# درجة تضمين كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء

**عبدالله سالم الزعبي** *

**همسه إبراهيم جرار**

## ملخّص

هدفت الدراسة إلى تقصي درجة تضمين كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء، ولتحقيق ذلك استُخدم المنهج الوصفي التحليلي، وطورت بطاقة تحليل للمحتوى تألفت من (68) مؤشرًا موزعًا على مجالين هما: تطبيقات النانو تكنولوجي، وتطبيقات الكيمياء الخضراء، وجرى التأكد من صدقها وثباتها، وتكونت عينة الدراسة من(8) كتب من كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للصفين الأول والثاني ثانوي. وأظهرت النتائج أن درجة مراعاة جميع الكتب لتطبيقات النانو تكنولوجي والكيماء الخضراء جاءت متوسطة فما دون، وأن مجالي الطاقة من تطبيقات النانو تكنولوجي، والبيئة والحماية من التلوث من تطبيقات الكيمياء الخضراء جاءا بالمرتبة الأولى في كتب الكيمياء، وبدرجة متوسطة. أما بالنسبة لكتب علوم الأرض والبيئة جاء مجال الطاقة من تطبيقات النانو تكنولوجي في المرتبة الأولى، وبدرجة منخفضة، أما مجال البيئة والحماية من التلوث من تطبيقات الكيمياء الخضراء جاء بالمرتبة الأولى وبدرجة متوسطة. وبينت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في درجة تضمين كل من كتاب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة لتطبيقات النانو تكنولوجي وجاءت الفروق لصالح كتب علوم الأرض والبيئة، وكذلك وجود فروق ذات دلالة إحصائية في درجة تضمين كل من كتاب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة لتطبيقات الكيمياء الخضراء وجاءت الفروق لصالح كتاب الكيمياء.

**الكلمات المفتاحية:** تطبيقات النانو تكنولوجي، تطبيقات الكيمياء الخضراء.

* **جامعة العلوم الإسلامية العالمية، الأردن.**

تاريخ تقديم البحث: 2024/11/13م. تاريخ قبول البحث: 2025/1/28م .

**© جميع حقوق النشر محفوظة لجامعة مؤتة، الكرك، المملكة الأردنية الهاشمية، 2025 م.**

# The Degree of Including the Applications of Nano-Technology and Green Chemistry in Secondary School Chemistry, Earth Science and Environmental Sciences Textbooks

**Abdullah Salem Al-Zoubi***

dr.azoubi@gmail.com

**Hamsa Ibrahim Jarrar**

## Abstract

The study aimed to investigate the extent to which high school chemistry, earth science, and environmental sciences textbooks incorporate nano-technology and green chemistry applications. To achieve this, a descriptive analytical approach was used, and a content analysis checklist was developed, involving (68) indicators distributed across two domains: nanotechnology applications and green chemistry applications. The validity and reliability of the checklist were verified. The study sample included eight textbooks of chemistry plus earth and environmental sciences for the first and second high school grades. The results showed that the degree to which all textbooks addressed nanotechnology and green chemistry applications were moderate or below. In chemistry textbooks, the energy domain within nanotechnology applications and the environment and pollution prevention domains within green chemistry applications ranked first, with a moderate level of inclusion. In earth and environmental science textbooks, the energy domain within nanotechnology applications ranked first but with a low level of inclusion, while the environment and pollution prevention domains within green chemistry applications ranked first with a moderate level of inclusion. The results also revealed statistically significant differences in the extent to which chemistry plus earth and environmental science textbooks incorporated nanotechnology applications, in the favor of the earth and environmental science textbooks. Similarly, statistically significant differences were found in the inclusion of green chemistry applications, to the advantage of the chemistry textbooks.

**Keywords**: Nanotechnology, Green Chemistry Applications.

* World Islamic Sciences University, Jordan.
Received: 13/11/2024. Accepted: 28/1/2025.
© All rights reserved to Mutah University, Karak, The Hashemite Kingdom of Jordan, 2025.

**مقدمة:**

شهد العالم في السنوات الأخيرة ثورة تكنولوجية ومعرفية هائلة غيّرت من ملامح الحياة في شتى المجالات، لاسيما في مجالات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء وتطبيقاتها الواعدة في تحسين البيئة وتعزيز الاستدامة، ولم تقتصر هذه الثورة على العلم والتكنولوجيا فحسب، بل امتدت لتؤثر بشكل كبير على الطريقة التي نعيش ونعمل ونتعلم بها، وتلعب المناهج الدراسية دور كبير في تشكيل الثقافة العلمية لدى الطلبة، لذلك فالمناهج الدراسية مطالبة بمواكبة الثورة العلمية لتطبيقات المفاهيم العلمية وتداخلاتها مع التكنولوجيا والبيئة والمجتمع.

وتتجه أنظار مطوري العملية التعليمية حاليًا إلى إعداد الطالب القادر على القيام بدور إيجابي في عملية التعليم والتعلم، ومن الضروري تطوير المناهج التعليمية بحيث تركز على تعزيز الثقافة العلمية، وتنمية المفاهيم العلمية لدى الطلبة، وادراك تطبيقاتها الحياتية، وحيث أن المحتوى يعد أحد العناصر الرئيسية في المنهج، فلا بد من الاهتمام بتطويره المستمر ليواكب أحدث المستجدات الناشئة عن الثورة المعلوماتية الهائلة (الملاح وخضر، 2017).

ومن أهم مجالات التكنولوجيا المتقدمة التي تهتم بالبحث عن وحدات صغيرة تتشابه مع أشياء كبيرة النانو تكنولوجي، فهي تعد مجالًا متعدد التخصصات في البحث والتطوير، والتكنولوجي على مستوى النانو هي أمر في غاية الخطورة على مستوى الأمن وتعزيز جودة حياة الدولة والمجتمعات حيث القوة المحركة الأساسية القادرة على التغيير في المجتمع، وإن التطور السريع والمستمر لمجال تكنولوجيا النانو يسرع الحاجة إلى المعرفة والمهارات المتخصصة في المجال وهنا يتأكد الدور الحيوي للعملية التعليمية على المستويات المدرسية والجامعية لتنمية تلك المعارف والمهارات (الرفاعي، 2019).

وعلوم وتكنولوجيا النانو ليست مجالًا منفصلًا عن العلوم بل تعمل على المكونات الأساسية للمادة وهى الذرات والجزيئات، وتعد علوم تكنولوجيا النانو هي جوهر مفاهيم العلوم الجديدة، وزيادة فهمنا عن التفاعل بين الذرات والجزيئات والأدوات المستخدمة لمعالجة وتخليق مواد وأدوات جديدة (Healy, 2009). وتعتمد النانو تكنولوجي بشكل كبير علي مزج التكنولوجيا بعلوم مشتركة كالهندسة، والأحياء، والفيزياء، والطب، والكيمياء حيث بدأ توظيف واستخدام تكنولوجيا النانو في تطوير هذه العلوم واستخدام عناصر هذه المجالات في بناء العلوم الدقيقة والتطبيقية برؤية جديدة،

وهي تمثل نقلة نوعية في العلوم النانوية، وما يتصل بها من علوم أخرى (عبداللطيف وراشد والمحمدي، 2021).

والنانو تكنولوجي هو محاولة فهم سلوك وخصائص المواد والتحكم فيها على مستوى الذرة والجزيء عند مستوى قياسات بين 100–1 نانومتر بهدف تحقيق تركيبات وأجهزة ونظم صغيرة الحجم ذات خصائص ووظائف جديدة (Olteanu, 2017). ويُعرف النانو تكنولوجي بشكله المبسط أنه عبارة عن عملية إعادة ترتيب الذرات التي تتكون منها المواد (دربلة وحمزة، 2016)، ومن وجهة النظر الرياضية والفيزيائية، فإن النانو متر يساوي جزءًا واحدًا من مليار جزء من المتر (1:1000000000)، أي أنها (9–10) متر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم A (مياس، 2017).

إن أول مرة جرى فيها وضع الأسس المفاهيمية للنانو تكنولوجي كانت عام (1959) من قبل العالم الفيزيائي فاينمان (Feynman) في محاضرته التي كانت بعنوان "هناك متسع كاف في القاع" والتي كشف فيها أنه يمكن معالجة المواد ذات القياس النانوي، كما توقع القدرة المتزايدة للكشف والسيطرة على المواد نانوية القياس، ولم يكن مصطلح النانو تكنولوجي متداولًا حتى عام (1974) (الكامل وسعيد، 2023). وتعرف تطبيقات النانو تكنولوجي بأنها: "التطبيقات العلمية الحياتية الناتجة عن تقنية النانو التي تأخذ أبعاد الذرات والجزيئات في الاعتبار، وتحاكي العلاقة بين هذه الأجسام المتناهية في الصغر" (درويش وأبو عميرة، 2017: 207).

