

يوسف الفراج: مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي في محتوى كتاب علم البيئة للسنة الأولى المشتركة للمرحلة الثانوية وفق...

مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي في محتوى كتاب علم البيئة للسنة الأولى المشتركة للمرحلة الثانوية

وفق نظام المسارات

د. يوسف بن فراج الفراج⁽¹⁾

(قدم للنشر 1444/04/11 هـ - وقبل 1444/05/24 هـ)

المستخلص: هدفت الدراسة الحالية إلى التعرف إلى مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي كعمليات منفصلة ومتتابعة - في ضوء معايير العلوم للجيل القادم - في محتوى كتابي علم البيئة للصف الأول الثانوي وفق نظام المسارات للمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية، وتألف مجتمع الدراسة وعينته من جميع فصول وأنشطة وتجارب كتابي علم البيئة (1-1 و 1-2، طبعة 1443هـ). استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي باستخدام أسلوب تحليل المحتوى، وصممت الأداة في ضوء معايير العلوم للجيل القادم لمحور الممارسات الهندسية، واحتوت البطاقة على معيار التصميم الهندسي بمؤشراته الثمانية، واستخدم مقياس التضمين من خلال استخدام المستويات: عالية جدًا، وعالية، ومتوسطة، ومنخفضة، ومنخفضة جدًا. وأظهرت النتائج أن مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي تراوحت بين منخفض ومنخفض جدًا، وجاءت مؤشرات (تحديد المشكلة) و(تصميم الحلول) بنسب تضمين منخفضة جدًا بلغت - على التوالي - (0.91% و 2.28%)؛ في حين جاء مؤشر (تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها) و(تحليل البيانات وتفسيرها) بنسبة تضمين منخفضة بلغت نسبتهما - على التوالي - (21.92% و 39.73%)؛ كما أظهرت النتائج عدم تضمين عمليات التصميم الهندسي كعمليات متتابعة في التجارب والأنشطة العلمية. وأوصت الدراسة بتطوير محتوى علم البيئة في ضوء معايير العلوم للجيل القادم، وتضمين عمليات التصميم الهندسي في المحتوى كمارسات منفصلة ومتتابعة.

الكلمات المفتاحية: عمليات التصميم الهندسي، علم البيئة، تعليم (STEM)، معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، المرحلة الثانوية.

The Inclusion of Engineering Design Process (EDP) in the Ecology Textbooks for the First Common Year of High School Pathway System

Yousef F. AlFarraj⁽¹⁾

(Submitted 05-11-2022 and Accepted on 18-12-2022)

Abstract: The current study aimed at revealing inclusion level of engineering design process as separate and sequential processes in the 10th grade Environmental Science textbooks according to the pathways high school system. The sample consisted of all chapters, activities and experiments of the environmental science textbooks (1-1 and 1-2 , 1443 edition). The study followed the descriptive content analysis approach, using a tool designed based on engineering design practices including eight indicators. The inclusion scale consisted of five levels: very high, high, medium, low, and very low. The results indicated that the level of inclusion of engineering design processes ranged between low and very low. The indicators of (Defining the problem) and (Designing solutions) came with very low inclusion rates, which amounted to 0.91% and 2.28%, respectively; while the indicators of (Planning and carrying out investigations) and (Analyzing and interpreting data) came with a low rate of inclusion, which amounted to 21.92% and 39.73%, respectively. The results also indicated that engineering design processes were not included as sequential processes in the experiments and scientific activities. The study recommended the development of environmental science content in light of NGSS, and the inclusion of engineering design processes in the content as separate and sequential practices.

Keywords: Engineering Design Process, Ecology, STEM Education, Next Generation Science Standards (NGSS), High School.

(1) Curriculum and Instruction Department -
King Saud University

(1) قسم المناهج وطرق التدريس - جامعة الملك سعود

E-mail: yalfarraj@ksu.edu.sa

مقدمة

وعلى الصعيد العالمي، مرت مراحل تطوير مناهج العلوم بالعديد من التحولات والتوجهات التي انبثقت من حاجات المجتمع ومتطلباته المتجددة (زيتون، 2010)، ومن تلك المشاريع التي كان لها الأثر في تطوير المناهج: مشروع العلوم والتقنية والمجتمع (Science, Technology, and Society – STS) ومشروع العلوم والتقنية والمجتمع والبيئة (Science, Technology, Society and Environment – STSE) ومشروع 2061 (Project 2061) المعد من الجمعية الأمريكية لتقديم العلوم (American Association for the Advancement of Science- AAAS) ومشروع المعايير القومية للتربية العلمية (National Science Education Standards – NSES)، وفي عام 2013 تم اعتماد معايير العلوم للجيل القادم (Next Generation Science Standards- NGSS) من قبل المركز الوطني للبحوث في الولايات المتحدة الأمريكية (National research Council -NRC) والأكاديمية الوطنية للعلوم (National Academy of Science - NAS)، ومنظمة إنجاز (ACHIEVE Organization). وتعد معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) المعايير الأحدث في مجال تعلم العلوم وتعليمها (NRC، 2012)، وتتألف تلك المعايير من ثلاثة أبعاد رئيسية هي: الأفكار الرئيسية (Disciplinary Core Ideas)، والممارسات العلمية والهندسية (Scientific and Engineering Practices)، والمفاهيم الشاملة (Crosscutting Concepts). وجاءت تلك المعايير استجابة لتطوير مناهج العلوم الطبيعية فيما يتسق مع الاحتياجات المهنية لوظائف المستقبل المتعلقة بتعزيز البحث والابتكار في مجالات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (Campbell & McKenna، 2016).

تولي المملكة العربية السعودية، ممثلة بوزارة التعليم، أهمية بالغة لتطوير المناهج الدراسية؛ وتمثل مناهج العلوم الطبيعية جزءاً من هذا التطوير المستمر الذي يسعى لتحقيق الاتساق مع التوجهات العالمية في تطوير المناهج، وتحقيق مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030، ويؤكد برنامج تنمية القدرات البشرية (2020) أهمية تطوير المنظومة التعليمية عبر تنمية المهارات الأساسية والمستقبلية كالمهارات الرقمية ومهارات التفكير العليا والمهارات العملية في مراحل التعليم العام، وتمثل عمليات التصميم الهندسي مكوناً رئيساً من تلك المهارات التي تتطلبها وظائف المستقبل. وقد مر تطوير مناهج العلوم الطبيعية بمراحل متعددة، يمكن تلخيصها في أربع مراحل: فقد بدأت المرحلة الأولى إبان تأسيس مديرية المعارف في عام 1344هـ، وقد بنيت مناهج العلوم كمادة (العلوم والصحة) من خلال الاستعانة ببعض المناهج من بعض الدول العربية، وذلك بعد إجراء التعديلات التي تتسق مع البيئة السعودية، تلتها المرحلة الثانية في عام 1394هـ حيث تم تطوير مناهج العلوم بالاستعانة بالمركز التربوي للعلوم والرياضيات بالجامعة الأمريكية ببيروت، وأما المرحلة الثالثة فتمثلت بإنشاء الأسر الوطنية في عام 1399هـ حيث تم بناء وثيقة مناهج العلوم وأجريت تعديلات على تلك المناهج (الأحمدي، 2018)، وأما المرحلة الرابعة فتمثلت في ترجمة ومواءمة سلسلة مواد العلوم الصادرة عن شركة ماجروهيل (McGraw-Hill) عبر مشروع تطوير مناهج العلوم والرياضيات (وزارة التربية والتعليم، 2008)، حيث طبق المشروع بشكل تدريجي منذ العام الدراسي 1429/1430هـ. وتجرى وزارة التعليم تطويراً مستمراً للمناهج الدراسية بشكل دوري للتأكد من مواكبة تلك المناهج لمستجدات العصر وخطط التنمية الوطنية.

يوسف الفراج: مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي في محتوى كتاب علم البيئة للسنة الأولى المشتركة للمرحلة الثانوية وفق...

رئيساً من مكونات منحنى (STEM) عبر تطبيق عمليات التصميم الهندسي (Engineering Design Process- EDP) الذي يعد توجهاً جديداً في تطوير تعليم وتعلم العلوم (National Research Council, 2012)، وتمر خطوات التصميم الهندسي بعدد من المراحل المتتابعة والمنظمة، ويبين الجدول (1) نماذج مختلفة لخطوات التصميم الهندسي التي تم تناولها في البحوث والدراسات في التربية العلمية.

