أ- تحديد الهدف من بناء قائمة مفاهيم تقنية النانو:

هدفت هذه القائمة إلى تحديدِ مفاهيم تقنية النانو التي ينبغي تضمينها للبرنامج الإثرائي للموهوبات في المرحلة الثانوية.

ب- تحديد مصادر بناء القائمة:

اعتُمد في بناء القائمة واشتقاق مادتها على عددٍ من المصادر، وهي:

- البحوث والدِّراسات العربية والأجنبية التي أُجريت في مجال علم وتقنية النانو، ومنها: الشهري (٢٠١٢م)، ولُبد (٢٠١٣م)، وحافظ وآخرون (٢٠١٥م)، Selim, et al, (2015)، والقطيم (٢٠١٦م)، والفيفي (٢٠١٦م)، وعسكر (٢٠١٧م)، والشلوي (٢٠١٨م).
- الكتب والأدبيات العربية والأجنبية في مجال علم وتقنية النانو، ومنها: بسيوني (٢٠٠٨م)، سلامة (٢٠٠٩م)، الإسكندراني (٢٠١٠م)، راتنزو راتنز (٢٠١١م)، الخزرجي وآخرون (٢٠١١م)، Filipponi and Sutherland (2013)، والحصيني (٢٠١٤م)، صالح (٢٠١٥م)، الملاح وخضر (٢٠١٧م).
- كتب وأدبيات الموهوبين التي وضحت الخصائص العمرية للموهوبات في المرحلة الثانوية ومنها: الريماوي (٢٠٠٤)، وعودة (٢٠١٣م)، والقمش والجوالدة (٢٠١٥م).

- كتب العلوم (الفيزياء، الكيمياء، الأحياء، علم الأرض) في المرحلة الثانوية.

ج- إعداد القائمة في صورتها الأولية:

مِن خلال استقراء المصادر السابقة، أُعدتْ قائمةُ مفاهيم تقنية النانو التي ينبغي تضمينها للبرنامج الإثرائي لموهوبات المرحلة الثانوية، تضمنتْ في صورتها الأولية (٤٤) مفهومًا، وزِّعت على (٤) مجالات، وهي: (أساسيات علم وتقنية النانو، تقنية النانو في مجال البيئة، تقنية النانو في مجال الطب، تقنية النانو في مجال الطاقة)؛ إذ تمثِّل هذه المجالات المحاور الرئيسية التي يمكن اعتبارها إطارًا مرجعيًّا لعلم تقنية النانو، لتضمينها في البرنامج الإثرائي، وهذا ما ورد في عدد من الأدبيات والتربويات، ومنها المشروع الأوربي لتعليم تقنية النانو (Filipponi and Sutherland, 2013).

د- التحقق من صدق القائمة:

للتأكُّد مِن صدق القائمة عُرِضَتْ بصورتها المبدئية على مجموعةٍ مِن الخبراء والمتخصصين في علم تقنية النانو، والمناهج وطرائق تدريس العلوم والموهوبين (ملحق رقم١)، وتم تحديد نسبة اتفاق (٨٠%) فأكثر كمعيار لقبول أو رفض المفاهيم مع مراعاة أي ملحوظة وإن لم يذكرها إلا محكم واحد، ورُوعي في اختيار المحكمين أنْ يكون لدى معظمهم خبرة بحثية وتخصصية في علم وتقنية النانو، وطبيعة تدريس العلوم والموهوبين، بغرض إبداء الرأي حول القائمة، مِن حيث:

- مدى مناسبة مفاهيم تقنية النانو للموهوبات في المرحلة الثانوية.
- مدى انتماء مفاهيم تقنية النانو لكل مجال.
- دقة صياغة المفهوم العلمي.
- إضافة المفاهيم التي يرون ضرورة وجودها، ولم يَرِد ذكرها في القائمة.
- حذف المفاهيم التي لا يرون ضرورة لوجودها.

هـ- تحليل نتائج التحكيم:

أسفرتْ توجيهات المحكمين عن النتائج التالية: تركزت معظم التعديلات فِي تعديل

مسميات المفاهيم والصياغة اللغوية للتعريفات؛ لتزداد وُضوحًا في التعبير عن مضمون المفاهيم، وحذف أحد المفاهيم، وهو روبوت تجسس نانوي (حشرات إلكترونية نانوية)، لعدم مناسبتها للمرحلة العمرية للطالبات الموهوبات والمجال، وأصبحت القائمة في صورتها النهائية (ملحق رقم٢).

و- إعداد الصورة النهائيَّة للقائمة:

اعتمدت الدراسة -بعد الإجراءات السابقة- الصورة النهائيَّة لقائمة مفاهيم تقنية النانو، التي ينبغي توافرها في البرنامج الإثرائي المقدم للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، وقد تضمنت (٤٣) مفهومًا؛ (ملحق رقم ٢)، وزعتْ على (٤) مجالات، وهي: (أساسيات علم وتقنية النانو، تقنية النانو في مجال: البيئة، الطب، الطاقة)، ويتضح ذلك على النحو الآتي:

جدول (٣- ٣) قائمة مفاهيم تقنية النانو قبل التحكيم وبعد

مم	المجال	عدد المفاهيم في صورتها الأولية	عدد المفاهيم في صورتها النهائية
		المفاهيم	المفاهيم
١١	أساسيات علم وتقنية النانو	٢٠	٢٠
٢٢	مجال تقنية النانو في مجال البيئة	١٠	٩
٣٣	مجال تقنية النانو في مجال الطب	٩	٩
٤	مجال تقنية النانو في مجال الطاقة	٥	٥

ثانيًا: إجراءات بناء البرنامج الإثرائي

صُمم البرنامجُ الإثرائي وَفْقًا للخطوات التالية:

المرحلة الأولى: تحديد الأسس التربوية والتعليميَّة للبرنامج الإثرائي:

- تتبع الدِّراسات، والبحوث، والكتابات التربوية السابقة العربية والأجنبية في مجال المِدْخَل الاستقصائي وتقنية النانو؛ لتحديد فلسفة البرنامج وأسسه التربوية والتعليميَّة، واستراتيجياته، وأنشطته، ومنها: **في المدخل الاستقصائي** ,Reiff, Harwood and Phillipson (2002) Harwood (2004)، أمبو سعيدي والزغبي (٢٠٠٩م)، أبو زينة (٢٠١١م)، قطيط (٢٠١١م)؛ **وفي تقنية النانو**: بسيوني (٢٠٠٨م)، سلامة (٢٠٠٩م)، الإسكندراني (٢٠١٠م)، الشهري (٢٠١٢م)، لُبد (٢٠١٣م)، حافظ وآخرون (٢٠١٥م)، ,Selim

et al. (2015)، صالح (٢٠١٥م)، عسكر (٢٠١٧م)، الشلوي (٢٠١٨م).

- بناء البرنامج على أسس فلسفية واجتماعية ونفسية ومعرفية علمية، ومِن خلال استقراء الأدبيات والبحوث، والدِّراسات السابقة التي تناولتْ علم النانو وتقنياته، والمعايير والمبادئ للمدخل الاستقصائي، التي حُددت مُسبقًا، حُددت الأسس التالية للبرنامج:

١) تكوين خبرة تعليميَّة متكاملة للموهوبات حول مفاهيم تقنية النانو، مِن خلال بناء برنامج في ضوء مدخل الاستقصاء والبحث والتجريب، إذ يعد الاستقصاء في العلوم قاعدة أساسية لتعزيز الإيمان بالله والاستدلال على عظمته وبديع صنعه.

٢) اختيار مفاهيم تقنية النانو ذات الأهمية في المجال، وذات طبيعة تتلاءم مع المرحلة العمرية للطالبات الموهوبات، وذات أهمية ومطلب في الحياة الاجتماعية.

٣) بناء البرنامج وفق حاجات واهتمامات الطالبات الموهوبات ومجتمعهن؛ إذ تعد (تقنية النانو) تقنية العصر، وقد انتشرت تطبيقاتها في شتى مجالات الحياة اليومية.

٤) مراعاة استعداد وقدرات الطالبات الموهوبات، وخصائص نموهنَّ، عند صياغة البرنامج بما فيه من أهداف ومحتوى وأنشطة وتقويم.

٥) مراعاة الفروق الفردية بين الموهوبات باختلاف نسبة موهبتهن وتنوع مجالاتها.

٦) تنمية مهارات الاستقصاء من خلال البرنامج، ومنها: الملاحظة، طرح الأسئلة، فرض فروض، التنبؤ، البحث، المناقشة، جمع البيانات، تحليل البيانات.

٧) يدعم البرنامج مبادئ الاستقصاء، ومنها: العلم ذو سياق تعاوني متطور.

٨) يُركز البرنامج على كون الموهوبات محور العملية التعليمية الاستقصائية.

٩) يسعى البرنامج إلى تنمية نزعات التفكير الابتكاري، وذلك بتوفير أنشطة تُتيح لهم الفضول والمثابرة والتخيل والتعاونية والانضباط لحل المشكلات، من خلال إنتاج ابتكارات تقوم على أساس علمي دقيق.

المرحلة الثانية: مرحلة التحديد والتحليل:

- تحديد الفئة المستَهدَفة، وهنَّ الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بإدارة التعليم بمحافظة المجمعة في الفصل الدراسي الأول، للعام الدراسي ١٤٣٩هـ -١٤٤٠هـ، وقد اختيرت هذه الفئة؛ لما

تتميز به الطالبات فيها من خصائص عقلية، وخصائص عمرية، إذ تعد المرحلة الثانوية للطالبة الموهوبة مرحلة ملائمة للفهم العميق، وإدراك العلاقات، ومرحلة تحديد التوجهات العلمية المستقبلية.

- تحديد مدى الحاجة إلى البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، وأجرت الباحثة –لتحديد مدى الحاجة للبرنامج– دراسةً استطلاعية (ملحق رقم٦) على عينة تكوّنت من (١٠) معلمات علوم لصفوف الموهوبات في محافظة المجمعة، وزّعت الباحثة عليهن استبيانًا مفتوحًا تضمّن: هل تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات بالمرحلة الثانوية لإكساب مفاهيم تقنية النانو؟ هل تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات بالمرحلة الثانوية تُنمي نزعات التفكير الابتكاري؟ وأظهرت نتائج الدراسة أنَّ (١٠٠%) من آراء المعلمات أشارت إلى أنَّه لم تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات في المرحلة الثانوية لإكساب مفاهيم تقنية النانو، رغم أهميته كعلم حديثٍ ومرتبط بموضوعات العلوم، كما أيدن ضرورة إكساب الموهوبات هذه المفاهيم لاسيما في هذا العصر المتسم بالتطور العلمي والتقني. كما أوضحت أنَّ (٨٥%) مِن آراء المعلمات أشارت إلى أنَّه لا تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات في المرحلة الثانوية، تُنمي نزعات التفكير الابتكاري، رغم رؤيتهن ضرورة توفير هذه البرامج الإثرائية في مواضيع مستحدثة لتحفز الابتكار والإبداع، بينما أشارت استجابة ٢٠% من المعلمات إلى وجود برامج إثرائية متنوعة برسوم معينة تدفعها الطالبات تقدمها مؤسسة الملك عبد العزيز ورجاله للموهبة والإبداع في فروع العلوم والهندسة والتقنية خلال البرنامج الصيفي.
- تحديد خصائص نمو الطالبات الموهوبات؛ مِن حيث القدرات العقليَّة، وميولهم واهتماماتهم العِلْميَّة، وانفعالاتهم الوجدانية، وخصائصهم الاجتماعيَّة؛ وذلك بهدف تنظيم خبرات البرنامج الإثرائي وأنشطته في ضوء هذه الخصائص النمائية، وتتحدَّد خصائص النمو كما حددها الريماوي وآخرون (٢٠٠٤م)، وعودة (٢٠١٣م)، والقمش والجوالدة (٢٠١٥م) على النحو الآتي:

١) القدرةُ على التصوُّر، والتخيُّل، والتفكير التجريدي؛ إذ يصبح الطالبُ قادرًا على التفكير والميل إلى التجريد والمناقشة في معالجة الأمور العقلية، والقيام بعمليات الاستدلال العقلي.

٢) القدرة على التفكير الابتكاري، والناقد، والاستنتاج، والاستقصاء، والاستدلالي، وذلك لفَهْم ما يجري حوله مِن قضايا.

٣) الميل إلى التجارب العِلْميَّة والتفسير، وصياغة الفروض، والتثبُّت منها، واكتشاف المفاهيم والقوانين، والربط بين الأسباب والمسببات.

٤) الاستعداد لتقبُّل وجهات النظر المتعدِّدة؛ في مناقشة الأفكار والآراء.

٥) القدرة على الاستقلال الاجتماعي، وتكوين علاقات اجتماعيَّة ناجحة، والسعي إلى النجاح المهني والاجتماعي.

- تحليل بيئة تنفيذ البرنامج الإثرائي ومكانه، والمواد والمصادر التعليميَّة، والإمكانات الواجب توافرها في مكان تنفيذ البرنامج، وحُددَ معمل الموهوبات بمركز الموهوبات بمحافظة المجمعة لتوافر الشروط اللازمة لتطبيق البرنامج به.

- تحديد أنموذج التصميم الإثرائي المناسب للبرنامج:

ولتحديد أنموذج التصميم المناسب لبناء البرنامج الإثرائي القائم على المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري؛ تم تحليل الأدب التربوي والدِّراسات السابقة؛ ومنها: Reiff, Harwood and Phillipson (2002), Harwood, (2004)، وأمبوسعيدي والزغبي (٢٠٠٩م)، أبو زينة (٢٠١١م)، قطيط (٢٠١١م)، بسيوني، (٢٠٠٨م)، سلامة (٢٠٠٩م)، الإسكندراني، (٢٠١٠م)، الشهري (٢٠١٢م)، لُبد (٢٠١٣م)، الشلوي (٢٠١٨م).

وفي ضوء هذه الأدبيات والنماذج المتضمنة بها، بُني البرنامج الإثرائي في صورته الأولية؛ مِن حيث تحديد الإطار العام وتحديد خطواته الرئيسية.

المرحلة الثالثة: مرحلة التخطيط والتنظيم لمكونات البرنامج الإثرائي:

- بناء الهيكل العام البرنامج وإعداده:

١. تحديد الأهداف التعليميَّة: في ضوء الأسس السابقة تم تحديد الأهداف العامة للبرنامج والأهداف الإجرائية التي عُرضت فِي كل لقاء من لقاءات البرنامج الإثرائي، وذلك في إطار الهدف العام للبرنامج، وهو: "إكساب مفاهيم تقنية النانو في ضوء المدخل الاستقصائي، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية".

٢. تحديد الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج: حُددت الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج بعد الاطلاع على خطة برامج الإثراء المسائي المقررة للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، وقد حددت المدة الزمنية للبرنامج، وهي (٢٤) ساعة إثرائية، بواقع (١٦) جلسة إثرائية، مُضمنة في (٨) لقاءات.

٣. تحديد الطرائق والأساليب التدريسية:

بُني البرنامج في ضوء مدخل الاستقصاء، ما يجعل الاستقصاء سمة طرائق وأساليب تدريسه، ويقوم التدريس وفق مدخل الاستقصاء على الآتي:

- بناء المعارف وتشكيلها من قبل المتعلمين أنفسهم، بدافع الفضول للبحث والتقصي حول المعرفة وليس نقلها من المعلم.
- بيئة تعلم نشط تعاوني.
- نمو مفاهيمي لدى المتعلمين من خلال العمل المشترك مع الآخرين.
- تعزيز مهارات الملاحظة، طرح الأسئلة، فرض فروض، التنبؤ، البحث، المناقشة، جمع البيانات، تحليل البيانات.

وقد تم الاطلاع على عددٍ من نماذج التدريس الاستقصائي، وتحديد أشملها وأنسبها لطبيعة البرنامج، وهو نموذج "عجلة الاستقصاء" الذي يتميز بأنشطته العشرة التي تشمل خطوات الاستقصاء في أغلب النماذج، كما يتميز بمرونة البدء من أي نشاط، واستمرار نشاط الأسئلة، والملاحظة في جميع الأنشطة الأخرى.

١- الأنشطة والتجارب التعليميَّة المناسبة للبرنامج:

حددت الباحثةُ وأعدت الأنشطةَ والتجارب العملية الخاصة بتقنية النانو، وجهزتها للبرنامج، والتي تعمل على إكساب المفاهيم وتنمية نزعات التفكير الابتكاري، وصِيغتْ الأنشطة والتجارب بما يَتماشى مع مُحْتوى البرنامج الإثرائي وأسسه.

٥-مصادر التعلُّم المستخدمة في البرنامج:

حددتْ الباحثةُ مصادرَ التعلم المستخدمة في البرنامج، في سبيل تحقيق أهداف البرنامج المحددة مسبقًا، وهي:

- أجهزة حاسوب.
- اتصال بشبكة الإنترنت للوصول للمكتبات الإلكترونية والمجلات العلمية.
- سبورة.
- جهاز عرض.
- مختبر علمي.
- فيديو تعليمي.
- عروض إلكترونية.
- أدوات تجارب (حقائب تجارب تقنية النانو مكتملة الأدوات).
- مجموعة تلجرام للتواصل والبحث والدعم خلال فترة تقديم البرنامج ومتابعة المشاريع.
- كتب علمية في مجال تقنية النانو.

٥-أساليب التقويم في البرنامج:

حددت الباحثة أساليب التقويم في البرنامج، وذلك على النحو التالي:

١- التقويم القبلي، ويَتمَثَّل في تطبيق أداتي الدراسة؛ إذ أُجري (الاختبار القبلي لمفاهيم تقنية النانو)، وطُبِّق (مقياس نزعات التفكير الابتكاري)، لتحديد المستوى القبلي للطالبات الموهوبات، فضلًا عن التقويم المبدئي في بداية كل لقاء من لقاءات البرنامج.

٢- التقويم التكويني، ويستمر طوال فترة التدريس ويكون من خلال:

أ- مُلاحظة الطالبات الموهوبات أثناء أداء الأنشطة العشرة الخاصة بنموذج عجلة الاستقصاء في كل لقاء، وتسجيل مدى إتقانهنَّ لمهارات الاستقصاء في التوصل للمفهوم وخصائصه وأمثلته وتطبيقاته باستخدام بطاقة الملاحظة مع تقديم التغذية الراجعة.

ب- تقويم المهمات التطبيقية للأنشطة عقب كل (تجربة).

ج- التقويم الذاتي لكل مجموعة عمل عقب كل نشاط، وتقويم الأقران بين المجموعات.

د- التقارير النهائية للمجموعات.

هـ- ملف إنجاز يحتوي على: التقويم الذاتي وتقويم الأقران للمجموعات الأخرى، والتقارير النهائية لكل مفهوم، والواجبات والتكاليف المنزلية، والمنتج الخاص بالمجموعة (فيديو، منشور توعوي، أنفوجرافيك، ألبوم صور، ملصق علمي، مقال علمي).

٣- التقويم البعدي، ويتمثل في تطبيق أداتي الدراسة، إذ أُجري (الاختبار القبلي لمفاهيم تقنية النانو) وطُبق (مقياس نزعات التفكير الابتكاري)، بعد إنهاء البرنامج لمعرفة فاعليته في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري، فضلًا عن التقويم البعدي لمنتجات الموهوبات في نهاية كل لقاء من لقاءات البرنامج.

المرحلة الرابعة: بناء دليل تنفيذ البرنامج:

بَنتْ الباحثةُ وصممت مُحْتوى البرنامج الإثرائي في ضوء المِدْخَل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري، بعد الرجوع إلى الأدبيات والدِّراسات المختصة في علم النانو وتقنياته، بالإضافةِ إلى الأدبيات والدِّراسات التي تناولت المِدْخَل الاستقصائي، والأدبيات والدِّراسات المختصة في التصميم الإثرائي للموهوبين، مَا سهّل عمَليَّة بناء البرنامج تعليميًّا وفنيًّا كما يلي:

أ- (**الجانب النظري للبرنامج**) يشمل مقدمة عامة للتعريف بالبرنامج وتتضمن (العنوان، والهدف العام، والمبررات، والفلسفة التعليميَّة، مكونات البرنامج، أهداف البرنامج، مُحْتوى البرنامج، طرائق واستراتيجيات البرنامج، الأنشطة المصاحبة في البرنامج، الوسائل المستهدَفة في البرنامج، أدوات وأساليب التقويم في البرنامج).

ب- (**الجانب التطبيقي العملي للبرنامج**)، ويشتمل على:

- **دليل الموهوبة في البرنامج**، ويتكون من:
  - مقدمة البرنامج.
  - الهدف العام من البرنامج.

- أنشطة وتجارب متنوعة في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري.
- مراجع إثرائية.

- **دليل المعلمة، ويتكون من:**

- مقدمة الدليل، ونبذة عن قائمة المفاهيم الواردة في البرنامج.
- معلومات عامة عن البرنامج تشمل: (عنوان البرنامج، فلسفة البرنامج، الأهداف العامة للبرنامج، مدة تنفيذ البرنامج، إرشادات وتوصيات عند استخدام البرنامج).
- الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج.
- الخطة المقترحة للقاءات البرنامج.
- الوسائل والأنشطة المعينة.
- تقويم البرنامج.

الضبط العلمي للبرنامج الإثرائي:

بعد الانتهاء مِن بناء البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية في صورته الأولية؛ عُرِضَ على المختصين في مناهج وطرق تدريس العلوم، والمختصين بمجال علم وتقنية النانو، ومجال الموهوبين ممن لهم أبحاث واهتمام في المجال (ملحق رقم ١)، بغرض تقييم البرنامج وفق البنود الآتية:

١- تحقيق البرنامج (بشقيه النظري والتطبيقي) لأهداف الدراسة.
٢- صحة بناء وحدات البرنامج وفق مدخل الاستقصاء ونموذج عجلة الاستقصاء تحديدًا.
٣- تنمية نزعات التفكير الابتكاري من خلال الأنشطة الخاصة بنموذج عجلة الاستقصاء والتجارب والأسئلة التقويمية.
٤- السلامة اللغوية لمحتويات البرنامج.
٥- الدقة العلمية للمحتوى الإثرائي الخاص بالبرنامج.

وأسفرتْ نتائج التحكيم عن توفر بنود بناء البرنامج الإثرائي في ضوء المِدْخَل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية، وقد أَبدى بعضهم بعضَ الملحوظات التي عُدلّت، وهي كالتالي:

١-تعديل بعض الأخطاء اللغوية والطباعية.

٢-تعديل بعض أسئلة التقويم.

وبذلك أصبح البرنامج صالحًا للتطبيق (ملحق رقم ٣).

ثالثًا: إجراءات بناء اختبار مفاهيم تقنية النانو.

أعد اختبار المفاهيم وفقًا للخطوات الآتية:

١- تحديد المفاهيم المضمنة للبرنامج:

وهي عبارة عن قائمة مفاهيم تقنية النانو التي حُكمت، وبني البرنامج في ضوئها.

٢- تحديد الهدف من الاختبار:

يهدف الاختبار المستخدم في الدراسة الحالية إلى قياس اكتساب الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية لمفاهيم تقنية النانو، المضمنة في البرنامج الإثرائي، تقنية النانو الحاضر والمستقبل في الوحدات الآتية (أساسيات تقنية النانو – تقنية النانو في البيئة- تقنية النانو في الطب – تقنية النانو في الطاقة) عند مستويي "ديفس"، لتقويم المفاهيم، وذلك كون هذه المستويات الأنسب لتقويم اكتساب المفاهيم في ضوء الفلسفة البنائية ومدخل الاستقصاء.

ويقوّم نموذج ديفيس (Davis) اكتسابَ المفاهيم على مستويين، ليحكم مدى اكتساب المتعلم للمفهوم، وقدرته على استخدامه إذ:

المستوى الأول: يقيس قدرة المتعلم على تمييز (أمثلة المفهوم) من (لا أمثلة المفهوم)، ويستطيع الطالب أداء الأمور والإجراءات التالية، التي تساعده على تمييز أمثلة المفهوم:

١- يعطي أمثلة على المفهوم.

٢- يعطي أمثلة على عدم انتماء المفهوم.

٣- يعلل سبب اختيار أمثلة المفهوم.

٤- يعلل سبب اختيار لا أمثلة المفهوم.

٥- يحدد أمثلة المفهوم من بين مجموعة من الأمثلة المتنوعة.

المستوى الثَّاني: ويقيس قدرة المتعلم على تمييز خصائص المفهوم، ويستطيع الطالب ممارسة الأمور التالية:

١- يحدد الأشياء التي يجب توافرها في أمثلة المفهوم.

٢- يحدد الخصائص والشروط الكافية حتى يكون أي مثال مثالًا على المفهوم.

٣- يحدد الطالب الصفات المشتركة بين مفهومين والصفات غير المشتركة.

٤- يعطي تعريفًا محددًا ودقيقًا للمفهوم.

٥- يذكر الطالب طرائق استخدامات المفهوم المختلفة (أبو زينة، ٢٠١٠م).

٣- تحديد الأهمية والوزن النسبي لمكونات الاختبار:

حُددتْ الأهميةُ والوزنُ النسبي لموضوعات برنامج "تقنية النانو الحاضر والمستقبل" في ضوء كل من: عدد الصفحات، والزمن المخصص لكل موضوع من موضوعات الوحدات (عبد السميع، ٢٠٠٧م، ص ٢٥)، كما في الجدول الآتي:

جدول (٣-٤): تحديد الأهمية والوزن النسبي لمكونات الاختبار

الموضوعات	عدد الصفحات	النسبة المئوية	عدد الجلسات	النسبة المئوية	متوسط النسبة المئوية	ترتيب الأهمية
مقدمة مفاهيمية	٢٥	١٩,٤	٢	١٦,٦٦	١٨	٣
الأدوات والأجهزة في تقنية النانو	١٩	١٤,٧	٢	١٦,٦٦	١٥,٧	٤
أشكال المواد النانوية	١٩	١٤,٧	٢	١٦,٦٦	١٥,٧	٤
تطبيقات تقنية النانو البيئية	٢٦	٢٠,٢	٢	١٦,٦٦	١٨,٤	١
تطبيقات تقنية النانو الطبية	٢٦	٢٠,٢	٢	١٦,٦٦	١٨,٤	١
تطبيقات تقنية النانو ٢ في الطاقة	١٤	١٠,٨	٢	١٦,٦٦	١٣,٦	٦
المجموع	١٢٩	١٠٠	١٢	١٠٠	١٠٠	

٤- إعداد جدول المواصفات:

أُعِدَ جدول المواصفات في مستويات ديفيس (الأول والثاني)، وأصبح عدد فقرات الاختبار (٤٣) فقرة في ضوء أهمية الموضوعات، ووزنها النسبي كما في الجدول الآتي:

جدول (٣-٥): جدول مواصفات اختبار مفاهيم تقنية النانو

الموضوعات	مستويات ديفيس		عدد الفقرات
	الأول	الثاني	
مقدمة مفاهيمية	٣	٥	٨
الأدوات والأجهزة في تقنية النانو	٠	٦	٦
أشكال المواد النانوية	٢	٤	٦
تطبيقات تقنية النانو البيئية	٣	٦	٩
تطبيقات تقنية النانو الطبية	٠	٩	٩
تطبيقات تقنية النانو في الطاقة	٠	٥	٥
المجموع	٩	٣٤	٤٣

٥- الأسئلة وصياغتها:

من خلال مراجعة الدراسات التي كان من متطلباتها إكساب مفاهيم تقنية النانو، وبالاطلاع على توجهات شروط الاختبار الجيد صاغت الباحثة الاختبار في شكل أسئلة الاختيار من متعدد (ملحق رقم٤)، ويعد هذا الاختبار من أفضل أنواع الاختبارات الموضوعية وأجودها؛ إذ يقيس أهدافًا عقلية، لا تستطيع بقية الاختبارات قياسها (قلادة، ٢٠٠٢م، ص ص ٩٨-١٠٦) بالإضافة إلى الاعتبارات الآتية:

أ- سهولة تصحيح الاختبار بالنسبة للمعلم وأدائها بالنسبة للمتعلم.

ب- تغطي جزءًا كبيرًا مِن المادة العلمية.

ج- الموضوعية في تصحيحها.

د- انخفاض معدل التخمين فيها.

هـ- تقلل من تحيز المصحح.

وفي ضوء ذلك صيغت مفردات الاختبار الموضوعي الَّذي بلغت عدد مفرداته (٤٣) مفردة، حسب مستويات ديفيس بصورة موضوعية من نوع (الاختيار من متعدد) الَّذي يتكون من جزأين:

- مقدمة السؤال التي يتم فيها عرض المشكلة المطلوب الإجابة عنها.
- البدائل أو الخيارات، وهي تمثل إجابات محتملة للسؤال، إذ يوجد بديل واحد صحيح فقط (قلادة، ٢٠٠٢م، ص ص ٢٩٢).

وضعت الباحثة أربعة بدائل لكل مقدمة سؤال كالآتي: (أ-ب- ج -د) أحدهم فقط يمثل الاختيار الصحيح.

٦- صياغة تعليمات الاختبار:

هدفت تعليمات الاختبار إلى توضيح هدف الاختبار وفكرته للمتعلمة؛ كي تستطيع الإجابة عن مفرداته بطريقة صحيحة، وراعت الباحثة عند صياغتها لتعليمات الاختبار عدة اعتبارات:

أ- صياغة التعليمات بطريقة سهلة ومعبرة عن الهدف من الاختبار وطريقته.
ب- توضيح عدد الأسئلة المطلوب الإجابة عنها.
ج- تحديد زمن الأداء على الاختبار.
د- بعض النواحي النظامية التي تكفل حسن سير الأداء في الاختبار مثل (تدوين الاسم، الصف الدراسي، تدوين الإجابة في المكان المخصص لها) (قلادة، ٢٠٠٢م، ص١٠٠).

٧- إعداد نموذج تصحيح الاختبار:

أعدت الباحثة ورقة إجابة منفصلة عن ورقة الأسئلة، إذ تحتوي هذه الورقة على الاسم والتعليمات ومفتاح التصحيح، وتضع كل متعلمة رمز الخيار الصحيح تحت رقم السؤال في مفتاح التصحيح،

وتُعطى كل متعلمة درجة واحدة عندما تتطابق إجابتها عن السؤال مع مفتاح التصحيح، وتُعطى صفر عندما لا تتطابق إجابتها مع مفتاح التصحيح (ملحق رقم ٤).

٨- تحديد صدق محتوى الاختبار (الصدق الظاهري):

ويقدر صدق الاختبار بالاعتماد على صدق المحتوى، وبناء على ذلك عرضت الأداة في صورتها الأولية على مجموعةٍ مِن المختصين بالمناهج وطرق تدريس العلوم والموهوبين (ملحق رقم١) وتم تحديد نسبة اتفاق (٨٠%) فأكثر كمعيار لقبول أو رفض أسئلة الاختبار مع مراعاة أي ملحوظة وإن لم يذكرها إلا محكم واحد ، وذلك للتأكد من الآتي:

أ- مدى وضوح تعليمات الاختبار.
ب- مدى مناسبة الاختبار لقياس ما وضع من أجله.
ج- مدى ملائمة الصياغة اللفظية للاختبار.
د- مدى الصحة العلمية لأسئلة الاختبار.
هـ- مدى ملائمة البدائل المقترحة لكل سؤال.
و- مدى ارتباط السؤال بالمفهوم المراد قياس مدى اكتسابه.
ز- مدى قياس كل سؤال مستوى من مستويات ديفيس.
ح- مدى مناسبة السؤال للطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.
ط- إبداء أي ملاحظات أو تعديلات يرونها مناسبة من حيث الإضافة والحذف.

وعدل الاختبار في ضوء آراء المحكمين، وتمثلت التعديلات في:

- إضافة سؤلٍ واحدٍ لمفهوم (تقنية النانو).
- تعديل بعض البدائل.
- تعديل صياغة بعض الأسئلة.

وتم التوصل إلى وضع اختبار مفاهيم تقنية النانو في صورته النهائية ليصبح (٤٤) فقرة (ملحق رقم ٤)، وأضحى قابلًا للتطبيق على العينة الاستطلاعية.

٩- التجربة الاستطلاعية للاختبار.

طُبِقَ اختبار مفاهيم تقنية النانو على عينة عشوائية من مجتمع الدراسة من خارج المجموعة التجريبية، وهن (الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بمكتب حوطة سدير التابع لإدارة تعليم محافظة المجمعة)، وبلغ عددهن (٣٩) طالبة، وكان الهدف من إجراء هذه الدراسة الاستطلاعية:

أ- التعرف على مدى وضوح تعليمات الاختبار ومفرداته.
ب- حساب زمن الاختبار المناسب.
ج- حساب معامل السهولة والصعوبة لمفردات الاختبار.
د- حساب معامل التمييز لمفردات الاختبار.
هـ- حساب الصدق والثبات للاختبار.

وفيما يلي تفصيل ذلك:

أ- التعرف على مدى وضوح تعليمات الاختبار ومفرداته:

تم التحقق من أن تعليمات الاختبار واضحة، وأن صياغة المفردات مناسبة لأفراد العينة، إذ لم يرد أي تساؤل من قبل الطالبات في هذا الخصوص.

ب- حُدد الزمن اللازم للإجابة عن الاختبار:

لحساب زمن اختبار مفاهيم تقنية النانو حُسِبَ متوسط المدة التي استغرقتها أول طالبة وآخر طالبة لحل هذا الاختبار بعد استثناء الزمن المخصص للتعليمات، كالآتي:

استغرقت الطالبة الأولى (١٩) دقيقة، والطالبة الأخيرة (٤٥) دقيقة؛ وتم حساب المتوسط بـ (٣٢) دقيقة، لذا خصصت (٣٢) دقيقة للاختبار، و(٥) دقائق للتعليمات، وأصبح الزمن الكلي للاختبار (٣٧) دقيقة.

ج- تحديد معاملات الصعوبة والسهولة لمفردات الاختبار:

حُسِبَ معامل السهولة والصعوبة لأسئلة الاختبار، عن طريق المعادلة التالية:

معامل السهولة = (عدد الطالبات اللائي أجابن إجابة صحيحة عن البند/ عدد الطالبات اللائي أجابن عن البند) × ١٠٠ (فتح الله، ٢٠٠٦م، ص ٢٨٤).

ويشير عودة (١٩٩٨م) إلى قبول أي فقرة اختبارية تقع ضمن توزيع لمعاملات السهولة والصعوبة يتراوح بين (٢٠% إلى ٨٠%) لكل فقرة (ص٢٩٧)، ويُلاحظ أنَّه كلما زادت النسبة التي تحصل عليها معاملات السهولة؛ دلَّ ذلك على أن السؤال سهل، وكلما قلت؛ كان ذلك دليلا على صعوبة السؤال.

ويتضح من خلال الجدول رقم (٣-٦) أن معاملات سهولة مفردات الاختبار تراوحت ما بين (٢٢,٧، ٧٩,٥)، وهذا يدل على أن مفردات الاختبار تعد مناسبة لأغراض الدراسة.

جدول رقم (٣-٦) معامل السهولة والصعوبة للأسئلة الاختبار

م	معامل السهولة	م	معامل السهولة	م	معامل السهولة	م	معامل السهولة
١	٤٧,٧	١٢	٢٩,٥	٢٣	٧٩,٥	٣٤	٢٩,٥
٢	٦١,٤	١٣	٢٥,٩	٢٤	٧٥,٠	٣٥	٤٧,٧
٣	٧٥,٠	١٤	٢٢,٧	٢٥	٤٧,٧	٣٦	٥٩,١
٤	٥٩,١	١٥	٢٩,٥	٢٦	٢٥,٠	٣٧	٥٦,٨
٥	٣٩,١	١٦	٤٥,٥	٢٧	٦١,٤	٣٨	٧٥,٠
٦	٦٣,٦	١٧	٣٤,١	٢٨	٦٣,٦	٣٩	٢٢,٧
٧	٦٣,٦	١٨	٣٤,١	٢٩	٥٩,١	٤٠	٧٥,٠
٨	٤٠,٩	١٩	٣١,٤	٣٠	٦١,٤	٤١	٤٧,٧
٩	٢٧,٣	٢٠	٧٧,٣	٣١	٤٥,٥	٤٢	٧٠,٥
١٠	٢٣,٦	٢١	٥٤,٥	٣٢	٤٠,٩	٤٣	٤٥,٥
١١	٢٥,٠	٢٢	٧٩,٥	٣٣	٣٣,٦	٤٤	٢٩,٥

د- حساب معامل التمييز لمفردات الاختبار:

حُسِبَ معامل التمييز لأسئلة الاختبار، عن طريق المعادلة التالية:

$$\text{بهذا يكون معامل التمييز} = \frac{\text{س} - \text{ص}}{\text{ن}}$$

إذ (س): عدد طلاب الفئة العليا في التحصيل الذين أجابوا عن السؤال إجابة صحيحة (٢٧,٠%).

ص: عدد طلاب الفئة الدنيا في التحصيل ممن أجابوا عن السؤال إجابة صحيحة (٢٧,٠%).

ن: عدد أفراد إحدى المجموعتين (فتح الله، ٢٠٠٦م، ص٣٨٦).

ويُقبل معامل التمييز إذا امتد من (٠,٢٠) إلى (١,٠٠) (علي، ٢٠١٠م، ص ١٥٢)، وتوضح النتائج بالجدول رقم (٣-٧) أنَّ معاملات التمييز لعبارات الاختبار جاءت في نطاق تمييز جيد (٠,٤٥ فأعلى)، إذ تراوحت معامل التمييز لأسئلة الاختبار ما بين (٠,٤٥، ٠,٨١).

جدول رقم (٣-٧) معامل التمييز لأسئلة الاختبار

م	معامل التمييز	م	معامل التمييز	م	معامل التمييز	م	معامل التمييز
١	٠,٥٤	١٢	٠,٥٠	٢٣	٠,٤٥	٣٤	٠,٥٤
٢	٠,٥٤	١٣	٠,٥٤	٢٤	٠,٥٤	٣٥	٠,٥٤
٣	٠,٦٣	١٤	٠,٤٥	٢٥	٠,٤٥	٣٦	٠,٦٣
٤	٠,٥٤	١٥	٠,٥٤	٢٦	٠,٥٤	٣٧	٠,٧٣
٥	٠,٦٣	١٦	٠,٨١	٢٧	٠,٨١	٣٨	٠,٦٣
٦	٠,٥٤	١٧	٠,٥٤	٢٨	٠,٥٤	٣٩	٠,٧٢
٧	٠,٤٥	١٨	٠,٧٢	٢٩	٠,٤٥	٤٠	٠,٥٤
٨	٠,٥٤	١٩	٠,٥٤	٣٠	٠,٦٣	٤١	٠,٧٢
٩	٠,٨١	٢٠	٠,٨١	٣١	٠,٤٥	٤٢	٠,٥٤
١٠	٠,٤٥	٢١	٠,٥٤	٣٢	٠,٧٢	٤٣	٠,٧٢
١١	٠,٦٣	٢٢	٠,٥٤	٣٣	٠,٨١	٤٤	٠,٧٢

هـ- حساب معامل ثبات الاختبار:

أجرت الباحثة قياسًا لثبات الاختبار باستخدام معامل ثبات (ألفا كرونباخ)، والجدول رقم (٣-٨) يوضح معامل الثبات للاختبار كالآتي:

جدول رقم (٣-٨) معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات اختبار المفاهيم

الرقم	المحور	عدد العبارات	معامل الثبات
١	مستوى ديفيس الأول	٩	٠,٨١٧
٢	مستوى ديفيس الثاني	٣٥	٠,٨٣٤
الثبات الكلي		٤٤	٠,٨٨٤

يوضح الجدول رقم (٣-٨) أن اختبار المفاهيم يتمتع بثبات مقبول إحصائيًّا، إذ بلغت قيمة معامل الثبات الكلية (ألفا) (٠,٨٨٤)، وهي درجة ثبات عالية، كما تراوحت معاملات ثبات أداة الدراسة ما بين (٠,٨١٧، ٠,٨٣٤)، وهِي معاملات ثبات مرتفعة يمكن الوثوق بها في تطبيق (اختبار المفاهيم).

و- حساب الصدق الداخلي للاختبار:

بعد التأكد من الصدق الظاهري (صدق المحتوى) من خلال آراء المحكمين حول الاختبار، حسبت الباحثة معامل صدق الاتساق الداخلي (معامل الارتباط بيرسون)، بين: مستويات ديفيس، وكل مستوى مع الاختبار بشكل كلي، وبين: درجة كل سؤال والدرجة الكلية للاختبار، وتوضح الجداول (٣-٩) (٣-١٠) ذلك بالتفصيل:

جدول رقم (٣-٩) معاملات ارتباط بيرسون لعبارات أبعاد اختبار المفاهيم بالدرجة الكلية لكل بُعد

ديفيس الأول		ديفيس الثاني							
العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط
٤	٠,٦٩٠**	١	٠,٤٥٢**	١٤	٠,٦٨٨**	٢٨	٠,٥٠٧**	٣٧	٠,٦٥٨**
٥	٠,٥٣٨**	٢	٠,٦٠٦**	١٦	٠,٥٠٢**	٢٩	٠,٧٣٤**	٣٨	٠,٦١٩**
٨	٠,٦٩٤**	٣	٠,٥٤٧**	١٧	٠,٦٠٢**	٣٠	٠,٥٢٩**	٣٩	٠,٥٨٦**
١٣	٠,٥٩٩**	٦	٠,٦٦٩**	١٨	٠,٦٧٠**	٣١	٠,٦٢٢**	٤٠	٠,٥٥١**
١٥	٠,٦٨٦**	٧	٠,٦٦٢**	١٩	٠,٦٠٩**	٣٢	٠,٦٩٣**	٤١	٠,٦٤٣**

ديفيس الأول		ديفيس الثاني							
العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط
٢٠	٠,٧٨٠**	٩	٠,٥٠٥**	٢١	٠,٦٥٨**	٣٣	٠,٦٦١**	٤٢	٠,٦٧٤**
٢٣	٠,٦٨٦**	١٠	٠,٥٧٤**	٢٢	٠,٥٧٨**	٣٤	٠,٥٧٢**	٤٣	٠,٥٨٣**
٢٥	٠,٧٤٩**	١١	٠,٦٢٦**	٢٤	٠,٤٧٦**	٣٥	٠,٥٩٦**	٤٤	٠,٦٤٨**
٢٦	٠,٦٥١**	١٢	٠,٥٤٣**	٢٧	٠,٦٩١**	٣٦	٠,٧٠٨**	–	–

** دال عند مستوى (٠,٠١)

جدول رقم (٣–١٠) معاملات ارتباط بيرسون لأبعاد اختبار المفاهيم بالدرجة الكلية للاختبار

البعدي	معامل الارتباط
مستوى ديفيس الأول	٠,٨٧٧**
مستوى ديفيس الثاني	٠,٧٤٠**

** دال عند مستوى (٠,٠١)

يتضح من خلال الجدولين رقم (٣–٩) (٣–١٠) أنَّ جميع العبارات والأبعاد دالة عند مستوى (٠,٠١)، إذ تراوحت معاملات الارتباط لمستوى ديفيس الأول ما بين (٠,٥٣٨، ٠,٧٨٠)، ولمستوى ديفيس الثاني ما بين (٠,٤٥٢، ٠,٧٠٤)، وجميعها معاملات ارتباط جيدة، وهذا يعطي دلالة على ارتفاع معاملات الاتساق الداخلي، كما يشير إلى مؤشرات صدق مرتفعة وكافية يمكن الوثوق بها في تطبيق (اختبار المفاهيم).

رابعًا: إجراءات بناء مقياس نزعات التفكير الابتكاري

صُمم مقياس نزعات التفكير الابتكاري وفقًا للخطوات الآتية:

١– تحديد الهدف من المقياس

يهدف المقياس في الدراسة الحالية إلى قياس نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية قبل تطبيق البرنامج الإثرائي وبعده.

٢– مصادر بناء المقياس

اعتُمد في بناء مقياس نزعات التفكير الابتكاري على عددٍ من المصادر، وهي:

- الأبحاث والدراسات التي تناولت بناء مقياس لنزعات التفكير الابتكاري؛ مثل دراسة: فودة (٢٠٠٥م)، وكارامي، باكمهر وأغيلي Karami, Pakmehr and Aghili (2012) وطلبة (٢٠١٣م)، ولوكاس وأخرون Lucas, at all (2012)، وأولغار Ulger (2016)، ولوكاس Lucas (2016).
- الكتب والأدبيات التي تناولت النزعات الابتكارية مثل كتاب: Guilford and Hoepfiner (1971)، وطلبة (٢٠١٧م)، ومركز ديبونو لتعليم التفكير (٢٠١٧م).

٣- أبعاد مقياس نزعات التفكير الابتكاري

تتحدد أبعاد نزعات التفكير الابتكاري في خمسة أبعاد، وهي أبعاد نموذج المراحل الخمس للنزعة الابتكارية: النزعة إلى الفضول Inquisitive، والنزعة إلى التخيل Imaginative، والنزعة إلى المثابرة والإصرار Persistent، والنزعة إلى التعاونية Collaborative، والنزعة إلى الانتظام أو الانضباط Discipline.

٤- صياغة عبارات مقياس نزعات التفكير الابتكاري بصورته الأولية

يتكون مقياس نزعات التفكير الابتكاري من (٣٢) عبارة؛ تمثل الأبعاد الخمس لنزعات التفكير الابتكاري، ولقد صيغت عباراته على مقياس ليكرت الخماسي (أوافق بشدة، أوافق، محايد، لا أوافق، لا أوافق بشدة)، ويأخذ الدرجات الآتية على التوالي (١،٢،٣،٤،٥) كما في الجدول(٣-١١).

جدول رقم (٣-١١) درجات وفئات مقياس التقدير الخماسي.