وتعد النانو تكنولوجي أول تكنولوجيا رائدة في العالم باعتبارها تكنولوجيا متعددة التخصصات والوظائف والمهام، وتمثل قوة تكنولوجية ومعرفية واقتصادية هائلة، حيث يتم توظيفها في مجالات تطبيقية متنوعة مثل: صناعة الأجهزة والإلكترونيات الاتصالات والمعلومات والمواصلات، وصناعة الأدوية والعقاقير والمستلزمات والأجهزة الطبية، واستكشاف الأمراض وعلاجها، وصناعة الأدوات الرياضية ومستحضرات التجميل، كذلك في تنقية وتطهير وتحلية المياه والغذاء والطاقة والبناء والبترول والغزل والنسيج واستصلاح الأراضي الزراعية، وكذلك التسليح والأمن القومي وجميع المجالات التطبيقية الأخرى (طه والقسط، 2021).

وتمثل تكنولوجيا النانو تحديًا حقيقيًا للأنظمة التعليمية، بما يجعل الحاجة إلى تطوير المناهج وإصلاح التعليم أولوية قصوى لتخطي أزمة التعليم الحالية، ونشر الثقافة العلمية على أوسع نطاق، ودمج التكنولوجيا المتطورة في التعليم والحياة العامة لتحسين مخرجات العملية التعليمية (طه والقسط، 2021). وقد وجهت العديد من الدول المتقدمة الاهتمام بتضمين النانو تكنولوجي ضمن المناهج الدراسية، وتعد الولايات المتحدة الأمريكية من أوائل الدول التي قامت بإعادة تشكيل المناهج الدراسية لتتضمن هذا المجال؛ وذلك الإعداد المتعلمين وتوجيههم مستقبلًا لوظائف مرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا والهندسة وللإسهام في إعداد أجيال قادرة على الإســـــهام في بنـــــاء المجتمع (متولي، 2016).

وارتبط التطور العلمي والتكنولوجي والصناعي بعلاقة وثيقة بالبيئة وسلامتها، وفي ظل الاتجاهات العالمية الداعية للعودة للطبيعة؛ ظهر مفهوم الكيمياء الخضراء من أجل إعادة البناء الكيميائية الهادفة إلى تخليص الكيمياء من جانبها المظلم المتمثل في أضرارها بالبيئة والصحة (يوسف، 2022). وفي عام (1991) تم استخدام مصطلح الكيمياء الخضراء كرد فعل لقانون منع التلوث على يد العالم انستاس من خلال مكتب وكالة حماية البيئة لمنع التلوث والمواد السامة، فأطلق برنامج منح بحثية تشجع إعادة تصميم المنتجات الكيميائية للحد من التأثيرات الضارة على صحة الإنسان البيئة، حيث تعمل الكيمياء الخضراء على حفظ التوازن بين احتياجات البيئة المحيطة ومتطلبات الحياة العصرية، وإيجاد مواد جديدة ليس لها آثار جانبية قدر الإمكان تتفق مع معايير البيئة العالمية، وتقليل الصناعات النفطية والمواد السامة والضارة بالبيئة، كما تعمل أيضًا على تقليل الطلب على بعض المواد غير المتجددة وكمية المواد الخام التي يتم تضمينها في إنتاج المنتج الكيميائي (Layla & Rafael, 2018).

وعرفها فليت (Fellet, 2013) بأنها مجال متعدد التخصصات يقوم على مجموعة من المبادئ استنادًا إلى المعرفة من الكيمياء، والهندسة الكيميائية، وعلم السموم، والبيئة بما يمكن الكيميائيين من تصميم محفزات جديدة والتي تحد من كمية الكواشف المستخدمة في التفاعلات الكيميائية وبالتالي تقلل كمية النفايات المتولدة ويمكن للمهندسين الكيميائيين تصميم خط إنتاج لإعادة تدوير بعض الكواشف وتقليل استهلاك الطاقة، وبناء منتجات قابلة للتحلل أو قابلة لإعادة التدوير لمنع تكون النفايات.

ويشير (البلطان، 2021) إلى أن الكيمياء الخضراء تقنية جديدة آمنة هدفها الرئيس الحد من التلوث البيئي؛ وذلك باستخدام حلول علمية مبتكرة للأوضاع البيئة الواقعية، وأنها مجال ناشئ جديد نسبيًا ؛ يسعى للعمل على المستوى الكيميائي الجزيئي لتحقيق الاستدامة. وتقوم فلسفة الكيمياء الخضراء على استبدال المواد الضارة بأخرى غير ضارة أو أقل ضررًا، وتطوير منتجات أقل استهلاكًا للطاقة والمادة أثناء فترة استعمالها، وأقل ضررًا للبيئة بعد استخدامها، وتركز على تصميم وتطوير وتنفيذ عمليات كيميائية صديقة للبيئة، واقتصادية، وبذلك تحول الاهتمام في ظل فلسفة الكيمياء الخضراء إلى مجموعة من التساؤلات الجديدة عند تخطيطه لأى صناعة كيميائية حديثة وأهمها الأسئلة التالية: ما مدى خطورة المواد الناتجة؟، ما هي المواد السامة والخطرة التي سيتم تداولها بواسطة العاملين المنتجين لها؟، ما هي المواد السامة المتراكمة في المنتج؟، ما هي المسئوليات القانونية الناجمة من تصنيع هذا المنتج؟، ما هي تكاليف معالجة النفايات؟ (عبدالرحمن وحسن، 2019).

ويضيف هولفلدر (Holfelder, 2019) أنه ينبغي توفير محتوى تعليمي عالي الجودة للطلبة يركز على تدريس الكيمياء الخضراء ومفاهيم التنمية المستدامة، ومن المهم التركيز على الوعي البيئي والمواقف الإيجابية تجاه القضايا البيئية. ويرى (إسماعيل، 2019) أنه نظرًا لكون التعليم هو مفتاح المستقبل المستدام؛ فإن إدماج موضوعات الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية يعد أمرًا ضروريًا إذا أراد المجتمع أن يغير مساره الحالي وتحقيق عالم مستدام، لذا على مخططي ومسؤولي المناهج في وزارة التربية والتعليم تطوير المناهج الدراسية بمختلف مراحلها العمل على استقاء موضوعات خضراء جديدة ومتنوعة يمكن تضمينها في المناهج.

ويرى كولوغليوتيس وانتونوجلو وسالتا (Koulougliotis, Antonoglou, & Salta, 202l) أن تعليم الكيمياء الخضراء تطوّر كردة فعل من تعليم الكيمياء التقليدية، حيث يهدف إلى تطوير مهارات الطلاب وتصرفاتهم كأعضاء مسؤولين في المجتمع، إلا أنه ذلك فإن تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في المناهج ضعيف حتى الآن، ويمكن دمج الكيمياء الخضراء في تعليم العلوم بشكل عام وعلم الكيمياء بشك خاص من خلال استخدام قضايا الكيمياء الخضراء لتوضيح مفاهيم الكيمياء ووضعها في إطارها الصحيح، وكذلك في معالجة التحديات التقنية وما مع تفرزها من تحديات بيئية، بالإضافة إلى جعل الكيمياء الخضراء جزء من التنمية المستدامة.

ومن الدراسات السابقة التي اهتمت بالنانو تكنولوجي، أجرى (القحطاني، 2019) دراسة هدفت إلى بناء تصور مقترح لتضمين مفاهيم تقنية النانو في مناهج الرياضيات المطورة بمراحل التعليم العام في السعودية، واتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال بناء قائمة مفاهيم وتطبيقات (تقنية النانو)، وأظهرت النتائج أن درجة تضمين معظم مفاهيم تقنية النانو جاء بدرجة ضعيفة، فيما عدا وحدات قياس النانو وتقنية النانو جاءت بدرجة متوسطة.

أما دراسة (غياضة، 2016) فهدفت للكشف عن مدى تضمن محتوى كتب الكيمياء للصفين العاشر والحادي عشر لمتطلبات النانو تكنولوجي في منطقة غرب غزة، ومعرفة مدى اكتساب الطالبات لها، واتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي وذلك ببناء قائمة متطلبات النانو تكنولوجي الواجب تضمينها في كتب الكيمياء للصف العاشر والحادي عشر، وجاءت نتائج الدراسة لتؤكد على قصور مناهج الكيمياء من حيث محتواها من متطلبات النانو تكنولوجي.

وهدفت دراسة سيلم (Selim, 2015) إلى دمج مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها بمنهج الفيزياء للمرحلة المتوسطة في مصر، واتبعت المنهج الوصفي التحليلي، من خلال بناء قائمة مفاهيم وتطبيقات (تقنية النانو تكنولوجي)، وخلصت دراستها إلى ضرورة تحليل مناهج الفيزياء وتطويرها لتواكب الاكتشافات العلمية واحتياجات المجتمع وأفراده، حيث أكدت النتائج على قصور المفاهيم المتضمنة في وحدات المنهج فضلًا عن صعوبة فهمها لتجردها الشديد.

ومن الدراسات التي تناولت الكيمياء الخضراء، أجرى (مراد، 2023) دراسة للكشف عن درجة توافر مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية، وتقديم تصور مقترح في ضوء نتائج تحليل المحتوى. استخدم المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت عينة الدراسة من كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي، وجرى إعداد بطاقة تحليل المحتوى، وأظهرت النتائج أن تطبيقات الكيمياء الخضراء في جميع المبادئ متدنية جدًا.

