برنامج مقترح فى الميكاترونيكس قائم على التعلم الخبراتى لتنمية بعض مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية

أميرة محمود إبراهيم فؤاد

مدرس مساعد بقسم المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم

كلية التربية – جامعة الزقازيق

أ.د/ فوزى أحمد محمد الحبشى

أستاذ ورئيس قسم المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم الأسبق

كلية التربية ـ جامعة الزقازيق

أ.د/ تهانى محمد سليمان محمد

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية ـ جامعة الزقازيق

أ.م.د/ فوقية رجب عبد العزيز سليمان

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

كلية التربية ـ جامعة الزقازيق

مستخلص البحث:

هدف البحث الحالى إلى تنمية بعض مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الفرقة الرابعة الشعب العلمية بكلية التربية من خلال برنامج مقترح فى الميكاترونيكس قائم على التعلم الخبراتى، طبقت أداة البحث (اختبار مهارات التفكير التصميمى) قبليًا وبعديًا على مجموعة البحث التى تكونت من (٧٠) طالبًا وطالبة، وتضمنت مواد المعالجة

التجريبية برنامج فى الميكاترونيكس وتم إعداده فى ضوء التعلم الخبراتى من أجل تطبيقه على طلاب مجموعة البحث، واعتمد البحث الحالى على كل من المنهج الوصفى التحليلى وذلك لإعداد الإطار النظرى واستقراء البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة، وإعداد أداة البحث بالإضافة إلى تحليل وتفسير نتائج تطبيق أدوات البحث، والمنهج التجريبى ويتحدد من خلال التصميم شبه التجريبى ذى المجموعة الواحدة، وتتمثل فى المجموعة التجريبية التى درست البرنامج المقترح. وقد أظهرت نتائج البحث وجود فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) بين متوسطات درجات طلاب مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كل على حده لصالح التطبيق البعدى، وفى ضوء ذلك تم تقديم مجموعة من التوصيات والمقترحات.

الكلمات المفتاحية: الميكاترونيكس، التعلم الخبراتى، مهارات التفكير التصميمى.

A Suggested Program in Mechatronics Based on Experiential Learning to Develop Some Design Thinking Skills for Faculty of Education Scientific Section Students'

Abstract: The current research aimed to develop some design thinking skills among fourth-year science students at the Faculty of Education through a suggested mechatronics program based on experiential learning. The research tool (design thinking skills test) was applied both pre- and post-intervention on a research group consisting of 70 male and female students, The experimental treatment materials included a program in mechatronics, which was prepared in light of experiential learning in order to apply it to the students of the research group. The current research relied on both the descriptive analytical approach in order to prepare the theoretical framework and extrapolate previous related research and studies, and prepare the research tool in addition to analyzing

and interpreting the results of applying the research tools, and the experimental approach, which is determined through the quasi-experimental design with one group. Results indicated that there was a statistically significant difference at (0.01) level between the mean scores of the research group students in the pre- and the post-administration of design thinking test as a whole and in each of its sub-skills favoring the post-administration. Based on that, some recommendations and suggestions for further research were also provided.□

Key Words: Mechatronics, Experiential Learning, Design Thinking Skills.

مقدمة:

يحصد العالم في هذا الوقت ثمار تطورات كثيرة في ميادين ومجالات علمية وهندسية وتكنولوجية، توازيها تحديات كبيرة ناجمة عن تسارع عمليات التغيير وتقاربها في تطور هذه المجالات، ولعل هذا التقدم والتطور المشهود لا يستند إلى الإمكانات المادية بقدر اعتماده على قدرات الأفراد فى التفكير والإبداع والابتكار، إضافة إلى وجود الأساس العلمي السليم؛ الأمر الذي يدعو الدول إلى إعادة النظر في أنظمتها التعليمية؛ لإعداد أفراد محصنين بالمعارف والمهارات والكفايات اللازمة لمواكبة التطورات المتسارعة، ومواجهة التحديات المستمرة من جهة، ولتحديد موقعها على خارطة التنافس العلمي والتقني في القرن الحادي والعشرين من جهة أخرى. إذ تسعى المجتمعات جاهدة لإكساب أفرادها المهارات والخبرات لتطوير قدراتهم على الفهم والتحليل وتوظيف معارفهم فى حل المشكلات التى تواجههم، وتهتم بتوفير برامج تعليمية ذات جودة عالية لتبقى فى طليعة التنافس العالمى.

ولأن العلوم هى الركيزة الأساسية في إكساب الطالب المهارات المختلفة وعلى رأسها التفكير والتصميم، فإن التحدي الأكبر اليوم هو تدريس العلوم محتوى واستراتيجيات ومداخل وآليات، لأن أهم ما يناط بتعليم العلوم هو تعليم التفكير، لا تلقي المعرفة بل تحويلها إلى ضابط للسلوك العلمي من خلال المهارات العلمية والعقلية، ما اصطلح على تسميته بالتفكير التصميمى والذي تمزج مهاراته بين فهم المشكلة والمستفيدين من حلها والحلول المقترحة وبناء نماذج أولية ثم نهائية للحل، ويعد التفكير التصميمي عملية وأسلوب فكري ومدخل لحل المشكلات المعقدة ويسمى أيضًا بالتصميم المتمحور حول الإنسان. كونه مدخل إبداعي لحل المشكلات، وهو عملية تبدأ بالفئة المراد التصميم لها وتنتهي بحلول جديدة مفصلة لحاجاتهم (أبو عودة وأبو موسى، ٢٠٢١)[١].

وقد عرف Razzouk & Shute (2012) التفكير التصميمى بأنه إحدى مهارات حل المشكلات التي يحتاجها الطلبة لتطوير الوسائل المبتكرة لمواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين. بينما أوضح Henriksen & Richardson (2017) أنه يعبر عن الكيفية التي يجرب بها الطلبة المناهج الدراسية والأنشطة التعليمية والمهمات الدراسية؛ لتحليل المشكلات بشكل أفضل وتحديد الطرائق الواعدة للمضي قدما في سياق العلم. وتشير دراسة الباز (٢٠١٨) إلى أنه هناك مجموعة من العمليات العقلية يمارسها الفرد لتمكنه من تحديد المشكلات الواقعية ومحاولة إيجاد الحلول الملائمة من خلال تحديد القضايا المتعلقة بها والذي يتطلب ممارسة التخيل والتحليل لتوليد الأفكار الخلاقة بطلاقة ثم بلورة الأفكار في صورة نماذج أولية وتجريبها وتقييمها في ضوء معايير محددة. ويضيف von Thienen et al. (2017) بأنه عملية عقلية تتطلب التحليل والإبداع وتتيح للمصمم فرصة للتجريب وإنتاج نماذج مبدئية لبلورة الأفكار وتوليد الحلول بطلاقة وتفرد.

١ اتبعت الباحثة نظام توثيق الجمعية الأمريكية لعلم النفس APA (الإصدار السابع)

واستنادًا إلى ذلك، فإن التفكير التصميمي يعد العنصر الحاسم الذي يحدث فعليًا قبل بناء الطالب لنموذجه الخاص وخلاله وبعده؛ لأنه الدليل الحقيقي على الإبداع والتطبيق وحل المشكلات باستخدام ما يعرفه الطالب وما يريد أن يعرفه؛ إذ إن الممارسات التعليمية الحالية التي يقدم بها المعلم المعرفة للطلبة بوجه عام ما هي إلا ممارسات تقليدية يكرر الطلبة خلالها معرفتهم في بناء نموذج ما، ويسهم هذا النمط من التفكير بتكوين بيئة مدرسية غنية بالمثيرات تتميز بالتجديد، وتعزيز مهارات التفكير، والارتقاء بأداء الطلبة، من خلال ترسيخ منهجية علمية للتفكير الإبداعي والناقد لديهم وإكسابهم أسلوب المصمم في التفكير، إذ يركز هذا الأسلوب على مجموعة من المهارات التي تميزه عن غيره من أنواع التفكير ومنها؛ التأكيد على التفكير التكاملي حيث ينظر للأحداث بصورة كلية وليس بصورة مجزأة، وتعلم مهارات التعاون والاتصال الفعال مع الآخرين، والتفكير في حل المشكلات باستخدام المنطق، مما يهيئ الطلبة لمواقع عملهم المستقبلية بكفاءة وفاعلية.

ويعتبر التفكير التصميمى مجالًا خصبًا للعديد من الدراسات في الآونة الأخيرة منها فقد أجريت العديد من الدراسات والأبحاث التربوية منها دراسة Tu et al. (2018)التي هدفت إلى استقصاء فاعلية تضمىن نموذج ستانفورد بالتفكير التصميمي في التعليم الجامعي، وتوصلوا إلى أن النموذج يمكن أن يحسن التدريس مما يعزز التفاعل الإيجابي بين الطلبة والمعلمين ويزيد من اهتمام الطلبة بعملية التعلم ويثير دافعيتهم للتعلم الذاتي، وبينت دراسة Sandars & Goh (2020) أهمية توظيف التفكير التصميمي في تطوير منتج جديد وتنفيذه بشكل متكرر وتعزيز التفكير التصميمي يساعد على تطور المهارات الحياتية والمهنية وضرورة تضمىن مهارات التفكير التصميمي في المجالات المختلفة للتعليم، وجمعت دراسة Lynch et al. (2021) بين التكنولوجيا وريادة الأعمال من خلال توظيف التفكير التصميمي لمعرفة اتجاهات الطلبة نحوه وتأثيره على العملية التعليمية، وتشير النتائج إلى أن الدورات التدريبية

شكلت تحديا كبيرا للطلبة، ولكنها أيضا فرصة لتطوير كل المهارات والمعارف حول تسويق المنتجات التكنولوجية بشكل أكثر فاعلية ونجاحًا.

وبرزت في السنوات الأخيرة العديد من التغييرات في ميدان التربية العلمية تمثلت في الثورة المعلوماتية و الرقمية؛ التى تعد واحدة من أكبر التغييرات التي شهدها العالم، لأنها ترتبط بتكنولوجيا المعلومات والتي باتت تمثل العصب الأساسي في جميع أوجه الحياة وقد انعكس تأثيرها على التعليم الذي هو قاطرة التقدم والرقي لأي مجتمع، حيث أدى التطور الهائل للمعلومات والمعارف في كافة مناحي الحياة إلي فتح آفاق جديدة ومجالات مبدعة لأنماط من التعلم تتوافق مع التكنولوجيا والانفجار المعرفي.

وفرض ظهور علم الميكاترونيكس وتطبيقاته العديدة مثل الذكاء الاصطناعي والروبوتات تغييرات مذهلة في كافة مناحي الحياة من زراعة وصناعة وطب وفي ميدان التربية، ذلك أن المؤسسات التربوية تواجه في القرن الحالي العديد من التحديات الناتجة عن متغيرات متعددة في عالم سريع التغيير، وهذا التغيير في ميدان التربية يعني التطوير في نمط التربية والتعليم، ويتطلب مجموعة من الإجراءات الهادفة إلى التحسين والتطوير في العملية التربوية (Kamińska et al., 2021).

ظهرت كلمة ميكاترونيكس لأول مرة في اليابان في أواخر الستينات، واستعملت بعد ذلك في أوروبا قبل أن تنتشر في كل أنحاء العالم، وتم صياغة مصطلح الميكاترونيكس من قبل المهندس الياباني تيتسورو موری من شركة ياساكوا الكهربائية للإشارة إلى استخدام الالكترونيات في التحكم الميكانيكي أي: "ميكا" من الهندسة الميكانيكية، و"ترونكس" من الهندسة الكهربائية أو الالكترونية، كما تم استخدامها بشكل غير رسمي قبل عدة سنوات من قبل الأستاذ تاكاشی کیٮنجو؛ حيث أشار إلى الأهمية الكبيرة التي تمثلها الميكاترونيكس من تصميم وتطوير وتنفيذ مجموعة واسعة من المنتجات والأنظمة المعقدة بطبيعتها مثل: نظم التحكم في المدفعية البحرية القائمة حول البصريات

المتكاملة، وأجهزة الكمبيوتر التناظرية الميكانيكية، ومراقبة طيران الطائرات، وأنظمة الملاحة بالقصور الذاتي في التصنيع، والأنظمة المتكاملة مع التطورات في تكنولوجيا الأدوات الآلية، فالتكامل جزء لا يتجزأ من ميكاترونيكس (Shetty et al., 2012).

ومن المحتمل أن الميكاترونيكس قد تمثل مجالًا خصبًا لتنمية مهارات التفكير لدى الطلبة معلمي العلوم، وذلك لما تتضمنه من موضوعات مرتبطة ببيئة وواقع الطلبة، وما تتيحه لهم من مواقف تعليمية وأنشطة علمية ومشروعات هندسية وتطبيقات متعددة يمكن أن تسهم في تنمية مهارات التفكير كأحد أهم أهداف برنامج الميكاترونيكس في هذه المرحلة الجامعية، كما يعد مجال الميكاترونيكس من المجالات البينية التي تعتمد على العلوم المختلفة ولعل من أهمها الفيزياء والهندسة والتي تعتمد في عرضها على التركيز على مهارات التفكير التصميمى لدى الطالب المعلم.

وتتغير نظريات المعرفة اليوم بالانتقال من نقل المعارف إلى نظمها وتوظيفها في سياق ذي معنى، إذ يواجه العالم اليوم تحديات هائلة في المجالات المختلفة، لعل أهمها تسارع الإنتاج المعرفي وتطور المهارات والممارسات المطلوب إتقانها من الطلبة في مواجهة الانفجار المعرفي الهائل وتراكم المعرفة الاستثنائي، مما يضع التحديات الكبيرة أمام مجالات الحياة على اختلافها، وأمام التعليم بشكل خاص، حيث يكمن التحدي في مواءمة المناهج لاحتياجات الطلبة من جهة، وللتغيرات المتسارعة في ميادين التعليم من جهة أخرى (زيتون، ٢٠١٠).

ونظرًا لأن المتعلم هو محور العملية التعليمية التي يتم من خلالها نقل المعارف والأفكار والقيم والاتجاهات من المعلم إلى المتعلم، فلابد من الاهتمام بالطريقة التي يتم فيها ذلك، إذ أكد التربويون على ضرورة استخدام أساليب متنوعة وحديثة للتدريس وجعلها أكثر فاعلية، ويمثل التعلم الخبراتى أحد نماذج واستراتيجيات التعلم غير التقليدية كونه يتيح للمتعلم منذ البداية ممارسة الأنشطة والخبرات التربوية بنفسه

سواء فرديًا أو جماعيًا، ويدفعه لتأمل ومناقشة ما اتبعه من إجراءات وما توصل إليه من نتائج، ليتمكن فى النهاية من تطبيق ما تعلمه فى سياقات حياتية مشابهة وأخرى جديدة.

ويذكر الفيل (٢٠١٩) أنه توجد كثير من النظريات التربوية التى تفسر عملية التعليم والتعلم وتنظم حقائقه وتوضح العوامل المؤثرة فيه وتعالج سلبيات التعلم التقليدى وتساير تطورات العصر، ومن هذه النظريات التعلم الخبراتى فهو تعلم قائم على معايشة ومعالجة الطلبة للخبرات المختلفة في سياقها الحقيقي حتى يتمكنوا من إكتساب وخلق المعرفة من هذه الخبرات، ويقوم على مجموعة مبادئ متكاملة ومراحل متتابعة لتقديم الخبرة التربوية، وهذه المراحل هي إكتساب الخبرة، والتفكير، وتأمل هذه الخبرة، ووضع نظرية جديدة للعمل في موقف جديد للطالب، وتضمن المشاركة الإيجابية للطالب فى تعلمه، كما تؤكد على أن المعلم ميسر ومسهل للعملية التعليمية.

لذا فإن التعلم الخبراتي بما يوفره من أنشطة واستراتيجيات متنوعة كالعصف الذهنى والتعلم بالاكتشاف والتعلم القائم على المشروعات وحل المشكلات والتعلم التعاونى، واعتماده على إيجابية ونشاط المتعلم من خلال الخبرة المباشرة وغير المباشرة والملاحظة والتأمل والتجريب بما يثرى الخبرات الحياتية للمتعلمين، ويعمل على زيادة دافعيتهم، وتعزيز الشعور بالذات وقيمة النجاح في العمل، ويضعهم في مواقف التحدى لاكتشاف جوانب التعلم المختلفة التي تمكنهم من اكتساب المهارات والمعارف والاتجاهات المرغوبة، فيعتبر الأساس للتعلم التجريبى، يستهدف تقديم تجربة واقعية للتعلم. ويمكن للمقررات الجامعية القائمة على الخبرة أن يكون لها تأثير كبير فى تنمية المهارات المهنية لدى المتعلمين، وتعليمهم كيفية تطبيقها داخل المؤسسة الجامعية وخارجها، حتى يتسنى لهم إتقانها بالحياة الشخصية والمهنية.

من هنا كانت هناك حاجة لمحاولة تجريب برنامج فى الميكاترونيكس قائم على التعلم الخبراتى لمعرفة فعاليته فى تنمية بعض مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية.

الإحساس بالمشكلة:

تحتاج برامج الإعداد الخاصة بالمعلم إلى إعادة نظر، من خلال التركيز على جانبين أساسين هما: الجانب الأكاديمى من خلال تدريب المعلم وإكسابه المهارة على تصميم منظومات جديدة مثل منظومة الميكاترونيكس، والجانب الآخر التدريب على كيفية استخدام الاستراتيجيات المناسبة مع تلك المنظومات الجديدة مثل استراتيجية التعلم القائم على المشروعات واستراتيجية حل المشكلات وتوزيع المهام المتضمنة فى التعلم الخبراتى، حيث تقاس جودة التعليم بجودة الطلبة الذين يتم تعليمهم بواسطة المؤسسات التعليمية. ومما سبق دعت الحاجة إلى الاهتمام بتنمية مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية.

ونبعت مشكلة البحث الحالى من خلال:

١. **ملاحظات الباحثة من خلال الإشراف على مجموعات التربية العملية وتدريسها مقرر التدريس المصغر للشعب العلمية والتى تمثلت فى:** ضعف تمكن الطلبة من المعرفة التربوية اللازمة لمواجهة المشكلات والتى تتطلب ممارسة التفكير التصميمى لحل المشكلات المختلفة فى بيئتهم الصفية وفق الاحتياجات التعليمية للمتعلمين، فالطلبة بشكل عام يفتقرون لمهارات التفكير التصميمى.

٢. **الاطلاع على الدراسات السابقة ذات الصلة بمتغيرات البحث والتى أشارت إلى:**

- ضعف مهارات التفكير التصميمى لدى الطلبة مثل دراسة كل من (Jansson et al., 2016; Harris, 2017; Noel & Liub, 2017) ودراسة (نصحى، ٢٠١٩؛ عبد الرؤف، ٢٠٢٠؛ منتصر، ٢٠٢١)، وقد أوصت تلك الدراسات بضرورة

تدريب الطلبة على ممارسة التفكير التصميمى لتحسين بيئات التعلم وتحسين مستوى المتعلمين.

٣. **قيام الباحثة بتطبيق الدراسة الاستكشافية على عينة قوامها (٢٠) طالبًا وطالبة من طلبة الفرقة الرابعة شعبة الفيزياء بكلية التربية جامعة الزقازيق وتمثلت فى تطبيق كل:**

اختبار مهارات التفكير التصميمى[٢] إعداد الباز (٢٠١٨)، وأشارت النتائج إلى ضعف متوسط درجاتهم فى الاختبار، حيث بلغت النسبة المئوية لمتوسط درجاتهم حوالى (٢٤.٢٣٪) وهذا مؤشر على وجود قصور فى امتلاك الطلبة لمهارات التفكير التصميمى.

٤. يدعو تعدد الأدوار التى تقوم بها الميكاترونيكس فى حياة الطالب فى الوقت الراهن وفى المستقبل إلى ضرورة إعادة تشكيل المنظومة التعليمية، من خلال توجيه اهتمام مناهج العلوم نحو إعداد متعلمين قادرين على تصميم مختلف لنظم الميكاترونيكس، بما يُعد المتعلمين للحياة فى مستقبل شديد التعقيد والتغيير. وتشير دراسات سابقة إلى فاعلية تطبيقات الميكاترونيكس فى مرحلة التعليم العالى لدى الطلبة المعلمين مثل دراسة كل من: .(Spolaôr & Benitti, 2017; Verner et al., 2021)

تحديد مشكلة البحث وتساؤلاته:

تحددت مشكلة البحث الحالى فى ضعف مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية وللتصدى لهذه المشكلة يحاول البحث الحالى الإجابة عن التساؤل الرئيس التالى:

[٢] ملحق (١) اختبار مهارات التفكير التصميمى للدراسة الاستكشافية إعداد (مروة الباز، ٢٠١٨)

ما فاعلية برنامج فى الميكاترونيكس قائم على التعلم الخبراتى فى تنمية بعض مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية؟

ويتفرع من هذا التساؤل الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

١. ما مهارات التفكير التصميمى المراد تنميتها لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية؟
٢. ما صورة البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى فى تنمية بعض مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية؟
٣. ما فاعلية البرنامج فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى فى تنمية بعض مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية؟

أهداف البحث: هدف البحث الحالى إلى: تنمية بعض مهارات التفكير التصميمى من خلال البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية.