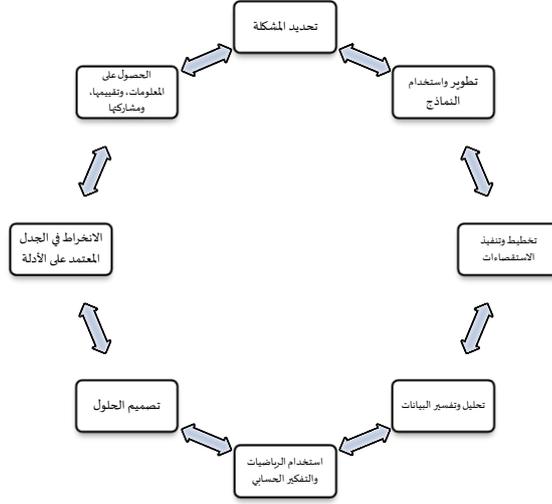
وتركز الممارسات العلمية والهندسية على أهمية تقديم أنشطة علمية تساهم في تعزيز ممارسات الطلبة بحيث يتمثلوا سلوك العلماء في عمليات الاستقصاء والاستكشاف وحل المشكلات. وللممارسات العلمية والهندسية أهمية كبيرة في تعليم العلوم وتعلمها؛ حيث تساعد تلك الممارسات على تعميق الفهم وتحقيق التعلم ذي المعنى، وتعد الهندسة والمتمثلة في التصميم الهندسي والمعتمد على الممارسات الهندسية مكوناً

جدول (1): نماذج متنوعة لخطوات التصميم الهندسي

م	خطوات التصميم الهندسي	المؤلف
1	تعريف المشكلة، تخطيط الحلول الممكنة، اختيار الحل المناسب، تصميم الحلول، اختبار الحلول، إعادة التصميم، وأخيراً التواصل	(Mesutoglu & Baran, 2020)
2	تحديد المشكلة، تحديد المعايير، توليد الأفكار، التقويم	(Yu & Fan, 2019)
3	تحديد المشكلة، التخطيط والتنفيذ، اختبار الحلول، التقويم	(Johnston, Akarsu, Moore & Guzey, 2019)
4	التصميم، بناء الحلول، اختبار الحلول، إعادة التصميم، مراجعة جميع الخطوات	(McFadden & Roehrig, 2018)
5	التصميم، البناء، الاختبار، إعادة التصميم، إعادة البناء، إعادة الاختبار	(Guzey, Ring-Whalen, Harwell & Peralta, 2017)
6	تحديد المشكلة، تصميم الحلول، إنشاء الحلول، وتحسين النماذج، التواصل	(Maeng, Whitworth, Goncz, Navy & Wheeler, 2017)

العلمي في مناهج العلوم بحيث يكون المتعلم محور العملية التعليمية، فالاستقصاء العلمي يؤكد دراسة العلاقات بين متغيرات متعددة كالعلاقة بين كتلة الجسم وتسارعه مثلاً، في حين تتميز الممارسات الهندسية بوجود خطوات منتظمة تبدأ بالتعريف بالمشكلة وتنتهي بالحصول على المعلومات وتقييمها ومشاركتها، ويوضح الشكل (1) خطوات التصميم الهندسي (NRC, 2012) المعتمدة في الدراسة الحالية والمستنبطة من بعد الممارسات الهندسية وفق معايير العلوم للجيل القادم.

يوضح الجدول (1) أن عمليات التصميم الهندسي تختلف خطواتها من بحث لآخر، ولكنها تتشابه جميعاً باتباع خطوات منهجية ومنتظمة (Systematic) ومستمرة وقابلة للإعادة (Iterative)، وتستهدف تطوير منتج أو إيجاد حلول لمشكلات علمية، وقد توصلت نتائج البحوث التي تناولت تضمين التصميم الهندسي إلى وجود تأثير إيجابي في الطلبة في عدد من المتغيرات التابعة كالتحصيل العلمي والتعلم العميق (Deep Learning)، ومهارات التواصل (Cooper, 2013). إن التركيز على الممارسات العلمية والهندسية جاء استجابة لنتائج البحوث حول تضمين الاستقصاء



شكل 1: خطوات التصميم الهندسي

(التي تساعد الطالب على بدء المشروع) وتصميم الحلول (الممارسات الهندسية عن الممارسات العلمية. ٢) توجد علاقة وثيقة بين العلوم والهندسة؛ فالانخراط في عمليات التصميم الهندسي يساهم في تعزيز المعرفة العلمية وتطبيقاتها في حياتنا اليومية. ٣) تساعد الممارسات الهندسية في اختيار الوظائف الهندسية للطلبة وتعزيز الاتجاهات الإيجابية نحو تلك المهنة لا سيما وأن طلبة المرحلة الثانوية لا يدرسون مقررات تتعلق بالهندسة في سن مبكرة (Cunningham, 2017)، فتعرض الطلبة لتلك الممارسات يساهم في تعزيز اهتماماتهم نحو العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (Lin et al., 2021).

وقد أشار إطار التربية العلمية للتعليم العام (الممارسات، المفاهيم الشاملة، الأفكار الرئيسية) إلى مفهوم الهندسة ضمن هذا السياق حيث يكمن الهدف الأساس في الممارسات الهندسية في تصميم الحلول المناسبة، وليس تقديم تفسيرات علمية (لأنها متعلقة بالممارسات العلمية) وتتميز عملية إنشاء وتصميم الحلول بأنها عملية مستمرة ومنظمة، وتختلف

يوضح شكل (1) أن عملية التصميم الهندسي تبدأ بتحديد المشكلة وتوضيح قيود الحل، حيث يبدأ المهندسون على اختلاف تخصصاتهم بهذه الخطوة الرئيسية كبناء جسر، أو تكوين نظام بيئي مستدام، وتستلزم هذه الخطوة الرئيسية التعرف على طبيعة المشكلة والمعرفة العلمية المرتبطة بها، والتحدي الذي يواجه المهندسون في الممارسات الهندسية هو تصميم الحلول المناسبة (خطوة 6) مقارنة بتقديم تفسيرات علمية في الخطوة نفسها أثناء تطبيق الممارسات العلمية.

كما يلحظ أن الممارسات العلمية والهندسية تتفق في تطوير واستخدام النماذج، وتخطيط وتنفيذ الاستقصاءات، وتحليل البيانات وتفسيرها، واستخدام الرياضيات والتفكير الحسابي، والانخراط في الجدول المعتمد على الأدلة، وأخيراً الحصول على المعلومات وتقييمها ومشاركتها، وتم تضمين خطوات التصميم الهندسي المتكاملة للأسباب الآتية: (١) انخراط الطلبة في عمليات التصميم الهندسي المتتابعة والمتكاملة يساعد في تعميق المعرفة، حيث تميز مرحلتي تعريف المشكلة

يوسف الفراج: مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي في محتوى كتاب علم البيئة للسنة الأولى المشتركة للمرحلة الثانوية وفق...

الممارسات الهندسية عن العلمية بأنها (الهندسية) تتضمن تحديد القيود والمعايير المرغوبة للحلول المقترحة، وبناء خطة التصميم، وتطوير واختبار النماذج أو النماذج الأولية، ثم اختيار النماذج المناسبة التي تتسق مع معايير التصميم، وأخيراً مراجعة الأفكار في ضوء الأداء المتعلق بالنموذج المبدئي أو عبر المحاكاة الحاسوبية (NRC, 2012).

ويوضح الجدول (2) خطوات التصميم الهندسي ويوضح الجدول (2) خطوات التصميم الهندسي (Bybee, 2011)، التي تتميز بوجود خطوات متتابعة تستهدف تكوين منتج أو إيجاد حلول لمشكلات واقعية.

جدول (2): خطوات التصميم الهندسي

م	خطوات التصميم الهندسي
1-	تحديد وتعريف المشكلة
2-	استخدام النماذج وتطويرها
3-	تخطيط وتنفيذ الاستقصاءات
4-	تحليل وتفسير البيانات
5	استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي
6-	تصميم الحلول
7-	الانخراط في الجدول المعتمد على الأدلة
8-	الحصول على المعلومات، وتقييمها، ومشاركتها

العلوم في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) بأبعادها الثلاثة.

وفيما يتعلق بمادة الفيزياء، فقد استهدفت دراسة الأحمد والبقمي (2017) تحليل محتوى كتب الفيزياء في المملكة العربية السعودية في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، واستخدمت الباحثان المنهج الوصفي التحليلي عبر إعداد بطاقة تحليل محتوى لكتب الفيزياء للمرحلة الثانوية في ضوء معايير (NGSS) في بعد الطاقة وفق معايير العلوم الفيزيائية، وتمثلت العينة بالفصل الثالث والرابع من كتاب الفيزياء للصف الثاني الثانوي، وأظهرت النتائج تدني مستوى تضمين معايير (NGSS) بنسبة منخفضة بلغت 33.33%، وجاء محور الممارسات العلمية والهندسية بأقل النسب تضميناً حيث بلغت 16.35%. ومن أبرز توصياتها: رفع نسبة تصميم الحلول وإنشاء الإيضاحات في صورة حلول مقترحة لمشكلات واقعية، حيث تسهم في تطبيق المعرفة العلمية وتحقيق الاستيعاب المفاهيمي للظاهرة العلمية موضع الدراسة.