وهدفت دراسة (البلطان، 2021) إلى التعرف على مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية،، واستخدم المنهج الوصفي المعتمد على أسلوب تحليل المحتوى؛ وتكون مجتمع وعينة الدراسة من جميع كتب العلوم المقررة على طلاب المرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية، وتم استخدام أداة تتمثل في بطاقة تحليل محتوى كتب العلوم، وأظهرت نتائج الدراسة أن تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة كان بمستوى متدن.

وهدفت دراسة (الشناوي ونصر والباز، 2020) إلى تحديد قائمة بالقيم البيئية المرتبطة بالكيمياء الخضراء التي ينبغي تنميتها لدى الطلاب المعلمين بشعبة الكيمياء، والتعرف على مدى تضمن البرنامج لمفاهيم الكيمياء الخضراء والقيم البيئة المرتبطة بها، واستخدمت الباحثة المنهجين الوصفي التحليلي وشبه التجريبي، وشملت عينة التحليل مقررات الكيمياء والفيزياء والبيولوجي والجيولوجيا التي يدرسها الطلاب المعلمين بشعبة الكيمياء، وأظهرت النتائج ضعف تضمين مقررات الإعداد لمعلمي الكيمياء الموضوعات الكيمياء الخضراء.

وأجرى (حجاج والبعلي وعبدالوهاب وصابر، 2020) دراسة هدفت إلى تقويم برنامج إعداد معلمي الكيمياء بكليات التربية في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، واستخدم الباحثون المنهج الوصفي بأسلوب تحليل المحتوى، وتم بناء قائمة بمبادئ الكيمياء الخضراء وتطبيقاتها، وأظهرت نتائج الدراسة تدني مستوى تناول أهداف ومحتوى مقررات الكيمياء ببرنامج الإعداد لمعايير ومؤشرات أهداف ومحتوى الكيمياء الخضراء.

وجاءت دراسة بودلالو وسبغان وجومي (Bodlalo, Sabbaghan, and Jome, 2013) بهدف مقارنة منهج الكيمياء الخضراء في إيران مع المناهج الدراسية في إثنين من البلدان المتقدمة (أمريكا والصين) بهدف استخدام تجارب البدان الأخرى لتعزيز منهج تعليم الكيمياء الخضراء في إيران، واتبعت المنهج الوصفي التحليل بأسلوب تحليل المحتوى، وأظهرت النتائج أن هناك تشابه كبير في فلسفة المناهج الدراسية، ولكن هناك اختلاف في الأهداف والمحتوى وأساليب التدريس والتقويم، وأن مناهج الكيمياء الخضراء في إيران تتطلب تطوير، وتساعد النتائج مخططي البرامج على النظر بعمق في تطوير المناهج الدراسية في مجال الكيمياء الخضراء لتكون مخرجات النظام التعليمي متفقة مع احتياجات المجتمع المحلي.

من خلال عرض الدراسات السابقة يظهر أنها تتفق معظمها مع الدراسة الحالية في استخدام المنهج الوصفي التحليلي، وأسلوب تحليل المحتوى كمنهجية رئيسية لجمع البيانات وتفسيرها، حيث ركزت الدراسات السابقة سواء المتعلقة بالنانو تكنولوجي أو الكيمياء الخضراء، على الكشف عن مدى تضمين المفاهيم والتطبيقات في المناهج الدراسية مما يتشابه مع هدف الدراسة الحالية، وقد تميزت الدراسة الحالية بتركيزها على دمج تطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء معًا في كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية، بينما ركزت معظم الدراسات السابقة على موضوع واحد فقط.

**مشكلة الدراسة:**

على الرغم من اهتمام العديد من الدول بالنانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء، إلا أنَّ العديد من الدراسات أظهرت وجود ضعف في تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في محتوى كتب المراحل الدراسية بشكل عام، فقد أظهرت نتائج دراسة كل من (التميمي، 2017، الرفاعي، 2019) تدني المستوى المعرفي لدى الطلبة في مفاهيم النانو تكنولوجي، كما أظهرت دراسة (Ipek, et al., 2020) أن مستوى معرفة المعلمين بمفاهيم النانو تكنولوجي غير مقبولة، وأظهرت دراستي (ذاكر والمسرحي، 2019؛ القحطاني، 2019) مدى افتقار المناهج والمقررات الدراسية لمفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي، وقد أوصت هذه الدراسات بضرورة إدراج مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في البرامج الأكاديمية والمقررات الدراسية.

وتشير العديد من الدراسات كدراسة (الشحري، 2019)، ودراسة (البلطان، 2021) إلى أنه على الرغم أن مفهوم الكيمياء الخضراء تم تقديمه في أواخر التسعينات من القرن الماضي؛ إلا أن تطبيق هذا المفهوم مازال غائبًا في المناهج الدراسية، إذ لابد أن يتم دمج وتكامل مفاهيم الكيمياء الخضراء في المناهج الدراسية؛ ووضع مقررات دراسية قائمة بذاتها لمخاطبة الطلبة ليكونوا أكثر دراية بطبيعة المواد الكيميائية الخطرة وآثارها الضارة على البيئة؛ والاطلاع على مفاهيم ومبادئ الكيمياء الخضراء ومدى الحاجة إليها لضمان الممارسات المستدامة وخلق جيل واع بالبيئة، وغرس القيم البيئية الإيجابية وتعليم المهارات للمشاركة الفعالة في المجتمع مما يدفعنا نحو مجتمع أكثر استدامة.

ومن خبرة الباحثين وعملهما في الميدان التربوي لاحظا وجود ضعفٍ لدى الطلبة والمعلمين بمدى معرفتهم بتطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء في مناهج العلوم، ولعل ذلك الضعف يعود إلى افتقار الكتب الدراسية نفسها بمراعاة تلك المفاهيم، وفي ضوء ما سبق فإن الباحثين يسعيان للوقوف على درجة تضمين كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء.

**أسئلة الدراسة:**

أجابت الدراسة عن الأسئلة الآتية:

السؤال الأول: ما درجة تضمين كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي؟

السؤال الثاني: ما درجة تضمين كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية لتطبيقات الكيمياء الخضراء؟

السؤال الثالث: ما درجة تضمين كتب علوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي؟

السؤال الرابع: ما درجة تضمين كتب علوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية لتطبيقات الكيمياء الخضراء؟

السؤال الخامس: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha$=0.05) في درجة تضمين كتب المرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي تعزى لاختلاف الكتاب (الكيمياء، علوم الأرض والبيئة)؟

السؤال السادس: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha$=0.05) في درجة تضمين كتب المرحلة الثانوية لتطبيقات الكيمياء الخضراء تعزى لاختلاف الكتاب (الكيمياء، علوم الأرض والبيئة)؟

**أهمية الدراسة:**

تتبين أهمية الدراسة من الناحيتين النظرية والتطبيقية فيما يأتي:

**الأهمية النظرية:** تستمد هذه الدراسة أهميتها من مواكبتها للتطورات والمستحدثات العالمية التي توجه إلى ضرورة تضمين تطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء في المقررات التعليمية، وعليه قد تفيد هذه الدراسة في إثراء المقررات والبرامج الدراسية بمواضيع تلبي متطلبات العصر، والتي منها النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء، وقد تسهم في لفت الأنظار إلى إجراء مزيدٍ من الدراسات المستقبلية في مجالها في ضوء نقص الدراسات المحلية التي تناولت هذا الموضوع.

**الأهمية التطبيقية:** من المؤمل أن تلفت أنظار المسؤولين وأصحاب القرار لمعالجة القصور في المقررات الدراسية عند تطويرها، وذلك عن طريق معرفة درجة توافر تطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء في مقررات العلوم بفروعها، وكذلك تقديم أدوات لقياس درجة تضمين تطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء في مقرري الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية.

**حدود الدراسة ومحدداتها:**

تتمثل حدود الدراسة في كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للصفين الأول ثانوي والثاني ثانوي والمقررة في العام الدراسي 2025/2024.

**مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية:**

تضمنت الدراسة الحالية مجموعة مصطلحات يمكن تعريفها مفاهيميًا وإجرائيًا كما يأتي:

النانو تكنولوجي: يعرفها (شحاته، 2011: 15) بأنها: "تكنولوجيا تعتمد على الجزيئات المتناهية في الصغر".

ويعرفها الباحثان إجرائيًا بأنها: مجموعة المفاهيم الرئيسة والفرعية المرتبطة بمجالات تقنية النانو وعلومه المختلفة وتطبيقاته في كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة، وذلك للكشف عن المعرفة الوظيفية لمخرجات تقنية النانو بما يلبي احتياجات القرن الحادي والعشرين، والمتمثلة في ثمانية مجالات وهي: (مجال الطب، مجال الفضاء، مجال الصناعة، مجال الإلكترونيات ووسائل الاتصال، مجال الزراعة والغذاء، مجال الطاقة، مجال البيئة، ومجال السلع الاستهلاكية)، والتي تم قياس درجة تضمينها بالأداة التي طورت لهذا الغرض.