أهمية البحث: قد يفيد البحث الحالى فيما يلى:

١. تقديم برنامج فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى لطلبة الشعب العلمية بكلية التربية.
٢. **طلبة كلية التربية الشعب العلمية:** قد يساهم البرنامج في تنمية مهارات التفكير التصميمى لديهم.
٣. **واضعى ومطورى برامج إعداد المعلم بكليات التربية:** لفت أنظارهم إلى أهمية تضمين نماذج واستراتيجيات حديثة فى برامج إعداد المعلمين وتبنى اتجاهات تربوية حديثة، لتغيير دور الطالب المعلم من متلق سلبى للمعرفة إلى متعلم مشارك إيجابى.
٤. **الباحثين:** قد يستفيد الباحثون من أداة البحث المتمثلة فى (اختبار مهارات التفكير التصميمى) فى إعداد أدوات مماثلة لتطبيقها على عينات مختلفة، كذلك فتح المجال لبحوث أخرى فى المجال تهدف لتنمية مهارات التفكير التصميمى.

حدود البحث: اقتصر البحث الحالى على:

١. **الحدود الموضوعية:**

- موضوعات البرنامج المتمثلة فى (مدخل إلى علم الميكاترونيكس، ومكونات نظام الميكاترونيكس وأهم تطبيقاته، والروبوتات، والروبوتات التعليمية) وهذا ما استقر عليه قائمة المحكمين
- بعض مهارات التفكير التصميمى المتمثلة فى (التعاطف، وتحديد المشكلة، وتوليد الأفكار، والنموذج الأولى، والاختبار)، من خلال ما استقرت عليه الدراسات السابقة.

٢. **الحدود البشرية:**

- عينة من الطلبة المعلمين بالفرقة الرابعة الشعب العلمية (فيزياء - كيمياء - بيولوجى) بكلية التربية جامعة الزقازيق وعددها (٧٠) طالبًا وطالبة لمناسبتها لتنمية مهارات التفكير التصميمى لديهم وكذلك لإمكانية استيعابهم لموضوعات الميكاترونيكس، نظرًا لدراستهم فى السنوات الثلاثة السابقة بلكلية لمقررات تخصصية تفيدهم فى استيعاب طبيعة موضوعات الميكاترونيكس.

٣. **الحدود المكانية:**

- التطبيق بكلية التربية جامعة الزقازيق، حيث إنه مكان عمل الباحثة حيث توفرت الإمكانات والتسهيلات المناسبة لتطبيق البحث.

٤. **الحدود الزمنية:**

- تطبيق موضوعات البرنامج المقترح خلال الفصل الدراسى الأول للعام الجامعى ٢٠٢٤ -٢٠٢٥م

أداة البحث: اختبار مهارات التفكير التصميمى. (إعداد الباحثة)

منهج البحث: استخدم البحث الحالى:

١. **المنهج الوصفى التحليلى:** وذلك لإعداد الإطار النظرى واستقراء البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة، وإعداد أدوات البحث بالإضافة إلى تحليل وتفسير نتائج تطبيق أدوات البحث.

٢. **المنهج التجريبى:** ويتحدد من خلال التصميم شبه التجريبى ذى المجموعة الواحدة، وتتمثل فى مجموعة البحث التى درست البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس فى ضوء التعلم الخبراتى.

فروض البحث: سعى البحث الحالى إلى التحقق من صحة الفروض التالية:

١. لا يوجد فروق دالة إحصائيًا بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدي لاختبار مهارات التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كل على حدة.

مصطلحات البحث:

فى ضوء إطلاع الباحثة على عدد من التعريفات المرتبطة بمتغيرات البحث فانها تعرف تلك المصطلحات إجرائيا على أنها:

- **الميكاترونيكس**

فرع من فروع العلوم قائم على التكامل بين التخصصات العلمية المختلفة "الفيزياء والهندسة" والتفاعل بين تطبيقاتها المختلفة ومنها الإلكترونات والميكانيكا والحاسبات الدقيقة وتكنولوجيا المعلومات بهدف ابتكار وتصميم أنظمة لحل المشكلات المعقدة متعددة التخصصات.

- **التعلم الخبراتى**

العملية التى يتم من خلالها صنع وتشكيل المتعلمين لمعارفهم ومفاهيمهم من خلال انخراطهم فى أنشطة ذات تأثير عقلى وضمن بيئتهم الاجتماعية والحيوية، ويقوم على مبادئ التعلم بالعمل، يمرون الطلبة من خلاله بخبرات تربوية مختلفة أساسها التأمل والملاحظة والتحقق منها، وتطوير التعميمات المرتبطة بها، ثم التحقق منها من خلال التجريب الفعال الواقعى.

- **مهارات التفكير التصميمى**

مجموعة من العمليات العقلية التى يستخدمها المتعلم لحل مشكلة معينة ولإنتاج شيء جديد ومبتكر من خلال التعاطف مع سياق المشكلة والتخيل والقدرة على تحديد المشكلة وتوليد الأفكار والحلول الإبداعية وإنتاج وتصميم نموذج لحل المشكلة واختباره، ويساعد التدريب عليها على تنمية قدرتهم على التأمل وممارسة التقصى، ويقاس بالدرجة التى يحصل عليها الطالب فى الاختبار المُعد لذلك.

أدبيات البحث:

المحور الأول: الميكاترونيكس Mechatronics:

الميكاترونيكس هو نظام يصف التكامل والترابط بين مختلف العلوم الهندسية مثل الميكانيك، الإلكترون، التحكم الآلى والأتمتة الصناعية، المعلوماتية، ويكمن جوهر هذا التكامل والترابط فى عمليات التصميم المعقد للمنتجات بحيث يكون هذا التصميم هو الأكثر فائدة والأقرب إلى المثالية. فهى باختصار التكامل بين الميكانيكا والإلكترونيات وتكنولوجيا الكمبيوتر فى عمليات التصميم المعقد للمنتجات، وتقوم فلسفته على الاستخدام الأمثل للتكنولوجيا المتاحة، وقد تقدمت خلال الأعوام الماضية وانتشرت انتشار واسع من خلال المنتجات الذكية والصناعات الجديدة.

الميكاترونيكس هو تكامل تآزري للهندسة الميكانيكية والإلكترونيات والتحكم الذكي فى الكمبيوتر فى تصميم وتصنيع المنتجات والعمليات، ويتم تعريفه أيضًا على أنه تكامل تآزري لأجهزة الاستشعار والمحركات وتكييف الإشارة وإلكترونيات الطاقة وخوارزميات القرار والتحكم وأجهزة وبرامج الكمبيوتر لإدارة التعقيد وعدم اليقين والاتصال في الأنظمة الهندسية (Phan & Ngo, 2020).

فى السنوات الأخيرة، عزز الذكاء الاصطناعي التطور السريع للذكاء فى مختلف المجالات، مع كون الميكاترونيكس أحد الموضوعات البحثية الجديدة، والهدف من ذلك هو الجمع بين المهارات الميكانيكية ومهارات الإلكترونيات الدقيقة ومهارات المعلومات لتحقيق التحسين الأمثل للأنظمة بأكملها، والذى تم تصميمه وتحقيقه بشكل أساسي من خلال تقنية التحكم؛ أي أنه يتم تحقيقه باستخدام نظام التحكم فى أنظمة الميكاترونيكس فيمكن للأنظمة الذكية تقليد السلوك البشري، وتعلم وتقليد جميع أنواع المعلومات والمحتويات المعروفة فى بيئتها، واستخدام ما تعلمته لإجراء التحليلات واتخاذ القرارات والتحكم، وتحسين النظام الذكي بأكمله وتحقيق أفضل تأثير، لذلك ينبغي إعطاء تطبيقات الميكاترونيكس مزيدًا من الاهتمام فى البحث (Guo, 2023).

أولًا: نشأة الميكاترونيكس:

تم تقديم مفهوم الميكاترونكس منذ ما يقرب من ٥٠ عامًا نتيجة لزيادة استخدام أجهزة الكمبيوتر للتحكم في العمليات والأنظمة الميكانيكية، المصطلح مشتق من تقلص الكلمات الميكانيكية والإلكترونية. تمت صياغته في أوائل السبعينيات لأول مرة فى اليابان فى احدى شركات التحكم هناك، واستعملت بعد ذلك في أوروبا قبل أن تنتشر في كل أنحاء العالم، من قبل تيتسورو موري مهندس من شركة ياساكوا الكهربائية Yaskawa Electric Corporation، لتحديد الأنظمة التآزرية المكونة من عناصر ميكانيكية وكهربائية. يُذكر أنه قبل عام ١٩٦٠م كان يوجد ميكاترونيات ولكن كان

يعتقد الناس أنها ليست سوى هندسة جيدة أو تصميم جيد (Bradley et al., 2015).

وتم صياغة مصطلح الميكاترونيكس للإشارة إلى استخدام الالكترونيات في التحكم الميكانيكي أي: "ميكا" من الهندسة الميكانيكية، و"ترونكس" من الهندسة الكهربائية أو الالكترونية، كما تم استخدامها بشكل غير رسمي قبل عدة سنوات من قبل الأستاذ تاكاشى كىنجو؛ حيث أشار إلى الأهمية الكبيرة التي تمثلها الميكاترونيكس من تصميم وتطوير وتنفيذ مجموعة واسعة من المنتجات والأنظمة المعقدة بطبيعتها مثل: نظم التحكم في المدفعية البحرية القائمة حول البصريات المتكاملة، وأجهزة الكمبيوتر التناظرية الميكانيكية، ومراقبة طيران الطائرات، وأنظمة الملاحة بالقصور الذاتي في التصنيع، والأنظمة المتكاملة مع التطورات في تكنولوجيا الأدوات الآلية، فالتكامل جزء لا يتجزأ من الميكاترونيكس (Shetty et al., 2012).

يمكن القول أن الميكاترونكس ما هو إلا نموذج علم هندسي ذكي ومتعدد التخصصات، يتميز بقدرته على استيعاب التقنيات الحديثة ودمجها مع العلوم الهندسية الحديثة التي تعرض أداءً عالي الجودة وتحفز الإبداع والابتكارات وتركز على تفاعل المعرفة متعددة التخصصات وبناء مهارات التفكير من خلال عملية التعلم، ويعتبر فلسفة تدعم طرقًا جديدة للتعلم تؤدي إلى منهجيات وابتكارات تصميم متزامنة جديدة.

ثانيًا: مكونات الميكاترونيكس:

بشكل عام، الميكاترونيكس هي تقنية جديدة تجمع بين الميكانيكا والإلكترونيات وأجهزة الكمبيوتر وتقنيات المعلومات الجديدة بالإضافة إلى الاتصالات (خلال شبكة الويب العالمية المؤدية إلى إنترنت الأشياء)، ويتيح التعاون بين هذه المجالات المختلفة التفكير بشكل مختلف حول المنتج من الفكرة إلى إعادة التدوير بما في ذلك صيانته. تهدف الميكاترونيكس إلى إنشاء مكونات وحلول أكثر وأكثر ذكاءً لتلبية متطلبات

العملاء المعينين والأفراد، هذا هو السبب في أنه أثناء تصميم جهاز الميكاترونيك، من الضروري بطريقة ما العمل في وقت واحد في كل تقنية والحصول على صورة عامة للأشياء. حيث تسمح أجهزة الميكاترونيك بالحفاظ على سلامة الأشخاص، مما يسمح بالإغلاق التلقائي في حالة حدوث عطل، وتحسن كفاءة الطاقة للآلات الخاضعة للرقابة، مما يوفر عملية أكثر مرونة. كما أنها تعزز احترام البيئة من خلال تحسين متانة الجهاز (Kurniawan, 2016).

يتكون أى نظام ميكاترونيكس عادة من ثلاثة مكونات أساسية و عدد من المكونات الإضافية (المكملة) والتي تزيد من مستوى أدائه وكفاءته، وذكر Güllü et al. (2015)المكونات الأساسية كما يلى:

١. **الحساسات Sensors**: وهي عناصر عادة تكون دارات أو أجهزة الكترونية تقوم بتحويل الإشارات الفيزيائية إلى إشارات كهربائية رقمية أو تماثلية (الإشارة الفيزيائية ممكن أن تكون حرارة، ضغط، قوة، سرعة وتسارع، مغناطيسية)، وهناك العديد من الحساسات ويستخدم كل نوع حسب التطبيق وتتشمل حساسات للضوء والعجلة والوزن واللون ودرجة الحرارة والصورة.
٢. **المتحكم Controller**: وهو العقل المفكر لنظام الميكاترونكس أو أي نظام أخر وعادة يكون متحكما صغريا أو حاسوبا أو plc، حيث أنه يقوم بمعالجة البيانات القادمة له من الحساس و على أساس هذه البيانات يرسل إشارات إلى المخرج المتصل بالمشغلات.
٣. **المشغلات Actuators**: وهي عبارة عن عناصر تنفيذية عالية الدقة تقوم بتحويل الإشارة الكهربائية القادمة من المتحكم إلى إشارة ميكانيكية و المشغلات عادة تكون محركات كهربائية أو صمامات هيدروليكية.

ويعتبر المبدأ الأساسى القائم عليه نظام الميكاترونيكس هو التغذية العكسية أو نظام الحلقة المغلقة، الذى يعتمد أولًا على تحديد طبيعة النظام وثانيًا اختيار نظام التحكم الذى يضمن التكامل الفعال بين مكونات النظام المختلفة.

ثالثًا: الميكاترونيكس وتعليم العلوم:

بشكل عام، تتبع برامج اعداد المعلم نهجًا تقليديًا فى التدريس، حيث يتم استخدام نموذج أولي واحد لتدريس تخصص معين. ينتج عن هذا فشل الطلاب غالبًا في الاتصال والتعميم ونقل المعرفة إلى مجموعة متنوعة من مواقف حل المشكلات في العالم الحقيقي. ومع ذلك، فإن النهج متعدد التخصصات يدمج ويربط المفاهيم والمهارات الأساسية من العديد من التخصصات في نشاط واحد يكتسب الطلاب ويطبقون المعرفة والمهارات والاستراتيجيات في مجالات مواضيع متعددة، ويمكنهم من التعلم بشكل مرن فى سياقات متعددة وبالتالي بناء شبكة معرفة أكثر تكاملاً. علاوة على ذلك ، يعد دمج المعرفة متعددة التخصصات في المناهج الدراسية للطلاب أمرًا ضروريًا لتحقيق غاية التعلم المنشودة، وذلك ما يوفره تدريس الميكاترونيكس فهو علم هندسي متعدد التخصصات مكون من ثلاثة أنظمة فرعية وهي نظام ميكانيكي ونظام تحكم وبرمجيات. لذلك يجب أن يكون التدريس متعدد التخصصات جزءًا من التعليم الجامعى.

ويشير تعدد الأدوار التى تقوم بها الميكاترونيكس فى الوقت الراهن وفى المستقبل إلى ضرورة إعادة تشكيل المنظومة التعليمية من حيث إعداد جيد لمعلم العلوم من خلال التركيز على جانبين أساسين هما: الجانب الأكاديمى من خلال تدريبه وإكسابه المهارة على تصميم منظومات جديدة كمنظومة الميكاترونيكس، والجانب الآخر التدريب على استخدام الاستراتيجيات المناسبة مع تلك المنظومات الجديدة، بحيث يكون قادرًا على تنفيد مشروعات الميكاترونيكس، وتقديم نموذج للطلاب يمكن اتباعه أثناء تنفيذ المشروعات، وإثارة دافعية طلابه نحو دراستها، وتوجيههم أثناء كافة مراحل تنفيذ تلك

المشروعات. وذلك يتطلب إعادة النظر فى كافة برامج إعداد معلم العلوم بصورة شاملة، وقيلس جودة التعليم بقياس جودة الطلاب الذين يتم تعليمهم بواسطة المؤسسات التربوية، حيث أشارت دراسة Nicholas & Ng (2012) إلى دور المعلم فى التأثير على نجاح برامج الميكاترونيكس من خلال استخدام الاستراتيجيات المختلفة فى تنفيذ البرامج وتحديد الموضوعات بما يتناسب مع المناهج الدراسية والتخطيط للجدول الزمنى.

وأشارت دراسة Karkoub & Abdulla (2020) إلى أن المعلمين من جميع المستويات يحاولوا تجديد أساليب التدريس لديهم لتحسين عملية التعلم من خلال توفير أدوات تعليمية افتراضية وتقنية جديدة أدت إلى زيادة كبيرة فى البحث فى منهجيات التدريس وهى: المحاضرات، التفاعل، والتكنولوجيا فى الفصول الدراسية واستخدامها فى تدريس المفاهيم التى يصعب فهمها من قبل الطلاب، وشملت الأنشطة دورة لمدة أسبوعين فى العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بالإضافة إلى فصل اختيارى تقنى طويل فى الهندسة الميكانيكية، وقد لوحظ مستوى عالى من المشاركة من الطلاب مما أدى إلى تصميم وبناء أجهزة وأنظمة مثيرة للاهتمام، وقد زاد التحاق الطلاب فى برنامج الميكاترونيكس بنسبة ٤٤٪.

وفقًا لذلك فإن الميكاترونيكس من المجالات التى ظهرت مؤخرًا ولكنها أثبتت تطورها الكبير والملحوظ ودورها الفعال للغاية فى الحصول على حيز كبير من الأسواق، وإمكانية استبدال العديد من الأشخاص بشخص واحد. وفرضت نفسها بقوة فى مجال التعليم بما تتناوله من موضوعات تتناسب بشكل كبير مع طبيعة هذا العصر الذى يتسم بالسرعة والجودة فى إنجاز المهام، حيث أن الاتجاهات التى توجه التعليم فى القرن الحادى والعشرين هى اتجاهات تجريبية تتمحور حول الطالب، والتعلم التجريبى

والتكنولوجى القائم على التجارب والخبرات والاستفسار، وذلك يتوافر فى الميكاترونيكس، كذلك يمكن تطبيق ذلك من خلال التعلم الخبراتى.

المحور الثانى: التعلم الخبراتى Experiential Learning:

يشهد العصر الحالى تغيرات متسارعة استوجبت من كل القطاعات مواكبتها ولعل أبرزها ميدان التربية كونه المعنى بإعداد رأس المال البشرى، لذا تسعى مختلف النظم التعليمية لتطوير برامجها ومناهجها بهدف الوصول بالمتعلم إلى أقصى ما يمكن من التفوق والإبداع، وذلك عن طريق محاولة التوافق بين مطالب التدريس وإمكانات المتعلمين وأساليب تعلمهم، وعليه فإن إدارة العملية التعليمية صارت تقتضى بتغيير دور المعلم تغييرًا جذريًا، فإنه لا يمكن أن تتحقق كفاءة المعلم إلا بقدر ما يحدثه من تغيرات فى سلوك طلابه وطريقة تفكيرهم، وكذلك اعتبار المتعلم شريكًا فى العملية التعليمية وليس مجرد متلقى للمعلومة، بل عليه أن يكون إيجابى مبادر يتحمل مسؤولية تعلمه بدلًا من أن يكون سلبيًا.

أولًا: مفهوم التعلم الخبراتى:

التعلم الخبراتى يصف عمليتى التعليم والتعلم بطرق تتناسب مع جميع الأفراد، ويهدف إلى مشاركة الطلاب فى الخبرة المباشرة من أجل تطوير المعرفة لديه، ويهدف إلى تمكين الطلاب من إنتاج المعرفة الجديدة لتأكيد عملية التعلم من خلال استرجاع الخبرات والمعرفة السابقة وربطها بالخبرات والمعرفة الجديدة، وتنمية مهاراته وتوضيح القيم لديه، والتفاعل بينه وبين زملاءه.

يعرفه سعادة (٢٠١٤) أنه الخبرة التى يمر بها المتعلم شخصيًا خارج الحجرة الدراسية على أن تكون ضمن المتطلبات الدراسية المقررة، بحيث تضيف أمورًا قيمة للأهداف المنشودة التى يسعى إليها المتعلم وتؤدى فى النهاية إلى تنميته ذاتيًا، وذلك من خلال

برنامج ميدانى أو تطبيقى خاص يشجع على الوصول إلى مخرجات تعليمية مرتبطة بالتأمل والتفكير لكل ما يمر به المتعلم من خبرات تعليمية وحياتية مختلفة.