تدرج الخيارات	القيمة	الفئة
لا أوافق بشدة	١	١-١,٨٠
لا أوافق	٢	أكبر من ١,٨٠-٢,٦٠
محايد	٣	أكبر من ٢,٦٠-٣,٤٠
أوافق	٤	أكبر من ٣,٤٠-٤,٢٠
أوافق بشدة	٥	أكبر من ٤,٢٠- ٥

٥- صياغة تعليمات المقياس

هدفت تعليمات المقياس إلى توضيح هدف وفكرة المقياس، وتدريب الطالبة على طريقة الاستجابة لعباراته، وذلك بمثال موضح، وتم مراعاة الاعتبارات التالية عند صياغة المقياس:

- صياغة التعليمات بطريقة سهلة ومعبرة عن الهدف من المقياس ونوع الأداء المطلوب فيه.
- التأكيد على الاستجابة لجميع مفرداته.
- تحديد زمن الأداء على المقياس.
- بعض النواحي النظامية التي تكفل حسن سير الأداء في المقياس مثل (تدوين الاسم والصف، تدوين الاستجابة في المكان المخصص لها).

٦- تحديد صدق المقياس

عُرض مقياس نزعات التفكير في صورته الأولية على مجموعةٍ مِن المختصين في بناء مقاييس التفكير من خلال تخصصهم وبحثهم العلمي (ملحق رقم ١)، وتم تحديد نسبة اتفاق (٨٠%) فأكثر كمعيار لقبول أو رفض عبارات المقياس مع مراعاة أي ملحوظة وإن لم يذكرها إلا محكم واحد، وذلك لتحكيمه من خلال: تحديد مدى انتماء الفقرات لكل نزعة من نزعات التفكير الابتكاري، ومدى ملائمة الفقرات للموهوبات ودقة الصياغة، وفي ضوء ذلك أجريت بعض التعديلات اللازمة التي كان أغلبها يدور حول:

١) الصياغة اللغوية للفقرات.

٢) نقل فقرة "أسعى إلى استكشاف المعلومات دون الاعتماد على الآخرين" من النزعة نحو الفضول إلى النزعة نحو المثابرة والإصرار.

٣) حذف فقرة "أستمتع بإيجاد حلول متعددة للمشكلات" من النزعة إلى التخيل لتشابهها مع فقرة أخرى في النزعة نفسها.

٤) حذف فقرة "أسعى إلى تحسين مهاراتي الفكرية للوصول إلى أفكار مبتكرة"، لعدم انتمائها إلى النزعة إلى الانتظام والانضباط.

٧- التجربة الاستطلاعية لمقياس نزعات التفكير الابتكاري

طُبّقَ مقياس نزعات التفكير الابتكاري على عينة عشوائية مختلفة عن العينة التجريبية (الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بمركز حوطة سدير التابع لإدارة تعليم محافظة المجمعة)، بلغ عددهن (٣٩) طالبة، وكان الهدف من إجراء هذه الدراسة الاستطلاعية:

- حساب الثبات للمقياس.
- حساب الصدق الداخلي.

أ. حساب معامل ثبات المقياس

وقد أجرت الباحثة قياسًا لثبات مقياس نزعات التفكير الابتكاري باستخدام معامل ثبات (ألفا كرونباخ)، كما في الجدول (٣-١٢):

جدول رقم (٣-١٢) معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات مقياس نزعات التفكير الابتكاري

الرقم	المحور	عدد الفقرات	معامل الثبات
١	النزعة إلى الفضول	٦	٠,٨٤٦
٢	النزعة إلى المثابرة والإصرار	٦	٠,٨٠٣
٣	النزع إلى التخيل	٥	٠,٧٩٦
٤	النزعة إلى التعاونية	٦	٠,٨٠٩
٥	النزعة إلى الانتظام أو الانضباط	٧	٠,٧٧٩
	الثبات الكلي	٣٠	٠,٨٧١

يوضح الجدول رقم (٣-١٢) أن مقياس نزعات التفكير الابتكاري يتمتع بثبات مقبول إحصائيًّا، إذ بلغت قيمة معامل الثبات الكلية (ألفا) (٠,٨٧١) وهي درجة ثبات عالية، كما تراوحت معاملات ثبات أداة الدراسة ما بين (٠,٧٧٩، ٠,٨٤٦)، وهي معاملات ثبات مرتفعة يمكن الوثوق بها في تطبيق (مقياس نزعات التفكير الابتكاري).

ب. صدق الاتساق الداخلي لمقياس نزعات التفكير

حسبت الباحثة معامل الارتباط بيرسون لمعرفة الصدق الداخلي للمقياس، إذ حُسِبَ معامل الارتباط بين درجة كل عبارة من عبارات أداة الدراسة بالدرجة الكلية للمحور الذي تنتمي إليه العبارة، كما توضح ذلك الجداول.

جدول رقم (٣-١٣) معاملات ارتباط بيرسون لعبارات أبعاد مقياس (نزعات التفكير الابتكاري) بالدرجة الكلية لكل بُعد

النزعة إلى الفضول		النزعة إلى المثابرة والإصرار		النزع إلى التخيل		النزعة إلى التعاونية		النزعة إلى الانتظام أو الانضباط	
العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط	العبارة	معامل الارتباط
١	٠,٦٩٨**	٧	٠,٧٠٤**	١٣	٠,٦١٤**	١٨	٠,٦٠٦**	٢٤	٠,٥٣١**
٢	٠,٦٧٦**	٨	٠,٤٩١**	١٤	٠,٥٦١**	١٩	٠,٤٣٠**	٢٥	٠,٥٠٤**
٣	٠,٥٩٢**	٩	٠,٥١٤**	١٥	٠,٥٧٧**	٢٠	٠,٦٨١**	٢٦	٠,٥٤٤**
٤	٠,٦٩٤**	١٠	٠,٤٦٣**	١٦	٠,٥٢٥**	٢١	٠,٦٥٨**	٢٧	٠,٥٦٨**
٥	٠,٥٩٩**	١١	٠,٥٨٨**	١٧	٠,٥٤٣**	٢٢	٠,٥١٥**	٢٨	٠,٦٠٣**
٦	٠,٧٠٠**	١٢	٠,٦٠٥**	–	–	٢٣	٠,٦٤٥**	٢٩	٠,٥٩٠**
–	–	–	–	–	–	–	–	٣٠	٠,٤٧٥**

** دال عند مستوى (٠,٠١)

جدول رقم (٣-١٤) معاملات ارتباط بيرسون لأبعاد مقياس (نزعات التفكير الابتكاري) بالدرجة الكلية له

البعدي	معامل الارتباط
النزعة إلى الفضول	٠,٨٣٢**
النزعة إلى المثابرة والإصرار	٠,٦٣٣**
النزع إلى التخيل	٠,٨١٠**
النزعة إلى التعاونية	٠,٧٣٦**
النزعة إلى الانتظام أو الانضباط	٠,٥٢٨**

** دال عند مستوى (٠,٠١)

يتضح من خلال الجدولين رقم (٣-١٣) (٣-١٤) أن جميع العبارات والأبعاد دالة عند مستوى (٠,٠١)، إذ تراوحت معاملات الارتباط لمحور النزعة إلى الفضول ما بين (٠,٥٩٢، ٠,٧٠٠)، ولمحور النزعة إلى المثابرة والإصرار ما بين (٠,٤٦٣، ٠,٧٠٤)، ولمحور النزعة إلى التخيل ما بين (٠,٥٢٥، ٠,٦١٤)، ولمحور النزعة إلى التعاونية ما بين (٠,٤٣٠، ٠,٦٨١)، ولمحور النزعة إلى الانتظام أو الانضباط ما بين (٠,٤٧٥، ٠,٦٠٣)، وجميعها معاملات ارتباط جيدة، وهذا يعطي دلالة على ارتفاع معاملات الاتساق الداخلي، كما يشير إلى مؤشرات صدق مرتفعة وكافية يمكن الوثوق بها في تطبيق (مقياس نزعات التفكير الابتكاري).

ت. الصورة النهائية للمقياس

بعد التعديل في ضوء آراء المحكمين، وبعد إجراء معامل الصدق والثبات للمقياس تكون من (٣٠) عبارة موزعة على المجالات الآتية:

- النزعة إلى الفضول.
- النزعة إلى المثابرة والإصرار.
- النزع إلى التخيل.
- النزعة إلى التعاونية.
- النزعة إلى الانتظام أو الانضباط (ملحق رقم ٥).

٦-إجراءات الدراسة.

اتبعت الباحثة الإجراءات الآتية في تطبيق الدراسة ميدانيًّا:

١) الحصول على الموافقات الرسمية: إذ حصلت الباحثة على خطاب من وكيل الدراسات العليا والبحث العلمي بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية موجه إلى مدير تعليم محافظة المجمعة لتسهيل مهمة الباحثة بتاريخ ١٤٤٠/١/٦هـ (ملحق رقم ٧).

٢) الحصول على توجيه من إدارة تعليم محافظة المجمعة لمركز الموهوبات في المحافظة للتمكين وتسهيل المهمة بتاريخ ١٤٤٠/١/٧هـ (ملحق رقم٨).

٣) بيان الهدف من الدراسة، والخطوات العملية لتطبيقها لمكتب الموهوبات في محافظة المجمعة.

٤) اختيار عينة الدراسة.

٥) قياس ثبات وصدق الأدوات (التجربة الاستطلاعية) بتاريخ ١٤٤٠/١/١٧هـ (ملحق ٩).

٦) إجراء القياس القبلي لأداتي الدراسة بتاريخ ١٤٤٠/١/٢٠هـ.

٧) تطبيق البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري على عينة الدراسة بواقع (٨) لقاءات تضم (١٦) جلسة إثرائية، وبلغ عدد ساعات البرنامج (٢٤) ساعة إذ بدأ البرنامج يوم الأحد ١٤٤٠/١/٢٠هـ وانتهى يوم الأربعاء ١٤٤٠/٢/١٥هـ (ملحق رقم ١٠).

٨) القياس البعدي لأداتي الدراسة في تاريخ ١٤٤٠/٢/١٥هـ.

٩) جمع البيانات ومعالجتها بواسطة البرنامج الإحصائي (spss) واستخراج النتائج وفق أسئلة وفرضيات الدراسة.

٧ – أساليب تحليل البيانات:

تتمثَّل الأساليب المستَخْدَمة في معالجة البيانات إحصائيًّا في الآتي:

١–معامل ثبات ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لحساب ثبات أداتي الدراسة.

٢–معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient) لحساب صدق الاتساق الداخلي لأداتي الدراسة.

٣–معامل الصعوبة والقدرة التمييزية لفقرات الاختبار.

٤–اختبار (ت) T-test، للمجموعتين المترابطتين؛ لدراسة الفروق بين التطبيق القبلي والبَعْدي لمجموعة الدراسة.

٥–اختبار مربع إيتا Eta Square لدراسة حجم تأثير البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى مجموعة الدراسة.

الفَصل الرّابع

نتائج الدراسة ومناقشتها وتفسيرها

الفَصل الرّابع

نتائج الدراسة "مناقشتها وتفسيرها"

يهدف هذا الفصل إلى عرضِ النتائج التي توصلت لها الدراسة بعد تطبيق مواد الدراسة وأدواتها، وبيان المعالجات والأساليب الإحصائية التي استخدمت، كما يتضمن تفسير تلك النتائج ومناقشتها؛ وفق تسلسل أسئلة الدراسة، وذلك على النحو الآتي:

١-النتائج الخاصة بالسؤال الأول:

للإجابة عن السؤال الأول، الذي نص على: ما مفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية؟

توصلت الدراسة- بعد الإجراءات المفصلة في الفصل الثالث - إلى الصورة النهائيَّة لقائمة مفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية، واللازمة لبناء برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، وتمثلت الإجراءات في الآتي:

١) تحديد الهدف من بناء القائمة، وهو تحديد مفاهيم تقنية النانو الَّتي ينبغي تضمينها للبرنامج الإثرائي للموهوبات في المرحلة الثانوية.
٢) تحديد مصادر بناء القائمة، وقد تم الرجوع إلى عددٍ من المصادر، وهي: البحوث والدراسات العربية والأجنبية التي أُجريت في مجال علم وتقنية النانو، والكتب والأدبيات العربية والأجنبية في مجال علم وتقنية النانو، كتب وأدبيات الموهوبين التي وضحت الخصائص العمرية للموهوبات في المرحلة الثانوية، كتب العلوم (الفيزياء، الكيمياء، الأحياء، علم الأرض) في المرحلة الثانوية.
٣) إعداد القائمة في صورتها الأوليَّة.
٤) التحقُّق مِن صِدْق القائمة؛ وعرضت بصورتها المبدئية على مجموعة مِن الخبراء والمتخصصين

في علم تقنية النانو، والمناهج وطرق تدريس العلوم والموهوبين (ملحق رقم١).

٥) تحليل نتائج التحكيم.

٦) إعداد الصورة النهائيَّة للقائمة، وتضمنت الصورة النهائيَّة لقائمة مفاهيم تقنية النانو التي ينبغي توافرها في البرنامج الإثرائي المقدم للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية (٤٣) مفهومًا؛ وزعت على (٤) مجالات، وهي: (أساسيات علم وتقنية النانو، تقنية النانو في مجال: البيئة، الطب، الطاقة)، وشملت القائمة المجالات للمفاهيم والمفاهيم ودلالتها (ملحق رقم ٢)، وتتمثل إجابة السؤال الأول للدراسة الحالية حول مفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بالمفاهيم الواردة في الجدول الآتي:

جدول رقم (٤-١) مفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية

المجالات	م	المفهوم
أساسيات النانو	١	علم النانو "**Nanosciene**"
	٢	تقنية النانو "**Nanotechnology**"
	٣	وحدة النانومتر "**Nano Scale** "
	٤	المواد النانوية"**Nanomaterials** "
	٥	تقنية تصنيع مواد النانو من أعلى إلى أسفل "**Top down**"
	٦	تقنية تصنيع مواد النانو من أسفل لأعلى "**Bottom up**"
	٧	المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)
	٨	المجهر النفقي الماسح (STM)
	٩	مجهر القوة الذرية (AFM)
	١٠	المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)
	١١	المجس النانوي مانيبيويلاتور"**Nano Manipulator** "
	١٢	**الراصف النانوي "Nano Assembler"**
	١٣	النقاط الكمية "**Quantum Dots** "
	١٤	الفولورين "**Fulleren**"
	١٥	الجسيمات النانوية " **Nano Particles** "
	١٦	أنابيب الكربون النانوية"**Carbon Nanotubes** "
	١٧	الأسلاك النانوية" **Nano Wires** "
	١٨	الألياف النانوية "**Nano fiber** "
	١٩	علم سموم المواد النانوية "**Nan toxicology** "
	٢٠	**أخلاقيات النانو"Nanotechnology Ethics"**

مجال البيئة	٢١	أقمشة النانو"Nanofabrics "
	٢٢	النانو غذائيات (أغذية النانو)_**"Nano Foods"**
	٢٣	تقنية اللوتس (التنظيف الذاتي) **"Lotus effect"**
	٢٤	مرشحات نانوية **"Nano Filtration"**
	٢٥	كواشف النانو **"Nano and the Pollution"**
	٢٦	الطباعة النانوية **"Nanolithography"**
	٢٧	الحبر الذكي **"Intelligent Ink"**
	٢٨	معالجات حواسب محمولة نانوية **"Nano Processor"**
	٢٩	مصعد الفضاء**"Space Elevator"**
مجال الطب	٣٠	الكانتيلفير (الدعامة النانوية) **"Cantilever"**
	٣١	مضاد حيوي نانوي**"Nano Biotic"**
	٣٢	روبوت نانوي طبي **"Nano Robotics"**
	٣٣	الديندريمر**"Nano Dendrimer "**
	٣٤	قضبان الذهب أو الفضة النانوية **"Gold and Silver Bars"**
	٣٥	ضماد نانوي **"Nano Bandage "**
	٣٦	مختبر على شريحة **"Lap on ahip"**
	٣٧	تصقيل صناعي للعظام **"Scaffolding"**
	٣٨	أطراف صناعية بتقنية النانو **"Artificial limbs"**
مجال الطاقة	٣٩	خلايا شمسية نانوية**"Nano Solar cells"**
	٤٠	مكثفات فائقة نانوية_**"Supercapacitors"**
	٤١	خلايا وقود نانوية **"Nano Fuel Cells"**
	٤٢	المضخم الميكانيكي النانو**"Nano mechanical amplifier "**
	٤٣	دوائر كهربائية نانوية **"Nanotubes electrical circuits"**

٢-النتائج الخاصة بالسؤال الثاني:

للإجابة عن السؤال الثاني، الذي نص على: ما البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟

قدمت الدراسة -في الفصل الثالث- عرضًا مفصلًا لخطوات تحديد أسس ومكونات البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، بداية مِن تحديد مصادر بنائه، وأُسُسه، وتوضيح مكوناته وعناصره، وأهدافه، وصولًا إلى إجراءات ضبط البرنامج وصلاحيته للتطبيق على

مجموعة الدراسة، وضُمنت الصورة النهائيَّة للبرنامج بشقية النظري والتطبيقي في ملاحق الدراسة (ملحق رقم ٣)، وقد جاء البرنامج مشتملا على الآتي:

- **عنوان البرنامج:**

برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؛ "تقنية النانو الحاضر والمستقبل".

- **أهمية ومبررات إعداد البرنامج**

تتمثل أهمية ومبررات تصميم البرنامج في الآتي:

١. استجابة لأهداف استراتيجية رؤية المملكة (٢٠٣٠م)، وبرنامج التحول الوطني (٢٠٢٠م) في العديد من المجالات العِلْميَّة، التي أكّدت الاهتمام بأحدث ما توصل إليه البحث العلمي والتطور التقني والابتكار؛ لدورهما المهم في التنمية المسْتَدَامَة، ودعمًا للاقتصاد الوطني للمملكة وتطويرها.
٢. استجابة لعلاج بعض التحديات التي تواجه وزارة التعليم في المملكة العربية السعودية لتحقيق رؤية (٢٠٣٠) وهي قلة توفير البرامج الإثرائية التقنية المحفزة للابتكار لفئات الموهوبين (وزارة التعليم، ٢٠١٧م).
٣. استجابة للتوجهات التربوية الحديثة لتعليم العلوم، التي نادى التربويون إلى الأخذ بها؛ إذ ظهرت دعوات مُتكرّرة عبر المؤتمرات والندوات التقنية والتعليمية إلى ضرورة تضمين مفاهيم تقنية النانو؛ لما لهذه التقنية من مستقبل مأمول، بوصفها تقنية المستقبل، ولما تحظى به هذه التقنية من اهتمام عالمي، ومنها: الملتقى الخليجي للتثقيف بتقنية النانو في التعليم العام، الذي نظمته وزارة التعليم مع المنظمة العالمية (الملست) والمنعقد في الرياض (١٤٣٢هـ)، والمؤتمر الخليجي الثاني للتثقيف بتقنية النانو والمنعقد في مسقط (٢٠١٥م).
٤. استجابة لنتائج وتوصيات الدراسات التي خلصت إلى غياب مفاهيم تقنية النانو عن مناهج العلوم في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، وأوصت بضرورة إكسابها لطلاب هذه المرحلة لما لها من أهمية عالمية، وكونها مجالًا خصبًا للابتكار، ومن هذه الدراسات: الشهري

(٢٠١٢م)، عليان (٢٠١٥م)، حافظ، وخجا، والعتيبي، والقرشي (٢٠١٥م)، الصعب (٢٠١٨م)، دراسة الشلوي (٢٠١٨م).

٥. استجابة للتوجهات التربوية في تعليم العلوم بشكل عام وللموهوبين بشكل خاص التي تؤكد استخدام مدخل الاستقصاء في تعليم العلوم؛ إذ إنَّ الفهم الكامل لمفاهيم العلوم والتقنية لن يحدث من دون ممارسة الاستقصاء العلمي ونماذجه، كما أنَّ أسلوب الاستقصاء يتناسب مع خصائص الموهوبين العقلية (NGSS, 2013).

٦. استجابة لما أوصت به المؤتمرات من ضرورة العناية بالموهوبين وإثرائهم في مجالات تقنيات العلوم الحديثة والمحفزة للابتكار كعلم (تقنية النانو)، واستخدام الأساليب المتناسبة مع خصائصهم النمائية مثل الاستقصاء (مؤتمر رعاية الموهبة التميز وتنمية التفكير بوابة المستقبل بمدينة الجبيل الصناعية، ٢٠١١م)، (المؤتمر الخامس لأبحاث الموهبة والتفوق في الوطن العربي، ٢٠١٦م)، (المؤتمر الدولي للموهبة والإبداع، الشارقة، ٢٠١٧م).

٧. استجابة لسعي المملكة العربية السعودية لتحقيق مراكز متقدمة في التنافسية العالمية في مؤشر الابتكار العالمي، وذلك من خلال تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الموهوبات لدعم الابتكار (Global Innovation Index, 2018).

- **مفهوم البرنامج الإثرائي**

يقصد بالبرنامج الإثرائي إجرائيًّا: منظومة متكاملة تشتمل على (الأسس والأهداف وطرائق التدريس والوسائل والأنشطة التعليميَّة وأساليب التقويم)، مصممة في ضوء مبادئ المِدْخَل الاستقصائي، وهي: (بناء معارف وتشكيل مفاهيم، من خلال ممارسة الطالبات الموهوبات مهارات الاستقصاء والتجريب لحل تساؤلات أو موقف مشكل متمثلةً بمهارات "نموذج عجلة الاستقصاء": (تحديد المشكلة، الملاحظة، طرح الأسئلة، اكتشاف المعرفة، تكوين التوقع، القيام بالدراسة والبحث، تفسير النتائج، التأمل في النتائج، الاتصال بالمجتمع العلمي والعادي)، ونمو المفاهيم من خلال العمل المشترك والتعاوني مع الآخرين) لإكساب مفاهيم تقنية النانو الأساسية، وفي مجال (الطب والبيئة والطاقة) كأساس علمي لعلم تقنية النانو الواعد، وتنمية نزعات التفكير

الابتكاري المتمثلة في النزعة نحو: (الفضول، المثابرة الإصرار، التخيل، التعاونية، الانضباط) لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

- **فلسفة البرنامج الإثرائي**

نشأ هذا البرنامج من فلسفة تربوية تعليمية مفادها أنَّ الإلمام بمفاهيم تقنية النانو كأساس علمي في مجال تقنية النانو مطلب مهم في ظل متطلبات العصر وضرورة للموهوبات بشكل خاص، وهذا ما أشارت إليه العديد من المؤتمرات والدراسات والتجارب العالمية (Filipponi and Sutherland, 2013)، وجذور علم تقنية النانو هي جوهر مفاهيم العلوم التي تتخطى الحواجز بين فروع العلم التقليدية كالفيزياء والكيميا والأحياء وعلم الأرض (Hingant and Albey, 2010)، وكون الاستقصاء من أبرز مداخل النظرية البنائية في تعليم وتعلم العلوم والمستحدثات التقنية؛ بُني البرنامج في ضوء فلسفة النظرية البنائية التي تعتمد على أنَّ الطالبة ينبغي أن تبني معرفتها الجديدة وتكتسب المفاهيم العلمية التقنية بنفسها من خلال الاستقصاء والتجريب معتمدةً على ما لديها من معارف وخبرات سابقة؛ وذلك في ضوء المدخل الاستقصائي؛ إذ تتطلب هذه الفلسفة أن تندمج الطالبات الموهوبات في العملية التعليمية بصورة إيجابية، ويتم اكتساب المفاهيم في علم تقنية النانو عن طريق التجريب والتفاعل يدويًّا وعقليًّا مع المواد والأدوات والتفاعل الاجتماعي مع معلمتهن وزميلاتهن والمجتمع (أمبو سعيدي والبلوشي، ٢٠٠٩م، ص ٢٠٠؛ EDMSARAH, 2015).

- **أسس البرنامج الإثرائي**

بُني البرنامج على أسس فلسفية واجتماعية ونفسية ومعرفية وعلمية، وذلك مِن خلال استقراء الأدبيات والبحوث، والدِّراسات السابقة التي تناولتْ علم النانو وتقنياته، والمعايير والمبادئ للمدخل الاستقصائي مِن خلال استقراء الأدبيات والبحوث، والدِّراسات السابقة، ومنها: **في المدخل الاستقصائي** (Reiff ,Harwood and Phillipson (2002), Harwoood (2004، وأمبوسعيدي والزغبي (٢٠٠٩م)، أبو زينة (٢٠١١م)، قطيط (٢٠١١م)؛ **وفِي تقنية النانو**: بسيوني (٢٠٠٨م)، سلامة (٢٠٠٩م)، الإسكندراني (٢٠١٠م)، الشهري (٢٠١٢م)، لُبد (٢٠١٣م)، حافظ وآخرون (٢٠١٥م)، Selim, et al. (2015)، صالح (٢٠١٥م)، عسكر (٢٠١٧م)، الشلوي (٢٠١٨م).

وتتمثل أسس البرنامج التي تعكس الأسس الفلسفية والاجتماعية والنفسية والمعرفية في الآتي:

١-تكوين خبرة تعليميَّة متكاملة للموهوبات عن مفاهيم تقنية النانو مِن خلال بناء برنامج في ضوء مدخل الاستقصاء والبحث والتجريب، إذ يعد (الاستقصاء في العلوم) قاعدة أساسية لتعزيز الإيمان بالله والاستدلال على عظمته وبديع صنعه.

٢-اختيار مفاهيم تقنية النانو ذات الأهمية في المجال، وذات طبيعة تتلاءم مع المرحلة العمرية للطالبات الموهوبات، وذات أهمية ومطلب في الحياة الاجتماعية.

٣-بناء البرنامج وفق حاجات واهتمامات الطالبات الموهوبات ومجتمعهن؛ إذ تعد (تقنية النانو) تقنية العصر وقد انتشرت تطبيقاتها في شتى مجالات الحياة اليومية.

٤-مراعاة استعداد وقدرات الطالبات الموهوبات، وخصائص نموهنَّ، عند صياغة البرنامج بما فيه من أهداف ومحتوى وأنشطة وتقويم.

٥-مراعاة الفروق الفردية بين الموهوبات باختلاف نسبة موهبتهن وتنوع مجالاتها.

٦-تنمية مهارات الاستقصاء من خلال البرنامج ومنها: الملاحظة، طرح الأسئلة، فرض فروض، التنبؤ، البحث، المناقشة، جمع البيانات، تحليل البيانات.

٧-دعم البرنامج مبادئ الاستقصاء، ومنها: العلم ذو سياق تعاوني متطور.

٨-يُركز البرنامج على كون الموهوبات محور العملية التعليمية الاستقصائية.

٩-يسعى البرنامج إلى تنمية نزعات التفكير الابتكاري، وذلك بتوفير أنشطة تُتيح لهم الفضول والمثابرة والتخيل والتعاونية والانضباط لحل المشكلات، من خلال إنتاج ابتكارات تقوم على أساس علمي دقيق.

- **الفئة المستتهدفة في البرنامج الإثرائي وخصائصها**

الفئة المستهدفة:

يستهدف هذا البرنامج الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بمحافظة المجمعة (المجتازات لمقياس المشروع الوطني للتعرف على الموهوبين) اللاتي يتصفن بواحدة أو أكثر من خصائص الموهوبين: "العقلية، الأكاديمية، الإبداعية، القيادية، والفنية".

خصائص الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية:

حدد مكتب التربية الأمريكي ست خصائص أساسية للطلبة الموهوبين، يندرج تحت كل خاصية منها مجموعة خصائص توضح السمات التي يتَّسِمْنَ بها (القمش، ٢٠١١م، ص ص١٢٠-١١٧)، وتتمثل في الآتي:

١- قدرات عقلية عامة:

- استنباط الأشياء المجردة.
- معالجة المعلومات بطرائق معقدة.
- الملاحظة الدقيقة.
- استثارة الأفكار الجديدة.
- الاستمتاع بالفرضيات.
- التعلم بسرعة.
- استخدام المفردات العميقة.
- المبادرة.
- الاهتمام والبحث.

٢- قدرات أكاديمية خاصة:

- القدرة على التذكر بشكل كبير.
- استيعاب متقدم.
- سرعة اكتساب المهارات الأساسية للمعرفة.
- القراءة بتوسع في مجال الاهتمام.
- النجاح بتفوق في مجال الاهتمام.
- السعي بحماس ونشاط إلى الاهتمامات الخاصة.

٣- القدرات الإبداعية:

- التفكير المستقل.
- الأصالة في التفكير.

- إدراك المشكلة وإعطاء حلول متعددة لها.
- سرعة البديهة.
- الابتكار والاختراع.
- الارتجال.
- الخيال الخصب.
- عدم الاكتراث بالاختلاف عن المجموعة.

٤- القدرة القيادية:

- تولي القيام بالمسؤوليات.
- توقعات عالية من قبل الذات والآخرين.
- الطلاقة.
- التنبؤ بالنتائج والقرارات الصحيحة.
- اتخاذ القرارات بحكمة.
- النزوع نحو البناء.
- الثقة بالنفس.
- التنظيم.
- التقبل والمحبة من قبل الرفاق.

٥- القدرة الفنية:

- حس واضح للعلاقات المكانية.
- قدرة غير عادية في التعبير عن النفس والمشاعر والمزاج.
- تآزر حركي جيد.
- الرغبة في الإنتاج الخاص.

٦- القدرة الحركية:

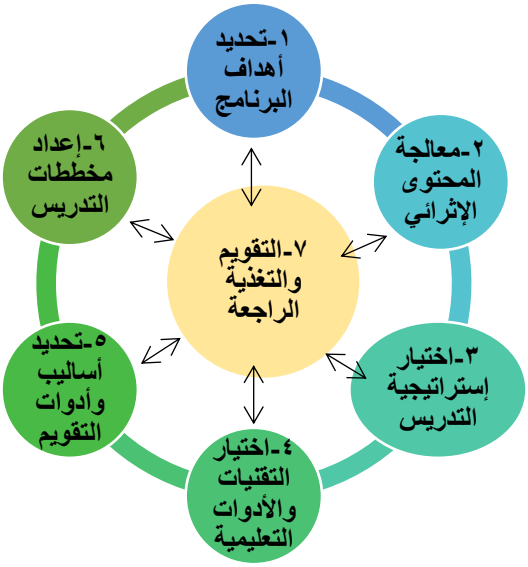
١. البروز في المهارات الحركية المتنوعة.
٢. التناسق الحركي الجيد.

٣. مستوى عالٍ من الدقة.

٤. براعة في المهارات الحركية مثل المهارات اليدوية.

- **مكونات البرنامج الإثرائي**

صُمّمت لقاءات البرنامج الإثرائي وفق ما أشارت إليه الأدبيات في مجال تصميم برامج الإثراء للموهوبين ومنها: (الكعبي، ٢٠٠٧م، ص ص ١٠٢-١١٤؛ القمش، ٢٠١١م، ص ص٢٢٢-٢٣٠):



أولًا: تحديد الأهداف للبرنامج الإثرائي

في ضوء فلسفة وأسس البرنامج الإثرائي حُددت أهدافه.

الهدف العام:

إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، مِن خلال برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي.

وقد انبثق من هذا الهدف الأهداف العامة الآتية:

أ- تنمية مهارات الاستقصاء العلمي لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

ب- تنمية ثقافة الطالبات الموهوبات بتقنية النانو كعلم حديث.

ج- إكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو الأساسية وفي مجالات البيئة والطب والطاقة بواسطة المدخل الاستقصائي.

د- تنمية نزعات التفكير الابتكاري النزعة نحو(الفضول، المثابرة والإصرار، التخيل، التعاونية، الانتظام) لدى لطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

هـ- تقدير عظمة الخالق-سبحانه وتعالى- في تسخير الإنسان للاكتشافات العلمية لخدمة البشر.

و- تقدير العلم وجهود العلماء في ظهور مجال تقنية النانو وتطوره.

وتنبثق من الأهداف العامة أهدافٌ إجرائية موضحة بالتفصيل في دليل المعلمة لكل جلسة إثرائية.

ثانيًا: معالجة المحتوى الإثرائي

يعّرف المحتوى بأنَّه: ما يسعى مصمم البرنامج إلى أنْ يتعلمه الطلاب من معارف، ومهارات، ووجدانيات تحقيقًا لأهداف المنهج (زيتون، ٢٠١٠م، ص ٧٥).

ويعالج مُحتوى البرنامج الإثرائي في ضوء فلسفته وأسسه التي بُني عليها من خلال:

أ- تحديد مواضيع البرنامج: المواضيع الأساسية (الوحدات)، المواضيع الفرعية (اللقاءات الإثرائية).

ب- تحديد المفاهيم والمصطلحات لكل موضوع.

ج- تقديم التوضيح والشرح اللازمين للمواضيع، باستخدام الأدوات والتقنيات والأنشطة والإستراتيجيات اللازمة لتنمية المعارف والمهارات والوجدانيات (الكعبي، ٢٠٠٧م، ص١٨٥).

بُني مُحتوى البرنامج في ضوء فلسفة البرنامج وأهدافه، وذلك بتقديم مفاهيم تقنية النانو عن طريق المدخل الاستقصائي، وعرض مشكلات وتساؤلات مرتبطة بمواضيع البرنامج، تدعو إلى الاستقصاء والبحث عن حلها أو اكتشافها؛ إذ يدعم البرنامج في ضوء مدخل الاستقصاء: مهارات التفكير، ومهارات البحث العلمي، والسمات الشخصية والاجتماعية والدافعية نحو التعلم والتعاونية.

كما يدعم مجموعة من القيم منها: العمل الجماعي، تقدير العلم، تقدير الرأي الآخر، الأمانة العلمية.

يوضح الجدول الآتي (مواضيع وحدات البرنامج الإثرائي الأساسية والفرعية – المفاهيم لكل موضوع) لبرنامج (تقنية النانو الحاضر والمستقبل):

جدول(٤-٢) توزيع مواضيع وحدات البرنامج الإثرائي

مواضيع وحدات البرنامج	مواضيع البرنامج الفرعية لكل لقاء إثرائي	المفاهيم والمصطلحات
أساسيات تقنية النانو	مقدمة مفاهيمية	علم النانو-تقنية النانو-وحدة النانومتر-المواد النانوية-تقنية تصنيع مواد النانو من أعلى إلى أسفل-تقنية تصنيع المواد من أسفل إلى أعلى- علم سموم المواد النانوية- أخلاقيات النانو.
	الأدوات والأجهزة في تقنية النانو	المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)-المجهر النفقي الماسح (STM)-مجهر القوة الذرية (AFM)- المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)- المجس النانوي مانيبيويلاتور- الراصف النانوي.
	أشكال المواد النانوية	النقاط الكمية-الفولورين-الجسيمات النانوية-أنابيب الكربون النانوية-الأسلاك النانوية-الألياف النانوية.
تقنية النانو في البيئة	تطبيقات تقنية النانو البيئية	أقمشة النانو-النانو غذائيات (أغذية النانو)-تقنية اللوتس (التنظيف الذاتي)- مرشحات نانوية -كواشف النانو- الطباعة النانوية -الحبر الذكي- معالجات حواسب محمولة نانوية -مصعد الفضاء.
تقنية النانو في الطب	تطبيقات تقنية النانو الطبية	الكانتيلفير-نانو بيوتيك-روبوت نانوي طبي-الدينديمر-قضبان الذهب أو الفضة النانوية-ضماد نانوي-مختبر على شريحة -تصقيل صناعي للعظام-أطراف صناعية بتقنية النانو.
تقنية النانو في الطاقة	تطبيقات تقنية النانو في الطاقة	خلايا شمسية نانوية-مكثفات فائقة نانوية-خلايا وقود نانوية-المضخم الميكانيكي النانوي-دوائر كهربائية نانوية.

ثالثًا: اختيار إستراتيجيات التدريس

لتحقيق أهداف البرنامج لا بُد من اعتماد استراتيجيات ونماذج المدخل الاستقصائي في التدريس الذي بُني البرنامج في ضوئه؛ إذ تُمارس الطالبة الموهوبة فيها دورًا فاعلًا في عمَليَّة التعلُّم والتعليم المتبادلة بينها وبين المعلمة، وبينها وبين زميلاتها، وتصبح هي محور العملية التعليمية، وتُمكّن الطالبة من ربط التعلُّم بالحياة، وتُكسبها القدرة على حلّ المشكلات والإجابة عن التساؤلات بمنهجية علمية ابتكارية، وتشجّعها على البحث والاستقصاء والعمل الجماعي والعمل التشاركي، وتُسهم في تحقيق وتطوير قدرة الطالبات الموهوبات على فَهم ما يخص المستحدثات

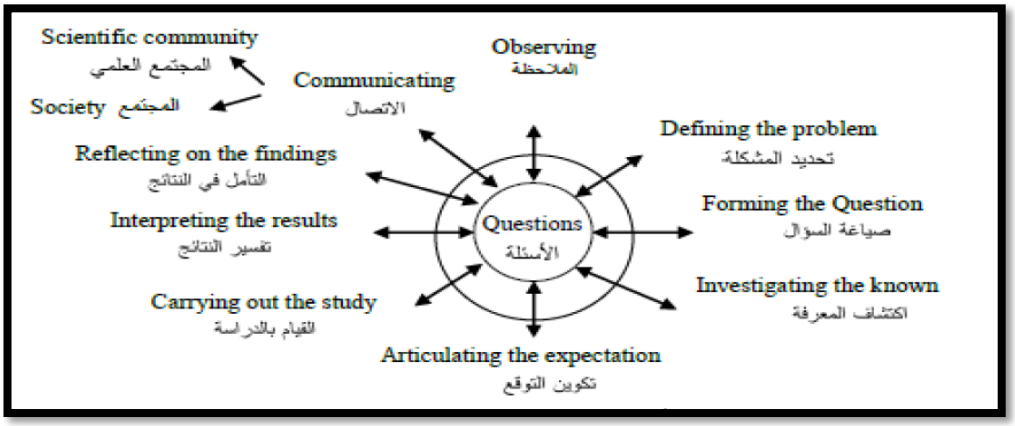
التقنية في مجال تقنية النانو، وبناء قاعدة مفاهيم تقنية النانو من خلال عمليات الاستقصاء حول هذه المفاهيم، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لديهن مَا يحفزهن نحو الابتكار.

وبعد اطلاع الباحثة على عددٍ مِن النماذج الاستقصائية في مدخل الاستقصاء اختير "نموذج عجلة الاستقصاء" للتدريس في هذا البرنامج للأسباب الآتية:

أ. يعد أشمل نماذج الاستقصاء؛ إذ يشتمل على عشرة أنشطة استقصائية تشمل أنشطة الاستقصاء بشكل عام.

ب. يتميز النموذج بالمرونة في الانتقال بين أنشطته، مع التركيز على النشاط الأكثر حاجة حسب عملية الاستقصاء وحضور نشاطي (الأسئلة والملاحظة) في جميع الأنشطة الأخرى، ويتكون نموذج عجلة الاستقصاء من الأنشطة الموضحة في الشكل الآتي:

شكل: (٤-١) نموذج عجلة الاستقصاء



المصدر: (Reiff,R, et al, 2002, p.p12-19)

رابعًا: اختيار مصادر التعلم

اعتُمد على عددٍ مِن مصادر التعلم التي تتكامل مع ما سبق في تحقيق أهداف البرنامج المحددة مسبقًا، وهي:

- أجهزة حاسوب.
- اتصال بشبكة الإنترنت للوصول للمكتبات الإلكترونية والمجلات العلمية.
- سبورة.

☜ جهاز عرض.

☜ مختبر علمي.

☜ فيديو تعليمي.

☜ عروض إلكترونية.

☜ أدوات تجارب (حقائب تجارب تقنية النانو مكتملة الأدوات).

☜ مجموعة تلجرام للتواصل والبحث والدعم خلال فترة تقديم البرنامج ومتابعة المشاريع.

☜ كتب علمية في مجال تقنية النانو.

خامسًا: تحديد أساليب وأدوات التقويم

رُوعي في بناء البرنامج أن يكون التقويم مستمرًا، وذلك على النحو التالي:

١- التقويم القبلي، ويَتمَثَّل في تطبيق أداتي الدراسة، إذ أجري (التطبيق القبلي لاختبار مفاهيم تقنية النانو)، و(التطبيق القبلي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري) لتحديد المستوى القبلي للطالبات الموهوبات، فضلًا عن التقويم المبدئي في بداية كل لقاء من لقاءات البرنامج.

٢- التقويم التكويني، ويستمر طوال فترة التدريس، ويكون من خلال:

أ- مُلاحظة الطالبات الموهوبات أثناء أداء الأنشطة العشرة الخاصة بنموذج عجلة الاستقصاء في كل لقاء، وتسجيل مدى إتقانهنَّ لمهارات الاستقصاء في التوصل للمفهوم وخصائصه وأمثلته وتطبيقاته باستخدام بطاقة الملاحظة مع تقديم التغذية الراجعة.

ب- تقويم المهمات التطبيقية للأنشطة عقب كل (تجربة).

ج- التقويم الذاتي لكل مجموعةِ عملٍ عقب كل نشاط، وتقويم الأقران بين المجموعات.

د- التقارير النهائية للمجموعات.

هـ- ملف إنجاز يحتوي على: التقويم الذاتي وتقويم الأقران للمجموعات الأخرى، والتقارير النهائية لكل مفهوم، والواجبات والتكاليف المنزلية، والمنتج الخاص بالمجموعة: (فيديو، منشور توعوي، أنفوجرافيك، ألبوم صور، ملصق علمي، مقال علمي).

٣- التقويم البعدي، ويَتَمَثَّل في تطبيق أداتي الدراسة، إذ أجريت (التطبيق البعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو) و(التطبيق البعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري)، بعد إنهاء البرنامج لمعرفة فاعليته في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري، فضلًا عن التقويم البعدي لمنتجات الموهوبات في نهاية كل لقاء من لقاءات البرنامج.

سادسًا: إعداد مخططات التدريس

إعداد مخططات التدريس للقاءات الإثرائية في ضوء فلسفة البرنامج؛ وهي عبارة عن مخططات مقترحة من الباحثة لكل جلسة تتكون من الأهداف التفصيلية والمفاهيم ومصادر التعلم وإستراتيجيات التدريس وأساليب التقويم، كما يتضح فيها الخطوات التنفيذية والزمن المستغرق، مدرجة بالتفصيل في دليل المعلمة.

سابعًا: التقويم والتغذية الراجعة

عملية التقويم والتغذية الراجعة تلازم جميع خطوات البناء والتنفيذ والتقويم للبرنامج، وذلك في ضوء أسس البرنامج التي بني عليها وتم توضيحها، ومواصفات البرنامج الإثرائي الجيد الآتية:

أ- يتميز البرنامج الإثرائي بعمق علمي.
ب- يتميز البرنامج الإثرائي بتكامل فروع العلم.
ج- يقدم البرنامج الإثرائي فُرصًا متنوعة لتنمية المعارف والمهارات والقيم.
د- يقدم البرنامج الإثرائي فرصًا متنوعة لعرض نواتج التعلم في المحيط العلمي والاجتماعي.
هـ- يتيح البرنامج الإثرائي مستوى من التحدي المناسب لقدرات الطالبات الموهوبات.
و- يتميز البرنامج الإثرائي بتنوع مصادر المعلومات وموثوقيتها.
ز- يتيح البرنامج الإثرائي مساهمة الطالبات الموهوبات في التنفيذ والتطوير للبرنامج.

- **مدة تنفيذ البرنامج**

يُنفذ البرنامج في الفصل الدراسي الأول لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ؛ إذ يستغرق البرنامج الإثرائي (٤) أسابيع بواقع (٨) لقاءات و(١٦) جلسة إثرائية؛ إذ يُقدَّم لقاءان في كل أسبوع،

مدة كل لقاء (١٨٠) دقيقة، مقسمة إلى جلستين، كل جلسة تستغرق (٩٠) دقيقة، وفق الخطة الزمنية التالية:

شكل (٤-٣) الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج الإثرائي تقنية النانو الحاضر والمستقبل

المحور (الوحدة)	الجلسة	الموضوع	المدة الزمنية	الأسابيع
التعريف بالبرنامج	**اللقاء التعريفي**			**الأسبوع الأول**
	الأولى	اختبار مفاهيم تقنية النانو (تطبيق قبلي) مقياس نزعات التفكير الابتكاري (تطبيق قبلي)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	مقدمة البرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل)	(٩٠) دقيقة	
وحدة أساسيات تقنية النانو	**اللقاء الأول**			
	الأولى	مقدمة مفاهيمية (١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	مقدمة مفاهيمية (٢)	(٩٠) دقيقة	
	اللقاء الثاني			**الأسبوع الثاني**
	الأولى	الأجهزة والأدوات في تقنية النانو (١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	الأجهزة والأدوات في تقنية النانو (٢)	(٩٠) دقيقة	
	اللقاء الثالث			
	الأولى	أشكال المواد النانوية (١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	أشكال المواد النانوية (٢)	(٩٠) دقيقة	
وحدة تقنية النانو في البيئة	**اللقاء الرابع**			الأسبوع الثالث
	الأولى	تطبيقات تقنية النانو البيئية (١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	تطبيقات تقنية النانو البيئية (٢)	(٩٠) دقيقة	
وحدة تقنية النانو في الطب	**اللقاء الخامس**			
	الأولى	تطبيقات تقنية النانو في الطب (١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	تطبيقات تقنية النانو في الطب (٢)	(٩٠) دقيقة	
وحدة تقنية النانو في الطاقة	**اللقاء السادس**			**الأسبوع الرابع**
	الأولى	تطبيقات تقنية النانو في الطاقة (١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	تطبيقات تقنية النانو في الطاقة (٢)	(٩٠) دقيقة	
	اللقاء الختامي			
ختام البرنامج	الأولى	أنشطة ختام البرنامج	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	اختبار مفاهيم تقنية النانو (تطبيق بعدي) مقياس نزعات التفكير الابتكاري (تطبيق بعدي)	(٩٠) دقيقة	
المجموع	**(١٦) جلسة**		**(٢٤) ساعة إثرائية**	**(٤) أسابيع**

وبذلك تكون الباحثة أجابت عن السؤال الثاني من أسئلة الدراسة المتعلق ببناء البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

٣-النتائج الخاصة بالسؤال الثالث:

للإجابة عن السؤال الثالث، الذي نص على: ما فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟

صِيغَ الفرض كالتالي:

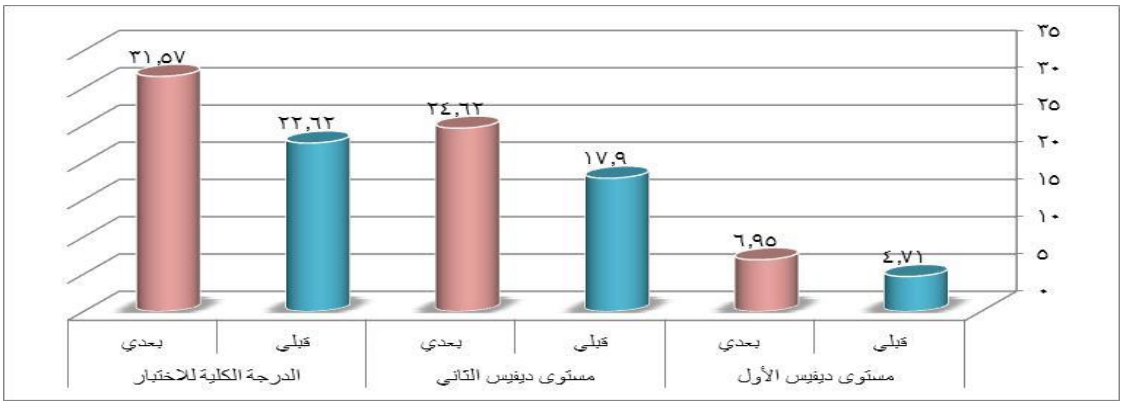
يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة (α < ٠,٠٥)، بين متوسطات درجات عينة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو لصالح التطبيق البعدي.

