فاعلية برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري ومهارات التفكير عالي الرتبة في الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية

إعداد:د/ إيهاب أحمد محمد مختار*

ملخص البحث

استهدف البحث الحالي تعرف فاعلية برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري ومهارات التفكير عالي الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي. وأسفرت نتائج البحث عن:

١- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ٠.٠١ بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري لصالح المجموعة التجريبية.

٢- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ٠.٠١ بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري لصالح التطبيق البعدي.

٣- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ٠.٠١ بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لصالح المجموعة التجريبية.

٤- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ٠.٠١ بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لصالح التطبيق البعدي.

* أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد ــ كلية التربية ــ جامعة المنصورة

Abstract

The current research aimed to define the effectiveness of a nanotechnology-based education program as a prerequisite for the fourth industrial revolution era in developing Creative Thinking Dispositions and Skills of Higher Order Thinking in physics among second-graders. The search results resulted in:

1. There were statistically significant differences at the mean level of 0.01 between the average scores of the experimental group and the control group students in the post-application of the Scale of Creative Thinking Dispositions in favor of the experimental group.

2 - There are statistically significant differences at the level of significance of 0.01 among the average scores of the experimental group in the tribal and remote applications of the Scale of Creative Thinking Dispositions in favor of the post application.

3 - There were statistically significant differences at the mean level of 0.01 between the average scores of the experimental group and the students of the control group in the post-application to the test of Higher Order Thinking Skills in favor of the experimental group.

4 - There are statistically significant differences at the level of significance of 0.01 among the average scores of the experimental group in the tribal and remote applications to the test of Higher Order Thinking Skills in favor of the post-application.

مقدمـــة:

تُعد الثورة الصناعية الرابعة هي التسمية التي أطلقها المنتدى الاقتصادي العالمي في دافوس بسويسرا في عام ٢٠١٦ م على الحلقة الأخيرة من سلسلة الثورات الصناعية، التي بدأت بالثورة الصناعية الأولى التي اتسمت بانتشار وإحلال العمل اليدوي بالمكننة، حيث تُعد هذه الثورة انقطاعًا كبيرًا عن تاريخ طويل من نمط حياة وإنتاج وعلاقات بدائية استمرت لآلاف السنين، إلى أحوال أخرى مختلفة، وقد حدثت بفعل اختراع المحرك البخاري، وهو آلة تستخدم قوة البخار لأداء عمل ميكانيكي بواسطة الحرارة، وذلك في الربع الأخير من القرن الثامن عشر.

وكان لهذه الثورة نتائج أساسية تمثلت في حدوث تحول كبير من الاعتماد الواسع على طاقة الحيوانات والجهد العضلي للبشر والكتلة الحيوية للطاقة (الحطب وغيره)، إلى استخدام الطاقة الميكانيكية والوقود الأحفوري، كالفحم الحجري في ذلك الوقت. ونتج عن ذلك أن بدأت الآلات التي تعمل بالبخار تحل محل اليد العاملة كذلك حدوث نمو كبير في صناعات الفحم والحديد وسكك الحديد والنسيج بالإضافة إلى تدهور نمط الإنتاج التقليدي السابق في الأرياف، والهجرة منها، حيث شهدت هذه الفترة توسع المدن وتقسيم العمل.

ثم ظهرت الثورة الصناعية الثانية التي أحدثتها الكهرباء والإنتاج الشامل في خطوط التجميع في أواخر القرن التاسع عشر، وتميزت بأنها فتحت الأبواب أمام كثير من الاكتشافات والاختراعات الكبيرة، ومن أبرز معالمها ظهور محرك الاحتراق الداخلي الذي أحدث ثورة في صناعة النقل، كالسيارات والطائرات وغيرها كذلك حلول البترول كمصـــدر أساسي للطاقة محل أنواعها الأخرى بالإضافة إلى إنتاج السلع الاستهلاكية بكميات كبيرة، ونشوء ما يعرف بالمجتمع الاستهلاكي **(Sakhnini, S. & Blonder, R., 2016, 93)**.

تلى ذلك الثورة الصناعية الثالثة التي أحدثتها الرقمنة (Digitization) والمعالجات الدقيقة والإنترنت وبرمجة الآلات والشبكات في النصف الثاني من القرن العشرين، ومن مميزاتها ظهور الكمبيوتر الذي أحدث ثورةً في تخزين المعلومات ومعالجتها وكذلك برمجة الآلة ورقمنتها، مما جعلها تحل شيئًا فشيئًا محل اليد العاملة، وكذا انتشار شبكة الإنترنت في كل أنحاء العالم مما أحدث ثورة كبيرة في عالم الاتصالات كما أدى التطور في خوادم (Servers) الكمبيوتر وقدراتها المتنامية باستمرار على تخزين المعلومات ومعالجتها إلى ظهور المنصات الرقمية العملاقة (فيسبوك، تويتر، جوجل ... إلخ)، وانتشار مواقع التواصل الاجتماعية التي أثرت على العلاقات الاجتماعية التقليدية **(إيهاب طلبة، ٢٠١٧، ٢٦٩)**.

وانطلقت الثورة الصناعية الرابعة من الإنجازات الكبيرة التي حققتها الثورة الصناعية الثالثة، خاصة شبكة الإنترنت وطاقة المعالجة (Processing) الهائلة، والقدرة على تخزين المعلومات، والإمكانات غير المحدودة للوصول إلى المعرفة.

فهذه الإنجازات تفتح اليوم الأبواب أمام احتمالات لامحدودة من خلال الاختراقات الكبيرة لتكنولوجيات ناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي، الروبوتات، إنترنت الأشياء، المركبات ذاتية القيادة، الطباعة ثلاثية الأبعاد، التكنولوجيا الحيوية، علم المواد، الحوسبة الكمومية، سلسلة الكتل (Block chain)، وتكنولوجيا النانو ... إلخ.

الإحساس بالمشكلة:

تُعد تكنولوجيا النانو أحد مفاهيم الثورة الصناعية الرابعة وأحد أهم الاكتشافات العلمية الكبيرة، والتطبيقات التكنولوجية واسعة النطاق في الآونة الأخيرة، فلم يقتصر على مجال من المجالات أو علم من العلوم، وإنما توغل في المجالات الطبية والعسكرية والمعلوماتية والالكترونية والحاسوبية والبتروكيميائية والزراعية والحيوية وغيرها.

وقد استخدمت تكنولوجيا النانو منذ القدم من قِبل الحضارة الصينية، والحضارة الإغريقية، وذلك في صناعة المطاط والزجاج، كذلك استخدمها العرب في صناعة السيوف، واستخدمها المهاجرين الأمريكان، في حفظ اللبن طازجًا لفترة أطول **(شيماء عبد السلام، ٢٠١٥، ٤)**.

ويعتمد مفهوم تكنولوجيا النانو على اعتبار أن الجسيمات التي يقل حجمها عن مائة نانومتر - النانومتر جزء من ألف مليون من المتر- تُعطي للمادة التي تدخل في تركيبها خصائص وسلوكيات جديدة، وهذا بسبب أن هذه الجسيمات (والتي هي أصغر من الأطوال المميِّزة المصاحبة لبعض الظواهر) تُبدي مفاهيم فيزيائية وكيميائية جديدة؛ مما يقود إلى سلوك جديد يعتمد على حجم الجسيمات **(محمد الإسكندراني، ٢٠١٠، ٢٦)**.

وقد لوحظ كمثال لذلك، أن كل من التركيب الإلكتروني، التوصيلية، التفاعلية، درجة الانصهار والخصائص الميكانيكية للمادة تتغير كلها عندما يقل حجم الجسيمات عن قيمة حرجة من حجمها الطبيعي، حيث كلما اقترب حجم المادة من الأبعاد الذرية كلما خضعت المادة لقوانين ميكانيكا الكم بدلاً من قوانين الفيزياء التقليدية **(السيد السايح ومرفت هاني، ٢٠١٥، ٣٦)**.

وقد ظهر مسمى تكنولوجيا النانو عام ١٩٧٤ م عبر تعريف البروفيسور نوريو تانيقوشي في ورقته العلمية المنشورة في مؤتمر الجمعية اليابانية للهندسة الدقيقة حيث قال: إن تكنولوجيا النانو ترتكز على عمليات فصل، اندماج، وإعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء، وفي نفس الفترة ظهرت مفاهيم علمية عديدة تداولتها الأوساط العلمية حول التحريك اليدوي لذرات بعض الفلزات عند مستوى النانو، ومفهوم النقاط الكمية، وإمكانية وجود أوعية صغيرة جدًا تستطيع تقييد الكترون أو أكثر **(شيماء أحمد، ٢٠١٥، ٥٠)**.

ومع اختراع المجهر النفقي الماسح (Scanning Tunneling Microscope) STM بواسطة العالمان جيرد بينج وهينريك روهر عام ١٩٨١ م، وهو جهاز يقوم بتصوير الأجسام بحجم النانو،

زادت البحوث المتعلقة بتصنيع ودراسة التركيبات النانوية للعديد من المواد، وقد حصل العالمان على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٨٦م بسبب هذا الاختراع، وبعد ذلك بعدة سنوات نجح العالم الفيزيائي دون إيجلر في معامل IBM في تحريك الذرات باستخدام جهاز الميكروسكوب النفقي الماسح؛ مما فتح مجالاً جديدًا لإمكانية تجميع الذرات المفردة مع بعضها، وفي نفس الوقت تم اكتشاف الفلورينات بواسطة هارولد كروتو، ريتشارد سمالي وروبرت كيرل، وهي عبارة عن جزيئات تتكون من 60 ذرة كربون تتجمع على شكل كرة قدم، وقد حصل هؤلاء العلماء على جائزة نوبل في الكيمياء ١٩٩٦م **(شيري مجدي، ٢٠١٦، ٤٨)**.

وعلى الرغم من أن مفهوم تكنولوجيا النانو يُعد مفهومًا حديثًا نسبيًا، إلا أن وجود أجهزة تعمل بهذا المفهوم وتراكيب ذات أبعاد نانوية ليس بالأمر الجديد، والواقع أن وجودها يعود إلى عمر الأرض وبدء الحياة فيها، حيث من المعروف أن الأنظمة البيولوجية في الجسم الحي تقوم بتصنيع بعض الأجهزة الصغيرة جدًا، والتي تصل إلى حدود مقياس النانو، فالخلايا الحية تعد مثالاً مهمًا لتكنولوجيا النانو الطبيعية، حيث تُعد الخلية مستودعًا لعدد كبير من الآلات البيولوجية بحجم النانو، ويتم تصنيع البروتينات داخلها على شكل خطوط مجتمعة بحجم النانو تسمى ريبوزومات ثم يتم تشكيلها بواسطة جهاز نانوي آخر يسمى جولجي بل إن الإنزيمات هي بنفسها تعد آلة نانوية تقوم بفصل الجزيئات أو جمعها حسب حاجة الخلية، وبالتالي فيمكن للآلات النانوية المصنعة أن تتفاعل معها وتؤدي الهدف المنشود مثل تحليل محتويات الخلية وإيصال الدواء إليها أو إبادتها عندما تصبح مؤذية **(أحمد عسكر، ٢٠١٧، ٧)**.

وقد أوصت العديد من المؤتمرات واللقاءات العلمية بضرورة العناية بمفاهيم النانو وتطبيقاته، مثل: المؤتمر الدولي لتقنيات صناعة النانو (التكنولوجيا الرائدة في القرن الحادي والعشرين)، الذي نظمته جامعة الملك سعود، والذي نادى بضرورة إدخال تكنولوجيا النانو في المناهج الدراسية، والاهتمام بالبنية التحتية لتكنولوجيا النانو؛ بوصفها الركيزة الأساسية للمستقبل التقني في شتى مجالات الحياة الاقتصادية والاجتماعية، كما أوصى بالتشجيع المادي والمعنوي لكل مشاريع النانو المستقبلية **(جامعة الملك سعود، ٢٠٠٨)**.

كما تعددت المشروعات والبحوث والدراسات السابقة التي اهتمت بتكنولوجيا النانو مثل: دراسة ستيفن (Steven, E. H., 2007)، ودراسة السيد السايح ومرفت حامد (٢٠٠٩)، ودراسة مرفت حامد (٢٠١٠)، ودراسة أماني الرمادي (٢٠١١)، ودراسة محمد الشهري (٢٠١٢)، ودراسة نوال شلبي (٢٠١٢)، ودراسة تشين وآخرون (Chen, et. al. 2012)، ودراسة كوكس (Cox, 2012)، ودراسة آيات حسن (٢٠١٣)، ودراسة جمال سعيد (٢٠١٣)، ودراسة يحيى عبد الخالق وعثمان القحطاني (٢٠١٣)، ودراسة أمل لبد (٢٠١٣)، ودراسة ريم القحطاني (٢٠١٤)، ودراسة شيماء عبد السلام (٢٠١٥)،

وودراسة شيماء أحمد (٢٠١٥)، ودراسة أفنان حافظ (٢٠١٥)، ودراسة هدى التقبي (٢٠١٦)، ودراسة شيري نصحي (٢٠١٦)، ودراسة محمد الفيفي (٢٠١٦)، ودراسة أحمد عسكر (٢٠١٧)، والتي أظهرت أهمية تناول تكنولوجيا النانو في التعليم وضرورة تضمين مفاهيمه وتطبيقاته في المناهج الدراسية المختلفة كالعلوم والكيمياء والأحياء والفيزياء كما توصلت جميع هذه الدراسات إلى وجود نتائج إيجابية تشير إلى فاعلية البرامج التعليمية القائمة على تكنولوجيا النانو في تنمية أهداف عديدة ومتنوعة في مجال تدريس العلوم مثل: تنمية المفاهيم النانوتكنولوجية ومهارات التفكير البيئي والتحصيل وفهم طبيعة العلم وإتخاذ القرار والوعي العلمي والبيئي والثقافة العلمية والإستيعاب المفاهيمي وحل المشكلات والإتجاه نحو تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.

مشكلة البحث:

من خلال ما تم عرضه من أدبيات ومشروعات وبحوث ودراسات سابقة اهتمت بدراسة تكنولوجيا النانو، يتبين ضرورة الإهتمام بدمج مفاهيمه من خلال تدريس منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية، كذلك تطبيق مبادئه وتطبيقاته، بشكل آمن ومفيد في كافة مجالات الحياة نظرًا لما له من أهمية علمية وتطبيقية في المجالات المختلفة، لاسيما التعليم.

كما تبين من خلال فحص منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية، خلوه تمامًا من دراسة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها؛ مما حذا بالباحث إلى الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما فاعلية برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري ومهارات التفكير عالي الرتبة في الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

وتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

١- ما مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية؟

٢- ما مدى توافر مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء للصف الثاني الثانوي؟

٣- ما البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟

٤- ما فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟

٥- ما فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالى الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟

أهداف البحث: استهدف البحث:
١- تحديد مفاهيم تكنولوجيا النانو التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية.
٢- تعرّف مدى توافر مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء للصف الصف الثاني الثانوي.
٣- إعداد برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.
٤- تحديد فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.
٥- تحديد فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالى الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.
أهمية البحث: في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج، يمكن له أن يُسهم في:
١- تقديم برنامج تعليمي لطلاب المرحلة الثانوية، يتضمن معارف ومهارات علمية وتطبيقية لتكنولوجيا النانو، والتي يعتمد عليها سوق العمل في ظل عصر الثورة الصناعية الرابعة.
٢- تقديم نموذجًا لمعلمي الفيزياء لما ينبغي أن يكون عليه تدريس الفيزياء في ضوء تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة، وإمدادهم بقائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها؛ ليسترشدوا بها عند تنفيذ الدروس.
٣- توجيه أنظار مخططي المناهج ومطوريها إلى وضع خطط واستراتيجيات مناسبة؛ لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في المناهج العلمية بالمرحلة الثانوية بشكل عام، ومنهج الفيزياء بشكل خاص.
٤- الاستجابة لمتطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة، التي من بينها مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.
حدود البحث: اقتصر البحث الحالي على:
١- مقرر الفيزياء / الفصل الدراسي الثاني.
٢- عينة من طلاب الصف الثاني الثانوي بمدرستي: المنصورة الثانوية للبنين "العسكرية" بمدينة المنصورة محافظة الدقهلية (كمجموعة تجريبية) ، الملك الكامل الثانوية للبنين بمدينة المنصورة – محافظة الدقهلية (كمجموعة ضابطة).
٣- تم التطبيق في الفصل الداسي الثاني من العام الدراسي ٢٠١٧ / ٢٠١٨ م.

مواد البحث وأدواته: قام الباحث بإعداد المواد والأدوات البحثية الآتية:

١- قائمة مفاهيم النانوتكنولوجي الواجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية.
٢- برنامج تعليمي في الفيزياء قائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.
٣- مقياس نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.
٤- اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي

أدبيات البحث

تكنولوجيا النانو (Nanotechnology):

يُقصد بتكنولوجيا النانو أنها: مزيج من كلمتين وهما: كلمة نانو Nano، وهي وحدة قياس. وتكنولوجي Technology أو تكنولوجيا على أنها التطبيق العملي للمعرفة في مجال معين، وهي تطبيق المفاهيم العلمية على مستوى قياس النانو، أو على الجزيئات والجسيمات بأحجام تقع ضمن نطاق يتراوح بين واحد إلى مائة ناتنو متر 1 to 100 nanometers **(منير سالم، ٢٠٠٨، ٨٠)**.

ويعرّفها **مناسي (Manasi, K., 2008, 3)** بأنها: مجال من مجالات العلوم التطبيقية، تهتم بدراسة خصائص المواد وتركيبها على مستوى المقياس النانومتري، وتتمتّع بأسطح كبيرة مقارنة بأحجامها الطبيعية، وتحكمها قوانين ميكانيكا الكمّ التي تختلف تمامًا عن المواد ذات الهندسة كبيرة المقاييس التي تتحكّم فيها القوانين الكلاسيكية التقليدية لعلمي الفيزياء والكيمياء.

وتُعرّف تكنولوجيا النانو بأنها: التكنولوجيا المبنية على الأجزاء المتناهية في الصغر، والتحكّم فيها؛ لابتكار منتجات جديدة **(محمد مسلم، وآخرون، ٢٠١٠، ٤٠)**.

وترى لجنة المبادرة الوطنية الأمريكية لتكنولوجيا النانو (Initiative(NNI The U. S. National Nanotechnology أن تعريف تكنولوجيا النانو يكون شاملًا عندما يتضمّن ما يلي **(محمد عبد الرازق، ٢٠١٣، ٢٤٣)**:

١-الأبحاث والتطورات التكنولوجية لبنى أو تراكيب لها بُعد/أبعاد نانوية يتراوح بين ١-١٠٠ نانومتر.