الكيمياء الخضراء: يعرفها صالح وكولر (Saleh & Koller, 2018) بأنها: الكيمياء التي تقلل من الضرر البيئي مصحوبًا بإنتاج المواد وتقليل كل منها؛ والتخلص السليم من النفايات المتولدة أثناء العمليات الكيميائية المختلفة، وهي تقنية جديدة مكرسة لتركيب ومعالجة وتطبيق المواد الكيميائية بطريقة تقلل من المخاطر التي يتعرض لها الإنسان والبيئة.

وتعرف إجرائيًا: بأنها تلك المفاهيم والمبادئ المتعلقة بتقليل النفايات الكيميائية، وتصميم مواد ومنتجات كيميائية صديقة للبيئة، واستخدام مواد خام متجددة، وتقنيات تصنيع أقل استهلاكًا للطاقة وأكثر أمانًا بيئيًا وصحيًا في كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية، والمتمثلة في ثلاث مجالات وهي: (الطاقة المتجددة، البيئة والحماية من التلوث، والمواد العضوية)، والتي تم قياس درجة تضمينها بالأداة التي طورت لهذا الغرض.

**منهجية الدراسة:**

اتبعت هذهِ الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لتحقيق أهدافها.

**مجتمع الدراسة وعينتها:**

تم اختيار كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية المعتمدة من قبل وزارة التربية والتعليم في الأردن للعام الدراسي 2025/2024، واعتبارها مجتمع الدراسة وعيّنتها، وقد تم اختيار الفصل الأول والثاني من كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للصف الأول ثانوي والثاني ثانوي، وبلغ عدد الكتب ثمانية كتب.

**أداة الدراسة:**

بالرجوع إلى الأدب النظري والدراسات السابقة ذات الصلة كدراسة (الكامل وسعيد، 2023)، ودراسة (طه والقسط، 2021)، ودراسة (البلطان، 2021)، ودراسة (الحجاج وآخرون، 2020)، تمّ تحقيق أهداف هذه الدراسة من خلال إعداد بطاقة تحليل المحتوى، وتوزيع المجالات بالخطوات التالية:

**الخطوة الأولى: تحديد المجالات (فئات التحليل)**

تم إعداد قائمة مبدئية بالمعايير الفرعية لتطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء، والتي ينبغي تضمينها في كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية، ومن خلال الاطلاع على الدراسات السابقة التي ترتبط بالموضوع تم تحديد هذه التطبيقات، وهي على النحو الآتي:

- تطبيقات النانو تكنولوجي: ويندرج تحتها ثماني مجالات وهي: (مجال الطب، مجال الفضاء، مجال الصناعة، مجال الإلكترونيات ووسائل الاتصال، مجال الزراعة والغذاء، مجال الطاقة، مجال البيئة، ومجال السلع الاستهلاكية).
- تطبيقات الكيمياء الخضراء: ويندرج تحتها ثلاث مجالات وهي: (الطاقة المتجددة، البيئة والحماية من التلوث، والمواد العضوية).

الخطوة الثانية: استخراج صدق أداة الدراسة

للتأكد من صدق أداة تحليل المحتوى عرضت الأداة بصورتها الأولية على مجموعة من المحكمين من ذوي الخبرة والاختصاص في المناهج وطرق التدريس وعددهم (8) أعضاء هيئة تدريس في الجامعات الأردنية، وقد طلب منهم الحكم على المجالات والتطبيقات من حيث شمول القائمة وكفاية التطبيقات في كل مجال من المجالين، وحذف التطبيقات غير المهمة، وأي اقتراحات

إضافية عليها، وتعديل صياغة بعض التطبيقات لتكون مفهومة وواضحة، كذلك مدى انتماء التطبيقات لمجالاتها في التصنيف، وتم حذف (5) فقرات، وبذلك أصبحت الأداة بصورتها النهائية جاهزة للتطبيق.

**الخطوة الثالثة: تحديد طريقة التحليل:**

1. قراءة الدروس الواردة في كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة الفصل الدراسي الأول والثاني للصف الأول ثانوي والثاني ثانوي قراءة واعية بهدف التعرف على درجة تضمين كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء، كما وردت في أداة التحليل.
2. تحديد وحدة التحليل: اعتمد الباحثان وحدة الفكرة والفقرة المفيدة، والعد، والتسجيل كوحدة للتحليل؛ وذلك لأنه غالبًا ما تحتوي كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة على معلومات مركزة ومعقدة تُعرض ضمن فقرات وفصول مفسرة، وباستخدام وحدة الفكرة أو الفقرة المفيدة، يمكن للباحثين أن يحللوا الأفكار الكبيرة أو المفاهيم الرئيسة في سياق شامل، مما يوفر تحليلًا أكثر دقة ووضوحًا للمحتوى العلمي، وهي أكثر الوحدات ملاءمة لهذه الدراسة.
3. القيام بتجزئة الكتب إلى فقرات مفيدة وعبارات كاملة المعنى وفق طبيعة النص فكان عدد الفقرات في الكتب الثمانية (2968) فقرة.
4. حصر الفقرات التي تناولت تطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء.
5. رصد القيمة: وذلك بإعطاء تكرار واحد لكل فقرة ظهر في المحتوى الذي تمّ تحليله، أو حيث كان النص يؤدي في مفهومه إلى أي من الفقرات (تكرار ظهور فئات التحليل والنسب المئوية لها) اعتبارها كوحدة للقياس.
6. تفريغ نتائج التحليل في جداول تكرارية مشتملة على نوع المجال وفق المهارات وتكرارها، ونسبتها المئوية.

**الخطوة الرابعة: ضوابط التحليل**

تم وضع عدد من الضوابط لكي تكون عملية التحليل أكثر دقة للوصول إلى النتائج المرجوة عند تحليل كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة، حيث جرى التحليل في إطار المحتوى العلمي للكتب، وتم تحليل الأسئلة والأنشطة على اعتبار أن كل واحدة منها تمثل وحدة تحليل واحدة، وكذلك

تم استبعاد الغلاف والمقدمة وقائمة المحتويات والصور والأشكال والمعادلات الكيميائية ومسرد المصطلحات وقائمة المراجع.

**الخطوة الخامسة: استخراج ثبات التحليل وفق الفئات والأبعاد**

للتأكد من ثبات عملية التحليل تم القيام بالإجراءين الآتين:

**أولًا: الثبات عبر الزمن (ثبات المحلل)**

وذلك من خلال الوصول للنتائج نفسها إذا تم التحليل عدة مرات بإتباع القواعد نفسها والإجراءات من قبل الباحث نفسه، بفاصل زمني مقداره ثلاثة أسابيع، وتراوحت نسب الاتفاق بين التحليلين ما بين (92%–94%) في جميع الوحدات من الكتب المقررة، وتشير هذه النسبة إلى درجة عالية من الاتفاق بين التحليل الأول والتحليل الثاني، مما يعني أن المحلل (الباحث) كان قادرًا على الوصول إلى نفس النتائج أو تقريبًا نفس النتائج عند إعادة التحليل بعد ثلاثة أسابيع، وتعتبر مؤشرًا إيجابيًا على الثبات لأن التباين في النتيجة بين التحليلين كان منخفضًا جدًا (فارق 6% على الأكثر).

**ثانيًا: الثبات عبر الأشخاص (ثبات المحللين)**

إذ أجرى التحليل الباحثان في وقت واحد بإتباع القواعد والإجراءات ذاتها، على أن يقوم كل باحث بالعمل مستقلًا عن الآخر، وبعد الانتهاء من عملية التحليل تم حساب نسبة الاتفاق بين تحليل الباحث الأول والباحث الثاني، الآتية (طعيمة، 2004).

نسبة الاتفاق = عدد الاتفاقات / (عدد الاتفاقات+ عدد الاختلافات) * 100%

نسبة الاتفاق = 2871/ (2871+97) *100% = 97%

وفي ضوء دلالات الصدق والثبات يمكن القول إن أداة التحليل تتمتع بخصائص سيكومترية جيدة وموثوقة، مما يدعم الثقة باستخدام الأداة لتحليل درجة تضمين كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة الفصل الدراسي الأول والثاني للمرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء.

**معايير درجة التضمين:**

جرى الحكم على مستوى تضمين تطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء في كتب الكيمياء وعلوم الأرض للمرحلة الثانوية بناءً على المعايير المستخدمة في دراسة الزعبي (2020)؛ وذلك كونها دراسة تحليلية تناسب أهداف ومنهج الدراسة الحالية، وذلك كالآتي:

- منخفض جداً: من 0 – 19 %. - منخفض: من 20 % – 34 %.
- متوسط: من 35 % – 69 %. - مرتفع: 70 % فما فوق.

**المعالجة الإحصائية:**

لغايات تحليل نتائج الدراسة جرى حساب التكرارات والنسب المئوية واختبار كاي تربيع.

