

## فاعلية دراسة مساق "تكنولوجيا المواد النانوية" في اكتساب أساسيات النانوتكنولوجيا والاتجاه نحوها

آمال ملكاوي\*

تاريخ قبوله 2017/4/24

تاريخ تسلم البحث 2017/2/2

### The Effectiveness of Studying a Course in "Technology of Nanomaterials" on the Acquisition of Fundamental Knowledge and Attitudes Toward Nanotechnology

Amal Malkawi, College of Education, Yarmouk University.

**Abstract:** This study aimed to identify the effectiveness of studying an introductory course in "Technology of Nanomaterials" on the acquisition of fundamental knowledge and attitudes towards nanotechnology among students of engineering materials at Balqa Applied University in Jordan. The sample consisted of (24) students enrolled in the course during the first semester of the academic year 2015-2016. To measure the students acquisition of fundamental knowledge of nanotechnology, a test consisted of (35) items was applied, and to determine students' attitudes, a questionnaire consisted of (29) items was applied to the same sample. The sample studied a course in Technology of Nanomaterials for (14) weeks; (3) hours a week. Then the two instruments were administered as post tests. The results showed statistically significant differences in acquiring knowledge of and attitudes towards nanotechnology. The results also revealed a positive correlation between them.

**(Keywords:** Nanotechnology, Fundamental Knowledge of Nanotechnology, Attitudes towards Nanotechnology, Engineering Materials Students, Al-Balqa Applied University).

وأكد الباحثون أن تعليم النانوتكنولوجيا سوف يعمل على تضيق الهوة في الإبداع التكنولوجي بين طلاب الولايات المتحدة ونظرائهم في دول العالم الأكثر تقدماً. وكان روكو (Roco,2003) قد اقترح ذلك قبل ما يزيد على عقد من الزمان، عندما طالب بتسهيل وجود مناهج تدعم تكامل النانوتكنولوجيا في مناهج العلوم، مؤكداً على قلب هرم التعليم التقليدي، لأن الفهم العميق للروابط التي تربط بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات مشروع (STEM) سيتم قطاف ثماره في مراحل ما بعد تخرج الطلبة.

وأكدت ديفيز أيضاً حقيقة أن النانوتكنولوجيا هي جزء لا يتجزأ من تعليم STEM حيث أشارت إلى "أن البعض قد يعتقد أن تعلم النانوتكنولوجيا يجب أن يقتصر على طلبة الدراسات العليا أو على الطلبة الجامعيين فقط، ولكن مثل هذه المعتقدات أصبحت في عداد الماضي. فقد كان ينظر إلى الممارسات الهندسية على أنها يجب أن تقتصر على هذه الفئة من الطلبة، أما الآن فتعد الممارسات الهندسية ركناً أساسياً من أركان الجيل التالي من معايير العلوم (Next Generation Science) Standards، والتي تفترض أنه بإمكان حتى طلاب الروضة أن يقوموا ببعض الممارسات الهندسية. وبالمثل فإن الجميع بما فيهم الأطفال، والجامعيين، وطلاب الدراسات العليا يستطيعون أن يستفيدوا ويستمتعوا ويتعلموا النانوتكنولوجيا (Davis, 2013).

**ملخص:** هدفت هذه الدراسة إلى تقصي فاعلية دراسة مساق "تكنولوجيا المواد النانوية" في اكتساب أساسيات النانوتكنولوجيا والاتجاهات نحوها لدى عينة من طلبة هندسة المواد في جامعة البلقاء التطبيقية. تكونت العينة من (24) طالباً وطالبة من الطلبة المسجلين للمساق في الفصل الأول من العام الدراسي (2015-2016). ولقياس درجة اكتساب الطلبة لأساسيات النانوتكنولوجيا، تم بناء اختبار تكون من (35) فقرة، ولقياس الاتجاهات نحوها تم بناء مقياس تكون من (29) فقرة. تم تطبيق اختبار المعرفة ومقياس الاتجاهات على عينة الدراسة قبلها. ثم درست العينة محتوى مساق تكنولوجيا المواد النانوية لمدة (14) أسبوعاً بواقع (3) ساعات أسبوعياً، ثم تم تطبيق الاختبار ومقياس الاتجاهات تطبيقاً بعدياً. وأظهرت النتائج وجود أثر دال إحصائياً لدراسة المساق في اكتساب الطلبة لأساسيات النانوتكنولوجيا، وتحسين اتجاهاتهم نحوها. وكشفت النتائج كذلك عن علاقة ارتباطية دالة موجبة بين مستوى معرفة الطلبة بأساسيات النانوتكنولوجيا واتجاهاتهم نحوها.

**(الكلمات المفتاحية:** النانوتكنولوجيا، المعرفة النانوية، الاتجاه نحو النانوتكنولوجيا، طلبة هندسة المواد، جامعة البلقاء التطبيقية).

**مقدمة:** إن ما توصلت إليه الإنسانية من اكتشافات أساسية للكهرباء والمغناطيسية كانت حاسمة في تاريخ البشرية، وشكلت انعطافاً في طريقة حياة الإنسان على سطح هذا الكوكب. ولكن الحدث الفاصل الذي تمثل باكتشاف العلماء إمكانية التلاعب بخصائص المواد على المستوى الجزيئي لإنتاج مواد جديدة مذهلة ذات خصائص غير عادية، لم يسبق لها مثيل في الوجود في تاريخ البشرية. إنها النانوتكنولوجيا، ثورة الألفية الثالثة.

وإن ما يقود النانوتكنولوجيا هو الافتراض الذي يقول: إن السيطرة على العالم المادي تعتمد على القدرة على تشكيل العالم الدقيق على المستوى الجزيئي. ويرى البعض أن هذه القدرة سوف تكون هي بداية لثورة تكنولوجية قادمة، وهذا ما أكدته هوللي (Holly,2009) في دراسته التي هدفت إلى توضيح الأثر الكبير الذي ستحدثه ثورة النانوتكنولوجيا، وكيف ستغير مستقبل التعليم والصناعة في أمريكا. وأشار بأنه وعلى الرغم مما يرافق النانوتكنولوجيا من مخاوف ومحاذير، إلا أنها سيكون لها الدور الأكبر في الثورة الصناعية المقبلة.

وأكد إدوارد وفولي ومارك وهيرسام (Edward, Foley Mark & Hersam,2006)، أن إجراء إصلاحات واسعة النطاق في تعليم النانوتكنولوجيا، ستكون قادرة على عكس التدهور الحاصل في مسار مشروع التعليم الأمريكي (STEM)، ويقصد به التعليم الذي يقوم على التفاعل والتكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Science Technology Engineering and Mathematics).

\* كلية التربية، جامعة اليرموك، إربد، الأردن.  
© حقوق الطبع محفوظة لجامعة اليرموك، إربد، الأردن.

المبادرة الوطنية للنانو على المساهمات الجديدة التي لم تكن موجودة مسبقاً، أي على الخصائص والظواهر والوظائف الجديدة التي تطرأ على المادة حين تصبح في مستوى القياس النانوي. إن السمة الأساسية للنانوتكنولوجيا هي قدرتها على القياس والتحكم والسيطرة والتلاعب بالمواد في المقياس النانوي، وذلك لتغيير خصائصها ووظائفها (NNI, 2009).

ويعد علم النانو من الحقول الجديدة في مجال العلوم والتكنولوجيا التي تتعامل مع خصائص وهيكل ومكونات مواد تقع في المقياس النانوي. وقد أثر هذا بشكل إيجابي على القدرة البشرية لتصميم وإنتاج أدوات جديدة وأنظمة أكثر كفاءة. وتتضمن النانوتكنولوجيا العديد من التطبيقات في حياة الإنسان مثل الصناعة والزراعة والطب والغذاء ومستحضرات التجميل. ففي مجال الطب مثلاً، أظهرت هذه التقنية طريقة فعالة جداً في إيصال الدواء إلى الخلية المصابة، وذلك باستخدام بوليمرات متشعبة خاصة كمواد حاملة للدواء تستهدف الخلية المصابة، مما بات سبباً رئيساً لتحسن كبير في تأثير الدواء مقارنة مع العلاج باستخدام العقاقير الدوائية. وقد أدى هذا بالتالي إلى انخفاض في سمية الدواء وتقليل أعراضه الجانبية وزيادة فعاليته، مما يعود بالفائدة الكبيرة لعلاج مرضى السرطان (Rahimpour, et al., 2012).

أما بالنسبة للزراعة، فإن مادة الفلورين وكرات البوكي كمواد من مركبات النانو تستخدم لقتل الأعشاب الضارة وزيادة خصوبة التربة. وتمتلك النانوتكنولوجيا أيضاً القدرة على زيادة الإنتاجية الزراعية من خلال التحسين الوراثي للنباتات والحيوانات، بالإضافة إلى إيصال الجينات وجزيئات الدواء إلى أماكن خاصة في النبتة والحيوان على المستوى الخلوي (Baruah & Dutta, 2009).

وفيما يخص المياه، فإن النانوتكنولوجيا لها دور هائل في تنقيتها وإعادة استخدامها، وذلك لأن المواد النانوية تمتلك خصائص فريدة من نوعها مثل زيادة مساحة السطح بالنسبة للحجم مما يعمل على استبعاد الملوثات والميكروبات الضارة من خلال التحفيز الضوئي (Baruah, Khan & Dutta, 2016).