ويرى الفيل (٢٠١٩) أن التعلم الخبراتى هو تعلم قائم على معايشة ومعالجة الطلبة للخبرات المختلفة فى سياقها الحقيقى حتى يتمكنوا من اكتساب وخلق المعرفة من هذه الخبرات، وبناء وصناعة المعنى بنفسه، وهى نظرية تقوم على مجموعة مبادئ متكاملة ومراحل متتابعة لتقديم الخبرة التربوية وهذه المراحل هى اكتساب الخبرة، التفكير والتأمل فى هذه الخبرة، ووضع نظرية جديدة للعمل فى موقف جديد للمتعلم.

وتركز التعريفات السابقة على التعلم بالخبرة، فهناك الخبرات المباشرة التى تعتمد على نشاط المتعلم وإيجابيته وتفاعله مع البيئة، والخبرات غير المباشرة خبرات غير واقعية لكنها مطابقة للحقيقة مثل الأفلام والنماذج، والخبرات المصاحبة التى يكتسبها المتعلم أثناء مروره بموقف مثل اتجاهات مرغوبة أو أساليب تفكير سليمة، وخبرات دراسية التى يكتسبها المتعلم عندما يمارس أو يشارك فى مواقف تعليمية مثل لعب الأدوار والمحاكاة والمسرح التعليمى وخبرات سابقة، وخبرات لاحقة يتوقع أن يكتسبها المتعلم عند مروره بمواقف تعلم فى المستقبل، وخبرات مجردة رمزية يكتسبها نتيجة تعامله مع رموز مجردة مثل الرموز اللفظية والبصرية (Bergsteiner et al., 2010).

ويقصد بالمفهوم الحديث للتعلم الخبراتى أو التجريبى أنه العملية التى يتم من خلالها صنع أو تشكيل المتعلمين لمعارفهم ومفاهيمهم من خلال انخراطهم فى أنشطة ذات تأثير عاطفى وعقلى ضمن بيئتهم الاجتماعية والحيوية. ومن هنا فإن كولب يصف ويلخص هذا النوع من التعلم بأربعة أفعال فى اللغة: "يفكر"، "يشعر"، "يلاحظ"، و"يتصرف" ؛ فالتعلم الخبراتى ليس محدودًا فقط فى عملية اختبار وتجريب أشياء أو أدوات معينة، أو أحداث أو ظواهر بل إنه يمر بمراحل ضرورية لضمان التأكد من فعالية

هذا النوع من التعلم وهى: التجربة الحقيقية لشى ما، ثم التفكير والتحليل الناقد لما تمت تجربته، ومن ثم نشر هذه المعلومات والتجارب أو تطبيقها ضمن مجال آخر وفى إطار مختلف.

وترى الباحثة أن التعلم الخبراتى عبارة عن مجموعة من الإجراءات والأنشطة التعليمية المقصودة والمخطط لها التى تتمركز حول المتعلم، وتتطلب منه اكتساب المعرفة بنفسه ومقارنتها بالمعرفة السابقة لديه، وممارسة الخبرات فرديًا أو جماعيًا، والتحليل والوصول إلى نتائج يستخدمها فى التطبيق الفعلى لمواقف حياتية يمر بها. ووتطلب هذه الأنشطة عمليات تفكير وتأمل وتحليل وتعميم وتطبيق وإبداع من أجل بناء المتعلم معرفة ذات معنى، ويجب أن تكون ضمن المتطلبات الدراسية لتمكنه من المشاركة الفعالة ليصبح لديه مخزون خبراتى يمكنه من مواكبة ما يحدث داخل حجرة الدراسة وخارجها.

ثانيًا: خصائص التعلم الخبراتى:

يرى Gross & Rutland (2017) أن التعلم الخبراتى يتميز بعدة خصائص وهى:

١. التعلم عملية وليس ناتجًا، وتتطلب هذه العملية مرور الطالب بخبرات وتجارب تؤدى إلى اكتساب المعرفة والمهارة.
٢. التعلم عملية مستمرة تعتمد على التجربة والخبرة.
٣. التعلم عملية تكيفية تتطلب الموائمة أو التوافق بين الأفكار المتعارضة بين المعرفة والمهارة المكتسبة والمهارة الجديدة.
٤. التعلم عملية كلية تتطلب اختبار المعرفة والمفاهيم والمهارات الجديدة فى البيئة المحيطة والحياة العملية والمهنية، وذلك يتطلب التكامل بين التفكير والشعور والإدراك والعمل الذى يقوم به المتعلم.

٥. التعلم يحقق السعادة والمتعة عندما تكون خبرات التعلم ذات معنى، ويتطلب ذلك التفاعل بين الفرد والبيئة والحياة المهنية والعملية.

٦. التعلم عملية إنتاج المعرفة من خلال التفاعل بين المعرفة السابقة والمعرفة المكتسبة.

ويشير Olivos et al. (2016) إلى أن التعلم الخبراتى من خصائصه أنه يصف كيف يحل الطلاب المشكلات وكيف يطبقون المعرفة الجديدة المكتسبة فى بيئة التعلم من خلال محورين وهما: المحور الأول هو إدراك المعرفة التى لها قطبين هما الخبرة الحسية وتكوين المفاهيم المجردة، والمحور الثانى معالجة المعرفة التى لها قطبين وهما الملاحظة المتأملة والتجريب النشط.

فالتعلم الخبراتى يبنى بشكل يؤدى إلى تحقيق التفاعل بين الطالب والبيئة المحيطة من خلال الربط بين النظرية والممارسة من خلال الخبرة التى تكون لها قيمة تربوية عالية لتوجيه الطالب وتنمية مهاراته وممارسة أنشطة التعلم الفاعلة وتحقيق التكامل والاستمرارية بين الخبرات الجديدة المكتسبة والخبرات السابقة وتوليد السلوكيات وخبرات جديدة قابلة للتطبيق فى مواقف تعلم ومواقف حياتية جديدة وتحقيق التعلم الفعال المستمر.

ثالثًا: مراحل التعلم الخبراتى:

التعلم الخبراتى هو عبارة عن الفلسفة التى يهدف منها المربون إلى مشاركة المتعلمين فى الخبرة المباشرة، من أجل تطوير معارفهم ومهاراتهم وتوضيح القيم لديهم، فالتعلم الخبراتى يحدث من خلال نقل التجربة عن طريق المرور بالخبرة وتوظيف التعلم، فهو عملية دائرية يمر المتعلم فيها بسلسلة متتابعة ومتكاملة من الخبرات بصورة حلقة متصلة تتألف من أربع مراحل ولا تتم عملية التعلم إلا باكتمالها، حددها كل

من Ndung'u (2014)، Reinhardt & Hubbert (2014)، الفيل (٢٠١٩) كما يلى:

١. مرحلة الخبرة المحسوسة Concrete Experience:

فيها ينخرط المتعلم بأداء المهمة دون التأمل فيها، والتعلم فى هذه المرحلة يعتمد على انفتاح العقل والتكيف مع الموقف أكثر من اعتماده على المنحنى النظامى للموقف، حيث يقدم للمتعلم خبرة محسوسة تعلب دورًا فاعلًا فى الموقف التعليمى وذلك من خلال مصادر متعددة منها (عرض فيديو، دراسة حالة، إجراء تجربة الإطلاع وفحص وتلخيص، شرح بالأدلة، عرض صور رقمية، جداول بيانية، وأشكال ورسوم توضيحية). ويقوم المعلم بجعل المتعلم يقوم بالتجربة الشخصية بدلًا من أن يكون متقليًا لتجارب الآخرين عن طريق المعلومات المعطاه له من المعلم.

٢. مرحلة الملاحظة المتأملة Reflective Observation:

تأتى هذه المرحلة استكمالًا للمرحلة السابقة، وفيها يدرك المتعلم الخبرة الحسية من محاولته بيان لماذا حصلت؟ وكيف؟ بالنظر فيها من زوايا إدراكية مختلفة، إذ يرجع المتعلم إلى بداية المهمة التى سبق عرضها فى مرحلة الخبرة المحسوسة، وتتضمن التحدث عن الخبرة الجديدة فى ضوء الملاحظة والتأمل وطرح بعض الأسئلة فى حدود الخبرات السابقة، والاستماع الجيد، وتمييز الاختلافات وتطبيق الأفكار، والتعبير عن المشاعر المتكونة حول الخبرة، والتعبير عن كيفية التعلم مع الخبرة، وتحديد الصعوبات وكيفية التغلب عليها.

وفى هذه المرحلة يمنح المتعلم وقتًا للتفكير والتأمل لبناء مفاهيمه ومعلوماته الشخصية حول الأحداث والتجارب المعيشية، ومن الممكن أن يفكر المتعلم فييما تعلمه، وأن يعبر عن مشاعره تجاه ذلك، وأن يرتب المعلومات والخبرات التى اكتسبها خلال تجربته ليضيفها إلى معلوماته السابقة.

٣. مرحلة التجريد Abstract Conceptualization:

فى هذه المرحلة يتم التوصل إلى المفاهيم المجردة، حيث يقوم المتعلم بتمثيل الملاحظات والتأملات التى قام بقا فى المرحلة السابقة فى شكل نظرية أو مفهوم، ويعيد النظر فى الأنماط الفكرية التى كونها، وهذا يتطلب استخدام المنطق والأفكار أكثر من الشعور من أجل فهم الموقف أو المشكلة، ويحتاج المتعلم لمساعدة المعلم للدخول فى المشكلة والإجابة عن الأسئلة التى طرحها فى المرحلة السابقة، وهى تتضمن تفسير النتائج، كما يجرى عمل التعميمات والاستنتاجات على شكل فرضيات تتشكل حول الخبرة، وهى ممهدة لمرحلة التخطيط المنظم وتطوير النظريات والأفكار لحل المشكلات.

وتتصف هذه المرحلة بأنها متتابعة ومتكاملة، ويمكن استخدامها لإكساب المتعلم الخبرات التربوية، ومساعدته لتحقيق الأهداف المرجوة بنجاح كونها تجعله متحمسًا لممارسة الأنشطة التعليمية، ومثابرًا فى إنجازها، وتشجعه على التفكير والتأمل فى نتائجها وكيفية التوصل إليها واستخدامها بفاعلية فى المواقف الحياتية.

٤. مرحلة التجريب النشط Active Experimentation:

يأخذ فيها التعلم من خلال مواقف حقيقية تقدم فى صورة مشكلات، حيث يقترح المتعلمون الطريقة التى تمكنهم من تطبيق ما تعلموه، حيث يستخدم المتعلم النظريات التى طورها فى المرحلة السابقة لعمل توقعات حول العالم الحقيقى، وتجريب هذه التوقعات، إذ يعطى فرصة لإخضاع فهمه الجديد وحمله على توقع ما قد يحدث لاحقًا، أو ما يجب أخذه فى الحسبان من أفعال لتحسين الطريقة التى تعالج بها مهمة جديدة فى مرحلة خبرة حسية جديدة قد تبدأ بها دورة تعلم جديدة، والتعلم فى هذه المرحلة تعلمًا نشطًا يأخذ منحنى عمليًا (تجريبيًا) ممتعًا، وتتم فى

هذه المرحلة توصيل المعلومات والخبرات المكتسبة إلى أشخاص آخرين وإعلامهم بقيمة التجارب المعيشية، أو فى تطبيق هذه الخبرات فى مجالات أخرى.

ويشير Budeva et al. (2015) بأن المتعلمين لكى يستفيدوا من الخبرة الحسية يجب أن يدمجوا بشكل كامل ومنفتح مع الخبرات الجديدة وبعد الاندماج بشكل كامل مع الخبرة الحسية يندمجون فى الملاحظة والتأمل التى تتضمن المشاهدة والاستماع ومناقشة وتسجيل تفضيلات الخبرة، ثم يستخدم تلك الملاحظات فى تشكيل نظريات عن العالم، وفى النهاية يجب أن يكون المتعلم قادرًا على استخدام المعلومات والمعارف المكتسبة فى صناعة القرار وحل المشكلات.

التعلم هو العملية الأساسية التى يكتسب من خلالها المتعلمين المعلومات والمعارف والمهارات من خلال التجربة والمرور بالخبرة، وفى التعلم الخبراتى المراحل الرئيسية لإدارة موقف التعلم الذى يعمل على تكييف المتعلم لمعارفه ومهاراته التى اكتسبها فيما قبل مع المواقف التى يمر بها فى البيئة المحيطة به وفى مواقف حياته المهنية والعملية، تبدأ تلك المراحل بمرور المتعلم بخبرات حسية، ومن ثم يقوم بملاحظة تلك الخبرة الحسية والتأمل فيها، ليكون مفاهيم وتعميمات جديدة يستنتجها من مجموعة من الملاحظات والتأملات التى يقوم بها حول الخبرة الحسية، وفى النهاية يطبق المفاهيم المكتسبة فى المواقف المهنية والعملية الجديدة.

رابعًا: مميزات التعلم الخبراتى:

يذكر Fede et al. (2018) مجموعة من المميزات للتعلم الخبراتى تتمثل فيما يلى:

١. يتمركز التعلم الخبراتى حول المتعلم باعتباره محورًا للعملية التعليمية، ويأخذ أكبر مساحة ممكنة من الموقف التعليمى، ويكون مشاركًا ومتفاعلًا إيجابيًا مع زملائه ومعلمه.

٢. يربط التعلم الخبراتى بين خصائص شخصية المتعلم وأساليب التعلم، ومن ثم يسمح باختيار وسيلة التعلم التى يفضلها.

٣. يوفر الاستراتيجيات المناسبة لاستيعاب أساليب التعلم الحديثة وغير المألوفة وعدم الاقتصار على الأساليب التقليدية.

٤. يوفر التعلم الخبراتى التفاعل بين العوامل البيئية والوراثية مما يميزه عن باقى أساليب التعلم التى تركز على أحدهما دون الآخر.

٥. يتميز بشمولية التعلم حيث يوفر أربطة أنماط من التعلم وهى التقاربى والتباعدى والتأملى والتكيفى.

٦. يثرى الخبرات الحياتية للطلاب، ويسمح للطالب للوصول إلى كل ما هو جديد، كذلك يوفر مشاركة جميع الطلاب فى عملية التعلم.

٧. يسمح بتدريب الطلاب على تطبيق المهارات الجديدة، وتركيزهم على كيفية التعلم، ويؤكد على الدور الأساسى الذى تلعبه الخبرة فى التعلم.

٨. يعزز التعلم الخبرات تطوير المهارات لدى الطلاب مثل الاتصال والمسئولية والمهارات الاجتماعية لديهم.

لذا يمكن القول بأن التعلم الخبراتى هو نموذج تدريسى لإدارة موقف التعلم يعتمد على إيجابية وفعالية المتعلم ونشاطه، حيث يقدم التعلم فى صورة مواقف حقيقية يطبق فيها المتعلم المعرفة والمهارات المكتسبة من خلال أنشطة فردية أو جماعية مما يساعده على اكتساب مهارات حياتية ومعارف جديدة تثرى خبراته، ويقوم بتطبيقها فى مجالات متعددة فى مجتمعه، وتساعده على تنمية مهارات البحث ومهارات التفكير بأنماطه المتعددة وحل المشكلات لديه، وتعلم مهارات حياتية جديدة. فهو الطريقة التى يتم من

خلالها البناء المتكامل لشخصية المتعلم لينعكس بشكل إيجابى على تفاعله مع بيئته المحيطة به.

المحور الثالث: التفكير التصميمى Design Thinking:

يشهد العالم فى العصر الحالى ثورة تكنولوجية هائلة فائقة السرعة فى تطورها مما أحدث تغيرات كبيرة وعميقة فى مختلف مجالات الحياة، ويزداد تأثيرها يومًا بعد يوم الأمر الذى يتطلب مستوى عالى من التفكير حتى يستطيع الفرد أن يواكب ما يدور حوله، لذا أصبح موضوع التفكير والبحث فيه أمر بالغ الأهمية فى التربية المعاصرة التى تؤكد على ضرورة تنمية قدرة الفرد على التفكير ليتمكن من التعامل مع هذه الثورة العلمية والمعرفية التى تجتاح العالم، والناتج عن التقدم العلمى والتكنولوجى الكبيرين فى مجالى التربية والتعليم، وبالتالى تطورت الأدوار التربوية التى كان يمارسها كل من المعلم والمتعلم، ورافق ذلك تطور الطرق والأساليب التعليمية التى تساعد على تنظيم المعلومات وتواكب التقدم التكنولوجى، ونتيجة لذلك انصب الاهتمام على تنمية التفكير والمهارات المرتبطة به، حتى أصبح ذلك هدفًا رئيسًا تسعى المناهج التربوية لتحقيقه.

ومن الاتجاهات الحديثة التى ظهرت فى تعليم التفكير التفكير التصميمى؛ إذ يعد منهجية مفيدة لاستكشاف المشكلات المعقدة، وتعميم الحلول المبتكرة، والذى يعتمد على معرفة العمليات والطرق التى يستخدمها المصممون، وفهم كيفية تعامل المصممين مع المشكلات عند حلها، والتركيز على المستفيدين من خلال تحقيق التوازن بين ما هو مرغوب فيه من وجهة نظرهم وما هو ممكن تنفيذه وتطويره (Withell & Haigh, 2013).

أولًا: مفهوم التفكير التصميمى:

يعتبر التفكير التصميمى نمطًا من أنماط التفكير الناتج من تراكم العديد من الأبحاث والممارسات الأكاديمية المستمرة، وتستند منهجيته على حل المشكلات والقضايا من واقع الحياة من خلال تبادل الأفكار والابتكار وإنتاج الأفكار المبدعة، وتطوير حلول مبتكرة لتلبية احتياجات الأفرد فى المجتمع.

يعد استخدام التفكير التصميمى فى التعلم طريقًا لحل المشكلات التى تحتاج إلى إيجاد حلول إبداعية، لذلك فالتفكير التصميمى له القدرة على تجميع المعرفة من مجموعة متنوعة من المصادر واستخدام النماذج الأولية للمحاكاة وعمل المخططات والرسومات، وهذه الأدوات توفر مسارات بديلة للتعلم التجريبى حيث يمكن للتفكير التصميمى أن يساعد على إحداث اكتشاف معرفة جديدة أو نمط تفكير (منتصر، ٢٠٢١).

عرفه Di Russo (2016) بأنه مصطلح واسع يستخدم لوصف النشاط المتضمن فى ممارسة التصميم، بهذا المعنى التفكير التصميمى قد يكون مرادفًا لمصطلح التصميم ولكن يركز على العمليات العقلية فى ما وراء ممارسة التصميم، ويعرفه Kumar et al. (2019) على أنه عملية تكرارية تسعى إلى فهم الفرد، وتحدى الافتراضات، وإعادة تعريف المشكلات فى محاولة لتحديد الاستراتيجيات والحلول البديلة التى قد لا تظهر على الفور مع المستوى الأول للفهم، بينما عرفه Beckman (2020) أنه منهجية قابلة للتطبيق فى جميع المجالات المختلفة لتحقيق نتائج مستقبلية مبشرة، وذلك لقدرته على دمج الشعور والابتكار والواقع لتلبية احتياجات المتعلم بتصميم منتج متميز، ومن أهم ما يميزه أنه متمركز حول المتعلم، ويوظف فى تخصصات متعددة

من خلال ما سبق، يمكن التوصل إلى أن التفكير التصميمى عملية عقلية إبداعية تحليلية، تهدف إلى توليد أفكار عمل إبداعية، وإيجاد الحلول والابتكار لحل المشكلات

المعقدة بطريقة خلاقة، يشترك فيها المتعلم بنفسه من خلال التجربة، ويقوم بجمع المعلومات وتوليد الأفكار لحل المشكلة ثم إنشاء النماذج وجمع الملاحظات وإعادة التصميم بعد الاختبار لتقييم الحلول، فالتفكير التصميمى هو طريقة منهجية يتم من خلالها المرور بالتجربة للتوصل إلى حلول للمشكلات، من خلال فهم الاحتياجات البشرية، وإنتاج أفكار متعددة لحل المشكلات، والتوصل إلى أفضل فكرة ممكنة لحلها.

