وحدة مقترحة فى التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجى وفاعليتها فى تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية وإتخاذ القرار فى مقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوى

إعداد:د/ تـفيـده سيـد أحمـد غـانـم *

مقدمــة

تتجه التربية العلمية والبيئية والتكنولوجية نحو مجال التكنولوجيا الخضراء لتدريب التلاميذ والطلاب فى جميع المراحل التعليمية على مهارات التصميم التكنولوجى بهدف مشاركة المتعلمين فى حل المشكلات الواقعية التى تواجههم فى مجتمعاتهم وعالمهم، وابتكار أفكار، ونماذج، وعمليات، ومواد، وأجهزة جديدة تفيد فى تغطية الحاجات المستمرة فى المجتمع وتحافظ على البيئة وصحة الإنسان.

تعتبرعملية التصميم التكنولوجى (Technology Design Process) استراتيجية للتعليم والتعلم، حيث يحدد المتعلم المشكلة ثم يطور حل لهذه المشكلة باتباع نفس العمليات التى يتبعها فريق من المهندسين لحل مشكلة واقعية لتطوير منتجات، أوعمليات، أوأنظمة تدعم مؤسسات المجتمع. وتتضمن خطوات تحديد وتعريف المشكلة، وإنتاج حلول للمشكلة وصنع نماذج، وتقويمها، ونشرها. وتمكن هذه العملية المتعلم من تطبيق المفاهيم والمهارات من العلوم والرياضيات، وتنمية مهارات استخدام الأدوات والمواد والعمليات، واستكشاف العلاقة بين التكنولوجيا وحاجات المجتمع. (Smith & Gray, 2009)

التكنولوجيا الخضراء (Green Technology) هى علم الحاضر والمستقبل المتمركز حول التنمية المستدامة، والمنوط بها حل المشكلات البيئية المتشابكة وتصحيح الدمار البيئى الذى نتج عن الاستخدام المفرط للمواد الكيميائية وموارد الطاقة الدائمة. وتهتم التكنولوجيا الخضراء بدراسة: الطاقة الخضراء، والأبنية الخضراء، والكيمياء الخضراء، ومنتجات التسويق الخضراء، والنانوتكنولوجى الخضراء، وتمتد مجالاتها لعلم الصحة الخضراء، وتكنولوجيا الاتصالات، والمعلومات الخضراء. (Information Resources Management Association, 2011) (**)

أصبحت دراسة التكنولوجيا الخضراء من الأهمية فى ظل المشكلات البيئية المعقدة وما خلفته أنشطة الإنسان الصناعية على البيئة وصحة الإنسان من تدمير وتلويث؛ حيث أنه هناك اتجاهاً معاصرًا فى الدول المتقدمة صناعياً نحو تضمين

* باحثة بقسم بناء وتصميم المناهج، شعبة بحوث تطوير المناهج، المركز القومى للبحوث التربوية والتنمية.

(**) اتبعت الباحثة نظام الجمعية النفسية الأمريكية American Psychology Association (APA) فى توثيق المراجع فى متن البحث وقائمة المراجع.

التكنولوجيا الخضراء فى جميع المراحل الدراسية، وخاصة فى المرحلة الثانوية؛ لإعداد الطالب لمجالات الدراسة والعمل فى المجالات العلمية والتكنولوجية المتصلة بحل مشكلات الواقع فى المستقبل. وكذلك فى مجال التربية البيئية بإنشاء المدارس الخضراء التى تهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة فى البيئة المحلية، وتدريب التلاميذ والطلاب على الابتكار فى مجال التكنولوجيا الخضراء. (Cheung et al., 2014)

من أبرز المناهج الحديثة فى التربية التكنولوجية فى الولايات المتحدة الأمريكية منهج هندسة التكنولوجيا الخضراء (Green Technology Engineering)، الذى يستهدف الطلاب من الصف التاسع حتى الصف الثانى عشر، ويهدف إلى تدريس عملية التصميم التكنولوجى والهندسى فى مجال الطاقة المتجددة. حيث يعمل الطلاب باستقلالية فى مجموعات صغيرة لدراسة وتأدية مهام ترتبط بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الخضراء عن طريق أنشطة اليد والعقل (Hands-on Activities)، وعن طريق التجريب العملى الذى يدفع الطلاب للابتكار فى هذا المجال لتحسين مستوى الصناعة التكنولوجية فى المستقبل. (Dodea, 2013)

كذلك قدمت دولة اليابان جهوداً فى تطوير التربية التكنولوجية فى المرحلة الثانوية عن طريق مشروع المدارس الثانوية الفائقة (Super Science High School (SSHs))، والذى أسس فى عام (٢٠٠٢)، ويهدف إلى تطوير تدريس العلوم والتكنولوجيا فى المدرسة الثانوية العامة والفنية عن طريق تدريب الطلاب؛ من خلال الملاحظة والتجريب والتدريب الميدانى، وباستخدام أدوات ووسائل متطورة من أجل تطوير الصناعة فى اليابان، وإعداد الطلاب لتكنولوجيا المستقبل. (Ogura, 2008)

يتضح مما سبق أن التركيز على التربية التكنولوجية فى مراحل التعليم المختلفة، وخاصة فى المرحلة الثانوية، فى الدول الصناعية المتقدمة أصبح اتجاهاً محورياً وحاسماً لحل المشكلات البيئية والاقتصادية والاجتماعية؛ وذلك لأنه يحقق للطلاب الأهداف التالية:

- اكتساب القاعدة المفاهيمية المتعلقة بالعلوم التكنولوجية.
- تحقيق مستوى من المنافسة التكنولوجية للنجاح فى مجال العمل فى المستقبل.
- تطوير اتجاه مرن ومبدع لحل المشكلات التى تواجههم فى حياتهم.
- تنمية مهارات: التفكير الناقد، والاستقصاء، والبحث العلمى، والاتصال.
- تطوير عادات التعلم مدى الحياة.
- تدعيم الصلة مع التعليم الجامعى ومجال العمل بعد المدرسة الثانوية. (Technological Education, 2009)

اهتمت العديد من البحوث فى مجال تدريس العلوم البيئية بتضمين الاتجاهات الحديثة التى تعتمد على تكامل التربية التكنولوجية مع المفاهيم والقضايا المتعلقة بالعلوم البيئية. ومن هذه الدراسات: دراسة اينوس (2013) Enos التى كشفت عن برنامج فى التصميم التكنولوجى لطلاب أحد المدراس الثانوية فى ولاية كاليفورنيا لمدة عامين لتدريب الطلاب على بناء المنازل الخضراء باستخدام نظم الطاقة البديلة من خلال اندماج الطلاب فى مشروع تصميم المبانى الخضراء. ودراسة بيريز Perez (2013) التى أكدت على الحاجة لتدريس موضوعات الطاقة البديلة للطلاب من خلال أنشطة تعليمية استقصائية تقوم على اتجاه دمج العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسى، والرياضيات (Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM))، وذلك من خلال تدريس مفاهيم طاقة الرياح، وتشجيع الطلاب على القيام بأنشطة القياس والتصميم. ودراسة كيم Kim (2011) التى كشفت عن فاعلية دمج الاستقصاء الموجه مع التكنولوجيا لتدريس موضوعات بيئية تتعلق بالطاقة الخضراء فى تنمية المفاهيم العلمية والاتجاه نحو دراسة العلوم لدى طلاب المدرسة المتوسطة.

كما استعرض بيت (2009Pitt) علاقة مناهج (STEM) بتحقيق التربية من أجل التنمية المستدامة (Education for Sustainable Development) فى المجتمع. وقد وضح أنه يمكن للمعلم من خلال مناهج (STEM) تخطيط التدريس الذي يحقق التنمية المستدامة. وتسعى هذه المناهج إلى كسر الحواجز بين المواد الدراسية، وتحقيق القيمة مع الفعل فى التعلم بطريقة إبداعية. وإنه من خلال مدخل (STEM) يمكن أن يقدم المعلم أنشطة تعتمد على حل المشكلات البيئية مثل: الموضوعات المتعلقة بموضوع الطاقة، وتصميم أجهزة لتحويل الطاقة من الشمس والرياح، وموضوع التغيير المناخى، والمخلفات البيئية. ويمكن فهم وتعريف الأسباب المؤدية لهذه المشكلات وإيجاد التصميم الذكى لها وإتخاذ القرار تجاهها. ويمكن تناول موضوعات التنمية المستدامة الملحة من خلال حث الطلاب على التفكير فى المشكلات الحياتية الواقعية، وتحسين مهارات الاتصال والعمل فى فريق، وتنمية مهارات التفكير العليا. وذلك بحيث يسعى المعلم إلى تحقيق التكامل بين العلم والتصميم الهندسى والتكنولوجيا فى تدريسه.

يعد موضوع الطاقة الخضراء (Green Technology) من الاتجاهات الحديثة لحماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة فى المجتمعات الصناعية المتقدمة. ولا يتضمن موضوع الطاقة الخضراء فى المناهج الدراسية فحسب، ولكنه أمتد لإنشاء مدارس خضراء (Green Schools) تطبق برامج الثقافة البيئية وتعمل على دمج المفاهيم البيئية الخضراء فى محتوى التعلم للطلاب، وتطبيق مشروعات تعليمية تهدف إلى: ترشيد استهلاك الطاقة، وإنتاج الطاقة بفاعلية، وتدوير المخلفات. ولعل من أشهرها شبكة المدارس الخضراء بولاية فلوريدا الأمريكية التى يشرف عليها مجلس التعليم بالولاية، وهيئة حماية البيئـــة بمشاركـــة مجتمعيـــة من بعض الهيئات والشركات. (Florida Green Schools Network, 2013)

كما يعد مجال الطاقة الخضراء من أول مجالات التكنولوجيا الخضراء التى اهتم التربويين بتضمينها فى المناهج الدراسية وخاصة مناهج العلوم البيئية، وإعداد الاستراتيجيات والمواد التعليمية اللازمة لتدريسها فى مختلف مستويات الدراسة تحت مظلة التربية التكنولوجية والاتجاه نحو دمج العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسى، والرياضيات (STEM). ومن الموضوعات الأساسية المتعلقة بمجال الطاقة الخضراء موضوعات مثل: الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الغازية، والوقود الحيوى، والطاقة النووية.

الاحساس بالمشكلة

بالنظر إلى واقع مناهج المواد العلمية فى المرحلة الثانوية نجد أنها تركز على المعرفة والتحصيل، والإعداد للاختبارات النهائية، وإهمال تنمية مجموعة المهارات العلمية، والتكنولوجية، والبيئية التى يتطلبها العصر الحالى. كما يتضح بعدها عن واقع المشكلات المعاصرة التى تواجه الطلاب فى الوقت الحاضر على كافة المستويات. ويظهر ضعف الاهتمام بتكامل المناهج وبنائها فى ضوء الاتجاهات العالمية المعاصرة فى دمج العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسى، والرياضيات (STEM)، وتحقيق أهداف التربية التكنولوجية، والعلمية، والبيئية.

كشفت دراسة إيهاب أحمد (٢٠١٤) عن انخفاض نسبة مراعاة مقررات المواد العلمية فى المرحلة الثانوية لمهارات التفكير العلمى ومهارات التفكير الناقد، كما أكدت على انخفاض مستوى الطلاب فى ضوء متغيرى الجنس (ذكور/ إناث)، والموقع الجغرافى (ريف/ حضر) فى مهارات التفكير العلمى التالية: تحديد المشكلة، وفرض الفروض، واختبار صحة الفروض، والتفسير، والتعميم؛ وفى مهارات التفكير الناقد التالية: الاستنتاج، والتعرف على الافتراضات، والاستنباط، وتحديد السبب والنتيجة، وتقويم الحجج عن المستوى المقبول تربوياً.

قامت الباحثة بدراسة استطلاعية لتحليل محتوى مقرر العلوم البيئية فى المرحلة الثانوية الذى تم إعداده من قبل لجنة تطوير وتحديث العلوم البيئية والجيولوجيا بوزارة التربية والتعليم (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٤-٢٠١٥). والذى يدرس لطلاب الصف الثالث الثانوى. وهدفت الدراسة الاستطلاعية إلى تحديد: مدى تضمن محتوى المقرر على المحاور التعليمية المتعلقة بموضوع التكنولوجيا الخضراء، وذلك باستخدام أسلوب التحليل الوصفى والفئة كوحدة للتحليل بحيث تكون مرتبة فى قائمة تحليل ذات درجتين للتمييز، وهى: متضمنة وغير متضمنة، وهذه المحاور، هى كما يلى: مدى تضمن الأهداف، والمحتوى، والأنشطة التعليمية، والتطبيقات التكنولوجية، والمصادر التعليمية، وأساليب التقويم المتصلة بموضوع التكنولوجيا الخضراء.

اتضح من نتائج قائمة التحليل ما يلى:

- **بالنسبة لفئة الأهداف:** اقتصر المقرر على تحقيق الأهداف المعرفية الدنيا فى مستوى التذكر والفهم، وأهمل تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وربط العلم بالتكنولوجيا، وربط الطالب ببيئته، والمشاركة فى حماية البيئة والموارد الطبيعية. كما لا يسعى المقرر إلى تنمية المهارات التحليلية والتنظيمية، ومهارات التفكير، وحل المشكلات مفتوحة النهاية، وإتخاذ القرار. كما يهمل المقرر بشكل كبير تحقيق أهداف أحدث الاتجاهات التربوية، وهى: ربط العلوم بالتكنولوجيا، وتشجيع الطلاب على اكتساب مهارات التصميم التكنولوجى.
- **بالنسبة لفئة المحتوى:** تضمن المحتوى المطور بابين دراسيين كما يلى: الباب الأول: عن المفاهيم البيئية العامة المتصلة بتعريف النظام البيئى وخصائصه، وخصائص النظام الايكولوجى، والتفاعل المستمر بين العوامل الحية وغير الحية فى النظام الايكولوجى، والنظام الايكولوجى البحرى، والنظام الايكولوجى الصحراوى، والباب الثانى: عن استنزاف الموارد البيئية، ومن أمثلتها: استنزاف التربة الزراعية، والرعى الجائر، والإسراف فى قطع الأشجار، والاستهلاك المتزايد للماء، والصيد الجائر للحيوانات، واستنزاف المعادن، واستنزاف الوقود الحفرى، وتجريف التربة، والزحف العمرانى، ومواجهة مشكلة استنزاف الموارد، وانقراض الأنواع وأثره على البيئة، والمحميات الطبيعية. وفيما يختص بموضوع مواجهة مشكلة استنزاف الموارد فقد تضمن هذا الجزء من المقرر مجموعة معلومات عامة مختصرة عن ترشيد الاستهلاك (ست معلومات)، واستخدام البدائل (سبع معلومات)، وإعادة تدوير المواد (ثلاث معلومات)، وتحويل بعض المخلفات إلى موارد (ثلاث معلومات). وجاءت طريقة تنظيم الوحدة فى صورة مجالات علمية تقليدية، وتنظيم مقالى لسرد مجموعة من الحقائق والمفاهيم العلمية بصورة مختصرة مجردة ومنظمة فى تسلسل رقمى ومدعمة ببعض الصور والأشكال والخرائط.
- **بالنسبة للأنشطة التعليمية:** لم تتعدى الأنشطة التعليمية المتضمنة فى المقرر سوى نشاط عملى واحد من نوع الدراسة الحقلية، ويهدف إلى: ملاحظة موقع بيئى محدد، ورسم خريطة الموقع البيئى، ورصد العوامل الحية وغير الحية به. ولم يتضمن المقرر أى من التطبيقات التكنولوجية المتصلة بموضوع التكنولوجيا الخضراء، والمتصلة اتصالاً وثيقاً بمواجهة مشكلة استنزاف الموارد حيث لا يجد الطالب أى فرصة فى المقرر لإجراء أنشطة تنمى التفكير والابتكار وحل المشكلات الواقعية فى البيئة التى تحيط به.

بالنسبة للتطبيقات التكنولوجية: لم يتضمن المقرر أى من التطبيقات التكنولوجية المتصلة بموضوع التكنولوجيا الخضراء.

- **بالنسبة لمصادر التعلم:** لم يتضمن المقرر أى من المصادر التعليمية المتصلة بموضوع التكنولوجيا الخضراء.
- **بالنسبة لأساليب التقويم:** اقتصرت الأسئلة على قياس مستويات التذكر والفهم الناتج من الحفظ والاستظهار لكم من المعلومات المختصرة، ولم تتصل بموضوع التكنولوجيا الخضراء.