وفي مجال الطب التجديدي، انتشر على نطاق واسع أن إضافة مواد نانوية التضاريس إلى أسطح المواد الحيوية التقليدية يمكن أن يعزز من وظائف مختلف أنواع الخلايا. فعلى سبيل المثال، فإن سطح التايتانيوم ذي البنية النانوية يعزز عند زراعته التفاعل مع الخلايا العظمية المحيطة بالمقارنة مع التايتانيوم العادي (Khan & Carpenter, 2010). ولا تعدّ العظام وزراعتها هو التطبيق الوحيد للمواد النانوية في المجال الطبي، فقد ساهمت أيضاً النانوتكنولوجيا في العلاج الإشعاعي لمرض السرطان (Mi, Shao, Vang, Ori, Kaidar-Person, & Wang, 2016).

وعلاوة على ذلك، ونظراً لصغر حجم المواد والأدوات النانوية، فإن ذلك يجعل العمليات الجراحية أقل تدخلاً وغزواً لخلايا الجسم، ويسمح أيضاً بقدر أكبر من الدقة والتحكم أثناء التدخلات

وثمة جهود دولية مشتركة لتطوير معايير تعليم النانوتكنولوجي في العلوم والهندسة لكافة المراحل الدراسية لإنتاج جيل ملم بشكل جيد بالنانوتكنولوجي، فمنذ عام 2005 والمركز الوطني لتعلم وتعليم العلوم والهندسة في المقياس النانوي يعمل على تقديم فرص للتطوير المهني لمعلمي المدارس الحكومية في الولايات المتحدة الأمريكية. وفي العام 2010، قامت المؤسسة الوطنية للعلوم بعقد العديد من ورش العمل للتعريف بالمعايير الدولية لتعليم علوم النانو والهندسة للصفوف من الروضة إلى الثاني عشر (Murday, et al. 2010).

وقامت الأكاديمية الدولية للهندسة بوصف الإضافات التي يجب أن يتحلى بها مهندسو المستقبل عام 2020 من مهارات علمية وتكنولوجية. وأشارت نتائج الأبحاث إلى أهمية دمج النانوتكنولوجي في برامج التعليم بجميع مراحل (Rogers, 2012)، وبأنه يتوجب نشر الأطر والمعايير والأدوات الخاصة بالنانوتكنولوجي. بالإضافة إلى عرض المفاهيم والتطبيقات ذات الصلة، مما سيؤدي إلى انتشار تلك الثقافة بين الطلبة وبين عامة أفراد المجتمع بشكل عام (Foley & Hersam, 2006).

وعلى الصعيد العربي، وتماشياً مع الاتجاهات العالمية نحو توطيد النانوتكنولوجي وعلومها، فقد قامت المملكة العربية السعودية بإنشاء العديد من المراكز البحثية المتخصصة. وفي دولة قطر بحثت اللجنة الوطنية القطرية للتربية والثقافة والعلوم في الدوحة والقاهرة عام 2009، آلية تقييم وإدارة المخاطر والفوائد الناتجة من النانوتكنولوجي، ودور التعليم في زيادة الوعي بقضاياها (عليان والفرج، 2015).

وفي الأردن، وانطلاقاً من اهتمامها الكبير بتطوير وإنتاج النانوتكنولوجي، بدأت جامعة العلوم والتكنولوجيا في عام 2009 بخطوات أولية لإنشاء مركز للنانوتكنولوجي ليخدم ثلاثة أغراض رئيسة هي: إنشاء قاعدة علمية بحثية في مجالات النانوتكنولوجي، ووضع برامج مشتركة في مجال البحوث والتنمية والابتكار، وإقامة تعاون مع الشركات والمؤسسات الصناعية لإنتاج وتطوير منتجات للأسواق المحلية والعالمية. وكذلك تعدّ كلية العلوم في الجامعة الأردنية واحدة من المراكز البحثية المهمة في مجال النانوتكنولوجي (وزارة البيئة الأردنية، 2016).

إن تعريف النانوتكنولوجي واسع كتطبيقاتها، ونظراً لأن هذه التقانة تنمو وتتغير بسرعة، فإن التخصصات المختلفة المرتبطة بها اختلفت في فهمها وتصورها، وهذا زاد من صعوبة تقديم تعريف واحد دقيق للنانوتكنولوجي (Holle, 2009). ولكن مبادرة النانوتكنولوجي الوطنية قامت بتقديم تعريف مبسط لها، كان هو الأكثر شيوعاً واستخداماً. واقتصر هذا التعريف على الأنشطة على الصعيد الذري والجزيئي في مستوى القياس (1-100) نانومتر، حيث تكون المواد والأنظمة والأجهزة في هذا المستوى تحمل خصائص جديدة كلياً بسبب بنيتها الجزيئية الصغيرة. وتركز

منها تقديم تصور لكيفية إدخال النانوتكنولوجي في مناهج طلبة هندسة الكمبيوتر والإلكترونيات والمطبقة في مرحلة البكالوريوس في جامعة ستوني بروك، وذلك بتدريس النانوتكنولوجي وتطبيقاتها في مجال الإلكترونيات وصناعة الكمبيوتر وإنتاج الآلات النانوية، وقد تمّ بناء التصور بمدخل تكاملي يجمع بين علم المواد النانوية والمواد الأخرى.

وقامت لو (Lu, 2009) بدراسة لتقصي مدى فهم طلبة الهندسة في السنة الأولى في جامعة فرجينيا في الولايات المتحدة الأمريكية للنانوتكنولوجي، ومصادر معرفتهم عنها. ووجدت الدراسة أن معظم الطلبة المشاركين في الدراسة تعرفوا على مصطلح "النانو" من خلال المجالات العلمية الشائعة، ووجدت الباحثة أن بعض الطلبة ينظر إلى هذا المصطلح كوحدة قياس فقط، في حين أفاد عدد ضئيل من الطلبة بأنه تعرّف على مصطلح النانو من خلال تعليم النانوتكنولوجي. وأظهرت النتائج كذلك أنه في الوقت الذي أظهر فيه طلبة الهندسة في السنة الأولى ضعفاً في فهمهم العميق للنانوتكنولوجي، إلا أنهم أبدوا تفاؤلاً كبيراً نحوها ونحو استخداماتها وتطبيقاتها في الحياة العملية.

وكان الهدف من الدراسة التي أجرتها لين ولين وهوو (Lin, & Wu, 2012) تطوير أدوات مناسبة لتقييم المعرفة العامة بالنانوتكنولوجي واتجاهاتهم العامة نحوها، بالإضافة إلى تقصي العلاقة بين مستوى المعرفة بالنانوتكنولوجي والاتجاهات نحوها. وتمّ تطبيق الأدوات على عينة تكونت من 209 من المواطنين البالغين الذين تراوحت أعمارهم بين (18-65). وكشفت النتائج عدم وجود علاقة بين اتجاهاتهم نحو النانوتكنولوجي ومستوى ثقافتهم بالحكومة والصناعة، وعدم وجود علاقة بين مستوى معرفتهم العامة بالنانوتكنولوجي واتجاهاتهم نحوها.

وأجرى رينجر (Ringer, 2014) في جامعة أركانساس دراسة لتقصي التحديات التي تواجه إدخال النانوتكنولوجي في مناهج العلوم، والتطوير الفعال لطرق تدريسها، بحيث تتماشى مع المعايير الدولية لتدريس العلوم. وأكد الباحث بأنه يجب على مؤسسات التعليم العالي في مختلف مناطق الولايات المتحدة الأمريكية أن تسعى إلى تطوير مهني عالي الجودة، وتشجيع الطلبة لرؤية العلاقة بين العلوم، التكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات من خلال دراسة المفاهيم الأساسية والتطبيقات المتعددة للنانوتكنولوجي، إذ إن تطوير مناهج العلوم بحيث تتكامل مع النانوتكنولوجي ستمكن الطلبة من ربط العلوم بحياتهم، وسيتحول ذلك تدريجياً إلى اهتمام بدراسة العلوم والهندسة كتخصص ومهنة مستقبلية.

وحاولت لاكين وهان وديفيز (Lakin, Han, & Davis, 2016) تقصي مستوى اهتمام طلبة الهندسة في السنة الأولى بالتحديات الكبرى التي تواجههم في مختلف موضوعات النانوتكنولوجي. وتمّ إجراء مسح لعينة كبيرة من طلبة الهندسة المسجلين في مساق

العلاجية، مما يؤدي إلى تقليل نسبة المضاعفات والأضرار الجانبية في الأنسجة الطبيعية المحيطة. وفضلاً عن ذلك، فقد يُصبح الوصول إلى أماكن عميقة وصعبة التشريح بالجسم أمراً ممكناً. وهذه جميعها فوائد لها أهمية كبيرة في العمليات الجراحية، وخاصة جراحة المخ والأعصاب (Mattei & Rehman, 2015).

