أثر نموذج تدريسي مقترح قائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية لتنمية مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني لدى طلاب التعليم التكنولوجي.

إعـداد

د. محمد السيد عبد البر الزعليك

مدرس تكنولوجيا التحكم في العمليات

كلية التكنولوجيا والتعليم . جامعة بني سويف

مستخلص البحث

عنوان البحث: أثر نموذج تدريسي مقترح قائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية لتنمية مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني لدى طلاب التعليم التكنولوجي.

د/ محمد السيد عبد البر الزعليك مدرس تكنولوجيا التحكم في العمليات بكلية التكنولوجيا والتعليم جامعة بني سويف.

هدف البحث الحالي إلى تنمية كل من مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني لدى طلاب التعليم التكنولوجي من خلال تصميم برنامج تدريسي قائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية، وقياس أثره. ولتحقيق هذا الهدف، اتبع البحث المنهج شبه التجريبي القائم على تصميم المجموعتين المتكافئتين (التجريبية والضابطة) مع القياسين القبلي والبعدي. تمثلت مواد المعالجة التجريبية في برنامج تعليمي تم تصميمه خصيصاً للدراسة، حيث استخدم الطلاب برنامج (Microsoft Visio) للجانب الرقمي، ونموذج محاكاة عملي (إعداد الباحث) للجانب التطبيقي. وتمثلت أداتا القياس في "اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي" الذي تم بناؤه لقياس المستويات المعرفية المختلفة للمهارة، و"مقياس الحس التقني" لقياس الجوانب التشخيصية والحدسية لدى الطلاب. وتكونت عينة البحث من (٧٨) طالباً وطالبة من طلاب الفرقة الثانية – برنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم بكلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي – جامعة بني سويف، للعام الدراسي (٢٠٢٤/٢٠٢٥م)، وتم تقسيمهم عشوائياً إلى مجموعتين متكافئتين: مجموعة تجريبية (ن=٣٩) درست باستخدام البرنامج المقترح، ومجموعة ضابطة (ن=٣٩) درست بالطريقة المعتادة. وقد أسفرت نتائج البحث عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لكل من اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي ومقياس الحس التقني، وذلك لصالح المجموعة التجريبية. وتؤكد هذه النتائج، المدعومة بحجم أثر كبير، أن البرنامج المقترح قد أثبت فاعليته في تحقيق تنمية متوازنة للجوانب المعرفية–الأدائية (الرسم الفني) والجوانب الوجدانية–المهارية (الحس التقني) لدى الطلاب.

الكلمات المفتاحية: نموذج تدريسي مقترح، نموذج المحاكاة العملية، التصميم الرقمي، الحس التقني، الرسم الفني الكهربي، طلاب التكنولوجيا والتعليم الصناعي.

Abstract

Title: "The Effect of a Proposed Instructional Model Based on the Integration of Digital Design and Practical Simulation on Developing Electrical Technical Drawing Skills and Technical Intuition among Technology Education Students."

Dr. Mohamed El-Sayed Abdalbar Elzalik: Lecturer Process Control Technology, Faculty of Technology and Education, Beni-Suef University.

This study aimed to develop both electrical technical drawing skills and technical intuition among technology education students through designing and measuring the effect of an instructional program based on the integration of digital design and practical simulation. To achieve this objective, the study employed a quasi-experimental approach using a pre-test/post-test equivalent groups design (experimental and control). The experimental treatment consisted of a specially designed instructional program where students used Microsoft Visio for the digital component and a researcher-developed practical simulation model for the hands-on component. The measurement instruments were an "Electrical Technical Drawing Skills Test," constructed to assess various cognitive levels, and a "Technical Intuition Scale" to measure diagnostic and intuitive aspects. The study sample consisted of (78) second-year students from the Industrial Electronics and Control Technology program at the Faculty of Technology and Industrial Education, Beni-Suef University, during the academic year (2024/2025). They were randomly assigned to two equivalent groups: an experimental group (n=39) that studied using the proposed program and a control group (n=39) that followed the conventional method. The results revealed statistically significant differences at the ($\alpha \leq 0.01$) level between the mean scores of the experimental and control groups on the post-test for both the Electrical Technical Drawing Skills Test and the Technical Intuition Scale, in favor of the experimental group. These findings, supported by a large effect size, confirm the program's effectiveness in achieving a balanced development of both the cognitive-performative aspects (technical drawing) and the effective-skill aspects (technical intuition) among the students.

Keywords: *Proposed Instructional Model, Hands-on Simulation, Digital Design, Technical Intuition, Electrical Technical Drawing, Technology and Industrial Education Students.*

.

أثر نموذج تدريسي مقترح قائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية لتنمية مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني لدى طلاب التعليم التكنولوجي.

إعداد: د/ محمد السيد عبد البر الزعليك[١]

مقدمة

يمثل التعليم التقني والتكنولوجي حجر الزاوية في بناء الاقتصادات الصناعية المتقدمة، كونه المصدر الرئيسي لإعداد القوى العاملة الماهرة القادرة على دفع عجلة التصنيع والابتكار. وفقا لمعايير مجلس اعتماد الهندسة والتكنولوجيا(ABET) ، التي تُأكد على أن الكفاءة المهنية لخريجي هذه البرامج لا تقتصر على المعرفة النظرية فحسب، بل تمتد لتشمل مهارات تقنية تطبيقية، وقدرات على حل المشكلات، ومهارات شخصية(ABET, 2019) .تتوافق هذه المعايير مع نتائج العديد من الدراسات الحديثة التي تربط بين تنشيط القطاع الصناعي وضرورة إدخال تحسينات جوهرية على منظومة التعليم والتدريب التقني مثل دراسة (Anatoliivna et al., 2019; BILYK, 2017; Lamas & Domingues, 2018).

في قلب هذه المنظومة، تبرز التخصصات الكهربائية والإلكترونية كمجالات حيوية تتداخل مع معظم التخصصات التكنولوجية الحديثة كالميكاترونكس والأتوترونكس والجر الكهربي (Angelov & Styczynski, 2007; Massa et al., 2005; Yu et al.,). (2025 والتي يمثل إتقان مهارات الرسم الفني الكهربي أحد أهم الجدارات الأساسية التي لا غنى عنها لخريجي هذه التخصصات، تُعد مهارات الرسم الفني بمثابة اللغة الفنية المشتركة التي تمكنهم من قراءة المخططات وتنفيذ التصاميم وتشخيص الأعطال (Huangfei & Zhuangying, 2019). وقد أكدت عديد من الدراسات، مثل دراسة (الحربي، ٢٠٢٤؛ حسين، ٢٠٢١؛ محمد سعد، ش. ع. شيماء عبد الحسيب، أبو الهدى، حسام الدين حسين، ٢٠٢١؛ يوسف شحاته الجهمي، ٢٠١٦)، على أهمية تنمية تلك المهارات لدى طلاب التعليم الفني والتكنولوجي.

---

(١) مدرس تكنولوجيا التحكم في العمليات بكلية التكنولوجيا والتعليم جامعة بني سويف.

ومع ذلك، فإن إتقان الرسم الفني كمهارة أدائية يظل غير مكتمل دون تنمية مهارة عقلية عليا موازية تُعرف بـ "الحس التقني (Gott, 1988)."هذا المفهوم، الذي يناظر "الحس العلمي" في مجالات العلوم الأساسية (Audet et al., 1996)، والذى يعبر عن قدرة الفرد على استشعار المشكلات الخفية، والتنبؤ بسلوك الأنظمة، واتخاذ قرارات تشخيصية سريعة ومنطقية. إن تنمية الحس التقني لدى طلاب البرامج التقنية لا تساعدهم فقط على حل المشكلات بابتكار، بل يؤهلهم أيضاً للتكيف مع التحديات المهنية المعقدة في بيئة العمل الحقيقية (Velayudhan & Thomas, 2018) .

ولتحقيق هذه الأهداف المتكاملة، دعت العديد من الدراسات إلى تبني أساليب تدريس حديثة تتجاوز الطرق التقليدية القائمة على التلقين (BILYK, 2017; Cairncross & McEwan, 2009; Massa et al., 2005). ويبرز التعلم بمساعدة الحاسوب، خاصةً برامج الرسم الهندسي والمحاكاة، كأداة قوية توفر بيئة تعلم تفاعلية تسمح للطلاب بالتجريب والاستكشاف مع تقديم تغذية راجعة فورية مثل دراسة (الشمري، عبيد محمد عبيد، ٢٠١٨؛ سامية عمر فارس الديك، ٢٠١٠). ولكن، رغم فاعلية المحاكاة الرقمية، فإنها قد لا تعكس دائماً كافة ظروف التشغيل والتحديات المادية في بيئة العمل الحقيقية. لذا، يؤكد البعض على أن الاتجاه الأمثل يكمن في استكمال البيئة الرقمية بالنماذج العملية والمحاكاة المادية، التي تُمكن الطلاب من بناء نماذج حقيقية يطبقون من خلالها ما تعلموه، مما يسد الفجوة بين العالم الافتراضي والواقع الملموس (Jakobsen et al., 2021; Taan, 2024) .

ومن هنا، تبرز المشكلة التي يسعى البحث الحالي لمعالجتها. فبالنظر إلى واقع تدريس مقرر الرسم الفني الكهربي، نجد أنه لا يزال يعتمد في كثير من الأحيان على أساليب تقليدية تركز على الجانب النظري دون ربطه بشكل كافٍ بالتطبيق العملي، مما ينعكس سلباً على قدرة الطلاب على توظيف المعرفة المكتسبة في مواقف حياتية وحل المشكلات التقنية وهذا أكدت عليه دراسة (Medetbekova & Gabdullina, 2020).

وفي ضوء ما سبق، يسعى البحث الحالي إلى سد هذه الفجوة من خلال بناء واختبار أثر برنامج تدريسي قائم على التكامل بين التصميم الرقمي (تطبيقات الحاسوب) والمحاكاة العملية (للتنفيذ المادي)، بهدف تنمية كل من مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني لدى طلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي.

مشكلة البحث

تُعد مهارات الرسم الفني الكهربي بمثابة اللغة الأساسية التي يتواصل بها المهندسون والفنيون في مجالات الكهرباء والإلكترونيات الصناعية والتحكم .فمن خلالها يتم التعبير عن التصاميم، وتنفيذ التركيبات، وتشخيص الأعطال .ولا تكتمل هذه المهارة الأدائية إلا بتنمية "الحس التقني"، الذي يمثل قدرة الطالب على استشعار المشكلات وتشخيصها واتخاذ قرارات فنية سليمة، وهي جدارة جوهرية تميز التقني الماهر عن المبتدئ. ورغم هذه الأهمية المحورية، لوحظ وجود فجوة ملحوظة بين ما يدرسه الطلاب نظرياً وقدرتهم على توظيف هذه المهارات بفاعلية في سياقات عملية. ومن هنا، تتحدد مشكلة البحث الحالي في ضعف مستوى أداء طلاب الفرقة الثانية – برنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم بكلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي – جامعة بنى سويف، في كل من مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني. وقد تبلورت هذه المشكلة من خلال الإجراءات التالية:

- **الخبرة الميدانية وتحليل النتائج السابقة للطلاب:** وتم ذلك من خلال خبرة الباحث في تدريس مقرر "الرسم الفني الكهربي" لطلاب الفرقة الثانية ببرنامج تكنولوجيا الإلكترونيات الصناعية والتحكم، لوحظ ضعف مستمر لدى الطلاب في ترجمة المخططات إلى دوائر عملية، وتوظيفها كوسيلة لتحديد الأعطال المحتملة، والتعبير عن المشكلات التقنية بلغة فنية دقيقة. وقد تأكد هذا الانطباع الأولي من خلال تحليل كمي لنتائج تقويمات الطلاب على مدار ثلاث سنوات متتالية، حيث كشفت النتائج عن قصور حاد في المهارات العليا على وجه الخصوص، إذ أن٨٩% من الطلاب لم يتمكنوا من تحليل المخططات وفهم وظيفة الدوائر الكهربية المعقدة. و ٧٨% منهم أظهروا ضعفاً في مهارات تتبع مسار التيار الكهربي باستخدام المخططات الكهربية. بينما ٦١% لم ينجحوا في توظيف مهارات الرسم لبناء الدوائر الكهربية بشكل صحيح. و ٩١% منهم لم يتمكنوا من إظهار مهارة التنبؤ بأداء الدوائر الكهربية، والذي يعد مؤشر أساسي للحس التقني.
- **استطلاع آراء الخبراء والدراسات السابقة:** حيث لم تقتصر هذه الملاحظات على خبرة الباحث المباشرة، بل أكدتها نتائج المقابلات التي أُجريت مع عدد من أعضاء هيئة التدريس بالكلية، والذين أجمعوا على وجود ضعف عام لدى الطلاب في هاتين المهارتين المحوريتين وتوظيفهما في المقررات التخصصية الأخرى. وتتسق هذه النتائج

مع توصيات العديد من الدراسات السابقة، كدراسة (الحربي، ٢٠٢٤) ودراسة (خليفة، ٢٠١٩) التي شددت على ضرورة تنمية جدارة الرسم الكهربي، ودراسات (Cairncross & McEwan, 2009; Huangfei & Zhuangying, 2019; Jakobsen et al., 2021) التي أوصت بتبني أساليب تدريس حديثة وتفاعلية تعتمد على التعلم النشط لربط الخبرات النظرية بالتطبيقات العملية.

أسئلة البحث: يسعي هذا البحث الى الاجابة عن السؤال الرئيس التالى

ما فاعلية النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية وأثره على تنمية مهارات الرسم الفني االكهربي والحس التقني لدى طلاب كلية التكنولوجيا والتعليم – جامعة بنى سويف؟ والذى ينبثق منه الاسئلة الفرعية التالية.

١. ماهي مهارات الرسم الفني الكهربي المناسبة لطلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي؟
٢. ما أبعاد قياس مهارات الرسم الفني الكهربي المناسبة لطلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي ؟
٣. ما أبعاد الحس التقني وممارساته المناسبة لطلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي؟
٤. ما أسس النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية لتدريس الرسم الفني الكهربي لطلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي.
٥. ما هو النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية لتدريس الرسم الفني الكهربي لطلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي.
٦. ما فاعلية استخدام النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية على تنمية الحس التقني لدى طلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي
٧. ما فاعلية استخدام النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العمليةعلى تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي لدى طلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي.

أهداف البحث: يهدف البحث الحالي الى تنمية مهارات الرسم الفني االكهربي والحس التقني لدى طلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي من حلال بناء نموذج تدريسي قائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية لتدريس الرسم الفني الكهربي

حدود البحث: اقتصر البحث الحالي علي الحدود التالية:

١. مجموعة من طلاب الفرقة الثانية – برنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية – بكلية التكنولوجيا والتعليم – جامعة بني سويف.
٢. ثلاث وحدات لمحتوي رسم دوائر التركيبات الكهربية المنزلية بمادة الرسم الفني الكهربي المقررة بالفصل الدراسى الاول للعام الدراسى (٢٠٢٤/٢٠٢٥) على طلاب برنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم بكلية التكنولوجيا والتعليم – جامعة بني سويف. (اسماء الوحدات ومبررات اختيارها تم عرضها فى الاطار الاجرائي للبحث – بند "اختيار المحتوي العلمي").
٣. مكونات الحس التقني ، وهي : الإحساس والانتباه – الإدراك والوعي – التصور والإدراك الذهني – اتخاذ القرار وحل المشكلة – سرعة الاستجابة وضغط الوقت (مكونات الحس التقني ومبررات اختيارها تم عرضها فى الاطار النظرى للبحث – بند "الحس التقني ومكوناته").
٤. ابعاد قياس مهارات الرسم الفني الكهربي وفقاً لمستويات "مارزانو" المعرفية لضمان قياس مستويات التفكير المختلفة، من (الاسترجاع ،الفهم ، التحليل ، وتوظيف المعرفة).

أهمية البحث: تكمن أهمية البحث الحالي في كونه يستجيب للتوجهات الحديثة في التعليم التقني والهندسي، والتي تؤكد على ضرورة التكامل بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي. ويمكن إيجاز أهميته في المحاور التالية:

- **أولاً: الأهمية النظرية**

- يقدم البحث نموذجاً تدريسياً قائماً على التكامل المنهجي بين تطبيقات الحاسب الآلي (للرسم والتصميم الرقمي) والمحاكاة العملية (للتطبيق والتنفيذ المادي). هذا النموذج قد يساهم في إثراء الأدبيات التربوية في مجال التعليم الصناعي والتكنولوجي، ويوفر إطاراً يمكن تطبيقه وتطويره في سياقات تعليمية مشابهة.
- يسلط البحث الحالي الضوء على متغيرين أساسيين وحاسمين في الجدارات الفنية : مهارات الرسم الفني الكهربي كمهارة أدائية دقيقة، والحس التقني كمهارة حدسية تشخيصية عليا. الربط بين هذين المتغيرين وتنميتهما بشكل متزامن يُعد إضافة نوعية قد تفتح آفاقاً جديدة للباحثين في هذا المجال.

- نظراً لندرة الأدوات المقننة في هذا المجال – في حدود علم الباحث – فإن هذا البحث يوفر أدوات قياس تم التحقق من خصائصها السيكومترية، وهي اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي ومقياس الحس التقني، مما يجعلهما مرجعاً يمكن للباحثين والقائمين على التقويم استخدامه في دراسات مستقبلية.

- **ثانياً: الأهمية التطبيقية**

- قد يساهم البرنامج المقترح في تزويد الطلاب بالمهارات اللازمة لسوق العمل، من خلال تنمية قدرتهم على تصميم دوائر التركيبات الكهربية بكفاءة، وتعزيز ثقتهم في حل المشكلات التقنية التي تواجههم في العالم الحقيقي.
- يقدم البحث نموذجاً تطبيقياً يمكن للمعلمين والمدربين في المدارس الصناعية، والجامعات التكنولوجية، وكليات التعليم الصناعي والهندسة الاسترشاد به لتطوير ممارساتهم التعليمية، وتحويل عملية تعلم الرسم الفني من مهمة نظرية إلى خبرة عملية متكاملة.
- قد تفيد نتائج البحث وتوصياته المسؤولين عن تطوير المناهج في وزارة التربية والتعليم الفني، ووزارة الصناعة، ومراكز الكفاية الإنتاجية، وذلك من خلال إبراز أهمية نموذج التكامل بين تطبيقات الحاسب والمحاكاة كأساس لبناء وحدات تدريسية وتدريبية حديثة وفعالة.

أدوات البحث : لتحقيق أهداف البحث والتحقق من فرضياته، تم إعداد واستخدام مجموعة من الأدوات والمواد التعليمية وأدوات القياس، والتي يمكن عرضها على النحو التالي:

- **أولاً: المواد والأدوات التجريبية (المعالجة التجريبية)** : تمثلت المواد المستخدمة في تطبيق المعالجة التجريبية على طلاب المجموعة التجريبية في الآتي:

- **برنامج الرسم الهندسي (Microsoft Visio)** : تم توظيف برنامج Microsoft" Visio" كبيئة رقمية لتطبيق الجانب الحاسوبي من النموذج. وقد تم استخدامه لتدريب الطلاب على بناء وتصميم المخططات الكهربية، مما يسمح لهم بتطبيق المعايير والرموز وإتقان مهارات الرسم الفني الرقمي في بيئة مرنة وقابلة للتعديل.
- **نموذج المحاكاة العملية (إعداد الباحث)**: قام الباحث بتصميم وتطوير نموذج محاكاة عملي يشتمل على مكونات كهربائية حقيقية (مفاتيح، مصابيح، مآخذ، قواطع، أسلاك توصيل، مفتيح تحكم ذكية، إلخ). وقد تم استخدام هذا النموذج لتمكين الطلاب من

ترجمة المخططات الرقمية التي صمموها إلى دوائر مادية ملموسة، مما يتيح لهم اكتساب المهارات العملية وتنمية الحس التقني من خلال التنفيذ والتجريب الفعلي.

- **دليل القائم بالتدريس (إعداد الباحث):** تم إعداد دليل إجرائي للقائم بالتدريس، مصمم وفقاً لمراحل النموذج التدريسي المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية. وقد اشتمل الدليل على الأهداف التعليمية لكل جلسة، والأنشطة المقترحة، والإجراءات التفصيلية، وأساليب التقويم، لضمان تطبيق التجربة بشكل منهجي وموحد.

- **ثانياً: أدوات القياس:** لقياس أثر البرنامج المقترح على المتغيرات التابعة للبحث، تم إعداد أداتين للقياس، هما:

- **اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي (إعداد الباحث):** وهو اختبار تحصيلي موضوعي يهدف إلى قياس الجانب المعرفي والأدائي لمهارات الرسم الفني الكهربي لدى الطلاب. وقد تم بناء مفردات الاختبار وفقاً لمستويات "مارزانو" المعرفية لضمان قياس مستويات التفكير المختلفة، من الاسترجاع والفهم إلى التحليل وتوظيف المعرفة.

- **مقياس الحس التقني (إعداد الباحث):** وهو مقياس يهدف إلى قياس الجانب المهاري–الحدسي لدى الطلاب، والذي يعكس قدرتهم على الإحساس بالمشكلات التقنية وتشخيصها واتخاذ القرارات السليمة حيالها .وقد تم بناء المقياس وتحديد أبعاده في ضوء الأدبيات المتخصصة وطبيعة المهارات العملية في مجال التركيبات الكهربية

مصطلحات البحث:

- **التصميم الرقمي:** يعرف اجرائيا على انه برامج الرسم الهندسي التي تم توظيفها في البحث الحالي وتحديداً(Microsoft Visio) ، والتي سمحت للطلاب بممارسة مهارات الرسم الفني الكهربي في بيئة رقمية، بدءاً من التعرف على الرموز وحتى تصميم دوائر التركيبات الكهربية بشكل متكامل.

- **المحاكاة العملية:** تُعرَّف إجرائياً بأنها عملية تفاعل الطالب مع نماذج مادية مُعدة مسبقاً لتمثيل دوائر كهربية منزلية حقيقية، كجزء من النموذج التدريسي المقترح . وتتضمن هذه العملية قيام الطالب بتحويل المخططات النظرية إلى دوائر عاملة، وتوصيل المكونات، واختبار وظائفها، وتشخيص الأعطال، بهدف تنمية الجانب العملي من مهارات الرسم الفني الكهربي وصقل الحس التقني لديه.

