جامعة السلطان قابوس
مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية

Sultan Qaboos University
Journal of Arts & Social Sciences

جاهزية سلطنة عُمان لدعم توطين استخدام تطبيقات تقنية النانو لتحقيق التوجهات الإستراتيجية لأولويات الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠) من وجهة نظر بعض الخبراء ومؤشرات وثيقة الرؤية

بسماء بنت حمد بن علي الريامية

أخصائية مواطنة
وزارة التربية والتعليم
basmaalriyami@gmail.com

نور بنت أحمد النجار

قسم المناهج والتدريس/ كلية التربية
جامعة السلطان قابوس
alnajjar@squ.edu.om

تاريخ الاستلام: ٢٠٢٢/٠٣/١٦
تاريخ القبول للنشر: ٢٠٢٣/٠٢/٢٨

جاهزية سلطنة عُمان لدعم توطين استخدام تطبيقات تقنية النانو لتحقيق التوجهات الإستراتيجية لأولويات الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠) من وجهة نظر بعض الخبراء ومؤشرات وثيقة الرؤية

بسماء بنت حمد بن علي الريامية، نور بنت أحمد النجار

الملخص

يهدف البحث إلى التعرف على جاهزية سلطنة عُمان لدعم توطين استخدام تطبيقات تقنية النانو لتحقيق التوجهات الإستراتيجية لأولويات الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠) من وجهة نظر بعض الخبراء ومؤشرات وثيقة الرؤية، واتّبع البحث المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت عينة البحث من مجموعة من الخبراء المختصين في تقنية النانو بسلطنة عُمان، ولتحقيق أهداف البحث استُخدِمتْ أداتي المقابلة وتحليل وثيقة رؤية (عُمان ٢٠٤٠)، وتوصلت الدراسة إلى وجود غياب لثقافة النانو في سلطنة عُمان سواء على مستوى المجتمع أو على مستوى المؤسسات التعليمية، مع وجود مجموعة من الأبحاث العلمية، وعدم وجود إستراتيجية وطنية خاصة بتقنية النانو في سلطنة عُمان، كذلك عدم وجود تطبيقات فعلية حقيقية على أرض الواقع لهذه التقنية في سلطنة عُمان، وتوجد بعض المبادرات والجهود التي تسعى سلطنة عُمان من خلالها لتوطين استخدام تقنية النانو، كإنشاء مركز أبحاث النانو، والإعلان عن إنشاء (عُمان نانو سيتي)، وإطلاق منتدى عُمان للنانو تكنولوجي، والمبادرة لتنظيم بعض المؤتمرات والمشاركات الدولية في هذا المجال، وعلى الرغم من التطبيقات العديدة والمتشعبة لتقنية النانو، إلا أن أغلب اهتمام سلطنة عُمان باستخدام تطبيقات هذه التقنية متعلق بالأبحاث فقط، وفي ضوء النتائج أوصى البحث بضرورة إيجاد أولوية خاصة وسياسة عامة وإستراتيجية وطنية لتقنية النانو، وضرورة تضمين علوم تقنية النانو في المناهج وإضافتها إلى التخصصات الأكاديمية، وتكثيف الدعم المادي لأبحاث النانو في سلطنة عُمان، والاستفادة من تطبيقات تقنية النانو المرتبطة بمؤشرات مجالات أولويات الرؤية المستقبلية (٢٠٤٠).

الكلمات المفتاحية: الجهود؛ المبادرات؛ تطبيقات تقنية النانو؛ توطين؛ رؤية (عُمان ٢٠٤٠).

Oman's Readiness for Enhancing the Localization of Nanotechnology Applications to Achieve the Strategic Goals of Oman Vision 2040 from the Perspectives of Experts and Vision Document Indicators

Basma Hamed Ali Al-Riyami, Noor Ahmed Al Najjar

Abstract

The purpose of this study is to investigate Oman's readiness to support the localization of nanotechnology applications to achieve the strategic goals defined in Oman Vision 2040 from the perspectives of some experts and the Vision's indicators. The study used a descriptive-analytical research design. The sample consisted of nanotechnology specialists from the Sultanate of Oman. To achieve the research objectives, interviews and an analysis of the Oman Vision 2040 document were used. The study found that Oman lacks a nano-culture at both the societal level and the educational institutional levels. Furthermore, Oman lacks a national plan for nanotechnology, as well as genuine real-world applications of this technology. Despite some initiatives and efforts, such as the establishment of a Nano Research Center, the announcement of Oman Nano City, the establishment of the Oman Nano Technology Forum, and the organization of conferences and international participation in this field, and despite the numerous and diverse applications of nanotechnology, Oman's focus on nanotechnology applications remains primarily research oriented. Based on the findings, the study recommends creating a specific priority, a general policy, and a national strategy for nanotechnology. It also recommends the incorporation of nanotechnology in educational curricula and academic specializations. It also recommends increasing financial support for nanotechnology research in Oman and utilizing nanotechnology applications linked to the indicators of priority areas of Oman Vision 2040.

Keywords: Efforts; Initiatives; Nanotechnology Applications; Localization; Oman Vision (2040).

المقدمة

يشهد العصر الحالي تغيرات علمية وتكنولوجية كثيرة ومتسارعة، أدت إلى تضاعف حجم المعرفة العلمية وزيادة التقدم العلمي والتكنولوجي؛ نتج عنه زيادة الاكتشافات والإنجازات العلمية والتكنولوجية الحديثة بتطبيقاتها غير المحدودة، التي لا يمكن تجاهلها أو إنكارها في مجالات الحياة المختلفة؛ مُحدثة تأثيرات واضحة في المجتمعات وتغيرات في السلوكيات وأنماط التفكير المختلفة لدى الأفراد.

وتؤكد الأحداث المعاصرة والتوقعات المستقبلية على أننا مقبلون على عصر جديد يختلف اختلافا جذريا عن عالم اليوم، وذلك في ظل التطورات والتغيرات المتزايدة في اتساعها وتأثيرها في مختلف مجالات الحياة اقتصاديا واجتماعيا وسياسيا وعلميا وتعليميا (متولي، ٢٠١٦). وقد ساعدت الحواسيب العلماء في العديد من الاكتشافات والاختراعات العلمية الدقيقة التي استخدموا فيها الآلة بدلا من الإنسان؛ لتحل محله في مواقع لا يمكنه الوصول إليها لدقتها المتناهية، أو لخطورتها عليه، وكانت المجاهر الإلكترونية من بين هذه الاختراعات التي اعتمدت في عملها على الحواسيب، والتي أسهمت في اكتشاف أحدث التقنيات في العالم وهي التقنية المتناهية في الصغر أو ما أطلق عليها تقنية النانو (Nano Technology).

ويعد مفهوم تقنية النانو من المفاهيم العلمية التي يصعب تحديدها بدقة، يتعدد ويتباين تبعا لأغراضه ومجالات استخدامه، فمفهوم النانو في الأصل مشتق من كلمة يونانية قديمة تعني "القزم" (nanos) (سيد، ٢٠١٢)، وتُجمع الأدبيات (صالح، ٢٠١٢؛ ملكاوي، ٢٠١٧؛ Ernst, 2009) إلى أن تقنية النانو عبارة عن مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة وتركيبها باستخدام مقاييس متناهية في الصغر.

وعرّفه غياضة (٢٠١٦) بأنه: "تقنيات ووسائل جديدة لتصنيع المواد في أبعاد تقاس بالنانومتر - وهو جزء من الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من المليمتر - وتعمل تقنية النانو على إنتاج مواد ذات خصائص كهرومغناطيسية وبصرية جديدة للمادة" وتعد تقنية النانو أحد أهم التقنيات الحديثة التي ستغير معالم الحياة على نحو قد لا يستطيع الإنسان تصور كل أبعاده اليوم، والمقصود بتقنية النانو القدرة على صنع كل ما يتخيله الإنسان بكلفة أقل وجودة أعلى، وقد دخلت هذه التقنية في العديد من المجالات والتطبيقات العلمية مثل: الطب، والإلكترونيات، والبناء، والطاقة، والصناعة، والزراعة، والبيئة، وغيرها من المجالات (متولي، ٢٠١٦).

وقد اهتم العلماء اهتماما كبيرا بتقنية النانو، وأنفقت الدول مبالغ طائلة لتمويل الأبحاث العلمية ودعم الاختراعات في هذا المجال؛ وذلك لأنّهم أدركوا أهمية تقنية النانو وتأثيرها المباشر على الإنسان والبيئة، وتتمثل أهميتها في الأسباب الآتية (الحبشي، ٢٠١١):

- يؤكد العلماء أن تقنية النانو ستحدث ثورة علمية جديدة في السنوات القادمة؛ نظرا لمبادئها ومميزاتها وقدراتها الهائلة.
- تطبيقات تقنية النانو واختراعاتها تستخدم في شتى المجالات: الطبية والحيوية والبيئية والزراعية والصناعية، والإلكترونية، والبتروكيميائيّة، والعسكرية.
- قد تحل مشاكل العصر كأزمة المياه وموارد الطّاقة والصحة والفقر والبطالة؛ لتوفيرها فرص عمل وانخفاض تكلفة بعض منتجات هذه التكنولوجيا وتطويرها لموارد الطّاقة وكذلك اكتشاف طرق جديدة للعلاج وتنقية المياه.
- ستؤثر على الاقتصاد العالمي للقرن الحالي.

وأوضح الركيان (د.ت.) أنّ تقنية النانو أصبحت تقنية علمية تنافسية بين الدول، حظيت بالاهتمام الكبير في الوقت الحالي؛ لما أبدته من تطبيقات واعدة وكثيرة شملت جميع المجالات.

يوضح الجدول (١) أبرز مظاهر اهتمام الدول بتقنية النانو (الصالحي والضويان، ٢٠٠٧):

جدول (١): مظاهر اهتمام الدول بتقنية النانو

الدولة	الفترة الزمنيّة	مظاهر الاهتمام بتقنية النانو
الولايات المتّحدة الأمريكيّة	٢٠٠٠	مبادرة "تقنية النانو الوطنيّة NNI"
	٢٠٠١	رصد (٤٢٢) مليون دولار لأبحاث تقنية النانو.
	٢٠٠٣	رصد (٨٤٩) مليون دولار لأبحاث تقنية النانو.
اليابان	٢٠٠٢	إنشاء مركز متخصص للباحثين في تقنية النانو.
	٢٠٠٥	تخصيص (٩٠٠) مليون دولار سنويا لتقنية النانو ولمدة خمس سنوات بدءا من عام (٢٠٠٥).
كوريا	٢٠٠٠-٢٠١٠	تخصيص ما يزيد على بليون دولار لتقنية النانو خلال خطة عشريّة تنتهي عام (٢٠١٠).
الصين	٢٠٠١-٢٠٠٥	إنفاق الحكومة الصينيّة مبلغ (٢٨٠) مليون دولار على تقنية النانو. بلغ عدد المشتغلين في هذه التكنولوجيا (٤٥٠٠) متخصص في عام (٢٠٠٥)

وقد أجرى باحثون من "مركز أخلاقيّات الأبحاث بجامعة تورنتو الكنديّة" دراسة مسحيّة بهدف ترتيب تطبيقات تقنية النانو من حيث تأثيرها على التنمية وإمكانيّة توفيرها الفائدة للدول النامية في المستقبل، وقد حدّدت هذه الدّراسة أهم عشرة تطبيقات للنانو تكنولوجي وذلك بعد استطلاع للرأي من قبل لجنة مكوّنة من (٦٣) خبيرا، وقد تمثلت في تخزين وإنتاج وتحويل الطاقة، وتحسين الإنتاج الزّراعي ومعالجة وتنقية المياه، وتشخيص وعلاج الأمراض، ونظم نقل الأدوية، ومعالجة الطعام وتخزينه،

ومعالجة تلوّث الهواء، والبناء والإنشاءات، ومراقبة الصحة، ومقاومة الآفات والحشرات (مهدي، ٢٠١٣).

