

البحث (٥)

**فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة
بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو
قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم**

إلعداد :

أ.م.د. شيرين مرقس مصري قديس

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد
بكلية التربية بقنا- جامعة جنوب الوادي

فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم

أ.م.د. شيرين مرقس مصري قديس

أستاذ المناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

بكلية التربية بقنا- جامعة جنوب الوادي

[E-mail: sherien.morkos@edu.svu.edu.eg](mailto:sherien.morkos@edu.svu.edu.eg)

• المستخلص:

هدف البحث الحالي إلى التعرف على فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم، ولتحقيق هذا الهدف تم اتباع المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي - بعدي)؛ من خلال الإجراءات التالية: إعداد قائمتين بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بهما لدى الطلاب معلمي العلوم، وقائمة ببعض القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية الاتجاهات المناسبة نحوها لدى الطلاب معلمي العلوم - تصميم كتيب الطالب ودليل المعلم لبرنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية لتنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم - إعداد اختباري المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم وضبطهما، ومقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم وضبطه - اختيار مجموعة البحث عشوائياً من الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة تخصص (علوم بيولوجية وجيولوجية، وكيمياء، وفيزياء) من كلية التربية بقنا، وتطبيق تجربة البحث عليهم، وقد أشارت النتائج إلى فاعلية البرنامج المقترح في تنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم؛ فقد كانت الفروق بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على أدوات البحث دالة احصائياً عند مستوى دلالة ٠.٠١، وبحجم تأثير كبير، وأوصت الدراسة بضرورة توجيه الاهتمام بتضمين برامج إعداد المعلم مقرر حول مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية وقضاياها الأخلاقية.

الكلمات المفتاحية: التكنولوجيا الحيوية - النظرية التوسعية - القضايا الأخلاقية

Effectiveness of a Proposed Program Based on Elaboration Theory in Developing the Knowledge of Concepts, Applications of Biotechnology and the Attitude Toward it's Ethical Issues for Science Student_ Teachers

Sherien Morkos Masrey Kadees

Abstract

The current research aimed to recognize the effectiveness of a proposed program based on elaboration theory in developing the knowledge of concepts and applications of biotechnology, and attitude toward its ethical issues for science student_ teachers, so a quasi-experimental approach (one group design with pre-post measuring) committed through next procedures: preparing lists of concepts, applications, that we can develop the knowledge of them among science student_ teachers & a list of ethical issues that we can develop the attitude of them among science student_ teachers- designing a student_

teacher book and teacher guide for the proposed program- preparing tests for knowledge at biotechnology concepts & applications among science student_ teachers & a meseure for biotechnology ethical issues among science student_ teachers- choose the research group randomly among the 4th year science specialties from Qena faculty of education- apply the research experience, and the results indicated the effectiveness of the proposed program based on elaboration theory in developing the knowledge of concepts, applications of biotechnology and attitude toward of its ethical issues for science student_ teachers, the differences between the pre and post performance of the research group on the research tools were statistically significant at the level of 0.01, with a large impact size effect, and the research recommended of the necessity of including teachers programs a course about biotechnology, its concepts, applications and ethical issues.

Keywords: Biotechnology- Elaboration Theory- Ethical Issues

• مقدمة :

تعتبر مادة العلوم من المواد التي تتسم بالتجدد وغزارة المعلومات، وارتباطها الوثيق بحياة الطلاب وصحتهم ومستقبلهم؛ ففي كل يوم يتطور العلم وتطبيقاته في كل مجالات الحياة؛ لذلك يجب الحرص على إثراء معارف الطلاب بالجديد من المعلومات المرتبطة بتلك المادة.

ولتحقيق هذا الغرض يجب البدء بمعلم العلوم فهو اللبنة الأساسية لتوصيل أي معلومة جديدة للطلاب والاجابة عن استفساراتهم في هذا الشأن؛ ففاقد الشيء لا يعطيه؛ لذا يجب أن يُعد المعلم إعداداً جيداً يتضمن إمداده بالجديد من المعلومات التي تساعده في الإجابة عن استفسارات تلاميذه أو مواجهة أي تطوير للمنهج.

ونظراً لأن إعداد المعلم يتم في ثلاث جوانب رئيسية؛ هي: الإعداد الثقافي العام؛ ويتضمن تزويد الطالب المعلم بثقافة عامة تساعده على امتلاك الحد المناسب من المعرفة والوعي في مختلف المجالات، والإعداد المهني التربوي؛ ويتم فيه إعداد الطالب المعلم ليصبح مؤهلاً للعمل بمهنة التعليم من خلال معرفته بالأهداف التربوية وطبيعة الطلاب وبأساليب التربية الحديثة، والإعداد الأكاديمي؛ والذي يتم فيه تزويد الطالب المعلم بمفاهيم وأساسيات تخصصه الذي يُعد الطالب المعلم لكي يقوم بتدريسه (مصطفى عبدالسميع محمد وسهير محمد حوالة، ٢٠٢٢: ١٨ - ١٩)؛ لذا لابد من تضمين برامج إعداد معلم العلوم موضوعات تهدف بشكل رئيس لتنمية المعارف بكافة أشكالها لدى الطلاب لا سيما المعرفة بالمستجدات العلمية؛ والتي منها التكنولوجيا الحيوية ذات التطبيقات المتعددة، والتي يظهر مع كل تطبيق لها بعض القضايا الأخلاقية، التي يجب تنمية الاتجاهات المناسبة نحوها.

وللتكنولوجيا الحيوية تطبيقات في معظم حقول المعرفة، والتي يمكن تدريسها كجزء من مادة العلوم؛ مثل علوم الزراعة والصحة والطب البيطري والعقاقير والتغذية والبيئة وإنتاج الطاقة (منير علي الجنزوري، ٢٠١٨: ٧)، ومن تطبيقاتها على سبيل المثال لا الحصر؛ تطوير بعض الأدوية والتي تستخدم لعلاج بعض الأمراض الوراثية، وتطوير بعض المحاصيل المعدلة وراثياً (Ranjit, et al., 2021: 22)، بالإضافة إلى التخمير الحيوي، وتقنية الاستنساخ لزيادة أعداد الأنواع الممتازة والنادرة (كحول سعودي، ٢٠٢٤: ٢٠٦ - ٢٠٧)، وإنتاج اللقاحات للعديد من الأمراض المعدية، والمضادات الحيوية (Martin, et al., 2021: 5).

وبالرغم من أهمية تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجالات متعددة؛ إلا أن لها أيضاً جوانب سلبية تثير العديد من القضايا الأخلاقية تجاهها؛ منها على سبيل المثال: التخلص من الأجنة المصابة بأمراض وراثية، واستخدام بعض الأجنة كمادة للتجريب، والتلاعب بجينات الميكروبات غير الضارة وتحويلها إلى ميكروبات ضارة (كحول سعودي، ٢٠٢٤: ٢١٥ - ٢٢٠)؛ لذا فمن المهم تضمين برامج إعداد معلم العلوم مقرر يهدف إلى تنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم، ولتحقيق هذا الغرض يجب الاستعانة بنظرية تعليمية توضح كيفية تنظيم المحتوى والخبرات التعليمية بشكل مناسب يحقق الأهداف المرجوة؛ وهناك العديد من النظريات التعليمية التي يمكن استخدامها في هذا الشأن؛ منها النظرية التوسعية لريجيلوث؛ وهي نظرية تعليمية تُركز على البنى المعرفية وتفصيلها؛ لإثراء خبرات الطلاب معلمي العلوم وربطها ودمجها بشكل قابل للاسترجاع عند الحاجة (أكرم ياسين محمد الألوسي، ٢٠٢١: ٨٢).

ووفقاً لهذه النظرية يجب أن يبدأ التعلم بشكل تصاعدي من حيث التعقيد؛ بحيث يتم تدريس الأبسط أولاً، ثم يتم التقدم في تقديم الدروس التالية حتى يتم التعلم، وفي كل درس يجب تذكير الطالب بكل ما تم تعلمه في الدروس السابقة من خلال تقديم ملخص شامل (Zama & Endeley, 2023: 68)، وينتج عن هذا تكوين سياق ذا مغزى لدى الطلاب يُسهم في تدعيم الأفكار (Reigeluth, 2023: 17)؛ حيث يتم وفقاً لهذه النظرية تنظيم محتوى المادة الدراسية بحيث يتدرج من البسيط إلى المعقد، ومن العام إلى الأكثر تفصيلاً (جمال سليمان وأصف حيدر يوسف وحسنا أبوالنور، ٢٠١٩: ١٩٧)، وبالتالي قد يكون من الممكن استخدامها في تنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم، لهذا تم تصميم البرنامج المقترح بهذا البحث باستخدام النظرية التوسعية.

وهناك عدد من الدراسات التي أثبتت فاعلية وأهمية النظرية التوسعية في تنمية: الاتصال والتحصيل المعرفي (محمد عبدالرازق عوض شمه، ٢٠١٥)، والتحصيل (جميلة عيدان سهيل، ٢٠١٦)، والتحصيل ومهارات التفكير النقدي (Priawasana, et al., 2020)، ومهارات التفكير (محمد كمال محمد عبدالحميد، وآخرون، ٢٠٢٠)، وتحسين نتائج التعلم (Destini, 2022)، وتنمية مهارات التفكير الاستقرائي (ديانا عزيز العلي وهبة سعد الدين، ٢٠٢٤).

يتضح من خلال نتائج الدراسات سابقة الذكر فاعلية النظرية التوسعية في تنمية التحصيل ومهارات التفكير النقدي والاستقرائي، وتحسين نتائج التعلم، مما يوضح أهمية تلك النظرية، وبالتالي فقد تساعد على تنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم.

• مشكلة البحث وتحديد ها :-

بالرغم من أهمية علم التكنولوجيا الحيوية وذلك لتطبيقاته المتعددة في مجالات مختلفة؛ كالطب والزراعة والصناعة ... غيرها؛ إلا إنه بفحص اللائحة الداخلية لإعداد المعلم بكلية التربية بقنا (مرحلة الليسانس/ البكالوريوس)، ببرامج البكالوريوس في العلوم والتربية تخصصات (العلوم البيولوجية/ الكيمياء/ الفيزياء)، وجد أنه لا توجد مواد سوى مادة واحدة اختيارية وليست إجبارية بمسمى التكنولوجيا الحيوية النباتية، مطروحة لطلاب العلوم البيولوجية فقط، وقد تم إجراء دراسة استكشافية على عدد ٣٥ طالب من الطلاب معلمي العلوم؛ حيث تم طرح عدد من الأسئلة عليهم حول ما مفاهيم العلاج الجيني، والجينوم، والخلايا الجذعية، وما هي تطبيقات كل منهم، وما رأيهم أخلاقياً من حيث قبول أو رفض استخدام كل تطبيق منها مع توضيح السبب، وتحليل استجاباتهم أشارت النتائج إلى أن متوسط معرفتهم بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية بلغت ١٤,٢٩٪، ومتوسط معرفتهم بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية بلغت ٨,٥٧٪، بينما بلغ متوسط اتجاهاتهم نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية ٥,٧١٪.

كما أشارت نتائج عدد من الدراسات إلى قصور المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية وقضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم؛ مثل: دراسة (Acarli 2016) التي تم فيها جمع البيانات من ٣٤ طالب معلم أحياء ممن تلقوا دورة تدريبية في التكنولوجيا الحيوية، وأشارت النتائج إلى أن البنية المفاهيمية المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية لم تتشكل لديهم بشكل كافٍ، بل وأن لديهم مفاهيم خطأ حولها.

كما أشارت نتائج دراسة بلال عمر بدران (٢٠١٨) إلى أن مستوى وعي الطلاب بالقضايا الأخلاقية لتطبيقات تكنولوجيا الحيوية كان متوسطاً، وقد عزت الدراسة سאלفة الذكر تلك النتائج إلى عدم تناول تطبيقات التكنولوجيا الحيوية وقضاياها الأخلاقية بالبرامج التعليمية بشكل كافٍ.

وفي دراسة (Aydin, & Cetin (2020) تم تطبيق مقياسي معلومات ومواقف التكنولوجيا الحيوية على عدد ٦٨ طالب من قسم تعليم العلوم، و٦٤ من قسم التعليم الابتدائي (معلم فصل)، وأشارت النتائج إلى أن معرفة الطلاب معلمي العلوم بالتكنولوجيا الحيوية غير كافية، وأنه لا توجد فروق ذا دلالة إحصائية بين الطلاب من قسم تعليم العلوم والطلاب معلمي الفصول عند تطبيق مقياسي المعرفة والمواقف تجاه التكنولوجيا الحيوية؛ وأرجعت الدراسة النتائج سألفة الذكر إلى أن موضوعات التكنولوجيا الحيوية لا يتم تناولها بشكل كافٍ بالمناهج، وأوصت بضرورة إعطاء القضايا العلمية والاجتماعية للتكنولوجيا الحيوية أهمية أكبر، وضرورة التعرف على مواقف طلاب الجامعات حول التكنولوجيا الحيوية وإعداد برامج لتحسين مواقفهم.