وبالرغم من كل هذه المزايا للنانوتكنولوجي وتطبيقاتها الواسعة التي شملت كل مجالات الحياة، إلا أنّ هناك الكثير من المخاوف والمخاطر التي تلوح في الأفق، ولا سيما أنّ جزيئات النانو صغيرة جداً إلى الحد الذي يمكنها من التسلسل وراء جهاز المناعة في الجسم البشري، وبإمكانها أيضاً أن تنفذ للداخل من خلال غشاء خلايا الجلد والرئة، والذي يثير القلق بشكل أكبر هو أنّ جسيمات النانو بإمكانها أن تتخطى الأغشية الدماغية أيضاً. وقد أظهرت دراسات أجريت في جامعة ساوثرن ميثودوست (Southern Methodist) وجامعة روشستر (Rochester) أنّ الكربون سداسي الأبعاد الناتج، والمواد النانوية الأخرى قد يتمّ امتصاصها من الدماغ، إلا أنّ مستويات الضرر التي قد تنتج ما زالت قيد الدراسة (Feeder, 2004).

ولكن، ومع وجود هذه المخاوف التي قد تتدر بالخطر، إلا أنّ ردود الفعل العالمية الأولية للنانوتكنولوجي حتى الآن معظمها إيجابي، ويتوقع أن تكون فوائدها أعظم بكثير من مخاطرها على الحضارة الإنسانية. وتأمّل في الوصول إلى طرق جديدة للتغلب على الأمراض، مما يجعل المجتمع يشعر بالتفاؤل حول هذه التكنولوجيا الواعدة (Holly, 2009).

لهذا لاقت هذه التكنولوجيا اهتماماً خاصاً وإقبالاً كبيراً من عدد كبير من الباحثين في جميع أرجاء العالم. وأجريت العديد من البحوث والدراسات التربوية حول كيفية تعلم وتعليم النانوتكنولوجي، ونشر ثقافتها لدى جميع أفراد المجتمعات. ومن هذه الدراسات على سبيل التمثيل لا الحصر، ما قام به كموا وكيم وروش (Kamoua, Kimand & Roach, 2006) في جامعة ستوني بروك (Stony Brook University) لتقصي أثر إدخال المفاهيم الأساسية للنانوتكنولوجي في المنهج الدراسي لطلبة الهندسة الكهربائية والحاسوب، مع التركيز بشكل خاص على الدوائر ونظام التصميم. وبينت نتائج دراستهم أنّ الطلبة أظهروا اهتماماً كبيراً بهذه التكنولوجيا الواعدة، لاقتناعهم بأثرها الكبير في مجال عملهم وتخصصاتهم، وشارك عدد كبير منهم في أبحاث النانوتكنولوجي التي تجرى في الجامعة في الصيف، وكذلك في مراكز الأبحاث والجامعات الأخرى. وخلصت الدراسة أنه لفهم هذه التكنولوجيا الجديدة المتطورة، والاستفادة من مزاياها الكبيرة يجب تصميم برامج تعليمية تتجه نحو الإلكترونيات النانوية بحيث تتوافق مع المناهج القائمة وتندمج بها.

وكان الباحثان كيم وكموا قد أجريا في نفس السياق دراسة سابقة مع بسالي (Kim, Kamoua & Pacelli, 2005) كان الهدف

يلاحظ من مطالعة الأدب التربوي السابق المتعلق بالنانوتكنولوجي كثرة الدراسات التي تناولت هذا الموضوع على اختلاف منهجياتها وأهدافها، وهذا يدل بشكل واضح على أهميته، وأنه محط أنظار الباحثين في جميع دول العالم. ويلاحظ من نتائج الدراسات التي سعت للكشف عن مستوى الإلمام بالنانوتكنولوجي، تدني مستوى المعرفة العامة لدى جميع شرائح وفئات المتعلمين والمعلمين، وكذلك أفراد عامة المجتمع. ويلاحظ كذلك تأكيد جميع هذه الدراسات على أهمية تعليم النانوتكنولوجي، وضرورة إدماجها وإدخال مفاهيمها إلى المناهج والبرامج التعليمية في المدارس والجامعات، ونشر ثقافتها لدى جميع أفراد المجتمع. فالتنوير العلمي والتكنولوجي أصبح حالياً ضرورة عالمية ومتطلباً إجبارياً من متطلبات الثقافة العلمية في القرن الواحد والعشرين.

أما من مطالعة الدراسات السابقة العربية المتعلقة بالنانوتكنولوجي، فيلاحظ أنه وبالرغم من أهمية هذا الموضوع، فإنه لم يعط حقه من الدراسة والبحث على الصعيد التربوي. وفي الأردن تحديداً، لم يتم العثور على أية دراسات تربوية تناولت موضوع النانوتكنولوجي. علماً بأن الأردن لم يقف موقف المتفرج على ركب النانوتكنولوجي الذي التحقت به جميع الدول المتقدمة، وبعض الدول النامية ومنها دول عربية كالسعودية وقطر والإمارات وعمان ومصر، بل خطت الأردن خطوات ملحوظة في هذا المجال. وفي الوقت الذي تم نشر ما يزيد على 200 من المنشورات العلمية الأردنية في مجال العلوم الصرفة للنانوتكنولوجي (وزارة البيئة الأردنية، 2016)، فإنه لم يتم العثور على أية بحوث تربوية تتعلق بالنانوتكنولوجي (Nanotechnology Education). هذا في الوقت الذي بدأ فيه الأردن بالفعل بنشر ثقافة النانوتكنولوجي في مناهجه الوطنية المركزية كما فعلت وزارة التربية والتعليم الأردنية في مرحلة التطوير الأخيرة التي بدأت في عام 2015، حيث قامت بإدخال بعض المعارف والتطبيقات المتعلقة بالنانوتكنولوجي في بعض كتب العلوم الجديدة، وكمثال على ذلك يمكن الرجوع إلى كتاب (الفيزياء للصف العاشر، ج1). وكذلك بدأت بعض الجامعات الأردنية تعدل في برامجها التعليمية وتطرح مساقات تعريفية بالنانوتكنولوجي لطلبة كلية الهندسة كجامعة البلقاء، وجامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية. وهذا يتطلب تضامناً الجهود البحثية للقيام بالعديد من الدراسات التربوية لتقييم جدوى ما هو قائم وتلمس نقاط القوة والقصور في هذه المناهج والبرامج والمشاريع للارتقاء بها وتحسينها، وربما كان هذا أحد المبررات القوية للقيام بهذه الدراسة.

#### مشكلة الدراسة

تقف الحضارة الإنسانية على أعتاب ثورة نانوتكنولوجية جديدة من نوعها، مختلفة كلياً عن سابقتها، وهي أكثر الثورات العلمية والتكنولوجية هيمنة وسيطرة في المستقبل، لنفوذها العميق في جميع التخصصات، وانعكاساتها على مختلف المجالات الصحية

تمهيد في الهندسة، وكان الهدف من هذا المسح قياس مدى اهتمامهم بالنانوتكنولوجي والتحديات التي تواجههم، وكذلك معرفة تصوراتهم حول العلاقة بين النانوتكنولوجي والتحديات التي تواجههم. إضافة إلى معرفة وجهات نظرهم حول الموضوعات المتعلقة بقضايا رفيعة المستوى وأكثرها إثارة للاهتمام مثل الهندسة العكسية للدماغ، وكذلك الموضوعات التي لها أبعاد اجتماعية إيجابية، مثل الحصول على مياه نظيفة. وبالنسبة للطالبات، كانت المواضيع الأكثر اهتماماً وإثارة بالنسبة إليهن تلك المتعلقة بتقدم المعلوماتية الصحية، وبهندسة أدوية أفضل. في حين أن الطلاب كانوا يميلون نحو النانوتكنولوجي.

وأما على الصعيد العربي، فقد كانت الدراسات التربوية التي أجريت في هذا المجال قليلة جداً، ومن هذه الدراسات الورقة العلمية التي قدمها سلامة (2008) في مؤتمر النانوتكنولوجي الذي عقدته الجامعة الأردنية في عمان في الفترة من 10-13 تشرين الثاني 2008. وتقصى الباحث أثر توظيف الخيال العلمي والمتاحف العلمية والإعلام العلمي وبرامج الأطفال والألعاب الإلكترونية في تعريف الطلبة وعامة المجتمع بالنانوتكنولوجي وتطبيقاتها الحالية والمستقبلية.

وكذلك ما قامت به شلبي (2013) من محاولة لوضع تصور مقترح لدمج النانوتكنولوجي في مناهج العلوم في مراحل التعليم العام، من خلال قيامها بتحديد المحاور الرئيسة لهذه التقانة، وما يتضمنه كل محور من مفاهيم رئيسة وفرعية، ومشروعاتها وتجارب الدول المتعلقة فيها. ثم قامت ببناء خريطة مفاهيمية لتوضح مدى وتتابع هذه المفاهيم الرئيسة والفرعية عبر المراحل الثلاثة للتعليم العام.

وفي مصر، هدفت دراسة عبدالعزيز (2014) إلى الكشف عن مستوى وعي معلمي العلوم الزراعية قبل الخدمة بمفاهيم النانوتكنولوجي وتطبيقاتها. وكشفت النتائج تدني مستوى الوعي لديهم. وأوصت الدراسة بضرورة إدراج مفاهيم النانوتكنولوجي وتطبيقاتها في المناهج والبرامج الأكاديمية.

وفي السعودية، كشفت نتائج الشهري (2012) فاعلية توظيف برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي في مدينة الطائف مفاهيم النانوتكنولوجي وتحسين اتجاهاتهم نحوها. وفي السعودية أيضاً، قام عليان والعرعج (2015) بدراسة مشابهة في مدينة الأحساء كشفت نتائجها فاعلية برنامج تعليمي في زيادة وعي طلبة المرحلة الثانوية بقضايا النانوتكنولوجي، في حين لم تظهر النتائج فروقاً دالة في اتجاهاتهم تعزى إلى البرنامج التدريبي.