٢-تكوين واستخدام البنى، والأجهزة، والأنظمة التي تملك خصائص ذات وظائف جديدة؛ نظرًا لأبعادها النانوية أو المتناهية في الصغر.

٣-القدرة على التحكّم في المقياس الذري.

وتوضّح التعريفات السابقة المجالات الثلاثة التي ترتكز عليها تكنولوجيا النانو، وهي:

١-تطوير أدوات وطرق جديدة لتصنيع تراكيب متناهية في الصغر.

٢-تحديد التغيرات التي تحدث للمواد في البُعد النانوي.

٣-استخدام هذه التغيرات التي تطرأ على المادة في عمل تطبيقات جديدة.

ويرى **محمد الصالحي، وعبد الله الضويان (٢٠٠٧، ٣١)** أن لتكنولوجيا النانو أهميه تتلخص فيما يلي:

١- توظيف تكنولوجيا النانو في شتى مجالات الحياة سواء كانت طبية أم تعليمية أم هندسية أم غيرها.

٢- المساهمة في حل المشكلات التي تواجهنا مثل أزمة موارد الطاقة والفقر والبطالة لأنها سوف توفر فرصاً في الوظائف وتسبب انخفاضاً في تكلفة بعض المواد.

٣- تأثيرها في الاقتصاد العالمي إذ إن سوق خدمات تقنيات النانو ومنتجاتها يتنامى عامًا بعد عام.

٤- تحسين تركيبات الأدوية إضافة لعمليات التشخيص واستبدال الأعضاء.

٥- زيادة القدرة التصنيعية النظيفة باستخدام الطاقة الرخيصة والقوية وذات الكفاءة العالية.

٦- إنتاج المحاصيل والأغذية المعدلة وراثيًا، وبالتالي زيادة الإنتاجية الزراعية.

٧- تعزيز ودعم الناحية الغذائية التفاعلية الذكية للأغذية.

٨- توفير المواد الحميدة بيئيًا المستخدمة لتوفير موارد نظيفة للمياة.

وتؤكد **نهى الحبشي (٢٠١١، ٣٧-٣٨)** أن فوائد تكنولوجيا النانو ظهرت منذ العصور القديمة، فقد كانت بعض الحضارات كالحضارة الإسلامية والرومانية تستخدم تكنولوجيا النانو دون معرفة اسمها أو أساسياتها، فصنعوا السيوف الصلبة الحادة في القرون الوسطى وكان ذلك في بلاد الشام، والزجاج الملون حيث كان صانعوا الزجاج في القرون الوسطى يدخلون عنصر الذهب في أفران الصهر حتى تنتج جسيمات من الذهب بألوان مختلفة وليس فقط لون الذهب الأصفر، وأصباغ الشعر التي تخفي الشيب فقد اكتشف باحثون فرنسيون وألمان من مركز الدراسات العلمية في باريس سر تلون الشعر بالأسود بهذه المكونات وهو تفاعل الكبريت مع البروتين البشري الموجود في الشعر الأبيض، وكان الروم يصنعونها من عجينة أوكسيد الرصاص مع الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم).

أما حديثًا فإن هناك استخدامات عديدة لتكنولوجيا النانو، مثل استخدامها في **(Hingant, B. & Albe, V., 2010, 134 ; VanDorn, D. & et. al., 2011, 1119 ; Selim , Sh. & et. al., 2015, 200)** :

- **مواد البناء:**

يمكن الاستفادة من التكنولوجيا النانويه في العديد من تخصصات الهندسة المدنية بما في ذلك عمليات التصميم والبناء مثل تصنيع المواد الهيكلية بخصائص فريدة من نوعها من حيث كونها: أخف وزنًا، أكثر قوة، عازله للحريق والصوت والماء والأسطح ذاتية التطهير. وكذلك الخرسانة التي تتسم بالقوه والمتانة وزيادة التصلب وقوة التحمل الميكانيكية لها كما يمكن تحسين الخرسانة لأكثر من ذلك

بإضافة الـــ نانو-السيليكا ، وثاني أكسيد التيتانيوم (وهو صبغة بيضاء يمكن استخدامها كطلاء عاكس ممتاز وكاسر للملوثات العضوية يضاف للاسمنت والنوافذ لإعطائهما خصائص التنظيف الذاتي).

- **المرشحات النانونية (فلترة المياة باستخدام الكربون النشط):**

يستخدم الكربون النشط لتنقية المياه الملوثة ومياه الصرف الصحي لكي تكون صالحة للشرب وللزراعة وللصناعة حيث يزيل جزيئات المواد العضوية الطبيعية ، والملوثات البيولوجية ، والملوثات العضوية ، والنترات والزرنيخ من المياه الجوفية والمياه السطحية ومياة الصرف الصحي.

ويتميز الكربون المنشط بالعديد من الخصائص الفيزيائية الكيميائية الرئيسية التي تجعلها بشكل خاص لديها القدرة على الفلترة، وذلك بسبب كبر مساحة سطحه، ومساميته مما يجعلنا نسمية بالاسفنج النانوي. وكلما قل حجم جسيمات الفحم المطحون زادت مساحة سطحه وبالتالي تفاعلة مع العوالق ويصبح فلترًا قويًا، وينتج ماء نقيًا كما يتميز بقدرته العالية لامتزاز (ادمصاص) الغازات والسموم الموجودة حوله، ولذلك يستخدم كدواء معالج لأمراض التسمم والغازات والمغص وأي مرض تنتشر فيه غازات سامة في الجهاز الهضمي كما يستخدم الفحم المنشط في فلترة الهواء بصناعة الكمامات وغيره من أدوات السلامة التي يستخدمها رجال الإطفاء والعاملين في المناجم، ويستخدم أيضًا في قتل البكتيريا وإزالة الروائح الكريهة.

- **أنسجة مضادة للسوائل والبقع (ملابس، أثاث، أحذية):**

يحسن دمج شعيرات النانو بالأنسجة إلى زيادة خاصية طرد المياه من النسيج وعزله بنسبة ١٠٠% ، عبر تغليف الألياف المصنوعة من مادة البوليستر بخيوط نانوية من السيليكون، فيتحول الماء إلى كريات كروية دقيقة تنزلق على سطح النسيج ولا تتغلغل إلي ألياف البوليستر الموجودة أسفل ويشكل طبقة عازلة، وذلك لأن خيوط السيليكون المعالجة بالنانو تكنولوجي تحتجز طبقة من الهواء بينهم لتشكل طبقة هواء دائمة مثل طبقات الهواء التي تستخدمها الحشرات والعنكبوت للتنفس تحت الماء.

- **طلاء ذاتي التنظيف:**

وهو طلاء يمكن تطبيقه بسهولة على أسطح مختلفة، ويطرد المياه والأتربة، حتى عند تعرُّضه لزيت. وبما أن مواد الطلاء الأخرى الطاردة للمياه لا تعمل في الزيت، وتُخدَش بسهولة. تم التغلب على هذه المشكلة بإضافة جزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم المغلفة. ويمكن استخدامه لطائفة متنوعة من التطبيقات بدءا من الملابس و السيارات وتغطية سطوح المنازل وعزل السدود والبناء والجسور وكسو أجسام الطائرات.

- **صمغ نانوي يلصق أي سطحين بقوة:**

اكتشف البروفيسور رامناث Ramanath الصمغ النانوي حيث قام بوضع طبقة رقيقة جدًا من مادة بين طبقتين رقيقتين من السيليكون والنحاس وقام بتسخين المجموعة ليجد أن طبقتي السيليكون والنحاس قد التحمتا مع بعضهما البعض وبالفحص الدقيق لما حدث للطبقة في الوسط وجد إنها ازدادت صلابة وقوة بزيادة درجة الحرارة.

وتقوم فكرة عمل طبقة الصمغ النانوية من خلال تركيبة من سلسلة من الذرات تشكل ذرة الكربون الأساس لها مع ذرات من السيليكون والأكسجين أو الكبريت، ويتم الربط بين طبقة من السيليكون في الأسفل مع طبقة من النحاس في الأعلى، وتتكون الطبقة الصمغية من ذرات السيليكون باللون الأخضر وذرات الكبريت باللون الأزرق وذرات الكربون باللون الأحمر، وتعمل الحرارة العالية على زيادة قوة الروابط الكيميائية بين الطبقة الصمغية وطبقة السيليكون وطبقة النحاس، وتزداد صلابة المادة الصمغية كلما زادت درجة الحرارة حتى تصل ٧٠٠ درجة مئوية.

وهذه الخصائص الجديدة لهذه المادة النانوية تفتح المجال لتطبيقات جديدة مثل لتجميع شرائح الكمبيوتر والأجهزة الإلكترونية ، طلاء السطح الداخلي لمحرك الطائرة النفاثة أو لتوربينات مولدات الطاقة الكهربية ،حماية الشرائح الرقيق.

- **السيوف الدمشقية:**

بدأت قصة صناعة السيوف في دمشق مع بداية القرن العاشر الميلادي، وتعددت الحكايات في وصف قوته وحدة نصله حيث قيل إن الشعرة كانت تنشطر نصفين لدى سقوطها على نصله، وكانت هذه السيوف من أبرز عوامل انتصار صلاح الدين الأيوبي على الليبيين في المعارك التي خاضها ضدهم.

وامتازت السيوف الدمشقية عن غيرها بإشراق يميل إلى البياض وهي خطوط مميزة متموجة على طول النصل، وعدم قابليته للصدأ بالإضافة إلى حدته وصلابته، وقد عجز الحدادون الأوربيون عن تقليد صناعة السيوف الدمشقية كما أن سر صنع السيوف قد ضاع في نهاية القرن الثامن عشر.

- **سترات (دروع عسكرية) واقية من الرصاص:**

قام باحثون بولنديون بتطوير مادة بإمكانها الوقاية من طلقات الرصاص تختلف هذه المادة عن المواد المستعملة في السترات الكلاسيكية الواقية من الرصاص بكونها سائلة ولا تتحول إلى صلب إلا عند تلقيها لطلقات نارية. هذا الأمر سيمكن مستعملها من المحافظة على حرية الحركة، دون أي عائق. وتعمل الجسيمات التي توجد داخل بنية السائل على تلقي الرصاصة، وذلك بفضل قدرته على التحول عند تغير درجة الحرارة أو الضغط. وبالتالي تحمي أعضاء جسم الإنسان من الإصابات التي يمكن أن يتعرض لها، ويمكن تعميم استعمالها إلى مجالات أخرى، كالملابس الرياضية أو الوقاية من حوادث السير.

- **علاج مرض السرطان:**

أتاحت تكنولوجيا النانو آفاقاً جديدة وإضافات فريدة لعمليات التشخيص المبكر للسرطان من خلال فئة متقدمة من المواد تُعرّف بـــ أصداف الذهب النانونية (وهي عبارة عن كرات من الزجاج نانوية الحجم ومغطاه بطبقة رقيقة من النانو ذهب)، يتم حقن أصداف الذهب النانونية داخل الجسم فتتجمع في الورم ثم تُسلط أشعة تحت الحمراء على منطقة الورم، فتمر هذه الأشعة بأمان عبر الأنسجة السليمة، حيث تتميز جزيئات الذهب المغلفة بخاصية فريدة في التفريق بين الخلايا السليمة والخلايا السرطانية، ومن خواصها الدخول إلى الخلايا السرطانية فقط دون غيرها، فعند تعرض الجزء المصاب بالسرطان من الجسم لأشعة الليزر، تمتص جزيئات الذهب النانومترية طاقة الليزر، ثم تنبعث منها حرارة تؤثر بصورة مباشرة على الخلايا السرطانية المحقونة، ما يؤدي إلى موتها في فترة زمنية بسيطة ودون تأثير على الخلايا السليمة.

- **دعامات القلب النانوية:**

ساهمت تكنولوجيا النانو مساهمة كبيرة في إيجاد حلول عملية للتغلب على مشكلة أمراض القلب، وذلك بغرض فتح وتوسيع شرايين القلب المصابة بضيق شديد في مساحة مقطعها نتيجة تراكم طبقات الكوليسترول على جدرانها الداخلية التي تحول دون سريان الدم المحمل بالأوكسجين، وذلك باستخدام ما يسمى بالدعامات (وهي عبارة عن أنابيب صغيرة أسطوانية الشكل مصنوعة من فلزات حرة تغطى أسطحها بطبقات نانوية رقيقة السمك من البوليمرات تركب في الشريان المصاب بصورة دائمة وتسمح بمرور الدم من خلاله وتحول دون تراكم طبقات الدهون على الجدران الداخلية للشرايين؛ مما يمكن الشرايين من بناء أنسجة جديدة لسطحها الداخلي). كما تُوظف أنابيب الكربون النانوية في إنتاج الدعامات التي تتمتع بمعاملات فائقة في المرونة والمتانة هذا بالإضافة إلى عدم مقاومة الجهاز المناعي في الجسم لها.

- **إطارات السيارة:**

يسعى صانعو إطارات السيارات بشكل مستمر إلى صناعة إطارات أفضل وأكثر ملاءمة للبيئة، ويقودهم إلى ذلك الحاجة المتزايدة إلى السيارات ذات الكفاءة العالية التي تندمج مع المعايير الصارمة لسلامة السيارات، وقدرتها على التحمل.

- **معالجة الأسنان:**

أظهرت التجارب التي أجريت من قبل أطباء الأسنان أن الجسيمات نانونية (صغيرة جدًا) تتكون من أكاسيد التيتانيوم والحديد والزنك وبعض المعادن الأخرى تقوم بنفس طريقة عمل المضادات الحيوية أو الإنزيمات التي يستخدمها الجسم لقتل الجراثيم، وذلك لقدرتها على التمسك بالسطح، وتستخدم في علاج الأسنان من خلال التخلص والقضاء على البكتيريا، وتستخدم كجزء من الحشوة تضاف إلى حشوة الأسنان، حيث تمنع تطور التسوس وتحمي الأسنان من

الميكروبات إلى الأبد، وتحمي من فقدان الحشوات وظهور التسوس مكانه، وذلك لأن التمدد الحراري للمواد النانوية أقل من تمدد المواد العادية في الحجم.

- **ملابس رواد الفضاء:**

إن أنابيب الكربون النانوية تمثل المواد الأخف والأقوى فائدةَ هائلةً في مجال تصنيع الطائرات والسفن الفضائية، مما يزيد من كفاءة الأداء من خلال تقليص حجم المركبة ومن ثم تقليص استهلاك الوقود المطلوب لتحليقها في الجو، والتقليل من كتلة المكثفات الفائقة والتي تستخدم بصورةٍ متزايدةٍ في توفير القوة للمحركات الكهربائية المساعدة كذلك تقليل وزن الطائرة بدون محرك إلى النصف تقريبًا يزيد قوتها ومتانتها.

- **إزالة الجلطات:**

يستخدم تطبيق الطب النانوي في علاج الجلطة الدماغية، وذلك لـــ :

- قابلية الطب النانوي لتقليل السمية العصبية عبر تقليل الجرعات.
- قدرتها على عبور حاجز الدم الدماغي.
- قدرتها على التراكم في المنطقة الدماغية.
- استهدافها للكتلة بواسطة الاستهداف المعتمد على الروابط الجزيئية والآيونية.
- اطلاق الحمولة باستخدام محفز معين.

- **مكائن تعمير الخلايا التالفة (المكائن المعمرة):**

يقوم الأطباء في طرق العلاج التقليدية المتبعة في علم الطب والجراحة بمعالجة الأنسجة والخلايا التالفة بواسطة العمليات الجراحية المختلفة والأدوية المتعددة، ولكن يختلف الحال فيما لو استخدمت المكائن المعمرة، حيث أنّه في هذه الطريقة العلاجية الحديثة، يتم الاستفادة من حقيقة أن خلايا الجسم تبدي ردود فعل إزاء المحركات الخارجية مهما كانت، فإذا ما وصلت إليها محركات النانو أو المحركات الدقيقة، وذلك عن طريق زرق إبر خاصة لا تؤدي إلى قتل الخلايا، حيث تدخل المكائن المعمرة إلى الخلايا التي يراد الدخول إليها، فتبدي الخلايا رد فعل إيجابي، حيث أن مكائن تعمير الخلايا التالفة التي دخلت عليها تغير من عمل الخلايا، وتأخذ بها من المرض إلى الشفاء، وهذه الطريقة كما يبدو طريقة مباشرة في العلاج.

نزعات التفكير الابتكاري Creative Thinking Dispositions

ينظر الباحثون إلى التفكير الابتكاري باعتباره أرقي أنواع التفكير؛ لأنه يعمل على استثارة دافعية الطلبة للتعلم، ويُفعّل من عملية استدعاء المعلومات الجديدة، والأفكار النادرة؛ لإيجاد حل، أو تفسير مميز لظاهرة معينة، فهو عبارة عن نشاط عقلي مركب، وهادف، توجهه رغبة قوية فى البحث عن الحلول، أو التوصل إلى نواتج أصيلة لم تكن معروفة مسبقًا **(محمد موسى، ووفاء سلامة، ٢٠٠٤، ٩٧)**.

ويُعرّف **حسن شحاتة وزينب النجار (٢٠٠٣، ١٢٤)** التفكير الابتكاري بأنه: نوع من التفكير يتطلب توافر إمكانات ومناخ اجتماعي ونفسي يحيط بالفرد فيتيح سلوكًا ذا مواصفات خاصة.

ويُعرّف بأنه: نشاط إدراكي تنتج عنه طريقة جديدة أو غير مألوفة فى رؤية مشكلة أو إيجاد حل لمشكلة ما **(محمد نوفل، ٢٠٠٩، ٣٠)**.

كما تُعرّف نزعات التفكير الابتكاري بأنها: الميل نحو ممارسة أنماط من الأنشطة العقلية، وهي تعمل على توجيه السلوك العقلي guide cognitive behavior وجهة محددة موظفة فى ذلك مجموعة من مهارات التفكير. فالخصائص النزوعية Dispositional attributes (القيم والاتجاهات والاهتمام values, attitudes, interest التى تتشكل فى ضوء الظروف الاجتماعية والبيئية المحيطة بالفرد تؤدي دورًا فى تنشيط وتدعيم عمليات تمثيلات المعرفة فى الذاكرة representations of knowledge in memory بشكل ذي معنى، كما تختزق عملية بناء الإجراءات والمفاهيم بشكل فعال **(Goodnow, J., 1990, 260)**.