- **نموذج التدريس المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية:** يمكن تعريفه اجرائيا على انه نموذج تدريسي تم تصميمه وتطبيقه في هذا البحث بهدف تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني. ويقوم النموذج على دمج متكامل بين استخدام التصميم الرقمي والمحاكاة العملية ضمن سلسلة من المراحل والخطوات التعليمية المنظمة، حيث ينتقل الطالب بشكل منهجي من مرحلة التصميم والتخطيط الرقمي إلى مرحلة التنفيذ والتشخيص العملي، بما يضمن الربط الفعال بين النظرية والتطبيق.
- **الحس التقني:** يمكن تعريفه على انه قدرة الطالب على فهم المواقف التقنية المعقدة والاستجابة لها بسرعة وفعالية. ويُعرَّف **إجرائياً** بالدرجة التي يحصل عليها الطالب في "مقياس الحس التقني" المُعد لهذا البحث، والتي تعكس مستوى أدائه في مهارات الانتباه، والإدراك، والتحليل، واتخاذ القرار في سياقات تقنية.
- **الرسم الفني الكهربي:** يُعرَّف إجرائياً بأنه مجموع الجدارات التي يمتلكها الطالب في مجال تمثيل وتصميم الدوائر الكهربية، والتي يتم قياسها كمياً بالدرجة التي يحصل عليها في "اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي" المُعد لهذا البحث .ويشمل الاختبار قياس قدرة الطالب على التعرف على الرموز، وتفسير المخططات، وتحليل الدوائر، وتوظيف المعرفة في سياقات تطبيقية مختلفة.

خطوات البحث واجراءته: لتحقيق أهداف البحث والإجابة عن تساؤلاته، تم اتباع الخطوات والإجراءات التالية:

اولا: اعداد قائمة بمهارات الرسم الفني الكهربي وأبعاد الحس التقني التي يجب تنميتها لدي طلاب الفرقة الثانية – برنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم بكلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي، وتم ذلك من خلال:

١. الاطلاع على الادبيات والدراسات السابقة التي لها ارتباط وثيق بمشكلة البحث ومتغيراته.
٢. دراسة طبيعة مقرر الرسم الفني الكهربي (وحدة دوائر التركيبات الكهربية)، والمقرر دراسته على طلاب الفرقة الثانية برنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم، وتحليل محتواه والتأكد من صدق التحليل وثباته.

٣. إعداد قائمة أولية بمهارات الرسم الفني الكهربي وأبعاد الحس التقني في ضوء تحليل المحتوي واحتياجات سوق العمل.
٤. عرض القائمة الأولية لمهارات الرسم الفني الكهربي وأبعاد الحس التقني فى صورة استبيان علي عدد من الخبراء والمتخصصين لتحديد مدى مناسباتها ، وعمل التعديلات اللازمة في ضوء آراء سيادتهم.
٥. وضع قائمة مهارات الرسم الفني الكهربي وأبعاد الحس التقني في صورتهما النهائية في ضوء الخطوات السابقة.

ثانيا: تحديد اسس النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية لتدريس الرسم الفني الكهربي لطلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي، من خلال التالي

١. الاطلاع على الأبحاث والدراسات السابقة التي التي تناولت استخدام التصميم الرقمي والمحاكاه العملية في التدريس وذات ارتباط وثيق بمشكلة البحث ومتغيراته.
٢. إعداد قائمة أولية بالأسس التي من خلالها يمكن بناء نموذج التدريس المقترح والقائم على التكامل بين استخدام التصميم الرقمي والمحاكاه العملية لتدريس الرسم الفني الكهربي، وعرضها علي عدد من الخبراء والمتخصصين لتحديد مدى مناسباتها، وعمل التعديلات اللازمة في ضوء آراء سيادتهم.
٣. تحديد قائمة الاسس النهائية التي من خلالها يمكن بناء نموذج التدريس المقترح والقائم على التكامل بين استخدام التصميم الرقمي والمحاكاه العملية لتدريس الرسم الفني الكهربي.

ثالثا: تصميم النموذج المقترح لتدريس الرسم الفني الكهربي، وفقا للخطوات الاتية:

١. بناءً على الإطار النظري وقائمة المهارات المعتمدة، تم تصميم النموذج التدريسي المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية، وتحديد مراحله وخطواته الإجرائية لكل مرحلة، و اعداد نموذج المحاكاة العملية استنادا إلى مراحل النموذج العام للتصميم التعليم.
٢. عرض النموذج المقترح بصورته الاولية علي مجموعة من الخبراء والمتخصصين فى المجال للتعرف علي آرائهم حول مدي صلاحيته وقابليته للطبيق لتدريس الرسم الفني الكهربي لطلاب التكنولوجيا والتعليم الصناعي.

٣. تجربة النموذج التدريسي المقترح علي عينه استطلاعية قبل تطبيقة على مجموعة البحث الاساسية وذلك للتأكد من مدي صلاحيتة ومناسبته للتطبيق.
٤. إعداد الصورة النهائية من نموذج التدريس المقترح.

رابعا: إعداد ادوات القياس المناسبة لمجتمع الدراسة، وذلك كما يلي:

١. الاطلاع على الادبيات والدراسات السابقة التي تناولت ابعاد قياس مهارات الرسم الفني والحس التقني.
٢. إعداد ادوات القياس لمهارات الرسم الفني الكهربي وأبعاد الحس التقني، وضبطهما.
٣. إعداد دليل القائم بالتدريس في صورته الاولية، وفقا لخطوات ومراحل نموذج التدريس المقترح، وعرضه علي السادة المحكمين، ومن ثم عرض الدليل في صورته النهائية بعد التعديل في ضوء حكم سيادتهم.

خامسا : تحديد مدي فاعلية استخدام النموذج المقترح في تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي وأبعاد الحس التقني، وفقا الخطوات التالية:

١. اختيار مجموعة الدراسة من طلاب الفرقة الثانية برنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم بكلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي – جامعة بني سويف، وتقسيمهم الى مجموعتين ضابطة وتجريبية.
٢. تطبيق أدوات القياس قبل تدريس محتوي الرسم الفني الكهربي علي مجموعتي الدراسة.
٣. تدريس المحتوي العلمي باستخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على التصميم الرقمي والمحاكاه العملية لمجموعة الدراسة التجريبية، بينما المجموعة الضابطة يتم تدريس لها نفس المحتوي العلمي بالطريقة التقليدية.
٤. إعادة تطبيق أدوات القياس على طلاب المجموعة التجريبية والضابطة بعد الانتهاء مباشرتا من المعالجة التجريبية.
٥. جمع البيانات وتبويبها ومعالجتها إحصائيا باستخدام البرنامج الاحصائي SPSS للتوصل الي النتائج.
٦. عرض النتائج ومناقشتها وتفسيرها، وتقديم التوصيات والمقترحات.

منهج البحث:

استخدم البحث الحالي المنهج الوصفي لتحديد مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني اللازمة لطلاب الفرقة الثانية بكلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي، كما استخدم المنهج التجريبي

والتصميم شبه التجريبي، للكشف عن فاعلية استخدام النموذج المقترح للتدريس القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية وأثره على تنمية مهارات الرسم الفني االكهربي والحس التقني لدي طلاب كلية التكنولوجيا والتعليم ، وذلك من خلال التطبيق القبلي لأدوات قياس مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني علي طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة، ثم التدريس لطلاب المجموعة التجريبية باستخدام النموذج المقترح، وبالطريقة التقليدية للمجموعة الضابطة، وفور انتهاء التدريس يتم تطبيق ادوات القياس بعديا على المجموعتين ومقارنة نتائج تطبيقهم.

الإطــار النظري والدراسات السابقة

يهدف الإطار النظري الحالي إلى توفير الأساس العلمي والتربوي الذي قامت عليه الدراسة، وذلك من خلال تحليل الأدبيات المرتبطة بمتغيراتها واستخلاص المبادئ التي تم بناء المعالجة التجريبية عليها. وقد تم تقسيم الإطار النظري إلى ثلاثة محاور رئيسية: المحور الأول: مهارات الرسم الفني الكهربي، حيث تم تحديد طبيعة هذه المهارات وأهميتها وقائمة المهارات الفرعية المستهدف تنميتها. والمحور الثاني: الحس التقني، حيث تم تأصيل المفهوم نظرياً وتحديد أبعاده الرئيسية المناسبة لعينة البحث. والمحور الثالث: النموذج التدريسي المقترح، وفيه تم استنتاج الأسس النظرية التي يقوم عليها النموذج، ومن ثم تصميم مراحله وخطواته الإجرائية لتطبيقه في سياق تدريس الرسم الفني الكهربي.

المحور الاول: مهارات الرسم الفني الكهربي

أولا: المهارات التقنية وعلاقتها بمهارات الرسم الفني الكهربي.

في ظل التطورات التكنولوجية والاقتصادية المتسارعة، تواجه مؤسسات التعليم التقني والهندسي تحدياً مستمراً لتأهيل كوادر مهنية قادرة على المنافسة في سوق عمل ديناميكي. حيث لم يعد إتقان المعرفة النظرية كافياً؛ فالصناعة الحديثة تتطلب متخصصين يمتلكون مجموعة واسعة من الجدارات التي تشمل التفكير النقدي، والقدرة على حل المشكلات المعقدة، والعمل بكفاءة ضمن فرق متعددة التخصصات. هذا التحول نحو مفهوم "الاحترافية " (Professionalism) يعني الانتقال من مجرد تطبيق المعرفة إلى ابتكار حلول عملية

وتقييمها بناءً على فهم وخبرة عميقة، مع القدرة على التنبؤ بالمخاطر المحتملة (Juntan & Demchenko, 2024).

وقد انعكس هذا التوجه العالمي في التغيير الجوهري الذي تبنته هيئات الاعتماد الدولية، وعلى رأسها مجلس اعتماد الهندسة والتكنولوجيا (ABET). حيث تحول التركيز بشكل حاسم من قياس مدخلات العملية التعليمية (مثل عدد ساعات الدراسة) إلى تقييم مخرجات التعلم القابلة للقياس(Measurable Learning Outcomes) ، أي ما يستطيع الخريجون أداءه وتطبيقه فعلياً في بيئة العمل (ABET, 2023; Asiri, 2022).وتتسق هذه الرؤية مع متطلبات الجمعيات المهنية الرائدة مثل (IEEE)و(ASEE) ، التي تشدد على ضرورة تزويد خريجي الهندسة الكهربائية بمجموعة متكاملة من المهارات التقنية والشخصية (Massa et al., 2005; McCulley, 2018).

ضمن هذا الإطار، تُعد المهارة التقنية (Technical Skill) حجر الزاوية في تخصص الهندسة الكهربائية. فهي لا تقتصر على المعرفة بالقوانين والمعايير الوطنية فحسب، بل تمتد لتشمل فهماً عميقاً للأنظمة، وقدرة تحليلية على تشخيص الأعطال المعقدة، وتطبيق بروتوكولات السلامة المهنية بفعالية. وقد أكدت دراسات عديدة مثل (Maciejewski et al., 2017; Şeker, 2013) على أن المقررات الدراسية في برامج التكنولوجيا يجب أن تُصمم خصيصاً لتنمية تلك المهارات التطبيقية، من خلال تكليف الطلاب بمهام تتطلب منهم تصميم أنظمة، وإجراء اختبارات وقياسات، وتحليل النتائج، وتوظيفها لحل مشكلات صناعية حقيقية . ومن هذه المهارات التقنية.

تبرز مهارات الرسم الفني الكهربي باعتبارها الركيزة الأساسية التي لا غنى عنها. فهي بمثابة اللغة الفنية المشتركة التي يعتمد عليها المتخصصون في تصميم الدوائر الكهربية والالكترونية، وتنفيذ المشاريع، وتشخيص الأعطال، وتبادل المعلومات التقنية المعقدة. حيث أن القدرة على قراءة وفهم وتصميم المخططات الكهربائية ليست مجرد مهارة فرعية، بل تعد الجدارة المحورية التي تُبنى عليها معظم الجدارات التقنية الأخرى (Chen, 2022; Huangfei & Zhuangying, 2019).

ثانياً: تحديد مهارات الرسم الفني الكهربي كمتغير أساسي في الدراسة

في ضوء ما تم استعراضه من متطلبات معاصرة للجدارات التقنية، وفي إطار معايير اعتماد برامج التكنولوجيا والهندسة التي حددها مجلس (ABET, 2023)، يتضح أن مهارات الرسم

الفني الكهربي لا تعد مجرد مهارة فرعية، بل هي احد الجدارات المحورية التي ترتكز عليها معظم الجدارات الهندسية الأخرى. فهي تُعد بمثابة اللغة الفنية الموحدة التي لا غنى عنها في جميع مراحل العمل الهندسي، بدءاً من التصميم النظري وانتهاءً بالتشخيص وحل المشكلات (Maciejewski et al., 2017). وتتجلى هذه الأهمية المحورية في كونها الأداة الأساسية التي تُستخدم في تصميم الدوائر الكهربائية والإلكترونية وتحديد طرق توصيل المكونات، كما انها تُمثل المرجع الأساسي لإجراء الاختبارات، وتحديد أماكن تركيب أجهزة القياس، وتشخيص الأعطال. كونها تُعتبر لغة التواصل الرئيسية بين المهندسين والتكنولوجيين والفنيين لتبادل المعلومات التقنية الدقيقة.

الرسم الفني الكهربي يعد الاداة الاساسية التى تعتمد عليها الشركات المصنعة في إعداد الكتالوجات والأوراق التقنية (Datasheets) لعرض مواصفات منتجاتها (Chen, 2022; Zheng, 2011). وهذا ما يؤكد علي أن إتقان مهارات الرسم الفني الكهربي لا يساهم فقط في توضيح المفاهيم النظرية وتبسيط الأفكار المجردة، بل هو شرط أساسي لتنمية القدرة على حل المشكلات التقنية بفاعلية. وبناءً على ذلك، تم اختيار "مهارات الرسم الفني الكهربي" كمتغير تابع رئيسي في هذه الدراسة، بهدف قياس أثر البرنامج المقترح في تنميتها لدى طلاب التعليم التكنولوجي.

ثانيا: أبعاد قياس مهارات الرسم الفني الكهربي المناسبة لمجتمع البحث وأهميتها

يُمكن استخدام أطر تصنيفات الأهداف التعليمية كأدوات منهجية لقياس مستوى اكتساب المتعلمين لمهارات الرسم الفني الكهربي، نظراً لكونها توفر أساساً منظماً لبناء أدوات التقييم وقياس نواتج التعلم المختلفة. ويأتي في مقدمة هذه الأطر تصنيف "بلوم" الأصلي (OBT) أحادي البعد، الذي يتدرج من المعرفة والفهم والتطبيق وصولاً إلى التحليل والتركيب والتقويم (Michael et al., 1957). ورغم شيوعه، فقد واجه تصنيف "بلوم" الأصلي انتقادات منهجية لخلطه بين فئات المعرفة وعملية استرجاعها، ولبنيته الهرمية غير المتماسكة، وهو ما كان دافعاً قوياً للتفكير في أطر أكثر دقة.

لمعالجة هذه الإشكالية، ظهر تصنيف "بلوم المعدل (RBT) "الذي قدمه "أندرسون "و"كرازوول " (Nursiami, 2024) حيث فصل بين بعدين رئيسيين :بعد المعرفة (الوقائعية، المفاهيمية، الإجرائية، وما وراء المعرفة) ، وبعد العمليات المعرفية (التذكر، الفهم، التطبيق، التحليل، التقويم، الإبداع). وعلى نفس النهج، ظهر تصنيف مارزانو الجديد(MNT) ، الذي قدم أيضاً

بعدين :بعد المعرفة (المعلومات، الإجراءات العقلية، والإجراءات النفسحركية)، وبعد المعالجة العقلية الذي يتضمن ثلاثة أنساق متفاعلة للتفكير (الذاتي، وما وراء المعرفة، والمعرفي)، مما يجعله أقرب لكونه نظرية متكاملة للفكر الإنساني.(Marzano & Kendall, 2007)

وبالتأمل في طبيعة "مهارات الرسم الفني الكهربي"، يُلاحظ أنها جدارة مركبة تتطلب تكاملاً عضوياً بين المعرفة التقريرية ، والمعرفة الإجرائية، بالإضافة إلى مجموعة من العمليات العقلية المتقدمة اللازمة لحل المشكلات بفعالية(Chen, 2022) . وفي هذا السياق، يبرز تصنيف مارزانو الجديد لنظام المعرفة(MNT) ، بمستوياته الستة، كإطار نظري هو الأكثر ملاءمة لتحليل وقياس هذه الجدارة المركبة بشكل شامل. وتعود هذه الملاءمة إلى أن مستويات المعالجة التي يحددها التصنيف تتوافق بشكل مباشر مع مسار الإتقان الكامل للمهارة الفنية. تبدأ هذه الجدارة بمستويات النسق المعرفي الأربعة، والتي تشمل عمليات معالجة تلائم الجوانب النظرية والتطبيقية للرسم الفني الكهربي. عمليات مثل الترميز (رسم الرموز)، وتحليل الأخطاء (تدقيق المخططات)، وحل المشكلة (تشخيص الأعطال)، واتخاذ القرار (اختيار المكونات والتصاميم)، والتجريب (محاكاة الدوائر)، تمثل جميعها جوهر الأداء الفني المطلوب. ولكن الجدارة الفنية لا تكتمل عند هذا الحد، بل ترتقي لتشمل الأنساق العليا .فالمستوى الخامس، "ما وراء المعرفة"، يصبح حيوياً عندما يخطط الطالب لعملية التصميم، ويراقب دقة عمله، ويقيم استراتيجياته لحل المشكلات. وأخيراً، يتم تفعيل المستوى السادس، "نظام الذات"، عندما يطور الطالب الثقة في قراراته الهندسية ويدرك أهمية التزامه بالمعايير، مما يعكس نضجه المهني. ورغم أن الإتقان الكامل يشمل الأنساق العليا (ما وراء المعرفة ونظام الذات)، إلا أن جوهر الأداء الفني يكمن في مستويات النسق المعرفي . حيث ان هذه المستويات تغطي العمليات الأساسية من الاسترجاع للرموز، إلى فهم وظائف الدوائر، ثم تحليل المخططات، وصولاً إلى توظيف المعرفة في حل المشكلات والتصميم. ولأن هذه المستويات الأربعة تمثل الكفاءات الأساسية التي يمكن قياسها بفاعلية في بيئة تعليمية محددة، فقد اقتصر البحث الحالي على تبنيها كأبعاد رئيسية لبناء أداة القياس، وهي(الاسترجاع، الفهم، التحليل، توظيف المعرفة) كأبعاد رئيسية لبناء وتقويم أدوات القياس(Marzano & Kendall, 2007).

ويتجلى من ذلك انعكاس مكانة هذه الأبعاد في مدى أهميتها لتدريس مقرر الرسم الفني الكهربي. فإتقان المهارات في هذا المقرر لا يتوقف عند مجرد استرجاع شكل الرمز (المستوى الأول)، بل يتطلب فهم وظيفته في الدائرة (المستوى الثاني)، ثم تحليل علاقته ببقية المكونات

وقدرته على كشف الأخطاء (المستوى الثالث)، وصولاً إلى توظيف هذه المعرفة مجتمعة لتصميم دوائر جديدة وحل مشكلات عملية (المستوى الرابع). هذه الأبعاد تمثل معًا جوهر الجدارة الفنية، وتُمكن المتعلم من الانتقال من مجرد "ناسخ" للرسومات إلى "مصمم ومحلل" قادر على التفكير النقدي وحل المشكلات في مجال التركيبات الكهربائية ولدية ثقة في قراراته الهندسية.

المحور الثاني: الحس التقني

تتطلب مهنة "التكنولوجي الكهربائي" ما هو أبعد من مجرد امتلاك المعرفة في الرياضيات والفيزياء والإلكترونيات؛ فهي تفترض القدرة على إكمال المهام المعقدة باحترافية في ظروف متغيرة. ولتحقيق هذه الدرجة من الإتقان، يجب على المتخصصين تنمية ممارسات عقلية متقدمة تمكنهم من التفكير المنطقي وحل المشكلات بفاعلية، وهو ما يتأتى من خلال التدريب المستمر والخبرة العملية (Juntan & Demchenko, 2024). إلى جانب المهارات المهنية والمعارف متعددة التخصصات، تبرز مجموعة من الجدارات الشخصية والعقلية التي تميز الخبير عن المبتدئ، مثل مرونة الفكر، والقدرة على اتخاذ قرارات سريعة، والتنظيم الذاتي. وضمن هذا الإطار، يظهر مفهوم "الحس التقني(خليل2024 ,.et al). وهو لا يمثل مهارة واحدة، بل هو مركب متكامل من القدرات الحسية والمعرفية التي تمكن الفرد من التفاعل ببراعة مع بيئة العمل التقنية(محمد مازن، ٢٠١٣).

وعلى غرار "الحس الطبي" الذي يَعتبر ان الطبيب الذي لديه الاحساس والفهم والادراك والوعي لمهارات التشخيص المبدئ الصحيح للمريض ذو حس طبي، وكذلك المحاسب الذى لديه تصور عددي وتكوين للصور الذهنية للاعداد ويعتمد على الحساب الذهنى لاجراء العمليات الحسابية بسرعة ومرونة يعد لديه حس حسابي، وأيضا عندما يمارس المتعلم انشطة عقلية تساعد على التفكير في صنع المعني للوصول الى حل مشكلة علمية واتخاذ قرار وفقا للاسس العلمية والتعبير عن افكاره وأدائه الذهني بشكل صحيح، فانه يعد لديه حس علمي(إيمان علي محمود الشحري، ٢٠١١). وبناء عليه فإن التقني الذي لديه القدرة على ممارسة أنشطة ذهنية منظمة تهدف إلى فهم وتشخيص المشكلات التقنية، ويقتراح حلول لها بسرعة ومرونة وفقاً للأسس العلمية والهندسية يعد لديه "حس تقني"(Gott, 1988).

وعلى غرار الحس العلمي (إيمان علي محمود الشحري، ٢٠١١) ، فانه لا يمكن ان يستدل علي وجود الحس التقني لدي الفرد بطريقة مباشرة، ولكن يمكن الاستدلال عليه من

خلال الممارسات التي تعبر عن وجوده وتؤثر على الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية لديه. وعليه فإن الحس التقني يؤثر على الجوانب المعرفية والمهارية والوجدانية لدي المتعلم ، حيث انه يعد من الانشطة العقلية المرتبطة بمهارات العقل التي يمكن ان تساهم في تطوير الاداء الذهني لدي المتعلم والتي تساعده علي التعامل بفاعلية مع العالم المحيط به وفق اهدافه ورغباته ويمارسها عند مواجهة المشكلات ، ويمكن تنميتها لدى المتعلم من خلال التدريب عليها حتي يصل الي مستوى الاتقان والمرونة فى التفكير عند مواجهة مواقف جديدة وتصبح اداءات ذهنية وعادات عقلية راسخة تساهم في تطوير الاداء الذهني لدى المتعلم وتجعله علي وعي بتفكيره وقادر علي ربط خبراته السابقة بالجديدة وتوظيفها في حل مشكلات تقنية جديدة(المالكي، ٢٠٢٤).