كما أشارت نتائج دراسة داود خليفة (٢٠٢١)، إلى أن هناك نتائج سلبية للتكنولوجيا الحيوية عند تطبيقها على الإنسان مما يتطلب ضرورة إعادة التفكير في هذه التطبيقات، بربط العمل العلمي بالقيم الأخلاقية.

وفي دراسة (Alanazi (2021) تم تطبيق استبيان على ٧٥ معلم علوم سعودي، وإجراء مقابلة شبه منظمة مع عدد ١٠ من هؤلاء المعلمين؛ لمعرفة آرائهم حول التكنولوجيا الحيوية، وقد أشارت النتائج إلى أن وعي معلمي العلوم السعوديين بالتكنولوجيا الحيوية محدود، كما اتفقت آراء معلمي العلوم الذين تمت مقابلتهم على أن المناهج العلمية السعودية لا تناقش القضايا المهمة المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية، وتتفق نتائج هذه الدراسة إلى حد كبير مع نتائج دراسة Alkaya (2023) & Aydogdu، التي أشارت من خلال تطبيق اختبار ثقافة التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم إلى انخفاض مستوى معظم المشاركين في كل من مستوى معرفة وثقافة التكنولوجيا الحيوية، ووجود الكثير من المفاهيم الخطأ المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية لديهم، وأوصت الدراسة سألفة الذكر بضرورة تحديث منهج التكنولوجيا الحيوية في برنامج تعليم العلوم بالجامعات ليشمل تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الحديثة، وضرورة تضمينه قضايا علمية اجتماعية تتعلق بالتكنولوجيا الحيوية، كما تتشابه نتائج هذه الدراسة أيضاً مع نتائج دراسة (Li & Ma (2024) التي تم فيها تطبيق استبيانات

حول المعرفة والمواقف تجاه التكنولوجيا الحيوية على مجموعة من ٢٣٦ طالباً جامعياً، وأشارت نتائجها إلى أن المشاركين لديهم معرفة غير كافية بالعديد من المفاهيم المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية، وكان لدى المشاركين موقف محايد تجاه التكنولوجيا الحيوية.

كما أشارت نتائج دراسة Elladora, et al. (2024) من خلال إجراء مقابلات مع عدد ١١ من معلمي العلوم بالمدارس الثانوية لتحديد التحديات التي واجهتهم في تدريس التكنولوجيا الحيوية، وأشارت النتائج إلى أن تلك التحديات تتمثل في: عدم تطابق الخبرات - الطبيعة المجردة للموضوع - نقص المعرفة الأساسية - الافتقار إلى استراتيجيات التدريس المناسبة - الافتقار إلى موارد التعلم، وأوصت الدراسة سائلة الذكر بضرورة تحسين تدريب المعلمين - إصلاح المناهج - توفير الموارد الأساسية - تنفيذ استراتيجيات تدريس مبتكرة؛ للتغلب على تلك التحديات.

يتضح من خلال العرض السابق انخفاض مستوى المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية وقضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم، وانخفاض اتجاههم نحو قضايا الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم، كما أوصت عدة دراسات بضرورة تضمين موضوعات التكنولوجيا الحيوية بالمناهج التعليمية، وقد اتضح من العرض السابق أيضاً قلة الدراسات التي حاولت تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم على حسب علم الباحثة، وقد أوصت بعض الدراسات بضرورة تحديث منهج التكنولوجيا الحيوية في برنامج تعليم العلوم بالجامعات ليشمل تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الحديثة، وضرورة تضمينه قضايا علمية اجتماعية تتعلق بالتكنولوجيا الحيوية.

من خلال العرض السابق يمكن تحديد مشكلة البحث في:
 ◀◀ قصور المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى معظم الطلاب معلمي العلوم
 ◀◀ قصور المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى معظم الطلاب معلمي العلوم
 ◀◀ انخفاض اتجاهات معظم الطلاب معلمي العلوم تجاه القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية

• أسئلة البحث:

حاول البحث الحالي الإجابة عن الأسئلة التالية:
 ◀◀ ما فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم؟

« ما فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم؟
 « ما فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم؟

• **فروض البحث:**

تمت الإجابة عن البحث من خلال اختبار صحة الفروض التالية:

« يوجد فرق دال احصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على اختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي.

« يوجد فرق دال احصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على اختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي.

« يوجد فرق دال احصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على مقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي.

• **محددات البحث:**

التزم البحث الحالي بالمحددات التالية: -

« كلية التربية بقنا جامعة جنوب الوادي؛ لأنها كلية من إحدى جامعات الصعيد حيث تقل فرص الحصول على دورات تدريبية أكاديمية في مجالات التخصص.

« مجموعة من الطلاب معلمي العلوم بالفرقة الرابعة شعب (العلوم البيولوجية والجيولوجية - الفيزياء - الكيمياء)؛ لأنهم في نهاية مرحلة إعدادهم بكلية التربية، وهم بالتالي في أمس الحاجة لتنميتهم أكاديمياً قبل تخرجهم ودخولهم ميدان العمل.

« بعض مفاهيم التكنولوجيا الحيوية التي تناسب الطلاب معلمي العلوم، والتي استقرت عليها آراء السادة المحكمين؛ وهي على سبيل المثال لا الحصر، مفاهيم: التكنولوجيا الحيوية - التخمر الحيوي - علم الجينوم - الأحماض النووية - الجين - التمييز الجيني - الطب الشخصي - العلاج الجيني - الاستنساخ - الخلايا الجذعية - الخلايا الجذعية الجنينية - الخلايا الجذعية البالغة - الزرع الذاتي - الزرع الخيفي... وغيرها.

« بعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي تناسب الطلاب معلمي العلوم، والتي استقرت عليها آراء السادة المحكمين؛ وهي: التخمر الحيوي - علم الجينوم - العلاج الجيني - الاستنساخ - الخلايا الجذعية.

« بعض القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية التي تناسب الطلاب معلمي العلوم، والتي استقر عليها رأي السادة المحكمين؛ وتتمثل في القضايا الأخلاقية المتعلقة بكل من علم الجينوم - العلاج الجيني - الاستنساخ - الخلايا الجذعية.

« الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي ٢٠٢٤/٢٠٢٥ م.

• أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى التعرف على:

« فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

« فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

« فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

• أدوات البحث:-

« اختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

« اختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

« مقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

• أهمية البحث:

قد يفيد البحث الحالي في:

« توجيه نظر مخططي برامج إعداد المعلم لأهمية تضمين برامج إعداد المعلم بعض مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية.

« توجيه نظر مخططي برامج إعداد المعلم لأهمية توظيف النظرية التوسعية في عمليتي التعليم والتعلم.

« الاستفادة من البرنامج المقترح كمقرر أكاديمي متطلب لإعداد معلم العلوم؛ لتنمية معرفة الطلاب معلمي العلوم ببعض مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية.

« الاستعانة بدليل المعلم كنموذج استرشادي يوضح كيفية توظيف النظرية التوسعية في التدريس.

« توفير اختبار لقياس المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

« توفير اختبار لقياس المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

« توفير مقياس لتحديد الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

• منهج البحث:

تم استخدام المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي - بعدي)؛ حيث تم تطبيق أدوات البحث (اختباري المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، ومقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم) على مجموعة البحث قبلياً، ثم استخدام المتغير التجريبي (تدريس البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) لفترة من الزمن، ثم إعادة تطبيق أدوات البحث على مجموعة البحث بعدياً للتعرف على أثر المتغير التجريبي (رجاء محمود أبوعلام، ٢٠١١: ٢٢٠).

• مصطلحات البحث (١):

• التكنولوجيا الحيوية:

يمكن تعريف التكنولوجيا الحيوية في البحث الحالي إجرائياً بأنها: أحد ميادين العلم الذي يحاول فيه العلماء اختبار طرق استخدام الكائنات الحية؛ مثل: النباتات، والحيوانات، والبكتيريا أو أجزاء منها لصنع أو تحسين منتجات مفيدة للإنسان؛ والتي يمكن تنمية المعرفة بمفاهيمها وتطبيقاتها والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم، وتقاس باختباري مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية ومقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية.

• النظرية التوسعية:

يمكن تعريف النظرية التوسعية في البحث الحالي إجرائياً بأنها: نظرية شاملة للتصميم التعليمي وضعها شارل ريجيلوث، تركز على تنظيم محتوى المادة التعليمية وتعليمها على المستوى الشامل الذي يتناول المفاهيم أو المبادئ أو

^١ تمّ التوصل للتعريف الإجرائي لمصطلحي البحث بعد تحليل ومراجعة التعريفات الواردة لهما في الإطار النظري

الإجراءات المكونة للمادة، وتفترض أن التدريس يبدأ بنظرة شاملة تساعد على تعلم بعض العموميات، ثم تستمر إجراءات التدريس لتتضمن أفكاراً تفصيلية توسع الأفكار السابقة، وتقدم في شكل أجزاء متدرجة من السهولة للصعوبة.

• النظرية التوسعية وعلاقتها بالتكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية

• أولاً: التكنولوجيا الحيوية

تُنسب كلمة تكنولوجيا حيوية إلى روبرت بد، والذي ذكرها في مجال التخمر الصناعي عام ١٩١٧ (منير علي الجنزوري، ٢٠١٨: ٨)، وهناك فرق بين علم الأحياء وعلم التكنولوجيا الحيوية؛ فعلم الأحياء يهتم بدراسة الكائنات الحية من حيث: التركيب والوظيفة، أما التكنولوجيا الحيوية فتهم باستخدام الكائنات الحية في صنع منتجات مفيدة (Khan, 2020: 1)، وتعتبر التكنولوجيا الحيوية من العلوم المهمة؛ حيث أن تطبيقاتها تخدم كافة مجالات الحياة.

• تعريف التكنولوجيا الحيوية:

وهناك عدة تعريفات للتكنولوجيا الحيوية منها تعريفها بأنها علم تطبيق العمليات البيولوجية للحصول على أقصى فائدة للإنسان باستخدام الأشكال الأخرى للحياة (Dubey, 2021: 1)، كما تُعرف بأنها أحد ميادين العلم الذي يسعى فيه العلماء إلى اختبار مجموعة من التكنولوجيات الجديدة وتطبيقها في علوم الحياة (نورالدين رحموني، ٢٠٢١: ٢٢١)، وتُعرف بأنها الطرق التي تستخدم بها الكائنات الحية؛ مثل: البكتيريا، والنباتات، والحيوانات، أو أجزاء منها لتصنيع أو تحسين منتجات مفيدة للإنسان (كحول سعودي، ٢٠٢٤: ٢٠٦).

يتضح من خلال العرض السابق لتعريفات التكنولوجيا الحيوية أنها علم يختبر التكنولوجيا في صنع منتجات مفيدة للإنسان باستخدام الكائنات الحية أو بعض أجزائها.

• أنواع التكنولوجيا الحيوية:

« التكنولوجيا الحيوية الطبية؛ وتتمثل في استخدام الخلايا الحية للتوصل إلى طرق أكثر كفاءة للحفاظ على صحة الإنسان وفهم مسببات الأمراض.

« التكنولوجيا الحيوية الزراعية؛ تركز على تطوير نباتات مُعدلة وراثياً بهدف إدخال خصائص جديدة لتلك النباتات لم تكن موجودة بها.

« التكنولوجيا الحيوية البيئية؛ وهي التكنولوجيا الحيوية المستخدمة في معالجة النفايات ومنع التلوث.

« التكنولوجيا الحيوية الصناعية؛ وهي التكنولوجيا الحيوية التي تستخدم في تحسين كفاءة العمليات الصناعية، وتقلل من التأثيرات البيئية وتعمل على خفض الانبعاثات الضارة (Martin, et al., 2021: 5؛ Ranjit, et al., 2021: 22؛ ميشيل عبدالمسيح عوض وآخرون، ٢٠٢٣: ٣٩٣-٣٩٨).