ويُعرّف **كاتز (Katz, L. G., 1993)** نزاعات التفكير الابتكاري بأنها: عادات التفكير والأداء المتكررة والإرادية، وتُعرّف باعتبارها نمطًا من السلوك المعروض والظاهر على نحو متكرر، وهي موجهة نحو الأهداف العريضة. وهناك سمة أخرى مهمة لنزعات التفكير لدي المتعلم، فهي مسؤولة عن جعل المتعلم حساسًا بيئيًا للمعني المكتسب عن طريق الخبرات التفاعلية فى البيئة.

كما تُعرّف نزعات التفكير الابتكاري بأنها: الميول المستمرة التى توجه السلوك عقليًا، ويمكن أن تكون جيدة أو رديئة، ومنتجة ومثمرة، أو مضادة ومقاومة للإنتاج والاستثمار productive or counter – productive، على سبيل المثال، يحتمل أن يمتلك الفرد النزعة لبناء الخطط بعناية فى مواقف ملائمة، وأحيانًا يمتلك الفرد النزعة التى تقذف به فى الاندفاع نحو المشكلة دون أخذ الوقت الكافي للتخطيط أو التفكير فى المشكلة **(إيهاب طلبة، ٢٠١٧، ٥٧)**.

وحدد تورانس وسافتير Torrance and Safter (1999) مجموعة من القدرات والنزعات المرتبطة بالتفكير الابتكاري، وهي: الوعي بالمشكلة، والقدرة على إنتاج الأفكار، والاهتمام بالبدائل المختلفة، والمرونة والأصالة، والقدرة على رؤية الجوهر، والقدرة على التوسيع، والنزعة نحو الانفتاح العقلي، والنزعة نحو الوعي بالعواطف، والقدرة على وضع الأفكار فى السياق، والتركيب والتخليق، والقدرة على التصور بشكل مبتكر، والنزعة نحو الاستمتاع، والنزعة نحو استخدام الخيال، والقدرة على رؤية الأشياء فى منظورات بصرية مختلفة، والتصور الداخلي، والقدرة على اختراق وتوسيع الحدود، وأخيراً القدرة على السماح بتدفق الفكاهة واستخدامها **(Treffinger, D. & et. al., 2002, 54)**.

وتوصف نزعات التفكير الابتكاري بأنها التقصي الفضولي a probing inquisitiveness أو حماسية العقل Keenness of mind أو الإخلاص المتحمس للأسباب a zealous dedication to reason، أو الاشتياق للمعلومات الصادقة a hunger or eagerness for reliable information، كما أن نزعات التفكير الجيد Good thinking dispositions تصف السلوك

العقلـي الخصـب المنـتج productive intellectual behavior، أو أنهـا مجموعة الصفات والخصائص الشخصية التى يمتلكها الفرد، وتتضمن الاتجاهات والمعتقدات والتقديرات والقيم وأنماط التكيف، كما تتضمن التوقعات الانفعالية والعقلية الطبيعية أو المزاد، وتوصف كأبنية تعرف بالحماس والعاطفة للتعلم، ولهذا تري النزعات بأنها تتسرب فى الكيفية التى يتم التعامل بها مع المواقف المختلفة **(Alawiye, O. & Williams, H., 2015, 2-3)**.

وقدم **لوكاس (Lucas, B., 2016, 281 - 282)** نموذجًا يتكون من خمس نزعات أساسية للعقل الابتكاري، وبداخل كل منها ثلاث نزعات فرعية، وهي كالآتي:

١- الفضول Inquisitive: الفرد الابتكاري هو جيد فى الكشف عن المشكلات وطرح التساؤلات المثيرة للاهتمام فى مجال ابتكاري، وهذه النزعة تظهر فى:

- التعجب والتساؤل Wondering and questioning: وهي ببساطة تعبر عن كون المتعلم فضولياً تجاه الأشياء، ويطرح التساؤلات المحسوسة حول الأشياء التى تساعده على التفكير فى هذه الأشياء وتطوير الأفكار الجديدة.
- الاستكشاف والتحقق Exploring and investigating: فالتساؤل حول الأشياء لا يؤدي وحده إلى الابتكار، فالفرد الابتكاري يجب أن ينفذ فضوله من خلال استكشاف ومتابعة أسئلته عن طريق الاستمرار والبحث، وإيجاد المزيد من المعرفة بشكل نشط.
- مواجهة الافتراضات Challenging assumptions، فتوافر درجة من الشك مناسب للعملية الابتكارية، ومن الضروري عدم أخذ الأشياء بقيمتها السطحية أو المظهرية دون عمل اختبارٍ أو فحصٍ ناقدٍ لها.

٢- التخيل Imaginative: وهو يقع فى قلب مجموعة واسعة من التحليلات للشخصية الابتكارية، ويعبر عن قدرة الفرد على الوصول إلى الحلول والإمكانات الابتكارية بشكل خيالي، وهذه النزعة تظهر من خلال اللعب بالاحتمالات، وبناء الارتباطات، واستخدام الحدس.

- اللعب بالاحتمالات Playing with possibilities: فتطوير فكرة يتضمن معالجتها وتحسينها.
- بناء الارتباطات Making connections: وهي عملية إيجاد مزيج جديد من الأشياء المتباينة.
- استخدام الحدس using intuition: وهي تسمح للمتعلم بإيجاد روابط جديدة ضمنية قد لا تتحقق بالضرورة، وتحقيق الروابط يتطلب بالضرورة الجمع بين التفكير الحدسي والتفكير التحليلي.

٣- المثابرة والإصرار Persistent: وهي تعبر عن الإصرار على التحدي وتكرار المحاولات للوصول إلى الحل أو الناتج للمشكلات والمواقف الغامضة، فالفرد الابتكاري لا يتخلى بسهولة عن محاولاته أو الوصول للحل، وتتضح هذه النزعة من خلال تمسك الفرد بالصعوبة، وبالجرأة فى أن يكون مختلفاً، والتسامح مع الغموض.

- التمسك بالصعوبة Sticking with difficulty: الإصرار فى شكل مثابرة هي سلوك مهم، ويتيح للمتعلم تجاوز الأفكار المألوفة، والتوصل إلى أفكار جديدة.
- الرغبة والجرأة فى أن تكون مختلفاً Daring to be different: ويتطلب الابتكار مستوي محدداً من الثقة بالنفس كشرط مسبق للمخاطرة المعقولة.
- التسامح مع الغموض Tolerating uncertainty: من المهم أن يكون المتعلم قادراً على تحمل الغموض، وذلك عندما لا تكون الإجراءات أو الأهداف محددة بشكل كامل.

٤- التعاونية Collaborative: ففى ظل التحديات العالمية المعقدة اليوم تؤكد العديد من المداخل الحالية للابتكارية على الطبيعة الاجتماعية والتعاونية للعملية الابتكارية، ويتضح ذلك من خلال المشاركة فى الناتج الابتكاري، وإعطاء واستقبال التغذية الراجعة، والتعاون بشكل مناسب.

- مشاركة الناتج sharing the product: حيث يجب أن يتشارك الأفراد المبتكرون المخرجات الابتكارية، سواء كانت أفكاراً أو أشياء.
- إعطاء واستقبال التغذية الراجعة giving and receiving feedback: وهي تعبر عن الميل أو الرغبة فى المساهمة فى أفكار الآخرين، وسماع كيفية تحسين أفكار الفرد.
- التعاون بشكل مناسب Cooperating appropriately: فالفرد الابتكاري يتعاون بشكل مناسب مع الآخرين، وهذا يعني أن العمل بشكل تعاون يتم حسب الحاجة، وليس بالضرورة فى كل وقت.

٥- الانتظام أو الانضباط Disciplined: وهي تظهر عند الموازنة مع الجانب الحالم والجانب الخيالي فى الابتكارية، أو عند عمل موازنة بين الجانب الحدسي والجانب الذى يجب أن يظهر فيه الناتج الابتكاري، أو عند الحاجة إلى المعرفة والبراعة لتشكيل الناتج الابتكاري، وتطوير الخبرات، كما تظهر هذه النزعة فى تطوير التكنيكات، والتفكير بشكل ناقد، والبراعة والتطوير.

- تطوير التكنيكات أو الأساليب Developing techniques: فالمهارات الابتكارية قد تكون راسخة أو جديدة، ولكن الفرد الابتكاري يسعى دائماً إلى تحسين المهارات والأساليب المستخدمة فى الوصول إلى الناتج الابتكاري.

- التفكير بشكل ناقد Reflecting critically: فبمجرد بناء الأفكار، تصبح عملية اتقييم لها عملية مهمة، ويتطلب التقارب بين عملية البناء والتقييم مهارات اتخاذ القرار.
- البراعة والتطوير crafting and improving: فالاعتزاز بالعمل وإيجاد التفاصيل، وتصحيح الأخطاء يشير إلى أن الفرد يمتلك المهارات الابتكارية فى أعلى مستوياتها.

ويتبني البحث الحالي نموذج لوكاس **(Lucas, B., 2016)** خماسي الأبعاد للابتكار، الذي تم خلاله تحديد النزعات باعتبارها هي فى قلب ومركز الابتكار، وهذه النزعات تتميز بالشمولية والتماسك والاتساق العام، وتضع الابتكار فى منظور اجتماعي وسياقي أوسع للتعلم.

التفكير عالي الرتبة: (Higher Order Thinking (HOT:

يُعد التفكير عالي الرتبة نمط من أنماط التفكير يتطلب عمليات عقلية معقدة، وتؤدي بالمتعلم لفهم المحتوى جيدًا، وإعطائه الفرصة لممارسة عمليات عقلية متعددة تساعده في حل المشكلات المعقدة، وتحليل المواقف المركبة **(ياسر عبده، ٢٠٠٨، ١٨٩)**.

ويُعرَّفه **محمد الريماوي (٢٠١١، ٣٢٢)** بأنه: التفكير الذي يمكِّننا من فهم العالم من حولنا، وفهم كيفية حدوث الأشياء وأسباب حدوثها وما الذي يجعلها تحدث بطرق مختلفة، وهو أكثر من مجرد تذكر للمعرفة والمعلومات، وإنما التلاعب بها أيضًا، وهو مستمد من تصنيف "بلوم" للأهداف المعرفية.

ويشير كل من **أستلنر (Astleitner, H., 2002, 53)** أن من مكونات التفكير عالي الرتبة كل من التفكير الناقد والإبداعي، وبالتالي مهارات هذين النوعين تعتبر من مهارات التفكير عالي الرتبة.

في حين يؤكد **حسن زيتون (٢٠٠٨، ١٣٨)** على أن مهارات التفكير عالي الرُّتبة تتضمن: مهارات حل المشكلات، ومهارات اتخاذ القرار، ومهارات التفكير الناقد، ومهارات التفكير الإبداعي، ومهارات التفكير وراء المعرفة.

كما أوضح **حسين علي (٢٠١٢، ٣٨)** أن مهارات التفكير عالي الرُّتبة تتمثل في:

نموذج بلوم Bloom الذي أشار إلى أن المستويات الثلاثة الأخيرة (التحليل، والتركيب، والتقويم) من مستويات بلوم تُعد الأساس لمهارات التفكير العليا.

نموذج برونر Bruner: الذي يشير إلى أن مهارات التفكير عالي الرتبة تتضمن مهارة: الاستدلال الاستقرائي، والاتجاهات، الاستقصاء النشط، والاكتشاف. وتتحقق مهارات التفكير عالي الرتبة من خلال مشاركة الطلاب بالعمل، والتمثيلات البصرية، واستخدام الرموز.

نموذج مارزانو Marzano: اعتمد مارزانو في نموذجه على أبعاد التعلُّم Dimensions of Thinking، وتضمن التفكير ما وراء المعرفة، والتحكم، والتقويم للسلوك، ومهارات التفكير الناقد، ومهارات التفكير الإبداعي، ومهارات التفكير الأساسية.

كما يرى **عدنان العتوم، وآخرون (٢٠١٣، ٢٢٦)** أن مهارات التفكير عالي الرتبة تتمثل في:

١- الملاحظة: وتعني استخدام حاسة أو أكثر في التدقيق في الظاهرة من خلال المشاهدة والانتباه والمراقبة والإدراك.
٢- التطبيق: وتعني استخدام المعلومات والمفاهيم والحقائق والقوانين والحقائق التي سبق تعلمها في حل موقف جديد.
٣- التركيب: وتعني جمع العناصر أو الأجزاء معاً في صورة جديدة لانتاج شيء مبتكر ومتفرد.
٤- صياغة التنبؤات: وتعني القدرة على قراءة البيانات قراءة علمية صحيحة وتجاوز حدود المعلومات المعطاة.
٥- حل المشكلة مفتوحة النهاية: وتعني إيجاد العديد من الحلول للمشكلات ذات النهاية المفتوحة.
٦- تحليل البيانات ونمذجتها: وتعني تجزئة البيانات والمعلومات المعقدة إلى مكوناتها وعناصرها الاولية بلغة علمية صحيحة بتدرج وتوازن وربط منطقي.
٧- التقويم: وتعني إصدار حكم على الموقف حسب معيار معين.
٨- التنظيم: وتعني وضع المعلومات عن الظاهرة في نسق متتابع ومرتب ومنطقي.

بينما يرى **كنج وآخرون (King, F. & et. al., 2014, 12)** أنه يتضمن كل من مهارات التفكير الناقد، والمنطقي، والتأملي، وماوراء المعرفة، والإبداعي، وتتضح تلك المهارات لدى المتعلم عندما يواجه المشكلات غير المألوفة والمعقدة التي تحتاج لحلول مركبة، تؤدي بالمتعلم إلى القيام بأداءات عقلية ذهنية عليا ينتج عنها اتخاذ القرارات المناسبة لحل المشكلة.

كما تم الاطلاع على عدد من البحوث والدراسات، مثل دراسة **موفق بشارة (٢٠٠٣)**، ودراسة **صالح أبو جادو ومحمد نوفل (٢٠٠٧)**، ودراسة **غسان قطيط (٢٠٠٨)**، ودراسة **حياة رمضان (٢٠٠٨)**، ودراسة **نادية العفون وعلاء عبد الواحد (٢٠١٢)**، ودراسة **نازك التركي (٢٠١٢)**، ودراسة **كنج وآخرون (King, F. & et. al., 2014, 19-27)** ، ودراسة **مسفر القرني (٢٠١٦)**، ودراسة **هاموند (Hammond, G., 2016)**.

وفي ضوء ما سبق تم تحديد مهارات التفكير عالي الرتبة في البحث الحالي في مهارات:

١- الملاحظة.
٢- التطبيق.
٣- التركيب.
٤- صياغة التنبؤات.
٥- تحليل البيانات ونمذجتها.
٦- التقويم.
٧- التنظيم.
٨- التفسير.
٩- الاستنتاج.
١٠- التساؤل الناقد.
١١- حل المشكلة مفتوحة النهاية.

منهج البحث وإجراءاته

منهج البحث:

تم استخدام كل من:

١- **المنهج الوصفي**: وذلك في استقراء البحوث والدراسات السابقة، والأدبيات، التي تناولت متغيرات البحث الحالي، كذلك في إعداد أدوات البحث، ثم في مناقشة وتفسير نتائج البحث.

٢- **المنهج التجريبي ذو التصميم شبه التجريبي**: وذلك لتحديد فاعلية برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري ومهارات التفكير عالي الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

مجتمع البحث وعينته:

تكون مجتمع البحث من طلاب الصف الثاني الثانوي، وتمثلت عينة البحث من (٣٠) طالب من طلاب الصف الثاني الثانوي "فصل ٢/٥" بمدرسة المنصورة الثانوية للبنين "العسكرية" بمدينة المنصورة محافظة الدقهلية (كمجموعة تجريبية) - والتي درست مقرر الفيزياء / الفصل الدراسي الثاني (البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة) - ، (٣٠) طالب من طلاب الصف الثاني الثانوي "٢/٦" بمدرسة الملك الكامل الثانوية للبنين بمدينة المنصورة – محافظة الدقهلية (كمجموعة ضابطة) والتي درست مقرر الفيزياء / الفصل الدراسي الثاني بالطريقة المعتادة.

متغيرات البحث:

تمثلت متغيرات البحث في:

- **المتغير المستقل:** البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة.

- **المتغيرات التابعة:**

١- نزعات التفكير الابتكاري المتمثلة في خمس نزعات، هي (النزعة إلى الفضول، النزعة إلى التخيل، النزعة إلى المثابرة والإصرار، النزعة إلى التعاونية، النزعة إلى الانتظام أو الانضباط).

٢- مهارات التفكير عالي الرتبة المتمثلة في ١١ مهارة، هي (الملاحظة، التطبيق، التركيب، صياغة التنبؤات، تحليل البيانات ونمذجتها، التقويم، التنظيم، التفسير، الاستنتاج، التساؤل الناقد، حل المشكلة مفتوحة النهاية).

إعداد مواد البحث وأدواته:

قام الباحث بإعداد المواد والأدوات البحثية الآتية:

أ- قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها:

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث، الذي نص على: ما مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية؟ تم القيام بالإجراءات التالية:

١- تحديد الهدف من إعداد القائمة: يعد الهدف الأساسي من إعداد القائمة هو: تحديد مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية؛ بغرض إعداد برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو كونها إحدى متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٢- إعداد الصورة الأولية للقائمة: تم إعداد قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية في صورتها الأولية من خلال الاطلاع على المشروعات والبحوث والدراسات السابقة الآتية: دراسة ستيفن (Steven, E. H., 2007)، ودراسة السيد السايح ومرفت حامد (٢٠٠٩)، ودراسة مرفت حامد (٢٠١٠)، ودراسة أماني الرمادي (٢٠١١)، ودراسة محمد الشهري (٢٠١٢)، ودراسة نوال شلبي (٢٠١٢)، ودراسة تشين وآخرون (Chen, et. al. 2012)، ودراسة كوكس (Cox, 2012)، ودراسة آيات حسن (٢٠١٣)، ودراسة جمال سعيد (٢٠١٣)، ودراسة يحيى عبد الخالق وعثمان القحطاني (٢٠١٣)، ودراسة أمل لبد (٢٠١٣)، ودراسة ريم القحطاني (٢٠١٤)، ودراسة شيماء عبد السلام (٢٠١٥)، ووردراسة شيماء أحمد (٢٠١٥)، ودراسة أفنان حافظ (٢٠١٥)، ودراسة هدى التقبي (٢٠١٦)، ودراسة شيري نصحي (٢٠١٦)، ودراسة محمد الفيفي (٢٠١٦)، ودراسة أحمد عسكر (٢٠١٧).