بناءً على ما سبق، يمكن تعريف الحس التقني بأنه"رحلة ذهنية منظمة تبدأ بالتقاط المؤشرات الحسية الدالة على وجود مشكلة تقنية، مروراً بتفسيرها ومعالجتها بشكل منهجي، وصولاً إلى اتخاذ القرار واختيار الحل الأمثل بكفاءة واستجابة سريعة للمواقف الطارئة ".حيث إنها عادة عقلية راسخة تمكن صاحبها من ربط خبراته السابقة بالمواقف الجديدة وتوظيفها بفاعلية .

مكونات الحس التقني المناسبة لمجتمع الدراسة، وأهميته:

لأغراض هذه الدراسة، وبناءً على تحليل الأدبيات (Graeff, 2023; Loch & Stolze, 2023; Pravana et al., 2017) وطبيعة المهارات التقنية المطلوبة (González-Lluch et al., 2018; Martinez et al., 2010; Priya et al., 2021; Rabiee, 2012)، تم تحديد خمسة مكونات أساسية متكاملة للحس التقني:

١. **الإحساس والانتباه:** هو نقطة البداية، حيث يتم توظيف الحواس لالتقاط المؤشرات الأولية (أصوات، روائح، أضواء) التي تميز الحالة غير الطبيعية للنظام التقني. ويتطلب ذلك تركيز الموارد الذهنية على المعلومات الأكثر صلة وتجاهل المشتتات، لضمان كفاءة التحليل اللاحق.

٢. **الإدراك والوعي:** هو مرحلة إعطاء معنى للبيانات الحسية التي تم الانتباه إليها. في هذه المرحلة، يتم تفسير المؤشرات بناءً على المعرفة والخبرات التقنية السابقة، وتحويلها إلى معلومات مفهومة تشكل الأساس للاستدلال وفهم أسباب المشكلة التقنية.

٣. **التصور والإدراك الذهني:** يتضمن القدرة على بناء نموذج عقلي (Mental Model) للمشكلة أو النظام التقني. هذا التصور للعلاقات السببية والوظيفية بين المكونات يدعم فهماً أعمق للمشكلة ويتيح استكشاف الحلول المقترحة ذهنياً قبل تطبيقها.
٤. **اتخاذ القرار وحل المشكلة:** هو النتيجة المستهدفة من العمليات العقلية السابقة، ويتجسد في إصدار حكم نهائي واختيار أفضل حل مقترح للمشكلة التقنية بناءً على التحليل والاستدلال الذي تم.
٥. **سرعة الاستجابة وضغط الوقت:** يمثل عامل الكفاءة الذي يؤثر على جميع المكونات السابقة. فالحس التقني الفعال لا يقتصر على الدقة العلمية، بل يمتد ليشمل القدرة على تنفيذ جميع هذه العمليات الذهنية بفاعلية ودقة في إطار زمني محدد، وهو ما يعكس الجاهزية للمواقف التقنية الطارئة في بيئة العمل

المحور الثالث : النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية لتدريس الرسم الفني الكهربي.

اولا: مبررارت تصميم النموذج المقترح للتدريس الرسم الفني الكهربي

ينطلق تصميم النموذج التدريسي المقترح من تحليل نقدي للممارسات الحالية في تدريس الرسم الفني الكهربي، والتي غالباً ما تفصل بين التصميم الرقمي والتدريب العملي دون وجود تكامل منهجي بينهما. فعلى الرغم من فاعلية التصميم الرقمي في تعليم الطلاب كيفية تشكيل المخططات بدقة، إلا أن الاعتماد عليها بشكل حصري يؤدي إلى فجوة معرفية حاسمة؛ حيث يتعامل الطالب مع رموز مجردة، مما يضعف قدرته على ربطها بمكوناتها المادية في العالم الحقيقي، ويعيق تطوير "الحس التقني" الذي يتطلب تفاعلاً مع البيئة الفعلية (Velayudhan & Thomas, 2018). ولسد هذه الفجوة بين النظرية والتطبيق، تأتي نماذج المحاكاة العملية كجسر ضروري، إذ تتيح للطلاب اختبار سلوك الأنظمة الحقيقية ومواجهة تحديات التنفيذ المادي في سياق يقترب من الواقع الصناعي(Chen, 2022; Jakobsen et al., 2021). وإدراكاً لقصور كل نهج على حدة، تم تصميم النموذج المقترح ليقوم على مبدأ التكامل المنهجي، حيث ينتقل الطالب بشكل دوري من مرحلة التصميم والتخطيط في البيئة الرقمية المرنة، إلى ترجمة هذا التصميم إلى واقع مادي في بيئة المحاكاة، ثم يعود لتعديل تصميمه الرقمي بناءً على ما واجهه من تحديات عملية. ومن ثم، يُتوقع أن هذا النموذج التكاملي سيوفر

بيئة تعلم أكثر شمولية وفاعلية، قادرة على تنمية كل من مهارات الرسم الفني الكهربي (بشقيه الرقمي والمفاهيمي) والحس التقني (الذي ينشأ من التفاعل مع الأنظمة الحقيقية).

ثانيا: الهدف من تصميم النموذج المقترح

يتمثل الهدف الرئيسي من تصميم النموذج المقترح في إعداد إطار تدريسي إجرائي يتجاوز الطرق التقليدية، وذلك من خلال التكامل المنهجي بين استخدام التصميم الرقمي والمحاكاة العملية. ويسعى هذا النموذج إلى تحقيق هدفين متلازمين: أولاً، تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي لدى الطلاب بشكل شامل، وثانياً، صقل الحس التقني لديهم. ويتحقق ذلك من خلال تمكين الطلاب ليس فقط من بناء المعرفة النظرية، بل أيضاً من توظيفها في مواقف تعليمية جديدة تتطلب منهم الربط المباشر بين الرموز المجردة في المخططات الرقمية ومكوناتها المادية الفعلية، وتوصيلها في دوائر عملية، مما يؤهلهم لحل مشكلات تقنية واقعية.

ثالثا: توظيف التصميم الرقمي في تدريس الرسم الفني الكهربي

في ظل التقدم التكنولوجي الهائل، أصبح الحاسوب وتطبيقاته أداة لا غنى عنها في القطاعين الهندسي والصناعي، مما انعكس بشكل مباشر على ممارسات التعليم التكنولوجي (Belu et al., 2020). وقد تزايد الاهتمام بشكل كبير على توظيف الحاسوب في تدريس تخصصات الهندسة الكهربائية لما يوفره من إمكانيات في التصميم والمحاكاة والتحكم (Salunke, 2015). يساهم التعليم بمساعدة الحاسوب بفاعلية في مواجهة التحديات التربوية الحديثة، حيث يوفر بيئات تعلم استكشافية تسمح بمراعاة الفروق الفردية، وتمكن الطلاب من بناء المعرفة بأنفسهم، وتجربة أفكارهم وتعديلها بسرعة وأمان، وهو ما يتوافق مع مبادئ النظرية البنائية(Abouraia et al., 2025).

تتنوع أنماط توظيف الحاسوب في التعليم الكهربي وفقاً لطبيعة المادة والأهداف التعليمية، حيث يمكن تصنيف التطبيقات المستخدمة إلى عدة فئات رئيسية. تأتي في مقدمتها برامج المحاكاة (Simulation Software)، مثل(Multisim, Proteus) ، التي توفر مواقف تعليمية تحاكي الواقع وتسمح باختبار الدوائر بأمان (Elzalik et al., 2019; Hassan & Elzalik, 2022; Srivastava et al., 2021). تليها برامج الرسم والتصميم(CAD Software) ، مثل (Microsoft Visio, SolidWorks)، والتي توفر بيئة مرنة للتعبير عن الأفكار الهندسية في صورة نماذج ثنائية أو ثلاثية الأبعاد(العوضي & الشرهان، ٢٠٢٣؛ يوسف شحاته الجهمي، ٢٠١٦) كما توجد البرامج التعليمية التفاعلية (Interactive Learning Software)

المصممة لتدريس موضوعات محددة وتقديم تدريبات تسمح بالتعلم الذاتي. وأخيراً، ظهرت برامج التدريب المعتمدة على الذكاء الاصطناعي(AI-Powered Training Tools) ، مثل (GitHub Copilot)، والتي تستخدم النماذج اللغوية الكبيرة (LLMs) لتقديم الدعم والإرشاد الفوري للطلاب أثناء قيامهم بمهام عملية (أبو غنيمة & الزعليك، ٢٠٢٤).

وعليه فان التعليم بمساعدة الحاسوب يمكنه ان يمثل آلية تربوية فعالة لمواجهة تحديات التعليم التقني المعاصر .حيث يساهم في مراعاة الفروق الفردية من خلال توفير بيئات تعلم استكشافية، كالتصميم الرقمي والمحاكاة، التي تُمكّن الطلاب من بناء المعرفة بشكل فردي، وتجربة أفكارهم وتعديلها بسرعة وأمان وبتكلفة منخفضة(أبوالنور، ٢٠٢٢؛ حسين أبو زيد et al., 2022). وتتوافق هذه المنهجية بشكل مباشر مع النظرية البنائية لبياجيه، حيث إنها تشجع المتعلم على القيام بأنشطة استكشافية لاختبار فرضياته، مما يسهل عملية بناء المعرفة وتوظيفها في سياقات جديدة(Asham et al., 2023).

لقد تناولت العديد من الدراسات السابقة فاعلية توظيف الحاسوب وتطبيقاته المتنوعة في التعليم التكنولوجي. فقد تقصت دراسات عديدة أثر استخدامه في محاكاة الدوائر الكهربائية ودوائر التحكم الصناعي والآلات الكهربائية (Maciejewski et al., 2017; Reinap, 2004; Salunke, 2015; صالح، ٢٠٢٣) بالإضافة إلى محاكاة نظم الطاقة المتجددة (Muhumuza et al., 2020). كما ركزت دراسات أخرى على دوره في تنمية المهارات العملية والجدارات الكهربية (أبوالنور، ٢٠٢٢؛ الحربي، ٢٠٢٤). وفي مجال الرسم الفني، تم بحث تطبيقه في تنمية مهارات الرسم الكهربي والميكانيكي والمعماري، إلى جانب القدرات المكانية والتفكير البصري (العربى، ٢٠٢٢؛ عبيد، ٢٠١٤؛ عمار، ٢٠٠٥) . وبناءً على هذه النتائج البحثية ، أوصى العديد من الباحثين، مثل (Jazayeri, 2004 ;سامية عمر فارس الديك، ٢٠١٠) بضرورة دمج الحاسوب وتطبيقاته في الممارسات التدريسية وتدريب المعلمين على استخدامه بفاعلية لتحقيق الأهداف التعليمية المرجوة.

وبناءً على تلك الدراسات التي أثبتت فاعلية استخدام الحاسوب في التعليم الصناعي والهندسي، ظهرت العديد من الأطر الإجرائية لتطبيق التدريس القائم على التصميم الرقمي والمحاكاة في التعليم الهندسي. فعلى سبيل المثال، اقترح (Jazayeri, 2004) نموذجاً يعتمد على مراحل متتابعة تبدأ بتحليل المتطلبات، ثم التصميم، فالتنفيذ والاختبار .وبشكل مشابه، أوضح(Salunke, 2015) أن تطبيق برامج المحاكاة يتطلب تحديد الأهداف، ثم التجهيز

للمحاكاة، فالإجراء والتنفيذ، وأخيراً التقييم واستخلاص النتائج. وتؤكد هذه النماذج مجتمعة على أهمية اتباع خطوات منهجية منظمة، مع التأكيد المستمر على الدور المحوري للمعلم كميسر للعملية التعليمية، وموجه للطلاب نحو بناء المعرفة وتوظيفها في سياقات جديدة.

رابعا: المحاكاة العملية في تدريس الرسم الفني الكهربي

تعد الممارسات العملية أحد أهم الاسس التي يقوم عليها التدريس الهندسي التكنولوجي، حيث لا يمكن لمنهج تقني بدون ممارسات عملية أن يحقق الجوانب الأساسية لأهدافه وغاياته (Juntan & Demchenko, 2024). لذلك فإن الممارسات العملية تعمل علي تعزيز الأهداف التعليمية، مثل التفاعل مع الاجهزة التقنية وفهم أساليب الاستقصاء العلمي وتطوير مهارات الملاحظة وتحليل البيانات العملية وحل المشكلات التقنية (Saha, 2022).

ومع اهمية الممارسات العملية فى التعليم التقني إلا أنها تواجه الكثير من التحديات التي تجعل التجارب المختبرات الكهربائية بحاجة إلى التحسين، وهذا ما أكد عليه (Welsh et al., 2008) . وقد يعود السبب في ذلك ان التجارب والمعامل الكهربية في معظم الكليات التكنولوجية والهندسية، يتم بها تكرار نفس النوع من التجارب المعملية التي تم تصميمها منذ فترة طويلة وبنفس التعليمات اللازمة لتشغيلها، إضافة الي التعليمات الفنية التي توجه الطلاب إلى اتباع خطوات محددة للحصول على النتائج المتوقعة، كما ان هذه المعامل العملية تفتقر إلى الصلة بمتطلبات عمل الخريجين حيث انها تعد تجارب نمطية قديمة (Mathew & Earnest, 2004) . لذا فان النماذج العملية اليدوية يمكن ان تساهم في حل هذه المشكلات من خلال تصميمها وبناؤها بما يتناسب مع واقع التدريس في المدارس الصناعية والكليات الجامعات التكنولوجية والامكانيات المتاحة بها وبما يحقق الاهداف التعليمية وربطها وتوظيفها في مواقف تعلمية صناعية حقيقية.

وعليه فإن التحول الجذري في فلسفة التعليم الصناعي، وتحديداً في مهن الهندسة الكهربية، يتطلب تبني نموذج تربوي متكامل يتجاوز أسلوب التلقين التقليدي، ويركز على بناء جدارات مهنية حقيقية من خلال خلق بيئة تعليمية فاعلة ومحفزة وداعمة وتحاكي قدر الإمكان تحديات وظروف بيئة العمل الحقيقية وتسمح بتطبيق معايير السلامة المهنية (Anatoliivna et al., 2019) . تقوم الفلسفة الحديثة على أن المتعلم كائن معرفي نشط يتفاعل مع الموقف التعليمي من خلال الخبرات السابقة، والمعتقدات، والخلفيات الثقافية. لذا، فإن التعلم الأكثر فعالية هو

الذي يبدأ بتفعيل هذه المعرفة السابقة وربطها بالمفاهيم الجديدة (Maciejewski et al., 2017).

علاوة على ذلك، يتم تحقيق التعلم بشكل أفضل عندما يتم تقديمه في سياق مشكلة أكبر أو مشروع عملي متكامل، وهذا ما يضمن أن المعرفة لا يتم قبولها كحقيقة مسلم بها، بل يتم تبريرها وفهمها وتطبيقها وممارستها بشكل متكرر حتى تصل إلى درجة الإتقان (Fernandes, 1996). وعليه فإن هذا التحول في كيفية اكتساب المعرفة يفرض بالضرورة تغييرًا في دور القائم بالتدريس ليصبح مرشدا لهم خلال مراحل التعلم الاسكتشافية ، وتصميم المهام التعليمية الهادفة، وطرح الأسئلة المحفزة للتفكير، وتوفير المصادر والأدوات في الوقت المناسب، وإدارة الديناميكيات داخل المجموعات ، وإتاحة الوقت والمساحة للتجربة والتفكير والربط وبناء المعرفة بأنفسهم(Louie et al., 2023).

وهذا ما دفع الباحثين في مجال التعليم التكنولوجي الي تطوير وبناء وتطوير وحدات ونماذج عملية لتنمية الجدارات العملية في تخصص الالكترونيات الصناعية والتحكم كدراسة (Khairudin, 2019; Ramadhan et al., 2017 ;أبو غنيمة & الزعليك، ٢٠٢٤) والتي تم فيها تطوير نماذج تعليمية للمساعدة في التدريب علي الميكروكنترولير والأردوينو فى الجامعات التكنولوجية، وفي المدارس الثانوية الفنية(Khairudin, 2019)، كذلك تم تطوير نماذج تدريبية علي اساسيات التحكم الإلكتروني في مجال السيارات (Tafakur, Sukaswanto, 2020)، والتدريب على أنظمة أتمتة المباني السلكية (Bhatt & Verma, 2015) ، ونموذج تعليمي للتدريب علي دوائر الكترونيات القوي والتحكم الرقمي (Choi et al., 2012; Elmas & Sönmez, 2010; Xin et al., 2025; Yamin et al., 2011)، كما تم تصميم وتنفيذ وحدة تعليمية يمكن تشغيلها والتديب عليها عن بعد وفي الموقع لتحسين عملية التدريب علي أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية(Cordeiro & Pires, 2020)، والتدريب علي نظم الطاقة الجديدة والمتجددة(Martin & Chebak, 2016).

خامسا: أسس النموذج المقترح القائم علي التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية

يستند النموذج المقترح الى نموذج التعلم البنائى والذي يتوافق مع بنائية "بياجيه"، بما تهتم به من تقديم تعليم يعتمد علي بناء المعرفة من قبل المتعلم من خلال ممارسته للتعلم النشط (كإستخدام التصميم الرقمي والمحاكاه العملية) في معالجته للمعلومات وتطوير بنيته المعرفية، وهذا ما يكون له الاثر الايجابي علي الجانب الوجداني لدي المتعلم ويعزز لديه التعلم الذاتي

ومهارات الاتصال والعمل الجماعي والتعلم مدى الحياة، مما يساهم في بناء المعرفة وتطوير النماذج الجديدة.

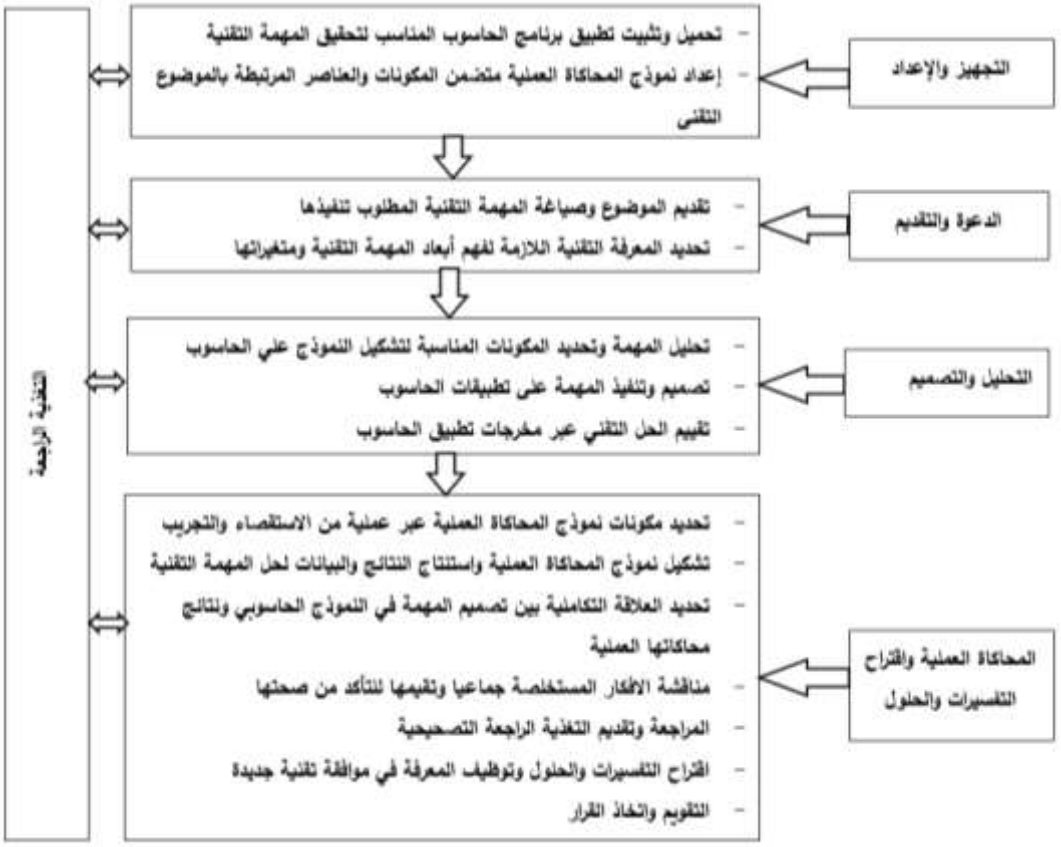
في ضوء ما تم عرضه سابقا في توظيف التصميم الرقمي والمحاكاه العملية في تدريس الرسم الفني الكهربي والتكامل والمبادئ المشتركة بينهم يمكن استخلاص الاسس التي يبني عليها نموذج التدريس المقترح .

- التعلم من خلال الممارسة قد يعزز الاعتماد علي الذات فى استخلاص النتائج ويزيد من القدرة على اكتساب خبرات جديدة.
- ارتباط التعلم بحاجة المتعلم واهتماماته، ضروري لتنمية البناء المعرفي للمتعلم وفهم الروابط بين الافكار بشكل أشمل.
- التدريس القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية قد يدعم التعلم الذاتي والجماعي ويشجع على تقدير الذات والتنظيم والتأمل والادراك.
- تزويد بيئة التعلم بأنشطة متعددة تسمح للمتعلم بالمشاركة الفعلية قد يعزز القدرة علي إتخاذ القرار لدي المتعلم وجعل دور المعلم التوجيه والارشاد.
- التدريس القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية يوفر بيئة تعلم نشطة، مما قد يشجع على التعلم العميق في مواقف التعلم وتوظيف المعرفة فى الواقع الحقيقي.
- ممارسة المحاكاة العملية قد يساهم في حل مشكلات الواقع الحقيقي وبناء معرفة ذات مغزي.
- توظيف التكامل بين المحاكاة العملية والتصميم الرقمي يتوافق مع اتجاهات التعلم الحديثة في مجال التعليم الصناعي.

وللتأكد من مدي ملائمة تلك الاسس كمرتكزات لتصميم مراحل النموذج التدريسي المقترح القائم علي التكامل بين استخدام التصميم الرقمي والمحاكاة العملية وتوظيفة في التدريس ، تم إعداد قائمة أولية منها، وعرضها علي مجموعة من السادة المتخصصين في مجال التكنولوجيا والتعليم الصناعي. وتم إجراء التعديلات اللازمة فى ضوء آرائهم سيادتهم، وبذلك أصبحت القائمة بصورتها النهائية كما تم عرضها بالاعلي.