وفيما يتعلق بمادة العلوم للمرحلة الابتدائية والمتوسطة، فقد استهدفت دراسة العتيبي والجبر (2017) التعرف على مدى توافر معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) في كتب العلوم للصف السادس الابتدائي، والصفين الأول والثاني المتوسط بالمملكة العربية السعودية، وتكونت عينة الدراسة من وحدات الطاقة في تلك الكتب (طبعة 2016 - 2017)، واستخدمت بطاقة محتوى صممت في ضوء معايير (NGSS). وأظهرت نتائج الدراسة انخفاض أو عدم تضمين معايير الممارسات العلمية والهندسية في وحدات الطاقة لجميع المراحل، عدا معيار (التخطيط والاستقصاء) في محتوى العلوم للصف السادس الابتدائي المضمن بنسبة متوسطة بلغت (52.17%)، في حين بلغت نسبة التضمين لتبلغ (33.3%) لنفس

يعد الكتاب المدرسي مكوناً محورياً من مكونات المنهج وخصوصاً في الأنظمة التعليمية التي تعتمد الكتب المدرسية كمنطلق أساسي لعمليات التخطيط والتنفيذ والتقييم؛ فالكتاب المدرسي يحتوي الأهداف والأنشطة والتدريبات والتجارب العملية، ولذا فإن نجاح تعليم العلوم وتعلمها ينبثق من الكتاب المدرسي ومدى تضمين الأنشطة والممارسات التي تتسق مع المعايير الحديثة في المجال كعمليات التصميم الهندسي مثلاً.

ومن خلال الاطلاع على مصادر المعرفة العربية للمنظومة، ومصادر المعرفة الأجنبية مثل محرك البحث الأكاديمي (EBSCO)، وجد الباحث ندرة في الدراسات التي تناولت تضمين عمليات التصميم الهندسي في العلوم البيئية، حيث لم يحصل الباحث على دراسة تناولت تضمين عمليات التصميم الهندسي كممارسات أو عمليات متكاملة أو متتابعة. وفي المقابل، يوجد دراسات تناولت تضمين الممارسات العلمية والهندسية في محتوى كتب العلوم الطبيعية لمراحل التعليم العام، حيث تناولت تلك الدراسات مستويات تضمين معايير العلوم للجيل القادم في تلك الكتب.

فقد هدفت دراسة العبدلية وزملائها (2016) إلى دراسة مدى تضمين كتب العلوم لمرحلة (6-8) في سلطنة عمان لمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS). وكان مجتمع البحث ممثلاً في عينتها وهو محتوى كتب العلوم للصفوف (6-8) في سلطنة عمان المتضمنة للفصلين الدراسيين الأول والثاني، واستخدم المنهج الوصفي التحليلي عبر استخدام بطاقة تحليل المحتوى، وبينت النتائج أنه تم تضمين الممارسات العلمية والهندسية في المرتبة الثالثة مقارنة ببعدي الأفكار المحورية (المرتبة الأولى)، والمفاهيم الشاملة (المرتبة الثانية). ومن أبرز توصياتها: إعادة بناء مناهج

يوسف الفراج: مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي في محتوى كتاب علم البيئة للسنة الأولى المشتركة للمرحلة الثانوية وفق...

القادم (NGSS). واستخدم المنهج الوصفي التحليلي باستخدام بطاقة تحليل المحتوى. وأظهرت نتائج مستوى تضمين المعايير (NGSS) بمستوى منخفض؛ حيث ضمنت الممارسات العلمية والهندسية بنسبة 35.3%، وأوصت الدراسة بتطوير مناهج العلوم وفق معايير العلوم للجيل القادم عبر إتاحة الفرص للطلبة لتصميم مشاريع تسهم في تقديم حلول لمشكلات واقعية.

وأما دراسة الخالدي (2019) فقد هدفت إلى الكشف عن درجة تضمين معايير الجيل القادم للعلوم (NGSS) في كتب العلوم للمرحلة المتوسطة في المملكة العربية السعودية، وتمثلت العينة في كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط (الفصل الأول والثاني، الطبعة 1440هـ)، واستخدم المنهج الوصفي التحليلي باستخدام بطاقة تحليل محتوى في ضوء معايير (NGSS). وأظهرت نتائج الدراسة تضمين الممارسات العلمية والهندسية بنسبة (31.2%). وأوصت الدراسة بإعادة بناء مناهج العلوم في ضوء ومعايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، وتطوير أنشطة محتوى كتاب العلوم للصف الثاني المتوسط بما يسهم في تعزيز الممارسات العلمية والهندسية، وإجراء دراسات تحليلية لمواد العلوم في المراحل الأخرى في ضوء معايير العلوم للجيل القادم.

وفي مجال الكيمياء، استهدفت دراسة العوفي (2020) استكشاف مدى تضمين مناهج الكيمياء بالمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية في ضوء معايير الجيل القادم لمعايير العلوم (NGSS)، واستخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي لتحليل محتوى كتب الكيمياء، وإعداد قائمة لمعايير العلوم (NGSS) للكيمياء للمرحلة الثانوية، وعلى ضوءها بُنيت أداة تحليل المحتوى، وتمثل مجتمع الدراسة جميع كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية (نظام المقررات)، وأظهرت

المعيار للصف الثاني المتوسط، وبلغت نسبة تضمين "إنشاء الإيضاحات وتصميم الحلول" (4.34%) و (7.41%) للصفين السادس والثاني المتوسط على التوالي، وأوصت الدراسة بإجراء المزيد من الدراسات حول مستوى تضمين محتوى كتب العلوم لمعايير العلوم للجيل القادم.

وهدف دراسة الربيعان وآل حمامة (2017) إلى التعرف إلى مدى تضمين معايير (NGSS) في كتب العلوم للصف الأول المتوسط في المملكة العربية السعودية، واستخدم المنهج الوصفي التحليلي، وكانت أداة الدراسة بطاقة تحليل المحتوى المبنية على معايير الجيل القادم للعلوم، وتوصلت الدراسة إلى وجود انخفاض في تضمين معايير العلوم للجيل القادم، حيث جاء معيار الممارسات العلمية والهندسية منخفضًا وبنسبة تضمين مقدارها (24.3%). وأوصت الدراسة بإعادة النظر في تطوير كتب العلوم للصف الأول المتوسط عبر تضمين الممارسات العلمية والهندسية.

وللتعرف على مستوى تضمين معايير الجيل القادم للعلوم (NGSS) في كتب الأحياء في المرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية، هدفت دراسة الغامدي (2018) تقويم كتب الأحياء للمرحلة الثانوية لعام (2016-2017)، واتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمت بطاقة تحليل المحتوى في ضوء معايير (NGSS). وأظهرت النتائج تضمين معايير (NGSS) لبعده الممارسات العلمية والهندسية بدرجة منخفضة جدًا، ومن أبرز مقترحاتها إجراء دراسة مماثلة للكشف عن مستوى تضمين معايير العلوم الحيوية في كتب العلوم للمرحلة الابتدائية والمتوسطة.

كما هدفت دراسة عبد العزيز (2019) إلى تقويم محتوى كتب العلوم في المرحلة الإعدادية في جمهورية مصر العربية لوحدات المادة وتركيبها، والطاقة، وكذلك التفاعلات الكيميائية في ضوء معايير العلوم للجيل

سياق يتسق مع مدخل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM).

وهدفت دراسة القحطاني (2022) للتعرف على مستوى اتساق محتوى كتاب الكيمياء (1) للصف الأول الثانوي مع معايير تعلم العلوم الطبيعية في محور الممارسات العلمية والهندسية الصادرة عن هيئة تقويم التعليم والتدريب بالمملكة العربية السعودية، واستخدم المنهج الوصفي التحليلي باستخدام أسلوب تحليل المحتوى، وتكونت الأداة من ثمانية معايير رئيسة تتضمن (45) مؤشرا فرعيا، وأظهرت نتائج الدراسة انخفاض تضمين الممارسات العلمية والهندسية في المحتوى؛ حيث بلغت نسبة التضمين (6.2%)، كما تراوحت نسبة اتساق المحتوى في محور الممارسات العلمية والهندسية مع المعايير بين (0.00-11.98%)، كما أظهرت النتائج أن أعلى نسبة اتساق كانت لمعيار (طرح الأسئلة وتحديد المشكلات) و(استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي) بنسب 10.73% و 11.98% على التوالي، في حين جاء معيار (الاعتماد على الحجة والدليل العلمي) بنسبة اتساق مقدارها 0.0% وأوصت الدراسة بإجراء دراسات حول مستوى اتساق مناهج العلوم مع المعايير الوطنية لمجال تعلم العلوم الطبيعية.