يتضح من النتائج السابقة أن مقرر العلوم البيئية لم يتضمن أى من موضوعات التكنولوجيا الخضراء أوتطبيقاتها فى محتوى المقرر. كما لم يعتمد المقررعلى الاتجاهات الحديثة فى طرق تنظيم الوحدات الدراسية لتحقيق أهداف التعلم العليا مثل التى تتمركز حول الاستقصاء، والدرسات الحقلية، والمشروعات، وأنشطة اليد والعقل. كما لم يهتم المقرر بالاتجاهات الحديثة فى تضمين المفاهيم المعاصرة، والتطبيقات التكنولوجية، وربط العلم بالمجتمع، والتكامل بين العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسى، والرياضيات.

نظراً لتدنى مستوى مقرر العلوم البيئية للمرحلة الثانوية وعدم مواكبته للاتجاهات التربوية الحديثة وخاصة ما يتعلق بربط العلوم، والتكنولوجيا، وحاجات المجتمع التنموية؛ فوجدت الباحثة ضرورة بناء وحدات دراسية تعكس الاتجاهات التربوية الحديثة وتساهم فى زيادة جودة عملية التعليم والتعلم، وتحقيق أهداف تعليمية عليا مرغوبة فى ظل المشكلات البيئية المعاصرة وخاصة مشكلة استنزاف الموارد البيئية، والتركيز على اكساب الطلاب سبل ابتكار عمليات ومنتجات تراعى التنمية المستدامة، والحفاظ على الموارد البيئية، ومساعدة الطلاب على اكتساب المفاهيم العلمية المعاصرة والمتكاملة مع تطبيقاتها التكنولوجية، وتنمية مهارات التفكير والإبداع والتصميم وإتخاذ القرار.

يتضح مما سبق أن الباحثة تهتم بالاتجاه الحديث فى تدريس العلوم البيئية فى المرحلة الثانوية الذى يعتمد على التكامل مع التربية التكنولوجية، وتدريس مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الخضراء مع التركيز على موضوعات الطاقة المتجددة، والاهتمام بالاتجاه نحو تكامل العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسى، والرياضيات (STEM)، وتنمية مهارات التصميم التكنولوجى. كذلك تهتم الباحثة فى هذا البحث باقتراح وحدة دراسية فى التكنولوجيا الخضراء لطلاب المرحلة الثانوية لتدريبهم على عملية التصميم التكنولوجى بهدف تنمية مجموعة من المهارات المرتبطة بالتصميم التكنولوجى، وتطوير مستوى المقرر الدراسى فى المرحلة الثانوية ليتماشى مع المستوى العالمى، وتطبيق الاتجاهات الحديثة فى تصميم الوحدات الدراسية وتدريس العلوم البيئية.

تحديد مشكلة البحث

تتحدد مشكلة البحث فى: قصور محتوى مقرر العلوم البيئية فى المرحلة الثانوية فى مواكبة الاتجاهات المعاصرة فى تضمين مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا

الخضراء، وإهمال تدريس عملية التصميم التكنولوجى، وقصور الأهداف التعليمية المرتبطة بالتنمية المستدامة وحماية البيئة، وندرة الأنشطة العملية الاستقصائية، وإهمال ربط العلوم بالتكنولوجيا، وقصور تدريب الطلاب على مهارات التصميم التكنولوجى.

أسئلة البحث

من خلال ما سبق تحددت أسئلة البحث فيما يلى:

١- ما أسس بناء الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء لطلاب الصف الثالث الثانوى؟

٢- ما موضوعات التكنولوجيا الخضراء المتعلقة بمقرر العلوم البيئية والمناسبة لطلاب الصف الثالث الثانوى؟

٣- ما المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى والتى يمكن تنميتها لدى طلاب الصف الثالث الثانوى؟

٤- ما التصور المقترح لبناء وحدة فى التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجى ومتعلقة بمقرر العلوم البيئية والمناسبة لطلاب الصف الثالث الثانوى؟

٥- ما فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة فى تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية لدى طلاب الصف الثالث الثانوى؟

٦- ما فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة فى تنمية مهارات إتخاذ القرار لدى طلاب الصف الثالث الثانوى؟

أهمية البحث

يتوقع من نتائج هذا البحث أن تفيد كل من:

١- مخططى المناهج فى تطوير مناهج العلوم البيئية فى المرحلة الثانوية، وتقديم الوحدات الدراسية التى تحقق الجوانب التعليمية المتكاملة فى العلوم والتكنولوجيا لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة.

٢- مصممى المناهج فى تصميم وحدات دراسية قائمة على عملية التصميم التكنولوجى، وتصميم مواد تعليمية فى التكنولوجيا الخضراء لطلاب المرحلة الثانوية العامة.

٣- مقومى المناهج فى تطبيق أساليب تقويمية تتناسب مع أهداف التربية العلمية والتكنولوجية فى المرحلة الثانوية العامة.

٤- معلمى العلوم البيئية فى تحقيق مهارات التصميم التكنولوجى لدى طلاب المرحلة الثانوية العامة، والتمكن من تدريس التكنولوجيا الخضراء باستخدام عملية التصميم التكنولوجى.

٥- طلاب المرحلة الثانوية من اكتساب مهارات تصميم النماذج التكنولوجية، ومهارات إتخاذ القرار.

أهداف البحث

هدف البحث إلى ما يلى:

١- بناء وحدة دراسية مقترحة فى التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجى ومتعلقة بمقرر العلوم البيئية لطلاب الصف الثالث الثانوى.

٢- تحديد فاعلية وحدة التكنولوجيا الخضراء المقترحة فى تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية لدى طلاب الصف الثالث الثانوى.

٣- تحديد فاعلية وحدة التكنولوجيا الخضراء المقترحة فى تنمية مهارات إتخاذ القرار لدى طلاب الصف الثالث الثانوى.

حدود البحث

حدد البحث بالحدود التالية، واقتصر على:

١- صممت الباحثة الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء باستخدام طريقة تصميم التخطيط التراجعى (Backwards Planning Design).

٢- تمحور محتوى الوحدة الدراسية المقترحة فى أحد موضوعات التكنولوجيا الخضراء، وهو موضوع الطاقة الخضراء (Green Energy)، وذلك لمناسبته لمستوى الصف الثالث الثانوى، ولارتباطه بموضوعات منهج العلوم البيئية المقرر فى هذا الصف.

٣- اعتمدت طريقة التدريس بالوحدة الدراسية المقترحة على عملية التصميم التكنولوجى (Technology Design Process)، وحددت الباحثة الإجراءات التدريسية المطبقة بالوحدة فى ضوئها.

٤- طبق معلم العلوم البيئية فى مدرسة الحرية الثانوية النموذجية بإدارة القاهرة الجديدة التعليمية الوحدة المقترحة على مجموعة من طلاب الصف الثالث الثانوى فى الفصل الدراسى الأول من العام الدراسى (٢٠١٣/٢٠١٤)، واختارت الباحثة هذه المدرسة لاهتمام إدارة المدرسة والمعلمين بتطبيق البحوث العلمية، وترحيبهم واقتناعهم بأهمية تطبيق الأفكار الجديدة ومساعدة الباحثين فى تحقيق نتائج بحثية موثوقة، وكذلك اهتمامهم بمجال التربية العلمية والتكنولوجية.

٥- الاقتصار على تنمية مجموعتان من مجموعات مهارات التصميم التكنولوجى المندرجة فى قائمة المهارات لدى طلاب الصف الثالث الثانوى، وهى: مهارات تصميم النماذج التكنولوجية، ومهارات إتخاذ القرار، وذلك لقلة الأبحاث التى تناولت مهارات تصميم النماذج التكنولوجية، ولأهمية مهارات

إتخاذ القرار وارتباطها المحورى بعملية التصميم التكنولوجى وتكوين منتج تكنولوجى يساعد فى حل المشكلات البيئية.

٦- استخدام بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية من تصميم الباحثة لقياس المهارات المستهدفة لدى طلاب الصف الثالث الثانوى.

٧- استخدام مقياس مهارات إتخاذ القرار من تصميم الباحثة لقياس المهارات المستهدفة لدى طلاب الصف الثالث الثانوى.

٨- تحددت نتائج البحث وفقاً لحدود المكان والزمان الذى تم فيها التطبيق.

مصطلحات البحث

١- التكنولوجيا الخضراء Green Technology:

التكنولوجيا الخضراء هى: مجال تصميم وتسويق واستخدام عمليات ومنتجات فعالة واقتصادية تساعد فى تقليل التلوث والإضرار بصحة الإنسان والبيئة. وتهتم بالتطوير المستمر لمجموعة من الطرق والمواد تبدأ من تقنيات توليد الطاقة وتنتهى إلى تقنيات تخليق منتجات نظيفة غير ملوثة. وتهدف إلى التجديد والتغيير فى الحياة اليومية وتعادل فى تأثيرها على المجتمع المعاصر التغير الحادث نتيجة تطور تكنولوجيا المعلومات. (Anderson, 2008)

٢- عملية التصميم التكنولوجى Technology Design Process:

عملية التصميم التكنولوجى، هى: عملية إبداع ومعالجة للعالم المصنوع حول الإنسان، وتندمج بها المعارف والمهارات من العديد من مجالات العلوم مع تطبيقات تعتمد على قيمة وفهم الاحتياجات الاجتماعية، وذلك لإبداع النظم، والعناصر، والعمليات لمقابلة حاجات الإنسان. والتى تبدأ بمشكلة محددة وتحديد تفصيلاتها الواجب تضمينها فى المنتج النهائى، واعتماد عملية تصميم هندسى مفتوح النهاية يواجه المشكلات والحاجات المستهدفة، واستخدام النمذجة والتحليل التى تؤدى إلى إبداع حلول هندسية لحاجات البشرية. (Roland et al., 2012)

تعرف الباحثة عملية التصميم التكنولوجى إجرائياً على أنها هى: مجموعة خطوات تعليمية محددة يقوم بها الطلاب تحت إشراف المعلم لحل مشكلة تتعلق بتصميم نظام أومنتج تكنولوجى ما يساهم فى تقليل المخاطر البيئية ويراعى تحقيق التنمية المستدامة فى البيئة، والتى يعمل خلالها الطلاب على: تحديد المشكلة، وبحث الخلفية المعرفية المتعلقة بها، وتحديد الاحتياجات، والعصف الذهنى للحلول، واختيار أفضل الحلول، وتطوير العمل، وصنع نموذج مبدئى، واختبار النموذج، وإعادة التصميم.

٣- مهارات التصميم التكنولوجى Green Design Skills:

مهارات التصميم التكنولوجى، هى: القدرات التقنية، والمعارف، والاتجاهات، والقيم المطلوبة فى مجال الأعمال لتطوير وتدعيم مخرجات مستدامة

بيئيـــــة، واجتماعيــة، واقتصاديــة فى التجــارة، والصناعــة، والمجتمــع المحلـى. (The Council of Australian Governments, 2009)

تعرف الباحثة مهارات التصميم التكنولوجى إجرائياً على أنها هى: تمكن الطلاب من إنجاز خطوات عملية التصميم التكنولوجى لإنتاج نظام أومنتج تكنولوجى يساهم فى تقليل المخاطر البيئية ويراعى تحقيق التنمية المستدامة فى البيئة، وتتطلب القدرة على: التحليل، والاستقصاء، وحل المشكلات مفتوحة النهاية، وإتخاذ القرار، وتصميم النماذج التكنولوجية، والعمل فى فريق، والتفكير التباعدى، وتقاس بالدرجة التى يحصل عليها الطالب فى الاختبارات، والمقاييس، وبطاقات الملاحظة المصممة لقياسها.

منهج البحث

اتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى فى إعداد الوحدة الدراسية المقترحة وأدوات البحث. كما اتبع البحث المنهج شبه التجريبى من خلال تصميم المجموعة الواحدة وتطبيق الأدوات قبلياً وبعدياً. وهدف التصميم شبه التجريبى إلى قياس فاعلية المتغير المستقل فى المتغير التابع. وتمثل المتغير المستقل فى الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء القائمة على عملية التصميم التكنولوجى، وتمثل المتغير التابع فى تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية ومهارات إتخاذ القرار لدى طلاب الصف الثالث الثانوى.

فروض البحث

افترضت الباحثة الفروض التالية:

١- توجد فروق دالة إحصائياً بين المتوسط الكلى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، وبين المتوسط الكلى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لبطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية لصالح التطبيق البعدى.

٢- توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، وبين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات إتخاذ القرار لصالح التطبيق البعدى.

خطوات البحث وإجراءاته

قامت الباحثة باتباع الخطوات التالية للإجابة عن أسئلة البحث:

١- مراجعة الأدبيات والبحوث السابقة فى مجال مناهج العلوم البيئية، وإعداد الوحدات التدريسية، ومجال العلوم التكنولوجية لتحديد كل مما يلى:

- تحديد أسس بناء الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء.
- تحديد موضوعات التكنولوجيا الخضراء المتعلقة بمقرر العلوم البيئية والمناسبة لطلاب المرحلة الثانوية.
- تحديد المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى الممكن تنميتها لدى طلاب المرحلة الثانوية.

٢- عرض قائمة الموضوعات على مجموعة من المحكمين لأبداء الرأى حول مناسبة هذه الموضوعات للمرحلة الثانوية، وتعديل القائمة فى ضوء آراء المحكمين.

٣- عرض قائمة المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى على مجموعة من المحكمين لأبداء الرأى حول مناسبة هذه المهارات للمرحلة الثانوية، وتعديل القائمة فى ضوء آراء المحكمين.

٤- إعداد الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء فى ضوء الخطوات السابقة وذلك عن طريق تحديد كل مما يلى:

- الأهداف العامة.
- المشكلة الرئيسة والمشكلات الفرعية.
- المحتوى التعليمى.
- الأهداف الإجرائية.
- طريقة التدريس والإجراءات التدريسية.
- الأنشطة التعليمية.
- المصادر التعليمية.
- طرق التقويم.

٥- عرض الوحدة الدراسية المقترحة على مجموعة من المحكمين لأبداء الرأى حول صحتها العلمية ودقة صياغتها، وشمولها لجميع محاور بناء الوحدات الدراسية، ومناسبتها لطلاب المرحلة الثانوية، وتعديلها فى ضوء آرائهم، وإعداد الصورة النهائية منها.

٦- إعداد دليل المعلم لتدريس الوحدة المقترحة مشتملاً: مقدمة، وأسس تدريس الوحدة، وأهداف الوحدة، وإجراءات التدريس، ومهام المعلم والطلاب فى تنفيذ الدروس، والأنشطة، والمصادر التعليمية، والخطة الزمنية للدروس، وأساليب التقويم، ونماذج من أوراق عمل الطلاب، وعرض الدليل على مجموعة من المحكمين لأبداء الرأى حول مناسبته ودقته وشموله جميع الجوانب التربوية، وتعديل الدليل فى ضوء آراء المحكمين.

٧- إعداد أدوات البحث، وتشمل:

- بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية.
- مقياس مهارات إتخاذ القرار.

٨- عرض بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية، ومقياس مهارات إتخاذ القرار على مجموعة من المحكمين، وحساب صدقهما وثباتهما، وتعديلهما فى ضوء ذلك وإعداد الصورة النهائية لهما.

٩- التصميم التجريبى:

- اختيار مجموعة البحث من طلاب الصف الثالث الثانوى.
- تطبيق أدوات البحث على المجموعة التجريبية قبلياً.
- تدريس وحدة التكنولوجيا الخضراء على المجموعة التجريبية.
- تطبيق أدوات البحث على المجموعة التجريبية بعدياً.

١٠- معالجة البيانات معالجة إحصائية.

١١- تفسير ومناقشة النتائج.

١٢- تقديم توصيات ومقترحات تبعاً لنتائج البحث.

الإطار النظرى

أولاً: التكنولوجيا الخضراء Green Technology

التكنولوجيا الخضراء، هى: التكنولوجيا الصديقة للبيئة التى تطور وتستخدم بدون التسبب فى أضرار بالبيئة وتساعد فى الحفاظ على مواردها الطبيعية. (Madrigal, 2013)

١- أهداف التكنولوجيا الخضراء

يذكر مايكل، وماكدونو Michael and McDonough (2002) أن التكنولوجيا الخضراء تهدف إلى تحقيق الآتى:

- **التنمية المستدامة** Sustainability: مقابلة حاجات المجتمع بالطرق التى تمكنه من الاستمرار فى المستقبل بدون أخطار التدمير أوإهدار الموارد

الطبيعية. أوبمعنى آخر؛ مقابلة حاجات الحاضر بدون التضحية بقدرة أجيال المستقبل على مقابلة حاجاتهم.

