كلية التربية

إدارة: البحوث والنشر العلمي (المجلة العلمية)

=======

برنامج للفيزياء البيولوجية Biophysics قائم على مدخل التصميم المتمحور حول الانسان (HCD) لتنمية بعض مفاهيم التغير المناخي وتنمية مهارات المشاركة العلمية لدى طلاب ستيم STEAM المعلمين بكلية التربية

إعـــــــــــــداد

أماني محمد عبد الحميد أبوزيد

أستاذ مناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

كلية التربية- جامعة عين شمس

amany_abuzied@edu.asu.edu.eg

﴿المجلد التاسع والثلاثون– العدد السادس- جزء ثانى– يونيو ٢٠٢٣م﴾

http://www.aun.edu.eg/faculty_education/arabic

ملخص

هدف البحث الحالي التعرف على فاعلية برنامج معد وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان Human Centered Design approach (HCD) لتنمية المفاهيم البينية المتداخلة بين علمي البيولوجي والفيزياء من خلال البرنامج المقترح "التغير المناخي- متغيرات وحلول مقترحة" ومهارات المشاركة العلمية لدى طلاب ستيم المعلمين بكلية التربية جامعة عين شمس للعام الجامعي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م، ولتحقيق أهداف البحث تم بناء أداة البحث/البرنامج المقترح "كتيب الطالب المعلم، ودليل القائم بالتدريس" وفق مراحل مدخل التصميم المتمحور حول الانسان، وأداتي التقييم"اختبار مفاهيم التغير المناخي، ومقياس المشاركة العلمية"، واتبعت الباحثة المنهج التجريبي حيث تم تطبيق أداتي التقييم قبليًا وبعديًا للمعالجة التجريبية، وتكون اختبار مفاهيم التغير المناخي من ٥٠ سؤالًا (اختيار من متعدد) مقسمين على خمس موضوعات تم تقديمه بشكل الكتروني وفق منصة التعليم الالكتروني "مايكروسوفت تيمز"، وتصحيحه بشكل الكتروني، وكذلك مقياس المشاركة العلمية والذي تكون من ٦٠ عبارة معدة وفق "مقياس ليكرت" ذو الاستجابات الخمس ليغطي ٦ عوامل رئيسة، وتوصلت نتائج البحث الحالي إلى تباين تأثير البرنامج المقترح "مفاهيم تغير المناخ" المعد وفق مدخل HCD على اكتساب الطلاب معلمي ستيم مهارات أطوار المدخل الخمس، وإجماليًا كان للبرنامج تأثير كبير على اكتساب مهارات مدخل HCD، حيث وجد فرق ذي دلالة احصائية بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية لمقياس مهارات مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD عند مستوى دلالة (٠.٠١) ليثبت صحة الفرض الأول، كما وجد فرق دال احصائيًا بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في متوسط الدرجة الكلية للاختبار لصالح القياس البعدي عند مستوى دلالة (٠.٠١) مما يثبت صحة الفرض الثاني من فروض البحث. كما أشارت النتائج إلى وجود فرق دال احصائيًا بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في متوسط الدرجة الكلية للمقياس لصالح القياس البعدي عند مستوى دلالة (٠.٠١)، ومعامل تأثير مرتفع مما يثبت صحة الفرض الثالث من فروض البحث. وأوصى البحث الحالي بضرورة دمج المفاهيم المتقاطعة والبينية بصورة وظيفية ضمن برامج إعداد معلمي العلوم عامة وستيم خاصة، والتأكيد على مداخل التعلم "الاجتماعية- العلمية" Socio-Scientific التي تتمحور حول قضايا المجتمعات والتحديات الملحة محليًا وعالميًا، والتي تفرض على معلم العلوم عامة وستيم خاصة الالمام بمفاهيمها وآلية تدريسها وفق استراتيجياتها، ومدخل التعلم المتمحور حول الانسان HCD، ومداخل التعلم المتمركزة حول المتعلم".

كلمات مفتاحية: مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD- مفاهيم التغير المناخي- المشاركة العلمية

Abstract

This study aimed to identify the effectiveness of the suggested Biophysics program named “Climate change- challenges& solutions” designed on the crosscutting concepts of Biology and physics based on the stages of the Human-centered design approach (HCD) phases to develop the climate change concepts and the science engagement skills for the STEAM Student-Teachers at the faculty of Education- Ain Shams University ٢٠٢٢/٢٠٢٣ academic year. To achieve this, the researcher used an experimental approach to achieve the objectives of the research, the suggested program was designed “student-teacher booklet and instructor guide” as an experimental treatment tool, and the assessment tools were “the climate change concepts test” which contained ٥٠ MCQ questions covered main five topics and “the science engagement questionnaire” as a second assessment tool which contained ٦٠ items prepared according to “Likert scale” with five responses covered six main factors.

The study found the following results: there is a varied significance of the impact of the proposed program "Climate Change Concepts" prepared according to the HCD stages varied on the acquisition of STEAM student- teachers’ skills of its five phases, while in total the program had a significant impact on the acquisition of HCD phases’ skills, which clarified the validity of the first research hypothesis. In Addition, the results showed that there is a statistically significant difference between the pre-and post-measurement of the experimental group in the test at the level of significance (٠.٠١) which clarified the validity of the second research hypothesis. The results also indicated that there is a statistically significant difference between the pre-and post-measurement of the Scientific Engagement questionnaire in the average total score in favor of the post-measurement at the level of significance (٠.٠١), and a high impact factor, which proves the validity of the third hypothesis of the research hypothesis.

The current research recommended the need to integrate crosscutting and interdisciplinary concepts functionally within the programs for preparing science teachers in general and STEM in particular, and to emphasize the socio-scientific learning approach that revolves around “societal issues” and the urgent challenges on the two levels “local and worldwide” and train the STEAM teachers on the pedagogy of teaching it according to approaches that support the thought of "social scientific approaches", "human-centered learning approaches, and student teacher".

Keywords: Human-centered approach HCD- Climate change concepts- Science Engagement questionnaire

مقدمة:

أظهرت أحدث الدراسات الدولية المعنية بالتغير المناخي وجود حاجة ملحة لاتخاذ قرارات مسؤولة ومشاركة مجتمعية وفردية على المستوى الاقليمي والمجتمعي والفردي، حيث أن القرارات الدولية والسيادية الملزمة لن تكون ذات جدوى إلا من خلال أفراد ذوي وعي علمي ومجتمعي بأهمية المشاركة في الحفاظ على البيئة والمشاركة في فعاليات إنقاذ ما تبقى من أمل لإعادة إحياء الأرض بصورة فعلية خارج إطار المؤتمرات والفعاليات، وإمداد النشئ بالمعرفة باعتبارهم مستقبل الأمم ومتخذي القرار مستقبلًا هو طريق تحقيق الهدف رقم "١٣" من أهداف التنمية المستدامة "اتخاذ إجراءات للمناخ" Climate Action.

وعليه استحداث برامج وطرق تدريسية لتنفيذ هذا المنحى من أهم الإجراءات التي تسعى لها برامج التربية في عديد من الدول المشاركة في التغلب على تحديات المناخ من أجل ما يعرف بالتعلم التحولي Transformative Learning، وهو أساس للتنور العلمي في ثورته الثالثة بالتربية العلمية بشكلها المستحدث scientific literacy vision III باعتبارها المتنبئ الأساسي والفاعل في تنمية الوعي العلمي لدى الطلاب على جميع المستويات، وهي القاعدة التي تنطلق منها أهداف تعليم وتدريس العلوم. ويتبنى البحث الحالي وفق هذا المنحى ومستحدثاته التعلم متعدد/ عابر التخصصات Transdisciplinary Education والذي يتمحور حول أن علم أو تخصص واحد لا يكفي لدراسة ظاهرة معينة أو حل مشكلة مجتمعية أو عالمية مثل "مشكلة التغير المناخي"، كما يؤكد على التفاعل الواقعي بين المتعلمين مع المعرفة العلمية وفق تخصصات عدة، والتفاعل مع أهل الخبرة في هذه التخصصات من أجل التوصل للمعرفة ومعالجتها وتطبيقها وزيادة مستوى الوعي العلمي والبيئي، وكذلك الانتقال من فلسفة التعلم الفردي إلى التعلم التشاركي الجمعي والذي يدمج الرؤى والمعارف المختلفة، ويدعم كفايات "اتخاذ القرار" و"حل المشكلات الإبداعي" و"التعلم التعاوني" والانتقال من مستوى التعليم ذو البعد الواحد إلى تعلم متشعب الاتجاهات والتخصصات بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة

التعليمية والبيئي &(UNESCO, ٢٠٢٠), (Rigolot, ٢٠٢٠), (Bammer, ٢٠١٧) (National Research Council, ٢٠١١)[١]

وتعتبر القضايا العلمية الاجتماعية Socio-scientific issues من القضايا التي تجمع بين العلم والتكنولوجيا وتطبيقاتهم المختلفة وينعكس الوعي بها على المجتمعات اقتصاديًا وعلى المستوى التنموي، وهذا الوعي تجلي في قضايا التغير المناخي الذي تتكاتف الدول حاليًا من أجل الخروج من المأزق باستخدام الوعي الجمعي والمشاركات العلمية وتطبيق العلم والتكنولوجيا، وهو ما اتفق مع فكر التعلم التحولي ودراسة القضايا المجتمعية من منظور علمي عابر للتخصصات بحسب ما أشار له كل من (٢٠١٨) Ros& Mitchel ,(٢٠٢٠) Rigolot وكان لمصر دور الريادة في ذلك في مؤتمر Cop٢٧ والذي انطلق بعديد من المبادارات التي تدعم حلول لمشكلات المناخ ومصادر بديلة للطاقة، مما استدعي مراجعة برامج إعداد معلمي العلوم وخاصة العلوم المتداخلة مثل برامج إعداد معلمي ستيم لمدى دراسة هذه المتغيرات وإلمامهم بالمفاهيم البينية crosscutting بين العلوم المختلفة.

وتبين غياب هذا البعد ومفاهيم المناخ وفق مراجعة الباحثة لبرنامج الإعداد للطلاب المعلمين "دبلومة ستيم" بكلية التربية جامعة عين شمس، هذا وقد دعم ذلك نتائج التطبيق القبلي لأداتي تقييم البحث، والذي طبقته الباحثة على مجموعة البحث الحالية، وقد توصل إلى غياب مفاهيم المناخ والقضايا المستحدثة المرتبطة به لدى مجموعة البحث. وبالرغم من الحركة النشطة للتنور العلمي والتربية العلمية بشكلها الحديث وظهور عديد من المداخل والاستراتيجيات التي تدعم نواتج التعلم المستحدثة واتجاهات تعليم وتعلم العلوم إلا أن البعد الانساني الاجتماعي مازال غائب جزئيًا وخاصة مدخل التصميم المتمحور حول الانسان في الدراسات والأبحاث المعنية بحد علم الباحثة، مما دفع البحث الحالي إلى تقصي فاعلية هذا المدخل في تنمية مفاهيم التغير المناخي وتقديمها كمفاهيم متقاطعة بين تخصصات عدة على رأسها "الفيزياء والبيولوجي" وتنمية المشاركة العلمية لدى طلاب ستيم المعلمين، متمثلًا في سؤال البحث الرئيس التالي:

ما فاعلية برنامج للفيزياء البيولوجية Biophysics قائم على مدخل التصميم المتمحور حول الانسان (HCD) لتنمية مفاهيم التغير المناخي وتنمية مهارات المشاركة العلمية لدى طلاب ستيم STEAM المعلمين بكلية التربية؟

ويتفرع من السؤال الرئيس مجموعة من الأسئلة الفرعية تتمثل فيما يلي:

[١] اتبعت الباحثة التوثيق بنظام APA ٧th Edition

- ما أسس برنامج معد وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان (HCD) ؟
- ما فاعلية برنامج للفيزياء البيولوجية معد وفقًا لمدخل التصميم المتمحور حول الانسان في تنمية مفاهيم التغير المناخي لدى طلاب ستيم المعلمين؟
- ما فاعلية برنامج للفيزياء البيولوجية معد وفقًا لمدخل التصميم المتمحور حول الانسان في تنمية مهارات المشاركة العلمية لدى طلاب ستيم المعلمين؟

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى:

- تحديد أسس مدخل التصميم المتمحور حول الانسان كمدخل اجتماعي علمي يدعم برامج اثرائية للتخصصات البينية.
- تحديد مدى فاعلية برنامج مقترح للفيزياء البيولوجية معد وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان في تنمية مفاهيم التغير المناخي لدى طلاب ستيم المعلمين.
- تحديد مدى فاعلية برنامج مقترح للفيزياء البيولوجية معد وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان في تنمية مهارات المشاركة العلمية لدى طلاب ستيم المعلمين.

أهمية البحث:

قد يفيد البحث فيما يلي:

- تقديم تصور لكيفية بناء برنامج اثرائي وفق أسس ومراحل مدخل التصميم المتمحور حول الانسان.
- تقديم اختبار لمفاهيم التغير المناخي قد يفيد الباحثين في مجالات أو تطبيقات بحثية أخرى.
- تقديم استبيان للمشاركة العلمية يمكن تطويعه في أبحاث علمية أخرى.

حدود البحث:

- بعض مفاهيم التغير المناخي الخاصة بالموضوعات التالية "مؤشرات التغير المناخي- درجات الحرارة المستقبلية عالميًا وتأثيرها على المناخ- الاستمطار ومعدل المطر العالمي- الهيدروجين الأخضر- الكربون الأزرق".
- عوامل المشاركة العلمية والمتمثلة في "المشاركة في المهام العلمية الخاصة بالبرنامج المقترح- المشاركة في تعليم وتعلم العلوم- التحضير والجهد العلمي- الاستمتاع بتعليم وتعلم

العلوم- الاستمتاع بدراسة منحى ستيم- الانغماس في مراحل مدخل التصميم المتمحور حول الانسان".

- مجموعة من الطلاب المعلمين "دبلومة ستيم لإعداد المعلمين" بكلية التربية جامعة عين شمس.
- تطبيق أدوات البحث في فصل الخريف العام الدراسي ٢٠٢٣/٢٠٢٢.

مصطلحات البحث:

مدخل التصميم المتمحور حول الانسان

Human-Centered Design (HCD) approach

عرفه Brown (٢٠٠٨): أنه مدخل انساني يعتمد على تحديد احتياجات المجتمع بقضية علمية محددة، ويقدم آلية لإيجاد حلول علمية وفق مراحل محددة يتم اتباعها وفق التفكير التصميمي ويعتمد على إعادة خطوات كل مرحلة Iteration وصولًا إلى أفضل الحلول وفق دراسة بينية للعلوم ذات الصلة بموضوع الدراسة. كما أوضحت دراسات عدة منها (Ching, ٢٠١٤; Kumar et al., ٢٠٢٠; Lin et al., ٢٠٢٠; Lake, et al., ٢٠٢١) أن دمجه في العملية التعليمية يعمل على تنمية العقلية الناقدة لدى الطلاب والتعاون والتواصل، وتنمية ما يعرف "بالمركزية الانسانية"(Human-Centered Design (HCD والذي يعتمد على دراسة الموضوعات العلمية كقضايا ذات منزع انساني والتوصل إلى آلية حلول لمشكلاتها وفقًا للصالح الانساني واحتياجات المجتمعات البشرية.

ويعرفه البحث الحالي: بأنه مدخل للتصميم التعليمي والتفكير التصميمي يتمحور حول القضايا المجتمعية العلمية والانسانية بهدف تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين والتنمية المستدامة لدى المتعلمين وحل المشكلات ذات الطابع الانساني، ويتكون من أطوار رئيسة تتمثل في "الفهم Understand- التخليق/ التكوين Synthesize- تشكيل الفكرة Ideate- النموذج الأولي Prototype- التنفيذ Implementation".