وفي اليمن، كشفت نتائج دراسة المعمري (2012) تدني مستوى الثقافة النانوية لدى معلمي العلوم للمرحلة الثانوية في مدينة تعز، وعن اتجاهات إيجابية بشكل مرتفع نحو النانوتكنولوجي.

## أهداف الدراسة

تهدف الدراسة الحالية تقييم فاعلية إدخال مساق تعريفى بالنانوتكنولوجيا في الخطة الدراسية لمرحلة البكالوريوس في تخصص هندسة المواد التابع لكلية الهندسة في جامعة البلقاء التطبيقية في الأردن. والكشف عن مستوى معرفة الطلبة بأساسيات النانوتكنولوجيا واتجاهاتهم نحوها قبل دراستهم المساق، وتقصي مدى التغيير الذي طرأ على مستوى معرفتهم واتجاهاتهم نحو هذه التقنية الحديثة وتطبيقاتها في الحياة العملية بعد دراستهم لهذا المساق التعريفى بالنانوتكنولوجيا. ومعرفة هل توجد علاقة ارتباطية بين مستوى معرفة الطلبة بأساسيات النانوتكنولوجيا واتجاهاتهم نحوها بعد دراستهم المساق؟

## أهمية الدراسة

- تنبثق أهمية الدراسة الحالية كونها جاءت منسجمة مع ما تتطلبه الثورة المعرفية والتكنولوجية من ضرورة إمام الطلبة بمفاهيم النانوتكنولوجيا وتطبيقاتها في الحياة العملية ومزاياها وأثارها، لما لذلك من ارتباط بمجالات الحياة المختلفة على صعيد الصحة والغذاء والدواء والبيئة والمياه والإنتاج الحيواني والنباتي.
- كما تنبعث أهميتها كون معرفة اتجاهات الطلبة نحو النانوتكنولوجيا قد يعكس استعداداتهم وميولهم للإقبال على دراسة هذه التكنولوجيا الناشئة الواعدة، أو اختيار تخصص أو مهنة لها علاقة بها في المستقبل. كما أنه قد يساعد في زيادة فاعلية هذا المساق من جهة، وتحسين مستوى الثقافة العلمية للطلبة وتنوهم العلمي والتكنولوجي من جهة أخرى.
- تزويد القائمين على إعداد وتطوير البرامج العلمية في الجامعات بتغذية راجعة عن الخطط الدراسية لبرامج إعداد الطلبة في الكليات العلمية والهندسية في هذه الجامعات، مما سيكون له أثر في تطوير البرامج التعليمية.
- وقد تفتح هذه الدراسة المجال أمام الباحثين والدراسين وتستحثهم لإجراء المزيد من الدراسات التي يمكن أن تكون داعمة أو مكملة للدراسة الحالية، مما قد يساعد في تحديد إطار عمل لتطوير النانوتكنولوجيا في الأردن.

## التعريفات الإجرائية

النانوتكنولوجيا (Nano Technology): حددت المبادرة الوطنية الأمريكية للنانوتكنولوجيا تعريفاً لها بأنها: "الفهم والسيطرة على المادة بأبعاد تتراوح تقريبا من 1 إلى 100 نانومتر، وهي تتعلق بتصوير وقياس وقولية ومعالجة المواد عند هذا النطاق من الحجم" (NNI,2009). أي أنها تلك التكنولوجيا التي تتعامل مع أجسام ومعدات وآلات دقيقة جداً تقع في البعد النانوي الذي يتراوح بين (1-100) نانومتر. وتعنى هذه التكنولوجيا بالتحكم

والبيئية والزراعية والاقتصادية والاجتماعية (Drexler, 2013). وبسبب النانوتكنولوجيا سنرى اكتشافات علمية مذهلة لم يسبق لها مثيل، وسنرى الكثير من التغيرات في الثلاثين سنة المقبلة تفوق ما قدمته البشرية خلال القرن الماضي بأكمله (Keiper,2003; Holly,2009). لذلك فليس أمامنا خيار إلا أن نخوض غمارها وأن نحاول تقليص مخاطرها. فنظرية النعامة لم تعد تجدي نفعاً في ظل ثورة الاتصالات الرقمية التي غدا معها العالم أشبه بقرية صغيرة.

ولذا يصبح الوعي بالنانوتكنولوجيا ومفاهيمها من متطلبات التربية العلمية، وهدفاً أساسياً من أهداف تدريس العلوم لجميع المتعلمين في جميع المراحل التعليمية، ولا سيما لطلبة الهندسة في المرحلة الجامعية، حتى يتسنى لهم القيام بواجباتهم المهنية على أكمل وجه. وهذا يتطلب إعادة النظر في برامج إعداد الطلبة بحيث تواكب التغيرات والمستجدات العلمية والتكنولوجية التي يمر المجتمع بها، لتنمية أفراد متنورين علمياً وتكنولوجياً ويحملون اتجاهات علمية إيجابية نحو هذه التقنيات الحديثة وقادرين على الولوج فيها واستخدامها والحد من تداعياتها المحتملة التي قد تحدث نتيجة الجهل بإدارتها وكيفية التعامل معها.

ونظراً لما أثبتته نتائج كثير من الدراسات (Shrigley,1983; Oliver & Simpson,1988; Norwich & Duncan,1990; Osborne,2003) من علاقة ارتباطية موجبة وقوية بين اتجاهات المتعلم نحو موضوع ما، وبين نجاحه في تحصيل معارف هذا الموضوع، ودافعيته لتعلمه وتقبل مفاهيمه وتوظيفه لها في حياته، أو اختيار مهنة أو تخصص له علاقة بذلك الموضوع مستقبلاً، هذا بالإضافة إلى ثقته بنفسه وتقديره لذاته، جاءت هذه الدراسة لتقصي أثر دراسة مساق تعريفى بالنانوتكنولوجيا لطلبة مرحلة البكالوريوس في تخصص هندسة المواد في جامعة البلقاء التطبيقية في الأردن، في إكساب الطلبة معرفة واتجاهات نحو النانوتكنولوجيا، ومعرفة العلاقة بين مستوى معرفتهم بالنانوتكنولوجيا واتجاهاتهم نحوها.

## فرضيات الدراسة

**الفرضية الأولى:** لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ( $\alpha=0.05$ ) في الوسط الحسابي لاستجابات طلبة هندسة المواد على اختبار اكتساب أساسيات النانوتكنولوجيا قبل دراستهم مساق "تكنولوجيا المواد النانوية" وبعدها.

**الفرضية الثانية:** لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ( $\alpha=0.05$ ) في الوسط الحسابي لاستجابات طلبة هندسة المواد على مقياس الاتجاه نحو النانوتكنولوجيا قبل دراستهم مساق "تكنولوجيا المواد النانوية" وبعدها.

**الفرضية الثالثة:** لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ( $\alpha=0.05$ ) بين مستوى معرفة طلبة هندسة المواد بأساسيات النانوتكنولوجيا واتجاهاتهم نحوها بعد دراستهم مساق "تكنولوجيا المواد النانوية".

لتقصي اتجاه وقوة العلاقة بين درجة اكتساب الطلبة لأساسيات النانوتكنولوجي واتجاهاتهم نحوها.

### مجتمع الدراسة

تكون مجتمع الدراسة من طلبة هندسة المواد في جامعة البلقاء التطبيقية/ المركز، والبالغ عددهم حوالي (100) طالبا وطالبة. وهم الطلبة الذين قبلوا في كلية الهندسة/ تخصص هندسة المواد في جامعة البلقاء التي هي الجامعة الوحيدة من بين جميع الجامعات الأردنية التي تضم هذا التخصص. وهؤلاء الطلبة يشترط لقبولهم أن يكونوا حاصلين على شهادة الثانوية العامة/ الفرع العلمي بمعدل لا يقل عن (80%). وخلال انتسابهم للجامعة يكونون قد أنهوا خلال سنوات دراستهم الأولى دراسة العلوم الأساسية وعلم البلورات (Crystallography)، ومساقا في الفيزياء الميتالورجية (Physical Metallurgy)، ومساق التحولات الطورية (Phase Transformation)، وكذلك أنهوا عدة مساقات كمتطلبات إلزامية في علم الملمرات (Polymers Science)، ومساقا في مادة السيراميك (Ceramic material)، والعديد من المساقات في المجالات الأخرى لعلم المواد.

### عينة الدراسة

تكونت عينة الدراسة من (24) طالبا وطالبة من الطلبة المسجلين لمساق "تكنولوجيا المواد النانوية" (Technology of Nano Material) في الفصل الأول من العام الدراسي (2015-2016)، والمنتظمين في الدراسة، وهؤلاء الطلبة ملزمين بدراسة هذا المساق، نتيجة تعديل خطتهم الدراسية بحيث أصبح هذا المساق مساقا إجباريا بالنسبة لهم، وجميعهم من مستوى سنة رابعة وخامسة.