**نتائج الدراسة ومناقشتها:**

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول ومناقشته: ما درجة تضمين كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي؟

للإجابة عن هذا السؤال تم استخراج التكرارات والنسب المئوية لكل فقرة والتكرارات لكتب الكيمياء الفصل الأول والثاني للمرحلة الثانوية، وفيما يلي تفصيل لنتائج التكرارات بحسب المجال وعلى النحو الآتي:

**الجدول (1) التكرارات والنسب المئوية ودرجة التضمين لكل مجال من تطبيقات النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية الفصل الدراسي الأول والثاني مرتبة تنازليًا**

| الرقم | المجالات | الصف الثاني ثانوي | | الصف الأول ثانوي | | مجموع التكرارات | النسبة المئوية | درجة التضمين |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الفصل الدراسي الأول | الفصل الدراسي الثاني | الفصل الدراسي الأول | الفصل الدراسي الثاني | | | |
| 1 | مجال الطاقة | 7 | 2 | 1 | 6 | 16 | %53.33 | متوسطة |
| 2 | مجال الصناعة | 3 | 0 | 0 | 4 | 7 | %23.33 | منخفضة |
| 3 | مجال الفضاء | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | %6.66 | منخفضة جدًا |
| 4 | مجال البيئة | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | %6.66 | منخفضة جدًا |
| 5 | مجال الطب | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | %3.33 | منخفضة جدًا |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | مجال السلع الاستهلاكية | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | %3.33 | منخفضة جدًا |
| 7 | مجال الإلكترونيات ووسائل الاتصال | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | %3.33 | منخفضة جدًا |
| 8 | مجال الزراعة والغذاء | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | %0.0 | منخفضة جدًا |

يظهر من الجدول (1) أن مجال الطاقة جاء بالمرتبة الأولى وحصل على (16) تكرارًا وبنسبة مئوية (53.33%) وبدرجة متوسطة، أما أقل مجال الزراعة والغذاء والذي جاء بعدد تكرارات (0) وبنسبة (0.0%) وبدرجة منخفضة جدًا، وقد يعود ذلك إلى أن النانو تكنولوجي يعد مجالًا حديثًا نسبيًا مقارنة بالمواضيع التقليدية في الكيمياء، ورغم أنه حقق تقدمًا كبيرًا في السنوات الأخيرة إلا أن دمجه في المناهج الدراسية قد يحتاج وقتًا لتطوير المحتوى المناسب والموثوق علميًا، كما أن تطوير مناهج دراسية تتضمن تطبيقات النانو تكنولوجي يتطلب موارد تعليمية وأبحاث موسعة، وقد لا تكون هذه الموارد متاحة بصورة كبيرة أو لم يتم تطويرها بما يكفي لإدراجها في الكتب المدرسية بشكل مناسب، إضافة إلى أن كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية غالبًا ما تركز على أساسيات الكيمياء التي يحتاج الطلبة لفهمها قبل الانتقال إلى المواضيع المتقدمة مثل النانو تكنولوجي.

وجاء مجال الطاقة بدرجة تضمين متوسطة فيعزى ذلك إلى أن كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية تهدف بالدرجة الأولى إلى تعليم الطلبة المبادئ الأساسية للكيمياء، مثل الكيمياء العضوية والكيمياء غير العضوية والكيمياء الفيزيائية، وهذه المفاهيم تُعتبر ضرورية لتأسيس معرفة قوية في العلوم الأساسية، وبالتالي يتم إعطاء تطبيقات أكثر حداثة مثل تطبيقات الطاقة باستخدام تقنيات النانو اهتمامًا ثانويًا أو محدودًا، كما أن التطبيقات النانوية في مجال الطاقة مثل تطوير الخلايا الشمسية النانوية أو البطاريات المتقدمة، تتطلب فهمًا لمفاهيم معقدة قد لا تتناسب مع مستوى الطلبة في المرحلة الثانوية، وأن التركيز على هذه المواضيع بشكل عميق قد يصعب على الطلبة استيعابها دون خلفية كافية في الفيزياء والكيمياء المتقدمة.

أما مجال الزراعة والغذاء والذي جاء بالمرتبة الأخيرة وبدرجة تضمين منخفضة جدًا فيعزى ذلك إلى أن مناهج الكيمياء للمرحلة الثانوية عادة ما يتم التركيز فيها على المواضيع الكيميائية الأساسية مثل الديناميكا الحرارية، الكيمياء العضوية، والتفاعلات الكيميائية، مما قد يترك مجالًا محدودًا لإدراج تطبيقات متخصصة مثل الزراعة والغذاء التي تعتمد على النانو تكنولوجي، كذلك قد لا يدرك مخططي ومسؤولي المناهج في وزارة التربية والتعليم أهمية تطبيقات النانو تكنولوجي في الزراعة والغذاء مقارنة بمجالات أخرى مثل الطاقة أو الصناعة رغم تأثيرها المتزايد في تحسين الإنتاج الزراعي وسلامة الغذاء، وبالتالي قد لا يكون هنالك دافع قوي لإدراج هذه التطبيقات في كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية، ويرى الباحثان أن تطبيقات النانو تكنولوجي في الزراعة والغذاء لا تزال في مراحل التطور والبحث بالنسبة لبعض البلدان، مما قد يؤدي إلى تأخير في إدراجها ضمن المناهج الدراسية حتى تكون هناك دراسات ومعلومات كافية ومبسطة لاستخدامها في التعليم المدرسي.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني ومناقشته: ما درجة تضمين كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية لتطبيقات الكيمياء الخضراء؟

للإجابة عن هذا السؤال تم استخراج التكرارات والنسب المئوية لكل فقرة والتكرارات لكتب الكيمياء الفصل الأول والثاني للمرحلة الثانوية، وفيما يلي تفصيل لنتائج التكرارات بحسب المجال وعلى النحو الآتي:

**الجدول (2) التكرارات والنسب المئوية ودرجة التضمين لكل مجال من تطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة في كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية الفصل الدراسي الأول والثاني مرتبة تنازليًا**

| الرقم | المجالات | الصف الثاني ثانوي | | الصف الأول ثانوي | | مجموع التكرارات | النسبة المئوية | درجة التضمين |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الفصل الدراسي الأول | الفصل الدراسي الثاني | الفصل الدراسي الأول | الفصل الدراسي الثاني | | | |
| 1 | البيئة والحماية من التلوث | 7 | 5 | 10 | 23 | 45 | %52.94 | متوسطة |
| 2 | الطاقة المتجددة | 3 | 4 | 3 | 16 | 26 | %30.58 | منخفضة |
| 3 | المواد العضوية | 2 | 4 | 1 | 7 | 14 | %16.47 | منخفضة |

يظهر من الجدول (2) أن مجال البيئة والحماية من التلوث جاء في المرتبة الأولى وحصل على (45) تكرارًا وبنسبة مئوية (52.94%) وبدرجة متوسطة، أما مجال الطاقة المتجددة فجاء بدرجة منخفضة وبنسبة تكرار (30.58%)، في حين أن مجال المواد العضوية جاء بالمرتبة الأخيرة وبعدد تكرارات (14) وبنسبة مئوية (16.47%) وبدرجة منخفضة.

وقد يعزى ذلك إلى أن تطبيقات الكيمياء الخضراء تعتمد على مفاهيم الكيمياء الأساسية مثل التفاعلات الكيميائية والديناميكا الحرارية والتحفيز الكيميائي، وهذا يجعل من السهل دمجها في المناهج الدراسية بطريقة جزئية عند شرح هذه المفاهيم الأساسية، ولكنها ليست محور التركيز الرئيسي للمناهج الثانوية لأنها تعد تطبيقًا متقدمًا نسبيًا، وبالتالي تأتي كموضوع ثانوي يتم التطرق إليه بعد تعليم المبادئ الأساسية، كما أنه في المرحلة الثانوية عادة ما يكون التركيز على المفاهيم النظرية للكيمياء، حيث تعتبر الكيمياء الخضراء مجالًا تطبيقيًا، فيتم تناولها بشكل أقل شمولًا مقارنة بالمواضيع التي تعتبر جزءًا من أساسيات الكيمياء، ولهذا السبب قد يتم تضمين أمثلة على الكيمياء الخضراء في الدروس، مثل إنتاج المواد الكيميائية بطريقة أكثر أمانًا أو استخدام المذيبات الصديقة للبيئة، لكن بعمق محدود.

وجاء مجال البيئة والحماية من التلوث بدرجة تضمين متوسطة في كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية ويعزى ذلك إلى أن مجال البيئة والحماية من التلوث يُعتبر تطبيقًا حديثًا ومتداخلًا مع علوم أخرى (مثل البيولوجيا والجيولوجيا)، وقد لا يحصل على نفس القدر من التركيز المخصص للمواضيع الكيميائية الأساسية، كما أن البيئة والحماية من التلوث تعد موضوعات هامة، لذا هناك اهتمام بها في المناهج التعليمية في الأردن ولكنه بدرجة متوسطة حيث أن الطلبة قد يتعرضون لهذه المواضيع من مصادر أخرى، مثل الإعلام والمقررات في العلوم العامة، لذلك يتم تخصيص وقت أقل لتغطيتها بشكل عميق في كتب الكيمياء.