٣- عرض القائمة على المحكمين: بعد إعداد القائمة في صورتها الأولية، تم عرضها في صورة استبانة على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال تعليم وتعلم الفيزياء **(ملحق ١)**، وذلك بهدف:

- الحكم على مدى مناسبة كل مجال لمتطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة.
- الحكم على مدى مناسبة كل مفهوم وتطبيقاته لمتطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة.
- الحكم على مدى ارتباط كل مفهوم فرعي بالمفهوم الرئيس بالمجال المنبثق عنه.
- الحكم على السلامة العلمية واللغوية للدلالة اللفظية المرتبطة بكل مفهوم فرعي.
- تعديل صياغة وإضافة وحذف ما يرونه أنه يحتاج إلى تعديل أو إضافة أو حذف في قائمة المفاهيم.

وفي ضوء آراء السادة المحكمين، وما أبدوه من ملاحظات، تم إجراء التعديلات المطلوبة، ومن ثم الوصول إلى الصورة النهائية لقائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية **(ملحق ٢)**.

بعد ذلك تم تحليل محتوى مقرر الفيزياء (كتاب الطالب، ودليل المعلم) المقرر على طلاب الصف الثاني الثانوي في ضوء قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها، وذلك للإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث، الذي نص على: ما مدى توافر مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء للصف الثاني الثانوي؟

وجاءت النتائج تشير إلى أن مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي تضمنتها بطاقة تحليل المحتوى غابت عن (كتاب الطالب- دليل المعلم) على الرغم من أهميتها، واتساقها الكبير مع موضوعات الفيزياء الغنية لمفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.

ب- البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو:

للإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث، الذي نص على: ما البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟ تم القيام بالإجراءات التالية:

١- تحديد أسس إعداد البرنامج التعليمي: تم إعداد البرنامج التعليمي في ضوء الأسس الآتية:

أ- قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها الواجب توافرها في مقرر الفيزياء لدي طلاب الصف الثاني الثانوي.

ب- واقعية البرنامج من حيث متطلبات تنفيذه، حيث رُوعي عند إعداد البرنامج أن تكون متطلبات تنفيذه واقعية وممكنة التحقيق، وذلك من حيث الزمن والإمكانات اللازمة لتنفيذه.

ج- مراعاة المرونة الكافية عند إعداد البرنامج بإدخال التعديلات اللازمة ليواكب التطورات الحادثة بصفة مستمرة في مجال تعليم وتعلم الفيزياء، وعصر الثورة الصناعية الرابعة.

٢- إعداد البرنامج التعليمي: تم إعداد البرنامج التعليمي مشتملاً علي المكونات الآتية:

أ- الهدف الرئيس للبرنامج التعليمي: استهدف البرنامج التعليمي تنمية كل من نزعات التفكير الابتكاري ومهارات التفكير عالي الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

ب- الأهداف الفرعية للبرنامج التعليمي: تم تقسيم الهدف الرئيس للبرنامج إلى هدفين فرعيين، هما:

١- تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٢- تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

ج- الأهداف الإجرائية للبرنامج التعليمي: تم تقسيم كل هدف فرعي إلى عدة أهداف إجرائية، مع مراعاة أن تكون هذه الأهداف:

١- مرتبطة بمحتوى مقرر الفيزياء/ الفصل الدراسي الثاني لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٢- مرتبطة بقائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها الواجب توافرها في مقرر الفيزياء لدي طلاب الصف الثاني الثانوي.

٣- مرتبطة بالهدف الرئيس وبالأهداف الفرعية للبرنامج التعليمي.

٤- مصاغة صياغة صحيحة وواضحة.

٥- تصف الناتج المتوقع من الطالب.

٦- قابلة للملاحظة والقياس.

وتم عرض هذه الأهداف الإجرائية عند تناول موضوعات البرنامج التعليمي.

د- محتوي البرنامج التعليمي: لتحديد محتوى البرنامج التعليمي، تم الاستعانة بقائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها الواجب توافرها في مقرر الفيزياء لدي طلاب الصف الثاني الثانوي، وبالعديد من المراجع والمصادر والمواقع الالكترونية. وقد تم اختيار محتوى البرنامج التعليمي، وتنظيمه وفقًا للخطوات التالية:

١- إعداد قائمة بالموضوعات التي يمكن أن تساعد على تحقيق أهداف البرنامج التعليمي.
٢- حصر المراجع والمصادر والمواقع الالكترونية التي تعالج هذه الموضوعات.
٣- فحص محتوى هذه المراجع والمصادر والمواقع الالكترونية، واختيار المعلومات التي تساعد على تحقيق أهداف البرنامج التعليمي.
٤- توظيف هذه المعلومات بما يساعد على تحقيق أهداف البرنامج التعليمي، مع إعطاء أمثلة وتطبيقات في تخصص الفيزياء.
٥- تنظيم محتوى البرنامج التعليمي على هيئة موضوعات بحيث يعالج كل موضوع مفهوم أو أكثر من المفاهيم المتضمنة في قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها الواجب توافرها في مقرر الفيزياء لدي طلاب الصف الثاني الثانوي.

هـ- طرق واستراتيجيات التدريس المستخدمة في تنفيذ البرنامج التعليمي: تعد طرق التدريس من العناصر المهمة المكونة للبرنامج التعليمي، فهي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بأهدافه ومحتواه، فقد تصلح طريقة معينة في تدريس موضوع ما، بينما لا تصلح نفس الطريقة في تدريس موضوع آخر، وقد تستخدم أكثر من طريقة في تدريس موضوع واحد. ولذلك يمكن القول أنه لا توجد طريقة واحدة يمكن وصفها بأنها أفضل طريقة في التدريس. وفي ضوء ذلك رُوعي تنوع طرق التدريس واستراتيجياته، وتعددها في البرنامج التعليمي.

و- الأنشطة والوسائل والأدوات التعليمية المستخدمة في تنفيذ البرنامج التعليمي: للأنشطة والوسائل التعليمية دور مهم في تحقيق أهداف البرنامج التعليمي، بالإضافة إلى أنها تجعل الطالب نشطًا وإيجابيًا في عملية التعليم والتعلم، ويرتبط تحديد الأنشطة والوسائل التعليمية ارتباطًا وثيقًا بأهداف البرنامج ومحتواه. لذا، فقد رُوعي عند تحديد الأنشطة والوسائل التعليمية أن تكون متنوعة وواقعية، وأن تساعد في توفير فرص المشاركة الإيجابية للطلاب.

ز- أساليب ووسائل التقويم المستخدمة في البرنامج التعليمي: يعد التقويم عنصرًا أساسيًا من عناصر البرنامج التعليمي، ويرتبط اختيار أساليب التقويم ووسائله ارتباطًا وثيقًا بأهداف البرنامج، ولذلك رُوعي عند اختيار أساليب التقويم ووسائله ما يلي:

١- أن يرتبط التقويم بأهداف البرنامج التعليمي.
٢- أن يكون التقويم شاملاً لمستوي الأهداف المراد تحقيقها.
٣- أن تتعدد أساليب التقويم ووسائله تبعًا لطبيعة محتوي البرنامج التعليمي.

وقد تم استخدام بعض أساليب التقويم ووسائله، والتي يمكن من خلالها الحكم على مدي ما تحقق من أهداف البرنامج التعليمي، وكذلك يمكن من خلالها قياس المتغيرات التابعة في البحث الحالي. لذا، تمثلت أساليب التقويم في التقويم القبلي، والتكويني "البنائي" والختامي "النهائي".

ح- الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج التعليمي: بعد الانتهاء من إعداد البرنامج التعليمي، تم وضع الخطة الزمنية لتنفيذه، مع مراعاة حجم المعلومات المقدمة في البرنامج، وطبيعة محتواه، وطرق وأساليب التدريس المستخدمة، وإمكانية تنفيذ الخطة الزمنية.

٣- عرض البرنامج التعليمي على المحكمين: بعد الانتهاء من إعداد البرنامج في صورته الأولية، تم عرضه على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال تعليم وتعلم الفيزياء؛ وذلك بغرض التعرف على أرائهم وملاحظاتهم من حيث:

- مدى مناسبة البرنامج التعليمي لطلاب الصف الثاني الثانوي.
- مدى ارتباط محتوى البرنامج التعليمي بالهدف الرئيس والأهداف الفرعية والإجرائية.
- مدى صحة المحتوى العلمي للبرنامج التعليمي.
- مدى صحة تنظيم محتوي البرنامج التعليمي.
- مدى تغطية محتوي البرنامج التعليمي لأهدافه.
- مدى ملاءمة طرق واستراتجيات التدريس للبرنامج التعليمي.
- مدى ملاءمة الأنشطة والوسائل التعليمية للبرنامج التعليمي.
- مدى ملاءمة أساليب التقويم ووسائله للحكم على مدى ما تحقق من أهداف البرنامج التعليمي.
- مدى ملاءمة الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج التعليمي.
- تعديل أو إضافة أو حذف ما يرونه في البرنامج التعليمي.

وفي ضوء آراء السادة المحكمين، وما أبدوه من ملاحظات، تم إجراء التعديلات المطلوبة، ومن ثم الوصول إلى الصورة النهائية للبرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي **(ملحق ٣)**.

ج- مقياس نزعات التفكير الابتكاري:

للتعرف على فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي تم إعداد مقياس نزعات التفكير الابتكاري وفقًا للخطوات التالية:

١- تحديد الهدف من المقياس: استهدف المقياس قياس نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٢- تحديد أبعاد المقياس: تبنى البحث الحالي نموذج **لوكاس (Lucas, B., 2016)** في تحديد أبعاد نزعات التفكير الابتكاري، التي تمثلت في:

١- النزعة إلى الفضول Inquisitive.

٢- النزعة إلى التخيل Imaginative.

٣- النزعة إلى المثابرة والإصرار Persistent.

٤- النزعة إلى التعاونية Collaborative.

٥- النزعة إلى الانتظام أو الانضباط Disciplined.

٣- صياغة عبارات المقياس: تمت صياغة مجموعة من العبارات تحت كل نزعة من نزعات التفكير الابتكاري التي تم تحديدها، بحيث تكون في صورة جدلية - تختلف حولها وجهات النظر - وقد رُوعي عند صياغة العبارات الشروط الفنية للصياغة الجيدة بحيث تراعي الدقة العلمية، واللغوية، وتكون واضحة ومحددة ومناسبة لمستوى طلاب الصف الثاني الثانوي.

وتكوّن المقياس في صورته الأولية من (40) عبارة، تمثل الأبعاد الخمس لنزعات التفكير الابتكاري. ولقد صيغت عباراته على مقياس متدرج رباعي"تنطبق عليّ تمامًا ، تنطبق عليّ أحيانًا ، لا أستطيع أن أقرر "لا أعرف" ، لا تنطبق عليّ تمامًا ، وتأخذ الدرجات (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤)، وبالتالي تصبح أعلى درجة يحصل عليها الطالب في المقياس (160) درجة، وأقل درجة هي (40).

٤- صياغة تعليمات المقياس: تمت صياغة تعليمات المقياس في صورة سهلة وواضحة؛ ليسهل فهمها ويهتدى بها الطلاب أثناء الإجابة في الورقة المخصصة.

٥- تحديد صدق المقياس: بعد إعداد المقياس في صورته الأولية، تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين. وتم تعديل المقياس في ضوء ما أبداه السادة المحكمين من آراء ومقترحات.

٦- إجراء التجربة الاستطلاعية للمقياس: بعد التأكد من صدق المقياس، تم تطبيقه على عينة استطلاعية عددها (٣١) طالبًا من طلاب الصف الثاني الثانوي، وتم تصحيح المقياس، ورصد درجات الطلاب؛ بغرض:

أ- حساب الاتساق الداخلي للمقياس: تم حساب الاتساق الداخلي للمقياس بإيجاد قيمة معامل ارتباط بيرسون، ودلالته الإحصائية بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للبعد، وكذلك بين درجة كل بعد والدرجة الكلية للمقياس، ويتضح ذلك في جدول (١):

جدول (١)

قيم معاملات الارتباط للاتساق الداخلي لمفردات مقياس نزعات التفكير الابتكاري

أبعاد المقياس	المفردة الدالة عليها	معامل ارتباط المفردة بالبعد	معامل ارتباط البعد بالمقياس ككل
النزعة إلى الفضول Inquisitive	١	٠.٦٣٢ **	٠.٨٦٧ **
	٢	٠.٤٣١ **	
	٣	٠.٣٤٣ *	
	٤	٠.٥١١ **	
	٥	٠.٣٢٢ *	
	٦	٠.٢٧٦ *	
	٧	٠.٦٨٤ **	
	٨	٠.٤٢٨ **	
النزعة إلى التخيل Imaginative	٩	٠.٣٤٥ *	٠.٧٥٦ **
	١٠	٠.٢٤٣ *	
	١١	٠.٥٨٩ **	
	١٢	٠.٣٨٧ *	
	١٣	٠.٦٤١ **	
	١٤	٠.٥٤٦ **	
	١٥	٠.٢٨٩ *	
	١٦	٠.٦٩٨ **	
النزعة إلى المثابرة والإصرار Persistent	١٧	٠.٥٤٦ **	٠.٨٣٢ **
	١٨	٠.٤٥٨ **	
	١٩	٠.٥٦١ **	
	٢٠	٠.٥٤٦ **	
	٢١	٠.٤٧٨ **	
	٢٢	٠.٦٥٨ **	
	٢٣	٠.٦٥١ **	
	٢٤	٠.٦٧٤ **	
النزعة إلى التعاونية Collaborative	٢٥	٠.٤٦٥ **	٠.٨٦٥ **
	٢٦	٠.٤٩٠ **	
	٢٧	٠.٦٣٢ **	
	٢٨	٠.٥٧٨ **	
	٢٩	٠.٢٧٨ *	
	٣٠	٠.٥٦٧ **	

أبعاد المقياس	المفردة الدالة عليها	معامل ارتباط المفردة بالبعد	معامل ارتباط البعد بالمقياس ككل
	٣١	٠.٤٠٩**	
	٣٢	٠.٦٩٤**	
النزعة إلى الانتظام أو الانضباط Disciplined	٣٣	٠.٤٦٨**	٠.٧٨٦**
	٣٤	٠.٥٨٧**	
	٣٥	٠.٦٤٢**	
	٣٦	٠.٦٧٥**	
	٣٧	٠.٥٣٢**	
	٣٨	٠.٥٨٩**	
	٣٩	٠.٦٤٥**	
	٤٠	٠.٢٦٥*	

** دالة عند مستوى (٠.٠١)* دالة عند مستوى (٠.٠٥)

يتضح من جدول (١) ما يلي:

١- تراوحت قيم معاملات الارتباط بين درجات كل مفردة، ودرجة البعد الذي تنتمي إليه هذه المفردة في المدى ما بين (٠.٢٤٣) إلى (٠.٦٩٨)، وهي جميعًا قيم دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠٥) على الأقل.

٢- تراوحت قيم معاملات الارتباط بين درجات كل بعد من أبعاد المقياس، والدرجة الكلية للمقياس في المدى ما بين (٠.٧٥٦) إلى (٠.٨٦٧)، وهي جميعًا قيم دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١)، وعليه يمكن التأكد من صدق الاتساق الداخلي لعبارات مقياس نزعات التفكير الابتكاري.

ب- حساب معامل ثبات المقياس: تم حساب معامل ثبات مقياس نزعات التفكير الابتكاري عن طريق:

١- حساب معامل ألفا كرونباخ (Alpha Coronbach): وقد بلغت قيمة معامل الثبات (٠.٨٥٦) وذلك كما هو موضح بجدول (٢).

٢- التجزئة النصفية Split – half: وقد بلغت قيمة معامل الثبات وفق معادلة جتمان (Gutman) (٠.٨٠٧)، ووفق معادلة سبيرمان براون (Sperman - Brown) وجد أنه يساوي (٠.٨١٤)، وذلك كما هو موضح بجدول (٢):

جدول (٢)
قيم معاملات ثبات مقياس نزعات التفكير الابتكاري

عدد فقرات المقياس	معامل ألفا كرونباخ	التجزئة النصفية	
		معادلة جتمان	معادلة سبيرمان براون
٤٠	٠.٨٥٦	٠.٨٠٧	٠.٨١٤

ومما سبق يتضح أن قيم معامل ثبات مقياس نزعات التفكير الابتكاري مناسبة، وبالتالي يتسم المقياس بالصدق والثبات، وعلى هذا الأساس يمكن تطبيقه.

٧- إعداد الصورة النهائية لمقياس نزعات التفكير الابتكاري: بعد إجراء التعديلات على مقياس نزعات التفكير الابتكاري في ضوء آراء المحكمين وتوجيهاتهم، وبناء على حساب اتساقه الداخلي، وثباته، أصبح المقياس في صورته النهائية **(ملحق ٤)**، صالحًا للتطبيق على عينة البحث.

د- اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة:

للتعرف على فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالى الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي تم إعداد إختبار مهارات التفكير عالى الرتبة تبعًا للخطوات التالية:

١- تحديد الهدف من الإختبار: يهدف إختبار مهارات التفكير عالى الرتبة إلي قياس مستوي ممارسة طلاب الصف الثاني الثانوي لمهارات التفكير عالى الرتبة أثناء دراستهم لمقرر الفيزياء بالفصل الدراسي الثاني؛ بهدف تحديد فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالى الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٣- **تحديد مهارات التفكير عالي الرتبة:** تم تحديد مهارات التفكير عالى الرتبة في ضوء الاطلاع على عدد من البحوث والدراسات، مثل دراسة **موفق بشارة (٢٠٠٣)**، ودراسة **صالح أبو جادو ومحمد نوفل (٢٠٠٧)**، ودراسة **غسان قطيط (٢٠٠٨)**، ودراسة **حياة رمضان (٢٠٠٨)**، ودراسة **نادية العفون وعلاء عبد الواحد (٢٠١٢)**، ودراسة **نازك التركي (٢٠١٢)**، ودراسة **كنج وآخرون (King, F. & et. al., 2014, 19-27)** ، ودراسة **مسفر القرني (٢٠١٦)**، ودراسة **هاموند (Hammond, G., 2016)**، وتمثلت مهارات التفكير عالي الرتبة في مهارة:

١- الملاحظة.
٢- التطبيق.
٣- التركيب.
٤- صياغة التنبؤات.
٥- تحليل البيانات ونمذجتها.
٦- التقويم.
٧- التنظيم.
٨- التفسير.
٩- الاستنتاج.
١٠- التساؤل الناقد.
١١- حل المشكلة مفتوحة النهاية.

وقد تضمن الإختبار في صورته الأولية على (٤٤) مفردة مقسمة على المهارات الحادية عشرة، بحيث تضمنت كل مهارة على أربع مفردات.