والواقع أنّ هذه الدراسة أثبتت توافق تقنية النانو مع أهداف التنمية الدوليّة المحددة من قبل منظمة الأمم المتّحدة في الألفيّة الثّالثة (محمد، ٢٠١٧)، كما أظهرت دراسة رمضان (٢٠١٠) الدور الذي تلعبه تقنية النانو في تحقيق التنمية المستدامة من خلال تحفيز وتطوير الصناعات والاستفادة من الثروات المادية والبشرية، التي تمثل أهم أولويات الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠).

وتعد رؤية (عُمان ٢٠٤٠) بوابة سلطنة عُمان لعبور التحديات، ومواكبة التغيرات الإقليمية والعالمية، واستثمار الفرص المتاحة وتوليد الجديد منها؛ من أجل تعزيز التنافسية الاقتصادية والرفاه الاجتماعي لكل مواطن في جميع المحافظات، وتنطلق رؤية عُمان من أرضية الإنجازات التي تحققت على مدى العقود الماضية في شتى الميادين؛ لتمثل إطارا متكاملا للسياسات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية الواجب اتباعها واعتمادها منهج عمل؛ وصولا إلى تحقيق التطلعات التي ترسم صورة عُمان بحلول العام (٢٠٤٠) (منصة عُمان المستقبل، ٢٠٢٠).

وقد تحددت الأولويات الوطنية لرؤية (عُمان ٢٠٤٠) في إعادة تشكيل العلاقة والأدوار بين القطاعين الحكومي والخاص ومؤسسات المجتمع المدني، وضمان إدارة اقتصادية فعالة واقتصاد عُماني متطور ومتنوع ومستدام، وتوزيع عادل لمقدرات التنمية بين محافظات سلطنة عُمان، وحماية الموارد الطبيعية والبيئة، وتحديث منظومة التعليم ودعم البحث العلمي والابتكار، وتطوير الأنظمة الصحية، ومكونات الرفاه المجتمعي وخدماته الأساسية لجميع فئات وشرائح المجتمع (المجلس الأعلى للتخطيط، ٢٠١٩).

وقد تم اعتماد أربعة محاور رئيسة لتحقيق رؤية (عُمان ٢٠٤٠)، ويحتوي كل محور على مجموعة من الركائز التي تثريه وتساهم في تطويره موضوعيًّا، وهي: محور الإنسان والمجتمع: ويرتكز على تعزيز الرفاه الاجتماعي، والمحافظة على الهوية العُمانية والتراث العُماني، وتطوير الكفاءات والقدرات الوطنية. ومحور الاقتصاد والتنمية: ويرتكز على تحقيق الثروة من خلال اقتصاد متنوع وتمكين القطاع الخاص، وتحقيق التنمية المتوازنة في محافظات سلطنة عُمان، والحفاظ على استدامة البيئة، وانشاء بنية أساسية حديثة ونظام عمراني متكامل. ومحور الحوكمة والأداء المؤسسي: ويرتكز على تحسين فعالية الحوكمة والأداء المؤسسي وسيادة القانون. ومحور البيئة المستدامة: ويرتكز على بيئة عناصرها مستدامة وآمنة ونظمها فعالة ومتزنة ومواردها متجددة (وزارة الاقتصاد، ٢٠٢٠). ولتحقيق هذه الأولويات المتعددة المجالات ينبغي على سلطنة عُمان التوجه لاستخدام أحدث التقنيات التي من شأنها تحقيق هذه الأهداف بأعلى قيمة مضافة ممكنة، كاستخدام تقنية النانو متعددة التطبيقات في جميع المجالات.

ووفقا لتقرير "الجاهزية للإنتاج المستقبلي ٢٠١٨" الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي، والذي يقيس جاهزية الدول لاستثمار فرص الثورة الصناعية الرابعة، وتجنب مخاطرها، واستعدادها للتحولات القادمة، جاءت سلطنة عُمان في المرتبة (٤٥) من أصل (١٠٠) دولة في محركات الإنتاج، وفي المرتبة (٧٠) من أصل (١٠٠) في مكونات الإنتاج، وقد أولت سلطنة عُمان الاهتمام بالتحولات الكبرى التي ظهرت مع ظهور تقنيات الثورة الصناعية الرابعة، كالذكاء الاصطناعي، وتقنية النانو، وإنترنت الأشياء، والواقع الافتراضي والمعزز، وغيرها، وبدأت بمبادرات لتطبيق بعض هذه التقنيات (المجلس الأعلى للتخطيط، ٢٠١٩ ب)، حيث أطلقت سلطنة عُمان عددا من المبادرات الوطنية التي من شأنها أن تؤسس القاعدة الرصينة للتحول والجاهزية للثورة الصناعية الرابعة.

وعلى صعيد توطين استخدام تقنية النانو وتطبيقاتها في سلطنة عُمان، فقد سعت الدولة لعقد الندوات والمنتديات والقيام بإنشاء مراكز بحثية في مجالات تقنية النانو، رغبةً منها في المضي قدما لاستخدام تقنية النانو في المجالات التنموية المختلفة، وفيما يأتي عرض لأهم المبادرات والجهود التي قامت بها سلطنة عُمان في هذا الشأن:

١. ندوة حلول المستقبل بمسقط تناقش توطين تقنية "النانو" والاستفادة منها:

نُظّمت هذه الندوة في شهر مايو ٢٠١٤م، وقد أطلقت هذه الندوة على تقنية النانو اسم "الثورة الصناعية الخامسة"؛ كونها تمثل أرقى ما وصل إليه التطور التقني والعلمي، وقد تناولت هذه الندوة استعراض العديد من الأوراق العلمية التي تحدثت عن استخدامات تقنية النانو في المجالات المختلفة، كالغذاء، والصحة، والزراعة، والمياه، والبيئة، والتعليم. وكيفية تطبيق هذه التقنية في عمليات إنتاج النفط والغاز الطبيعي، والطاقة المتجددة، واختتمت بعدة توصيات، من بينها: ضرورة اتخاذ قرار سياسي لاستخدام هذه التقنية في سلطنة عُمان، وإنشاء المراكز المتخصصة في مجال تقنية النانو وأبحاثها، والاهتمام بالبعثات الدراسية في هذا التخصص، وضرورة الاهتمام الإعلامي للتثقيف بهذه التقنية، ودعوة المؤسسات ذات العلاقة بسلطنة عُمان لاستخدام هذه التقنية (مركز الأخبار: ١٩).

٢. مركز أبحاث تقنية النانو:

تم تأسيس مركز أبحاث تقنية النانو في عام (٢٠١٧)، وهو يعد امتدادا للكرسي البحثي لتقنية النانو في مجال تحلية المياه، والذي أسس في أكتوبر (٢٠١١)، بتمويل مشترك بين مجلس البحث العلمي وجامعة السلطان قابوس، وأشار الصبحي (٢٠١٧، يوليو ٩) إلى أن المركز يهدف إلى تعزيز دور جامعة السلطان قابوس إقليميا ودوليا في مجال تقنية النانو ويعمل بصفته بيت خبرة أساسي في هذا المجال بسلطنة عُمان، كما يعمل على توفير البحوث وبناء القدرات البشرية للإسهام في التنمية المستدامة على المستويات

الوطنية والإقليمية والعالمية، حيث صرح الدكتور محمد العبري (قناة عُمان العامة، ٢٠٢١، مارس ١٨) أن المركز يهدف إلى الاسهام في تعزيز ترتيب سلطنة عُمان في مؤشر الابتكار العالمي والتوافق مع أهداف التنمية المستدامة، وقد ركز المركز في بداياته على أبحاث تقنية النانو في مجال معالجة المياه وسيواصل في هذا المجال إضافة إلى إجراء أبحاث في مجالات أخرى، مثل: الطاقة المتجددة، والنفط، والغاز، والتطبيقات الصناعية والتصنيع. ويسعى المركز إلى تحقيق التميز في الأوساط الأكاديمية والبحثية، والمشاركة الاجتماعية، إضافة إلى تعزيز التعاون بين جامعات وكليات سلطنة عُمان والمؤسسات والمنظمات الوطنية والدولية الأخرى، مما يسهم في جعل عُمان رائد إقليمي في مجال تقنية النانو.

٣. مدينة "عُمان نانو":

وقعت سلطنة عُمان اتفاقية إنشاء مدينة "عُمان نانو" في مدينة صور الصناعية، وذلك بهدف جذب الصناعات والاستثمارات وتقديم الدعم للمستثمرين باستخدام إستراتيجيات تنافسية دولية، وتنفيذ وتطوير وإدارة مشاريع قائمة على إدخال تقنية النانو، كما يسعى هذا المشروع لإيجاد حاضنة لتقنية النانو في سلطنة عُمان ودعم وتطوير الابتكار من خلال تحويل البحوث العلمية إلى منتجات فعلية جديدة وتنافسية من حيث الأداء والتكلفة، مما يسهم في استدامة ودعم الاقتصاد الوطني، لا سيما أنّ هذا المشروع يتماشى مع توجهات الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠)، وقد جاء الاهتمام بقطاع البيئة والمياه في قائمة اهتمامات مشروع "عُمان نانو" أحد أولويات رؤيته في سلطنة عُمان (جريدة الوطن،٢٠٢٠، أغسطس ١٦). علاوة على ذلك، ستلعب المدينة دورا في تقديم الفرص لتطوير وتصدير منتجات وخدمات تقنية النانو إلى منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من خلال إبرام اتفاقيات تعاون مع وكالات رائدة وصناعات متخصصة في هذه التقنية الجديدة، وإيجاد فرص عمل جديدة، ودعم ريادة الأعمال، وتنويع مصادر الدخل (مدائن، ٢٠٢١).

٤. دعم الأبحاث والمشاريع المتعلقة بتقنية النانو وتطويرها:

وتجلى ذلك في الاهتمام المتواصل من قبل جامعة السلطان قابوس لدعم البحث العلمي كونه أحد مرتكزات رؤية (عُمان ٢٠٤٠)، والتعاقد مع شركات القطاع الخاص في هذا الشأن، وقد حظيت بعض المقترحات البحثية المرتبطة بتقنية النانو بالحصول على منحة عُمانتل للمشاريع البحثية لعام ٢٠٢٠، وتمثلت المقترحات البحثية التي تم اختيارها في أبحاث تقنية النانو للدكتور محمد العبري بعنوان "تصنيع واستخدام أقطاب كهربائية معدلة ذات بنية نانوية صفرية الأبعاد لنظام نزع الأيونات السعوي لتحلية المياه الجوفية"، والدكتور سانكيت جوشي بعنوان: "دراسة استخدام الجسيمات النانوية لتعزيز استخراج النفط"، والدكتور محمد عثمان بعنوان: "استخدام المركبات النانوية القائمة على الحديد لتطوير تقنية فعَّالة لمُعالجة التربة الملوثة" (الرؤية، ٢٠٢١، مارس ٠٣)، وتمثّل هذه المشاريع البحثية أهمية كبيرة للسلطنة، ومن المؤمل لها أن تخرج بنتائج إيجابية تُسهم في ترجمة جهود البحث العلمي إلى حلول واقعية للمشكلات والتحديات التي تواجه المجتمع العماني والبيئة المحيطة به.