### أدوات الدراسة

أولا: اختبار المعرفة بأساسيات النانوتكنولوجي

لقياس مستوى معرفة الطلبة بأساسيات النانوتكنولوجي، تمّ بناء اختبار بالاستعانة بمدرس المساق، ومن خلال الرجوع إلى بعض مصادر المساق (Hornyak, Tibbals, Dutta, & Moore, 2010; Gunter, 2009). وبعد تحديد الغرض من الاختبار والسماح المراد قياسها ونوع السؤال الملائم لقياسها، تمّ تحديد مجالات محتوى الاختبار، وخصرت في أربعة مجالات رئيسة هي: المفاهيم والمبادئ الأساسية للنانوتكنولوجي والخواص المميزة للمواد النانوية، والتطبيقات العملية للنانوتكنولوجي، وطرائق تصنيع وإنتاج المواد النانوية، وأدوات قياسها وفحصها. تكون الاختبار بصورته النهائية من (35) سؤالا توزعت على نوعين من الأسئلة: نوع مقالتي، وكان عددها (12) سؤالا، والآخر موضوعي وعددها (23) سؤالا، وكان لكل سؤال أربعة بدائل واحدة منها فقط صحيحة.

والسيطرة على المادة في المستوى النانوي، كما أنها تهتمّ بإنتاج وتصنيع وحدات وأدوات تقع أحجامها في المستوى النانوي.

طلبة هندسة المواد: هم الطلبة الذين قبلوا في كلية الهندسة/ تخصص هندسة المواد في جامعة البلقاء التطبيقية. وهم الطلبة المنتظمين في الدراسة/ تخصص هندسة المواد، وقطعوا من المواد الدراسية ما لا يقل عن مائة ساعة معتمدة بواقع (3) ساعات معتمدة لكل مساق.

مساق "تكنولوجيا المواد النانوية": هو مساق تعريف يهدف إلى إكساب الطلبة أساسيات النانوتكنولوجي. ويتضمن المساق أربعة أبعاد رئيسة هي: الأول، وهو عبارة عن مدخل تعريف يهدف إلى إكساب الطلبة معرفة بالمفاهيم والمبادئ والخواص الأساسية المميزة للمواد النانوية، ويتضمن الثاني التطبيقات العملية للنانوتكنولوجي، ويتضمن الثالث طرائق تصنيع وإنتاج المواد النانوية، وأما الرابع فيتضمن أدوات قياس وفحص المواد النانوية.

أساسيات النانوتكنولوجي: ويقصد بها المعارف الأساسية المتعلقة بالنانوتكنولوجي، والتي تتضمن المفاهيم والمبادئ الأساسية للنانوتكنولوجي، وخصائص المواد في المقياس النانوي، والتطبيقات العملية للنانوتكنولوجي في المجالات المختلفة (البيئية، الصناعية، والزراعية، والطبية، والدوائية... إلخ)، وطرائق تصنيع وإنتاج المواد النانوية، وأدوات قياسها وفحصها.

الاتجاهات نحو النانوتكنولوجي: يقصد بها في هذه الدراسة الشدة الانفعالية التي يبديها الطلبة نحو رغبتهم بدراسة علوم وتكنولوجيا النانو واستمتاعهم بها، ونحو تقدير قيمة وأهمية التطبيقات العملية لهذه التكنولوجيا في حلّ كثير من المشكلات التي يواجهها المجتمع الإنساني، وكذلك مخاوفهم وحذرهم من الخطورة والأضرار التي قد ترافق هذه التكنولوجيا الناشئة، ومعوقات وتحديات تعلمها وإنتاجها. وتقاس بالدرجة التي يحصل عليها الطالب نظير استجابته على فقرات المقياس المعدّ لهذه الغاية.

### محددات الدراسة

- 1- اقتصرت عينة الدراسة على طلبة هندسة المواد المسجلين لمساق "مقدمة في النانوتكنولوجي" في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي 2015-2016.
- 2- اقتصرت المعرفة بأساسيات النانوتكنولوجي التي سيتمّ قياس مستواها لدى طلبة هندسة المواد لها على المجالات الأربعة الرئيسية التي تضمنها المساق.

### الطريقة

#### منهج الدراسة

لتحديد فاعلية دراسة المساق التعريفي بالنانوتكنولوجي اتبعت الدراسة منجماً شبه تجريبي بتصميم المجموعة التجريبية الواحدة ذي القياسين القبلي والبعدي. واتبعت كذلك منهجاً وصفيًا ارتباطيًا

## صدق الاختبار وثباته

للتأكد من صدق الاختبار، تمّ عرضه على مجموعة من ذوي الخبرة والاختصاص في مجال النانوتكنولوجي والمناهج وطرق التدريس والقياس والتقويم واللغة، وذلك لإبداء رأيهم في الاختبار من حيث: ملاءمة الاختبار لقياس ما أعد له، ومدى سلامة وملاءمة الصياغة اللغوية للسؤال ووضوح فكرته، ومدى اتساق البدائل، ومدى وضوح كفاية التعليمات، وصحة البديل المشار إليه على أنه يمثل الإجابة الصحيحة، وتمّ إجراء التغييرات المناسبة في ضوء ذلك.

وللكشف عن دلالات صدق الاختبار، تمّ حساب معاملات الصعوبة والتمييز لفقراته، وتراوحت معاملات الصعوبة بين (0.58-0.82)، ومعاملات التمييز بين (0.37-0.68). وعليه فإن جميع فقرات الاختبار مناسبة لتحقيق هدف الدراسة.

وللتأكد من ثبات الاختبار، تمّ تطبيقه على عينة استطلاعية مكونة من (7) طلاب من مجتمع الدراسة ومن خارج عينتها، وتمّ إعادة تطبيقه على العينة نفسها بعد أسبوعين. وتمّ حساب معامل ثبات الاتساق الداخلي، حيث بلغت قيمته (0.91)، ومعامل ثبات الإعادة (0.82)، وهي قيم مناسبة لتحقيق هدف الدراسة.

## ثانياً: مقياس الاتجاهات نحو النانوتكنولوجي

تكونت الأداة الثانية للدراسة من مقياس للاتجاهات، وتمّ بناء هذا المقياس بعد الاطلاع على الأدب التربوي المتعلق بكل من الاتجاهات والنانوتكنولوجي (Shrigley & Koballa, 1984; Fischer, et al., 2012; Lin, Lin & Wu, 2013; Lakin, Han, & Davis, 2016). تكون المقياس من (29) فقرة بعد الأخذ بملاحظات المحكمين. وتمت الاستجابة عليها وفقاً لتدرج ليكرت الخماسي (موافق بشدة، موافق، غير متأكد، معارض، معارض بشدة).

جدول (1): نتائج اختبار ت للعينات المزدوجة (Paired Samples T-Test) للتعرف على الفروق بين القياسين القبلي والبعدي لاستجابات الطلبة على اختبار المعرفة بأساسيات النانوتكنولوجي

المجال	القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	T	الدلالة الإحصائية
مدخل تعريف	البعدي	17.60	5.23	14.52	0.00
	القبلي	3.42	5.65		
التطبيقات العملية	البعدي	18.44	2.95	18.52	0.00
	القبلي	7.12	2.63		
طرائق تصنيع وإنتاج المواد النانوية	البعدي	16.31	4.26	15.36	0.00
	القبلي	3.35	0.65		
أدوات قياس وفحص المواد النانوية	البعدي	18.02	3.06	17.42	0.00
	القبلي	2.36	1.32		
اختبار المعرفة النانوية ككل	البعدي	70.38	11.89	25.36	0.00
	القبلي	16.25	6.53		

## متغيرات الدراسة

المتغير المستقل: دراسة مساق تعريف النانوتكنولوجي (تكنولوجيا المواد النانوية).

## المتغيرات التابعة:

- 1- المعرفة النانوية لدى طلبة هندسة المواد.
- 2- اتجاهات الطلبة نحو النانوتكنولوجي.

## إجراءات الدراسة

لتحقيق أهداف هذه الدراسة، تمّ اتباع الإجراءات الآتية:

1. تمّ تطبيق اختبار المعرفة بأساسيات النانوتكنولوجي ومقياس الاتجاهات على عينة الدراسة قبل البدء بدراسة المساق لتحديد مستوى معرفتهم بأساسيات النانوتكنولوجي واتجاهاتهم نحوها.
2. تمّ تدريس المحتوى الذي تمّ تحديده كمقرر لمساق "تكنولوجيا المواد النانوية" لعينة الدراسة، واستغرق تدريسه أربعة عشر أسبوعاً بواقع 3 ساعات أسبوعياً.
3. تمّ تطبيق اختبار المعرفة بأساسيات النانوتكنولوجي ومقياس الاتجاهات على عينة الدراسة بعد الانتهاء من دراسة المساق.

## نتائج الدراسة ومناقشتها

فيما يأتي عرض النتائج ومناقشتها وفقاً لتسلسل فرضياتها:

## أولاً: النتائج المتعلقة بالفرضية الأولى

لاختبار صحة الفرضية، تمّ حساب الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لعلامات الطلبة في القياسين القبلي والبعدي لمجالات الاختبار الأربعة وللاختبار ككل، وتمّ إجراء اختبارات للعينات المزدوجة (Paired Samples T-Test) للتعرف على الفروق بين القياسين القبلي والبعدي، وجدول (1) يوضح ذلك.