أما مجال المواد العضوية والذي جاء بدرجة منخفضة فيعزو الباحثين ذلك إلى أن فهم هذا المجال يتطلب معرفة عميقة بالكيمياء العضوية وتفاعلات المواد وآليات التحلل البيولوجي أو الكيميائي لهذه الملوثات، ونظرًا لتعقيد هذه المفاهيم قد يُعتبر هذا الموضوع أكثر تقدمًا وصعوبة على طلبة المرحلة الثانوية الذين لا يزالون في مرحلة بناء أساسيات الفهم الكيميائي، حيث تركز كتب الكيمياء في المرحلة الثانوية في الغالب على المفاهيم الأساسية مثل الكيمياء العضوية التقليدية والكيمياء العامة والتفاعلات الكيميائية وقوانين الديناميكا الحرارية، وهذه المواضيع تعتبر ضرورية

لتأسيس معرفة قوية للطلبة قبل الانتقال إلى مواضيع أكثر تخصصًا، وبالتالي لا يتم التركيز بشكل كبير على التطبيقات المعقدة مثل تلوث المواد العضوية في هذه المرحلة، كما تتطلب المواد العضوية تقنيات متقدمة للتقليل من التلوث مثل التحفيز الحيوي والفلاتر الكيميائية، أو التقنيات التحليلية المتقدمة، والتي قد لا تكون متاحة أو قابلة للتدريس في مختبرات المدارس.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث ومناقشته: ما درجة تضمين كتب علوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي؟

للإجابة عن هذا السؤال تم استخراج التكرارات والنسب المئوية لكل فقرة والتكرارات لكتب علوم الأرض والبيئة الفصل الأول والثاني للمرحلة الثانوية، وفيما يلي تفصيل لنتائج التكرارات بحسب المجال وعلى النحو الآتي:

**الجدول (3) التكرارات والنسب المئوية ودرجة التضمين لكل مجال من تطبيقات النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب علوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية الفصل الدراسي الأول والثاني مرتبة تنازليًا**

| الرقم | المجالات | الصف الثاني ثانوي | | الصف الأول ثانوي | | مجموع التكرارات | النسبة المئوية | درجة التضمين |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الفصل الدراسي الأول | الفصل الدراسي الثاني | الفصل الدراسي الأول | الفصل الدراسي الثاني | | | |
| 1 | مجال الطاقة | 5 | 3 | 7 | 5 | 20 | %33.3 | منخفضة |
| 2 | مجال البيئة | 4 | 5 | 3 | 1 | 13 | %21.66 | منخفضة |
| 3 | مجال الصناعة | 4 | 2 | 3 | 2 | 11 | %18.33 | منخفضة جدًا |
| 4 | مجال الطب | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | %8.33 | منخفضة جدًا |
| 5 | مجال الفضاء | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 | %6.66 | منخفضة جدًا |
| 6 | مجال السلع الاستهلاكية | 0 | 2 | 0 | 1 | 3 | %5.0 | منخفضة جدًا |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | مجال الزراعة والغذاء | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | %5.0 | منخفضة جدًا |
| 8 | مجال الإلكترونيات ووسائل الاتصال | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | %1.7 | منخفضة جدًا |

يظهر من الجدول (3) أن مجال الطاقة جاء في المرتبة الأولى وحصل على (20) تكرارًا وبنسبة مئوية (33.3%) وبدرجة منخفضة، أما أقل مجال الإلكترونيات ووسائل الاتصال والذي جاء بعدد تكرارات (1) وبنسبة (1.7%) وبدرجة منخفضة جدًا، ويعزى ذلك إلى أن تقنية النانو تكنولوجي هو مجال حديث نسبيًا وتخصصي للغاية وذلك مقارنة بالمواضيع التقليدية التي يتم تدريسها في مناهج علوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية، حيث تركز مناهج علوم الأرض والبيئة بشكل رئيسي على المفاهيم الأساسية مثل الجيولوجيا والمناخ والتربة والهيدرولوجيا، وهذه المواضيع تشكل جوهر التعليم البيئي والجغرافي، لأنها تمثل الفهم الأولي للعوامل الطبيعية التي تؤثر على كوكب الأرض، وتطبيقات النانو تكنولوجي رغم أهميتها تُعتبر موضوعًا أكثر تخصصًا وتطورًا لا يمكن فهمه بسهولة دون الإلمام بالمبادئ الأساسية، ولا يزال دمجها في المناهج في مراحله المبكرة، كما أن هذه التقنيات غالبًا ما تكون متقدمة وصعبة الفهم للطلبة في المرحلة الثانوية، مما يجعل التركيز في المرحلة الثانوية منصبًا على القواعد الأساسية للعلوم الطبيعية.

وجاء مجال الطاقة بدرجة تضمين منخفضة حيث يعزى ذلك إلى أن كتب علوم الأرض والبيئة كموضوع دراسي في المناهج الأردنية يركز بشكل رئيسي على دراسة البيئة الطبيعية والنظم البيئية والتغيرات المناخية والجيولوجيا وحماية الموارد الطبيعية، أما مجال الطاقة رغم أهميته قد لا يُعتبر جزءًا أساسيًا في مناقشة هذه المواضيع مقارنة بمواضيع أخرى مثل التلوث أو التنوع الحيوي أو التغير المناخي، كما أن المناهج الدراسية في الأردن غالبًا ما تكون محددة بكمية المعلومات التي يمكن تغطيتها خلال العام الدراسي، ومن الممكن أن مجال الطاقة يُعتبر موضوعًا تقنيًا إلى حد كبير، ويحتاج إلى مساحة أكبر لتغطية جوانبه المتعددة بشكل شامل، وبالتالي يتم تقليص حجم المحتوى المخصص له في مواد علوم الأرض والبيئة مما يؤدي إلى درجة تضمين منخفضة.

أما مجال الإلكترونيات ووسائل الاتصال والذي جاء بالمرتبة الأخيرة وبدرجة تضمين منخفضة جدًا فيعزو الباحثان ذلك إلى كون تطبيقات النانو تكنولوجي في الإلكترونيات ووسائل الاتصال بالرغم من أهميتها الكبيرة في التطور التكنولوجي إلا أن لها ارتباطًا ضعيفًا بالمفاهيم الأساسية التي يتم تدريسها في كتب علوم الأرض والبيئة، حيث يركز المقرر في هذا المجال عادة على مواضيع مثل المناخ والجيولوجيا والمياه والتربة والتلوث وهي مفاهيم أقرب إلى البيئة والطبيعة، على عكس الطاقة أو التلوث لا تمتلك الإلكترونيات ووسائل الاتصال ارتباطًا واضحًا بالقضايا البيئية التي يتم التركيز عليها في هذه الكتب، مما يجعل تضمينها محدودًا، كما أن الإلكترونيات ووسائل الاتصال كأحد تطبيقات النانو تكنولوجي هي مجالات تقنية متقدمة تتطلب فهمًا عميقًا في فيزياء المواد والكيمياء الفيزيائية والهندسة الإلكترونية وهذه المفاهيم قد تكون متقدمة جدًا أو بعيدة عن مستوى فهم الطلبة في المرحلة الثانوية، خاصة في مادة تهدف إلى تبسيط القضايا البيئية والجغرافية، لذا إدراج هذه التطبيقات قد يُصعب على الطلبة فهم العلاقة بين التكنولوجيا المتقدمة والمواضيع البيئية التي يتم تناولها، ويرى الباحثان أنه عادةً ما يتم تدريس موضوعات الإلكترونيات ووسائل الاتصال في مناهج الفيزياء أو التكنولوجيا، حيث يكون تركيزها على المبادئ الفيزيائية والتكنولوجية التي تحكم تلك المجالات، لذا يتم تجنب إدراج هذه المواضيع في كتب علوم الأرض والبيئة التي تركز على قضايا الطبيعة والبيئة ما يقلل من الحاجة لتضمين هذه المواضيع بشكل واسع.

النتائج المتعلقة بالسؤال الرابع ومناقشته: ما درجة تضمين كتب علوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية لتطبيقات الكيمياء الخضراء؟

للإجابة عن هذا السؤال تم استخراج التكرارات والنسب المئوية لكل فقرة والتكرارات لكتب علوم الأرض والبيئة الفصل الأول والثاني للمرحلة الثانوية، وفيما يلي تفصيل لنتائج التكرارات بحسب المجال وعلى النحو الآتي:

**الجدول (4) التكرارات والنسب المئوية ودرجة التضمين لكل مجال من تطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة في كتب علوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية الفصل الدراسي الأول والثاني مرتبة تنازليًا**

| الرقم | المجالات | الصف الثاني ثانوي | | الصف الأول ثانوي | | مجموع التكرارات | النسبة المئوية | درجة التضمين |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الفصل الدراسي الأول | الفصل الدراسي الثاني | الفصل الدراسي الأول | الفصل الدراسي الثاني | | | |
| 1 | البيئة والحماية من التلوث | 3 | 2 | 4 | 3 | 12 | %48.0 | متوسطة |
| 2 | الطاقة المتجددة | 2 | 1 | 1 | 4 | 8 | %32.0 | منخفضة |
| 3 | المواد العضوية | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | %20.0 | منخفضة |

يظهر من الجدول (4) أن مجال البيئة والحماية من التلوث جاء بالمرتبة الأولى وحصل على(12) تكرارًا وبنسبة مئوية (48.0%) وبدرجة متوسطة، أما أقل مجال المواد العضوية والذي جاء بعدد تكرارات (5) وبنسبة (20.0%) وبدرجة منخفضة.