وللتحقُّق من صحة هذا الفرض طُبِّقَ اختبار مفاهيم تقنية النانو على مجموعة الدراسة التجريبيَّة قبليًّا وبعديًّا؛ إذ استُخْدِمَ اختبار (ت) لعينتين مترابطتين (Paired Sample T-Test)؛ وذلك كما يتضح من خلال الجدول رقم (٤-٤)، وذلك على النحو الآتي:

جدول رقم (٤-٤): نتائج المتوسطات الحسابية واختبار (ت) لعينتين مترابطتين (Paired Sample T-Test) وحساب مربع إيتا للتعرف على مدى فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية

الأبعاد	الاختبار	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة ت (T)	مستوى الدلالة	مربع إيتا ($\eta 2$)
مستوى ديفيس الأول	قبلي	٤٢	٤,٧١	١,٦٣	٤١	-٦,١٢٩	٠,٠٠١	٠,٢٨
	بعدي	٤٢	٦,٩٥	١,٩٧				
مستوى ديفيس الثاني	قبلي	٤٢	١٧,٩٠	٣,٨٩	٤١	-٩,٠٣٧	٠,٠٠١	٠,٤١
	بعدي	٤٢	٢٤,٦٢	٤,٢٨				
الدرجة الكلية للاختبار	قبلي	٤٢	٢٢,٦٢	٤,٨٨	٤١	-٩,٢٥٣	٠,٠٠١	٠,٤٣
	بعدي	٤٢	٣١,٥٧	٥,٥٦				

شكل رقم (٤-٢) المتوسطات الحسابية للاختبارين القبلي والبعدي لطالبات المرحلة الثانوية لاختبار مفاهيم تقنية النانو



يتضح من خلال الجدول رقم (٤-٤) والشكل (٤-٢) أن هناك فرقًا دالا إحصائيًّا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسط درجات الطالبات بالتطبيق القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو فيما يتعلق بمستوى ديفيس الأول، وذلك لصالح الطالبات في التطبيق البعدي بمتوسط درجات (٦,٩٥) مقابل (٤,٧١) للطالبات في التطبيق القبلي للاختبار، وهذا التباين بين متوسطي درجات الطالبات في التطبيق القبلي والبعدي للاختبار لصالح البعدي يعود إلى متغير المعالجة التدريسية، وهو البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في إكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، فيما يتعلق **بمستوى ديفيس الأول**.

وبينت نتائج الجدول رقم (٤-٤) أن قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو فيما يتعلق بمستوى ديفيس الأول بلغت (٠,٢٨)؛ وهي تدل على تأثير مرتفع للمتغير المستقل في المتغير التابع وفق معايير الحكم على قيمة حجم الأثر المستخرجة بواسطة مربع إيتا (حسن،٢٠١١م،ص٢٨٣)؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية فيما يتعلق **بمستوى ديفيس الأول**.

كما أوضحت النتائج في الجدول رقم (٤-٤) والشكل (٤-٢) أن هناك فرقا دالا إحصائيًّا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسط درجات الطالبات في التطبيق القبلي والبعدي باختبار مفاهيم تقنية النانو، فيما يتعلق بمستوى ديفيس الثاني، وذلك لصالح الطالبات بالتطبيق البعدي بمتوسط درجات (٢٤,٦٢) مقابل (١٧,٩٠) للطالبات بالتطبيق القبلي للاختبار، وهذا التباين بين متوسطي درجات الطالبات بالتطبيق القبلي والبعدي للاختبار لصالح البعدي يعود إلى متغير المعالجة التدريسية، وهو البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في إكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، فيما يتعلق **بمستوى ديفيس الثاني**.

وكشفت نتائج الجدول رقم (٤-٤) أنَّ قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) لنتائج التطبيق القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو، فيما يتعلق بمستوى ديفيس الثاني بلغت (٠,٤١)؛ وهي تدل على تأثير مرتفع للمتغير المستقل في المتغير التابع وفق معايير الحكم على قيمة حجم الأثر المستخرجة بواسطة مربع إيتا (حسن،٢٠١١م،ص٢٨٣)؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية فيما يتعلق **بمستوى ديفيس الثاني**.

كما أظهرت نتائج الجدول رقم (٤-٤) والشكل(٤-٢) أن هناك فرقًا دالًا إحصائيًّا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسط درجات الطالبات بالتطبيق القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو **فيما يتعلق بالدرجة الكلية** للاختبار، وذلك لصالح الطالبات بالتطبيق البعدي بمتوسط درجات (٣١,٥٧) مقابل (٢٢,٦٢) للطالبات بالتطبيق القبلي للاختبار، وهذا التباين بين متوسطي درجات الطالبات بالتطبيقين القبلي والبعدي لصالح البعدي يعود إلى متغير المعالجة التدريسية، وهو البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في إكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

وأوضحت النتائج الجدول رقم (٤-٤) أن قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) لنتائج التطبيق القبلي والبعدي **للدرجة الكلية** لاختبار مفاهيم تقنية النانو بلغت (٠,٤٣)، وهي تدل على تأثير مرتفع للمتغير المستقل في المتغير التابع وفق معايير الحكم على قيمة حجم الأثر المستخرجة بواسطة مربع إيتا (حسن،٢٠١١م،ص٢٨٣)؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

مناقشة نتيجة السؤال الثالث وتفسيرها:

أظهرت الدراسة النتيجة الآتية:

إنَّ هناك فرقًا دالًا إحصائيًّا عند مستوى الدلالة ($\alpha < ٠,٠١$)، بين متوسط درجات الطالبات الموهوبات في التطبيق القبلي والبعدي في اختبار مفاهيم تقنية النانو، وذلك لصالح الطالبات في التطبيق البعدي، وقد تعزى الفاعلية إلى البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية للآتي:

١- طبيعة البرنامج الإثرائي في ضوء مدخل الاستقصاء أتاحت تناول مفاهيم تقنية النانو بأسلوب مشوق نشط ومرن يراعي اختلاف البنية المعرفية للطالبات الموهوبات وطبيعة المحتوى العلمي لمفاهيم تقنية النانو واختلاف مهارات الموهوبات واهتماماتهن وخبراتهن، وتؤكد معايير العلوم للجيل القادم "The Next Generation Science Standards" أنَّ الفَهم الكامل لمفاهيم العلوم لن يحدث من دون اشتغال المتعلمين في ممارسات الاستقصاء من طرح الأسئلة، وتحديد المشكلة، وبناء النموذج واستخدامه، وغيره من الممارسات (NGSS, 2013)، وأشار بايبي Bybee (٢٠١٤م) إلى أنَّ الاستقصاء يشجع الطالب على تحدي أفكاره لاكتشاف المفاهيم بشكل نشط عن طريق ممارسة أو أكثر من الممارسات الاستقصائية العلمية وتكوين المعرفة من الفهم الصحيح؛ وقد شجع نموذج عجلة الاستقصاء، المستخدم في البرنامج الإثرائي الموهوبات، على التحدي لاكتشاف مفاهيم تقنية النانو، من خلال ممارسة أنشطته الاستقصائية العشرة، مع التركيز على نشاط (الملاحظة وطرح الأسئلة) بشكل مستمر خلال أنشطة الاستقصاء.

٢-طبيعة البرنامج الإثرائي، في ضوء مدخل الاستقصاء ونموذج الاستقصاء المستخدم، تتناسب مع خصائص الطالبات الموهوبات وطبيعة تعلّمُهن، وهذا ما تم ملاحظته خلال تقديم البرنامج، إذ كانت هناك رغبة وإقبال نحو الاستقصاء وسلوك مسلك العلماء في الاستقصاء بواسطة أنشطة "نموذج عجلة الاستقصاء": الملاحظة، طرح الأسئلة، تحديد المشكلة، اكتشاف المعرفة، تكوين توقع، إجراء الدراسة، تفسير النتائج، التأمل في النتائج، الاتصال لتكوين فَهم عميق نحو مفاهيم تقنية النانو باختلاف التركيز على أحد الأنشطة دون الأنشطة الأخرى، تَبعًا لنوع المفهوم وطبيعة الاستقصاء والأسئلة والملاحظات الواردة في مجموعة استقصاء؛ والمتأمل يجد هذه الأنشطة العشرة في النموذج، فضلًا عن تميزها بكونها أكثر مرونة عن بقية النماذج الاستقصائية، وعن الطريقة العلمية المرتبطة بعلم العلوم؛ تتوافق مع الخصائص والسمات العقلية لدى الموهوبين في مرحلة المراهقة التي أوردها القمش (٢٠١١م)، وهي الملاحظة الدقيقة، طرح التساؤلات، الاستمتاع بالفرضيات، الاهتمام والشغف بالبحث والاطلاع، النقاشات الثرية، القدرة على الاستدلال والتقييم والتأمل (ص ص١٠٨-١١٨).

٣-تضمين البرنامج الإثرائي لمفاهيم في تقنية النانو تتناسب مع النمو المعرفي العلمي للموهوبات في المرحلة الثانوية، إذ تم تحديد قائمة المفاهيم المضمنة للبرنامج الإثرائي بعد مراجعة الأبحاث التي تناولت تحليل محتوى فروع العلوم بالمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية في ضوء مفاهيم تقنية النانو، واستشارة المختصين في تعليم العلوم والموهوبين وتقنية النانو، والرجوع إلى الأسس العلمية الَّتي يتم تناولها في مناهج العلوم بالمرحلة الثانوية، وفِي الفصل الثالث تفصيل لبناء قائمة مفاهيم تقنية النانو حتَّى تتناسب مع النمو المعرفي للموهوبات بالمرحلة الثانوية.

٤-ارتباط مفاهيم تقنية النانو الواردة في البرنامج الإثرائي (مجال البيئة-مجال الطاقة-مجال الطب) بالواقع الراهن وحياة الطالبات الموهوبات، مَا زاد من دافعيتهن نحو اكتساب المفاهيم بشكل صحيح.

٥-تنوع أساليب التقويم المستخدمة في البرنامج الإثرائي (التقويم المبدئي-التقويم التكويني خلال "متابعة أنشطة الاستقصاء لكل مجموعة استقصاء من قبل الباحثة، وتقويم المجموعات بعضها بعضًا في نموذج التقويم" -التقويم النهائي- متابعة وتقويم منتجات البرنامج لعرضها في المعرض

الختامي) مَا ساعد على تزويد الطالبات بتغذية راجعة مستمرة حول مستوى اكتسابهن للمفاهيم الواردة في البرنامج الإثرائي.

واتفقت هذه النتيجة مع نتيجة دراسة ستيفن وآخرين Stephanie, et al (2012) وصالح والسيد (٢٠١٤م) الَّتي توصلت إلى فاعلية استخدام نموذج عجلة الاستقصاء في زيادة التحصيل المعرفي لمجموعات الدراسة، كما اتفقت مع نتيجة دراسة نصر (٢٠١٢م) وقباجة (٢٠١٤م) وإسماعيل (٢٠١٦م) والعنزي (٢٠١٧م)، التي توصلت إلى فاعلية التعلم الاستقصائي في إكساب المفاهيم العلمية، واتفقت مع دراسة تشين وآخرين Chenal (٢٠١٢م) والشهري (٢٠١٢م) ولُبد (٢٠١٢م) وعسكر (٢٠١٧م) والتقبي (٢٠١٧م) التي توصلت إلى فاعلية الاستقصاء في تحقيق المعرفة بمفاهيم تقنية النانو.

وقد لاحظت الباحثة عدد من الملاحظات أثناء تقديم البرنامج مما قد يكون أثر إيجابًا في فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، ومنها:

١- طبيعة وخصائص الطالبات الموهوبات التي تتمثل في الحماس للتعلم والفضول تجاه كل جديد وكثرة الأسئلة وتشعبها ودقة الملاحظة وحب التواصل مع المجتمع المحلي من زميلاتهن حول ما يتم اكتشافه أو المجتمع العلمي في تقنية النانو وكل هذه الخصائص تم توظيفها من خلال النموذج الاستقصائي الذي يرتكز على نشاطي الأسئلة والملاحظة المستمرة كما يراعي نشاط الاتصال بالمجتمع العلمي والمحلي. وقد تم تسجيل الكثير من الأسئلة والملاحظات والبيانات التي تم استخلاصها من عمليات الاتصال في النماذج المخصصة للعمل وفق النموذج مما ساهم في الفهم العميق للمفاهيم.

٢- العمل في مجموعات تعاونية على نموذج عجلة الاستقصاء وكذلك نموذج التقويم الذاتي للمجموعة ونموذج تقويم المجموعات الأخرى كان معين في التغلب على عدد الطالبات الكبير الذي أتيح له دخول البرنامج من قبل مركز الموهوبات.

٣- تنوع المستوى الأكاديمي بين الصف الأول والثاني ثانوي في المجموعات التعاونية أتاح تبادل الخبرات ومراجعة الأسس العلمية التي تمتلكها الطالبات في الصفين لتفسير ما يتم البحث عنه من مفاهيم .

٤- استعداد الباحثة للتدريس وفق مراحل النموذج الاستقصائي وتوجيه الاستقصاء في المجموعات بشكل عادل؛ تطلب جهد كبير مما يؤكد على أهمية تدريب المعلمات على التدريس وفق النموذج قبل تطبيقهن للبرنامج.

٥- استخدام حقيبة تجارب تقنية النانو التي تحتوي على مواد نانوية وتتيح التجريب من خلالها لكل مجموعة؛ سهل على الطالبات فهم مفاهيم تقنية النانو مما يؤكد على ضرورة توافر التجهيزات والمواد الخاصة بتقنية النانو في معامل الموهوبين.

٤-النتائج الخاصة بالسؤال الرابع:

للإجابة عن السؤال الرابع، الذي نص على: ما فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟

صِيغَ الفرض كالتالي:

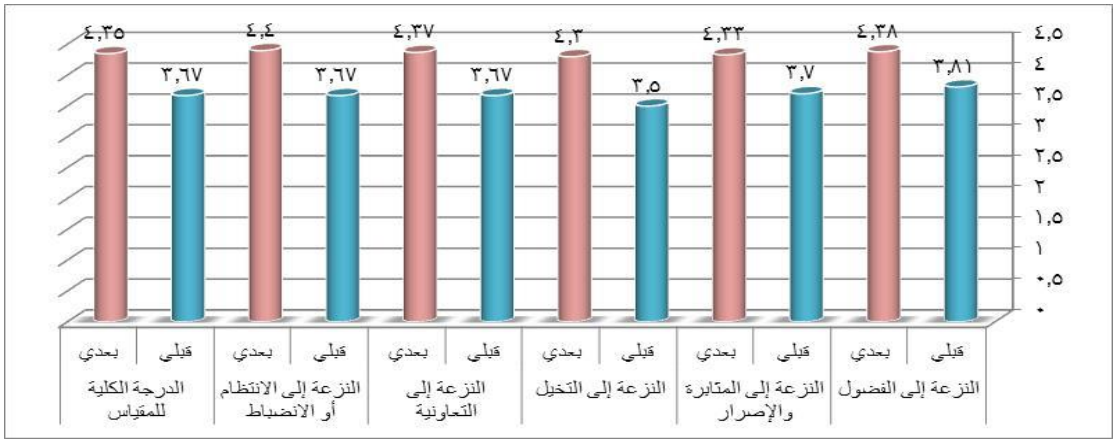
يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة ($\alpha <$ ٠،٠٥)، بين متوسطات درجات عينة الدراسة في التطبيقين القبلي والبعدي في مقياس نزعات التفكير الابتكاري لصالح التطبيق البعدي.

وللتحقُّق من صحة هذا الفرض طُبِقَ مقياس نزعات التفكير الابتكاري على مجموعة الدراسة التجريبيَّة قبليًّا وبعديًّا؛ إذ استُخدِم اختبار (ت) لعينتين مترابطتين (Paired Sample T-Test)؛ وذلك كما يتضح من خلال الجدول الآتي:

جدول رقم (٤–٥): نتائج اختبار (ت) لعينتين مترابطتين (Paired Sample T-Test) للتعرف على مدى فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية

الأبعاد	المقياس	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة ت (T)	مستوى الدلالة	مربع إيتا ($\eta 2$)
النزعة إلى الفضول	قبلي	٤٢	٣,٨١	٠,٥١	٤١	٦,٦٠٣-	٠,٠٠١	٠,٢٦
	بعدي	٤٢	٤,٣٨	٠,٤٧				
النزعة إلى المثابرة والإصرار	قبلي	٤٢	٣,٧٠	٠,٤٢	٤١	٧,٤٨٠-	٠,٠٠١	٠,٣٧
	بعدي	٤٢	٤,٣٣	٠,٤٠				
النزعة إلى التخيل	قبلي	٤٢	٣,٥٠	٠,٥٧	٤١	٦,٦٦٣-	٠,٠٠١	٠,٣٥
	بعدي	٤٢	٤,٣٠	٠,٥١				
النزعة إلى التعاونية	قبلي	٤٢	٣,٦٧	٠,٥١	٤١	٨,٠٤٢-	٠,٠٠١	٠,٣٦
	بعدي	٤٢	٤,٣٧	٠,٤٤				
النزعة إلى الانتظام أو الانضباط	قبلي	٤٢	٣,٦٧	٠,٤١	٤١	٩,٦٣٥-	٠,٠٠١	٠,٤١
	بعدي	٤٢	٤,٤٠	٠,٤٦				
الدرجة الكلية للمقياس	قبلي	٤٢	٣,٦٧	٠,٣٤	٤١	١١,١٧٩-	٠,٠٠١	٠,٥٤
	بعدي	٤٢	٤,٣٥	٠,٢٩				

شكل رقم (٤–٣): المتوسطات الحسابية للاختبارين القبلي والبعدي لطالبات المرحلة الثانوية لمقياس نزعات التفكير الابتكاري



يتضح من خلال الجدول رقم (٤-٥) والشكل رقم (٤-٣) أن هناك فرقًا دالًا إحصائيًّا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسط درجات الطالبات بمقياس نزعات التفكير الابتكاري في التطبيق القبلي والبعدي، فيما يتعلق **بالنزعة إلى الفضول**، وذلك لصالح الطالبات في التطبيق البعدي بمتوسط درجات (٤,٣٨) مقابل (٣,٨١) للطالبات في التطبيق القبلي للمقياس، وتُشير النتيجة السابقة إلى فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية النزعة إلى الفضول لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

وبينت نتيجة الجدول رقم (٤-٥) أنَّ قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) لنتائج تطبيق مقياس نزعات التفكير الابتكاري القبلي والبعدي فيما يتعلق **بالنزعة إلى الفضول** بلغت (٠,٢٦)، وهي تدل على تأثير مرتفع للمتغير المستقل في المتغير التابع وفق معايير الحكم على قيمة حجم الأثر المستخرجة بواسطة مربع إيتا (حسن،٢٠١١م،ص٢٨٣)؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري فيما يتعلق بالنزعة إلى الفضول لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

كما أظهرت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) والشكل رقم (٤-٣) أن هناك فرقًا دالًا إحصائيًّا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسط درجات الطالبات بمقياس نزعات التفكير الابتكاري في التطبيق القبلي والبعدي فيما يتعلق **بالنزعة إلى المثابرة والإصرار**، وذلك لصالح الطالبات في التطبيق البعدي بمتوسط درجات (٤,٣٣) مقابل (٣,٧٠) للطالبات في التطبيق القبلي للمقياس، وتُشير النتيجة السابقة إلى فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية النزعة إلى المثابرة والإصرار لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

وبينت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) أنَّ قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) لنتائج تطبيق مقياس نزعات التفكير الابتكاري القبلي والبعدي فيما يتعلق **بالنزعة إلى المثابرة والإصرار** بلغت (٠,٣٧)، وهي تدل على تأثير مرتفع للمتغير المستقل في المتغير التابع وفق معايير الحكم على قيمة حجم الأثر المستخرجة بواسطة مربع إيتا (حسن،٢٠١١م،ص٢٨٣)؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج

الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري فيما يتعلق بالنزعة إلى المثابرة والإصرار لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

إضافة إلى ما سبق فقد أوضحت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) والشكل رقم (٤-٣) أن هناك فرقًا دالًا إحصائيًّا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسط درجات الطالبات بمقياس نزعات التفكير الابتكاري في التطبيق القبلي والبعدي، فيما يتعلق **النزعة إلى التخيل**، وذلك لصالح الطالبات في التطبيق البعدي بمتوسط درجات (٤,٣٠) مقابل (٣,٥٠) للطالبات في التطبيق القبلي للمقياس، وتُشير النتيجة السابقة إلى فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية النزعة إلى التخيل لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

وبينت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) أن قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) لنتائج تطبيق مقياس نزعات التفكير الابتكاري القبلي والبعدي فيما يتعلق **بالنزعة إلى التخيل** بلغت (٠,٣٥)، وهي تدل على تأثير مرتفع للمتغير المستقل في المتغير التابع وفق معايير الحكم على قيمة حجم الأثر المستخرجة بواسطة مربع إيتا (حسن،٢٠١١م،ص٢٨٣)؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري، فيما يتعلق بالنزعة إلى التخيل لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

كما كشفت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) والشكل رقم (٤-٣) أن هناك فرقًا دالًا إحصائيًّا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسط درجات الطالبات في تطبيق مقياس نزعات التفكير الابتكاري القبلي والبعدي فيما يتعلق **بالنزعة إلى التعاونية**، وذلك لصالح الطالبات في التطبيق البعدي بمتوسط درجات (٤,٣٧) مقابل (٣,٦٧) للطالبات في التطبيق القبلي للمقياس، وتُشير النتيجة السابقة إلى فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية النزعة إلى التعاونية لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

وبينت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) أنَّ قيمة مربع إيتا ($\eta 2$) لنتائج تطبيق مقياس نزعات التفكير الابتكاري القبلي والبعدي فيما يتعلق **بالنزعة إلى التعاونية** بلغت (٠,٣٦)، وهي تدل على تأثير مرتفع للمتغير المستقل في المتغير التابع وفق معايير الحكم على قيمة حجم الأثر

المستخرجة بواسطة مربع إيتا (حسن،٢٠١١م،ص٢٨٣)؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري فيما يتعلق بالنزعة إلى التعاونية لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

كما أوضحت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) والشكل رقم (٤-٣) أن هناك فرقًا دالا إحصائيًّا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسط درجات الطالبات في تطبيق مقياس نزعات التفكير الابتكاري القبلي والبعدي فيما يتعلق **بالنزعة إلى الانتظام أو الانضباط**، وذلك لصالح الطالبات بالتطبيق البعدي بمتوسط درجات (٤,٤٠) مقابل (٣,٦٧) للطالبات بالتطبيق القبلي للمقياس، وتُشير النتيجة السابقة إلى فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية النزعة إلى الانتظام أو الانضباط لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

وبينت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) أن قيمة مربع إيتا (η2) لنتائج تطبيق مقياس نزعات التفكير الابتكاري القبلي والبعدي فيما يتعلق **بالنزعة إلى الانتظام أو الانضباط** بلغت (٠,٤١)، وهي تدل على تأثير مرتفع للمتغير المستقل في المتغير التابع وفق معايير الحكم على قيمة حجم الأثر المستخرجة بواسطة مربع إيتا (حسن،٢٠١١م،ص٢٨٣)؛ أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري فيما يتعلق بالنزعة إلى الانتظام أو الانضباط لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

وفي الأخير فقد أظهرت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) والشكل رقم (٤-٣) أن هناك فرقًا دالًا إحصائيًّا عند مستوى (٠,٠١) بين متوسط درجات الطالبات عند تطبيق المقياس قبليًا وبعديًا **بالدرجة الكلية لنزعات التفكير الابتكاري**، وذلك لصالح الطالبات في التطبيق البعدي بمتوسط درجات (٤,٣٥) مقابل (٣,٦٧) للطالبات بالتطبيق القبلي للمقياس، وتُشير النتيجة السابقة إلى فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

وبينت النتائج بالجدول رقم (٤-٥) أنَّ قيمة مربع إيتا (η2) لنتائج تطبيق المقياس قبليًّا وبعديًّا **بالدرجة الكلية لنزعات التفكير الابتكاري** بلغت (٠,٥٤)، وهي تدل على تأثير مرتفع

للمتغير المستقل في المتغير التابع وفق معايير الحكم على قيمة حجم الأثر المستخرجة بواسطة مربع إيتا (حسن،٢٠١١م،ص٢٨٣)؛أي إنَّ هناك فاعلية للبرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

مناقشة نتيجة السؤال الرابع وتفسيرها:

أظهرت الدراسة النتيجة الآتية:

أن هناك فرقًا دالًا إحصائيًا عند مستوى (α < ٠,٠١)، بين متوسط درجات الطالبات في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري، وذلك لصالح الطالبات الموهوبات بالتطبيق البعدي، وقد تعزى الفاعلية إلى البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية للآتي:

١- طبيعة مدخل الاستقصاء الذي بُني في ضوئه البرنامج الإثرائي؛ إذ أكد علماء التربية أنه يمكن تنمية التفكير الابتكاري بجميع مكوناته التي تعد النزعات من أهمها من خلال المدخل الاستقصائي، إذ يوضع المتعلمين في مواقف محيرة ويتعرضون لأسئلة مثيرة للكشف عن فكرة جديدة أو معنى جديد، من خلال جملة من الأفكار والحقائق والمعلومات سواءً بأنفسهم أم بتوجيه من المعلم (ناظر، ٢٠١٤م، ص ١٧)، كما أنَّ طبيعة الاستقصاء تدمج المتعلم في أنظمة أو موقف تتطلب منه التنقيب عن استراتيجيات وإجراءات جديدة لحل المشكلة وعمل الاستقصاء والمناقشة والتحليل، لتضع العقل في حالة تسمح له بالاقتراب من الخبرات، وتعمل على تفعيل نزعات التفكير المختلف (Lampert, 2006).

٢- نموذج عجلة الاستقصاء المستخدم في البرنامج يعتمد على عشر أنشطة استقصائية (تحديد المشكلة- صياغة السؤال-اكتشاف المعرفة-تكوين التوقع- إجراء الدراسة- تفسير النتائج- التأمل في النتائج-الاتصال- الملاحظة) تتسق مع نزعات التفكير الابتكاري، كما أنَّه يتميز بالمرونة إذ يستطيع الطالب العودة إلى أي نشاط من نشاطات النموذج عند الحاجة للاستزادة مع استمرار نشاط الملاحظة وطرح الأسئلة في جميع الأنشطة كالآتي:

- النزعة إلى الفضول هذه النزعة تظهر في التعجب والدهشة والتساؤل، والاستكشاف والتحقق، ومواجهة الافتراضات، ويتسق معها أكثر من نشاط من أنشطة الاستقصاء العشرة في النموذج، مثل: طرح الأسئلة، الملاحظة، تحديد المشكلة والاستكشاف، تكوين التوقع.
- النزعة إلى المثابرة والإصرار، وهِي تعبّر عن الإصرار على التحدي وتكرار المحاولات للوصول إلى الحلِّ أو الناتج للمشكلات والمواقف الغامضة، وتتضح هذه النزعة من خلال تمسك الفرد بالصعوبةِ، وبالجرأة في أنْ يكون مُختلفًا، وفي التسامح مع الغموض، ويتسق معها أكثر من نشاط من أنشطة عجلة الاستقصاء، مثل: اكتشاف المعرفة، تكوين التوقع، إجراء الدراسة، ويدعم هذه النزعة طبيعة النموذج المرنة الَّتي تسمح بالعودة إلى أي نشاط للاستزادة أو التعديل أو التوضيح.
- النزعة إلى التخيل تعبر عن قدرة الفرد على الوصول إلى الحلول من خلال التخيل والإمكانات الابتكارية، وهذه النزعة تظهر مِن خلال اللعب بالاحتمالات، وبناء الارتباطات، واستخدام الحدس، ويتسق معها أكثر من نشاط من أنشطة عجلة الاستقصاء، مثل: الملاحظة، التأمل في النتائج، اكتشاف المعرفة، تكوين التوقع.
- النزعة إلى التعاونية تؤكد العديد من المداخل الحالية للابتكارية على الطبيعة الاجتماعية والتعاونية للعملية الابتكارية، ويتضح ذلك من خلال المشاركة في الناتج الابتكاري وإعطاء واستقبال التغذية الراجعة، والتعاون بشكل مناسب، ويتسق معها أكثر من نشاط من أنشطة عجلة الاستقصاء، مثل: الاتصال، إجراء الدراسة، تحديد المشكلة، الملاحظة، تفسير النتائج، ويدعم هذه النزعة طبيعة النموذج التي تركز على نهج سلوك العلماء في العلم كتكامل الخبرات والإفادة من المعلومات والأفكار المتبادلة، كما ساهمت طبيعة الاستقصاء في مجموعات خلال البرنامج، وتقويم المجموعات لبعضها، والعمل على المنتج النهائي لكل مجموعة في دعم النزعة للتعاونية.
- النزعة إلى الانتظام أو الانضباط تظهر عند الموازنة بين الجانب الحالم والجانب الخيالي في الابتكارية، وعند الحاجة إلى المعرفة والبراعة لتشكيل الناتج الابتكاري، وفي تطوير الخبرات، كما تظهر هذه النزعة في تطوير التكنيكيات، والتفكير بشكل ناقد، والبراعة والتطوير ويتسق

معها أكثر من نشاط من أنشطة عجلة الاستقصاء، مثل: الملاحظة، طرح الأسئلة، التأمل في النتائج.

٣- طبيعة المحتوى المفاهيمي للبرنامج إذ يُعد مجال تقنية النانو مجالًا واعدًا محفزًا للابتكار، ومثيرًا للفضول والاكتشاف والبحث والتحدي الابتكاري.

٤- مراعاة تنوع أسئلة التقويم في البرنامج لتحفز نزعات التفكير الابتكاري.

٥- بناء البرنامج الإثرائي بصورة تتفق مع خصائص الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية، ومنها ما أوردها القمش (٢٠١١م) الملاحظة الدقيقة، طرح التساؤلات، الاستمتاع بالفرضيات، الاهتمام والشغف بالبحث والاطلاع، النقاشات الثرية، القدرة على الاستدلال والتقييم والتأمل والنقد (ص ص١٠٨-١١٨)؛ إذ المدخل الاستقصائي وطبيعة المحتوى المفاهيمي في علم واعد "تقنية النانو" ساهم في دعم نمو هذه النزعات الابتكارية لديهن لا سيما في ظل الفرص المتاحة للطالبات الموهوبات، مثل المشروع الوطني الأولمبياد العملي إبداع وغيره من المشاريع المتاحة للموهوبين.

وقد لاحظت الباحثة مشاركة بعض الطالبات الموهوبات من عينة الدراسة الحالية في المشروع الوطني الأولمبياد العلمي إبداع ٢٠١٩م بأفكار ابتكارية في مجال تقنية النانو عقب انتهاء البرنامج الإثرائي. كما تم مشاركة خمس طالبات ممن حضرن البرنامج ببحث يدرس "ابتكارًا لتطوير الخلايا الشمسية النانوية" ضمن مشروع باحثة المستقبل المقام بالشراكة بين مكتب الموهوبات بمحافظة المجمعة وجامعة المجمعة؛ مما يدل على تحفيز ميولهم الابتكارية عقب البرنامج.

وقد اتفقت نتيجة هذا السؤال مع نتائج دراسة كل من: فودة (٢٠٠٥م)، وتشينغ، جينغ، يازوان، تينغ وجانبينغ Qing, Jing, Yazhuan, Ting and Junping (2010)، وتشينغ ني وهونغ Qing Ni and Hong (2010)، وإيفرين، باتي ويلماز Evren, Bati, and (2012) Yilmaz,، وكارامي، باكمهر وأغيلي Karami Pakmehr and Aghili (2012)، وطلبة (٢٠١٣م)، والشمري (٢٠١٨م)، التي توصلت إلى فاعلية استخدام نماذج تدريس بنائية واستقصائية في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى المجموعات التجريبية، كما تتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة كل من: لوكاس Lucas (2012) ولوون Loon (2015) وأولغار Ulger (2016) والشمري (٢٠١٨م) في أهمية تنمية نزعات التفكير الابتكاري.

الفَصل الخامس

مُلخص الدراسَة وتوصياتها ومقترحاتها

الفَصل الخامس

مُلخص الدراسة وتوصياتها ومقترحاتها

تناول هذا الفصل ملخصًا لفصول الدراسة، وعرضًا لنتائجها، والتوصيات والمقترحات، وفيما يلي تفصيل ذلك:

عرض لأبرز النتائج التي تم التوصل إليها، ومِن ثَمَّ التوصيات المقترحة في ضوء تلك النتائج.

١- ملخص الدراسة:

اشتملت الدراسة على خمسةِ فصولٍ بالإضافة إلى المراجع والملاحق، يمكن عرضها في الآتي:

الفصل الأول: تضمن مقدمة ومشكلة الدراسة وأهميتها وأهدافها، وحدودها والتعريف بمصطلحاتها؛ سعيًا إلى الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما فاعلية برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟

ينبثق منه الأسئلة الآتية:

١. ما مفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية؟
٢. ما البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟
٣. ما فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟
٤. ما فاعلية البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية؟

وفِي ضوء ذلك هدفت الدراسة الحالية إلى معرفة فاعلية برنامج إثرائي في ضوء المدخل

الاستقصائي في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، ويتم تحقيق ذلك من خلال الأهداف الآتية:

١. إعداد قائمة بمفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.
٢. بناء برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لديهن.
٣. التعرف على فاعلية برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو.
٤. التعرف على فاعلية برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

الفَصلُ الثاني: تضمن عرض الإطار النظري والدراسات السابقة، مِن خلال تقسيمه إلى ثلاث محاور رئيسية، وهي:

١. مدخل الاستقصاء من حيث؛ طبيعة مفهوم الاستقصاء العلمي، أهميته، أسسه ومبادئه، أنواعه، الفرق بينه وبين الاكتشاف، نموذج عجلة الاستقصاء، أدوار معلمة المادة العلمية في استخدام مدخل الاستقصاء، ودراسات سابقة تناولت مدخل الاستقصاء؛ وذلك في المحور الأول.
٢. تقنية النانو من حيث؛ مفهوم النانو وتقنية النانو، التطور التاريخي لهذه التقنية، روادها، أهميتها محليًّا وعالميًّا، خصائصها، أشكال المواد النانوية وتصنيفها وطرائق تصميمها، وأدواتها وتطبيقاتها، وتحدياتها ومخاطرها، وتقنية النانو في مجال تعليم العلوم. ودراسات سابقة تناولت تقنية النانو؛ وذلك في المحور الثاني.
٣. نزعات التفكير الابتكاري من حيث؛ الابتكار، تصنيف نظرية الابتكار، التمييز بين الابتكار والإبداع، نزعات التفكير الابتكاري بوصفه أحد مصادر تسهيل التفكير الابتكاري، نموذج المراحل الخمس لنزعات التفكير الابتكاري، ودراسات سابقة تناولت نزعات التفكير الابتكاري؛ وذلك في المحور الثالث.

الفصل الثالث: تضمن وصفًا تفصيليًّا للإجراءات المتبعة في تنفيذ هذه الدراسة، من حيث تحديد منهجية الدراسة وإجراءاتها، واستخدمت الباحثة في هذه الدراسة المنهج التجريبي (التصميم شبه التجريبي) تصميم المجموعة الواحدة، وأوضحت الباحثة مجتمع الدراسة المستهدف والمتمثل في الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية بمحافظة المجمعة، وتكوّنت عينة الدراسة من مجموعة واحدة من الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بمحافظة المجمعة بلغ عددهن (٤٢) طالبة، اختيروا بطريقة عنقودية متعددة المراحل، كما بينت الباحثة في هذا الفصل كيفية إعداد مواد وأدوات الدراسة المتمثلة في الآتي:

١) قائمة مفاهيم تقنية النانو (المفاهيم الأساسية- المفاهيم في مجال الطب- المفاهيم في مجال البيئة- المفاهيم في مجال الطاقة)، التي ستُضمن البرنامج الإثرائي.
٢) برنامج إثرائي متضمن مفاهيم تقنية النانو في ضوء المدخل الاستقصائي، ومكوَّن من: الأسس، والأهداف، والمحتوى، وطرائق التدريس، والوسائل التعليميَّة، والأنشطة، وأساليب التقويم.
٣) اختبار مفاهيم تقنية النانو.
٤) مقياس نزعات التفكير الابتكاري في ضوء نموذج المراحل الخمس لنزعات التفكير الابتكاري.

كما تضمن هذا الفصل إجراءات بناء الأدوات والمواد والتحقق من صدقها وثباتها، وتضمن الفصل أيضًا عرض الأساليب الإحصائية المتبعة في الدراسة، وهي كالآتي:

١. معامل ثبات ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لحساب ثبات أداتي الدراسة.
٢. معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient) لحساب صدق الاتساق الداخلي لأداتي الدراسة.
٣. معامل الصعوبة والقدرة التمييزية لفقرات الاختبار.
٤. اختبار (ت) T-test، للمجموعتين المترابطتين؛ لدراسة الفروق بين التطبيق القبلي والبَعْدي لمجموعة الدراسة.

٥. اختبار مربع إيتا Eta Square لدراسة حجم تأثير البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي في إكساب مفاهيم تقنية النانو، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى مجموعة الدراسة.

الفصل الرابع: تضمن عرض نتائج الدراسة وتحليلها، متناولًا الإجابة عن أسئلتها ومناقشة نتائجها، وربطها مع نتائج الدراسة السابقة.

الفصل الخامس: تضمن ملخصًا لفصول الدراسة، وعرضًا لنتائجها مع توصيات الدراسة ومقترحاتها.

٢- نتائج الدراسة

توصلت الدراسة إلى النتائج الآتية:

١. بناء قائمة مفاهيم "تقنية النانو" الَّتي يحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية في أربع مجالات (المفاهيم الأساسية لتقنية النانو- في مجال البيئة- في مجال الطب-في مجال الطاقة).
٢. بناء برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية، مكوَّن من:

أ- الجانب النظري المحتوي على: الأسس، والأهداف، والمحتوى، وطرائق التدريس، والوسائل التعليميَّة، والأنشطة، وأساليب التقويم.
ب- الجانب التطبيقي الذي يشمل دليل المعلمة ودليل الطالبة في البرنامج الإثرائي.

٣. يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة ($\alpha <$ ٠,٠١)، بين متوسط درجات الطالبات بالتطبيق القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو بالدرجة الكلية للاختبار وأبعاده الفرعية (مستوى ديفيس الأول-مستوى ديفيس الثاني)، وذلك لصالح الطالبات بالتطبيق البعدي للاختبار.
٤. يوجد فرق دال إحصائيًّا عند مستوى الدلالة ($\alpha <$ ٠,٠١)، بين متوسط درجات الطالبات بالتطبيق القبلي والبعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري بالدرجة الكلية للمقياس وأبعاده

الفرعية المتمثلة في (النزعة إلى الفضول، النزعة إلى المثابرة والإصرار، النزعة إلى التخيل، النزعة إلى التعاونية، النزعة إلى الانتظام أو الابتكار)، وذلك لصالح الطالبات بالتطبيق البعدي للمقياس.

٣- توصيات الدراسة

في ضوء النتائج التي توصلت لها الدراسة، يمكن تقديم التوصيات الآتية:

١. الإفادة من قائمة مفاهيم تقنية النانو من قبل مطوري مناهج العلوم وبرامج الموهوبين بشكل خاص في المملكة العربية السعودية؛ استجابة لأهداف استراتيجية رؤية المملكة (٢٠٣٠م)، وبرنامج التحول الوطني (٢٠٢٠م) في المجالات العِلْميَّة، التي أكّدت الاهتمام بأحدث ما توصل إليه البحث العلمي والتطور التقني والابتكار.
٢. الإفادة من البرنامج المقترح وإدراجه في برامج الموهوبين الإثرائية الأساسية، إذ بينت النتائج فاعليته في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.
٣. إعداد دورات تدريبية متخصصة لمعلمات الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية تخص تمكينهن من تقديم البرنامج الإثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري للموهوبات في المرحلة الثانوية.
٤. تجهيز معامل العلوم في مراكز ومدارس الموهوبات بالأدوات والمواد اللازمة لدعم التجريب والاكتشاف في مجال تقنية النانو.
٥. العناية بنموذج عجلة الاستقصاء لما يتميز به من مرونة وشمولية في أنشطة الاستقصاء مقارنةً بالنماذج الاستقصائية الأخرى، وتدريب المعلمات على استخدامه في تدريس العلوم.

٤– مقترحات الدراسة

تقدم الدراسة الحالية مجموعة مِن المقترحات لبحوث أخرى، ومنها:

١- إعداد سلسلة برامج إثرائية في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو للموهوبين في مراحل التعليم العام بشكل يتناسب مع الخصائص العمرية لكل مرحلة؛ لإكسابهم وعي نحو هذه التقنية الحديثة ولتحفيز نزعات الابتكار لديهم.

٢- دراسة مدى ملائمة معامل العلوم في مدارس الموهوبين لتنفيذ برامج إثرائية في مجال تقنية النانو.

٣- دراسة مستوى الوعي بتقنية النانو وتطبيقاتها لدى معلمات العلوم ومدى ارتباطه بمتغيرات معينة مثل سنوات الخبرة، التدريب، التخصص.

٤- دراسة فاعلية برنامج تدريبي في ضوء المدخل الاستقصائي في تنمية الوعي بتقنية النانو لمعلمات العلوم.

٥- دراسة مقارنة بشأن مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو لدى الموهوبين بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية وأقرانهم من موهوبين في بعض الدول المتقدمة.

٦- دراسة مقارنة عن البرامج الإثرائية المقدمة للموهوبين التي تستهدف تنمية الابتكار ونزعات التفكير الابتكاري في المملكة العربية السعودية وبعض الدول المتقدمة.

المراجع

المراجع

١- المراجع العربية:

إبراهيم، أنور محمود. (٢٠١٢م). **وثيقة منهج الفيزياء "المرحلة الثانوية"**. وزارة التربية والتعليم المصرية مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية.

أبو النصر، مدحت. (٢٠٠٤). **تنمية القدرات الابتكارية لدى الفرد والمنظمة**. القاهرة: مجموعة النيل العربية.

أبو علام، رجاء محمود. (٢٠١٤م). **مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية**. القاهرة: دار النشر للجامعات.

أبو زينة، فريد كامل. (٢٠١١م). **النموذج الاستقصائي في التدريس والبحث وحل المشكلات**. عمان: دار وائل.

الإسكندراني، محمد شريف. (٢٠١٠م). **تكنولوجيا النانو من أجل غدٍ أفضل**. المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب: سلسلة عالم المعرفة الكويت، ع (٣٧٤).

إسماعيل، عطاف إسماعيل عبد القادر. (٢٠١٦م). **أثر استراتيجية الاستقصاء الموجه في تحصيل المفاهيم الفيزيائية والتفكير الإبداعي لدى طلبة الصف العاشر الأساسي**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة آل البيت، المفرق. مسترجع من: http://search.mandumah.com/Record/856942

آل كاسي، عبد الله علي معيض. (١٤٣٠هـ). **الحاجات التدريبية لمعلمي العلوم الطبيعية في مجال اكتشاف الموهوبين ورعايتهم في ضوء التوجهات العالمية المعاصرة من وجهة نظر معلمي ومشرفي العلوم الطبيعية بمنطقة مكة المكرمة**. رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم المناهج وطرق التدريس، كلية التربية، جامعة أم القري، مكة المكرمة.

أمبو سعيدي، عبد الله بن خميس والبلوشي، سليمان بن محمد. (٢٠٠٩م). **طرائق تدريس العلوم مفاهيم وتطبيقات عملية**. عمان: دار المسيرة.

أمبو سعيدي، عبد الله والزغيبي، محمد. (٢٠٠٩م). **تصميم وتطبيق وحدات العلوم القائم على الاستقصاء في المرحلة الابتدائية**. فرنسا: لامين آلابات.

أمبوسعيدي، عبد الله والجابري، محمد علي. (٢٠١٥م). أثر استخدام منحى الاستقصاء التكراري في فهم طالبات الصف الحادي عشر لطبيعة العلم. **رسالة الخليج العربي –السعودية**، ع١٣٨، ٧١-٨٧. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/714002

بابازوغلو، إليزابيث؛ وبارثاسارتي، أرفيند. (٢٠١٢م). **تقنية النانو الحيوية**. (ترجمة: محمد العابد). الرياض: مركز ترجمة جامعة الملك سعود. (٢٠٠٧م).

بسيوني، عبد الحميد. (٢٠٠٨م). **مفاهيم تكنولوجيا النانو. القاهرة**. دار الكتب العلمية.