سادسا: مراحل استخدام النموذج المقترح القائم علي التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية

تم إعداد نموذج التدريس المقترح بالارتكاز علي الأسس التي تم عرضها سابقا ، واستنادا علي توظيف التصميم الرقمي والمحاكاه العملية والتكامل والمبادئ المشتركة بينهم لتدريس الرسم الفني الكهربي، ويكون من اربعة مراحل رئيسية ينبثق من كلا منها خطوات فرعية وتربطها جميعا التغذية الراجعة كما هو موضح في المخطط التالى.



من خلال عرض المخطط التوضيحي لمراحل وخطوات توظيف النموذج المقترح القائم علي التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية يتضح ان النموذج يتكون من اربعة مراحل وعدد من الخطوات التفصيلية لكل مرحلة والتي تتظافر وتتكامل فيما بينها لانجاز المهام التدريسية المطلوبة وتحقيق الاهداف المرجوة. وقد تم التأكد من صلاحية النموذج التدريسي المقترح للتطبيق في تدريس مقرر الرسم الفني الكهربي ، من خلال عرضه علي مجموعة من المتخصصين [ملحق رقم (١)] ، وتجربته علي عينة استطلاعية قبل تطبيقة علي المجموعة التجريبية كما هو موضح بالاطار الاجرائي للبحث، وبذلك أصبح النموذج التدريسي المقترح

بصورته النهائية في دليل القائم بالتدريس [ملحق رقم (٢)]. وفيما يلي عرض لكل مرحلة من هذه المراحل الاربعة وخطوات تنفيذها ودور القائم بالتدريس ودور المتعلمين بها:

المرحلة الاولي: التجهيز والإعداد: ويتم ذلك من خلال تحميل وتثبيت تطبيق برنامج الحاسوب المناسب لتحقيق المهمة التقنية ، ثم إعداد نموذج المحاكاة العملية متضمن المكونات والعناصر الكهربية المرتبطة بالموضوع او المشكلة التقنية المطلوب دراستها ، وخلال هذه المرحلة يكون دور القائم بالتدريس توفير تطبيقات التصميم الرقمي المناسبة لإنجاز المهمة التقنية والمساعدة في تثبيتها علي جهاز الحاسوب ، وتجهيز النموذج العملي متضمن المكونات والعناصر الكهربية والالكترونية التى قد يحتاج الها الطلاب اثناء حل المهمة التقنية، والتأكد من صلاحية تطبيقات الحاسوب وفاعليتها والنماذج العملية ومدي تضمنها لقواعد السلامة والصحة المهنية.

المرحلة الثانية: الدعوة والتقديم ، ويتم بها تقديم الموضوع وصياغة المهمة التقنية المطلوب تنفيذها وتحديد المعرفة التقنية اللازمة لفهم أبعاد المهمة التقنية ومتغيراتها. ويكون دور القائم بالتدريس في هذه المرحلة عرض المهمة او المشكلة التقنية ومساعدة الطلاب على تحديد أهدافها ونطاقها، و بدورهم، يعمل الطلاب على فهم المشكلة وتحديد المعرفة والمفاهيم الفنية الأساسية التي يحتاجونها للتعامل معها وتحديد الافكار التخصصية المناسبة وتنقيحها لتحقق من صحتها ومناقشتها جماعيا لتقيمها.

المرحلة الثالثة: التحليل والتصميم تحليل المهمة وتحديد المكونات المناسبة لتشكيل النموذج علي تطبيق الحاسوب ، تصميم وتنفيذ المهمة على تطبيقات الحاسوب، تقييم الحل التقني عبر مخرجات تطبيق الحاسوب. ويتم ذلك تحت إشراف القائم بالتدريس الذي يمارس دور الموجِّه والميسِّر، من خلال طرح الأسئلة المحفزة وتقديم الدعم الفني دون إعطاء حلول جاهزة. ويكون دور المتعلمين في هذه المرحلة استكشاف المكونات والعناصر الكهربية المتعلقة بالمهمة واستخلاص الافكار التخصصية المناسبة وتنقيحها واختبار صحتها من خلال تحليل مخرجات تطبيق الحاسوب ثم ومناقشتها جماعيا لتقيمها ، والتحقق من مدى تحقيقه للأهداف المرجوة.

المرحلة الرابعة: المحاكاة العملية واقتراح التفسيرات والحلول تحديد مكونات نموذج المحاكاة العملية عبر عملية من الاستقصاء والتجريب تشكيل نموذج المحاكاة العملية واستنتاج النتائج والبيانات لحل المهمة التقنية تحديد العلاقة التكاملية بين تصميم المهمة في النموذج الحاسوبي ونتائج محاكاتها العملية مناقشة الافكار المستخلصة جماعيا وتقيمها للتأكد من صحتها المراجعة وتقديم التغذية الراجعة التصحيحية اقتراح التفسيرات والحلول وتوظيف المعرفة في

موافقة تقنية جديدة التقويم واتخاذ القرار. في هذه المرحلة يتولى المتعلم دور الباحث النشط؛ حيث يقوم بتشكيل نموذج المحاكاة العملي، ويستخلص البيانات بنفسه، ثم يقارن نتائجه مع النموذج الذي تم تشكيلة علي تطبيق الحاسوب للتحقق من صحة النتائج. من خلال النقاشات الجماعية، يطرح المتعلمون تفسيراتهم وحلولهم ويدافعون عنها بالأدلة. ويكون دور القائم بالتدريس في هذه المرحلة الميسِّر والمرشد لتشكيل النموذج العملي، إذ يدير الحوارات العميقة، ويقدم تغذية راجعة تصحيحية، ويشجع المتعلمين لتوظيف معرفتهم المكتسبة في مواقف تقنية جديدة، حتي يصل إلى تقيمهم بنائيا للتأكد من وصولهم الى الاهداف التدريسية المرجوة.

سابعا: دور النموذج التدريسي المقترح في تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني.

يرتكز النموذج التدريسي المقترح على التكامل المنهجي بين التصميم الرقمي (باستخدام تطبيقات الحاسوب) والمحاكاة العملية .وجوهر هذا التكامل هو تمكين الطالب من تطوير واستخدام أفكار محددة حول المكونات الكهربائية والعلاقات الوظيفية بينها، لفهم سلوك الدوائر الحقيقية. وفي كثير من الأحيان، يمكن أن تُسهم مكونات الحس التقني في استيعاب هذه العلاقات وتطبيقها بفاعلية، وبالتالي تصبح ممارسة التصميم والتنفيذ العملي متشابكة مع تنمية الحس التقني.

وقد دللت الأدبيات التربوية على أن انخراط المتعلمين في أنشطة تصميم وتنفيذ عملية، يوفر لهم فرصاً لممارسة عمليات تفكير متنوعة، ومنها صقل المهارات الأدائية والقدرات التشخيصية (BILYK, 2017; Scheminger & Mil'shtein, 2019). فالانتقال من الرسم النظري إلى التنفيذ المادي يتطلب من الطالب ليس فقط تطبيق مهارات الرسم الفني بدقة، بل أيضاً ممارسة الحس التقني من خلال التنبؤ بسلوك الدائرة، وتشخيص الأخطاء المحتملة، واتخاذ قرارات فنية سليمة.

إن دعم بيئة التصميم الرقمي بالمحاكاة العملية قد يوفر بيئة مواتية لتنمية كلا المهارتين بشكل متكامل. فمن خلال "التصميم الرقمي" يتعلم الطالب الرموز والمعايير، ويمارس مهارات الرسم الفني بدقة وسهولة. ومن خلال "المحاكاة العملية" يواجه الطالب تحديات العالم الحقيقي، مما يجبره على توظيف حسه التقني في ربط الرموز بمكوناتها المادية، وتشخيص أخطاء التوصيل، وفهم العلاقات السببية بشكل أعمق.

ومن ثم، يُتوقع أن يؤدي استخدام النموذج المقترح في تدريس الرسم الفني الكهربي إلى تعزيز قدرة المتعلم على تحديد واستخراج المعلومات الفنية المفيدة من المخططات، واستيعاب وتوظيف المهارات اللازمة لتصميم وتنفيذ الدوائر، والانخراط في عمليات عقلية وعملية لحل المشكلات التي لا تكون طرق حلها واضحة مسبقاً. وقد يؤول كل ذلك بالمتعلم للتمرس على المهارات والمكونات المتعلقة بالرسم الفني الكهربي والحس التقني.

ويُستَدل من ذلك، أن استخدام النموذج المقترح قد يؤدي إلى تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني لدى طلاب التعليم التكنولوجي، وهذا ما قصد البحث الحالي إلى التحقق من فاعليته تجريبياً.

فروض البحث: للإجابة عن اسئلة البحث والتحقق من أهدافه، تم صياغة الفرضيات التالية:

١. يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية ودرجات طلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الحس التقني لصالح أفراد المجموعة التجريبية.
٢. يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيق القبلي والتطبيق البعدي لمقياس الحس التقني لصالح التطبيق البعدي.
٣. يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية ودرجات طلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الرسم الفني الكهربي لصالح أفراد المجموعة التجريبية.
٤. يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الرسم الفني الكهربي لصالح التطبيق البعدي.

الإطار الإجرائي للبحث

للإجابة عن أسئلة البحث والتحقق من صحة فرضه تم القيام بالاجراءات التالية:

أولًا: اختيار المحتوى العلمي:

تم اختيار "الرسم الفني الكهربي لدوائر التركيبات المنزلية" ليكون الحقل التجريبي لهذه الدراسة ، حيث تضمن المحتوى العلمي ثلاثة وحدات، هي: " أساسيات الرسم الفني الكهربي والمعايير القياسية "، " دوائر الانارة والمآخذ الكهربية"، " المخططات الكهربية ولوحات التوزيع ". وذلك بمادة "الرسم الفني التخصصي" المقرر بالفصل الدراسي الاول للعام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥م على طلاب برنامج "تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم" بكلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي – جامعة بني سويف، وقد تم اختيار هذا المحتوي لمجموعة من المبررات المنهجية والتربوية والعملية التي تجعله بيئة مثالية لاختبار وتطبيق النموذج التكاملي القائم على دمج التصميم الرقمي والمحاكاة العملية، وتتمثل هذه المبررات في النقاط التالية:

- يتسم محتوي المقرر بازدواجية المعرفة والإجراء للمهارات ؛ حيث يتطلب من المتعلم إتقان جانب معرفي وتجريدي يتمثل في فهم الرموز، المعايير، منطق الدوائر، وقراءة المخططات، وهو ما يمكن تنميته بفعالية عبر التصميم الرقمي . وفي نفس الوقت، تتطلب إتقان جانب إجرائي وعملي يتمثل في القدرة على ترجمة هذه المخططات إلى توصيلات فيزيائية واقعية، وفهم التحديات المكانية والعملية للتنفيذ. وهذا ما يجعله مناسبا لاختبار أثر برنامج تعليمي يهدف تحديداً إلى التكامل بين هذين الجانبين، وقياس أثر هذا التكامل على سد الفجوة بين النظرية والتطبيق.
- يمثل الرسم الفني الكهربي "لغة التواصل" الأساسية والموحدة في جميع مجالات الهندسة الكهربائية والمهن التقنية المرتبطة بها. فالتقنين والتكنولوجين والمهندسين يعتمدون بشكل كلي على قدرتهم على قراءة وتفسير وإنشاء المخططات لتنفيذ المشاريع، وتشخيص الأعطال، وإجراء الصيانة بأمان. وبالتالي، فإن أي تحسين في طرق تدريس هذا المقرر وتنمية مهاراته له أثر مباشر وملموس على المقرارات الاخري التى يدرسها الطالب بشكل مباشر، وجودة تأهيل الخريجين وزيادة كفاءتهم المهنية وقدرتهم التنافسية في سوق العمل بشكل عام.
- لا يقتصر إتقان الرسم الفني الكهربي على مجرد حفظ الرموز أو اتباع الخطوات، بل يتطلب تنمية ما يعرف بـ "الحس التقني"، وهو قدرة فطرية ومكتسبة على فهم كيفية عمل

الأنظمة، وتوقع سلوكها، وتشخيص مشاكلها بشكل حدسي ومنطقي. النموذج التكاملي المقترح، الذي يربط بين التصميم الرقمي والتجربة العملية، مصمم خصيصًا لتنمية هذا الحس من خلال السماح للطالب بـ "رؤية" نتائج مخططاته المجردة بشكل فوري وملموس، وهو ما يجعل هذا المقرر بيئة مثالية لقياس نمو هذه المهارة المعرفية العليا.

- على عكس التعامل المباشر مع التركيبات الكهربائية الحقيقية التي قد تنطوي على مخاطر عالية، يتيح مقرر التركيبات المنزلية، عند تدريسه عبر نماذج المحاكاة، فرصة لتطبيق المفاهيم في بيئة آمنة ومحكومة. يمكن للطلاب ارتكاب الأخطاء والتعلم منها دون أي خطر على سلامتهم أو على المعدات، مما يشجع على الاستكشاف والتجريب وهما من أسس النظرية البنائية التي تستند إليها هذه الدراسة.
- تتميز مهارات الرسم الفني الكهربي بقابليتها للتحليل والتفكيك إلى مؤشرات أداء سلوكية دقيقة وقابلة للملاحظة والقياس (كما تم في قائمة المهارات [ملحق رقم(٣)]). حيث يمكن تقييم جودة رسم الطالب على الحاسوب بناءً على معايير واضحة (منها، الدقة، الالتزام بالمعايير)، كما يمكن تقييم صحة توصيلاته في نموذج المحاكاة بشكل قاطع (منها، الدائرة تعمل أو لا تعمل). هذه القابلية للقياس الموضوعي تجعل المقرر مناسبًا جدًا للدراسات التجريبية التي تتطلب مقارنة دقيقة بين المجموعات أو قياس أثر متغير معين.

ثانيا: اعداد قائمة مهارت الرسم الفني الكهربى:

تم الوصول الى قائمة مهارات الرسم الفني الكهربي التي يجب تنميتها لدى طلاب الفرقة الثانية برنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم من خلال اربعة مراحل اساسية تمثلت في:

- المرحلة الاولي: تم فيها مسح الأبحاث والدراسات التربوية والهندسية ذات الصلة التي تناولت مهارات الرسم الفني، وتصميم المناهج الكهربائية، والجدارات المطلوبة للفنيين والمهندسين الكهربائيين. حيث ساعد ذلك في تحديد الإطار النظري والمهارات الرئيسية التي ركزت عليها الدراسات المشابهة (ما تم عرضه في الاطار النظري بالمحور الثاني "مهارات الرسم الفني الكهربي"). كما تم تحليل محتوى عدد من المقررات الدراسية المماثلة والتي تعتمد علي مقرر الرسم الفني التخصصي بهدف تحديد الموضوعات والمهارات المشتركة التي تشكل جوهر هذا التخصص. بالاضافة الى انه تم الرجوع إلى المعايير الصناعية والأكواد الكهربائية المعتمدة لتحديد الممارسات الصحيحة والآمنة التي يجب أن

تنعكس في مهارات التصميم والتوثيق. وفي نهاية هذه المرحلة تم تحليل فصول الرسم الفني لدوائر التركيبات الكهربائية لتحديد المفاهيم والدوائر والإجراءات الأساسية التي يجب على المتعلم إتقانها.

- المرحلة الثانية: تمت بناءً على مخرجات التحليل المبدئي من المرحلة السابقة، حيث تم إعداد قائمة أولية للمهارات تم تنظيمها بشكل هرمي لتشمل ثلاثة مستويات، المستوى الاول تضمن المهارات الرئيسية والتي تمثل مجالات الجدارات العامة والواسعة للرسم للرسم الفني الكهربي، والمستوى الثاني تضمن المهارات الفرعية والتي تمثل تفكيكًا للمهارات الرئيسية إلى جدارات أكثر تحديداً وقابلية للقياس، اما المستوي الثالث فقد تضمن مؤشرات الأداء والتي تمثل السلوكيات الإجرائية الدقيقة والقابلة للملاحظة والتقييم، والتي تدل على إتقان الطالب للمهارة الفرعية.
- المرحلة الثالثة: تم عرض القائمة الأولية على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال تدريس مقررات الرسم الفني الكهربي والهندسة الكهربائية ، وذلك لضمان الصدق الظاهري وصدق المحتوى لقائمة المهارات، من خلال تقييم أهمية كل مهارة رئيسية وفرعية بالنسبة للطالب المستهدف، والتأكد من أن كل مهارة فرعية ومؤشر أداء ينتمي بالفعل للمهارة الرئيسية التي يندرج تحتها، تحديد ما إذا كانت قائمة المهارات تغطي جميع الجوانب الضرورية للمقرر، واقتراح أي مهارات ناقصة، والتأكد من أن صياغة المهارات ومؤشرات الأداء واضحة، دقيقة، وقابلة للقياس.
- المرحلة الرابعة: في ضوء الملاحظات والمقترحات القيمة التي قدمها السادة المحكمون، تم إجراء التعديلات اللازمة على القائمة الأولية. شملت هذه التعديلات إضافة بعض المهارات الفرعية التي أشار المحكمون إلى أهميتها (مثل المهارات المتعلقة بالمنزل الذكي وحسابات الأحمال)، تم دمج بعض المهارات المتشابهة أو المتداخلة لزيادة التركيز وتجنب التكرار، وتم تحسين صياغة بعض المهارات ومؤشرات الأداء لتكون أكثر دقة ووضوحً، وفي نهاية هذه المرحلة تم مراجعة القائمة النهائية لضمان وجود توازن منطقي بين المهارات المعرفية (المرتبطة بالتصميم الرقمي) والمهارات الأدائية (المرتبطة بالمحاكاة العملية) ، بما يخدم أهداف النموذج التكاملي المقترح.

أسفرت هذه المراحل الاربعة عن بناء القائمة النهائية لمهارات الرسم الفني الكهربي لدوائر التركيبات الكهربية، وقد تضمنت عدد (٢٠) مهارة رئيسية، وعدد (٥٠) مهارة فرعية، وعدد

(٣٥٠) مؤشر أداء سلوكي [ملحق رقم(٣)]، ، ويوضح الجدول التالي المهارات الرئيسة (٢٠ مهارة) وتوزيع الاعداد للمهارات الفرعية ومؤشرات الاداء لكل مهارة رئيسية. **وبذلك يكون قد تمت الإجابة على السؤال الاول للبحث وفقًا لنصه المذكور آنفًا.**

جدول (١): قائمة المهارات الرئيسية وتوزيع المهارات الفرعية ومؤشرات الاداء فى صورتها النهائية

م.	المهارات الرئيسية	المهارات الفرعية	مؤشرات الأداء
1	فهم الرموز وتطبيق المعايير	4	40
2	قراءة وتفسير المخططات	6	44
3	إتقان أدوات الرسم الرقمي	4	22
4	تصميم دوائر الإنارة البسيطة	3	25
5	تصميم دوائر الإنارة متعددة التحكم	2	15
6	تصميم دوائر المآخذ (القوى)	2	15
7	تطبيق مبادئ الحماية	2	16
8	تصميم دوائر التأريض	2	15
9	رسم الدوائر المخصصة للأجهزة	2	14
10	تصميم توزيعات العناصر في الفراغات السكنية	2	13
11	توثيق لوحات التوزيع المنزلية	2	12
12	تطبيق حسابات الأحمال	2	12
13	تصميم دوائر التحكم الذكية	2	12
14	تحليل وتدقيق المخططات	2	16
15	توظيف المخططات في حل المشكلات الفنية	2	16
16	اتخاذ القرارات التصميمية	2	16
17	تحديث الرسومات القائمة	2	17
18	إعداد حزمة رسومات متكاملة	2	13
19	التعاون والتواصل الفني باستخدام الرسومات	2	11
20	الالتزام بالسلامة المهنية في الرسم والتطبيق	4	19
الإجمالي	**(20) مهارة رئيسية**	**(50) مهارة فرعية**	**(350) اداء**

ثالثا: أبعاد قياس مهارات الرسم الفني الكهربي:

تم تحديد ابعاد قياس مهارات الرسم الفني الكهربي من خلال الاطار النظري بالمحور الاول " أبعاد قياس مهارات الرسم الفني الكهربي المناسبة لمجتمع البحث وأهميتها" وتضمنت المستويات الاربعة للنسق المعرفي بتصنيف مارزانو الجديد (الاسترجاع، الفهم، التحليل،

استخدام المعرفة) كأبعاد رئيسية لبناء وتقويم أدوات القياس. **وبذلك يكون قد تمت الإجابة على السؤال الثاني للبحث وفقًا لنصه المذكور آنفًا.**

ولقياس هذه الأبعاد بفاعلية، تم اتخاذ قرار منهجي بالاعتماد على اختبار تحصيلي-أدائي شامل تم إعداده خصيصاً للدراسة، وذلك بدلاً من استخدام بطاقة الملاحظة المباشرة. وقد تم تأييد هذا التوجه من قبل السادة المحكمين، نظراً لأن الاختبار يوفر التوازن الأمثل بين شمولية التغطية لجميع المهارات الفرعية، والموضوعية في التقييم، والكفاءة العملية في التطبيق على عينة البحث الكبيرة، بالإضافة إلى قدرته على قياس الجانبين المعرفي والأدائي للمهارة بشكل متكامل. وبذلك، يكون قد تم تحديد أبعاد القياس والأداة المنهجية المناسبة لها.

رابعا: تحديد مكونات الحس التقني:

تم تحديد ابعاد الحس التقني المناسبة لأفراد مجتمع الدراسة والتي تمت وتمثلت في خمسة ابعاد، وهي : الإحساس والانتباه، الإدراك والوعي، التصور والإدراك الذهني، اتخاذ القرار وحل المشكلة، سرعة الاستجابة وضغط الوقت. حيث تم التوصل الي هذه الابعاد الخمسة من خلال الخطوات التالية:

- الخطوة الاولي: تم مراجعة الدراسات التي تناولت الحس العملي والتقني، وتحليل المكونات التي قامت بقياسها أو تنميتها، وتحليل الأطر النظرية التي تصف عمليات التفكير وحل المشكلات في السياقات التقنية، مثل نظريات معالجة المعلومات ونماذج حل المشكلات، (ما تم عرضه في الاطار النظري بالمحور الثالث "الحس التقني")، وقد أسفر هذه الخطوة عن قائمة أولية واسعة من الابعاد المحتملة، حيث شملت أكثر من خمسة عشر بعدا مختلفًا.
- الخطوة الثانية: بعد تكوين القائمة الأولية، تم الانتقال إلى مرحلة تحليل المحتوى لربط المكونات النظرية بالمهام العملية الفعلية التي سيقوم بها الطالب في مقرر الرسم الفني الكهربي. حيث تم تحليل قائمة المهارات التفصيلية (٥٠ مهارة فرعية و ٣٥٠ أداءً) وطُرح سؤال جوهري "ما هي العمليات العقلية والذهنية الأساسية التي يحتاجها الطالب لإنجاز مؤشرات الأداء بنجاح؟"، وبناءا عليه تم تجميع الابعاد المتشابهة والمتداخلة من القائمة الأولية في فئات رئيسية أكثر شمولاً. على سبيل المثال، تم دمج مفاهيم مثل "الاستدلال الاستقرائي" و"الاستدلال الاستنباطي" ضمن المكون الأوسع "حل المشكلات". كما تم دمج

"الإدراك البصري" و"الإدراك المكاني" ضمن مكون "التصور والإدراك الذهني". وقد أدت هذه العملية إلى تقليص القائمة وتحديد خمسة أبعاد رئيسية.