• أهمية التكنولوجيا الحيوية:

ساهمت التكنولوجيا الحيوية في حل الكثير من المشكلات الصحية والنفسية؛ فتغلّبت على مشكلة العقم عن طريق ابتكار أطفال الأنابيب، كما ساعدت على التحكم في الجينات الوراثية للحصول على بعض الأدوية كالأنسولين، كما ساعدت التكنولوجيا الحيوية على معرفة الأمراض المحتملة التي قد يولد الجنين مُصاباً بها (نورالدين رحموني، ٢٠٢١: ٢٢١ - ٢٢٣)، كما أن من نتائج التكنولوجيا الحيوية رسم الخريطة الجينية التي ساعدت العلماء على معرفة الجينات التي تحمل الصفات المرغوبة في جينوم الكائن الحي، ونقلها من كائن لآخر، بالإضافة إلى تكنولوجيا زراعة الأنسجة النباتية التي ساعدت العلماء على تنمية الخلايا النباتية لتنتج نباتات كاملة؛ مما يساعد على إكثار الأنواع الممتازة من النباتات بسهولة، كما ساعد التخمر الحيوي على إكثار الميكروبات التي تُستخدم في المكافحة البيولوجية للآفات التي تُصيب النباتات، وأيضاً ساعدت تقنية الاستنساخ على زيادة أعداد الأنواع الممتازة والنادرة (كحول سعودي، ٢٠٢٤: ٢٠٦ - ٢٠٧)، بالإضافة إلى مساهمة التكنولوجيا الحيوية في إنتاج اللقاحات للعديد من الأمراض المعدية، والمضادات الحيوية وتطوير العديد من المنتجات الصناعية؛ مثل: البلاستيك القابل للتحلل (Martin, et. al, 2021: 5)، والذي يُعرف باسم البلاستيك الحيوي والذي يُصنع من مشتقات السكر وحمض اللاكتيك، وهو بلاستيك يتطلب وقت أقصر للتحلل مقارنة بالبلاستيك التقليدي ولذلك فهو أقل تلويثاً للبيئة، كما أن التكنولوجيا الحيوية تسهم في معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الكائنات الحية الدقيقة؛ مثل: البكتيريا أو الفطريات أو الطحالب (Ghahari et al., 2021: 14- 24).

يُستخلص من العرض السابق الأهمية البالغة للتكنولوجيا الحيوية؛ حيث أن لها دور كبير في خدمة البشرية في مجالات متعددة كالتب والطب والزراعة والصناعة والبيئة؛ وغيرها.

• تطبيقات التكنولوجيا الحيوية:

وللتكنولوجيا الحيوية تطبيقات عدة؛ منها على سبيل المثال لا الحصر:

- « الهندسة الوراثية؛ وهي عملية التدخل في البنية الوراثية لنواة الخلية الحية بالحذف، أو الإضافة أو الدمج أو إعادة الترتيب.
- « الجينوم البشري؛ ويُقصد به كل المادة الوراثية البشرية جميعها، والموجودة داخل نواة الخلية البشرية، وهي التي تعطي الصفات والخصائص الجسمية، أو المخزون الوراثي للإنسان والذي يضم كل الجينات الموجودة بخلايا البشر.
- « الاستنساخ؛ وهو عملية تهدف إلى تصنيع كائن حي من خلية، فينتج كائن حي مطابق وراثياً للكائن الذي أخذت منه الخلية، بدون تلقيح جنسي.

« تحسين النسل؛ وهو العلم الذي يهتم بإدخال تحسينات على الإنسان بشكل يجعل السلالة البشرية أفضل مما كانت عليه الأجيال السابقة.

« التلقيح الاصطناعي؛ وهو عملية تُجرى لعلاج بعض حالات العقم عند المرأة، وذلك بتلقيح المرأة بوسائل طبية بسائل منوي بدون اتصال جنسي، فيما يُعرف بالإخصاب الصناعي (كحول سعودي، ٢٠٢٤: ٢٠٨ - ٢١٢).

« التخمر الحيوي؛ وهو عملية صناعية توظف فيها الكائنات الحية الدقيقة، أو مزارع الخلايا الحيوانية أو النباتية أو مكوناتها لتحويل مواد خام بيولوجية أو غير بيولوجية إلى منتج ما؛ مثل: الإنزيمات، أو العقاقير، أو غيرها.

« العلاج الجيني؛ وهو نهج طبي يُستخدم المواد الوراثية للوقاية من الأمراض وعلاجها، وتسمح هذه التقنية بعلاج حالات معينة عن طريق تغيير التركيبة الجينية.

« الخلايا الجذعية؛ وهي خلايا بدائية غير متخصصة وغير مكتملة الانقسام ولا تشبه أي خلية متخصصة، ولكنها قادرة على تكوين خلية بالغة بعد أن تنقسم عدة انقسامات في ظروف مناسبة، ولها خاصيتان؛ هما: التجديد الذاتي، وإمكانية أن تصبح نوعاً آخر من الخلايا وتأخذ وظيفتها (منير علي الجنزوري، ٢٠١٨: ٤٧ - ١٠٤).

يتضح من العرض السابق تعدد وتنوع تطبيقات التكنولوجيا الحيوية، مما يجعل من الضروري تضمين برامج إعداد المعلم بعض تلك التطبيقات، والمفاهيم المتعلقة بها.

وقد تمت الاستفادة من العرض السابق في البحث الحالي؛ حيث تم الاستعانة ببعض التطبيقات المذكورة أعلاه في تصميم قائمتي مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم.

• القضايا الأخلاقية المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية:

بالرغم من الجانب المضيء للتكنولوجيا الحيوية إلا أن هناك بعض القضايا الأخلاقية التي قد تنجم عن الاستخدام الخطأ لمنتجات التكنولوجيا الحيوية؛ كتجريب الأدوية الجديدة على الإنسان مباشرة، واستغلال الاستنساخ البشري في إنتاج أجنة يتم قتلها لتوفير الخلايا الجذعية والأنسجة الجنينية لراغبي زراعة الأعضاء، بالإضافة إلى الاتجار بالبشر بهدف نقل الأعضاء الأمر الذي يحول أعضاء الإنسان إلى سلعة تُباع وتُشتري، وأيضاً بنوك الأمشاج التي قد ينتج عنها اختلاط الأنساب (نورالدين رحموني، ٢٠٢١: ٢٢٢ - ٢٢٦)، كما يمكن أيضاً استغلال التكنولوجيا الحيوية في تطوير الأسلحة البيولوجية؛ مثل التلاعب بالمواد الوراثية للميكروبات غير الضارة لتحويلها إلى ميكروبات خطيرة (كحول

سعودي، ٢٠٢٤: ٢١٩ - ٢٢٠)، كما أن إساءة استخدام بعض أنواع الكائنات البحرية والتي هي على وشك الانقراض، في إنتاج الوقود الحيوي قد يؤدي إلى تدمير التوازن البيئي (Aransiola, et al., 2021: 230).

وفي ضوء ما نتج عن تطبيقات التكنولوجيا الحيوية من مخاطر وقضايا أخلاقية؛ فقد أصبح من الضروري الربط بين تطبيقات التكنولوجيا الحيوية والقيم الأخلاقية كخطوة ضرورية لحماية مستقبل البشرية من تلك التطبيقات (داود خليفة، ٢٠٢١: ٢٧٠ - ٢٧٢).

يتضح من العرض السابق أنه بالرغم من فوائد التكنولوجيا الحيوية العديدة؛ إلا أن هناك بعض القضايا الأخلاقية التي ظهرت نتيجة لإساءة استخدام بعض تطبيقاتها، مما يجعل من الضروري تضمين برامج إعداد معلم العلوم معلومات حول القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية؛ وتشجيعه للنقاش حولها وفهم كافة جوانبها؛ حتى يتكون لديه الاتجاه المناسب نحوها.

وقد تمت الاستفادة من العرض السابق في البحث الحالي؛ حيث تمت الاستعانة ببعض القضايا الأخلاقية المذكورة أعلاه في تصميم قائمة القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية الاتجاهات المناسبة نحوها لدى الطلاب معلمي العلوم.

• الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية:

والاتجاه هو فكرة مشبعة بالعاطفة تؤثر على سلوك الفرد تجاه الأفراد والمواقف والأشياء التي يتفاعل معها في حياته اليومية، وبالتالي فإن الاتجاه هو استجابة الطلاب للمواقف ذات الصبغة الاجتماعية بالتأييد أو بالمعارضة (ماجد أيوب القيسي، ٢٠١٨: ٩٠؛ علاء عبد الخالق حسين المندلاوي، ٢٠٢١: ٣٣)، والاتجاهات تلخص تقييم الطالب للأمور؛ لذلك فإنها تتنبأ بالسلوكيات المستقبلية وتوجهها (كوون د. وميتيرير ج. و، ٢٠١٩: ٨٥٢).

والاتجاهات منها الصالح وغير الصالح؛ فالطالب قد تكون لديه اتجاهات غير مناسبة؛ مثل: الشراسة والإهمال، والاتجاهات لا تورث لكنها تُستحدث من التجارب الانفعالية في الحياة (ج. أ. هادفيلد، ٢٠٢١: ٣٦).

ويمكن اكتساب الطلاب الاتجاهات بعدة طرق؛ منها: الاحتكاك المباشر مع موضوع الاتجاه، كما يتم اكتساب الاتجاهات من خلال التفاعل المباشر والنقاش مع الآخرين الذين يعتنقون اتجاهاً معيناً، كما تتأثر الاتجاهات بالعضوية في جماعة تعتنق اتجاهات معينة، وتتأثر أيضاً بوسائل الإعلام (كوون وميتيرير، ٢٠١٩: ٨٥٣).

يتضح من العرض السابق أنه من الضروري تنمية الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية المتعلقة بالتكنولوجيا الحيوية، لكي يمكننا من خلال التعليم توجيه تقييم الطلاب للأمور؛ بشكل يساعد على التنبؤ بسلوكياتهم المستقبلية وتوجيهها، ويمكن تحقيق ذلك بإمداد الطالب بالمعلومات العلمية الدقيقة حول موضوعات القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية، وتدعيم تلك المعلومات بالنقاش الواعي تحت إشراف المعلم وتوجيهه.

وقد تمت الاستفادة من العرض السابق في البحث الحالي؛ حيث تم تضمين البرنامج أنشطة بكل جلسة يتم فيها عقب تقديم المعلومات حول كل تطبيق من تطبيقات التكنولوجيا الحيوية، مناقشة القضايا الأخلاقية المتعلقة بهذا التطبيق، ثم نشاط آخر يتم في ضوء فهم الطلاب للمعلومات التي درسوها بالبرنامج حول هذا التطبيق واستخداماته المقبولة وتلك التي تثير الاعتراضات الأخلاقية؛ حيث يعبر كل طالب في هذا النشاط من خلال الكتابة عن مشاعره تجاه تلك القضايا الأخلاقية المتعلقة بهذا التطبيق، مدعماً مشاعره بالبراهين المنطقية التي ساعدت على ظهور هذه المشاعر من وجهة نظره، وبالتالي فإن استماع الطلاب لآراء بعضهم البعض أثناء المناقشة، ثم قراءة المعلم لما كتبه البعض منهم عن مشاعره تجاه تلك القضية الأخلاقية وأسباب تلك المشاعر، ساعد على تدعيم تلك المشاعر وتقويتها ليتكون لديهم الاتجاه المناسب تجاه تلك القضية الأخلاقية سواء بالقبول أو بالرفض.

• ثانياً: النظرية التوسعية

تُعد النظرية التوسعية لتشارلز ريجيلوث إحدى نظريات التعلم الحديثة التي تؤكد على الرسالة المتمركزة حول المعرفة (Kalkan, 2021: 225)، والتي تهدف إلى إثراء خبرات التعلم؛ ويُشَبَّه فيها التدريس بالعدسة المكبرة؛ لأن الطالب يدرس الموضوع أولاً بشكل مُفصل كما لو كان ينظر للموضوع من منظور واسع يسمح له برؤية العناصر الرئيسية دون إدراك التفاصيل، ثم يبدأ في التركيز على كل جزء من الصورة، وإدراك العلاقات بين الأجزاء وبعضها البعض، والانتقال من جزء لآخر حتى تتضح الفكرة والعلاقات التي شاهدها أول مرة بشكل أكثر تفصيلاً (Reigeluth & Merrill, 1980:217؛ 27: 2019، Jr؛ أكرم ياسين محمد الألويسي، ٢٠٢١: ٨٣).