مفاهيم التغير المناخي Climate Change Concepts:

تعرف وكالة ناسا تغير المناخ: يشير تغير المناخ إلى التحولات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس، يمكن أن تكون هذه التحولات طبيعية، بسبب التغيرات في نشاط الشمس أو الانفجارات البركانية الكبيرة. ولكن منذ القرن التاسع عشر، كانت الأنشطة البشرية هي

المحرك الرئيسي لتغير المناخ، ويرجع ذلك أساسًا إلى حرق الوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط والغاز. (NASA, ٢٠٢٠)

يعرف البحث الحالي مفاهيم التغير المناخي: بأنها مجموعة من المفاهيم المضمنة في سياق موضوعات البرنامج الخمس الرئيسة وهم: "مؤشرات التغير المناخي- درجات الحرارة المستقبلية عالميًا وتأثيرها على المناخ- الاستمطار ومعدل المطر العالمي- الهيدروجين الأخضر- الكربون الأزرق"، ويستدل عليها إجرائيًا بدرجات الطلاب المعلمين في اختبار مفاهيم التغير المناخي المعد من قبل الباحثة.

المشاركة العلمية Scientific Engagement:

تعرفها منظمة الاقتصاد والتعاون والتنمية (٢٠٠٩) OECD أنها مصطلح متعدد الأبعاد يتكون من ثلاث مكونات رئيسة متفق عليها وهم: المكون السلوكي behavioral engagement، المكون العاطفي emotional engagement، المكون المعرفي cognitive engagement، كما أكدت أن العوامل التحفيزية السلوكية، والتفضيلات المحفزة للفرد بجانب المعارف ذاتية الاكتساب هي العوامل المحركة لأبعاد المشاركة العلمية، مثل (المشاركة في الأنشطة العلمية والعملية داخل وخارج الصف المدرسي بناء على المعارف المكتسبة والاتجاهات العلمية المفضلة لدى المتعلم وهي المعايير التي تقوم عليها اختبارات التنور العلمي في برامج التقييم الدولي للطلاب PISA بحسب ما أكده كل من (Chen, ٢٠٠٥; Demanet &Van Houtte, ٢٠١٤; Lam et al., ٢٠١٤).

وقد عرفها البحث الحالي: بمدى المشاركة العلمية الأكاديمية والمهارية والاجتماعية في برنامج "التغيرات المناخية" المعد وفق أطوار مدخل التصميم المتمركز حول الانسان، ويستدل عليها إجرائيًا من خلال استجابات الطلاب المعلمين في مقياس المشاركة العلمية المعد من قبل الباحثة.

مجتمع البحث ومجموعة البحث الحالي:

تم اختيار مجموعة البحث كعينة مقصودة، وهم عدد(٣٠) طالب وطالبة من طلاب ستيم المعلمين بدبلومة ستيم للمعلمين بكلية التربية جامعة عين شمس عن العام الجامعي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م.

الإطار النظري:

فيما يلي عرضًا للإطار النظري للبحث الحالي والذي يتمثل في ثلاث محاور رئيسة:

"**المحور الأول**: برنامج للفيزياء البيولوجية معد وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان- **المحور الثاني**: مفاهيم التغير المناخي والتنمية المستدامة - **المحور الثالث**: المشاركة العلمية"، وفيما يلي عرضًا تفصيليًا لكل محور على حدى.

المحور الأول: برنامج للفيزياء البيولوجية Biophysics قائم على مدخل التصميم المتمحور حول الانسان Human-Centered Design (HCD) approach

يعتبر مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD مدخل قائم على التفكير التصميمي لحل المشكلات ولكن بشكل مختلف عن الدارج والمعروف؛ حيث الانتقال من سياق حل المشكلات العلمية التي قد تكون غير متصلة بحاجة الفرد والمجتمع، إلى المشكلات القائمة على احتياجات الأفراد والمجتمعات وثيقة الصلة باحتياجات الفرد، والذي يتطلب التعاون والتشارك الفردي والمجتمعي، والاعتماد على التكرارات العملية Iteration ضمن سياق التفكير التصميمي في حل المشكلات (Brown, ٢٠٠٨). وقد استحدثت عديد من الدراسات والأبحاث العلمية في السنوات الأخيرة طرق واستراتيجيات تدريس عدة تساعد في مشاركة المتعلمين بشكل فاعل في المشاركات المهنية والعلمية والمساعي المحلية والدولية لحل المشكلات للتغلب على التحديات العالمية والمحلية (Ching, ٢٠١٤; Kumar et al., ٢٠٢٠; Lin et al., ٢٠٢٠).

فقد أوضحت عديد من الدراسات أن الطلاب حينما يدمجون في عمليات تعليمية ومداخل تعلمية تشاركية فإن هذا يساعد في حل المشكلات بشكل فاعل وحقيقي خاصة مع اتصال هذه المشكلات بحياة الفرد والمجتمع، وقد دعم هذه النتائج دراسة كل من Shehab, et al. (٢٠٢١); Kumar, et al. (٢٠٢٠) حيث قاما بدراسات متعمقة أضافت أن هذا التوجه يمكن دعمه بشكل أكبر ومشاركة مجتمعية وعلمية من خلال التعلم القائم على مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD، حيث أوضحوا أن عقول الطلاب الممنهجة وفق التعلم القائم

على التصميم تختلف بشكل كامل عن العقول الغير متدربة على التصميم ومراحله المختلفة، وهذا ما يدعمه مدخل التصميم المتمحور حول الانسان بمراحله المختلفة. ويمكن دعم وثقل ذلك بشكل تدريجي في المراحل التعليمية دون تغيير جذري في المنظومة من خلال دعم مقررات مراحل التعليم الجامعي بمقررات تدعم هذا الفكر وقائمة على البيداجوجيا الخاصة به، وهو ما يجعل التغيير قابل للتحقيق دون تنظير أو تغيير جذري في منظومة تعليمية كاملة خاصة لو تم ذلك لبرامج إعداد المعلمين وخاصة معلمي العلوم، مما يكون له صدى مجتمعي كبير على طلابهم المستقبلين فيما بعد.

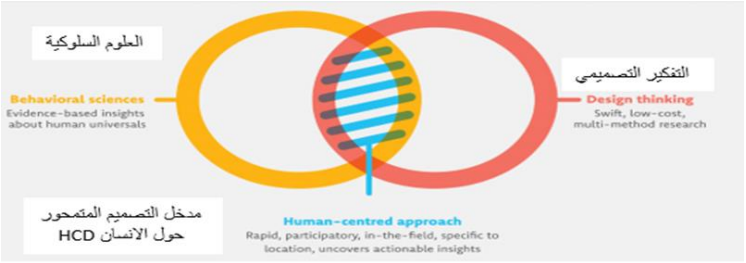
إن الأساس الفلسفي القائم عليه مدخل التصميم المتمحور حول الانسان هو التصميم العلمي والتجريبي التشاركي وفق مراحل يمر بها المتعلم تدعم تفكيره وفق نسق التفكير التصميمي والمشاركة العلمية والمجتمعية، مما يكسب المتعلمين مهارات تفكير وتعلم دائمة Lifelong Skills يمكن استخدامها والاستفادة منها في مواقف حياتية ومجتمعية مما يجعل التعلم ممتد التأثير في حياة الفرد والمجتمع (Meinel et al., ٢٠٢٠). فعلى سبيل المثال؛ المتعلمين المنغمسين في الممارسات العلمية والتحليل للمصادر العلمية والنتائج ومناقشة الحجج العلمية ونقدها الايجابي، وتصميم نماذج اختبارية، وطرح تصورات ذهنية والتفكير في فريق مع إدارة الوقت وتقييم وتحليل النتائج يثقل لديهم عمليات ماوراء المعرفة وأشكال التفكير الممنهج بمهاراته العليا والمتداخله بشقيه التقاربي Convergent والتباعدي Divergent، كما يخلق متعلمين معدين لرؤى مستقبلية وفق احتياجات بيئة العمل الفعلية خاصة إذا تم ذلك في سياق تعلمي مدمج لتخصصات علمية متشابكة Interdisciplinary Sciences (Lake et al., ٢٠٢١; Wrigley & Straker, ٢٠١٧).

وقد أوضح Henriksen & Richardson (٢٠١٧) أن المعلمون حينما يدرسون باستخدام مدخل التصميم المتمحور حول الانسان؛ فإنهم يفكرون كما المصممون ويمارسون ذلك بوعي وتواصل وتشارك مهنى ومجتمعي كبير بين طلابهم وزملائهم، خاصة أن الاتصال كأحد أركان ومراحل هذا المدخل يمكنه من قراءة الخلفية المرجعية للطلاب بشكل أوضح والتعرف على تفضيلاتهم العلمية وصعوبات التعلم فتكون أداة لمعالجة مشكلاتهم واستغلال قدراتهم المعرفية الحقيقية ومعالجة صعوبات تعلمهم، حيث يصمم المعلمون في ضوء مراحل هذا المدخل المادة العلمية بما يتناسب مع الشكل التصميمي والتفكير التصميمي الذي يدعم مبدأ إعادة الفكرة

أو التصميم بعد تحليلها فيما يعرف بمبدأ التكرارات "Iteration"؛ والذي يعدل من شكل الفكرة ويثقلها قبل الوصول للمرحلة النهائية دون التجريب والتحليل، وهذا بدوره له دور كبير في تقليل احتمالية الخطأ أو الوصول إلى نتائج غير مرغوبة. هذا ويتطلب أن ينفتح فكر المعلم للخطأ والفشل وعدم تحقيق النجاحات المرغوبة، وتصميم مسارات تعلم بديلة تساعد طلابهم في تحقيق نواتج التعلم المرغوبة؛ مما يعنى امتلاك المعلم قدر من الذكاء العاطفي والقدرة على التحفيز والمشاركة وتفهم الخلفيات المرجعية المعرفية والمجتمعية. وقد وصف الطلاب المتعلمين وفق هذا المدخل أن تعلمهم يسمى "ممارسة ما نحب أن نفهم" وهو ما يدعم مشاركتهم العلمية والمجتمعية بشكل مستمر ودون ملل أو خوف من الاخفاق.

وقد أوضح Lawrence, et al. (٢٠٢١) مراحل المدخل الحالي HCD القائم على التصميم والمتمحور حول الفكر البشري في مقابل التعلم البشري الآلي المدمج Human Computer Interaction (HCI)، وهذه المراحل تعتمد على وجود محاور بشرية أساسية تشتمل على "المتعلمين Learners with agency- المصممين Designers– الميسريين Facilitators"، وبالتعاون وتبادل الأدوار المشتركة بينهم يمكن المرور بمراحل مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD والمتمثلة في الأطوار التالية:

١- **الطور الأول: الفهم Understand** ، والذي يشتمل على العمليات التالية "الاكتشاف- التعاطف- الملاحظة- التأمل" Explore- Empathize- Observe- Reflect
٢- **الطور الثاني: التخليق/ التكوين Synthesize**، والذي يشتمل على المراحل التالية "التفسير- الاستجواب/ طرح الرؤى- التنقيح- التنظيم" Interpret- Debrief- Define- Organize
٣- **الطور الثالث: تشكيل الفكرة Ideate** ، والذي يشتمل على المراحل التالية "العصف الذهني- تقريب المفاهيم- تقديم مقترح- التخطيط" Brainstorming- Narrow concepts- Propose- Plan
٤- **الطور الرابع: النموذج الأولي Prototype**، والذي يشتمل على المراحل التالية "التكرار- إعادة الإنشاء- التقييم/فالتقويم- التشجيع" Iterate- Recreate- Evaluate- Engage
٥- **الطور الخامس: التنفيذ Implement**، والذي يشتمل على المراحل التالية "التطوير- الاستدامة- التنفيذ" Develop- Evolve- Sustain- Execute



شكل (١) تصنيف أطوار مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD (تصميم الباحثة)

يأتي دور التفكير التصميمي ضمن مدخل HCD من خلال البدء بفهم الموضوع أو المشكلة محل الدراسة فهم تاريخي؛ أي أصول تلك المشكلة أو الظاهرة وتطورها إلى ماهو عليه الآن، والتجارب السابقة في الوصول لحلها خاصة مراحل إعادة التصميم أو طرح الأفكار، كما يعتبر التعاطف Empathy، ومعرفة احتياجات الأفراد/ المتعلمين، والتشارك العلمي Science

Engagement مفتاحًا لإنجاح أطوار ومراحل المدخل الحالي Prototype Iteration (Goldman & Kabayadondo, ٢٠١٦).

شكل (٢) نتاج مدخل التصميم المتمحور حول الانسان من الدمج بين التفكير التصميمي و دراسة العلوم السلوكية

وحول علاقة المدخل الحالي بمتغيري البحث التابعين، فإن العلاقة تنبع من هدف المدخل وهو معالجة القضايا الاجتماعية العلمية ذات المنحى الانساني من خلال مدخل يدعم التفكير المتمحور حول الانسان والقضايا المجتمعية وفق مفاهيم علمية بينية متداخلة في تخصصات عدة، وقد افترضه البحث الحالي كمدخل مقترح جديد لدعم ثورة التربية العلمية الحديثة وفكرها التنوري في ربط قضايا المجتمع بالمناهج الدراسية والبرامج الدراسية للفرد والمجتمع، وهو ما قد يشجع على مشاركة المتعلمين واندماجهم في عملية التعلم وفق أطوار ومراحل عدة يديرها القائم بالتدريس بشكل ممنهج يدعم خطة وصول المتعلمين إلى تحقيق النواتج المرغوبة، وقد اتفق ذلك مع بعض نتائج وتوصيات دراسات سابقة مثل (Henriksen & Richardson, ٢٠١٧) & (Goldman & Kabayadondo, ٢٠١٦), (Culén& Gasparini, ٢٠١٩), (Lake, et al., ٢٠٢١)

المحور الثاني: مفاهيم التغير المناخي والتنمية المستدامة

Climate Change Concepts& Sustainable Development

تتشارك أهداف التنمية المستدامة وجودة التعليم لتحقيق أهداف مشتركة ومنها الهدف الرابع "جودة التعليم" Sustainable Development Goal (SDG) ٤, "Quality Education" والذي يخدم الهدف الثالث عشر "Climate Action" في التنبؤ بنوع التعليم المثالي لدراسة تغيرات المناخ بشكل وظيفي وابتكاري ويصل بالمتعلمين إلى اقتراح حلول

جذرية والمشاركة المجتمعية الفاعلة في مواجهة التحديات. وفي هذا الصدد ناقشت دراسات عدة منها Kubisch, et al. (٢٠٢٢), Yacoubian (٢٠١٨) دور التعليم التحولي Transformation Learning في إعداد المعلم وفق برامج إعداد قائمة على الدراسات البينية التشاركية والمفاهيم القاطعة Cross Cutting Concepts، والذي يضع الطالب المعلم في دور المتأمل والمشارك وصانع المعرفة ومبتكر الحلول بما يؤهله لتدريس مناهج العلوم البينية والمتداخلة كمعلم وخبير محترف، وإعداده فكريًا كمعلم وفردًا له دور فاعل في المجتمع (Kyle, ٢٠٢٠,١), (Leichenko, et al., ٢٠٢١,٥), (Hindley and Wall, ٢٠١٨, ٢٦٣-٢٦٦)

وقد أوضح Leichenko et al. (٢٠٢١, ١) أن برامج التعلم القائمة على مفاهيم تغير المناخ لها عدة أبعاد منها **البعد الفيزيائي** للتغير المناخي كبعد رئيس؛ والذي يدعم الجانب الفيزيائي للظواهر البيئية وتقييم السياسات القائمة للتعامل مع هذه الظواهر، **والبعد التكنولوجي** وآليات العمل السلوكية موضحة دور المتعلم في هذا التحول الجذري، **والبعد البيولوجي** للتعامل مع التغيرات الحيوية الناتجة عن هذه التغيرات على مستوى الفرد والبيئة. وانتقد Kyle (٢٠٢٠, ٤–٥) البرامج التعليمية الحالية حيث أوضح أنها قائمة بشكل كبير على دراسات لا تتعلق بالوضع الحالي للمناخ المحلى للدول وأزمات المناخ الدولي، واقترح برامج تربية علمية قائمة على هذه القضايا المناخية وفق دراسة علمية بينية توضح تداخل العلوم لدراسة كل أبعاد الظاهرة بشكل عملي وليس نظري، ومن ثم يكون معدل إدراك المتعلمين لمفاهيمها بشكل أكبر ويتشكل الاتجاه العلمي لديه الذي يدعم المشاركة العلمية. هذا وقد أوضح Leichenko, et al. (٢٠٢١, ٣–٢) إغفال الجانب الوجداني الذي يشكل السلوك العلمي والمعرفي للمتعلم ويحدد مدى تفاعله مع هذه القضايا وتخطيه مرحلة الدراسة النظرية.