- الخطوة الثالثة: تم عرض قائمة الابعاد الخمسة المقترحة مع تعريفاتها الأولية على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجال علم النفس التربوي والتعليم الصناعي لمراجعة التعريفات المقترحة لكل بُعد وتقييم أهميته بالنسبة للمهارات التقنية في مجال الكهرباء، والتأكد من أن كل مكون يمثل بُعدًا مستقلاً نسبيًا عن المكونات الأخرى، و تحديد ما إذا كانت الابعاد الخمسة المقترحة تغطي بشكل كافٍ العمليات الذهنية اللازمة. وفي ضوء آراء السادة المحكمين، تم إجراء التعديلات النهائية على القائمة وصياغة التعريفات الإجرائية لكل بُعد.

اسفرت هه الخطوات الثلاثة عن اعداد قائمة نهائية ومحكّمة لمكونات الحس التقني تتألف من خمسة ابعاد رئيسية، وهي : الإحساس والانتباه، الإدراك والوعي، التصور والإدراك الذهني، اتخاذ القرار وحل المشكلة، سرعة الاستجابة وضغط الوقت [ملحق رقم(٦)]. وقد تم استخدام هذه المكونات الخمسة كإطار نظري أساسي لبناء مقياس الحس التقني وتوجيه تصميم الأنشطة التعليمية التي تهدف إلى تنمية الحس التقني لدى عينة الدراسة. **وبذلك يكون قد تمت الإجابة على السؤال الثالث للبحث وفقًا لنصه المذكور آنفًا.**

خامسا: اعداد نموذج المحاكاة العملية:

تم تصميم وتطوير نموذج المحاكاة العملية استنادا إلى مراحل النموذج العام للتصميم التعليمي (ADDIE Model) (Hakim et al., 2022)، حيث تم ربط كل مرحلة بشكل مباشر بقائمة المهارات المحددة سلفًا (٢٠ مهارة رئيسية، ٥٠ فرعية، و ٣٥٠ مؤشر أداء) لضمان أن نموذج المحاكاة العملية النهائي يحقق الأهداف التعليمية بدقة. وفيما يلي عرض مختصر لكل مرحلة من هذه المراحل:

المرحلة الأولى: التحليل(Analysis)

وفيها تم تحديد المشكلة التعليمية ووضع الأسس لتصميم الحل. وقد شملت عملية التحليل ما يلي:

١. تحليل الاحتياجات التعليمية: تم تحديد الفجوة الرئيسية في التدريب التقليدي والتي تتمثل في صعوبة ربط الطلاب بين المخططات الكهربائية المجردة المرسومة على

الحاسوب وبين التوصيلات الفيزيائية الفعلية. وعليه، تم تحديد الحاجة الماسة إلى نموذج محاكاة عملي يسمح للطلاب بترجمة تصاميمهم الرقمية إلى دوائر كهربية تعطي وظيفية ملموسة.

٢. تحليل المحتوى والمهارات: تم إجراء تحليل دقيق لمحتوى مقرر "الرسم الفني الكهربي لدوائر التركيبات المنزلية". وقد أسفر هذا التحليل عن بناء قائمة المهارات الشاملة (٢٠ رئيسية، ٥٠ فرعية، ٣٥٠ أداء) .أصبحت هذه القائمة هي الوثيقة المرجعية الأساسية التي تحدد "ماذا" يجب أن يحتويه النموذج. وعليه تم اختيار المكونات التي سيتم تضمينها في النموذج بناءً على المهارات الفرعية ومؤشرات الأداء التي تتطلب تطبيقًا عمليًا.

٣. تحليل خصائص المتعلمين: تم الأخذ في الاعتبار أن الطلاب المستهدفين هم في مرحلة تعلم تأسيسية، مما استدعى تصميم نموذج يتسم بالوضوح، وسهولة الوصول للمكونات، مع التأكيد علي تضمين النموذج عناصر ووسائل السلامة الحماية.

٤. تحليل السياق والموارد: تم تحديد الموارد المتاحة (الميزانية، ورش التصنيع) والقيود، مما أدى إلى اختيار مواد التصنيع (الخشب) وتقنيات التنفيذ (الحفر بالليزر) التي تحقق التوازن بين الجودة التعليمية والتكلفة.

المرحلة الثانية: التصميم(Design)

بناءً على مخرجات مرحلة التحليل، تم في هذه المرحلة وضع المخطط التفصيلي للنموذج. وشملت الأنشطة الرئيسية:

١. تحديد المواصفات الوظيفية: تم تحديد قائمة نهائية بجميع المكونات الكهربائية التي يجب تضمينها في النموذج (قواطع، مفاتيح متنوعة، مآخذ، أحمال، مكونات ذكية، إلخ) لضمان تغطية جميع مؤشرات الأداء العملية المستهدفة في قائمة المهارات.

٢. تصميم المخطط التوزيعي: تم استخدام برنامج الاتوكاد لتصميم التوزيع المكاني للمكونات على سطح النموذج. وقد روعي في التصميم تحقيق توزيع منطقي يُسهل على الطلاب الوصول إلى نقاط التوصيل وتتبع مسارات الأسلاك، مع ترك مساحات كافية للعمل.

٣. تصميم التكامل البصري بين الرمز والمكون: تم القيام بحفر الرمز الكهربائي القياسي بجوار كل مكون مادي بهدف تعزيز مهارات التعرف على الرموز الكهربية ومكونات الحماية من خلال خلق ارتباط دائم وفوري بين المجرد (الرمز) والملموس (المكون).
٤. تصميم ميزات السلامة :تم تصميم دائرة الحماية الرئيسية لتشمل "مفتاح طوارئ" بارز، بالإضافة إلى القواطع الفرعية، لضمان قدرة الطالب أو المدرب على فصل الطاقة فورًا عند الحاجة.

في نهاية هذه المرحلة تم عرض التصميم النهائي للنموذج للتحكيم علي مجموعة من السادة اعضاء هيئة التدريس القائمين علي تدريس المقرر بالكليات التكنولوجية لتقيم هذه المرحلة قبل التصنيع، وفي ضوء ملاحظات سيادتهم تم تعديل التوزيع المكاني، وكان من هذه الملاحظات توزيع مفاتيح التحكم طرف ووسط السلم، حيث تم اعادة ترتيبها لتكون بالتتابع وفى اسفل اللوحة لتسهيل عملية التوصيل وتتبع مسارات التوصيل.

المرحلة الثالثة: التطوير (Development)

في هذه المرحلة، تم تحويل التصميمات والمخططات إلى نموذج مادي ملموس من خلال الخطوات التالية:

١. إعداد المواد: تم اختيار وتجهيز المواد الأساسية، ومنها ألواح الخشب (MDF/Plywood) والعناصر والمكونات الكهربائية الفعلية التي تم تحديدها في مرحلة التصميم.
٢. التصنيع والتجميع: تم قص وتجهيز الهيكل الخشبي للنموذج بابعاد ($120 \times 85 \times 8$) سم. بعد ذلك، تم استخدام ماكينة الحفر بالليزر لعمل الفتحات لتثبيت العناصر والمكونات المادية ولنقش الرموز الكهربائية والتسميات بدقة عالية على سطح النموذج، بناءً على ملف التصميم الرقمي من برنامج الاتوكاد، وبعدها تم تثبيت جميع المكونات الكهربائية في أماكنها المحددة وتوصيلها داخليًا لتكون جاهزة للاستخدام من قبل الطلاب.
٣. إعداد أدلة الاستخدام: تم تطوير اشارات إرشادية علي النموذج توضح مكونات النموذج وقواعد السلامة الخاصة بالتعامل معه.

٤. الإنتاج والتكرار: لخدمة أهداف التدريب العملي الجماعي، تم إنتاج نموذجين متطابقين بناءً على نفس التصميم والمواصفات ، عدا وحدات الاتصال الداخلي للتحكم الذكي تم تضمينها في نموذج واحد فقط بسبب ارتفاع تكاليف العناصر.

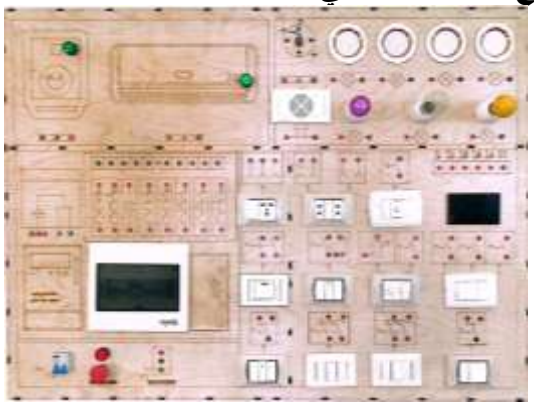
المرحلة الرابعة: التنفيذ(Implementation)

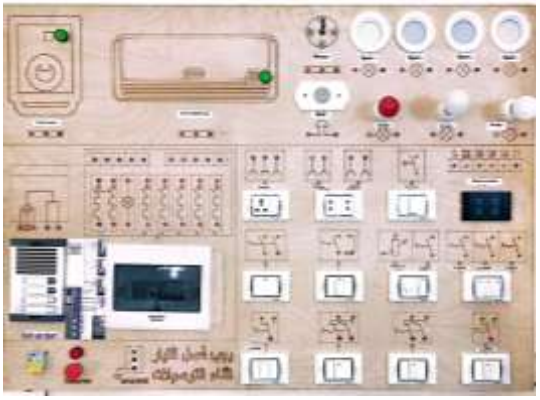
بعد تصميم وانتاج نموذج المحاكاة العملية وإعداد ادوات البحث في صورتهم النهائية تم بدء تنفيذ تجربة البحث الاستطلاعية.

المرحلة الخامسة: التقويم(Evaluation)

تم تطبيق استبانة لتحكيم نموذج المحاكاة العملي المقترح وعرضها علي السادة المحكمين لتقيمها في خمسة محاور [ملحق رقم(٩)]، ، تضمنت ، المحور الاول – الأهداف التعليمية ومدى ملاءمة المحتوى ، المحور الثاني– التصميم التربوي والتفاعلية ، المحور الثالث– الجودة الفنية والتصنيع ، المحور الرابع– تنظيم المكونات والتصميم البصري ، المحور الخامس– السلامة والأمان وقد افصح سيادتهم عند تحقيق مفردات هذه المحاور بدرجة عالية ، وأشار احدهم لاضافة جملة تحزيرية علي النموذج باللغة العربية وهي "يجب فصل التيار الكهربي اثناء التوصيل" ونظرا للاهميتها وبساطتها تم أضافتها علي النموذج المكرر من النموذج الاول. وبذلك أصبح نموذج المحاكاة العملية في صورته النهائية للاستخدام في التجربة الأساسية للدراسة كما هو موضح كما في الشكل التالي ، كما عرض تفاصيل وظائف مكوناته واستخدامه بدليل القائم بالتدريس [ملحق رقم(٢)].

الشكل النهائي لنموذج المحاكاة العملي





سادسا: خطوات ومراحل تصميم النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية:

- تم أولاً بناء الإطار المفاهيمي للنموذج التدريسي المقترح ضمن الإطار النظري بالمحور الثالث " النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية لتدريس الرسم الفني الكهربي". وقد تم تصميم النموذج ليتكون من اربعة مراحل متتابعة ومتكاملة، حيث انطوت كل مرحلة على عدد من الخطوات الإجرائية المحددة وذلك كما هو موضح بالبعد الفرعي " سادسا: مراحل استخدام النموذج المقترح القائم علي التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية" من المحور الثالث بالاطار النظري. تم هذا التصميم بناءً على الأسس النظرية المستخلصة من مراجعة الأدبيات والتي تم عرضها في البعد الفرعي " خامسا: أسس النموذج المقترح القائم علي التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية" ، وتحديداً من خلال الإفادة من نماذج التعلم المدمج التي تدمج بين التكنولوجيا والتعليم التقليدي، ونماذج التعلم القائم على المحاكاة التي أثبتت فعاليتها في تدريس المهارات التقنية. وقد تم تفصيل هذه المراحل وخطواتها الإجرائية ضمن الإطار النظري للبحث.
- كجزء أساسي من تصميم النموذج، تم تحديد الأدوار المتوقعة لكل من القائم بالتدريس والمتعلم في بيئة التعلم المقترحة. وقد تم تبيان هذه الأدوار بشكل يتماشى مع فلسفة النموذج، وقد تم توضيح هذه الأدوار بالتفصيل ضمن المحور الثالث من الإطار النظري للبحث بالبعد الفرعي " سادسا: مراحل استخدام النموذج المقترح القائم علي التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية".
- للتأكد من صلاحية النموذج المقترح وقابليته للاستخدام في تدريس مقرر الرسم الفني الكهربي، تم عرضه في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في مجالات تكنولوجيا التعليم، وتعليم الهندسة الكهربائية، وعلم النفس التربوي. وقد أفاد سيادتهم بمناسبة النموذج بشكل عام لأهداف الدراسة، مع تقديم بعض الملاحظات والتعديلات الطفيفة التي تم إجراؤها على النسخة النهائية للنموذج.

لمزيد من الاطمئنان لصلاحية النموذج التدريسي للتطبيق العملي، تم تجربته على عينة استطلاعية قوامها (20) طالبًا وطالبة من نفس مجتمع البحث بنهاية الفصل الدراسي الاول من العام الدراسي ٢٠٢٣/٢٠٢٤، وذلك قبل تطبيقه على مجموعة الدراسة الأساسية. تم خلال

التجربة الاستطلاعية تم تدريس محتوى الوحدة الأولى ("أساسيات الرسم الفني والمعايير القياسية") بإطار زمني محدد (لقاءان تدريسيان، بواقع ٤ ساعات لكل لقاء). وقام الباحث بملاحظة تفاعل الطلاب مع مراحل النموذج الاربعة، ومدى انتقالهم بسلاسة بين أنشطة الحاسوب وأنشطة المحاكاة العملية، وقدرتهم على تحقيق الأهداف التعليمية المحددة. وقد أظهرت نتائج الملاحظة والتغذية الراجعة من الطلاب صلاحية النموذج للتطبيق، وقدرته على إشراك الطلاب بفعالية، ومن ثم أصبح النموذج التدريسي المقترح في صورته النهائية جاهزًا للاستخدام في التجربة الأساسية للدراسة. **وبذلك يكون قد تمت الإجابة على السؤال الثالث للبحث وفقًا لنصه المذكور آنفًا.**

سابعا: دليل القائم بالتدريس:

لتيسير تطبيق النموذج التدريسي المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية، تم إعداد "دليل القائم بالتدريس" ليكون أداة إجرائية ومرجعية للقائم بالتدريس. يهدف الدليل إلى توجيه القائم بالتدريس في تنفيذ الأنشطة التعليمية وفقًا لمراحل النموذج المقترح، وتوضيح كيفية تحقيق التكامل بين بيئة الرسم الرقمي وبيئة المحاكاة العملية، بما يساعد على تحقيق الأهداف المرجوة من تدريس المقرر. يمتاز الدليل بمرونة إجراءاته، حيث يحرر مستخدمه من الالتزام الحرفي بالخطوات ويتيح له التعديل والإضافة في ضوء استجابات الطلاب وظروف الموقف التعليمي، شريطة الالتزام بالفلسفة والاسس الأساسية للنموذج المقترح. وقد تضمن الدليل: مقدمة توضح فلسفة النموذج التكاملي وأهميته، وتوجيهات وإرشادات عامة للقائم بالتدريس حول إدارة بيئة التعلم التكاملية، وشرح تفصيلي للأسس التي يرتكز عليها النموذج التدريسي ومراحله الاربعة، والأهداف العامة للمقرر والأهداف السلوكية (الإجرائية) لكل لقاء تدريسي من اللقاءات الثمانية، والخطة الزمنية المقترحة لتدريس الموضوعات، وخطة تنفيذ تفصيلية لكل موضوع من موضوعات المقرر وفقا لمراحل النموذج المقترح.

كما اشتمل الدليل علي قائمة بمهارات الرسم الفني الكهربي المطلوب تنميتها لدي عينة البحث، والتي تتألف من (20) مهارة رئيسية، و (50) مهارة فرعية، و (350) مؤشر أداء سلوكي [ملحق رقم(٤)]، ، وقد رُعي اثناء اعداد تلك القائمة ان تكون ذات ببنية هرمية واضحة تبدأ بالمهارات الرئيسية العامة ، ثم يتم تفكيكها إلى مهارات فرعية أكثر تحديداً ، وتنتهي بمؤشرات أداء سلوكية دقيقة وقابلة للملاحظة، هذا وقد تم تحديد تلك المؤشرات الي مؤشرات أداء خاصة بـ "بالتصميم الرقمي" لتكون اكثر تركيزاً على الجوانب المعرفية

والتخطيطية للمهارة ، وأخرى خاصة بـ "المحاكاة العملية" لتركز على الجوانب الأدائية والحسية الحركية. كما اشتمل الدليل علي مصفوفة تحليلية للمحتوى [ملحق رقم(٥)]، ، والتي تهدف إلى تحويل التوزيع النوعي للمهارات عبر الوحدات الدراسية إلى بيانات كمية دقيقة. تستند هذه المصفوفة إلى قائمة مؤشرات الأداء السلوكية التي تم إعدادها مسبقاً، حيث تم حساب الوزن النسبي لتنمية كل مهارة فرعية داخل كل موضوع من الموضوعات الثمانية والمشروع النهائي لكل لقاء تدريسي. وتوفر هذه المصفوفة رؤية واضحة للقائم بالتدريس حول كثافة التركيز على كل مهارة في كل موضوع، حيث تشير النسبة المئوية العالية إلى أن الموضوع مخصص بشكل أساسي لتنميتها، بينما تعني النسبة المنخفضة أنها تُمارس بشكل تطبيقي أو كمراجعة. ويمكن استخدام هذه "كخريطة تعلم" ليس فقط لتوجيه جهود التدريس والتنبؤ بأي فجوات محتملة، بل أيضاً لمساعدة الطلاب على فهم المسار البنائي لاكتسابهم للمهارات بشكل تراكمي طوال فترة دراسة المقرر.

اشتملت خطة تنفيذ كل موضوع على: الأهداف التدريسية الخاصة باللقاء، وقائمة بالمهارات الفرعية المستهدفة مؤشرات الأداء القابلة للملاحظة، والمواد ومصادر التعلم المطلوبة ، والزمن المقترح لكل نشاط، بالإضافة إلى وصف دقيق لإجراءات التدريس وفقًا لنموذج التدريس المقترح القائم علي التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية. كما وصفت إجراءات سير الأنشطة العملية بشكل مفصل، حيث تم توضيح كيفية استخدام نموذج المحاكاة العملي. وقد تم إعداد هذا النموذج مسبقاً (إعداد الباحث) ليسمح للطالب بتشكيل نماذج فعلية للدوائر التي يصممها، وتركيب وفك واستبدال المكونات الكهربائية المختلفة بسهولة وأمان. وقد صُمم النموذج بشكل جاهز لكون إعداده يتطلب وقتاً وإمكانات قد لا تتوافر للطلاب، ولكنه لا يُفرض عليهم، بل يُشجعون على التفكير في تصميمات بديلة. بالإضافة إلى ذلك، تضمنت خطط الدروس تحديد برامج الحاسوب المطلوبة(Visio) ، والتأكد من توافر مكتبات الرموز اللازمة. كما اشتملت الإجراءات على صور توضيحية، وعروض تقديمية، وأوراق عمل، وبطاقات أنشطة، بالإضافة إلى إرشادات حول كيفية تطبيق أدوات التقييم التكويني (مثل بطاقة الملاحظة) والحصول على التغذية الراجعة الفورية.

وقد تم عرض "دليل القائم بالتدريس" في صورته الأولية على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين في تكنولوجيا التعليم وتعليم الهندسة الكهربائية، وذلك لإبداء الرأي حول مدى وضوحه وقابليته للتطبيق. وقد أشار سيادتهم إلى صلاحية الدليل، مع تقديم بعض النصائح

القيمة مثل تزويد الدليل بصور واضحة لنموذج المحاكاة وكيفية توصيل الدوائر المعقدة. وقد تم مراعاة هذه الملاحظات في الصياغة النهائية للدليل، وبذلك أصبح "دليل القائم بالتدريس" صالحًا وجاهزًا للاستخدام في تطبيق التجربة البحثية [ملحق رقم(٢)].

ثامنا: إعداد أداتي القياس (إعداد الباحث)

لتحقيق أهداف البحث وقياس المتغيرات بشكل دقيق، تم إعداد أداتين رئيسيتين هما:

- **مقياس الحس التقني لطلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي (إعداد الباحث).**
- **اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي لدوائر التركيبات المنزلية (إعداد الباحث).**

وفيما يلي عرض تفصيلي لخطوات إعداد كل أداة:

١- **مقياس الحس التقني:** تم إعداده وفقًا للخطوات المنهجية التالية:

- **الهدف من المقياس** :قياس مستوى الحس التقني لدى طلاب برنامج (تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم)، وتحديدًا تصوراتهم الذاتية حول قدراتهم في هذا المجال.
- **أبعاد المقياس** :تم تحديد أبعاد الحس التقني المناسبة لمجتمع البحث من خلال الإطار النظري للدراسة، وتمثلت في خمسة أبعاد رئيسية، هي: (١) الإحساس والانتباه، (2) الإدراك والوعي، (٣) التصور والإدراك الذهني، (٤) اتخاذ القرار وحل المشكلة، و(٥) سرعة الاستجابة وضغط الوقت.
- **صياغة المفردات** :تم الإفادة من الأدبيات والدراسات السابقة التي تناولت قياس الحس التقني والاستعدادات الفنية، وذلك في صوغ مفردات المقياس وفقًا لطريقة ليكرت خماسية الاستجابة (تنطبق تمامًا، تنطبق، أحيانًا، لا تنطبق، لا تنطبق تمامًا). وقد روعي أن يكون جزء من هذه المفردات إيجابي الصياغة، والجزء الآخر سلبي الصياغة لتجنب تحيز الاستجابة، وأن تكون واضحة ومناسبة للمستوى اللغوي والمعرفي لطلاب مجتمع البحث.
- **طريقة الاستجابة والتصحيح** :يستجيب الطلاب على مفردات المقياس بوضع علامة (✓) أمام الاستجابة التي يرونها مناسبة. وتقدر درجة المفردة الموجبة الصياغة بـ (٥، ٤، ٣، ٢، ١) على الترتيب، ويتم عكس هذا الترميز في حالة المفردات سلبية الصياغة حيث تقدر بـ(١، ٢، ٣، ٤، ٥).