- **تصميم من المهد إلى المهد** Cradle to Cradle Design: انتهاء عصر الإنتاج الصناعى الذى يعتمد على تصميم "من المهد إلى اللحد"، والانتقال إلى تصميم "من المهد إلى المهد"، ويعنى إبداع منتجات يمكن إعادة تدويرها واستخدامها.
- **خفض المخلفات** Source Reduction: خفض نسبة المخلفات والتلوث عن طريق تغيير نظم وأنماط الإنتاج والاستهلاك.
- **التجديد** Innovation: تطوير بدائل تكنولوجية لمصادر الوقود الأحفورية أوالزراعة المعتمدة بشراهة على المواد الكيميائية التى تدمر البيئة والصحة.
- **الصلاحية، والحيوية، والنمو** Viability: إبداع مركز نشاط اقتصادى لإدارة التكنولوجيا، والمنتجات التى تفيد البيئة، وتسريع عملية التنفيذ، وإبداع فرص عمل جديدة تفيد كوكب الأرض.

٢ـ موضوعات التكنولوجيا الخضراء

يشير هازيلرج (2012) Hazelrigg أن التكنولوجيا الخضراء تتناول الموضوعات التالية:

- **الطاقة** Energy: تطوير بدائل للطاقة الأحفورية، ووسائل جديدة لتوفير الطاقة، وزيادة فاعلية مصادر الطاقة الجديدة.
- **المبانى الخضراء** Green Building: هندسة المبانى، واختيار المواد، والمواقع المناسبة لها.
- **تفضيل القوة الشرائية البيئية** Environmentally Prefreed Purchasing: البحث عن المنتجات التى تسبب مكوناتها وطرق انتاجها أقل خطر على البيئة بحيث تصبح هذه المنتجات معتمدة رسمياً ومفضلة فى القوة الشرائية للحكومات المعنية.
- **الكيمياء الخضراء** Green Chimestry: ابتكار تصميمات وتطبيقات للمنتجات والعمليات الكيميائية التى تساعد فى خفض واختزال استخدام وتوليد مواد كارثية.
- **النانوتكنولوجى الأخضر** Green Nanotechnology: تطبيق الكيمياء الخضراء، والهندسة الخضراء على مستوى معالجة المواد وفقاً لمقياس النانومتر.

٣- العلوم المتصلة بالتكنولوجيا الخضراء:

أ- العلوم البيئية:

يوضح ثانجافيل، وسريديف Thangavel and Sridevi (2014) أن تطبيقات التكنولوجيا الخضراء أوالتصميمات الهندسية الخضراء تتصل بالعلوم البيئية اتصالاً وثيقاً، وتهتم بالموضوعات التالية:

- **مقدمة فى العلوم البيئية:** وتشمل الموضوعات التالية: العمليات والمنتجات الكيميائية؛ والمشكلات البيئية الأساسية، والقضايا البيئية العالمية، ودرجة جودة الهواء، ودرجة جودة الماء؛ والموارد الطبيعية؛ وتدفق المخلفات.
- **المخاطر:** وتشمل الموضوعات التالية: مفهوم المخاطر، وقيمة تقويم المخاطر فى مجال التصميمات، وقانون مخاطر البيئة، ومفهوم تقويم المخاطر، وتقويم الكوارث، والاستجابة للجرعات المفرطة، وتقدير معدلات المخاطر، وتقدير خصائص المخاطر.
- **القوانين والتشريعات البيئية:** وتشمل الموضوعات التالية: القوانين والتشريعات البيئية فى المجتمع، وتطور التشريعات والبرامج البيئية التطوعية، ومفهوم الحد من التلوث.
- **دور ومسئولية الكيمياء الخضراء:** وتشمل الموضوعات التالية: مسئولية الأمان فى العمليات الكيميائية، ومسئوية حماية البيئة، وأخلاقيات الكيمياء الخضراء.

ب- الكيمياء الخضراء:

تتصل تطبيقات التكنولوجيا الخضراء أوالتصميمات الهندسية الخضراء بتطوير عمليات ومواد الكيمياء الخضراء، وتهتم بالموضوعات التالية: نظم الكيمياء الخضراء، وطرق التركيبات الكيميائية الخضراء، ونظام الخبرة فى الكيمياء الخضراء، وتقييم الأداء البيئى أثناء العمليات التركيبية، ووحدة عمليات منع التلوث، وحساب التكاليف البيئية. (Anastas & Warner, 2000)

جـ- تكنولوجيا التصنيع الخضراء:

تتصل تطبيقات التكنولوجيا الخضراء أوالتصميمات الهندسية الخضراء بتطوير نماذج ومنتجات صناعية، وتهتم بالموضوعات التالية: الاستخدامات المتناهية للمواد والطاقة، وتخفيض المخرجات غير المرغوبة والمخلفات، وإعادة استخدام وتدوير وإصلاح المخرجات، وإعادة تصميم بنية النظام، ونظام التصميم المعتمد على إتخاذ القرار. Dornfeld(2013 ,)

٤- مبادئ التكنولوجيا الخضراء:

أتفق مجموعة من العلماء فى مؤتمر التكنولوجيا الخضراء الذى عقد فى ولاية فلوريدا الأمريكية Green Engineering Conference (2003) على أن مبادئ التكنولوجيا الخضراء تتمثل فيما يلى:

- تصميم العمليات والمنتجات بصورة كلية، واستخدام مدخل تحليل النظم، وتكامل أدوات تقويم العائد البيئى.
- صيانة وتحسين النظام البيئى الطبيعى، والحفاظ على صحة وعافية الإنسان.
- استخدام التفكير بطريقة دورة الحياة (Life-cycle thinking) فى جميع أنشطة التصميمات الهندسية.
- التأكد من أن جميع مدخلات ومخرجات الطاقة أوالمواد فى معدلات آمنة وخالية من المخاطر بقدر الإمكان.
- تقليل فقد الموارد الطبيعية.
- الكفاح من أجل منع الفواقد أوالمخلفات.
- تطوير وتطبيق الحلول الهندسية مع الوعى بالطبيعة الإنسانية والطموح والثقافة المحلية السائدة.
- إبداع تصميمات تكنولوجية وحلول جديدة تختلف عن التكنولوجيا الشائعة والسائدة بهدف تطوير واختراع وابتكار تكنولوجيا تحقق التنمية المستدامة.
- دمج المجتمعات المحلية والمستثمرين فى تطوير حلول وتصميمات تكنولوجية.

يعدد اناستاس، وزيمرمان Anastas and Zimmerman (2003) اثنى عشر مبدأً من مبادئ التكنولوجيا الخضراء كالآتى:

- التأكد من أن جميع مدخلات ومخرجات الطاقة والمواد تكون مستمرة وغير كارثية.
- الاقلال من تكون المخلفات.
- توفير الطاقة وتقليل المواد المستخدمة عند تصميم عمليات الفصل والتنقية.
- مراعاة تضخيم العائد والفاعلية عند تصميم المنتجات، والعمليات، والنظم.
- مراعاة جذب المخرجات من خلال استخدام المواد والطاقة عند تصميم المنتجات، والعمليات، والنظم.
- استثمار تعقيدات النظام أثناء التصميم والاستفادة القصوى منها.

- تفضيل الاستقرار عن الاستدامة فى النظام أوالعملية أوالمنتج كأحد أهداف التصميم.
- مقابلة الاحتياجات والبعد عن الإفراط عند التصميم.
- محاولة تقليل تنوع الخامات فى المنتجات متعددة المكونات مع الاحتفاظ بالقيمة.
- دمج وربط مصادر تدفق الطاقة والمواد المستخدمة مع العمليات، والمنتجات، والنظام الخاص بالتصميم.
- اخضاع العمليات، والمنتجات، والنظام الخاص بالتصميم لقواعد التبادل التجارى والإعلان.
- استخدام مدخلات وخامات متجددة للطاقة عن الأخرى المستهلكة.

اهتمت الدراسات الحديثة فى مجال التربية البيئية وتدريسها بدمج التربية التكنولوجية فى المناهج وتضمين عملية حل المشكلات وعملية الاستقصاء من خلال الأنشطة التكنولوجية بهدف تدريب الطلاب على حماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة، ومن هذه الدراسات: دراسة فازيليك Vassiliki (2014) التى اهتمت بكيفية تحقيق التربية البيئية لأهداف التكنولوجيا الخضراء، وتشجيع الطلاب على الاستمرار فى دراسة الموضوعات العلمية، والعمل فى مجال الأعمال الخضراء من خلال مشروع التدريب على التربية البيئية الخضراء (The GreeNET project) الذى يتم تقديمه لمعلمى العلوم فى المرحلة الثانوية الدنيا والعليا فى دول الاتحاد الأوروبى. وتدل النتائج على أن المعلمين المشتركين فى التدريب لديهم القدرة على تدريس مجموعة من الأنشطة المتمركزة حول الاستقصاء من خلال معايير محددة لتدريس العلوم الخضراء فى المراحل التعليمية المختلفة؛

ودراسة ويلاند Wheland (2013) التى كشفت عن أثر التعاون بين المعلمين الذين يدرسون مناهج (non-STEM) التى لا تعتمد على اتجاه دمج العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسى، والرياضيات وبين برنامج مجموعة من العلماء يعتمد على هذا الاتجاه (STEM) من خلال تقديم برنامج (The Green Action Through Education GATE)) للطلاب ذوو المستوى المتدنى فى العلوم فى المجتمع المحلى. واستطاع المعلمين أن يدمجوا أنشطة تعليمية صممت من قبل العلماء فى هذا البرنامج عن موضوع تكنولوجيا معالجة وتدوير المخلفات لتدريس الطلاب فى ضوء اتجاه (STEM)، وأكدت النتائج على تغيير اتجاهات الطلاب نحو تفضيل دراسة العلوم ومناهج (STEM)؛

ودراسة لوف، وستريميل Love and Strimel (2013) التى اهتمت أيضا بتقديم تكنولوجيا طاقة الرياح فى المرحلة الأساسية والثانوية من خلال أنشطة تعتمد على التصميم بهدف تنمية الثقافة التكنولوجية، واكتساب مفاهيم العلوم والرياضيات

فى صورة متكاملة مع التصميم التكنولوجى ومهارات التفكير المنطقى. وتم دمج الطلاب فى نشاط تصميم منزل يعمل بالطاقة الخضراء المولدة من طاقة الرياح، واتضح من النتائج أن الأنشطة المعتمدة على التصميم فعالة فى تحقيق الثقافة التكنولوجية، وأن الدروس القائمة على عملية التصميم تصلح فى جميع المراحل التعليمية؛

ودراسة سواب، وشيرودر، ورييف Swapp, Schreuders, and Reeve (2011) التى اهتمت بتقديم تكنولوجيا الطاقة المتجددة متمثلة فى طاقة الرياح فى أحد مناهج التربية التكنولوجية فى المدرسة الثانوية لتدريس العلوم البيئية الخضراء، وتحسين اتجاهات الطلاب نحو العمل فى مجالات الأعمال الخضراء فى المستقبل. وقدم الباحثين أبعاد تدريس طاقة الرياح وأدوار المعلمين فى الاتصال بالخبراء والمشروعات التى تقوم على طاقة الرياح فى المجتمع المحلى، وتقديم خبرات متنوعة للطلاب عن تكنولوجيا طاقة الرياح من خلال الدراسات الحقلية وأنشطة عملية تعتمد على العمل بالعقل واليد (Hands-on)، ومجموعة من الأنشطة البيئية مع المواد الدراسية الأخرى ذات الصلة.

ثانياً: عملية التصميم التكنولوجى Technology Design Process

١- العلاقة بين عملية التصميم التكنولوجى والتصميمات الهندسية والمستدامة

ترتبط عملية التصميم التكنولوجى بعملية التصميم الهندسى، وهى: العملية التى تبتكر أوتتحول فيها الأفكار والمفاهيم لمنتج ما يشبع بعض الحاجات التكنولوجية لدى العملاء. ويعمل المخ البشرى بفصيه الأيمن والأيسرفى اكتمال عملية التصميم الهندسى؛ حيث يقوم الفص الأيمن من المخ بعملية الإبداع بينما يقوم الفص الأيسر بعملية الحكم والتحليل والاستنباط. (Matthew & Kurt, 2013)

تتميز عملية التصميم التكنولوجى باشتراكها فى الخصائص مع العمليات الهندسية، والتى تعرف على أنها: سلسلة من الخطوات الممنهجة التى يستخدمها المهندسون المختصون بتكوين منتجات وعمليات جديدة فعالة فى مجال ما تراعى مصادر البيئة. وتمرعملية التصميم التكنولوجى بنفس مراحل عملية التصميمات الهندسية العامة (Engineering Design). (Wikipedia, 2014)

كما تضم عملية التصميم التكنولوجى خصائص التصميمات المستدامة (Sustainable Design)، ويعرفها راندولف، ومسترز Randolph and Masters (2008) على أنها: المبادئ والقيم والاتجاهات البيئية المقصودة فى ارتباطها بالعلم، والتكنولوجيا، والتطبيقات الهندسية الموجهة لتحسين جودة البيئة المحلية والعالمية، والتى تركز على تصميم العمليات، والمواد، والنظم، والأجهزة التى تقلل المخاطر على البيئة من خلال دورة حياة المنتج أوعملية تصنيع واستخدام واستهلاك واستخلاص المواد الخام.

٢- خطوات عملية التصميم التكنولوجى:

يحدد هايك (2002) Haik خطوات عملية التصميم التكنولوجى فى ما يلى:

- تحديد المشكلة.
- بحث الخلفية المعرفية.
- تحديد الاحتياجات.
- العصف الذهنى للحلول.
- اختيار أفضل الحلول.
- تطوير العمل.
- صنع نموذج مبدئى.
- اختبار النموذج وإعادة التصميم.

٣- نظم التصميم التكنولوجى فى التكنولوجيا الخضراء

يحدد شين، وهويل، ووزينار Chen, Hoyle, and Wassenaar (2012) مجموعة من النظم المستخدمة فى التصميم الهندسى التكنولوجى، ومن هذه التصميمات:

١- التصميمات الصلبة (Robust Design).

٢- التصميمات البديهية (Axiomatic Design).

٣- نظرية الاستخدامات متعددة الخصائص (Multi-Attribute Utility Theory).

٤- تحليل الاختيار المنفرد (Discrete Choice Analysis).

٥- الاتجاه المعتمد على المحاكاة (Simulation-based Approaches).

٦- التقنيات التحليلية (Analytical Techniques).

٧- تصميم دورات الحياة المتضاعفة (Multiple Life Cycles Design).

٨- تصميم التفضيلات الديناميكية (Dynamic Preference Design).

٩- تصميم التدوير (Ease of Return Design).

١٠- تصميم شبكة إعادة الإصلاح (Recovery Network Design).