كما أشار Monroe et al. (٢٠١٩) إلى أهمية التعلم ذو المعنى القائم على آليات تدريسية وطرق تدريس تدعم إدراك المفاهيم بتقاطعها البيني وتنمية المشاركة التعليمية من خلال محاكاة علمية وزيارات ميدانية للأماكن موضع الدراسة أو توفير بيئة تعلم افتراضية تدعم فهم المتعلم للشكل الفيزيائي والحيوي للظاهرة. إن الاهتمام بقضايا التغير المناخي والرغبة في إيجاد آليات للمشاركة المجتمعية في حل مشكلاته تنطلق من فكر التصميم الذي يتخطى مرحلة الضبط control إلى مرحلة المسئولية responsibility، والمسئولية تقع تحت مفهوم الاستدامة والتنمية المستدامة كمفهوم مشترك متداخل في عديد من المجالات المختلفة، والتي تتطلب إيجاد آلية للتعامل مع مجريات هذه المسئولية ويأتي ذلك ضمن سياق " نظرية بيئة العمل التشاركية"

Ergonomics، والتي تعتمد على مدخل التصميم المتمركز حول الانسان HCD، ومن ثم نحتاج إلى إيجاد عقلية مختلفة عن العقلية المعتادة التي اعتادت التنفيذ دون المشاركة أو تحمل المسؤولية، وهذا يتطلب إعداد أفراد ومتعلمين قادرين على استحداث هذا الفكر التصميمي التشاركي، ويعتبر معلم STEAM من أكثر الفئات التي يمكنها أخذ هذه المسؤولية على عاتقها خاصة كونه مسؤول عن تشكيل فكر طلابه وفق مدخل التكامل STEAM وينتقل بهم من التنظير العلمي إلى التنفيذ العملي والتقييم فالتقويم والنماذج والمشروعات.

وقد أجرى Jess Holbrook (٢٠٢١) دراسة ضمن أبحاث شركة جوجل توصل من خلالها أن مدخل HCD يقوم على مجموعة من الفرضيات قائمة على أنظمة البناء Building Systems وليس الأشياء Things، التفكير بمنحى متوازي Lateral thinking بدلًا من التفكير الخطي Linear، تزاوج المعارف/ الحقائق المتعارف عليها Facts مع الاحتمالات Possibilities في التفكير في المستقبل، وانطلق في تفسير نتائجه من نظرية "الكلية المرجعية" Referential totality، والتي تهدف إلى إيجاد معنى الأشياء في سياق؛ فعلى سبيل المثال لكي تكون نجار "أي تعمل في الأخشاب" لابد أن تكون على وعي بخصائص الحديد، الأشجار، النباتات، وعلاقة الانسان بهم؛ مثال آخر انتقل التفكير على مستوى الصناعة من التفكير في آلية إنتاج منتج، إلى ضرورة معرفة طبيعة المواد الخام ومراحل الوصول إليها وعلاقة المنتج بغيره من المنتجات وكذلك مدى احتياج الفرد والمجتمع له، مثال آخر؛ ستحتاج خطط تحسين الاقتصاد المحلي أو العالمي في استهلاك الوقود إلى معالجة العلاقة التاريخية بين النفط والحرية الشخصية، ومثال للعلاقة البيوفيزيائية؛ لا يمكننا تحديد تـأثير قوة على كائن حي إلا بتسجيل القوة التي تضفيها الموجة المتحطمة على هذا الكائن الحي وقدرته على المقاومة لهذه القوة ودرجتها، ومن ثم إيجاد العلاقات المتداخلة وفق منظور المدخل الشمولي Holistic approach في التعامل مع مجريات المشكلة أو الظاهرة موضع الدراسة، وهو الأساس الفلسفي لفكر مدخل HCD وتشابكه مع المدخل التكاملي STEAM ويوضح مدى التعقد والتشابك بين متغيرات البحث الحالى على مستوى البحث، وبشكل عام بين الأنظمة البيئية المتداخلة ومشكلات التغير المناخي وتأثيرها على الانسان وتأثره بها.

وقد أوضح كل من Aksela& Tolppanen (٢٠٢٢) وجود وعي كبير حالي في مجال التربية العلمية بأهمية قضايا المناخ وأهمية تضمينها بمناهج العلوم بصور مختلفة من خلال مداخل تعتمد على الجانب العلمي الاجتماعي Socio-scientific Issues (SSI) والذي يضمن جاهزية الطالب للتعلم النشط الاجتماعي للتفاعل مع هذه القضايا والمشاركة العلمية في مناقشة قضاياها أو الحلول الإبداعية والعملية لحل بعض معطيات هذه الأزمات وفق منظور التربية المستدامة. وهذا أدى إلى تحول جذري في سياسة تقديم المادة العلمية في سياق تعليم وتعلم العلوم من الشكل التقليدي لاكساب المعرفة إلى مناقشة القضايا العلمية في إطار علمي

اجتماعي تشاركي يوضح الاعتبارات الاقتصادية والمجتمعية والبيئية والأخلاقية. كما أوضحا أن دراسة تغيرات المناخ لا يمكن تحقيقها ضمن سياق تعليمي لمفاهيم علمية أو فروع علم منفصلة وغير متداخلة، ولابد أن يكون التعليم والتعلم في سياق انغماسي حقيقي لقضايا واقعية ومشكلات حقيقية محلية وعالمية ناتجة عن تغيرات المناخ وتفاعل بين المعلم والمتعلم والخبراء في مجالات متعددة من أجل تعليم وتعلم واقعي وتشاركي ومثمر، الأمر الذي يدفع الطلاب ومعلميهم إلى المشاركة العلمية المتبادلة والخروج من سياق التعليم من أجل اكساب المعلومات إلى الحلول الواقعية والمساهمات الفردية والمجتمعية كمواطنين في حل هذه المشكلات باختلاف مستويات المشاركة والحلول المقدمة، وهذا يحتاج إلى مدخل تصميمي وتدريسي لمناهج علمية متداخلة تناقش هذه القضايا وتقدم آليات تعليم وتعلم تختلف عن التقليدية في سياق اجتماعي وعلمي.

وحول علاقة البيوفيزيائية Biophysics بالتغير المناخي، فالدراسات البيوفيزيائية توفر الرابط بين النطاق الواسع للقياسات الحيوية والبيئية على مستوى الفرد والتغيرات البيئية وتوزيعهم جغرافيًا وتأثرهم بالعوامل الفيزيائية والحيوية بالبيئة، حيث تمكن من التنبؤ على نطاق واسع من تأثير تغير المناخ على الأفراد والمجتمعات، فعلى سبيل المثال نمذجة وقياس معدلات تغير درجات الحرارة والكتلة وأثرها على التنوع وكثافة الكائنات الحية داخل بيئتها، فعند دراسة أثر قوة المياه على بعض الكائنات البحرية مثل الأسماك أو الطحالب نجد أن القياسات تختلف باختلاف قوة المياه ففي حالتي المد والجزر قوة الماء وتأثيرها تختلف عن تلك القوة أثناء اعصار أو تسونامي، كما تتأثر هذه القياسات بمتغيرات أخرى مثل القدرات التنافسية لهذه الكائات الحية للتكيف والبقاء. ومن ثم فالبيوفيزيائية هي علم وآلية للتنبؤ بتأثير بعض عوامل البيئة مثل درجات الحرارة وارتفاع موج البحار على التغيرات الفسيولوجية للانسان؛ مثل تأثر الأوعية الدموية، ومعدل حدوث الجلطات، هذا بالإضافة إلى المقاييس الزمانية والمكانية التي تؤثر على المحيط الحيوي A biota، والامتزاج الحديث بين القياسات على المستوى الجزيئي مع القياسات على المستوى الفيزيائي والحيوي للعوامل البيئية أصبح دافع رئيس للانسان للبحث عن آليات لمواجهة مشكلات المناخ في سياق علمي وعملي تشاركي مجتمعي في محاولات ممنهجة لتجاوز تبعيات التغيرات المناخية ومشكلاتها والحد من تأثيرها(٢٠١٥) Helmuth& Carrington.

المحور الثالث: المشاركة العلمية Science Engagement

السعي في المجال العلمي يعتبر طموح خاص بالمهتمين بالعلم والذي يتأصل بشكل كبير ضمن سلوكهم واتجاهاتهم العلمية خاصة اذا كان هذا مرتبطًا بالانغماس والمشاركة العلمية منذ الصغر، ويرتبط دائمًا بالفرد طالما مازال عقله يمارس بعد التساؤلات العلمية مثل "لماذا، كيف، أين،....". وقد تم إجراء دراسات أوضحت أن المشاركة العلمية تكون بمعدلات كبيرة حينما تبدأ منذ الصغر، ومن خلال ممارسات صفية وغير صفية تهدف إلى تأصيل فكرة السعي وراء العلم والانشغال به، وفهم الكون من خلال العلم منهج وطريقة (Sinatra et al., ٢٠١٥; Maltese & Tai, ٢٠١١, Maltese & Tai ٢٠١٠; Tai et al., ٢٠٠٦).

ويوجد اتفاق عام من خلال دراسات وأبحاث عدة على أبعاد المشاركة العلمية المتمثلة في "بعد معرفي، عاطفي، سلوكي" cognitive, emotional, and behavioral components، وبعض الدراسات مثل (Wang et al., ٢٠١٦) (Reeve & Tseng, ٢٠١١) أضافت له بعد أخر وهو البعد الاجتماعي agentic/ social engagement، كما ربطتها عديد من الأبحاث والدراسات بالمستوى التحصيلي للطالب، حيث أن المشاركة العلمية الإيجابية تنعكس نتائجها على الجانب الأكاديمي المتمثل في التحصيل المعرفي، وتم ربطها أيضًا بنواتج الطلاب الإيجابية والمرتفعة خاصة في برامج ستيم STEAM، حيث أن الانغماس في العلم والمشاركة العلمية على مختلف مستوياتها/ مكوناتها وأبعادها كان له دور كبير في نواتج الطلاب في المشروعات العلمية وتحقيق أفضل نواتج تعلم، وامتداد أثر التعلم خارج الفصول المدرسية خاصة حينما يرتبط ذلك ببعض الأنشطة الغير صفية والتي تعرف بـ "وقت خارج المدرسة" Out School Time (OST)، بحسب ما أكدته دراسات عدة منها (Ben-Eliyahu et al., ٢٠١٨; Dorph et al., ٢٠١٦; Fredricks et al., ٢٠١٤; Shah et al., ٢٠١٨).

وقد عرف Irwin (٢٠٠٨) المشاركة العلمية Scientific Engagement بأي نوع من التواصل العلمي حول موضوع أو قضية معينة بين العلماء، أصحاب المصالح، المواطنيين، المعلميين، والمواطنين من أجل رؤى واضحة مرتكزة على لغة حوار مشتركة ومنهج علمي مجتمعي في التوصل لحلول للمشكلة أو الموضوع محل النقاش. وقد أكد أن هناك اتجاه واضح في ال ١٥ عام الأخير حول وجود لغة مشتركة بين العلماء والعامة في حوار مزدوج الاتجاه "two-way dialogue" وهو محاولة للانتقال من لغة العلم التقليدية في التعلم إلى لغة مجتمعية مشتركة

تهدف إلى استخدام العلم في تحقيق غايات المجتمع، وأهدافه، وهذا لا يتم إلا بانغماس مجتمعي بأفراده في التفكير في الموضوع أو الظاهرة محل الدراسة وفتح قنوات حوار علمي مشترك محكم بآلية تفهم وعمل لما توصل إليه نتاج هذا الحوار مزدوج الاتجاه.

في حين تعرفها منظمة الاقتصاد والتعاون والتنمية (٢٠٠٩) OECD أنها مصطلح متعدد الأبعاد والذي يتكون من ثلاث مكونات رئيسة متفق عليها وهم: المكون السلوكي behavioral engagement، المكون العاطفي emotional engagement، المكون المعرفي cognitive engagement، كما أكدت أن العوامل التحفيزية السلوكية، والتفضيلات المحفزة للفرد بجانب المعارف ذاتية الاكتساب هي العوامل المحركة لأبعاد المشاركة العلمية، مثل (المشاركة في الأنشطة العلمية والعملية داخل وخارج الصف المدرسي بناء على المعارف المكتسبة والاتجاهات العلمية المفضلة لدى المتعلم وهي المعايير التي تقوم عليها اختبارات التنور العلمي في برامج التقييم الدولي للطلاب PISA بحسب ما أكده كل من (Demanet &Van Houtte, ٢٠١٤; Lam et al., ٢٠١٤; Chen, ٢٠٠٥).

بينما عرفها Eccles & Wang (٢٠١٢) أنها "مدى كثافة واتساع مشاركة المتعلم في البيئات العلمية والأكاديمية من خلال الانخراط في الأنشطة العلمية والتثقيفية والمجتمعية والبحثية، وانعكاس ذلك على أفكارهم ومشاعرهم واتجاهم نحو العلم منهج وطريقة"، وتقاس رغبتهم في المشاركة العلمية بمدى اخراطهم مجتمعيًا في الأنشطة العلمية المحلية والعالمية في قضايا العلم، والانشغال بمعارفه والبحث حول موضوعاته، ومواقفهم الفاعلة تجاه هذه الرغبة وتجاه المعارف العلمية المكتسبة بشكل موجه أو غير موجه، وتزداد معدلاتها في أنظمة التعلم التكاملية STEAM لما لها من توجهات بنائية في التوجيه للبحث عن المعرفة ودمج الخبراء ضمن البرنامج التعليمي لتوجيه المتعلمين واكسابهم مزيد من الخبرات الميدانية، وأنظمة تقييم للتعلم تحولت من التقييم المعرفي الذهني إلى التقييم المعرفي التطبيقي من خلال انخراطهم في المشاريع العلمية التطبيقية فيما يعرف بـ Capstone.

وفي مجال التربية العلمية وتعليم وتعلم العلوم لابد ألا نغفل أن المكون العاطفي والوجداني له دور كبير يحدد مدى مشاركة الفرد علميًا أو مجتمعيًا وهو عامل متداخل، حيث يتأثر بتأثير المعلم على طلابه، وبمدى اهتمام البيئة التعليمية بالأنشطة التعليمية التي تأصل هذا الجانب بشكل شعوري وغير شعوري من خلال مناهج معلنة ومنهج خفي يدعم ممارسات علمية وأكاديمية صفية وغير صفية، كما أنه يرتبط بمجموعة من المتغيرات البينية مثل "القيم- مفهوم الكفاءات- الحس العلمي- الوعي العلمي" (٢٠١٥) .Sinatra et al. هذا وتتنوع أشكال التقييم للمشاركة

العلمية بحسب الغرض منها، ولكن عديد من الدراسات المهتمة بأهمية تنمية هذا المتغير في برامج STEAM تحديدًا أكدت على تعدد أدوات التقييم ما بين "المقاييس المقننة" خاصة مع المكون المعرفي، وبعضها دعم فكر المقاييس من خلال العبارات أو المواقف ذات المحاكاة لقياس جميع أبعاد المشاركة العلمية لدى المتعلم، كما دعم البعض أدوات الملاحظة المقننة خاصة مع الجانب السلوكي (Fredricks, et al., ٢٠١٤); (Grabau, and Ma, ٢٠١٧).