٣- تحديد نوع مفردات الإختبار، وصياغتها: بعد الاطلاع على الأدبيات، والدراسات السابقة، وعدد من اختبارات مهارات التفكير عالي الرتبة، تم إعداد اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة مكونًا من (٤٤) مفردة منها (٤٠) مفردة من نوع أسئلة الاختيار من متعدد تأخذ الأرقام (١، ٢، ٣، ... ، ٤٠)، وتأخذ بدائل الحل الحروف (أ، ب، ج، د)، وتمت صياغة أسئلة الاختيار من متعدد، بحيث يتكون السؤال من جزءين رئيسين، **المقدمة** وتكون على هيئة موقف يتضمن مشكلة معينة، **والبدائل** حيث يختار الطالب من بينها الإجابة الصحيحة، بالإضافة إلى خمس مفردات من نوع الأسئلة مفتوحة النهاية تأخذ الأرقام (٤١، ٤٢، ٤٣، ٤٤) لقياس المهارة الحادية عشر، وهي مهارة حل المشكلة مفتوحة النهاية.

وقد رُوعي الشروط والقواعد التالية عند صياغة أسئلة الإختبار: استخدام ألفاظ مألوفة واضحة المعنى لدى الطلاب - تجنب العبارات الطويلة فى مقدمة السؤال قدر الإمكان - توزيع الإجابات الصحيحة عشوائيًا بين البدائل - التجانس بين الاختيارات ومقدمة السؤال - عدم وجود ترتيب معين فى اختيارات الإجابات الصحيحة - تساوى البدائل فى الطول قدر الإمكان - ألا يتضمن السؤال ما يوحى بالإجابة - تتناسب الأسئلة مع الطلاب بالصف الثاني الثانوي.

٤- صياغة تعليمات الإختبار: تمت صياغة تعليمات الإختبار فى صورة سهلة وواضحة؛ ليسهل تعلمها ويهتدى بها الطلاب في أثناء الإجابة فى الورقة المخصصة، وقد رُوعى عند صياغة التعليمات أن يوضح بها ما يلي: عدد مفردات الإختبار - مثالاً يوضح طريقة الإجابة عن مفردات الإختبار، وذلك وفقًا لنوعية السؤال؛ مما يسهم فى تجنب أى غموض في أثناء الإجابة فى ورقة الإجابة - بعض النواحى النظامية التى تكفل حسن سير الأداء على الإختبار.

٥- إعداد مفتاح تصحيح الإختبار: تم إعداد مفتاح تصحيح الإختبار موضح به رقم السؤال، وحرف البديل الصحيح، على أن يتم تصحيح كل سؤال بإعطاء

الطالب درجة واحدة عندما تتطابق إجابته على السؤال مع مفتاح التصحيح، ويعطى صفرًا عندما لا تتطابق إجابته على السؤال مع مفتاح التصحيح، وذلك في أسئلة الاختيار من متعدد، أما بخصوص الأسئلة مفتوحة النهاية فإنه تم تقدير درجة الطالب وفق مقياس التقدير المعد. وفى نهاية التصحيح تم تقدير درجة الطالب فى كل مهارة، وكذلك الدرجة الكلية لإختبار مهارات التفكير عالى الرتبة.

٦- تحديد صدق الإختبار: تم عرض الإختبار فى صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال تعليم وتعلم الفيزياء؛ لتعرف آراءهم من حيث: مدى وضوح صياغة تعليمات الإختبار - مدى مناسبة الإختبار لقياس ما وضع من أجله - مدى ملاءمة الصياغة اللفظية للإختبار - مدى الصحة العلمية لأسئلة الإختبار - مدى ملاءمة البدائل المقترحة لكل سؤال - انتماء كل سؤال إلي كل مهارة - مدى ملاءمة مستوى الإختبار لطلاب الصف الثاني الثانوي.

وقد أبدى معظم المحكمين الآراء التالية: إعادة صياغة بعض المفردات - مناسبة مفردات الإختبار لطلاب الصف الثاني الثانوي - تعديل بعض البدائل المقترحة لبعض المفردات - جعل البدائل المقترحة لبعض المفردات متساوية فى الطول - تعليمات الإختبار مناسبة لطلاب الصف الثاني الثانوي، وترشدهم في أثناء الإجابة عليه - سلامة مفردات الإختبار من الناحية العلمية.

وفى ضوء ذلك تم تعديل بعض مفردات الإختبار، وبعض البدائل المقترحة لبعض المفردات بإعادة صياغتها، وجعل البدائل متساوية فى الطول قدر الإمكان، وبذلك أصبح الإختبار صالحًا للتطبيق على عينة البحث الاستطلاعية.

٧- إجراء التجربة الاستطلاعية للاختبار: بعد التأكد من صدق الاختبار، تم تطبيقه على عينة استطلاعية عددها (٣١) طالبًا من طلاب الصف الثاني الثانوي، وتم تصحيح الاختبار، ورصد درجات الطلاب؛ بغرض:

أ- حساب الإتساق الداخلي للإختبار: تم حساب الاتساق الداخلي لإختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، بحساب معامل الارتباط بين درجات مفردات كل مهارة مع الدرجة الكلية لكل مهارة، وذلك كما يوضحه جدول (٣):

جدول (٣)
معاملات الارتباط بين درجات مفردات كل مهارة من مهارات التفكير عالي الرتبة مع الدرجة الكلية لكل مهارة

الملاحظة		التطبيق		التركيب		صياغة التنبؤات	
المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط
١	٠,٦٣*	٥	٠,٧٠٣*	٩	٠,٦٦٢*	١٣	٠,٦٧٥*
٢	٠,٧٢٢*	٦	٠,٧٢٣*	١٠	٠,٦٣٢*	١٤	٠,٦٧٨*
٣	٠,٧٠٨*	٧	٠,٦٦٤*	١١	٠,٧٧*	١٥	٠,٧٦٥*
٤	٠,٥٨١*	٨	٠,٦٧٥*	١٢	٠,٥٩٥*	١٦	٠,٦٧٢*
تحليل البيانات ونماذجها		التقويم		التنظيم		التفسير	
المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط
١٧	٠,٧٦٣*	٢١	٠,٧٢٢*	٢٥	٠,٧٠٦*	٢٩	٠,٦٥١*
١٨	٠,٧٧٦*	٢٢	٠,٦٧٥*	٢٦	٠,٧٢٣*	٣٠	٠,٦٣١*
١٩	٠,٧٣٧*	٢٣	٠,٧٢٣*	٢٧	٠,٦٧٢*	٣١	٠,٧٣٧*
٢٠	٠,٦٧٨*	٢٤	٠,٦٧٥*	٢٨	٠,٧٣٧*	٣٢	٠,٦٧٨*
الاستنتاج		التساؤل الناقد		حل المشكلة مفتوحة النهاية			
المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط	المفردة	معامل الارتباط		
٣٣	٠,٥٥٨*	٣٧	٠,٦٧٨*	٤١	٠,٥٩٦*		
٣٤	٠,٧٢٣*	٣٨	٠,٦٦٢*	٤٢	٠,٦٦٤*		
٣٥	٠,٦١٩*	٣٩	٠,٦٧٨*	٤٣	٠,٧٢٣*		
٣٦	٠,٧٧*	٤٠	٠,٧٣٧*	٤٤	٠,٦١٩*		

(*) دال عند ٠,٠١

ومن النتائج التي أسفرت عنها معاملات الارتباط، يتضح أن جميع معاملات الارتباط تتراوح بين (٠,٥٥٨ ، ٠,٧٧٦)، وهي جميعًا دالة عند مستوى ٠,٠١، وبالتالي فإن مفردات إختبار مهارات التفكير عالي الرتبة تتجه لقياس درجة كل مهارة من مهارات التفكير عالي الرتبة.

ولتحديد مدى اتساق مهارات التفكير عالي الرتبة، والدرجة الكلية لإختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، تم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل مهارة، والدرجة الكلية لإختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، ويوضح جدول (٤) قيم معاملات الارتباط بين درجة كل مهارة، والدرجة الكلية لإختبار مهارات التفكير عالي الرتبة:

جدول (٤)
نتائج حساب الاتساق الداخلي لإختبار مهارات التفكير عالي الرتبة

مهارات التفكير عالي الرتبة	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
الملاحظة	٠.٦٦٢	٠.٠١
التطبيق	٠.٦٧٨	٠.٠١
التركيب	٠.٧١٤	٠.٠١
صياغة التنبؤات	٠.٧٢٧	٠.٠١
تحليل البيانات ونمذجتها	٠.٥٨١	٠.٠١
التقويم	٠.٧٢٧	٠.٠١
التنظيم	٠.٥٩٦	٠.٠١
التفسير	٠.٥٨	٠.٠١
الاستنتاج	٠.٦٦٢	٠.٠١
التساؤل الناقد	٠.٦٧٨	٠.٠١
حل المشكلة مفتوحة النهاية	٠.٦١٦	٠.٠١

ومن النتائج التى أسفرت عنها معاملات الارتباط، يتضح أنها جميعًا تراوحت بين (٠.٥٨، ٠.٧٢٧)، وهي جميعًا دالة عند مستوى ٠.٠١، مما يشير إلى توجه إختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لقياس خاصية واحدة، وهي التفكير عالي الرتبة، وبذلك يكون الإختبار مناسبًا للتطبيق على عينة البحث.

ب- حساب معامل ثبات الإختبار: تم حساب ثبات إختبار مهارات التفكير عالي الرتبة بإستخدام معادلة ألفا كرونباخ، وذلك بعد تطبيقه على عينة التجربة الاستطلاعية، وُوجد أن معامل الثبات لإختبار مهارات التفكير عالي الرتبة ككل كما يحددها تطبيق معادلة ألفا كرونباخ على النحو الذي يوضحه جدول (٥):

جدول (٥)
معامل ثبات ألفا كرونباخ لإختبار مهارات التفكير عالي الرتبة

مهارات التفكير عالي الرتبة	معامل ثبات ألفاكرونباخ
الملاحظة	٠.٨٢١
التطبيق	٠.٧٩٨
التركيب	٠.٧٨٦
صياغة التنبؤات	٠.٧٩١
تحليل البيانات ونمذجتها	٠.٨٤٣
التقويم	٠.٨٧٦
التنظيم	٠.٦٧٤
التفسير	٠.٨٧٣
الاستنتاج	٠.٦٧٨
التساؤل الناقد	٠.٧٠٦
حل المشكلة مفتوحة النهاية	٠.٨٥١
الاختبار ككل	٠.٧٢٣

يتضح من جدول (٥) أن قيمة معامل الثبات كما أسفر عنها تطبيق معادلة ألفا كرونباخ تتراوح بين (٠.٦٧٤ ، ٠.٨٧٦)، وهما قيمتان مرتفعتان، وهذا يعد ملائمًا لأغراض البحث.

ج- تحديد الزمن اللازم للإجابة على الإختبار: تم حساب الزمن اللازم للإجابة عن مفردات الإختبار من خلال حساب متوسط زمن انتهاء جميع تلاميذ العينة الاستطلاعية من أداء الاختبار. وقد بلغ زمن الاختبار ٦٠ دقيقة. وتم الالتزام بهذا الزمن عند التطبيق القبلي والبعدي للإختبار على عينة البحث.

٨- إعداد الصورة النهائية للإختبار: بعد إجراء التعديلات على إختبار مهارات التفكير عالي الرتبة فى ضوء آراء المحكمين وتوجيهاتهم، وبناء على حساب اتساقه الداخلي، وثباته، وحساب الزمن اللازم للإجابة عن مفرداته، أصبح إختبار مهارات التفكير عالي الرتبة فى صورته النهائية، صالحًا للتطبيق على عينة البحث **(ملحق ٥)**.

خطوات التطبيق الميداني: مر التطبيق الميداني بالمراحل الثلاث التالية:

المرحلة الأولى: التطبيق القبلى لأداتي البحث:

بعد اختيار عينة البحث (المجموعة التجريبية، والمجموعة الضابطة) تم التطبيق القبلى لأداتي البحث المتمثلتان فى: مقياس نزعات التفكير الابتكاري، واختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، بعد ذلك تم تصحيح الإجابات ورصد الدرجات.

وللتأكد من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة فى كل من مقياس نزعات التفكير الابتكاري، واختبار مهارات التفكير عالي الرتبة تم استخدام اختبار "ت" للمقارنة بين متوسط درجات المجموعتين على تلك الأداتين، ويوضح جدول (٦)، وجدول (٧) الفروق بين متوسطات درجات المجموعتين التجريبية والضابطة ومستوى الدلالة الإحصائية، وذلك على مقياس نزعات التفكير الابتكاري، واختبار مهارات التفكير عالي الرتبة قبليًا.

جدول (٦)

قيمة "ت" ودلالتها الإحصائية للفروق بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة فى أبعاد مقياس نزعات التفكير الابتكاري والدرجة الكلية قبليًا

الأبعاد	المجموعة	ن	م	ع	درجات الحرية	ت*	مستوى الدلالة
النزعة إلى الفضول	التجريبية	٣٠	١٤.٢٣٣٣	٢.٠٢٨٨	٥٨	٠.٣٧١	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١٤.٠٦٦٧	١.٣٨٨٠			
النزعة إلى التخيل	التجريبية	٣٠	١٦.٨٦٦٧	١.٩٦٠٥	٥٨	٠.٦٠٦	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١٦.٦٠٠٠	١.٤٠٤٤			
النزعة إلى المثابرة والإصرار	التجريبية	٣٠	١٣.٧٦٦٧	١.٥٢٤١	٥٨	-٠.٢٧٨	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١٣.٨٦٦٧	١.٢٥٢١			
النزعة إلى التعاونية	التجريبية	٣٠	١٤.٥٦٦٧	٢.٤١٦٧	٥٨	-٠.١٩٠	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١٤.٦٦٦٧	١.٥٨٣٠			
النزعة إلى الانتظام أو الانضباط	التجريبية	٣٠	١٢.٥٦٦٧	٠.٧٢٧٩	٥٨	١.٥٨٣	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١٢.٢٦٦٧	٠.٧٣٩٧			
الدرجة الكلية	التجريبية	٣٠	٧٢.٠٠٠١	٥.٤٩٤١	٥٨	٠.١٩٤	غير دالة
	الضابطة	٣٠	٧١.٤٦٦٨	٣.٦٢٣٧			

*** القيمة الحرجة لإختبار ت عند مستوى دلالة ٠١. = ٢.٦٥.**
والقيمة الحرجة لإختبار ت عند مستوى دلالة ٠٥. = ١.٩٦.

جدول (٧)
قيمة "ت" ودلالتها الإحصائية للفروق بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة فى اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة والدرجة الكلية قبليًا

المهارات	المجموعة	ن	م	ع	درجات الحرية	ت*	مستوى الدلالة
الملاحظة	التجريبية	٣٠	٠.٩٠٠٠	٠.٧٧٦٨	٥٨	٠.٣٢٤	غير دالة
	الضابطة	٣٠	٠.٩٦٦٧	٠.٨١٧٢			
التطبيق	التجريبية	٣٠	٠.٧٣٣٣	٠.٦٣٩٧	٥٨	صفر	غير دالة
	الضابطة	٣٠	٠.٧٣٣٣	٠.٧٨٤٩			
التركيب	التجريبية	٣٠	٠.٨٦٦٧	٠.٦٨١٤	٥٨	صفر	غير دالة
	الضابطة	٣٠	٠.٨٦٦٧	٠.٧٣٠٣			
صياغة التنبؤات	التجريبية	٣٠	٠.٧٠٠٠	٠.٧٤٩٧	٥٨	٠.٣٨٨	غير دالة
	الضابطة	٣٠	٠.٧٦٦٧	٠.٥٦٨٣			
تحليل البيانات ونمذجتها	التجريبية	٣٠	٠.٨٦٦٧	٠.٦٨١٤	٥٨	١.١٢٨	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١.٠٦٦٧	٠.٦٩١٥			
التقويم	التجريبية	٣٠	٠.٨٦٦٧	٠.٦٨١٤	٥٨	١.١٢٨	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١.٠٦٦٧	٠.٦٩١٥			
التنظيم	التجريبية	٣٠	١.١٠٠٠	٠.٧٥٨٩	٥٨	١.٠٢١	غير دالة
	الضابطة	٣٠	٠.٩٠٠٠	٠.٧٥٨٩			
التفسير	التجريبية	٣٠	٠.٨٠٠٠	٠.٧٦١١	٥٨	١.٥٧٧	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١.١٠٠٠	٠.٧١٢٠			
الاستنتاج	التجريبية	٣٠	٠.٨٣٣٣	٠.٦٩٨٩	٥٨	١.٥٧٣	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١.١٣٣٣	٠.٧٧٦١			
التساؤل الناقد	التجريبية	٣٠	٠.٩٣٣٣	٠.٦٩١٥	٥٨	١.٦٣٧	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١.٢٣٣٣	٠.٧٢٧٩			
حل المشكلة مفتوحة النهاية	التجريبية	٣٠	٣.٧٣٣٣	٠.٨٢٧٧	٥٨	٠.٦٨٤	غير دالة
	الضابطة	٣٠	٣.٦٠٠٠	٠.٦٧٤٧			
الدرجة الكلية	التجريبية	٣٠	١٢.٣٣٣٣	٢.٧٠٨٩	٥٨	١.٧٨٣	غير دالة
	الضابطة	٣٠	١٣.٤٣٣٤	٢.٦٤٨١			

يتضح من الجدولين السابقين أن قيم "ت" غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠١)، وهذا يوضح عدم وجود فروق دالة إحصائيًا بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة، وذلك فى كل من مقياس نزعات التفكير الابتكاري، واختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، وذلك قبل إجراء التجربة، وهذا يشير إلى تكافؤ المجموعتين فى متغيرات البحث الحالى.

* القيمة الحرجة لإختبار ت عند مستوى دلالة ٠١. = ٢.٦٥.
والقيمة الحرجة لإختبار ت عند مستوى دلالة ٠٥. = ١.٩٦.

المرحلة الثانية: تنفيذ تجربة البحث:

قام الباحث بالتدريس لمجموعة البحث التجريبية **"فصل (٥/٢)"** بمدرسة المنصورة الثانوية للبنين "العسكرية" بمدينة المنصورة محافظة الدقهلية، وفى بداية التدريس تم تقديم فكرة عن كيفية سير الدرس للطلاب، وعن أدوارهم فى أثناء الحصة.

كما تم تقسيم الطلاب إلى مجموعات تتضمن كل مجموعة خمسة طلاب، وتركت لهم الفرصة لاختيار بعضهم البعض حسب رغباتهم، وذلك بهدف تحقيق تعلم أفضل وزيادة روح التعاون لديهم، ثم طُلب من أفراد كل مجموعة اختيار اسم للمجموعة تتميز به عن غيرها من المجموعات، وبالفعل اختارت كل مجموعة اسمًا لها كما يلى (الأسود، العلماء، الفضائيون، التحدى، التفوق، النسور). وقد تم الانتقال أثناء تنفيذ تجربة البحث بين حجرة الفصل الدراسى، ومعمل المدرسة، وحجرة المناهل بالمدرسة، حسب طبيعة الموضوع الدراسي وذلك طوال فترة التطبيق.