اهتمت الدراسات السابقة بعملية التصميم التكنولوجى، وكيفية تأدية طلاب المرحلة الثانوية لخطواتها وطرق التفكير المتضمنة بها، وطريقة إدارة العمل بين الطلاب أثناء تنفيذ عملية التصميم التكنولوجى، كما اهتمت بعض الدراسات بالكشف

عن العمليات والمهارات المتضمنة فى عملية التصميم التكنولوجى، وهناك مجموعة من الدراسات الحديثة فى هذا المجال، ومنها: دراسة مينتزر Mentzer (2014) التى كشفت عن خصائص العمل فى فريق أثناء تأدية طلاب المرحلة الثانوية أنشطة التصميم التكنولوجى، وماهية أدوات التفكير المتعلقة بها. وقام الباحث بملاحظة سبعة عشر فريقاً من فرق العمل المكونة من أثنين إلى أربع طلاب أثناء تأدية أنشطة التصميم التكنولوجى، واهتم الباحث برصد كيفية تنظيم الطلاب للعمل، وكيفية حدوث التفكير التصميمى (Design Thinking) فى بيئة العمل فى فريق. وأظهرت النتائج فروقاً بين المجموعات فى طريقة تنظيم العمل، وتهيئة بيئة العمل داخل الفريق، ولكنهم استطاعوا جميعاً إنجاز العمل من خلال الفريق وتقديم نتائج لعملية التصميم؛

ودراسة مينتزر، وهوفمان، وثاير Mentzer, Huffman, and Thayer (2014) التى اهتمت بتحديد الطريقة التى يستخدمها طلاب المرحلة الثانوية فى تكوين نموذج التصميم التكنولوجى، ولاحظ الباحثين عشرين طالباً من أربع ولايات أمريكية أعطيت لهم مهام تكنولوجية باستخدام عملية التصميم التكنولوجى، وتم تدوين ملاحظات عن طريقة تطوير المشكلة وإنتاج حلول متعددة لكل طالباً منهم على حدا. واستخدم الباحثين أسلوب التحليل الكمى لتحديد الوقت الذى يستغرقه الطلاب فى استخدام أنواع متعددة من طرق التصميم التكنولوجى، وكذلك التحليل الوصفى لهذه الأنواع. وتوصل الباحثين إلى أن معظم الطلاب يفضلون استخدام طريقة التصميم الشكلى، وأن ثلاثة منهم فقط يفضلون استخدام الطريقة الرياضية، واستخدام التفكير الرياضى، وقد أوصى الباحثين بتطبيق المعرفة العلمية والطريقة الرياضية فى دراسة التكنولوجيا والتصميم من خلال تطبيق عملية التصميم التكنولوجى؛

ودراسة ماثيو، وكيرت Matthew and Kurt (2013) التى هدفت إلى الكشف عن طريقة التفكير التى يستخدمها طلاب المرحلة الثانوية أثناء استخدام عملية التصميم التكنولوجى وتحليل العملية المعرفية المعقدة المتضمنة بها. وقد اختبر الباحثان عملية وموضوعات التفكير التى يمر بها الطلاب أثناء القيام بأنشطة التصميم التكنولوجى فى جميع مراحله. وقد أظهرت النتائج أن طلاب المرحلة الثانوية لديهم القدرة على استخدام التفكير فى الأنظمة (Systems Thinking) أثناء القيام بمراحل عملية التصميم التكنولوجى؛

ودراسة ويلز Wells (2013) التى كشفت عن أهمية عملية حل المشكلات الإبداعية وتأثيرها فى جودة مخرجات التعلم أثناء عملية التصميم التكنولوجى، وعلاقتها بتنمية التفكير التصميمى (Design Thinking) لدى الطلاب فى المرحلة الثانوية؛

ودراسة برت Pratt (2011) التى أثبتت أن العمليات المرتبطة بعملية التصميم التكنولوجى، والتى يقوم بها الطلاب لإنتاج منتج ما تعتمد على مراحل حل المشكلات، والتى تتمثل فى: تحديد المشكلة، وتحديد البدائل، واستكشاف استراتيجيات

العمل الممكنة، واختبار الفروض، والعمل فى فريق، واختبار المنتج النهائى، والتقويم؛

ودراسة مينتزر Mentzer (2011) التى هدفت إلى التعرف على مدى دمج جميع عناصر عملية التصميم التكنولوجى فى منهج النظم الصناعية والهندسية للصف الحادى عشر فى المدرسة الثانوية العليا، وكيفية دمج الطلاب فى عملية التصميم التكنولوجى. وقام الباحث بملاحظة ومناقشة مجموعة تتكون من الف وخمسمائة طالباً من طلاب المرحلة الثانوية أثناء تطبيق دروس التصميم التكنولوجى لمدة ستة أسابيع، بالإضافة إلى مراجعة خطط الدروس، والمواد المطبوعة، وأعمال الطلاب من تقارير، وعروض، ومجلات. وأوضحت النتائج أن الطلاب اكتسبوا القدرة على تفصيل المشكلات التى قدمها لهم المعلم بتوسع والقدرة على توسيع العمل الفردى إلى مشروع منظم فى فريق عمل، وتنمية مجموعة من المهارات، والخبرات المتعلقة بالتصميم التكنولوجى، كما اتضح فاعلية استخدام التصميم مفتوح النهاية خلال مراحل التصميم التكنولوجى المتمثلة فى ست مراحل، وهى: تحديد المشكلة، وتطوير الحلول، والتحليل/النمذجة، والتجريب، وإتخاذ القرار، والعمل فى فريق.

ثالثاً: مهارات التصميم التكنولوجى Technology Design Skills

ظهر الاهتمام بتنمية مهارات التصميم التكنولوجى فى المانيا، والدنمارك منذ سنوات عديدة فى مجال التعليم والتدريب، ثم ظهر الاهتمام على مستوى السياسات فى الولايات المتحدة الأمريكية، والمملكة المتحدة فى السنوات الأخيرة. وتبنت الحكومات العالمية استراتيجيات وبرامج لتسريع نشر مهارات التصميم التكنولوجى بين التربويين، وفى المدارس العامة والفنية، وفى مجال التجارة والأعمال على المستوى القومى والدولى، واهتمت بموضوعات الطاقة، والماء، ووسائل النقل، والأبنية الخضراء. (PerCapita, 2010)

من أشهر الاستراتيجيات الحديثة فى هذا المجال أتفاقية مهارات التصميم التكنولوجى التى تبنتها الحكومة الأسترالية من (٢٠٠٩~ ٢٠١٢) (The Green Skills Agreement)، واهتمت بمجال الطاقة الخضراء، والحد من التغيرات المناخية. (The Council of Australian Governments, 2009)

تشترك مجموعة من المهارات فى عملية التصميم التكنولوجى، فهى تضم مهارات التصميم الهندسى الذى حددها مورتوز Mourtos (2012) فى: مهارات تحليلية (Analytical Skills)، ومهارات حل المشكلات مفتوحة النهاية (Open-ended Problem Solving Skills)، ومهارات الاتصال (Communication Skills)، ومهارات العمل فى فريق (Team Skills). وتهتم الباحثة بمجموعتين من المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى كما يلى:

أ- مهارات تصميم النماذج التكنولوجية Technology Design Model Skills:

تعد مهارات تصميم النماذج التكنولوجية أحد مهارات التصميم التكنولوجى الرئيسة، وتتضمن القدرة على ما يلى:

- بحث الأدوات والعمليات المناسبة للتصميم.
- تخطيط نموذج التصميم.
- تنفيذ نموذج التصميم وإنتاجه.
- اختبار نموج التصميم وتعديله. (Cave & Caborn, 2000)

عرف مينتزر Mentzer (2011) مهارات تصميم النماذج التكنولوجية على أنها: التمكن من إنجاز خطوات عملية التصميم التكنولوجى بدقة لإنتاج نظام أومواد أومنتج تكنولوجى يساهم فى تقليل المخاطر البيئية، ويراعى تحقيق التنمية المستدامة فى البيئة.

يوضح Ryan (2010) أن تصميم النماذج التكنولوجية يساعد المتعلم فيما يلى:

- رؤية التصميم بطريقة ثلاثية الأبعاد.
- إبراز العيوب والمزايا فى التصميم.
- تحديد المحسنات الواجب إدخالها على التصميم لإصلاح العيوب.
- تجريب التصميم باستخدام مواد قليلة التكلفة.
- تقويم التصميم من المصمم والمستفيدين.

أثبتت دراسة Hammons (2011) أن إدماج طلاب المرحلة الثانوية فى تطبيق المفاهيم العلمية والرياضية والتكنولوجية من خلال ملاحظة اشتراك الطلاب فى مشروع لتصميم قارب بحرى بالاشتراك فى مسابقات فى تصميم النماذج التكنولوجية تعقد بالتعاون بين المدارس الثانوية وهيئة البحرية الأمريكية، والتى تعتمد على عملية التصميم الهندسى ساعد الطلاب فى تطبيق مهارات التصميم التكنولوجى، وإنتاج النماذج ثلاثية الأبعاد.

أكدت دراسة Gary (2010) أن تطبيق مناهج (STEM) فى المرحلة الثانوية الدنيا والعليا ذو فعالية فى تدريب الطلاب على مهارات تصميم النماذج التكنولوجية من خلال أنشطة اليد والعقل لتصميم نماذج هندسية والكترونية وآلية عن طريق تصميم أجسام ثلاثية الأبعاد (Three-dimensional physical object) تتشابه مع التصميمات المحترفة فى مجال الصناعة والهندسة والتكنولوجيا على مقياس أصغر، وباستخدام مواد أبسط، وأجهزة غير مكلفة، ووضح الباحث أن الطلاب من مستويات دراسية ومهارية مختلفة يمكنهم العمل معا فى فريق لتصميم النماذج التكنولوجية ويحققوا نتائج مرضية فى تحقيق هدف مشترك.

ب- مهارات إتخاذ القرار Decision Making Skills:

هناك ارتباط بين عملية التصميم التكنولوجى وعملية إتخاذ القرار. وأشار جوناثين (2012) Jonassen إلى أنه هناك علاقة بين طبيعة عملية إتخاذ القرار، وعملية حل المشكلات، حيث يعد إتخاذ القرار أحد المكونات الرئيسة للمهارات اللازمة لحل المشكلات المعقدة، أو المشكلات المرتبطة بعملية التصميم.

يعرف هوانج، وآخرون (2007) .Huang et al عملية إتخاذ القرار، على أنها: عملية تفكير مركبة تهدف إلى اختيار أفضل البدائل أوالحلول المتاحة للفرد فى موقف معين؛ من أجل الوصول إلى تحقيق الهدف المرجو. وتعتبر عملية إتخاذ القرار أحد خطوات عملية التصميم التكنولوجى لما تتطلبه عملية التصميم من حل للمشكلات باعتبار أن المشكلات فى حقيقة الأمر ليست سوى مواقف تتطلب قرارات حول حلول لهذه المشكلات.

تتكون عملية إتخاذ القرار من الخطوات التالية: تحديد المشكلة، وجمع المعلومات، وتطوير الاختيارات، وابتكار وتنفيذ ومتابعة الخطة. بينما يرى براون Baron (2007) أن عملية إتخاذ القرار تتضمن المهارات التالية: إعداد قائمة بجميع الاحتمالات الممكنة، وتحديد المدى الزمنى لمسئولية القرار، وجمع المعلومات، وتقدير المخاطر، وتقدير القيمة والأهمية، وتحديد الإيجابيات والسلبيات، وصنع القرار.

كشفت دراسة ميتاس Mettas (2011) عن فاعلية العمل فى أنشطة مشروعات تتصل بمجال التصميم والتكنولوجيا لتنمية مهارات إتخاذ القرار لدى الطلاب المعلمين. كما أكد بوشمان، وماكينى، وفوت Boschman, McKenney, and Voogt (2014) على أهمية استخدام المعلمين لعملية إتخاذ القرار أثناء تهيئة وإعداد بيئة التعلم للتلاميذ وتطبيق الأنشطة التعليمية المعتمدة على العصف الذهنى.

بعد الدراسة النظرية والاطلاع على الدراسات السابقة فى مجال تربية التكنولوجيا الخضراء أتضح للباحثة أنه هناك العديد من البرامج والمشروعات والمناهج المتعلقة بالتكنولوجيا الخضراء التى تهتم البعد البيئى فى مناهج المرحلة الثانوية وتسعى لدمج تدريس التكنولوجيا فى العلوم البيئية من خلال دمج تدريس العلوم، والتكنولوجيا، وعملية التصميم التكنولوجى، وتقديم موضوعات تتعلق بالطاقة الخضراء مثل: طاقة الرياح كأحد علوم المستقبل، وتدريس مجموعة من الأنشطة المتمركزة حول الاستقصاء من خلال معايير محددة لتدريس العلوم الخضراء، وتطبيق أنشطة الدراسات الحقلية (Field Study)، وأنشطة عملية تعتمد على العمل بالعقل واليد (Hands-on)، وأنشطة تعتمد على التصميم (Design)، والسعى للتوسع فى تطبيق مناهج تعتمد على اتجاه دمج العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسى، والرياضيات (STEM)، وتنمية التفكير المنطقى، والثقافة التكنولوجية؛

وفيما يختص بمجال عملية التصميم التكنولوجى أتضح للباحثة أن عملية التصميم التكنولوجى تتكون من مراحل محددة، وهى: تحديد المشكلة، وتطوير الحلول، والتحليل -النمذجة، والتجريب، وإتخاذ القرار، والعمل فى فريق. وأن عملية التصميم التكنولوجى ترتبط بعملية إتخاذ القرار وحل المشكلات الإبداعية، وتتطلب من طلاب المرحلة الثانوية استخدام قدرات التفكير المنظومى، والتفكير التصميمى، وأنه يمكن أن ينجح الطلاب فى تحقيق نتائج التصميم عند العمل فى فرق العمل، وأن الطلاب يستخدمون طريقة التصميم الشكلى فى أغلب الأحوال، وأن البعض منهم لديه القدرة على استخدام الطريقة الرياضية والتفكير الرياضى.

إجراءات البحث

أولاً: تحديد أسس بناء الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء

قامت الباحثة بدراسة وصفية تحليلية لموضوع التكنولوجيا الخضراء، وعملية التصميم التكنولوجى وبناء الوحدات الدراسية، وأهداف العلوم البيئية، ودمج أهداف التربية التكنولوجية مع التربية العلمية، والاتجاهات الحديثة فى تصميم الوحدات الدراسية وبنائها من مجموعة متنوعة من المصادر العلمية والتربوية، وكذلك اطلعت على بعض الدراسات السابقة فى هذه المجالات، وتوصلت إلى تحديد أسس بناء الوحدة المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء فيما يلى:

أ- الحاجة إلى حل المشكلات البيئية التى تواجه المجتمع فى الوقت الحاضر

- تدريب الطلاب على حل المشكلات البيئية المتشابكة التى تواجهم فى مجتمعاتهم وعالمهم.
- تشجيع الطلاب على ابتكار أفكار، ونماذج، وعمليات، ومواد، وأجهزة جديدة تحافظ على البيئة وصحة الإنسان.
- تصحيح الدمار البيئى الذى نتج عن الاستخدام المفرط للمواد الكيميائية وموارد الطاقة الدائمة.
- تحقيق التنمية المستدامة.

ب- الاتجاه نحو تكامل العلوم والتكنولوجيا والتصميم الهندسى والرياضيات (STEM)

- اكتساب القاعدة المفاهيمية المتعلقة بالعلوم التكنولوجية.
- اكتساب المفاهيم العلمية مرتبطة بالتطبيقات التكنولوجية.
- اكتساب المهارات الرياضية والهندسية الأساسية.
- اكتساب مهارات التصميم والنمذجة.
- اكتساب الاتجاهات والميول نحو التربية العلمية والتكنولوجية.

- تقدير أهمية العلوم والتكنولوجيا فى تطوير المجتمعات المتقدمة.

جـ ضرورة تدريب الطلاب على اكتساب المهارات العلمية والتكنولوجية

- تطوير اتجاه مرن ومبدع لحل المشكلات التى تواجه الطلاب فى حياتهم.
- تدريب الطلاب على الابتكار فى مجال التكنولوجيا الخضراء.
- تدريب الطلاب على العمل باستقلالية فى مجموعات صغيرة لدراسة وتأدية مهام عملية ومشروعات تكنولوجية.
- ربط المفاهيم العلمية والتطبيقات التكنولوجية عن طريق الأنشطة التجريبية، والعملية، والاستقصائية.
- تنمية عادات العقل، والتفكير المرن.
- تنمية مهارات التفكير المنظومى، والتفكير التصميمى.
- تنمية مهارات التصميم التكنولوجى.
- تنمية مهارات الاتصال، وإتخاذ القرار.

د- أهمية إعداد الطلاب للمستقبل

- إعداد الطلاب للتعامل مع تكنولوجيا المستقبل.
- تدعيم الصلة مع التعليم الجامعى ومجال العمل بعد المدرسة الثانوية فى المجالات العلمية والتكنولوجية.
- إعداد الطلاب لمجالات الدراسة والعمل فى المجالات العلمية والتكنولوجية المتصلة بحل مشكلات الواقع فى المستقبل.
- تحقيق مستوى من المنافسة التكنولوجية للنجاح فى مجال العمل فى المستقبل.
- تحسين مستوى الصناعة التكنولوجية فى المستقبل.
- تطوير عادات التعلم مدى الحياة.

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن تساؤل البحث الأول، وهو: ما أسس بناء الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء لطلاب الصف الثالث الثانوى؟

ثانياً: تحديد موضوعات الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء

قامت الباحثة باختيار أحد موضوعات التكنولوجيا الخضراء، وهو موضوع: الطاقة المتجددة (الطاقة الخضراء)، وذلك لمناسبته لمستوى الصف الثالث الثانوى، ولارتباطه بموضوعات منهج العلوم البيئية المقرر فى هذا الصف. ثم قامت بدراسة الموضوع من الكتب والمراجع العلمية، وتحديد الموضوعات المناسبة لبناء وحدة دراسية مقترحة فى التكنولوجيا الخضراء متعلقة بمقرر العلوم البيئية فى المرحلة

الثانوية، والمتفقة مع أسس بناء الوحدة التى تم تحديدها. وقامت الباحثة بتضمين الموضوعات فى قائمة مبدئية (ملحق٢)، وتضمنت القائمة المبدئية أربعة موضوعات رئيسة وأثنين وأربعين موضوعاً فرعيا، وعرضت الباحثة القائمة على مجموعة من المحكمين (ملحق١) لأبداء الرأى حول مناسبة هذه الموضوعات للمرحلة الثانوية، وعدلت القائمة فى ضوء آراء المحكمين، وبناء على آراء المحكمين تضمنت القائمة النهائية أربعة موضوعات رئيسة، وأربعة وثلاثين موضوعاً فرعياً كما هو موضح فى جدول (١).