وقد أكد Grabau& Ma (٢٠١٧) على أهمية المشاركة العلمية بأبعادها "السلوكية، المعرفية، والوجدانية والمجتمعية" في التعامل مع القضايا البيئية المجتمعية المتعلقة بالبيئة، وآلية التعامل مع القضايا المستقبلية بشكل إيجابي ومجتمعي. وقد حددت OECD أربع مجالات رئيسة للمشاركة العلمية يمكن تحديدهم فيما يلي:

١- الكفاءة الذاتية العلمية Science Self- Efficacy

ويشير هذا المجال إلى الثقة والفاعلية التي يتسم بها المتعلم أثناء المشاركة في المهام العلمية (OECD (٢٠٠٩, p. ٤٦٤ . وقد أوضح Uitto (٢٠١٤) أن هذا المفهوم يرتبط بقدارت المتعلم على تطبيق المعارف المكتسبة لديه بصورة وظيفية في مواقف علمية جديدة، وتعتمد الكفاءة على "مدى اتقانه للمهارات المكتسبة، والتجارب غير المباشرة، والقدرة على مشاركة أفكاره مع الغير واكتسابهم كعنصر اجتماعي مشارك في تنفيذ المهام العلمية، وقد اتفق معه كل من (Chen & Usher, ٢٠١٣). كما أوضحت PISA أن **أبعاد الكفاءة الذاتية العلمية** تتضمن **استخدام الدليل العلمي، تفسير المشاهدات والظواهر بطريقة علمية، وتحديد مفاهيم القضايا الجدلية بشكل علمي** (OECD, ٢٠٠٩). كما أوضح Sungur (٢٠٠٧) أن المتعلم المتسم بالكفاءة الذاتية العلمية يميل إلى بذل جهد أكبر للتعامل مع المشكلات العلمية المعقدة في محاولة لإيجاد حل علمي وفاعل لها.

٢- مفهوم العلم الذاتي "اكتساب المتعلم للعلم ومفاهيمه ذاتيًا" Science Self- concept

يتمثل هذا المفهوم في معتقد المتعلم على مدى سهولة اكتسابه للعلم بمفاهيمه المختلفة بشكل ذاتي وتعلمه وفهمه، ويدعم هذا التوجه تأثير كل من المعلمين والأقران والأباء لما لهم من تأثير ضمني على تشكيل وتوجيه تفكير الفرد (Jen, et al., ٢٠١٣). وقد أوضح كل من Steinmayr, Dinger, and Spinath (٢٠١٢) أبعاد هذا المفهوم فيما يلي: قيمة المهمة التي يقوم بها المتعلم وفق قيمه ومعتقداته intrinsic task value، قيمة المهمة العلمية وأهميتها scientific task importance& utility، بينما أوضح آخرون هذا المفهوم في كونه مدى

توقع المتعلم لنجاح أداءه في اكتساب العلم (e.g. Bhanot & Jovanovic, ٢٠٠٩; Riegle-Crumb, Moore, & Ramos-Wada, ٢٠١١) ، في حين أوضحت PISA ٢٠٠٦ أن أبعاد هذا المفهوم بشكل عملي تتمثل في **الفهم الجيد للمفاهيم العلمية الجديدة المكتسبة، القدرة على حل الأسئلة التي تتبع هذا المفهوم،** كما أكدت على وجود علاقة ارتباطية بين مفهوم اكتساب المتعلم للعلم ومفاهيمه والكفاءة الذاتية للمتعلم (OECD, ٢٠٠٩).

٣- التمتع بالعلم واكتسابه Enjoyment of Science

يتمثل المفهوم الحالي في تمتع المتعلم أثناء انغماسه أو مشاركته العلمية في المهام العلمية المختلفة، وتتمثل أبعاد في: **العلاقة الإيجابية بين المتعلم ومعلمينه وأقرانه** (Jen et al., ٢٠١٣) ، **تفاعله تجاه استراتيجيات وطرق التدريس المقدمة من معلمه وكذلك الأنشطة التعليمية** مثل (Hands on, capstone project) وثمة علاقة وثيقة بين التمتع بالتعلم وبين التحصيل الأكاديمي المرتفع للمتعلم (Hampden-Thompson & Bennett, ٢٠١٣; Shumow et al., ٢٠١٣).

٤- الاهتمام/الانشغال و الاستثمار في العلم

General Interest of Science& Investment

يظهر هذا البعد في رغبة المتعلم في الانشغال بالعلم منهج وطريقة وطرق تعليمه وتعلمه، وتتمثل أبعاده في **الانشغال بالبحث حول موضوعات تخصص أو مجال علمي أو مجالات متعددة، فهم موضوعاته وتوظيفها وتطبيقها كمنهج حياتي، مشاركة المعلومات مع الأقران، الرغبة في مزيد من التخصص والاستزادة في المعرفة، دراسة ذاتية لكورسات أو تدريبات حول مجال معين** (Anderson and Chen, ٢٠١٦).

هذا وقد اعتمد البحث الحالي أسلوب المقاييس المقننة ذات المواقف بالمحاكاة لقياس أبعاد هذا المتغير التابع الأربع بشكل مدمج في مفردات تفرد كل بعد على حدى أو تجمع بينهم في ٦ عوامل رئيسة تتمثل في (**العامل الأول**: المشاركة العلمية في مهام البرنامج وجلساته، **العامل الثاني**: الانغماس في تعلم العلوم، **العامل الثالث**: التحضير والجهد العلمي، **العامل الرابع**: الاستمتاع بدراسة العلوم، **العامل الخامس**: الاستمتاع بمجال ستيم، **العامل السادس**: الاستمتاع والمشاركة بأطوار مدخل HCD) وهو ما تم إيضاحه تفصيليًا في عرض إجراءات أداة البحث الثانية "مقياس المشاركة العلمية".

فروض البحث:

- يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي ستيم في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس مهارات مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD، لصالح التطبيق البعدي".
- يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي ستيم في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم التغير المناخي لصالح التطبيق البعدي".
- يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي ستيم في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس المشاركة العلمية لصالح التطبيق البعدي".

خطوات البحث وإجراءاته:

للإجابة عن أسئلة البحث اتبعت الباحثة الإجراءات التالية:

للإجابة عن السؤال الفرعي الأول والذي ينص على: ما أسس برنامج معد وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان(HCD)؟ التزم البحث بالخطوات التالية:

أ. مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة الخاصة بمدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD.

ب. تحديد الأسس التي يجب توافرها في البرنامج المقترح وفق فلسفة وأطوار ومهارات مدخل HCD.

ج. إعداد الخطوات المتبعة لكل من الطالب المعلم والقائم بالتدريس في كل خطوة من أطوار المدخل المقترح الخمس؛ وهي "الفهم- التخليق/ التكوين- تشكيل الفكرة- النموذج الأولي- التنفيذ" والمشار إليها تفصيلًا في الإطار النظري السابق عرضه.

د. تحديد معايير الجيل التالي NGSS والإطار العام للمفاهيم القاطعة المنصوص عليها ببرامج K١٢، والتي تستهدف تقديم العلوم من خلال تخصصات بينية معدة لمعلمين ستيم، والمستهدف منها لتحقيق أهداف البرنامج المقترح. A Framework for K-١٢ Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas

ه. اختيار موضوعات البرنامج، منطلقة من أهدافه والخطة الزمنية، والتي تتمثل في **First Theme**: Climate Change Key Indicators- **Second Theme**: Global Future Temperature- **Third Theme**: Global Precipitation- **Fourth Theme**: Green Hydrogen- **Fifth Theme**: Blue Carbon كموضوعات تراعي فلسفة البرنامج وأهدافه وفلسفة برامج ستيم ومؤشرات التعليم للتنمية المستدامة كما تم الإشارة إليها في الإطار النظري.

و. تصميم البرنامج بموضوعاته وأنشطته وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان وفلسفته، وأسسه السابق ذكرها في الإطار النظري.

ز. تصميم البرنامج المقترح بشكله النهائي، وعرضه على المتخصصين في المجال للتأكد من صحته العلمية، ومناسبته للتطبيق.

ح. وضع البرنامج في صورته النهائية[1] بعد إجراء التعديلات من قبل المتخصصين في المجال والتي اشتملت على دليل القائم بالتدريس و كتاب الطالب المعلم وملحقاته Hands on, Enrichment Resources, Pre& Post-test حيث أن لكل موضوع **بالبرنامج المقترح وكتيب الطالب المعلم** الخاص به يشتمل على اختبار ضمني قبلي وبعدي للوقوف على مستواهم في كل موضوع قبليًا وبعديًا، ليتكون لدى كل طالب تغذية راجعة فورية لهم عن مدى إلمامه بكل موضوع، وقد تم دعمه بالقارئ الرقمي QR، لسهولة الوصول للمادة العلمية والأداءات والاختبارات القصيرة Quizzes رقميًا، كما تضمن كتيب الطالب المعلم"أهداف البرنامج المقترح- تصنيفات فرق العمل وفقًا مفهوم عمل الفريق والذي يختلف عن عمل المجموعات، حيث كل منهم قائد في فريقه ومسؤول عن نتائج عمل الفريق ككل، نبذة عن مفهوم مدخل HCD، وخطواته في كل طور من أطواره والمهارات المرجو اكتسابها وفق فلسفة هذا المدخل، دعم البرنامج وتقديمه بصورة رقمية متزامنة وغير متزامنة من خلال نظام إدارة التعلم "مايكروسوفت تميز" كآلية للتواصل بين القائم بالتدريس والطلاب المعلمين، كما اشتمل كل موضوع من موضوعات البرنامج (أهداف كل موضوع- محتواه- أنشطته- أوراق عمله"، مصادر التعلم، آلية التعامل معها، طرق التقييم).

بينما تضمن **دليل القائم بالتدريس** على "مقدمة عن مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD، آلية التدريس وفق هذا المدخل وفلسفته، دور كل من الطالب والقائم بالتدريس في كل طور من أطواره، أهداف كل موضوع و خطة السير فيه، الجدول الزمني لتنفيذه، الأساليب و الطرق التدريسية و تمثلت في: التعلم القائم على الاستقصاء- الاستقراء والاستنباط- العصف الذهني- التعلم بالفريق- الخرائط الذهنية- خرائط المفاهيم- المحاضرة التفاعلية وفقا للتعلم المتزامن وغير المتزامن- التعاون الرقمي- التنبؤ- التوضيح- الملاحظة- المناقشات، تعلم الأقران- التصميم التجريبي....."، وغيرها من الطرق والاستراتيجيات التي تطلبها كل موضوع بحسب احتياجات الطلاب وفق عملهم كفرق بعد تقسيمهم كفرق وتحديد أهداف الفريق ودور كل فرد فيه، هذا بالإضافة إلى اشتمال الدليل على معايير ومؤشرات الأداء المتوقعة من الممارسات العلمية وفق معايير الجيل التالي NGSS، والمفاهيم المتقاطعة Crosscutting "بيولوجيا

[1] ملحق(١) كتب الطالب المعلم، وملحق(٢) دليل القائم بالتدريس

وفيزيائيا" تحديدًا والمفاهيم المتقاطعة عمومًا، والممارسات العملية والهندسية وفق أسس إعداد معلم ستيم، الأنشطة التعليمية، وأدوات وأجهزة كل درس، مصادر التعلم، أساليب التقويم، المراجع العلمية، والمواقع التي يمكن الاستفادة منها لمزيد من إثراء عملية التعليم، هذا بالإضافة إلى مصادر التعلم، ومدى تماشي كل هدف مع معايير الرابطة القومية لإعداد معلمي العلوم NSTA، وآلية تطبيقها.

ط. **تحديد الامكانات والتقنيات اللازمة لتنفيذ البرنامج المقترح تتمثل في:** (نظام إدارة التعلم Microsoft Teams- أجهزة حاسب آلي- دليل القائم بالتدريس- كتاب الطالب المعلم وملحقاته- الشبكة الدولية للمعلومات للإبحار التكنولوجي في اللينكات المدعمة ومصادر التعلم الالكترونية- مجموعة من الأدوات والأجهزة الخاصة بكل موضوع/ موديول-أدوات تصميم وتمثيل للمعلومات والنموذج الأولي والبانر أو Poster Walk/Presentation Capture Sheet الخاص بكل موضوع والذي يتم تصميمه من قبل كل فريق رقميًا وورقيًا والاستعانة ببعض نماذج الحاسب الآلي الرقمية والمحاكاة وفق طبيعة كل موضوع بنظام الاستقصاء الحر والاستقصاء الموجه للطلاب المعلمين- بعض أدوات الذكاء الاصطناعي وتنظيم العمل الداعمة لأنظمة مايكروسوفت تيمز، مجموعة من مصادر التعلم اللازمة).

ي. **محتوى البرنامج:** قدم البرنامج لمساعدة الطلاب على التعلم وفق نظام تعلمي تكيفي يتواكب مع امكاناتهم وأنماط تعلمهم ويدعم استجاباتهم التعليمية بنظام الاستقصاء الحر والموجه، تمثلت ساعاته في ٣٤ ساعة تدريسية خلال ٥ أسابيع+ لقاء مفتوح في الأسبوع السادس لعرض المشروع؛ منقسمة بين محاضرات تدريسية، ونظام تعلم ذاتي Self- paced Learning، تنقسم كالتالي (٢٠ ساعة تدريسية مدة المحاضرة ٦٠ دقيقة/ بمعدل ٤ ساعات لمحاضرتين أسبوعيًا، ١٠ ساعات تعلم ذاتي مقسمة بحسب طبيعة الموضوعات، ٤ ساعات لأدوات التقييم القبلية والبعدية). وقد تم تطبيقها على مجموعة من الطلاب المعلمين/ دبلومة ستيم بكلية التربية جامعة عين شمس- (الفصل الثاني/ الرابع للعام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م).

الجلسة/ المحاضرة الأولى: (التعريف بهدف البرنامج، وأهميته بالنسبة للطالب المعلم، التعريف بمفهوم ومهارات مدخل التصميم المتمحور حول الانسان وتطبيق مقياس "مهارات

أطوار HCD"[1] المعد لهذا الغرض قبليًا (حيث اشتمل هذا المقياس كأداة أولية للوقوف على مدى امتلاك الطالب المعلم لمهارات تتعلق بطبيعة كل طور من أطوار البرنامج، وقد تم الاستعانة بنموذج جاهز للمقياس معد من قبل (٢٠٢١) Shehab& Guo، هذا بالإضافة إلى توضيح أهمية البرنامج للطالب معلم ستيم، ودوره في البرنامج، وآلية عمله ضمن فريق، كذلك تطبيق أدوات التقييم قبليًا)، ومدته ١٢٠ دقيقة في لقاء حضوري.

الموضوع الأول: يتناول الموضوع الأول من البرنامج والمتمثل في مؤشرات التغير المناخي Theme ١: Climate Change Key Indicators، مقدمة عن مفهوم مؤشرات التغير المناخي، مجموعة من المهام الاستقصائية التي توجه الطالب المعلم إلى التعمق في دراسة الموضوع وفق المؤشر الذي تم تحديده واختياره من كل فريق وصولًا إلى النموذج الأولي للمبادرات والحلول المقترحة وآلية تقديمه كموضوع للدراسة عابر للتخصصات من فلسفة مدخل ستيم، الاختبار القصير القبلي/ البعدي للموضوع، وآلية عرض النتائج في **Poster Walk/Presentation Capture Sheet**، في مدة زمنية مدتها أسبوع يشتمل محاضرة حضورية مدتها ساعتين، ومحاضرة أونلاين للتعرف على مدى تقدمهم مدتهم أسبوعين، وتخصيص ساعتين كدراسة ذاتية للموضوع.