٥. منتدى عُمان للنانو تكنولوجي:

انطلق هذا المنتدى في (١٦ يناير ٢٠٢١)، وجاء ترجمة للإستراتيجية الوطنية للبحث والتطوير (٢٠٤٠) ، والتي تولي اهتماما كبيرا بالابتكار والتقنيات الحديثة، وقد أطلق عليه مسمى: "تقنية النانو وتوطين صناعات المستقبل"، وهو أول منتدى تخصصي في تقنيات النانو في سلطنة عُمان، مما يدعم جهود توطين هذه التقنية في سلطنة عُمان، وتم من خلاله تقديم أبرز ما توصلت إليه العلوم في شتى المجالات، وهدف المنتدى إلى تعريف قطاعات الطاقة المتنوعة بأهمية هذه التقنية الواعدة لأجل تطوير خواص المنتجات الصناعية المختلفة بما يحقق قفزة اقتصادية منشودة، والمجالات المتاحة لسلطنة عُمان لأجل استعمال هذه التقنية فيها، وذلك بشراكة إستراتيجية مع جامعة السلطان قابوس (المكتومية، ٢٠٢١).

ولما لتقنية النانو من أهمية بالغة في تحقيق التقدم الاقتصادي والعلمي والتنموي في مختلف الدول، فإنه لابد من الاهتمام بإجراء الأبحاث والدراسات التي تسعى إلى إبراز جهود الدول في دعم استخدام تطبيقات تقنية النانو، ومدى التطور الذي وصلت إليه الدول في هذا الجانب، وقد أجرى سعود (٢٠٢١) دراسة حول تكنولوجيا النانو في العالم العربي: الماضي والحاضر وآفاق المستقبل، عرض فيها تطبيقات تقنية النانو المحتملة في المجالات المختلفة، وكيف تساعد هذه التقنية في حلّ مشكلات عديدة تخص جوانب الحياة في العالم العربي، ووقفت الدراسة أيضا عند الفرص المختلفة التي تتيحها المواد النانوية وأنظمة النانو من خلال دورها في تحسين جوانب الحياة المتعددة، وتحويل اقتصاد العالم العربي إلى مجتمع قائم على المعرفة. وبناءً على ما تقدم من مبادرات وجهود قامت بها سلطنة عُمان في تعزيز ودعم توطين استخدام تقنية النانو في القطاعات المختلفة، ولندرة الدراسات المرتبطة بتوطين تقنية النانو واستخداماتها في سلطنة عُمان ومدى جاهزية الدولة لاستخدام هذه التقنية، جاء هذا البحث للتعرف على وجهة نظر بعض الخبراء في سلطنة عُمان في مجال تقنية النانو عن مدى جاهزية سلطنة عُمان لتوطين استخدام تطبيقات هذه التقنية في مختلف المجالات؛ لتحقيق التوجهات الإستراتيجية للرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠).

مشكلة البحث وأسئلته

مع الاهتمام السامي بالرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠)، وما يتوقعه المجتمع العُماني من ترسيخ أسس التنمية والرفاه، ولأجل فتح آفاق تنموية جديدة تنعكس إيجابا على مسيرة سلطنة عُمان العلمية، فلقد أصبح الاهتمام بالتقنيات الحديثة كتقنية النانو ضرورة أساسية بما يحقق قفزة اقتصادية منشودة في مختلف المجالات المتاحة في سلطنة عُمان لاستخدام هذه التقنية، حيث

تعد تقنية النانو من التقنيات الواعدة التي ستسهم بشكل كبير مباشر وغير مباشر في تغيير الكثير من أوجه الحياة المختلفة سواء في المجالات الطبية والبيئية وتحلية المياه وصناعة الإلكترونيات والخلايا الشمسية المعززة والمركبات وأبحاث الفضاء، وترفد الأبحاث المتعلقة بتقنية النانو بعدد وافر من الأوراق العلمية وبراءات الاختراع والمنتجات، كما ستسهم في تصنيع أنظمة تطبيقية تأخذ مسارها في الجانب التجاري والاقتصادي (جريدة عُمان، ٢٠١٩، سبتمبر ٣١).

وهناك تنافس كبير بين الدول في مجال تقنية النانو، حيث تشكل هذه التقنية أحد الروافد الاقتصادية المهمة في العديد من التطبيقات التصنيعية من خلال تطويع أنشطة البحث والتطوير. وقد أخذت بعض الدول العربية جانبا من ذلك الاهتمام العلمي في إجراء الأبحاث المتعلقة بتقنية النانو وتقديم الدعم. وأنشئت العديد من الدول وحدات ومراكز بحثية؛ لإثراء وتفعيل الجوانب العلمية المتعلقة بأبحاث تقنية النانو وتطبيقاتها.

وبعد البحث والتقصي عن تقنية النانو في سلطنة عُمان في المصادر المختلفة، لم يوجد ما يثبت وجود مشاريع حالية أو مستقبلية في سلطنة عُمان، عدا توقيع اتفاقية إنشاء "عُمان نانو سيتي"، كذلك لم يوجد ما يثبت قيام سلطنة عُمان ممثلة في وزارة التربية والتعليم ومؤسسات التعليم العالي بتدريس تقنية النانو في المدارس أو المؤسسات الأكاديمية، وهذا ما أثبتته دراسة عبد الوهاب (٢٠١٠) حيث توصلت إلى عدم وعي الكثير من الطلبة في سلطنة عُمان بهذه التقنية لعدم وجود اهتمام كافٍ بهذه التقنية، وقلة الجهود المبذولة في هذا الشأن، وقد يكون ذلكٍ بسبب كون سلطنة عُمان ليست من الدول المصنعة، أو لما تحتاجه تقنية النانو من مبالغ ضخمة، وقلة الموضوعات الإعلامية التي تتعلق بهذه التقنية.

وبما أنّ تقنية النانو الآن في مرحلة التطوير والاستعمال، فإنّ هذه الفترة من أهم الفترات التي يمكن للسلطنة البدء في استخدامها؛ لأنه عند وصول هذه التقنية لمرحلة النضج سيتوجب على سلطنة عُمان بذل الكثير من الأعباء لتواكب هذا التطور السريع (عبد الوهاب، ٢٠١٠)، فهذه التقنية يمكن أن تسهم بشكل كبير في تحقيق العديد من أهداف وأولويات الرؤية المستقبلية (٢٠٤٠)؛ لما لها من تطبيقات واسعة في مختلف المجالات والقطاعات، لهذا جاء البحث الحالي للتعرف على جاهزية سلطنة عُمان لدعم توطين استخدام تطبيقات تقنية النانو؛ لتحقيق التوجهات الإستراتيجية للرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠) من وجهة نظر بعض الخبراء ومؤشرات وثيقة الرؤية، وقد جاءت أسئلة البحث على النحو الآتي:

١. ما واقع اهتمام سلطنة عُمان بتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو من وجهة نظر الخبراء؟
٢. ما مظاهر اهتمام سلطنة عُمان بتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو من وجهة نظر الخبراء؟
٣. ما مدى جاهزية سلطنة عُمان لتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو لتحقيق التوجهات الإستراتيجية للرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠) من وجهة نظر الخبراء؟
٤. ما مؤشرات الحاجة لاستخدام تطبيقات تقنية النانو وفقا لما جاء في وثيقة رؤية (عُمان ٢٠٤٠)؟

أهداف البحث

- الكشف عن واقع اهتمام سلطنة عُمان بتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو من وجهة نظر الخبراء.
- الكشف عن مظاهر اهتمام سلطنة عُمان بتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو من وجهة نظر الخبراء.
- الكشف عن مدى جاهزية سلطنة عُمان لتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو لتحقيق التوجهات الإستراتيجية للرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠).
- التعرف على مؤشرات الحاجة لاستخدام تطبيقات تقنية النانو وفقا لما جاء في وثيقة (عُمان ٢٠٤٠).

أهمية البحث

تبرز أهمية البحث في تركيزه على التعرف على جهود ومبادرات سلطنة عُمان لتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو في تحقيق التوجهات الاستراتيجية لأولويات الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠) من وجهة نظر بعض الخبراء ومؤشرات وثيقة الرؤية، الأمر الذي يمكن أن يقدم الفائدة للباحثين والمهتمين والخبراء في مجال تقنية النانو في التعرف على جهود سلطنة عُمان ومبادراتها لتوطين استخدام تقنية النانو في مختلف المجالات المرتبطة بأولويات رؤية (عُمان ٢٠٤٠)، ومن جانب آخر فإنّ البحث قد يسهم في تزويد مطوري المناهج الدراسية في مرحلتي التعليم المدرسي والعالي ببيانات قد تفيد في إثراء المناهج الدراسية فيما يتعلق بتضمين موضوعات تقنية النانو، إضافة إلى ندرة البحوث المتعلقة بدراسة جهود ومبادرات سلطنة عُمان في توطين تقنية النانو في مختلف المجالات.

التعريفات الإجرائية للبحث

الجاهزية (Readiness): مستوى استعداد سلطنة عُمان لتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو في مختلف المجالات والقطاعات، من خلال الجهود والمبادرات المختلفة.

التوطين (Localisation): بذل الجهود والمبادرات لتكييف استخدام تطبيقات تقنية النانو محليا في سلطنة عُمان في المجالات المختلفة وفقا لأولويات الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠).

تقنية النانو (Nano Technology): التقنية التي تهتم بدراسة ذرات وجزيئات المادة على مقياس النانو (١-١٠٠) نانومتر، لإيجاد تطبيقات جديدة على درجة عالية من الدقة والسرعة والأداء، وهو علم مستمد من فروع معرفية مختلفة، ويمكن لسلطنة عُمان استخدام هذه التقنية لتحقيق قيمة مضافة عالية بتكاليف منخفضة.

تطبيقات تقنية النانو (Nano Technology Applications): مجموعة من الإجراءات العملية القائمة على تقنية النانو، والتي

يمكن لسلطنة عُمان استخدامها لتحقيق قيمة مضافة في مختلف المجالات.

الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠) Future Vision Oman (2040): هي عبارة عن خطة مستقبلية تم وضعها بتوجيهات سامية من لدن جلالة السلطان الراحل قابوس بن سعيد -رحمه الله-، تم بلورتها وصياغتها بإتقان تام ودقة عالية في ضوء توافق مجتمعي واسع وبمشاركة فئات المجتمع المختلفة، بحيث تكون مستوعبة للواقع الاقتصادي والاجتماعي، ومستشرفة للمستقبل بموضوعية؛ ليتم الاعتداد بها كدليل ومرجع أساسي لأعمال التخطيط في العقدين القادمين.