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن تساؤل البحث الثانى، وهو: ما موضوعات التكنولوجيا الخضراء المتعلقة بمقرر العلوم البيئية والمناسبة لطلاب الصف الثالث الثانوى؟

جدول (١)

موضوعات الوحدة الدراسية فى التكنولوجيا الخضراء

رقم	الموضوعات الرئيسة	الموضوعات الفرعية
١	**مفهوم الطاقة المتجددة (الخضراء)**	تعريف الطاقة المتجددة
٢		مصادر الطاقة المتجددة
٣		خصائص الطاقة المتجددة
٤		استخدامات الطاقة المتجددة
٥	**الطاقة الشمسية الخضراء**	نشأة استخدام الطاقة الشمسية وتطورها
٦		مكونات محطات الطاقة الشمسية
٧		*صوامع الطاقة الشمسية بالمرايا ذات المركز البؤري*
٨		مجمعات الطاقة الشمسية المرتبطة بمحرك ستيرلينج
٩		تركيب محرك ستيرلينج وطريقة عمله
١٠		الموتورات الشمسية
١١		البطاريات الشمسية وأنواعها
١٢		الألواح الشمسية وتركيبها وأنواعها
١٣		الخلايا الشمسية وأنواعها
١٤		استخدام الطاقة الشمسية لتبريد المباني
١٥		محطات تنقية المياه بالطاقة الشمسية
١٦		حاوية فصل نفايات تعمل بالطاقة الشمسية
١٧		تسخين المياه بالطاقة الشمسية
١٨		فوائد الطاقة الشمسية

رقم	الموضوعات الرئيسة	الموضوعات الفرعية
١٩	**طاقة الرياح الخضراء**	تسخير الرياح
٢٠		التوربين، وأنواعه
٢١		مكونات توربينات الهواء وأنواعها وطريقة عملها
٢٢		توصيل توربين رياح بمولد كهربى
٢٣		الصعوبات التي تواجه استخدام طاقة الرياح
٢٤		اقتصاديات طاقة الرياح، وبرامج بعض الدول من أجل استغلالها
٢٥		المزج بين الكهرباء المولدة بالرياح، والشبكة المركزية للكهرباء
٢٦		تطور استخدام توربينات الرياح
٢٧	**الطاقة المائية الخضراء**	**طاقة المساقط المائية** قدرة الطاقة المائية فى توليد الكهرباء
٢٨		مكونات محطات الطاقة المائية وآلية عملها
٢٩		مميزات استخدام محطات توليد الطاقة الكهربية المائية
٣٠		السد العالى
٣١		**طاقة المد والجزر** تعريف ظاهرة المد، والجزر
٣٢		أنواع المد والجزر
٣٣		استخدام طاقة المد في توليد الكهرباء
٣٤		طرق الحصول على طاقة كهربية من المد، والجزر

ثالثاً: تحديد المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى

قامت الباحثة بدراسة المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى من الكتب والمراجع العلمية، والمواقع الإلكترونية المتعلقة، وتحديد المهارات المناسبة لطلاب المرحلة الثانوية. وأعدت الباحثة قائمة مبدئية لمهارات التصميم التكنولوجى (ملحق٣)، وعرضتها على مجموعة من المحكمين (ملحق١) لأبداء الرأى حول مناسبة هذه المهارات للمرحلة الثانوية، وعدلت القائمة فى ضوء آراء المحكمين. وتوصلت الباحثة إلى سبع مجموعات رئيسة من المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى، وحددت المهارات الفرعية المتضمنة بها كما يلى:

١- **مهارات تحليلية**: وتتضمن مهارات: فهم العمليات الرياضية والإحصائية الأساسية؛ واكتساب قاعدة علمية مفاهيمية فى فروع العلوم الأساسية؛ وتطبيق العلوم والرياضيات فى المواقف المختلفة، واستخدام الكمبيوتر فى معالجة البيانات.

٢- **مهارات الاستقصاء**: وتتضمن مهارات: وضع سؤال بسيط عن العالم الطبيعى، ووضع خطة للاستقصاء، واستخدام طريقة مناسبة فى جمع الأدلة، وتنظيم وتحليل وتفسير البيانات، والتفكير نقديًا ومنطقيًا عن العلاقات بين الأدلة والتفسيرات، واستخدام الأدلة، والملاحظة، والمعرفة، والمعلومات العلمية الحالية لبناء وتقييم بعض التفسيرات البديلة، والربط بين الاستقصاء والملاحظة والتفسيرات مع ظواهر وأسئلة جديدة.

٣- **مهارات حل المشكلات مفتوحة النهاية**: وتتضمن مهارات: تحديد أبعاد المشكلة وتفصيلاتها المتنوعة، وإدراك الإطار المفهومى لأبعاد المشكلة، وبحث حلول المشكلة، واختبار كلا منها، وتطوير الأفكار والأسئلة والمشكلات فى مواقف جديدة.

٤- **مهارات تصميم النماذج التكنولوجية**: وتتضمن مهارات: تكوين رؤية عن نموذج التصميم، ووصف نموذج التصميم، وصنع نموذج التصميم، واختبار نموذج التصميم، وتقويم النموذج، وتعديله.

٥- **مهارات تنظيمية**: وتتضمن مهارات العمل فى فريق، ومهارات تخطيط العمل، ومهارات الاتصال، ومهارات العمل فى مشروع، ومهارات تقويم العمل والأداء.

٦- **مهارات التفكير**: وتتضمن مهارات التفكير الإبداعى، ومهارات التفكير الناقد، ومهارات التفكير الفراغى، ومهارات التفكير بطريقة دورة الحياة، ومهارات التفكير المنظومى، ومهارات التفكير التصميمى.

٧- **مهارات إتخاذ القرار**: وتتضمن مهارات: تحديد جميع الاحتمالات الممكنة، وتحديد المدى الزمنى لمسئولية القرار، وجمع المعلومات، وتقدير المخاطر، وتقدير القيمة والأهمية، وتحديد الإيجابيات والسلبيات، وصنع القرار.

اهتمت الباحثة بتنمية مجموعتان من مجموعات المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى السبع الموضحة لدى مجموعة البحث من طلاب الصف الثالث الثانوى، وهى: مهارات تصميم النماذج التكنولوجية، ومهارات إتخاذ القرار، وذلك لقلة الأبحاث التى تناولت مهارات تصميم النماذج التكنولوجى، ولأهمية مهارات إتخاذ القرار، ولارتباطهما المحورى بعملية التصميم التكنولوجى وتكوين منتج تكنولوجى يساعد فى حل المشكلات البيئية، وذلك من خلال تدريس الوحدة المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء، والقائمة على عملية التصميم التكنولوجى.

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن تساؤل البحث الثالث، وهو: ما المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى والتى يمكن تنميتها لدى طلاب الصف الثالث الثانوى؟

رابعاً: التصور المقترح لبناء وحدة فى التكنولوجيا الخضراء

اتبعت الباحثة الخطوات التالية لإعداد الوحدة الدراسية المقترحة (ملحق ٤) فى ضوء الأسس، والموضوعات، والمهارات التى حددتها الباحثة فى الخطوات السابقة.

تحديد طريقة تصميم الوحدة الدراسية فى التكنولوجيا الخضراء

قامت الباحثة باستخدام طريقة تصميم التخطيط التراجعى (Backwards planning design)، لتصميم الوحدة الدراسية فى التكنولوجيا الخضراء، وقد حددها ماك تاى وتوماس McTighe and Thomas (2003) فى المراحل التالية:

- تحديد السؤال المركزى أوالمشكلة الرئيسة.
- تحديد الأهداف الإجرائية، والمعارف، والمهارات.
- تصميم مهمات الأداء، وربطها بالأهداف.
- تصميم بطاقة ملاحظة الأداء.
- تحديد مراحل التقويم الجمعى لكل هدف تعليمى.
- تصميم اختبارات تحديد المستوى للوحدة التعليمية.

وفيما يلى بيان تفصيلى لبيان خطوات بناء الوحدة الدراسية فى التكنولوجيا الخضراء:

١- تحديد المشكلة الرئيسة والمشكلات الفرعية فى وحدة التكنولوجيا الخضراء:

تتمثل المشكلة الرئيسة فى الوحدة الدراسية فيما يلى:

كيف يمكن توليد الكهرباء من مصادر بديلة للطاقة تعتمد على تطبيقات التكنولوجيا الخضراء؟

تتفرع من هذه المشكلة الرئيسة عدة مشكلات فرعية يمكن دراستها بالوحدة الدراسية، وهى كالتالى:

- كيفية توليد الطاقة الكهربية باستخدام الطاقة الشمسية.
- كيفية تسخين المياه باستخدام الألواح الشمسية.
- كيفية توليد الطاقة الكهربية باستخدام طاقة الرياح.
- كيفية تشغيل الأجهزة المنزلية باستخدام التوربين الهوائى.
- كيفية توليد الكهرباء باستخدام الطاقة المائية.

٢- تحديد الأهداف العامة فى وحدة التكنولوجيا الخضراء:

تحددت الأهداف العامة لوحدة التكنولوجيا الخضراء فيما يلى:

- معرفة موارد وخصائص الطاقة الخضراء.
- فهم إمكانيات الطاقة الخضراء وفوائدها.
- ربط المفاهيم العلمية الأساسية المتعلقة بموضوع الطاقة الخضراء.
- تنمية مهارات التصميم التكنولوجى.
- تنمية مهارات حل المشكلات.
- اكتساب مهارات تصميم النماذج التكنولوجية.
- اكتساب مهارات إتخاذ القرار.
- اكتساب الاتجاه نحو استخدام وتفضيل التكنولوجيا الخضراء.
- اكتساب الميل نحو دراسة التكنولوجيا الخضراء.
- تقدير دور التكنولوجيا الخضراء فى حل المشكلات البيئية المعقدة.

٣- تحديد محتوى وحدة التكنولوجيا الخضراء:

تكونت الوحدة الدراسية من مقدمة، وثلاثة دروس كما يلى:

- **مقدمة الوحدة: مفهوم الطاقة الخضراء:** ويتضمن مقدمة عن تعريف الطاقة الخضراء، ومصادرها، وخصائصها، واستخدماتها.
- **الدرس الأول: الطاقة الشمسية الخضراء:** ويتضمن ثمانى عشر موضوعاً فرعياً عن تكنولوجيا الطاقة الشمسية وأهميتها.
- **الدرس الثانى: طاقة الرياح الخضراء:** ويتضمن عشرة موضوعات فرعية عن تكنولوجيا طاقة الرياح وأهميتها.
- **الدرس الثالث: الطاقة المائية الخضراء:** ويتضمن ثلاث أفكار رئيسة وتسعة موضوعات متفرعة كما يلى: طاقة المساقط المائية (خمس موضوعات فرعية)، وطاقة المد والجزر (أربعة موضوعات فرعية).

٤- تحديد الأهداف الإجرائية فى وحدة التكنولوجيا الخضراء:

متضمنة بصورة تفصيلية فى دليل المعلم (ملحق٤).

٥- تحديد طريقة التدريس القائمة على عملية التصميم التكنولوجى:

اعتمدت طريقة التدريس فى الوحدة المقترحة على خطوات عملية التصميم التكنولوجى كما حددها جوينز Gwyneth (2001)، وهى: (أسأل، وتخيل، وخطط، وصمم، وطور)، وهى كما يلى:

- **أسأل:** ما المشكلة؟ وما الخلفية المعرفية عن المشكلة؟ وما القيود التى تواجهك فى المشكلة؟

- **تخيل:** ما الحلول المقترحة؟ والعصف الذهنى للأفكار، واختر أفضل اقتراح أوفكرة.
- **خطط:** ارسم شكل التصميم، واكتب الأدوات، والمواد اللازمة للتصميم.
- **صمم:** نفذ الخطة، وابتكر شيئاً، واختبر المنتج.
- **طور:** قوم التصميم، وحدد مميزاته وعيوبه، وحدد ما الإضافة التى تجعل التصميم يعمل بشكل أفضل، وعدل التصميم للأفضل، واختبره مرة أخرى.

فى ضوء هذه الخطوات حددت الباحثة الإجراءات التدريسية القائمة على عملية التصميم التكنولوجى فى خمسة مراحل، ونظمت إجراءات التدريس فى الوحدة الدراسية المقترحة كما هو موضح فى (جدول٢)؛ حيث نظمت كل مرحلة تدريسية مرتبطة بالأنشطة التعليمية كما يلى:

أ- مرحلة الأسئلة: وهى مرحلة جمع المعلومات عن المشكلة وتحديد تفصيلاتها، وشرح المفاهيم المتعلقة، وتكوين خلفية معرفية عن موضوع المشكلة، وتتضمن الأنشطة التالية:

- نشاط تمهيدى: جمع المعلومات.
- نشاط تكوين إطار مفاهيمى عن الموضوع.
- نشاط تحديد المشكلة.

ب- مرحلة التخيل: وهى مرحلة اقتراح الحلول، واختيار أفضل الأفكار، وتتضمن الأنشطة التالية:

- نشاط العصف الذهنى، وإتخاذ القرار.

جـ- مرحلة التخطيط: وهى مرحلة رسم شكل تخطيطى للنموذج التكنولوجى، وتحديد الأدوات والمواد اللازمة للتصميم، وتتضمن الأنشطة التالية:

- نشاط تخطيط النموذج التكنولوجى.

د- مرحلة التصميم: وهى مرحلة صنع النموذج واختباره، وتتضمن الأنشطة التالية:

- نشاط تصميم النموذج التكنولوجى.

هـ- مرحلة التطوير: وهى مرحلة تحديد مميزات وعيوب التصميم، واقتراح التعديلات، وتعديل التصميم للأفضل، وإعادة الاختبار، وتتضمن الأنشطة التالية:

- نشاط تقويم النموذج التكنولوجى.
- نشاط الاتصال.

- نشاط تقويم الدرس.

٦- تحديد الأنشطة التعليمية: يوجه المعلم الطلاب للاندماج فى مجموعة من الأنشطة التعليمية، وهى من نوع: أنشطة بحثية، واستقصائية، وحل المشكلات، وتصميم النماذج، وإتخاذ القرار، والاتصال. وقد نظمت الباحثة الأنشطة التعليمية المقترحة فى كل درس بحيث تتوافق مع مراحل إجراءات التدريس، كما هو موضح فى جدول (٢).

ومن أمثلة النماذج التكنولوجية التى يمكن تنفيذها فى الوحدة:

- تصميم نموذج محرك سترلنج.
- تصميم خلية شمسية بسيطة.
- تصميم نموذج توربين هوائى.
- تصميم نموذج توصيل توربين الهواء بأحد الأجهزة المنزلية.
- تصميم نموذج توربين مائى بسيط باستخدام ماء الصنبور للاستخدام المنزلى.
- تصميم نموذج وحدة توليد كهرومائية بسيطة.

٧- تحديد المصادر التعليمية: ويستخدم المعلم، والطلاب مجموعة متنوعة من المصادر التعليمية الإلكترونية من برامج، ومواقع؛ والمصادر التعليمية غير الإلكترونية من مجلات علمية، ومراجع، وأدوات تنفيذ نموذج التصميم التكنولوجى، وأدوات التجريب.

٨- تحديد طرق التقويم: يستخدم المعلم التقويم الواقعى الأصيل، والتقويم الذاتى باستخدام اختبارات المفاهيم العلمية، وبطاقات ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية، ومقاييس الاتجاه نحو التكنولوجيا الخضراء، وملفات الإنجاز، والمقابلات الشخصية.

ضبط الوحدة الدراسية:

عرضت الباحثة الوحدة على مجموعة من المحكمين (ملحق١) لأبداء الرأى حول مدى مناسبتها للمرحلة الثانوية، والدقة العلمية واللغوية، ومناسبتها لتحقيق الأهداف الموضوعة، ومدى مناسبة خطوات التدريس لعملية التصميم التكنولوجى، ومدى ملاءمة أساليب التقويم. وأبدى المحكمين بعض الملاحظات، وعدلت الباحثة الوحدة وفقاً لآراء المحكمين، وإعدت الصورة النهائية من الوحدة.