• تعريف النظرية التوسعية:

هناك عدة تعريفات للنظرية التوسعية منها تعريفها بأنها نظرية شاملة وضعها ريجيلوث، وقد ارتكزت على تنظيم محتوى المادة التعليمية وتعليمها على المستوى الشامل الذي يتناول المفاهيم أو المبادئ أو الإجراءات المكونة للبرنامج

التعليمي (سعد علي زاير وخضير عباس جري، ٢٠٢٠: ٥٤)، كما تُعرّف بأنها نظرية تفترض أن التدريس يبدأ بتعلم بعض العموميات والأفكار الأساسية، ثم تستمر إجراءات التدريس لتتضمن أفكاراً تفصيلية توسع الأفكار السابقة، وتقدم في شكل أجزاء متدرجة من السهولة للصعوبة ضمن مواقف أو خبرات أخرى (أكرم ياسين محمد الألوسي، ٢٠٢١: ٨٣)، كما تُعرّف بأنها نظرية شاملة للتصميم التعليمي تقوم على تسلسل الجزء/ الكل الذي يتم اتباعه في التدريس وهو نهج أكثر جدوى وتحفيزاً للطلاب؛ لأنهم يرون المهمة الكاملة ويسعون لتنفيذها منذ البداية (Blanchard & Thacker, 2023: 191).

ويُستخلص مما سبق أن النظرية التوسعية تركز على تقديم فكرة شاملة عن الموضوع المراد تدريسه، ثم التوسع تدريجياً بتقديم الأفكار التفصيلية بشكل متدرج من السهل للصعب.

• افتراضات النظرية التوسعية:

- تستند النظرية التوسعية لريجيلوث إلى عدة افتراضات؛ وهي:
- « يبدأ التعلم بتقديم المعلومات من العام إلى الخاص، ومن المحسوس إلى المجرد، ومن السهل إلى الصعب.
- « تتم عملية التعلم في مراحل متتابعة يتم التفصيل والتوسع فيها تدريجياً.
- « يُسهم التدرج في التعلم وتسلسله في تطوير خبرات ذات مغزى لدى الطلاب.
- « يسهم تحليل البنى المعرفية وفهم العمليات المعرفية في تطوير نموذج تعليمي مناسب لتحقيق الأهداف المرجوة.
- « تُشكل متطلبات التعلم السابقة، والعلاقات بين المفاهيم ضرورة للتعليم.
- « التعامل مع الأفكار المترابطة يهيئ الفرصة أمام الطلاب لبناء خبرات شاملة (Reigeluth, & Merrill, 1980: 198- 209) سعد علي زاير وخضير عباس جري، ٢٠٢٠: ٥٥ - ٥٦؛ أكرم ياسين محمد الألوسي، ٢٠٢١: ٨٣ - ٨٦).

• أهمية النظرية التوسعية:

تساعد النظرية التوسعية على تعلم الطلاب للمفاهيم، كما تشجعهم على إضافة المزيد للمحتوى من خلال شرح سبب حدوث ظاهرة معينة على سبيل المثال؛ مما يجعل التعلم ذا معنى (Morrison et al., 2019: 152-154)، كما تساعد أيضاً على تكوين بناء معرفي أكثر استقراراً مما يؤدي إلى الاحتفاظ بالمعلومات لوقت أطول (Praetorius & Charalambos, 2023: 12)، وتساعد النظرية التوسعية أيضاً على تعزيز تطوير وتقوية الأفكار النظرية (Fisher & Aguinis, 2017: 442)، وتنمية القدرات العقلية للطلاب (منذر مبدر عبدالكريم العباسي ووصفي محمد كاظم التميمي، ٢٠١٩: ٨٩)، كما لم يحدد ريجيلوث طريقة أو

استراتيجية معينة للتدريس وفقاً لافتراضات ومبادئ النظرية التوسعية، ولكنه ترك حرية تحديد استراتيجيات وطرائق التدريس المستخدمة للمُصمم التعليمي والمعلم؛ بما يتناسب مع المحتوى وطبيعة وحاجات الطلاب (جمال سليمان وأصف حيدر يوسف وحسنا أبوالنور، ٢٠١٩: ١٩٨ - ١٩٩)، كما تُحافظ التوسعية على التركيز على التعلم؛ من خلال تقديم المعلومات أو المهام الأبسط للطلاب في البداية، وبالتدرج في المهام يمر الطلاب بنجاحات متتالية؛ مما يُحفزهم ويساعد على زيادة كفاءتهم الذاتية (Blanchard & Thacker, 2023: 191- 193).

يُستخلص مما سبق أن النظرية التوسعية مهمة للغاية لأنها تجعل الطالب يرى المهمة الكاملة ويسعى لتنفيذها منذ البداية، كما أنها تُيسر تعلم المفاهيم، وتجعل المحتوى له معنى مما يساعد الطالب على تكوين بناء معرفي متماسك ييسر عملية الاحتفاظ بالمعلومات واسترجاعها، وتنمية القدرات العقلية والشعور بالكفاءة الذاتية، كما أن النظرية التوسعية تتيح قدراً كبيراً من المرونة الذي يوفر الفرصة لتنوع استراتيجيات التدريس المستخدمة.

• مراحل النظرية التوسعية:

أشار (Reigeluth & Merrill, 1980: 209- 212) إلى أن التعليم وفقاً للنظرية التوسعية يبدأ بخلاصة توفر نظرة عامة على الموضوع، ثم يتوسع التعليم ليتناول شرح كل جانب من جوانب الموضوع، وفي نهاية شرح كل جانب يقدم ملخص لما تم تدريسه، يلي ذلك دمج شرح كل جانب مع شرح الجانب التالي له وهكذا؛ ليصل الطالب في كل عملية دمج إلى توسيع للعملية التعليمية؛ من خلال توسيع نظرتهم للموضوع بإضافة جانب تلو الآخر، وفي نهاية الموضوع يتم تقديم تلخيص نهائي للموضوع بالكامل يوضح بنية محتوى هذا الموضوع.

وبصفة عامة يمكن القول بأن التدريس باستخدام النظرية التوسعية يمر بالخطوات التالية:

- ❖ التهيئة التوجيهية؛ ويتم فيها إثارة انتباه الطلاب لموضوع الدرس.
- ❖ المقدمة الشاملة؛ ويتم فيها عرض الأفكار الرئيسية التي يتضمنها المحتوى.
- ❖ التفصيل؛ ويتم فيها تفصيل الأفكار التي وردت في المقدمة الشاملة.
- ❖ التلخيص؛ ويتم في هذه الخطوة تقديم عرض مختصر وموجز لما ورد في محتوى المادة التعليمية؛ وينقسم لنوعين:
 - ✓ تلخيص داخلي؛ يتم في نهاية كل محاضرة أو درس.
 - ✓ تلخيص خارجي؛ ويتم بهدف تلخيص الأفكار التي تم تقديمها خلال عدة محاضرات أو دروس.

« التركيب والتجميع؛ وهي عملية يتم فيها توضيح العلاقات التي تربط الأفكار الرئيسة للمحتوى؛ وينقسم لنوعين أيضاً؛ هما:

✓ تجميع داخلي؛ ويتم بهدف إظهار العلاقات بين الأفكار الجديدة التي يتم تدريسها في المحاضرة/ الدرس الواحد.

✓ تجميع خارجي؛ ويتم بهدف إظهار العلاقات بين الأفكار الجديدة التي يتم تدريسها في عدة محاضرات/ دروس.

« الخاتمة الشاملة؛ وهي عملية توضح العلاقات التي تربط الأفكار الرئيسة للمحتوى والموضوعات ذات العلاقة (سعد علي زاير وآخرون، ٢٠١٧: ٤١ - ٤٢، Jr, 27- 28: 2019؛ منذر مبدر عبدالكريم العباسي ووصفي محمد كاظم التميمي، ٢٠١٩: ٨٩ - ٩٠).

• العلاقة بين النظرية التوسعية ومفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية:

يتضح من خلال العرض السابق أن علم التكنولوجيا الحيوية له تطبيقات متعددة تُفيد الإنسان في عدة مجالات حياتية، وبالتالي يجب تنمية معرفة الطلاب معلمي العلوم بمفاهيم وتطبيقات هذا العلم كجزء رئيس من إعدادهم الأكاديمي؛ إذ لا يليق بالمعلم أن يكون غير ملم بالجديد في مجال تخصصه، فيصبح متزعزعا أمام استفسارات تلاميذه، غير واثق بنفسه.

ونظراً لأن كل علم له جوانبه الإيجابية التي تخدم البشرية؛ فإن له أيضاً بعض السلبيات التي قد تُنتقد تطبيقات هذا العلم بسببها؛ فإن بعض تطبيقات علم التكنولوجيا الحيوية كما تم توضيحه في العرض السابق يُساء استخدامها؛ مما أثار بعض القضايا الجدلية تجاه تلك التطبيقات، الأمر الذي يتطلب أيضاً تضمين بعض القضايا الجدلية والنقاش حولها بشكل موضوعي يوضحها من كافة جوانبها لكي تنمو الاتجاهات المناسبة نحوها بالقبول أو الرفض لدى الطلاب معلمي العلوم لينقلوا بدورهم وجهات النظر تلك مدعومة بالدلائل العلمية الموضوعية المقنعة لتلاميذهم.

وتعتبر النظرية التوسعية إحدى نظريات التعلم الحديثة التي تؤكد على الرسالة المتمركزة حول المعرفة، والتي يدرس الطالب من خلالها الموضوع أولاً بشكل عام دون إدراك التفاصيل، ثم يتم التوسع تدريجياً بتقديم الأفكار التفصيلية بشكل متدرج من السهل للصعب، وإدراك العلاقات بين الأجزاء وبعضها البعض، حتى تتضح الفكرة والعلاقات بين تلك الأجزاء وتظهر الصورة الشاملة للموضوع.

وقد تم في هذا البرنامج استخدام النظرية التوسعية لتنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية؛ فمن خلال مراحل النظرية التوسعية والتي تبدأ بالتهيئة التوجيهية، تم إثارة انتباه الطلاب لموضوع التكنولوجيا الحيوية؛ كموضوع جديد له العديد من التطبيقات التي تفيد المجتمع في مجالات حياتية متعددة، ومن خلال مرحلة المقدمة الشاملة، تم عرض الأفكار الرئيسة التي يتضمنها محتوى الجلسة، وقد تناول البحث الحالي سبع جلسات؛ وهي: مقدمة حول التكنولوجيا الحيوية، التكنولوجيا الحيوية ومجالاتها، تكنولوجيا التخمر الحيوي، التكنولوجيا الحيوية وعلم الجينوم، التكنولوجيا الحيوية والعلاج الجيني، التكنولوجيا الحيوية والاستنساخ، التكنولوجيا الحيوية والخلايا الجذعية، وفي مرحلة التفصيل؛ تم التوسع بعرض الأفكار التي وردت في المقدمة بشكل أكثر تفصيلاً من خلال الأنشطة التي تناولت كل فكرة منها، وفي مرحلة التلخيص؛ تم تقديم تلخيص داخلي في نهاية كل جلسة يوضح خلاصة ما عُرض بها، وتلخيص خارجي في نهاية البرنامج ككل بهدف تلخيص الأفكار التي تم تقديمها خلال البرنامج، وفي مرحلة التركيب والتجميع؛ تم تقديم تجميع داخلي بهدف إظهار العلاقات بين الأفكار الجديدة التي يتم تدريسها؛ من خلال تقديم خريطة ذهنية أو مفاهيمية حسب مضمون الجلسة تلخص أهم المفاهيم أو الأفكار التي عُرضت بالجلسة، كما تم تقديم تجميع خارجي؛ بهدف تلخيص الأفكار التي تم تقديمها خلال البرنامج ككل؛ بعرض خريطة ذهنية تضمنت الأفكار الرئيسة التي تناولها البرنامج، وأخيراً في مرحلة الخاتمة الشاملة؛ تم توضيح العلاقات التي تربط الأفكار الرئيسة للمحتوى والموضوعات ذات العلاقة.