البشير، محمد هاشم (٢٠١٣) تكنولوجيا النانو: العواقب المحتملة وشدة العواقب. **مجلة الفيزياء العصرية**، العدد التاسع. (النسخة الإلكترونية)، استرجع بتاريخ ١٤٣٧/٦/١٠هـ: http://www.modernphys.com/index.php/2011-08-01-23-15-4.1/86-newsflasti-7

البعلي، إبراهيم عبد العزيز. (٢٠١٠م). فاعلية استخدام نموذج إيزنكرافت الاستقصائي في تنمية التفكير الابتكاري والتحصيل الدراسي في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني المتوسط بالمملكة العربية السعودية، **دراسات في المناهج وطرق التدريس، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس**، كلية التربية، جامعة عين شمس، مج (١٥٤)، ص ص ١٧٧-٢٠٤.

البغدادي، محمد رضا. (٢٠٠٣م). **تاريخ العلوم وفلسفة التربية العلمية**. القاهرة: دار الفكر العربي.

التقبي، هدى أحمد. (٢٠١٦م). **وحدة في العلوم في ضوء النانوتكنولوجي ووفقًا لنموذج الاستقصاء التقدمي لتنمية الاستيعاب المفاهيمي ومهارة حل المشكلة لدى طلاب المرحلة الإعدادية بليبيا**. رسالة ماجستير غير منشورة، قسم المناهج وطرق التدريس، كلية التربية، جامعة عين شمس. القاهرة.

حافظ، أفنان بنت محمد حافظ وخجا، بارعة والعتيبي، الجوهرة والقريشي، شهيرة. (١٦-١٨ رجب ١٤٣٦هـ)، **ورقة مقدمة إلى مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول توجه العلوم والتقنية والرياضيات والهندسة** (STEM)، الرياض: مركز التميز البحثي في تعليم العلوم والرياضيات، جامعة الملك سعود.

الحبشي، نهى علوي. (٢٠٠٩م). **ماهي تقنية النانو مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة**. الرياض: العبيكان.

حجازي، أحمد توفيق. (٢٠١٢م). **تكنولوجيا النانو الثروة التكنولوجية الجديدة**. عمان. دار كنوز المعرفة العلمية.

الحربي، فيصل عبد الله. (٢٠٠٩م). **ماذا تعرف عن تقنية النانو؟**. مجلة النانو تصدر عن معهد الملك عبد الله لتقنية النانو بجامعة الملك سعود، الرياض، (٣)، ص ص٢٢-٢٥.

الحصيني، نجم مسفر. (٢٠١٤م). **من عفريت ماكسويل إلى المارد الصغير قصة تقنية النانو**. الرياض: دار عالم الكتب.

الخزرجي، سليم إبراهيم. (٢٠١١م). **أساليب معاصرة في تدريس العلوم**. عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع.

الخزرجي، قحطان؛ والزبيدي، أسيل؛ وعنائي، رنا. (٢٠١٣م). **التقنية النانوية ودوره في حياتنا**. عمان. دار اليازوري.

الخطيب، محمد أحمد. (٢٠١١م). **الاستقصاء وتدريس الرياضيات**. عمان: دار الحامد.

الخليلي، خليل يوسف وحيدر، عبد اللطيف ويونس، محمد جمال. (٢٠٠٤م). **تدريس العلوم في مراحل التعليم العام**. دبي: دار القلم للنشر والتوزيع.

حسن ، عزت عبدالحميد. (٢٠١١م) .**الإحصاء النفسي والتربوي تطبيقات باستخدام برنامج SPSS18** .القاهرة: دار الفكر العربي.

جاردش، جيم. وبروكسفورت، كريستال. (٢٠١٥). **تعلم وتعليم الاستقصاء العلمي: بحوث وتطبيقات**. (ترجمة: عبد الله أمبوسعيدي وفاطمة الحجرية ومنى العفيفة ووداد السيابية ومحمد السناني). عمان: دار المسيرة. (٢٠١١م).

الدهمش، عبد الولي حسين والشمراني، سعيد محمد. (٢٠١٢م). طبيعة ممارسة معلمي العلوم في المملكة العربية السعودية للاستقصاء العلمي من وجهة نظر المشرفين التربويين. **مجلة العلوم التربوية والنفسية** -*البحرين*، مج ١٣، ع ٤، ٤٦٢-٤٤٦. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/400300

راتنز، مارك؛ وراتنز، دانيال. (٢٠١١م). **التقانة النانوية: مقدمة مبسطة للفكرة العظيمة القادمة** (ترجمة: حاتم النجدي)، بيروت: المنظمة العربية للترجمة. (٢٠٠٣م).

الرملاوي، سحر. (الأحد ٢١ ربيع الأخر ١٤٣٧ هـ - ٣١ يناير ٢٠١٦م). الكيميائية التي غيرت مفهوم الجراحة في العالم. صحيفة الرياض. (**جريدة الرياض**). العدد ١٧٣٨٧. مسترجع من: http://www.alriyadh.com/1124336

الريماوي، محمد عودة؛ وآخرون. (٢٠٠٤م). **علم النفس العام**. عمان: دار المسيرة.

زبيد، عبد السلام عودة فارس. (٢٠١٧م). **أثر استخدام استراتيجيتي الاستقصاء الموجه والتعلم الاتقاني في تحسين مهارات التفكير الإبداعي واكتساب المفاهيم الرياضية لدى طلبة الصف التاسع في الأردن**. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة العلوم الإسلامية العالمية، عمان. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/864784

الزهراني، (٢٠١٢م). **أثر البرامج الإثرائية في تنمية مهارات التفكير الابتكاري للطلاب الموهوبين في المدينة المنورة**. رسالة ماجستير غير منشورة، قسم التربية، كلية الدعوة وأصول الدين، الجامعة الإسلامية. المدينة المنورة.

زيتون، عايش محمود. (٢٠١٠م). **الاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها**. عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع.

شحاتة، حسن والنجار، زينب وعمار، حامد. (٢٠١١م). **معجم المصطلحات التربوية والنفسية**. ط٢. القاهرة: الدار المصرية اللبنانية.

الشلوي، مريم فراج عويض. (٢٠١٨م). **برنامج تعليمي قائم على المدخل البيني لدمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو وفاعليته في تنمية مهارات التفكير العلمي لدى طالبات المرحلة الثانوية**. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية. الرياض.

الشمراني، صالح بن علوان والشمراني، سعيد بن محمد والبرصان، إسماعيل بن محمد والدرواني، بكيل بن أحمد. (٢٠١٦م). **إضاءات حول نتائج دول الخليج في دراسة التوجهات الدولية في العلوم والرياضيات TIMSS2015 تقرير مختصر**. الرياض: مركز التميز البحثي في تطوير تعلم العلوم والرياضيات.

الشمري، لطيفة عايد. (٢٠١٨م). **برنامج تدريسي قائم على الدمج بين نموذج نيدهام البنائي والتعلم المنظم ذاتيًّا وفاعليته في تنمية المفاهيم الفيزيائية ونزعات التفكير الابتكاري لدى طالبات الصف الأول الثانوي**. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية. الرياض.

الشهري، محمد. (٢٠١٢م). **فاعلية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها**. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة أم القرى. مكة المكرمة.

الصاعدي، ليلى. (٢٠٠٧م). **التفوق والموهبة والإبداع واتخاذ القرارات**. عمان: دار الحامد.

صالح، آيات حسن والسيد، نجلاء إسماعيل. (٢٠١٤م). أثر كل من نموذج عجلة الاستقصاء وأسلوب حل المشكلات في تنمية التحصيل المعرفي ومهارات الاستقصاء العلمي والدافعية لتعلم العلوم لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي. **مجلة التربية العلمية** –مصر، مج١٧، ع٦، ١–٨٠. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/700096

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

الصعب، شعاع سعد. (٢٠١٨م). **تطوير وحدة تعليمية بمقرر الأحياء للمرحلة الثانوية لتضمين مفاهيم النانوتكنولوجي في ضوء توجهات "STEM"**. رسالة ماجستير غير منشورة، قسم المناهج وطرق التدريس، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.

الطاهر، مهدي أحمد. (٢٠١٥م). **الجودة التعليمية وتنمية قدرات التفكير الإبتكاري**. ط٢. عمان: مركز ديبونو لتعليم التفكير.

طلبة، إيهاب جودة. (٢٠١٧م). **النظرية النزوعية للتفكير واستراتيجيات ونماذج التدريس**. الدمام: مكتبة المتنبي.

طلبة، إيهاب جودة. (٢٠١٣م). فاعلية استخدام نموذج دورة التعلم البنائي المعدل في اكتساب المفاهيم العلمية وحل أنماط مختلفة من المسائل الفيزيائية وتنمية نزعات التفكير لدى طلاب الصف الأول الثانوي. **المجلة التربوية** –الكويت، مج ٢٧، ع(١٠٨)، ٣٨٥–٤٣٨ مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/474248

عبد السميع، عزة محمد. (٢٠٠٧م). فاعلية استخدام نموذج التعلم البنائي لتدريس المفاهيم الهندسية في تنمية التحصيل والتفكير الهندسي لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي بحث منشور. **مجلة التربية وعلم النفس جامعة عين شمس**. العدد (٣١)، ص ٩–٣٩.

العبد الله، منيرة. (٢٠٠٨م). الوجه المرعب للنانو. **مجلة النانو معهد الملك عبد الله لتقنية النانو جامعة الملك سعود**، ع (١)، ص٤٧.

عبد الله، علي محمد. (٢٠١٢م). **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**. القاهرة: مكتبة الدار العربية.

عسكر، أحمد عبده عبد الله. (٢٠١٧م). فعالية وحدة مقترحة من منهج الكيمياء وفق مفاهيم النانوتكنولوجي في تنمية التحصيل لطلاب الصف الأول الثانوي. **مجلة كلية التربية جامعة بورسعيد**، ع (٢٢)، ٦٨١– ٦٩٦.

عطا الله، ميشيل كامل. (٢٠٠٢م). **طرق وأساليب تدريس العلوم**. الأردن: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

عطية، محسن علي. (٢٠١٦م). **التعلم أنماط ونماذج حديثة**. عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.

علوان، يوسف فاضل ومحمد، يوسف فالح وسعد، أحمد. (٢٠١٤م). **المفاهيم العلمية واستراتيجيات تعليمها**. عمان: دار الكتب العلمية.

علي، عماد أحمد. (٢٠١٠م). **القياس النفسي والتقويم التربوي للمعلمين بين النظرية والتطبيق**. القاهرة: دار السحاب للنشر والتوزيع.

عليان، شاهر ربحي. (٢٠١٥)، **درجة فعالية برنامج تدريبي مقترح في تنمية الوعي بالقضايا المرتبطة بعلم النانو والاتجاهات نحوها لدى طلبة المرحلة الثانوية في مدينة الإحساء**. المجلة العربية للتربية العلمية والتقنية، مج(٣).

العنزي، لطيفة قاسم محمد. (٢٠١٧م). **أثر استخدام استراتيجية الاستقصاء الموجه في اكتساب المفاهيم البيولوجية والاتجاهات العلمية لدى طالبات الصف الأول الثانوي العلمي**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة آل البيت، المفرق. مسترجع من: http://search.mandumah.com/Record/856189

عودة، أحمد. (١٩٩٨م). **القياس والتقويم في العملية التدريسية**. ط٢. إربد: دار الأمل للنشر والتوزيع.

عوده، ميسون نعيم. (٢٠١٣م). **الموهوبون برامجهم استراتيجيات تدريسهم**. الرياض: دار الزهراء.

عوض، فايزة السيد. (٢٠٠٩م). **مداخل واتجاهات حديثة في تدريس اللغة العربية والتربية الإسلامية**. القاهرة: دار الجزيرة للطباعة والنشر.

الغامدي، زهير بن علي. (٢٠١٦م). **فعالية برنامج إثرائي لتنمية بعض العمليات العقلية لدى الطلاب الموهوبين في المرحلة الابتدائية**. رسالة ماجستير غير منشورة، قسم التربية الخاصة، كلية التربية، جامعة الباحة، الباحة.

فتح الله، مندور عبد السلام. (٢٠٠٦م). **التقويم التربوي**. ط٢. الرياض: دار النشر الدولي للنشر والتوزيع.

الفهيدي، هذال بن عبيد. (٢٠١١م). **طرق تدريس العلوم بالاستقصاء**. دراسات عربية في التربية وعلم النفس – السعودية، مج ٥، ع(١)، ٣٣١-٣١٥ مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/104714

فودة، إبراهيم محمد. (٢٠٠٥م). أثر استخدام فنية دي بونو للقبعات الست في تدريس العلوم على تنمية نزعات التفكير الإبداعي ومهاراته لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. **مجلة التربية العلمية** –مصر، مج(٨)، ع ٤، ٨٣-١٢٢ مسترجع من: http://search.mandumah.com/Record/7847

الفيفي، محمد قاسم. (٢٠١٦م). **تصور مقترح لتضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مقررات العلوم للصفوف العليا بالمرحلة الابتدائية**. رسالة ماجستير غير منشورة، قسم المناهج، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية. الرياض.

قباجة، زياد محمد محمود. (٢٠١٤م). أثر استخدام استراتيجية الاستقصاء التأملي في اكتساب المفاهيم الفيزيائية وتنمية الاتجاهات العلمية لدى طلبة الصف السادس الأساسي في فلسطين. ***مجلة دراسات نفسية وتربوية*** *جامعة قاصدي مرباح-الجزائر، ع(١٢)*، 203 - 218. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/639251

القريطي، عبد المطلب أمين. (٢٠١٤م). **الموهوبون والمتفوقون**. القاهرة: عالم الكتب.

قطناني، محمد حسن قطناني. (٢٠١١م). **أسس رعاية وتعليم الموهوبين والمتفوقين**. عمان: دار جرير.

قطيط، غسان يوسف. (٢٠١١م). **الاستقصاء**. عمان: دار وائل.

القطيم، أسماء محمد. (٣-٤ أغسطس ٢٠١٦م). تقويم محتوى كتاب العلوم للصف الأول متوسط بالمملكة العربية السعودية في ضوء مفاهيم تقنية النانو. **المؤتمر العلمي الدولي الرابع (الخامس والعشرون للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس)**، مج (١)، ٢٢٣-٢٤٧، القاهرة: جامعة عين شمس.

قلادة، فؤاد سليمان. (٢٠٠٢م). **الأهداف التربوية والتقويم**. الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية.

القمش، مصطفى نوري. (٢٠١١م). **مقدمة في الموهبة والتفوق العقلي**. عمان: دار المسيرة.

القمش، مصطفى نوري والجوالده، فؤاد عيد. (٢٠١٥م). **مناهج وأساليب تعليم الموهوبين البرامج التربوية للموهوبين**. عمان: دار الإعصار العلمي.

لبد، أمل. (٢٠١٣م). **إثراء بعض موضوعات مناهج العلوم بتطبيقات النانو تكنولوجي وأثره على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر في غزة**. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة غزة.

اللجنة الإشرافية لمواءمة سلسلة كتب العلوم. (٢٠١٤م). **كتاب الكيمياء الصف العاشر**. وزارة التربية الكويتية.

اللقاني، أحمد حسين؛ والجمل، علي أحمد. (٢٠١٣م). **معجم المصطلحات التربوية المعرفة في المناهج وطرق التدريس**. ط٣. القاهرة: عالم الكتب.

ليويلين، دوجلاس. (٢٠١٢م). **استراتيجيات الاستقصاء في تعليم وتعلم العلوم** (ترجمة: مدارس الظهران)، الدمام: دار الكتاب التربوي للنشر والتوزيع. (٢٠٠٢م).

محمد، أسماء محمد عبد الحميد. (١٩ - ٢٠ مارس، ٢٠١٠)، معايير إعداد معلم الموهوبين، **المؤتمر العلمي السنوي الرابع عشر (اكتشاف الموهوبين والمتفوقين ورعايتهم وتعليمهم في الوطن العربي بين الواقع والمأمول)**، كلية التربية ببنها ومديرية التربية والتعليم بالقليوبية، ص ص ٧٣٣ -٧٤٣.

محمد، محمد هاشم. (٢٠١٢م). **مخاطر تكنولوجيا النانو**. عمان: دار الحامد.

مركز ديبونو لتعليم التفكير. (٢٠١٧م). **اختبارات القدرة الابتكارية**. عمان: مركز ديبونو لتعليم التفكير.

مركز صباح الأحمد للموهبة والإبداع بدولة الكويت. (٢٠١٧م). مسترجع من: goo.gl/sCoA4P

مصطفى، علاء الدين بيومي. (٢٠١٣م). **الجسيمات النانوية مخاطرها وأضرارها**. الرياض: جامعة الملك سعود.

معهد الملك عبد الله لتقنية النانو. المؤتمر الدولي لصناعة تقنية النانو. جامعة الملك سعود. مسترجع من: http://nano.ksu.edu.sa/ar/icni

معهد الملك عبد الله لتقنية النانو. (٢٠١٨م). دورات تقنية النانو (منح أنا باحث)، مسترجع من: http://nano.ksu.edu.sa/ar/nano-club

معهد الملك عبد الله لتقنية النانو. (٢٠١٨م). أشكال النانو، مسترجع من: https://nano.ksu.edu.sa/ar/publications

الملاح، تامر المغاوري وخضر، حنان محمد. (٢٠١٧م). **المستحدثات التكنولوجية والنانو تكنولوجي**. القاهرة: دار السحاب.

الملتقى الخليجي الأول للتثقيف بتقنية النانو بالرياض. (٢٠١١م). مسترجع من: **/http://www.okaz.com.sa/article/375107**

مؤتمر تطبيقات تقنية النانو في معالجة المياه والطاقة الشمسية، جامعة السلطان قابوس، عمان. (٢٠١٥م). مسترجع من : http://diae.net/21600

مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول توجه العلوم والتقنية والرياضيات والهندسة (STEM). (١٦-١٨ رجب ١٤٣٦هـ). مركز التميز البحثي جامعة الملك سعود.

المؤتمر الخامس لأبحاث الموهبة والتفوق في الوطن العربي: التعليم ووسائل الاتصال وتكنولوجيا المعلومات، عمان. (٢٠١٦م). مسترجع من : www.iyoed.org

المؤتمر الخليجي الثاني للتثقيف بتقنية النانو بجامعة السلطان قابوس، عمان، (٢٩-٢٨-ديسمبر-٢٠١٥م) مسترجع من : http://2015.omandaily.om/?p=302677

المؤتمر الدولي للموهبة والإبداع، الشارقة (٢٠١٧م). مسترجع من :http://www.giftednessconf.com/

مؤتمر رعاية الموهبة التميز وتنمية التفكير بوابة المستقبل بمدينة الجبيل الصناعية. (٢٠١١م). مسترجع من :http://www.alriyadh.com/651095

المؤتمر السعودي الدولي الرابع للتقنيات المتناهية الصغر. ٢٠١٦م. (SINC2016)، خلال الفترة من ٢٤ – ٢٦ محرم ١٤٣٨هـ الموافق ٢٥ – ٢٧ أكتوبر ٢٠١٦م مسترجع من: http://events.kacst.edu.sa/ar/nano16/Pages/about.aspx

المؤتمر العالمي الأول والثاني لتكنولوجيا النانو، جامعة الإمارات، الإمارات. (٢٠٠٦م-٢٠٠٨م). مسترجع من : http://www.alittihad.ae/details.php?id=47437&y=2008&article=full

المؤتمر العلمي السابع عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية بعنوان: التربية العلمية وتحديات الثورة التكنولوجية، توصيات. (٢٠١٥م). مصر، القاهرة.

المؤتمر العلمي الثامن عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية بعنوان: مناهج العلوم بين المصرية والعالمية، توصيات. (٢٠١٦م). مصر، القاهرة.

المؤتمر العلمي التاسع عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية بعنوان: التربية العلمية والتنمية المستدامة، توصيات. (٢٠١٧م). مصر، القاهرة.

المؤتمر العلمي الدولي الأول لرعاية الموهوبين في الجزائر: نحو استراتيجية وطنية لرعاية الموهوبين. (٢٠١٤م). مسترجع من: http://www.jarwancenter.com/%D8%AA%D9%88%D8%B5%D9%8A%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A4%D8%AA%D9%85%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%84%D9%85%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%88%D9%84%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%A3%D9%88%D9%84-%D9%84%D8%B1

المؤتمر العلمي العربي لرعاية الموهوبين والمتفوقين: الإصلاح التربوي ورعاية الموهوبين والمتفوقين، عمان. (٢٠١٥م). مسترجع من: http://www.arabcgt.org/?p=945

ناظر، نوال حسن إبراهيم. (٢٠١٤م). **استراتيجية التدريس بطريقة الاستقصاء الموجه وتنمية المفاهيم العلمية والتفكير الناقد**. عمان: دار المأمزن للنشر والتوزيع.

الناقة، محمود كامل. (٣-٤) أغسطس ٢٠١٦م، **المؤتمر العلمي الدولي الرابع "نحو تغيير جذري في رؤى واستراتيجيات تطوير مناهج التعليم**، جامعة عين شمس. القاهرة.

نصر، ريحاب أحمد عبد العزيز. (٢٠١٢م). برنامج مقترح قائم على نموذج الاستقصاء العادل لتنمية الاستقصاء العلمي ومهارات التفكير الأخلاقي ونزعات التفكير الناقد لدى طلاب كلية التربية. **مجلة التربية العلمية** –مصر، مج (١٥)، ع ٤، ١٦٩-١٣٢. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/405136

النمر، مدحت أحمد. (٢٠١٥). أزمة بناء مناهج العلوم، والرياضيات. **المؤتمر العلمي السابع عشر للجمعية المصرية للتربية العلمية بعنوان: التربية العلمية وتحديات الثورة التكنولوجية –** مصر، القاهرة: الجمعية المصرية للتربية العلمية، ١١ – ١٨. مسترجع من: http://search.mandumah.com/Record/703021

الهندال، دلال عبد الرزاق. (٢٠١٦م). مدى استخدام طريقة الاستقصاء في تدريس العلوم في مدارس المرحلة الابتدائية: دراسة مقارنة بين مدارس التعليم العام ومدارس التربية الفكرية. **العلوم التربوية** –مصر، مج ٢٤، ع (٢)، ٣٤٩ – 384. مسترجع من: http://search.mandumah.com/Record/777454

وزارة التعليم. **تقرير التعليم ورؤية السعودية ٢٠٣٠**.تم الرجوع ١٤٣٨/٧/٢٠هـ، الساعة ٧ص. على الرابط: https://www.moe.gov.sa/ar/Pages/vision2030.aspx

وزارة التعليم السعودية. (٢٠١٧م). **منتدى إثراء للتطوير المهني المعرفة التدريسية المرتبطة بالمحتوى**(PCK):
https://departments.moe.gov.sa/TrainingAndScholarship/Pages/default.aspx

اليتيم، شريف سالم. (٢٠١٥م). **طرائق واستراتيجيات تدريس العلوم في ضوء الرؤية البنائية**. عمان: دار عالم الثقافة للنشر والتوزيع.

٢- المراجع الأجنبية:

Akar، H.& Yidirim, A. (2010). Effect of constuctivist learning on student achievement in pre-service teacher education**. New Educational Review**, 21(2), 57–70. Retrieved from http://www.educationalrev.us.edu.pl/

Andrew, M.; Kubik, T.; Bogunia K.; Sugisaka, M. (2011). **Welcome to Nano Science and Interdisciplinary Environmental Explorations Grades** (9-12)

Bénédicte Hingant & Virginie Albe (2010) **Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education**: a review of literature, Studies in Science Education,46:2, 121-152.

Bybee, R. W. (2014). NGSS and the next generation of science teachers. *Journal of Science Teacher Education.* 25. 211-221**.**

Chen, Yueh-Yun; LU, Chow-Chin;& SUNG, Chia-Chi. (2012). Inquire learning effects to elementary school students' **nanotechnology instructions. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, Volume 13, Issue 1, Article 15, p.1-18.

Center for Nanoscale Science, Penn State University, 2018. From: https://www.mrsec.psu.edu/content/nanotechnology-teacher-workshop

Chih, L. (2006). "Establishing a K-12 nanotechnology program for teacher professional development", **Inst. of Appl. Mech.,** Nat. Vol. (49), No. (1), Pp. (141-146).

Çubukcu, Z. (2006). Critical thinking dispositions of the turkishe teacher candidates. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 5(4), 22 – 36.

EDIMSARAH. (2015, October 30). *Introduction To Inquiry Based Learning.* Retrieved February 10, 2017, from https://edimsarah. wordpress.com/2015/10/30/introduction-to-inquiry-based-learning

Evren, A.& Bati, K.& Yilmaz, S. (2012). The effect of using v-diagrams in science and technology laboratory**. Procedia-Social and Behavioral science**,46, 2267 – 2272.Available on Web site: www.sciencedirect.com

fesko, D.(2001). Educatjon and Creativity**. Creativity Research Journal**, 13(3),317-327.

Filipponi, L.,& Sutherland, D. (2013). Nanotechnologies: Principles, Applications, Implications and Hands-on Activities. ***Publications Office of the European Union, Luxembourg*.**

Glbal Innovation Index. (2018). Report, Available on Web site: https://www.globalinnovationindex.org/

Guilford, J. P.,& Hoepfner, R. (1971). The Analysis of intelligence. New York, NY: McGraw-Hill Book Co.

Gundogdu,H.(2009)Critical thinking and some errors related to critical thinking. ***Celal Bayar University Institute of Social Sciences Journal****, 7*, 57-74.

Harwood, William. (2004). An Activity Model for Scientific Inquiry.**The Science Teacher**, January, 71. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/234650066-An-Activity-Model-for-Scientific-Inquiry

Hay, L.&Foldy, P. (1998). Ethics Geography and Responsible Citizenship, **Journal of Geography in Higher Education**, July, Vol (22), No (2), pp 18-169.

Healy, N. (2009). "Why Nano Education?" **Journal of Nano Education**, Vol. (1). Pp (6-7).

Heilman, K. M., Nadeau, S. E.,& Beversdorf, D. O. (2003). Creative Innovation: **Possible Brain Mechanisms. Neurocase,** 9(5), 369-379.

Hingant, L.&Albey, N. (2010). Nano Science and Nanotechnologies Learning and Teaching in Secondary Education: **A Review of Literature, Studies in Education Science**, Vol. (46), No. (6), Pp. (121- 135).

Jan H. van D., Douwe, B.,& Nico, V. (2001). Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teachers' Practical Knowledge. ***Journal of Research in Science Teaching****, 38*(2), 137-158.

Johnsen,S,K(2011) Identifying Gifted Students: **A Practical guide prufuser** (2nd ed) Waco, TX: Prufrock press.

Joyce, B.& Weil,M. (1996). **Models of Teaching.** London: Allyn and Bacon.

Karami, M.& Pakmehr, H.& Aghili, A. (2012). Another view to importance of teaching methods in curriculum: collaborative learning and students' critical thinking disposition. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, (46), 3266 – 3270. Available on Web site: www.sciencedirect.com

Kaufman,J. and Begetto,R.(2009).**Beyond Big and little:**The Four C model of CreativityReview of General Psychology,13(1):1-12.

Keys, K.A.& Bryan, L.A.(2001AD): "Constraucting Inquiry Based Science with Teacher : **Essential Research of Lasting reform Journal Of Research in Science Teaching** VOL. 38 N 6

Lampert, N. (2006). Critical Thinking Dispositions as an

Outcome of Art Education. **Studies in Art Education,** 47(3), 215-

Lederer, J. (2007). Disposition Toward Critical Thinking Among Occupational Therapy Students. **The American Journal of Occupational Therapy**, 61(5), 519 - 526.

Levri, E.P., and M.A. Levri. 2003. Hotsalsa: A laboratory exercise ex-ploring the scientific method. **TheAmerican Biology Teacher**65(5):372–377.

Loon, M. (2015). The Effects of Higher-Order Thinking Dispositions, Job-Related Learning and Creativity on Innovation Behavior. Doctor of Philosophy in Management

Lucas, B., Claxton, G.,& Spencer, E. (2012). **Progression in student creativity in school***: FIRST STEPS TOWARDS NEW FORMS OF FORMATIVE ASSESSMENTS*. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Retrieved from https://search.proquest.com/docview/1274643691?accountid=142908

Lucas, B. (2016). A Five-Dimensional Model of Creativity and its Assessment in Schools. **Applied Measurement in Education**, 29(4), 278 – 290**.** Retrieved from https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1157074.pdf

Nest Generation Science standards April (2013).

Nezvalova D, Lamanauskas V, Raikova Z.D., Valanides N., Pekel F.O., The Training Modules for Improving Quality of Science Teacher Preparation: Methodological, Procedural, and Didactic Issues. In: Development of Science and Technology Education in the Central and Eastern Europe: **7th International IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe.**: Publishing House of Siauliai University, 2009. p. 104-111. ISBN 978-9986-38-978-1, Siauliai, Lithuania.

Qing, Z.& Jing, G.& Yazhuan, L.& Ting, W.& Junping, M. (2010). Promoting preservice teachers' critical thinking Disposition by inquiry-based chemical experiment. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, (9), 1429 – 1436. Available on Web site: : www.sciencedirect.com

Qing, Z.& Ni, S.& Hong, T. (2010). Developing critical thinking disposition by task-based learning in chemistry experiment teaching. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, (2), 4561 – 4570. Available on Web site: www.sciencedirect.com

Reiff, R.& Harwood W.S& phillipson, T. (2002) : Ascientific Method Based upon Research Scientists Comceptions of Scientific Inquiry Paper in proceeding of the Annual International Conference of the Association for the Education of teacher in Science Charlotte NC January 10-13

REMSTEP, (2016). Available on Web site: http://remstep.org.au/conference/

Selim, Shaimaa; Al-Tantawi, Ramadan;& Al-Zaini, Samia. (2015). Integrating Nanotechnology Concepts and its Applications into the Secondary Stage Physics Curriculum in Egypt. **European Scientific Journal** April 2015 edition vol.11, No.12 193-212.

Selvi,K.(2007).**LearningandCreativity**.AnaiectaHusserlianaVolume93,pp351-370.

Sharp, C. (2004). Developing Young Children's Creativity: what can we learn from research? Topic, 32, 5-12.

Stat Nano, (2018). Available on Web site: https://statnano.com/news/65159

Stephanie Fuhr,& Kristin Douglas&, Jason Koontz, Lori Scott and Dara Wegman-Geedey, (2012),Using Scientific Process (as Defined by the Inquiry Wheel)To Guide Multi-session Inquiry-based Laboratory Experiences in the Biology Major Augustana College, Department of Biology**:** goo.gl/GcFQXe

Sternberg, R.& Lubart, T. (1991). Creating creative minds. Phi Delta Kappan, 72, 608-614.

Sternberg, R.& Williams, W. (1997). Does the Graduate Record Examination predict meaningful success in the graduate training? A case study. American Psychologist, 52, 630- 641.

Sweeney, A. E.& Seal, S. (Eds.) (2008): Nano scale science and engineering education. Stevenson Ranch, CA: American Scientific Publishers.

Tishman, S.& Andrade, A. (1996). **Thinking Dispositions**: A review of current theories, practices, and issues. Available on Web site: < http://www.lsalearning.com/wp-content/uploads/2012/09/ Dispositions.pdf

Ulger, K. (2016). The Relationship between Creative Thinking and Critical Thinking Skills of Students. **Journal of Education**, 31(4), 695 - 710.

Wansom, S., Mason, T., Hersam, **M.,** Drane, D., Light, G., Cormia, R., et al. (2009): "A rubric for post-secondary degree programs in nanoscience and nanotechnology". **International Journal of Engineering Education,** 25(3), 615-627.

الملاحق

مُلحق رقم (١)

أسماء الخُبراء والمحكِّمين لمواد وأدوات الدراسة

م	اسم المحكم	مجالات التحكيم			
		قائمة مفاهيم تقنية النانو	البرنامج الإثرائي	اختبار مفاهيم تقنية النانو	مقياس نزعات التفكير الابتكاري
١	**أ.د. إبراهيم بن عبد الله المحيسن** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم – جامعة طيبة– المملكة العربية السعودية.	√			√
٢	**أ.د. سليمان بن أحمد القادري** أستاذ المناهج وطرق التدريس العلوم– جامعة آل البيت –الأردن.	√	√	√	√
٣	**أ.د. نجم بن مسفر الحصيني** أستاذ الفيزياء–جامعة الجوف – جامعة الطائف– المملكة العربية السعودية.	√	√		
٤	**أ.د. نوال بنت محمد شلبي** أستاذ المناهج وطرق التدريس العلوم مديرة مركز تطوير المناهج والمواد التعليميَّة – مصر.	√	√		
٥	**أ.د. أماني بنت محمد الحصان** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم جامعة الأميرة نورة – المملكة العربية السعودية.		√	√	√
٦	**أ.د. إلهام بنت علي الشلبي** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم جامعة الأونروا– الأردن		√	√	√

م	اسم المحكم	مجالات التحكيم			
		قائمة مفاهيم تقنية النانو	البرنامج الإثرائي	اختبار مفاهيم تقنية النانو	مقياس نزعات التفكير الابتكاري
٧	**أ.د صلاح بن عبد المحسن عجاج** أستاذ المناهج وطرق تدريس الفيزياء- مركز تطوير المناهج والمواد التعليمية – مصر.	√	√	√	√
٨	**أ.د. عبد المنعم بن محمد حسين** أستاذ مناهج وطرق تدريس العلوم – كلية التربية بالوادي الجديد- مصر.		√	√	√
٩	**د. حمد بن عبد الله القميزي** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المشارك- جامعة الأمير سطام بن عبد العزيز-المملكة العربية السعودية.		√	√	√
١٠	**د. تهاني بنت عبد الرحمن المزيني** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المشارك- جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية -المملكة العربية السعودية.		√	√	√
١١	**د. مها بنت إبراهيم الكلثم** أستاذ المناهج وطرق التدريس المشارك — جامعة المجمعة – المملكة العربية السعودية.				√

م	اسم المحكم	مجالات التحكيم			
		قائمة مفاهيم تقنية النانو	البرنامج الإثرائي	اختبار مفاهيم تقنية النانو	مقياس نزعات التفكير الابتكاري
١٢	**د. مندور بن عبد السلام فتح الله** أستاذ المناهج وتكنولوجيا التعليم المشارك-جامعة المنصورة- مصر.	√	√	√	√
١٣	**د. هزاع بن عامر الشمري** أستاذ المناهج وطرق التدريس المشارك — جامعة الباحة – المملكة العربية السعودية.				√
١٤	**د. إيزيس بنت محمود رضوان** أستاذ المناهج وتكنولوجيا التعليم المشارك جامعة عين شمس — مصر.	√	√	√	√
١٥	**د. ابتسام بنت علي أحمد إبراهيم** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد جامعة الوادي الجديد-مصر.	√	√	√	√
١٦	**د. محمد بن عبد العزيز العقيّل** دكتوراه مناهج وطرق تدريس العلوم- مدير إدارة الموهوبين بمنطقة الرياض- المملكة العربية السعودية.		√	√	√

م	اسم المحكم	مجالات التحكيم			
		قائمة مفاهيم تقنية النانو	البرنامج الإثرائي	اختبار مفاهيم تقنية النانو	مقياس نزعات التفكير الابتكاري
١٧	**د. إبراهيم بن محمد اللزّام** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد- جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية -المملكة العربية السعودية.		√	√	√
١٨	**د. لطيفة بنت محمد المشيقح** أستاذ مناهج وطرق تدريس العلوم المساعد - جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية –المملكة العربية السعودية.	√			√
١٩	**د. مرزوق بن حمود العنزي** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد – جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية- المملكة العربية السعودية.	√			√
٢٠	**د. محمد بن ربيع العنزي** أستاذ الدِّراسات التكنولوجية المساعد مستشار تكنولوجيا النانو في مركز صباح الأحمد للموهبة والإبداع – الكويت.	√	√		

م	اسم المحكم	مجالات التحكيم			
		قائمة مفاهيم تقنية النانو	البرنامج الإثرائي	اختبار مفاهيم تقنية النانو	مقياس نزعات التفكير الابتكاري
٢١	**د. بدور بنت محمد بوحجي** أستاذ تربية الموهوبين المساعد - جامعة الخليج العربي- مملكة البحرين.	√			√
٢٢	**د. عدنان بن محمد القاضي** أستاذ تربية الموهوبين المساعد – جامعة المملكة - مملكة البحرين.	√	√	√	√
٢٣	**د. لطيفة بنت عايد الشمري** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد – جامعة حائل- المملكة العربية السعودية.				√
٢٤	**د. مريم بنت فراج الشلوي** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد – جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية- المملكة العربية السعودية.	√	√	√	√
٢٥	**د. بارعة بنت بهجت خجا** أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد – جامعة الأمير مقرن بن عبد العزيز- المملكة العربية السعودية.	√	√	√	√

م	اسم المحكم	مجالات التحكيم			
		قائمة مفاهيم تقنية النانو	البرنامج الإثرائي	اختبار مفاهيم تقنية النانو	مقياس نزعات التفكير الابتكاري
٢٦	**د. ناصر بن قطيم النفيعي** دكتوراه تربية وفلسفة تخصص مناهج وطرق تدريس–مدرب إدارة موهوبين الرياض–المملكة العربية السعودية.	√			√
٢٧	**أ. ضيف الله بن أحمد الغامدي** ماجستير مناهج وطرق تدريس –معلم موهوبين – المملكة العربية السعودية.	√			√
٢٨	**أ. عبد الله بن محمد المحمدي** ماجستير مناهج وطرق تدريس – جامعة طيبة– المملكة العربية السعودية.	√			√
٢٩	**أ.نوف علي العبيدي** **ماجستير في علم الأورام –جامعة الملك عبد العزيز– معهد الملك عبدالله لتقنية النانو– جدة–الرياض**	√	√		

ملحق رقم (٢)

قائمة مفاهيم تقنية النانو المضمنة للبرنامج الإثرائي بالصورة النهائية

مفاهيم تقنية النانو التي تحتاجها الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
أساسيات النانو	١	علم النانو "**Nanosciene**"	هو مجال علمي يهتم بدراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والبنى التي يوجد فيها بعد واحد – على الأقل– يقع بين ١ و١٠٠ نانومتر، ويُعنى بتحليل وتوصيف المواد النانوية وتعيين خواصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية.
	٢	تقنية النانو "**Nanotechnology**"	هي تلك التقنية المتقدمة القائمة على فهم ودراسة العلوم النانوية مع توافر المقدرة التقنية على إنتاج مواد النانو والتحكم في بنيتها الداخلية، وإعادة هيكلة وترتيب الذرات والجزيئات المكونة لها؛ بهدف الحصول على منتجات متميزة.
	٣	وحدة النانومتر **"Nano Scale"**	وحدة قياس متناهية الصغر وتعادل جزءًا من مليار جزء من المتر.
	٤	المواد النانوية **"Nanomaterials"**	هي مواد متقدمة ذات تركيب نانوي تتألف من مكون واحد أو أكثر له بعد واحد على الأقل يتراوح ما بين (١– ١٠٠) نانومتر، وتحتوي هذه المواد على جسيمات النانو وألياف نانوية، وأنابيب نانوية، ومواد مركبة، وسطوح بنى نانوية.
	٥	تقنية تصنيع مواد النانو من أعلى إلى أسفل **"Top down"**	عملية تقنية تتجه فيها طريقة تصنيع المواد النانوية من القمة إلى القاعدة؛ للوصول إلى الشكل والحجم المطلوبين، وتقوم على تقسيم المواد الكبيرة وتحويلها إلى مواد ذات بعد نانوي باستخدام طرائق ووسائل فيزيائية ميكانيكية، مثل: الطحن، البرد، الحفر الضوئي، أو وسائل كيميائية مثل بعض الأحماض.
	٦	تقنية تصنيع مواد النانو من أسفل لأعلى "**Bottom up**"	عملية تقنية تتجه فيها طريقة تصنيع المواد النانوية من القاعدة للقمة، إذ تبدأ عملية التصنيع من التحكم في الذرات والجزيئات، وفصلها عن بعضها ثم تجميعها لتصل إلى الحجم والشكل المطلوبين باستخدام التفاعلات الكيميائية، أو استخدام طريقة تبادل المواد؛ أي (مادة تشكل منها مادة أخرى).
	٧	المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)	ميكروسكوب إلكتروني متقدم يقوم بتركيز حزمة إلكترونية عالية الطاقة على سطح عينة تتفاعل مع ذراتها؛ ما يولد إشارة كهربائية تكشف عن التركيب الدقيق للجزيئات متناهية الصغر، وتكوين صورة ثلاثية الأبعاد على شكل قطاعات في شكل شبكي، وتتميز هذه الصورة بدرجة عالية من الدقة تتراوح ما بين (٥– ١٠) نانومتر تقريبًا، وقد تصل دقة الصورة إلى (١) أو إلى (٠,٥) نانومتر، كما يتميز بقدرته العالية على تكبير العينة ما بين (١٠– ١٠٠٠٠٠٠) مرة، وهذا يعطي صورة واضحة لتفاصيل تركيب العينة المفحوصة.
	٨	المجهر النفقي الماسح (STM)	تقنية ميكروسكوبية تستخدم في مسح العينات، ويتكون هذا الميكروسكوب من إبرة رأسها معدني وحاد جدًّا، مخصصة للتصوير على السطوح، وتستخدم هذه الإبرة للكتابة، والتصوير، وتحريك الذرات الواحدة بعد الأخرى، ووضعها في المكان المناسب، وبتكرار هذه العملية بطريقة منظمة يمكن بناء تراكيب في القياس الذري.
	٩	مجهر القوة الذرية (AFM)	أحد أنواع مجاهر الحساسات المسحية ذات التحليل عالية الدقة التي لها قدرة تحليل تصل إلى أجزاء من النانومتر، ويمكن بواسطته الحصول على صورة طبوغرافية ثلاثية الأبعاد للعينة المدروسة، ويعد من الأدوات الرئيسية في تصوير وقياس وتحريك المادة عند مستويات النانو.
	١٠	المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)	نوع من المجاهر الإلكترونية يستخدم حزمة من شعاع الإلكترونات تنفذ عبر شريحة رقيقة من العينة، وتتفاعل معها مكونة صورة لها يتم تكبيرها بواسطة عدسة شيئية، وعرضها على شاشة

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
			تصوير أو فيلم تصوير أو كاشف حساس مثل كاميرا (CCD)، وتتراوح دقة الصورة بين (٠,١- ٠,٢) نانومتر تقريبًا.
	١١	المجس النانوي مانيبيويلاتور "Nano Manipulator"	مجس حساس دقيق، يساعد العلماء في دراسة العينات بدقة متناهية، ويشتمل على آلة تشبه عصا قيادة السيارة، وتتصل هذه الآلة بكمبيوتر شخصي مزود ببطاقة رسم بياني متقدمة للغاية تحوّل البيانات وتعرضها على هيئة صور مجسية ثلاثية الأبعاد بألوان متعددة، يمكن تكبيرها إلى أحجام تزيد على المليون ضِعف، رغم أنَّ حجمها لا يزيد على بضعة نانومترات، وبواسطة هذا الجهاز يمكن تحسس سطح العينة مباشرة، والشعور بمعالم الأشياء الصغيرة وحوافها، وكذلك الفجوات الموجودة في جزيئات البروتين، ولزوجة بعض أنواع البكتيريا الممرضة.
	١٢	الراصف النانوي "Nano Assembler"	جهاز روبوت (Robot) متناهي الصغر لا يُرى بالعين المجردة، وله أذرع للإمساك بالذرة أو الجزيء وتفكيك المادة إلى مكوناتها الذرية، وله القدرة على رصف الذرات بجوار بعضها لصناعة المادة أو المنتج المرغوب، وهو مزود بنظام إلكتروني مبرمج يساعد العلماء على التحكم في الرواصف، ويمكن برمجته لإنتاج نسخة مشابهة له بالتكاثر أو الاستنساخ.
	١٣	النقاط الكمية " Quantum Dots"	بلورات نانوية شبه موصلة تُقيّد الإلكترونات في مساحات صغيرة تحتوي على وحدة شحن واحدة، وتنبعث منها ألوان ضوئية متباينة حسب حجمها، ومستويات الطاقة الخاصة بها، وتتأثر مستويات الطاقة بتغيير الحجم والشكل وجهد الشحنة.
	١٤	الفولورين " Fulleren"	جزيئات نانوية مكونة من ذرات الكربون مترابطة ثلاثيًّا تعطي شكل كريات لها بناء يماثل الجرافيت، وتحتوي على أشكال خماسية وسداسية من ذرات الكربون؛ ما ينتج عنه انثناء الطبقات إلى كريات أو أسطوانات، وأكثر الفولورينات شهرة هو الجزيء (C_{60}) إذ تترتب (٦٠) ذرة من الكربون على رؤوس مجس عشري ناقص يشبه شكل الكرة، وقد سمّاها العلماء البصل (Bucky)، ويتميز بأنه جزيء ممغنط وغير قابل للاحتكاك.
	١٥	الجسيمات النانوية " Nano Particles"	عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي، يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة، مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريبًا بنصف قطر أقل من ١٠٠ نانومتر، عندما يصل حجم الجسيمات النانوية إلى مقياس النانو في بُعد واحد فإنَّها تسمى بئر الكم، أما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي، وعندما تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنها تُعرف بالنقاط الكمية، تكتسب الجسيمات النانوية أهمية علمية؛ إذ إنَّها تقع بين التركيب الحجمي الكبير للمادة وبين التركيب الذري والجزيئي.
	١٦	أنابيب الكربون النانوية " Carbon Nanotubes"	شرائح من الجرافيت يتم طيها حول محور معين لتأخذ شكلًا أسطوانيًّا، إذ ترتبط ذرات نهايتي الشريحة بعضها ببعض لتغلق الأنبوب، وتكون إحدى نهايتي الأنبوب -في الغالب- مفتوحة، والأخرى مغلقة على شكل نصف كرة، كما يكون جدار الأنبوب فردي الذرات، وتسمى في هذه الحالة بالأنابيب وحيدة الجدار، أو يكون ثنائي الجدار أو أكثر، وتسمى في هذه الحالة بالأنابيب متعددة الجدران، ويتراوح قطر الأنبوب بين أقل من (١- ١٠٠) نانومتر؛ ليشكل سلكًا نانويًّا.