ثانيًا: أهمية التفكير التصميمى:

يعتبر التفكير التصميمى موقف ذهنى يتطلب سلسلة صحيحة من الإجراءات لحل مشكلة من خلال خطة عمل، ومن أهم أنماط التفكير التى يحتاج إليها المتعلم فى التعليم المعاصر، وقد أشار كل من عيد (٢٠٢١)، Morris & Warman (2015) إلى أهمية تنمية التفكير التصميمى لدى المتعلمين فى مراحل التعليم المختلفة، وتتمثل هذه الأهمية فيما يلى:

١. يسمح بالتجربة مع تنمية مهارات التفكير العليا مثل التفكير الناقد والتفكير الإبداعى، والذى يؤدى بدوره إلى الابتكار وحل المشكلات، وخلق نظام بيئى للإبداع من خلال توليد أكبر عدد ممكن من الأفكار.
٢. يساعد فى توليد معرفة ضمنية جديدة إيجابية، وتركز على احتياجات الفئة المستهدفة لكشف الفرص من أجل خلق قيمة لبعض الاحتياجات المطلوبة.
٣. يشجع المتعلمين على إظهار قدراتهم الإبداعية وتحسينها من خلال استثمار الخيال لديهم، من خلال إنتاج الأفكار والحلول الإبداعية بعد معالجتها عن طريق الكتابة أو الرسم أو التمثيل ومن ثم يتم تعزيز المنتج النهائى.
٤. يستخدم كعملية تعلم مستمرة لدعم تعلم الطلاب متعدد التخصصات من أجل حل المشكلات المعقدة، ومن ثم إعداد الطلاب لمواقع العمل مستقبلًا.

٥. وسيلة لتعزيز أسلوب التعلم بالممارسة، ويركز على إيجابية المتعلم فى العملية التعليمية.
٦. يخلق جوًا ممتعًا للتدريس، وينمى ثقة المتعلمين بأنفسهم.
٧. يؤكد على تطوير فكر المتعلم، للوصول إلى حل المشكلات المختلفة.
٨. يشجع على التعاون مع الآخرين من خلال العمل الجماعى، والتعامل على أنهم مجموعة من العقول تعمل معًا.
٩. تعد عملية التفكير التصميمى غير خطية وتفاعلية، حيث يوجد فى كل فراغ سلسلة من الأنشطة يمكن للمتعلم أن يؤديها.
١٠. يعزز تحقيق أهداف المناهج الدراسية من خلال إتقان المعرفة والمهارات الأساسية للمعلومات

ثالثًا: مراحل التفكير التصميمى:

أشار كل من الناجى (٢٠٢٠)، Sarooghi et al. (2019)، Kancharla (2021) إلى أن التفكير التصميمى يمر بخمس مراحل أساسية وهى كالآتى:

١. **التعاطف Empathize** : فيها يضع المتعلم نفسه مكان المستخدم الذى يريد استهدافه وتقديم خدمة أو منتج له، ويتخيل انطباعاته، وكلما زادت قدرته على التخيل يصل إلى أفضل النتائج، فهو يحاول أن يعيش تجربة لهذا المستخدم فى محيطه ليتعرف على مشكلاته واهتماماته، وفيها يلاحظ المتعلم ويتفاعل مع أبعاد المشكلة، ويحاول الوصول إلى حلول مفيدة للمشكلة من خلال تعاطفه مع أصحاب المشكلة، فيجمع البيانات المرتبطة بالمشكلة بهدف حلها.
٢. **تحديد المشكلة Define** : في هذه المرحلة يتم انتقاء المعلومات التي تم جمعها في المرحلة الأولى وتصنيفها في مجموعات وأقسام حتى يمكن تحديد نوعية المشكلات الواقعية الموجودة واختيار إحدى المشكلات لمحاولة حلها، ويتأكد من

اختيار مشكلة تهم قطاع عريض من المستخدمين بحيث عند حلها يستفاد منها عدد كبير، وهى مرحلة مبدئية لمرحلة تقديم تصور للفكرة، وهنا يتم تحديد الأسئلة التى تساعد فى البحث عن الأفكار.

٣. **توليد الأفكار Ideate :** بعد تحديد المشكلة يتم العصف الذهني فى مجموعات لتطوير الأفكار للعمل على حل المشكلة ويتم تسجيل جميع الأفكار دون التحيز لأي منها، ولا يتم استبعاد أى فكرة مهما كانت بسيطة أو غير قابلة للتنفيذ، فالهدف الخروج بأكبر عدد ممكن من الأفكار والبدائل الممكنة لحل المشكلة، فالهدف كمى وليس كيفى، ويمكن الاستعانة في ذلك بالتمثيلات البصرية من رسومات أو صور أو أشكال لتسهيل استيعاب الأفكار، ثم بعد وضع الكثير من الأفكار يتم تصنيفها لتحديد الأفكار القابلة للتنفيذ، وتحديد التقنيات التى تساعد فى اختيار أفضل الحلول.

٤. **النموذج الأولى Prototype :** بعد التوصل إلى أفضل الحلول للمشكلة تأتي مرحلة ترجمة الحل لمنتج أو خدمة قادرة على جذب انتباه المستخدم، ويتم تصميم نموذج أولى سريع لتجريب مدى قبول أفضل الأفكار المستنبطة سابقاً واستبعاد غير الممكن منها، والهدف من هذه المرحلة التجريب والتعلم من الخطأ.

٥. **الاختبار Test :** وفيها يتم اختبار ما توصل إليه المتعلم من منتج أو خدمة لتقييمه ولمعرفة ما إذا كان المنتج المبدئى سهل للمستخدم أم يحتاج إلى تعديل، فى هذه الخطوة يكون الاهتمام بالتعلم حيث تعد أول تجربة فعلية للمستخدم ولا يأخذ المتعلم موقف المبرر ويشرح ما قام به، ولكن بعد انتهاء التجربة يمكنه تقديم شرح بسيط لوظائف وإمكانيات الخدمة أو المنتج الذى صممه.

ويعد التفكير التصميمى مدخل لحل المشكلة، فهو عملية تبدأ بالفئة المراد التصميم لها وتنتهى بحلول مفصلى لحاجاتهم، ويعتبر مجالاً لتجميع الخبرات الجماعية وتطوير حلول واقعية مهما كانت المشكلة التى تحاول حلها، وكذلك يشجع على

الابتكار من خلال استكشاف طرق متعددة لنفس المشكلة، ويعزز القدرة على التخيل وخلق متعلم فعال، ووضع منهجية قابلة للتطبيق فى جميع المجالات، لها القدرة على دمج الابتكار والواقع، وتلبية حاجات المجتمع ورغباته.

رابعًا: خصائص التفكير التصميمى:

حدد كل من نصحى (٢٠١٩)، نوير (٢٠٢١) أبرز الخصائص والملامح التى يتميز بها التفكير التصميمى، والتى شكلت أوجة الفائدة للاهتمام به فى السياق التربوى والتى يمكن إيجازها فيما يلى:

١. أسلوب من أساليب حل المشكلات، يأتى من منظور الهدف النهائى.
٢. تفكير يبنى على الحل، ويعتمد على التفكير الشمولى.
٣. يوظف التفكير الناقد والتقييم الذاتى.
٤. يعتمد على التفكير التباعدى (التشعبى) والتجميعى (التقاربى).
٥. يعتمد على التركيب، أى تجميع العناصر والمكونات الأولية لتكوين كل متماسك.
٦. يعتمد على قبول جميع الأفكار الأولية مهما بدت غريبة أو غير منطقية، مما يحفز المتعلم للتغلب على الخوف من الفشل والإخفاق، ويزيد ثقته بنفسه.
٧. يستند على التفكير التجريبى الذى يتضمن المحاولة أكثر من مرة حتى يتم التوصل إلى الحل النهائى للمشكلة.
٨. يحفز القدرات الإبداعية من خلال التفكير فى الحلول خارج الصندوق، ويزيد من متعة التعلم.
٩. يكسب المتعلمين مهارات العمل الجماعى التشاركى والتعلم الذاتى.
١٠. ينمى الميول المهنية والكفاءة الذاتية لدى المتعلمين.

١١. يستثير حب الاستطلاع العلمى لدى المتعلم، والتحدى الهادف، ويدعم المرونة المعرفية.

١٢. يوفر بيئة تعليمية تسهم فى تحقيق عمق المعرفة.

١٣. ينمى مهارة التأمل والتحدث الذاتى.

١٤. يحث المتعلمين على الاندماج والانخراط بالتعلم.

١٥. يقدم مخرجات جديدة مبتكرة ومتنوعة فى مختلف مجالات العمل، ولا يقتصر على تقديم منتجات ملموسة فقط بل يتعدى ذلك إلى تقديم خدمات مبدعة وأساليب عمل متطورة.

كذلك يدعم التفكير التصميمى تعلم الطلاب فى مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ويعزز المعرفة لديهم، ويعزز محو الأمية التكنولوجية والعلمية لجميع الطلاب، ويزيد الاهتمام بمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Becker & Mentzer, 2015).

وهناك العديد من العوامل التى تميز التفكير التصميمى وتجعله مناسبًا لابتكار الحلول وتطويرها، فالتفكير التصميمى يعتبر منهجية تقوم على الابتكار، تعتمد على مشاركة المتعلمين فى القيام بالتجربة بأنفسهم للتوصل إلى حلول للمشكلات المطروحة، وذلك من خلال نهجين رئيسين للتفكير وهما التفكير التفريقى الذى يعتمد على عرض أكبر قدر من الأفكار والحلول، والتفكير التجميعى الذى يعتمد على فحص تلك الحلول لاختيار الحل الأمثل للمشكلى المطروحة، ومن أهم خصائص التفكير التصميمى هو قدرته على دمج الواقع بالشعور بطرق مبتكرة تساعد على التوصل إلى حل للمشكلة بنجاح من قبل المتعلم.

خامسًا: مميزات التفكير التصميمى:

أصبح تعليم مهارات التفكير التصميمى أمرًا ضروريًا يجب تحقيقه من خلال مراحل التعليم المختلفة، حيث يركز التفكير التصميمى على زيادة إيجابية المتعلم فى العملية التعليمية، ويربط كذلك التعليم بالمجتمع ومشكلاته من خلال مواجهة المتعلم لمشكلات واقعية يمر بها، ومحاولة إيجاد حلول لها فى بيئته التعليمية، وقد ذكر كل من Christensen et al. (2017)، Val et al. (2017) أن التفكير التصميمى يتميز بأنه:

١. بناء مهارات الإبداع من خلال إنتاج شئ جديد ومبتكر وهذا يحفز ويطور عقلية الطلاب، وبذلك يصبحون قادرين على حل مشكلاتهم اليومية بطريقة مبتكرة إبداعية.
٢. يساعد الطلاب على فهم أفراد المجتمع من حولهم، والتعاطف مع احتياجاتهم بحيث يتم اقتراح حلول مناسبة للمشكلات المجتمعية.
٣. وثيق الصلة بأسلوب التفكير والعمل، وهو يتبع فى طريقة عمله نفس طريقة تفكير المصممين وعملهم.
٤. يعتمد فى حل المشكلات على عملية استكشافية تتسم بأنها غير محددة بالمشكلة وغير تسلسلية.
٥. يشجع مراقبة الآخرين والاستماع إليهم، باعتبارهم وسيلة لتحديد الفرص الجديدة ومصدر إلهام لإطلاق طاقات الإبداع والابتكار.
٦. يعتبر ممارسة أصيلة فى التصدى لتحديات العالم الواقعى، ويرتكز نهج التفكير التصميمى على فكرة التحدى، ويتقبل الخروج بنتائج وحلول متعددة.

٧. يكسب الطلاب مهارات العمل الجماعى التشاركى، حيث يعمل الطلاب فى مجموعات ويقوم كل فريق بإنتاج أفكار وحلول فريدة للمشكلات، ومن ثم يتعرف الطلاب على مواقف ضعف وقوة كل فريق عمل.

٨. يساعد الطلاب على التفتح الذهنى، حيث تبدأ مراحله بشكل أكثر انفتاحًا أو بموضوع واسع ثم طرح حلول لهذا الموضوع، وبذلك يصبح الطلاب منفتحين ولديهم استعداد لسماع أفكار الآخرين وتقبل الأفكار الجيدة والنقد الموضوعى لهذه الأفكار.

٩. يكسب الطلاب مهارات التساؤل العلمى، حيث يبدأ التفكير التصميمى بسؤال يحاول الطلاب الإجابة عليه، وفى ضوئه يقدمون الحلول المناسبة للإجابة على هذا السؤال.

١٠. يساعد على تحقيق التوازن بين بيان المشكلة والحل الذى تم تطويره، حيث أن العقلية التى تركز على التصميم لا تركز على المشكلة، ولكنها تركز على العمل من أجل حل المشكلة.

١١. إنشاء حلول مبتكرة ومجدية وقابلة للتطبيق لمشاكل العالم الحقيقى.

١٢. ينمى قدرة الطلاب على تحمل المسئولية.

١٣. يساعد التفكير التصميمى الطالب على التفكير فى وقت واحد فى ثلاثة عوامل وهى المشكلة والموارد المادية والتقنية المتاحة والتحديات والصعوبات التى تواجه حل المشكلة.

١٤. يشجع التفكير التصميمى على تنمية التفكير التباعدى والتقاربى لدى المتعلم، حيث يستخدم التفكير التصميمى التفكير التباعدى للحصول على أكبر عدد ممكن من الحلول للمشكلة المطروحة، ثم يستخدم التفكير المتقارب لتحديد أفضلها.

١٥. يساعد التفكير التصميمى الطالب فى التعبير عن الأفكار بطريقة غير لفظية وبصورة ملموسة، مما يجعل الأفكار أكثر إقناعًا، كما أنه يزيد قدرة الطالب على رؤية أبعاد المشكلة بصورة أكثر وضوحًا.

١٦. تكسب عمليات ومراحل التفكير التصميمى المتعلمين القدرة على التحدى وعد الخوف من الفشل، فالفشل فى عملية التصميم الأولى لا يعد فشلًا وإنما وسيلة لإعادة التفكير والتوصل لأفضل الحلول، وهذه السمة يتطلبها سوق العمل فى المستقبل.

١٧. يجعل التعلم ممتع ويخلق بيئة تعلم مثمرة يعتمد فيها التعلم على التحدث والتواصل مع الآخرين وتقبل آرائهم، ويشجع على تجربة الآراء المختلفة لمعرفة مدى فاعليتها.

يتضح مما سبق أنه مع ظهور عصر التكنولوجيا المعاصرة، شهدت المؤسسات التعليمية تطورًا ملحوظًا يتبلور حول التركيز على المتعلم، وبالتالى إعداد البرامج الدراسية التعليمية التى تسعى إلى تطوير أساليب وطرق التعلم، وتشمل محتوى يتناسب مع ذلك التطور من أجل تنمية قدرات المتعلمين على التفكير، وربط التعليم بحياة الطلاب وتأهيلهم لسوق العمل.

إجراءات البحث

اتبعت الباحثة الإجراءات التالية:

أولًا: إعداد قائمة مهارات التفكير التصميمى:

للإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث، الذى ينص على: ما مهارات التفكير التصميمى المراد تنميتها لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية؟ تم إعداد قائمة بمهارات التفكير التصميمى وفيما يأتى خطوات الإعداد:

١. تحديد الهدف من القائمة:

هدفت القائمة إلى تحديد أهم مهارات التفكير التصميمى اللازمة لطلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية بكلية التربية، ووضع تلك المهارات فى الاعتبار عند اختيار موضوعات البرنامج المقترح.

٢. مصادر اشتقاق مهارات القائمة:

بعد تحديد الهدف من قائمة مهارات التفكير التصميمى قامت الباحثة باشتقاق مهارات القائمة بالاعتماد على:

- الأدبيات التربوية والمراجع العلمية التى تناولت مهارات التفكير التصميمى اللازمة للمتعلمين عامة، وطلاب الشعب العلمية بكلية التربية خاصة.
- توصيات الباحثين وخبراء التربية بضرورة تنمية مهارات التفكير التصميمى ودورها فى تحسين الأداء التدريسى للطلاب، وتمكنهم من التعامل مع متغيرات وتحديات هذا العصر والقدرة على مواجهة قضاياه ومشكلاته.
- الأدبيات التى تناولت خصائص وسمات طلاب الشعب العلمية بكلية التربية واحتياجاتهم، ومهارات التفكير التصميمى اللازم امتلاكها.
- آراء الخبراء الأكاديميين والتربويين والتى توصى بضرورة تنمية مهارات التفكير لدى الطلاب.

٣. إعداد الصورة الأولية للقائمة:

اشتملت الصورة الأولية للقائمة التى أعدتها الباحثة على (٥) مهارات رئيسة، وتشمل كل مهارة مجموعة من المهارات الفرعية، تكونت من (٥٥) مهارة فرعية وفيما يأتى المهارات الرئيسة:

- التعاطف.
- تحديد المشكلة.

- توليد الأفكار.
- النموذج الأولى.
- الاختبار.

٤. تحديد صلاحية قائمة مهارات التفكير التصميمى ومهاراتها الفرعية:

تم عرض القائمة على مجموعة من المحكمين[٣] فى مجال المناهج وطرق تدريس العلوم لتحديد مدى مناسبتها وصدقها وذلك لإبداء آرائهم فى:

- مدى ملائمة الصياغة اللغوية للمؤشرات الفرعية.
- مدى صحة المؤشرات الفرعية من الناحية العلمية واللغوية.
- مدى مناسبة المؤشرات الفرعية لمستوى طلاب الشعب العلمية بكلية التربية.
- مدى ارتباط المؤشرات الفرعية بالمهارة الرئيسة.
- إضافة ما ترونه من مقترحات إما بالحذف أو بإضافة بعض العبارات أو أى ملاحظات أخرى ترونها مناسبة.

وقد اتفق معظم المحكمين على بعض التعديلات ومنها:

- حذف بعض المهارات الفرعية التى لا تتناسب مع المهارة الرئيسة.
- تعديل صياغة بعض المهارات الفرعية.
- إعادة ترتيب بعض المهارات الفرعية كما هو موضح بالقائمة النهائية.

٥. الصورة النهائية لقائمة مهارات التفكير التصميمى:

تم تعديل القائمة الأولية فى ضوء الملاحظات التى اقترحها الأساتذة المحكمون وبذلك تم التوصل إلى القائمة النهائية لمهارات التفكير التصميمى[٤] اللازمة لطلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية بكلية التربية والتى تضم خمس مهارات من المجموع الكلى للمهارات كما هو مبين فى جدول (١).

---

[٣] ملحق (٢) أسماء الأساتذة المحكمين على مواد وأدوات البحث.

[٤] ملحق (٣) الصورة النهائية لقائمة مهارات التفكير التصميمى.

جدول (١)

الصورة النهائية لقائمة مهارات التفكير التصميمى لطلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية بكلية التربية

م	مهارات التفكير التصميمى	المهارات الفرعية
١	التعاطف	١٠
٢	تحديد المشكلة	٨
٣	توليد الأفكار	٦
٤	النموذج الأولى	١٠
٥	الاختبار	٦
	المجموع	**٤٠**

وبهذا الإجراء يكون قد تمت الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث وهو: ما مهارات التفكير التصميمى المراد تنميتها لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية؟ ويتم الاستعانة بهذه القائمة عند بناء البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى حيث تضم القائمة المهارات الرئيسة والفرعية التى يتم الاستعانة بها عند إعداد اختبار مهارات التفكير التصميمى لطلاب الشعب العلمية بكلية التربية.

ثانيًا: بناء البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى:

للإجابة على السؤال الثانى من أسئلة البحث، الذى ينص على: ما صورة البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى فى تنمية بعض مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية؟ ومن خلال ما تم عرضه فى الإطار النظرى للبحث، ومن دراسات وبحوث سابقة، سوف تتبع الباحثة مجموعة من الإجراءات الخاصة ببناء البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى، وتحقيقاً لذلك تم تحديد الإطار العام للبرنامج المقترح كما يأتى:

١. الأسس الفلسفية للبرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى:

فقد استندت فلسفة البرنامج إلى:

- تقديم محتوى تعليمى يهتم بالميكاترونيكس التى تُعد نظام يصف التكامل والترابط بين عدة تخصصات، منها الهندسة الميكانيكية، والهندسة الكهربائية، وهندسة الحاسوب، وهندسة الإلكترونيات. يُستخدم هذا المصطلح لوصف الأنظمة التي تعتمد على دمج هذه المجالات لتطوير وتصميم أنظمة وآلات ذكية، وتصميم نماذج من خلال المشكلة التى يتعين حلها عن طريق وضع الفروض المناسبة والتحقق من صحتها وإجراء التجربة ، على نحو ما أشارت إليه الدراسات السابقة مما يعمل على تنمية مهارات التفكير، ويتيح للطالب المعلم التعامل مع عالم جديد مليء بالإلكترونيات والبرمجيات الحديثة، ويناقش تلك القضايا التى تواجه الطلاب فى حياتهم اليومية.
- الاهتمام بالتأكيد على الناحية التطبيقية والوظيفية لمشكلات وقضايا البرنامج المقترح من خلال تشجيع الطلاب على ربط ما يدرسونه من موضوعات الميكاترونيكس بحياتهم حتى ينعكس ذلك على سلوكهم وتصرفاتهم.
- تنمية قدرة الطلاب على التفكير التصميمى لتحديد المشكلات وتوليد الأفكار للتوصل لأفضل الحلول.
- استقراء موضوعات الميكاترونيكس وما يرتبط بها من قضايا معاصرة، فضلًا عن الاهتمام بتعريف الطلاب ببعض المفاهيم الخاصة بالميكاترونيكس حيث تسعى تلك الموضوعات إلى توجيه الطلاب إلى ممارسة التفكير التصميمى، وربطها بالحياة اليومية، وكذلك إتاحة الفرصة للطلاب لطرح تساؤلات تجاه ما ورد حول الموضوعات من آراء متعددة.
- ترجمة قائمة موضوعات الميكاترونيكس النهائية إلى محتوى تعليمى يقوم على التعلم الخبراتى وذلك باستخدام مراحل التعلم الخبراتى التى بدورها تسعى إلى تنمية

مهارات التفكير التصميمى، والعمل على مراجعة المحتوى من حيث التنظيم والعرض المنطقى والسيكولوجى.