حدود البحث:

- الحدود الموضوعية: جاهزية سلطنة عُمان لدعم توطين استخدام تطبيقات تقنية النانو لتحقيق التوجهات الإستراتيجية للرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠)، وتوجهات وثيقة الرؤية.
- الحدود البشرية: مجموعة من الخبراء في مجال تقنية النانو في سلطنة عُمان.
- الحدود الزمانية: الفصل الدراسي الثاني للعام الأكاديمي ٢٠٢٠/٢٠٢١.

منهجية البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة جاهزية سلطنة عُمان لدعم توطين استخدام تطبيقات تقنية النانو لتحقيق التوجهات الإستراتيجية للرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠) من وجهة نظر بعض الخبراء ومؤشرات وثيقة الرؤية، وقد تم اختيار منهج البحث النوعي التحليلي في هذا البحث لجمع معلومات دقيقة وتفصيلية حول مشكلة البحث، فهذا المنهج يهتم بجمع البيانات من الأشخاص والأماكن ذات العلاقة بالمشكلة البحثية، وتحليل هذه البيانات باستخدام أساليب تفسيرية تعتمد على الأدبيات السابقة والنظريات المناسبة لفهم أعمق للمشكلة البحثية، لذا فهو يهتم بشكل كبير بالإجابة عن الأسئلة البحثية، وليس اختبار الفرضيات أو تعميم النتائج، ويسعى غالبا إلى فهم وجهات نظر الأفراد وعواطفهم حول موضوع معين (العدساني والعبد اللطيف، ٢٠٢١)، وبالتالي فإنّ الباحثتين تبنتا هذا المنهج للإجابة عن أسئلة البحث.

مجتمع البحث وعينته:

تكوّن مجتمع البحث من الخبراء والباحثين في مجال تقنية النانو في سلطنة عُمان، وتم اختيار عينة قصدية من الأكاديميين بجامعة السلطان قابوس والباحثين في المراكز البحثية المتعلقة بتقنية النانو كطلبة الدكتوراة، والخبراء بتقنية النانو في مركز العلوم والتقنية بمحافظة الداخلية، وبعض المشرفين والمعلمين الأوائل في قسم العلوم بوزارة التربية والتعليم، وقد بلغ عدد العينة (٩) أفراد، ويعزى هذا العدد المتدني لأفراد العينة لقلة عدد الخبراء في تقنية النانو بسلطنة عُمان، وعدم وجود وظائف مرتبطة بهذه التقنية في القطاعات المختلفة، ولأنه علم جديد.

جمع البيانات وأدوات البحث:

أداة مقابلة:

في هذه الدراسة استُخدمت أداة المقابلة الفردية المقننة لجمع البيانات مع كل فرد على حدة، للتعرف بشكل واسع على وجهات نظرهم حول الموضوع قيد الدراسة، وقد تم عقد المقابلات عن بُعد باستعمال برنامج (Google meat)، وبعضها باستعمال المكالمات الهاتفية؛ وذلك نظرا لظروف كورونا كوفيد ١٩، وعدم التمكن من إجراء المقابلات وجها لوجه، وتراوح زمن المقابلات بين (٣٠-٣٥) دقيقة.

أداة تحليل وثيقة رؤية (عُمان ٢٠٤٠):

تم تحليل وثيقة رؤية (عُمان ٢٠٤٠) من خلال الكشف عن مؤشرات الحاجة لاستخدام التقنيات الحديثة كتقنية النانو في التوجهات الإستراتيجية لأولويات الرؤية، ثم التوصل لتطبيقات تقنية النانو التي يمكن استخدامها لتحقيق هذه الأولويات، حيث تم وضع الأداة وفقا لأولويات الرؤية والتوجهات الإستراتيجية المرتبطة بها، ومدى وجود مؤشرات تدل على الحاجة لاستخدام التقنيات الحديثة في مجالات أولويات الرؤية.

- تحليل البيانات:

سُجّلتْ بعض المقابلات، ودُوِّن بعضها كتابيا، ثم استمعنا إلى المقابلات المسجلة عدة مرات، وقراءة ما تم كتابته بتمعن عدة مرات، ثم قمنا بتلخيص البيانات في عبارات قصيرة، وفي المرحلة الأخيرة قمنا بصياغة تقرير نهائي لشرح نتائج تحليل هذه البيانات، وهذا يتمثل في كتابة نتائج البحث ومناقشتها.

كما تم تحليل وثيقة رؤية (عُمان ٢٠٤٠) واستخراج المؤشرات الدالة على الحاجة لاستخدام التقنيات الحديثة لتحقيقها، ثم مسح الأدبيات للتعرف على تطبيقات تقنية النانو التي يمكن استخدامها في تحقيق التوجهات الإستراتيجية للرؤية.

نتائج البحث ومناقشتها:

- نتائج السؤال الأول ومناقشتها: ما واقع اهتمام سلطنة عُمان بتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو؟

تمت الإجابة عن السؤال من خلال ثلاثة مجالات رئيسة، وهي: الثقافة المجتمعية، وتدريس علوم النانو، والبحث العلمي.

١. الثقافة المجتمعية:

في ظل غياب ثقافة تقنية النانو في أوساط المجتمع العُماني، يرى الخبراء أنه إذا كان المجتمع ليس بحاجة إلى موضوع تقنية النانو فهو ليس بحاجة لدراسته ومعرفته، فلو أتينا على سلطنة عُمان، لوجدنا أنها دولة ليست ذات اقتصاد انتاجي وليست منتجة لصناعات نانويّة، حتى يكون المجتمع بحاجة لمعرفتها، وأشار بعض الخبراء إلى أنّ المجتمع العُماني لم يصل إلى مرحلة النضج الذي يتطلب تعريفهم وتوعيتهم عن هذه التقنية.

وفي الجانب الآخر أشار البعض إلى أنَّ التدرج في معرفة الناس بهذه التقنية وجودة منتجاتها أمر طبيعي، وسيأخذ وقتًا طويلًا وذلك يعتمد على انتشار المنتجات النانوية في الأسواق العُمانية، فعندما تلامس هذه المنتجات حاجة المجتمع فإنها ستثبت جودتها وتنافس ما هو موجود، كما يمكنها إيجاد حلول بديلة لأشياء كان الناس يبحث عنها، ومن الأمثلة على ذلك أن بعض المنتجات النانوية في قطاع السيارات أصبحت موجودة في سلطنة عُمان، فقد اتجه بعضهم إلى استعمال النانو سيراميك للسيارات، واستخدام أصباغ خاصة تحتوي على مواد نانوية، بالتالي يمكن القول أنّ توطين هذه التقنية كجزء من حياة الناس سيحتاج إلى وقت طويل، وسوف تنتشر دون الحاجة لمعلومات، وذلك من خلال انتشار منتجاتها في السوق.

وفي هذا السياق يقترح بعض الخبراء من عينة الدراسة في تقنية النانو بسلطنة عُمان ضرورة وجود إستراتيجيّة وطنية شاملة للتعريف والتثقيف بعلوم تقنية النانو، بحيث تكون واضحة المعالم وقابلة للتطبيق، كما يرون ضرورة اهتمام الإعلام المرئي والمسموع بعرض برامج توعوية للتعريف بهذه التقنية، حيث يعد الإعلام عاملًا مُهمًّا للتأثير على صانعي القرار وعلى توجهات المجتمع بشكل عام، وهنا تجدر الإشارة إلى أن الإعلام الرسمي بدأ ينتبه في السنوات الأخيرة لهذا الأمر؛ من خلال عقد بعض اللقاءات التلفزيونية مع بعض المختصين للتعريف بهذه التقنية، كذلك ينبغي على الجهات المعنية الاهتمام بتقديم ندوات وملتقيات علمية تناقش تقنية النانو، مما قد يُسهم بشكل ملحوظ في نشر ثقافة النانو في المجتمع، كذلك على الباحثين والمختصين والعلماء في هذه التقنية العمل على إثبات حقيقة هذه التقنية من خلال مشاريعهم وابتكاراتهم وإنتاجهم البحثي القوي، وتسليط الضوء على هذه الأبحاث بما يساعد في نشر ثقافة النانو وتغيير بعض المفاهيم لدى قطاع المسؤولين ومتخذي القرار؛ حتى يتمكنوا من تبني هذه التقنية ووضعها ضمن أولوياتهم وخططهم.

لهذا يرى أفراد العينة أن الأمر يتطلب تكوين باحثين وعلماء وتأهيل كوادر تعمل أبحاثًا في مجال النانو ولديهم ابتكارات تكوّن قاعدة أساسية لتمكين هذه التقنية، كما ينبغي رفع جودة الأبحاث في مجال النانو، فهذه التقنية ليست بمعزل عن بقية التقنيات؛ بل تتكامل مع العديد منها، وهنا تجدر الإشارة إلى أنه يجب النظر إلى التحديات الوطنية التي تواجه سلطنة عُمان حتى نتمكن من وضع حلول باستخدام هذه التقنية لحل هذه التحديات؛ وذلك من خلال العمل الدؤوب في الأبحاث والتقدم الطبيعي في الصناعة، ومن خلال التعاون مع مجموعات بحثية وجهات علمية أخرى تساعد في ذلك؛ لأن هذه العلوم لا زالت في طور التقدم.

وأضافت الباحثتان أن من أبرز مبادرات سلطنة عُمان في محاولة نشر ثقافة النانو انطلاق أعمال الدورة الأولى لأول منتدى تخصصي في تقنية النانو في سلطنة عُمان في يناير (٢٠٢١) بتنظيم من جريدة الرؤية وبشراكة إستراتيجيّة مع جامعة السلطان قابوس تحت عنوان "تقنية النانو وتوطين صناعات المستقبل"، وبمشاركة كوكبة من علماء تقنية النانو وخبراء الصناعات التقنية، وذلك ليكون لبنة أساسية داعمة لجهود توطين هذه التقنية في سلطنة عُمان، وأساسا لما سيليه من منتديات ومؤتمرات تناقش الموضوع ذاته، ويعد منتدى نوعي يستهدف المتخصصين والخبراء من الأكاديميين والطلبة والمصنعين في المقام الأول، لكنه يقدم حزمة معرفية معتبرة لكل مواطن، للاطلاع على أبرز ما توصلت إليه العلوم في مجال تقنية النانو (المكتومية، ٢٠٢١).

وقد ناقش المحور الأول للمنتدى: "تطبيقات النانو وأولويات المستقبل"، حيث قدَّم الدكتور محمد العبري أستاذ مشارك بقسم هندسة النفط والكيمياء بكلية الهندسة ومدير مركز أبحاث النانو بجامعة السلطان قابوس ورقة عمل بعنوان: "تقنيات النانو في مجال معالجة وتحلية المياه". فيما قدَّم البروفيسور أسامة أبو زيد من قسم الكيمياء بجامعة السلطان قابوس ورقة عمل بعنوان: "تقنيات النانو في استخدام الطاقة الشمسية". وقدَّم البروفيسور حيدر اللواتي أستاذ الكيمياء بكلية العلوم بجامعة السلطان قابوس، ورقة عمل بعنوان: "تقنيات النانو في التحليل الكيميائي". وقدَّمت المهندسة بثينة الغافرية الباحثة من قسم النانو بجامعة السلطان قابوس عرضا مرئيا عن تقنية النانو بعنوان: "التعريف بمجالات الاستخدام والنتائج المتوقعة لتطبيق تقنية النانو في أبحاث تحلية المياه".