الموضوع الثاني: يتناول الموضوع الثاني من البرنامج والمتمثل في"درجات حرارة الأرض المستقبلية وتغير المناخ " Theme ٢: Future Temperature& Climate Change، مقدمة عن مفهوم حرارة الأرض الحالية والمستقبلية، الغازات الدفيئة Green House Gases، والتأثير الحيوي والفيزيائي لدرجات الحرارة المختلفة على المحيط الحيوي Biome، آلية الاحتباس الحراي، وقياس معدلاته على الكرة الأرضية بأنظمة محاكاة رقمية تابعة لوكالة ناسا NASA، التغيرات الفيزيقية للأرض في ضوء هذه التغيرات مثل "الفيضانات- الجفاف- حرائق الغابات، الأعاصير... وغيرها من المفاهيم والموضوعات ذات الصلة، مجموعة من المهام الاستقصائية التي توجه الطالب المعلم إلى التعمق في دراسة الموضوع وفق المؤشر الذي تم تحديده واختياره من كل فريق وصولًا إلى النموذج الأولي للمبادرات والحلول المقترحة وآلية تقديمه كموضوع للدراسة عابر للتخصصات من فلسفة مدخل ستيم، الاختبار القصير القبلي/ البعدي للموضوع، وآلية عرض النتائج في **Poster Walk/Presentation Capture Sheet**، في مدة زمنية مدتها أسبوع يشتمل محاضرة

[1] ملحق (٣) مقياس مهارات أطوار مدخل HCD

حضورية مدتها ساعتين، ومحاضرة أونلاين للتعرف على مدى تقدمهم مدتهم أسبوعين، وتخصيص ساعتين كدراسة ذاتية للموضوع.

الموضوع الثالث: يتناول الموضوع الثالث من البرنامج والمتمثل في "الاستمطار، ومعدل المطر العالمي" Theme ٣: Global Precipitation، مقدمة عن الاستمطار، معدل المطر العالمي، دورة المياه في الطبيعة، الاحتباس الحراري وارتفاع درجة حرارة الأرض وتأثير ذلك فيزيائيًا وبيولوجيا على المحيط الحيوي... وغيرها من المفاهيم والموضوعات ذات الصلة، مجموعة من المهام الاستقصائية التي توجه الطالب المعلم إلى التعمق في دراسة الموضوع وفق المؤشر الذي تم تحديده واختياره من كل فريق وصولًا إلى النموذج الأولي للمبادرات والحلول المقترحة وآلية تقديمه كموضوع للدراسة عابر للتخصصات من فلسفة مدخل ستيم، الاختبار القصير القبلي/ البعدي للموضوع، وآلية عرض النتائج في **Poster Walk/Presentation Capture Sheet**، في مدة زمنية مدتها أسبوع يشتمل محاضرة حضورية مدتها ساعتين، ومحاضرة أونلاين للتعرف على مدى تقدمهم مدتهم أسبوعين، وتخصيص ساعتين كدراسة ذاتية للموضوع.

الموضوع الرابع: يتناول الموضوع الرابع من البرنامج والمتمثل في "الهيدروجين الأخضر" Theme ٤: Green Hydrogen، مقدمة عن الهيدروجين الأخضر، أنواعه، آليات تصنيعه، المبادرات العالمية والمحلية، دوره كمصدر طاقة مستقبلي... وغيرها من المفاهيم والموضوعات ذات الصلة، مجموعة من المهام الاستقصائية التي توجه الطالب المعلم إلى التعمق في دراسة الموضوع وفق المؤشر الذي تم تحديده واختياره من كل فريق وصولًا إلى النموذج الأولي للمبادرات والحلول المقترحة وآلية تقديمه كموضوع للدراسة عابر للتخصصات من فلسفة مدخل ستيم، الاختبار القصير القبلي/ البعدي للموضوع، وآلية عرض النتائج في **Poster Walk/Presentation Capture Sheet**، في مدة زمنية مدتها أسبوع يشتمل محاضرة حضورية مدتها ساعتين، ومحاضرة أونلاين للتعرف على مدى تقدمهم مدتهم أسبوعين، وتخصيص ساعتين كدراسة ذاتية للموضوع.

الموضوع الخامس: يتناول الموضوع الخامس من البرنامج والمتمثل في "الكربون الأزرق" Theme ٥: Blue Carbon، مقدمة عن مفهوم الكربون الأزرق، غابات المنجروف، كنوز مصر الساحلية ... وغيرها من المفاهيم والموضوعات ذات الصلة، مجموعة من المهام الاستقصائية التي توجه الطالب المعلم إلى التعمق في دراسة الموضوع وفق المؤشر الذي تم تحديده واختياره من كل فريق وصولًا إلى النموذج الأولي للمبادرات والحلول المقترحة وآلية تقديمه كموضوع للدراسة عابر للتخصصات من فلسفة مدخل ستيم، الاختبار القصير القبلي/ البعدي للموضوع، وآلية عرض النتائج في **Poster Walk/Presentation Capture**

Sheet، في مدة زمنية مدتها أسبوع يشتمل محاضرة حضورية مدتها ساعتين، ومحاضرة أونلاين للتعرف على مدى تقدمهم مدتهم أسبوعين، وتخصيص ساعتين كدراسة ذاتية للموضوع.

الجلسة/ المحاضرة الأخيرة: Capstone Project (Teams' presentation& Discussion)، والذي يتناول عرض للنماذج الأولية التي توصلوا إليها حول تطبيق كل موضوع بحسب المؤشر المخصص في كل موضوع لكل فريق في جلسة عرض مفتوحة وقد تم رفع التطبيق البعدي لأدوات التقييم أونلاين من خلال منصة التعلم .MS Teams

وأثناء التطبيق اتبعت الباحثة الخطوات التالية:

- عرض أهداف البرنامج وأهميته للطلاب المعلمين، وكيفية السير في خطة السير في العمل.
- التعريف بشخص الباحثة كقائمة بالتدريس وفلسفة المدخل المصمم للبرنامج، وآلية امتلاك المهارات الخاصة به من خلال تطبيق مقياس مهارات مدخل HCD.
- التأكيد على أهمية الاستقصاء، والتعلم القائم على المشروعات، والعمل ضمن فريق، وتوضيح الفرق بين آلية عمل الفريق والمجموعات.
- التأكد من اشتراك الطلاب المعلمين في نظام إدارة التعلم والاشتراك على قناة Microsoft Teams الخاصة بتدريس البرنامج المقترح، وتحديد مواعيد المحاضرات، وآليات التفاعل، وفكرة Capstone، وهو جزء أصيل من عمله كمعلم ستيم.
- توجيه المعلم للقيام بالأنشطة والتدريبات المرتبطة بالأهداف الإجرائية لكل موضوع، ومتابعة تحليل تفاعل الطلاب واستجاباتهم وفق الخصائص التي تم تدعيم مايكروسوفت تيمز بها.
- المرونة في التعامل مع احتياجات وتساؤلات الطلاب وتغيير مواعيد المحاضرات الفيزيقية والأونلاين وفقًا لمواعيد مناسبة للجميع. وإشاعة جو من التواصل والتفاعل وحرية الرأي وإجراء المناقشات أثناء دراسة مؤشرات كل موضوع.
- فتح مجال تواصل دائم بين الباحثة والمعلمين والطلاب لتوضيح أي غموض، والمساعدة في تذليل العقبات أثناء تنفيذ أنشطة البرنامج.

و- **أساليب التقييم**: تنوعت أساليب التقييم في كل محاضرة بحسب السابق عرضه، وبحسب توزيعها في كتاب الطالب المعلم، والمشروح كيفية تطبيقها تفصيليًا في دليل القائم بالتدريس، ومنها بطاقات التقييم، الأسئلة البينية، اختبارات قصيرة قبل وبعد دراسة كل موضوع، الملاحظة، تقييم الأقران، مؤشرات الأداء الموضحة باستبيان مهارات مدخل HCD، المشروع الأولي Prototype، بالإضافة إلى أداتي تقييم البحث، وتأملهم لأدائهم والتقييم الذاتي وتقييم الأقران، هذا بالإضافة إلى تحليل الأداء من خلال ما يعرف ب Insights، عدد

الطلاب المعلمين المتفاعلين وآلية انجاز عملهم، والبانر أو العرض النهائي لمؤشر البحث **Poster Walk/Presentation Capture Sheet.**

للإجابة عن السؤال الفرعي الثاني والذي ينص على: ما فاعلية برنامج للفيزياء البيولوجية معد وفقًا لمدخل التصميم المتمحور حول الانسان في تنمية مفاهيم التغير المناخي لدى طلاب ستيم المعلمين؟ **التزم البحث بالخطوات التالية:**

إعداد أداة التقييم الأولى: وهي "اختبار مفاهيم التغير المناخي"، وعرضه على الخبراء والمحكمين للتأكد من سلامته اللغوية والعلمية، ومناسبته لطبيعة وأهداف الدراسة وفقًا لما يلي:

١. إعداد مفاهيم التغير المناخي وذلك من خلال:

- **تحديد الهدف من الاختبار:** يهدف الاختبار إلى قياس مدى امتلاك الطلاب معلمي ستيم للمفاهيم البينية المتعلقة بالتغير المناخي.
- **تحديد أبعاد الاختبار:** تم تحديد أبعاد الاختبار وفقًا لموضوعات البرنامج المقترح محل التطبيق، حيث اشتمل الاختبار على أسئلة متنوعة بصيغة "الاختيار من متعدد" MCQ، لتغطي محاور البرنامج والمتمثلة في "مؤشرات التغير المناخي- درجة الحرارة المستقبلية وتغير المناخ- الاستمطار ومعدل المطر العالمي- الهيدروجين الأخضر- الكربون الأزرق".
- **صياغة مفردات الاختبار:** تم صياغة مفردات الاختبار في شكل أسئلة اختبارية متعدد الاختيارات MCQ، وتتضمن إجابة واحدة فقط صحيحة ضمن ٤ اختيارات، ويجيب الطالب المعلم على الأسئلة، ولبيان كيفية الإجابة عن الأسئلة تم إعداد صفحة التعليمات التي تضمنت الهدف من الاختبار، وكيفية الإجابة، والمدة الزمنية، كما تم إعداد مفتاح التصحيح.
- **تقدير درجات الاختبار**: تم تقدير درجات الاختبار على النحو التالي: كل بعد تم صياغته في ١٠ أسئلة، بمعدل ٥٠ سؤال لإجمالي الاختبار، تم تقديمه على المنصة الالكترونية بنظام الاختبارات الالكترونية الأونلاين متعددة النماذج والاختيارات بشكل عشوائي وآلي automated ، بحيث تكون النسخ متكافئة ولكن مختلفة لكل طالب؛ للتقليل من احتمالات التخمين أو تبادل الإجابات، هذا وتم توزيع بنود الأسئلة بشكل متكافئ لتقيس كل بعد من موضوعات البرنامج المعد.
- **التجريب الاستطلاعي والخصائص السيكومترية لاختبار مفاهيم التغير المناخي**: تم تطبيق الاختبار في صورته الأولية على عينة مكونة من (٤٠) معلم ومعلمة من طلاب الدبلومات المهنية بكلية التربية جامعة عين شمس "تخصص علوم"، لحساب الصدق والثبات، ومعامل السهولة والصعوبة وكانت النتيجة كالتالي:

- **صدق الاختبار:** تم حساب صدق الاختبار من خلال عرضه على المتخصصين[1] وحساب صدق الاتساق الداخلي لاختبار مفاهيم التغير المناخي باستخدام معادلة معامل بيرسونPerson، فكان معامل الاتساق دال عند مستوى (٠.٠١)؛ أي أن الاختبار يتمتع بمعامل صدق واتساق داخلي لعباراته عالي.

جدول (١) يوضح الاتساق الداخلي لأبعاد اختبار مفاهيم التغير المناخي

البعد	معامل الارتباط بالدرجة الكلية
مؤشرات التغير المناخي	**٠.٨٢
درجات الحرارة المستقبلية والتغير المناخي	**٠.٨٥
الاستمطار ومعدل المطر العالمي	**٠.٧٨
الهيدروجين الأخضر	**٠.٨٦
الكربون الأزرق	**٠.٨٤

**** دال عند ٠.٠١**

يتضح من الجدول السابق جميع معاملات الارتباط بين كل بُعد من أبعاد الاختبار والدرجة الكلية دالة عند مستوى (٠.٠١) مما يدل على أن الاختبار يتمتع بدرجة عالية من الصدق.

- **ثبات الاختبار:** تم حساب ثبات اختبار مفاهيم التغير المناخي باستخدام معادلة "ريتشاردسون KR-٢١" وكانت النسبة كما يلي:

جدول (٢) يوضح معامل الثبات لاختبار مفاهيم التغير المناخي

الاختبار	معامل معادلة "ريتشاردسون KR-٢١	مستوى الدلالة
مفاهيم التغير المناخ	٠.٨٣	دال عند ٠.٠١

ويتضح من السابق أن معامل الثبات مرتفع مما يدعم ثبات الاختبار:

[1] ملحق (٦) السادة المحكمين والمتخصصين

- معامل السهولة والصعوبة، ومعامل التمييز للاختبار: تم حساب معامل السهولة والصعوبة لكل مفردة من مفردات الاختبار من إجمال عينة البحث الاستطلاعية (٤٠ طالب) دبلوم مهني تخصص علوم، وتراوحت العبارات في معامل السهولة والصعوبة باستخدام برنامج SPSS ما بين (٤٠-٨٠%) وللاختبار ككل كان متوسط ٥٦.٣، ومعامل التمييز للاختبار كان بإجمالي ٠.٠٧، مما يوضح أن بنود الاختبار ذات معامل تمييز واضح.
- **زمن الاختبار:** تم احتساب الزمن المناسب للاختبار وفقًا للتجربة الاستطلاعية السابقة حيث استغرق الطلاب للإجابة عن الاختبار من (٥٠-٦٠) دقيقة فتم تحديد زمن المقياس ٦٠ دقيقة.
- **الصورة النهائية للاختبار:** تم عرض الاختبار على مجموعة من المحكمين للتأكد من سلامة العبارات، والاستعانة بالتجربة الاستطلاعية لوضع الاختبار في صورته النهائية[١] ، ليتكون من (٥٠) سؤالًا، والدرجة الكلية للاختبار (٥٠) درجة.