ومن خلال ما سبق فإن الدراسة الحالية تتفق مع الدراسات السابقة في استكشاف مدى تضمين معايير العلوم للجيل القادم في محتوى كتب العلوم الطبيعية في مراحل التعليم العام في مكون الممارسات الهندسية، واتفقت أيضا بالمنهج المتبع وهو المنهج الوصفي التحليلي باستخدام بطاقة تحليل المحتوى، إلا أن الدراسة الحالية تختلف عن الدراسات الأخرى بأمرين اثنين:

الأول: ركزت الدراسة الحالية على دراسة محتوى علم البيئة الذي لم ينل حقه في الدراسة رغم تضمينه

النتائج توافر المعايير بنسب متفاوتة في جميع الكتب بين ضعيف وغير متوفر، حيث بلغ متوسط تضمين الممارسات العلمية والهندسية (0.50)، وبدرجة غير متوفرة وفق مقياس التحليل المستخدم، وأوصت الدراسة بضرورة تطوير مناهج الكيمياء الحالية وفق معايير الجيل القادم للعلوم.

وهدفت دراسة زيود وآخرين (2020) إلى الكشف عن درجة تضمن كتاب العلوم والحياة للصف الرابع الأساسي في فلسطين لمعايير الجيل الجديد في العلوم ومستويات التفكير المتضمنة بها، واستخدم المنهج الوصفي التحليلي باستخدام بطاقة تحليل المحتوى المبنية على قائمة المعايير (NGSS)، وأظهرت نتائج الدراسة أن مجال (الممارسات العلمية والهندسية) جاء في المرتبة الثالثة وبنسبة تضمين متدنية بلغت (8.8%) وأوصت الدراسة بتضمين معايير الجيل القادم للعلوم بشكل أوسع في مناهج العلوم وخاصة بعدي الممارسات العلمية والهندسية والمفاهيم الشاملة.

وفي دراسة لمادة الكيمياء للصف الأول الثانوي، أجرى الدهمش والفرّاج (Aldahmash & Alfarraj, 2022) دراسة استهدفت استكشاف مدى تضمين عمليات التصميم الهندسي في مقرر الكيمياء (كتاب الطالب، وكراسة النشاط) للصف الأول الثانوي، (طبعة 2021)، واستخدمت بطاقة تحليل المحتوى عبر توظيف سلم تقدير عددي ولفظي أعد لهذا الغرض، وكانت وحدة التحليل الأنشطة والتجارب العملية الواردة في عينة الدراسة، وأظهرت نتائج الدراسة أن تضمين عمليات التصميم الهندسي (EDP) جاءت بمستوى مبتدئ (Novice)، كما أشارت أن المحتوى الحالي لا يلبي متطلبات معايير العلوم للجيل القادم، وأوصت بإجراء دراسات تتعلق بدراسة أثر استخدام التصميم الهندسي في تعليم وتعلم العلوم من خلال

يوسف الفراج: مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي في محتوى كتاب علم البيئة للسنة الأولى المشتركة للمرحلة الثانوية وفق...

حيث أشارت نتائج الاتجاهات الدولية للعلوم والرياضيات (TIMSS) إلى حصول طلبة المملكة العربية السعودية على المرتبة (35) من بين (39) دولة مشاركة في اختبارات مادة العلوم بمتوسط (431) نقطة، في حين حصل الطلبة في المرحلة نفسها على المرتبة (53) من بين (58) دولة مشاركة في مادة الرياضيات (هيئة تقويم التعليم والتدريب، 2021)؛ كما تؤكد نتائج دراسة بيزا (PISA 2018) حصول طلبة المملكة العربية السعودية على متوسط مقداره 399، 373، 386 من 600 لكل من القراءة والرياضيات والعلوم على التوالي (OECD, 2019). وهذا يؤكد وجود انخفاض عام في المستوى التحصيلي لطلبة التعليم العام، وقد أكدت الدراسات أن توظيف الممارسات الهندسية في عمليتي التعليم والتعلم يساهم في تعزيز الاستيعاب المفاهيمي (Capobianco et al., 2014; Chase et al., 2019; Fan) (& Yu, 2015; Mesutoglu, & Baran, 2020) وانطلاقاً من تحقيق مستهدفات رؤية المملكة 2030، وبرنامج تنمية القدرات البشرية التي تستهدف تحسين مخرجات التعلم، وانسجاماً مع توصيات الدراسات (الأحمد والبقهي، 2017؛ عبدالعزيز، 2019؛ العبدلية وزملاؤها، 2016؛ العتيبي والجبر، 2017؛ العوفي؛ 2020؛ الغامدي، 2017؛ القحطاني، 2022؛ Aldahmash & Alfarraj, 2022) التي اقترحت إجراء دراسات تستكشف مدى تضمين كتب العلوم لمتطلبات معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، فقد جاءت هذه الدراسة لاستكشاف مدى تضمين عمليات التصميم الهندسي (Engineering Design Process) كعمليات منفصلة ومتكاملة في محتوى كتاب علم البيئة للصف الأول الثانوي وفق نظام المسارات.

معايير العلوم للجيل القادم (HS-LS2): النظم البيئية: التفاعلات، الطاقة، والديناميكا. الثاني: ركزت الدراسة الحالية على دراسة مدى تضمين عمليات التصميم الهندسي كعمليات متتابعة ومتكاملة. حيث أشار بيل وزملاؤه (Bell et al., 2012) إلى أن الممارسات الثمان لا تعمل بمعزل عن بعضها البعض، وإنما تعمل كمنظومة متسقة ومتتابعة؛ للوصول إلى منتجات تساهم في رفاهية الإنسان وتقدم المجتمع. مشكلة الدراسة

شهد تعليم وتعلم العلوم الطبيعية بالمملكة العربية مراحل تطويرية متنوعة استهدفت تحقيق التنمية الشاملة التي تتسق مع كل مرحلة على حده. ولقد اعتنت وزارة التعليم بتطوير المناهج بشكل عام ومناهج العلوم الطبيعية بشكل خاص منذ تأسيس مديرية المعارف في عام 1343، مروراً بإنشاء وزارة المعارف في عام 1373هـ، حيث شكلت اللجان المتخصصة وزيادة ساعات التعلم، وانتهاءً بمرحلة التطوير الشامل لمناهج العلوم في جميع مراحل التعليم العام؛ حيث تمت ترجمة ومواءمة سلسلة ماجروهيل (McGraw-Hill) الأمريكية لمادتي العلوم الرياضيات (وزارة التربية والتعليم، 2008). وفي عام 1443هـ، أعلنت وزارة التعليم إطلاق مشروع مسارات المرحلة الثانوية الذي يستهدف تعزيز المهارات الوظيفية بما يتسق مع وظائف المستقبل (البرنامج التنفيذي لتطوير المسارات والأكاديميات والخطط الدراسية، 2022)، وتم تطوير المناهج القائمة وإضافة مواد وظيفية لعدد من المسارات كمسارات الصحة والحياة، والحاسب والهندسة، وإدارة الأعمال، و الشرعي، إضافة للمسار العام.

وتؤكد الدراسات الدولية انخفاض مستويات طلبة المملكة العربية السعودية في التحصيل العلمي؛

والجدول (1)، وفق معايير العلوم للجيل القادم للمرحلة الثانوية بالمملكة العربية السعودية. الحدود الزمانية: تم تطبيق الدراسة خلال الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي 1444هـ مصطلحات الدراسة

تحليل المحتوى: تعرفه دائرة المعارف الدولية للعلوم الاجتماعية بأنه: "أحد المناهج المستخدمة في دراسة مضمون وسائل الاتصال المكتوبة والمسموعة، وذلك من خلال وضع خطة منظمة تبدأ باختيار عينة من المادة موضوع التحليل وتصنيفها وتحليلها كما وكيفاً" (وثق في طعيمة، 2004، ص 71). ويعرف إجرائياً في هذه الدراسة بأنه: أسلوب بحثي يستهدف الخروج باستدلالات تتعلق بدراسة مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي كعمليات منفصلة أو متتابعة (منظمة) في محتوى كتاب علم البيئة للصف الأول الثانوي (نظام المسارات) في ضوء معايير العلوم للجيل القادم (NGSS).

مستوى التضمين: ويقصد بها النسبة التي تعبر عن تكرار عمليات التصميم الهندسي الثمانية في محتوى كتاب علم البيئة للصف الأول الثانوي باستخدام أداة تحليل أعدت لهذا الغرض.

خطوات التصميم الهندسي: يعرفها الباحث إجرائياً بأنها: عمليات منهجية ومتتابعة تمثل الجانب التطبيقي وفق معايير العلوم للجيل القادم؛ حيث تبدأ بتحديد المشكلة وقيود الحل مروراً باستخدام النماذج وتطويرها، وتخطيط الاستقصاءات وتنفيذها، وتحليل البيانات وتفسيرها، واستخدام الرياضيات والتفكير الحسابي، وتصميم الحلول، والانخراط في الجدل المعتمد على الأدلة، وأخيراً الحصول على المعلومات وتقييمها ومشاركتها.

أسئلة الدراسة

تمثلت أسئلة الدراسة في الإجابة عن السؤالين الرئيسيين الآتيين:

- 1) ما مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي (الثمانية) كعمليات منفصلة في محتوى كتاب علم البيئة للصف الأول الثانوي وفق نظام المسارات؟
- 2) ما مدى تضمين عمليات التصميم الهندسي كعمليات متكاملة ومتتابعة في محتوى كتاب علم البيئة للصف الأول الثانوي وفق نظام المسارات؟

أهداف الدراسة

هدفت الدراسة إلى التعرف على مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي كعمليات منفصلة ومتكاملة في محتوى كتاب علم البيئة (1-1 و 2-1 طبعة 1443) بالمملكة العربية السعودية.