ملاحظات على سير التجربة والتدريس لعينة البحث التجريبية:

- فى بداية التدريس للمجموعة التجريبية لوحظ عدم الانضباط وعدم النظام داخل الفصل، ولكن مع تقدم الدروس أصبح الطلاب أكثر جدية واهتمامًا وانطلاقًا فى التفكير وإبداء الرأى.
- إقبال الطلاب على الإجابة عن الأسئلة والأنشطة المثيرة للتفكير الواردة بدليل الطالب، حيث تقوم كل مجموعة من المجموعات المتعاونة بالإجابة على الأسئلة التى يتضمنها دليل كل عضو فيها، ثم يقوم رائد كل مجموعة بعرض إجابات مجموعته، وأثناء عرض الإجابات تتناقش جميع المجموعات مع بعضها البعض, وكذلك تطرح العديد من الاستفسارات والتساؤلات على بعضها البعض؛ مما ساهم فى جعل البيئة مناسبة لتنمية نزعات التفكير الابتكاري، وكذلك مهارات التفكير عالي الرتبة لدى الطلاب، وقد أبدى بعض الطلاب رأيهم فى تلك الأسئلة (المشكلات) بقولهم إن هذه الأسئلة تجعلنا نفكر، وتختلف عما اعتدنا عليه، وتحتاج إلى تركيز.
- تم تكليف كل طالب بعمل ألبوم وأعطاه اسم "تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها الحياتية" للقيام بحل المشكلات التى يتضمنها كل درس، وكذلك حل أسئلة التقويم المصاحبة له، وكان الطلاب يحضرون الألبومات، ويسألون عن صحة ما قاموا بحله من مشكلات، وقد تم الإعلان بأن أفضل ثلاثة ألبومات سيكون لها مكافأة كبيرة وتوزع أمام جميع طلاب المدرسة؛ مما جعل الطلاب أكثر اهتمامًا بعمل الألبوم.
- تنافست المجموعات لتحقيق الفوز، والحصول على المكافآت فى نهاية الحصة، كما تنافست فى أن تنال اسم المجموعة الفائزة؛ مما جعل الطلاب يركزون أثناء الإجابة عن الأسئلة والأنشطة المثيرة للتفكير عالي الرتبة، كما تم الحرص على

استخدام عبارات التعزيز والاستحسان للإجابات السليمة؛ مما جعل الطلاب أكثر دافعية للتعلم والانتباه.

- أثناء جلسة الحوار والمناقشة أتيحت الفرصة لرائد كل مجموعة أن يعرض إجابة مجموعته، والانصات لزملائه لعرض آرائهم المختلفة، وكان الباحث يحترم آراء الطلاب ويدير الحوار، بحيث شجع الطلاب على التحدث وإبداء الرأي.

هذا وقد استمر التدريس للمجموعتين الضابطة والتجريبية خلال الفصل الدراسي الثاني كاملاً من العام الدراسي ٢٠١٧/ ٢٠١٨ م.

المرحلة الثالثة: التطبيق البعدى لأداتي البحث:

بعد الانتهاء من التدريس للمجموعة التجريبية، وكذلك التدريس للمجموعة الضابطة، تم التطبيق البعدى لأداتي البحث، المتمثلتان فى مقياس نزعات التفكير الابتكاري، واختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، بعد ذلك تم التصحيح، ورصد الدرجات.

الأساليب الإحصائية المستخدمة فى تحليل ومعالجة البيانات:

تم استخدام الأساليب الإحصائية التالية:

١- اختبار "ت" للمقارنة بين المجموعتين الضابطة والتجريبية فى كل من التطبيق القبلي والتطبيق البعدي وذلك فى **(صلاح الدين علام، ٢٠٠٠، ١٩٩)**:

أ- مقياس نزعات التفكير الابتكاري.

ب- اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة.

وكذلك استخدام اختبار "ت" فى تحديد دلالة الفروق بين متوسطات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لأبعاد مقياس نزعات التفكير الابتكاري والدرجة الكلية وكذلك مهارات التفكير عالي الرتبة، وذلك للمجموعة التجريبية؛ لتحديد فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري ومهارات التفكير عالي الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

٢- مقياس حجم التأثير "η^2" **(رشدى فام، ١٩٩٩، ٥٩)**؛ لبيان قوة تأثير المعالجة التجريبية فى كل من:

أ- نزعات التفكير الابتكاري.

ب- مهارات التفكير عالي الرتبة.

نتائج البحث – مناقشتها وتفسيرها

فيما يلي عرضًا لنتائج تطبيق أداتا البحث التي تم التوصل إليها؛ وذلك للإجابة عن السؤال الرئيس للبحث، الذي نص على:

ما فاعلية برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو كمتطلب للتوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري ومهارات التفكير عالي الرتبة في الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

حيث تفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

١- ما مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية؟
٢- ما مدى توافر مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء للصف الثاني الثانوي؟
٣- ما البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟
٤- ما فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟
٥- ما فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالى الرتبة في الفيزياء لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟

بالإضافة إلى تفسير ومناقشة النتائج الخاصة بكل سؤال، وفيما يلى عرض تحليلى لتلك النتائج:

أولاً: للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث الذي نص على: ما مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية؟ فقد تمت الإجابة على هذا السؤال من خلال الإجراءات التي تم اتباعها لإعداد قائمة بمفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية **(ملحق ٢)**.

ثانيًا: للإجابة عن السؤال الثاني من أسئلة البحث، الذي نص على**:** ما مدى توافر مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء للصف الثاني الثانوي؟ تم تحليل محتوى مقرر الفيزياء (كتاب الطالب، ودليل المعلم) المقرر على طلاب الصف الثاني الثانوي في ضوء قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها المشار إليها في منهج البحث وإجراءاته، وجاءت النتائج تشير إلى أن مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي تضمنتها بطاقة تحليل المحتوى غابت عن (كتاب الطالب- دليل المعلم) على الرغم من أهميتها، واتساقها الكبير مع موضوعات الفيزياء الغنية لمفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.

وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة **السيد السايح ومرفت هاني (٢٠٠٩)** التي أظهرت خلو مقررات العلوم بالمرحلة الإعدادية من مفاهيم النانو تكنولوجي ، وكذلك اتفقت مع نتيجة دراسة **أحمد عسكر (٢٠١٧)** التي أظهرت أيضًا خلو مقرر الكيمياء للصف الأول الثانوي من مفاهيم النانو تكنولوجي.

ثالثًا: للإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث الذي نص على: ما البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟ فقد تمت الإجابة على هذا السؤال من خلال الإجراءات التي تم اتباعها لإعداد البرنامج التعليمي القائم على

تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي **(ملحق ٣)**.

رابعًا: للإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث الذي نص على: ما فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟ فقد تم اختبار صحة الفرض الأول من فروض البحث، الذي نص على:

يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري لصالح المجموعة التجريبية.

وذلك من خلال استخدام اختبار "ت" للمجموعات غير المرتبطة لتحديد دلالة الفروق بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية، وطلاب المجموعة الضابطة في أبعاد مقياس نزعات التفكير الابتكاري، والدرجة الكلية تمهيدًا لتحديد فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري بأبعاده المختلفة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، ويوضح جدول (٨) النتائج:

جدول (٨)

قيمة "ت" ودلالتها الإحصائية للفروق بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة

في أبعاد مقياس نزعات التفكير الابتكاري والدرجة الكلية بعديًا

الأبعاد	المجموعة	ن	م	ع	درجات الحرية	ت*
النزعة إلى الفضول	التجريبية	٣٠	٢٦.٣٦٦٧	١.٥١٩٦	٥٨	**٦.٨٢٩
	الضابطة	٣٠	١٩.٣٣٣٣	١.٨٩٩٨		
النزعة إلى التخيل	التجريبية	٣٠	٢٧.٠٦٦٧	٠.٨٢٧٧	٥٨	**٥.١٧٠
	الضابطة	٣٠	١٨.٥٦٦٧	١.٣٥٦٦		
النزعة إلى المثابرة والإصرار	التجريبية	٣٠	٢٦.٢٠٠٠	٠.٦٦٤٤	٥٨	**٦.٩٣٤
	الضابطة	٣٠	١٦.٥٠٠٠	١.١٦٧١		
النزعة إلى التعاونية	التجريبية	٣٠	٢٥.٠٠٠	٠.٩٤٦٩	٥٨	**٦.٤٢٧
	الضابطة	٣٠	١٦.٦٦٦٧	١.٧٤٨٦		
النزعة إلى الانتظام أو الانضباط	التجريبية	٣٠	٢٦.٦٣٣٣	١.١٨٩١	٥٨	**٧.٦٤٧
	الضابطة	٣٠	١٦.٠٦٦٧	١.٦٥١٤		
الدرجة الكلية	التجريبية	٣٠	١٣١.٢٦٦٧	١.٤١٤٢	٥٨	**١٥.٠٠٠
	الضابطة	٣٠	٨٧.١٣٣٤	٢.٣٤٥٢		

* القيمة الحرجة لإختبار ت عند مستوى دلالة ٠١. = ٢.٦٥.

** دالة عند مستوى ٠.٠١

يتضح من جدول (٨): وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ٠.٠١ بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري لصالح المجموعة التجريبية. حيث نجد أنه:

١- **بالنسبة لبعد النزعة إلى الفضول**: قيمة "ت" تساوى (٦.٨٢٩)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٢- **بالنسبة لبعد النزعة إلى التخيل**: قيمة "ت" تساوى (٥.١٧٠)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٣- **بالنسبة لبعد النزعة إلى المثابرة والإصرار**: قيمة "ت" تساوى (٦.٩٣٤)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٤- **بالنسبة لبعد النزعة إلى التعاونية**: قيمة "ت" تساوى (٦.٤٢٧)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٥- **بالنسبة لبعد النزعة إلى الانتظام أو الانضباط**: قيمة "ت" تساوى (٧.٦٤٧)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٦- **بالنسبة لنزعات التفكير الابتكاري ككل**: قيمة "ت" تساوى (١٥.٠٠٠)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية في مقياس نزعات التفكير الابتكاري الكلى.

مما يشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في التفكير الابتكاري ونزعاته بين متوسطي درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية. وفي ضوء تلك النتيجة، يمكن قبول الفرض الأول من فروض البحث، وهو: يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس نزعات التفكير الابتكاري لصالح المجموعة التجريبية.

ولتحديد فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي تم حساب قيمة "ت" ودلالتها الإحصائية للفروق بين متوسطي درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي للمجموعة التجريبية في أبعاد نزعات التفكير الابتكاري، والدرجة الكلية كما يوضحه جدول (٩):

جدول (٩)
قيمة "ت" ودلالتها الإحصائية للفروق بين متوسطى درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي للمجموعة التجريبية في أبعاد نزعات التفكير الابتكاري والدرجة الكلية

الأبعاد	التطبيق	ن	م	ع	درجات الحرية	ر	ت•
النزعة إلى الفضول	القبلي	٣٠	١٤.٢٣٣٣	٢.٠٢٨٨	٢٩	٠.٤١٩	**٢٣.٢٢٢
	البعدي	٣٠	٢٦.٣٦٦٧	١.٥١٩٦			
النزعة إلى التخيل	القبلي	٣٠	١٦.٨٦٦٧	١.٩٦٠٥	٢٩	٠.١٩٧	**٢٢.٧٢٢
	البعدي	٣٠	٢٧.٠٦٦٧	٠.٨٢٧٧			
النزعة إلى المثابرة والإصرار	القبلي	٣٠	١٣.٧٦٦٧	١.٥٢٤١	٢٩	-٠.٢٥٩	**١١.٦٦٤
	البعدي	٣٠	٢٦.٢٠٠٠	٠٦٦٤٤			
النزعة إلى التعاونية	القبلي	٣٠	١٤.٥٦٦٧	٢.٤١٦٧	٢٩	٠.٢٤١	**١٦.٤١١
	البعدي	٣٠	٢٥.٠٠٠	٠.٩٤٦٩			
النزعة إلى الانتظام أو الانضباط	القبلي	٣٠	١٢.٥٦٦٧	٠.٦٦٤٤	٢٩	٠.١٠٨	**٢٤.٤٦٦
	البعدي	٣٠	٢٦.٦٣٣٣	٠.٤٧٩٥			
الدرجة الكلية	القبلي	٣٠	٧٢.٠٠٠١	٥.٤٩٤١	٢٩	٠.١٠٠	**١٤.٨٤٦
	البعدي	٣٠	١٣١.٢٦٦٧	٢.١٨٩١			

يتضح من جدول (٩): وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠.٠١ بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية في نزعات التفكير الابتكاري وأبعاده قبل التدريس وبعده لصالح التطبيق البعدي.
حيث نجد أنه:

• القيمة الحرجة لإختبار ت عند مستوى دلالة ٠١. = ٢.٦٥.
** دالة عند مستوى ٠.٠١

١- **بالنسبة لبعد النزعة إلى الفضول**: قيمة "ت" تساوى (٢٣.٢٢٢)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.

٢- **بالنسبة لبعد النزعة إلى التخيل**: قيمة "ت" تساوى (٢٢.٧٢٢)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.

٣- **بالنسبة لبعد النزعة إلى المثابرة والإصرار**: قيمة "ت" تساوى (١١.٦٦٤)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.

٤- **بالنسبة لبعد النزعة إلى التعاونية**: قيمة "ت" تساوى (١٦.٤١١)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.

٥- **بالنسبة لبعد النزعة إلى الانتظام أو الانضباط**: قيمة "ت" تساوى (٢٤.٤٦٦)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.

٦- **بالنسبة لنزعات التفكير الابتكاري ككل**: قيمة "ت" تساوى (١٤.٨٤٦)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي في مقياس نزعات التفكير الابتكاري.

مما يشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في نزعات التفكير الابتكاري وأبعاده بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي.

وفي ضوء تلك النتيجة يتضح: فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة ستيفن (Steven, E. H., 2007)، ودراسة السيد السايح ومرفت حامد (٢٠٠٩)، ودراسة مرفت حامد (٢٠١٠)، ودراسة أماني الرمادي (٢٠١١)، ودراسة محمد الشهري (٢٠١٢)، ودراسة نوال شلبي (٢٠١٢)، ودراسة تشين وآخرون (Chen, et. al. 2012)، ودراسة كوكس (Cox, 2012)، ودراسة آيات حسن (٢٠١٣)، ودراسة جمال سعيد (٢٠١٣)، ودراسة يحيى عبد الخالق وعثمان القحطاني (٢٠١٣)، ودراسة أمل لبد (٢٠١٣)، ودراسة ريم القحطاني (٢٠١٤)، ودراسة شيماء عبد السلام (٢٠١٥)، وودراسة شيماء أحمد (٢٠١٥)، ودراسة أفنان حافظ (٢٠١٥)، ودراسة هدى التقبي (٢٠١٦)، ودراسة شيري نصحي (٢٠١٦)، ودراسة محمد الفيفي (٢٠١٦)، ودراسة أحمد عسكر (٢٠١٧)، والتي أظهرت أهمية تناول

تكنولوجيا النانو في التعليم وضرورة تضمين مفاهيمه وتطبيقاته في المناهج الدراسية المختلفة كالعلوم والكيمياء والأحياء والفيزياء كما توصلت جميع هذه الدراسات إلى وجود نتائج إيجابية تشير إلى فاعلية البرامج التعليمية القائمة على تكنولوجيا النانو في تنمية أهداف عديدة ومتنوعة في مجال تدريس العلوم مثل: تنمية المفاهيم النانوتكنولوجية ومهارات التفكير البيئي والتحصيل وفهم طبيعة العلم وإتخاذ القرار والوعي العلمي والبيئي والثقافة العلمية والإستيعاب المفاهيمي وحل المشكلات والإتجاه نحو تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.

ولبيان قوة تأثير المعالجة التجريبية، تم استخدام مقياس حجم التأثير (η^2)، وذلك كما يوضحه جدول (١٠):

جدول (١٠)

قيم (η^2) وحجم تأثير البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو في تنمية نزعات التفكير الابتكاري

الأبعـاد	قيمة η^2	حجم التأثير
النزعة إلى الفضول	٠.٩٥	كبير
النزعة إلى التخيل	٠.٩٤	كبير
النزعة إلى المثابرة والإصرار	٠.٨٢	كبير
النزعة إلى التعاونية	٠.٩١	كبير
النزعة إلى الانتظام أو الانضباط	٠.٨٦	كبير
الدرجة الكلية	٠.٨٨	كبير

يتضح من جدول (١٠): قوة تأثير البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، حيث كانت قيم (η^2) في كل بعد من أبعاده وفي المقياس ككل تتراوح بين (٠.٨٢ ، ٠.٩٥).

مناقشة وتفسير النتائج الخاصة بنزعات التفكير الابتكاري:

من خلال ما أظهرته النتائج من فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية نزعات التفكير الابتكاري لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، يمكن أن ترجع تلك الفاعلية إلى أن:

١- البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة يشجع الطلاب على استخدام أنشطة متنوعة ومختلفة مثل التجارب وحل المشكلات وتطبيقها في بيئة تسمح للطلاب بالتأمل والتفكير والتعاون وقائمة على الاستقصاء.

٢- البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة يتيح الفرصة للطلاب أن يتعلموا بشكل أفضل من خلال التعاون مع بعضهم البعض في حل المشكلات بناء على الخبرات السابقة التي تعرضوا لها، حيث إن التعلم المسبق يعد عنصر أساسي في عملية بناء المعرفة للمتعلم، فالمتعلم لا يمكن أن يكون قادرًا على حل أي مشكلة محددة ما لم تكن لديه المعرفة والمهارات السابقة ذات الصلة بالموضوع الذي يتعلمه.

٣- البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة يسمح للمتعلم باستخدام مواد ومصادر التعلم بفاعلية لاستكشاف وإجراء التجارب، وتوليد الفروض، ومناقشة وكتابة كل التأملات وأنماط التفكير في ضوء خبرة التعلم لديه، وتوليد المعرفة من أجل حل المشكلة.

٤- البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة يعمل على تحفيز الطلاب ويثير اهتمامهم نحو موضوع التعلم، ويدفعهم للقيام بعملية البحث وبناء التنبؤات المختلفة، وهذا يدل على أن البرنامج التعليمي في إثارة الدافعية وإثارة الانتباه، وتوليد الأفكار، وإعادة بناءها عبر ممارسة عمليات التفكير المختلفة التي تم استخدامها وبخاصة التفكير الابتكاري ونزعاته.