كدراسة كموا وكيم وروش (Kamoua, Kim & Roach, 2006) التي كشفت أن طلبة الهندسة الكهربائية والحاسوب في جامعة ستوني بروك أظهروا اهتماما كبيرا بالنانوتكنولوجي، لاقتناعهم بأثرها الكبير في مجال تخصصاتهم، بعد دراستهم لمساق تمّ تعديله وإدخال المفاهيم الأساسية للنانوتكنولوجي فيه.

أما بالنسبة لتفسير سبب الأداء المنخفض للطلبة في الاختبار القبلي، وعدم إلمامهم بالثقافة النانوية، فيمكن إرجاعه إلى المناهج الدراسية المركزية المحورية التي تطبق في الأردن من وزارة التربية والتعليم، تلك المناهج القديمة التي تمّ تطويرها في عام 2005 والمطبقة في جميع المدارس الأردنية منذ ذلك الحين وحتى عام 2015 لا تحتوي أية معلومات عن النانوتكنولوجي، ولا توجد بها أية إشارة مباشرة أو غير مباشرة عن هذه التكنولوجيا الحديثة (حسب تحليل قامت به الباحثة لكتب العلوم ولجميع الصفوف في جميع المراحل الدراسية). وبالتالي لم يحصل الطلبة بمجملم على ما يتقنهم ويجعلهم ملمين بهذه التكنولوجيا الناشئة (وزارة التربية والتعليم، 2016). واتفقت هذه النتيجة مع نتائج دراسة كل من: (Lu, 2009; المعمرى، 2012، عبدالعزيز، 2014) والتي كشفت جميعها عن انخفاض مستوى إلمام الطلبة بالمعرفة النانوية بتباين مجتمعات الدراسة وأماكنها.

### ثانياً: النتائج المتعلقة بالفرضية الثانية

لاختبار صحة الفرضية، تمّ استخراج الأوساط الحسابية، والانحرافات المعيارية لدرجات طلبة المجموعة التجريبية على مقياس الاتجاهات للقياسين القبلي والبعدي. كما تمّ إجراء اختبار ت للعينات المستقلة (Independent Samples T-Test) لدراسة الفروق بين القياسين كما هو في جدول (2).

جدول (2): نتائج اختبار ت للعينات المستقلة (Independent Samples T-Test) للقياسين القبلي والبعدي على مقياس الاتجاهات نحو النانوتكنولوجي

القياس	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	T	درجات الحرية	الدلالة الإحصائية
البعدي	3.57	0.27	5.36	49	0.00
القبلي	3.35	0.18			

يُظهر جدول (2) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ( $\alpha=0.05$ ) بين الأوساط الحسابية للقياسين القبلي والبعدي لاستجابات أفراد العينة على مقياس الاتجاهات، حيث بلغت قيمة (T) المحسوبة (5.36) وهي قيمة دالة إحصائية، مما يدل على وجود فروق دالة في اتجاهات الطلبة قبل دراسة المساق وبعده، ويظهر جدول (2) أن هذه الفروق كانت لصالح التطبيق البعدي بوسط حسابي (3.57)، ويوضح شكل (2) هذه الفروق.

يُبين جدول (1) أن هناك أثراً ذا دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ( $\alpha=0.05$ ) لتدريس المساق في إكساب الطلبة معرفة أساسيات النانوتكنولوجي، حيث كانت قيم (T) بين الأوساط الحسابية في القياسين القبلي والبعدي جميعها دالة إحصائية، وذلك لصالح القياس البعدي. وهذا يشير إلى نفي صحة الفرضية الأولى وعدم قبولها، وذلك للاختبار ككل ولجميع مجالاته الأربعة.



شكل (1): الفروق بين الأوساط الحسابية لدرجات الطلبة في اختبار المعرفة بأساسيات النانوتكنولوجي في القياسين القبلي والبعدي

ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن هذا المساق قد قدّم للطلبة معرفة جديدة عليهم لم يكونوا يعرفونها قبل دراسة المساق، وكان ذلك في جميع المجالات التي شملها الاختبار. ويتوضح ذلك من خلال قيم المتوسطات الحسابية لأداء الطلبة في القياس القبلي، والفروق الشاسعة بين أداء الطلبة في القياسين القبلي الذي سبق دراسة المساق وبعده دراسته. وكما هو مبين في جدول (1)، وموضح في الشكل (1) بلغ الوسط الحسابي لأدائهم في المجال الأول المتعلق باكتساب المفاهيم والمبادئ والخواص الأساسية للنانوتكنولوجي في القياس القبلي (3.42) وأصبح بعد دراسة المساق (17.60) أي بفارق (14.18) درجة. وكان الفرق بين القياسين القبلي والبعدي للمجال الثاني المتعلق بالتطبيقات العملية للنانوتكنولوجي (11.32)، وللمجال الثالث المتعلق بطرائق تصنيع وإنتاج المواد النانوية (12.96) درجة، وفي مجال أدوات قياس وفحص المواد النانوية بلغ الفرق بين القياسين القبلي والبعدي (15.66) درجة. وكان متوسط أدائهم على الاختبار القبلي بجميع مجالاته ككل (16.25%)، وعلى البعدي (70.38%). وهذا يكشف عن تحسن واضح وملحوظ في مستوى معرفتهم بأساسيات النانوتكنولوجي التي كانت ضحلة لديهم قبل دراسة المساق.

وهذا مؤشر واضح على أهمية المساق وفعاليتها في تحقيق أهدافه الرئيسية المتمثلة بإكسابهم مستوى معين من الثقافة النانوية. واتفقت هذه النتيجة مع جميع نتائج الدراسات التي تناولت بالبحث أثر دراسة مساق متخصص في النانوتكنولوجي أو إدخال بعض الموضوعات المتعلقة بهذه التقنية إلى بعض المساقات القائمة،



الأساسية والتطبيقات المتعددة للنانوتكنولوجي. إذ أن عملية تطوير مناهج العلوم المتكاملة مع النانوتكنولوجي ستمكن الطلبة من ربط العلوم بحياتهم اليومية، وسيحول ذلك تدريجياً مع الزمن إلى اهتمام بدراسة العلوم والهندسة كتخصص وكمهنة مستقبلية.

وبالعودة إلى الوسط الحسابي لاستجابات أفراد عينة الدراسة على فقرات مقياس الاتجاه في القياس القبلي المبين في جدول (2)، يلاحظ أن قيمته لم تكن منخفضة، بالرغم من تدني مستوى إلمامهم بالمعرفة النانوية. أي أن اتجاهاتهم كانت إيجابية نحو النانوتكنولوجي وأبدوا حماساً وتفاؤلاً نحو تطبيقاتها المختلفة في الحياة العملية. واتفقت الدراسة في نتائجها هذه مع نتيجة دراسة لو (Lu,2009) التي تقصت فيها مدى فهم طلبة الهندسة في السنة الأولى في جامعة فرجينيا في الولايات المتحدة الأمريكية للنانوتكنولوجي، والتي كشفت نتائجها أنه في الوقت الذي أظهر فيه الطلبة ضعفاً في فهمهم العميق للنانوتكنولوجي، إلا أنهم أبدوا تفاؤلاً كبيراً نحوها ونحو استخداماتها وتطبيقاتها في الحياة العملية. وكذلك اتفقت مع نتيجة دراسة عبد العزيز (2014) التي كشفت تدني مستوى وعي معلمي العلوم الزراعية قبل الخدمة بمفاهيم النانوتكنولوجي وتطبيقاتها المختلفة.

واتفقت الدراسة في هذه النتيجة مع نتائج دراسة الشهري (2012) التي كشفت أثراً كبيراً لبرنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب الطلبة مفاهيم النانوتكنولوجي وتحسين اتجاهاتهم نحوها. وكذلك اتفقت مع نتيجة دراسة عليان والعرفج (2015) التي أظهرت فاعلية كبيرة لبرنامج تدريبي في زيادة وعي طلبة المرحلة الثانوية بقضايا النانوتكنولوجي، فيما اختلفت معها في نتائجها التي لم تظهر فروقاً دالة إحصائية في اتجاهات الطلبة تعزى للمعالجة التجريبية.

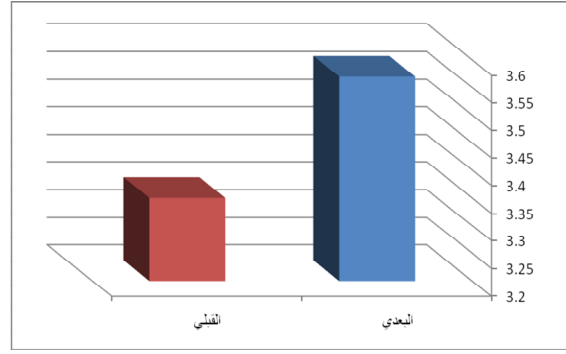
### ثالثاً: النتائج المتعلقة بالفرضية الثالثة

لاختبار صحة هذه الفرضية، تم حساب معاملات ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) بين متوسط استجابات الطلبة على أسئلة الاختبار، ومتوسط استجاباتهم على فقرات مقياس الاتجاهات نحو النانوتكنولوجي، وجدول (4) يوضح ذلك.