أهمية الدراسة

1) تعد الدراسة مشاركة في تطوير مناهج العلوم الطبيعية وفق متطلبات المعايير الأحدث في مجال التربية العلمية المتمثلة بمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS).

2) تتسق الدراسة مع ركائز برنامج تنمية القدرات البشرية، والمتمثلة في التركيز على تطوير مناهج حديثة تنمي مهارات القرن الحادي والعشرين، وتعزز أساليب التدريس العملية والتطبيقية.

3) قد توفر نتائج الدراسة تغذية راجعة لمركز تطوير المناهج بوزارة التعليم في التعرف على النتائج المستمرة في عمليات تطوير منهج علم البيئة.

حدود الدراسة:

تمثلت حدود الدراسة بالآتي:

الحدود الموضوعية: اقتصرت الدراسة على تحليل محتوى كتاب علم البيئة (1-1 و 2-1 طبعة 1443) في ضوء خطوات التصميم الهندسي حسب الشكل (1)

يوسف الفراج: مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي في محتوى كتاب علم البيئة للسنة الأولى المشتركة للمرحلة الثانوية وفق...

استخدامها، وتخطيط الاستقصاءات وتنفيذها، وتحليل البيانات وتفسيرها، واستخدام الرياضيات والتفكير الحسابي، وتصميم الحلول، والانخراط في الجدول المعتمد على الأدلة، والحصول على المعلومات وتقييمها ومشاركتها، واستخدام معيار الحكم على درجة توافر علميات التصميم الهندسي من خلال الجدول 5.

جدول (5): معيار التحليل

درجة التوافر	النسبة المئوية	
	إلى	من
منخفضة جدا	20%	0%
منخفضة	40%	أعلى من 20%
متوسطة	60%	أعلى من 40%
عالية	80%	أعلى من 60%
عالية جدا	100%	أعلى من 80%

صدق أداة الدراسة

بعد الاطلاع على عدد من الدراسات التي تناولت عمليات التصميم الهندسي، تم تحديد الخطوات حسب الجدول (2) والشكل (1)، ثم عرضت على بعض المتخصصين في التربية العلمية، وتم التعديل وفق آراء المحكمين.

ثبات أداة الدراسة

قام الباحث بإيجاد ثبات الأداة بطريقتين، اشتملت الطريقة الأولى على حساب الثبات عبر الزمن، حيث حلت عينة من المحتوى، وبعد ثلاثة أسابيع أجري تحليل آخر، وبلغ معامل الاتفاق - باستخدام معادلة هولستي عبر الزمن- (89.1%)، أما الطريقة الثانية فقد تم الاستعانة بباحثين، وتم تحليل عينة من المحتوى باستخدام بطاقة تحليل المحتوى، وبلغ معامل الاتفاق باستخدام معادلة هولستي (92.3%)، وتدل النسبة على ثبات أداة التحليل وقدرتها على تحقيق أهداف الدراسة.

منهج الدراسة

استخدم الباحث المنهج الوصفي بتصميم تحليل المحتوى؛ لتحليل محتوى كتابي علم البيئة علم البيئة (1-1 و 2-1 طبعة 1443) للمرحلة الثانوية؛ للتعرف إلى مدى تضمين خطوات التصميم الهندسي في ضوء معايير العلوم للجيل القادم.

مجتمع وعينة الدراسة: تكون مجتمع الدراسة وعينته من كتابي علم البيئة للصف الأول الثانوي للسنة الأولى المشتركة للعام الدراسي 1443هـ، ويحتوي الكتاب على خمسة فصول وفق الجدول (3).

جدول (3): عدد فصول كتابي علم البيئة

علم البيئة (1-1)
الفصل الأول: مبادئ علم البيئة
الفصل: المجتمعات والمناطق الحيوية والأنظمة البيئية
الفصل الثالث: علم بيئة الجماعات الحيوية
علم البيئة (2-1)
الفصل الرابع: التنوع الحيوي والمحافظة عليه
الفصل الخامس: سلوك الحيوان

كما يحتوي الكتاب على عدد من التجارب الاستهلاكية، ومختبر تحليل البيانات، والتجارب العملية، ومختبر علم البيئة، والتقييم وفق الجدول (4).

جدول (4): عدد الأنشطة والتجارب العملية والتقييم

المجموع	علم البيئة (2-1)	علم البيئة (1-1)	المحتوى
5	2	3	تجربة استهلاكية
8	3	5	تجربة
5	2	3	مختبر علم البيئة
5	2	3	مختبر تحليل البيانات
5	2	3	تقويم الفصل
28	11	17	المجموع

أداة الدراسة: استخدمت بطاقة تحليل المحتوى تم تصميمها في ضوء عمليات التصميم الهندسي وفق معايير العلوم للجيل القادم (NGSS)، وتكونت البطاقة من معيار عمليات التصميم الهندسي وثمانية مؤشرات تمثلت بتحديد المشكلات، وتطوير النماذج

ضوابط التحليل: بعد التأكد من ثبات التحليل،

وضعت مجموعة من الضوابط، وهي:

(1) تم استبعاد الغلاف، والمقدمة، وقائمة المحتويات، ودليل الطالب، ومسرد المصطلحات من عمليات التحليل.

(2) اشتمل التحليل على جميع الموضوعات التي يدرسها الطالب كالأنشطة التمهيدية، ومختبر تحليل البيانات، والتقويم ... إلخ.

(3) يعد السؤال فكرة واحدة تصنف ضمن إحدى عمليات التصميم الهندسي الواردة في الجدول (2).

نتائج الدراسة ومناقشتها:

إجابة السؤال الأول: ركز السؤال الأول على معرفة مدى تضمين خطوات التصميم الهندسي في محتوى كتابي علم البيئة (1-1 و 2-1، طبعة 1443) وقام الباحث بحساب التكرارات والنسب المئوية لكل مؤشر على حدة وفق الجدول (6)

المعالجات الإحصائية

(1) التكرارات والنسب المئوية.

(2) معادلة هولستي؛ لقياس ثبات أداة التحليل.

إجراءات التحليل: مرت إجراءات الدراسة بالخطوات الآتية:

(1) الاطلاع على معايير العلوم للجيل القادم المتعلقة بالعلوم البيئية.

(2) اختيار خطوات التصميم الهندسي وتوصيف كل خطوة.

(3) اعتمدت الفكرة أو وحدة الموضوع كوحدة للتحليل بما يتضمنه من أسئلة أو تجارب وأنشطة.

(4) قراءة المحتوى عدة مرات، ومناقشة النتائج مع ثلاثة مختصين في التربية العلمية.

(5) تحليل النتائج وفق بطاقة تحليل المحتوى.

(6) استخلاص النتائج ومناقشتها وتفسيرها.

جدول (6): التكرارات والنسب المئوية لتضمين خطوات التصميم الهندسي في محتوى علم البيئة للصف الأول الثانوي

درجة التوافر	الترتيب	م	المجموع		محتوى كتاب علم البيئة (2-1)		محتوى كتاب علم البيئة (1)			المؤشر	
			%	ت	م	%	ت	م	%		ت
منخفض جداً	8	12.5	0.91	2	12.5	1.16	1	12.5	0.75	1	تحديد المشكلة
منخفض جداً	4		10.50	23		9.30	8		11.28	15	تطوير النماذج واستخدامها
منخفض جداً	2		21.92	48		20.93	18		22.56	30	تخطيط الاستقصاء وتنفيذها
منخفض جداً	1		39.73	87		41.86	36		38.35	51	تحليل البيانات وتفسيرها
منخفض جداً	5		9.13	20		6.98	6		10.53	14	استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي
منخفض جداً	6		2.28	5		2.33	2		2.26	3	تصميم الحلول
منخفض جداً	7		1.83	4		1.16	1		2.26	3	الانخراط في الجدل المعتمد على الأدلة
منخفض جداً	3		13.70	30		16.28	14		12.03	16	الحصول على المعلومات وتقييمها ومشاركتها
			100%	219		100%	86		100%	133	المجموع

للصف الأول الثانوي وفق نظام المسارات بنسبة منخفضة جداً بلغت (12.5%)، إلا أن هذا التضمين

يشير الجدول (6) إلى أن جميع مؤشرات عمليات التصميم الهندسي قد تضمنت في محتوى علم البيئة

يوسف الفراج: مستوى تضمين عمليات التصميم الهندسي في محتوى كتاب علم البيئة للسنة الأولى المشتركة للمرحلة الثانوية وفق...