جدول (٣) جدول مواصفات اختبار مفاهيم التغير المناخي

البعد	الوصف	أرقام المفردات	عدد الأسئلة	الدرجة	الوزن النسبي
مؤشرات التغير المناخي	MCQ	١-١٠	١٠	١٠	%٢٠
درجات الحرارة المستقبلية والتغير المناخي		١١-٢٠	١٠	١٠	%٢٠
الاستمطار ومعدل المطر العالمي		٢١-٣٠	١٠	١٠	%٢٠
الهيدروجين الأخضر		٣١-٤٠	١٠	١٠	%٢٠
الكربون الأزرق		٤١-٥٠	١٠	١٠	%٢٠
المجموع		٥٠	٥٠	٥٠	%١٠٠

٣- **للإجابة عن السؤال الفرعي الثالث والذي ينص على:** ما فاعلية برنامج للفيزياء البيولوجية معد وفقًا لمدخل التصميم المتمحور حول الانسان في تنمية مهارات المشاركة العلمية لدى طلاب ستيم المعلمين؟ **قامت الباحثة بإعداد أداة التقييم الثانية**: وهي **"مقياس المشاركة العلمية"**، وعرضه على الخبراء والمتخصصين للتأكد من سلامته اللغوية والعلمية، ومناسبته لطبيعة وأهداف البحث وذلك من خلال:

[١] ملحق (٤) اختبار مفاهيم التغير المناخي

- **تحديد الهدف من المقياس:** يهدف المقياس إلى قياس مهارات المشاركة العلمية لدى طلاب ستيم المعلمين.
- **تحديد أبعاد المقياس:** اعتمد البحث الحالي أسلوب المقاييس المقننة ذات المواقف بالمحاكاة لقياس أبعاد هذا المتغير التابع الأربع المتفق عليها في الدراسات السابقة وهم (**السلوكية، المعرفية، والوجدانية والمجتمعية"**) بشكل مدمج في مفردات تفرد كل بعد على حدى أو تجمع بينهم في ٦ عوامل رئيسة تتمثل في (**العامل الأول**: المشاركة العلمية في مهام البرنامج وجلساته، **العامل الثاني**: الانغماس في تعلم العلوم، **العامل الثالث**: التحضير والجهد العلمي، **العامل الرابع**: الاستمتاع بدراسة العلوم، **العامل الخامس**: الاستمتاع بالتدريس بمجال ستيم، **العامل السادس**: الاستمتاع والمشاركة بمراحل مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD)
- **صياغة مفردات وتقديرات المقياس:** تم صياغة مفردات المقياس في شكل مجموعة من الاستجابات تتمثل في (**١- agree ٢- Fair ٣- disagree ٤- Strongly agree ٥ strongly disagree)**، للعوامل من "١-٥"، واستجابات **Very poor (not sure/ don't know) ١- Poor ٢- Fair ٣- Good ٤- Excellent ٥** للعامل "السادس ٦" مختلفة التقديرات من ١-٥ بحسب إيجابية أو سلبية الاستجابات. هذا وقد تم إعداد نسختين متكافئتين من المقياس، النسخة الأولى بها عبارات ومواقف بشكل عام عن هدف المقياس وهو المشاركة العلمية في المساق الدراسي الخاص بالطلاب المعلمين للقياس القبلي، والنسخة الثانية هي نسخة مكافئة للنسخة الأولى وبها بعض المفردات المعدلة لقياس أثر دراسة البرنامج المقترح على استجاباتهم في المشاركة العلمية لقياس نتائج واقعية، وتحديد أثر البرنامج الفعلي وفق نتائج مسجلة ومعالجة احصائيًا للقياس البعدي.
- **التجريب الاستطلاعي والخصائص السيكومترية للمقياس:** تم تطبيق المقياس في صورته الأولية "النسخة المتكافئة الأولى" على عينة مكونة من (٤٠) طالب معلم من طلاب الدبلوم المهني بكلية التربية- جامعة عين شمس، لحساب الصدق والثبات وكانت النتيجة كالتالي:

صدق المقياس: تم حساب الصدق ومعاملات الارتباط بين الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للمقياس من خلال المحكمين من متخصصي المجال، كما تم استخدام معادلة معامل بيرسون Person، فكان معامل الاتساق والارتباط كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول (٤) صدق الاتساق الداخلي لأبعاد المقياس

البعد	معامل الارتباط بالدرجة الكلية
Factor ١: Engagement in Program Sessions and Tasks	**٠.٦٨
Factor ٢: Science Learning Involvement	**٠.٧٤
Factor ٣: Science Effort and Preparation	**٠.٦٩
Factor ٤: Interesting in science	**٠.٨١
Factor ٥: STEAM Career interest	**٠.٧٨
Factor ٦: HCD approach interest	**٠.٧٨

**** دال عند ٠.٠١**

يتضح من الجدول السابق جميع معاملات الارتباط بين كل بُعد من الأبعاد الفرعية والدرجة الكلية للمقياس دالة عند مستوى (٠.٠١) مما يدل على أن المقياس يتمتع بدرجة عالية من الصدق.

جدول (٥) جدول مواصفات عبارات مقياس المشاركة العلمية السالبة والموجبة

العبارات الموجبة	العبارات السالبة
١، ٢، ٥، ٧، ٨، ١٠، ١٣، ١٥، ١٦، ١٨، ٢١، ٢٣، ٢٤، ٢٧، ٢٩، ٣٠، ٣١، ٣٣، ٣٧، ٣٨، ٣٩، ٤١، ٤٣، ٤٦، ٤٨، ٥٠، ٥٢، ٥٤، ٥٧، ٥٩	٣، ٤، ٦، ٩، ١١، ١٢، ١٤، ١٧، ١٩، ٢٠، ٢٢، ٢٥، ٢٦، ٢٨، ٣٢، ٣٣، ٣٥، ٣٦، ٤٠، ٤٢، ٤٤، ٤٥، ٤٧، ٤٩، ٥١، ٥٣، ٥٥، ٥٦، ٥٨، ٦٠
المجموع: ٣٠ عبارة	المجموع: ٣٠ عبارة

ثبات المقياس: تم حساب ثبات المقياس باستخدام معادلة "ألفا كرونباخ" Cronbach's alpha لأبعاد المقياس ويوضح معاملات الثبات:

جدول (٦) يوضح معاملات الثبات لأبعاد المقياس و المقياس ككل

البعد	معامل ألفا كرونباخ
Factor ١: Engagement in Program Sessions and Tasks	٠.٨٤
Factor ٢: Science Learning Involvement	٠.٩٥
Factor ٣: Science Effort and Preparation	٠.٨٨
Factor ٤: Interesting in science	٠.٩٢
Factor ٥: STEAM Career interest	٠.٨٨
Factor ٦: HCD approach interest	٠.٧٢
المقياس ككل	٧١.٣٢

يتضح من الجدول السابق أن جميع معاملات الثبات مرتفعة والذي يؤكد ثبات المقياس.

- **زمن المقياس:** تم احتساب الزمن المناسب للمقياس وفقًا للتجربة الاستطلاعية السابق ذكرها، حيث استغرق الطلاب للإجابة عن المقياس من (٣٠-٤٥) دقيقة فتم تحديد زمن المقياس ٤٥ دقيقة.
- **الصورة النهائية للمقياس[١]:** تم عرض المقياس على مجموعة من المتخصصين[١] بالمجال للتأكد من سلامة العبارات، والاستعانة بالتجربة الاستطلاعية لوضع المقياس في صورته النهائية، ليتكون من (٦٠) مفردة، والدرجة الكلية للمقياس (٣٠٠) درجة.

[١]ملحق (٥) مقياس المشاركة العلمية

جدول (٧) جدول مواصفات مقياس المشاركة العلمية

مهارات بعد/	أرقام المفردات	العدد الكلي
العامل الأول: المشاركة في مهام البرنامج Factor ١: Engagement in Program Sessions and Tasks	من ١-٦	٦
العامل الثاني: المشاركة والاندماج في تعلم العلوم Factor ٢: Science Learning Involvement	من ٧-١٢	٦
العامل الثالث: التحضير والجهد العلمي Factor ٣: Science Effort and Preparation	من ١٣-١٩	٧
العامل الرابع: الاستمتاع بدراسة العلوم Factor ٤: Interesting in science	من ٢٠-٢٧	٨
العامل الخامس: الاستمتاع بدراسة مسار ستيم Factor ٥: STEAM Career interest	من ٢٨-٣٤	٧
العامل السادس: الاستمتاء والمشاركة بمهارات مدخل HCD Factor ٦: HCD approach interest	من ٣٥-٦٠	٢٦
المجموع	٦٠	٦٠

التصميم التجريبي:

١- **اختيار مجموعة البحث:** مجموعة من الطلاب المعلمين بدبلومة ستيم- كلية التربية- جامعة عين شمس، كعينة مقصودة لالمامها بعلوم متعددة وبينية، واندماجها في دراسة المقررات وفق مدخل ستيم ذو التخصصات البينية المتداخلة، وتمثلت مجموعة البحث في (٣٠) طالب معلم "ذكور وإناث"، وذلك للعام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م.

٢- **التطبيق القبلي** لأداتي التقييم السابق إعدادهما.

٣- **تنفيذ تجربة البحث:** تم تدريس البرنامج المقترح في مجموعة من المحاضرات واللقاءات بشكل حضوري وغير حضوري تمثلت في ١٢ لقاء تدريبيء، بواقع لقاء تمهيدي، يليه دراسة الموضوعات المقترحة الخمس، حيث استغرق كل موضوع محاضرتين "١ حضوري، ١ أونلاين" ساعتين لكل منهما: بإجمالي ٢٠ ساعة، بالإضافة إلى ٢ ساعة بنظام الدراسة الذاتية Self-paced learning بإجمالي ١٠ ساعات للخمس موضوعات ، بالإضافة إلى (لقاء مفتوح) نهائي لعرض النموذج الأولى Prototype+ presentation sheets as a capstone project، و تطبيق أداتي التقييم قبليًا وبعديًا (٤ ساعات قبلياً وبعديًا)، أي بإجمالي ٣٤ ساعة تدريسية للبرنامج ككل خلال ٥ أسابيع+ لقاء مفتوح في الاسبوع السادس لعرض المشروع، وقد تم تطبيقها على مجموعة من الطلاب المعلمين بدبلومة ستيم، الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي ٢٠٢٢/٢٠٢٣م.

[١] ملحق (٦) الخبراء والمتخصصين

٤- **التطبيق البعدي لأداتي التقييم:** بعد الانتهاء من تدريس البرنامج المقترح، قامت الباحثة بتطبيق أداتي التقييم بعديًا على مجموعة البحث.

التحقق من صحة الفروض ومناقشة النتائج:

١- **نتائج الفرض الأول والذي ينص على:** يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي ستيم في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس مهارات مدخل التصميم المتمحور حول الانسان HCD، لصالح التطبيق البعدي". للتحقق من هذا الفرض استخدمت الباحثة اختبار "ت" للعينات المرتبطة ويمكن عرض ما توصل إليه البحث الحالي من نتائج من خلال الجدول التالي:

جدول (٨) الأعداد والمتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة "ت" و دلالتها في مقياس مهارات أطوار مدخل HCD في القياسيين القبلي والبعدي

البعد	القياس	ن	م	ع	ت	df	مستوى الدلالة	مربع η٢ إيتا(١)	حجم التأثير d (Eta)
طور الفهم Understanding	قبلي	٣٠	٢.٦٤	٠.١٠٨	٦.٢٥	٢٩	٠.٠١	٠.٤٥	مرتفع
	بعدي		٤.٣٩	٠.١٦٦					
طور التخليق Synthesis	قبلي	٣٠	٢.٠٢	٠.١٠٤	٥.٠٦	٢٩	٠.٠١	٠.٥٦	متوسط
	بعدي		٤.٠٦	٠.٣٩٨					
طور تكوين الفكرة Ideate	قبلي	٣٠	٣.١٢	٠.٠٨٩	٣.٩٣	٢٩	٠.٠١	٠.٠١٧	ضعيف
	بعدي		٤.٨٠	٠.٢٦٤					
طور النموذج الأولي Prototype	قبلي	٣٠	١.١٥	٠.٣٠٧	٥.٣٥	٢٩	٠.٠١	٠.٤٩	مرتفع
	بعدي		٥.٠٠	٠.٠٠					
طور التنفيذ Implement	قبلي	٣٠	١.٧٤	٠.٣٩٤	٦.٤٧	٢٩	٠.٠١	٠.٥٩	مرتفع
	بعدي		٤.٥٣	١.٧٧٢					

قد رأى كيس Kiess ١٩٨٩(في صلاح، ٢٠٠٠، ٢٤٨) أنه "ت" دالة عند مستوى (٠.٠٥) اذا كانت أو تخطت (١.٦٥)، بينما تصبح دالة عند مستوى (٠.٠١) اذا كانت أو تعدت (٢.٣٣). كما أشار أنه إذا كانت قيمة مربع إيتا تساوي ٠.٠١ فإنها تكون ضعيفة في المتغير التابع، و إذا كانت تساوي ٠.٠٦ فإنها تكون متوسطة، و إذا كانت تساوي ٠.١٥ فإنها تكون مرتفعة.

يتضح من الجدول السابق تباين تأثير البرنامج المقترح "مفاهيم تغير المناخ" المعد وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان على اكتساب الطلاب معلمي ستيم مهارات أطوار مدخل HCD، فالبرنامج إجمايًا كان له تأثير وفاعلية بشكل إجمالي وفروق دلالية بين التطبيق القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠.٠١) مما يثبت صحة الفرض الأول، وتفصيليًا تباينت النتائج حيث كان للبرنامج تأثير ضعيف على اكتساب مهارات تكوين الفكرة Ideate، ويرجع ذلك إلى امتلاك الطلاب المعلمين بالفعل لهذه المهارات حيث كانت الفروق الدالة احصائيًا بين نتائجهم في التطبيقي القبلي والبعدي للمقياس ضعيفة مما يدل على امتلاكهم لهذه المهارات من قبل وهذا يدعم مسارهم التعليمي، بينما كان للبرنامج تأثير متوسط في مهارات التخليق أو القدرة على تحديد محاور أي موضوع أو مشروع وتحديد أولويات أفكاره وتخليق خطة للسير وفق إجرائتها ومحاورها، في حين كان للبرنامج تأثير مرتفع في اكسابهم مهارات كل من أطوار "الفهم، تكوين النموذج الأولي، والتطبيق"، وهذا يرجع إلى افتقارهم لمفهوم النموذج الأولي Prototype، وآلية تصميمه وتنفيذه عمليًا وفقًا لفهمهم لمحاور الموضوع محل الدراسة والعلوم البينية التي يمكنها أن تساعدهم على تشكيل حلول لمشكلة أو تحدي واقعي وتصميم نموذج أولي للفكرة والحلول المقترحة، وهذا يدعم فلسفة ومبدأ المدخل الحالي HCD، كما يتفق مع فلسفة إعداد معلم ستيم وفقًا لمؤشرات National Science Teacher Association (NSTA) لإعداد معلم ستيم، ومعايير NGSS، كما اتفق مع دراسات سابقة دعمت هذا المدخل وفلسفته ومبادئه ومنها (Shehab & Guo, ٢٠٢١)

٢- **نتائج الفرض الثاني والذي ينص على**: يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي ستيم في التطبيق القبلي والبعدي لاختبار مفاهيم التغير المناخي لصالح التطبيق البعدي". للتحقق من هذا الفرض استخدمت الباحثة اختبار "ت" للعينات المرتبطة ويمكن عرض ما توصل إليه البحث الحالي من نتائج من خلال الجدول التالي:

جدول (٩) يوضح الأعداد والمتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة " ت " و دلالتها في اختبار مفاهيم التغير المناخي فى القياسيين القبلي والبعدي

البعد	القياس	ن	م	ع	ت	مستوى الدلالة	مربع إيتا(١)	حجم التأثير
مؤشرات التغير المناخي	قبلى	٣٠	١.٥٢	٠.٦٤	٨.٦٤	دالة احصائياً عند ٠.٠١	٠.٧٢	كبير
	بعدى	٣٠	٢.٥٦	٠.٧٦				
درجة الحرارة المستقبلية والتغير المناخي	قبلى	٣٠	١.٦٤	٠.٧٤	٧.٦٤	دالة احصائياً عند ٠.٠١	٠.٦٦	متوسط
	بعدى	٣٠	٢.٦٢	٠.٦٢				
الاستمطار ومعدل المطر العالمي	قبلى	٣٠	١.٢٦	٠.٦١	٨.٠٤	دالة احصائياً عند ٠.٠١	٠.٦٩	كبير
	بعدى	٣٠	٢.٤٣	٠.٧١				
الهيدروجين الأخضر	قبلى	٣٠	١.٤٧	٠.٦٨	٧.٧٨	دالة احصائياً عند ٠.٠١	٠.٦٧	كبير
	بعدى	٣٠	٢.٦٤	٠.٧٨				
الكربون الأزرق	قبلى	٣٠	١.٣٢	٠.٧٤	٨.٩٣	دالة احصائياً عند ٠.٠١	٠.٧٣	كبير
	بعدى	٣٠	٢.٩٥	٠.٦٤				
الدرجة الكلية	قبلى	٣٠	١١.٥٤	١.٨٣	٧.٨٣	دالة احصائياً عند ٠.٠١	٠.٦٧	كبير
	بعدى	٣٠	١٦.٩٤	١.٦٧				

قد رأى كيس Kiess ١٩٨٩(في صلاح، ٢٠٠٠، ٢٤٨) أنه "ت" دالة عند مستوى (٠.٠٥) اذا كانت أو تخطت (١.٦٥)، بينما تصبح دالة عند مستوى (٠.٠١) اذا كانت أو تعدت (٢.٣٣). كما أشار أنه إذا كانت قيمة مربع إيتا تساوي ٠.٠١ فإنها تكون ضعيفة في المتغير التابع، و إذا كانت تساوي ٠.٠٦ فإنها تكون متوسطة، و إذا كانت تساوي ٠.١٥ فإنها تكون مرتفعة.