- طبيعة طلبة كلية التربية باعتبارهم معلمى المستقبل، وإعداد الطالب المعلم إعدادًا مهنيًا وآدائيًا لتحقيق أهداف تدريس العلوم.

٢. إجراءات بناء البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى من خلال:

أ -**الفئة المستهدفة من البرنامج:** طلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية (فيزياء - كيمياء - بيولوجى) نظرًا

ب - **بيئة تدريس البرنامج:** كلية التربية، جامعة الزقازيق.

ج - **زمن تدريس البرنامج:** تم تحديد زمن تدريس البرنامج وفقًا لخطة زمنية حسب طبيعة موضوعات البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى، حيث تم تحديد بداية الجدول الزمنى لتدريس البرنامج يوم الأحد الموافق ٢٣/ ١٠/ ٢٠٢٤م وقد بلغ عدد المحاضرات (١٠) محاضرات بمعدل (١٥) ساعة تدريسية.

د - **متطلبات تنفيذ البرنامج:**

- **متطلبات بشرية:** قامت الباحثة بتطبيق البرنامج على الطلبة المعلمين بكلية التربية.
- **متطلبات تكنولوجية:** تمثلت فى جهاز الكمبيوتر المحمول (لاب توب)، والهواتف الذكية.
- **متطلبات مادية:** تمثلت فى مواد وأدوات العمل كأوراق العمل والنشاط والأقلام وصور تعليمية مطبوعة.

ه -**الأهداف العامة للبرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى:**

يهدف هذا البرنامج بصفة عامة إلى تحقيق هدف رئيس وهو: تزويد الطلاب المعلمين بالمعارف والمعلومات حول مهارات التفكير التصميمى وهى (التعاطف، تحديد المشكلة، توليد الأفكار، النموذج الأولى، الاختبار).

و - موضوعات البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى:

هناك العديد من الاعتبارات التى تم وضعها فى الاعتبار عند اختيار محتوى البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى وهى:

- **الرجوع إلى المراجع العلمية المتخصصة فى مجال الميكاترونيكس واختيار الموضوعات التى سيتم تضمينها بالبرنامج وفقاً لما يلى:**
  - اختيار الموضوعات التى تحقق الأهداف العامة للبرنامج المقترح والتى تتناسب مع ما تم التوصل إليه من مهارات التفكير التصميمى حيث تم تضمنيها فى الإطار العام للبرنامج المقترح.
  - الاستناد إلى الأسس التى تم التوصل إليها وتضمينها فى الإطار العام للبرنامج حيث استند البرنامج المقترح إلى مجموعة من الأسس التى بنيت عليها موضوعات تهتم بتكوين فكرة عن مجال الميكاترونيكس، وتعريف الطلاب بتطبيقاتها المتعددة فى مجال التعليم.
  - تم إعداد قائمة أولية بأهم موضوعات الميكاترونيكس وعرضها على مجموعة من المحكمين فى مجال المناهج وطرق تدريس العلوم لإبداء آرائهم حولها، ثم التوصل إلى الصورة النهائية[٥] لقائمة موضوعات البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى. وقد تضمنت قائمة البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس أربعة مواضيع رئيسة كما يلى:
    - **الموضوع الأول:** مدخل إلى علم الميكاترونيكس.

[٥] ملحق (٤) القائمة النهائية لموضوعات البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى.

- **الموضوع الثانى:** مكونات نظام الميكاترونيكس وأهم تطبيقاته.
- **الموضوع الثالث:** الروبوتات.
- **الموضوع الرابع:** تطبيقات الميكاترونيكس فى العملية التعليمية.

ز -محتوى موضوعات البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى:

تم إعداد محتوى موضوعات البرنامج المقترح وفقاً للخطوات الآتية:

- تقسيم الموضوعات التى تم اختيارها إلى أربعة موضوعات رئيسة بحيث يتضمن كل موضوع محاضرتين أو ثلاثة محاضرات لتدريسه.
- إعداد الأهداف الإجرائية (نواتج التعلم) للموضوعات وقد راعت الأهداف مهارات التفكير التصميمى التى يركز البرنامج على تنميتها لدى الطلاب.
- الرجوع إلى الأدبيات والدراسات والكتب العلمية المتخصصة فى مجال الميكاترونيكس.
- توضيح الاستراتيجيات المستخدمة فى تدريس موضوعات المحتوى التعليمى والتى تعتمد على مراحل التعلم الخبراتى.
- تحديد أهم مصادر التعلم والأدوات المطلوبة أثناء السير فى تدريس موضوعات البرنامج.
- تنويع الأنشطة والتدريبات لتشمل عناصر المحتوى التعليمى وبعض المواقف الحياتية التى تساعد الطلاب على معرفة المحتوى التعليمى وتنمى لديهم مهارات التفكير التصميمى.
- البدء فى شرح محتوى موضوعات البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى.

ح - الخطة الزمنية لتنفيذ البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى:

يوضح جدول (٢) المدة الزمنية التى تم فيها تدريس موضوعات البرنامج المقترح:

جدول (٢)

الخطة الزمنية لتدريس موضوعات البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى

م	الموضوع	المحاضرات			الزمن المخصص لدراسته
		الأولى	الثانية	الثالثة	
١	مدخل إلى علم الميكاترونيكس	مفهوم الميكاترونيكس ونشأته وبداية ظهوره	أهداف وأهمية والاتجاهات المستقبلية للميكاترونيكس	-	٢ محاضرة (٣ ساعات)
٢	مكونات نظام الميكاترونيكس وأهم تطبيقاته	مكونات نظام الميكاترونيكس (أجهزة الاستشعار، المحركات، التحكم الرقمى، الإلكترونيات)	تطبيقات الميكاترونيكس (المتحكم المنطقي القابل للبرمجة، التحكم الإشرافي وتحصيل البيانات، منظومة إدارة المباني)	تطبيقات الميكاترونيكس (الروبوتات المتنقلة، الحوسبة السحابية، الأتمتة)	٣ محاضرات (٤ ساعات ونصف)
٣	الروبوتات	مفهوم الروبوتات ونشأتها.	أنواع الروبوتات ومكوناتها وخصائصها	-	٢ محاضرة (٣ ساعات)
٤	تطبيقات الميكاترونيكس فى العملية التعليمية	ماهية الروبوتات التعليمية وأنواعها	نماذج من الروبوتات التعليمية.	أهداف وأهمية استخدام الروبوتات التعليمية.	٣ محاضرات (٤ ساعات ونصف)
الإجمـــــــالى		١٠ محاضرات (١٥ ساعة تدريسية)			

ط - **الاستراتيجية المستخدمة فى البرنامج المقترح:** تم استخدام مراحل التعلم الخبراتى أثناء شرح المحتوى التعليمى.

ي - **الأنشطة التعليمية المستخدمة فى البرنامج المقترح:** تم وضع مجموعة من الأنشطة لكى يقوم الطالب بتنفيذها أثناء تدريس البرنامج مع مراعاة مناسبتها لمستويات وقدرات الطلاب.

ك - **مصادر التعلم للبرنامج المقترح:** تم الاستعانة ببعض مصادر التعلم مثل:

- صور من مواقع الإنترنت ترتبط بمحتوى موضوعات البرنامج المقترح.
- بطاقات تعليمية تتضمن مجموعة من الأسئلة حول محتوى موضوعات البرنامج المقترح.
- السبورة لكتابة عناصر الموضوع وتدوين الأفكار الخاصة بالطلاب.
- الأمثلة الشارحة المرتبطة بمحتوى موضوعات البرنامج المقترح.
- جهاز الكمبيوتر المحمول (لاب توب) لعرض شرائح البوربوينت لمحتوى موضوعات البرنامج المقترح، ولعرض الفيديوهات.
- التليفون المحمول (موبايل) الخاص بكل طالب للاتصال بشبكة الإنترنت والإستعانة ببعض المواقع البحثية ولتنفيذ بعض الأنشطة.

ل - **طرق التقويم المستخدمة فى البرنامج المقترح:** شمل التقويم بمختلف أنواعه:

- **التقويم القبلى (المبدئى):** من خلال التطبيق القبلى لأداة تقويم البحث (اختبار مهارات التفكير التصميمى).
- **التقويم البنائى:** تقويم مستمر طوال تدريس البرنامج يشمل أسئلة شفهية وتحريرية متمثلة فى الأنشطة والتدريبات التى تتخلل كل موضوع تعليمى

والتى يقوم الطالب بحلها فى أوراق العمل أثناء المحاضرة مع مراعاة إثابة الإجابات الصحيحة وتصحيح الإجابات الخاطئة.

- **التقويم النهائى للبرنامج:** من خلال التطبيق البعدى لأداة تقويم البحث (اختبار مهارات التفكير التصميمى) لبيان أثره فى تنمية التفكير التصميمى.
- **تقديم التغذية الراجعة لكل طالب بعد الانتهاء من أداء الأنشطة والمهمات المطلوبة.**

٣. ضبط البرنامج وإعداده فى صورته النهائية.

تم عرض البرنامج المقترح فى صورته الأولية على مجموعة من المحكمين فى مجال المناهج وطرق تدريس العلوم وذلك للتأكد من:

- مدى ارتباط المحتوى بالأهداف العامة للبرنامج.
- مدى صياغة الأهداف بطريقة سلوكية.
- مدى الدقة العلمية لمحتوى البرنامج.
- مدى مناسبة موضوعات البرنامج لطلاب الشعب العلمية بكلية التربية.
- مدى مناسبة الأنشطة للخصائص العقلية والمعرفية للطلاب.
- مدى مناسبة صياغة أسئلة التطبيقات.
- إضافة ما ترونه سيادتكم من مقترحات وملاحظات.

وفى ضوء أراء المحكمين تم إجراء التعديلات المطلوبة ومن أهمها:

إعادة صياغة بعض الأهداف فى صورة إجرائية سليمة، حذف بعض الفقرات غير واضحة المعنى، تعديل صياغة بعض المفاهيم والأفكار ليسهل فهمها، تعديل بعض الأخطاء الإملائية واللغوية، تلخيص بعض الفقرات ليسهل فهمها، إضافة أنشطة أكثر ارتباطاً بمهارات التفكير التصميمى.

وقد تم إجراء التعديلات اللازمة فى ضوء آراء المحكمين وبذلك يكون البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس[٦] قد تم إعداده فى صورته النهائية وأصبح صالحاً للتطبيق.

٤. إعداد الدليل الاسترشادى لتدريس موضوعات البرنامج المقترح.

قامت الباحثة بإعداد هذا الدليل ليسترشد به المحاضر أثناء تدريس موضوعات البرنامج المقترح مما يجعله على وعى أثناء سير وتنفيذ موضوعات البرنامج المقترح، ولقد مرت عملية إعداد الدليل بالخطوات التالية:

- الإطلاع على بعض الأدبيات والبحوث السابقة وذلك للاستفادة منها فى إعداد دليل المحاضر لتدريس البرنامج المقترح.
- تم كتابة مقدمة الدليل وتضمنت الإشارة إلى الهدف منه.
- تحديد الهدف من الدليل حيث تم إعداد الدليل بهدف مساعدة معلم المعلم أثناء تدريس موضوعات البرنامج المقترح.
- تم التعريف بالميكاترونيكس والتعلم الخبراتى.
- تم عرض موضوعات البرنامج المقترح مع توضيح المدة الزمنية لدراسة تلك الموضوعات، وقد تم الالتزام بالمخطط الزمنى المقرر حيث استغرق تدريس البرنامج المقترح خمسة أسابيع (١٠ محاضرات) بواقع محاضرتين أسبوعيًا.
- تم عرض الأهداف العامة للبرنامج المقترح فى الدليل، وقد روعى التنوع فيها لتشمل جوانب الأهداف الثلاثة والعمل على تحقيقها فى نهاية تدريس كل موضوع من موضوعات البرنامج.
- تم عرض الوسائل التعليمية ومصادر التعلم المستخدمة فى البرنامج المقترح.
- تم عرض الاستراتيجية المستخدمة فى البرنامج المقترح حيث تم استخدام مراحل التعلم الخبراتى أثناء شرح المحتوى التعليمى.

[٦] ملحق (٥) البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى.

- تم عرض أساليب التقويم المستخدمة.
- تم وضع توجيهات عامة للمحاضر عند تدريس موضوعات البرنامج المقترح.
- تم عرض مثال توضيحى لكيفية تدريس أحد الموضوعات المتضمنة فى البرنامج المقترح.

- بعد الانتهاء من إعداد الدليل فى صورته الأولية تم عرضه على مجموعة من السادة المحكمين المتخصصين فى مجال المناهج وطرق تدريس العلوم، وقد تم إجراء التعديلات اللازمة فى ضوء ما أشار إليه المحكمين من تعديلات وبذلك يكون الدليل الاسترشادى لتدريس موضوعات البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس[٧] قد تم إعداده فى صورته النهائية وأصبح صالحاً للاستخدام.

٥. التجريب الاستطلاعى للبرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى:

قامت الباحثة بتجريب الموضوع الأول من البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى بواقع محاضرتين بالأسبوع، وذلك على عينة استطلاعية قوامها (٢٥) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية فى الفترة من يوم الاثنين الموافق ٢٠٢٤/١٠/٣٠م حتى يوم الخميس الموافق ٢٠٢٤/١١/٣م، وقد أبدى الطلاب بعض الملاحظات والتى تم وضعها بالاعتبار عند وضع الصورة النهائية للبرنامج المقترح، وقد تم مراعاة الصعوبات التى واجهت الطلاب ووضعها بالاعتبار لتفاديها عند التطبيق العملى للبرنامج المقترح.

[٧] ملحق (٦) الدليل الاسترشادى لتدريس موضوعات البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى.

ثالثًا: إعداد أداة البحث:

هدف البحث الحالى إلى تنمية بعض مهارات التفكير التصميمى من خلال برنامج فى الميكاترونيكس قائم على التعلم الخبراتى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية، ولتحقيق هذا الهدف قامت الباحثة بإعداد اختبار للتفكير التصميمى على النحو التالى:

❖ اختبار مهارات التفكير التصميمى

١. تحديد الهدف من الاختبار:

يهدف هذا الاختبار إلى قياس مستوى بعض مهارات التفكير التصميمى لدى طلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية بكلية التربية.

٢. تحديد مصادر بناء الاختبار:

تم الاستعانة فى إعداد الاختبار بمجموعة من:

- اختبارات مهارات التفكير التصميمى.
- بعض المراجع العلمية المرتبطة بالمحتوى.
- الدراسة النظرية للبحث الحالى.

٣. حدود بناء الاختبار:

اقتصر حدود بناء الاختبار على مهارات التفكير التصميمى الرئيسة والفرعية المحددة فى قائمة مهارات التفكير التصميمى والتى تتضمن (٥) مهارات رئيسة يندرج تحتها (٤٠) مهارة فرعية.

٤. تحديد مهارات الاختبار:

تم بناء الاختبار فى ضوء القائمة النهائية التى تم التوصل إليها بشأن مهارات التفكير التصميمى من خلال الإطلاع على الأدبيات السابقة والرجوع لآراء وملاحظات

المحكمين، ويقيس هذا الاختبار خمس مهارات رئيسة وتتفرع منها مهارات فرعية، ولذا تمثلت مهارات الاختبار، فيما يأتى:

- التعاطف.
- تحديد المشكلة.
- توليد الأفكار.
- النموذج الأولى.
- الاختبار.

٥. صياغة مفردات الاختبار:

تم صياغة مفردات الاختبار فى صورة مجموعة من المواقف أو المشكلات التى تتطلب استخدام مهارات التفكير التصميمى، وصيغت بنمط الأسئلة المقالية، وقد بلغ عدد المواقف (٨) مواقف على أن يتضمن كل موقف سؤال لكل مرحلة من مراحل التفكير التصميمى، بحيث يقوم الطالب بوضع خطة عمل لحل ذلك الموقف تتطلب المهارات الخمس للتفكير التصميمي في كل موقف من المواقف المعدة للاختبار.

٦. صياغة تعليمات الاختبار:

تم صياغة مجموعة من التعليمات لكى يسترشد بها الطلاب عند الإجابة عن أسئلة الاختبار بصورة واضحة ومباشرة لمستوى الطلاب مما ساعد فى فهم الاختبار ومعرفة كيفية الإجابة عن الأسئلة.

ومن التعليمات التى تم وضعها فى ورقة الاختبار ما يأتى:

- الهدف من الاختبار.
- كيفية الإجابة عليه.
- كتابة بياناته بشكل واضح فى المكان المخصص لذلك فى ورقة الإجابة.
- قراءة كل موقف قراءة جيدة والإجابة عن الأسئلة الخاصة به.

- الإجابة على الأسئلة فى المكان الخاص بالإجابة.
- عدم ترك أى سؤال دون إجابة.
- مراعاة الزمن المخصص للإجابة على أسئلة الاختبار.
- التأكيد على أن نتائج الاختبار تستخدم بهدف البحث العلمى فقط.

٧. وضع الاختبار فى صورته الأولية:

تم وضع الاختبار فى صورته الأولية مشتملًا على (٨) مواقف تقيس المهارات المتضمنة بقائمة مهارات التفكير التصميمى التى تم إعدادها مسبقًا، ولقد تكونت الصورة الأولية للاختبار من:

- صفحة العنوان.
- صفحة التعليمات.
- صفحات الأسئلة ومتضمنة مكان للإجابة.

٨. نظام تقدير الدرجات وتصحيح الاختبار:

تم وضع مفردات الاختبار فى صورة مجموعة من المواقف، وقد بلغ عدد المواقف (٨) مواقف، وحددت طريقة تصحيح الموقف (المشكلة) بطريقة متدرجة فى ضوء مؤشرات المهارات الفرعية للتفكير التصميمى التى بلغت (٤٠) مهارة فرعية، حيث خصصت نصف درجة لكل مهارة فرعية، وزعت بواقع (٥) درجات للتعاطف، (٤) درجات لتحديد المشكلة، (٣) درجات لتوليد الأفكار، (٥) درجات للنموذج الأولى، (٣) درجات للاختبار، ومن ثم قدرت درجة الموقف الواحد (٢٠) درجة موزعة على كل مهارة من مهارات التفكير التصميمى الخمسة، وبالتالى قدرت الدرجة العظمى للاختبار بـ (١٦٠) درجة. ويوضح جدول (٣) توزيع درجات اختبار مهارات التفكير التصميمى:

جدول (٣)

توزيع درجات اختبار مهارات التفكير التصميمى

م	مهارات التفكير التصميمى	الدرجة لكل موقف	الدرجة الكلية
١	التعاطف	٥	٤٠
٢	تحديد المشكلة	٤	٣٢
٣	توليد الأفكار	٣	٢٤
٤	النموذج الأولى	٥	٤٠
٥	الاختبار	٣	٢٤
المجموع		٢٠ درجة	١٦٠ درجة

٩. عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين:

عُرض الاختبار فى صورته الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين فى مجال المناهج وطرق تدريس المواد العلوم بكليات التربية، وقد طلب منهم إبداء الرأى حول مدى صلاحية الاختبار فى ضوء النقاط التالية:

- مدى ملائمة الصياغة اللغوية لأسئلة الاختبار.
- مدى انتماء كل سؤال من أسئلة الاختبار للمهارة الذى يندرج تحتها.
- مدى ملائمة أسئلة الاختبار لمستوى طلاب الشعب العلمية بكلية التربية.
- مدى صحة أسئلة الاختبار من الناحية العلمية واللغوية.
- إضافة ما ترونه من مقترحات إما بالحذف أو بإضافة بعض العبارات أو أى ملاحظات أخرى ترونها مناسبة.