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
	١٧	الأسلاك النانوية "Nano Wires"	بنى تمتلك حجمًا جانبيًّا محددًا بعشرة نانومترات أو أقل، وحجمًا طوليًّا غير محدد، وبهذه القياسات تكون التأثيرات الميكانيكية الكمية مهمة؛ لذلك تُسمَّى مثل هذه الأسلاك بالأسلاك الكمية.
	١٨	الألياف النانوية " Nano fiber"	مواد نانوية على شكل ألياف ذات بُعد واحد تقل أقطارها عن (١٠٠) نانومتر، ويمكن تصنيعها من خلال عملية التدوير الكهربائي أو البلمرة.
	١٩	علم سموم المواد النانوية " Nan toxicology"	مجال علمي يختص بدراسة سمية المواد النانوية الناتجة عن تأثيرات الحجم الكمي للمساحة السطحية الكبيرة للمواد المتناهية الصغر التي تزيد من نشاط المواد النانوية وتفاعلها الكيميائي، ومدى خطورة هذه المواد على صحة الإنسان، وقدرة الجسم على امتصاصها، وكيفية التعامل مع الجسيمات النانوية فائقة الصغر حينمَا تدخل الجسم البشري، ومدى قدرة الجسم على مقاومتها وتفاعلها مع العمليات الحيوية داخل الجسم، والآثار الجانبية المترتبة عليها، بالإضافة إلى خطورة هذه المواد على بيئة الإنسان.
	٢٠	أخلاقيات النانو "Nanotechnology Ethics"	القضايا، والمبادئ، والأسس، والمسائل الأخلاقية الخاصة بتقنية النانو وخصائصها الفريدة، مثل: طابعها غير المرئي عند تطبيقها؛ وهو ما يجعل التحكم فيها وتتبع آثارها أمرًا صعبًا، وكذلك التطور السريع لها الذي يجعل من الصعب تحديد تأثيراتها المحتملة، لاسيما على المدى البعيد، والاستجابة لها، وأيضًا احتمالات استخدامها في المجالات العسكرية والأمنية بما يتعارض مع حقوق الإنسان، وأيضًا التأثيرات المحتملة على الدول والمجتمعات التي لا تشارك في استحداث هذه التقنية، كما أن خطر الفجوة النانومترية هو احتمال تعميق اللامساواة بين الدول النامية والمتقدمة، وقضايا الملكيات الفكرية، وما إلى ذلك من أخلاقيات مرتبطة بها.
مجال البيئة	٢١	أقمشة النانو " Nanofabrics"	أقمشة مصنوعة بطرائق خاصة قائمة على تقنية النانو؛ كاستخدام "ألياف النانو"، وتتميز أنواع هذه الأقمشة بعدة مميزات، منها: مقاومة الاتساخ، مضادة للجراثيم، مقاومة التلف، مضادة للرصاص.
	٢٢	النانو غذائيات (أغذية النانو) "Nano Foods"	علم يصنع موادًا غذائية أو يتعدل خصائصها من خلال صناعة تحليل الغذاء إلى عناصره الأساسية (عناصر كيميائية وجزيئات) والتلاعب فيها لتغيير خصائصها أو حفظها، وكل غذاء تمت زراعته، أو إنتاجه، أو معالجته، أو تغليفه باستخدام تقنية النانو يعد من النانو غذائيات.
	٢٣	تقنية اللوتس (التنظيف الذاتي) "Lotus effect"	تقنية للتنظيف الذاتي مستوحاة من قدرة زهرة نبات اللوتس على تنظيف نفسها ذاتيًّا بواسطة تركيبها السطحي الخارجي المكون من شعيرات نانوية دقيقة تجعل من الصعب على ذرات المواد الأخرى الالتصاق بهذا السطح.
	٢٤	مرشحات نانوية "Nano Filtration"	عبارة عن أجهزة مكونة من أغشية ترشيح دقيقة، أو مواد ترشيح نانوية ماصة مصنوعة من ألياف النانو الدقيقة؛ لتنقية المياه من الميكروبات والأيونات المشعة، مثل: السيزيوم، واليود، وتسريبات النفط.

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
	٢٥	كواشف النانو **" Nano and the Pollution"**	كواشف ذات حساسية عالية جدًّا تستطيع اكتشاف أي تلوث في الهواء بدقة متناهية جدًّا، وتصل إلى حدِّ اكتشاف بضعة جزيئات من الغاز أو الأبخرة الملوثة، وتعتمد على استخدام أنابيب النانو الكربونية، أو جسيمات البلاديوم النانوية، أو أسلاك النانو لأكسيد الزنك، وتتغير الخواص الكهربائية –كالمقاومة، والسعة الكهربائية– لهذه الكواشف، وذلك عند امتصاصها جزيئات الغاز الملوث.
	٢٦	الطباعة النانوية **"Nanolithography"**	أي عمل من حفر أو كتابة في نطاق المقياس النانوي، ويعد المجهر النفقي الماسح (STM)، ومجهر القوة الذرية (AFM) من الأدوات التي يتم بها الحفر والطباعة والكتابة على سطح ذي أبعاد ذرية.
	٢٧	الحبر الذكي **"Intelligent Ink"**	أنبوب نانو كربوني مكون من الحبر، يتميز بالقدرة على طلاء أسطح البلاستيك، إذ لا توجد تقنية خاصة بطلاء دائم لأسطحها لجعل السطح الرقيق قادرًا على توصيل الكهرباء، ويمكن تطبيق هذه التقنية على مجالات متنوعة؛ منها: شاشات العرض واللمس القابلة للثني.
	٢٨	معالجات حواسب محمولة نانوية **"Nano Processor"**	معالجات ذات سرعة عالية، واستهلاك أقل للطاقة، وحجم منخفض، مصنوعة من خلال رقاقات السيليكون النانوية، وتصغير حجم الترانزستورات والبوابات الإلكترونية.
	٢٩	مصعد الفضاء **" Space Elevator"**	عبارة عن كابل مرتبط بالأرض على منصة عائمة في خط الاستواء، وفي الناحية الأخرى معلقة في الفضاء فيما بعد المدار، ويستخدم المصعد الفضائي مصاعد كهربائية تتحرك على الكابل لوضع صواريخ ومحطات فضائية ومعدات في مدار الأرض.
مجال الطب	٣٠	الكانتيلفير (الدعامة النانوية) **"Cantilever"**	هو جهاز دقيق جدًّا بمقياس النانو، إذ تقارب أبعاده أبعاد كرية الدم البيضاء، وهو أحد أجهزة النانو المستقبلية التي تستطيع رصد واكتشاف الخلايا المصابة بالسرطان؛ وذلك من خلال انحناء نتوءاتها الدقيقة، وأجهزة النانو كانتيلفير يمكن تصميمها هندسيًّا بشكل خاص يمكِّنها من الارتباط بالخلايا التي تشير تغيراتها إلى الإصابة بأنواع مختلفة من أمراض السرطان، وتتميز هذه الأجهزة بقدرتها الفائقة على تشخيص خلايا السرطان في مراحلها المبكرة.
	٣١	مضاد حيوي نانوي **"Nano Biotic"**	مضاد حيوي نانوي بديل للمضاد الحيوي العادي، وهو ببتايد (هضميد) حلقي ذاتي التجميع، ومعد صناعيًّا، ويمكنه أن يتجمع على هيئة أنابيب نانوية، أو دبابيس نانوية متناهية الصغر، وعند دخول ملايين من هذه الأنابيب اللزجة والمكونة من الببتيدات الحلقية داخل الجذر الهلامي للبكتيريا فإنَّها تنجذب كيميائيًّا بعضها إلى بعض، وتجمع نفسها إلى أنابيب طويلة متنامية ومتجمعة ذاتيًّا وتثقب الغشاء الخلوي، وتعمل على فتح مسام أكبر في جدار الخلية البكتيرية، وخلال دقائق معدودة تموت الخلية البكتيرية نتيجة تشتيت الجهد الكهربائي الخارجي لغشائها.
	٣٢	روبوت نانوي طبي **"Nano Robotics"**	روبوتات دقيقة يستخدمها الجراحون أثناء إجراء العمليات الجراحية الدقيقة والحرجة؛ إذ يستخدم الجراح عصاة التحكم التي تمكنه من التحكم بذراع الروبوت الذي يحمل الأجهزة الدقيقة وكاميرا مصغرة؛ وذلك ليحول التحركات الكبيرة إلى تحركات صغيرة دقيقة.
	٣٣	الديندريمر **" Nano Dendrimer"**	وهو أحد أجهزة النانو الخاصة بإيصال الدواء، والقادرة على الدخول بسهولة إلى الخلايا المصابة، وتزويدها بكميات متعددة من الدواء دون حدوث أي نتائج سلبية، وأجهزة (الديندريمر) تتميز بقدرتها على تحديد الخلايا المصابة وعلاجها، وكذلك إعطاء تقرير عن مدى فعالية الدواء.

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
	٣٤	قضبان الذهب أو الفضة النانوية "Gold and Silver Bars"	قضبان نانو من الذهب أو الفضة الفائقة الدقة والصغر لها خصائص مميزة (كيميائية وميكانيكية وضوئية وحرارية وكهربائية..إلخ) بسبب الحجم النانوي من أبرز استخداماتها رصد الخلايا السرطانية والالتصاق بها، وبإطلاق شعاع ليزر منخفض الطاقة عليها تكتسب هذه القضبان حرارة كافية لإتلاف الخلايا المصابة، في حين لا تمس الخلايا السليمة بسوء.
	٣٥	ضماد نانوي " Nano Bandage"	مصنوع من ألياف طويلة نانوية من سلاسل الكربون تتجمع بعضها مع بعض لتكوين ما يشبه الإبرة، ويمكن استخدامها في أمور كثيرة؛ مثل: وقف النزيف، إرسال إشارات استغاثة لأقرب مركز إسعاف.
	٣٦	مختبر على شريحة "Lap on ahip"	جهاز يجمع العديد من وظائف المختبر الكامل على شريحة واحدة تتكون مساحتها من بضعة مليمترات مربعة، وتتعامل هذه الشريحة مع موائع بحجم النانو والبيكو لتر، وتندرج أجهزة المختبر على شريحة تحت فئة الأجهزة الكهروميكانيكية الميكروبية.
	٣٧	تصقيل صناعي للعظام "Scaffolding"	طريقة طبية حديثة لتجديد العظام من خلال دعامة تصقيل جزئية ذات تدرج نانوي، وهو عبارة عن تركيب من ألياف نانوية عضوية قطرها (٨) نانومترات، وطولها يصل إلى عدد قليل من الميكرومتر، وهذه الألياف بمثابة ركائز لنمو بلورات من الهيدروكسيباتيت على نحو يعيد الهيكل الأصلي للعظام.
	٣٨	أطراف صناعية بتقنية النانو "Artificial limbs"	أطراف صُنِعَتْ باستخدام ألياف الكربون النانوية، وتتصل بالجهاز العصبي؛ مَا يحسن الأداء البدني والحيوي والرياضي لذوي الاحتياجات الخاصة.
مجال الطاقة	٣٩	خلايا شمسية نانوية "Nano Solar cells"	عبارة عن خلايا معتمدة على تقنية النانو تصنع من المواد النانوية المتطورة والمطعمة بتقنيات فيزياء الكم، فتدمج جزيئات النانو في لوحات السيليكون من خلال طبقة رقيقة للخلايا الشمسية، وتستخدم في ذلك أسطوانات مجوفة وأنابيب النانو؛ لزيادة كفاءة الألواح الشمسية في امتصاص موجات الضوء.
	٤٠	مكثفات فائقة نانوية "Supercapacitors"	عبارة عن مكثفات تستخدم طبقتين مصنوعتين من المادة نفسها، وبينهما مسافة نانوية، ولهما خاصية الطبقة الكهربائية المزدوجة، إذ تمنعان التيار من السريان، وتحتفظان بفرق الجهد، وتتميز هذه المكثفات عن التقليدية بمقاومتها الداخلية المنخفضة، وكفاءتها العالية التي تصل أحيانًا إلى ٩٨%.
	٤١	خلايا وقود نانوية "Nano Fuel Cells"	وهي عبارة عن خلايا كهروكيميائية تنتج التيار الكهربائي من الوقود من خلال جسيمات النانو (المعادن النبيلة)؛ ما أدى إلى نقلة نوعية في خلايا الوقود فيما يتعلق بتحسين أداء الأقطاب، وزيادة سطح التفاعل.
	٤٢	المضخم الميكانيكي النانوي " Nano mechanical *amplifier"*	جهاز يضخم القوة لآلاف المرات، إذ يدعم جسران معلقان في اليسار واليمين ومصنوعان من كاربيد السيليكون الأحادي البلورة الجسر المستعرض المركزي، إذ تطبق إشارة القوة، ووجود أقطاب كهربائية من أغشية رقيقة فضية اللون فوق هذه البنى يوفر قراءات دقيقة جدًّا للحركة النانوية، وتستخدم في السيارات، والرافعات، والقطارات لتضخيم القوة المراد نقلها.
	٤٣	دوائر كهربائية نانوية "Nanotubes electrical circuits"	وهي دوائر تقاس مكوناتها بمقياس النانو يتم تصنيع الترانزستور من رقائق نانوية من بعض المواد العضوية التي يتم إنتاجها داخل أجسام الكائنات الحية، أو رقائق غير عضوية توجد في الطبيعة خارج أجسام الكائنات الحية، وبها أسلاك بحجم النانومتر.

مُلْحق رقم (٣)

برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري بالصورة النهائية

(تقنية النانو الحاضر والمستقبل)

المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

كلية التربية

قسم المناهج وطرق التدريس

برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

إعداد

أسماء بنت محمد بن عبدالله القطيم

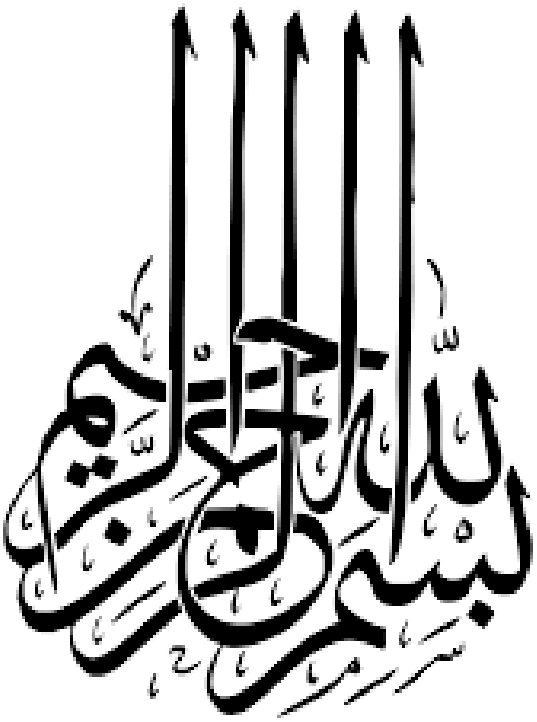
إشراف

د. خالد بن محمد بن ناصر الخزيم

أستاذ المناهج وطرق تدريس الرياضيات المشارك

العام الدراسي

١٤٣٩هـ/١٤٤٠هـ - ٢٠١٨م/٢٠١٩م

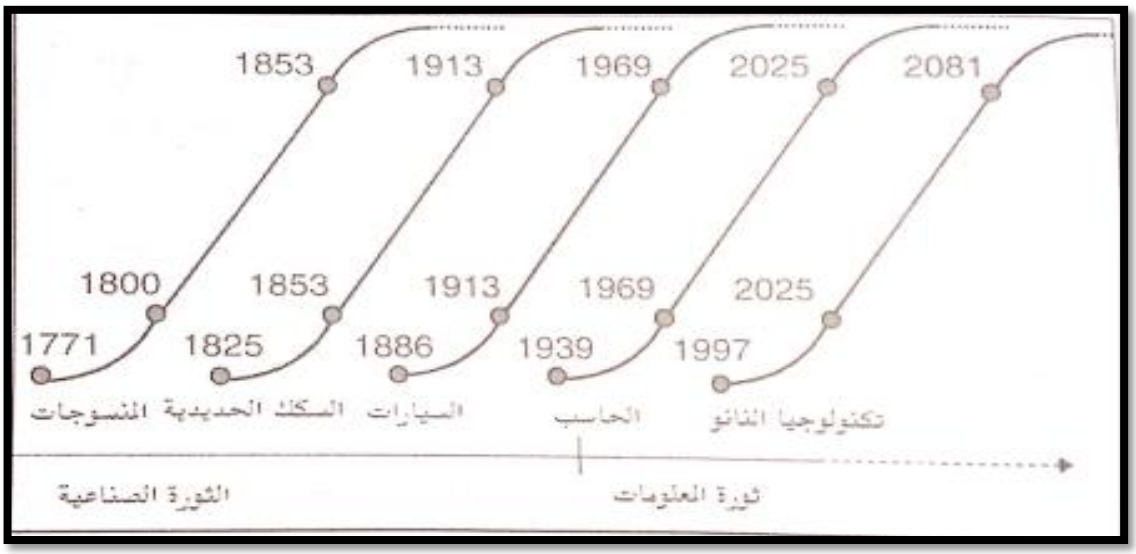

بسم الله الرحمن الرحيم

مكوّنات البرنامج الإثرائي (يتكوّن البرنامج من جزءين) :

مكوّنات البرنامج
الجزء الأول : الجانب النظري للبرنامج
مقدمة تعريفية بالبرنامج
أولًا: أهمية ومبررات البرنامج
ثانيًا: مفهوم البرنامج الإثرائي.
ثالثًا: فلسفة البرنامج الإثرائي
رابعًا: أسس البرنامج الإثرائي.
خامسًا: الفئة المستهدفة في البرنامج الإثرائي وخصائصها
سادسًا: خطوات تصميم البرنامج الإثرائي
سابعًا: مدة تنفيذ البرنامج الإثرائي
المراجع
الجزء الثاني: الجانب التطبيقي للبرنامج
أولًا: دليل المعلمة لتدريس البرنامج
مقدمة الدليل
أولًا: أسس وأهداف البرنامج
ثانيًا: نبذة عن مدخل الاستقصاء وإستراتيجيات التدريس المستخدمة فيه (نموذج عجلة الاستقصاء)
ثالثًا: دور المعلمة والطالبة في نموذج عجلة الاستقصاء
رابعًا: إرشادات وتوصيات عند استخدام البرنامج.
خامسًا: الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج.
سادسًا: أدوات تقويم التعلم
سابعًا: خلفية علمية حول تقنية النانو ومفاهيمها الواردة في البرنامج للمعلمة.
ثامنًا: الخطة التدريسية المقترَحة للقاءات البرنامج.
المراجع.
ثانيًا: دليل الطالبة الموهوبة في البرنامج الإثرائي
مقدمة الدليل
أولًا: الهدف من البرنامج الإثرائي
ثانيًا: إرشادات عامة للطالبة الموهوبة لدراسة البرنامج
ثالثًا: سلوك العلم
رابعًا: نماذج العمل أثناء البرنامج
خامسًا: لقاءات البرنامج الإثرائي
مراجع إثرائية

المقدمة

مما لا شك فيه أن من أهم أسباب التقدم التكنولوجي اليوم هو ظهور تقنية النانو، حيث بدأت تباشير تقنية النانو تبشر بانطلاق كبير في جميع فروع العلم والهندسة والطب والاقتصاد والاجتماع والحياة اليومية للبشر، وإعادة صياغة العلوم من جديد، وتعتمد تقنية النانو على العلوم الحيوية والفيزيائية والكيميائية والإلكترونية والمواد والمعلومات لدراسة الهياكل البنائية للمواد، كما يشار أحياناً إلى تقنية النانو بأنها تقنية الغرض العام؛ لأنها في تطورها سيكون لها تأثير على كل الصناعات في جميع المجالات بصفة عامة، وسوف تؤثر على المجتمع في كل جوانبه من الاتصالات والنقل والزراعة والطب والصناعة، وسوف يكون لها استخدامات مزدوجة على المستوى العلمي والبيئي و الاقتصادي والعسكري؛ لذلك يراها البعض ثورة صناعية ثانية الشكل (١-١) يوضح تدرج العصور عبر التاريخ (بسيوني ،٢٠٠٨م،ص ١١-٥٩).



وتشير الأدبيات(Andrew,et at,2011, Hingant&Albey,2010,121 , Healy,2009,7 ,Chih,2006,143) إلى أن مجال تقنية النانو ليس مجالًا منفصلًا عن العلوم بجميع فروعه، بل إنه يعمل على المكونات الرئيسة للمادة ألا وهي الجزيئات والذرات. إن جذور علوم وتكنولوجيا النانو هي جوهر مفاهيم العلوم التي تتخطى الحواجز بين فروع العلم التقليدية كالفيزياء والكيمياء والأحياء، وعلم تقنية النانو علم يعكس خصائص العلوم الحديثة ويوضح العلاقة بين دور العلم والتكنولوجيا في المجتمع.

وقد حصل مجال تقنية النانو على اهتمام عالمي يؤخذ في الحسبان؛ حيث يُعتبر علم النانو وتقنية النانو اثنين من أسخن حقول العلم والأعمال والأخبار الآن وفي المستقبل والأكثر ارتباطًا بقضايا اجتماعية واقتصادية وأخلاقية وسياسية.

وأدركت المملكة العربية السعودية أهمية هذه التقنية وتطبيقاتها الحالية والمستقبلية، وأهمية توظيفها والاستفادة منها في العلوم المختلفة، وكان أهم مؤشر لاهتمام المملكة بهذه التقنية؛ تبرّع شخصي من خادم الحرمين الشريفين الملك عبدالله – رحمه الله– لأبحاث تقنية النانو في كل من جامعة الملك سعود، وجامعة الملك عبدالعزيز، وجامعة الملك فهد للبترول والمعادن، بالإضافة إلى إنشاء معاهد ومراكز مُخصّصة في تقنية النانو بالمملكة؛ فقد أنشأت جامعة الملك سعود معهد الملك عبدالله لتقنية النانو، وأنشأت جامعة الملك عبد العزيز مركز النانو تكنولوجي، أما جامعة الملك فهد للبترول فأنشأت مركزًا مُتخصّصًا في أبحاث دراسات تقنية النانو(اليوسف، ٢٠٠٩م). وأولت حكومة خادم الحرمين الشريفين الملك سلمان بن عبد العزيز اهتمامًا كبيرًا بالبحث العلمي والتطوير التقني في مختلف المجالات؛ لدورهما المهم في التنمية المسْتَدَامَة، وتحقيق أهداف رؤية المملكة (٢٠٣٠)، وبرنامج التحوّل الوطني (٢٠٢٠) في العديد من المجالات العِلْميَّة، وزيادة القيمة المضافة؛ دعمًا للاقتصاد الوطني مِن خلال نقل التقنيات المتقدّمة للمملكة، وتوطينها، وتطويرها، وتحفيز الابتكار.

إن تأهيل الكوادر البشرية يقع على عاتق الأنظمة التعليميَّة؛ حيث تواجه تحديًّا حقيقيًّا في تشكيل عقول يُستفاد منها في صياغة المعرفة وهندستها، واستيعاب التغيُّرات التكنولوجية والمعلوماتية الحاصلة، وابتكار الجديد، ومن هذا المنطلق ينبغي أن تهدف الأنظمة التعليمية إلى توجيه طريقة تفكير المتعلمين نحو الاستقصاء العلمي للحصول على المعرفة واستيعاب المستحدثات العلمية والتقنية ومن ثم السعي نحو الابتكار.

وفي سبيل تكوين منظومة معرفيَّة مُتسقة، وتشكيل رؤية علمية مُتزنة، وبناء أساس مفاهيمي علمي لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية نحو تقنية النانو؛ يأتي هذا البرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل)؛ ليكون أساسًا مفاهيميًا للطالبات الموهوبات حول آخر المستجدات والتطوُّرات العِلْميَّة والتقنية التي يشهدها العالم في الوقت الراهن، ويُنمي حبّ الاستقصاء العلمي والبحث والاطلاع لديهن، وطرح التساؤلات العِلْميَّة التي تُثير فضولهن الاستقصائي، وتُنمّي ميولهن الابتكارية بطريقة علمية هادفة ومنظمة في إطار منظومة إثرائية متكاملة، مُدعّمة بأنشطة الاستقصاء العلمي التجريبي والتقنيات التعليميَّة المتطوّرة؛ لتكون عمَليَّة إكساب مفاهيم تقنية النانو عمَليَّة تربوية إثرائية ذات قيمة ومعنى بالنسبة للطالبات الموهوبات.

أولًا: أهمية ومبررات إعداد البرنامج

تتمثل أهمية ومبررات تصميم البرنامج في الآتي:

١. استجابة لأهداف إستراتيجية رؤية المملكة (٢٠٣٠م)، وبرنامج التحول الوطني (٢٠٢٠م) في العديد من المجالات العِلْميَّة، التي أكّدت الاهتمام بأحدث ما توصل إليه البحث العلمي والتطور التقني والابتكار؛ لدورهما المهم في التنمية المسْتَدَامَة، ودعمًا للاقتصاد الوطني للمملكة وتطويرها.

٢. استجابة لعلاج بعض التحديات التي تواجه وزارة التعليم في المملكة العربية السعودية لتحقيق رؤية (٢٠٣٠) وهي قلة توفير البرامج الإثرائية التقنية المحفزة للابتكار لفئات الموهوبين (وزارة التعليم ،٢٠١٧م).

٣. استجابة للتوجهات التربوية الحديثة لتعليم العلوم، التي نادى التربويون إلى الأخذ بها؛ حيث ظهرت دعوات مُتكرّرة عبر المؤتمرات والندوات التقنية والتعليمية إلى ضرورة تضمين مفاهيم تقنية النانو؛ لما لهذه التقنية من مستقبل مأمول، بوصفها تقنية المستقبل ولما تحظى به هذه التقنية من اهتمام عالمي، ومنها: الملتقى الخليجي للتثقيف بتقنية النانو في التعليم العام، والذي نظمته وزارة التعليم مع المنظمة العالمية (الملست) والمنعقد في الرياض (١٤٣٢هـ)، و المؤتمر الخليجي الثاني للتثقيف بتقنية النانو و المنعقد في مسقط (٢٠١٥م).

٤. استجابة لنتائج وتوصيات الدراسات التي خلصت إلى غياب مفاهيم تقنية النانو عن مناهج العلوم في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية وأوصت بضرورة إكسابها لطلاب هذه المرحلة لما لها من أهمية عالمية وكونها مجالًا خصبًا للابتكار، ومن هذه الدراسات: الشهري(٢٠١٢م)، عليان (٢٠١٥م)، حافظ، وخجا، والعتيبي، والقرشي (٢٠١٥م)، الصعب(٢٠١٨م)، دراسة الشلوي (٢٠١٨م).

٥. استجابة للتوجهات التربوية في تعليم العلوم بشكل عام و للموهوبين بشكل خاص والتي تؤكد على استخدام مدخل الاستقصاء في تعليم العلوم؛ حيث إن الفهم الكامل لمفاهيم العلوم والتقنية لن يحدث بدون ممارسة الاستقصاء العلمي ونماذجه، كما أن أسلوب الاستقصاء يتناسب مع خصائص الموهوبين العقلية (NGSS ، 2013).

٦. استجابة لما أوصت به المؤتمرات من ضرورة العناية بالموهوبين وإثرائهم في مجالات تقنيات العلوم الحديثة والمحفزة للابتكار كعلم (تقنية النانو)، واستخدام الأساليب المتناسبة مع خصائصهم النمائية مثل الاستقصاء (مؤتمر رعاية الموهبة التميز وتنمية التفكير بوابة المستقبل بمدينة الجبيل الصناعية،٢٠١١م)

(المؤتمر الخامس لأبحاث الموهبة والتفوق في الوطن العربي، ٢٠١٦م)(المؤتمر الدولي للموهبة والإبداع ،الشارقة، ٢٠١٧م).

٧. استجابة لسعي المملكة العربية السعودية لتحقيق مراكز متقدمة في التنافسية العالمية في مؤشر الابتكار العالمي، وذلك من خلال تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الموهوبات لدعم الابتكار (Global Innovation Index, 2017).

ثانيًا: مفهوم البرنامج الإثرائي

يقصد بالبرنامج الإثرائي إجرائيًا: منظومة متكاملة تشتمل على (الأسس والأهداف وطرائق التدريس والوسائل والأنشطة التعليميَّة وأساليب التقويم)، مصممة في ضوء مبادئ المدْخَل الاستقصائي وهي:(بناء معارف وتشكيل مفاهيم، من خلال ممارسة الطالبات الموهوبات مهارات الاستقصاء والتجريب لحل تساؤلات أو موقف مشكل متمثلةً بمهارات "نموذج عجلة الاستقصاء": (تحديد المشكلة، الملاحظة، طرح الأسئلة، اكتشاف المعرفة، تكوين التوقع، القيام بالدراسة والبحث، تفسير النتائج، التأمل في النتائج، الاتصال بالمجتمع العلمي والعادي)، ونمو المفاهيم من خلال العمل المشترك والتعاوني مع الآخرين) لإكساب مفاهيم تقنية النانو الأساسية، وفي مجال (الطب والبيئة والطاقة) كأساس علمي لعلم تقنية النانو الواعد، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري المتمثلة في النزعة نحو: (الفضول، المثابرة الإصرار، التخيل، التعاونية، الانضباط) لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

ثالثًا:فلسفة البرنامج الإثرائي

نشأ هذا البرنامج من فلسفة تربوية تعليمية مفادها أن الإلمام بمفاهيم تقنية النانو كأساس علمي في مجال تقنية النانو مطلب مهم في ظل متطلبات العصر وضرورة للموهوبات بشكل خاص وهذا ما أشارت له العديد من المؤتمرات والدراسات والتجارب العالمية (Filipponi&Sutherland, 2013). وجذور علم تقنية النانو هي جوهر مفاهيم العلوم التي تتخطى الحواجز بين فروع العلم التقليدية كالفيزياء والكيميا والأحياء وعلم الأرض (Hingant&Albey,2010). وكون الاستقصاء من أبرز مداخل النظرية البنائية في تعليم وتعلم العلوم والمستحدثات التقنية؛ بُني البرنامج في ضوء فلسفة النظرية البنائية التي تعتمد على أن الطالبة ينبغي أن تبني معرفتها الجديدة وتكتسب المفاهيم العلمية التقنية بنفسها من خلال الاستقصاء والتجريب معتمدةً على ما لديها من معارف وخبرات سابقة؛ وذلك في ضوء المدخل الاستقصائي؛ حيث تتطلب هذه الفلسفة أن تندمج الطالبات الموهوبات في العملية التعليمية بصورة إيجابية، ويتم اكتساب المفاهيم في علم تقنية النانو عن طريق التجريب والتفاعل يدويًا

وعقليًا مع المواد والأدوات والتفاعل الاجتماعي مع معلمتهن وزميلاتهن والمجتمع (أمبو سعيدي والبلوشي ،٢٠٠٩م،ص ٢٠٠) (EDMSARAH,2015).

رابعًا: أسس البرنامج الإثرائي

بُني البرنامج على أسس عقدية واجتماعية ونفسية ومعرفية وعلمية وذلك مِن خلال استقراء الأدبيات والبحوث، والدِّراسات السابقة التي تناولتْ علم النانو وتقنياته، والمعايير والمبادئ للمدخل الاستقصائي مِن خلال استقراء الأدبيات والبحوث، والدِّراسات السابقة ، ومنها: **في المدخل الاستقصائي** Reiff Harwood and phillipson(2002) ، Harwood (2004) ، وأمبوسعيدي والزغبي (٢٠٠٩م)،و أبو زينه(٢٠١١م)، و قطيط(٢٠١١م)؛ **وفي تقنية النانو**: (بسيوني، ٢٠٠٨م)، الإسكندراني(٢٠١٠م)، الشهري (٢٠١٢م)و لُبد (٢٠١٣م) وحافظ وآخرون (٢٠١٥م)،و Selim et al. (2015)، و صالح(٢٠١٥م)، و الشلوي (٢٠١٨م).

وتتمثل أسس البرنامج في الآتي:

١. تكوين خبرة تعليميَّة متكاملة للموهوبات حول مفاهيم تقنية النانو مِن خلال بناء برنامج في ضوء مدخل الاستقصاء والبحث والتجريب حيث يعتبر(الاستقصاء في العلوم) قاعدة أساسية لتعزيز الإيمان بالله والاستدلال على عظمته وبديع صنعه.

٢. اختيار مفاهيم تقنية النانو ذات الأهمية في المجال، وذات طبيعة تتلاءم مع المرحلة العمرية للطالبات الموهوبات، وذات أهمية ومطلب في الحياة الاجتماعية.

٣. بناء البرنامج وفق حاجات واهتمامات الطالبات الموهوبات ومجتمعهن؛ حيث تعتبر (تقنية النانو) تقنية العصر وقد انتشرت تطبيقاتها في شتى مجالات الحياة اليومية.

٤. مراعاة استعداد وقدرات الطالبات الموهوبات، وخصائص نموهنَّ، عند صياغة البرنامج بما فيه من أهداف ومحتوى وأنشطة وتقويم.

٥. مراعاة الفروق الفردية بين الموهوبات باختلاف نسبة موهبتهن وتنوع مجالاتها.

٦. تنمية مهارات الاستقصاء من خلال البرنامج ومنها: الملاحظة، طرح الأسئلة، فرض فروض، التنبؤ، البحث، المناقشة، جمع البيانات، تحليل البيانات.

٧. يدعم البرنامج مبادئ الاستقصاء ومنها: العلم ذو سياق تعاوني متطور.

٨. يُركز البرنامج على كون الموهوبات محور العملية التعليمية الاستقصائية.

٩. يسعى البرنامج لتنمية نزعات التفكير الابتكاري، وذلك بتوفير أنشطة تُتيح لهم الفضول والمثابرة والتخيل والتعاونية والانضباط لحل المشكلات، من خلال إنتاج ابتكارات تقوم على أساس علمي دقيق.

خامسًا: الفئة المستتهدفة في البرنامج الإثرائي وخصائصها

الفئة المستهدفة :

يستهدف هذا البرنامج الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية بمحافظة المجمعة (المجتازات لمقياس المشروع الوطني للتعرف على الموهوبين) واللاتي يتصفن بواحدة أو أكثر من خصائص الموهوبين: "العقلية ،الأكاديمية، الإبداعية، القيادية، و الفنية".

خصائص الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية:

حدد مكتب التربية الأمريكي ست خصائص أساسية للطلبة الموهوبين يندرج تحت كل خاصية منها مجموعة خصائص توضح السمات التي يتَّسِمْنَ بها(القمش،٢٠١١م،ص ص١٢٠-١١٧)، وتتمثل في الآتي:

١- قدرات عقلية عامة:

أ- استنباط الأشياء المجردة.

ب- معالجة المعلومات بطرق معقدة.

ت- الملاحظة الدقيقة.

ث- استثارة الأفكار الجديدة.

ج- الاستمتاع بالفرضيات.

ح- التعلم بسرعة.

خ- استخدام المفردات العميقة.

د- المبادرة.

ذ- الاهتمام والبحث.

٢- قدرات أكاديمية خاصة:

أ- القدرة على التذكر بشكل كبير.

ب- استيعاب متقدم .

ت- سرعة اكتساب المهارات الأساسية للمعرفة.

ث- القراءة بتوسع في مجال الاهتمام.

ج- النجاح بتفوق في مجال الاهتمام.

ح- السعي بحماس ونشاط للاهتمامات الخاصة.

٣- القدرات الإبداعية:

أ- التفكير المستقل.

ب- الأصالة في التفكير.

ت- إدراك المشكلة وإعطاء حلول متعددة لها.

ث- سرعة البديهة.

ج- الابتكار والاختراع.

ح- الارتجال.

خ- الخيال الخصب.

د- عدم الاكتراث بالاختلاف عن المجموعة.

٤- القدرة القيادية:

أ- تولي القيام بالمسؤوليات.

ب- توقعات عالية من قبل الذات والآخرين.

ت- الطلاقة.

ث- التنبؤ بالنتائج والقرارات الصحيحة.

ج- اتخاذ القرارات بحكمة.

ح- النزوع نحو البناء.

خ- الثقة بالنفس.

د- التنظيم.

ذ- التقبل والمحبة من قبل الرفاق.

٥- القدرة الفنية:

أ- حس واضح للعلاقات المكانية.

ب- قدرة غير عادية في التعبير عن النفس والمشاعر والمزاج.

ت- تآزر حركي جيد.

ث- الرغبة في الإنتاج الخاص.

٦- القدرة الحركية:

أ- البروز في المهارات الحركية المتنوعة.

ب- التناسق الحركي الجيد.

ت- مستوى عالٍ من الدقة.

ث- براعة في المهارات الحركية مثل المهارات اليدوية.

سادسًا: إجراءات تصميم البرنامج الإثرائي.

صُمّمت لقاءات البرنامج الإثرائي وفق ما أشارت إليه الأدبيات في مجال تصميم برامج الإثراء للموهوبين ومنها: (الكعبي،٢٠٠٧م،ص ص١٠٢-١١٤)، (القمش،٢٠١١م،ص ص٢٢٢-٢٣٠):

أولًا: تحديد الأهداف للبرنامج الإثرائي

في ضوء فلسفة وأسس البرنامج الإثرائي حُددت أهدافه.

الهدف العام:

إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية، من خلال برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي.

وقد انبثق من هذا الهدف الأهداف العامة الآتية:

أ- تنمية مهارات الاستقصاء العلمي لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

ب- تنمية ثقافة الطالبات الموهوبات بتقنية النانو كعلم حديث.

ت- إكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو الأساسية و في مجالات البيئة والطب والطاقة بواسطة المدخل الاستقصائي.

ث- تنمية نزعات التفكير الابتكاري النزعة نحو(الفضول، المثابرة والإصرار، التخيل، التعاونية، الانتظام) لدى لطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

ج- تقدير عظمة الخالق_سبحانه وتعالى_ في تسخير الإنسان للاكتشافات العلمية لخدمة البشر.

ح- تقدير العلم وجهود العلماء في ظهور مجال تقنية النانو وتطوره.

وينبثق من هذه الأهداف العامة أهداف إجرائية موضحة بالتفصيل في دليل المعلمة لكل جلسة إثرائية.

ثانيًا: معالجة المحتوى الإثرائي

يعّرف المحتوى بأنه: هو ما يسعى مصمم البرنامج لأن يتعلمه الطلاب من معارف، ومهارات، ووجدانيات تحقيقًا لأهداف المنهج (زيتون،٢٠١٠م،ص ٧٥).

ويعالج محتوى البرنامج الإثرائي في ضوء فلسفتة وأسسه التي بني عليها من خلال:

أ- تحديد مواضيع البرنامج: المواضيع الأساسية (الوحدات)، المواضيع الفرعية(اللقاءات الإثرائية)

ب- تحديد المفاهيم والمصطلحات لكل موضوع

ج- تقديم التوضيح والشرح اللازمين للمواضيع، باستخدام الأدوات والتقنيات والأنشطة والإستراتيجيات اللازمة لتنمية المعارف والمهارات والوجدانيات (الكعبي،٢٠٠٧م،ص١٨٥).

تم بناء محتوى البرنامج في ضوء فلسفة وأهداف البرنامج وذلك بتقديم مفاهيم تقنية النانو عن طريق المدخل الاستقصائي وعرض مشكلات وتساؤلات مرتبطة بمواضيع البرنامج تدعو للاستقصاء والبحث

عن حلها أو اكتشافها؛ حيث يدعم البرنامج في ضوء مدخل الاستقصاء: مهارات التفكير، ومهارات البحث العلمي، والسمات الشخصية والاجتماعية والدافعية نحو التعلم والتعاونية.

كما يدعم مجموعة من القيم منها: العمل الجماعي، تقدير العلم، تقدير الرأي الآخر،الأمانة العلمية.

يوضح الجدول الآتي (مواضيع وحدات البرنامج الإثرائي الأساسية والفرعية – المفاهيم لكل موضوع – الشرح اللازم باستخدام الأجهزة والأدوات) لبرنامج (تقنية النانو الحاضر والمستقبل):

مواضيع وحدات البرنامج	مواضيع البرنامج الفرعية لكل لقاء إثرائي	المفاهيم والمصطلحات
أساسيات تقنية النانو	مقدمة مفاهيمية	علم النانو–تقنية النانو–وحدة النانومتر–المواد النانوية–تقنية تصنيع مواد النانو من أعلى إلى أسفل–تقنية تصنيع المواد من أسفل إلى أعلى– علم سموم المواد النانوية– أخلاقيات النانو.
	الأدوات والأجهزة في تقنية النانو	المجهر الإلكتروني الماسح(SEM)–المجهر النفقي الماسح(STM)–مجهر القوة الذرية (AFM)–المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)– المجس النانوي مانيبيويلاتور–الراصف النانوي.
	أشكال المواد النانوية	النقاط الكمية–الفولورين–الجسيمات النانوية–أنابيب الكربون النانوية–الأسلاك النانوية–الألياف النانوية.
تقنية النانو في البيئة	تطبيقات تقنية النانو البيئية	أقمشة النانو–النانو غذائيات(أغذية النانو)–تقنية اللوتس (التنظيف الذاتي)– مرشحات نانوية–كواشف النانو–الطباعة النانوية –الحبر الذكي–معالجات حواسب محمولة نانوية –مصعد الفضاء.
تقنية النانو في الطب	تطبيقات تقنية النانو الطبية	الكانتيلفير–نانو بيوتيك–روبوت نانوي طبي–الديندريمر–قضبان الذهب أو الفضة النانوية–ضماد نانوي–مختبر على شريحة –تصقيل صناعي للعظام–أطراف صناعية بتقنية النانو.
تقنية النانو في الطاقة	تطبيقات تقنية النانو في الطاقة	خلايا شمسية نانوية–مكثفات فائقة نانوية–خلايا وقود نانوية–المضخم الميكانيكي النانوي–دوائر كهربائية نانوية.

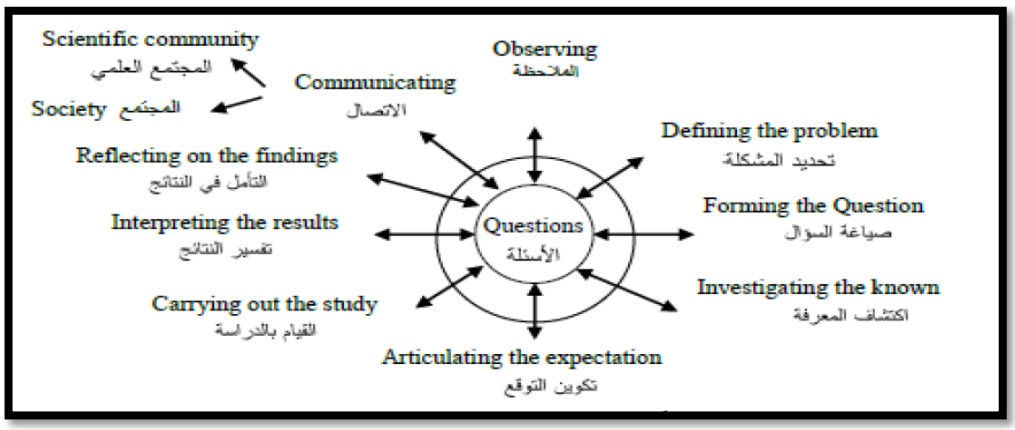
ثالثًا: اختيار إستراتيجيات التدريس

لتحقيق أهداف البرنامج لابدّ من اعتماد إستراتيجيات ونماذج المدخل الاستقصائي في التدريس الذي بني البرنامج في ضوؤه؛ حيث تُمارس الطالبة الموهوبة فيها دورًا فاعلًا في عمَليَّة التعلُّم والتعليم المتبادلة بينها وبين المعلمة، وبينها وبين زميلاتها، وتصبح هي محور العملية التعليمية، وتُمكّن الطالبة من ربط التعلُّم بالحياة، وتُكسبها القدرة على حلّ المشكلات والإجابة على التساؤلات بمنهجية علمية ابتكارية، وتشجّعها على البحث والاستقصاء والعمل الجماعي والعمل التشاركي، وتُسهم في تحقيق وتطوير قدرة الطالبات الموهوبات على فهم ما يخص المستحدثات التقنية في مجال تقنية النانو، وبناء قاعدة مفاهيم تقنية النانو من خلال عمليات الاستقصاء حول هذه المفاهيم، وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لديهن مما يحفزهن نحو الابتكار.

وبعد اطلاع الباحثة على عدد من النماذج الاستقصائية في مدخل الاستقصاء تم اختيار "نموذج عجلة الاستقصاء" للتدريس في هذا البرنامج للأسباب الآتية:

أ. يعتبر أشمل نماذج الاستقصاء؛ حيث يشتمل على عشرة أنشطة استقصائية تشمل أنشطة الاستقصاء بشكل عام.

ب. يتميز النموذج بالمرونة في الانتقال بين أنشطته، مع التركيز على النشاط الأكثر حاجة حسب عملية الاستقصاء وحضور نشاطي (الأسئلة والملاحظة) في جميع الأنشطة الأخرى، ويتكون نموذج عجلة الاستقصاء من الأنشطة الموضحة في الشكل الآتي:



المصدر:(Reiff,R, et al ,2002,p.p12-19)

رابعًا: اختيار مصادر التعلم

تم الاعتماد على عدد من مصادر التعلم التي تتكامل مع ما سبق في تحقيق أهداف البرنامج المحددة مسبقًا، وهي:

- ☜ أجهزة حاسوب.
- ☜ اتصال بشبكة الإنترنت للوصول للمكتبات الالكترونية والمجلات العلمية.
- ☜ سبورة.
- ☜ جهاز عرض.
- ☜ مختبر علمي.
- ☜ فيديو تعليمي.
- ☜ عروض إلكترونية.
- ☜ أدوات تجارب (حقائب تجارب تقنية النانو مكتملة الأدوات).
- ☜ مجموعة تلجرام للتواصل والبحث والدعم خلال فترة تقديم البرنامج ومتابعة المشاريع.
- ☜ كتب علمية في مجال تقنية النانو.

خامسًا: تحديد أساليب وأدوات التقويم

رُوعي في بناء البرنامج أن يكون التقويم مستمرًا، وذلك على النحو التالي:

١- التقويم القبلي، ويَتمَثَّل في تطبيق أداتي الدراسة، حيث تم إجراء التطبيق القبلي لاختبار مفاهيم تقنية النانو والتطبيق القبلي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري، لتحديد المستوى القبلي للطالبات الموهوبات، فضلًا عن التقويم المبدئي في بداية كل لقاء من لقاءات البرنامج.