جدول (٢)

إجراءات التدريس والأنشطة التعليمية ومهام المعلم ومهام الطلاب فى وحدة التكنولوجيا الخضراء

إجراءات التدريس والأنشطة التعليمية	مهام المعلم	مهام الطلاب
أ- مرحلة الأسئلة		
١-نشاط تمهيدى: إعداد الدرس وجمع المعلومات	* يحدد أهداف الدرس. يتمكن من المفاهيم الرئيسة بالدرس. * يعد الأنشطة التعليمية. * ينوع المصادر التعليمية. * يعد أساليب التقويم. * يمهد للدرس بطرح أسئلة عن الموضوع الرئيسى. * يقدم مصادر التعلم المتنوعة. * يوجه لتحضير الدرس، وجمع المعلومات، والإجابة على الأسئلة.	* بحث، وجمع معلومات عن موضوع الطاقة المتجددة (الخضراء) من شبكة الإنترنت، والكتب، والمراجع، والأفلام الوثائقية، والأجابة عن الأسئلة.
٢- نشاط تكوين إطار مفاهيمى عن الموضوع	* يوضح المفاهيم العلمية، والقوانين، والمبادئ العلمية. * يدمج المفاهيم العلمية بالتطبيقات التكنولوجية. * يشرح العمليات الرياضية، والإحصائية الأساسية المتعلقة بالموضوع. * يناقش المعلومات التى تم التوصل إليها فى تحضير الدرس. * يقدم الموضوعات، والمشكلات المتعلقة بالطاقة الخضراء.	* فهم المفاهيم العلمية، والقوانين، والمبادئ العلمية. * فهم التطبيقات التكنولوجية للعلوم. * فهم العمليات الرياضية، والإحصائية الأساسية المتعلقة بالموضوع. * إدراك المشكلات المتعلقة بموضوع الدرس.

إجراءات التدريس والأنشطة التعليمية	مهام المعلم	مهام الطلاب
٣- نشاط تحديد المشكلة	* يوزع مجموعات، أوفرق العمل. * يشجع جمع مزيد من المعلومات، وتفصيل أبعاد المشكلة.	* الاشتراك فى مجموعات، أوفرق عمل. * تحديد المهام داخل مجموعات العمل. * تحديد المشكلة. * جمع المعلومات عن المشكلة. * تقدير المخاطر فى أبعاد المشكلة، وتفصيلاتها. * تحديد الإمكانيات، والمعوقات.
ب- مرحلة التخيل		
٤-نشاط العصف الذهنى وإتخاذ القرار	* يعقد مناقشات جماعية. * يعقد جلسة عصف ذهنى لطرح الأفكار. * يدير جلسات العصف الذهنى. * يحفز التفكير فى الحلول المناسبة. * يشجع اختيار أفضل الحلول.	* اقتراح حلول للمشكلة. * اختيار أنسب الحلول فى كل مجموعة. * إعداد قائمة بجميع الاحتمالات الممكنة للمشكلة. * تحديد المدى الزمنى لمسئولية القرار حول المشكلة. * تقدير القيمة والأهمية لكل الحلول. * تحديد الإيجابيات والسلبيات لحلول المشكلة. * صنع القرار، واختيار الحلول المناسبة.
جـ- مرحلة التخطيط		
٥-نشاط تخطيط النموذج التكنولوجى	* يوجه لخطوات التصميم التكنولوجى. * يوجه مجموعات العمل لتحديد المهام.	*ابتكار نموذج التصميم. * إعداد مخطط نموذج التصميم. * رسم شكل التصميم. * كتابة قائمة الأدوات والمواد

إجراءات التدريس والأنشطة التعليمية	مهام المعلم	مهام الطلاب
	* يوفرالإمكانات، والأدوات اللازمة للتصميم.	اللازمة لنموذج التصميم. * تجهيز، وتحضير الأدوات.
	د- مرحلة التصميم	
٦- نشاط تنفيذ النموذج التكنولوجى.	* يلاحظ خطوات تكوين التصميم. * يطبق بطاقات ملاحظة مهارات تصميم النموذج التكنولوجى. * يلاحظ عملية اختبار التصميم.	* توزيع مهام العمل داخل المجموعات، أوالفرق. * تنفيذ كل جزء من نموذج التصميم. * تجهيز وصنع نموذج التصميم. اختبار نموذج التصميم.
	هـ- مرحلة التطوير	
٧- نشاط تقويم نموذج التصميم التكنولوجى	* يناقش إيجابيات، وسلبيات التصميم. * يوجه خطوات تعديل التصميم. * يلاحظ عملية إعادة اختبار النموذج. * يقبل التصميم النهائى المعدل.	* * تحديد مميزات وعيوب نموذج التصميم. * اقتراح الإضافات التى تجعل نموذج التصميم يعمل بشكل أفضل. * تعديل نموذج التصميم للأفضل، ومعالجة العيوب، وتحسين مميزاته. * اختبار نموذج التصميم مرة أخرى.
٨-نشاط الاتصال	* يوجه لعرض نواتج التعلم باستخدام وسائل مختلفة. * يوجه لكتابة تقرير عن نواتج العمل فى كل مجموعة.	* عرض نواتج العمل أمام باقى المجموعات. * كتابة تقرير عن نواتج العمل.
٩- نشاط تقويم الدرس	* يقوم الأداء، وتطور خبرات التعلم. * يقوم أهداف التعلم، وتحديد	* يؤدى الاختبارات، والمقاييس اللازمة. * يتمم أوراق العمل.

إجراءات التدريس والأنشطة التعليمية	مهام المعلم	مهام الطلاب
	مدى تحققها. * يشجع على الاستمرار فى البحث، والتفكير، والتصميم. * يعد، ويطبق قائمة التقويم الذاتى للأداء. يعد، ويطبق اختبارات المفاهيم العلمية. * يعد، ويطبق مقايس مهارات التصميمات التكنولوجية الخضراء. * يعد، ويطبق بطاقات ملاحظة الأداء. * يعد، ويطبق مقاييس الاتجاه نحو التكنولوجيا الخضراء. يقيم ملفات الإنجاز. * يعقد المقابلات الشخصية والجماعية لتوضيح مستوى كل طالب.	* يكتب تقارير نواتج التعلم بعد كل نشاط. * ينهى نواتج أعمال الأنشطة الإضافية. * يشترك فى جلسات المقابلة الشخصية، أوفى مجموعة العمل لمناقشة نواتج التعلم مع المعلم، والزملاء.

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن تساؤل البحث الرابع، وهو: ما التصور المقترح لبناء وحدة فى التكنولوجيا الخضراء قائمة على عملية التصميم التكنولوجى ومتعلقة بمقرر العلوم البيئية ومناسبة لطلاب الصف الثالث الثانوى؟

ب- إعداد دليل المعلم لتدريس وحدة التكنولوجيا الخضراء

أعدت الباحثة دليل المعلم (ملحق٥)؛ لتدريس وحدة دراسية مقترحة فى التكنولوجيا الخضراء لطلاب الصف الثالث الثانوى، وتضمن دليل المعلم: مقدمة للمعلم، والأهداف العامة للوحدة الدراسية، والأهداف الإجرائية للوحدة الدراسية، ومحتوى الوحدة الدراسية متضمناً الموضوعات، والمفاهيم الرئيسة، والمشكلات المطروحة للدراسة، وطريقة التدريس، وإجراءتها، وقائمة الأنشطة التعليمية، ومهام المعلم، والطلاب فى تنفيذ أنشطة الدروس، وقائمة المصادر التعليمية، وأساليب التقويم، والجدول الزمنى لتدريس الوحدة، وإجراءات الدروس المتضمنة فى الوحدة تفصيلياً، وأوراق عمل الطلاب على بعض الأنشطة المقترحة. وعرضت الباحثة

الصورة الأولية لدليل المعلم على مجموعة من الخبراء المحكمين، وأعدت الصورة النهائية من دليل المعلم فى ضوء آراء المحكمين.

أدوات البحث

أولاً: إعداد بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية

قامت الباحثة بإعداد بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية (ملحق٦) فى الخطوات التالية:

١- تحديد أهداف بطاقة الملاحظة: هدفت بطاقة الملاحظة قياس مستوى أداء الطلاب لمهارات تصميم النماذج التكنولوجية.

٢- تحديد محاور بطاقة الملاحظة: تمثلت محاور بطاقة الملاحظة فى المهارات المتصلة بتصميم النماذج التكنولوجية، وتتضمن المهارات التالية: تكوين رؤية عن نموذج التصميم، ووصف نموذج التصميم، وصنع نموذج التصميم، واختبار نموذج التصميم، وتقويم النموذج وتعديله.

٣- تحديد مواصفات بطاقة الملاحظة (جدول٣)**:** صممت الباحثة بطاقة الملاحظة بحيث تتضمن خمسة محاور تمثل مهارات تصميم النماذج التكنولوجية، وتتضمن بطاقة الملاحظة خمس وعشرون مفردة، ويشمل كل محور من المحاور الخمسة للبطاقة على خمس مفردات تعبر عن وصف الأداء المتصل بالمهارة المحددة فى هذا المحور، ويقاس الأداء من خلال أربعة مستويات، وهى: (مرتفعة - متوسطة - ضعيفة - نادرة)، وتتدرج درجة الأداء من أربعة درجات للأداء المرتفع، وثلاث درجات للأداء المتوسط، ودرجتان للأداء الضعيف، ودرجة واحدة للأداء النادر.

٤- حساب صدق بطاقة الملاحظة: حسبت الباحثة صدق بطاقة الملاحظة من خلال صدق المحكمين، وذلك عن طريق عرض البطاقة على مجموعة من المحكمين (ملحق١) لأبداء الرأى حول مناسبة بطاقة الملاحظة من حيث دقة اللغة وتعبير المفردات عن الأداء المتصل بكل مهارة وسهولة الاستخدام، وأبدى السادة الخبراء بعض الملاحظات حول بعض المفردات من حيث تعديل اللغة أواختصار العبارات، وتم إجراء التعديلات المقترحة على إعادة صياغة بعض المفردات فى ضوء آراء الخبراء.

جدول (٣)

جدول مواصفات بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية

المهارات الفرعية	عدد المفردات	الوزن النسبى	مستويات التقييم	الدرجة العظمى	معامل الثبات
١- تكوين رؤية عن نموذج التصميم.	٥	٢٠%	مرتفعة (٤) ↓ متوسطة (٣) ↓ ضعيفة (٢) ↓ نادرة (١)	٢٠	٠.٤٧
٢- وصف نموذج التصميم.	٥	٢٠%		٢٠	٠.٥٢
٣- صنع نموذج التصميم.	٥	٢٠%		٢٠	٠.٤٨
٤- اختبار نموذج التصميم.	٥	٢٠%		٢٠	٠.٤٢
٥- تقويم النموذج وتعديله.	٥	٢٠%		٢٠	٠.٥٦
الدرجة الكلية	٢٥ مفردة	١٠٠%		١٠٠	٠.٧٦

٥- حساب ثبات بطاقة الملاحظة: حسبت الباحثة معامل ثبات بطاقة الملاحظة (جدول ٣) بعد تطبيقها على مجموعة الطلاب بحساب تباين مفردات كل محورعلى حدا، وتباين جميع محاورالبطاقة ككل باستخدام معادلة ألفا كرونباك (عاطف عيد، ٢٠١٢)، ووجد أن معامل الثبات للدرجة الكلية للبطاقة يساوى (٠.٧٦)؛ مما يدل على ثباتها.

٦- الصورة النهائية من بطاقة الملاحظة: تكونت الصورة النهائية من بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النموذج التكنولوجى (ملحق٦) على خمس وعشرين مفردة موزعة كل خمس مفردات لمهارة فرعية، وتنقسم إلى أربعة مستويات للأداء.

٧- طريقة حساب درجات الطلاب عند تطبيق بطاقة الملاحظة: طبقت الباحثة بطاقة الملاحظة على مجموعة الطلاب أثناء تنفيذ أنشطة تصميم النماذج التكنولوجية، وحسبت الدرجات لكل طالب على حدا، وكانت الدرجة الكبرى للأداء المرتفع (١٠٠) درجة، والدرجة الكبرى للأداء المتوسط (٧٥)، والدرجة الكبرى للأداء الضعيف (٥٠)، والدرجة الكبرى للأداء النادر (٢٥) درجة.

ثانياً: إعداد مقياس مهارات إتخاذ القرار

أعدت الباحثة مقياس مهارات إتخاذ القرار (ملحق٧) فى الخطوات التالية:

١- تحديد أهداف المقياس: هدف هذا المقياس إلى قياس قدرة الطلاب على إتخاذ القرار.

٢- تحديد أبعاد المقياس: توافقت أبعاد المقياس مع مهارات إتخاذ القرار المحددة فى قائمة مهارات التصميم التكنولوجى، وهى كالتالى: تحديد جميع الاحتمالات الممكنة، وتحديد المدى الزمنى لمسئولية القرار، وجمع المعلومات، وتقدير المخاطر، وتقدير القيمة والأهمية، وتحديد الإيجابيات والسلبيات، وصنع القرار.

٣- تحديد مواصفات المقياس (جدول٤)**:** صممت الباحثة المقياس على صورتين كالتالى:

- **الصورة (أ) مستوى مهارات إتخاذ القرار:** وتقيس مستوى مهارات طلاب المرحلة الثانوية فى إتخاذ القرار، وتتكون الصورة (أ) من ستة عشر موقفاً من مواقف مهارات إتخاذ القرار، وتكون كل موقف من عبارة تعبر عن مهارة ما من مهارات إتخاذ القرار متبوعة بثلاثة بدائل، ويعبر كل بديل من البدائل الثلاثة عن مستوى من مستويات هذه المهارة، والتى تتدرج فى المستوى من مهارة مرتفعة تقدر بثلاث درجات، ومهارة متوسطة تقدر بدرجتان، ومهارة منخفضة تقدر بدرجة واحدة. ويختار الطالب بديل واحد فقط فى كل موقف، وقد صممت الباحثة مفتاح تصحيح الصورة (أ)، وموضح فى (ملحق ٨).
- **الصورة (ب) درجة استخدام مهارات إتخاذ القرار:** وتقيس درجة استخدام مهارات إتخاذ القرار، وتتكون الصورة (ب) من ثلاثون مفردة تعبر عن مهارات إتخاذ القرار، وتتضمن المفردات ستة عشر مفردة إيجابية الاتجاه، وأربعة عشر مفردة سلبية الاتجاه، وتتدرج المفردات على مقياس خماسى المستويات (أوافق تماماً - أوافق - غير متأكد - غير موافق - غير موافق تماماً)، وتقدر درجات هذه المستويات من خمس درجات إلى درجة واحدة فى المفردات الإيجابية، والعكس فى المفردات السلبية.

٤- التجربة الاستطلاعية للمقياس: طبقت الباحثة المقياس على مجموعة استطلاعية قوامها أربعة وعشرين طالباً من طلاب المرحلة الثانوية فى مدرسة الحرية الثانوية النموذجية بإدارة القاهرة الجديدة التعليمية بمحافظة القاهرة فى (٢٤ نوفمبر ٢٠١٣)، وذلك لضبط المقياس إحصائياً من حيث حساب ثبات وصدق المقياس، والتعرف على المفردات غير الملائمة من حيث اللغة أوالمضمون، والتأكد من وضوح معانى وتعليمات المقياس لدى الطلاب، وحساب زمن تطبيق المقياس.

جدول (٤)

جدول مواصفات مقياس مهارات إتخاذ القرار

مهارات إتخاذ القرار	مستوى مهارات إتخاذ القرار	استخدام مهارات إتخاذ القرار		عدد الأسئلة	الدرجة العظمى	الوزن النسبى	معامل الثبات
	أرقام الأسئلة فى الصورة (أ)	أرقام الأسئلة فى الصورة (ب) موجبة	سالبة				
١- تحديد جميع الاحتمالات الممكنة.	١- ٨	١- ١٧	٨- ٢٤	٦	٢٦	%١٣.٦	٠.٧٦٥
٢- تحديد المدى الزمنى لمسئولية القرار.	٢- ٩	٩- ٢٥	٢- ١٨	٦	٢٦	%١٣.٦	٠.٧٣٤
٣- جمع المعلومات.	٣- ١٠	٣- ١٥ – ١٩	١٠- ٢٦	٧	٣١	%١٦	٠.٧٢١
٤- تقدير المخاطر.	٤- ١١	٤- ٢٧	١١- ٢٠	٦	٢٦	%١٣.٦	٠.٦٥٤
٥- تقدير القيمة، والأهمية.	٥- ١٢	١٢- ٢٨	٥- ٢١	٦	٢٦	%١٣.٦	٠.٧٢٤
٦- تحديد الإيجابيات، والسلبيات.	٦- ١٣	١٣- ٢٢	٦- ٢٩	٦	٢٦	%١٣.٦	٠.٧٦١
٧- صنع القرار.	٧ - ١٤	١٤- ١٦- ٣٠	٧- ٢٣	٧	٣١	%١٦	٠.٦٨٤
الدرجة الكلية	١٤ موقفاً	١٦ مفردة	١٤ مفردة	٤٤ سؤالاً	١٩٢	%١٠٠	٠.٨٤٢

٥- حساب صدق المقياس: أ- تأكدت الباحثة من صدق المقياس عن طريق صدق المحكمين حيث تم عرض المقياس على مجموعة من المحكمين لاستطلاع آرائهم بشأن مفردات المقياس ومدى مناسبته، وتم إجراء التعديلات المقترحة فى ضوء آراء المحكمين.