وفى ضوء آراء المحكمين تم حصر التعديلات والمقترحات وأمكن التوصل إلى بعض التعديلات التى تم الأخذ بها وهى:

- إعادة صياغة بعض المواقف غير المفهومة.
- تنسيق طول المواقف لجعل المواقف متساوية فى الطول.

- تعديل بعض المواقف نظرًا للتشابه مع مواقف أخرى.

وفى ضوء ذلك قامت الباحثة بإجراء التعديلات اللازمة ليصبح الاختبار مكون من (٨) مواقف ودرجته الكلية (١٦٠) درجة، وبذلك أصبح الاختبار جاهز للتطبيق الاستطلاعى.

١٠. التجربة الاستطلاعية للاختبار:

تم ضبط الاختبار بتطبيقه استطلاعيًا على عينة مكونة من (٢٠٠) طالب وطالبة تم اختيارهم من خارج مجموعة البحث من طلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية (فيزياء، كيمياء، بيولوجى، أساسى علوم) وذلك فى يوم الأربعاء الموافق ٢٠٢٤/٤/٢٤م، وذلك بهدف تقنينه من حيث:

أ- حساب ثبات الاختبار Reliability:

الثبات يعنى الاستقرار والاتساق، فعند تكرار إجراء الاختبار نحصل على نتائج واحدة ومتسقة عن الطالب بمعنى أن درجة الطالب فى الاختبار لا تتغير جوهريًا بتكرار إجراء الاختبار عليه.

وقد تم حساب ثبات مفردات اختبار مهارات التفكير التصميمى بطريقتين مختلفتين هما: الأولى حساب معامل ألفا كرونباخ Cronbach's Alpha لمفردات الاختبار ككل مع حذف درجة المفردة من الدرجة الكلية للاختبار، والطريقة الثانية حساب معاملات الارتباط بين درجة المفردة والدرجة الكلية للاختبار ككل (الاتساق الداخلى).

- **حساب ثبات العبارات باستخدام طريقة ألفا كرونباخ باستخدام برنامج SPSS. Ver. 25 كما موضح فى جدول (٤)**

جدول (٤)

معاملات ألفا كرونباخ ومعاملات ارتباط مفردات اختبار مهارات التفكير التصميمى بالدرجة الكلية للاختبار فى حالة حذف درجة المفردة من الدرجة الكلية للاختبار (ن= ٢٠٠)

رقم المفردة	معامل ألفا	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمهارة	رقم المفردة	معامل ألفا	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمهارة
١	٠,٩٧٩	٠,٧٣١	٢١	٠,٩٧٩	٠,٥٩٠
٢	٠,٩٧٨	٠,٧٤١	٢٢	٠,٩٧٨	٠,٧٦٥
٣	٠,٩٧٨	٠,٧٤٦	٢٣	٠,٩٧٨	٠,٧٥١
٤	٠,٩٧٩	٠,٧٠٨	٢٤	٠,٩٧٨	٠,٧٤١
٥	٠,٩٧٨	٠,٧٦٣	٢٥	٠,٩٧٨	٠,٧٥٥
٦	٠,٩٧٩	٠,٦٢٩	٢٦	٠,٩٧٨	٠,٧٤٨
٧	٠,٩٧٨	٠,٧٦٦	٢٧	٠,٩٧٨	٠,٧٧٢
٨	٠,٩٧٨	٠,٨٠٠	٢٨	٠,٩٧٨	٠,٧٦٤
٩	٠,٩٧٩	٠,٦٤٦	٢٩	٠,٩٧٩	٠,٦٩٦
١٠	٠,٩٧٨	٠,٧٩٢	٣٠	٠,٩٧٨	٠,٨٠٢
١١	٠,٩٧٩	٠,٦٦٠	٣١	٠,٩٧٨	٠,٧٤٣
١٢	٠,٩٧٨	٠,٧٢٢	٣٢	٠,٩٧٨	٠,٨٠٧
١٣	٠,٩٧٨	٠,٧٨٢	٣٣	٠,٩٧٨	٠,٧٦٣
١٤	٠,٩٧٩	٠,٦٩٩	٣٤	٠,٩٧٨	٠,٧٨٦
١٥	٠,٩٧٨	٠,٧٨١	٣٥	٠,٩٧٨	٠,٧٨٩
١٦	٠,٩٧٩	٠,٧٠١	٣٦	٠,٩٧٩	٠,٦٨٦
١٧	٠,٩٧٨	٠,٧٦٠	٣٧	٠,٩٧٩	٠,٦٩٧
١٨	٠,٩٧٨	٠,٨٠٥	٣٨	٠,٩٧٨	٠,٧٧١
١٩	٠,٩٧٩	٠,٦٥١	٣٩	٠,٩٧٩	٠,٦٤٨
٢٠	٠,٩٧٨	٠,٧٨٦	٤٠	٠,٩٧٨	٠,٧٨٣
معامل ثبات الاختبار ككل بطريقة ألفا كرونباخ					٠,٩٧٩

ويتضح من جدول (٤) أن:

- معامل ألفا لكل مفردة أقل من أو يساوى معامل ألفا للاختبار ككل، مما يشير إلى أن جميع مفردات الاختبار ثابتة ويمكن الاعتماد عليها.
- جميع معاملات الارتباط بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للاختبار ككل دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) مما يدل على الاتساق الداخلى وثبات جميع مفردات اختبار مهارات التفكير التصميمى.

وبالتالى أصبح معامل ثبات اختبار مهارات التفكير التصميمى ككل (٠,٩٧٩) وهذا يعنى أن الاختبار يتمتع بدرجة كبيرة من الثبات ويمكن الاعتماد عليه لتحقيق الغرض الذى أُعد من أجله.

- **حساب ثبات المهارات من خلال حساب معاملات ألفا كرونباخ ومعاملات ارتباط مفردات اختبار مهارات التفكير التصميمى بالدرجة الكلية للمهارات التى تنتمى إليها فى حالة حذف درجة المفردة من الدرجة الكلية للمهارة وحساب الثبات بطريقة التجزئة النصفية للاختبار ككل وللمهارات الفرعية كما موضح فى جدول (٥)**

جدول (٥)معاملات ثبات اختبار مهارات التفكير التصميمى ككل بطريقتى (ألفا كرونباخ، التجزئة النصفية) ومعاملات ارتباط مفردات اختبار مهارات التفكير التصميمى بالدرجة الكلية للمهارات التى تنتمى إليها فى حالة حذف درجة المفردة من الدرجة الكلية للمهارة (ن=٢٠٠)

المهارة	رقم المفردة	معامل ألفا	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمهارة	ثبات المهارة ككل بطريقة ألفا كرونباخ	ثبات المهارة بطريقة التجزئة النصفية	
					سبيرمان- براون	جتمان
التعاطف	١	٠,٨٦٥	٠,٦٩٤	٠,٨٨٤	٠,٨٨٨	٠,٨٨٩
	٦	٠,٨٧٦	٠,٥٨٨			

	١١	٠,٨٦٨	٠,٦٦٢			
	١٦	٠,٨٦٧	٠,٦٧٦			
	٢١	٠,٨٨٠	٠,٥٤١			
	٢٦	٠,٨٦٣	٠,٧١٤			
	٣١	٠,٨٦٥	٠,٦٩٦			
	٣٦	٠,٨٧٠	٠,٦٤٨			
تحديد المشكلة	٢	٠,٩٠٧	٠,٧٨٥	٠,٩٢٠	٠,٩٢٥	٠,٩٢٢
	٧	٠,٩١٠	٠,٧٣٤			
	١٢	٠,٩٠٧	٠,٧٦٨			
	١٧	٠,٩١٠	٠,٧٢٥			
	٢٢	٠,٩١٢	٠,٧٠٣			
	٢٧	٠,٩٠٩	٠,٧٣٩			
	٣٢	٠,٩٠٩	٠,٧٥٢			
	٣٧	٠,٩١٣	٠,٦٩٣			
توليد الأفكار	٣	٠,٩٢٣	٠,٧٠٨	٠,٩٢٩	٠,٩٣١	٠,٩٣٣
	٨	٠,٩١٧	٠,٧٨٦			
	١٣	٠,٩١٨	٠,٧٧٦			
	١٨	٠,٩١٥	٠,٨١٩			
	٢٣	٠,٩٢٢	٠,٧٢٦			
	٢٨	٠,٩٢٤	٠,٦٩٢			
	٣٣	٠,٩١٩	٠,٧٦٤			
	٣٨	٠,٩١٨	٠,٧٧٢			
النموذج الأولى	٤	٠,٨٧٦	٠,٦٧٩	٠,٨٩١	٠,٨٩٦	٠,٨٩٦
	٩	٠,٨٨١	٠,٦٢٨			
	١٤	٠,٨٧٧	٠,٦٧٤			
	١٩	٠,٨٨٣	٠,٦٠٨			

	٢٤	٠,٨٦٩	٠,٧٤٦			
	٢٩	٠,٨٧٦	٠,٦٨٢			
	٣٤	٠,٨٧١	٠,٧٢٧			
	٣٩	٠,٨٨٤	٠,٥٩٤			
الاختبار	٥	٠,٩٢٩	٠,٧٧٠	٠,٩٣٧	٠,٩٣٨	٠,٩٣٧
	١٠	٠,٩٣٠	٠,٧٥٩			
	١٥	٠,٩٢٧	٠,٧٩٥			
	٢٠	٠,٩٢٧	٠,٧٨٨			
	٢٥	٠,٩٣٠	٠,٧٤٢			
	٣٠	٠,٩٢٦	٠,٨٠٩			
	٣٥	٠,٩٢٧	٠,٨٠٠			
	٤٠	٠,٩٢٩	٠,٧٦٤			
معامل ثبات الاختبار ككل بطريقة ألفا كرونباخ				٠,٩٧٩		
معامل ثبات الاختبار بطريقة التجزئة النصفية				سبيرمان – براون ٠,٩٨١		جتمان ٠,٩٨٠

ويتضح من جدول (٥) أن:

- معامل ألفا لكل مفردة أقل من أو يساوى معامل ألفا للمهارة التى ينتمى إليها ككل، مما يشير إلى أن جميع مفردات الاختبار ثابتة ويمكن الاعتماد عليها.
- جميع معاملات الارتباط بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للمهارة التى تنتمى إليها (فى حالة وجود درجة المفردة فى الدرجة الكلية للمهارة) دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على الاتساق الداخلى وثبات جميع مفردات اختبار مهارات التفكير التصميمى.

وهذا يعنى أن الاختبار يتمتع بدرجة كبيرة من الثبات مما يزيد من موثوقية استخدامه فى التطبيق للغرض الذى أُعد من أجله.

ب- حساب صدق الاختبار:

الصدق يعنى قدرة الاختبار على أن يقيس ما وضع من أجل قياسه. وتم حساب الصدق باتباع الطرق الآتية:

- **صدق المحكمين (صدق المحتوى):**

تحقق صدق المحكمين عن طريق عرض اختبار مهارات التفكير التصميمى فى صورته الأولية على مجموعة من المتخصصين والخبراء للحكم على صلاحية هذا الاختبار حيث يتم السؤال عن مدى سلامة مفردات الاختبار لغويًا، ومدى ارتباطها بالبعد الذى تندرج تحته، ومدى تمثيلها للميدان الذى يقيسه، وهل تحتاج بعض المفردات إلى تعديل فى الصياغة، وقد اتفقوا على صلاحية الاختبار للتطبيق ولتحقيق الغرض المُعد من أجله.

- **الصدق الظاهرى:**

يعنى إلى أى مدى يؤدى الاختبار عمله كما يجب أى قدرته على أن يقيس ما افترض أن يقيسه وقدرته التنبؤية؛ فيعد الاختبار الصادق أداة تقيس بها عينة من المتغيرات تمثل المنطقة المطلوبة من السلوك وتعد الدرجة دليلًا نتنبأ بها على نجاح من يحصل عليها عند التحاقه بتدريب أو دراسة معينة يستخدم فيها قدرة أو استعدادًا قاسه الاختبار.

وتحقق ذلك من خلال وضوح أسئلة اختبار مهارات التفكير التصميمى بالنسبة للطلاب، ووضوح التعليمات، ثم التحقق من صلاحية صدق الاختبار من خلال تطبيقه على العينة الاستطلاعية، وقد تبين الصدق الظاهرى للاختبار أثناء إجرائه على العينة الاستطلاعية من خلال وضوح مفردات الاختبار وفهم الطلاب لصياغتها وما يحتاجه كل سؤال ومن ثم تم التحقق من صدق ذلك الاختبار ظاهريًا.

- **صدق كل مفردة والمهارات الفرعية (صدق المعاملات الفرعية):**

حيث تم حساب صدق كل مفردة كما هو موضح بجدول (٧) والمهارات الفرعية كما بجدول (٨) لاختبار مهارات التفكير التصميمى باستخدام برنامج SPSS. Ver. 25

وذلك عن طريق حساب معامل الارتباط بين درجة كل مفردة والدرجة الكلية للمهارة التى تنتمى إليها فى حالة حذف درجة المفردة من الدرجة الكلية للمهارة التى تنتمى إليها، ويوضحها جدول (٦)

جدول (٦)

معاملات صدق مفردات اختبار مهارات التفكير التصميمى

المهارة	رقم المفردة	معامل الارتباط	المهارة	رقم المفردة	معامل الارتباط
التعاطف	١	٠,٧٨٧**	تحديد المشكلة	٢	٠,٨٥٤**
	٦	٠,٦٩٥**		٧	٠,٧٩٦**
	١١	٠,٧٥٤**		١٢	٠,٨٣٢**
	١٦	٠,٧٦٠**		١٧	٠,٧٨٩**
	٢١	٠,٦٤٥**		٢٢	٠,٧٧٦**
	٢٦	٠,٧٩٠**		٢٧	٠,٨٠٧**
	٣١	٠,٧٧٧**		٣٢	٠,٨٠٧**
	٣٦	٠,٧٣٤**		٣٧	٠,٧٦٦**
توليد الأفكار	٣	٠,٧٧٩**	النموذج الأولى	٤	٠,٧٧١**
	٨	٠,٨٤٥**		٩	٠,٧١٧**
	١٣	٠,٨٣٤**		١٤	٠,٧٥٢**
	١٨	٠,٨٦٧**		١٩	٠,٧٠٩**
	٢٣	٠,٧٩١**		٢٤	٠,٨١٨**
	٢٨	٠,٧٦٧**		٢٩	٠,٧٧٢**
	٣٣	٠,٨٢٢**		٣٤	٠,٨٠٢**
	٣٨	٠,٨٣٠**		٣٩	٠,٦٨٤**
الاختبار	٥	٠,٨٢٦**			
	١٠	٠,٨٢٦**			

المهارة	رقم المفردة	معامل الارتباط	المهارة	رقم المفردة	معامل الارتباط
	١٥	**٠,٨٤٩			
	٢٠	**٠,٨٣٨			
	٢٥	**٠,٨٠٣			
	٣٠	**٠,٨٥٧			
	٣٥	**٠,٨٤٧			
	٤٠	**٠,٨٢٨			

ويتضح من الجدول السابق أن جميع معاملات الارتباط بين درجة كل سؤال من أسئلة الاختبار والدرجة الكلية للاختبار (فى حالة حذف درجة المفردة من الدرجة الكلية للاختبار) دالة إحصائيًا عند مستوى (٠,٠١) مما يدل على صدق جميع أسئلة اختبار مهارات التفكير التصميمى.

وتم حساب معامل الارتباط بين درجة كل مهارة والدرجة الكلية للاختبار فى حالة حذف درجة المهارة من الدرجة الكلية للاختبار، ويوضحها جدول (٧)

جدول (٧)

معاملات صدق المهارات الفرعية لاختبار مهارات التفكير التصميمى

م	المهارة	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للاختبار	مستوى الدلالة الإحصائية
١	التعاطف	**٠,٩٤٩	٠,٠١
٢	تحديد المشكلة	**٠,٩٥٢	٠,٠١
٣	توليد الأفكار	**٠,٩٦٠	٠,٠١
٤	النموذج الأولى	**٠,٩٥١	٠,٠١
٥	الاختبار	**٠,٩٥١	٠,٠١

يتضح من جدول (٧) أن معاملات الارتباط دالة إحصائيًا عند مستوى (٠.٠١) بين درجة كل بعد من المهارات الخمسة المكونة لاختبار مهارات التفكير التصميمى والدرجة الكلية

للاختبار، حيث تراوحت معاملات الارتباط بين (٠.٩٤٩ – ٠.٩٦٠) وجميعها دالة إحصائيًا مما يدل على الاتساق الداخلى لمهارات الاختبار، مما يدل على صدق المهارات الأساسية لهذا الاختبار.

ج- حساب الزمن اللازم للإجابة على الاختبار:

تم حساب الزمن اللازم للإجابة على مفردات اختبار مهارات التفكير التصميمى من خلال ما يلى:

- **تسجيل الزمن التجريبى (ز):**

تم تحديد الزمن اللازم المناسب للإجابة عن أسئلة اختبار مهارات التفكير التصميمى عن طريق حساب حاصل جمع متوسط الزمن الذى استغرقه أول طالب والزمن الذى استغرقه آخر طالب للانتهاء من الإجابة ثم القسمة على (٢) وفقًا للمعادلة التالية:

الزمن اللازم للإجابة عن الاختبار= (متوسط الزمن الذى استغرقه أول طالب انتهى من الإجابة على الاختبار+ متوسط الزمن الذى استغرقه آخر طالب انتهى من الإجابة على الاختبار) / ٢

الزمن اللازم للإجابة عن الاختبار= (٦٥ + ١٢٥)/ ٢= ٩٥ دقيقة

يتضح مما سبق أن الزمن اللازم لتطبيق اختبار مهارات التفكير التصميمى تقريبًا (٩٥) دقيقة، وقد تم الالتزام بهذا الزمن عند التطبيق القبلى والبعدى لاختبار مهارات التفكير التصميمى على طلاب مجموعة البحث.

١١.الصورة النهائية لاختبار مهارات التفكير التصميمى[٨]:

تأسيسًا على ما سبق فإن اختبار مهارات التفكير التصميمى فى صورته النهائية أصبح صالحًا للتحقق من فروض البحث الحالى بعد التأكد من وضوح تعليمات الاختبار

[٨] ملحق (٧) الصورة النهائية لاختبار مهارات التفكير التصميمى.

وسلامة صياغته اللغوية والعلمية وبعد الاطمئنان على صدق وثبات الاختبار، فإن الاختبار أصبح يتكون من (٤٠) مفردة يقيس التفكير التصميمى، ويوضح جدول (٨) توزيع المفردات على مهارات التفكير التصميمى.

جدول (٨) *توزيع مفردات الاختبار على مهارات التفكير التصميمى*

م	المهارة	أرقام الأسئلة فى الاختبار	عدد الأسئلة
١	التعاطف	١- ٦- ١١- ١٦- ٢١- ٢٦- ٣١- ٣٦	٨
٢	تحديد المشكلة	٢- ٧- ١٢- ١٧- ٢٢- ٢٧- ٣٢- ٣٧	٨
٣	توليد الأفكار	٣- ٨- ١٣- ١٨- ٢٣- ٢٨- ٣٣- ٣٨	٨
٤	النموذج الأولى	٤- ٩- ١٤- ١٩- ٢٤- ٢٩- ٣٤- ٣٩	٨
٥	الاختبار	٥- ١٠- ١٥- ٢٠- ٢٥- ٣٠- ٣٥- ٤٠	٨
	المجموع الكلى لأسئلة الاختبار		٤٠

رابعًا: إجراءات تنفيذ تجربة البحث:

١. تحدد الهدف من التجربة:

هدفت التجربة إلى الكشف على فاعلية برنامج مقترح فى الميكاترونيكس قائم على التعلم الخبراتى لتنمية بعض مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية.

٢. تحديد متغيرات البحث:

أ -**المتغير المستقل:** برنامج مقترح فى الميكاترونيكس قائم على التعلم الخبراتى

ب - **المتغيرات التابعة:** بعض مهارات التفكير التصميمى.

٣. تحديد منهج البحث والتصميم التجريبي له:

- **منهج البحث:**

استخدمت الباحثة فى البحث الحالى:

أ. **المنهج الوصفى التحليلى:** وذلك لإعداد الإطار النظرى واستقراء البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة، وإعداد البرنامج المقترح، وأداة البحث (اختبار مهارات التفكير التصميمى)، بالإضافة إلى تحليل وتفسير نتائج تطبيق أدوات البحث.

ب. **المنهج التجريبى:** تم استحدامه لاختبار صحة الفروض.