٢- التقويم التكويني، ويستمر طوال فترة التدريس ويكون من خلال:

- ملاحظة الطالبات الموهوبات أثناء أداء الأنشطة العشرة الخاصة بنموذج عجلة الاستقصاء في كل لقاء، وتسجيل مدى إتقانهنَّ لمهارات الاستقصاء في التوصل للمفهوم وخصائصه وأمثلته وتطبيقاته باستخدام بطاقة الملاحظة مع تقديم التغذية الراجعة.

- تقويم المهمات التطبيقية للأنشطة عقب كل (تجربة).
- التقويم الذاتي لكل مجموعة عمل عقب كل نشاط، وتقويم الأقران بين المجموعات.
- التقارير النهائية للمجموعات.
- ملف إنجاز يحتوي على: التقويم الذاتي وتقويم الأقران للمجموعات الأخرى، والتقارير النهائية لكل مفهوم ،والواجبات والتكاليف المنزلية، والمنتج الخاص بالمجموعة: (فيديو، منشور توعوي ، أنفوجرافيك، ألبوم صور، ملصق علمي، مقال علمي).

٣- التقويم البعدي، ويَتَمَثَّل في تطبيق أداتي الدراسة، حيث تم إجراء التطبيق البعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو والتطبيق البعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري، بعد إنهاء البرنامج لمعرفة فاعليته في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري، فضلًا عن التقويم البعدي لمنتجات الموهوبات في نهاية كل لقاء من لقاءات البرنامج.

سادسًا: إعداد مخططات التدريس.

إعداد مخططات التدريس للقاءات الإثرائية في ضوء فلسفة البرنامج؛ وهي عبارة عن مخططات مقترحة من الباحثة لكل جلسة تتكون من الأهداف التفصيلية والمفاهيم ومصادر التعلم وإستراتيجيات التدريس وأساليب التقويم، كما يتضح فيها الخطوات التنفيذية والزمن المستغرق، وسيتم عرضها بالتفصيل في دليل المعلمة.

سابعًا: التقويم والتغذية الراجعة

عملية التقويم والتغذية الراجعة تلازم جميع خطوات البناء والتنفيذ والتقويم للبرنامج .

وذلك في ضوء أسس البرنامج التي بني عليه وتم توضيحها، ومواصفات البرنامج الإثرائي الجيد الآتية:

أ- يتميز البرنامج الإثرائي بعمق علمي.

ب- يتميز البرنامج الإثرائي بتكامل فروع العلم.

ج- يقدم البرنامج الإثرائي فرصًا متنوعة لتنمية المعارف والمهارات والقيم.

د- يقدم البرنامج الإثرائي فرصًا متنوعة لعرض نواتج التعلم في المحيط العلمي والاجتماعي.

هـ- يتيح البرنامج الإثرائي مستوى من التحدي المناسب لقدرات الطالبات الموهوبات.

و- يتميز البرنامج الإثرائي بتنوع مصادر المعلومات وموثوقيتها.

ز- يتيح البرنامج الإثرائي مساهمة الطالبات الموهوبات في التنفيذ والتطوير للبرنامج.

سابعًا: مدة تنفيذ البرنامج

يُنفذ البرنامج في الفصل الدراسي الأول لعام ١٤٣٩/١٤٤٠هـ ؛حيث يستغرق البرنامج الإثرائي (٤) أسابيع بواقع (٨) لقاءات و(١٦) جلسة إثرائية ؛ حيث يتم تقديم لقاءين في كل أسبوع ، مدة كل لقاء (١٨٠) دقيقة مقسمة على جلستين كل جلسة تستغرق(٩٠) دقيقة وفق الخطة الزمنية الموضحة في دليل المعلمة.

المراجع:

أبو زينة، فريد كامل.(٢٠١١م).**النموذج الاستقصائي في التدريس والبحث وحل المشكلات** .عمان: دار وائل.

الإسكندراني ، محمد شريف .(٢٠١٠م). تكنولوجيا النانو من أجل غذ أفضل ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب : **سلسلة عالم المعرفة** ، الكويت ، ع (٣٧٤).

أمبو سعيدي، عبدالله والزغيبي، محمد .(٢٠٠٩م).**تصميم وتطبيق وحدات العلوم القائم على الاستقصاء في المرحلة الابتدائية** .فرنسا : لامين آلابات.

بسيوني، عبد الحميد .(٢٠٠٨م). **مفاهيم تكنولوجيا النانو .القاهرة** . دار الكتب العلمية .

حافظ ،أفنان بنت محمد حافظ و خجا ،بارعة و العتيبي ،الجوهرة و القريشي ،شهيرة (١٦-١٨ رجب ١٤٣٦هـ)،**ورقة مقدمة إلى مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول توجه العلوم والتقنية والرياضيات والهندسة (STEM)**، الرياض: مركز التميز البحثي في تعليم العلوم والرياضيات ،جامعة الملك سعود .

زيتون، حسن حسين.(٢٠١٠م).**مدخل إلى المنهج المدرسي رؤية عصرية**. الرياض: الدار الصولتية.

الشلوي، مريم فراج عويض .(٢٠١٨م). **برنامج تعليمي قائم على المدخل البيني لدمج مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو وفاعليته في تنمية مهارات التفكير العلمي لدى طالبات المرحلة الثانوية**. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية. الرياض.

الشهري، محمد .(٢٠١٢م). **فاعلية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها**. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة أم القرى. مكة المكرمة.

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

قطيط، غسان يوسف .(٢٠١١م).**الاستقصاء** .عمان: دار وائل .

القمش، مصطفى نوري .(٢٠١١م). **مقدمة في الموهبة والتفوق العقلي** .عمان :دار المسيرة.

الكعبي، فاطمة.(٢٠٠٧م). **تربية الموهوبين والمتفوقين : إستراتيجيات وتطبيقات**. الكويت: مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع.

لبد، أمل .(٢٠١٣م).**إثراء بعض موضوعات مناهج العلوم بتطبيقات النانو تكنولوجي وأثره على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر في غزة**. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة غزة.

الملتقى الخليجي الأول للتثقيف بتقنية النانو بالرياض ،(٢٠١١م) مسترجع من:
/**http://www.okaz.com.sa/article/375107**

المؤتمر الخليجي الثاني للتثقيف بتقنية النانو بجامعة السلطان قابوس ، عمان ،(٢٩-٢٨-ديسمبر-٢٠١٥م) مسترجع من :http://2015.omandaily.om/?p=302677

المؤتمر الدولي للموهبة والإبداع ، الشارقة (٢٠١٧م). مسترجع من :/http://www.giftednessconf.com

مؤتمر رعاية الموهبة التميز وتنمية التفكير بوابة المستقبل بمدينة الجبيل الصناعية (٢٠١١م)،مسترجع من :http://www.alriyadh.com/651095

وزارة التعليم .**تقرير التعليم ورؤية السعودية ٢٠٣٠** .تم الرجوع ٢٠/٧/١٤٣٨هـ ،الساعة ٧ص .على الرابط :https://www.moe.gov.sa/ar/Pages/vision2030.aspx

اليوسف، يوسف (٢٠٠٩م): تقنية النانو والمناهج الدِّراسيَّة، **جريدة البلاد**، السعودية: مؤسسة البلاد للصحافة والنشر.

Andrew, M.; Kubik, T.; Bogunia K.; Sugisaka, M. (2011). **Welcome to Nano Science and Interdisciplinary Environmental Explorations Grades** (9-12)

Chih, L. (2006). "Establishing a K-12 nanotechnology program for teacher professional development", **Inst. of Appl. Mech.,** Nat. Vol. (49), No. (1) , Pp. (141-146).

EDIMSARAH.(2015, October 30). *Introduction To Inquiry Based Learning* . Retrieved February 10 , 2017, from https://edimsarah. wordpress.com/2015/10/30/introduction-to-inquiry-based-learning

Filipponi, L., & Sutherland, D. (2013). **Nanotechnologies: Principles, Applications, Implications and Hands-on Activities.** *Publications Office of the European Union, Luxembourg*.

Global Innovation Index 2017 Report, Available on Web site: **https://www.globalinnovationindex.org/**

Healy, N. (2009). "Why Nano Education?" **Journal of Nano Education**, Vol. (1). Pp (6-7).

Hingant, L. &Albey, N. (2010). Nano Science and Nanotechnologies Learning and Teaching in Secondary Education: **A Review of Literature, Studies in Education Science**, Vol. (46), No. (6), Pp. (121- 135).

Nest Generation Science standards April (2013).

Reiff , R. & Harwood W.S & phillipson , T . (2002) : Ascientific Method Based upon Research Scientists Comceptions of Scientific Inquiry Paper in proceeding of the Annual International Conference of the Association for the Education of teacher in Science Charlotte NC January 1

Selim , Shaimaa; Al-Tantawi, Ramadan; & Al-Zaini, Samia. (2015). Integrating Nanotechnology Concepts and its Applications into the Secondary Stage Physics Curriculum in Egypt. **European Scientific Journal** April 2015 edition vol.11, No.12 193-212.

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم
جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية
كلية التربية
قسم المناهج وطرق التدريس

دليل المعلمة في البرنامج الإثرائي:

تقنية النانو الحاضر والمستقبل

إعداد

أسماء بنت محمد بن عبدالله القطيم

إشراف

د. خالد بن محمد بن ناصر الخزيّم

أستاذ المناهج وطرق التدريس المشارك

العام الجامعي

١٤٣٩/١٤٤٠هـ - ٢٠١٨/٢٠١٩م

الفهرس

الجزء الثاني: الجانب التطبيقي للبرنامج	
أولًا: دليل المعلمة لتدريس البرنامج	
مقدمة الدليل	
أولًا: أسس وأهداف البرنامج	
ثانيًا: نبذة عن مدخل الاستقصاء وإستراتيجيات التدريس المستخدمة فيه (نموذج عجلة الاستقصاء)	
ثالثًا: دور المعلمة والطالبة في نموذج عجلة الاستقصاء	
رابعًا: إرشادات وتوصيات عند استخدام البرنامج.	
خامسًا: الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج.	
سادسًا: أدوات تقويم التعلم	
سابعًا: خلفية علمية حول تقنية النانو ومفاهيمها الواردة في البرنامج للمعلمة.	
ثامنًا: الخطة التدريسية المُقتَرَحة للقاءات البرنامج.	
اللقاء التعريفي	
اللقاء الأول	
اللقاء الثاني	
اللقاء الثالث	
اللقاء الرابع	
اللقاء الخامس	
اللقاء السادس	
اللقاء الختامي	
المراجع	

مقدمة الدليل

عزيزتي المعلمة:

يأتي هذا الدليل ليكون مرشدًا لكِ لتنفيذ البرنامج الإثرائي المقدم في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية، ويحتوي على مجموعة من الخبرات مثل: أساسيات البرنامج وخطة مقترحة لتدريس مواضيع اللقاءات في البرنامج الإثرائي؛ لتساعدك أثناء تدريسه ويحقق أهدافه، ويشتمل الدليل على الآتي:

- ✓ أسس وأهداف البرنامج.
- ✓ نبذة عن مدخل الاستقصاء وإستراتيجيات التدريس المستخدة فيه (نموذج عجلة الاستقصاء).
- ✓ دور المعلمة والطالبة في نموذج عجلة الاستقصاء.
- ✓ إرشادات وتوصيات عند استخدام البرنامج.
- ✓ الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج.
- ✓ أدوات تقويم التعلم.
- ✓ خلفية علمية حول تقنية النانو ومفاهيمها الواردة في البرنامج للمعلمة.
- ✓ الخطة التدريسية المقترَحة للقاءات البرنامج.

أولًا: أسس وأهداف البرنامج

تتمثل أسس البرنامج في الآتي:

١٠. تكوين خبرة تعليميَّة متكاملة للموهوبات حول مفاهيم تقنية النانو مِن خلال بناء برنامج في ضوء مدخل الاستقصاء والبحث والتجريب حيث يعتبر الاستقصاء في العلوم قاعدة أساسية لتعزيز الإيمان بالله والاستدلال على عظمته وبديع صنعه.

١١. اختيار مفاهيم تقنية النانو ذات الأهمية في المجال، وذات طبيعة تتلاءم مع المرحلة العمرية للطالبات الموهوبات، وذات أهمية ومطلب في الحياة الاجتماعية.

١٢. بناء البرنامج وفق حاجات واهتمامات الطالبات الموهوبات ومجتمعهن؛ حيث تعتبر (تقنية النانو) تقنية العصر وقد انتشرت تطبيقاتها في شتى مجالات الحياة اليومية.

١٣. مراعاة استعداد وقدرات الطالبات الموهوبات، وخصائص نموهنَّ، عند صياغة البرنامج بما فيه من أهداف ومحتوى وأنشطة وتقويم.

١٤. مراعاة الفروق الفردية بين الموهوبات باختلاف نسبة موهبتهن وتنوع مجالاتها.

١٥. تنمية مهارات الاستقصاء من خلال البرنامج ومنها: الملاحظة، طرح الأسئلة، فرض فروض، التنبؤ، البحث، المناقشة، جمع البيانات، تحليل البيانات.

١٦. يدعم البرنامج مبادئ الاستقصاء ومنها: العلم ذو سياق تعاوني متطور.

١٧. يُركز البرنامج على كون الموهوبات محور العملية التعليمية الاستقصائية.

١٨. يسعى البرنامج لتنمية نزعات التفكير الابتكاري، وذلك بتوفير أنشطة تُتيح لهم الفضول والمثابرة والتخيل والتعاونية والانضباط لحل المشكلات، من خلال إنتاج ابتكارات تقوم على أساس علمي دقيق.

الهدف العام للبرنامج:

إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية من خلال برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي.

وقد انبثق من هذا الهدف الأهداف العامة الآتية:

أ- تنمية مهارات الاستقصاء العلمي لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

ب- تنمية ثقافة الطالبات الموهوبات بتقنية النانو كعلم حديث.

ت- إكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية مفاهيم تقنية النانو الأساسية و في مجالات البيئة والطب والطاقة بواسطة المدخل الاستقصائي.

ث- تنمية نزعات التفكير الابتكاري (النزعة نحو الفضول، المثابرة والإصرار، التخيل، التعاونية، الانتظام) لدى لطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

ج- تقدير عظمة الخالق_سبحانه وتعالى_ في تسخير الإنسان للاكتشافات العلمية لخدمة البشر.

ح- تقدير العلم وجهود العلماء في ظهور مجال تقنية النانو وتطوره.

وينبثق من هذه الأهداف العامة أهداف إجرائية موضحة بالتفصيل في تخطيط اللقاءات وجلساتها.

ثانيًا:نبذة عن مدخل الاستقصاء وإستراتيجياته ونماذجه (نموذج عجلة الاستقصاء)

مدخل الاستقصاء:

المدخل: هو نسق من الأفكار المستمدة من النظريات العلمية في المجالات المختلفة: (علم النفس، علم اللغة، علم الاجتماع،...إلخ)، والتي يمكن توظيفها في عمليات التعليم ويثبت فعالية المدخل بتجريب نماذجه و إستراتيجياته والطرائق المستمدة منه (عوض ،٢٠٠٩م،ص٣١).

الاستقصاء: يقصد به إتاحة الفرصة للطلبة في استكشاف الأسئلة ذات الطابع العلمي، ويعمل الطلبة على البحث عن أدلة للإجابة على تلك الأسئلة وتقديم تفسيرات أو إجابات للأسئلة المطروحة، وتقويم تلك التفسيرات ومحاولة إيجاد تفسيرات بديلة ممكنة، بالإضافة إلى تبادل الطلبة استنتاجاتهم مع الآخرين، وينبغي الأخذ في الحسبان ضرورة معرفة الطلبة أن العلماء يمارسون الاستقصاء في عملهم، وهو ما يوجب تدريس العلوم بوصفه استقصاء وتدريسه من خلال الاستقصاء (National Research Council, 2000).

- **وتعرف الباحثة المدخل الاستقصائي إجرائيًا**: بأنه نسق من الأفكار المستمدة من النظرية البنائية، والتي تهتم بإتاحة الفرصة للطلبة في استكشاف الأسئلة ذات الطابع العلمي، و البحث عن أدلة للإجابة عليها وتقديم تفسيرات أو إجابات لها، وتقويم تلك التفسيرات ومحاولة إيجاد تفسيرات بديلة ممكنة، بالإضافة إلى تبادل الاستنتاجات مع الآخرين، وتثبت فاعلية هذا المدخل بتجريب نماذجه، و من أبرزها نموذج عجلة الاستقصاء الذي يحتوي على عشرة أنشطة وهو النموذج الذي سيستخدم لتحقيق أهداف الوحدات في البرنامج الإثرائي.

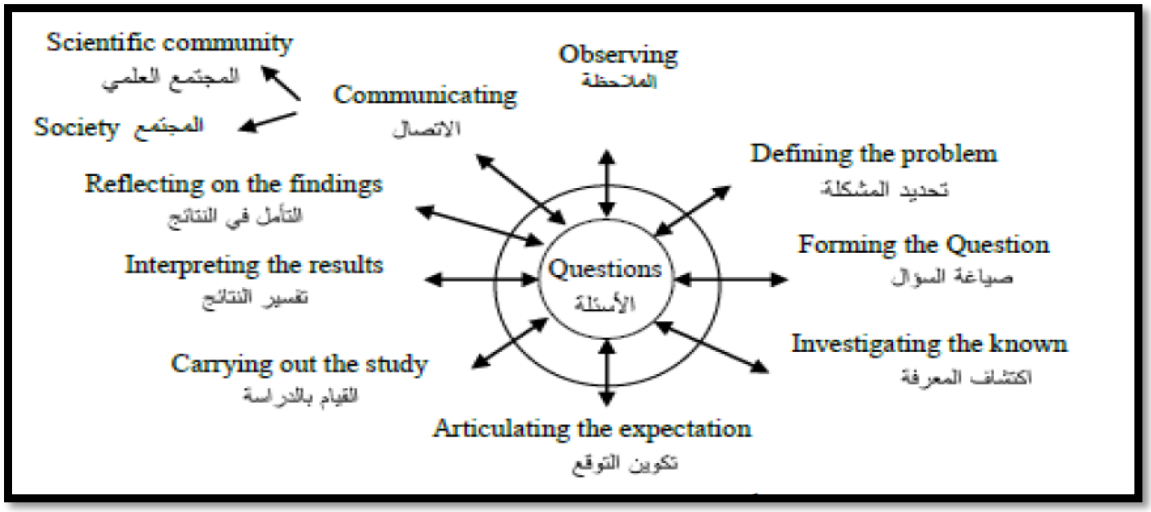
يتبع مدخل الاستقصاء عددٌ من النماذج والإستراتيجيات التدريسية منها: إستراتيجية حل المتناقضات و نموذج الاستقصاء العادل والدوري، وقد وقع الاختيار في بناء هذا البرنامج على نموذج عجلة الاستقصاء؛ كونه يشمل عشرة أنشطة للاستقصاء قد تكون الأشمل للأنشطة في نماذجه،كذلك كونه نموذجًا مرنًا يتيح حرية للمستخدم بأن يبدأ بالنشاط المناسب ويقضي وقتًا أكبر في بعض الأنشطة دون البقية وفق احتياجه، كما أنه مرن بحيث يمكن للمستخدم العودة لأي نشاط في الوقت الذي يرغب خلال عملية الاستقصاء.

مفهوم نموذج عجلة الاستقصاء :

هو نموذج ديناميكي يصف كيف يمارس العلماء العلم ويوضح الطبيعة الديناميكية لعمل العلماء في الاستقصاء العلمي، ونبع من مشروع بحثي قائم على أساس فحص العمل بالاستقصاء العلمي لدى ما يزيد على خمسين عالما في مجالات البحث العلمي المختلفة . ويتكون النموذج من عشرة أنشطة ليبدأ الطالب فيها الاستقصاء من أي نشاط من الأنشطة العشرة وهي : طرح الأسئلة ،الملاحظة، تحديد المشكلة ،صياغة السؤال ،اكتشاف المعرفة ،عمل التوقع ،القيام بالدراسة ،تفسير النتائج ،التأمل في النتائج ، والاتصال مع الآخرين (Reiff R.et al.2002, 21).

مراحل نموذج عجلة الاستقصاء:

يتضمن نموذج العجلة الاستقصاء (١٠) أنشطة رئيسة، تسعة أنشطة منها حول المركز حيث يكون النشاط رقم عشرة هو طرح الأسئلة كما في الشكل التالي رقم (٢-١) (Reiff R.et al.2002, 21)



الشكل (٢-١): نموذج عجلة الاستقصاء

١- **تحديد المشكلة Defining the Problem**

في هذا النشاط يتم تحديد الأهداف العلمية المراد اكتشافها، بعض العلماء يعتبرون أن قدرة الفرد على تحديد المشكلة قدرة غير طبيعية أي أنها غير متوفرة لدي كل الأفراد، بينما يعتقد البعض الآخر من العلماء أن أي فرد بإمكانه تحديد المشكلة وإجراءات العمل بها.

٢- صياغة السؤال Forming The Question

يقصد بها بناء سؤال يقود البحث أو الدراسة، وتحديد المشكلة ربما يحدث بعد طرح السؤال، إلا أن الأكثر شيوعًا أن العبارة التقريرية للمشكلة تتحول إلى سؤال ليمثل مركز الاستقصاء، وصياغة السؤال من الممكن أن تكون تحديًا، و الاستقصاء هو صياغة سؤال جديد، وعلينا مساعدة الطالبات في ترسيخ الفهم الذي يقول: إنَّ المعرفة تأتي من خلال طرح الأسئلة، حتي وإن كانت الطالبات غير قادرات على طرح سؤال جديد، وأن المعرفة تكون نتيجة عمليات تقوم على الاستقصاء، وأن طرح الأسئلة هو النتيجة الطبيعية لحب الاستطلاع، وذلك هو الذي يقود إلى المعرفة والفهم الجديدين، وليست المعرفة هي التي تثير الاستقصاء، بل طرح الأسئلة هو القوة القائدة للاستقصاء العلمي.

٣- اكتشاف المعرفة Investigating The Known

هذا النشاط يقابل مرحلة جمع المعلومات في الطريقة العلمية التقليدية وهي عملية يقوم من خلالها العلماء بالاطلاع على الكتب والمقالات ومقابلة الخبراء في مجال البحث أو الدراسة، أو التحدث مع الخبراء في مجال البحث، والتحدث مع الخبراء في هذا المجال هو مثال للاتصال الذي يحدث في المرحلة المبكرة لعملية الاستقصاء، وهذا يمثل تناقضًا للطريقة العلمية المكتوبة في الكتب؛ حيث يذكر الاتصال كخطوة نهائية فقط عند عرض تقرير (شفوي / كتابي) للاستقصاء، في هذا النشاط يستطيع العلماء معرفة الحدود بين المعرفة المعلومة أو الموجودة بالفعل ، والمعرفة المجهولة بالفعل عن موضوع الاستقصاء.

وفي مرحلة اكتشاف المعرفة توجه المعلمة إلى البحث في شبكة المعلومات، قراءة الكتب والمجالات، الاتصال بالخبراء، وكل هذه مهارات ضرورية لاكتشاف ما هو معلوم في الموضوع الذي تتم دراسته.

٤- تكوين التوقع Atriculating the Expectation

هذا النشاط من نموذج عجلة الاستقصاء يقابل مرحلة الفرض في الطريقة العلمية، وبمجرد إكمال مرحلة جمع المعلومات ربما يرجع العلماء للخلف للأنشطة السابقة في نموذج العجلة لتنقيح أو تعديل المشكلة أو السؤال موضوع الاستقصاء، والفهم الجيد للمعرفة والمعلومات التي تم جمعها حول موضوع الاستقصاء توجه العلماء لبناء إجابة مبدئية للسؤال وهو الفرض أو التنبؤ، وبصفة أشمل يكون العلماء توقعاتهم – فروضهم – تنبؤاتهم عن السؤال موضوع الاستقصاء.

٥- القيام بالدراسة Carrying out the Study

بناء على دراسة الأدبيات المرتبطة بموضوع الاستقصاء والتنبؤات أو الفروض التي تمت صياغتها، يبدأ العلماء في هذا النشاط التخطيط والتصميم للاستقصاء العلمي، في هذا النشاط يتم البحث عن إجابة بالدليل العلمي لسؤال الاستقصاء، ويستخدم العلماء طرقًا ومداخل متعددة لاستقصاء السؤال، ويقرر العلماء أي طريقة سوف تكون مناسبة للاستقصاء، ويختارون الأدوات والوسائل التي سوف تساعد في إجراء الاستقصاء وحتي يتم الإجابة على سؤال الاستقصاء بالدليل العلمي، فإن الاستقصاء ربما يأخذ شكل تجربة أو اختبار أو تصميمات أخري، وفي التجربة أو الاختبار يسيطر العلماء على المتغيرات ويعالجون المتغير المطلوب اختباره ، اختبار الأدوات والتصميم التجريبي يتأثر بالتوقعات أو الفروض والتي سوف تمدنا بإجابة مفيدة للسؤال موضوع البحث، والحصول على البيانات ممكن أن يتم بطرق مختلفة اعتمادًا على نوع الدراسة ولكن العلماء يحتاجون أن يثبتوا صدق بياناتهم.

٦- تفسير النتائج Interpreting the Results

بعد التوصل للبيانات من خلال المرحلة السابقة، يبدأ العلماء فحص ماذا تقول هذه النتائج ؟ وما دلالة هذه النتائج ؟ هذه النتائج قد تكون في شكل قياسات، ملاحظات، تحليل إحصائي، دراسة استطلاعية وذلك بناء على الطريقة المختارة لجمع النتائج، يبدأ العلماء في البحث عن النماذج والعلاقات بين النتائج فإذا كانت النتائج غير مترابطة أو غير متناسقة، أو حدث خطأ في جمع النتائج، فإن العلماء يكررون دراستهم مرة أخرى أو ينقحون تصميمهم التجريبي، وهذا ربما يقود العلماء لتنقيح الطريقة المستخدمة في الاستقصاء، أو تنقيح سؤال البحث، أو البحث عن معلومات أكثر عن الموضوع أو عمل ملاحظات إضافية، والطبيعة الانسيابية لنموذج عجلة الاستقصاء حينما أكمل جمع النتائج، بالنسبة لبعض العلماء من هذه المرحلة تبدأ العلوم الحقيقية أو العلوم الفعلية والكثير من الناس يعتقد أن العلم هو جمع النتائج في المعمل، في هذه المرحلة قد يتم العودة مرة أخرى للأبيات وتتم معالجة النتائج كما تتم المشاركة؛ حيث تكون الاكتشافات ذات معني .

٧- التأمل في النتائج Reflecting on the Findings

هذا النشاط غير متشابه لمرحلة تفسير النتائج، وفي هذا النشاط يقضي العلماء وقتًا كافيًا للتفكير في النتائج التي توصلوا إليها: ماذا تعني هذه النتائج؟ وما دلالة النتائج التي توصلوا إليها؟ وكيف ترتبط هذه النتائج بالمعرفة السابقة؟ ويقضي العلماء ساعات عدة في البحث عن النماذج

وعمل العلاقات بين النتائج التي توصلوا إليها، ويوضح العلماء أن أكثر ما تبخس قيمته في البحث هو التفكير أو التأمل في النتائج التي تم التوصل إليها ويوضح بعض العلماء أن أفضل العلماء مثل اينشتاين ونيوتن كانوا قادرين على إدراك علاقات لم يستطع أي فرد آخر غيرهم على رؤيتها عن طريق التأمل في النتائج، ولذلك أنت تفكر في هذه المرحلة بالورقة والقلم وقراءة الكتب الرئيسة وهذا لإدراك الروابط وعمل العلاقات بين النتائج وإدراك الموضوع بصورة أشمل، هذه الومضات أو لحظات الاستبصار من الممكن أن تحدث خارج المعمل، وقد يأخذ العلماء خطوة للخلف للاستبصار في البيانات وإدراك العلاقات، معظم كتب العلوم التي تم تحليل الطريقة العلمية التقليدية فيها لا تذكر التأمل في النتائج كجزء مهم من الاستقصاء.

٨- الاتصال Communication

العلماء نادرًا ما يعملون في انفصال وهذا يعني أنه خلال الاستقصاء يتصل العلماء مع أقرانهم من العلماء ومع العلماء الآخرين في المعامل الأخرى، وفي كل مكان، والعديد من الاستقصاءات تتضمن الجهود التعاونية بين العديد من العلماء والتي تتطلب مهارات اتصال جيدة، وغالبًا هذا النشاط يولد أفكارًا جديدة من خلال مناقشة الأفكار والاستجابة للأسئلة والاستفهام، ومن المهم ملاحظة أن الاتصال لا يحدث فقط في نهاية مرحلة الاستقصاء، بل -كما سبق ذكره- يحدث في مرحلة جمع المعلومات ومشاركة النتائج والاتصال مع الآخرين وقد يكون:

أولًا :الاتصال مع الأقران في المجتمع العلمي (العلماء) وهو ضروري لتوضيح النتائج وصدقها وثباتها وفرص التقدم المهنية.

ثانيًا : الاتصال مع العامة من الناس الذين قد يحضرون مرحلة الاتصال وذلك للاستفادة العلمية، أو من الممكن أن ينفع المجتمع بزيادة الوعي عن القضايا العلمية ومساعدة الناس على اتخاذ القرارات، التقليل من خوفهم من العلم، تشجيعهم على طرح الأسئلة عن مشكلات الحياة اليومية.

ويقتصر ذكر الاتصال في الطريقة العلمية التقليدية على أنه خطوة قاصرة فقط على المجتمع العلمي. هذا النشاط قد يكون تقديمًا شفويًا أو كتابيًا عما تم استقصاؤه.

٩- الملاحظة Observing

تحدث الملاحظة خلال أنشطة نموذج عجلة الاستقصاء كلها، فالملاحظة ضرورية لتسجيل القراءات بدقة، وتكون المصدر لنمو الأسئلة، والأسئلة تنبع من الملاحظات باستخدام الحواس، أو تنبع الأسئلة من خلال القراءة في الأدبيات أو من حب الاستطلاع الموجود لدى العلماء، ويوضح أحد العلماء في هذه الدراسة أن مهارات الملاحظة جزء من الاستقصاء العلمي؛ فالعديد من الناس تنظر ولكنها لا ترى لذلك فالمهارة الرئيسة في الاستقصاء هي الرؤية أو الملاحظة، ولمساعدة الطالبات على تنمية مهارات الملاحظة يمكن طرح الأسئلة الآتية أثناء الاستقصاء العلمي: حدثيني ماذا رأيتِ؟، ما الذي سمعتيه؟، بماذا تشعرين؟، ماذا تلاحظين؟ هذه الملاحظات هي التي تمكننا من تحريك الاستقصاء لمرحلة أخرى أو تكون نقطة البدء لاستقصاء جديد.

ويؤكد العلماء على الملاحظة خلال عملية الاستقصاء العلمي كلها؛ فهي متضمنة مع مرحلة إنجاز الدراسة ومرحلة اكتشاف ما هو معلوم.

١٠- الأسئلة Questions

يكون طرح الأسئلة في مركز نموذج عجلة الاستقصاء، وهو مركز وجوهر أي استقصاء علمي، سواء كانت الأسئلة عامة أم متشعبة، وتستمر عجلة الاستقصاء في الدوران عن طريق الأسئلة التي تغذيها ويصف أحد العلماء الدور الرئيس للأسئلة بأنه يجب أن نسأل عن كل شيء. لماذا ؟ ولذلك تكون العلوم مهمة والتقصي هو الذي يقود عملية بناء المعرفة.

ثالثًا: دور المعلمة والطالبة في نموذج عجلة الاستقصاء

خطوات التدريس باستخدام نموذج عجلة الاستقصاء

١- يتم التدريس وفق نموذج عجلة الاستقصاء بداية بالتخطيط للدرس؛ حيث تقوم المعلمة بتجهيز جميع المتطلبات لأنشطة النموذج الاستقصائي، وتُهيئ نفسها للبدء مع الطالبات بأي نشاط من أنشطة النموذج العشرة حسب ما يخدم طبيعة المحتوى وتعلم الطالبات حسب ماخطط له (مجموعات استقصائية :رباعية_ خماسية).

٢- يتم توضيح النموذج للطالبات ووصف مهمات أنشطته العشرة وكيف يتم الاستقصاء وفقها.

٣- يمكن أن تستعين المعلمة برسم نموذج عجلة الاستقصاء على السبورة، وتوجه الطالبات للتنقل من خلاله بين الأنشطة الاستقصائية.

٤- يتم التحفيز لطرح الأسئلة بشكل مصاحب لكل نشاط من الأنشطة التسعة الباقية؛ حيث إن طرح الأسئلة نشاط مركزي في نموذج الاستقصاء.

٥- توجه المعلمة وتتابع سير تعلم الطالبات من خلال أنشطة النموذج وتوفر الدعم عند وجود أي صعوبات في تنفيذ الخطوات.

٦- يتم تقويم الطالبات تقويمًا مرحليًا عن طريق ملاحظتهم في كل نشاط من أنشطة العجلة.

دور المعلمة عند التدريس باستخدام نموذج عجلة الاستقصاء:

- توجيه تدريس المحتوى من خلال النموذج؛ البدء بالنشاط المناسب من أنشطة نموذج العجلة للدرس وللمشكلة التي يشعر بها الطالبات.
- دور المعلمة موجهة ومرشدة وداعمة للطالبات أثناء تقصيهن وفق أنشطة النموذج العشرة.
- استحضار نشاط الأسئلة كنشاط مركزي في النموذج وتعزيز ذلك من خلال الأنشطة التسعة.
- ملاحظة أداءات الطالبات في كل نشاط وتدوين ملاحظاتها (تقويم بنائي).
- معالجة أسئلة الطالبات بتوجيهات مناسبة.

دور الطالبة الموهوبة في نموذج عجلة الاستقصاء:

- الطالبة هي محور العملية التعليمية.
- دورها إيجابي فعال (تحدد المشكلة -تتقصى – تبحث –تسأل – تتواصل – تتأمل – تفسر- تلاحظ –تتوقع- تكتشف) .
- تتفاعل مع كل نشاط في نموذج العجلة حسب مهماته.
- تستفيد من دعم وتوجيه المعلملة أثناء مواجهة صعوبات في أنشطة التقصي.

رابعًا: إرشادات وتوصيات عند استخدام البرنامج.

عزيزتي المعلمة، نأمل منكِ مراعاة الإرشادات الآتية التي ستساعدك -بإذن الله – على تحقيق أهداف البرنامج:

١. قراءة المحتوى قراءة متأنية ودقيقة؛ يزيد من كفاءتكِ التدريسية في تقديم البرنامج.

٢. تجهيز المكان بالأدوات والوسائل المطلوبة قبل الدرس؛ يُسهم في نجاح الأهداف وتحقيقها.

٣. مُراعاة الزمن في التنفيذ بدقة، واستثمار الوقت كاملًا وفق الخطة المحدّدة لكل درس؛ عامل مهم في تحقيق أهداف البرنامج التعليمي.

٤. تحقيق التكامُل بين دليل المعلمة ودليل الطالبة الموهوبة في البرنامج الإثرائي.

٥. تفعيل دور الطالبة الإيجابي أثناء التدريس، وقصر دور المعلمة على توجيه الأنشطة الاستقصائية وإدارة النقاش؛ مما يجعل البرنامج التعليمي أقوى أثرًا، وأكثر تشويقًا.

٦. التأكيد على إثارة المشكلات وتحديدها أثناء التدريس، حتى يمارس الطلاب عمليات التفكير ويستخدمون العمليَّات العقلية والمهارات الاستقصائية المختلفة في أثناء البحث عن حلول للمشكلات بواسطة أنشطة الاستقصاء العشرة.

٧. الاشتراك مع خبراء في التخصُّصات الأخرى المرتبطة بموضوع البرنامج (تقنية النانو)؛ لدعم نشاط الاتصال وللوصول إلى التفاعُل والفهم العميق، من خلال الاتصال والنقاش بين المجتمع التخصصي العلمي والطالبات.

١١. الاعتماد على المصادر المعرفيَّة المتنوّعة؛ لتحقيق الأهداف المنشودة وتوجيه الطالبات لذلك.

١٢. تشجيع التعلُّم الذاتي، ومساعدة الطالبة على فهم ذاتها، واكتشاف نقاط ضعفها وقوتها.

١٣. مساعدة الطالبة على تكوين رؤية تكامُليَّة حول قضية معينة.

١٤. تعزيز نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات من خلال الاستقصاء حول مفاهيم تقنية النانو.

١٥. الحرص على تحديد خلاصة التعلُّم نهاية كل لقاء؛ يُسهم في تأكيد التعلُّم وتثبيت المعلومات.

١٦. القيام بخطوات التقويم التكويني والنهائي في كل لقاء وفق المدخل الاستقصائي.

خامسًا: الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج.

يستغرق تنفيذ البرنامج (٢٤) ساعة بواقع (٨) لقاءات، كل لقاء يضم جلستين مدة الجلسة (٩٠) دقيقة بمعدل لقاءين لمدة أربعة أسابيع.

المحور (الوحدة)	الجلسة	الموضوع	المدة الزمنية	الأسابيع
التعريف بالبرنامج		**اللقاء التعريفي**		الأسبوع الأول
	الأولى	اختبار مفاهيم تقنية النانو (تطبيق قبلي) مقياس نزعات التفكير الابتكاري (تطبيق قبلي)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	مقدمة البرنامج الإثرائي(تقنية النانو الحاضر والمستقبل)	(٩٠) دقيقة	
وحدة أساسيات تقنية النانو		**اللقاء الأول**		
	الأولى	مقدمة مفاهيمية (١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	مقدمة مفاهيمية(٢)	(٩٠) دقيقة	
		اللقاء الثاني		الأسبوع الثاني
	الأولى	الأجهزة والأدوات في تقنية النانو(١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	الأجهزة والأدوات في تقنية النانو(٢)	(٩٠) دقيقة	
		اللقاء الثالث		
	الأولى	أشكال المواد النانوية(١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	أشكال المواد النانوية(٢)	(٩٠) دقيقة	
وحدة تقنية النانو في البيئة		**اللقاء الرابع**		الأسبوع الثالث
	الأولى	تطبيقات تقنية النانو البيئية(١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	تطبيقات تقنية النانو البيئية(٢)	(٩٠) دقيقة	
وحدة تقنية النانو في الطب		**اللقاء الخامس**		
	الأولى	تطبيقات تقنية النانو في الطب(١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	تطبيقات تقنية النانو في الطب(٢)	(٩٠) دقيقة	
وحدة تقنية النانو في الطاقة		**اللقاء السادس**		الأسبوع الرابع
	الأولى	تطبيقات تقنية النانو في الطاقة(١)	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	تطبيقات تقنية النانو في الطاقة(٢)	(٩٠) دقيقة	
ختام البرنامج		**اللقاء الختامي**		
	الأولى	أنشطة ختام البرنامج	(٩٠) دقيقة	
	الثانية	اختبار مفاهيم تقنية النانو (تطبيق بعدي) مقياس نزعات التفكير الابتكاري (تطبيق بعدي)	(٩٠) دقيقة	
المجموع		**(١٦) جلسة**	**(٢٤) ساعة إثرائية**	**(٤) أسابيع**

سادسًا: أدوات تقويم التعلم.

٤- التقويم القبلي، ويَتمَثَّل في تطبيق أداتي الدراسة، حيث تم إجراء التطبيق القبلي لاختبار مفاهيم تقنية النانو والتطبيق القبلي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري؛ لتحديد المستوى القبلي للطالبات الموهوبات، فضلًا عن التقويم المبدئي في بداية كل لقاء من لقاءات البرنامج.

٥- التقويم التكويني، ويستمر طوال فترة التدريس ويكون من خلال:

- ملاحظة الطالبات الموهوبات أثناء أداء الأنشطة العشرة الخاصة بنموذج عجلة الاستقصاء في كل لقاء، وتسجيل مدى إتقانهنَّ لمهارات الاستقصاء في التوصل للمفهوم وخصائصه وأمثلته وتطبيقاته باستخدام بطاقة الملاحظة مع تقديم التغذية الراجعة.
- تقويم المهمات التطبيقية للأنشطة عقب كل (تجربة).
- التقويم الذاتي لكل مجموعة عمل عقب كل نشاط، وتقويم الأقران بين المجموعات.
- التقارير النهائية للمجموعات.
- ملف إنجاز يحتوي على: التقويم الذاتي وتقويم الأقران للمجموعات الأخرى، والتقارير النهائية لكل مفهوم ،والواجبات والتكاليف المنزلية، والمنتج الخاص بالمجموعة: (فيديو، منشور توعوي ،أنفوجرافيك، ألبوم صور، ملصق علمي، مقال علمي).

٦- التقويم البعدي، ويَتَمَثَّل في تطبيق أداتي الدراسة، حيث تم إجراء التطبيق البعدي لاختبار مفاهيم تقنية النانو والتطبيق البعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري، بعد إنهاء البرنامج لمعرفة فاعليته في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري، فضلًا عن التقويم البعدي لمنتجات الموهوبات في نهاية كل لقاء من لقاءات البرنامج.

سابعًا: خلفية علمية حول تقنية النانو ومفاهيمها الواردة في البرنامج للمعلمة.

مفهوم تقنية النانو:

التقنيات المتناهية في الصغر، وتكنولوجيا المنمنمات، والتكنولوجيا المجهرية الدقيقة، وتكنولوجيا الجيل الخامس، والتقنية الفائقة الصغر؛ هذه المصطلحات العِلْميَّة ذات معنى واحد، ولا يوجد اتفاق علمي على مفهوم موحد؛ لذا ستستخدم في هذه الدراسة مصطلح تقنية النانو بحكم دقته وشيوعه، إضافة إلى كثرة استخدامه في الأوساط العِلْميَّة.

ويعرف مصطفى(٢٠١٣م)تقنية النانو: على أنها المجال الذي من خلاله يتم تصميم و تطبيق مواد وأجهزة تكون ذات أشكال وأحجام قد تم تصميها هندسيًا على المقياس النانوي، وفي هذه التقنية يتم

استغلال الخصائص الكيميائية، والفيزيائية، والكهربية، والميكانيكية للمواد المستخدمة التي تتيح في النهاية الحصول على منتجات نانوية(ص٥).

وتعرف الباحثة مفاهيم تقنية النانو إجرائيًا في هذا البرنامج بأنها: تلك المفاهيم المختصة بتقنية النانو في المجالات التالية: (أساسيات تقنية النانو، تقنية النانو في البيئة، تقنية النانو في الطب، وتقنية النانو في الطاقة) والمناسبة لمحتوى فروع العلوم والطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

مبادئ تقنية النانو: فيما يلي عرض لأهم مبادئ تقنية النانو، والفائدة التي تتحقّق منها (الحبشي، ١٤٣٢هـ، ص٤٧):

جدول (١): مبادئ تقنية النانو ومميزاتها.

المبدأ	الميزة (الفائدة)
إمكانية التحكُّم بتحريك الذَّرَّات منفردة وإعادة ترتيبها.	إمكانية بناء أي مادة في الكون؛ لأن الذرة هي وَحْدة البناء لكل المواد.
الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة عند مقياس النانو تختلف عن الخصائص للمادة نفسها في الحجم الطبيعي.	اكتشاف خصائص مميزة للمواد يستفاد منها في الكثير من الاختراعات والمجالات التطبيقية
تعتمد تقنية النانو على مبادئ الفيزياء، والكيمياء، والهندسة الكهربائية والإلكترونية.	تربط العلوم، وتشجّع الجميع باختلاف تخصُّصاتهم العِلْميَّة على الدخول في مجالها، والتعاون فيما بينهم.
إمكانية التحكُّم بالذَّرَّات في صنع المواد والآلات وتنقيتها من الشوائب، وتخليصها من العيوب.	تصبح خصائص المواد والآلات أفضل، فهي أصغر، وأخف، وأقوى، وأسرع، وأرخص، وأقل استهلاكًا للطاقة.
تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العِلْميَّة، التي تتصف بإمكانية تطبيقها في اختراعات واستخدامات مفيدة.	تحوّل الخيال العلمي إلى واقع حقيقي.

خصائص جُسَيْمات النانو:

ذكرت الأدبيات ومنها محمد (٢٠١٠م) الخواص الفريدة للمواد النانويَّة (ص٦٧) الآتية:

١. التوصيل الكهربائي: بعض المواد العزلة تتحوّل إلى مواد فائقة التوصيل للكهرباء؛ نتيجة وجودها في حجم النانو، والعكس صحيح. وقد أسهمت هذه الخاصية في إنتاج أجهزة خفيفة الوزن، عالية المواصَفات التقنية، وفي الوقت نفسه منخفضة التكلفة.
٢. الصلابة: تفوق صلابة جُسَيْمات النانو صلابة الجُسَيْمات غير النانويَّة للمادة نفسها، على سبيل المثال: تفوق صلابة جُسَيْمات النانو المصنّعة من السليكون مئات المرات من صلابة السليكون، وبالتحديد تمتلك صلابة ما بين الياقوت والماس.
٣. القدرة على تغيير اللون: يتغيّر لون جُسَيْمات النانو بتغيير حجمها وشكلها، وتظهر هذه الظاهرة بوضوح في جُسَيْمات النانو لعنصري الذهب والفضة.

٤. الشفافية: جُسَيْمات النانو ذات أبعاد أقل من الأطوال الموجية للضوء المرئي؛ ولذلك لا تعكس أو تكسر الضوء المرئي؛ مما يجعلها ذات شفافية عالية؛ ولذلك فمن الممكن أن تُستخدم لتغلفة الكثير من المنتجات دون أن تؤثر في لونها، مثل: الأغلفة الشفافة ومواد التجميل.