وبالتالي فإن هناك علاقة وثيقة بين النظرية التوسعية وتنمية مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية؛ حيث أن النظرية التوسعية بمراحلها تساعد على ترسيخ المعلومات في البناء المعرفي للطالب معلم العلوم بشكل جيد؛ حيث أن الطالب ينجذب للموضوع من خلال التهيئة التوجيهية ثم يدرك العناصر الرئيسة التي سوف تُقدم بالبرنامج مما يجعله مدركاً للمحتوى بشكل عام، ثم يتدرج في ممارسة أنشطة يوضح كل منها بشكل موسع جزء من المحتوى المرجو إلمام الطالب معلم العلوم به، وبالتالي الأنشطة يكتمل الموضوع، ثم يتم تقديم تلخيص للموضوع يعقبه توضيح للعلاقات بين الأفكار الرئيسة التي تم تناولها، ومن خلال الخطوات سألته الذكر تتضح مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية بشكل واضح بل ويتم التأكيد عليها عدة مرات من خلال بعض مراحل النظرية التوسعية؛ مثل التفصيل،

التلخيص، التجميع، كما أن الطالب معلم العلوم في أنشطة الجلسات يتناقش مع زملائه في مجموعات تعاونية حول القضايا الأخلاقية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي تناولها البرنامج المقترح؛ ليتوصلوا من خلال النقاش الموضوعي المدعم بالحجج والبراهين المنطقية لمعرفة تلك القضايا من كافة جوانبها، بل وتتكون لديه من خلال تلك البراهين والحجج مواقف قوية تجاه تلك القضايا بالقبول أو الرفض.

• إجراءات البحث:-

للإجابة على أسئلة البحث، والتحقق من صحة فروضه؛ تمّ إتباع الإجراءات التالية:

• المرحلة الأولى: إعداد قائمة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم؛ وإتمام ذلك تمّ إتباع ما يلي:

«أولاً: الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة التي تناولت مفاهيم التكنولوجيا الحيوية.

«ثانياً: إعداد قائمة مبدئية بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم، ولتحقيق هذه الخطوة تمّ إتباع التالي:

«تحديد الهدف المرجو من القائمة (تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم) - تحديد مفاهيم التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم - تحديد الدلالة اللفظية لكل مفهوم من مفاهيم التكنولوجيا الحيوية السابقة - تحديد عمليات تنمية المعرفة بالمفاهيم (تمييز المفهوم من بين غيره من المفاهيم - تحديد الدلالة اللفظية للمفهوم - تعميم المفهوم على أمثلة جديدة لها نفس الخصائص المشتركة) - صياغة المؤشرات السلوكية لعمليات تنمية المعرفة بالمفاهيم.

«ثالثاً: عرض القائمة على مجموعة من السادة المحكمين (ملحق ١)؛ لاستطلاع رأيهم حول صلاحية القائمة، وطلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى ارتباط المفاهيم المعروضة بالقائمة بالتكنولوجيا الحيوية، ومدى مناسبة المفاهيم المعروضة للطلاب معلمي العلوم، ومدى ارتباط كل مفهوم من المفاهيم المعروضة بالقائمة بالدلالة اللفظية المقابلة له، ومدى مناسبة عمليات تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية المعروضة بالقائمة لتحقيق الهدف منها (تنمية المفاهيم)، ومدى دقة الصياغة العلمية واللغوية للمؤشرات السلوكية لتنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية المعروضة بالقائمة،

وحذف أو تعديل أو إضافة أي مفاهيم أو عمليات تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية أو مؤشرات سلوكية للقائمة (ملحق ٢).

«رابعاً: تعديل القائمة في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل مفهوم بالقائمة، وتم حذف المفاهيم وعمليات تنمية المفاهيم التي قلت نسبة الموافقة عليها عن ٨٥٪؛ فقد تمّ حذف المؤشرات السلوكية التالية: يعمم مفهوم (الأحماض النووية - الجينوم - الزرع الذاتي - الزرع الخيفي) على أمثلة جديدة؛ حيث أشار السادة المحكمين إلى أن تلك المفاهيم وحيدة المثال، وبالتالي لا يمكن تعميمها على أمثلة أخرى، وتم حساب متوسط موافقاتهم على القائمة بشكل عام وبلغ ٩٢,٢٤ ٪»

«خامساً: التوصل إلى قائمة نهائية بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم (ملحق ٣)، وقد تمثلت القائمة في ٣٠ مفهوم هي مفاهيم: التكنولوجيا الحيوية - التكنولوجيا الحيوية الطبية - التكنولوجيا الحيوية البيئية - التكنولوجيا الحيوية الزراعية - التكنولوجيا الحيوية الصناعية - التكنولوجيا الحيوية الذهبية - التكنولوجيا الحيوية الحمراء - التكنولوجيا الحيوية البيضاء - التكنولوجيا الحيوية الحيوية الصفراء - التكنولوجيا الحيوية الخضراء - التكنولوجيا الحيوية الزرقاء - التكنولوجيا الحيوية البنفسجية - التكنولوجيا الحيوية المظلمة - التخمر الحيوي - الأحماض النووية - الجين - الجينوم - الطب الشخصي - التمييز الجيني - العلاج الجيني - الاستنساخ - الخلايا الجذعية - الخلايا الجذعية وحيدة التميز - الخلايا الجذعية عديدة التميز - الخلايا الجذعية الجنينية - الخلايا الجذعية البالغة - الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات - الخلايا الجذعية قبل الولادة - الزرع الذاتي - الزرع الخيفي.

• المرحلة الثانية: إعداد قائمة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم؛ وإتمام ذلك تم إتباع ما يلي:

«أولاً: الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة التي تناولت تطبيقات التكنولوجيا الحيوية.

«ثانياً: إعداد قائمة مبدئية بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم، ولتحقيق هذه الخطوة تمّ إتباع التالي:

«تحديد الهدف المرجو من القائمة (تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم) - تحديد تطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم - تحديد عمليتي

تنمية المعرفة ببعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية (تفسير أهمية التطبيق - توضيح آلية التطبيق) - صياغة المؤشرات السلوكية لعملية تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية.

« ثالثاً: عرض القائمة على مجموعة من السادة المحكمين (ملحق ١)؛ لاستطلاع رأيهم حول صلاحية القائمة، وطلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى ارتباط التطبيقات المعروضة بالقائمة بعلم التكنولوجيا الحيوية، ومدى مناسبة التطبيقات للطلاب معلمي العلوم، ومدى مناسبة عملية تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية المعروضة للقائمة للطلاب معلمي العلوم، ومدى دقة الصياغة العلمية واللغوية للمؤشرات السلوكية لعملية تنمية المعرفة ببعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية، وحذف أو تعديل أو إضافة أي تطبيقات أخرى للتكنولوجيا الحيوية أو عمليات أخرى لتنمية المعرفة ببعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية أو مؤشرات سلوكية للقائمة (ملحق ٤).

« رابعاً: تعديل القائمة في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل تطبيق بالقائمة، وتم حسب متوسط موافقاتهم على القائمة بشكل عام وبلغ ٩١.٤٢٪.

« خامساً: التوصل إلى قائمة نهائية بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم (ملحق ٥)، وقد تمثلت القائمة في خمسة تطبيقات؛ وهي تطبيقات: التخمر الحيوي - العلاج الجيني - الجينوم - الاستنساخ - الخلايا الجذعية.

• المرحلة الثالثة: إعداد قائمة بالقضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية الاتجاهات المناسبة نحوها لدى الطلاب معلمي العلوم؛ وإتمام ذلك تم إتباع ما يلي:

« أولاً: الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة التي تناولت القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية.

« ثانياً: إعداد قائمة مبدئية بالقضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية الاتجاهات المناسبة نحوها لدى الطلاب معلمي العلوم، ولتحقيق هذه الخطوة تمّ إتباع التالي:

« تحديد الهدف المرجو من القائمة (تنمية الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم) - تحديد القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية الاتجاهات المناسبة نحوها لدى الطلاب معلمي العلوم - صياغة المؤشرات السلوكية المقابلة لكل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية.

« ثالثاً: عرض القائمة على مجموعة من السادة المحكمين (ملحق ١)؛ لاستطلاع رأيهم حول صلاحية القائمة، وطلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى

ارتباط القضايا الأخلاقية المعروضة بالقائمة بعلم التكنولوجيا الحيوية، ومدى مناسبة القضايا الأخلاقية المعروضة للطلاب معلمي العلوم، ومدى دقة الصياغة العلمية واللغوية للمؤشرات السلوكية للاتجاه نحو بعض القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية، وحذف أو تعديل أو إضافة أي قضايا أخلاقية للتكنولوجيا الحيوية أو مؤشرات سلوكية للقائمة (ملحق ٦).

رابعاً: تعديل القائمة في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تمّ حساب متوسط موافقاتهم لكل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية، وتمّ حسب متوسط موافقاتهم على القائمة بشكل عام وبلغ ٩١.٤٢٪.

خامساً: التوصل إلى قائمة نهائية بالقضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية الاتجاهات المناسبة نحوها لدى الطلاب معلمي العلوم (ملحق ٧)، وقد تمثلت القائمة في القضايا الأخلاقية التي تتعلق بكل من (العلاج الجيني - علم الجينوم - الاستنساخ - الخلايا الجذعية).

• المرحلة الرابعة: إعداد كتيب الطالب ودليل المعلم لبرنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية لتنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم؛ وإتمام ذلك تمّ التالي:

أولاً: بعد الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة المرتبطة بكل من التكنولوجيا الحيوية والنظرية التوسعية، تمّ إعداد كتيب الطالب ودليل المعلم للبرنامج، ولتحقيق هذه الخطوة تمّ إتباع التالي:

تحديد وصياغة الأهداف العامة للبرنامج في ضوء قائمتي مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم، وقائمة القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية الاتجاهات المناسبة نحوها لدى الطلاب معلمي العلوم - تحديد وصياغة الأهداف الإجرائية للبرنامج - تحديد وصياغة محتوى البرنامج في ضوء الأهداف الإجرائية السابق صياغتها - توزيع المحتوى على جلسات البرنامج بحيث يتناسب مع الوقت المتاح للجلسة - تحديد مصادر التعلم التي يمكن الاستعانة بها لتحقيق أهداف البرنامج - تحديد الأنشطة التعليمية التي يمكن إجرائها لتوفير تغذية راجعة مناسبة للجلسات - تحديد استراتيجيات وطرق التدريس المستخدمة بكل جلسة بما يتناسب مع تحقيق الأهداف المرجوة - تحديد أساليب تقويم تناسب أهداف البرنامج وتقييمها، مع الحرص على تنوع تلك الأساليب.

ثانياً: تمّ عرض استطلاع رأي حول كتيب الطالب ودليل المعلم للبرنامج المقترح على مجموعة من السادة المحكمين، حيث طلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى وضوح أهداف البرنامج - دقة وسلامة الصياغة الإجرائية

لأهداف كل جلسة - ملائمة الأهداف للطلاب معلمي العلوم - واقعية الأهداف وإمكانية تحقيقها في الفترة الزمنية المحددة للبرنامج - تنوع مجالات ومستويات الأهداف - ملائمة الأهداف الإجرائية لمحتوى البرنامج - تحقيق محتوى البرنامج للأهداف المعنية - وضوح المتابع المنطقي للموضوعات - وضوح تعليمات البرنامج - قدرة المحتوى على جذب الطالب معلم العلوم وإثارة دافعيته لدراسة البرنامج - ملائمة مصادر التعلم والأنشطة التعليمية لمحتوى البرنامج - وضوح المعلومات الواردة بدليل المعلم - مدى ارتباط التقويم بالأهداف (ملحق ٨).

« ثالثاً: تعديل كتيب الطالب ودليل المعلم في ضوء توجيهات السادة المحكمين.
« رابعاً: التوصل إلى الصورة النهائية لكتيب الطالب ودليل المعلم لبرنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية لتنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم (ملحق ٩ و ١٠).

• المرحلة الخامسة: إعداد اختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم وضبطه، وإتمام ذلك تم إتياء ما يلي:

« أولاً: الاطلاع على بعض المراجع التي تناولت أنواع الأسئلة وشروط صياغتها، وإعداد جدول مواصفات للاختبار (سوسن شاكر مجيد، ٢٠١٤: ٢٣٩ - ٢٧٠؛ حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ٦٥ - ٨٠).

« ثانياً: تحديد الهدف من الاختبار؛ الذي يتمثل في قياس المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

« ثالثاً: عمل جدول مواصفات الاختبار (ملحق ١٢).

« رابعاً: صياغة مفردات الاختبار؛ فمن خلال قائمة مفاهيم التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم، والأهداف الإجرائية للبرنامج السابق صياغتها، تمت صياغة مجموعتين من الأسئلة؛ إحداها من نوع الاختيار من متعدد (١٩ نقطة) والأخرى أسئلة تكملة (١١ نقطة)، بحيث تتم الإجابة عنها في نفس ورقة الأسئلة، على أن يتم إعطاء درجة واحدة عن كل نقطة مُجاب عنها إجابة صحيحة في كلا النوعين من الأسئلة؛ بإجمالي ٣٠ درجة للاختبار ككل.