إجابة السؤال الثاني:

استهدف السؤال الثاني استكشاف مدى تضمين عمليات التصميم الهندسي كعمليات متكاملة ومتابعة في محتوى كتاب علم البيئة للصف الأول الثانوي وفق نظام المسارات. وقد أجرى الباحث تحليلاً لجميع الممارسات الهندسية في الأنشطة والتجارب العملية، حيث تركزت عمليات الاستقصاء والممارسات العلمية والهندسية في الأنشطة والتجارب العملية. ويوضح الجدول (7) تضمين الممارسات الهندسية في الأنشطة والتجارب العملية، إلا أنه لا يوجد نشاط يضمن تنفيذ عمليات التصميم الهندسي كعمليات متكاملة ومتابعة ومتكاملة بدءاً من تحديد المشكلة وانتهاء بالحصول على المعلومات وتقييمها ومشاركتها مع الآخرين، حيث يلحظ أن تلك الممارسات الهندسية قد تضمنت بطريقة لا تضمن تحقيق خطوات عمليات التصميم الهندسي بشكل منتظم ومتتابع حسب الوارد في الشكل (1).

يتفاوت من مؤشر لآخر. وقد جاءت مؤشرات (تحديد المشكلة)، و(الانخراط في الجدول المعتمد على الأدلة)، و(تصميم الحلول)، و(استخدام الرياضيات والتفكير الحسابي)، و(تطوير النماذج واستخدامها)، و(الحصول على المعلومات وتقييمها ومشاركتها) بنسبة تضمين منخفضة جداً بلغت -على التوالي- (0.91%، 1.83%، 2.28%، 9.13%، 10.50%، 13.70%) في حين جاء مؤشري (تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها)، و(تحليل البيانات وتفسيرها) بنسبة تضمين منخفضة بلغت نسبها -على التوالي- (21.92%، 39.73%). وبناء على ذلك، فإن نسب تضمين مؤشرات عمليات التصميم الهندسي في محتوى علم البيئة تراوح من منخفض إلى منخفض جداً، ما عدا مؤشر تحليل البيانات وتفسيرها الذي يقترب من الحد الأدنى لنسب التضمين المتوسطة، وبلغ ترتيبه الأول في نسب التضمين، بينما حصل (مؤشر تحديد المشكلة) على المركز الأخير.

جدول (7): الممارسات العلمية والهندسية الواردة في أنشطة وتجارب محتوى كتاب علم البيئة

نوع الممارسة	النشاط / التجربة	الفصل
تنفيذ الاستقصاءات	تجربة استهلاكية (عقبات تواجه ذباب الفاكهة)	الأول
تحليل بيانات	مختبر تحليل البيانات 1-1	
تصميم شبكة غذائية	تجربة 1-1: كيف تنتقل الطاقة من مخلوق حي إلى آخر في نظام بيئي ما؟	
تحليل بطاقة المعلومات لبعض المنتجات وتطوير ملصق غذائي	نشاط 1: عرض عملي (المواد المغذية)	
تنفيذ الاستقصاءات	تجربة 1-2: الكشف عن التترات	
تحديد المشكلة وتصميم الحلول	نشاط 2: دور الإنسان في تدوير المواد والاستفادة منها (عرض عملي)	
تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها	مختبر علم البيئة: استكشاف حجم الموطن واختلاف الأنواع	
طرح الأسئلة	تجربة استهلاكية (ما عنوانك البيئي؟)	الثاني
تنفيذ الاستقصاءات	نشاط (1): عرض عملي (تحديد مدى التحمل)	
تفسير البيانات	مختبر تحليل البيانات 1-2	
تصميم النماذج يبين ارتباط درجة الحرارة بدائرة العرض	تجربة 1-2: اعمل نموذجاً للمناخ	
طرح الأسئلة	تجربة 2-2: إعداد مناقشة علمية (هل سيحدث اختلال في البيئة)	
تحديد المشكلة وتصميم الحلول	مختبر علم البيئة: بركة في وعاء زجاجي	
طرح الأسئلة	تجربة استهلاكية (هل تتكون الجماعات من فرد واحد؟)	الثالث
طرح الأسئلة، وتصميم النماذج، وبناء التفسيرات	نشاط 1: عرض عملي (المقارنة بين أنماط التوزيع)	
تحليل البيانات وتفسيرها	مختبر تحليل البيانات 1-3 (بناء على بيانات حقيقة)	
تحليل البيانات	تجربة 1-3: قوم العوامل	
طرح الأسئلة، وتحليل البيانات	نشاط 2: إحصاء عدد سكان المملكة العربية السعودية	
جمع المعلومات، وتفسير البيانات، وتصميم الحلول	نشاط 3: علم بيئة المجتمعات الحيوية	

مختبر علم البيئة: هل تتنافس نباتات النوع نفسه فيما بينها؟	تنفيذ الاستقصاءات
الرابع	تنفيذ الاستقصاءات
نشاط 1: عرض عملي (التنوع الوراثي)	الحصول على المعلومات، وطرح الأسئلة، بناء التفسيرات
تجربة 1-4: استقص أخطارا تواجه التنوع الحيوي	تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها
نشاط 2: التنوع الطبيعي والبيئي في بعض مناطق المملكة	جمع المعلومات، وتفسير البيانات، وبناء النماذج
نشاط 2: عرض عملي (معدلات الانقراض)	الحصول على المعلومات، وتحليل البيانات وتفسيرها
تجربة 2-4: دراسة عينات أوراق أشجار متساقطة	تنفيذ الاستقصاءات، واستخدام الرياضيات
نشاط 4: الأمن البيئي وأهميته	الحصول على المعلومات، وطرح الأسئلة، بناء التفسيرات
نشاط 5: الإثراء الغذائي (عرض عملي)	طرح الأسئلة، وتصميم الحلول، وتخطيط وتنفيذ الاستقصاءات، وتفسير البيانات
نشاط 6: المدن النقية مدينة ذا لاین وتقع في منطقة نيوم (NEOM)	الحصول على المعلومات، وطرح الأسئلة، وبناء التفسيرات
نشاط 7: عرض عملي (المعالجة الحيوية)	تنفيذ الاستقصاءات
مختبر تحليل البيانات 1-4 (بناء على بيانات حقيقة)	تحليل البيانات وتفسيرها
نشاط 8: عرض عملي (المحافظة على الموارد)	الحصول على المعلومات، وطرح الأسئلة، وتصميم الحلول
نشاط 9: المشاريع الخضراء	الحصول على المعلومات، وطرح الأسئلة، وتصميم الحلول
نشاط 10: المحميات الملكية بالمملكة العربية السعودية	الحصول على المعلومات وتصميم الحلول
مختبر علم البيئة: كيف تفهم صحة النظام البيئي من حولك؟	تحديد المشكلة، تفسير البيانات، ولانخراط في الجدل المعتمد على الأدلة، واستخدام الرياضيات، وتحليل وتفسير البيانات ومشاركتها.
الخامس	تجربة استهلاكية (كيف يلاحظ العلماء سلوك الحيوان في بيئته؟)
تجربة علمية: كيف نتعلم؟	طرح الأسئلة وتفسير البيانات
نشاط 1: السلوك المكتسب	تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها
تجربة 1-5: استكشاف سلوك التعود	استقصاء عملي موجه (طرح الأسئلة وتفسير البيانات)
نشاط 2: دراسة سلوك الحيوانات، مثل الخيل والجمال	طرح الأسئلة
مختبر تحليل البيانات 1-5 (بناء على بيانات حقيقة)	تحليل البيانات وتفسيرها
نشاط 3: (عرض عملي) دراسة سلوك الحيوانات	تنفيذ الاستقصاءات
مختبر علم البيئة: كيف يؤثر الضوء الخارجي بوصفه مثيرا للسلوك؟	تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها

مناقشة النتائج وتفسيرها:

يتضح من الجدول (6) أن درجة توافر عمليات التصميم الهندسي في محتوى علم البيئة للسنة الأولى المشتركة وفق نظام المسارات تراوحت بين منخفض إلى منخفض جدا، وقد شكل مؤشرا (تحليل البيانات وتفسيرها)، و(تخطيط الاستقصاءات وتنفيذها) أعلى نسبي تضمين حيث بلغت (39.73 %، و 21.92 % على التوالي بدرجة توافر بلغت (منخفض). وتتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسة العتيبي والجبر (2017) التي توصلت إلى أن تضمين جميع مؤشرات معايير الممارسات العلمية والهندسية في وحدات الطاقة

بجميع المراحل (السادس الابتدائي، الأول المتوسط، والثاني المتوسط) كانت منخفضة أو غير متوفرة، ما عدا معيار التخطيط والاستقصاء بكتاب الصف السادس الابتدائي فقد جاءت بنسبة متوسطة بلغت 52.17%؛ كما تتفق مع دراسة الأحمد والبقي (2017) التي أشارت إلى أن محور الممارسات العلمية والهندسية تم تضمينه بأقل النسب مقارنة بأبعاد معايير العلوم للجيل القادم بنسبة بلغت (16.35%). كما تتفق مع دراسة الغامدي (2017) التي أظهرت أن درجة تضمين بعد الممارسات العلمية والهندسية تم تضمينه بدرجة منخفضة جدا، كما تتفق مع دراسة العوفي (2020)

مراحل التعليم العام، وقسمت معايير المحتوى إلى ثمان فئات (NRC, 1996)، ويعد مكون (العلم كاستقصاء) (Science as Inquiry) مكوناً رئيساً يسهم في تعزيز المهارات كالملاحظة والاستدلال والتجريب. وفي المقابل فإن معايير العلوم للجيل القادم ركزت على أبعاد أعمق من الاستقصاء (Inquiry)، أو عمليات العلم (Science Processes)، حيث ركزت على الممارسات (Practices) التي تؤكد انخراط الطالب في عمليات البحث العلمي منذ المراحل الأولية في التعليم العام (NGSS, 2013)؛ كما تؤكد تحقيق تكرار الممارسة للوصول إلى مرحلة الإتقان. كما تدل النتائج -أيضاً- أن عمليات التطوير الدورية لمناهج العلوم لم تسهم -بشكل فاعل- في تضمين محاور معايير العلوم للجيل القادم في مناهج العلوم بوجه عام ومنهج علم البيئة بوجه خاص.