يتضح من الجدول السابق أنه يوجد فرق ذي دلالة احصائية بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في الاختبار ككل عند مستوى دلالة (٠.٠١)، كما يوجد فرق دال احصائيًا

بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في متوسط الدرجة الكلية لصالح القياس البعدي حيث كانت قيمة "ت" = ٧.٨٣ وهى دالة احصائيًا عند مستوى (٠.٠١) مما يثبت صحة الفرض الثاني من فروض البحث. وتعزي الباحثة هذه النتيجة إلى أن البرنامج المقترح كان برنامج ثري وغني جدًا بمفاهيم المناخ المستحدثة التي كانت شبه غائبة عند الطلاب المعلمين كونها مفاهيم مستحدثة، هذا وقد دعمت النتائج فكر "التعلم القائم حول الطالب" وهو أحد أسس مدخل HCD، وأساليب الاستقصاء والتعلم القائم على المشروعات الذي استند إليه الطلاب أثناء تنفيذهم لمهام البرنامج المقترح، وتبادل الرؤى والأراء ومشاركة العروض والنماذج الأولية التي تدعم فكر التعلم بالأقران ومهارات البحث العلمي وعمليات العلم بشقيها البسيطة والمتكاملة، كما أن الجانب السلوكي للطلاب وروح الفريق أثرت نتائج البرنامج بشكل كبير وزادت من قابلية التفاعل الإيجابي لكل فرد داخل الفريق، كما أن التغذية الراجعة التي اهتمت الباحثة بتسجيلها من قبل الطلاب المعلمين أوضحت أثر الدعم الفكري والتوجيه من قبل القائم بالتدريس "الباحثة" على مشاركة الطلاب العلمية والعملية، وهو ما يدعم التكامل المعرفي والمهاري والسلوكي وفق مدخل متكامل قدم موضوع متكامل وفق رؤى متعددة ومفاهيم قاطعة وبينية أظهرت كل ظاهرة علمية من جوانب العلم المختلفة، وهو ما ظهر جليًا في نتائج الطلاب البعدية بشكل احصائي إيجابي ويؤكد صحة الفرض الثاني وفاعلية البرنامج المقترح المعد وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان بأبعاده ومهاراته المختلفة التي تداخلت مع فاعلية البرنامج كونها مجموعة من المهارات المكتسبة كما تم ايضاح ذلك تفصيليًا بالنتائج والتفسير في الفرض السابق، واتفقت هذه النتائج مع نتائج شبيهة لأبحاث تقصت فاعلية هذا المدخل ومنها (Lawrence, et al., ٢٠٢١), (Culin& Gasparini, ٢٠١٩), (IDEO, ٢٠١٥)

٣- **نتائج الفرض الثالث والذي ينص على**: يوجد فرق دال احصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) بين متوسطي درجات الطلاب معلمي ستيم في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس المشاركة العلمية لصالح التطبيق البعدي". للتحقق من هذا الفرض استخدمت الباحثة اختبار "ت" للعينات المرتبطة ويمكن عرض ما توصل إليه البحث الحالي من نتائج من خلال الجدول التالي:

جدول (١٠) يوضح الأعداد والمتوسطات والانحرافات المعيارية وقيمة "ت" و دلالتها في مقياس المشاركة العلمية فى القياسيين القبلي والبعدي

البعد		القياس	ن	م	ع	ت	مستوى الدلالة	مربع إيتا η٢	حجم التأثير
Factor ١: Engagement in Program Sessions and Tasks		قبلي	٣٠	١٩.٨	١.٨٥	٣.٤٦	دالة احصائياً عند ٠.٠٠١	٠.٢٩	مرتفع
		بعدي	٣٠	٢٧.٧٣	١.٢٣				
Factor ٢: Science Learning Involvement		قبلي	٣٠	١٤.٧	١.٨٠	٢.٩٩	دالة احصائياً عند ٠.٠٠١	٠.٢٤	مرتفع
		بعدي	٣٠	٢٨.١٧	١.٣٤				
Factor ٣: Science Effort and Preparation		قبلي	٣٠	١٩.١	٢.٢٦	٣.٠٩	دالة احصائياً عند ٠.٠٠١	٠.٢٥	مرتفع
		بعدي	٣٠	٣٠.٩	١.٣٧				
Factor ٤: Interesting in science		قبلي	٣٠	٣٧.١٧	٠.٧٩	١.٤٠	غير دالة	٠.٠٦٣	ضعيف
		بعدي	٣٠	٤٠	٠				
Factor ٥: STEAM Career interest		قبلي	٣٠	٣٠.٤٧	١.٤٣	٥.٨١	دالة احصائياً عند ٠.٠٠١	٠.٥٤	مرتفع
		بعدي	٣٠	٣٣.١٧	٠.٧٥				
Factor ٦: HCD approach interest	A. Understand stage	قبلي	٣٠	١٨.٤٣	٢.٠٨	١.٧٧	دالة احصائياً عند ٠.٠٠٥	٠.٠٤	ضعيف
		بعدي	٣٠	٣٦.١	١.٥٤				
	B. Synthesize Stage	قبلي	٣٠	١١.٤٧	١.٣٨	١.٧٩	دالة احصائياً عند ٠.٠٠٥	٠.١٠	مرتفع
		بعدي	٣٠	٢١.٥٧	١.٧٠				
	C. Ideate Stage	قبلي	٣٠	١٠.٩٧	١.١٣	٣.٢١	دالة احصائياً عند ٠.٠٠١	٠.٢٦	مرتفع
		بعدي	٣٠	٢٢.١	١.٢١				
	D. Prototype Stage	قبلي	٣٠	٥.٨٣	٠.٩٩	٢.٩٨	دالة احصائياً عند	٠.٢٣	مرتفع
		بعدي	٣٠	١١٣٩	٢٢٥٩				

						٠.٠١		
	E. Implement Stage	قبلي	٣٠	٥.٤٧	٣.٩٧	دالة احصائياً عند ٠.٠١	٥.١٨	٠.٤٨	مرتفع
		بعدي	٣٠	١٦.٢٣	١.١٠				
	All Factor ٦	قبلي	٣٠	٦٢	٥.٨٥	غير دالة	١.٢٩	٠.٠٤	ضعيف
		بعدي	٣٠	٢١٤.٣٧	٥.٤٠				
المقياس ككل/ Questionnaire A		قبلي	٣٠	١٧٣.٤	٦.٧٣	دالة احصائياً عند ٠.٠١	٧.٣٧	٠.٦٥	مرتفع
		بعدي	٣٠	٢٧٥.٢٧	٣.٩٤				

قد رأى كيس Kiess ١٩٨٩(في صلاح، ٢٠٠٠، ٢٤٨) أنه "ت" دالة عند مستوى (٠.٠٥) اذا كانت أو تخطت (١.٦٥)، بينما تصبح دالة عند مستوى (٠.٠١) اذا كانت أو تعدت (٢.٣٣). كما أشار أنه إذا كانت قيمة مربع إيتا تساوي ٠.٠١ فإنها تكون ضعيفة في المتغير التابع، و إذا كانت تساوي ٠.٠٦ فإنها تكون متوسطة، و إذا كانت تساوي ٠.١٥ فإنها تكون مرتفعة.

يتضح من الجدول السابق أنه يوجد فرق ذي دلالة احصائية بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في الاختبار لكل من أبعاد المقياس عند مستوى دلالة (٠.٠١)، فيما عدا البعدي "،الرابع، والسادس"؛ حيث أن **البعد الرابع "عامل ٤: الاستمتاع بتعليم وتعلم العلوم"** كانت مهاراته موجودة بالفعل لدى الطلاب المعلمين، مما يعني أن البرنامج المقترح وإن عزز هذا التأثير، لم يكن له فروق احصائية جوهرية بحسب نتائج الطلاب وتحليلها احصائيًا، **بينما البعد السادس "العامل ٦: "الاستمتاع والمشاركة بمراحل مدخل HCD"**، فبالرغم أن كل بعد من الأبعاد الفرعية له كان بها فروق دالة احصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) فيما عدا البعدين

الفرعين "مرحلة الفهم Stage A: Understand"، و"مرحلة التخليق Stage B: Synthesize" كانتا عند مستوى دلالة (٠.٠٥) وحجم تأثير ضعيف، مما أثر على نتائج البعد ككل، وقد يعزي ذلك إلى امتلاك الطلاب بالفعل هذه المهارات قبليًا، ومن ثم لم يكن للبرنامج المقترح تأثير ذو دلالة احصائية على الطلاب في هذين البعدين، مما ضعف معامل تأثير العامل السادس كليًا بالرغم من وجود فروق دالة احصائيًا عند مستوى دلالة (٠.٠١) في باقي أبعاد الفرعية.

كما يوجد فرق دال احصائيًا بين القياس القبلي والبعدي للمجموعة التجريبية في متوسط الدرجة الكلية لصالح القياس البعدي حيث كانت قيمة "ت" = ٧.٧٣ وهى دالة احصائيًا عند مستوى (٠.٠١)، ومعامل تأثير مرتفع مما يثبت صحة الفرض الثالث من فروض البحث. وتعزي الباحثة هذه النتائج إلى المشاركة العلمية والاستمتاع بالعلم هي أحد أركان مداخل التعلم القائمة والمتمحورة حول الطالب Student- centered Approach، والذي ينتمي إليها مدخل البحث الحالي HCD؛ بالإضافة إلى أن المراحل المختلفة لهذا المدخل ومهاراته تجعل الطالب المعلم منغمسًا في عمليتي التعليم والتعلم من خلال "الاستقصاء، التعلم القائم على الفريق- التعلم القائم على المشروعات، اتقان عمليات العلم بشقيها البسيطة والمركبة"، هذا بالإضافة إلى طبيعة المادة العلمية المقدمة في البرنامج المقترح والتي تتمحور حول "التغيرات المناخية الحديثة التي يشهدها العالم، وآثارها، والتحديات، والحلول المقترح" الذي حفز شغف الطلاب المعلمين نحو الإبحار في المادة العلمية والاستقصاء العلمي حول محاور موضوعات البرنامج المختارة، واندماجهم في تصميم "النموذج الأولي" Prototype، والذي يعتبر جوهر دراسة ستيم STEAM، دعم بشكل كبير نتائج البحث الحالي بشكل احصائي وتحليلي لنتائج الطلاب معلمي ستيم، مما يؤكد فاعلية المدخل المقترح "مدخل التعلم المتمحور حول الانسان HCD" في تنمية

المفاهيم المناخية والمشاركة العلمية لدى الطلاب معلمي ستيم. وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسات عدة تدعم مداخل تصميم العلوم وتدريسها وفق الجمع بين العلم والقضايا المجتمعية Socio-Scientific، وكذلك المداخل التي تدعم فكر مدخل التعلم المتمحور حول الطالب Student- centered Learning، والمتمحور حول الانسان HCD، ومنها (Kubisch, et al., ٢٠٢٢), (Lake, et al., ٢٠٢١), (Saadeddine& Carol, ٢٠٢١) (Kumar, ٢٠٢٠), Lin, et al., ٢٠٢٠), (Rigolot, ٢٠٢٠)

توصيات ومقترحات البحث:

توجيه نظر القائمين على تطوير برامج إعداد معلم برامج STEAM، وبرامج إعداد معلمي العلوم إلى:

١) إعادة النظر في برامج إعداد معلم STEAM وفق مدخل التعلم المتمحور حول الانسان، كونه مدخل اجتماعي- علمي، يجمع بين تطبيقات العلم واحتياجات الانسان "أفراد- ومجتمعات" مما يوضح فلسفة توظيف العلم والتكنولوجيا لخدمات المجتمع والقضايا المجتمعية والظواهر العلمية، والمشكلات العالمية، فيصبح العلم أداة ووسيلة لتحقيق غايات المجتمع وأهدافه.

٢) إعادة النظر في برامج إعداد المعلمين، بحيث يتم التركيز على مداخل التعلم التي تدعم اتجاه التعلم الذاتي Self- paced Learning، والمتمركزة حول الطالب Student- Centered Learning، وتدريبهم على مهاراتهم لرفع كفاياتهم/ كفاءاتهم في تخطيط وتنفيذ وتقويم العملية التعليمية.

٣) عقد دورات تدريبية بصفة مستمرة لتدريب معلمي العلوم على الاتجاهات الحديثة في التدريس ومنها معايير إعداد معلم العلوم ومهارات القرن الحادي والعشرين وفقًا للتوجهات الحديثة.

٤) إعادة صياغة مناهج العلوم في وفق فلسفة مدخل STEAM، والتداخل البيني بين التخصصات المختلفة، والمفاهيم القاطعة Crosscutting Concepts، والعلوم البينية Multi/ Trans Interdisciplinary Sciences.

٥) الاهتمام بالقضايا البيئية والمحلية والعالمية ودمجها بصورة بينية متكاملة في جميع برامج إعداد معلم العلوم أو ستيم، لجعل التعليم وثيقة ضمنية لتحقيق أهداف المجتمعات المستدامة وتماشيًا مع التوجهات العالمية في التعليم والتعلم.

بحوث مقترحة:

- قياس فاعلية إعادة صياغة وحدة في العلوم وفق مدخل التصميم المتمحور حول الانسان لتنمية مهارات التصميم الهندسي لدى طلاب ستيم المعلمين.
- قياس فاعلية استراتيجيات وبرامج تدريبية مقترحة أخرى لتنمية المفاهيم العلمية المتقاطعة Crosscutting concepts.
- قياس فاعلية استراتيجيات ومداخل تدريسية أخرى لتنمية المشاركة العلمية لدى الطلاب.
- قياس فاعلية مداخل عدة مرتكزة على مدخل التعلم المتمحور حول الطالب Student- centered approach، لتنمية كفاءات عدة لدى الطالب معلم العلوم.
- دراسة واقع مناهج العلوم الحالية في تنمية المفاهيم العلمية وثيقة الصلة بالظواهر العلمية واحتياجات العلم والمجتمعات محليًا وعالميًا.

المراجع العربية والأجنبية:

أولًا المراجع العربية:

مراد، صلاح أحمد (٢٠٠٠). **الأساليب الاحصائية في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية،** القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية.

ثانيًا المراجع الأجنبية:

- Aksela, M. & Tolppanen, S. (٢٠٢٢). Towards Student-Centered Climate Change Education Through Co-Design Approach in Science Teacher Education. In YS. Hsu, R. Tytler, & P. J. White (Eds.), ***Innovative Approaches to Socio-scientific Issues and Sustainability Education: Linking Research to Practice*** (pp. ٨٥-٩٩). (Learning Sciences for Higher Education). Springer Singapore. https://doi.org/١٠.١٠٠٧/٩٧٨-٩٨١-١٩-١٨٤٠-٧_٦
- Anderson, L., & Chen, J. A. (٢٠١٦). Do high-ability students disidentify with science? A descriptive study of U.S. ninth graders in ٢٠٠٩. ***Science Education***, ١٠٠(١), ٥٧–٧٧.

- Bammer G. (٢٠١٧) Should we discipline interdisciplinarity**?** ***Pal Commun*** ٣(١):١–٤.
- Ben-Eliyahu, A., Moore, D., Dorph, R., & Schunn, C. (٢٠١٨). Investigating the multidimensionality of engagement: Affective, behavioral, and cognitive engagement across science activities and contexts. ***Contemporary Educational Psychology***, ٥٣, ٨٧–١٠٥. https://doi.org/١٠.١٠١٦/j.cedpsych.٢٠١٨.٠١.٠٠٢
- Bhanot, R. T., & Jovanovic, J. (٢٠٠٩). The links between parent behaviors and boys' and girls'science achievement beliefs. ***Applied Developmental Science***, ١٣(١), ٤٢–٥٩.
- Brown, T. (٢٠٠٨). Design Thinking. ***Harvard Business Review***, ٨٦(٦), ١–٩.
- Chen, J., & Usher, E. (٢٠١٣). Profiles of the sources of science self-efficacy. ***Learning and Individual Differences***, ٢٤, ١١–٢١.
- Chen, L. (٢٠٠٥). Relation of academic support from parents, teachers, and peers to Hong Kong adolescents' academic achievement: The mediating role of academic engagement. ***Genetic, Social, and General Psychology Monographs***, ١٣١(٢), ٧٧–١٢٧.
- Ching, H. Y. (٢٠١٤). Design Thinking in Classroom: An Experience with Undergrad Students of a Business Course. ***Business and Management Research***, ٣(٢), p١١٠. https://doi.org/١٠.٥٤٣٠/bmr.v٣n٢p١١٠
- Ching, H. Y. (٢٠١٤). Design Thinking in Classroom: An Experience with Undergrad Students of a Business Course.