٢. تدريس علوم تقنية النانو:

ومن حيث اهتمام مؤسسات التعليم العالي والتعليم العام بتدريس هذه التقنية فقد أشار الخبراء أنه ما يزال متواضعا في سلطنة عُمان، فحتى يومنا هذا لا توجد برامج محلية متخصصة في مجال علوم وتقنية النانو، أما كأسس متعلقة بتقنية النانو فهي موجودة في المناهج الجامعية في كلية العلوم وبعض تخصصات الهندسة، ولكنها ليست مرتبطة بصورة مباشرة بموضوع تقنية النانو، وبالتالي لا توجد أقسام متخصصة بتدريس تقنية النانو لدينا في سلطنة عُمان، ومن جانب آخر وعلى صعيد التعليم الجامعي فقد قام مركز القبول الموحد بطرح عدة برامج للطلبة على هيئة بعثات خارجية متخصصة في علوم تقنية النانو، كما واصل هؤلاء الطلبة دراساتهم العليا في نفس المجال، ولكنهم واجهوا مشكلة عدم وجود وظائف مرتبطة بالتخصص في سلطنة عُمان.

وأفاد الخبراء بما أنه لا توجد مناهج تُعنى بتدريس موضوعات تقنية النانو في التعليم الجامعي ولا في التعليم المدرسي، فسيخرج جيل لا يعرف عن هذه التقنية شيئا، ولو سمع عنها بعد ذلك فمن الصعب عليه التعمق فيها، ولا نلقي اللوم في ذلك على أحد، فالعالم في تطور مستمر، وقد ظهرت العديد من التقنيات الحديثة التي يمكن أن يدرسها الطالب سواء أكانت على الصعيد العلمي أم الإنساني، وهي من الموضوعات التي ينبغي أن يدرسها الطالب أو يعرفها على الأقل، فعلى سبيل المثال، الطالب في الصفوف الدراسية الأخيرة من التاسع حتى الصف الثاني عشر لديه موضوعات في التقنيات الحيوية، وعلوم البيئة، والآثار البيئية المرتبطة بالأنشطة البشرية،

وغيرها من الموضوعات، وبما أنَّ التعليم في المدارس ومؤسسات التعليم العالي محصور بخطة زمنية معينة فإنه من الصعب الإلمام بجميع المستجدات في المناهج الدراسية، ولعل موضوعات تقنية النانو هي أحد هذه المستجدات.

ويرى الخبراء أنّه من الجيد تضمين موضوعات تقنية النانو في المناهج المدرسية، ولا توجد صعوبة في إضافة أساسيات تقنية النانو في المناهج، كالتعريف بها، وأسسها ومبادئها، والصناعات القائمة عليها، وتطبيقاتها المختلفة في جميع مجالات الحياة، حتى نخرج بأجيال تعرف مستجدات العصر والتطورات العالمية، فليس بالضرورة إيجاد منهج متخصص يتناول تقنية النانو أو وضع فصل معين للحديث عنها؛ وإنّما يمكن ذلك من خلال إضافتها كمكمل معرفي، فمثلا عند الحديث عن خصائص المواد الكهربائية أو الكيميائية أو الفيزيائية أو المغناطيسية وغيرها، فيمكن التوضيح أن هناك مواد نانوية لو تم استعمالها لأضافت قيمة أعلى لهذه الخصائص، كذلك عند الحديث عن التطبيقات المختلفة للحفاظ على البيئة وموارد الطاقة، فإنه يمكن تعريف الطالب بوجود تقنية حديثة يمكن من خلالها إيجاد حلول فعّالة وصديقة للبيئة لحل مشكلاتها، وهكذا يتعرف الطالب على بعض المفاهيم المتعلقة بعلوم النانو، مما يثير اهتمامه للبحث والتقصي أكثر للتعرف على خصائصها ومميزاتها، وفي هذه الحالة لن يصبح لدى الطالب فجوة معرفية، وإنّما تكامل معرفي يضاف للنسق الذي درسه، ومن مظاهر اهتمام وزارة التربية والتعليم بهذا الجانب وتطوير المناهج قيامها باستخدام مصفوفة كامبردج في المناهج، فهذه المصفوفة تستوعب كل التحديثات التقنية الحديثة ومن ضمنها تقنية النانو؛ وإن كانت هذه المصفوفة بحاجة إلى تطوير وتعديل.

وعلى صعيد التعليم الأكاديمي فإن الخبراء يرون أنه أصبح لزاما وجود مواد لتدريس علوم تقنية النانو في مؤسسات التعليم العالي؛ بما يؤهل للاستفادة أكثر من هذه التقنية، كإيجاد مادة اختيارية تعطي معلومات أولية أو تعريف أو مقدمة في تقنية النانو، ووجود مساقات علمية مخصوصة حسب المجال المدروس، كما اقترح البعض إضافة تخصص تقنية النانو كتخصص فرعي على الأقل في أحد أقسام كلية الهندسة بالجامعات كقسم الهندسة الكيميائية، وإيجاد منهج دراسي متخصص في جميع التخصصات الجامعية، كذلك وضع برنامج دراسي متكامل في تقنية النانو في برامج الدراسات العليا، فهذه هي الثروة الحقيقية لتطوير هذا القطاع.

وفي هذا الإطار توصلت الباحثتان إلى أن سلطنة عُمان سعت لعقد المؤتمر الخليجي الثاني للتثقيف بتقنية النانو بتنظيم من اللجنة الوطنية العُمانية للتربية والثقافة والعلوم في ديسمبر (٢٠١٥)، بالتعاون مع المنظمة العالمية لاستثمار أوقات الفراغ بالعلوم والتقنية (MILSET)، وبمشاركة عدد من الخبراء والمختصين في مجال تقنية النانو من داخل سلطنة عُمان ومن بعض الدول الشقيقة والصديقة، وقد جاء هذا المؤتمر تأكيداً لاهتمام وزارة التربية والتعليم بهذه التقنية الحديثة، ورغبة منها في الاطلاع على المستجدات الحديثة والخبرات والتجارب الدُولية في مجال تضمين المناهج الدراسية لمفاهيم تقنية النانو في المراحل الدراسية المختلفة.

وتضمّن المؤتمر عددا من أوراق العمل التي تستهدف التثقيف بهذه التقنية في الأوساط التربوية، إلى جانب التعرف على طرق التدريس الفاعلة لتدريس هذه التقنية عبر المراحل الدراسية، ودورها في تنمية البحث العلمي وتعزيز الابتكار لدى الطلبة، وإسهامها في تعزيز المدخل الخاص بتعلم العلوم والرياضيات وتقنية المعلومات (STEM)، وأشار السيابي وخلفان (٢٠١٥) إلى أن هذا المؤتمر جاء في إطار ما تبذله وزارة التربية والتعليم من جهود لتطوير المناهج الدراسية وفق المعايير العالمية، حيث من المخطط له أن تضمّن وثائق تلك المعايير بالمفاهيم الخاصة بعلم تقنية النانو، كما أن مشاركة مجموعة من أعضاء المناهج الدراسية، ومشرفي ومعلمي المواد العملية، في أعمال هذا المؤتمر يعد فرصة حقيقية لهم لفهم تطبيقات تقنية النانو.

وأكد المؤتمر على أهمية تثقيف العامة على كافة الأصعدة بما ينمي ويجذب الأجيال القادمة نحو تعلم تخصصات علمية جديدة مرتبطة بهذه التقنية؛ فقد اشتد التنافس بين الدول على استحواذ مفاتيح علوم تقنية النانو، بعدما كان التنافس في العقدين الماضيين للسيطرة على الاتصالات والفضاء وغير ذلك من مجالات التميز والريادة العلمية، حتى أصبح الدخول لعصر النانو ضروريًا لأي دولةٍ تسعى إلى المنافسة في العلوم التطبيقية الحديثة، وفتح آفاقٍ لاقتصادات جديدة.

٣. البحث العلمي:

أما فيما يتعلق بالمنشورات والدراسات البحثية المتعلقة بعلوم وتقنية النانو في سلطنة عُمان فقد أكّد الخبراء أنها - وإنْ كانت موجودة - فهي قليلة، وذلك ليس مقارنة مع الدول المتقدمة فقط، بل حتى مقارنة مع الجانب الآسيوي، كما أنَّ أغلب المنشورات العلمية في مجال تقنية النانو هي موضوعات علمية بحثية بحتة مرتبطة بالجامعات والمؤسسات الأكاديمية، وتُعد جامعة السلطان قابوس أكثر الجامعات في سلطنة عُمان نشرا للأبحاث المرتبطة بتقنية النانو، دون وجود أولويات معينة أو مجالات محددة لهذه الأبحاث بحيث يمكن لكل جامعة أو مؤسسة أكاديمية أن تتخذ أولوية أو مجال معين تبني عليه أبحاثها، كما أنه لا يوجد أولويات لهذه البحوث بحيث يكرّس لها دعم مادي، ولا يوجد مراكز بحثية متخصصة، أو مجموعات متخصصة، وكل المنشورات هي اجتهادات شخصية من قبل الباحثين والمختصين في هذا المجال.

وأفاد الخبراء أن ما يميز تقنية النانو أنَّ مجالاتها واسعة ومتشعبة، كما أنَّ بعض الأبحاث المتعلقة بتقنية النانو تكون معقدة وتحتاج إلى معدات كثيرة، وبالتالي فهي مكلفة وباهظة جدا، وفي المقابل توجد أبحاث أخرى مرتبطة بتقنية النانو سهلة وغير معقدة وغير مكلفة ويمكن لطلبة الدراسات الأولية (البكالوريوس) القيام بها،

لذا يوجد مجموعة من الباحثين في مجال العلوم خاصة يتجهون لهذا المجال من الأبحاث؛ لسهولة تدريسها للطلبة مما يسهّل على هؤلاء الطلبة الإنتاج منه.