وقد أكد بايبي (Bybee, 2010) أن المهارات التي يتم تضمينها مناهج العلوم الحالية لا تتسق مع متطلبات القرن الحادي والعشرين وسوق العمل، وأن الطلبة قد يعدون لأعمال اختفت أو مرشحة للاختفاء خلال السنوات المقبلة، كما أكد على أهمية تضمين الأسئلة والمفاهيم التي توجه عمليات الاستقصاء العلمي، وتعزز التفكير الناقد والمنطقي لإيجاد العلاقات بين الشواهد والتفسيرات، وتكوين ومراجعة التفسيرات والنماذج العلمية عبر استخدام التفكير المنطقي والشواهد ذات العلاقة، والتعرف على تفسيرات وتنبؤات بديلة، والتواصل والانخراط في الجدل العلمي.

حيث تراوحت درجة التضمين ما بين منخفض وغير مضمن، وتتسق نتائج الدراسة أيضاً مع دراسة الربيعان وآل حمامة (2017) والخالدي (2019)، حيث جاء معيار الممارسات العلمية والهندسية بدرجة منخفضة ونسبة (24.3% و 31.2%) على التوالي، وتتسق أيضاً مع دراسة الدهمش والفراج (Aldahmash & Alfarrj, 2022) التي أكدت أن تضمين عمليات التصميم الهندسي (EDP) جاءت بمستوى مبتدئ (Novice)، كما أكدت أن محتوى الكيمياء للصف الأول الثانوي وفق نظام المسارات لا يلي متطلبات معايير العلوم للجيل القادم، أخيراً فإن نتائج الدراسة الحالية تتسق مع دراسة القحطاني (2022) التي توصلت إلى أن مستوى اتساق محتوى علم الكيمياء للصف الأول الثانوي مع معايير مجال تعلم العلوم الطبيعية في محور الممارسات العلمية والهندسية كان منخفضاً بشكل عام.

كما أظهرت نتائج الدراسة الحالية عدم تضمين عمليات التصميم الهندسي بطريقة متتابعة وتكاملية تشمل تحديد المشكلة وتصميم الحلول، حيث أشار شوارتز وآخرون (Schwarz et al. 2017) إلى أن ممارسات المهندسين تبدأ من تحديد المشكلة وصولاً لتطوير حلول للمشكلات التي تواجه الإنسان في حياته اليومية كمشكلات الطاقة البديلة ومصادر المياه والغذاء وغيرها.

وقد يعود السبب في تدني تضمين عمليات التصميم الهندسي -كعمليات منفصلة أو متتابعة- في محتوى كتب علم البيئة إلى اعتماد المناهج الحالية على الترجمة والمواءمة التي تمت لسلسلة ماجروهيل (McGraw-Hill) التي اعتمدت المعايير الوطنية للتربية العلمية (National Science Education Standards-) (NSES)، والمعتمدة في عام 1996، حيث ركزت المعايير الوطنية للتربية العلمية فيما يجب على الطلبة معرفته والقدرة على القيام به في العلوم الطبيعية خلال

2021. برنامج تنمية القدرات البشرية (بدون رقم

نشر)

الخالدي، عادي (2019). دراسة تحليلية لكتب علوم المرحلة المتوسطة في ضوء معايير العلوم للجيل القادم NGSS. مجلة كلية التربية، جامعة بنها، 305-335، (118)30.

الربيعان، وفاء، وآل حمامة، عيبر (2017). تحليل محتوى كتاب العلوم للصف الأول المتوسط في المملكة العربية السعودية في ضوء معايير NGSS. المجلة الدولية التربوية المتخصصة، 6(11)، 94-108.

زينتون، عايش (2010) الاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريبها. دار الشروق.

زيدود، أسامة؛ خطايب، عبدالله؛ رباعه، ابتسام (2021). تضمن كتب العلوم والحياة للصف الرابع الأساسي في فلسطين لمعايير العلوم للجيل القادم (NGSS) ومستويات التفكير المتضمنة بها. مجلة جامعة الخليل للبحوث، جامعة الخليل، 1(16)، 58-91.

طعيمة، رشدي (2004). تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية. دار الفكر العربي.

عبد العزيز، دعاء عبد الرحمن (2019). تقويم محتوى كتب علوم المرحلة الإعدادية في ضوء الجيل القادم لمعايير العلوم NGSS. المجلة التربوية كلية التربية، جامعة سوهاج، (68)، 231-295.

العبدلية، شيخة، والبلوشي، سليمان، والشعيلي، علي (2016). مدى تضمين كتب العلوم لمرحلة (6-8) في سلطنة عمان لمعايير علوم للجيل القادم NGSS. [رسالة ماجستير]، جامعة السلطان قابوس]. قاعدة بيانات دار المنظومة، الرسائل الجامعية.

العتيبي، غالب والجبر، جبر (2017). مدى تضمين معايير الطاقة بكتب العلوم بالمملكة العربية السعودية. مجلة رسالة التربية وعلم النفس. جامعة الملك سعود، الجمعية السعودية للعلوم التربوية والنفسية، (59)، 1-16.

العوفي، ماجد (2020). مدى تضمين مناهج الكيمياء بالمملكة العربية السعودية لمعايير العلوم للجيل القادم NGSS. المجلة العربية للنشر العلمي AJS، (18)، 180-209.

التوصيات

في ضوء نتائج الدراسة، يوصي الباحث بالآتي:

- (1) إعادة النظر في بناء وتطوير محتوى علم البيئة في ضوء معايير العلوم للجيل القادم.
- (2) التأكيد على تضمين عمليات التصميم الهندسي كعمليات متابعة ومنتظمة لتصميم حلول لمشكلات واقعية.

المقترحات

كما يقترح الباحث:

- (1) إجراء دراسة لمعرفة مدى تضمين عمليات التصميم الهندسي كعمليات منفصلة ومتابعة في مناهج كتب العلوم الطبيعية.
- (2) إجراء دراسة مقارنة لمناهج العلوم تستهدف تضمين المعايير القومية للتربية العلمية ومعايير الجيل القادم للعلوم.
- (3) إجراء دراسات تقويمية أخرى لمواد العلوم التي لم تنل نصيبها في البحث كعلم الأرض مثلاً.

المراجع العربية

الأحمد، نضال، والبقمي، مها (2017). تحليل محتوى كتب الفيزياء في ضوء معايير العلوم للجيل القادم NGSS. المجلة الأردنية للعلوم التربوية، 13(3)، 309-326.

الأحمدي، علي (2018) تصور مقترح لمتطلبات تطوير مناهج العلوم الطبيعية للمرحلة الثانوية في ضوء الأهداف الاستراتيجية لرؤية المملكة العربية السعودية 2030 من وجهة نظر المتخصصين في تعليم العلوم. مجلة العلوم التربوية. 30 (3)، 479-508.

البرنامج التنفيذي لتطوير المسارات والأكاديميات والخطط الدراسية (2022). مسارات المرحلة الثانوية - وثائق تعريفية. وزارة التعليم.