ويعود ذلك إلى أن المناهج الدراسية في علوم الأرض والبيئة في المرحلة الثانوية تركز على القضايا البيئية الكبرى مثل التلوث واستنزاف الموارد الطبيعية وإدارة النفايات والتغير المناخي، وهذه المواضيع تشكل العمود الفقري لتعليم الطلبة كيفية التعامل مع القضايا البيئية المعاصرة، في المقابل تُعتبر الكيمياء الخضراء موضوعًا متخصصًا أكثر في مجال التكنولوجيا الكيميائية، وبالتالي قد لا يكون لها مكانة بارزة في المناهج البيئية التي تركز على التعليم الشامل حول البيئة، وغالبًا ما تكون كتب علوم الأرض والبيئة مبسطة لتتناسب مع مستوى الطلبة في المرحلة الثانوية وتسعى لتقديم معلومات قابلة للتطبيق والفهم السريع، بينما تعتمد الكيمياء الخضراء على مفاهيم وتفاعلات كيميائية معقدة، قد يكون من الصعب تدريسها بعمق في هذه المرحلة دون أن تتداخل مع تعليم الأساسيات البيئية الأخرى، ونظرًا لأن تطبيقات الكيمياء الخضراء قد تتطلب توضيحًا للتفاعلات الكيميائية المعقدة، فقد لا يتم التركيز عليها بشكل مكثف.

وجاء مجال البيئة والحماية من التلوث بدرجة تضمين متوسطة حيث يعزى ذلك إلى أن كتب علوم الأرض والبيئة تهدف إلى زيادة الوعي البيئي لدى الطلبة وإعدادهم لمواجهة التحديات البيئية المستقبلية والكيمياء الخضراء تعد جزءًا من هذا الحل، لكن لأن التركيز الأكبر يكون على تعليم الطلبة كيفية حماية البيئة بشكل عام، فقد يتم التركيز بشكل أكثر وضوحًا على المفاهيم الأساسية مثل إعادة التدوير والحفاظ على الموارد والطاقة المتجددة، وتأتي الكيمياء الخضراء كإضافة مكملة ولكن ليست محورية.

أما مجال المواد العضوية والذي جاء بالمرتبة الأخيرة وبدرجة تضمين منخفضة فيعزى ذلك إلى أن المواد العضوية وتفاعلاتها الكيميائية تُعتبر جزءًا أساسيًا من الكيمياء العضوية وهي مجال متخصص يتعلق بتركيب وتفاعلات المركبات العضوية مثل المذيبات والبلاستيك والمبيدات الحشرية والوقود، وهذا الموضوع يُعد أكثر صلة بمجالات الكيمياء الصناعية أو العضوية وليس بكتب علوم الأرض والبيئة التي تركز في الغالب على الجغرافيا الطبيعية والتلوث البيئي والتغير المناخي، وهذا يقلل من الحاجة إلى تضمين مجال المواد العضوية في المناهج الدراسية الخاصة بعلوم الأرض والبيئة، كما أن تطبيقات المواد العضوية في مجال الكيمياء الخضراء قد تحتاج إلى تجارب مخبرية وتطبيقات عملية لفهم كيفية تحسين التفاعلات الكيميائية لتصبح أكثر استدامة وصديقة للبيئة، إلا أن عدم توفر الموارد المخبرية والمعدات بشكل كافٍ لعرض هذه التطبيقات بشكل عملي يقلل من تركيز مخططي ومسؤولي المناهج على تضمينها في المناهج الدراسية.

النتائج المتعلقة بالسؤال الخامس ومناقشته: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha$=0.05) في درجة تضمين كتب المرحلة الثانوية لتطبيقات النانو تكنولوجي تعزى لاختلاف الكتاب (الكيمياء، علوم الأرض والبيئة)؟

للإجابة عن هذا السؤال تم استخراج التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة لدرجة تضمين كل من الكتاب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة لتطبيقات النانو تكنولوجي كما تم استخدام اختبار كاي$^2$ لبيان الفروق الإحصائية بينهما والجدول أدناه يوضح ذلك.

**الجدول (5) درجة التضمين تطبيقات النانو تكنولوجي المتضمنة في كل من كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية واختبار كاى$^2$ للفرق بينهما**

| الرقم | الكتب | التكرار الملاحظ | التكرار المتوقع | قيمة كاي$^2$ | الدلالة الإحصائية |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | كتب الكيمياء | 30 | 45 | 10 | 0.001 |
| 2 | كتب علوم الأرض والبيئة | 60 | 45 | | |

يتبين من الجدول (5) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha$=0.05) في درجة تضمين كل من كتاب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة لتطبيقات النانو تكنولوجي وجاءت الفروق لصالح كتب علوم الأرض والبيئة، ويعزو الباحثين ذلك إلى أن النانو تكنولوجيا لها تطبيقات واسعة في مجالات مثل معالجة المياه، وتنقية الهواء، وتحسين البيئة، والتعامل مع التلوث، وبالتالي يكون من الطبيعي أن يتم دمج تقنيات النانو بشكل أكبر في كتب علوم الأرض والبيئة نظرًا لأن هذه التطبيقات تعتبر جزءًا من الحلول البيئية والتكنولوجية المستدامة، كما انهُ هناك اهتمام متزايد في مجال علوم الأرض والبيئة بالتقنيات الحديثة التي يمكن أن تساعد في معالجة التحديات البيئية، بما في ذلك النانو تكنولوجيا، فالنانو تكنولوجيا قد أثبتت نفسها في الكثير من الدراسات والتطبيقات التي تستهدف تحسين البيئة مثل إزالة الملوثات أو استصلاح الأراضي، على عكس ذلك، قد لا تكون كتب الكيمياء قد دمجت التطورات الأحدث في تقنيات النانو في نفس التوقيت، أو قد تكون قد أُدرجت بشكل مختصر مقارنة بمجال علوم الأرض.

النتائج المتعلقة بالسؤال السادس ومناقشته: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha$=0.05) في درجة تضمين كتب المرحلة الثانوية لتطبيقات الكيمياء الخضراء تعزى لاختلاف الكتاب (الكيمياء، علوم الأرض والبيئة)؟

للإجابة عن هذا السؤال تم استخراج التكرارات الملاحظة والتكرارات المتوقعة لدرجة تضمين كل من الكتاب الكيمياء علوم الأرض والبيئة لتطبيقات الكيمياء الخضراء كما تم استخدام اختبار كاي$^2$ لبيان الفروق الإحصائية بينهما والجدول أدناه يوضح ذلك.

**الجدول (6) درجة التضمين تطبيقات الكيمياء الخضراء المتضمنة في كل من كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية واختبار كاى$^2$ للفرق بينهما**

| الرقم | الكتب | مجموع التكرارات | التكرار المتوقع | قيمة كاي$^2$ | الدلالة الإحصائية |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | كتب الكيمياء | 85 | 55 | 32.72 | 0.001 |
| 2 | كتب علوم الأرض والبيئة | 25 | 55 | | |

يتبين من الجدول (6) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha$=0.05) في درجة تضمين كل من كتاب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة لتطبيقات الكيمياء الخضراء وجاءت الفروق لصالح كتاب الكيمياء، ويعزو الباحثين ذلك إلى أن الكيمياء الخضراء تعتبر فرع من الكيمياء يركز على تطوير عمليات ومواد كيميائية صديقة للبيئة، وبالتالي، فإنها جزء أساسي من محتوى كتب الكيمياء، حيث يتضمن هذا الموضوع تقنيات مثل استخدام المحفزات، العمليات النظيفة، والحد من استخدام المواد السامة، مما يجعله أكثر ارتباطًا بمناهج الكيمياء مقارنة بكتب علوم الأرض والبيئة، ونظرًا لأن الكيمياء الخضراء تهدف إلى تقليل التأثير البيئي للعمليات الكيميائية، فهي جزء لا يتجزأ من تعليم الكيمياء في المراحل التعليمية المختلفة، ولذلك تجد هذه المواضيع أكثر تضمينًا في كتب الكيمياء.

**التوصيات والمقترحات:**

في ضوء النتائج التي تّم التّوصّل لها يوصي الباحثين بما يلي:

1- التأكيد على مخططي ومسؤولي المناهج في وزارة التربية والتعليم بضرورة مراجعة محتوى كتب الكيمياء وعلوم الأرض للمرحلة الثانوية، وتضمينها بما يتناسب مع تطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء.

2- الاستفادة من قائمة تطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء من قِبل الباحثين في مراحل تطوير وتحسين كتب الكيمياء وعلوم الأرض.

3- تطوير أهداف تدريس الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة للمرحلة الثانوية في ضوء مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء.