وتضيف الباحثتان أنه وبشكل عام فالإنتاج العلمي المتعلق بتقنية النانو في سلطنة عُمان مستمر، وتُوجد أبحاث سنوية مستمرة، والإنتاج متواصل، ونُشر عدد منها في مجلات عالمية ذات معامل تأثير عالٍ، وتشير الإحصائيات في قاعدة البيانات الإحصائية (ISI) -وهي قاعدة يوفرها موقع (ISI Web of Knowledge) التابع لمؤسسة تومسون رويترز -(Thomson Reuters) إلى أنَّ تصنيف سلطنة عُمان في المنشورات البحثية المتعلقة بتقنية النانو جاء في المرتبة (٦٦) على مستوى العالم في أكتوبر (٢٠٢١)، فقد بلغ مجمل الأبحاث العُمانية المنشورة في المجلات العالمية في هذا المجال (١٨٥) بحثا حتى شهر أكتوبر (٢٠٢١) مقارنة بـ (٩١) بحثا في عام (٢٠١٦)، مما يشير إلى تطور كبير في الاهتمام بهذه التقنية في سلطنة عُمان والتي تعد نقلة نوعية كبيرة في هذا المجال، ويوضح الجدول (٢) عدد الأبحاث العُمانية المنشورة المتعلقة بتقنية النانو خلال الست السنوات الأخيرة (٢٠١٦-٢٠٢١) وفقا لقاعدة البيانات الإحصائية (Web of Science (ISI Web)(ISI of Knowledge), 2021):

جدول ٢: عدد الأبحاث العُمانية المنشورة خلال الفترة (٢٠١٦ - أكتوبر ٢٠٢١)

العام	٢٠١٦	٢٠١٧	٢٠١٨	٢٠١٩	٢٠٢٠	٢٠٢١	المجموع
العدد	٩١	٩٥	١١٦	١٨٠	١٨٢	١٨٥	٨٤٩

يتضح من الجدول أعلاه أن أعداد الأبحاث المنشورة في تقنية النانو في ازدياد مستمر وملحوظ خلال السنوات الست الأخيرة، حيث بلغت (٨٤٩) بحثا خلال ست سنوات، ولكنها تعد منخفضة جدا مقارنة بالأبحاث العالمية، فقد بلغت عدد الأبحاث المنشورة في تقنية النانو في الصين في أغسطس (٢٠٢١) (٥٨٩٧٠) بحثا خلال عام واحد فقط، في حين بلغت (١٦١٦٩) بحثا خلال نفس الفترة في الولايات المتحدة الأمريكية، وهذا يعني ضرورة تكثيف الجهود العُمانية فيما يتعلق بأبحاث النانو للوصول إلى مصاف الدول المتقدمة في هذا المجال.

٢,٨. نتائج السؤال الثاني ومناقشتها: ما هي مظاهر اهتمام سلطنة عُمان بتوطين تقنية النانو من وجهة نظر الخبراء؟

أشار الخبراء إلى أنّ سلطنة عُمان ليست بمعزل عن دول العالم، وبالتالي فإنّ تقنية النانو ليس لها حدود بين الدول، وقد دخلت هذه التقنية إلى سلطنة عُمان من خلال دخول بعض منتجات هذه التقنية إلى الأسواق المحلية، كما أنه سيتم إنشاء مدينة متكاملة متخصصة في تصنيع وتسويق منتجات تقنية النانو، ومن المؤمل افتتاحها في ٢٠٢٣.

ومن حيث دعم هذه التقنية في سلطنة عُمان فيرى الخبراء أنه محدود جدا، والاهتمام بها وإن كان موجودا فهو بصورة متواضعة وسطحية، حيث لا توجد حتى الآن إستراتيجية وطنية تُنسق بين جميع المؤسسات لتوحيد الجهود ليجتمع ذلك في بوتقة واحدة، وعلى الرغم من أنّ هذه التقنية لها تطبيقات كثيرة في مختلف المجالات؛ إلاّ أنّ الحصول على دعم لهذه المشاريع ليس بالأمر الصعب عبر التنافس على برامج الدعم العلمي، ولكن وجود الداعمين خصيصا لتقنية النانو ضئيل جدا، فهي لا تلاقي الدعم المادي المستمر والكافي لدعم واستقطاب الباحثين ودعم المشاريع الكبيرة، كما أن الأبحاث المتعلقة بالنانو تحتاج إلى معدات وأجهزة خاصة ومختبرات متخصصة وغرف خاصة، وكلها غير متوفرة.

كما أكد الخبراء أنه لا توجد لهذه التقنية تطبيقات فعلية حقيقية على أرض الواقع توظفها في سلطنة عُمان، ففي الوقت الحالي ما زال تطبيق أبحاث النانو على أرض الواقع وبكميات تجارية غير وارد؛ كون الأبحاث ما زالت تطبق على أبعاد دقيقه بحجم النانو، والتوسع لتطبيقها على أرض الواقع يتطلب وجود دعم مادي عالٍ جدا.

لذا يرى الخبراء في هذا المجال أن هذه البوادر المرتبطة بتقنية النانو لا زالت لا ترقى إلى الطموح المطلوب من قبل هذه الفئة كخبراء ومختصين في هذه التقنية، فالإمكانيات المادية محدودة، وبالتالي ستظل هذه الجهود مجرد اجتهادات شخصية بحاجة إلى دعم للمواصلة فيها؛ لأنَّها مكلفة وباهظة، كما أن عدم وجود توظيف في هذا المجال يعرقل تطور هذه التقنية، وبالتالي فإن الخبراء يأملون إيجاد أولوية خاصة وسياسة عامة وإستراتيجية وطنية لتقنية النانو في سلطنة عُمان.

نتائج السؤال الثالث ومناقشتها: ما مدى جاهزية سلطنة عُمان لتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو لتحقيق التوجهات الإستراتيجية للرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠) من وجهة نظر الخبراء؟

ذكر الخبراء عددًا من المبادرات التي قامت بها سلطنة عُمان سعيا منها لتوطين تقنية النانو، تمثلت في الآتي:

- التنظيم والمشاركة في المؤتمرات والدورات التدريبية في مجال علوم تقنية النانو سواء داخل سلطنة عُمان أو خارجها.
- فتح برامج دراسية في مركز القبول الموحد متخصصة في تقنية النانو كبعثات خارجية.
- تخصيص دعم مادي من قبل مركز البحث العلمي لبعض الأبحاث المتخصصة في مجال تقنية النانو.
- التخطيط لإنشاء مدينة (عُمان نانو سيتي) لتصنيع وتسويق منتجات النانو في الأسواق المحلية والعالمية.
- فتح برامج للدراسات العليا متخصصة في مجال تقنية النانو في الجامعات المحلية.

وعلى الرغم من التطبيقات العديدة والمتشعبة لتقنية النانو في مختلف المجالات؛ إلا أن الخبراء أقروا أن اهتمام سلطنة عُمان بتطبيقات هذه التقنية يتعلق بالأبحاث فقط، وأنه توجد بعض

المشاريع البحثية المرتبطة بالطاقة المتجددة والمياه، وتوصلت الباحثتان إلى أن جامعة السلطان قابوس حازت على براءة اختراع من المكتب الأمريكي لبراءات الاختراع، وذلك لابتكار طريقة جديدة في مجال تطبيقات «أغشية أكسيد الزنك ذات البنية النانومترية» لفصل النفط عن الماء؛ للحد من التلوث البيئي للمياه الناتجة من استخراج النفط، حيث يمكن معالجة هذه المياه وفصلها عن النفط باستخدام تقنية النانو، وهي طريقة تتسم بالكفاءة والفعالية من حيث التكلفة والطاقة، وجاءت براءة الاختراع في هذا المجال مواكبة للتطورات العالمية في التقنية الحديثة في البحوث المتعلقة بتقنية النانو، التي تعد براءة الاختراع هذه تطبيقاً لها (المجيني، ٢٠١٧)، ومن الإنجازات العُمانية في هذا المجال حصول الدكتور محمد بن زاهر العبري من جامعة السلطان قابوس على المركز الأول في جائزة المجلس العربي للمياه والإبداع والابتكار في نسختها الأولى عن بحثه "أغشية الألياف النانوية المعززة لإدارة المياه بشكل آمن" في ختام المنتدى الخامس للمياه الذي أقيم في مدينة دبي بدولة الامارات العربية المتحدة (العُمانية، ٢٠٢١).

نتائج السؤال الرابع: ما هي مؤشرات الحاجة لاستخدام تطبيقات تقنية النانو وفقا لما جاء في وثيقة رؤية عُمان ٢٠٤٠؟

للإجابة عن هذا السؤال تم تحليل وثيقة رؤية (عُمان ٢٠٤٠) واستخراج مؤشرات الحاجة لاستخدام التقنيات الحديثة كتقنية النانو في كل أولوية من أولويات الرؤية، ثم عرض تطبيقات تقنية النانو التي يمكن توطينها لتحقيق هذه الأولويات، حيث تكونت الرؤية من مجموعة من الأولويات كما تظهر في شكل (١).

شكل (١) أولويات الرؤية الوطنية (عُمان ٢٠٤٠)

سوق العمل والتشغيل	الصحة	المواطنة والهوية والتراث والثقافة الوطنية	الرفاه والحماية الاجتماعية
البيئة والموارد الطبيعية	القيادة والادارة الاقتصادية	التنويع الاقتصادي والاستدامة المالية	القطاع الخاص والاستثمار والتعاون الدولي
تنمية المحافظات والمدن المستدامة	حوكمة الجهاز الاداري للدولة والموارد والمشاريع	التعليم والتعلم والبحث العلمي والقدرات الوطنية	التشريع والقضاء والرقابة

ومن خلال الأدبيات المتعلقة بتقنية النانو واستخداماتها وتطبيقاتها في مختلف مجالات الحياة، فقد توصلت الباحثتان إلى أنه توجد العديد من التطبيقات التي يمكن أن تسهم في تحقيق بعض مؤشرات أولويات رؤية (عُمان ٢٠٤٠)، ويوضح جدول (٣) هذه الأولويات ومؤشراتها والتطبيقات التي يمكن استخدامها لتحقيق هذه الأولويات.

جدول (٣): تطبيقات تقنية النانو التي يمكن توطينها لتحقيق التوجهات الإستراتيجية للرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠)

الأولوية	مؤشرات الحاجة لاستخدام التقنيات الحديثة لتحقيق التوجه الإستراتيجي	تطبيقات تقنية النانو التي يمكن توطينها
التعليم	- رفع جودة التعليم المدرسي والعالي، وتطوير المناهج والبرامج التعليمية لاستيعاب المستحدثات التقنية، وتأهيل المتعلمين لدخول سوق العمل بقدرات ومهارات وإمكانات تنافسية تلبي المستويات الإنتاجية المطلوبة لبناء اقتصاد معرفي. - ضمان استخدام تقنيات التعليم والتعلم الحديثة بصفتها ثقافة وطنية. - البحث العلمي: دعم عمليات البحث العلمي التطبيقي المعزز للابتكار في المجالات المختلفة.	- تضمين المناهج الدراسية في التعليم المدرسي والعالي بعلوم تقنية النانو والمفاهيم المرتبطة بها، وفتح أقسام خاصة بها في الجامعات والكليات. - إنشاء معامل ومختبرات متخصصة في تقنية النانو بسلطنة عُمان لدعم البحث العلمي والابتكار في هذا المجال.
الصحة	قيام أدوات التقنية الحديثة بدور أساسي في الرعاية والوقاية الصحية.	- الكشف الدقيق والسريع للفيروسات. - عمليّات توسيع الأوعية الدمويّة بإضافة نتوءات نانويّة على جدران الأوعية. - استخدام أنابيب الكربون النّانوية في تطوير بعض الأجهزة الطبيّة؛ مما زاد من دقتها وتحسّن أدائها. - استخدام الفضّة النّانويّة في التعقيم (درويش وأبو عمرة، ٢٠١٨).
المواطنة والهوية والتراث والثقافة الوطنية	- التحديث والاندماج في عصر العلم والتقنية المتقدمة توازنا مع الانتماء للثقافة الأصيلة المتجذرة. - تأطير ثقافة الشباب العُماني بالتطورات التقنية وتوظيف استخدامها بالطريقة المثلى المساندة لبناء المجتمع المعتز بهويته.	- الاهتمام بعقد المؤتمرات والمحاضرات والندوات التعريفية بهذه التقنية لنشر ثقافتها بين المواطنين وخاصة فئة الشباب. - تكثيف الجهود الإعلامية في نشر ثقافة النانو بسلطنة عُمان.