- **الصورة الأولية للمقياس:** تضمنت (30) مفردة، وزعت بالتساوي على أبعاد المقياس الخمسة، بواقع (٦) مفردات لكل بُعد.
- **آراء السادة المحكمين** :تم عرض المقياس في صورته المبدئية على السادة المحكمين لتعرف آرائهم حول :مدى وضوح الصياغة اللغوية، وارتباط كل مفردة بالبُعد الذي تنتمي إليه، ومناسبة المفردات بشكل عام لمجتمع البحث. وقد أشار سيادتهم إلى سلامة المفردات ومناسبتها، مع بعض التوصيات الطفيفة لتحسين الصياغة والتي تم الأخذ بها.
- **حساب الخصائص السيكومترية للمقياس:** تم تطبيق مقياس الحس التقني على عينة استطلاعية قوامها (54) طالبًا وطالبة من نفس مجتمع البحث، والذين سبق لهم دراسة مقرر الرسم الفني الكهربي، وقد تم ذلك في نهاية الفصل الدراسي الاول من العام الجامعي ٢٠٢٣/٢٠٢٤م وذلك لحساب ما يلي:
  - **ثبات المقياس:** تم تقدير ثبات المقياس بطريقة "ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha)" .وقد تراوحت قيم معاملات "ألفا" لأبعاد المقياس من (٠.٧٩٢) و (٠.٨٣٢) في حين بلغت القيمة للمقياس ككل (٠.٨٧٢) .وجميعها قيم مقبولة إحصائيًا، كما هو موضح فى جدول (٢)، مما يدل على أن المقياس يتمتع بدرجة ثبات مناسبة.

جدول (٢): قيم معاملات "ألفا" كرونباخ لأبعاد مقياس الحس التقني

المكون	الإحساس والانتباه	الإدراك والوعي	التصور والإدراك الذهني	اتخاذ القرار وحل المشكلة	سرعة الاستجابة وضغط الوقت
معامل الفا كرونباخ	٠.٨٣٢	٠.٧٩٢	٠.٨١٣	٠.٧٧٣	٠.٧٢٩

كما تم فحص معامل ألفا في حالة حذف كل مفردة على حدة (Alpha if Item Deleted) لكل بُعد من الأبعاد في صورته النهائية. وقد وُجد أن جميع معاملات ألفا في حالة غياب أي مفردة كانت تقل عن معامل ألفا الكلي للبُعد الذي تنتمي إليه، مما يؤكد أهمية كل مفردة من المفردات المتبقية، وأن حذف أي منها لن يسهم في رفع معامل ثبات البُعد الذي تنتمي إليه، بل سيضعفه

- **الاتساق الداخلي:** تم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للبُعد الذي تنتمي إليه وكان معامل الارتباط بين المفردات – المرادف

لمصطلح " الاتساق الداخلي" حيث تراوحت بين (٠.٣٨٥ :٠.٤٥٢) وجميعها قيم مقبولة، مما يشير الى مقبولية الاتساق الداخلي لمفردات المقياس. وكذلك تم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل بُعد والدرجة الكلية للمقياس، حيث تراوحت معاملات الارتباط من (٠.٧٦٢ :٠.٨٣١). وقد جاءت جميع معاملات الارتباط دالة إحصائيًا عند مستوى (0.01)، مما يدل على صلاحية المقياس للتطبيق.

- الصورة النهائية لمقياس الحس التقني :بعد التأكد من خصائصه السيكومترية، أصبح المقياس في صورته النهائية جاهزًا للاستخدام ويتضمن (٣٠) مفردة.
- **مدي وضوح المعاني وتعليمات المقياس:** أفصح افراد المجموعة الاستطللاعية عن وضوح صياغة مفردات مقياس الحس التقني، وبذلك اصبح المقياس مناسب للتطبيق علي عينة البحث.
- **الصورة النهائية لمقياس الحس التقني:** اشتمل المقياس في صورة النهائية علي (٣٠) مفردة [ملحق رقم(٦)]، ودرجته العظمي (١٥٠ درجة) ، ويوضح الجدول (٣) التالي ابعاد وتوصيف المقياس.

جدول (٣): توصيف مقياس الحس التقني

م	أبعاد المقياس	أرقام العبارات		عدد المفردات	الوزن النسبي
		الموجبة	السالبة		
١	الإحساس والانتباه	١، ٢، ٤	٣، ٥، ٦	٦	%٢٠.٠٠
٢	الإدراك والوعي	٨، ٩، ١٠	٧، ١١، ١٢	٦	%٢٠.٠٠
٣	التصور والإدراك الذهني	١٣، ١٤، ١٨	١٥، ١٦، ١٧	٦	%٢٠.٠٠
٤	اتخاذ القرار وحل المشكلة	١٩، ٢٣، ٢٤	٢٠، ٢١، ٢٢	٦	%٢٠.٠٠
٥	سرعة الاستجابة وضغط الوقت	٢٥، ٢٧، ٢٩	٢٦، ٢٩، ٣٠	٦	%٢٠.٠٠
	المجموع	١٥	١٥	٣٠	%١٠٠.٠٠

٢- اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي:

أُعد هذا الاختبار لقياس الجانب المعرفي والأدائي لمهارات الرسم الفني الكهربي لدوائر التركيبات الكهربية المنزلية، وقد مر بالخطوات التالية:

- **الهدف من الاختبار:** قياس مستوى إتقان طلاب برنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم بكلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي لمهارات الرسم الفني الكهربي في مجال التركيبات الكهربية المنزلية، وذلك في ضوء المستويات الأربعة للنسق المعرفي بتصنيف مارزانو.
- **أبعاد الاختبار** :وفقًا لما تم تحديده في الإطار النظري، حُددت أبعاد الاختبار الأربعة للنسق المعرفي بتصنيف "مارزانو" الجديد (MNT)، وهي: (الاسترجاع، الفهم، التحليل، توظيف المعرفة)
- **صياغة مفردات الاختبار** :تم الاطلاع على عدد من الأدبيات والأدوات التقييمية التي تناولت قياس المهارات العملية في المجالات الهندسية والتقنية كما تم عرضها في الاطار النظري. وتم الاستفادة منها في صياغة مفردات الاختبار وفقًا لطبيعة كل مستوى معرفي من تصنيف بتصنيف "مارزانو" الجديد. حيث صيغت مفردات بُعد "الاسترجاع" بجزأين: جزء من نمط "الاختيار من متعدد" ذي البدائل الأربعة لقياس عملية "التعرف"، والجزء الآخر من نمط "الاستجابة الإنشائية القصيرة" لقياس عملية "الاستدعاء". بينما صيغت مفردات أبعاد "الفهم"، "التحليل"، و"توظيف المعرفة" من نمط "الاستجابة الإنشائية الموسعة"، والتي قد يتطلب بعضها من الطالب تقديم رسوم تخطيطية أو جداول للمقارنة
- **طريقة الاستجابة والتصحيح:** لتقدير استجابات الطلاب، تم تصميم الاختبار بجزأين؛ الجزء الأول من نمط "الاختيار من متعدد" ويُمنح الطالب درجة واحدة للاستجابة الصحيحة. أما الجزء الثاني فهو من نمط "الاستجابة الإنشائية"، حيث تقدر درجات مفردات "الاستدعاء" من درجة إلى درجتين، بينما تقدر درجات مفردات مستويات الفهم والتحليل وتوظيف المعرفة من درجة إلى ثلاث درجات وفقًا لقواعد تقدير متدرجة مُعدة لذلك، مع إعطاء صفر للإجابة الخاطئة أو المتروكة. وقد أُتيحت أماكن مخصصة للإجابة في كراسة الاختبار نفسها تيسيرًا على الطلاب، وتم إعداد مفتاح تصحيح مفصل للاختبار [ملحق رقم (٨)].
- **الصورة الأولية للاختبار** : تضمن اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي في صورته الأولية (٢٧) مفردة، وُزعت على المستويات المعرفية الأربعة؛ حيث اشتمل مستوى "الاسترجاع" على (٨) مفردات [منها (٦) اختيار من متعدد و(٢) استجابة قصيرة]،

بينما توزعت بقية المفردات الإنشائية الموسعة وعددها (١٩) مفردة على مستويات الفهم (٦ مفردات)، والتحليل (٧ مفردات)، وتوظيف المعرفة (٦ مفردات).

- **آراء المحكمين** :تم عرض الاختبار في صورته الأولية، بالإضافة إلى جدول توصيفه، على مجموعة من المتخصصين. وقد أشار سيادتهم إلى سلامة الاختبار بشكل عام، مع تقديم بعض الملاحظات حول إعادة صياغة بعض البدائل لتكون أكثر تمويهًا، وتعديل سؤالين ليتناسبا بشكل أفضل مع مستوى التفكير المستهدف، وقد تم مراعاة ذلك.
- **آراء المحكمين:** بعد إعداد الصورة الأولية للاختبار، تم عرضها على مجموعة من المتخصصين في مجال تكنولوجيا الصناعة والطاقة والقياس التربوي. وقد أشار سيادتهم إلى بعض الملاحظات التي تم أخذها في الاعتبار، منها على سبيل المثال: إعادة صياغة بعض البدائل في أسئلة الاختيار من متعدد لتكون أكثر دقة، وتوضيح المطلوب بشكل أفضل في بعض الأسئلة الإنشائية لضمان فهم جميع الطلاب للسؤال بنفس الطريقة.
- **الخصائص السيكومترية للاختبار:** تم تطبيق اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي على نفس العينة الاستطلاعية لحساب الخصائص السيكومترية والتي بلغ عددها (٥٤) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الثالثة ببرنامج تكنولوجيا الالكترونيات الصناعية والتحكم ، والذين سبق لهم دراسة المحتوي العلمي لمقرر الرسم الفني الكهربي ، وقد تم ذلك في نهاية الفصل الدراسي الاول من العام الجامعي ٢٠٢٣/٢٠٢٤م وذلك لحساب ما يلي:

- **ثبات المقياس:** للتأكد من ثبات اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي، تم حساب معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لأبعاد الاختبار. وقد أظهرت النتائج أن المقياس يتمتع بدرجة مقبولة من الثبات، حيث بلغت قيمة معامل ألفا للاختبار ككل (٠.٨١٧). كما تراوحت قيم معاملات الثبات للأبعاد الفرعية بين (٠.٧٥٥) و (٠.٧٩٢)، وهي قيم مقبولة إحصائيًا وتشير إلى وجود درجة مناسبة من الثبات، كما يوضحها جدول (٤).

جدول (٤): قيم معاملات "ألفا كرونباخ" لأبعاد اختبار "مهارات الرسم الفني الكهربي"

البُعد	الاسترجاع	الفهم	التحليل	توظيف المعرفة

معامل ألفا كرونباخ	0.761	0.755	0.792	0.788

ولفحص مساهمة كل مفردة في ثبات بُعدها، تم تحليل قيمة "ألفا في حالة حذف المفردة" (Alpha if Item Deleted). وأظهرت النتائج أن حذف معظم المفردات يؤدي إلى انخفاض معامل الثبات للبُعد الذي تنتمي إليه. ورغم أن حذف المفردتين (١٤) و (٢٧) كان ليرفع قيمة ألفا بشكل طفيف، فقد تم الإبقاء عليهما نظرًا لأهمية محتواهما ولكون قيم الثبات الحالية للأبعاد مقبولة إحصائيًا.

- **الاتساق الداخلي:** تم التحقق من الاتساق الداخلي للمقياس من خلال فحص نوعين من الارتباطات.

أولاً، أظهر حساب "متوسط معاملات الارتباط بين المفردات" داخل كل بُعد قيمًا مقبولة تراوحت بين (٠.٢٨٨) و (٠.٣٩٥) (جدول (5))، مما يشير إلى وجود درجة مقبولة الاتساق الداخلي بين مفردات كل بُعد على حدة لمفردات الاختبار.

جدول (٥): قيم معاملات الاتساق الداخلي للاختبار (متوسط الارتباط بين المفردات)

البُعد	الاسترجاع	الفهم	التحليل	توظيف المعرفة	الاختبار ككل
معامل الاتساق الداخلي	0.345	0.321	0.395	0.387	0.288

ثانيًا، تم حساب معاملات الارتباط بين درجات كل بُعد والدرجة الكلية على المقياس، حيث كشفت النتائج (جدول (٦)) عن وجود ارتباطات مقبولة تراوحت بين (٠.٧٠٥) و (٠.٨٨١)، وجميعها دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١). وتؤكد هذه النتائج مجتمعة على تمتع المقياس باتساق داخلي مقبول احصائيا وهو مما يدل علي ان الاختبار صالحًا للتطبيق.

جدول (٦): قيم معاملات الارتباط بين كل بُعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية

البُعد	الاسترجاع	الفهم	التحليل	توظيف المعرفة
قيمة (ر)	0.705	0.823	0.881	0.864

- **معاملات الصعوبة والتمييز للمفردات:** حُسبت معاملات صعوبة مفردات اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي. بالنسبة لمفردات "الاختيار من متعدد"، تم حسابها كنسبة الطلاب الذين أجابوا إجابة صحيحة .وبالنسبة للمفردات الإنشائية، حُسبت

بقسمة متوسط الدرجات المحققة على الدرجة العظمى للمفردة. وفقد انحصرت قيمها في المدى (٠.٣١ : ٠.٨٢). ويشير هذا التوزيع إلى أن الاختبار يتمتع بتدرج جيد في مستوى الصعوبة، حيث يشتمل على مفردات تتنوع بين الصعبة نسبيًا ومتوسطة السهولة، مع خلوه من المفردات ذات السهولة المفرطة (أعلى من ٠.٩٠) أو الصعوبة المفرطة (أقل من ٠.٢٠). أما بالنسبة لمعاملات التمييز، فقد تم تقديرها من خلال حساب معامل الارتباط بين درجة الطالب على المفردة ودرجته الكلية على الاختبار، فقد أظهرت النتائج أن جميع مفردات الاختبار تقع في المدي المقبول حيث تراوحت قيم معاملات التمييز بين (٠.٣٢٠) و (٠.٧٥٥)، وجميعها قيم مقبولة إحصائيًا. وتؤكد هذه النتائج على أن كل مفردة في الاختبار تساهم بفعالية في التمييز بين الطلاب ذوي الأداء المرتفع والطلاب ذوي الأداء المنخفض في المهارة الكلية المقاسة.

- **تحديد الزمن المناسب للاختبار:** تم تقدير الزمن اللازم للاختبار إجرائيًا من خلال تسجيل زمن انتهاء كل طالب من أفراد العينة الاستطلاعية. وبتحليل هذه الأزمنة، تبين أن متوسط زمن الاستجابة بلغ تقريبا (٨٥) دقيقة. وعلى ضوء هذه النتيجة، اعتُبر الزمن المناسب للاختبار هو (٩٠) دقيقة.
- **وضوح تعليمات الاختبار والمفردات:** تم استطلاع آراء أفراد العينة الاستطلاعية حول وضوح صياغة التعليمات والمفردات. وقد أظهرت استجاباتهم وجود فهم عام وواضح لمتطلبات الاختبار، ومناسبة لغته لمستواهم الأكاديمي. وعلى الرغم من وجود بعض الاستفسارات حول مصطلحات تقنية دقيقة (مثل "قواطع تاندم" و "As–Built")، فقد تم اعادة صياغتها وعرضها علي الطلاب مجددا للتأكد من وضوحها قبل التطبيق النهائي، مما عزز من الصدق الظاهري للاختبار ودل علي ملائمته للعينة المستهدفة.
- **الصورة النهائية لاختبار مهارات الرسم الفني الكهربي:** بعد التحقق من خصائصه السيكومترية، أصبح الاختبار في صورته النهائية يتكون من (27) مفردة . درجته العظمى (67) درجة [ملحق رقم(٧)]، ودرجته الصغرى صفر وفقا لما تم عرضه سابقا لتقدير الدرجات .ويوضح جدول (٧) توصيفه النهائي.

جدول (٧): توصيف اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي

الوحدة	الموضوعات	أرقام الأسئلة في أبعاد الاختبار				عدد المفردات ودرجاتها			
		الاسترجاع	الفهم	التحليل	توظيف المعرفة	عدد المفردات	النسبة	جملة الدرجات	نسبة الدرجة
الأولي	الاول	3	11	--	27	3	11.1%	7	10.4%
	الثاني	2	--	18, 20	25	4	14.8%	10	14.9%
الثانية	الاول	7	13	17	--	3	11.1%	8	11.9%
	الثاني	1	9	--	23	3	11.1%	7	10.4%
	الثالث	6	14	16	22	4	14.8%	10	14.9%
الثالثة	الاول	4	10	15	--	3	11.1%	7	10.4%
	الثاني	5	--	21	24	3	11.1%	7	10.4%
	الثالث	8	12	19	26	4	14.8%	11	16.4%
الاجمالي	العدد الكلي للمفردات	8	6	7	6	27	100.0%	67	100.0%
	الدرجة العظمى	10	18	21	18	--	--	67	100.0%

عاشرا: التصميم التجريبي وإجراءات التجربة الميدانية:

لتحقيق أهداف البحث الحالي، تم اتباع المنهج التجريبي القائم على التصميم شبه التجريبي . واعتمد التصميم على نظام المجموعتين غير المتكافئتين مع القياس القبلي والبعدي، حيث تم تقسيم عينة البحث إلى مجموعتين(التجريبية التي تدرس باستخدام النموذج التدريسي المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية، والضابطة التي تدرس بالطريقة المعتادة). وتم قياس أثر المتغير المستقل من خلال مقارنة أداء المجموعتين في التطبيق البعدي لأداتي البحث: مقياس الحس التقني واختبار مهارات الرسم الفني الكهربي.

- **اختيار مجموعة البحث:** تكونت مجموعة البحث الأساسية من (78) طالبًا وطالبة من طلاب برنامج "تكنولوجيا الإلكترونيات الصناعية والتحكم" بكلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي – جامعة بني سويف، للفصل الدراسي الاول للعام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥. تم تقسيمهم عشوائيًا إلى مجموعتين متساويتين، حيث بلغ قوام كل من المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة (39)طالبًا وطالبة.

- **التطبيق القبلي لأداتي القياس:** تم تطبيق أدوات البحث قبلياً على مجموعتي الدراسة (التجريبية والضابطة) يوم الثلاثاء الموافق ١ أكتوبر ٢٠٢٤، وذلك بهدف التأكد من تكافؤ المجموعتين قبل بدء المعالجة التجريبية، ويوضح جدول (٨) نتائج اختبار "ت " (t–test) للفروق بين متوسطي درجات المجموعتين في هذا التطبيق.

جدول (٨): نتائج التطبيق القبلي لمقياس الحس التقني واختبار مهارات الرسم الفني الكهربي (ن=٣٩)

أداة القياس	المجموعة	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
مقياس الحس التقني	ضابطة	92.28	10.98	0.081	غير دالة
	تجريبية	92.59	12.15		
اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي	ضابطة	49.33	18.26	0.115	غير دالة
	تجريبية	49.74	19.5		

يستدل من النتائج في جدول (٨) أن مجموعتي البحث (التجريبية والضابطة) كانت متكافئة إحصائيًا في القياس القبلي على كلتا أداتي الدراسة (مقياس الحس التقني واختبار مهارات الرسم الفني الكهربي). حيث بلغ متوسط درجات المجموعة الضابطة (م= ٩٢.٢٨) بانحراف معياري (ع= ١٠.٩٨) ، في المقابل، بلغ متوسط درجات المجموعة التجريبية (م= ٩٢.٥٩) بانحراف معياري (ع= ١٢.١٥). وأظهرت قيمة "ت" المحسوبة (ت = ٠.٠٨١) أن الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين غير دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة.(0.05) في مقياس الحس التقني. بينما في اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي بلغ متوسط درجات المجموعة الضابطة (م= ٤٩.٣٣) بانحراف معياري (ع= ١٨.٢٦). وفي المقابل، بلغ متوسط درجات المجموعة التجريبية (م= ٤٩.٧٤) بانحراف معياري (ع= ١٩.٥٠) كما أظهرت قيمة "ت" المحسوبة (ت = ٠.١١٥) أن الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين غير دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة .(0.05)يُستدل من هذه النتائج على تكافؤ مجموعتي البحث في المتغيرين التابعين قبل بدء المعالجة التجريبية.

- **تدريس المحتوى العلمي:** بدأ تدريس المحتوى التعليمي للمجموعتين بعد أسبوع من القياس القبلي. وقد امتدت فترة التدريس لمدة ١١ أسبوعاً، وذلك من يوم الاثنين الموافق ٧ أكتوبر ٢٠٢٤، حتى يوم الثلاثاء الموافق ٢٤ ديسمبر ٢٠٢٤. وخلال

هذه الفترة، درست المجموعة التجريبية باستخدام البرنامج المقترح، بينما درست المجموعة الضابطة بالطريقة المعتادة

- **التطبيق البعدي لأداتي البحث:** لتقييم أثر المتغير المستقل، تم إجراء التطبيق البعدي لأدوات الدراسة يوم الاثنين الموافق ٣٠ ديسمبر ٢٠٢٤، وذلك بعد إتمام تدريس المحتوى العلمي لكلا المجموعتين. وقد تم في هذه المرحلة إعادة تطبيق مقياس الحس التقني واختبار مهارات الرسم الفني الكهربي على أفراد المجموعتين التجريبية والضابطة، ثم جُمعت البيانات ورُصدت تمهيدًا لمعالجتها إحصائيًا.
- **المعالجة الاحصائية:** لتحليل البيانات التي تم جمعها والإجابة عن أسئلة البحث، تم استخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS). وقد تضمنت المعالجات الإحصائية حساب مؤشرات الإحصاء الوصفي (المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية)، بالإضافة إلى تطبيق اختبار "ت" (t–test) كأحد أساليب الإحصاء الاستدلالي للتحقق من دلالة الفروق بين المجموعات. ولتقدير حجم الأثر العملي للمتغير المستقل، تم حساب معاملي "إيتا تربيع" (η^2) للمقارنات بين المجموعات المستقلة و"كوهين دي" (Cohen's d) للمقارنات داخل المجموعة الواحدة.

عاشرًا: عرض النتائج ومناقشتها وتفسيرها:

اولا: نتائج البحث المتعلقة بالحس التقني:

للإجابة عن سؤال البحث السادس حول فاعلية النموذج المقترح في تنمية الحس التقني، تم اختبار صحة فرضيتين موجهتين :الأولى تفترض وجود فروق دالة إحصائيًا بين المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي لصالح التجريبية، والثانية تفترض وجود نمو دال إحصائيًا لدى المجموعة التجريبية بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي. وللتحقق من صحة هاتين الفرضيتين، تم تحليل البيانات المستخلصة من تطبيق "مقياس الحس التقني" باستخدام برنامج الـSPSS، وتُعرض النتائج التفصيلية في الجدولين التاليين.