- **التصميم شبه التجريبى:**

اقتضت طبيعة البحث الحالى على استخدام التصميم شبه التجريبى ذى المجموعة الواحدة (مجموعة البحث)، وذلك للتحقق من فاعلية هذا البرنامج فى تنمية مهارات التفكير التصميمى لدى طلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية بكلية التربية، حيث تم تدريس البرنامج للمجموعة التجريبية، كم تم تطبيق أداة البحث والمتمثلة فى (اختبار مهارات التفكير التصميمى) على مجموعة البحث قبليًا وبعديًا، ويوضح ذلك جدول (٩).

جدول (٩)

التصميم التجريبى للبحث

مجموعة البحث	عدد العينة	التطبيق القبلى	المعالجة التجريبية	التطبيق البعدى
مجموعة البحث	٧٠	اختبار مهارات التفكير التصميمى	تطبيق برنامج الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى بكامل موضوعاته المقترحة.	اختبار مهارات التفكير التصميمى

٤. **اختيار عينة البحث:**

تم اختيار عينة البحث من طلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية (فيزياء - كيمياء - بيولوجى) بكلية التربية جامعة الزقازيق، خلال الفصل الدراسى الأول للعام الدراسى ٢٠٢٤ - ٢٠٢٥م، حيث تكونت العينة النهائية للبحث أثناء إجراء التجربة والتطبيق القبلى والبعدى لأدوات البحث من (٧٠) طالب وطالبة.

٥. ضبط المتغيرات

- **العمر الزمنى**: تم اختيار عينة البحث من طلاب الفرقة الرابعة الشعب العلمية بكلية التربية من نفس السن تقريبًا والتأكد من ذلك من خلال الإطلاع على السجلات الخاصة بشئون الطلاب، ومن ثم تم التأكد من عدم تأثير عامل السن على التجربة.
- **المستوى الاقتصادى والاجتماعى**: تم اختيار عينة البحث من نفس البيئة، مما يشير إلى أن المستوى الاقتصادى والاجتماعى متقارب ومتكافئ إلى حد كبير، حيث تم الاعتماد على إقليمية التنسيق بالنسبة لكليات التربية.
- **الفاقد التجريبى**: حيث تم استبعاد الطلاب الذين تغيبوا أثناء التجربة وأثناء التطبيق القبلى والبعدى لأدوات البحث.

٦. الإعداد للتجربة (التطبيق الميدانى):

تم إعداد الأدوات لتطبيق تجربة البحث، وتم الحصول على موافقة الجهات المختصة على عملية التطبيق، وتجهيز الصور والفيديوهات التعليمية اللازمة لتدريس البرنامج المقترح وتوفير جهاز لاب توب لعرض بعض الفيديوهات والمحتوى العلمى للبرنامج عليه لتدريس البرنامج، وتم هذا وفق الخطوات التالية:

أ-تطبيق أداة البحث قبليًا:

تم تطبيق اختبار مهارات التفكير التصميمى على مجموعة البحث بصورة قبلية يومى الأربعاء الموافق ٢٠٢٤/١٠/٩م، والخميس الموافق ٢٠٢٤/١٠/١٠م وقد روعى عند التطبيق القبلى لأداة البحث ما يأتى:

- تعريف الطلاب بالهدف من تلك الأداة وكيفية الإجابة عنها.
- تنبيه الطلاب بالزمن المحدد للإجابة على اختبار مهارات التفكير التصميمى.
- الإجابة على آية تساؤلات واستفسارات يطرحها الطلاب.

- التأكد من وضوح التعليمات والعبارات.
- تصحيح أداة البحث ورصد درجاتها تمهيدًا للمعالجة الإحصائية.

ب- تدريس البرنامج المقترح:

بعد إجراء التطبيق القبلى لأداة البحث تم إجراء التجربة الأساسية فى الفترة الزمنية بدءًا من يوم الأحد (٢٠٢٤/١٠/٢٠م) وحتى يوم الاثنين (٢٠٢٤/١١/٢٥م) حيت تم تدريس موضوعات البرنامج المقترح لطلاب مجموعة البحث بواقع محاضرتين أسبوعيًا وفى البداية تم تخصيص محاضرة تمهيدية للطلاب وذلك بهدف: معرفة الغرض من إجراء تجربة البحث وتوضيح طبيعة البرنامج المقترح والهدف منه وكيفية تدريس موضوعاته باستخدام التعلم الخبراتى، كما تم شرح طبيعة المهام التى ستُطرح عليهم حيث تقتضى طبيعة بعض المهام العمل فى مجموعات تعاونية لإنجاز المهام والأنشطة المتنوعة فى البرنامج المقترح.

كما حرصت الباحثة على تدريس البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى لمجموعة البحث بنفسها، وذلك لضمان التطبيق السليم للبرنامج وأنشطته المتنوعة فى كل موضوع والالتزام أيضًا بتطبيق التعلم الخبراتى وتطبيق أسئلة التقويم القبلى والبنائى والنهائى أثناء التدريس.

كما تم إرسال موضوعات البرنامج لكل طالب على الهاتف المحمول للاستعانة بها وتوفير أوراق العمل وطبعها قبل العمل وذلك تمهيدًا لتوزيعها على مجموعة البحث وتحديد لكل نشاط آلية تنفيذه سواء بشكل فردى أو جماعى، مع إعداد شرائح باستخدام الباوربوينت لتدريس الموضوعات وعرض الصور والفيديوهات المرتبطة بالمحتوى وذلك لاستخدامها أثناء تدريس البرنامج لمزيد من التشويق والتحفيز للطلاب وجعل بيئة التعلم تقوم على الحوار والمناقشة واحترام آراء الآخرين.

ج- تطبيق أداة البحث بعديًا:

وبعد الانتهاء من تدريس موضوعات البرنامج المقترح، تم التطبيق البعدى لأدوات البحث يومى الأحد الموافق ٢٠٢٤/١٢/١م، والاثنين الموافق ٢٠٢٤/١٢/٢م، وبعد الانتهاء من التطبيق تم تصحيح الاختبار ورصد الدرجات لمعالجتها إحصائيًا وتفسير النتائج.

نتائج البحث:

١. **اختبار صحة الفرض الأول من فروض البحث:** والذى ينص على أنه:

- لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدي لاختبار مهارات التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كل على حدة.

للتحقق من صحة الفرض من عدمه تم ما يأتى:

- **حساب قيم (ت):** تم استخدام برنامج (SPSS. Ver. 25) وقد استخدمت الباحثة اختبار (ت) للمجموعات المرتبطة (Paired Sample T-Test) لتحديد دلالة الفروق بين متوسطات درجات طلبة محموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كلًا على حده كما هو موضح بجدول (١٠).

جدول (١٠)قيمة (ت) لدلالة الفرق بين متوسطات درجات طلبة محموعة البحث فى اختبار مهارات التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كل على حدة بالنسبة للتطبيقين القبلى والبعدى ن= (٧٠).

البيان / المهارة	النهاية العظمى	التطبيق	المتوسط	الانحراف المعيارى	قيمة (ت)	مستوى الدلالة عند (٠,٠١)
التعاطف	٤٠	القبلى	١٠,٤٤	٢,٤٨	٧٠,٦٢	دال إحصائيًا
		البعدى	٣٨,١٤	١,٦١		
تحديد المشكلة	٣٢	القبلى	١٠,٢٢	٣,٠٩	٣٦,٦٨	دال إحصائيًا

		البعدى	٢٧,٧١	٢,٠٩		
تولید الأفكار	٢٤	القبلى البعدى	٩,٧٠ ٢٣,٩٤	٣,١٠ ٠,٤٤	٣٦,٤٦	دال إحصائيًا
النموذج الأولى	٤٠	القبلى البعدى	٩,٩٢ ٣٣,٨٢	٢,٨٦ ١,٧٩	٥١,٦٩	دال إحصائيًا
الاختبار	٢٤	القبلى البعدى	٨,٧١ ٢٣,٥٢	٣,٤٧ ١,٧٥	٢٨,١٤	دال إحصائيًا
الاختبار ككل	١٦٠	القبلى البعدى	٤٩,٠١ ١٤٧,١٥	١٠,٩٦ ٣,٤٨	٥٩,٥٠	دال إحصائيًا

يتضح من جدول (١٠):

- ارتفاع متوسط درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيق البعدى لاختبار مهارات التفكير التصميمى ككل حيث بلغ (١٤٧,١٥) عن متوسط درجاتهم فى التطبيق القبلى للاختبار ككل والذى بلغ (٤٩,٠١)، وأيضا ارتفاع متوسط المهارات الفرعية كل على حدة فى التطبيق البعدى.
- كما أن قيمة (ت) المحسوبة للتطبيق البعدى دالة عند مستوى (٠,٠١) والتى بلغت (٢٠,٧١) للاختبار ككل، مما يدل على وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار مهارات التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كل على حدة وذلك لصالح التطبيق البعدى.

وفى ضوء النتائج السابقة يتم رفض الفرض الأول من فروض البحث الذى ينص على أنه **لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدي لاختبار التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كل على حدة.**

ويتم قبول الفرض البديل: **توجد فروق دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كل على حدة لصالح التطبيق البعدى.**

- **حساب فاعلية المعالجة التجريبية**: تم التعرف على فاعلية المعالجة التجريبية فى تنمية مهارات التفكير التصميمى ككل والمهارات الفرعية كل على حدة لدى طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى - البعدى، وذلك بحساب:

أ- **نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك، ونسبة الكسب المصححة لـ عزت**: ويوضح جدول (١١) نتائج نسبة الكسب المعدلة ل بلاك والمصححة ل عزت.

جدول (١١)

نسبة الكسب المعدلة ل بلاك، والمصححة ل عزت لكل مهارة من مهارات التفكير التصميمى بالنسبة لمجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى.

البيان / المهارة	النهاية العظمى	المتوسط		نسبة الكسب المعدلة لـ بلاك	نسبة الكسب المصحح لـ عزت
		القبلى	البعدى		
التعاطف	٤٠	١٠,٤٤	٣٨,١٤	١,٦٢	٢,٣٥
تحديد المشكلة	٣٢	١٠,٢٢	٢٧,٧١	١,٣٤	١,٩٨
توليد الأفكار	٢٤	٩,٧٠	٢٣,٩٤	١,٥٨	٢,١٨
النموذج الأولى	٤٠	٩,٩٢	٣٣,٨٢	١,٣٩	٢,٠٩
الاختبار	٢٤	٨,٧١	٢٣,٥٢	١,٥٨	٢,٢١
الاختبار ككل	١٦٠	٤٩,٠١	١٤٧,١٥	١,٤٩	٢,١٦

يتضح من جدول (١١) أن قيم نسبة الكسب المعدلة ل بلاك لمجموعة البحث فى اختبار مهارات التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كل على حدة هى قيم مرتفعة ما بين (١,٣ - ١,٦) وأيضًا قيم نسبة الكسب المصحح ل عزت هى قيم مرتفعة ما بين (٢ - ٢,٣) وبالتالى يعتبر البرنامج فعالًا ومقبولًا وفقًا للمدى الذى حدده كل من "بلاك"

و"عزت" للفاعلية وهذا يعنى أن تدريس البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس والقائم على التعلم الخبراتى ذو فاعلية فى تنمية مهارات التفكير التصميمى ككل والمهارات الفرعية كل على حدة لدى طلبة مجموعة البحث.

ب- حساب حجم وقوة التأثير: يوضح جدول (١٢) النتائج المرتبطة بحجم وقوة تأثير المعالجة التجريبية.

جدول (١٢)

قيم ($\eta 2$)، (d)، وقيم مربع أوميجا (ω^2) ومقدار حجم وقوة تأثير المعالجة التجريبية فى تنمية مهارات التفكير التصميمى ككل والمهارات الفرعية كل على حدة لدى طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى

البيان / المهارة	درجة الحرية	قيمة (ت)	قيمة (η^2)	قيمة (d)	حجم التأثير	قيمة (ω^2)	قوة التأثير
التعاطف	٦٩	٧٠,٦٢**	٠,٩٨	١٧,٠٠	كبير	٠,٩٧	كبير
تحديد المشكلة	٦٩	٣٦,٦٨**	٠,٩٥	٨,٨٣	كبير	٠,٩٠	كبير
توليد الأفكار	٦٩	٣٦,٤٦**	٠,٩٥	٨,٧٧	كبير	٠,٩٠	كبير
النموذج الأولى	٦٩	٥١,٦٩**	٠,٩٧	١٢,٤٤	كبير	٠,٩٥	كبير
الاختبار	٦٩	٢٨,١٤**	٠,٩١	٦,٧٧	كبير	٠,٨٤	كبير
الاختبار ككل	٦٩	٥٩,٥٠**	٠,٩٨	١٤,٣٢	كبير	٠,٩٦	كبير

يتضح من جدول (١٢):

- ارتفاع قيمة (η^2) لمهارات التفكير التصميمى كل على حدة وللاختبار ككل حيث تتراوح ما بين (٠,٩١ - ٠,٩٨)، وأيضًا ارتفاع قيمة (d) فتتراوح ما بين (٦,٧٧ - ١٧,٠٠) وهى تعتبر قيم مرتفعة جدًا مما يدل على فاعلية البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس والقائم على التعلم الخبراتى فى تنمية التفكير التصميمى ككل ومهاراته الفرعية كل على حدة لدى طلبة مجموعة البحث.

- ارتفاع قيمة مربع أوميجا (ω^2) فهى تتراوح ما بين (٠,٨٤ - ٠,٩٧)، وهى قيم عالية تشير إلى قوة المعالجة التجريبية للبرنامج المقترح فى الميكاترونيكس والقائم على التعلم الخبراتى فى تنمية التفكير التصميمى ككل ومهاراته الفرعية كل على حدة لدى طلبة مجموعة البحث.

➢ **مناقشة وتفسير نتائج تطبيق اختبار مهارات التفكير التصميمى:**

باستقراء النتائج السابقة يتضح ما يأتى:

أولًا: فيما يتعلق بتفسير الفرض الخاص بالبحث: كشفت النتائج عن:

- وجود فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (٠,٠١) بين متوسطات درجات طلبة محموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير التصميمى ككل وفى مهاراته الفرعية كل على حدة وذلك لصالح التطبيق البعدى، وهذه النتيجة تتفق مع نتائج العديد من البحوث والدراسات السابقة ذات الصلة بالموضوع والتى أشارت إلى أهمية توظيف برامج واستراتيجيات ومداخل تدريسية وفى تنمية مهارات التفكير التصميمى مثل دراسة Morris & Warman (2015)، ودراسة همام (٢٠١٨)، ودراسة نوير (٢٠٢١)، ودراسة منصور (٢٠٢٣)، ودراسة قنديل (٢٠٢٤)، وهذا يرجع إلى أن متوسط درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيق البعدى لاختبار مهارات التفكير التصميمى (أى بعد دراسة البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى) أكبر من متوسط درجاتهم فى التطبيق القبلى لنفس الاختبار، وترجع هذه النتيجة إلى البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى دون غيره من المتغيرات.
- **بالنسبة لمهارات التفكير التصميمى كل على حدة:**

١. **التعاطف:** فقد أثبتت النتائج وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير التصميمى فى

مهارة التعاطف عند مستوى دلالة (٠,٠١) لصالح طلبة التطبيق البعدى، ويرجع ذلك إلى أن البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى الذى أتاح للطلبة فرصة التخيل والملاحظة من أجل أن يضع نفسه مكان المستخدم ليعيش نفس تجربته ويتعرف على مشكلاته واهتماماته محاولاً التوصل إلى حلول مفيدة لتلك المشكلات من خلال تعاطفه مع أصحاب المشكلة، وكذلك أتاح لهم التدرب على جمع البيانات المرتبطة بالمشكلة المطروحة بهدف حلها، ويتفق ذلك مع دارسة Tu et al. (2018) والتى توصلت إلى أن التفكير التصميمى يحسن التدريس من خلال تعزيز مشاركة الطلبة فى مرحلة التعاطف، مما يعزز التفاعل الإيجابى بينهم ويثير دافعيتهم نحو التعلم.

٢. **تحديد المشكلة:** فقد أثبتت النتائج وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير التصميمى فى مهارة تحديد المشكلة عند مستوى دلالة (٠,٠١) لصالح طلبة التطبيق البعدى، ويرجع ذلك إلى تدريب الطلبة على انتقاء وفلترة المعلومات التى جمعها حول المشكلة وكذلك تصنيفها لتقديم تصور لأفكار لحل المشكلة من خلال الأنشطة التى تم تنفيذها فى البرنامج المقترح، ويتفق ذلك مع دراسة جاد (٢٠٢٣).

٣. **توليد الأفكار:** فقد أثبتت النتائج وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير التصميمى فى مهارة توليد الأفكار عند مستوى دلالة (٠,٠١) لصالح طلبة التطبيق البعدى، ويرجع ذلك إلى ممارسة الطلبة للعصف الذهنى وكذلك العمل ضمن مجموعات من خلال التعلم التعاونى من أجل التوصل إلى أفكار وبدائل لحل المشكلة من خلال البرنامج المقترح، كذلك تضمين البرنامج المقترح للرسومات والصور والأشكال التى سهلت على الطلبة استيعاب الأفكار وتحديد

القابل منها للتنفيذ واختيار أفضلها لحل المشكلة، ويتفق ذلك مع دراسة مانع (٢٠٢٤).

٤. **النموذج الأولى:** فقد أثبتت النتائج وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير التصميمى فى مهارة النموذج الأولى عند مستوى دلالة (٠,٠١) لصالح طلبة التطبيق البعدى، ويرجع ذلك إلى تدريب الطلبة من خلال الأنشطة المتضمنة فى البرنامج المقترح على تصميم نموذج أولى سريع لتجريب مدى قبول أفضل الأفكار المستنبطة سابقًا واستبعاد غير الممكن منها من أجل التجريب والتعلم من الخطأ، ويتفق ذلك مع دراسة نصحى (٢٠١٩) التى أكدت أن الوحدة المقترحة وفقًا لمعايير الجيل القادم أثبتت فاعليتها فى تنمية مهارات التفكير التصميمى من خلال تضمينها تصميم النماذج وتقديم التفسيرات وإجراء المناقشات الجدلية بين المجموعات مما أدى إلى إكساب التلميذات مهارات التفكير التصميمى الهندسى.

٥. **الاختبار:** فقد أثبتت النتائج وجود فرق دال إحصائيًا بين متوسطات درجات طلبة مجموعة البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى لاختبار التفكير التصميمى فى مهارة الاختبار عند مستوى دلالة (٠,٠١) لصالح طلبة التطبيق البعدى، ويرجع ذلك إلى دراسة الطلبة لموضوعات البرنامج المقترح وممارسة الأنشطة المتنوعة التى قامت بتدريبهم على اختبار ما توصل إليه المتعلم من منتج أو خدمة لتقييمه ولمعرفة ما إذا كان المنتج المبدئى سهل للمستخدم أم يحتاج إلى تعديل، وبعد انتهاء التجربة يمكنه تقديم شرح بسيط لوظائف وإمكانيات الخدمة أو المنتج الذى صممه، ويتفق ذلك أيضًا مع ما توصلت إليه دراسة الباز (٢٠١٨).

ثانيًا: فيما يتعلق بوجود فاعلية لاستخدام برنامج فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى فى تنمية التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكلية التربية.

يمكن تفسير ذلك كما يأتى:

- طبيعة محتوى البرنامج المقترح فى الميكاترونيكس ساعد فى تحفيز الطلبة للبحث عن حلول متنوعة للمشكلات من خلال توظيف مهارات التفكير التصميمى، وجعلت الطلبة أكثر فاعلية وقادرين على إدراك الأخطاء والتوصل إلى حلول فعالة، وكذلك تقديم تغذية راجعة مما ساعد على تنمية مهارات التفكير التصميمى لديهم.
- طبيعة الأنشطة المتضمنة داخل موضوعات البرنامج فى صورة مشكلات وقضايا، والتى ترتبط بحياة الطلبة والتطورات الحديثة فى المجتمع الذى يعيشون فيه مما أدى إلى شعور الطلبة بأهمية تلك الموضوعات، كما وفرت لهم فرصًا للتفاعل الحقيقى والعمل فى مجموعات وطرح الأسئلة حول أهم المشكلات المجتمعية واقتراح الحلول لتلك المشكلات واستنتاج الأفكار الجديدة، وشجعت الطلبة على التأمل وتنمية مهارات التفكير المختلفة لديهم، وهذا ما أكدته دراسة خضر (٢٠٢٠) والتى أكدت على أن البرنامج بما يتضمنه من مشروعات تطبيقية ساعد الطلبة على اتباع خطوات المشروع بالتفكير العلمى كما ساعدتهم على التفكير الناقد.
- طبيعة موضوعات البرنامج المقترح التى تعتمد على طرح المشكلات التى ترتبط بالواقع والتى تحتاج إلى التخيل وتحديد عناصر المشكلة وتوليد الأفكار والوصول إلى حلول لتلك المشكلات، أتاحت الفرصة للطلبة لتنفيذ مهارات التفكير التصميمى بكل حرية والتعاطف مع المشكلات بشكل تشاركى مع المستفيدين من

التصميم بهدف الوصول إلى حلول إبداعية، وإتاحة الفرصة لهم لتكرار المحاولة حتى الوصول إلى الإتقان وتنفيذ التصميم المطلوب.