الأولوية	مؤشرات الحاجة لاستخدام التقنيات الحديثة لتحقيق التوجه الإستراتيجي	تطبيقات تقنية النانو التي يمكن توطينها
القيادة والإدارة الاقتصادية	ـ تشكيل إطار عمل القيادة بناء على ما تتمتع به سلطنة عُمان من مزايا وما تصبو إليه من تحولات تجاه الاقتصاد المعرفي التنافسي ومواكبة المتغيرات الاقتصادية والتقنية.	ـ استغلال المواد الخام في البيئة العُمانية ومعالجتها باستخدام تقنية النانو؛ لتحقق قيمة مضافة أعلى في الاقتصاد ومواكبة التطورات العالمية في هذا الشأن، دون الحاجة إلى تصديرها للخارج لمعالجتها ثم اللجوء لاستيرادها.
التنويع الاقتصادي والاستدامة المالية	ـ اقتصاد متنوع ومستدام قائم على أساس التقنية والمعرفة والابتكار، أطره متكاملة وتنافسية متحققة، مستوعب للثورات الصناعية. ـ الاقتصاد العُماني القائم على التقنية والابتكار يتيح إنتاج سلع وخدمات تنافسية يرتفع فيها المكون المعرفي والتقني. ـ رصد التغيرات والتطورات العالمية في مجال التقنية والإبداع والثورات الصناعية ومواكبتها وتوطينها ضمن برامج سلطنة عُمان وخططها في بيئة تقنية معرفية تكفل تحول الاقتصاد العُماني اقتصاد قائم على التقنية والمعرفة والابتكار وزيادة التصدير للقطاعات ذات المكون التقني والقيمة المضافة العالية.	
سوق العمل والتشغيل	سوق عمل جاذب للكفاءات ومتفاعل ومواكب للتغيرات الديموغرافية والاقتصادية والمعرفية والتقنية.	ـ يمكن لتقنية النانو أن توفر فرص عمل جديدة في سوق العمل، حيث يمكن للعديد من الخريجين في هذه التخصصات العمل في مختبرات خاصة، والمشاركة في الأبحاث المتاحة مع الحكومة أو الجامعات المختلفة.
تنمية المحافظات والمدن المستدامة	التشجيع على استخدام التقنية الحديثة والاستخدام المستدام للأراضي والموارد الطبيعية المتاحة.	ـ منقيّات المياه (فلترات): تتميز باحتوائها على ثلاث طبقات، هي: نانو الكربون، ونانو الفضّة، ونانو النحاس والزنك، وتقوم هذه الطبقات الوسطيّة بترشيح وتنقية المياه من الكلور والبكتيريا والمعادن الثقيلة وباقي الملوثات التي تضر بالشعر والجلد. ـ التحلية: باستخدام أغشية نانويّة عملت على رفع كفاءة محطّات التّحلية وتقليل تكلفتها. ـ التّربة: استخدام الجسيمات النّانويّة لمراقبة جودة التّربة وسلامة المزروعات، كما تستخدم الجسيمات المغناطيسيّة النّانويّة لإزالة ملوّثات التّربة (لبد، ٢٠١٣). ـ الطاقة الشمسية: تم اختراع خلايا شمسية بحبيبات السيليكون النّانويّة، وتتميز بزيادة إنتاج الطّاقة الكهربائيّة وإطالة عمر الخليّة وتقليل الحرارة فيها، كما تمّ اختراع بطاريّة ورقيّة بأنابيب الكربون النّانويّة، وهي موفرة للطاقة وقادرة على العمل، حتى لو طويت أو قُطعت. ـ الطّاقة الحراريّة والنوويّة: صناعة مواد عالية التوصيل، ومواد مقاومة للإشعاع. ـ الطّاقة الميكانيكيّة: تخفيف وزن المراوح وزيادة قوّتها، فتزداد الطّاقة الناتجة عن الرياح. ـ الطاقة الغازيّة: تحويل الوقود الغازيّ إلى وقود سائل (درويش وأبو عمرة، ٢٠١٨).
البيئة والموارد الطبيعية	استخدام التقنية الحديثة لرفع الكفاءة المائية والتوسع في خدمات الصرف الصحي وتنمية الزراعة وإنتاج الطاقة بهدف زيادة الإنتاج الزراعي وصولا إلى مستويات أفضل في مجال الأمن الغذائي.	

ومن هنا يتضح أنه توجد العديد من تطبيقات تقنية النانو التي يمكن استخدامها لتحقيق التوجهات الإستراتيجية لأولويات الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠)، وذلك في العديد من المجالات والقطاعات، وأبرزها قطاع الصحة والطاقة والموارد الطبيعية المختلفة، لذا ينبغي على الجهات المعنية السعي لتوطين استخدام تطبيقات تقنية النانو في هذه القطاعات، الأمر الذي من شأنه أن يرفع كفاءة هذه القطاعات بأقل تكلفة ممكنة وبقيمة مضافة أعلى؛ وذلك لما تمتلكه هذه التقنية من مميزات عالية.

خلاصة النتائج:

في ضوء ما سبق يظهر البحث توجهات المشاركين في جاهزية سلطنة عُمان لتوطين استخدام تقنية النانو في المجالات المختلفة المرتبطة بأولويات رؤية (عُمان ٢٠٤٠)؛ أنه بالفعل أصبح لا بد من الاعتراف بأهمية تقنية النانو وما ستشغله هذه التقنية من تطور في الدولة، بل إن الدول ستقاس بمدى تقدمها في تقنية النانو. وأكدت نتائج المقابلات التي أجريت في البحث الحالي مع بعض الخبراء في تقنية النانو في سلطنة عُمان من الأكاديميين والخبراء وطلبة الدراسات العليا وجود العديد من الجهود والمبادرات في سلطنة عُمان كمؤشرات للاهتمام بتقنية النانو والسعي لتوطين استخدام تطبيقاتها في مختلف المجالات، وقد تمثلت هذه الجهود والمبادرات فيما يأتي:

- دعم الأبحاث العلمية المتعلقة بتقنية النانو من قبل مجلس البحث العلمي، وجامعة السلطان قابوس، وتمويل البحوث من لدن صاحب الجلالة السلطان قابوس -طيّب الله ثراه-، والسلطان هيثم بن طارق -حفظه الله-.
- نشر العديد من الأبحاث العلمية المرتبطة بتقنية النانو في المجلات العالمية.
- إنشاء مركز أبحاث النانو في جامعة السلطان قابوس.
- الإعلان عن إنشاء مدينة (عُمان نانو سيتي).
- عقد بعض المؤتمرات التربوية لدراسة تضمين ودمج موضوعات النانو في المناهج الدراسية.
- إطلاق منتدى عُمان للنانو تكنولوجي للتعريف بهذه التقنية ومجالاتها وتطبيقاتها.
- فتح بعض التخصصات المرتبطة بتقنية النانو في مركز القبول الموحد كبعثات خارجية.
- الحصول على براءة اختراع لابتكار طريقة جديدة في مجال تطبيقات «أغشية أكسيد الزنك ذات البنية النانو مترية» لفصل النفط عن الماء.
- فتح مجال لطلبة الدراسات العليا لإجراء أبحاث متخصصة في تقنية النانو.

كما توصلت الدراسة إلى إمكانية توظيف واستخدام العديد من تطبيقات تقنية النانو لتحقيق بعض الأولويات الإستراتيجية في الرؤية المستقبلية (عُمان ٢٠٤٠)، مما يدعو للحاجة إلى الاستعانة بمثل هذه التقنيات الحديثة التي من شأنها رفع كفاءة الإنتاج في جميع القطاعات.

التوصيات:

من خلال نتائج البحث توصي الباحثتان بضرورة تكثيف الجهود لدعم توطين استخدام تقنية النانو في سلطنة عُمان في مختلف المجالات والقطاعات، وذلك من خلال ما يأتي:

- تضمين موضوعات علوم تقنية النانو في المناهج المدرسية، وإيجاد برامج دراسية متخصصة في تقنية النانو في المؤسسات الأكاديمية المحلية، وتنظيم مؤتمرات متخصصة في هذا المجال للاستفادة من الخبرات الدولية فيما يتعلق بطرق تدريسها ودمجها في المناهج.
- نشر ثقافة النانو في المجتمع من خلال الملتقيات، والندوات، والبرامج المرئية والمسموعة.
- ضرورة وضع إستراتيجية وطنية لتقنية النانو في سلطنة عُمان، وإيجاد أولويات خاصة بها تنطلق منها الأبحاث العلمية في سلطنة عُمان، وتكثيف الجهود في الدعم المادي للأبحاث المتعلقة بتقنية النانو في سلطنة عُمان.
- الاستفادة من تطبيقات تقنية النانو المرتبطة بالبيئة، والطاقة المتجددة والصحة وغيرها، وإجراء المزيد من الأبحاث المتعلقة باستخدام تطبيقات تقنية النانو في المجالات المختلفة.
- تشجيع الباحثين من طلبة الدراسات العليا في العلوم والهندسة على الانخراط في الأبحاث المتعلقة بهذه التقنية، وبناء الكادر البحثي في تقنية النانو للانطلاق في المشاريع البحثية في النانو.

المراجع

أمبوسعيدي، عبد الله بن خميس، والمحروقية، عبير بنت ناصر. (٢٠١٧). أثر استخدام منحى متعدد المنظور (وجهات النظر) في تدريس القضايا البيئية والاستدامة على التحصيل الدراسي وتصورات طالبات الصف العاشر نحو التنمية المستدامة. المجلة التربوية، ٣٢ (١٢٥)، ٢٢٣-٢٥٧.

الأمم المتحدة (٢٠١٥). الأهداف الإنمائية للألفية وما بعد (٢٠١٥). http://www.un.org/ar/millenniumgoals/environ.shtml، في: 2019/01/07.

جريدة الوطن. (٢٠١٩، سبتمبر ٣١). باحثون بجامعة السلطان قابوس يطوعون تقنية النانو في معالجة مشكلة لزوجة الماء المصاحب للنفط. https://www.educouncil.gov.om/scrollto=start&4751=article.php?id

جريدة الوطن. (٢٠٢٠، أغسطس ١٦). مدائن توقع اتفاقية تعاون لإنشاء مدينة عُمان نانو في صور. صحيفة الوطن. http:// 395552/alwatan.com/details

جمال الدين، نجوى يوسف، حمد، سمير أكرم، حسن، محمد حنفي. (٢٠١٤). الاقتصاد الأخضر المفهوم. والمتطلبات في التعليم. مجلة العلوم التربوية، ٢٢ (٣)، ٤٢٧-٤٥٣.

الحبشي، نهى علوي. (٢٠١١). ماهي تقنية النانو؟ دروس مختصرة بشكل دروس مبسطة. وزارة الثقافة والإعلام، السعودية.

خضر، آيات (٢٠١٦). أثر استخدام حقيبة تعليمية إلكترونية في تنمية مفاهيم تقنية النانو والاتجاه نحوها لدى طالبات الصف التاسع الأساسي بغزة (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

درويش، عطا؛ أبو عمرة، هالة (٢٠١٧). مستوى المعرفة بتطبيقات تقنية النانو لدى طلبة كليات التربية تخصص علوم في جامعات غزة واتجاهاتهم نحوها. مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، ٢٦ (١)، ٢٠٠-٢٢٩. ISSN ٢٤١٠-٣١٥٢.