٥. نقطة الانصهار: تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتغير أبعاد مقاييس حبيباتها، وعلى سبيل المثال؛ فإن درجة الحرارة التي يُحوّل عندها تحول فلز الذهب النقي من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة تُعرف بنقطة الانصهار (Melting Point)، وهي (١٠٦٤) درجة مئوية. وتتناقص قيمة نقاط انصهار فلز الذهب بتناقص أقطار تلك الحبيبات تناقصًا ملحوظًا، ويبرر علماء الفيزياء سبب تناقص قيم نقط انصهار المادة مع تناقص مقاييس حبيباتها إلى الزيادة الطارئة على مساحات أسطحها الخارجية، واختلاف مواضع ذرات فلز الذهب وترتيبها عما كانت عليه.

٦. المغناطيسية: تعتمد قوة المغناطيس اعتمادًا كليًّا على مقاييس أبعاد النانو للمادة المصنوع منها المغناطيس، وكلما صغرت جزيئات المادة، وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية، ووجود الذَّرَّات على تلك الأسطح ازدادت قوة المغناطيس، وفعاليته، وشدته. وتعدُّ المواد النانويَّة ذات الخواص المغناطيسية أهم مصادر المواد التي تدخل في إنتاج المغناطيسات فائقة الشدة، المستَخْدَمة في المولدات الكهربية الضخمة، ومُحركات السفن والبواخر العملاقة.

مفاهيم تقنية النانو الواردة في البرنامج تتضح في القائمة الآتية:

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
أساسيات النانو	١	علم النانو "**Nanosciene** "	هو مجال علمي يهتم بدراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والبنى التي يوجد فيها بعد واحد –على الأقل– يقع بين ١ و١٠٠ نانومتر، ويُعنى بتحليل وتوصيف المواد النانوية وتعيين خواصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية.
	٢	تقنية النانو "**Nanotechnology** "	هي تلك التقنية المتقدمة القائمة على فهم ودراسة العلوم النانوية مع توافر المقدرة التقنية على إنتاج مواد النانو والتحكم في بنيتها الداخلية، وإعادة هيكلة وترتيب الذرات والجزيئات المكونة لها؛ بهدف الحصول على منتجات متميزة.
	٣	وحدة النانومت "**Nano Scale**"	وحدة قياس متناهية الصغر وتعادل جزءًا من مليار جزء من المتر .
	٤	المواد النانوية "**Nanomaterials** "	هي مواد متقدمة ذات تركيب نانوي تتألف من مكون واحد أو أكثر له بعد واحد على الأقل يتراوح ما بين (١– ١٠٠) نانومتر، وتحتوي هذه المواد على جسيمات النانو وألياف نانوية، وأنابيب نانوية، ومواد مركبة، وسطوح بنى نانوية.
	٥	تقنية تصنيع مواد النانو من أعلى إلى أسفل"**Top down**"	عملية تقنية تتجه فيها طريقة تصنيع المواد النانوية من القمة إلى القاعدة؛ للوصول إلى الشكل والحجم المطلوبين، وتقوم على تقسيم المواد الكبيرة وتحويلها إلى مواد ذات بعد نانوي باستخدام طرق ووسائل فيزيائية ميكانيكية، مثل: الطحن، البرد، الحفر الضوئي،

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
			أو وسائل كيميائية مثل بعض الأحماض.
	٦	تقنية تصنيع مواد النانو من أسفل لأعلى"**Bottom up** "	عملية تقنية تتجه فيها طريقة تصنيع المواد النانوية من القاعدة للقمة، حيث تبدأ عملية التصنيع من التحكم في الذرات والجزيئات، وفصلها عن بعضها ثم تجميعها لتصل إلى الحجم والشكل المطلوبين باستخدام التفاعلات الكيميائية، أو استخدام طريقة تبادل المواد؛ أي (مادة تشكل منها مادة أخرى).
	٧	المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)	ميكروسكوب إلكتروني متقدم يقوم بتركيز حزمة إلكترونية عالية الطاقة على سطح عينة تتفاعل مع ذراتها؛ مما يولد إشارة كهربائية تكشف عن التركيب الدقيق للجزيئات متناهية الصغر، وتكوين صورة ثلاثية الأبعاد على شكل قطاعات في شكل شبكي، وتتميز هذه الصورة بدرجة عالية من الدقة تتراوح ما بين (٥– ١٠) نانومتر تقريبًا، وقد تصل دقة الصورة إلى (١) أو إلى (٠,٥) نانومتر، كما يتميز بقدرته العالية على تكبير العينة ما بين (١٠– ١٠٠٠٠٠٠) مرة، وهذا يعطي صورة واضحة لتفاصيل تركيب العينة المفحوصة.
	٨	المجهر النفقي الماسح (STM)	تقنية ميكروسكوبية تستخدم في مسح العينات، ويتكون هذا الميكروسكوب من إبرة رأسها معدني وحاد جدًّا، مخصصة للتصوير على السطوح، وتستخدم هذه الإبرة للكتابة، والتصوير، وتحريك الذرات الواحدة بعد الأخرى، ووضعها في المكان المناسب، وبتكرار هذه العملية بطريقة منظمة يمكن بناء تراكيب في القياس الذري.
	٩	مجهر القوة الذرية (AFM)	أحد أنواع مجاهر الحساسات المسحية ذات التحليل عالية الدقة التي لها قدرة تحليل تصل إلى أجزاء من النانومتر، ويمكن بواسطته الحصول على صورة طبوغرافية ثلاثية الأبعاد للعينة المدروسة، ويعتبر من الأدوات الرئيسة في تصوير وقياس وتحريك المادة عند مستويات النانو.
	١٠	المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)	نوع من المجاهر الإلكترونية يستخدم حزمة من شعاع الإلكترونات تنفذ عبر شريحة رقيقة من العينة، وتتفاعل معها مكونة صورة لها يتم تكبيرها بواسطة عدسة شيئية، وعرضها على شاشة تصوير أو فيلم تصوير أو كاشف حساس مثل كاميرا (CCD)، وتتراوح دقة الصورة بين (٠,١– ٠,٢) نانومتر تقريبًا.
	١١	المجس النانوي مانيبيويلاتور "**Nano Manipulator** "	مجس حساس دقيق، يساعد العلماء في دراسة العينات بدقة متناهية، ويشتمل على آلة تشبه عصا قيادة السيارة، وتتصل هذه الآلة بكمبيوتر شخصي مزود ببطاقة رسم بياني متقدمة للغاية تقوم بتحويل البيانات وعرضها على هيئة صور مجسية ثلاثية الأبعاد بألوان متعددة، يمكن تكبيرها إلى أحجام تزيد على المليون ضِعف، برغم أن حجمها لا يزيد على بضعة نانومترات، وبواسطة هذا الجهاز يمكن تحسس سطح العينة مباشرة، والشعور بمعالم الأشياء الصغيرة وحوافها، وكذلك الفجوات الموجودة في جزيئات البروتين، ولزوجة بعض أنواع البكتيريا الممرضة.
	١٢	**الراصف النانوي** "**Nano Assembler**"	جهاز روبوت (Robot) متناهي الصغر لا يُرى بالعين المجردة، وله أذرع للإمساك بالذرة أو الجزيء وتفكيك المادة إلى مكوناتها الذرية، وله القدرة على رصف الذرات بجوار بعضها لصناعة المادة أو المنتج المرغوب، وهو مزود بنظام إلكتروني مبرمج يساعد العلماء على التحكم في الرواصف، ويمكن برمجته لإنتاج نسخة مشابهة له بالتكاثر أو

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
			الاستنساخ.
	١٣	النقاط الكمية " **Quantum Dots**"	بلورات نانوية شبه موصله تقوم بتقييد الإلكترونات في مساحات صغيرة تحتوي على وحدة شحن واحدة، وتنبعث منها ألوان ضوئية متباينة حسب حجمها، ومستويات الطاقة الخاصة بها، وتتأثر مستويات الطاقة بتغيير الحجم والشكل وجهد الشحنة.
	١٤	الفولورين " **Fulleren**"	جزيئات نانوية مكونة من ذرات الكربون مترابطة ثلاثيًا تعطي شكل كريات لها بناء يماثل الجرافيت، وتحتوي على أشكال خماسية وسداسية من ذرات الكربون؛ مما ينتج عنه انثناء الطبقات إلى كريات أو أسطوانات، وأكثر الفولورينات شهرة هو الجزيء (C_{60}) حيث تترتب (٦٠) ذرة من الكربون على رؤوس مجس عشري ناقص يشبه شكل الكرة، وقد سمّاها العلماء البصل (Bucky)، ويتميز بأنه جزيء ممغنط وغير قابل للاحتكاك.
	١٥	الجسيمات النانوية " **Nano Particles**"	عبارة عن تجمع ذري أو جزيئي ميكروسكوبي، يتراوح عددها من بضع ذرات (جزيء) إلى مليون ذرة، مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريبًا بنصف قطر أقل من ١٠٠ نانومتر. عندما يصل حجم الجسيمات النانوية إلى مقياس النانو في بعد واحد فإنها تسمى بئر الكم، أما عندما يكون حجمها النانوي في بعدين فتسمى السلك الكمي، وعندما تكون هذه الجسيمات بحجم النانو في ثلاثة أبعاد فإنها تُعرف بالنقاط الكمية، تكتسب الجسيمات النانوية أهمية علمية؛ حيث إنها تقع بين التركيب الحجمي الكبير للمادة وبين التركيب الذري والجزيئي.
	١٦	أنابيب الكربون النانوية " **Carbon Nanotubes**"	شرائح من الجرافيت يتم طيها حول محور معين لتأخذ شكلًا أسطوانيًا، حيث ترتبط ذرات نهايتي الشريحة بعضها ببعض لتغلق الأنبوب، وتكون إحدى نهايتي الأنبوب –في الغالب– مفتوحة، والأخرى مغلقة على شكل نصف كرة، كما يكون جدار الأنبوب فردي الذرات، وتسمى في هذه الحالة بالأنابيب وحيدة الجدار، أو يكون ثنائي الجدار أو أكثر، وتسمى في هذه الحالة بالأنابيب متعددة الجدران، ويتراوح قطر الأنبوب بين أقل من (١– ١٠٠) نانومتر؛ ليشكل سلكًا نانويًا.
	١٧	الأسلاك النانوية " **Nano Wires**"	بنى تمتلك حجمًا جانبيًا محددًا بعشرة نانومترات أو أقل، وحجمًا طوليًا غير محدد، وبهذه القياسات تكون التأثيرات الميكانيكية الكمية مهمة؛ لذلك تسمى مثل هذه الأسلاك بالأسلاك الكمية.
	١٨	الألياف النانوية " **Nano fiber**"	مواد نانوية على شكل ألياف ذات بعد واحد تقل أقطارها عن (١٠٠) نانومتر، ويمكن تصنيعها من خلال عملية التدوير الكهربائي أو البلمرة.
	١٩	علم سموم المواد النانوية " **Nan toxicology**"	مجال علمي يختص بدراسة سمية المواد النانوية الناتجة عن تأثيرات الحجم الكمي للمساحة السطحية الكبيرة للمواد المتناهية الصغر التي تزيد من نشاط المواد النانوية وتفاعلها الكيميائي، ومدى خطورة هذه المواد على صحة الإنسان، وقدرة الجسم على امتصاصها، وكيفية التعامل مع الجسيمات النانوية فائقة الصغر حينما تدخل الجسم البشري، ومدى قدرة الجسم على مقاومتها وتفاعلها مع العمليات الحيوية داخل الجسم، والآثار الجانبية المترتبة عليها، بالإضافة إلى خطورة هذه المواد على بيئة الإنسان.

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
	٢٠	أخلاقيات النانو "Nanotechnology Ethics"	القضايا، والمبادئ، والأسس، والمسائل الأخلاقية الخاصة بتقنية النانو وخصائصها الفريدة، مثل: طابعها غير المرئي عند تطبيقها؛ وهو ما يجعل التحكم فيها وتتبع آثارها أمرًا صعبًا، وكذلك التطور السريع لها الذي يجعل من الصعب تحديد تأثيراتها المحتملة، لاسيما على المدى البعيد، والاستجابة لها، وأيضًا احتمالات استخدامها في المجالات العسكرية والأمنية بما يتعارض مع حقوق الإنسان، وأيضًا التأثيرات المحتملة على الدول والمجتمعات التي لا تشارك في استحداث هذه التقنية، كما أن خطر الفجوة النانومترية هو احتمال تعميق اللامساواة بين الدول النامية والمتقدمة، وقضايا الملكيات الفكرية، وما إلى ذلك من أخلاقيات مرتبطة بها.
مجال البيئة	٢١	أقمشة النانو " Nanofabrics"	أقمشة مصنوعة بطرق خاصة قائمة على تقنية النانو؛ كاستخدام "ألياف النانو"، وتتميز أنواع هذه الأقمشة بعدة مميزات، منها: مقاومة الاتساخ، مضادة للجراثيم، مقاومة التلف، مضادة للرصاص.
	٢٢	النانو غذائيات (أغذية النانو) "Nano Foods"	علم يقوم بتصنيع مواد غذائية أو التعديل على خصائصها من خلال صناعة تحليل الغذاء إلى عناصره الأساسية (عناصر كيميائية وجزيئات) والتلاعب فيها لتغيير خصائصها أو حفظها، وكل غذاء تمت زراعته، أو إنتاجه، أو معالجته، أو تغليفه باستخدام تقنية النانو يعد من النانو غذائيات.
	٢٣	تقنية اللوتس (التنظيف الذاتي) "Lotus effect"	تقنية للتنظيف الذاتي مستوحاة من قدرة زهرة نبات اللوتس على تنظيف نفسها ذاتيًّا بواسطة تركيبها السطحي الخارجي المكون من شعيرات نانوية دقيقة تجعل من الصعب على ذرات المواد الأخرى الالتصاق بهذا السطح.
	٢٤	مرشحات نانوية "Nano Filtration"	عبارة عن أجهزة مكونة من أغشية ترشيح دقيقة، أو مواد ترشيح نانوية ماصة مصنوعة من ألياف النانو الدقيقة؛ لتنقية المياه من الميكروبات والأيونات المشعة، مثل: السيزيوم، واليود، وتسريبات النفط.
	٢٥	كواشف النانو " Nano and the Pollution"	كواشف ذات حساسية عالية جدًّا تستطيع اكتشاف أي تلوث في الهواء بدقة متناهية جدًّا، وتصل إلى حد اكتشاف بضعة جزيئات من الغاز أو الأبخرة الملوثة، وتعتمد على استخدام أنابيب النانو الكربونية، أو جسيمات البلاديوم النانوية، أو أسلاك النانو لأكسيد الزنك، وتتغير الخواص الكهربائية –كالمقاومة، والسعة الكهربائية– لهذه الكواشف، وذلك عند امتصاصها جزيئات الغاز الملوث.
	٢٦	الطباعة النانوية "Nanolithography"	أي عمل من حفر أو كتابة في نطاق المقياس النانوي، ويعد المجهر النفقي الماسح (STM)، ومجهر القوة الذرية (AFM) من الأدوات التي يتم بها الحفر والطباعة والكتابة على سطح ذي أبعاد ذرية.
	٢٧	الحبر الذكي "Intelligent Ink"	أنبوب نانو كربوني مكون من الحبر، يتميز بالقدرة على طلاء أسطح البلاستيك، حيث لا توجد تقنية خاصة بطلاء دائم لأسطحها لجعل السطح الرقيق قادرًا على توصيل الكهرباء، ويمكن تطبيق هذه التقنية على مجالات متنوعة؛ منها: شاشات العرض واللمس القابلة للثني.

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
	٢٨	معالجات حواسب محمولة نانوية "Nano Processor"	معالجات ذات سرعة عالية، واستهلاك أقل للطاقة، وحجم منخفض، مصنوعة من خلال رقاقات السيليكون النانوية، وتصغير حجم الترانزستورات والبوابات الإلكترونية.
	٢٩	مصعد الفضاء " Space Elevator"	عبارة عن كابل مرتبط بالأرض على منصة عائمة في خط الاستواء، وفي الناحية الأخرى معلقة في الفضاء فيما بعد المدار، ويستخدم المصعد الفضائي مصاعد كهربائية تتحرك على الكابل لوضع صواريخ ومحطات فضائية ومعدات في مدار الأرض.
مجال الطب	٣٠	الكانتيلفير (الدعامة النانوية) "Cantilever"	هو جهاز دقيق جدًّا بمقياس النانو، حيث تقارب أبعاده أبعاد كرية الدم البيضاء، وهو أحد أجهزة النانو المستقبلية التي تستطيع رصد واكتشاف الخلايا المصابة بالسرطان؛ وذلك من خلال انحناء نتوءاتها الدقيقة. وأجهزة النانو كانتيلفير يمكن تصميمها هندسيًّا بشكل خاص يمكِّنها من الارتباط بالخلايا التي تشير تغيراتها إلى الإصابة بأنواع مختلفة من أمراض السرطان، وتتميز هذه الأجهزة بقدرتها الفائقة على تشخيص خلايا السرطان في مراحلها المبكرة.
	٣١	مضاد حيوي نانوي "Nano Biotic"	مضاد حيوي نانوي بديل للمضاد الحيوي العادي، وهو ببتايد (هضميد) حلقي ذاتي التجميع، ومعد صناعيًّا، ويمكنه أن يتجمع على هيئة أنابيب نانوية، أو دبابيس نانوية متناهية الصغر، وعند دخول ملايين من هذه الأنابيب اللزجة والمكونة من الببتيدات الحلقية داخل الجذر الهلامي للبكتيريا فإنها تنجذب كيميائيًّا إلى بعضها البعض، وتجمع نفسها إلى أنابيب طويلة متنامية ومتجمعة ذاتيًّا وتقوم بثقب الغشاء الخلوي. وتعمل على فتح مسام أكبر في جدار الخلية البكتيرية، وخلال دقائق معدودة تموت الخلية البكتيرية نتيجة تشتيت الجهد الكهربائي الخارجي لغشائها.
	٣٢	روبوت نانوي طبي "Nano Robotics"	روبوتات دقيقة يستخدمها الجراحون أثناء إجراء العمليات الجراحية الدقيقة والحرجة؛ إذ يستخدم الجراح عصاة التحكم التي تمكنه من التحكم بذراع الروبوت الذي يحمل الأجهزة الدقيقة وكاميرا مصغرة؛ وذلك ليحول التحركات الكبيرة إلى تحركات صغيرة دقيقة.
	٣٣	الديندريمر " Nano Dendrimer"	وهو أحد أجهزة النانو الخاصة بإيصال الدواء، والقادرة على الدخول بسهولة إلى الخلايا المصابة، وتزويدها بكميات متعددة من الدواء دون حدوث أي نتائج سلبية، وأجهزة (الديندريمر) تتميز بقدرتها على تحديد الخلايا المصابة وعلاجها، وكذلك إعطاء تقرير عن مدى فعالية الدواء.
	٣٤	قضبان الذهب أو الفضة النانوية "Gold and Silver Bars"	قضبان نانو من الذهب أو الفضة الفائقة الدقة والصغر لها خصائص مميزة (كيميائية وميكانيكية وضوئية وحرارية وكهربائية..إلخ) بسبب الحجم النانوي من أبرز استخداماتها رصد الخلايا السرطانية والالتصاق بها، و بإطلاق شعاع ليزر منخفض الطاقة عليها تكتسب هذه القضبان حرارة كافية لإتلاف الخلايا المصابة، في حين لا تمس الخلايا السليمة بسوء.

المجالات	م	المفهوم	دلالة المفهوم
	٣٥	ضماد نانوي "**Nano Bandage**"	مصنوع من ألياف طويلة نانوية من سلاسل الكربون تتجمع مع بعضها البعض لتكوين ما يشبه الإبرة، ويمكن استخدامها في أمور كثيرة؛ مثل: وقف النزيف، إرسال إشارات استغاثة لأقرب مركز إسعاف.
	٣٦	مختبر على شريحة "**Lap on ahip**"	جهاز يجمع العديد من وظائف المختبر الكامل على شريحة واحدة تتكون مساحتها من بضعة مليمترات مربعة، وتتعامل هذه الشريحة مع موائع بحجم النانو والبيكو لتر، وتندرج أجهزة المختبر على شريحة تحت فئة الأجهزة الكهروميكانيكية الميكروبية.
	٣٧	تصقيل صناعي للعظام "**Scaffolding**"	طريقة طبية حديثة لتجديد العظام من خلال دعامة تصقيل جزئية ذات تدرج نانوي، وهو عبارة عن تركيب من ألياف نانوية عضوية قطرها (٨) نانومترات، وطولها يصل إلى عدد قليل من الميكرومتر، وهذه الألياف بمثابة ركائز لنمو بلورات من الهيدروكسيباتيبت على نحو يعيد الهيكل الأصلي للعظام.
	٣٨	أطراف صناعية بتقنية النانو "**Artificial limbs**"	أطراف تم تصنيعها باستخدام ألياف الكربون النانوية، وتتصل بالجهاز العصبي؛ مما يحسن الأداء البدني والحيوي والرياضي لذوي الاحتياجات الخاصة.
مجال الطاقة	٣٩	خلايا شمسية نانوية "**Nano Solar cells**"	عبارة عن خلايا معتمدة على تقنية النانو تصنع من المواد النانوية المتطورة والمطعمة بتقنيات فيزياء الكم، فتدمج جزيئات النانو في لوحات السيليكون من خلال طبقة رقيقة للخلايا الشمسية، وتستخدم في ذلك أسطوانات مجوفة وأنابيب النانو؛ لزيادة كفاءة الألواح الشمسية في امتصاص موجات الضوء.
	٤٠	مكثفات فائقة نانوية "**Supercapacitors**"	عبارة عن مكثفات تستخدم طبقتين مصنوعتين من نفس المادة، وبينهما مسافة نانوية، ولهما خاصية الطبقة الكهربائية المزدوجة، حيث تمنعان التيار من السريان، وتحتفظان بفرق الجهد، وتتميز هذه المكثفات عن التقليدية بمقاومتها الداخلية المنخفضة، وكفاءتها العالية التي تصل أحيانًا إلى ٩٨%.
	٤١	خلايا وقود نانوية "**Nano Fuel Cells**"	وهي عبارة عن خلايا كهروكيميائية تقوم بإنتاج التيار الكهربائي من الوقود من خلال جسيمات النانو (المعادن النبيلة)؛ مما أدى لنقلة نوعية في خلايا الوقود فيما يتعلق بتحسين أداء الأقطاب، وزيادة سطح التفاعل.
	٤٢	المضخم الميكانيكي النانوي " **Nano mechanical *amplifier*"**	جهاز يضخم القوة لآلاف المرات، حيث يدعم جسران معلقان في اليسار واليمين ومصنوعان من كاربيد السيليكون الأحادي البلورة الجسر المستعرض المركزي، حيث تطبق إشارة القوة، ووجود أقطاب كهربائية من أغشية رقيقة فضية اللون فوق هذه البنى يوفر قراءات دقيقة جدًّا للحركة النانوية، وتستخدم في السيارات، والرافعات، والقطارات لتضخيم القوة المراد نقلها.
	٤٣	دوائر كهربائية نانوية "**Nanotubes electrical circuits**"	وهي دوائر تقاس مكوناتها بمقياس النانو يتم تصنيع الترانزستور من رقائق نانوية من بعض المواد العضوية التي يتم إنتاجها داخل أجسام الكائنات الحية، أو رقائق غير عضوية توجد في الطبيعة خارج أجسام الكائنات الحية، وبها أسلاك بحجم النانومتر.

ثامنًا: الخطة التدريسية المُقترَحة للقاءات البرنامج.

اللقاء التعريفي

اللقاء التعريفي	الجلسة الأولي	راحة	الجلسة الثانية
الموضوع	تطبيق قبلي (اختبار مفاهيم تقنية النانو) على الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية تطبيق قبلي (مقياس نزعات التفكير الابتكاري) على الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية		مقدمة البرنامج الإثرائي(تقنية النانو الحاضر والمستقبل)
الزمن	(٩٠) دقيقة	١٠ دقائق	(٩٠) دقيقة

الجلسة الأولى: التقويم القبلي للبرنامج المدة الزمنية:(٩٠) دقيقة

١- تطبيق قبلي (اختبار مفاهيم تقنية النانو) على الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

٢- تطبيق قبلي (مقياس نزعات التفكير الابتكاري) على الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.

الجلسة الثانية: مقدمة البرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل) المدة الزمنية:(٩٠) دقيقة

يتوقع في نهاية الجلسة أن تكون الطالبة قادرة على تحقيق الآتي:

١- إدراك أهمية تقنية النانو.

٢- معرفة البرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل).

٣- ممارسة الاستقصاء ونموذج عجلة الاستقصاء.

٤- معرفة تعليمات الأمن والسلامة الخاصة باستخدام أدوات حقيبة تجارب تقنية النانو داخل المعمل.

خبرات الجلسة الإثرائية:

التعريف بالبرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل)

تعلمات

هذا النشاط الاستقصائي لتحفيز الانباه ومساعدة الطالبات على فهم أهمية علم تقنية النانو ٠

عزيزتي الطالبة الموهوبة:

نشاط استفتاحي:

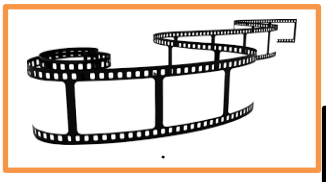
هل توقعتِ في يوم ما وجود طاقية الإخفاء؟

هل تعلمين أنه أصبح من الممكن علاج السرطان؟

هل تتخيلين أن زجاج وأرضيات منزلك نظيفة دومًا وليستِ بحاجة لتنظيف الغبار؟

(طاقية الاخفاء)	(علاج السرطان)	(زجاج وأسطح ذاتية التنظيف)
استغلت تقنية النانو لتصغير الأشياء في تصنيع (طاقية الاخفاء) وهي عبارة عن جهاز يمكنه أن يخفي الأشياء من خلال قيام الجهاز بتوجيه نوع من الضوء على أي شيء يوجد داخل هذه القبعة أو الطاقية لاخفائها.ويقوم العلماء بجامعة بوردو بولاية انديانا الأمريكية باستخدام دليل استرشادي حسابي كان قد اكتشفه علماء فيزياء بريطانيون العام الماضي لخلق وإنشاء تصميم نظري يستخدم مصفوفة من الخيوط الدقيقة النانوية (الياف النانو) التي تبث شعاع ضوئي لحجب الأشياء (يشبه هذا التصميم النظري فرشاة تمشيط الشعر ولكن على شكل دائري والتي تقوم بالانثناء حول أي شيء يدخل تحتها ليخفيها، وهذا الشيء الذي يوجد داخل هذه المصفوفة من خيوط الفرشاة سيكون مرئيًا داخلها ولكن مخفي لما يوجد خارجها. **https://youtu.be/Nfnbj9r1-2I**	أصبح من الممكن علاج الخلايا المصابة بالسرطان؛ حيث قام البروفسور مصطفى السيد بمعاونة فريقة في معمل ديناميكيات الليزر بمدينة أطلنطا الأمريكية في التوصل لأول مرة لشفاء سرطان الجلد بنسبة ١٠٠% على الحيوانات وذلك باستخدام قضبان النانو من الذهب والفضة؛ حيث ترصد هذه القضبان الخلايا وتلتصق بها ثم يوجه شعاع ليزر منخفض الطاقة عليها فتكتسب هذه القضبان حرارة كافية لإتلاف الخلايا المصابة بينما لاتمس الخلايا السليمة بسوء، والعمل جارٍ لتجريب هذا العلاج على البشر. https://youtu.be/PB3yDFgExQs	استطاع فريق من الباحثين بمعهد ماساشوستس للتقنية بأمريكا تطوير نوع جديد من الزجاج يتسم بعدة وظائف معًا وهي مقاومته لبخار الماء والضباب ومضاد للانعكاس وقادر على تنظيف نفسه بنفسه وذلك من خلال تقنية النانو؛ حيث يتم تكوين نسيج زجاجي مخروطي الشكل مدبب متعدد الوظائف ممتدًا مبدأه في التنظيف الذاتي من (تقنية نبات اللوتس)؛ حيث ينظف هذا الزجاج نفسه بنفسه ويقاوم قطرات الماء الساقطة عليه وذرات الغبار والضباب والوهج. https://youtu.be/8he2oKAR8IE

هذا وأكثر تعهدت بتحقيقه (تقنية النانو)



عرض فيديو للعالم (منير نايفة) يشجع فيه الطالبات الموهوبات على البحث والدراسة في مجال تقنية النانو لما له من مستقبل واعد.

من خلال العرض السابق ما رؤيتك تجاه أهمية معرفة تقنية النانو ومفاهيمها؟

ولأهمية هذا العلم وكونه من أهم حقول البحث العلمي حاليًا، وتتنافس دول العالم في الحصول على الريادة العلمية والبحثية والابتكارية فيه؛ حيث إن النفقات العالمية في هذا المجال فاقت الآن حوالي تسعة مليارات دولار سنويًا؛ لما له من شأن في تقديم حلول وابتكارات عظيمة في شتى مجالات الحياة، ومن هذا المنطلق تم تقديم هذا البرنامج الإثرائي:

بعنوان (تقنية النانو الحاضر والمستقبل) والذي يستغرق أربعة أسابيع بواقع لقاءين أسبوعيًا وينطوي كل لقاء على جلستين مدة كل جلسة (٦٠ دقيقة)

يهدف هذا البرنامج الإثرائي لإكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية خلفية علمية مفاهيمية حول تقنية النانو وتنمية نزعات الابتكار لديهن؛ حيث إن مجال تقنية النانو مجال واعد وبيئة خصبة مازالت قيد التنقيب والبحث؛ وذلك من خلال دراسة أربع وحدات إثرائية:

١- أساسيات تقنية النانو.

٢- تقنية النانو في مجال البيئة.

٣- تقنية النانو في مجال الطب.

٤- تقنية النانو في مجال الطاقة.

تعليمات

يهدف هذا النشاط لاستيعاب الطالبات الموهوبات مجالات تقنية النانو التي سيكتسبن مفاهيمها وفهم أنواع مجالات تقنية النانو بشكل عام.

نشاط استقصائي:

لماذا تم اختيار هذه المجالات في البرنامج ؟ وهل هذه فقط هي مجالات تقنية النانو ؟

تتنوع مجالات علم تقنية النانو؛ حيث سمي بعلم الغرض العام، لأنه يدخل في شتى المجالات الحياتية البيئية والطبية والصناعية والعسكرية والهندسية والتقنية، فهو علم نشأت جذوره من فروع العلوم الحيوية والفيزيائية والكيميائية والهندسية والتقنية. وقد أوردت أغلب المراجع العلمية تصنيف مجالات النانو في المجالات الثلاثة هذه ومنها تصنيف (المفوضية الأوربية لعلم تقنية النانو) كونها شاملة لأغلب المجالات الآخرى؛ حيث (مجال البيئة) يشمل جميع التطبيقات لهذه التقنية، سواءً الصناعية أم العسكرية أم الغذائية و(مجال الطب) كذلك يشمل جميع التطبيقات الصناعية وغيرها في مجال الطب وإيصال الدواء وتقنياته و(مجال الطاقة) يشمل جميع الصناعات والتطبيقات في مجال الاتصالات والمعلومات والطاقة وتوليدها.

الاستقصاء ونموذج عجلة الاستقصاء:

تعليمات

يهدف هذا النشاط لمعرفة الطالبات الاستقصاء ونموذج عجلة الاستقصاء الذي سيتم استخدامه خلال البرنامج الإثرائي

نشاط استقصائي:

كيف سنتعلم خلال البرنامج الإثرائي ؟

ماذا يعني الاستقصاء؟

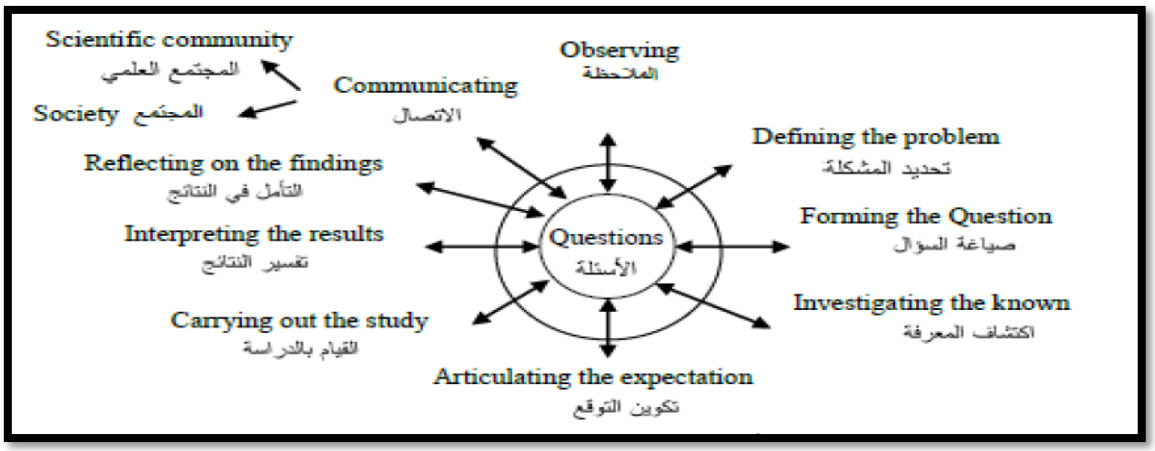
هل سبق أن مارستن نموذج عجلة الاستقصاء ؟

أثبتت الدراسات والمنظمات العلمية في تعليم العلوم أن أفضل الطرق لتعليم وتعلم المفاهيم العلمية هي طريقة الاستقصاء والاستقصاء يقصد به: إتاحة الفرصة للطلبة في استكشاف الأسئلة ذات الطابع العلمي، ويعمل الطلبة على البحث عن أدلة للإجابة على تلك الأسئلة وتقديم تفسيرات أو إجابات للأسئلة المطروحة، وتقويم تلك التفسيرات ومحاولة إيجاد تفسيرات بديلة ممكنة، بالإضافة إلى تبادل الطلبة استنتاجاتهم مع الآخرين، وينبغي الأخذ في الحسبان ضرورة معرفة الطلبة أن العلماء يمارسون الاستقصاء في عملهم وهو ما يوجب تدريس العلوم بوصفه استقصاءً وتدريسه من خلال الاستقصاء (National Research Council،2000).

نموذج عجلة الاستقصاء :

أحد النماذج الحديثة في الاستقصاء يسمى بنموذج (عجلة الاستقصاء) أو (النموذج النشط للاستقصاء)، والذي نشأ من خلال دراسة أجريت مع اثنين وخمسين عالمًا من علماء كلية العلوم بجامعة(Midwestern)من تسعة أقسام مختلفة وهي: أحياء_ كيمياء _فيزياء_ علم الأرض_ علوم طبية_ علوم البيئة_ جغرافيا_ علم الإنسان، عن طريق إجراء مقابلات شخصية مع هؤلاء العلماء لمعرفة المفاهيم التي لديهم عن الاستقصاء العلمي وخصائصه وقد سجلت هذه المقالات الشخصية، ومن خلال تحليل محتوى المقابلات الشخصية تبين أن العلماء يمارسون العلم بطرق مختلفة تم حصرها في عشرة أنشطة تكون منها نموذج عجلة الاستقصاء الموضح في الشكل التالي

(نموذج عجلة الاستقصاء)



تعليمات

يساعد هذا النشاط على ممارسة الطالبات لنموذج عجلة الاستقصاء قبل بدء البرنامج.

نشاط استقصائي:

(استشراف مستقبل النانو)

في المقهى الخدمة ستكون سريعة جدًا، حيث سيطبع الطلب علي القائمة الإلكترونية وحتى سيتم ((أتمتة)) المطبخ والفاتورة ستدفع ببساطة من خلال ضغط بطاقة النقد علي رمز اليورو المطبوع علي زاوية القائمة ، سيعطي أي مبلغ نقدًا، وسيكون محميًا صحيًا بجسيمات نانوية ضد البكتريا، شبابيك المقهى ستصبح غالية جدًا؛ لأ نها مزودة بالعديد من الوظائف مثل المقاومة للوسخ والخدوش وتصبح معتمة آليًا عندما يزيد سطوع الشمس في النهار وتحول الضوء إلي كهرباء وتضيئ مثل العروض الضخمة عندما يتطلب ذل.

تقصي حول مفهوم (الأتمتة) باستخدام نموذج عجلة الاستقصاء (مرفق نموذج مفرغ للعمل في كراس الطالبة الموهوبة الإثرائي) .

.....

تعليمات الأمن والسلامة خلال البرنامج

تعليمات

يساعد هذا النشاط في استحضار تعليمات ووسائل الأمن والسلامة من قبل الطالبات للالتزام بها خلال البرنامج الإثرائي.

نشاط :

دوني ما تعرفين من تعليمات الأمن والسلامة داخل المعمل.

تعليمات الأمن والسلامة داخل المعمل خلال البرنامج الإثرائي :

القواعد العامة للأمن و السلامة في المختبرات

١ - يجب ارتداء البالطو الأبيض (المعطف الخاص بمعامل الكيمياء) و النظارة الواقية للعين و القفاز المطاطي الخاص بمعامل الكيمياء قبل دخول المختبر .

٢ - يجب تنظيف جميع الأدوات التي تستخدمها في تجاربك قبل و بعد إجراء التجارب.

٣ - الترشيد في استخدام المواد الكيميائية .

٤ - عدم ارجاع أي مادة كيميائية إلى العبوة الأساسية إذا زادت عن حاجتك و يجب التخلص منها .

٥ - عدم تذوق أي مادة كيميائية أو شمها أو لمسها لما لهذه المواد من أخطار شديدة قد تكون معروفة أو غير معروفة .

٦ - تسخين المواد يكون تحت إشراف عضو هيئة التدريس و في المكان المحدد وبالطريقة المحددة .

٧ - عدم استخدام أي مادة كيميائية لم يطلب استخدامها و لا تلمس مواد أخرى لا تدخل في تجاربك .

٨ - عدم إلقاء المواد الصلبة غير المستخدمة أو أعواد الثقاب أو أوراق الترشيح أو مناديل الورق أو أوراق تباع الشمس أو ما شابه ذلك في أحواض الغسيل . ويجب التخلص منها بإلقائها في السلة الخاصة بذلك .

٩ - مخلفات المواد السائلة المستخدمة أو الزائدة تلقى في الاحواض مع التأكد من فتح صنبور الماء لفترة كافية و المواد ذات الروائح الكريهة فتعطى لعضو هيئة التدريس المشرف على العمل للتخلص منها حسب تعليمات الدفاع المدني .

١٠ - يجب توجيه جميع التساؤلات عن كيفية إجراء التجربة لعضو هيئة التدريس وعدم مناقشتها في المعمل مع الزميل .

١١ - يمنع منعا باتا تناول الطعام أو الشرب داخل المعمل أو إدخال قوارير المياه المعدنية .

١٢ - بعد الانتهاء من التجربة يجب تنظيف مكان العمل جيدا و ارجاع جميع الأدوات والمواد المستخدمة في التجربة إلى مكانها الصحيح .

سيتم استخدام مجموعة تجارب تقنية النانو خلال هذا البرنامج مما يستدعي اتخاذ التدابير اللازمة للأمن والسلامة عند التعامل مع هذه الأدوات داخل المعمل، ومن هذه التدابير الآتية:

- ✓ ارتداء معاطف المعمل- لبس نظارات واقية للعين- لبس قفازات بلاستيكية.
- ✓ عدم التخلص من المواد في الأماكن غير المخصصة
- ✓ اتباع تعليمات المعلمة والتعليمات الواردة في التجربة
- ✓ الاحتفاظ بنموذج تدوين استنتاجات التجربة بعيدًا عن المواد ومكان تنفيذ التجربة
- ✓ الحذر من لمس المواد باليد أو استنشاقها بالأنف مباشرة.

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم
جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية
كلية التربية
قسم المناهج وطرق التدريس

دليل طالبة المرحلة الثانوية الموهوبة في البرنامج الإثرائي:

تقنية النانو الحاضر والمستقبل

إعداد
أسماء بنت محمد بن عبدالله القطيم

إشراف
د. خالد بن محمد بن ناصر الخزيّم
أستاذ المناهج وطرق التدريس المشارك

العام الجامعي
١٤٣٩/١٤٤٠هـ - ٢٠١٨/٢٠١٩م

الفهرس

دليل الموهوبة في البرنامج الإثرائي	
الموضوع	الصفحة
مقدمة	٣
الهدف من البرنامج الإثرائي	٤
إرشادات عامة للطالبة الموهوبة لدراسة البرنامج	٥
سلوك العلم	٦
نماذج العمل أثناء البرنامج	٧
اللقاء التعريفي	٩
اللقاء الأول	١٦
اللقاء الثاني	٤٤
اللقاء الثالث	٦٥
اللقاء الرابع	٨٧
اللقاء الخامس	١١٣
اللقاء السادس	١٣٦
مراجع إثرائية	١٥١

المقدمة

تتعاظم قدرة الله – عز وجل– في خلقه،؛ فقد خلق من كل زوج نقيض، فنجد في هذا الكون الفسيح ما هو ضخم يعجز العقل البشري عن تخيله، وما هو صغير الحجم تعجز العين عن رؤيته، ويتذبذب الإنسان حائرًا بين اكتشاف الفضاء الواسع، وبين العالم المتناهي في الصغر ؛ فاخترع من أجل اكتشاف العالم الصغير المجاهر بدءًا من العدسة ووصولًا إلى المجاهر الإلكترونية، والذي ما زال يطور فيه فاخترع ميكروسكوب القوة الذرية والميكروسكوب الإلكتروني الماسح وأخيرًا المجهر النفقي الماسح ، والذي مكّنه من رؤية المادة في الحجم الذري . ولم يتوقف عند حد الرؤية فقط، وانما غيّر من تركيب المادة عن طريق تحريك الذرات في المادة وإعادة هيكلتها؛ لينتج موادًا جديدة بخصائص جديدة؛ ليدخلها في منتجاته ليطورها ويحسنها، مما فتح، آفاقًا جديدة في عالم جديد أطلق عليه **"تقنية النانو"**؛ حيث أمكن تصغير الجسيمات في الحجم النانوي، وتغيير خصائصها.

وساعده ذلك في الغوص في العالم الصغير، والتعرف عليه؛ فاستطاع الدخول للخلية الحية مما أتاح إمكانية معالجة الخلايا المصابة دون التأثير على الخلايا المجاورة، وتتنافس الآن العديد من الدول في هذا المجال ليكون لها السبق في الابتكارات والاكتشافات. فما هي تقنية النانو؟ وما هي مفاهيمها و تطبيقاتها؟ وما هي مجالاتها؟ هذا ما سوف يتم التعرف عليه من خلال دارسة هذا البرنامج الإثرائي.

ويقدم هذا الدليل إضاءات وأنشطة علمية استقصائية حول لقاءات برنامج (تقنية النانو الحاضر والمستقبل) الإثرائي .. والذي من خلاله تتمكن الطالبات من الاسترشاد به وممارسة الاستقصاء العلمي في البرنامج وفق نموذج عجلة الاستقصاء.

يحتوي الدليل على :

- الهدف من البرنامج الإثرائي.
- إرشادات عامة للطالبة الموهوبة عند دراسة البرنامج.
- سلوك العلم.
- نماذج العمل أثناء البرنامج (نموذج الاستقصاء العلمي وفق نموذج عجلة الاستقصاء ونموذج تقويم مجموعات الاستقصاء).
- لقاءات البرنامج الإثرائي.

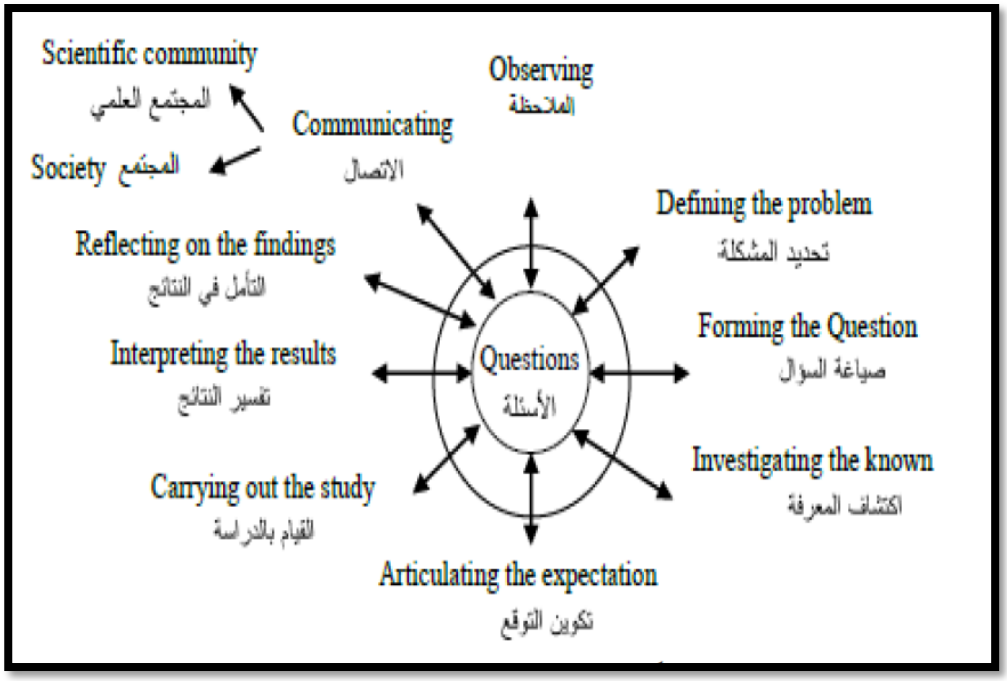
- مراجع إثرائية " روابط إلكترونية للمواقع المختصة والمعنية بتقنية النانو للمساعدة في عمليات البحث لكل لقاء مثل مراكز الأبحاث وقنوات تقنية النانو التعليمية عبر الإنترنت".

الهدف العام من البرنامج الإثرائي:

يستهدف هذا البرنامج إكساب الطالبات الموهوبات مفاهيم تقنية النانو الأساسية وفي مجالات: (الطب- البيئة- الطاقة)؛ لمساعدتهن على فهم هذه التقنية في سياق استقصائي علمي دقيق مما يتيح نمو نزعات الابتكار لديهن.

ويرتكز البرنامج الإثرائي في إكساب مفاهيم تقنية النانو على الاستقصاء العلمي وبواسطة أحد أشمل نماذجه (نموذج عجلة الاستقصاء) وفق الخطوات الرئيسة الآتية:

طرح الأسئلة، الملاحظة، تحديد المشكلة ، صياغة السؤال ، اكتشاف المعرفة، عمل التوقع، القيام بالدراسة، تفسير النتائج، التأمل في النتائج، الاتصال مع الآخرين.