Business and Management Research, ٣(٢), p١١٠. https://doi.org/١٠.٥٤٣٠/bmr.v٣n٢p١١٠

- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (٢٠١٢). The Informed Design Teaching and Learning Matrix. ***Journal of Engineering Education***, ١٠١(٤), ٧٣٨–٧٩٧. https://doi.org/١٠.١٠٠٢/j.٢١٦٨-٩٨٣٠.٢٠١٢.tb٠١١٢٧.x
- Culén, A. L., & Gasparini, A. A. (٢٠١٩). STEAM Education: Why Learn Design Thinking? In Z. Babaci-Wilhite (Ed.), Promoting Language and STEAM as Human Rights in Education (pp. ٩١–١٠٨). ***Springer Singapore***. https://doi.org/١٠.١٠٠٧/٩٧٨-٩٨١-١٣-٢٨٨٠-٠_٦
- Demanet, J., & Van Houtte, M. (٢٠١٤). Social-ethnic school composition and disengagement: An inquiry into the perceived control explanation. ***The Social Science Journal***, ٥١(٤), ٦٥٩–٦٧٥.
- Dorph, R., Cannady, M., & Schunn, C. (٢٠١٦). How science learning activation enables success for youth in science learning. ***Electronic Journal of Science Education***, ٢٠(٨), ٤٩–٨٥.
- Eccles, J., & Wang, M. T. (٢٠١٢). Part I commentary: So what is student engagement anyway? In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), ***Handbook of research on student engagement*** (pp. ١٣٣–١٤٥). Springer US. https://doi.org/١٠.١٠٠٧/٩٧٨-١-٤٦١٤-٢٠١٨-٧_٦
- Fredricks, J., Bohnert, A., & Burdette, K. (٢٠١٤). Moving beyond attendance: Lessons learned from assessing engagement in afterschool contexts. ***New Directions for Youth***

Development, ٢٠١٤(١٤٤), ٤٥–٥٨. https://doi.org/١٠.١٠٠٢/yd.٢٠١١٢

- Goldman, S. & Kabayadondo, Z. (٢٠١٦). Taking design thinking to school: How the technology of design can transform teachers, learners, and classrooms. ***In Taking Design Thinking to School*** (pp. ٢١–٣٧). Routledge.
- Goldman, S., Carroll, M. P., Kabayadondo, Z., Cavagnaro, L. B., Royalty, A. W., Roth, B., Roth, B., Kwek, S. H., & Kim, J. (٢٠١٢). Assessing d.learning: Capturing the Journey of Becoming a Design Thinker. In H. Plattner, C. Meinel, & L. Leifer (Eds.), Design Thinking Research (pp. ١٣–٣٣). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/١٠.١٠٠٧/٩٧٨-٣-٦٤٢-٣١٩٩١-٤_٢
- Grabau, J.; and Ma, X. (٢٠١٧). Science engagement and science achievement in the context of science instruction: a multilevel analysis of U.S. Students and Schools. ***Int. J. Sci. Educ***. ٣٩, ١٠٤٥–١٠٦٨. doi: ١٠.١٠٨٠/٠٩٥٠٠٦٩٣.٢٠١٧.١٣١٣٤٦٨
- Hampden-Thompson, G., & Bennett, J. (٢٠١٣). Science teaching and learning activities and students' engagement in science. ***International Journal of Science Education***, ٣٥(٨), ١٣٢٥–١٣٤٣.
- Helmuth, B. & Carrington, E. (٢٠١٥). Biophysics, physiological ecology, and climate change: Does mechanism matter? Annual Review of Physiology PMID: ١٥٧٠٩٩٥٦ DOI: ١٠.١١٤٦/annurev.physiol.٦٧.٠٤٠٤٠٣.١٠٥٠٢٧
- Henriksen, D. & Richardson, C. (٢٠١٧). Teachers are designers: Addressing problems of practice in education. ***Phi***

Delta Kappan, ٩٩(٢), ٦٠-٦٤. https://doi.org/١٠.١١٧٧/٠٠٣١٧٢١٧١٧٧٣٤١٩٢

- Hindley, A., and Wall, T. (٢٠١٨). "A unifying, boundary-crossing approach to developing climate literacy," in ***Implementing Sustainability in the Curriculum of Universities***, ed. W. L. Filho (Cham: Springer International Publishing), ٢٦٣–٢٧٨. doi: ١٠.١٠٠٧/٩٧٨-٣-٣١٩-٧٠٢٨١-٠_١٦
- Holbrook, J. (٢٠٢١). ***An approach to human-centered AI and what might be next***. Australian National University Events. Jess Holbrook: An approach to human-centred AI and what might be next. - ANU
- IDEO (Ed.). (٢٠١٥). ***The field guide to human-centered design: Design kit*** (١st. ed). IDEO.
- Irwin, A. (٢٠٠٨). ***Risk, science, and public communication: Third order thinking about scientific***. ١st Edition, Routledge. eBook ISBN٩٧٨٠٢٠٣٩٢٨٢٤٠
- Jang, H. (٢٠١٦). Identifying ٢١st Century STEM Competencies Using Workplace Data. ***Journal of Science Education and Technology***, ٢٥(٢), ٢٨٤–٣٠١. https://doi.org/١٠.١٠٠٧/s١٠٩٥٦-٠١٥-٩٥٩٣-١
- Jen, H.; Lee, D.; Chien, L.; Hsu, S.; & Chien, M. (٢٠١٣). Perceived social relationships and science learning outcomes for Taiwanese eighth graders: Structural equation modeling with a complex sampling consideration. ***International Journal of Science and Mathematics Education***, ١١(٣), ٥٧٥–٦٠٠.
- Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (٢٠١٣). Design Thinking: Past, Present and Possible Futures. ***Creativity and Innovation Management***, ٢٢(٢), ١٢١–١٤٦. https://doi.org/١٠.١١١١/caim.١٢٠٢٣

- Koh, J., Chai, C, Wong, B., & Hong, H.-Y. (٢٠١٥). ***Design Thinking for Education***. Springer Singapore. https://doi.org/١٠.١٠٠٧/٩٧٨-٩٨١-٢٨٧-٤٤٤-٣
- Kubisch S, Krimm H, Liebhaber N, Oberauer K, Deisenrieder V, Parth S, Frick M, Stötter J and Keller L (٢٠٢٢). Rethinking Quality Science Education for Climate Action: ***Transdisciplinary Education for Transformative Learning and Engagement. Front. Educ.*** ٧:٨٣٨١٣٥. doi: ١٠.٣٣٨٩/feduc.٢٠٢٢.٨٣٨١٣٥. Sec. STEM Education. Retrieved on: https://doi.org/١٠.٣٣٨٩/feduc.٢٠٢٢.٨٣٨١٣٥
- Kumar, J., Silva, P., & Prelath, R. (٢٠٢٠). Implementing studio-based learning for design education: A study on the perception and challenges of Malaysian undergraduates. ***International Journal of Technology and Design Education***. https://doi.org/١٠.١٠٠٧/s١٠٧٩٨-٠٢٠-٠٩٥٦٦-١
- Kyle, W. C. (٢٠٢٠). Expanding our views of science education to address sustainable development, empowerment, and social transformation. Discip. Interdscip. ***Sci. Educ. Res***. ٢, ١–٩. https://doi.org/١٠.١١٨٦/s٤٣٠٣١-٠١٩-٠٠١٨-٥
- Lake, D., Flannery, K., & Kearns, M. (٢٠٢١). A Cross-Disciplines and Cross-Sector Mixed-Methods Examination of Design Thinking Practices and Outcomes. ***Innovative Higher Education***. https://doi.org/١٠.١٠٠٧/s١٠٧٥٥-٠٢٠-٠٩٥٣٩-١
- Lam, F.; Jimerson, S.; Wong, B.; Kikas, E.; Shin, H.; Veiga, F.; Zollneritsch, J. (٢٠١٤). Understanding and measuring student engagement in school: The results of an international study from ١٢ countries. ***School Psychology Quarterly***, ٢٩(٢), ٢١٣–٢٣٢.

- Lawrence, L., Shehab, S., Tissenbaum, M., Rui, T., & Hixon, T. (٢٠٢١). Human-centered design taxonomy: Case study application with novice, multidisciplinary designers [Poster presentation]. ***American Educational Research Association*** Virtual Conference, April ٨–١٢.
- Leichenko, R., Gram-Hanssen, I., and O'Brien, K. (٢٠٢١). Teaching the how of transformation. ***Sustain. Sci***. ١٧(٢), ٥٧٣–٥٨٤. doi: ١٠.١٠٠٧/s١١٦٢٥-٠٢١-٠٠٩٦٤-٥
- Lin, L., Shadiev, R., Hwang, W.-Y., & Shen, S. (٢٠٢٠). From knowledge and skills to digital works: An application of design thinking in the information technology course. ***Thinking Skills and Creativity***, ٣٦, ١٠٠٦٤٦. https://doi.org/١٠.١٠١٦/j.tsc.٢٠٢٠.١٠٠٦٤٦
- Maltese, A. & Tai, R. (٢٠١٠). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. ***International Journal of Science Education***, ٣٢(٥), ٦٦٩–٦٨٥. https://doi.org/١٠.١٠٨٠/٠٩٥٠٠٦٩٠٩٠٢٧٩٢٣٨٥
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (٢٠١١). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among U.S. students. ***Science Education,*** ٩٥(٥), ٨٧٧–٩٠٧. https://doi.org/١٠.١٠٠٢/sce.v٩٥.٥
- Meinel, M., Eismann, T. T., Baccarella, C. V., Fixson, S. K., & Voigt, K.-I. (٢٠٢٠). Does applying design thinking result in better new product concepts than a traditional innovation approach? An experimental comparison study. ***European Management Journal***, S٠٢٦٣٢٣٧٣٢٠٣٠٠٢٣٢. https://doi.org/١٠.١٠١٦/j.emj.٢٠٢٠.٠٢.٠٠٢
- Monroe; M., Plate; R., Oxarart; A., Bowers; A., and Chaves; W. (٢٠١٩). Identifying effective climate change education

strategies: a systematic review of the research. ***Environ. Educ. Res.*** ٢٥, ٧٩١–٨١٢. https://doi.org/١٠.١٠٨٠/١٣٥٠٤٦٢٢.٢٠١٧.١٣٦٠٨٤٢

- National Aeronautics and Space Administration (NASA) (٢٠٢٠). **What Is Climate Change? NASA Knows! Serious.** Retrieved on: **For Students Grades K-٤: NASA Knows | NASA**
- National Research Council (٢٠١١). A Framework for K-١٢ Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-١٢ Science Education Standards***. Board of Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education.*** Washington, DC: The National Academy Press. Chapter ٤: Crosscutting Concepts.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (٢٠٠٩). ***PISA ٢٠٠٦ technical report***. Retrieved from http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/٤٢٠٢٥١٨٢.pdf
- Panke, S. (٢٠١٩). Design Thinking in Education: Perspectives, Opportunities and Challenges. ***Open Education Studies***, ١(١), ٢٨١–٣٠٦. https://doi.org/١٠.١٥١٥/edu-٢٠١٩-٠٠٢٢
- Prinsley, R., & Baranyai, K. (٢٠١٥). STEM Skills in the Workforce: What do Employers Want? ***Office of the Chief Scientist Occasional Paper, Office of the Chief Scientist***, Canberra. https://doi.org/١٠.١٣١٤٠/RG.٢.٢.١٢١٢٠.٦٠١٦٧
- Razzouk, R., & Shute, V. (٢٠١٢). What Is Design Thinking and Why Is It Important? ***Review of Educational Research***, ٨٢(٣), ٣٣٠–٣٤٨. https://doi.org/١٠.٣١٠٢/٠٠٣٤٦٥٤٣١٢٤٥٧٤٢٩

- Reeve, J., & Tseng, C. (٢٠١١). Agency as a fourth aspect of students' engagement during learning activities. ***Contemporary Educational Psychology***, ٣٦(٤), ٢٥٧–٢٦٧. https://doi.org/١٠.١٠١٦/j.cedpsych.٢٠١١.٠٥.٠٠٢
- Riegle-Crumb, C., Moore, C., & Ramos-Wada, A. (٢٠١١). Who wants to have a career in science or math? Exploring adolescents' future aspirations by gender and race/ethnicity. ***Science Education***, ٩٥(٣), ٤٥٨–٤٧٦.
- Rigolot, C. (٢٠٢٠). Transdisciplinarity as a discipline and a way of being complementarities and creative tensions**.** ***Humanit Soc Sci Commun***., ٧(١٠٠). https://doi.org/١٠.١٠٥٧/s٤١٥٩٩-٠٢٠-٠٠٥٩٨-٥
- Saadeddine Shehab and Carol Guo (٢٠٢١). Measuring the Impact of Integrating Human-Centered Design in Existing Higher Education Courses. ***Learn X Design, ٦th international conference for Design Education Researches***, Shandong University of Art& Design, Jinan, China. https://doi.org/١٠.٢١٦٠٦/drs_lxd٢٠٢١.٠٤.٢٥٤
- Shehab, S.,and Guo, C.(٢٠٢١) Measuring the impact of integrating human-centered design in existing higher education courses, in Bohemia, E., Nielsen, L.M., Pan, L., Börekçi, N.A.G.Z., Zhang, Y. (eds.), ***Learn X Design ٢٠٢١: Engaging with challenges in design education***, ٢٤-٢٦ September, Shandong University of Art & Design, Jinan, China. https://doi.org/١٠.٢١٦٠٦/drs_lxd٢٠٢١.٠٤.٢٥٤
- Shumow, L., Schmidt, J. A., & Zaleski, D. J. (٢٠١٣). Multiple perspectives on student learning, engagement, and

motivation in high school biology labs. ***The High School Journal***, ٩٦(٣), ٢٣٢–٢٥٢.

- Sinatra, G., Heddy, B. & Lombardi, D. (٢٠١٥). The challenges of defining and measuring student engagement in science. ***Educational Psychologist***, ٥٠(١), ١–١٣. https://doi.org/١٠.١٠٨٠/٠٠٤٦١٥٢٠.٢٠١٤.١٠٠٢٩٢٤

- Steinmayr, R., Dinger, F. C., & Spinath, B. (٢٠١٢). Motivation as a mediator of social disparities in academic achievement**.** ***European Journal of Personality***, ٢٦(٣), ٣٣٥–٣٤٩.
- Sungur, S. (٢٠٠٧). Modeling the relationships among students' motivational beliefs, metacognitive strategy use, and effort regulation. ***Scandinavian Journal of Educational Research***, ٥١(٣), ٣١٥–٣٢٦.
- Tai, R., Liu, C., Maltese, A., & Fan, X. (٢٠٠٦). Planning early for careers in science. ***Science***, ٣١٢(٥٧٧٧), ١١٤٣– ١١٤٤. https://doi.org/١٠.١١٢٦/science.١١٢٨٦٩٠

- UNESCO (٢٠٢٠). Global Education Monitoring Report ٢٠٢٠: Inclusion and education: All means all. Paris**,** ***UNESCO***. ISBN: ٩٧٨-٩٢-٣-١٠٠٣٨٨-٢. https://doi.org/١٠.٥٤٦٧٦/JJNK٦٩٨٩
- Wrigley, C., & Straker, K. (٢٠١٧). Design Thinking pedagogy: The Educational Design Ladder. ***Innovations in Education and Teaching International***, ٥٤(٤), ٣٧٤–٣٨٥. https://doi.org/١٠.١٠٨٠/١٤٧٠٣٢٩٧.٢٠١٥.١١٠٨٢١٤
- Zhang, T., & Dong, H. (٢٠٠٨). ***Human-Centered Design: An Emergent Conceptual Model***. ١–٧.