« خامساً: تحديد وصياغة تعليمات الاختبار.

« سادساً: ضبط الاختبار؛ وذلك عن طريق حساب صدقه وثباته كالتالي:

• حساب صدق الاختبار:

الاختبار الصادق هو الذي يقيس ما وضع لقياسه، وللتأكد من صدق الاختبار تمّ استخدام أسلوب صدق المحكمين (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن

عبد الشافي، ٢٠١٧: ٨٠ - ٨١)؛ حيث تمّ عرض استطلاع رأي حول صلاحية الاختبار في تقييم المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم على مجموعة من السادة المحكمين، وطلب منهم إبداء الرأي حول مدى سلامة الصياغة اللغوية لأسئلة الاختبار - مدى مناسبتها للطلاب معلمي العلوم - مدى مناسبتها لتقييم المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم - حذف أو تعديل أو إضافة أي أسئلة للاختبار (ملحق ١٣)، وقد وافق معظمهم على مناسبة أسئلة الاختبار لتقييم المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، وتمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل سؤال من أسئلة الاختبار، ولم تقل نسبة الموافقة على أي سؤال عن ٨٥٪، ثم تمّ حساب متوسط موافقاتهم على الاختبار بشكل عام وبلغ ٩٨.٠٩٪.

«سابعاً: تعديل الاختبار في ضوء توجيهات السادة المحكمين.

«ثامناً: التوصل إلى الصورة النهائية لاختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (ملحق ١٤).

«تاسعاً: إعداد مفتاح تصحيح الاختبار (ملحق ١٥).

• حساب ثبات الاختبار:

الاختبار الثابت هو الذي يعطي نفس النتائج إذا ما طُبّق على نفس المجموعة مرة أخرى في نفس الظروف بشرط ألا يحدث تعلم أو تدريب في الفترة التي تقع بين التطبيقين، ولتحقيق هذا الغرض تم استخدام طريقة إعادة تطبيق الاختبار لحساب الثبات بتقديم نفس الاختبار لنفس المجموعة بعد فترة زمنية لا تقل عن أسبوع ولا تزيد عن ستة أشهر (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبد الشافي، ٢٠١٧: ٨٢ - ٨٣)؛ ولتحقيق هذا الغرض تمّ تطبيق الاختبار يوم الأحد ٢٠٢٤/١٢/١ على مجموعة استطلاعية من الطلاب معلمي العلوم قوامها ٤٠ طالب وطالبة من غير مجموعة البحث، ثم تم تطبيق نفس الاختبار على نفس المجموعة بعد فترة زمنية قدرها ثلاثة أسابيع؛ يوم الأحد ٢٠٢٤/١٢/٢٢ في نفس توقيت التطبيق الأول من اليوم وفي نفس اليوم لضمان أن يكون الطلاب في نفس الحالة والظروف تقريباً، لعدة أسباب منها: صعوبة وضع صيغ متكافئة من الاختبار، بالإضافة إلى أن كل مفردة من مفردات الاختبار تقيس أحد الأهداف الإجرائية المعرفية وبالتالي لن يتجانس النصفين؛ ولهذا فقد كان من الأفضل إعادة التطبيق تحت نفس الظروف بقدر الإمكان، وقد تم حساب الثبات باستخدام معادلة بيرسون من خلال برنامج SPSS 26، وبلغ ثبات الاختبار ٠.٩٥٠، وهو دال إحصائياً عند مستوى ٠.٠١ مما يوضح أنه على درجة مرتفعة من الثبات.

• حساب الزمن المناسب للإجابة عن أسئلة الاختبار:

تم حساب متوسط الأزمنة التي استغرقتها كل فرد من أفراد المجموعة الاستطلاعية للتوصل إلى الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار وكان ٢٥ دقيقة، وبإضافة خمس دقائق لقراءة تعليمات الاختبار يكون الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار ٣٠ دقيقة.

• حساب معاملات السهولة والصعوبة لأسئلة الاختبار:

بناءً على نتائج تطبيق الاختبار على أفراد المجموعة الاستطلاعية تم حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات أسئلة الاختبار؛ حيث تم تفريغ الإجابات الصحيحة والخطأ، والمفردات المتروكة، لكل طالب من أفراد المجموعة الاستطلاعية، وتراوحت معاملات السهولة لأسئلة الاختبار بين (٠,٣٠٠ - ٠,٦٦٦)، وتراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٤٤٤ - ٠,٧٠٠)، ويوضح هذا أن أسئلة الاختبار مناسبة من حيث درجة سهولتها وصعوبتها؛ حيث يرى عمر طالب الريماوي (٢٠١٧: ٧٣) إنه من المفضل اختيار فقرات ذات سهولة وصعوبة متوسطة بمدى ضيق حول متوسط الصعوبة (٠,٥).

• حساب معاملات التمييز لأسئلة الاختبار:

بعد حساب معاملات السهولة والصعوبة لكل مفردة من مفردات الاختبار تم حساب معاملات التمييز، وقد تراوحت بين (٠,٣٦٣ - ٠,٥٤٥)، مما يوضح أن الاختبار يتمتع بقدرة مناسبة على التمييز بين الطلاب الضعاف والأقوياء.

بالتأكد من صدق وثبات الاختبار وتمتع مفرداته بمعدلات سهولة وصعوبة وتمييز مناسبة، تم الاطمئنان إلى مناسبة الاختبار، وصلاحيته للاستخدام.

• المرحلة السادسة: إعداد اختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم وضبطه، وإتمام ذلك تم إتيان ما يلي:

«أولاً: الاطلاع على بعض المراجع التي تناولت أنواع الأسئلة وشروط صياغتها، وكيفية إعداد جدول مواصفات للاختبار.

«ثانياً: تحديد الهدف من الاختبار؛ الذي يتمثل في قياس المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

«ثالثاً: عمل جدول لمواصفات الاختبار (ملحق ١٦).

«رابعاً: صياغة مفردات الاختبار؛ فمن خلال قائمة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم، والأهداف الإجرائية للوحدة، والسابق صياغتها؛ تمت صياغة سؤالين من نوع الأسئلة المقالية القصيرة والتي يندرج تحت كل منهما خمس نقاط، بحيث تتم الإجابة

عنها في نفس ورقة الأسئلة، على أن يتم إعطاء ثلاث درجات عن كل نقطة مُجاب عنها إجابة صحيحة؛ بإجمالي ٣٠ درجة للاختبار ككل.

◀ خامساً: تحديد وصياغة تعليمات الاختبار.

◀ سادساً: ضبط الاختبار؛ وذلك عن طريق حساب صدقه وثباته كالتالي:

• حساب صدق الاختبار:

وللتأكد من صدق الاختبار تمّ استخدام أسلوب صدق المحكمين؛ حيث تمّ عرض استطلاع رأي حول صلاحية الاختبار في تقييم المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية المعرفة بها لدى الطلاب معلمي العلوم على مجموعة من السادة المحكمين، وطلب من كل منهم إبداء الرأي حول مدى سلامة الصياغة العلمية واللغوية لأسئلة الاختبار - مدى مناسبتها للطلاب معلمي العلوم - مدى مناسبتها لتقييم المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم - حذف أو تعديل أو إضافة أي أسئلة للاختبار (ملحق ١٧)، وقد وافق معظمهم على مناسبة أسئلة الاختبار لتقييم المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، وتمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل سؤال من أسئلة الاختبار، ولم تقل نسبة الموافقة على أي سؤال عن ٨٥٪، ثم تمّ حساب متوسط موافقاتهم على الاختبار بشكل عام وبلغ ٩٧,١٤٪.

◀ سابعاً: تعديل الاختبار في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تمّ تعديل صياغة السؤال: بما تفسر الذي كان متكرراً خمس مرات ليصبح رأساً للسؤال وأسفله خمس نقاط.

◀ ثامناً: التوصل إلى الصورة النهائية لاختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (ملحق ١٨).

◀ تاسعاً: إعداد مفتاح تصحيح اختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (ملحق ١٩).

• حساب ثبات الاختبار:

تم استخدام طريقة إعادة تطبيق الاختبار لحساب الثبات؛ حيث تمّ تطبيق الاختبار يوم الأحد ٢٠٢٤/١٢/١ على مجموعة استطلاعية من الطلاب معلمي العلوم قوامها ٤٠ طالب وطالبة من غير مجموعة البحث، ثم تمّ تطبيق نفس الاختبار على نفس المجموعة بعد فترة زمنية قدرها ثلاثة أسابيع؛ يوم الأحد ٢٠٢٤/١٢/٢٢ في نفس توقيت التطبيق الأول من اليوم وفي نفس اليوم لضمان أن يكون الطلاب في نفس الحالة والظروف تقريبا، وقد تمّ حساب الثبات باستخدام معادلة بيرسون من خلال برنامج SPSS 26، وبلغ ثبات الاختبار ٠,٩٦٦، وهو دال إحصائياً عند مستوى ٠,٠١ مما يوضح أنه على درجة مرتفعة من الثبات.

• حساب الزمن المناسب للإجابة عن أسئلة الاختبار:

تم حساب متوسط الأزمنة التي استغرقها كل فرد من أفراد المجموعة الاستطلاعية للتوصل إلى الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار وكان ٥٥ دقيقة، وبإضافة خمس دقائق لقراءة تعليمات الاختبار يكون الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة الاختبار ٦٠ دقيقة.

• حساب معاملات السهولة والصعوبة لأسئلة الاختبار:

بناءً على نتائج تطبيق الاختبار على أفراد المجموعة الاستطلاعية تم حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات أسئلة الاختبار، وتراوحت معاملات السهولة لأسئلة الاختبار بين (٠,٣٢٠ - ٠,٥٠٠)، وتراوحت معاملات الصعوبة بين (٠,٥٠٠ - ٠,٦٨٠)، ويوضح هذا أن أسئلة الاختبار مناسبة من حيث درجة سهولتها وصعوبتها.

• حساب معاملات التمييز لأسئلة الاختبار:

تم حساب معاملات التمييز، وقد تراوحت بين (٠,٣٦٣ - ٠,٧٢٧)، مما يوضح أن الاختبار يتمتع بقدرة مناسبة على التمييز بين الطلاب الضعاف والأقوياء.

بالتأكد من صدق وثبات الاختبار وتمتع مفرداته بمعدلات سهولة وصعوبة وتمييز مناسبة، تم الاطمئنان إلى مناسبة الاختبار، وصلاحيته للاستخدام.

• المرحلة السابعة: إعداد مقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم وضبطه، وإتمام ذلك تم إتباع ما يلي:

أولاً: الاطلاع على بعض الأدبيات التي تناولت أنواع الأسئلة وشروط صياغتها، وإعداد جدول مواصفات للمقياس (سوسن شاكر مجيد، ٢٠١٤: ٢٣٩ - ٢٧٠؛ حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبد الشافي، ٢٠١٧: ٦٥ - ٨٠).

ثانياً: تحديد الهدف من المقياس؛ الذي يتمثل في تقييم الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

ثالثاً: صياغة مفردات المقياس؛ فمن خلال قائمة ببعض القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية التي يمكن تنمية الاتجاهات المناسبة نحوها لدى الطلاب معلمي العلوم، تمت صياغة المؤشرات السلوكية لعبارات المقياس صياغة إجرائية؛ وقد تضمن المقياس ٣٢ عبارة، على أن يتم تدوين الاستجابات بوضع علامة (✓) أسفل الخانة التي توضح الاتجاه (موافق - محايد - غير موافق) نحو العبارة، ويتم تقييم الطالب معلم العلوم بدرجة واحدة في حالة الاستجابة بغير موافق، ودرجتين في حالة الاستجابة بمحايد، وثلاث درجات في حالة الاستجابة بالاستجابة بموافق، وذلك للعبارات الإيجابية، أما في حالة العبارات السلبية، فيقيم الطالب معلم العلوم بدرجة واحدة في حالة الاستجابة بموافق، ودرجتين في حالة الاستجابة بمحايد، وثلاث درجات في حالة الاستجابة بغير موافق؛ وذلك لكل مؤشر سلوكي، بإجمالي ٩٦ درجة للمقياس ككل.

« رابعاً: تحديد وصياغة تعليمات المقياس لإرشاد معلم العلوم لكيفية الاستجابة لعباراته.