إرشادات عامة للطالبة الموهوبة عند دراسة البرنامج

عزيزتي الطالبة: اقرئي الإرشادات التالية قراءة متأنية، وطبّقيها أثناء الإجابة على أوراق العمل، وهي على النحو التالي:

١. قراءة أهداف كل جلسة قراءة متأنية.

٢. التعاون الإيجابي مع فريق العمل داخل مجموعات تعاونية.

٣. الإيمان بقدراتك على إدارة طريقة تعلمك، والحكم على أدائك، وتقويم ذاتك بدقة وفاعلية، وتقويم مجموعات العمل بموضوعية وعلمية.

٤. الالتزام بوقت محدّد لإنجاز المهام والأنشطة التعليميَّة.

٥. مراعاة أنشطة الاستقصاء العشرة عند تناول الأنشطة التعليميَّة لاكتساب المفاهيم الحديثة.

٦. حضور الملاحظة وطرح الأسئلة في جميع خطوات التعلم.

٧. ممارسة نشاط الاتصال بشكل جيد؛ حيث تحديد الهدف من الاتصال ونوعه والمجتمع المستهدف بالاتصال المجتمع (العادي – العلمي).

٨. الإسهام في النقاش بشكل علمي، ومزج المعلومات من وجهات نظر متعدِّدة، والأخذ بأساليب البحث والتحقُّق من التخصُّصات المختلفة؛ لإيجاد حلول خارج نطاق التخصص الواحد.

٩. التحقق من النتائج من خلال مشاركتها مع مجموعات العمل الأخرى.

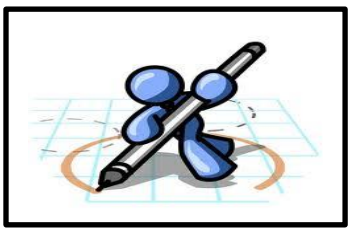
سلوك العلم

البحث العلمي والتقصي للوصول للمعارف والمعلومات، وسلوك العلم أسلوب منظم في جمع المعلومات الموثوقة وتدوين الملاحظات والتحليل الموضوعي لتلك المعلومات باتباع أساليب ومناهج علمية محددة، بقصد التأكد من صحتها أو تعديلها أو إضافة الجديد لها، ومن ثم التوصل إلى بعض القوانين والنظريات والتنبؤ بحدوث مثل هذه الظواهر والتحكم في أسبابها. أيضًا هي وسيلة يمكن بواسطتها الوصول إلى حلٍّ مشكلة محددة، أو اكتشاف حقائق جديدة عن طريق المعلومات الدقيقة. البحث العلمي والتقصي هو الطريق الوحيد للمعرفة حول العالم؛ حيث يعتمد على الطريقة العلمية، والتي تتبع الأساليب المنظمة في الملاحظة وتسجيل المعلومات ووصف الأحداث وتكوين الفرضيات.

إن طريقة البحث والاستقصاء والتجريب هي طريقة وسلوك العلماء وهي ما يجب على طالب العلم انتهاجها في تعلمه.

وفي هذا البرنامج ستتبع الطالبات سلوك العلماء وتتقصى وفق مراحل نموذج عجلة الاستقصاء حول "علم تقنية النانو"؛ لتكتسب أبرز مفاهيمه وتبني خبراتها بنفسها من خلال البحث الاستقصائي كالعلماء تمامًا.

نماذج العمل أثناء البرنامج



١- نموذج الاستقصاء العلمي وفق نموذج عجلة الاستقصاء

خطوات الاستقصاء		طرح الأسئلة	الملاحظة
تحديد المشكلة			
صياغة السؤال			
اكتشاف المعرفة			
تكوين التوقع			
القيام بالدراسة			
تفسير النتائج			
التأمل في النتائج			
الاتصال			
الخلاصة			

٢- نموذج تقويم مجموعات الاستقصاء.

اسم المجموعة	جوانب التقويم			
	اتباع أنشطة نموذج عجلة الاستقصاء بشكل جيد	التوصل للخبرة بشكل علمي موثوق من خلال الطريقة العلمية الاستقصائية	الالتزام بالوقت	ملاحظات
المجموعة المُعدة لنموذج تقويم مجموعات الاستقصاء:				

لقاءات البرنامج الإثرائي

اللقاء التعريفي

اللقاء التعريفي	الجلسة الأولى	مقدمة البرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل)

الأهداف

عزيزتي الطالبة الموهوبة:

يتوقع في نهاية الجلسة أن تكوني قادرة على:

١- إدراك أهمية تقنية النانو.

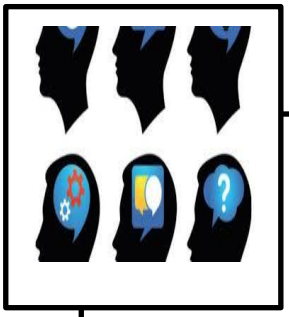
٢- معرفة هدف وخطة البرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل).

٣- ممارسة الاستقصاء ونموذج عجلة الاستقصاء.

٤- معرفة تعليمات الأمن والسلامة الخاصة بالمعمل وأدوات مجموعة تجارب تقنية النانو.

خبرات الجلسة الإثرائية

التعريف بالبرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل)



نشاط(١):

هل توقعتِ في يومٍ ما وجود طاقية الإخفاء؟

.....

هل تعلمين أنه أصبح من الممكن علاج السرطان؟

.....

هل تتخيلين أن يكون زجاج وأرضيات منزلك نظيفة دومًا وليستِ بحاجة لتنظيف الغبار؟

.....

فيديو توضيحي لعمل طاقية الإخفاء المعتمدة على تقنية النانو

https://youtu.be/Nfnbj9r1-2I

شاهدي مع زميلاتك عروض الفيديو، ومن ثم قومي معهن بتدوين أبرز الملاحظات.

فيديو توضيحي لعلاج السرطان بواسطة تقنية النانو

https://youtu.be/PB3yDFgExQs

فيديو توضيحي لزجاج يعمل بالتنظيف الذاتي بواسطة تقنية النانو

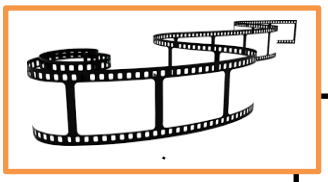
https://youtu.be/8he2oKAR8IE

دوني مع زميلاتك ماذا استنتجتِ من خلال عروض الفيديو.

.....

.....

.....



عرض فيديو

تابعي مع زميلاتك الفيديو المقدم من قبل العالم الفيزيائي (منير نايفة) موجه للطالبات الموهوبات

نشاط (٢):

من خلال العرض السابق ما رؤيتك تجاه أهمية معرفة تقنية النانو ومفاهيمها؟

معلومة

العالم(منير نايفة)

عالم فلسطيني أستاذ الفيزياء في جامعتي: كنتاكي، وآلينوي منذ عام ١٩٨٠م المؤسس لشركة مختصة بصناعة أجهزة نانوية وتطبيقات متناهية الصغر . كما انخرط ثلاثة من أولاده في دراسة تقنيات النانو.

برنامج (تقنية النانو الحاضر والمستقبل) الإثرائي

المدة الزمنية للبرنامج: يستغرق أربعة أسابيع بواقع لقاءين أسبوعيًا

ويحتوي على ست عشرة جلسة إثرائية

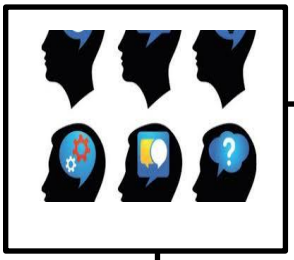
يهدف هذا البرنامج الإثرائي لإكساب الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية خلفية علمية مفاهيمية حول علم تقنية النانو وتنمية نزعات الابتكار لديهن؛ حيث إن مجال تقنية النانو مجال واعد وبيئة خصبة مازالت قيد التنقيب والبحث؛ **وذلك من خلال دراسة أربع وحدات إثرائية تتضح في الآتي:**

١- أساسيات تقنية النانو

٢- تقنية النانو في مجال البيئة

٣- تقنية النانو في مجال الطب

٤- تقنية النانو في مجال الطاقة



نشاط (٣):

لماذا تم اختيار هذه المجالات في البرنامج ؟ وهل هذه فقط هي مجالات تقنية النانو ؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

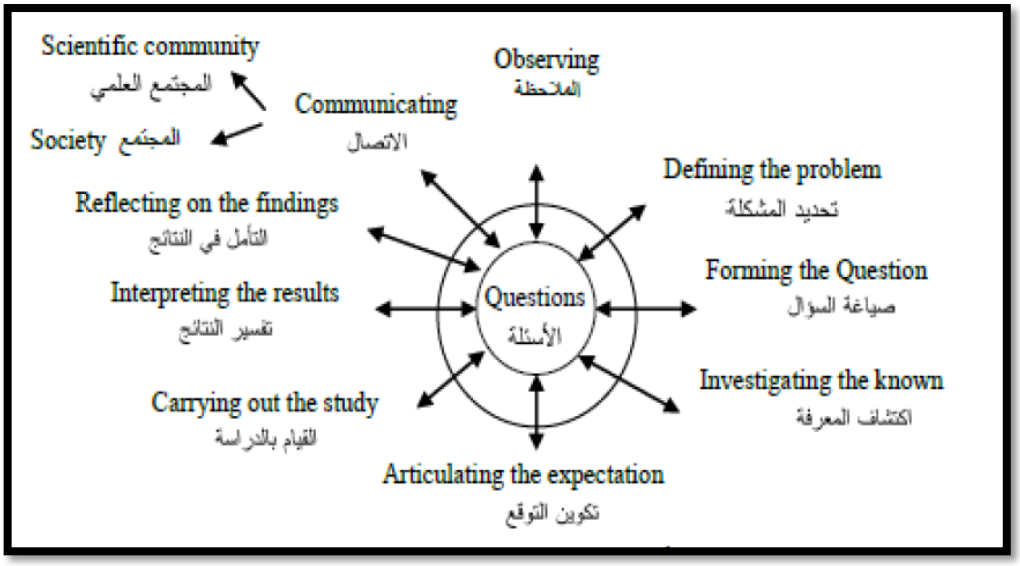
كيف سنتعلم من خلال البرنامج الإثرائي؟

.....

.....

.....

نموذج عجلة الاستقصاء



تطبيق في نموذج عجلة الاستقصاء

نشاط (٤):

(استشراف مستقبل النانو)

في المقهى الخدمة ستكون سريعة جدًا؛ حيث سيطبع الطلب علي القائمة الإلكترونية وحتى سيتم ((أتمتة)) المطبخ والفاتورة ستدفع ببساطة، من خلال ضغط بطاقة النقد علي رمز اليورو المطبوع علي زاوية القائمة ، سيعطي أي مبلغ نقدًا وسيكون محميًا صحيًا بجسيمات نانوية ضد البكتريا، شبابيك المقهى ستصبح غالية جدًا؛ لأنها مزودة بالعديد من الوظائف مثل: المقاومة للوسخ والخدوش وتصبح معتمة آليًا عندما يزيد سطوع الشمس في النهار ويتحول الضوء إلى كهرباء وتضيء مثل العروض الضخمة عندما يتطلب الأمر ذلك .

تقصي مع زميلاتك في المجموعة حول مفهوم (الأتمتة) باستخدام نموذج عجلة الاستقصاء؟

خطوات الاستقصاء		طرح الأسئلة	الملاحظة
تحديد المشكلة			
صياغة السؤال			
اكتشاف المعرفة			
تكوين التوقع			
القيام بالدراسة			
تفسير النتائج			
التأمل في النتائج			
الاتصال			
الخلاصة			

تعليمات الأمن والسلامة خلال البرنامج

(مجموعة تجارب تقنية النانو)

سيتم استخدام مجموعة تجارب تقنية النانو خلال هذا البرنامج مما يستدعي اتخاذ التدابير اللازمة للأمن والسلامة عند التعامل مع هذه الأدوات داخل المعمل، ومن هذه التدابير :

- ✓ ارتداء معاطف المعمل- لبس نظارات واقية للعين- لبس قفازات بلاستيكية.
- ✓ عدم التخلص من المواد في الأماكن غير المخصصة.
- ✓ اتباع تعليمات المعلمة والتعليمات الواردة في التجربة.
- ✓ الاحتفاظ بنموذج تدوين استنتاجات التجربة بعيدًا عن المواد ومكان تنفيذ التجربة.
- ✓ الحذر من لمس المواد باليد أو استنشاقها بالأنف مباشرة.

نشاط (٥):

دوني مع زميلاتك في المجموعة ما تعرفين من تعليمات الأمن والسلامة داخل المعمل.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

واجب منزلي

من خلال ما تم التعرف عليه في هذه الجلسة وباستخدام نموذج عجلة الاستقصاء

قدمي تقريرًا _لا يقل عن فقرتين_ يوضح أهمية علم تقنية النانو.

مُلحق رقم (٤)

اختبار مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية بالصورة النهائية

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم
جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية
كلية التربية
قسم المناهج وطرق التدريس

اختبار مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية

إعداد

أسماء بنت محمد بن عبد الله القطيم

إشراف

د. خالد بن محمد بن ناصر الخزيّم

أستاذ المناهج وطرق التدريس المشارك

العام الجامعي
١٤٣٩/١٤٤٠هـ
٢٠١٨/٢٠١٩م

تعليمات اختبار المفاهيم:

عزيزتي الطالبة الموهوبة

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أماملكِ اختبار مفاهيم تقنية النانو الخاص بالبرنامج الإثرائي (تقنية النانو الحاضر والمستقبل)، يهدف هذا الاختبار إلى قياس اكتسابكِ لمفاهيم تقنية النانو، التي أصبحت مطلبًا علميًّا وتقنيًّا وعالميًّا، يشتمل على (٤٤) سؤالًا من نوع الاختيار من متعدد، تتناول بعض مفاهيم تقنية النانو، ولكل سؤال أربعة خيارات رمز لها بالرموز: (أ، ب، ج، د) والمطلوب منك ما يأتي:

١- قراءة السؤال بدقة متناهية ثم اختيار الإجابة الصحيحة (إجابة واحدة فقط من الخيارات)، وذلك بوضع دائرة على رمز العبارة التي تمثل الإجابة الصحيحة.
٢- لا تتركِي سؤالًا دون إجابة.
٣- زمن الإجابة (٣٧) دقيقة.
٤- مجموع الدرجات على الاختبار (٤٤) درجة بواقع درجة واحدة لكل سؤال.
٥- لا يترتب على نتائج هذا الاختبار نجاح أو رسوب في مرحلتك الدراسية.
٦- اكتبي بياناتك الأساسية بخط واضح في المكان المخصص.

الاسم: .....

المدرسة: .....

الصف الدراسي: .....

بعد اختيار الإجابة الصحيحة اكتبي الحرف الخاص بالخيار الصحيح تحت رقم السؤال مباشرة في الجدول:

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
الإجابة																		
رقم السؤال	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦
الإجابة																		
رقم السؤال	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤										
الإجابة																		

اختبار مفاهيم تقنية النانو للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية

اختاري الإجابة الصحيحة بوضع دائرة على رمز العبارة التي تمثل الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

١- المجال العلمي الذي يهتم بدراسة المبادئ الأساسية للجزيئات والبنى التي يوجد فيها بعد واحد –على الأقل– يقع بين ١ و١٠٠ نانومتر، ويُعنى بتحليل وتوصيف المواد في هذا المقياس وتعيين خواصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية هو:

أ- تقنية النانو
ب- علم النانو
ج- مقياس النانو
د- مواد نانوية

٢- تقنية النانو هي تلك التقنية المتقدمة القائمة على فَهم ودراسة العلوم النانوية مع توافر المقدرة التقنة على إنتاج مواد النانو والتحكم في بنيتها الداخلية، وإعادة هيكلة وترتيب الذرات والجزيئات المكونة لها؛ بهدف الحصول على منتجات:

أ- أكثر كفاءة وجودة
ب- أصغر حجمًا
ج- أكبر حجمًا
د- أقل كفاءة وجودة

٣- مقياس النانو هو وحدة قياس لحساب أبعاد المواد بين:

أ- (١-١٠٠) نانو متر
ب- (١-١٠٠٠) نانو متر
ج- (١٠٠-١٠٠٠) نانو متر
د- (١-١٠٠٠٠٠٠) نانو متر

٤- المواد النانوية هي مواد متقدمة ذات تركيب نانوي تتألف من مكون واحد أو أكثر تتراوح ما بين (١- ١٠٠) نانو متر من أمثلتها:

أ- العدسة المكبرة الزجاجية
ب- الديندريميرز
ج- جسيمات النانو
د- الكانتيلفير

٥- من الأمثلة على تقنية تصنيع مواد النانو من أعلى إلى أسفل (تقنية الهبوط):

أ- طريقة الإلكتروكيميائية
ب- طريقة السول - جل (SOL-GEL)
ج- طريقة (CVD) ترسيب أبخرة كيميائية
د- جميع ما سبق

٦- عملية تقنية تتجه فيها طريقة تصنيع المواد النانوية من القاعدة إلى القمة؛ إذ تبدأ عملية التصنيع من التحكم في الذرات والجزيئات، وفصلها عن بعضها ثم تجميعها لتصل إلى الحجم والشكل المطلوبين باستخدام التفاعلات الكيميائية، أو استخدام طريقة تبادل المواد، تُسمى بتقنية:

أ- تصنيع مواد النانو من أعلى إلى أسفل (تقنية الهبوط)
ب- تصنيع مواد النانو من أسفل إلى أعلى (تقنية الصعود)
ج- الاستئصال الليزري
د- التنفيل

٧- العلم الذي يهتم بدراسة سمية المواد المتناهية الصغر وخطورتها على صحة الإنسان وبيئته هو علم سموم المواد:

أ- الكيميائية
ب- النووية
ج- النانوية
د- الفيزيائية

٨- قضايا اللامساواة بين الدول التي تستخدم تقنية النانو التي لا تستخدمها، من الأمثلة على:

أ- علم سموم المواد النانوية
ب- خصائص علم النانو
ج- أخلاقيات تقنية النانو
د- الملكية الفكرية

٩- المجهر الذي تتراوح دقة صورته التحليلية للعينة ما بين (٠,١-٠,٢) نانو متر هو:

أ- المجهرالإلكتروني الماسح(SEM)
ب- المجهر النفقي الماسح (STM)
ج- مجهر القوة الذرية (AFM)
د- المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)

١٠- الجهاز الذي يمكن بواسطته تحسس سطح العينة والشعور بمعالم الأشياء الدقيقة والفجوات داخل الجزيئات المختلفة ويشتمل على آلة تشبه عصا قيادة السيارة، هو:

أ- الراصف النانوي
ب- المعالج النانوي مانيبيويلاتور
ج- مُعالج القوة الذرية
د- الديندريميرز

١١- جهاز له أذرع للإمساك بالذرة أو الجزيء وتفكيك المادة إلى مكوناتها الذرية، وله القدرة على تجميع الذرات بجوار بعضها لصناعة المادة أو المنتج المرغوب يسمى:

أ- الراصف النانوي

ب- المعالج النانوي مانيبيويلاتور

ج- مُعالج القوة الذرية

د- الديندريميرز

١٢- أيّ الخصائص الآتية لا تنطبق على النقاط الكمية:

أ- غير موصلة للتيار الكهربائي

ب- شبه موصلة للتيار الكهربائي

ج- حصر الإلكترونات في أبعاد نقاط كمية ضيقة

د- تحتوي على شحنة واحدة

١٣- أكثر الفولورينات شهرة واستخدامًا هو فولورين:

أ- الجزيء (C_{60})

ب- الجزيء (C_{70})

ج- الجزيء (C_{50})

د- الجزيء (C_{30})

١٤- المجهر الذي يتميز بإبرة مسبار ثابتة (تنجستن) لقياس الخصائص الكهربائية لسطح العينة والكتابة والتصوير وتحريك الذرات هو:

أ- المجهرالإلكتروني الماسح (SEM)

ب- المجهر النفقي الماسح (STM)

ج- مجهر القوة الذرية (AFM)

د- المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)

١٥- جسيمات الحديد النانوية التي تقل أقطارها عن ميكرو متر واحد وتستخدم في كثير من التطبيقات الطبية والمخبرية أحد الأمثلة على:

أ- ألياف النانو

ب- جسيمات النانو

ج- الفولورين

د- أنابيب الكربون

١٦- شرائح من الجرافيت يتم طيها حول محور معين لتأخذ شكلًا أسطوانيًّا أنبوبيًا إحدى نهايتي الأنبوب مفتوحة، والأخرى مغلقة تتميز بقوة ومرونة عالية فهي أقوى من الفولاذ ب (١٠٠) مرة وأخف من الحديد ب (٦) مرات، وتعد من الموصلات الحرارية الممتازة، كما أنَّها خاملة كيميائيًا مهما تعرضت للكبس هي:

أ- ألياف النانو

ب- جسيمات النانو

ج- الفولورين

د- أنابيب الكربون

١٧- من خصائص الأسلاك النانوية أنها:

أ- غير موصلة للتيار الكهربائي
ب- مواد متعددة الأبعاد
ج- مواد ثنائية البعد
د- تخضع لمبدأ الحصر الكمي

١٨- **مواد نانوية على شكل ألياف ذات بعد واحد تقل أقطارها عن (١٠٠) نانو متر، ويمكن تصنيعها من خلال عملية التدوير** الكهربائي أو البلمرة هي:
أ- ألياف النانو
ب- جسيمات النانو
ج- الفولورين
د- كرات بوكي

١٩- مجهر يستخدم أشعة الليزر؛ لتكوين صورة دقيقة وواضحة للعينة المفحوصة ويمكن بواسطته الحصول على صورة طبوغرافية ثلاثية الأبعاد للعينة المدروسة هو:

أ- المجهرالإلكتروني الماسح (SEM)
ب- المجهر النفقي الماسح (STM)
ج- مجهر القوة الذرية (AFM)
د- المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)

٢٠- تصنع الملابس العسكرية المضادة للرصاص والجراثيم من:

أ- أقمشة كيميائية
ب- أقمشة النانو
ج- أقمشة الصوف
د- أقمشة الحرير

٢١- العلم الذي يصنع موادًا غذائية أو يعدل على خصائصها، من خلال صناعة تحليل الغذاء إلى عناصره الأساسية (عناصر كيميائية وجزيئات) والتغيير فيها لتغيير خصائصها أو حفظها، وكل غذاء تمت زراعته، أو إنتاجه، أو معالجته، أو تغليفه باستخدام تقنية النانو هو علم:

أ- أغذية النانو
ب- الأغذية الصناعية
ج- الأغذية المعدلة جينيًّا
د- الأغذية الصحية

٢٢- تقنية مستوحاة من قدرة نبات اللوتس على تنظيف نفسها بواسطة تركيب سطحها الخارجي المكون من شعيرات نانوية دقيقة هي تقنية:

أ- التنظيف الذاتي
ب- النفق الكمي
ج- الالتصاق
د- التبخر

٢٣- جهاز الترشيح والاستشعار البصري الحيوي النانو متري أحد الأمثلة على:

أ- كواشف النانو
ب- مرشحات النانو
ج- تقنية التنظيف الذاتي
د- الطباعة النانوية

٢٤- حساسات تعمل على اكتشاف بضعة جزيئات من الغاز أو الأبخرة الملوثة، وتعتمد على استخدام أنابيب النانو الكربونية، أو جسيمات البلاديوم النانوية، أو أسلاك النانو لأكسيد الزنك، هي:

أ- كواشف النانو
ب- مرشحات النانو
ج- تقنية التنظيف الذاتي
د- الطباعة النانوية

٢٥- يعد المجهر النفقي الماسح (STM)، ومجهر القوة الذرية (AFM) من أمثلة الأدوات التي يتم بها الحفر والكتابة بها على سطح ذي أبعاد ذرية وتسمى تلك العملية بـ:

أ- الرصف النانوي
ب- الطباعة النانوية
ج- الحبر الذكي
د- النفق الكمي

٢٦- تعتمد شاشات العرض واللمس الإلكترونية القابلة للثني المستخدمة في الهواتف النقالة والتلفزيونات في صنعها على:

أ- الحبر الجاف
ب- الحبر الذكي
ج- الطباعة النانوية
د- الطباعة العادية

٢٧- معالجات الحواسب المحمولة النانوية تتميز بتصغير حجم الترانزستورات والبوابات الإلكترونية لمقياس:

أ- النانو متر

ب- الميكرو متر
ج- البيكو متر
د- المليمتر

٢٨- مصعد الفضاء عبارة عن كابل مرتبط بالأرض على منصة عائمة في خط الاستواء، وفي الناحية الأخرى معلقة في الفضاء فيما بعد المدار، ويعتمد في صنعه على:

أ- الحديد
ب- النحاس
ج- أنابيب الكربون
د- الذهب

٢٩- **الجهاز النانوي الذي يتميز بقدرته الفائقة على تشخيص الخلايا السرطانية في مراحلها المبكرة وتصل درجة دقته إلى درجة اكتشاف خلية سرطانية واحدة هو جهاز:**

أ- الرقاقة على شريحة
ب- معمل على شريحة
ج- الراصف النانوي
د- الكانتيلفير

٣٠- مادة طبية عبارة عن ببتايد (هضميد) حلقي ذاتي التجميع، ومعد صناعيًّا، ويمكنه أن يتجمع على هيئة دبابيس نانوية متناهية الصغر، تثقب الغشاء الخلوي وتعمل على فتح مسام أكبر في جدار الخلية البكتيرية، وتدمرها تسمى بـ:

أ- مضاد حيوي
ب- مضاد حيوي نانوي
ج- ضماد نانوي
د- الكانتيلفير

٣١- **يمكن استخدام الربوت الطبي لتأدية الوظائف الطبية الآتية عدا:**

أ- معالجة الخلايا السرطانية
ب- القضاء على البكتيريا والفيروسات
ج- إجراء العمليات الجراحية
د- علاج نقص المناعة المكتسبة

٣٢- الجهاز النانوي الذي يتميز بقدرته الفائقة على اكتشاف الخلايا المصابة وتشخيص نوع الإصابة وتحديد فعالية الدواء المستخدم هو جهاز:

أ- معمل على شريحة
ب- الراصف النانوي
ج- الكانتيلفير
د- الديندريمر

٣٣- ..... تُستخدم في رصد الخلايا السرطانية والالتصاق بها وإتلافها تمامًا عن طريق توجيه شعاع ليزر منخفض الطاقة عليها.

أ- الفولورين

ب- قضبان الذهب أو الفضة النانوية

ج- النقاط الكمية

د- الترانزستورات

٣٤- ضماد النانو المستخدم في وقف النزيف، الذي يرسل إشارات استغاثة لأقرب مركز إسعاف يُصنع من:

أ- ألياف الكربون

ب- الفولورين

ج- النحاس

د- الحديد

٣٥- يسمى المعمل الكيميائي المدمج في رقاقة نانوية وله قدرة عالية في تحليل الموائع بحجم النانو والبيكو لتر بـ:

أ- ترانزستور

ب- ربوت نانوي

ج- مختبر على شريحة

د- شريحة نانوية

٣٦- تعتمد عملية التصقيل الصناعي للعظام على دعامة تصقيل جزئية مصنوعة من:

أ- ألياف نانوية عضوية

ب- كرات بوكي

ج- النحاس

د- الحديد

٣٧- جميع العبارات الآتية تعد من خصائص الأطراف الصناعية المعتمدة على تقنية النانو عدا:

أ- تصنع باستخدام ألياف الكربون النانوية

ب- تتصل بالجهاز العصبي

ج- تحسن الأداء البدني

د- ثقيلة الوزن

٣٨- عبارة عن خلايا معتمدة على تقنية النانو تصنع من المواد النانوية المتطورة والمطعمة بتقنيات فيزياء الكم، تدمج جزيئات النانو في لوحات السيليكون لزيادة كفاءة الألواح في امتصاص الشمس هي:

أ- الخلايا الشمسية النانوية

ب- مختبر على شريحة

ج- شريحة نانوية
د- ترانزستور

٣٩- المجهر الذي يستخدم حزمة إلكترونية عالية الطاقة ويستطيع تكبير العينة بين (١٠-١٠٠٠,٠٠٠) مرة هو:

أ- المجهرالإلكتروني الماسح (SEM)
ب- المجهر النفقي الماسح (STM)
ج- مجهر القوة الذرية (AFM)
د- المجهر الإلكتروني النفاذ (TEM)

٤٠- أجهزة تستخدم طبقتين مصنوعتين من المادة نفسها، وبينهما مسافة نانوية، ولهما خاصية الطبقة الكهربائية المزدوجة، إذ تمنعان التيار من السريان، وتحتفظان بفرق الجهد، وتتميز هذه الأجهزة عن التقليدية بمقاومتها الداخلية المنخفضة، وكفاءتها العالية في التكثيف هي:

أ- المرشحات النانوية
ب- المكثفات الفائقة النانوية
ج- الكواشف النانوية
د- خلايا الوقود النانوية

٤١- خلايا الوقود النانوية هي عبارة عن خلايا كهروكيميائية تقوم بإنتاج التيار الكهربائي من الوقود من خلال جسيمات النانول:

أ- معدن النحاس
ب- معدن الألماس
ج- معدن الحديد
د- المعادن النبيلة

٤٢- جهاز تغلب على مشكلة الاتصال بالعالم المايكروي أثناء نقل القوة الميكانيكية وذلك عن طريق تضخيم القوى الصغيرة ألف مرة هو:

أ- الخلايا الشمسية النانوية
ب- المكثفات الفائقة النانوية
ج- المضخم الميكانيكي النانوي
د- الديناميمير

٤٣- تقاس مكونات الدوائر الكهربائية النانوية بمقياس:

أ- البيكو
ب- الفوتو
ج- الميكرو
د- النانو

٤٤– استعمال البنى النانوية في تجهيزات مفيدة نانوية الأبعاد يسمى بتقنية:

أ- البيكو

ب- الفوتو

ج- الميكرو

د- النانو

انتهت الأسئلة، شكرًا لكِ.

مُلحق رقم (٥)

مقياس نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية بالصورة النهائية

المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

كلية التربية

قسم المناهج وطرق التدريس

مقياس نزعات التفكير الابتكاري للطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية

إعداد

أسماء بنت محمد بن عبد الله القطيم

إشراف

د. خالد بن محمد بن ناصر الخزيّم

أستاذ المناهج وطرق التدريس المشارك

العام الجامعي

١٤٣٩/١٤٤٠هـ

٢٠١٨/٢٠١٩م

تعليمات أداة قياس نزعات التفكير الابتكاري:

عزيزتي الطالبة الموهوبة

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أمامكِ مقياس نزعات التفكير الابتكاري، يشتمل هذا المقياس على المجالات التالية: (النزعة إلى الفضول، النزعة إلى المثابرة والإصرار، النزعة إلى التخيل، النزعة إلى التعاونية، والنزعة إلى الانتظام أو الانضباط)، تعد هذه المجالات بمثابة الميول التي توجه السلوك العقلي نحو المعرفة، وكذلك بمثابة الخصائص والسمات الشخصية المحفزة والموجهة لقدرات الفرد نحو التفكير الابتكاري.

ويندرج تحت كل مجال عدة عبارات تنتمي إليه، ويوجد أمام كل عبارة اختيارات، هي بالترتيب: (أوافق بشدة، أوافق، لا أوافق، لا أوافق بشدة)، المطلوب منكِ تحديد مدى موافقتكِ أو عدم موافقتكِ بناء على رأيك الشخصي، نحو كل عبارة بصدق وموضوعية؛ إذ تتوقف دقة قياس نزعات التفكير الابتكاري لديك على مدى صدقك ودقتك، علمًا بأن الإجابات لن تستخدم إلا لغرض الدراسة.

تعليمات أداة قياس نزعات التفكير الابتكاري:

١- تهدف أداة القياس إلى قياس نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية.
٢- يتألف المقياس من (٣٠) فقرة
٣- مدة تطبيق المقياس (١٥) دقيقة
٤- ضعي علامة (√) بعد قراءة العبارة جيدًا في الخانة التي تنطبق عليكِ من الخيارات الخمسة: (أوافق بشدة، أوافق، محايد، لا أوافق، لا أوافق بشدة).
٥- لا تضعي أكثر من علامة واحدة أمام كل عبارة.
٦- لا توجد إجابة صحيحة وأخرى خاطئة.
٧- اقرئي كل عبارة بدقة ووضوح.
٨- لا تتركي أي عبارة دون التعبير عن رأيك فيها.
٩- لا يترتب على نتائج هذا المقياس نجاح أو رسوب في مرحلتك الدراسية.
١٠- اكتبي بياناتك الأساسية بخط واضح في المكان المخصص.

الاسم: .....

المدرسة: .....

الصف الدراسي: .....

نزعات التفكير الابتكاري	م	العبـــــارة	درجة الموافقة				
			أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة
النزعة إلى الفضول (Inquisitive)	١	أشعر بالرغبة في طرح الأسئلة ذات العلاقة بالمشكلات العلمية.					
	٢	تدهشني الاكتشافات العلمية وتطبيقاتها المبتكرة.					
	٣	أستمتع باستكشاف الآلية التي تعمل بها الاكتشافات العلمية.					
	٤	أميل إلى التحقق من المبادئ العلمية التي تقوم عليها الابتكارات.					
	٥	أفضل المشاركة في وضع فروض علمية لحل بعض المشكلات العلمية.					
	٦	أسعى إلى التحقق من صحة الفروض العلمية بالتجربة والأدلة العلمية.					
النزعة إلى المثابرة والإصرار (Persisten)	٧	أكرر المحاولات حتى أصل إلى حلول جديدة للمشكلات.					
	٨	أمتلك التحدي لاكتشاف المواقف العلمية الغامضة أو المشكلات العلمية.					
	٩	أمتلك الجرأة الكافية لأن أكون مختلفةً في تفكيري وفق فرضياتي العلمية.					
	١٠	أتحلى بالصبر في البحث عن حل المشكلات الغامضة.					
	١١	أتحدى الصعوبة من أجل فهم بعض المفاهيم والمبادئ والأسس العلمية.					
	١٢	أسعى إلى استكشاف المعلومات دون الاعتماد على الآخرين.					
النزعة إلى التخيل (Imaginative)	١٣	أتخيل حلولًا جديدة للمشكلات المعقدة.					
	١٤	أفكر في بناء ارتباطات بين فروع العلم لإحداث الابتكار.					
	١٥	اختبر صحة تخميناتي في استكشاف ما يدهشني بطريقة علمية.					
	١٦	أتأمل في الظواهر العلمية بصورة غير مألوفة.					
	١٧	أستخدم استراتيجيات ذهنية متعددة في بناء ارتباطات جديدة بين العلوم المختلفة.					

نزعات التفكير الابتكاري	م	العبـــــارة	درجة الموافقة				
			أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة
النزعة إلى التعاونية (Collaborative)	١٨	أفضِّلُ العمل ضمن فريق للوصول إلى حلول ابتكارية للمشكلات المتعددة.					
	١٩	أشارك الآخرين في طرح أفكار جديدة مبتكرة.					
	٢٠	ألتزم بمبادئ وضوابط العمل الجماعي جيدًا.					
	٢١	أقدم تغذية راجعة لما يُعرض من قبل الآخرين لتطويره.					
	٢٢	أفضل الاستماع إلى آراء الآخرين قبل اتخاذ قرار ما.					
	٢٣	أستفيد من التغذية الراجعة المقدمة من الآخرين في تطوير ما أقدم من ابتكارات.					
النزعة إلى الانتظام أو الانضباط (Disciplined)	٢٤	أحاول تنظيم أفكاري عندما أناقش زميلاتي حول ظاهرة علمية.					
	٢٥	أسعى إلى تحسين مهاراتي الفكرية للوصول إلى أفكار مبتكرة.					
	٢٦	أستمتع في تكوين آليات عمل منظمة وفريدة.					
	٢٧	أتأمل في الجوانب الأخلاقية للابتكارات الحديثة.					
	٢٨	أحب تقديم رؤية نقدية حول الابتكارات.					
	٢٩	أميل لإجراء التحسينات على بعض المنتجات للوصول بها إلى تطوير أكثر فاعلية.					
	٣٠	أتفحص بشكل منظم فهمي لموضوع ما.					

شكرًا لكِ

مُلحق رقم (٦)

نتائج الدراسة الاستطلاعية المبدئية للدراسة

دراسة استطلاعية

حول: أهمية بناء برنامج إثرائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية

عزيزتي معلمة العلوم المحترمة أقدم لك هذه التساؤلات حول هذا البرنامج فيما يسهم في تحديد مدى أهمية بنائه وتقديمة للطالبات الموهوبات.. شاكرة لك وقتك الثمين المستقطع في الإجابة، والله يرعاكم.

السؤال الأول:

- هل تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات بالمرحلة الثانوية لإكساب مفاهيم تقنية النانو؟ وفي حال كانت الإجابة نعم أذكريها؟

- .....

- .....

- .....

السؤال الثاني:

- هل تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات بالمرحلة الثانوية تُنمي نزعات التفكير الابتكاري؟ وفي حال كانت الإجابة نعم أذكريها؟

- .....

- .....

- .....

نتائج الدراسة:

- أظهرت نتائج الدراسة بشأن **السؤال الأول** أن (١٠٠%) من آراء المعلمات أشارت إلى أنَّه لم تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات في المرحلة الثانوية لإكساب مفاهيم تقنية النانو، رغم أهميته كعلم حديث ومرتبط بموضوعات العلوم، كما أيدن ضرورة إكساب الموهوبات هذه المفاهيم لاسيما في هذا العصر المتسم بالتطور العلمي والتقني؛ إذ كانت استجابة جميع المعلمات (لم تقدم برامج حول مفاهيم تقنية النانو).

- وأظهرت نتائج الدراسة بشأن **السؤال الثاني** أن (٨٠%) من آراء المعلمات أشارت إلى أنه لا تُقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات في المرحلة الثانوية تُنمي نزعات التفكير الابتكاري –تحديدًا – رغم رؤيتهن ضرورة توفير هذه البرامج الإثرائية في مواضيع مستحدثة لتحفز الابتكار والإبداع، إذ كانت هذه استجابة ثمان من المعلمات بأنَّه لا تقدم برامج أو أنشطة إثرائية للموهوبات في المرحلة الثانوية تُنمي نزعات التفكير الابتكاري تحديدًا.

- بينما أشارت استجابة ٢٠% من المعلمات إلى وجود برامج إثرائية متنوعة مجانية أو برسوم معينة تدفعها الطالبات تقدمها مؤسسة الملك عبد العزيز ورجاله للموهبة والإبداع في فروع العلوم والهندسة والتقنية، خلال البرنامج الدراسي أو البرنامج الصيفي، وقد يكون من شأنها تحفيز الابتكار بشكل عام، كما يقدم مركز الموهوبين في المحافظة ورش إثراء حول أنواع التفكير، إذ كانت هذه استجابة معلمتين من عشر معلمات.

ملحق رقم (٧)

خطاب من وكيل الدراسات العليا والبحث العلمي بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية موجه إلى مدير تعليم محافظة المجمعة لتسهيل مهمة الباحثة

بسم الله الرحمن الرحيم

KINGDOM OF SAUDI ARABIA
MINISTRY OF EDUCATION
AL-IMAM MUHAMMAD IBN SAUD ISLAMIC UNIVERSITY
VICE-PRESIDENT FOR
GRADUATE STUDIES & RESEARCH

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم
جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية
وكالة الجامعة للدراسات العليا والبحث العلمي

الموضوع: تسهيل مهمة الدارس: اسماء محمد عبدالله القطيم

سعادة مدير التعليم بمحافظة المجمعة حفظه الله

سلام عليكم ورحمة الله وبركاته .. أما بعد :

فأشير إلى رغبة الدارس بالعلوم الاجتماعية بجامعة الإمام محمد ابن سعود الإسلامية: **اسماء محمد عبدالله القطيم** في إجراء دراسة بعنوان **"برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي لإكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية."** استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الدكتوراه بالمناهج وطرق التدريس.

ونظراً لأن موضوع البحث يتطلب إجراء دراسة ميدانية والحصول على بيانات علمية وإحصائية لذا آمل تسهيل مهمة مقدم الطلب/ اسماء محمد عبدالله القطيم لتطبيق أداة الدراسة وتزويده بالبيانات اللازمة. **والله يحفظكم ويرعاكم.**

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

وكيل الجامعة

للدراسات العليا والبحث العلمي

د. محمود بن سليمان آل محمود

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

رقم المعاملة: 3114
تاريخها: 1440/01/06
إرسالها: 1440/01/06
المرفقات: بدون
رمز الجهة: 033

مُلْحَق رقم (٨)

توجيه من إدارة تعليم محافظة المجمعة لمركز الموهوبات في المحافظة للتمكين من تطبيق البرنامج وتسهيل المهمة

KINGDOM OF SAUDI ARABIA
MINISTRY OF EDUCATION
AL-IMAM MUHAMMAD IBN SAUD ISLAMIC UNIVERSITY
VICE-PRESIDENT FOR
GRADUATE STUDIES & RESEARCH

سعود الإسلامية: اسماء محمد
استقصائي لإكساب مفاهيم
بالمرحلة الثانوية." استكمالاً

لى بيانات علمية وإحصائية لذا
أداة الدراسة وتزويده بالبيانات

جامعة

والبحث العلمي

د. محمود بن سليمان آل محمود

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم
إدارة التعليم بمحافظة المجمعة
مساعد المدير للشؤون التعليمية / بنات

VISION رؤية 2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA
وزارة التعليم
Ministry of Education

إحالة | الرقم: ٦/٤ التاريخ: ٧/ ١/ ١٤٤٠هـ

الموضوع:

○ سري ○ سري للغاية ○ مهم ○ عاجل ○ عاجل جداً

- ☐ رئيسة قسم الإشراف التربوي
- ☐ رئيسة قسم التوعية الإسلامية
- ☐ رئيسة قسم الاختبارات والقبول
- ☐ رئيسة قسم تعليم الكبيرات
- ☐ رئيسة قسم التربية الخاصة
- ☐ رئيسة قسم رياض الأطفال
- ☐ رئيسة قسم نشاط الطالبات
- ☐ رئيسة قسم التوجيه والإرشاد
- ☐ رئيسة قسم التدريب التربوي
- ☑ رئيسة قسم الطالبات الموهوبات
- ☐ رئيسة الشؤون التعليمية /
- ☐ منسقة جائزة التميز
- ☐ مديرة وحدة شراكات المدرسة والأسرة والمجتمع
- ☐ جميع الأقسام
- ☐ للزميلة .
- ☐ .....

○ للإفادة ○ لتنفيذ التوصيات ○ لإكمال اللازم نظاماً
○ للحفظ مع الشكر ○ حسب المفاهمة ○ للتعميم به
○ بحسب توجيه سعادة المدير ○ للاطلاع والإحاطة

نأمل منكم التفضل بتسهيل أمر الدعوة
أسماء وكذلك متابعة التواصل معها من
أجل منفعة أكبر لبناتنا الطالبات

مساعد المدير للشؤون التعليمية /بنات
نورة بنت حمد الركبان

د/ المزيني

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية
الأقلام
رقم المعاملة: 3114
تاريخها: 1440/01/06
إرسالها: 1440/01/06
المرفقات: بدون
رمز الجهة: 033

Scanned with CamScanner

ملحق (٩)

خطاب تطبيق قياس ثبات وصدق الأدوات (التجربة الاستطلاعية)

المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم(٢٨٠)
إدارة التعليم بمحافظة المجمعة
مكتب التعليم بحوطة سدير
الشؤون التعليمية

رؤية VISION 2030
وزارة التعليم

إفادة

تشهد الشؤون التعليمية بمكتب حوطة سدير بأن الباحثة أ / أسماء بنت محمد القطيم قد طبقت الدراسة الاستطلاعية الخاصة بدراسة الدكتوراه على طالبات المرحلة الثانوية بقطاع سدير و ذلك يوم الخميس الموافق ١٤٤٠/١/١٧ هـ

سائلين الله لها التوفيق و السداد .

رئيسة الشؤون التعليمية بمكتب بالحوطة

١/١٧

عائشة بنت عبد الله الموسى

المملكة العربية السعودية - وزارة التربية والتعليم
مكتب التربية والتعليم بحوطة سدير
١٤٣٢هـ
الإدارة التربية والتعليم بمحافظة المجمعة

كتبه الرشيدي

ملحق (١٠)

إفادة مركز الموهوبات بمحافظة المجمعة بخصوص تطبيق البرنامج

الرؤية : التميز في تقديم الخدمات التعليمية والتربوية للموهبين والموهوبات والمبدعين والمبدعات	**الرسالة** : ايجاد بيئة تربوية خصبة تضم كوادر مؤهلة وبرامج علمية متخصصة لجيل مبدع مبتكر	**القيم** : المواطنة ،الاتقان، العدل، العمل بروح الفريق ، التنمية الذاتية ، المسؤولية الاجتماعية

إفـــــاده

يقيدكم قسم ومركز الموهوبات في محافظة المجمعة بأن الباحثة /أسماء محمد عبدالله القطيم تقدمت لإدارة التعليم بمحافظة المجمعة بخطاب تسهيل مهمتها البحثية لتطبيق البرنامج الإثرائي(تقنية النانو الحاضر والمستقبل) وذلك استكمالاً لمتطلبات رسالتها العلمية بعنوان (برنامج إثرائي في ضوء المدخل الاستقصائي وفاعليته في إكساب مفاهيم تقنية النانو وتنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى الطالبات الموهوبات في المرحلة الثانوية)

وبناءً على توجيه إدارة التعليم تم تسهيل مهمتها وإتاحة الفرصة لها لتطبيق البرنامج الإثرائي على الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية.

وقامت الباحثة بالتطبيق بالفترة المسائية للفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ١٤٣٩/١٤٤٠ هـ

والله ولى التوفيق.

المملكة العربية السعودية - وزارة التعليم
قسم الموهوبات
إدارة التعليم في محافظة المجمعة

رئيسة قسم ومركز الموهوبات
جيهار صالح العتيبي