**جدول (4):** معاملات ارتباط بيرسون (Pearson Correlation)

بين متوسط استجابات الطلبة على اختبار المعرفة النانوية ومتوسط استجاباتهم على مقياس الاتجاهات

مقياس الاتجاهات نحو النانوتكنولوجي	المجال	معامل الارتباط	الدلالة الإحصائية
مدخل تعريفي	معامل الارتباط	0.32	0.02
التطبيقات العملية	معامل الارتباط	0.31	0.03
طرائق تصنيع وإنتاج المواد النانوية	معامل الارتباط	0.30	0.03



شكل (2): الفرق في الأوساط الحاسوبية لدرجات الطلبة على مقياس الاتجاهات نحو النانوتكنولوجي للقياسين القبلي والبعدي

كما يبدو واضحاً، فإن هناك أثراً كبيراً لتدريس المساق في تحسين اتجاهات طلبة هندسة المواد في جامعة البلقاء التطبيقية نحو النانوتكنولوجي وتطبيقاتها في الحياة العملية. وهذا يؤكد نفي الفرضية الثانية وعدم قبولها. ويمكن تفسير هذه النتيجة من خلال ما أشارت إليه الفقرات التي حصلت على درجة موافقة عالية من أفراد عينة الدراسة، والتي تدلل على إدراك الطلبة لأهمية المساق بالنسبة إليهم بعد دراستهم له، وبقناعاتهم بأنه ينبغي أن يمتلك كل طالب ثقافة علمية تمكنه من فهم مفاهيم النانوتكنولوجي ومبادئها الأساسية وخصائصها وتطبيقاتها المختلفة. ولم يوافق الطلبة المشاركون في الدراسة على أن "علوم النانوتكنولوجي هي علوم ترتبط بالخيال، ولا علاقة لها بالواقع، لذا ينبغي عدم إهدار الوقت والانشغال به" حيث حصلت هذه الفقرة على أدنى متوسط حسابي. إن هذه الفقرة من الفقرات المعكوسة (سالبة الصياغة) ووسطها الحسابي المنخفض يدل على عدم موافقتهم بأن النانوتكنولوجي علم خيالي لا يرتبط بالواقع، لأنهم لمسوا ذلك من خلال ما تعلموه في المساق عن التطبيقات العملية المختلفة للنانوتكنولوجي. لذا يرى الطلبة المشاركون في الدراسة أنه ينبغي زيادة الأبحاث في مجال النانوتكنولوجي، لأنها توفر حلولاً فاعلة لتنقية الماء والهواء والتربة من الملوثات الصناعية. وكذلك ينبغي على وزارة التربية والتعليم إدخال أساسيات النانوتكنولوجي في مناهج العلوم لجميع المراحل التعليمية، لا سيما لمرحلة ما قبل الجامعة. ويرون كذلك أن النانوتكنولوجي تستحق ما ينفق عليها من أموال، وأن تخصص لها الدول مبالغ كبيرة من ميزانياتها لدعمها وللإنفاق على بحوثها المنتشرة في الجامعات ومراكز الأبحاث المختلفة. واتفقت نتائج الدراسة مع ما أكدته دراسة رينجر (Ringer,2014) التي هدفت إلى تقصي التحديات التي تواجه إدخال النانوتكنولوجي في مناهج العلوم، والتطوير الفعال لطرق تدريس النانوتكنولوجي، بحيث تتماشى مع المعايير الدولية لتدريس العلوم. وأكدت بأنه يجب على مؤسسات التعليم العالي في مختلف مناطق الولايات المتحدة الأمريكية أن تسعى إلى تطوير مهني عالي الجودة لرؤية العلاقة بين العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات (STEM) من خلال دراسة المفاهيم

- طراً تحسن واضح وملحوظ على مستوى إلمام الطلبة بالمعرفة النانوية بعد دراستهم لهذا المساق التعريفي، حيث أظهرت النتائج فروقا دالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في الاختبار المعد لقياس معرفتهم بالنانوتكنولوجي، لصالح القياس البعدي. وهذا يدل على أثر هذا المساق في تعريف الطلبة بمفهوم النانوتكنولوجي، وخصائص المواد النانوية، وأدوات قياسها وفحصها، وطرائق تصنيعها وإنتاجها.
- تحسنت اتجاهات الطلبة نحو النانوتكنولوجي بشكل واضح وملحوظ بعد دراستهم للمساق، حيث أصبحت اتجاهاتهم إيجابية وبدرجة عالية بعد أن كانت متوسطة قبل دراستهم للمساق.
- هناك علاقة ارتباطية بين مستوى إلمام الطلبة بالمعرفة النانوية واتجاهاتهم نحوها، حيث كانت جميع قيم معاملات الارتباط للاختبار ككل ولجميع مجالاته ومقياس الاتجاهات نحو النانوتكنولوجي دالة إحصائياً.

#### التوصيات

- 1- ضرورة الإبقاء على مساق "تكنولوجيا المواد النانوية" متطلباً إجبارياً لطلبة هندسة المواد، وطرح مساق متقدم في الموضوع نفسه، على أن يقدم هذا المساق للطلبة بعد تشكيلهم الخلفية المعرفية الأساسية التي تمكنهم من الفهم العميق للنانوتكنولوجي.
- 2- استثمار الاتجاهات الإيجابية لدى الطلبة نحو النانوتكنولوجي، وضرورة طرح مثل هذا المساق التعريفي لجميع طلبة الكليات العلمية لما له من أثر في تعريفهم بالنانوتكنولوجي وتطبيقاتها الأساسية في الحياة العملية، لمحو الأمية النانوتكنولوجية التي كشفت الدراسة عن تفتيتها لدى الطلبة قبل دراستهم للمساق.
- 3- نشر الثقافة التكنولوجية وبصفة خاصة المتعلقة بالنانوتكنولوجي وتطبيقاتها لدى جميع الطلبة على مختلف تخصصاتهم، وتوعيتهم بأهميتها وأضرارها، وأخلاقيات استخدامها.
- 4- إجراء دراسات لتحليل محتوى مقررات البكالوريوس المتعلقة ببرامج إعداد طلبة كليات الهندسة في ضوء مفاهيم النانوتكنولوجي وتطبيقاتها المختلفة لمعرفة مدى اشتغالها على الأبعاد الأساسية للنانوتكنولوجي.

المجال	مقياس الاتجاهات نحو النانوتكنولوجي
أدوات قياس وفحص المواد النانوية	معامل الارتباط الدلالة الإحصائية 0.38 <b>0.01</b>
اختبار المعرفة النانوية ككل	معامل الارتباط الدلالة الإحصائية 0.40 <b>0.00</b>

يُظهر جدول (4) وجود علاقة ارتباطية موجبة دالة عند مستوى الدلالة ( $\alpha = 0.05$ ) بين مستوى معرفة الطلبة بأساسيات النانوتكنولوجي واتجاهاتهم نحوها، حيث كانت جميع قيم معاملات الارتباط بين درجات الطلبة في اختبار المعرفة النانوية ومقياس الاتجاهات نحو النانوتكنولوجي دالة للاختبار ككل ولجميع مجالاته الأربعة، وهذا ينفي صحة الفرضية الثالثة.

ولم تتفق الدراسة في هذه النتيجة مع دراسة لين ولين وهوو (Lin, Lin, & Wu, 2012) التي كشفت نتائجها عدم وجود علاقة بين مستوى المعرفة العامة بالنانوتكنولوجي واتجاهاتهم العامة نحوها لدى عينة الدراسة والبالغ عددهم 209 والذين تتفاوت أعمارهم بين (18-65). وربما يعزى عدم الاتفاق هذا إلى اختلاف عينة الدراسة، وعدم تجانسها من حيث فئات الأعمار، هذا من ناحية، والناحية الأهم أن لين ورفاقها استخدمت في دراستها المنهج الوصفي المسحي، ولم تعرض العينة لأي نوع من التدريس أو التدريب على النانوتكنولوجي، وهذا ما جعل العلاقة متذبذبة بين الاتجاه ومستوى المعرفة.

وهذا ما أكدته نتائج دراسة تورملا وبيتي (Tormala & Petty, 2002) التي أظهرت بأن التعرض المتكرر لمعلومات تؤكد الاتجاهات القائمة قد تؤدي إلى أن يصبح المتلقي للمعلومات أكثر ثقة في اتجاهه، حتى إذا لم يصبح الاتجاه أكثر إيجابية أو سلبية، في حين إذا كان الشخص يتلقى معلومات تعارض اتجاهاته القائمة، فإن الاتجاه نفسه من الممكن أن لا يتغير، لكن الثقة التي يمتلكها الفرد قد تنخفض (Tormala, Clarkson & Petty, 2006). ومن هنا يتضح بأن الاتجاهات الإيجابية نحو النانوتكنولوجي المقترنة بالمعرفة العلمية بالنانوتكنولوجي تزيد من ثقة المتعلمين باتجاهاتهم وتدعمها وتجعلها أكثر ثباتاً واستقراراً، ومن شأنها كذلك أن تحفز الطلبة وتستثير دافعتهم للولوج في هذه التقنية وأبحاثها، أو اختيار تخصص أو مهنة متعلقة بالنانوتكنولوجي. وهذا ما أكدته أيضاً نتائج دراسة كامو وكيم وروش (Kamoua, Kim & Roach, 2006).

#### الاستنتاجات

- بالرغم من تدني مستوى إلمام طلبة هندسة المواد في جامعة البلقاء التطبيقية بالمعرفة النانوية قبل دراسة مساق "تقانة المواد النانوية"، إلا أنهم أظهروا اتجاهًا إيجابيًا نحو النانوتكنولوجي ونحو استخداماتها وتطبيقاتها في الحياة العملية.