« خامساً: ضبط المقياس؛ وذلك عن طريق حساب صدقه وثباته كالتالي:

• حساب صدق المقياس:

للتأكد من صدق المقياس تمّ استخدام أسلوب صدق المحكمين (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ٨٠ - ٨١)؛ حيث تمّ عرض استطلاع رأي حول صلاحية المقياس في تقييم الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم على مجموعة من السادة المحكمين، وطلب منهم إبداء الرأي حول مدى سلامة الصياغة اللغوية لعبارات المقياس - مدى مناسبتها للطلاب معلمي العلوم - مدى مناسبتها لقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم - حذف أو تعديل أو إضافة أي عبارات للمقياس (ملحق ٢٠)، وقد وافق معظمهم على مناسبة مواقف المقياس لتقييم الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، وتمّ حساب متوسط موافقات السادة المحكمين لكل موقف من المواقف المستخدمة بالمقياس، ولم تقل نسبة الموافقة على أي موقف عن ٨٥٪، ثم تمّ حساب متوسط موافقاتهم على المقياس بشكل عام وبلغ ٩٧,٣٪.

« سادساً: تعديل المقياس في ضوء توجيهات السادة المحكمين؛ حيث تمّ اختصار العبارات حتى لا توهي باستجابة بعينها.

« سابعاً: التوصل إلى الصورة النهائية لمقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (ملحق ٢١).

« ثامناً: إعداد مفتاح تصحيح مقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (ملحق ٢٢).

• حساب ثبات المقياس:

تم استخدام طريقة إعادة تطبيق المقياس لحساب الثبات؛ حيث تمّ تطبيق المقياس يوم الأحد ١٢/١/٢٠٢٤م على مجموعة استطلاعية من الطلاب معلمي العلوم قوامها ٤٠ طالب وطالبة من غير مجموعة البحث، ثم تمّ تطبيق نفس المقياس عليهم مرة أخرى بعد فترة زمنية قدرها ثلاثة أسابيع؛ يوم الأحد ١٢/٢٢/٢٠٢٤م في نفس توقيت التطبيق الأول وفي نفس اليوم لضمان أن يكون الطلاب في نفس الحالة والظروف تقريباً، وقد تمّ حساب الثبات باستخدام معادلة بيرسون من خلال برنامج SPSS 26، وبلغ ثبات المقياس ٠,٩٦٩، وهو دال إحصائياً عند مستوى ٠,٠١ مما يوضح أنه على درجة مرتفعة من الثبات.

• حساب الزمن المناسب للإجابة عن المقياس:

تم حساب متوسط الأزمنة التي استغرقها كل فرد من أفراد المجموعة الاستطلاعية للتوصل إلى الزمن الملائم للإجابة على المقياس وكان ٢٠ دقيقة، وبإضافة خمس دقائق لقراءة تعليمات المقياس يكون الزمن الملائم للإجابة عن أسئلة المقياس ٢٥ دقيقة.

بالتأكد من صدق وثبات المقياس، تم الاطمئنان إلى مناسبته وصلاحيته للاستخدام.

• المرحلة الثامنة: تنفيذ تجربة البحث:

تم تنفيذ تجربة البحث وفقاً للخطوات التالية:

«أولاً: تم اختيار مجموعة البحث من طلاب الفرقة الرابعة عام تخصص (علوم بيولوجية وجيولوجية، وكيمياء، وفيزياء) من كلية التربية بقنا الذين وافقوا على الانتظام في حضور جلسات البرنامج، وتم استبعاد الطلاب الباقين لضمان التكافؤ من حيث العمر ومستوى التحصيل، كما تم استبعاد الطلاب كثيري الغياب؛ ليصبح عدد أفراد مجموعة البحث ٥٨ طالب معلم؛ بواقع ٢٩ طالب من شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية، و١٧ طالب من شعبة الكيمياء، و١٢ طالب من شعبة الفيزياء.

«ثانياً: تم تخصيص عدد ساعتين أسبوعياً لتدريس البرنامج يوم الخميس (١٢ - ٢)، وقد تم الحرص على تفرغ أفراد مجموعة البحث في نفس الموعد حتى يتم التطبيق عليهم جميعاً في نفس الموعد؛ لضمان تساوي تأثير الموعد على كل الطلاب بنفس الدرجة، وضمان عدم اختلاف الحالة الصحية والنفسية للطلاب معلمي العلوم والقائم بتدريس البرنامج بقدر الإمكان.

«ثالثاً: تخطيط جدول لتوزيع جلسات البرنامج (ملحق ١١).

«رابعاً: تطبيق أدوات البحث قبلياً على مجموعة البحث؛ وذلك يوم الخميس الموافق ٢٠٢٥/٢/١٣م حيث تم تطبيق كل من: اختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، واختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، ومقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم.

«خامساً: تدريس البرنامج المقترح باستخدام النظرية التوسعية؛ حيث يبدأ التدريس بتقديم خلاصة توفر نظرة عامة على موضوع البرنامج، ثم يتم التوسع ليتناول التعليم شرح كل جانب من جوانب الموضوع، وفي نهاية شرح كل جانب يتم تقديم ملخص لما تم تدريسه، يلي ذلك دمج شرح كل جانب مع شرح الجانب التالي وهكذا ليصل الطالب في كل عملية دمج إلى توسيع

لعملية التعليمية؛ من خلال توسيع نظرتهم للموضوع بإضافة جانب تلو الآخر، وفي نهاية الموضوع يتم تقديم تلخيص نهائي لموضوع البرنامج بالكامل يوضح بنية هذا الموضوع.

◀ سادساً: تطبيق أدوات البحث بعدياً على مجموعة البحث؛ وذلك يوم الخميس الموافق ٢٠٢٥/٤/١٠م.

◀ سابعاً: عقب انتهاء البرنامج طُلب من الطلاب معلمي العلوم، كتابة رأيهم في البرنامج، مع التأكيد عليهم بعدم كتابة الاسم حرصاً على الموضوعية، وأن يتضمن رأيهم كلا من مميزات وعيوب البرنامج.

• ملاحظات على التطبيق:

◀ حماس الطلاب المعلمين لموضوع البرنامج (التكنولوجيا الحيوية) وتطبيقاته التي عرفوا بعضها لأول مرة وفقاً لتعبيرهم.

◀ سؤال الطلاب عقب الانتهاء من تدريس البرنامج المقترح لهم عن استراتيجية التدريس التي تم التدريس لهم بها؛ لإعجابهم بها كتربويين؛ فتم شرح النظرية التوسعية سريعاً لهم وتوضيح مراحلها.

• نتائج البحث:

للتوصل لنتائج البحث تم إتباع الخطوات التالية:

• أولاً: الإجابة عن سؤال البحث الفرعي الأول؛ وهو:

• ما فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم؟

وتمت الإجابة عن سؤال البحث الفرعي الأول من خلال اختبار صحة الفرض الأول وهو: يوجد فرق دال احصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على اختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي.

وقد تم التحقق من صحة هذا الفرض بحساب قيمة "ت" للفرق بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على اختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، وتم التحقق من توافر شروط استخدام اختبار "ت" (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبد الشافي، ٢٠١٧: ١٣٧ - ١٣٩)؛ وقد تحققت تلك الشروط؛ فعدد أفراد مجموعة البحث أكبر من ٣٠؛ وبحساب الالتواء لدرجاتهم على الاختبار، بلغ (٠,٠٤٠)، و(٠,٣٩) لكل من التطبيقين القبلي والبعدي على الترتيب، مما يشير إلى اعتدالية توزيع الدرجات، ونظراً لأن المنهج المتبع في البحث الحالي هو المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي - بعدي)؛ فإن المعادلة المثلى لهذا المنهج تكون

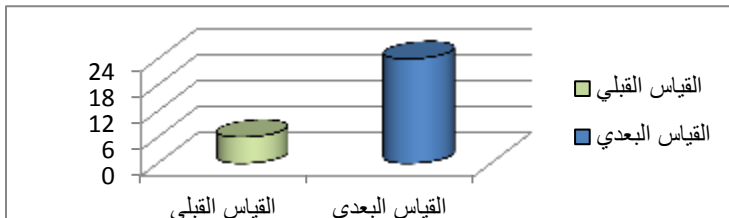
معادلة اختبار "ت" لحساب الفرق بين متوسطين مرتبطين أو لعينة واحدة (فؤاد أبوحطب وآمال صادق، ٢٠١٠: ٣٧١-٣٧٢)، ويوضح الجدول التالي النتائج التي تم التوصل إليها:

جدول (١): قيمة "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدى لاختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للتطبيق) $n=58$

القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا (η^2)	حجم التأثير	درجة الحرية	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠.٠١
قبلي	٦.٠٦٩	٥.٠٧٤	٣٩.٠١٧	٠.٩٦٣	١٠.٣٨٦	٥٧	٢.٦٦٠
بعدى	٢٣.٩٣١	٥.١٩٧					

◀ يلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠.٠١)؛ مما يعني وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدى لاختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للتطبيق) لصالح التطبيق البعدى عند مستوى دلالة (٠.٠١).

◀ قيمة مربع معامل إيتا (η^2) للمعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم بلغت (٠.٩٦٣)؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) يسهم بنسبة (٩٦.٣%) من التباين الكلي في المتغير التابع (المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية)، ومن خلال قيمة مربع معامل إيتا تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المفسر في المتغير التابع (المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية)، التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بيانياً:



شكل (١): شكل بياني يوضح الفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدى لاختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للتطبيق)

وللتأكد من كل عملية عقلية من عمليات تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية، تم حساب قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط

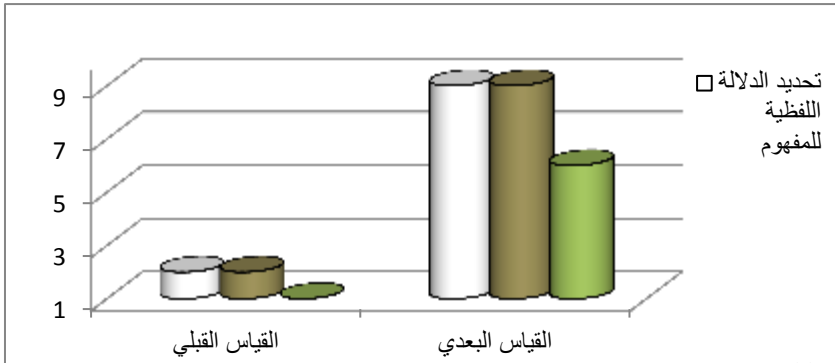
درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لكل عملية عقلية من عمليات تنمية مفاهيم التكنولوجيا الحيوية؛ كما يتضح من الجدول التالي:

جدول (٢): قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لكل عملية عقلية من عمليات تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم
 $n = 58$ درجة الحرية = ٥٧

العمليات العقلية لتنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية	القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا (η^2)	حجم التأثير	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
تحديد الدلالة اللفظية للمفهوم	قبلي	٢,٤٤٨	١,٩٧٥	٣٥,٤٥٥	٠,٩٥٦	٩,٣٥٨	٢,٦٦٠
	بعدي	٨,٧٢٤	١,٧٩٤				
تمييز المفهوم من بين غيره من المفاهيم	قبلي	٢,٤٦٥	١,٨٧٥	٣٥,٤٧٨	٠,٩٥٦	٩,٣٥٨	
	بعدي	٨,٧٥٨	١,٩٥٨				
تعميم المفهوم على أمثلة جديدة	قبلي	١,١٥٥	١,٣٤٨	٣١,٧٢٧	٠,٩٤٦	٨,٣٨٣	
	بعدي	٦,٤٤٨	١,٦٣٤				

«يلاحظ من الجدول السابق أن قيم "ت" المحسوبة لكل عملية عقلية من عمليات تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم أكبر من قيم "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١)، ويثبت صحة الفرض الأول.

«تراوحت قيم مربع معامل إيتا (η^2) لكل عملية عقلية من عمليات تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم بين (٠,٩٤٦) و(٠,٩٥٦)؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) يسهم بنسب تتراوح بين (٩٤,٦٪)، و(٩٥,٦٪) من التباين الكلي في المتغير التابع (توافر المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم)، ومن خلال قيم مربع معامل إيتا المقابلة لتوافر كل عملية عقلية من عمليات تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المفسر في المتغير التابع (توافر المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم)، التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بيانياً:



شكل (٢): شكل بياني يوضح الفرق بين درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لكل عملية عقلية من عمليات تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم

• حساب فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم:

يمكن التأكد من مدى برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، بحساب الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة البحث على اختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم باستخدام معادلة بليك (حضي إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي، ٢٠١٧: ١٥٧-١٥٩)، كالتالي:

جدول (٣): الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة البحث على اختبار المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم

العمليات العقلية لتنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية	القياس	متوسط الدرجات	النهاية العظمى	الكسب المعدل	دلالة الكسب المعدل
تحديد الدلالة اللفظية للمفهوم	قبلي	٢,٤٤٨	١١	١,٣٠٣	دال احصائياً
	بعدي	٨,٧٢٤			
تمييز المفهوم من بين غيره من المفاهيم	قبلي	٢,٤٦٥	١١	١,٣٠٩	
	بعدي	٨,٧٥٨			
تعميم المفهوم على أمثلة جديدة	قبلي	١,١٥٥	٨	١,٤٣٤	
	بعدي	٦,٤٤٨			
الاختبار كامل	قبلي	٦,٠٦٩	٣٠	١,٣٤١	
	بعدي	٢٣,٩٣١			

يلاحظ من الجدول السابق أن قيم الكسب المعدل لكل عملية من العمليات العقلية لتنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم وللاختبار بأكمله مرتفعة، وتقع في المدى الذي حدده بليك (١: ٢)، وتدل هذه القيمة على فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، مما يثبت صحة الفرض الأول.