رشاد، مرفت؛ جابر، أيمن (٢٠١٧). التطبيقات البيئية الخضراء لتقنية النانو في المستقبل. المؤتمر الدولي السابع للاتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئة "سبل تعزيز التقنية النظيفة والتقنيات صديقة البيئة بالمنطقة العربية"، ١٩-٢٠ نوفمبر، جامعة عين شمس. تم الاسترجاع من: https://ijsrsd.journals.ekb.eg/article_5148_0e1ce8fb2e2a9d0db65e0c13b7fdc79b.pdf, 12/02/2019.

الركيان، سلمان بن عبد العزيز. (د.ت.). الصين والطفرة في صناعات النانو. https://nano.ksu.edu.sa/sites/nano.ksu.edu.sa/files/imce_images/china_nano.pdf

رمضان، خالد مصطفى. (٢٠١٠، مارس ٢٧-٢٩). دور إستراتيجية الاقتصاد المعرفي وتقنيات النانو في تحقيق التنمية المستدامة للصناعات المعرفية العربية] عرض ورقة [. المؤتمر العربي حول الآثار الاقتصادية والتنموية لتقنيات النانو، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

الرؤية. (٢٠٢١، مارس ٠٣). ٦ مشاريع في مجالات تقنية النانو والاتصالات والمعلومات تفوز بـ "منحة عُمانتل". https://al-roya.om/p/278449

سعود، خالد. (٢٠٢١). تكنولوجيا النانو في العالم العربي: الماضي والحاضر وآفاق المستقبل. استشراف، (٦)، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات. https://bookstore.dohainstitute.org/p-2214.aspx

سلامة، صفات (٢٠٠٩). تقنية النانو عالم صغير ومستقبل كبير مقدمة في علم تقنية النانو. لبنان: الدار العربية للعلوم ناشرون.

السيابي، سيف، وخلفان، محمد. (٢٠١٥، ديسمبر ٢٩). انطلاق أعمال المؤتمر الخليجي الثاني للتثقيف بتقنية النانو.. وأوراق عمل وجلسات نقاشية تستعرض تنمية الابتكارات. https://alroya.om/p/152484.

سيد، رحاب فايز (٢٠١٢). تقنية النانو في مجال المعلومات والاتصالات: الفرص والتحديات. مجلة اعلم، (١١)، ٤٣-٩٠.

السيد، علياء علي. (٢٠١٧). استخدام مدخل التعلم من أجل التنمية المستدامة ESD في تدريس مقرر علوم بيئية لتنمية مفاهيم الاستدامة واتخاذ القرار الأخلاقي لدى الطالبة المعلمة. المجلة المصرية للتربية العلمية، ٢٠ (٨)، ١٠٩-١٤٢.

الشهري، محمد (٢٠١٢). فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طالب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تقنية النانو واتجاهاتهم نحوها (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة أم القرى. السعودية.

صالح، محمود (٢٠١٢). تقنية النانو وعصر علمي جديد. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية. ط١. الرياض، المملكة العربية السعودية.

الصالحي، محمد بن صالح، الضويان، عبد الله بن صالح (٢٠٠٧). مقدمة في تقنية النانو. جامعة الملك سعود، وزارة التعليم العالي، السعودية.

الصبحي، محمد. (٢٠١٧، يوليو ٩). جامعة السلطان قابوس تطلق مركز أبحاث تقنية النانو أكتوبر المقبل. صحيفة عُمان. https://www.omandaily.om/?p=492229

عبد الوهاب، فاطمة (٢٠١٠). التنوّر التكنولوجي لدى طلاب كلية العلوم التطبيقية بالرستاق (دراسة تشخيصية). ورقة عمل مقدمة إلى الندوة العلمية المشتركة لكليات العلوم التطبيقية في سلطنة عُمان "التطور التكنولوجي: التحديات والآفاق" والمقامة بكلية العلوم التطبيقية بصحار، صحار، سلطنة عُمان. https://www.researchgate.net/publication/292979367_altn-wr_altknwlwjy_ldy_tlab_klyt_allwm_alttbyqyt_balrs-taq_drast_tshkhysyt, 12/2/2019.

العدساني، هبة خالد، والعبد اللطيف، أحلام محمد. (٢٠٢١). العوامل المؤثرة على الاستخدام الأكاديمي لأعضاء هيئة التدريس لمواقع التواصل الاجتماعي: منهج نوعي. المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل، العلوم الإنسانية والإدارية، ٢٣ (١)، ٤٩-٥٨.

العُمانية، وكالة الأنباء العُمانية. (٢٠٢١، سبتمبر ٢٦). عُماني يفوز بالمركز الأول في جائزة المجلس العربي للمياه والإبداع والابتكار في نسختها الأولى. https://omannews.gov.om/Ar-abic_NewsDescription/ArtMID/437/ArticleID/39585

غياضة، هديل. (٢٠١٦). متطلبات تقنية النانو المتضمنة في كتب الكيمياء لمرحلة الثانوية ومدى اكتساب طلبة الصف الحادي عشر لها (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الإسلامية-غزه. فلسطين.

قناة عُمان العامة. (٢٠٢١، مارس ١٨). مركز أبحاث تقنية النانو.. الأهداف والمستقبل العلمي] فيديو[. يوتيوب. https://www.youtube.com/watch?v=dZy8-G0j13g

قناة عُمان العامة. (٢٠١٧، يناير ١٨). تقنية النانو في سلطنة عُمان [فيديو]. يوتيوب. https://www.youtube.com/watch?v=d4nInh3SMFg

لبد، أمل (٢٠١٣). إثراء بعض موضوعات منهاج العلوم بتطبيقات تقنية النانو وأثره على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف

الحادي عشر في غزة (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة الأزهر، غزة، فلسطين.

المجيني، عبد الوهاب بن علي. (٢٠١٧، فبراير ٢٢). جامعة السلطان قابوس تحوز براءة اختراع في فصل الماء عن النفط. https:// shabiba.com/article/52320.

مدائن. (٢٠٢١). مدينة صور الصناعية ترحب بمستقبل تقنية النانو. مجلة مدائن الإلكترونية، (٦)، ٦-٨. https://2u.pw/LGiMWI

مركز الأخبار، تلفزيون سلطنة عُمان. (٢٠١٤، مايو ١٩). ندوة حلول المستقبل بمسقط تناقش توطين تقنية النانو والاستفادة منها [فيديو]. يوتيوب. https://www.youtube.com/ watch?v=Qa_a7cWBRl0

متولي، شيماء. (٢٠١٦). فاعلية برنامج مقترح في الاقتصاد المنزلي بتطبيقات تقنية النانو على تنمية التنوّر العلمي والتفكير التخيلي لدى طالبات المرحلة الإعدادية واتجاههن نحو العلم وتقنية النانو. العلوم التربوية، ٢٤ (٣)، ١٦٦ – ١١.

المجلس الأعلى للتخطيط. (٢٠١٩ أ). رؤية (عُمان ٢٠٤٠). مسقط: مكتب الرؤية.

المجلس الأعلى للتخطيط. (٢٠١٩ ب). الاستعراض الوطني الطوعي الأول لسلطنة عُمان ٢٠١٩. https://2u.pw/YdUiYO

محمد، منال علي. (٢٠١٧). برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو وأثره في تنمية التحصيل وتقدير العلم والعلماء واتخاذ القرار لدى طالبات الأقسام العلمية بكلية التربية بجامعة حفر الباطن. إدارة البحوث والنشر العلمي- المجلة العلمية، ٣٣ (٥)، ٤٠-٨٨.

المكتومية، مدرين. (٢٠٢١). منتدى عُمان للنانو تكنولوجي يمهد الطريق أمام انطلاقة رائدة لتوطين تقنيات المستقبل. https:// alroya.om/post/276656

ملكاوي، آمال (٢٠١٧). فاعلية دراسة مساق تكنولوجيا المواد النانوية في اكتساب أساسيات تقنية النانو والاتجاه نحوها. المجلة الأردنية في العلوم التربوية، ١٣ (٣)، ٣٢٧-٣٣٨.

منصة عُمان المستقبل. (٢٠٢٠). رؤية (عُمان ٢٠٤٠).. تطلعات نحو مستقبل مشرق. https://omanfuture.org/oman-(2040)/.

منظمة الأمم المتحدة (٢٠٠٣). تقرير التنمية البشرية الفصل السادس: السياسات العامة لضمان الاستدامة البيئية، ص ١٢٣-١٣١. http://www.un.org/ar/esa/hdr/pdf/hdr03/chap- ter6.pdf, 18/02/2018.

مهدي، غادة عبد الستار (٢٠١٣). الأصول الفلسفية والعلمية لثورة العلم والتكنولوجيا (تقنية النانو) المعاصرة. مجلة الأستاذ، ١ (٢٠٤)، ٤٩١-٥٢٨.

نجم الدين، عدنان ، البيرماني، علي (٢٠١٦). الأهمية الاقتصادية لتقنية النانو. مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، ٢٢ (٩٢)، ص ٤٠٠-٤١٤.

هيواهي، محمد (٢٠١٠). تقنية النانو والبيئة. http://www. gafrd.org/files/0072/72539.pdf, 06/01/2019.

وزارة الاقتصاد. ٢٠٢٠. وثيقة رؤية (عُمان ٢٠٤٠).

https://www.(2040).om/Oman(2040)-AR.pdf

المراجع الاجنبية

An Gayle; Cook, Kristin; Weiland, Ingrid (2016). Attempting to Make Place-Based Pedagogy on Environmental Sustainability Integral to Teaching and Learning in Middle School: An Instrumental Case Study. Electronic Journal of Science Education, 20 (2), pp. 32-47. Retrieved from: ejse.southwestern.edu, retrieved on: 07/01/2019.

AntLaherto. (2010). An Analysis of the Education Significance of Nano science and Nanotechnology in Scientific and technical literacy. Science education international, 21 (3), 160-175.

ErnJeremy V. (2009). Nano technology Education: Contemporary Content and Approaches. Journal of Technology Studies. Pp. 3-8. Retrieved from: https:// files.eric.ed.gov/fulltext/EJ888126.pdf, Retrieved on 28/11/2018.

Lah Antti (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. Science Education International, 21 (4), pp. 160-175. Retrieved from: https:// files.eric.ed.gov/fulltext/EJ904866.pdf, retrieved on: 28/11/2018.

Ma Meghan McGlinn (2013). Grand Challenges: Nanotechnology and the Social Studies. Social Education, 77(2), pp. 95–98. National Council for the Social Studies. Retrieved from: https://www.socialstudies.org/publications/socialeducation/march-april2013/grand_challenges, retrieved on: 18/11/2018.

UNESCO. (2014). Education for Sustainable Development (ESD). Retrieved from: https://en.unesco.org/themes/education-sustainable-development, retrieved on: 11/02/2019.

Web of Science (ISI Web of Knowledge). (2021). Nanotechnology publications (Article). Retrieved from: https://statnano.com/report/s29, retrieved on: 22/09/2021.

X C. & Pallan, A. (2012). Antimicrobial applications of electro active PVK-SWNT nano composites. Environmental Science and Technology, 46 (3), 1804-1810.