جدول (٩): نتائج التطبيق البعدي لمقياس الحس التقني (ن لكل مجموعة=٣٩)

البُعد	المجموعة	الدرجة العظمى	م	ع	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	حجم الأثر (η^2)	
الإحساس والانتباه	ضابطة	30	18.49	3.19	8.12	دالة عند (٠.٠١)	0.46	كبير
	تجريبية		24.54	2.8				
الإدراك والوعي	ضابطة	30	18.21	2.96	9.25	دالة عند (٠.٠١)	0.53	كبير
	تجريبية		25.1	3.01				
التصور والإدراك الذهني	ضابطة	30	19.33	3.51	7.66	دالة عند (٠.٠١)	0.43	كبير
	تجريبية		25.82	2.95				
اتخاذ القرار وحل المشكلة	ضابطة	30	18.87	3.24	8.89	دالة عند (٠.٠١)	0.51	كبير
	تجريبية		25.97	3.11				
سرعة الاستجابة وضغط الوقت	ضابطة	30	19.1	3.01	7.98	دالة عند (٠.٠١)	0.45	كبير
	تجريبية		25.08	3.18				
إجمالي المقياس	ضابطة	150	93.99	11.83	10.43	دالة عند (٠.٠١)	0.59	كبير
	تجريبية		126.51	11.88				

توضح نتائج جدول (٩) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الحس التقني، وذلك لصالح المجموعة التجريبية. حيث يتضح وجود فرق كبير بين متوسط درجات المجموعة التجريبية (م = ١٢٦.٥١) ومتوسط درجات المجموعة الضابطة (م = ٩٣.٩٩). وبلغت قيمة "ت" المحسوبة لهذا الفرق (ت = ١٠.٤٣)، وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، كما بلغت قيمة مربع إيتا (η^2) لقياس حجم الأثر (٠.٥٩). وعند حساب جميع قيم "ت" للأبعاد الفرعية كانت مرتفعة (تراوحت بين ٧.٦٦ و ٩.٢٥)، وجميعها دالة عند مستوى.(0.01) كما تراوحت قيم حجم الأثر (η^2) للأبعاد الفرعية بين (٠.٤٣) و (٠.٥٣). ويُستدل من هذه النتائج على فاعلية النموذج التدريسي المقترح في تنمية الحس التقني لدى طلاب المجموعة التجريبية مقارنة بالطريقة المعتادة. كما ان اثر البرنامج المقترح لم يقتصر على الدرجة الكلية فقط، بل شمل جميع الأبعاد المكونة للحس التقني بشكل متوازن. وعليه، يمكن قبول الفرضية البحثية الأولى التي نصت على "وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية

ودرجات طلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لمقياس الحس التقني لصالح أفراد المجموعة التجريبية.

جدول (١٠): نتائج القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية على مقياس الحس التقني (ن=٣٩)

البُعد	المجموعة	الدرجة العظمى	م	ع	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	مؤشر كوهين "d"	
الإحساس والانتباه	قبلي	30	18.31	3.05	15.21	دالة عند (٠.٠١)	2.12	كبير
	بعدي		24.54	2.8				
الإدراك والوعي	قبلي	30	18.05	2.9	16.88	دالة عند (٠.٠١)	2.39	كبير
	بعدي		25.1	3.01				
التصور والإدراك الذهني	قبلي	30	18.85	3.3	15.75	دالة عند (٠.٠١)	2.21	كبير
	بعدي		25.82	2.95				
اتخاذ القرار وحل المشكلة	قبلي	30	18.41	3.15	18.01	دالة عند (٠.٠١)	2.41	كبير
	بعدي		25.97	3.11				
سرعة الاستجابة وضغط الوقت	قبلي	30	18.67	2.95	16.03	دالة عند (٠.٠١)	2.15	كبير
	بعدي		25.08	3.18				
إجمالي المقياس	قبلي	150	92.28	11.9	21.55	دالة عند (٠.٠١)	2.89	كبير
	بعدي		126.51	11.88				

يعزز جدول (١٠) النتائج السابقة من خلال إظهار حجم التطور الذي حدث لدى طلاب المجموعة التجريبية، بمقارنة أدائهم قبل التجربة وبعده حيث يتضح وجود تحسن كبير في متوسطات الدرجات بين القياسين القبلي والبعدي في جميع الأبعاد والدرجة الكلية. وكانت جميع قيم "ت" المحسوبة للمقارنات داخل المجموعة التجريبية مرتفعة ودالة عند مستوى (٠.٠١)، كما اظهرت قيم "مؤشر كوهين "d لقياس حجم الأثر كبير ، حيث تراوحت بين (٢.١٢) و (٢.٨٩). هذه القيم، التي تتجاوز بكثير الحد المرجعي لحجم الأثر الكبير (٠.٨٠)، وعليه، يمكن قبول الفرضيتين البحثيتين المتعلقتين بالحس التقني، والاستنتاج أن النموذج التدريسي المقترح كان ذا أثر كبير وفعال في تنمية الحس التقني بأبعاده المختلفة لدى طلاب طلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي.

مناقشة وتفسير النتائج المتعلقة بالحس التقني:

في ضوء النتائج المعروضة سابقًا، يُستنتج أن النموذج التدريسي المقترح كان ذا فاعلية كبيرة في تنمية الحس التقني لدى طلاب المجموعة التجريبية، سواء على مستوى الدرجة الكلية أو

على مستوى الأبعاد الفرعية المكونة له. وتؤكد هذه النتائج صحة فرضيتي البحث المتعلقتين بالحس التقني. وقد تعود هذه النتيجة إلى الطبيعة التكاملية للنموذج التدريسي المقترح. حيث أن التصميم الرقمي ، بما يتضمنه من برامج رسم وتصميم(Visio) ، قد هيأت سياقًا معرفيًا منظمًا ساهم في تنمية الجوانب الذهنية للحس التقني. فقد مكنت هذه التطبيقات الطلاب من التصور والإدراك الذهني للدوائر الكهربائية ومسارات التيار بشكل مجرد، وإدراك العلاقات السببية بين المكونات، وتحليل المشكلات الافتراضية بشكل منهجي. كما أن التفاعل مع هذه البرامج يتطلب من الطالب الإحساس والانتباه للتفاصيل الدقيقة والرموز والقراءات التقنية، وهو ما يمثل أساسًا مهمًا للحس التقني.

أما المكون الثاني للنموذج، وهو نموذج المحاكاة العملية، فقد أدى دورًا حاسمًا في تجسير الفجوة بين المعرفة المجردة والواقع الملموس. فالانخراط في التعامل المباشر مع المكونات المادية الحقيقية وضع الطلاب أمام تحديات عملية استلزمت منهم تطبيق ما تعلموه في بيئة المحاكاة الحاسوبية. وقد ساهم ذلك بشكل خاص في تنمية الأبعاد العليا للحس التقني، مثل اتخاذ القرار وحل المشكلات في مواقف غير مثالية، بالإضافة إلى بُعد سرعة الاستجابة .علاوة على ذلك، فإن هذا التفاعل الجسدي قد رسخ بُعد الإحساس والانتباه العملي، حيث تعلم الطلاب الاعتماد على ملاحظاتهم الحسية (مثل الأصوات أو الحرارة غير المعتادة) كجزء من عملية التشخيص. وبشكل عام، فإن تبني النموذج لأسس التعلم القائم على المشاريع، بما يتضمنه من دورات متكررة من التجريب وكشف الأخطاء، قد انعكس إيجابًا على بناء كفاءتهم الذاتية وثقتهم في التعامل مع المشكلات التقنية.

وقد يُمكن هذا المتعلم من تحسين قدرته على ملاحظة التغيرات الطفيفة في أداء الأنظمة، وتفسير البيانات التقنية بسرعة، وتصور العلاقات بين مكونات الدائرة، وتحليل المشكلات بمنهجية، والاستجابة بكفاءة في المواقف الطارئة .وقد يكون كل ذلك ساهم في التفوق الواضح لطلاب المجموعة التجريبية في تنمية الحس التقني. وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة كل من: (Agwi & Nnodim, 2023; Hakim et al., 2022; Juntan & Demchenko, 2024; Parchman et al., 2000; جودة محمد، ٢٠٢٢؛ نورة مسعود شريع، ٢٠٢٣). والتي أوضحت كل منها كفاءة استخدام المحاكاة الحاسوبية أو نماذج التدريب العملي في تنمية المهارات التقنية أو مهارات حل المشكلات الهندسية.

ثانيا: نتائج البحث المتعلقة بمهارات الرسم الفني الكهربي:

للإجابة عن سؤال البحث السابع، والذي نصه "ما فاعلية استخدام النموذج المقترح القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية في تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي لدى طلاب كلية التكنولوجيا والتعليم الصناعي؟"، تم اختبار صحة الفرضية الثالثة :يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية ودرجات طلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الرسم الفني الكهربي لصالح أفراد المجموعة التجريبية. والفرضية الرابعة: يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الرسم الفني الكهربي لصالح التطبيق البعدي. وللتحقق من صحة هاتين الفرضيتين، تمت معالجة البيانات الناتجة عن تطبيق اختبار مهارات الرسم الفني الكهربي إحصائيًا، وتوضح الجداول التالية النتائج التي تم التوصل إليها.

جدول (١١): نتائج التطبيق البعدي لاختبار مهارات الرسم الفني الكهربي (ن لكل مجموعة=٣٩)

البُعد	المجموعة	الدرجة العظمى	م	ع	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	حجم الأثر (η^2)	
الاسترجاع	ضابطة	10	6.51	1.8	5.86	دالة عند (٠.٠١)	0.31	كبير
	تجريبية		8.85	1.15				
الفهم	ضابطة	18	10.4	3.51	6.23	دالة عند (٠.٠١)	0.34	كبير
	تجريبية		15.7	2.98				
التحليل	ضابطة	21	12.2	4.88	5.21	دالة عند (٠.٠١)	0.26	كبير
	تجريبية		18	3.55				
توظيف المعرفة	ضابطة	18	9.92	3.99	5.75	دالة عند (٠.٠١)	0.3	كبير
	تجريبية		15.4	3.2				
إجمالي درجة الاختبار	ضابطة	67	39	12.1	6.45	دالة عند (٠.٠١)	0.35	كبير
	تجريبية		57.9	9.35				

تبين النتائج في جدول (١١) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الرسم الفني الكهربي، وذلك لصالح المجموعة التجريبية. حيث اظهرت وجود فرق كبير بين متوسط درجات المجموعة التجريبية (م = ٥٧.٩) ومتوسط درجات المجموعة الضابطة (م = ٣٩). كما بلغت قيمة "ت" المحسوبة لهذا الفرق (ت = ٦.٤٥)، وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) ، وبلغت قيمة مربع إيتا(η^2) لقياس حجم الأثر (٠.٣٥). كما تراوحت قيم "ت" المحسوبة للأبعاد الفرعية مرتفعة (تراوحت بين ٥.٢١ و ٦.٢٣)، وجميعها دالة عند مستوى.(0.01) وكذلك

تراوحت قيم حجم الأثر (η^2) للأبعاد الفرعية بين (٠.٢٦) و (٠.٣٤). ويُستدل من هذه النتائج على فاعلية النموذج التدريسي المقترح في تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي لدى طلاب المجموعة التجريبية مقارنة بالطريقة المعتادة. كما ان اثر البرنامج المقترح لم يقتصر على الدرجة الكلية فقط، بل شمل كل بُعد على حدة بشكل متوازن. وعليه، يمكن قبول الفرضية البحثية الثالثة التي نصت على "وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية ودرجات طلاب المجموعة الضابطة في التطبيق البعدي لاختبار مهارات الرسم الفني الكهربي لصالح أفراد المجموعة التجريبية.

جدول (١٢): نتائج القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية على اختبار مهارات الرسم الفني (ن=٣٩)

البُعد	المجموعة	الدرجة العظمى	م	ع	قيمة (ت)	مستوى الدلالة	مؤشر كوهين لحجم الأثر "d"	
الاسترجاع	قبلي	10	6.36	1.75	9.87	دالة عند (٠.٠١)	1.58	كبير
	بعدي		8.85	1.15				
الفهم	قبلي	18	10.2	3.81	10.82	دالة عند (٠.٠١)	1.62	كبير
	بعدي		15.7	2.98				
التحليل	قبلي	21	12	4.65	9.71	دالة عند (٠.٠١)	1.45	كبير
	بعدي		18	3.55				
توظيف المعرفة	قبلي	18	9.69	4.1	10.33	دالة عند (٠.٠١)	1.53	كبير
	بعدي		15.4	3.2				
إجمالي الاختبار	قبلي	67	38.2	12.6	11.59	دالة عند (٠.٠١)	1.76	كبير
	بعدي		57.9	9.35				

يعزز جدول (١٢) النتائج السابقة من خلال إظهار حجم التطور الذي حدث لدى طلاب المجموعة التجريبية، وذلك بمقارنة أدائهم قبل التجربة وبعدها حيث يتضح وجود تحسن كبير في متوسط درجات المجموعة التجريبية بين القياس القبلي (م = ٣٨.٢) والقياس البعدي (م = ٥٧.٩). وقد بلغت قيمة "ت" المحسوبة لهذا الفرق (ت = ١١.٥٩)، وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، مما يؤكد أن هذا النمو في الأداء كان حقيقيًا وجوهريًا. كما بلغت قيمة "مؤشر كوهين "d لقياس حجم الأثر (١.٧٦)، وعليه، يمكن قبول الفرضية البحثية الرابعة التي نصت على "وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطي درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات الرسم الفني الكهربي لصالح التطبيق البعدي."

مناقشة وتفسير نتائج البحث المتعلقة بمهارات الرسم الفني الكهربي:

بتحليل النتائج الإحصائية، يتضح أن الفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة في القياس البعدي، وكذلك الفروق بين القياسين القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية، كانت دالة إحصائيًا وذات حجم أثر كبير. وبناءً عليه، يمكن الاستنتاج أن النموذج التدريسي المقترح، القائم على التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاة العملية، كان له أثر إيجابي في تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي لدى طلاب المجموعة التجريبية، مما يدعم قبول الفرضيتين الثالثة والرابعة كما صيغتا.

يمكن إرجاع الأثر الدال للنموذج المقترح، جزئيًا، إلى الدور الفعّال للتصميم الرقمي . فقد عملت برامج التصميم الرقمي كبيئة تعليمية منظمة سهّلت على الطلاب اكتساب المهارات الأساسية. وقد تزامنت تنمية مهارتي "الاسترجاع "و"الفهم" مع ممارسة الطلاب للرسم الدقيق، وتطبيق الرموز القياسية، وتنظيم المخططات باستخدام الطبقات. علاوة على ذلك، فإن هذه الأدوات الرقمية لم تكن مجرد وسائل للرسم، بل كانت أيضًا وسائل لتعزيز التفكير، حيث مكّنت الطلاب من تحليل الدوائر الكهربائية المعقدة وتصورها بشكل مجرد قبل البدء في التنفيذ العملي. أما نموذج المحاكاة العملية، فقد جاء ليكمل هذا البناء المهاري ويربطه بالسياق الواقعي. حيث أن تنفيذ المخططات التي تم رسمها على لوحات تدريب حقيقية يُعد خطوة حاسمة في ترسيخ المهارة. فهو يمثل حلقة تغذية راجعة فورية، حيث يكتشف الطالب بنفسه أثر الدقة (أو عدمها) في الرسم على قابلية التنفيذ وسلامة الدائرة. كما أن التعامل المباشر مع المكونات المادية يضع الطلاب في مواقف تتطلب منهم تحليل المخططات لتشخيص الأخطاء وتوظيف معرفتهم في حل المشكلات التي تظهر أثناء التركيب.

علاوة على ما سبق، فإن فاعلية النموذج المقترح تعود إلى تبنيه لأسس التعلم النشط، وتحديدًا مدخل التعلم القائم على المشاريع والتطبيق العملي الذى يشجع المشاركة النشطة في عملية التعلم، ويدعم التعلم الذاتي، ويسهل اكتساب الخبرات العملية الجديدة. إضافة لما تشجع عليه مراحله من تصميم وتخطيط للدوائر الكهربائية، وفحص ومراجعة المخططات للتأكد من صحتها ومطابقتها للمعايير، وتنفيذها على نماذج المحاكاة، واختبارها، وتطويرها، واستخدامها في حل

مشكلات عملية. وقد يُمكن هذا المتعلم من تحسين قدرته على تعرف الرموز واستدعائها، وفهم منطق الدوائر والعلاقات بين مكوناتها، وتحليل المخططات لكشف الأخطاء الوظيفية والأخطاء المتعلقة بالسلامة، واستخدام مهاراته في تصميم حلول لمشكلات التركيبات المنزلية. وقد يكون كل ذلك ساهم في التفوق الواضح لطلاب المجموعة التجريبية في تنمية مهارات الرسم الفني الكهربي. وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة كل من: (Kiss & Smith, 2020; Qian et al., 2018; Snell, 2019; أبو غنيمة & الزعليك، ٢٠٢٤؛ الحربي، ٢٠٢٤؛ خليفة، ٢٠١٩؛ خليل، ٢٠٢٣؛ عبيد، ٢٠١٤؛ عمار، ٢٠٠٥) والتي أوضحت كل منها كفاءة استخدام المناهج القائمة على التطبيق العملي والمحاكاة في تنمية المهارات الفنية والهندسية

أهم النتائج التي أسفر عنها البحث:

في ضوء التحليلات الإحصائية للبيانات التي تم جمعها، وبناءً على عرض النتائج ومناقشتها، يمكن استخلاص أن النموذج التدريسي المقترح قد أثبت فاعليته في تحقيق تنمية متوازنة لكل من الجوانب الوجدانية–المهارية المتمثلة في الحس التقني، والجوانب المعرفية–الأدائية المتمثلة في مهارات الرسم الفني الكهربي لدى طلاب المجموعة التجريبية.

توصيات البحث

في ضوء ما أسفر عنه البحث من نتائج إيجابية وفاعلية مثبتة للنموذج التدريسي المقترح القائم علي التكامل بين التصميم الرقمي والمحاكاه العملية ، يمكن تقديم التوصيات التالية:

- **أولاً: على مستوى المناهج وطرق التدريس**

- يوصي البحث بضرورة تضمين الوحدات التعليمية والأنشطة القائمة على البرنامج المقترح ضمن المقررات الدراسية ذات الصلة في مختلف المؤسسات التعليمية، بما في ذلك المدارس الثانوية الصناعية وكليات التعليم الصناعي والجامعات التكنولوجية وكليات الهندسة
- نظراً لأهمية "الحس التقني" ككفاءة محورية للمهنيين، يُوصى بتوجيه طرق التدريس لتتجاوز المعرفة النظرية إلى صقل هذه المهارة، وذلك من خلال تكثيف الأنشطة القائمة على التشخيص العملي وحل المشكلات غير النمطية وسيناريوهات المحاكاة التي تتطلب من الطالب استخدام حدسه وخبرته.

- تشجيع القائمين على تطوير المناهج في التعليم الفني والتقني والهندسي على استخدام أطر تصنيف حديثة للأهداف التعليمية (مثل تصنيف مارزانو)، وذلك لضمان بناء مقررات متكاملة تقيس وتقيم مستويات المهارة المختلفة، من الاسترجاع البسيط إلى مهارات التحليل والتقييم واتخاذ القرار.

- **ثانياً: على مستوى التطوير المهني والتدريب**

- تصميم وتقديم حزم تدريبية متخصصة لأعضاء هيئة التدريس والمدربين في المؤسسات التعليمية الفنية والتكنولوجية والهندسية، بهدف تأهيلهم لتطبيق استراتيجيات البرنامج المقترح بفاعلية داخل الفصول الدراسية والورش العملية.
- الاستفادة من نتائج البحث في بناء دورات تدريبية متخصصة للمهندسين والفنيين العاملين بالفعل في قطاع الصناعة، بهدف رفع كفاءتهم التشخيصية (الحس التقني) وتحسين مهاراتهم في قراءة وتحديث المخططات الفنية (مهارات الرسم)، مما يساهم في تقليل الأخطاء وزيادة الإنتاجية.

- **ثالثاً: على مستوى ربط الجهات الأكاديمية بالصناعة**

- تشجيع التعاون بين المؤسسات التعليمية والشركات الصناعية لتصميم مشاريع تخرج وبرامج تدريب ميداني قائمة على حل مشكلات حقيقية من الصناعة، يتم خلالها تطبيق مهارات الرسم الفني والحس التقني التي ينميها البرنامج.
- استخدام مخرجات النموذج كأساس لتطوير شهادات كفاءة معتمدة في مهارات الرسم الفني الكهربي والحس التقني، بالتعاون مع الجهات الصناعية، مما يضمن امتلاك الخريجين للمهارات التي يتطلبها سوق العمل بشكل مباشر.

- **رابعاً: توصيات لبحوث مستقبلية**

- دراسة الأثر طويل المدى للبرنامج على الأداء المهني للخريجين بعد التحاقهم بسوق العمل.
- اختبار فاعلية البرنامج مع تخصصات تقنية أخرى (مثل تكنولوجيا السيارات، التبريد والتكييف، أو الأتمتة الصناعية) بعد تكييف محتواه.
- بحث فاعلية دمج تقنيات مثل الواقع المعزز (AR) للمساعدة في تطبيق المخططات، أو أنظمة المحاكاة المتقدمة لتنمية الحس التقني في بيئات افتراضية آمنة.

مراجع البحث

أبو غنيمة، ع. م. ع. ا.، & الزعليك، م. ا. ع. ا. (٢٠٢٤). استخدام نموذج مقترح لتدريس فيزياء المتحكمات الدقيقة قائم على النمذجة العلمية والنماذج اللغوية الكبيرة لتنمية التفكير الحاسوبي والمبادئ والتعميمات العلمية لطلاب الجامعة التكنولوجية. مجلة كلية التربية، ٢١(١٢٢)، ١٠٠–١٧٨. https://doi.org/10.21608/jfe.2024.306345.2019

أبوالنور، ن. ع. ا. ع. ع. (٢٠٢٢). برنامج قائم على المحاكاة التفاعلية لتنمية المهارات العملية بمقرر إلكترونيات القوى لدى طلاب المرحلة الثانوية الصناعية. مجلة كلية التربية–جامعة المنوفية، ٤(٢٠٢٢)، ٤٦٥–٤٩٨. https://journals.ekb.eg/article_225444.html%0Ahttps://journals.ekb.eg/article_225444_03d423240890379a4290cc80ce57e616.pdf

الحربي، & ع. (٢٠٢٤). بيئة تعلم افتراضية لتنمية الجدارات الكهربائية لدى طلاب التعليم الصناعي بكلية التربية الأساسية. مجلة كلية التربية (أسيوط)، ٤٠(٥.144–115 ,((2)).