## المراجع

- المعمري، سليمان. (مقبول للنشر). ثقافة تكنولوجيا النانو والاتجاهات نحوها لدى معلمي العلوم بالمرحلة الثانوية في مدينة تعز. *مجلة جامعة صنعاء للعلوم التربوية والنفسية*، 9 (2)، 2012.
- هانى، مرفت. (2010). فاعلية مقرر مقترح في البيولوجيا النانوية في تنمية التحصيل والميل لطلاب شعبة البيولوجي بكليات التربية، *مجلة التربية العلمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية*، 5(13)، 107-157.
- وزارة البيئة الأردنية. (2016). مشروع المواد الكيميائية الصناعية والجزئيات والمنتجات المحتوية على جزئيات متناهية الصغر النانو (Reality of Nanotechnology in Jordan). استرجع من المصدر: <http://www.moenv.gov.jo/AR/Projects/Pages/ProjectChemicals>
- وزارة التربية والتعليم الأردنية. (2016). الاستراتيجية الوطنية للتعليم. استرجع من موقع وزارة التربية والتعليم: <http://www.moe.gov.jo/MenuDetails.aspx?MenuID=57>
- Baruah, S. & Dutta, J.(2009). Nanotechnology applications in pollution sensing and degradation in agriculture: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 7(3),191-204.
- Baruah, S.,Khan, M. & Dutta, J.(2016). Perspectives and applications of nanotechnology in water. *Environmental Chemistry Letters*, 14(1), 1-14.
- Davis, V. (2013). Nanotechnology for everyone. *Journal Of STEM Education: Innovations & Research*, 14(4), 5-7.
- Drexler,K. (2013). *Radical Abundance: How a Revolution in Nanotechnology Will Change Civilization*. USA: Public Affairs.
- Feeder, B. (2004, March 29). *Study Raises Concerns About Carbon Particles*. The New York Times. Retrieved from: <http://www.nytimes.com/2004/03/29/business>
- Fischer,A., Dijk, H., Jonge, J., Rowe,G.& Frewer,L.(2012). Attitudes and attitudinal ambivalence change towards nanotechnology applied to food production. *Public Understanding of Science*, 22, 817 originally published online 24 April 2012:<http://pus.sagepub.com/content/22/7/817>
- Foley, E, & Hersam, M.(2006). Assessing the need for Nanotechnology education reform in the United States. *Nanotechnology Law & Business*, 3, 467-484.
- Gunter S. (2010). *Nanoparticles From Theory to Application*. Wiley-VCH. Verlag GmbH& Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim.
- جامعة البلقاء التطبيقية. (2016). كلية الهندسة/هندسة المواد. استرجع من موقع جامعة البلقاء التطبيقية، الأردن.
- السايج، السيد، وهاني، مرفت (2009). *تقويم منهج العلوم بالمرحلة الإعدادية على ضوء بعض مفاهيم النانوتكنولوجي*. ورقة مقدمة في المؤتمر العلمي الحادي والعشرون "تطوير المناهج الدراسية بين الأصالة والمعاصرة"، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، 28-29 يوليو، 205-257.
- سلامة، صفات. (2008). *وسائل وأساليب توصيل تقنية النانوتكنولوجي للعام في الدول النامية*. مؤتمر النانوتكنولوجي (التقنيات متناهية الصغر) الذي عقده الجامعة الأردنية في عمان في الفترة من 10 إلى 13 تشرين الثاني 2008. استرجعت من المصدر: <http://archive.aawsat.com/leader.asp?section=3&issuen>
- شليبي، نوال. (2013). تصور مقترح لدمج النانوتكنولوجي Nanotechnology في مناهج العلوم في التعليم العام. استرجعت من موقع المركز الوطني للبحوث التربوية والنفسية: [http://ncerd.org/php/myBooks\\_v2](http://ncerd.org/php/myBooks_v2).
- الشهري، محمد. (2012). *فاعلية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثاني الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها*. أطروحة دكتوراة غير منشورة، جامعة أم القرى، السعودية.
- الصالحى، محمد والضيوان، عبد الله. (2007). *مقدمة في تقنية النانو*. منشورات جامعة الملك سعود.
- عبد العزيز، طه. (2014). *وعى معلمي العلوم الزراعية قبل الخدمة بكليات التربية بمفاهيم النانوتكنولوجي وتطبيقاتها المختلفة "دراسة تشخيصية"*. *مجلة العلوم التربوية والنفسية*، 15(3)، 417-451.
- عليان، ربحي والعرفج، ماهر. (2015). *دراسة فعالية برنامج تدريبي مقترح في تنمية الوعي بالقضايا المرتبطة بعلم النانو والاتجاهات نحوها لدى طلبة المرحلة الثانوية في مدينة الأحساء*. *المجلة العربية للتربية العلمية والتقنية*، 13(2)، 22.
- ليد، أمل. (2013). *إثراء بعض موضوعات مناهج العلوم بتطبيقات النانوتكنولوجي وأثره على مستوى الثقافة العلمية لدى طلبة الصف الحادي عشر في غزة*. رسالة ماجستير، جامعة الأزهر في غزة.

- Murday, J. , Batterson J., Chang,R., Friedersdorf, L., Gill, R., Dakota D., Lund, E., Shieu, F. & Thomas,R. (2010). *Workshop Report: International Benchmark Workshop on K-12 Nanoscale Science and Engineering Education (NSEE)*. Washington, D.C., December 6-7, 2010.NNI (2009). *Nanotechnology: Big things from a tiny world.The National Nanotechnology Initiative*. Retrieved from: <http://www.nano.gov/html/society/Education.html>
- Norwich, B. & Duncan, J. (1990). Attitudes, subjective norm, perceive preventive factors, intentions and learning science: testing a modified theory of reasoned action. *British Journal of Educational Psychology*, 60 (3), 312321-.
- Oliver, J. & Simpson, R. (1988). Influences of attitude toward scienceachievement motivation, and science self-concept on achievement in science: A longitudinal study. *Science Education*, 72 (2), 143-155.
- Rahimpour, Me. , Rahimpour, Ma, Gomari, H. , Shirvani, E., Niroumanesh, A. , Saremi, K. and Sardari, S. (2012).Public Perceptions of Nanotechnology: A survey in the mega cities of Iran. *Nano Ethics*, 6,(2), 119–126.
- Ringer, M. (2014). Toward integrating nanotechnology in the K-12 science curriculum: A note of hope in the State of the Union. *International Journal of Theoretical and Applied Nanotechnology*, 2, 46-52.
- Roco, M. (2003). Converging science and technology at the Nano scale: opportunities for education and training. *Nature Biotechnology*, 21 (3), 1-3.
- Rogers, C. (2012). Engineering in kindergarten: How schools are changing. *Journal of STEM Education*, 13(4), 4-9.
- Osborne, J. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9). 1049-1079.
- Shrigley, R. (1983). The attitude concept and science teaching. *Science Education*, 64(4), 425-442.
- Shrigley, R. &Koballa, T.(1984). Attitude measurement. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(2), 111-118.
- Tormala Z. & Petty R. (2002). What doesn't kill me makes me stronger: The effects of resisting persuasion on attitude certainty. *Journal of Personality and Social Psychology* 83(6), 1298–1313.
- Tormala Z., Clarkson, J. &Petty, R. (2006). Resisting persuasion by the skin of one's teeth: The hidden success of resisted persuasive messages. *Journal of Personality and Social Psychology* 91(3), 423–435.
- Holley, S. (2009). 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*, 35(1), 9-19.
- Hornyak, G., Tibbals, H., Dutta, J. & Moore, J. (2009). *Introduction to Nanoscience and Nanotechnology*. London, New York, CRC Press. Tayler and Fancies Group.
- Kamoua, R., Kim, D. & Roach, G. (2006). *Incorporating Nanoscale System Design into the Undergraduate Electrical and Computer Engineering Curriculum*. 9<sup>th</sup>International Conference on Engineering Education, July 23 – 28, 2006.
- Keiper, A. (2003). The nanotechnology revolution. The New Atlantis: *A Journal of Technology & Society*, (2), 17-34.
- Khang, D., and Carpenter,J. (2010). Nanotechnology for regenerative medicine.*Biomed Microdevices*, 12 (4), 575–587.
- Kim, D., & Pacelli, A. (2005). Design oriented introduction of nanotechnology into the electrical and computer engineering curriculum, *Journal of Educational Technology Systems*, 34 (1), 155-164.
- Lakin, J., Han, Y., & Davis, E. (2016). First-year students' attitudes towards the grand challenges and nanotechnology. *Journal of STEM Education: Innovations And Research*, 17(3), 70-76.
- Lin, Sh., Lin, H., & Wu, Y. (2013). Validation and exploration of instruments for assessing public. *Journal of Science Education Technol*, 22(4), 548–559.
- Lu, K. (2009). A study of engineering freshmen regarding nanotechnology understanding. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 10 (1), 7-16.
- Mattei, T. & Rehman, A. (2015). Extremely minimally invasive:recent advances in nanotechnology research and future applications in neurosurgery. *Neurosurg Rev*, 38(1), 27–37.
- Mi, Y., Shao, Zh., Vang, J., Orit Kaidar-Person, O. & Wang, A. (2016). Application of nanotechnology to cancer radiotherapy. *Cancer Nano*, 7,11,Retrieved from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12645-016-0024-7>.