ب- حسبت الباحثة صدق الاتساق الداخلى باستخدام نتائج المقياس فى التجريب الاستطلاعى لحساب معاملات الارتباط بين درجة كل موقف فى الصورة (أ) وبين الدرجة الكلية لها، وبين درجة كل مفردة فى الصورة (ب)، والدرجة الكلية لها، وبين مجموع درجات الصورة (أ)، و(ب) وبين الدرجة الكلية للصورتين معاً؛ وذلك باستخدام معادلة بيرسون (عاطف عيد، ٢٠١٢)، وعينت الباحثة دلالة كل مفردة إحصائياً؛ وفقاً للنتائج وقامت الباحثة بحذف مفردتين غير دالتين إحصائياً من الصورة (أ)، بينما جاءت جميع مفردات الصورة (ب) دالة إحصائياً.

٦- حساب ثبات المقياس: حسبت الباحثة ثبات المقياس بطريقة التجزئة النصفية لقياس الاتساق الداخلى حيث طبقت الباحثة المقياس فى التجربة الاستطلاعية ثم قسمت الدرجات إلى نصفين وحسبت معامل الارتباط بينهما باستخدام معادلة سبيرمان براون (عاطف عيد، ٢٠١٢)، ثم حسبت معامل الثبات ووجدت أنه يساوى (٠.٨٤) مما يدل على ثبات المقياس.

٧- تحديد زمن المقياس: من نتائج التطبيق الاستطلاعى للمقياس اتضح أن الزمن اللازم للإجابة عن المقياس فى صورتيه (أ)، و(ب) استغرق ثلاثون دقيقة.

٨- الصورة النهائية للمقياس: تكونت الصورة النهائية من مقياس مهارات إتخاذ القرار (ملحق٧) من أربعة وأربعون سؤالاً تتضمن أربعة عشر موقفاً تعبر عن مستوى مهارات إتخاذ القرار (الصورة أ) وثلاثون مفردة تعبر عن استخدام مهارات إتخاذ القرار (الصورة ب).

درجات تصحيح للمقياس: فى الصورة (أ): الدرجة الصغرى (١٤) درجة، الدرجة الكبرى (٤٢) درجة. وفى الصورة (ب) الدرجة الصغرى (٣٠) درجة، والدرجة الكبرى (١٥٠) درجة، والدرجة الصغرى الكلية للمقياس (٤٤) درجة، والدرجة الكبرى الكلية للمقياس (١٩٢) درجة.

التصميم التجريبى:

تحديد مجموعة البحث: طبقت الباحثة أدوات البحث، والوحدة الدراسية على مجموعة من طلاب المرحلة الثانوية من الصف الثالث الثانوى قوامها ستة عشر طالباً فى مدرسة الحرية الثانوية النموذجية بإدارة القاهرة الجديدة التعليمية بمحافظة القاهرة فى الفصل الدراسى الأول من العام الدراسى (٢٠١٣/٢٠١٤) فى الفترة من (٥ ديسمبر، ٢٠١٣ حتى ١٥ يناير، ٢٠١٤).

إجراءات التطبيق:

١- طبقت الباحثة مقياس مهارات إتخاذ القرار على مجموعة البحث قبلياً.

٢- استخدم المعلم دليل المعلم من إعداد الباحثة لتدريس الوحدة المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء وقام بجميع الإجراءات التدريسية كما حددتها الباحثة فى جدول (٢)، واستغرق تدريس الوحدة الدراسية ستة أسابيع، وقام المعلم بتدريس ثلاثة دروس رئيسة بحيث استغرق كل درس أربع حصص دراسية فى أسبوعان من الدراسة والبحث والتطبيق العملى للتصميمات.

٣- طبقت الباحثة (ملاحظ ١) بالاشتراك مع المعلم (ملاحظ ٢) بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية على الطلاب أثناء أداء نشاط تصميم النماذج التكنولوجية قبلياً فى الدرس الأول، وبعدياً فى الدرس الثالث من دروس وحدة التكنولوجيا الخضراء.

٤- طبقت الباحثة مقياس مهارات إتخاذ القرار على مجموعة البحث بعدياً.

نتائج البحث

أ- المعالجة الإحصائية لبيانات بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية

حسبت الباحثة المتوسط الكلى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية من قسمة مجموع المتوسط المحصل من الملاحظ الأول، والمتوسط المحصل من الملاحظ الثانى ثم قسمتهما على أثنين، وحسبت المتوسط الكلى للملاحظات فى كلا من التطبيق القبلى والتطبيق البعدى لبطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية. وحسبت الباحثة الفروق بين المتوسط الكلى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، وبين المتوسط الكلى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى؛ باستخدام قيمة (ت) للعينة المرتبطة صغيرة الحجم، وجاءت النتائج كما هو موضح فى (جدول ٥).

جدول (٥)

نتائج تطبيق بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية قبلياً وبعدياً ن= ١٦

المهارات	المجموعة التجريبية تطبيق قبلى		تطبيق بعدى		قيمة ت ودلالتها
	م١	ع١	م٢	ع٢	
١- تكوين رؤية عن نموذج التصميم.	٧.٥	٢.٤	١٧.٨	٢.٣	١٥.٤ *
٢- وصف نموذج التصميم.	٧.٧	٢.٣	١٧.٨	٢.٤	١٤.٢ *
٣- صنع نموذج التصميم.	٧.٨	٢.٤	١٨.٣	٢	٩.٢ *
٤- اختبار نموذج التصميم.	٧.٩	٢.٣	١٨.٤	٢.١	٩.٢ *
٥- تقويم النموذج، وتعديله.	٨	٢.٣	١٨.١	٢.١	١٢ *
الدرجة الكلية	٣٨.٨	٩.٥	٨٥.٣	٩.٨	١٣ *

(درجات الحرية =١٥) قيمة (ت) الجدولية (٤.٠٧٢) * دالة عند مستوى ٠.٠٠١

اتضح من قيم (ت) فى جدول (٥) وجود فروق دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠٠١) بين متوسط درجات المجموعة التجريبية فى التطبيقين القبلى والبعدى لبطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية لصالح التطبيق البعدى فى جميع المهارات والدرجة الكلية للبطاقة.

وبذلك تكون الباحثة قد تحققت من صحة الفرض الأول للبحث، وهو: توجد فروق دالة إحصائياً بين المتوسط الكلى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، وبين المتوسط الكلى لدرجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لبطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية لصالح التطبيق البعدى.

ب- المعالجة الإحصائية لبيانات مقياس مهارات إتخاذ القرار

درست الباحثة الفروق بين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، ومتوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات إتخاذ القرار؛ باستخدام قيمة (ت) للعينة المرتبطة صغيرة الحجم، وجاءت النتائج كما هو موضح فى (جدول ٦).

اتضح من قيم (ت) فى جدول (٦) وجود فروق دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠٠١) بين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، ومتوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات إتخاذ القرار لصالح التطبيق البعدى فى جميع المهارات والدرجة الكلية للمقياس.

وبذلك تكون الباحثة قد تحققت من صحة الفرض الثانى للبحث، وهو: توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق

القبلى، وبين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات إتخاذ القرار لصالح التطبيق البعدى.

جدول (٦)

نتائج تطبيق مقياس مهارات إتخاذ القرار قبلياً وبعدياً ن=١٦

مهارات إتخاذ القرار	المجموعة التجريبية				قيمة (ت) ودلالتها
	تطبيق قبلى		تطبيق بعدى		
	م١	ع١	م٢	ع٢	
١- تحديد جميع الاحتمالات الممكنة.	٧	١.١	٢٥	١.٢	٤٣.٤ *
٢- تحديد المدى الزمنى لمسئولية القرار.	٦.٦	١	٢٥.٦	٠.٨	٥٠.٣ *
٣- جمع المعلومات.	٧.٨	٠.٩	٣٠	١.١	٥٨.٣ *
٤- تقدير المخاطر.	٦.٣	٠.٨	٢٥.٢	١.١	٦١.٢ *
٥- تقدير القيمة والأهمية.	٦.٥	٠.٧	٢٥.٣	٠.٨	٥٢.٨ *
٦- تحديد الإيجابيات والسلبيات.	٦.٥	٠.٧	٢٥.٢	١.١	٥١.١ *
٧- صنع القرار.	٨	١	٢٨.٨	٢.٧	٢٩ *
الدرجة الكلية	٤٩	٢	١٨٥.٣	٣.٥	٤٩.٤ *

(درجات الحرية =١٥) قيمة (ت) الجدولية (٤.٠٧٢) * دالة عند مستوى ٠.٠٠١

جـ دراسة فاعلية المتغير المستقل (الوحدة الدراسية فى التكنولوجيا الخضراء)

للتعرف على فاعلية الوحدة المقترحة فى تنمية بعض مهارات التصميم التكنولوجى لدى طلاب الصف الثالث الثانوى؛ حسبت الباحثة حجم التأثير عن طريق حساب مربع إيتا (η^2) ثم حساب قيمة (d) لكلا من بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية، ومقياس مهارات إتخاذ القرار كما هو موضح فى جدول (٧).

جدول (٧)

حجم تأثير الوحدة الدراسية

المتغير المستقل	المتغير التابع	قيمة ت	مربع ايتا (η^2)	قيمة (d)	مقدار حجم التأثير
الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء	بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية	١٣	٠.٩	١٨	كبير
	مقياس إتخاذ القرار	٤٩.٤	٠.٩	١٨	كبير

اتضح من النتائج أن قيمة حجم تأثير بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النموذج التكنولوجى (١٨)، وحجم تأثير مقياس مهارات إتخاذ القرار (١٨)، ودلت القيمة على أن حجم التأثير كبير لكلا الأداتين؛ نظرًا لأن القيمة تخطت (٠.٨)، ودل ذلك على أن أثر المتغير المستقل عالى فى تنمية بعض مهارات التصميم التكنولوجى التى تم قياسها، وهى مهارات تصميم النموذج التكنولوجى، ومهارات إتخاذ القرار لدى طلاب الصف الثالث الثانوى.

تفسير ومناقشة النتائج

أ- تفسير ومناقشة نتائج بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية

أشارت نتائج المعالجة الإحصائية لبطاقة ملاحظة مهارات تصميم النماذج التكنولوجية إلى ما يلى: توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، وبين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لبطاقة ملاحظة مهارات تصميم النموذج التكنولوجى لصالح التطبيق البعدى فى كل مما يلى:

١- مهارة تكوين رؤية عن نموذج التصميم، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (١٥.٤).

٢- مهارة وصف نموذج التصميم، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (١٤.٢).

٣- مهارة صنع نموذج التصميم، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٩.٢).

٤- مهارة اختبار نموذج التصميم، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٩.٢).

٥- مهارة تقويم النموذج، تعديله، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (١٢).

٦- الدرجة الكلية، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (١٣).

يمكن تفسير هذه النتائج فى أن وحدة التكنولوجيا الخضراء القائمة على عملية التصميم التكنولوجى ذات فاعلية عالية فى تنمية مهارات تصميم النموذج التكنولوجى، وذلك لما قدمته للطلاب من فرصة تطبيق جميع خطوات عملية التصميم التكنولوجى بطريقة عملية من خلال أنشطة الدروس المقدمة فى الوحدة؛ حيث أتاحت للطلاب ما يلى:

- جمع معلومات عن موضوع يتعلق بالتكنولوجيا الخضراء، والذى حدده المعلم قبل البدء فى أنشطة الدرس، وقام الطلاب بالبحث، وجمع المعلومات ذاتياً حول هذا الموضوع.
- كون الطلاب صورة ذهنية كاملة عن المشكلة المطروحة للدراسة؛ ووضح المعلم المفاهيم المتعلقة بموضوع المشكلة، وربط بين هذه المفاهيم وتطبيقاتها التكنولوجية، وناقش الطلاب فى المعلومات التى توصلوا إليها.
- عمل الطلاب على تحديد تفصيلات المشكلة، واقتراح الحلول المناسبة.
- عمل الطلاب فى فريق محدد المهام لوضع خطة تصميم النموذج التكنولوجى المستهدف لحل المشكلة.
- حدد الطلاب الأدوات والمواد اللازمة بدقة، وعملوا على تنفيذ الخطة فى مدى زمنى محدد.
- سهل المعلم جميع المعوقات أمام تنفيذ التصميم، وصنع الطلاب النموذج بأنفسهم بما يتوافق مع الخطة الموضوعة للتصميم.
- اختبر الطلاب التصميم وقاموا بعملية تقويمه بعد دراسة جميع أجزائه وتحديد إيجابياته وسلبياته، وحددوا الإضافات التى تعدل من النموذج ليعمل بشكل أفضل.
- انتهى الطلاب من التصميم بعد إعادة اختباره مرة أخرى.

حقق الطلاب درجات أعلى فى نتائج بطاقة الملاحظة مع التقدم فى التدرب على هذه الطريقة المتبعة بالوحدة وتصميم أكثر من نموذج تكنولوجى. وتوضح النتائج أن مهارات الطلاب تطورت من المحاولة الأولى فى الدرس الأول وحتى المحاولة الأخيرة فى الدرس الثالث؛ مما يدل على تنمية المهارات المرتبطة بعملية التصميم التكنولوجى لديهم وتكون خبرة بمجال العمل فى هذه العملية، ومما يؤكد فاعلية الوحدة الدراسية القائمة على عملية التصميم التكنولوجى فى تنمية مهارات تصميم النموذج التكنولوجى.

تتوافق هذه النتائج مع نتائج أبحاث مينتزر (Mentzer, 2011, 2014)، التى وجدت أن ادماج الطلاب فى عملية التصميم التكنولوجى يساعد الطلاب على إنجاز العمل من خلال الفريق، وتقديم نتائج لعملية التصميم، وتنمية مجموعة من المهارات، والخبرات المتعلقة بالتصميم التكنولوجى. ودراسة برات (2011) Pratt التى أكدت أن العمليات المرتبطة بعملية التصميم التكنولوجى، والتى يقوم بها الطلاب لإنتاج منتج ما تعتمد على مراحل حل المشكلات، والتى تتمثل فى: تحديد المشكلة، وتحديد البدائل، واستكشاف استراتيجيات العمل الممكنة، واختبار الفروض، والعمل فى فريق، واختبار المنتج النهائى، والتقويم.

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن تساؤل البحث الخامس، وهو: ما فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة فى تنمية مهارات تصميم النماذج التكنولوجية لدى طلاب الصف الثالث الثانوى؟

ب- تفسير ومناقشة نتائج مقياس مهارات إتخاذ القرار

أشارت نتائج المعالجة الإحصائية لمقياس مهارات إتخاذ القرار إلى ما يلى: توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسط درجات المجموعة التجريبية فى التطبيق القبلى، وبين متوسط درجات المجموعة التجريبية فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات إتخاذ القرار لصالح التطبيق البعدى فى كل مما يلى:

١- تحديد جميع الاحتمالات الممكنة، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٤٣.٤).

٢- تحديد المدى الزمنى لمسئولية القرار، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٥٠.٣).

٣- جمع المعلومات، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٥٨.٣).

٤- تقدير المخاطر، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٦١.٢).

٥- تقدير القيمة، والأهمية، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٥٢.٨).

٦- تحديد الإيجابيات، والسلبيات، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٥١.١).

٧- صنع القرار، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٢٩).

٨- الدرجة الكلية، حيث قيمة (ت) دالة عند مستوى (٠.٠٠١) بقيمة (٤٩.٤).