- كسر نمطية التدريس من خلال أنشطة تفاعلية وإثراء المحتوى العلمى للبرنامج بالبحث والتفاعل، وتوضيح مفاهيم علمية يصعب توضيحها بالطرق التقليدية مما أدى إلى تطوير مهارات الطلبة فى التفكير ككل، وهذا ما أكدته دراسة الغامدى والجار الله (٢٠٢٠) التى توصلت إلى فاعلية أسلوب التعلم الخبراتى فى تدريس العلوم على مهارات التفكير الإبداعى بمستوياته المختلفة.
- خطوات التدريس بالتعلم الخبراتى أتاح الفرصة للطلبة لممارسة مهارات التفكير التصميمى مثل توليدهم أكبر كم من الأفكار لحل مشكلة ما وإجراء العمليات العقلية عليها، وساعد على توظيف ما تعلموه فى حل ما يواجههم من مشكلات فى حياتهم الواقعية وتدريبهم على مهارات التفكير التصميمى بطريقه علمية من خلال إثارة مشكلات تتصل بحياتهم الواقعية، وهذا ما أكدته دراسة عبد الله (٢٠٢٣) التى توصلت إلى فاعلية استخدام نموذج التعلم الخبراتى فى تنمية التفكير المتفتح النشط والبراعة الرياضية وأرجع ذلك لما وفره نموذج التعلم الخبراتى من مصادر تعلم متنوعة، وإثارة مشكلات واقعية ترتبط ببيئة الطالب، وجعله أكثر رغبة فى الحصول على المعرفة وحل المشكلات المطروحة.
- تنوع مصادر التعلم وأساليب التقويم المتضمنة فى البرنامج المقترح حيث اشتملت على الصور والفيديوهات ساعد فى تشجيع الطلبة على البحث عن حلول للمشكلات العلمية المختلفة الموجودة فى الأنشطة، مما زاد من قدرتهم على الوصول لتصميم واقعى للحلول التى قدموها للمشكلات المطروحة بصورة إبداعية، وفهم الآخرين وتطوير الحلول المبتكرة التى تلبى احتياجاتهم عن طريق توظيف مهارات التفكير التصميمى.

توصيات البحث: فى ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث يمكن تقديم التوصيات التالية:

١. إعادة النظر فى برامج إعداد معلم العلوم بحيث يؤخذ فى الاعتبار فروع جديدة للعلوم كالميكاترونيكس.
٢. الاهتمام بتقويم وتطوير برامج إعداد معلم العلوم بكليات التربية فى ضوء الميكاترونيكس.
٣. الاستفادة من التعلم الخبراتى فى تنفيذ الأنشطة، وتطوير تعليم الطلاب من خلال مشاركتهم الفعلية فى القيام بالأنشطة وتنفيذها داخل المحاضرة، وزيادة دافعيتهم للتعلم.
٤. توفير محتوى تعليمى يتضمن قضايا ومشكلات واقعية يستشعرها الطلاب المعلمين فى حياتهم بعيداً عن الحقائق والمعلومات المجردة التى لا ترتبط بواقع حياتهم.
٥. الاهتمام بتنمية التفكير التصميمى لدى الطلاب المعلمين من خلال تضمين المقررات الدراسية أنشطة وموضوعات تساعد على تنميتها.
٦. تعميم تعليم مهارات التفكير التصميمى فى جميع مراحل التعليم العام.
٧. إفادة المهتمين بتطوير برامج كليات التربية بالمجلس الأعلى للجامعات (لجنة قطاع الدراسات التربوية) من التصور المقترح للبرنامج المقترح فى الميكاترونيكس القائم على التعلم الخبراتى لتنمية مهارات التفكير التصميمى لدى طلبة الشعب العلمية بكليات التربية بالجامعات المصرية.

مقترحات البحث: فى ضوء نتائج البحث الحالى يمكن تقديم عدد من البحوث المقترحة:

١. تقويم منهج العلوم للمرحلة الإعدادية فى ضوء الميكاترونيكس.
٢. تطوير منهج الفيزياء بالمرحلة الثانوية فى ضوء الميكاترونيكس لتنمية مهارات التصميم الهندسى لدى طلاب المرحلة الثانوية.
٣. منهج مقترح فى الفيزياء قائم على الميكاترونيكس لتنمية مهارات اتخاذ القرار والدافعية للتعلم لدى طلاب المرحلة الثانوية.
٤. فاعلية برنامج فى الميكاترونيكس قائم على نظرية التعلم المسند إلى الدماغ فى تنمية الوعى العلمى والمعتقدات التحفيزية لدى الطلبة المعلمين بكلية التربية.
٥. فاعلية برنامج قائم على استراتيجية التعلم القائم على المشروع فى تنمية التفكير التصميمى وعادات العقل الهندسية لدى الطلبة المعلمين بكلية التربية.
٦. برنامج مقترح لتدريب المعلمين قبل وأثناء الخدمة على مهارات التفكير التصميمى.
٧. إجراء بحوث مشابهة للبحث الحالى فى مجالات أخرى، وفى المراحل المختلفة.

مراجع البحث

أولاً: المراجع العربية

أبو عودة، محمد فؤاد، وأبو موسى، أسماء حميد. (٢٠٢١). أثر توظيف التعلم القائم على المشروع وفق المنحى التكاملي في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى طالبات الصف التاسع الأساسي. *مجلة جامعة القدس المفتوحة للأبحاث والدراسات التربوية والنفسية*، ١٢ (٣٣)، ١ -١٢.

أبو غنيمة، عيد محمد عبد العزيز، وعبد الفتاح، محمد عبد الرازق. (٢٠١٩). استخدام نموذج التعلم الخبراتي في تدريس العلوم لتنمية الممارسات العلمية والهندسية وبعض المهارات الاجتماعية لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية. *مجلة البحث العلمى فى التربية*، ٣ (٢٠)، ٥١٧ -٥٥٨.
https://doi.org/10.21608/JSRE.2019.33437

الباز، مروة محمد محمد. (٢٠١٨). فعالية برنامج تدريبي في تعليم STEM لتنمية عمق المعرفة والممارسات التدريسية والتفكير التصميمي لدى معلمي العلوم أثناء الخدمة. *مجلة كلية التربية (أسيوط)*، ٣٤ (١٢)، ٤٦٠ -٥١٠.

جاد، عماد محمد هنداوى. (٢٠٢٣). نموذج تدريسي مقترح قائم على نظرية الذكاء الناجح لتنمية مهارات الجدل العلمى والتفكير التصميمي في مادة الكيمياء لدى طلاب المرحلة الثانوية. *مجلة التربية فى القرن ٢١ للدراسات التربوية والنفسية*، (٢٦)، ١ -٦٨.

خضر، سيد محمد سيد. (٢٠٢٠). *فاعلية برنامج ميكاترونيكس فى العلوم المتكاملة فى ضوء الاقتصاد المعرفى لتنمية التفكير العلمى لدى طلاب كلية التربية* [أطروحة ماجستير غير منشورة]. كلية التربية، جامعة عين شمس.

زيتون، عايش محمود. (٢٠١٠). *الاتجاهات العالمية المعاصرة فى مناهج العلوم وتدريسها*. دار الشروق.

سعادة، جودت أحمد. (٢٠١٤). *التعلم الخبراتى أو التجريبى*. دار الثقافة للنشر والتوزيع.

عبد الرؤف، مصطفى محمد الشيخ. (٢٠٢٠). برنامج تدريبى فى ضوء إطار "تيباك" TPACK لتنمية التفكير التصميمى والتقبل التكنولوجى نحو إنترنت الأشياء لدى الطلاب المعلمين شعبة الكيمياء بكلية التربية وأثره فى ممارساتهم التدريسية عبر المعامل الافتراضية (نموذجاً). *المجلة التربوية (سوهاج)*، *٧٥*(٧٥)، ١٧١٧ -١٨٥٠.
https://doi.org/10.12816/EDUSOHAG.2020.97642

عبد الله، علي محمد غريب. (٢٠٢٣). نموذج تدريسي مقترح قائم على التعلم الخبراتي في تدريس الرياضيات لتنمية التفكير المتفتح النشط والبراعة الرياضية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي. *المجلة التربوية (بسوهاج)*، *١١٣*، ٣٢٧ -٤١٠.

عيد، سماح محمد أحمد محمد. (٢٠٢١). برنامج مقترح في علوم الأرض والفضاء قائم على معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتنمية التفكير التصميمي وبعض عادات العقل الهندسية لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية. *المجلة التربوية لكلية التربية بسوهاج*، *٨٨*، ١٥٧٥ -١٦٢٩.
https://doi.org/10.21608/edusohag.2021.181933

الغامدى، فوزية خميس سعيد، الجار الله، شروق أحمد. (٢٠٢٠). فاعلية أسلوب التعلم الخبراتي في تدريس العلوم على تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى تلميذات المرحلة الإبتدائية. *مجلة كلية التربية بالمنصورة*، ٢(١٠٩)، ٩٣٧ -٩٧١.
https://doi:10.21608/MAED.2020.131603

الفيل، حلمي محمد حلمي. (٢٠١٩). *متغيرات تربوية حديثة على البيئة العربية "تأصيل وتوطين"*. مكتبة الإنجلو المصرية.

قنديل، أحمد محمد محمد السيد. (٢٠٢٤). *فاعلية تدريس الفيزياء باستخدام مدخل التعلم بالسياق لتنمية التفكير التصميمي والحس الفيزيائي لدى طلبة المرحلة الثانوية الأزهرية* [أطروحة ماجستير غير منشورة]. كلية التربية، جامعة الزقازيق.

مانع، سارة عبد الله علي. (٢٠٢٤). فاعلية برنامج إثرائي قائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات التفكير التصميمي لدى الطالبات الموهوبات بالمرحلة الثانوية في مدينة الرياض. *مجلة رسالة الخليج العربى، ٤٥*(١٧٤)، ١١٩ -١٤٧.
https://doi:10.35270/0011-045-174-004

منتصر، أمانى عبد الوهاب مختار. (٢٠٢١). أنشطة تربوية في الاقتصاد المنزلي قائمة على التفكير التصميمي لتنمية أبعاد الأمن الأسري ومهارات مواجهة ضغوط الحياة لدى الفتيات في دور الرعاية. *مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*، ٣(١٥)، ٧٨٦ - ٨٤٧.

منصور، شيماء علاء أحمد حلمى حسن. (٢٠٢٣). *تصميم تطبيق عبر الأجهزة الذكية قائم على محفزات الألعاب الرقمية لتنمية مهارات التفكير التصميمي لدى طلاب برنامج STEM بكلية التربية* [أطروحة ماجستير غير منشورة]. كلية التربية، جامعة المنصورة.

الناجى، عبد السلام بن عمر (٢٠٢٠). أنموذج تطوير المنهج باستخدام التفكير التصميمى. *مجلة كلية التربية (كفر الشيخ)*، ٢٠ (٢)، ٧٥–١١٦.

نصحى، شيرى مجدى. (٢٠١٩). وحدة مقترحة في العلوم قائمة على معايير الجيل القادم لتنمية مهارات التفكير التصميمي الهندسي والحس العلمي لدى تلاميذ المرحلة

الإعدادية. *المجلة المصرية للتربية العلمية*، ٢٢ (١٠)، ٤٥ -٨٩.
10.21608/MKTM.2019.114097https://doi.org/

نوير، مها فتح الله بدير. (٢٠٢١). فاعلية توظيف استراتيجية البنتاجرام فى تدريس الإقتصاد المنزلى لتنمية التفكير التصميمى وتحقيق الازدهار النفسى للطالبات ذوات العجز المتعلم بالمرحلة الإعدادية. *مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية*، ٧(٣٤)، ٢٣٧ -٣١٥.

https://doi.org/10.21608/JEDU.2021.59080.1212

همام، أحمد ياسر محمد. (٢٠١٨). *فاعلية وحدة مقترحة فى ضوء مدخل (STEM) لتنمية التفكير التصميمى فى مادة العلوم لدى تلاميذ المدارس الرسمية للغات* [أطروحة ماجستير غير منشورة]. كلية التربية، جامعة حلوان.

الياسري، متمم جمال، و مجول، مشرق محمد. (٢٠٢١). فاعلية استراتيجية مقترحة على وفق نظرية التعلم الخبراتي في تنمية مهارات التدريس الفعال لدى طلبة كليات التربية. *مجلة العلوم الإنسانية*، ٢٨ (٣)، ١ -٢٠.

ثانياً: المراجع الأجنبية

Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important?. *Review of educational research*, *82*(3), 330-348. https://doi.org/10.3102/0034654312457429

Christensen, B. T., Ball, L. J., & Halskov, K. (2017). *Analysing design thinking: Studies of cross-cultural co-creation*. CRC Press.

Val, E., Gonzalez, I., Iriarte, I., Beitia, A., Lasa, G., & Elkoro, M. (2017). A design thinking approach to introduce entrepreneurship education in European school curricula. *The Design Journal*, *20*(1), 754-766. https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1353022

Sarooghi, H., Sunny, S., Hornsby, J., & Fernhaber, S. (2019). Design thinking and entrepreneurship education: Where are we, and what are the possibilities?. *Journal of Small Business Management*, *57*, 78-93.
https://doi.org/10.1111/jsbm.12541

Kancharla, M. (2021). *Design Thinking in Consulting: How to Sustain YourSuccess in the IT Consulting Space*. Notion Press.

Di Russo, S. (2016). *Understanding the behaviour of design thinking in complex environments* [Unpublished doctoral dissertation]. Swinburne University.

Kumar, K., Zindani, D., & Davim, J. P. (2019). *Design thinking to digital thinking*. Springer Nature.

Beckman, S. L. (2020). To frame or reframe: where might design thinking research go next?. *California Management Review*, *62*(2), 144-162.
https://doi.org/10.1177/0008125620906620

Morris, H., & Warman, G. (2015). Using design thinking in higher education. *Educause review*, 105-118.

Bergsteiner, H., Avery, G. C., & Neumann, R. (2010). Kolb's experiential learning model: critique from a modelling perspective. *Studies in Continuing Education*, *32*(1), 29-46. https://doi.org/10.1080/01580370903534355

Gross, Z., & Rutland, S. D. (2017). Experiential learning in informal educational settings. *International Review of Education*, *63*, 1-8.
https://doi.org/10.1007/s11159-017-9625-6

Olivos, P., Santos, A., Martín, S., Canas, M., Gómez-Lázaro, E., & Maya, Y. (2016). The relationship between learning styles and

motivation to transfer of learning in a vocational training programme. *Suma psicológica*, *23*(1), 25-32. https://doi.org/10.1016/j.sumpsi.2016.02.001

Ndung'u, M. P. (2014). *Effect of outdoor experiential education on life effectiveness skills and teamwork among selected Kenya army and administration police in Kenya* [Unpublished doctoral dissertation]. Kenyatta University.

Reinhardt, C., & Hubbert, M. (2014). Feedlot Nutritionist Boot Camp: an intensive short-course for commercial agriculture graduate students. *Journal of Extension*, *52* (4), 1-4. https://doi.org/10.34068/joe.52.04.21

Budeva, D., Kehaiova, M., & Petkus, E. (2015). Nationality as a determinant of learning styles: Comparing marketing students from Bulgaria and the USA. *e-Journal of Business Education and Scholarship of Teaching*, *9*(1), 97 -106.

Fede, J. H., Gorman, K. S., & Cimini, M. E. (2018). Student employment as a model for experiential learning. *Journal of Experiential Education*, *41*(1), 107-124. https://doi.org/10.1177/1053825917747902

Phan, M. H., & Ngo, H. Q. T. (2020). A multidisciplinary mechatronics program: From project-based learning to a community-based approach on an open platform. *Electronics*, *9*(6), 954-987. https://doi.org/10.3390/electronics9060954

Guo, K. (2023). Special Issue on Application of Artificial Intelligence in Mechatronics. Applied Sciences, 13(1), 158. https://doi.org/10.3390/app13010158

Bradley, D., Russell, D., Ferguson, I., Isaacs, J., MacLeod, A., & White, R. (2015). The Internet of Things–The future or the end of mechatronics. *Mechatronics, 27*, 57-74.

https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2015.02.005

Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education, 112*, 97–107. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.001

Verner, I. M., Perez, H., & Lavi, R. (2021). Characteristics of student engagement in high-school robotics courses. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-22. https://doi.org/10.1007/s10798-021-09688-0

Ernst, J. V. (2013). Impact of Experiential Learning on Cognitive Outcome in Technology and Engineering Teacher Preparation. *Journal of Technology Education*, *24*(2), 31-40.

Baker, M. A., & Robinson, J. S. (2016). The Effects of Kolb's Experiential Learning Model on Successful Intelligence in Secondary Agriculture Students. *Journal of Agricultural Education*, *57*(3), 129-144.

Henriksen, D., & Richardson, C. (2017). Teachers are designers: Addressing problems of practice in education. *Phi Delta Kappan*, *99*(2), 60-64. https://doi.org/10.1177/0031721717734192

von Thienen, J., Royalty, A., & Meinel, C. (2017). Design thinking in higher education: How students become dedicated creative problem solvers. In *Handbook of research on creative problem-solving skill development in higher education* (pp. 306-328). IGI Global.

Tu, J. C., Liu, L. X., & Wu, K. Y. (2018). Study on the learning effectiveness of Stanford design thinking in integrated design education. *Sustainability*, *10*(8),26-49. https://doi.org/10.3390/su10082649

Sandars, J., & Goh, P. S. (2020). Design thinking in medical education: the key features and practical application. *Journal of Medical Education and Curricular Development*, *7*. https://doi.org/10.1177/2382120520926518

Lynch, M., Kamovich, U., Longva, K. K., & Steinert, M. (2021). Combining technology and entrepreneurial education through design thinking: Students' reflections on the learning process. *Technological Forecasting and Social Change*, *164*, 119689. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.015

Kamińska, D., Zwoliński, G., Wiak, S., Petkovska, L., Cvetkovski, G., Barba, P. D., Mognaschi, M.E., Haamer, R.E. & Anbarjafari, G. (2021). Virtual Reality-Based Training: Case Study in Mechatronics. *Technology, Knowledge and Learning*, *26*(4), 1043-1059. https://doi.org/10.1007/s10758-020-09469-z

Shetty, D., Manzione, L., & Ali, A. (2012). Survey of mechatronic techniques in modern machine design. *Journal of Robotics, 2012*. 1-9. https://doi.org/10.1155/2012/932305

Kurniawan, A. (2016). *Smart internet of things projects*. Packt Publishing Ltd.

Güllü, A., Aki, O., & Kuşçu, H. (2015). Remote access for education and control of mechatronics systems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *176*, 1050-1055. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.577

Nicholas, H., & Ng, W. (2012). Factors influencing the uptake of a mechatronics curriculum initiative in five Australian secondary schools. *International journal of technology and design education, 22*(1), 65-90. https://doi.org/10.1007/s10798-010-9138-0

Karkoub, M., & Abdulla, S. (2020). Transformative learning experiences in mechanical engineering through mechatronics: From high school to college. *International Journal of Mechanical Engineering Education, 48*(1), 3-31. https://doi.org/10.1177/0306419018781532

Jansson, G., Viklund, E., & Lidelöw, H. (2016). Design management using knowledge innovation and visual planning. *Automation in Construction, 72*, 330-337. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.08.040

Harris, R. (2017). *Teachers as designers: Creativity, innovation and technology in professional development* [Unpublished Doctoral dissertation]. Columbia University.

Noel, L. A., & Liub, T. L. (2017). Using design thinking to create a new education paradigm for elementary level children for higher student engagement and success. *Design and Technology*

Withell, A. J., & Haigh, N. (2013, May 14-17). *Developing design thinking expertise in higher education* [Paper presentation]. The 2nd International Conference for Design Education Researchers, Osla.

Becker, K., & Mentzer, N. (2015, September 20-24). *Engineering design thinking: High school students' performance and knowledge* [Paper presentation]. 2015 International conference on interactive collaborative learning, Firenze, Italy.