4- تعزيز كتب الكيمياء وعلوم الأرض والبيئة بالأنشطة والتدريبات التي تسهم في تنمية الوعي بتطبيقات النانو تكنولوجي والكيمياء الخضراء.

## المراجع العربية

أبو بريكة، أسامة (2020). تطوير منهج الألبان في ضوء مفاهيم تقنية النانو لتنمية الوعي بتطبيقاتها لدى طلاب المرحلة الثانوية الزراعية. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة كفر الشيخ، مصر.

أبو الوفا، رباب (2018). فاعلية مقرر مقترح للكيمياء الخضراء قائم على مبادئ التربية من أجل التنمية المستدامة في تنمية الثقافة الكيميائية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء. المجلة المصرية للتربية العلمية الجمعية المصرية للتربية العلمية، 21(2)، 1ـ51.

إسماعيل، ناريمان (2019). أثر وحدة مقترحة في الكيمياء الخضراء على تنمية الوعي الاقتصادي والاتجاه نحو دراستها لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية. المجلة المصرية للتربية العلمية، 22(1)، 91ـ146.

الشناوي، نانيس ونصر، ريحاب والباز، مروة (2020). فاعلية برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء في تنمية القيم البيئية لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء. مجلة كلية التربية جامعة بورسعيد، 1(30)، 211ـ261.

البلطان، إبراهيم (2021). مستوى تضمين موضوعات الكيمياء الخضراء في محتوى كتب العلوم بالمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية. مجلة كلية التربية–جامعة المنوفية، 4(1)، 327ـ 376.

التميمي، عبد الرحمن (2017). مستوى الوعي بمفاهيم تقنية النانو تكنولوجي لدى الطلاب والطالبات المسجلين في الدبلوم التربوي بجامعة حائل. رسالة الخليج العربية، 1(148)، 41 ـ 57.

الجمعية الكيميائية السعودية (2018). مؤتمر الكيمياء الدولي السابع. تم الاسترجاع من الموقع التالي: http://www.chem.org.sa/old-site/OurNewsARae01.html?NewsID=113

حجاج، آية والبعلي، إبراهيم وعبدالوهاب، فاطمة وصابر، محمد (2020). وحدة مقترحة قائمة على مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية الجانب المعرفي ومهارات اتخاذ القرار تجاه المشكلات

والقضايا البيئية لدى طلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية. مجلة كلية التربية جامعة بنها، 4(123)، 267–300.

درويش، عطا وأبو عمرة، هالة (2017). مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كلية التربية تخصص علوم في جامعة غزة واتجاهاتهم نحوها. مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، 26(1)، 200–229.

ذاكر، رحمة والمسرحي، أسماء (2019). تصور مقترح لوحدة دراسية في الرياضيات للمرحلة المتوسطة في ضوء معايير تكنولوجيا النانو. مجلة العلوم التربوية، 26 (1)، 71–136.

الرفاعي، رانيا (2019). مستوى المعرفة بتقنية النانو لدى طالبات المرحلة الثانوية في مدينة جدة واتجاهاتهم نحوها. مجلة العلوم التربوية والنفسية، 3(9)، 33–56.

الزعبي، عبدالله (2020). تحليل محتوى كتب الأحياء للصفوف الثانوية في الأردن في ضوء معايير العلوم للأجيال القادمة (NGSS). دراسات، 47 (2)، 428–437.

شحاتة، حسن (2011). تقنية النانو ومستقبل البشرية. الرياض: دار طيبة للنشر والتوزيع والتجهيزات العلمية.

الشحري، إيمان (2019). وحدة مقترحة في "Bioplastics" في ضوء مبادئ الكيمياء الخضراء لتنمية مهارات المدافعة البيئية والاتجاه نحو الصحة الوقائية لدى طلاب المرحلة الثانوية. مجلة كلية التربية كلية التربية جامعة كفر الشيخ، 19(4)، 280–223.

صبري، ماهر والسعداوي، رانيا وإسماعيل، دعاء (2019). أثر مقرر مقترح في النانوتكنولوجي في تنمية مفاهيمه واتخاذ القرار والاتجاه نحو تطبيقاته لدى طلاب شعبة الكيمياء بكلية التربية. مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس، (110) 110، 213–248.

طعيمة، رشدي (2004). تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية: مفهومه، أسسه، استخداماته. القاهرة: دار الفكر العربي.

طه، محمود والقسط، نجلاء (2021). متطلبات النانو تكنولوجي في محتوى مناهج العلوم للمرحلة الإعدادية بجمهورية مصر العربية. مجلة العلوم التربوية والنفسية، 5(21)، 111– 140.

عبدالرحمن، أسامة وحسن، ميسرة (2019). الكيمياء في حياتنا. القاهرة: دار البحث للنشر والتوزيع.

عبداللطيف، ندى وراشد، علي والمحمدي، أماني (2021). وحدة مقترحة في علوم وتكنولوجيا النانو وأثرها في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طلاب الصف الأول الثانوي. مجلة جامعة حلوان، 27(2021)، 122–158.

غياضة، هديل (2016). متطلبات النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية ومدى اكتساب طلبة الصف الحادي عشر لها. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

القحطاني، عثمان (2019). تصور مقترح لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مناهج الرياضيات المطورة بمرحلة التعليم العام. مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية، 28 (2)، 174–201.

الكامل، ابتسام وسعيد، ردمان (2023). تصور مقترح لتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها في مقرري هندسة وقياس. مجلة جامعة صنعاء للعلوم الإنسانية، 1(2)، 1–22.

متولي، شيماء (2016). فاعلية برنامج مقترح في الاقتصاد المنزلي بتطبيقات النانو تكنولوجي على تنمية التور العلمي والتفكير التخيلي لدى طالبات المرحلة الإعدادية واتجاهاتهن نحو العلم وتقنية النانو. مجلة العلوم التربوية، 1 (3)، 113–166.

محسن، سحر (2018). برنامج تنمية مهنية لمعلمي الكيمياء بالمرحلة الثانية قائم على الكيمياء الخضراء وأثره على تنمية مهارات حل المشكلات واستيعاب مفاهيم البيئة. أطروحة دكتوراة غير منشورة، جامعة عين شمس، مصر.

مراد، سهام (2023). درجة توافر مبادئ وتطبيقات الكيمياء الخضراء بمحتوى كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي بالمملكة العربية السعودية. رسالة الخليج العربي، 93(169)، 44–111.

الملاح، تامر وخضر، حنان (2017). المستحدثات التكنولوجية والنانوتكنولوجي. القاهرة: دار السحاب للنشر والتوزيع.

مياس، أحمد (2017). برنامج قائم على تطبيقات النانو تكنولوجي وفاعليته في تنمية حل المشكلات الإبداعي والميل نحو الرياضيات لدى الطلبة المعلمين في اليمن. أطروحة دكتوراة غير منشورة، جامعة عين شمس، مصر.

يوسف، رحمه (2022). برنامج مقترح في الكيمياء الخضراء قائم على مدخل التحليل الأخلاقي لتنمية مهارات التفكير الأخلاقي لمعلمي الكيمياء قبل الخدمة. مجلة البحث في التربية وعلم النفس، 37(3)، 1069–1112.

**References:**

Bodlalo, L.; Sabbaghan, M., & Jome, S. (2013). A Comparative Study in Green Chemistry Education Curriculum in America and China. Procedia Social and Behavioral Sciences, 1(90), 288- 292.

Fellet, M. (2013). Green Chemistry and Engineering: Towards A sustainable Future. American Chemical Society.

Healy, N. (2009). Why Nano Education?. Journal of Nano Education, 1(1) ,6-7.

Holfelder, K,.(2019) Towards a sustainable future with education? Springer Nature Switzerland Sciences, Sustainability Scienc, 14(1), 943-952.

Ipek, Z., Atik, A., Tan, S., Erkoc, F. (2020). Study of The Validity and Reliability of Nanotechnology Awareness Scale in Turkish Culture. International Journal of Assessment Tools in Education, 7 (4), 674-689.

Koulougliotis, D., Antonoglou, L. & Salta, K. (2021). Probing Greek Secondary School student's awareness of green chemistry principles infused in context based projects related to socio- scientific issues, International Journal of Science Education, 43(2), 298-313.

Layla, F. & Rafael, L. (2018). Nanocatalysis for Green Chemistry, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain.

Mageswary, K., Zurida, I., & Norita, M. (2011). Green Chemistry: Educating Prospective Science Teachers in Education for Sustainable Development at School) of Educational Studies, USM", Journal of Social Sciences, 7(1), 42-50.

Olteanu, R., Gorghiu, G., & Gorghiu, L. (2017). Introducing Responsible Research and Innovation Dimensions in Non-Formal Education Activities Dedicated to Industrial Application of Nanomaterial's. Journal of Science & Arts, 17(2), 331-340.

Saleh, H., Koller. M. (2018). Green chemistry. Book (PDF) isBN:978-953-51-4025-2. https://www.inttechopen.com/book/green chemistry.

Selim, S. (2015). Integrating Nanotechnology Concepts and Its Applications into the Secondary Stage Physics Curriculum in Egypt. European Scientific Journal, 11 (12), 196 -220.