٥- البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة يزيد من الوعي الذاتي والمسؤولية والاستقلالية لدى الطلاب مما يحفزهم على التعلم بشكل أفضل، ومن ثم فهو يمثل برنامج فعّال لإعداد الطلاب في بيئات العمل وفي مواقف الحياة الحقيقية.

٦- البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة يُسهم في تشجيع الطلاب على الميل نحو ممارسة أنماط من الأنشطة العقلية، كما يعمل على توجيه السلوك العقلي نحو مهارات التفكير، كما أن بيئة البرنامج أدت دورًا في تنشيط وتدعيم عمليات تمثيلات المعرفة في الذاكرة لتحقيق أهدافه.

خامسًا: للإجابة عن السؤال الخامس من أسئلة البحث الذي نص على: ما فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي؟ فقد تم اختبار صحة الفرض الثاني من فروض البحث، الذي نص على:

يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لصالح المجموعة التجريبية.

وذلك من خلال استخدام اختبار "ت" للمجموعات غير المرتبطة لتحديد دلالة الفروق بين متوسط درجات المجموعة التجريبية، ومتوسط درجات المجموعة الضابطة في أبعاد اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة، والدرجة الكلية تمهيدًا لتحديد فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية التفكير عالي الرتبة بمهاراته المختلفة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، ويوضح جدول (١١) النتائج:

جدول (١١)

قيمة "ت" ودلالتها الإحصائية للفروق بين متوسطى درجات المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في أبعاد اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة والدرجة الكلية بعديًا

المهارات	المجموعة	ن	م	ع	درجات الحرية	ت*
الملاحظة	التجريبية	٣٠	٢,٩٠٠٠	٠,٣٠٨٥	٥٨	١١,٣٤٦**
	الضابطة	٣٠	١,٣٦٦٧	٠,٨٥٨٤		
التطبيق	التجريبية	٣٠	٢,٧٣٣٣	٠,٤٩٠١	٥٨	١٢,٦٥٠**
	الضابطة	٣٠	١,٣٣٣٣	٠,٨٥٠٣		
التركيب	التجريبية	٣٠	٢,٨٦٦٧	٠,٤٩٨٣	٥٨	١٢,٣٩٩**
	الضابطة	٣٠	١,٠٦٦٧	٠,٨١٧٢		
صياغة التنبؤات	التجريبية	٣٠	٢,٩٥٤٢	٠,٣٠٨٥	٥٨	١٤,٢٥٠**
	الضابطة	٣٠	١,٢٦٦٧	٠,٧٨٤٩		
تحليل البيانات ولمذجتها	التجريبية	٣٠	٢,٨٦٦٧	٠,٣٠٤٠	٥٨	١٤,٨٣١**
	الضابطة	٣٠	١,٢٦٥٧	٠,٧٥٨٩		
التقويم	التجريبية	٣٠	٢,٨٦٦٧	٠,٤٦٦١	٥٨	١٧,٥٩٤**
	الضابطة	٣٠	١,٢٦٦٧	٠,٦٦١٨		
التنظيم	التجريبية	٣٠	٣,١٠٠٠	٠,٨٩٨٣	٥٨	١٠,٣٩٢**
	الضابطة	٣٠	١,١٠٠٠	١,٠٠٨٠		
التفسير	التجريبية	٣٠	٢,٨٨٩٥	٠,٤٩٨٣	٥٨	١٢,٩٣٧**
	الضابطة	٣٠	١,٢٤٣٥	٠,٨٣٦٧		
الاستنتاج	التجريبية	٣٠	٢,٨٣٣٣	٠,٣٠٤٠	٥٨	١٠,٧١٣**
	الضابطة	٣٠	١,٢٤٣٥	٠,٨٥٠٣		
التساؤل الناقد	التجريبية	٣٠	٢,٩٣٣٣	٠,٣٠٤٠	٥٨	١٣,٤٥٣**
	الضابطة	٣٠	١,٣٥٤٣	٠,٧٢٤٠		
حل المشكلة مفتوحة النهاية	التجريبية	٣٠	١١,٧٣٣٣	٠,٤٧٩٥	٥٨	١٦,١٥٥**
	الضابطة	٣٠	٥,٧٦٨٩	٠,٦١٤٩		
الدرجة الكلية	التجريبية	٣٠	٤٠,٦٧٧٠	٣,١١٨٦	٥٨	٢٩,٥٣٣**
	الضابطة	٣٠	١٨,٣٧٦٠	٣,٦٠٢٢		

يتضح من جدول (١١): وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ٠.٠١ بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لصالح المجموعة التجريبية.

* القيمة الحرجة لإختبار ت عند مستوى دلالة ٠١. = ٢.٦٥.
** دالة عند مستوى ٠.٠١

حيث نجد أنه:

١- **بالنسبة لمهارة الملاحظة**: قيمة "ت" تساوى (١١.٣٤٦)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٢- **بالنسبة لمهارة التطبيق**: قيمة "ت" تساوى (١٢.٦٥٠)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٣- **بالنسبة لمهارة التركيب**: قيمة "ت" تساوى (١٢.٣٩٩)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٤- **بالنسبة لمهارة صياغة التنبؤات:** قيمة "ت" تساوى (١٤.٢٥٠)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٥- **بالنسبة لمهارة تحليل البيانات ونمذجتها:** قيمة "ت" تساوى (١٤.٨٣١)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٦- **بالنسبة لمهارة التقويم**: قيمة "ت" تساوى (١٧.٥٩٤)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٧- **بالنسبة لمهارة التنظيم**: قيمة "ت" تساوى (١٠.٣٩٢)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٨- **بالنسبة لمهارة التفسير**: قيمة "ت" تساوى (١٢.٩٣٧)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

٩- **بالنسبة لمهارة الاستنتاج**: قيمة "ت" تساوى (١٠.٧١٣)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

١٠- **بالنسبة لمهارة التساؤل الناقد**: قيمة "ت" تساوى (١٣.٤٥٣)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

١١- **بالنسبة لمهارة حل المشكلة مفتوحة النهاية**: قيمة "ت" تساوى (١٦.١٥٥)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية.

١٢- **بالنسبة لمهارات التفكير عالي الرتبة ككل**: قيمة "ت" تساوى (٢٩.٥٣٣)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح المجموعة التجريبية في اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة الكلى.

مما يشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في التفكير عالي الرتبة ومهاراته بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية. وفي ضوء تلك النتيجة، يمكن قبول الفرض الثاني من فروض البحث، وهو: يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠٥ بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية وطلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات التفكير عالي الرتبة لصالح المجموعة التجريبية.

ولتحديد فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي تم حساب قيمة "ت" ودلالتها الإحصائية للفروق بين متوسطي درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي للمجموعة التجريبية في مهارات التفكير عالي الرتبة، والدرجة الكلية كما يوضحه جدول (١٢):

جدول (١٢)

قيمة "ت" ودلالتها الإحصائية للفروق بين متوسطي درجات التطبيق القبلي والتطبيق البعدي للمجموعة التجريبية في مهارات التفكير عالي الرتبة والدرجة الكلية

*

المهارات	التطبيق	ن	م	ع	درجات الحرية	ر	ت*
الملاحظة	القبلي	٣٠	٠.٩٠٠٠	٠.٧٧٦٨	٢٩	-٠.٢١٨	**١٦.١٥٥
	البعدي	٣٠	٩.٩٠٠٠	٠.٣٠٨٢			
التطبيق	القبلي	٣٠	٠.٧٣٣٣	٠.٦٣٩٧	٢٩	-٠.٢١٣	**١٧.٩٥٣
	البعدي	٣٠	٢.٧٣٣٣	٠.٤٩٠١			
التركيب	القبلي	٣٠	٠.٨٦٦٧	٠.٦٨١٤	٢٩	-٠.١٦٢	**١٦.٥٠٣
	البعدي	٣٠	٢.٨٦٦٧	٠.٤٩٨٣			
صياغة التنبؤات	القبلي	٣٠	٠.٧٠٠٠	٠.٧٤٩٧	٢٩	-٠.٢٢٦	**١٩.٠٤٨
	البعدي	٣٠	٢.٩٠٤٢	٠.٣٠٨٥			
تحليل البيانات وتمذجتها	القبلي	٣٠	٠.٨٦٦٧	٠.٦٨١٤	٢٩	-٠.١٧٤	**١٦.١٥٥
	البعدي	٣٠	٢.٨٦٦٧	٠.٣٠٤٠			
التقويم	القبلي	٣٠	٠.٨٦٦٧	٠.٦٨١٤	٢٩	-٠.١٩٥	**٢٠.٧٨٥
	البعدي	٣٠	٢.٨٦٦٧	٠.٤٦٦١			
التنظيم	القبلي	٣٠	١.١٠٠٠	٠.٧٥٨٩	٢٩	-٠.٢٩٢	**١٧.٦٢٧
	البعدي	٣٠	٣.١٠٠٠	٠.٤٩٨٣			
التفسير	القبلي	٣٠	٠.٨٠٠٠	٠.٧٦١١	٢٩	-٠.٠٥٥	**١٧.٢٩٦
	البعدي	٣٠	٢.٨٨٩٥	٠.٤٩٨٣			
الاستنتاج	القبلي	٣٠	٠.٨٣٣٣	٠.٦٩٨٩	٢٩	-٠.١٧٩	**١٩.٠٧٤
	البعدي	٣٠	٢.٨٣٣٣	٠.٣٠٤٠			
التساؤل الناقد	القبلي	٣٠	٠.٩٣٣٣	٠.٦٩١٥	٢٩	-٠.١١٢	**١٧.٨٣٥
	البعدي	٣٠	٢.٩٣٣٣	٠.٣٠٤٠			
حل المشكلة مفتوحة النهاية	القبلي	٣٠	٣.٧٣٣٣	٠.٥٩٦٠	٢٩	-٠.٠٦٦	**٢٢.٧١٦
	البعدي	٣٠	١١.٧٣٣٣	٠.٦١٤٩			
الدرجة الكلية	القبلي	٣٠	١٢.٣٣٣٣	٢.٧٠٨٩	٢٩	-٠.٤٨١	**٦٠.٢٥٧
	البعدي	٣٠	٤٠.٦٧٧٠	٢.١١٨٦			

* • القيمة الحرجة لإختبار ت عند مستوى دلالة ٠١. = ٢.٦٥.

** دالة عند مستوى ٠.٠١

يتضح من جدول (١٢): وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة ٠.٠١ بين متوسطى درجات طلاب المجموعة التجريبية في التفكير عالي الرتبة ومهاراته قبل التدريس وبعده لصالح التطبيق البعدي.
حيث نجد أنه:

١- **بالنسبة لمهارة الملاحظة**: قيمة "ت" تساوى (١٦.١٥٥)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
٢- **بالنسبة لمهارة التطبيق**: قيمة "ت" تساوى (١٧.٩٥٣)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
٣- **بالنسبة لمهارة التركيب**: قيمة "ت" تساوى (١٦.٥٠٣)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
٤- **بالنسبة لمهارة صياغة التنبؤات:** قيمة "ت" تساوى (١٩.٠٤٨)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
٥- **بالنسبة لمهارة تحليل البيانات ونمذجتها:** قيمة "ت" تساوى (١٦.١٥٥)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
٦- **بالنسبة لمهارة التقويم**: قيمة "ت" تساوى (٢٠.٧٨٥)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
٧- **بالنسبة لمهارة التنظيم**: قيمة "ت" تساوى (١٧.٦٢٧)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
٨- **بالنسبة لمهارة التفسير**: قيمة "ت" تساوى (١٧.٢٩٦)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
٩- **بالنسبة لمهارة الاستنتاج**: قيمة "ت" تساوى (١٩.٠٧٤)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
١٠- **بالنسبة لمهارة التساؤل الناقد**: قيمة "ت" تساوى (١٧.٨٣٥)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
١١- **بالنسبة لمهارة حل المشكلة مفتوحة النهاية**: قيمة "ت" تساوى (٢٢.٧١٦)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي.
١٢- **بالنسبة لمهارات التفكير عالي الرتبة ككل**: قيمة "ت" تساوى (٦٠.٢٥٧)، وهى قيمة ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠١) لصالح التطبيق البعدي في اختبار مهارات التفكير عالي الرتبة الكلى.

مما يشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في التفكير عالي الرتبة ومهاراته بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية.

وفي ضوء تلك النتيجة يتضح: فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة ستيفن (Steven, E. H., 2007)، ودراسة السيد السايح ومرفت حامد (٢٠٠٩)، ودراسة مرفت حامد (٢٠١٠)، ودراسة أماني الرمادي (٢٠١١)، ودراسة محمد الشهري (٢٠١٢)، ودراسة نوال شلبي (٢٠١٢)، ودراسة تشين وآخرون (Chen, et. al. 2012)، ودراسة كوكس (Cox, 2012)، ودراسة آيات حسن (٢٠١٣)، ودراسة جمال سعيد (٢٠١٣)، ودراسة يحيى عبد الخالق وعثمان القحطاني (٢٠١٣)، ودراسة أمل لبد (٢٠١٣)، ودراسة ريم القحطاني (٢٠١٤)، ودراسة شيماء عبد السلام (٢٠١٥)، وودراسة شيماء أحمد (٢٠١٥)، ودراسة أفنان حافظ (٢٠١٥)، ودراسة هدى التقبي (٢٠١٦)، ودراسة شيري نصحي (٢٠١٦)، ودراسة محمد الفيفي (٢٠١٦)، ودراسة أحمد عسكر (٢٠١٧)، والتي أظهرت أهمية تناول تكنولوجيا النانو في التعليم وضرورة تضمين مفاهيمه وتطبيقاته في المناهج الدراسية المختلفة كالعلوم والكيمياء والأحياء والفيزياء كما توصلت جميع هذه الدراسات إلى وجود نتائج إيجابية تشير إلى فاعلية البرامج التعليمية القائمة على تكنولوجيا النانو في تنمية أهداف عديدة ومتنوعة في مجال تدريس العلوم مثل: تنمية المفاهيم النانوتكنولوجية ومهارات التفكير البيئي والتحصيل وفهم طبيعة العلم وإتخاذ القرار والوعي العلمي والبيئي والثقافة العلمية والإستيعاب المفاهيمي وحل المشكلات والإتجاه نحو تعلم مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.

ولبيان قوة تأثير المعالجة التجريبية، تم استخدام مقياس حجم التأثير (η^2)، وذلك كما يوضحه جدول (١٣):

جدول (١٣)
قيم (η^2) وحجم تأثير البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو في تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة

المهارات	قيمة η^2	حجم التأثير
الملاحظة	٠.٩٠	كبير
التطبيق	٠.٩٢	كبير
التركيب	٠.٩٠	كبير
صياغة التنبؤات	٠.٩٣	كبير
تحليل البيانات ونمذجتها	٠.٩٠	كبير
التقويم	٠.٩٤	كبير
التنظيم	٠.٩١	كبير
التفسير	٠.٩١	كبير
الاستنتاج	٠.٩٣	كبير
التساؤل الناقد	٠.٩٢	كبير
حل المشكلة مفتوحة النهاية	٠.٩٨	كبير
الدرجة الكلية	٠.٩٣	كبير

يتضح من جدول (١٣): قوة تأثير البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، حيث كانت قيم (η^2) في كل مهارة من مهاراته وفي الاختبار ككل تتراوح بين (٠.٩٠ ، ٠.٩٨).

مناقشة وتفسير النتائج الخاصة بمهارات التفكير عالي الرتبة:

من خلال ما أظهرته النتائج من فاعلية البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة في تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، يمكن أن ترجع تلك الفاعلية إلى:

١- تنوع موضوعات البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء بالشكل الذي يخدم مهارات التفكير عالي الرتبة.

٢- مراعاة محتوى البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء لميول واهتمامات طلاب الصف الثاني الثانوي.
٣- تحفيز أسلوب عرض محتوى البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء الطلاب على التفكير والبحث في مجال موضوعاته.
٤- تناسب عدد موضوعات البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء مع الأهداف المتوخاه من دراسته.
٥- أهمية الثورة الصناعية وما يرتبط بها من مفاهيم مثل تكنولوجيا النانو وتكاملها مع العلوم وبخاصة علم الفيزياء، للوصول لرؤية تكاملية حول موضوع أو قضية معينة، مما يحقق فهم أعمق وأكثر شمولية، وهذا ما يهدف إليه البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء من خلال ما يُقدم محتوى البرنامج من مفاهيم وتطبيقات تكنو نانوية ذات طبيعة تسمح بمعالجتها من خلال علم الفيزياء.
٦- عرض محتوى البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء على هيئة مشكلات علمية والوصول إلى حلها من خلال تقديم الحلول المناسبة لهذه المشكلات.
٧- ما يُقدمه البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء من خبرات تربوية تكاملية تساعد على تطوير مهارات التفكير عالي الرتبة لدى الطلاب في عرض القضايا ومعالجتها من وجهات نظر متعددة.
٨- أسلوب عرض محتوى البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء يزيد من الدافعية تجاه البحث والاستقصاء والاطلاع على كل ما يسهم في تطوير وتسهيل حل المشكلات الحياتية.

٩- استخدام أساليب التدعيم (التعزيز) سواء أكانت مادية كالجوائز التي توزع على المجموعات أم معنوية كعبارات التشجيع والإستحسان من شأنه أن يحفز الطلاب على التركيز والإهتمام أثناء شرح محتوى البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء؛ مما أدى إلى إرتفاع مستوى ممارسة مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي.

١٠- عمل الطلاب في مجموعات متعاونة من أهم العوامل التي أدت إلى إرتفاع مستوى ممارسة مهارات التفكير عالي الرتبة لديهم؛ لأن كل طالب يستفيد من خبرات زميله في أثناء ممارسة الأنشطة وحل الأسئلة المثيرة للتفكير، حيث كان يُطلب من رائد كل مجموعة أثناء جلسة الحوار والمناقشة عرض الإجابات التي توصلت إليها مجموعته، كما كان يُطلب من بعض الطلاب كتابة الإجابة على السبورة؛ مما أسهم في تحسين وارتفاع مستوى ممارسة مهارات التفكير عالي الرتبة لديهم.

١١- طرح الأسئلة المثيرة للتفكير في أثناء تدريس البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء على طلاب الصف الثاني الثانوي؛ وهذه الأسئلة تساعد على إثارة أذهان الطلاب؛ وبالتالي جعل المعلومات أكثر ثباتاً في أذهانهم، وهذا - بدوره – أدى إلى إرتفاع مستوى ممارسة مهارات التفكير عالي الرتبة لديهم.