سعد الدين الموجى، & أ. م. د. أمانى محمد. (٢٠١٩). برنامج مقترح فى العلوم قائم على التفكير الإيجابي والتعلم التوليدي واستخدام الخرائط الذهنية في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات والدافعية للإنجاز والتحصيل المعرفي لتلاميذ المرحلة الإعدادية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٢ (١١)، ١–٥٨.

الشمري، عبيد محمد عبيد، الكندري، خالد عبد الرحيم علي، القطان، & هاني علي سليمان. (٢٠١٨). دور النمذجة التعليمية في تنمية مستوى مهارات الإبداع المهني لدى معلمي المرحلة الابتدائية بدولة الكويت من وجهة نظرهم في ضوء بعض المتغيرات. *التربية (الأزهر): مجلة علمية محكمة للبحوث التربوية والنفسية والاجتماعية)*، ٣٧ (١٨٠ جزء٢)، ٨٢٧–٨٩٧.

العربى، ن. ع. (٢٠٢٢). استخدام برنامج انفنتور (Inventor) لتنمية بعض مهارات الرسم الفني والتصور البصري المكاني لدي طلاب الصف الأول الثانوي الصناعي. مجلة كلية التربية – جامعة المنوفية، ٢٠٢٢ (1). https://doi.org/10.21608/muja.2022.225443

العوضي، أ.، & الشرهان، د. (٢٠٢٣). التعليم المدمج في التصميم الداخلي: دراسة إستكشافية لتطبيق منهجية التعليم المدمج بمقرر الرسم الهندسي. المجلة العربية الدولية للفن والتصميم الرقمي، ٢ (1). https://doi.org/10.21608/iajadd.2023.174700.1036

المالكي، ر. م. ر. . (٢٠٢٤). دور معلمي العلوم في تنمية الحس العلمي لدى طلبتهم. المجلة العربية للآداب والدراسات الإنسانية، ٨(٣٢)، ٢٥١–٢٧٨.https://doi.org/10.21608/ajahs.2024.365871 .

جودة محمد، خ. (٢٠٢٢). فعالية استخدام استراتيجية التعلم بمساعدة الحاسب فى تنمية بعض مهارات الطباعة الرقمية على الأقمشة لدى طالبات المرحلة الثانوية الصناعية. ٨.٣(١٧)، ١٣٢–١٦٥.

حسين أبو زيد، أ. . ع.، محمد زروك، أ. م. . س.، & محمد الدسوقي، أ. أ. (٢٠٢٢). المعايير التصميمية لتدريس الرسم الفني في ضوء التعلم المدمج لطلاب التعليم الصناعي. المجلة العلمية للدراسات و البحوث التربوية والنوعية، (21). https://doi.org/10.21608/sjse.2022.307526٧

حسين، ب. ب. (٢٠٢١). استخدام موقع تعليمي لتنمية بعض مهارات الأوتوكاد Auto CAD (ثنائي وثلاثي الأبعاد) لدى طلاب المدارس الثانوية الصناعية. المجلة التربوية لتعليم الكبار، ٣(٣)، ١٣٤–١٥٨.

خليفة، ح. م. ح. (٢٠١٩). فاعلية برنامج قائم على إستراتيجيات التعلم المنظم ذاتياً في تنمية مهارات الرسم الفني وفاعلية الذات لدى طلاب المرحلة الثانوية الصناعية. دراسات عربية في التربية وعلم النفس، ٧٩(٧٩)، ٩٩–١٢٧ . http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf

خليل، ب. ر. ع. (٢٠٢٣). فاعلية برنامج مقترح قائم على التعلم المدمج في تنمية مهارات الرسم الفني لدى طلاب المدرسة الفنية الصناعية المتقدمة. مجلة كلية التربية فى العلوم التربوي، ٠١(٤٧.260–227 ,((2)

خليل، ع. س.، محمد، ا. ش.، نصير، د. أ. ح. أ.، & دعاء خليف عبدالله. (٢٠٢٤). استخدام إستراتيجية المحطات العلمية في تدريس الفيزياء لتنمية الحس العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية. دراسات فى التعليم العالى، (25). https://doi.org/10.21608/sihe.2024.337939٢٥

سامية عمر فارس الديك. (٢٠١٠). اثر المحاكاة بالحاسوب على التحصيل الاني والمؤجل لطلبة الصف الحادي عشر العلمي واتجاهاتهم نحو وحدة المكانيكا ومعلمها In .رسالة ماجستيركلية الدراسات العليا –جامعة النجاح الوطنية – فلسطين.

صالح، ج. و. (٢٠٢٣). فاعلية المختبرات الافتراضية في تنمية المهارات العملية بوحدة الكهرباء التيارية والكهرومغناطيسية في مادة الفيزياء لدى طلاب الصف الثالث الثانوي. التربية (الأزهر)، ٤٢(١٩٧)، ٣٢٥–٣٦٨.

عبيد، م. ع. ا. (٢٠١٤). أثر استخدام المحاكاة بالكمبيوتر في تدريس الرسم المعماري على تنمية مهارات الرسم المعماري و التفكير البصري و الاتجاهات لدى طلاب الصف الثاني الثانوي الصناعي. دراسات عربية في التربية و علم النفس، ٤٨P.3. https://doi.org/10.12816/0023093

عمار، ح. ا. (٢٠٠٥). أثر استخدام الحاسب الآلي في تدريس الرسم على تنمية بعض مهارات الرسم والقدرة المكانية لدى طلاب الصف الثالث بالتعليم الثانوي الصناعي. المؤتمر العلمي العاشر – التعليم الفني والتدريب ...الواقع والمستقبل – كلية التربية – جامعة طنطا، مايو(١٠)، ٢٦٦–٢٩٤.

محمد سعد، ش. ع. شيماء عبد الحسيب، أبو الهدى، حسام الدين حسين، ف. (٢٠٢١). بيئة تعلم الكترونية قائمة على دعامات التعلم لتنمية بعض جوانب التعلم للرسومات الهندسية ثنائية الابعاد لدى طلاب التعليم الثانوى الصناعى. مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية، ١٥(١٦)، ١٣٥٢–١٣١٤.

محمد مازن، ح. ا. (٢٠١٣). الحس العلمي Scientific Sense من منظور تدريس العلوم والتربية العلمية. المجلة التربوية لكلية التربية بسوهاج، (34). https://doi.org/10.21608/edusohag.2013.128493٣٤

نورة مسعود شريع .(2023) .et al ,أثر برنامج قائم على المحاكاة الحاسوبية في تنمية مهارات البرمجة لدى طالبات المرحلة المتوسطة. دراسات عربية في التربية وعلم النفس، ١٤٧.84–57 ,((1))

يوسف شحاته الجهمي، ا. ا. (٢٠١٦). فاعلية استخدام تطبيقات الإنترنت في تنمية مهارات الرسم الفني ودافعية الإنجاز لدى طلاب كلية التعليم الصناعي بالسويس. مجلة كلية التربية (أسيوط)، ٢(٣)، ٣٥٧-٤١٤.

ABET. (2019). Engineering Technology Accreditation Commission. *IEEE Transactions on Software Engineering*, *SE-12*(7), 733–743. http://ieeexplore.ieee.org/document/6312975/%0Ahttps://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-technology-programs-2018-2019/

ABET. (2023). *Criteria for Accrediting Engineering Technology Programs, 2022 – 2023*. https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-technology-programs-2022-2023/

Abouraia, A., Mostafa, M. A. M., Zohdy, M. H., & Ahmed, R. M. (2025).   The Effect of Operation Management (OM) in Vocational Education and Training (VET) On Shaping Skilled Technicians: A Case Study of Elsewedy Technical Academy . *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.5002440

Agwi, V. I. A., & Nnodim, K. . . (2023). The Role of Technical Education Programme in Creating Job Opportunities for Technical Education Graduates in Rivers State. *International Journal of Education and Evaluation*, *9*(5), 42–54. https://doi.org/10.56201/ijee.v9.no5.2023.pg42.54

Anatoliivna, S. O., Mykhailivna, T. I., Ivanivna, B. D., & Mykolayivna, P. M. (2019). Coaching as Education Technology on Electrical Engineering Education. *Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems, MEES 2019*, 426–429. https://doi.org/10.1109/MEES.2019.8896507

Angelov, A. N., & Styczynski, Z. A. (2007). Computer-aided 3D virtual training in power system education. *2007 IEEE Power Engineering Society General Meeting, PES*, 1–4. https://doi.org/10.1109/PES.2007.386078

Asham, Y., Bakr, M. H., & Emadi, A. (2023). Applications of Augmented and Virtual Reality in Electrical Engineering Education: A Review. *IEEE Access*, *11*(October), 134717–134738. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3337394

Asiri, Y. (2022). Short text mining for classifying educational objectives and outcomes. *Computer Systems Science and Engineering*, *41*(1). https://doi.org/10.32604/csse.2022.020100

Audet, R. H., Hickman, P., & Dobrynina, G. (1996). Learning Logs: A Classroom Practice for Enhancing Scientific Sense Making. *Journal of Research in Science Teaching*,

33(2), 205–222. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199602)33:2<205::AID-TEA5>3.0.CO;2-Y

Belu, R., Lacy, F., & Cioca, L. I. (2020). Electrical energy engineering education for 21st century. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, *20*(11), 112–122. https://doi.org/10.33423/jhetp.v20i11.3768

Bhatt, J., & Verma, H. K. (2015). Design and development of wired building automation systems. *Energy and Buildings*, *103*, 396–413. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.02.054

BILYK, O. (2017). MODEL OF SELF-EDUCATIONAL COMPETENCE FORMATION OF THE FUTURE TECHNICIANS ELECTRICIANS. *THE SOURCES OF PEDAGOGICAL SKILLS*, *20*. https://doi.org/10.33989/2075-146x.2017.20.209492

Cairncross, S., & McEwan, T. (2009). Researching engineering education: Some philosophical considerations. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 1–6. https://doi.org/10.1109/FIE.2009.5350788

Chen, H. (2022). Research on the Teaching Reform of Engineering Drawing for Electrical Majors. *Academic Journal of Science and Technology*, *3*(3), 157–159. https://doi.org/10.54097/ajst.v3i3.2924

Choi, S., Member, S., & Saeedifard, M. (2012). *An Educational Laboratory for Digital Control and Rapid Prototyping of Power Electronic Circuits*. *55*(2), 263–270.

Cordeiro, A., & Pires, V. F. (2020). A Remote and On-Site Educational Tool to Improve the Learning Process of Electrical Power Distribution and Utilization Systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, *35*(3). https://doi.org/10.1109/TPWRS.2019.2957878

Elmas, C., & Sönmez, Y. (2010). An educational tool for power electronics circuits. *Computer Applications in Engineering Education*, *18*(1). https://doi.org/10.1002/cae.20237

Elzalik, M., Rezk, H., Shehata, E. G., Thomas, J., & Mostafa, R. (2019). Thermoelectric Power Generation System-Simulation and Experimental Investigation. *2018 20th International Middle East Power Systems Conference, MEPCON 2018 - Proceedings*, 298–303. https://doi.org/10.1109/MEPCON.2018.8635251

Fernandes, A. S. C. (1996). Continuing Electrical Engineering Education in Europe: The EUREL Review. *Industry and Higher Education*, *10*(3), 175–181. https://doi.org/10.1177/095042229601000306

González-Lluch, C., Pérez-Belis, V., Bellés, M. J., Vergara, M., Gracia-Ibáñez, V.,

Mondragón, S., & Monfort, V. (2018). VERTICAL COORDINATION OF TECHNICAL DRAWING AND CAD COURSES IN INDUSTRIAL DESIGN ENGINEERING DEGREE. *ICERI2018 Proceedings*, *1*. https://doi.org/10.21125/iceri.2018.0477

Gott, S. P. (1988). Technical intuition in system diagnosis, or accessing the libraries of the mind. *Aviation Space and Environmental Medicine*, *59*(11 SUPPL.).

Graeff, E. (2023). Locating Empowerment and Technical Intuition in How We Frame U.S. Civic Education. In *New Civics, New Citizens*. https://doi.org/10.1163/9789004538320_013

Hakim, L., Lubis, P. H. M., & Khaokhajorn, W. (2022). Developing the adaptive materials based on learning style to increase student's conceptual understanding. *Jurnal Kependidikan Penelitian Inovasi Pembelajaran*, *6*(1). https://doi.org/10.21831/jk.v6i1.47735

Hassan, A. Y., & Elzalik, M. (2022). Signal Injection Based Sensorless Online Monitoring of Induction Motor Temperature. *2022 23rd International Middle East Power Systems Conference, MEPCON 2022*, *Im*. https://doi.org/10.1109/MEPCON55441.2022.10021694

Huangfei, C., & Zhuangying, F. (2019). *Teaching Reform and Practice of Engineering Drawing and Electrical CAD*. https://doi.org/10.2991/icssed-19.2019.111

Jakobsen, M. M., Tørdal, S. S., Klausen, A., Robbersmyr, K. G., & Tyapin, I. (2021). Product development and project-based learning in Mechatronics, in the context of digitization and sustainability. *Nordic Journal of STEM Education*, *5*(1). https://doi.org/10.5324/njsteme.v5i1.3946

Jazayeri, M. (2004). The Education of a Software Engineer. *Proceedings of the 19th International Conference on Automated Software Engineering (ASE'04)*, xviii–xxvii.

Juntan, L., & Demchenko, I. (2024). Requirements of the modern international labor market for specialists in electrical engineering specialties. *HUMANITARIAN STUDIOS: PEDAGOGICS, PSYCHOLOGY, PHILOSOPHY*, *15*(2), 53–64. https://doi.org/10.31548/hspedagog15(2).2024.53-64

Khairudin, H. A. W. and M. (2019). *Development of Arduino Assisted Microcontroller Instructional Devices in Vocational High Schools*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1413/1/012015

Kiss, A. A., & Smith, R. (2020). Rethinking energy use in distillation processes for a more sustainable chemical industry. *Energy*, *203*, 117788. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117788

Lamas, A. C., & Domingues, A. G. (2018). Social Electrical Engineering: A Pathway for Better Undergraduate Education. *International Journal on Alive Engineering Education*, *5*(1), 13. https://doi.org/10.5216/ijaeedu.v5i1.48146

Loch, F., & Stolze, M. (2023). An Intuitive Interface for Technical Documentation Based on Semantic Knowledge Graphs. *Communications in Computer and Information Science*, *1996 CCIS*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-49425-3_19

Louie, H., Singh, P., Urquizo, J., & Tran, M. L. (2023). A Workshop for Electricity Access Educators. *2023 IEEE Global Humanitarian Technology Conference, GHTC 2023*. https://doi.org/10.1109/GHTC56179.2023.10354700

Maciejewski, A. A., Chen, T. W., Byrne, Z. S., De Miranda, M. A., McMeeking, L. B. S., Notaros, B. M., Pezeshki, A., Roy, S., Leland, A. M., Reese, M. D., Rosales, A. H., Siller, T. J., Toftness, R. F., & Notaros, O. (2017). A Holistic Approach to Transforming Undergraduate Electrical Engineering Education. *IEEE Access*, *5*. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2690221

Martin, S. S., & Chebak, A. (2016). Concept of educational renewable energy laboratory integrating wind, solar and biodiesel energies. *International Journal of Hydrogen Energy*, *41*(45). https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.06.102

Martinez, M. L., Carretero, A., Romero, G., & Mera, J. M. (2010). Evaluation and use of the standards in of the technical drawings in the final year project. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *2*(2). https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.671

Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2007). The new taxonomy of educational objectives. In *The new taxonomy of educational objectives 2nd Ed* (Vol. 2nd).

Massa, N. M., Masciadrelli, G. J., & Mullett, G. J. (2005). Re-engineering technician education for the new millennium. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 12005–12019. https://doi.org/10.18260/1-2--14635

Mathew, S. S., & Earnest, J. (2004). Laboratory-Based Innovative Approaches for Competence Development. *Global J. of Engng. Educ*, *8*(2).

McCulley, J. K. (2018). AAS controls technology stackable degree education requirements for employees by highly automated manufacturing companies drives a collaborative pathway at weber state university. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, *2018-June*. https://doi.org/10.18260/1-2--29745

Medetbekova, A. A., & Gabdullina, G. L. (2020). Didactic possibilities of 1pedagogical drawing" when teaching the discipline "Electricity and magnetism». *Journal of Educational Sciences*, *63*(2). https://doi.org/10.26577/jes.2020.v63.i2.15

Michael, W. B., Stanley, J. C., & Bolton, D. L. (1957). Book Review: Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain . *Educational and Psychological Measurement*, *17*(4). https://doi.org/10.1177/001316445701700420

Muhumuza, R., Zacharopoulos, A., Mondol, J. D., Smyth, M., Pugsley, A., & McGee, J. (2020). Simulation and experimental validation of solar radiation distribution on the absorber of a line-axis asymmetric compound parabolic concentrator. *Solar Energy*, *198*(January), 36–52. https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.01.033

Nursiami, E. F. (2024). REVISI TAKSONOMI BLOOM DALAM IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN. *Journal of Education*.

Parchman, S. W., Ellis, J. A., Christinaz, D., & Vogel, M. (2000). An Evaluation of Three Computer-Based Instructional Strategies in Basic Electricity and Electronics Training. *Military Psychology*, *12*(1), 73–87. https://doi.org/10.1207/S15327876MP1201_4

Pravana, N. K., Piryani, S., Chaurasiya, S. P., Kawan, R., Thapa, R. K., Shrestha, S., Brouwer, I. D., Jager, I. de, Borgonjen, K., Azupogo, F., Rooij, M., Folson, G., Abizari, R., Frempong, R. B., Annim, S. K., Boah, M., Azupogo, F., Amporfro, D. A., Abada, L. A., … WHO. (2017). Intuitive Interaction with Robots – Technical Approaches and Challenges. *Development Studies Research*, *3*(1), 43. http://doi.org/10.1080/16070658.2018.1448503%0Awww.udsspace.uds.edu.gh%0A https://doi.org/10.1080/20469047.2017.1409453%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00298%0Ahttp://www.gainhealth.org/wp-content/uploads/2018/03/Ghana-Development-of-Food-based

Priya, A. K., N, G., K.N, H., Chembeti, J. S., & T, K. (2021). Survey on Hand Drawn Symbol Classification and Recognition. *SSRN Electronic Journal*, *Icsmdi*. https://doi.org/10.2139/ssrn.3852780

Qian, J., Kim, D. S., & Lee, D. W. (2018). Magnetically-driven triboelectric generator as a direct power source for wireless sensors. *Proceedings of the IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*, *2018-Janua*, 673–676. https://doi.org/10.1109/MEMSYS.2018.8346644

Rabiee, M. (2012). Using Matlab to teach electric energy courses. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, *since 1988*. https://doi.org/10.18260/1-2--22186

Ramadhan, A. R., Adullah, A. G., & Juanda, E. A. (2017). Development of Instructional Media DCS using LabVIEW and Arduino Platform for Instructional of Processing

Control System. *Innovation of Vocational Technology Education*, *12*(2). https://doi.org/10.17509/invotec.v12i2.6202

Reinap, A. (2004). *Design of Powder Core Motors*.

Saha, A. K. (2022). A Real-Time Simulation-Based Practical on Overcurrent Protection for Undergraduate Electrical Engineering Students. *IEEE Access*, *10*, 52537–52550. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3175813

Salunke, M. (2015). Enhancing teaching and learning for Basic Electrical Engineering course using simulation as a tool. *Journal of Engineering Education Transformations*, 2394–1707.

Scheminger, J., & Mil'shtein, S. (2019). Innovation Teaching in Engineering Program at Nashoba Valley Technical High School. *Applied Science and Innovative Research*, *3*(3), p211. https://doi.org/10.22158/asir.v3n3p211

Şeker, S. (2013). Computer - Aided Learning in Engineering Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *83*, 739–742. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.139

Snell, D. (2019). Vocational education and the revitalisation of manufacturing in the United States. *Journal of Vocational Education and Training*, *71*(2), 239–259. https://doi.org/10.1080/13636820.2018.1480520

Srivastava, A., Anand, A., Shukla, A., Kumar, A., Buddhi, D., & Sharma, A. (2021). A comprehensive overview on solar grapes drying: Modeling, energy, environmental and economic analysis. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *47*(August), 101513. https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101513

Taan, G. H. (2024). Analysis Of The Modeling Application's Trends In The Educational Process For The Period 2020 – 2023. Journal of Tikrit University for Humanities, 31, 371–390.

Tafakur, Sukaswanto, M. S. and F. R. W. D. (2020). The Development of Training Kit For Basic Electronic Control on Automotive Field. *Journal of Physics: Conference Series*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1700/1/012069

Velayudhan, D. P., & Thomas, S. (2018). Role of technological uncertainty, technical complexity, intuition and reflexivity in project planning - A study on software development projects. *International Journal of Project Organisation and Management*, *10*(1), 82–92. https://doi.org/10.1504/IJPOM.2018.090377

Welsh, J. S., Daredia, T., Sobora, F., Vlacic, L., & Goodwin, G. C. (2008). Simulated versus Hardware Laboratories for Control Education: A Critical Appraisal. *IFAC*

Proceedings Volumes, *41*(2). https://doi.org/10.3182/20080706-5-kr-1001.01373

Xin, M., Sridama, P., Issaravit, P., & Sawangcharoen, K. (2025). Design of Modern Apprenticeship Teaching Mode for Students Majoring in Electrical Automation Technology. *International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews*, *5*(1), 165–176. https://doi.org/10.60027/ijsasr.2025.4999

Yamin, H. Y., Altawil, I. A., Al-Ajlouni, A. F., & Al-Fahoum, A. S. (2011). A new developed educational approach to improve conventional teaching methodology of the power electronics laboratory. *Computer Applications in Engineering Education*, *19*(1). https://doi.org/10.1002/cae.20304

Yu, H.-C., Hsueh, T.-J., Wu, T.-Y., Liu, C., Liao, C.-W., & Fu, Y.-K. (2025). A Competency Framework for Electric Vehicle Maintenance Technicians: Addressing the Environmental, Social, and Governance (ESG) Imperatives of the BEV Industry. *World Electric Vehicle Journal*, *16*(6), 314. https://doi.org/10.3390/wevj16060314

Zheng, J. (2011). Research in the combination of professional knowledge and drawing skills in teaching of building electrical CAD. *International Conference on Management and Service Science, MASS 2011*, 1–3. https://doi.org/10.1109/ICMSS.2011.5999232