يمكن تفسير هذه النتائج فى أن وحدة التكنولوجيا الخضراء القائمة على عملية التصميم التكنولوجى ذات فاعلية عالية فى تنمية مهارات إتخاذ القرار، وذلك لما قدمته للطلاب من فرصة تطبيق جميع خطوات عملية إتخاذ القرار من خلال أنشطة الدروس المقدمة فى الوحدة؛ حيث أتاحت للطلاب ما يلى:

- اندمج الطلاب فى حل مشكلة متعلقة بموضوع التكنولوجيا الخضراء، وجمع الطلاب المعلومات عن موضوع المشكلة.
- عمل الطلاب فى فرق عمل لتحديد التفصيلات والاحتمالات المتعلقة بالمشكلة من خلال إجراء المناقشات فيما بينهم، ومناقشة أفكارهم مع المعلم، وطرح الأفكار فى جلسات العصف الذهنى للتوصل لأفضل حل للمشكلة.
- سار الطلاب فى تحليل الحلول المطروحة، والمقارنة بينهم من خلال خطوات منظمة حيث حددوا أهمية وقيمة جميع الحلول المطروحة لديهم، ثم حددوا الإيجابيات والسلبيات لكل حل مطروح.
- قوم الطلاب جميع الحلول المطروحة بعد تحليلها، ودراستها جيداً، وكونوا رؤية واضحة عنها، وقاموا بالتنبؤ بفعاليتها.
- عمل الطلاب على تحديد الحل الأفضل، وإتخاذ القرار بعد هذه الدراسة الوافية.

حقق الطلاب درجات أعلى فى نتائج المقياس البعدى لمهارات عملية إتخاذ القرار نتيجة تدربهم على خطوات إتخاذ القرار، وممارسة المهارات بصورة فعلية فى مجموعات المناقشة والعصف الذهنى؛ مما يدل على تنمية المهارات المرتبطة بعملية إتخاذ القرار لدى الطلاب، كما يؤكد على فاعلية الوحدة الدراسية القائمة على عملية التصميم التكنولوجى فى تنمية مهارات إتخاذ القرار.

هذه النتائج تتوافق مع دراسة ميتاس Mettas (2011) التى أكدت على فاعلية العمل فى أنشطة مشروعات فى مجال التصميم والتكنولوجيا لتنمية مهارات إتخاذ القرار، ودراسة جوناثين Jonassen (2012) التى كشفت عن دور عملية إتخاذ القرار كأحد المكونات الرئيسة للمهارات اللازمة لحل المشكلات المعقدة، أوالمشكلات المرتبطة بعملية التصميم.

وبذلك تكون الباحثة قد أجابت عن تساؤل البحث السادس، وهو: ما فاعلية الوحدة الدراسية المقترحة فى تنمية مهارات إتخاذ القرار لدى طلاب الصف الثالث الثانوى؟

جـ تفسير ومناقشة نتائج دراسة فاعلية المتغير المستقل (الوحدة الدراسية فى التكنولوجيا الخضراء)

أشارت نتائج دراسة فاعلية الوحدة الدراسية فى التكنولوجيا الخضراء إلى ما يلى:

- حجم تأثير (d) بطاقة ملاحظة مهارات تصميم النموذج التكنولوجى كبير بقيمة (١٨)؛ مما دل على أن أثر المتغير المستقل عال فى تنمية مهارات تصميم النموذج التكنولوجى لدى طلاب الصف الثالث الثانوى.

- حجم تأثير (d) مقياس إتخاذ القرار كبير بقيمة (١٨)؛ مما دل على أن أثر المتغير المستقل عال فى تنمية مهارات إتخاذ القرار لدى طلاب الصف الثالث الثانوى.

ويمكن تفسير هذه النتائج فى أن وحدة التكنولوجيا الخضراء القائمة على عملية التصميم التكنولوجى ذات فاعلية عالية فى تنمية بعض المهارات المتعلقة بعملية التصميم التكنولوجى، وتحديداً مهارات تصميم النموذج التكنولوجى، ومهارات إتخاذ القرار؛ وذلك لما أتاحته الوحدة الدراسية من تطبيق الطلاب لمجموعة من الأنشطة التعليمية المتنوعة، وساعدت فى مرور الطلاب بخطوات عملية التصميم التكنولوجى بطريقة عملية كما يلى:

- أتاح النشاط التمهيدى؛ جمع المعلومات من مصادر متنوعة أقترحها المعلم أوتوصل لها الطلاب بأنفسهم، مما أتاح للطلاب تكوين رؤية واضحة عن تفصيلات المشكلة، والحلول المرتبطة بها.
- أتاح نشاط تكوين إطار مفاهيمى عن الموضوع دراسة الطلاب لمجموعة من المفاهيم العلمية المتعلقة بموضوع المشكلة؛ حيث وفر المعلم مجموعة من المواد التعليمية التى ساعدتهم فى فهم المفاهيم العلمية وربطها بتطبيقاتها التكنولوجية.
- أتاح نشاط تحديد المشكلة فرصة للطلاب لربط المعلومات، ومناقشة البيانات، ومراجعة المفاهيم لتحديد المشكلة وتفصيلاتها بطريقة علمية استقصائية.
- أتاح نشاط العصف الذهنى اندماج الطلاب فى مراحل عملية إتخاذ القرار من حيث: تحديد جميع الاحتمالات الممكنة، وتحديد المدى الزمنى لمسئولية القرار، وجمع المعلومات، وتقدير المخاطر، وتقدير القيمة والأهمية، وتحديد الإيجابيات والسلبيات، وصنع القرار.
- أتاح نشاط تصميم النموذج التكنولوجى تحديد الطلاب بالرسم والوصف شكل النموذج التكنولوجى المستهدف لحل المشكلة، ووضع خطة زمنية محددة لإنجازه، وتجهيز الأدوات اللازمة لبنائه.
- أتاح نشاط تقويم نموذج التصميم التكنولوجى تقويم الطلاب للتصميم، وتحديد مميزات، وعيوب نموذج التصميم، واقتراح الإضافات التى تجعل نموذج التصميم يعمل بشكل أفضل، وتعديله ومعالجة عيوبه وتحسين مميزاته، واختبار نموذج التصميم مرة أخرى.
- أتاح نشاط الاتصال عرض الطلاب نواتج العمل أمام باقى المجموعات الأخرى، وكتابة تقرير عن نواتج هذا العمل.

واتضح أن طريقة التدريس المتبعة فى الوحدة الدراسية المقترحة فى التكنولوجيا الخضراء القائمة على عملية التصميم التكنولوجى من خلال مراحلها الخمسة: مرحلة

الأسئلة، ومرحلة التخيل، ومرحلة التخطيط، ومرحلة التصميم، ومرحلة التطوير، وما أتاحته من أنشطة تعليمية للطلاب ذات فاعلية فى تنمية مهارات التصميم التكنولوجى المحددة بأهداف الوحدة، وتباعاً حقق الطلاب نتائج دالة إحصائياً وذات فاعلية فى التطبيق البعدى لبطاقة ملاحظة مهارات تصميم النموذج التكنولوجى، ومقياس مهارات إتخاذ القرار نتيجة تدرب الطلاب على المهارات المستهدفة وممارستها بصورة فعلية من خلال عمليات التعلم المقصودة فى الوحدة المقترحة.

التوصيات

اعتماداً على نتائج البحث توصى الباحثة بما يلى:

١- الاتجاه نحو تكامل العلوم والتكنولوجيا فى مناهج التعليم العام.

٢- تطوير مناهج المرحلة الثانوية فى ضوء مدخل العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسى، والرياضيات (STEM) .

٣- الاهتمام بتنمية مهارات عملية التصميم التكنولوجى فى مناهج التعليم العام.

٤- تضمين مجال التكنولوجيا الخضراء فى مناهج العلوم البيئية فى المرحلة الثانوية، وربط تدريس العلوم البيئية بمشاركة الطلاب فى حل المشكلات البيئية.

٥- تدريب الطلاب فى المرحلة الثانوية على عملية التصميم التكنولوجى من خلال الأنشطة الاستقصائية، والاهتمام بتنمية مهارات إتخاذ القرار.

٦- تدريب المعلمين على مهارات التصميم التكنولوجى، وعملية إتخاذ القرار.

المقترحات

وتقترح الباحثة البحوث التالية:

١- دراسة أثر تضمين تطبيقات التكنولوجيا الخضراء فى مناهج العلوم البيئية فى المرحلة الثانوية فى تنمية التفكير الابتكارى لدى الطلاب.

٢- بناء منهج فى التكنولوجيا الخضراء قائم على التكامل بين العلوم، والتكنولوجيا، والتصميم الهندسى، والرياضيات (STEM) لطلاب المرحلة الثانوية.

٣- برنامج تدريبى مقترح فى التكنولوجيا الخضراء وفاعليته فى اكتساب معلمى المرحلة الثانوية مهارات تدريس عملية التصميم التكنولوجى.

المراجع والمصادر

إيهاب أحمد محمد مختار (٢٠١٤). دراسة تحليلية لدور مقررات العلوم فى تنمية مهارات كل من التفكير العلمى والتفكير الناقد وتفاعل ذلك بين متغير الجنس

والموقع الجغرافى لدى طلبة المرحلة الثانوية. الجمعية المصرية للتربية العلمية: مجلة التربية العلمية، ١٧ (٣)، مايو٢٠١٤، ١-٤٦.

عاطف عيد الرفوع، (٢٠١٢). مدخل فى الإحصاء التربوى. عمان: دار الراية للنشر، ١٨٢- ٢١٥.

وزارة التربية والتعليم، (٢٠١٤-٢٠١٥). العلوم البيئية والجيولوجيا للثانوية العامة. جمهورية مصر العربية:. قطاع الكتب.

Anastas, P.T., & Warner, J. C. (2000). Green Chemistry: Theory and Practice. UK: Oxford University Press

Anastas, P.T., & Zimmerman, J.B. (2003). "Design through the Twelve Principles of Green Engineering", Env. Sci. and Tech., 37, 5, 94A-101A, 2003.

Anderson, R.C. (2008). MID-Course Correction: Towards a Sustainable Enterprise: The Interface Model, Chelsea Green Publishing Company, White River Junction, VT, ISBN: 0-9645953-5-4.

Baron, J. (2007). Thinking and Deciding. Cambridge University Press.

Boschman, F., McKenney, S., & Voogt, J. (2014). Understanding Decision Making in Teachers' Curriculum Design Approaches. Educational Technology Research and Development, 62 (4), Aug 2014, 393-416.

Cave, J., & Caborn C. (2000). Design and Technology. Nelson Thornes.

Chen, W., Hoyle, C., & Wassenaar, H-J.,, (2012). Decision-based Design: Integrating Consumer Preferences into Engineering Design, Springer.

Cheung Chan, T., Mense, E.G., Lane, K.E., & Richardson, M.D. (2014). Marketing the Green School: Form, Function, and the Future. IGI global.

Clemen, R.T. (2001). Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis. Duxbury, 2 edition.

Dodea (2013). Curricular Programs. retrieved on June 3, 2013 from http://www.dodea.edu/Curriculum/CareerTechEd/index.cfm.

Dornfeld, D.A. (Ed) (2013). Green Manufacturing: Fundamentals and Applications (Green Energy and Technology), Springer.

Enos, D. (2013). Building a Green House in the Redwoods. Tech Directions, 72 (9), Apr, 2013, 21-25.

Florida Green Schools Network, (2013). retrieved on June 3, 2013 from http://sustainableflorida.org/florida-green-schools-network/.

Gary, L. (2010). Get Students Excited--3D Printing Brings Designs to Life. Tech Directions, 70 (2), Sep 2010, 17-19.

Green Engineering Conference, (2003): Principles of Green Engineering, Green Engineering: Defining the Principles Conference. Florida: Sandestin, May, 2003.

Gwyneth, O-J. (Edi). (2001). Teaching Design and Technology in Secondary Schools. Routledge

Haik, Y. (2002). Engineering Design Process. CL-Engineering, 1 edition.

Hammons, J. (2011). Integrating Technology and Engineering with a Marine Design Contest and 3-D Modeling. Technology and Engineering Teacher, 71 (2), Oct 2011, 4-10.

Hazelrigg, G.A., (2012). Fundamentals of Decision Making for Engineering Design and Systems Engineering.

Huang, H., Liu, G., Liu, Z., & Hong-Chao, Z. (2007). Research on Decision-making Method for Green Design based on Green Utility Similarity. Electronics & the Environment, Proceedings of the 2007 IEEE International Symposium on , 7-10 May 2007

Information Resources Management Association (IRMA) (2011). Green Technologies: Concepts, Methodologies, Tools and Applications, V1. USA

Jonassen, D.H. (2012). Designing for Decision Making. Educational Technology Research and Development, 60 (2), Apr, 2012, 341-359.

Kim, H. (2011). Inquiry-Based Science and Technology Enrichment Program: Green Earth Enhanced with Inquiry and Technology. Journal of Science Education and Technology, 20 (6), Dec 2011, 803-814.

Lewis, K.E., Chen, W., & Schmidt, L.C. (2006). Decision-Making in Engineering Design. ASME.

Love, T. S. & Strimel, G. (2013). An Elementary Approach to Teaching Wind Power. Technology and Engineering Teacher, 72 (4), Dec 2012-Jan 2013, 8-14.

Madrigal, A. (2013). Powering the Dream: The History and Promise of Green Technology. Da Capo Press.

Matthew, l., & Kurt, B. (2013). Engineering Design Thinking. Journal of Technology Education, 24 (2), Spr 2013, 55-77.

McTighe, J., & Thomas, R.S. (2003). Backward design for forward action. Educational Leadership, 60 (5), 52–55.

Mentzer, N. (2011). High School Engineering and Technology Education Integration through Design Challenges. Journal of sTEm Teacher Education, 48 (2), 103-136.

Mentzer, N. (2014). Team Based Engineering Design Thinking. Journal of Technology Education, 25 (2), Spr 2014, 52-72.

Mentzer, N., Huffman, T., & Thayer, H. (2014). High School Student Modeling in the Engineering Design Process. International Journal of Technology and Design Education, 24, (3), Aug 2014, 293-316.

Mettas, A. (2011). The Development of Decision-Making Skills. EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 7 (1), Feb 2011, 63-73.

Michael, B.M., & McDonough, W. (2002). Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things, New York: North Point Press, ISBN 0-86547-587-3.

Mourtos, N.J., (2012). Defining, Teaching, and Assessing Engineering Design Skills. International Journal for Quality Assurance in Engineering and Technology Education, Special Issue, Vol.2, No.1, January-June 2012, pp.14-30.

Ogura, Y., (2008). Super Science High School (SSH) Project in Japan. APEC, 69 (1), 3.

PerCapita, (2010). International Approaches to Green Skills and Sustainability.ISC conference, Jun 1, 2010.

Perez, G. (2013). Inspiring Educators to Teach Wind Energy. Tech Directions, 72 (7), Feb 2013, 18-21.

Pitt, J. (2009). Blurring the boundaries- (STEM) education and education for sustainable development. Design and Technology Education. Design and Technology Education Association. United Kingdom: England (London), Wales, 14, (1), 37-48.

Pratt, K. (2011). A Student's Perspective: The Green Team's Project. Tech Directions, 70 (9), Apr 2011, 17.

Randolph, J., & Masters, G. (2008). Energy for Sustainability: Technology, Planning, Policy. Island Press.

Roland, l. C., Lynch, D.B. IV, & Johaness, S. (2012). Engennering in K-12 (STEM) standards of the 50 U.S states: An Analysis of Presence and Extent. Journal of Engennering Education. 101 (3), 1-26.

Ryan, V. (2010). Model making. World Association of Technology Teacher.

Smith, W.H., & Gray, R.C. (2009). Technological Design, International Technology Education Association. 2.

Swapp, A., Schreuders, P., & Reeve, E. (2011). Introducing Wind Power: Essentials for Bringing It into the Classroom. Tech Directions, 71 (2), Sep 2011, 13-19.

Technological Education, (2009). The Ontario Curriculum. Queen's Printer for Ontarion.

Thangavel, P., & Sridevi, G. (2014). Environmental Sustainability Role of Green Technologies. Springer.

The Council of Australian Governments, (2009). The Green Skills Agreement.

Vassiliki, M. (2014). Environmental Education through Inquiry and Technology. Science Education International, 25 (1), Mar 2014, 86-92.

Wells, A. (2013). The Importance of Design Thinking for Technological Literacy: A Phenomenological Perspective. International Journal of Technology and Design Education, 23, (3), Aug 2013, 623-636.

Wheland, E.R., Donovan, W.J., Dukes, J.T., Qammar, H.K., Smith, G.A., ...Williams, B.L. (2013). Green Action through Education: A Model for Fostering Positive Attitudes about STEM. Journal of College Science Teaching, 42 (3), Jan 2013, 46-51.

Wikipedia, (2014). Sustainable design. retrieved on April 4, 2014 from http://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_design.