١٢- تضمين أسئلة التقويم المرتبطة بمحتوى البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء أسئلة متعددة، كما أنها تراعى الجانب العملى المقرر، كما تراعى مستويات التفكير العليا من تحليل وتركيب وتقويم بالإضافة إلى باقي مهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب الصف الثاني الثانوي، كما أن أسئلة التقويم تنمى قدرة الطلاب على حل المشكلات بوجه عام، والمشكلات الفيزيائية على وجه الخصوص، كما أنه يوجد تنوع في أساليب أسئلة التقويم في محتوى البرنامج التعليمي، وكذلك يوجد تنوع في وسائل التقويم المستخدمة، وكذلك يراعى الفروق الفردية بين الطلاب.

١٣- حداثة المعلومات المرتبطة بمفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها؛ مما أثار دافعية طلاب الصف الثاني الثانوي لدراستها.

١٤- تضمين محتوى البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء على أنشطة تغطى كل موضوعاته، وكذلك تضمنه على إرشادات واحتياطات الأمن والسلامة

لإجراء التجارب العملية، كما أنه توجد به تجارب تمس حياة الطلاب، كما أن وسائله التعليمية تتميز بالتشويق والوضوح، وكذلك تتناسب مع القدرات العقلية لطلاب الصف الثاني الثانوي واستعداداتهم؛ فهى تتحدى قدراتهم، كما أنها تتميز بسهولة الإستخدام، ومناسبتها للمكان الذي تستخدم فيه.

١٥- مواكبة محتوى البرنامج التعليمي القائم على تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة لدمج مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مقرر الفيزياء للتطورات العلمية الحديثة، ولعصر الثورة الصناعية، وقد تم صياغة أهداف البرنامج بشكل إجرائى يُمكن من قياسها وتحقيقها، كما أن محتوى البرنامج يراعى الترابط الأفقى في عرض موضوعاته، ويوجد تناسب منطقى بين الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية لمحتوى البرنامج، وكذلك راعى محتوى البرنامج إكساب مهارات التعلم الذاتى للطلاب؛ مما ساعد على تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لديهم.

١٦- إيجابية الطلاب في أثناء الدرس من خلال ممارسة الأنشطة والإجابة عن الأسئلة المثيرة للتفكير، والتي كانت تركز بصورة رئيسة على تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة لديهم، وذلك من خلال التعلم التعاوني في مجموعات، كل ذلك أدى إلى جوٍ من التعاون والتنافس في نفس الوقت، كما أن كل مجموعة كانت تعرض إجاباتها أمام باقي المجموعات؛ مما يثير التفكير لدى الطلاب، وخاصة التفكير عالي الرتبة.

توصيات البحث:

في ضوء ما أسفر عنه هذا البحث من نتائج، يمكن تقديم التوصيات التالية:

١- الإفادة من قائمة مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها التي قدمها البحث الحالي في تطوير منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية.

٢- تضمين المناهج الدراسية والجامعية وخاصة الفيزياء لمفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.

٣- تطوير معامل الفيزياء لتواكب تطوير المقررات في ضوء تكنولوجيا النانو كأحد متطلبات التوجه نحو عصر الثورة الصناعية الرابعة.

٤- تأهيل المعلمين في المداس وأعضاء هيئة التدريس في الجامعات لتقديم الوعي والإرشاد بعلم النانو والقضايا المرتبطة به.

٥- تشجيع الشراكة بين المؤسسات التربوية والتعليمية والمؤسسات البحثية التي ترعى علم النانو وتطبيقاته.

٦- وضع برامج تدريبية وعقد ندوات لتطوير وتدريب المعلمين حول مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.

٧- توفير مصادر تعلم خاصة بمفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها؛ لتلبية

احتياجات الطلاب وقدراتهم وميولهم في المؤسسات التعليمية المختلفة.

بحوث ودراسات مقترحة:

يُقدم البحث الحالي مجموعة من المقترحات لبحوث أخرى يمكن القيام بها، منها:

١- إجراء دراسات تحليلية أخرى لمحتوى كتب الكيمياء والأحياء بالمرحلة الثانوية في ضوء مفاهيم تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها.

٢- إجراء دراسة أخرى تتبنى استقصاء فاعلية برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها لعينات وتخصصات ومراحل تعليمية أخرى غير تلك الواردة في البحث الحالي.

٣- إجراء دراسة أخرى تتبنى استقصاء فاعلية برنامج تعليمي قائم على تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الفيزياء لمتغيرات أخرى غير تلك الواردة في البحث الحالي.

٤- دراسة فاعلية برنامج تدريبي مقترح لتنمية الثقافة النانوتكنولوجية لدى معلمي الفيزياء في المراحل التعليمية المختلفة، وبالمرحلة الثانوية على وجه الخصوص.

مراجع البحث:

- أحمد عبده عبد الله عسكر (٢٠١٧): تطوير منهج الكيمياء في ضوء مفاهيم النانوتكنولوجي لطلاب المرحلة الثانوية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة المنصورة.
- أفنان حافظ (٢٠١٥): تقويم منهج العلوم بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية في ضوء مفاهيم تقنية النانو، **مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول**، جامعة الملك سعود، الرياض.
- السيد محمد السايح، ومرفت حامد هاني (٢٠٠٩): تقويم منهج العلوم بالمرحلة الإعدادية على ضوء بعض مفاهيم النانوتكنولوجي، المؤتمر العلمي الحادي والعشرون، **الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس**، (٢٨-٢٩)، يوليو، ٢٠٦ – ٢٥٦.
- السيد محمد السايح، ومرفت حامد هاني (٢٠١٥): **النانوتكنولوجي ومناهج العلوم بالتعليم العام والجامعي**، دمياط، مكتبة نانسي.
- أماني زكريا الرمادي (٢٠١١): تدريس تكنولوجيا النانو في أقسام المكتبات والمعلومات العربية: دراسة تخطيطية، جامعة الاسكندرية.
- أمل إبراهيم لبد (٢٠١٣): إثراء بعض موضوعات منهج العلوم بتطبيقات النانوتكنولوجي وأثره على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر في غزة، **رسالة ماجستير منشورة**، كلية التربية،جامعة الأزهر، غزة.
- آيات حسن صالح (٢٠١٣): برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو أثره في تنمية التحصيل وفهم طبيعة العلم واتخاذ القرار لدى الطالبة معلمة العلوم بكلية البنات، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، (١٦) ٤، يوليو، ٥٣ – ١٠٥.

- إيهاب جودة طلبة (٢٠١٧): **النظرية النزعوية للتفكير: استراتيجيات ونماذج التدريس**، الدمام، مكتبة المتنبي.
- جامعة الملك سعود (٢٠٠٨): **المؤتمر الدولي لتقنيات صناعة النانو: التقنية الرائدة في القرن الواحد والعشرين**، الرياض، ٩-١١/٤/١٤٣٠هـ.
- جمال سعيد أحمد (٢٠١٣): فاعلية وحدة تكنولوجيا النانو على التحصيل والتفكير نحو العلوم المتقدمة لطلاب المدارس الثانوية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، (١٦) ٤، يوليو، ١٧٥ – ٢٠٩.
- حسن حسين زيتون (٢٠٠٨): **تنمية مهارات التفكير: رؤية إشراقية في تطوير الذات**، الرياض، الدار الصولتية للنشر والتوزيع.
- حسن شحاته وزينب النجار (٢٠٠٣): **معجم المصطلحات التربوية والنفسية**، القاهرة، الدار المصرية اللبنانية.
- حسين عباس حسين علي (٢٠١٢): استراتيجية مقترحة قائمة على خرائط التفكير في تدريس الكيمياء لتنمية مهارات التفكير التأملي ومهارات التفكير عالي الرتبة لدى طلاب المرحة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، (١٥) ٤، ١ - ٦٤.
- حياة علي رمضان (٢٠٠٨): فاعلية استراتيجية (كون – شارك – استمع - ابتكر) " F – S – L - C" في تنمية بعض مهارات التفكير العليا والمفاهيم العلمية في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، (٣) ١١، ١٤٥ – ١٩٧.
- رشدى فام منصور (١٩٩٧): **"حجم التأثير" الوجه المكمل للدلالة الإحصائية**، المجلة المصرية للدراسات النفسية، (٧) ١٦، يونيه.
- ريم بنت ثابت محمد بني زيد القحطاني (٢٠١٣): قيادة النانوتكنولوجي إستراتيجية توطين الإقتصاد المعرفي بالجامعات السعودية (جامعة الملك سعود أنموذجًا)، رسالة دكتوراة منشورة، كلية التربية، جامعة أم القرى.
- شيري مجدي نصحي (٢٠١٦): منهج مقترح في الفيزياء للمرحلة الثانوية في ضوء النانوتكنولوجي وفاعليته في تنمية المفاهيم ومهارات التفكير لدى الطلاب، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية، جامعة عين شمس.
- شيماء أحمد محمد أحمد (٢٠١٥): فاعلية برنامج مقترح في النانو تكنولوجي لتنمية المفاهيم النانوتكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، (١٨) ٦، نوفمبر، ٣٩ – ٧٤.
- شيماء عبد السلام عبد السلام سليم (٢٠١٥): التصور المقترح لمنهج الفيزياء للمرحلة الثانوية على ضوء مفاهيم النانوتكنولوجي، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية، جامعة دمياط.
- صالح محمد أبو جادو، ومحمد بكر نوفل (٢٠٠٧): **تعليم التفكير (النظرية والتطبيق)**، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
- صلاح الدين محمود علام (٢٠٠٠): **تحليل بيانات البحوث النفسية والتربوية والإجتماعية**، القاهرة، دار الفكر العربي.
- عدنان العتوم، وعبدالناصر الجراح، وموفق بشارة (٢٠١٣): **تنمية مهارات التفكير: نماذج نظرية وتطبيقات عملية**، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع.

- غسان يوسف قطيط (٢٠٠٨): أثر استخدام المختبر الجاف في اكتساب المفاهيم الفيزيائية ومهارات التفكير العليا لدى طلاب المرحلة الأساسية في الأردن، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، (١١) ٣، ٩٧ – ١٤٤.
- محمد شريف الإسكندراني (٢٠١٠): **تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل**، القاهرة، عالم المعرفة.
- محمد صالح الصالحي، وعبد الله صالح الضويان (٢٠٠٧): **مقدمة في تقنية النانو**، جامعة الملك سعود، إصدار بمناسبة إنعقاد ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات.
- محمد عبد الرزاق عبد الفتاح (٢٠١٣): وحدة مقترحة في النانو بيولوجي لتنمية المفاهيم النانو بيولوجية ومهارات حل المشكلة وتقدير العلم والعلماء لدى طلاب المرحلة الثانوية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، (١٦) ٦، نوفمبر، ٢٣٣ – ٢٦٢.
- محمد عبده مسلم، وأحمد عبدالفتاح عبدالمجيد، وعلي حسن بهكلي (٢٠١٠): **تقنية النانو: الواقع والنظرة المستقبلية**، الرياض، جامعة الملك سعود.
- محمد شريف الإسكندراني (٢٠١٠): **تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل**، القاهرة، عالم المعرفة.
- محمد عودة الريماوي (٢٠١١): **علم النفس العام**، عمان، دار المسيرة.
- محمد بن فايز بن عبدالرحمن الشهري (٢٠١٢): فاعلية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في اكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها، **رسالة دكتوراة منشورة**، كلية التربية، جامعة أم القرى.
- محمد قاسم الفيفي (٢٠١٦): تصور مقترح لتضمين مفاهيم تقنية النانو وتطبيقاته في مقررات العلوم للصفوف العليا بالمرحلة الابتدائية، **رسالة ماجستير منشورة**، كلية التربية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.
- محمد موسى، ووفاء سلامة (٢٠٠٤): فاعلية الألعاب اللغوية في تنمية مهارات التحدث والتفكير الإبداعي لدى طفل ما قبل المدرسة الابتدائية، **مجلة القراءة والمعرفة**، (٣٦)، ٨٥ – ١٢٥.
- محمد نوفل (٢٠٠٩): **الإبداع الجاد مفاهيم وتطبيقات**، عمان، ديبونو للطباعة والنشر والتوزيع.
- مرفت حامد هاني (٢٠١٠): فاعلية مقرر مقترح في البيولوجيا النانوية في تنمية التحصيل والميل لطلاب شعبة البيولوجي بكليات التربية، **المجلة المصرية للتربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية، (١٣) ٦، نوفمبر، ١ – ٣٣.
- مسفر بن خفير القرني (٢٠١٦): أثر استخدام استراتيجية التعلم المستند إلى الدماغ في تدريس العلوم على تنمية التفكير عالي الرتبة وبعض عادات العقل لدى طلاب الصف الثاني المتوسط ذوي أنماط السيطرة الدماغية المختلفة، **رسالة دكتوراه منشورة**، كلية التربية، جامعة أم القرى.
- منير محمد سالم (٢٠٠٨): طب النانو الآفاق والمخاطر، **مجلة عجمان للدراسات والبحوث**، (١٠) ١، ٧٣ – ٩٠.

- موفق سليم بشارة (٢٠٠٣): أثر برنامج تدريبي لمهارات التفكير عالي الرتبة في تنمية التفكير الناقد والإبداعي لدى طلاب الصف العاشر الأساسي، **رسالة دكتوراة منشورة**، كلية الدراسات العليا، جامعة اليرموك.
- نادية حسين العفون، وعلاء أحمد عبد الواحد (٢٠١٢): فاعلية التدريس بمهارات التفكير عالي الرتبة في تنمية التفكير الناقد لدى طالبات الصف الرابع العلمي في مادة علم الأحياء، **مجلة القادسية للعلوم الإنسانية**، جامعة القادسية بغداد، م (١٥)، ٢٣١ – ٢٦١.
- نازك عبد الصمد التركي (٢٠١٢): أثر برنامج إثرائي في تنمية بعض مهارات التفكير العليا والتحصيل للتلاميذ والموهوبين في المرحلة الابتدائية بدولة الكويت، **مجلة الإرشاد النفسي**، ع (٣٣)، ٤٥ - ١٠٠.
- نهى علوي الحبشي (٢٠١١): ما هي تقنية النانو؟ (مقدمة مختصرة بشكل دروس مبسطة)، **وزارة الثقافة والإعلام**، المملكة العربية السعودية.
- نوال محمد شلبي (٢٠١٢): وحدة مقترحة لتنمية المفاهيم النانوتكنولوجية والتفكير البيئي لدى طلاب المرحلة الثانوية، **المؤتمر العلمي الثاني والعشرون: مناهج التعليم في مجتمع المعرفة**، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، (٥-٦) سبتمبر، ٩ – ٦١.
- هدى علي أحمد التقبي (٢٠١٦): وحدة في العلوم في ضوء النانوتكنولوجي ووفقًا لنموذج الإستقصاء التقدمي لتنمية الإستيعاب المفاهيمي ومهارة حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الإعدادية بليبيا، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة عين شمس.
- ياسر بيومي عبده (٢٠٠٨): فعالية إستراتيجيات نظرية تريز في تدريس العلوم في تنمية مهارات التفكير عالي الرتبة والاتجاه نحو استخدامها لدى تلاميذ الصف الثالث الابتدائي، جامعة عين شمس، **مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس**، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، ع (١٣٨)، ١٦٧ - ٢٠٣.
- يحيى عبد الخالق اليوسف، وعثمان علي القحطاني (٢٠١٥): تقويم مناهج المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية في ضوء مفاهيم النانوتكنولوجي وتطبيقاته الحياتية، **المؤتمر الدولي الأول لكلية التربية بجامعة الباحة**، التربية آفاق مستقبلية، م (٣)، (١٢-١٥) أبريل، ١١١٢ – ١١٣٠.
- Alawiye, O. & Williams, H. (2015). Disposition profile inventory: an assessment tool for measuring the professional attitudes and behaviors of teacher education candidates, **National Social Science Journal**, (2) 34, 1 – 12.
- Astleitner, H. (2002). Teaching Critical Thinking on line, **Journal of Instructional Psychology**, 29 (2), 53 - 77.
- 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, v. 13, Issue 1, Article 15, 1 - 18.

- Cox , Elena K. (2012). Nanotechnology and Secondary Science Teacher's Self-Efficacy, **Ph.D. Dissertation**, Walden University.
- Goodnow, J. (1990). The socialization of cognition: what is involved?, In J W Stigler, R A Shweder & G Herdt, (Eds), **Cultural Psychology**, Cambridge University Press, Cambridge, 259 – 286.
- Hammond, G. (2016). **Higher Order Thinking**. Available at: <http://xnet.rrc.mb.ca/glenh/hots.htm>
- Hingant, B. & Albe, V.(2010): "Nona Science And Nanotechnologies Learning And Teaching In Secondary Education, **Areview Of Literature" Studies In Science Education,** v. 46, 121 - 152.
- Katz, L. G. (1993). **Dispositions as educational goals**. ERIC EDO-PS-93-10.

Available at:
<http://ceep.crc.uiuc.edu/eecearchive/digests/1993/katzdi93.html>

- King, F & Goodson, L. & Rohani, F. (2014). **Higher Order thinking Skills: Definition, Teaching Strategies, Assessment**, Center for Advancement of Learning and Assessment.

Available at:
<:http://www.cala.fsu.edu/files/higher_order_thinking_skills.pdf>

- Lucas, B. (2016). Afive dimentional model of creativity and its assessment in schools, **Journal of Applied Measurement in education**, (4) 29, 278 – 290.
- Manasi, K. (2008). **Nanotechnology Fundamentals and Applications**, New Delhi – India: I.K. International Publishing House Pvt. Ltd.
- Sakhnini, Sohair, Blonder, Ron, (2016) Nanotechnology applications as a context for teaching the essential concepts of NST), **International Journal of Science Education**, v. 38, Issue 3.
- 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, (11) 12, 193 - 212.

- Steven, E. H. (2007). Nano Revolution – Big Impact: How Emerging Nanotechnologies Will Change the Future of Education and Industry in America (And More Specifically in Oklahoma) An Abbreviated Account, **Journal of Technology Studies**.
- Treffinger, D. & Young, G. & Selby, E. & Shepardson, C. (2002). Assessing creativity: a guide for educators, Storrs, CT: **National Research Centre on the Gifted and Talented**.
- VanDorn, D. & Collins, G. & Bradley, K. & Ishigami, M. & Zettl, A. (2011). Adsorption of Arsenic by Iron Oxide Nano particles: A Versatile, Inquiry- Based Laboratory for a High School or College Science Course, **Journal of Cervical Education**, (88) 8, 1119 - 1122.