برنامج تنمية القدرات البشرية (2020). الوثيقة الإعلامية: برنامج تنمية القدرات البشرية-2025

- Alahmad, N., & Albaqami, M. (2017). An Analysis of the Physics Textbook Content Within the Next Generation Science Standards (NGSS), (in Arabic). *Jordan Journal of Educational Sciences*, 13(3), 309-326.
- Alahmadi, A. (2018). Suggested Proposal for the Requirements of Developing Secondary Grade Natural Science Curricula in the Light of the Strategic Aims of Saudi Arabia Vision 2030 According to Science Teaching Specialists, (in Arabic). *Journal of Educational Sciences*, 30(3), 479-508.
- Aldahmash, A. H., & Alfarradj, Y. (2022). Exploring the Integration of Engineering Design Practices in Tenth-Grade Chemistry Activities. *Frontiers in Psychology*, 13.
- Al'bdlyh, Shaykhah, wālbwshy, Sulaymān, wāsh'yly, 'Alī (2016). Madā taḍmīn kutub al-'Ulūm li-marḥalat (6-8) fī Saḷṭanat 'Ammān li-ma'āyir 'ulūm lil-jīl al-qādm NGSS. [Risālat mājistīr], Jāmi'at al-Sulṭān Qābūs]. Qā'idat bayānāt Dār al-Manzūmah, al-ras'īl al-Jāmi'yah.
- Alotaibi, G., & Aljabber, J. (2017). Inclusion of Next Generation Science Standards (NGSS) in Energy Unit in Science Textbooks in Saudi Arabia. *Majla rasala attarbya walm annafs. jama almalk saud, aljamy assaudya lallum attarbuya wannafsya*, (59), 1-16.
- Alqahtani, A. (2022). *Content consistency of 10th grade chemistry (1) textbook with Saudi natural sciences learning standards* [Rasala Majstir Ghayr Manshura]. Jama Almalk Saud.
- Barnāmaj Tanmiyat al-qudrāt al-basharīyah (2020). al-wathīqah al-I'lāmīyah : Barnāmaj Tanmiyat al-qudrāt al-basharīyah 2025-2021. Barnāmaj Tanmiyat al-qudrāt al-basharīyah (bi-dūn raqm Nashr)
- Bell, P., Bricker, L., Tzou, Carrie, Lee., T., and Van Horne, K. (2012). Exploring the science framework; Engaging learners in science practices related to obtaining, evaluating, and communicating information. *Science Scope*, 36(3), 18-22.
- Bybee, R. W. (2010). *The teaching of science: 21st century perspectives*. NSTA press.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding a framework for K-12 science education. *Science and Children*, 49(4), 10. ISO 690.
- Campbell, T., & McKenna, T. (2016). Important developments in stem education in the united states: Next generation science standards and classroom representations of localized
- الغامدي، نورة (2018). *مستوى تضمين الجيل القادم لمعايير العلوم NGSS في كتب الأحياء للمرحلة الثانوية في المملكة العربية السعودية* [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية
- القحطاني، أحمد (2022). *اتساق محتوى كتاب الكيمياء (1) للصف الأول الثانوي مع معايير مجال تعلم العلوم الطبيعية في المملكة العربية السعودية* [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة الملك سعود.
- هيئة تقويم التعليم والتدريب (2021). *تقرير تيمز 2019 نظرة أولية في تحصيل طلبة الصفين: الرابع والثاني المتوسط في الرياضيات والعلوم بالمملكة العربية السعودية في سياق دولي*. هيئة تقويم التعليم والتدريب.
- وزارة التعليم (2008). *مشروع تطوير الرياضيات والعلوم الطبيعية في المملكة العربية السعودية*. الرياض.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Abdel Aziz, D. (2019). Evaluating the Content of Preparatory Stage Science Textbooks in Light of The Next Generation Science Standards (NGSS), (in Arabic). *Educational Of Journal, Sohag University*, (68), 231-295.
- Al-Barnāmaj al-Tanfīdhī li-taṭwīr al-masārāt wāl'kādyāyāt wa-al-Khiṭaṭ al-dirāsīyah (2022). *Masārāt al-marḥalah al-thānawīyah – wathā'iq ta'rīfīyah*. Wizārat al-Ta'līm
- Al-Ghāmīdī, Nūrah (2018). *mustawā taḍmīn al-Jīl al-qādm li-ma'āyir al-'Ulūm NGSS fī kutub al-aḥyā' lil-marḥalah al-thānawīyah fī al-Mamlakah al-'Arabīyah al-Sa'ūdīyah* [Risālat mājistīr ghayr manshūrah]. Jāmi'at al-Imām Muḥammad ibn Sa'ūd al-Islāmīyah.
- Al-'Awfī, Mājid (2020). *Madā taḍmīn Manāhij al-kīmiyā' bi-al-Mamlakah al-'Arabīyah al-Sa'ūdīyah li-ma'āyir al-'Ulūm lil-jīl al-qādm NGSS*. *al-Majallah al-'Arabīyah lil-Nashr al-'Ilmī AJSP*, 2(18), 180-209.
- Al-Khalīdī, A. (2019). An Analytical Study of Saudi Arabia Intermediate Stage Science Textbooks in the Light of the Next Generation Science Standards NGSS, (in Arabic). *Journal of the Faculty of Education, Benha University*, 3(118), 305-335.

- thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-15.
- Maeng, J. L., Whitworth, B. A., Gonczi, A. L., Navy, S. L., & Wheeler, L. B. (2017). Elementary science teachers' integration of engineering design into science instruction: results from a randomised controlled trial. *International Journal of Science Education*, 39(11), 1529-1548.
- McFadden, J., & Roehrig, G. (2018). Engineering design in the elementary science classroom: supporting student discourse during an engineering design challenge. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 231-262.
- McNeill, K. L., Katsh-Singer, R., & Pelletier, P. (2015). Assessing science practices: Moving your class along a continuum. *Science Scope*, 39(4), 21
- Mesutoglu, C., & Baran, E. (2020). Examining the development of middle school science teachers' understanding of engineering design process. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(8), 1509-1529.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academies Press
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: for states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD (2019). PISA 2018 Results: combined executive summary (Volume I). Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Osama Zyoud, O., khataibeh, A., & Rabab'a, E. (2021). The inclusion of next generation science standards (NGSS) as well as level cognitive skills in sciences and life textbook for the 4th grade in Palestine, (in Arabic). *Hebron University Research Journal*, 1(16), 58-91.
- Robayan, W., & Al Hammamh, A. (2017). Analysis of the content of science textbooks in Saudi Arabia of the first grade of intermediate school in the light of the next generation science standards NGSS, (in Arabic). *International Interdisciplinary Journal of Education*, 6(11), 94-108.
- Schwarz, C. V., Passmore, C., & Reiser, B. J. (2017). *Helping students make sense of the scientific activity. K-12 STEM Education*, 2(4), 91-97.
- Capobianco, B.M., Yu, J.H. & French, B.F. (2014). Effects of Engineering Design-Based Science on Elementary School Science Students' Engineering Identity Development across Gender and Grade. *Res Sci Educ* 45, 275-292.
- Chase, C. C., Malkiewich, L., & S Kumar, A. (2019). Learning to notice science concepts in engineering activities and transfer situations. *Science Education*, 103(2), 440-471. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.21496>
- Cooper, M. M. (2013). Chemistry and the next generation science standards. *Journal of Chemical Education*, 90(6), 679-680.
- Council, N. R. (2015). *Guide to implementing the next generation science standards*. Tech. rep., Committee on Guidance on Implementing the Next Generation Science Standards, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, Washington, DC: The National Academies Press.
- Cunningham, C. (2017). Engineering practices. In S. C. V. Schwarz, C. Passmore & B. J. Reiser. (Eds.), *Helping students make sense of the world using next generation science and engineering practices* (pp. 283-308). NSTA Press.
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2015). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107-129. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9328-x>
- Guzey, S. S., Ring-Whalen, E. A., Harwell, M., & Peralta, Y. (2019). Life STEM: A case study of life science learning through engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 23-42
- Johnston, A. C., Akarsu, M., Moore, T. J., & Guzey, S. S. (2019). Engineering as the integrator: A case study of one middle school science teacher's talk. *Journal of Engineering Education*, 108(3), 418-440.
- Lachapelle, C. P., Phadnis, P. S., Jocz, J., & Cunningham, C. M. (2012). The impact of engineering curriculum units on students' interest in engineering and science. In NARST annual international conference, Indianapolis, IN.
- Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design

- Wizārat al-Ta‘līm (2008). Mashrū‘ taṭwīr al-riyādīyāt wa-al-‘Ulūm al-ṭabī‘īyah fī al-Mamlakah al-‘Arabīyah al-Sa‘ūdīyah. al-Riyād.
- Yu, K. C., Wu, P. H., & Fan, S. C. (2019). Structural relationships among high school students’ scientific knowledge, critical thinking, engineering design process, and design product. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(6), 1001-1022.
- Zaytūn, ‘Āyish (2010). al-Ittijāhāt al-‘Ālamīyah al-mu‘āshirah fī Manāhij al-‘Ulūm wa-tadrīsihā. Dār al-Shurūq.
- world using next generation science and engineering practices*. NSTA Press.
- Ṭu‘aymah, Rushdī (2004). taḥlīl al-muḥtawā fī al-‘Ulūm al-Insānīyah. Dār al-Fikr al-‘Arabī.
- Turner Jr, K. L., Kirby, M., & Bober, S. (2016). Engineering design for engineering design: Benefits, models, and examples from practice. *IE: inquiry in Education*, 8(2), 5.
- Watkins, J., McCormick, M., Wendell, K. B., Spencer, K., Milto, E., Portsmouth, M., & Hammer, D. (2018). Data-based conjectures for supporting responsive teaching in engineering design with elementary teachers. *Science Education*, 102(3), 548-570.