• ثانياً: الإجابة على سؤال البحث الثاني: وهو: ما فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم؟ تمت الإجابة على سؤال البحث الثاني من خلال اختبار صحة الفرض الثاني وهو:

يوجد فرق دال احصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على اختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي.

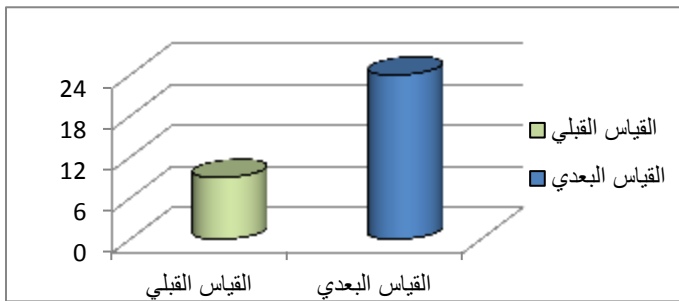
وقد تم التحقق من صحة هذا الفرض بحساب قيمة "ت" للفرق بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على اختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، وتم التحقق من توافر شروط استخدام اختبار "ت"، وقد تحققت تلك الشروط؛ فعدد أفراد مجموعة البحث أكبر من ٣٠؛ وبحساب الالتواء لدرجات أفراد المجموعة على الاختبار، بلغ (٠,١٩)، و (٠,١٨) لكل من التطبيقين القبلي والبعدي على الترتيب، مما يشير إلى اعتدالية توزيع الدرجات، ونظراً لأن التصميم التجريبي المتبع في البحث الحالي هو تصميم المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي - بعدي)؛ فإن المعادلة المثلى لهذا المنهج تكون معادلة اختبار "ت" لحساب الفرق بين متوسطين مرتبطين أو لعينة واحدة (فؤاد أبوحطب وآمال صادق، ٢٠١٠: ٣٧١-٣٧٢؛ حضني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبد الشافي، ٢٠١٧: ١٤٤ - ١٤٦)، ويوضح الجدول التالي النتائج كما يلي:

جدول (٤): قيمة "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للاختبار) ن=٥٨

القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا (٢) (٢)	حجم التأثير	درجة الحرية	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
قبلي	٩,٣٤	٥,٣٠٧	٣٣,٢٢٣	٠,٩٥٠	٨,٨٢٣	٥٧	٢,٦٦٠
بعدي	٢٣,٩٦٥	٥,٧١٢					

«يلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة ببعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للاختبار) لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١).

« قيمة مربع معامل إيتا (η^2) للمعرفة ببعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للاختبار) بلغت (٠,٩٥٠)؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) يُسهم بنسبة (٩٥,٠٪) من التباين الكلي في المتغير التابع (المعرفة ببعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية)، ومن خلال قيمة مربع معامل إيتا تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المفسر في المتغير التابع (المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية) التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بيانياً:



شكل (٣): شكل بياني يوضح الفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للاختبار)

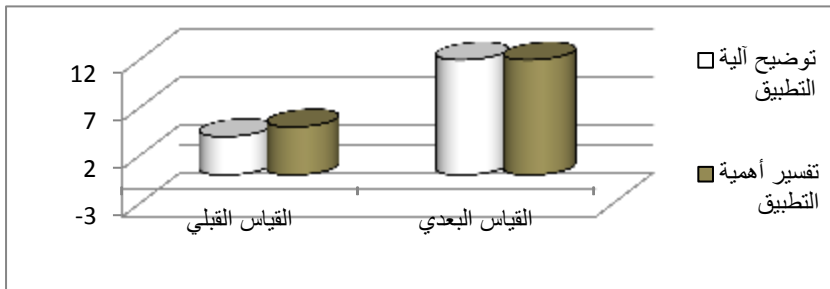
وللتأكد من المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم تم حساب قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لكل عملية من عمليتي تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية؛ كما يتضح من خلال الجدول التالي:

جدول (٥): قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لكل عملية من عمليتي تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم
 $n = ٥٨$ درجة الحرية = ٥٧

عملية تنميتة المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية	القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا (η2)	حجم التأثير	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
تفسير أهمية التطبيق	قبلي	٤,٦٠٣	٢,٩٨٤	٢٤,٨٠٤	٠,٩١٥	٦,٥٧٣	٢,٦٦٠
	بعدي	١١,٨٦٢	٢,٨٧٤				
توضيح آلية التطبيق	قبلي	٤,٤٣١	٢,٦٥٦	٢٧,٣١٨	٠,٩٢٩	٧,٢٤٤	
	بعدي	١٢,١٠٣	٣,١٩٩				

« يلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة لكل من عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١)، ويثبت صحة الفرض الثاني.

« بلغت قيمتي مربع معامل إيتا (η^2) لعمليتي توضيح آلية وتفسير أهمية تطبيقات التكنولوجيا الحيوية (٠,٩١٥)، و(٠,٩٢٩) بالترتيب؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) يسهم بنسبة (٩١,٥%)، و(٩٢,٩%) من التباين الكلي في المتغير التابع (توافر عمليتي تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية)، ومن خلال قيمتي مربع معامل إيتا المقابلة لكل من عمليتي تنمية المعرفة ببعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المفسر في المتغير التابع (توافر عمليتي تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية)، التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بانيًا:



شكل (٤): شكل بياني يوضح الفرق بين درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لكل عملية من عمليتي تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم

• حساب فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم:

تم التأكد من فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، بحساب الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة البحث على اختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم باستخدام معادلة بليك (حفني إسماعيل محمد ومحمد حسن عبد الشافي، ٢٠١٧: ١٥٧ - ١٥٩)، كالتالي:

جدول (٦): الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة البحث على اختبار المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم

عمليتى تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية	القياس	متوسط الدرجات	النهاية العظمى	الكسب المعدل	دلالة الكسب المعدل
تفسير أهمية التطبيق	قبلى	٤,٦٠٣	١٥	١,١٨١	دال احصائياً
	بعدي	١١,٨٦٢			
توضيح آلية التطبيق	قبلى	٤,٤٣١	١٥	١,٢٣٦	
	بعدي	١٢,١٠٣			
الاختبار كامل	قبلى	٩,٠٣٤	٣٠	١,٢٠٩	
	بعدي	٢٣,٩٦٥			

يُلاحظ من الجدول السابق أن قيم الكسب المعدل لكل من عمليتي تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية وللاختبار بأكمله مرتفعة، وتقع في المدى الذي حدده بليك (١: ٢)، وتدل هذه القيمة على فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، مما يثبت صحة الفرض الثاني.

• ثالثاً: الإجابة على سؤال البحث الثالث؛ وهو:

• ما فاعلية برنامج مقترح قائم على النظرية التوسعية في تنمية الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم؟

وتمت الإجابة على سؤال البحث الثالث من خلال اختبار صحة الفرض الثالث وهو:

يوجد فرق دال احصائياً بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على مقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي.

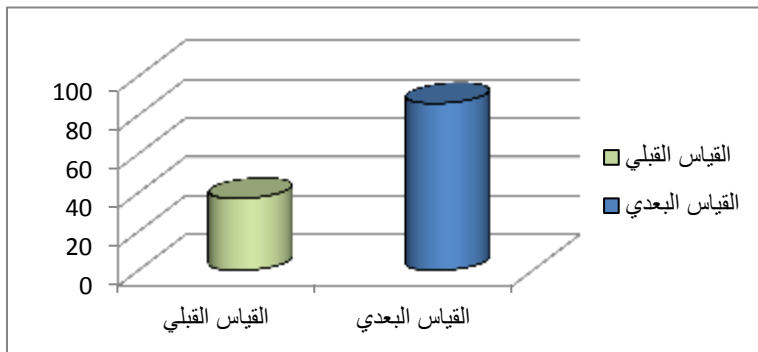
وقد تم التحقق من صحة هذا الفرض بحساب قيمة "ت" للفرق بين الأداء القبلي والبعدي لمجموعة البحث على مقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، وتم التحقق من توافر شروط استخدام اختبار "ت"، وقد تحققت تلك الشروط؛ فعدد أفراد مجموعة البحث أكبر من ٣٠؛ وبحساب الالتواء لدرجات أفراد المجموعة على المقياس، بلغ (٠,٠٤١)، و(٠,٠٣٤) لكل من التطبيقين القبلي والبعدي على الترتيب، مما يشير إلى اعتدالية توزيع الدرجات، ونظراً لأن المنهج المتبع في البحث الحالي هو المنهج شبه التجريبي (تصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي - بعدي)؛ فإن المعادلة المثلى لهذا المنهج هي معادلة اختبار "ت" لحساب الفرق بين متوسطين مرتبطتين أو لعينة واحدة، وتوضح النتائج من الجدول التالي:

جدول (٧): قيمة "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدى لمقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للاختبار) $n=58$

القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	معامل إيتا مربع (η^2)	حجم التأثير	درجة الحرية	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
قبلي	٣٧,٠٦٩	٤,٩٣٤	٧٨,٩٣٨	٠,٩٩	١٩,٨٩	٥٧	٢,٦٦٠
بعدي	٨٧,٠٦٩	٦,٠٥٤					

«يلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدى لمقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للاختبار) لصالح التطبيق البعدى عند مستوى دلالة (٠,٠١).

«قيمة مربع معامل إيتا (η^2) للاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم بلغت (٠,٩٩)؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) يسهم بنسبة (٩٩%) من التباين الكلي في المتغير التابع (الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية)، ومن خلال قيمة مربع معامل إيتا تم حساب حجم التأثير كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المفسر في المتغير التابع (الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية) التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) مرتفعة، ويتضح ذلك بياناً كالتالي:



شكل (٥): شكل بياني يوضح الفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدى لمقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (الدرجة الكلية للاختبار)

وللتأكد من الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، تم حساب قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (لكل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية)؛ كما يتضح من خلال الجدول التالي:

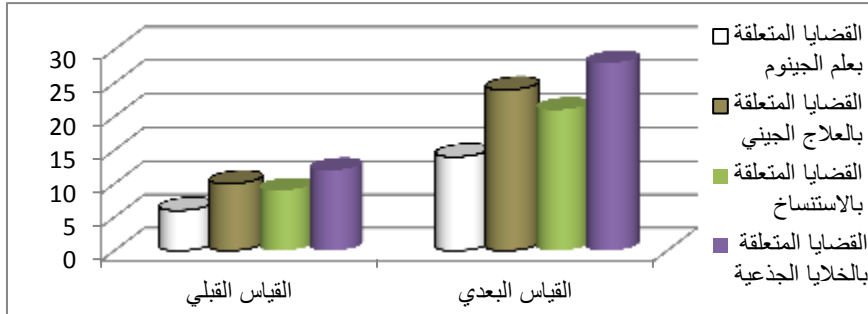
جدول (٨): قيم "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو كل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم
 $n=58$ درجة الحرية = ٥٧

القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية	القياس	متوسط الدرجات	الانحراف المعياري	"ت" المحسوبة	مربع معامل إيتا (η2)	حجم التأثير	"ت" الجدولية عند مستوى دلالة ٠,٠١
القضايا المتعلقة بعلم الجينوم القضايا المتعلقة بالعلاج الجيني القضايا المتعلقة بالاستنساخ القضايا المتعلقة بالخلايا الجذعية	قبلي	٥,٩٦٥	٠,٩٥٤	٦٣,٥٠٩	٠,٩٨٦	١٦,٨٢٢	٢,٦٦٠
	بعدي	١٣,٧٠٦	٠,٩٩١				
	قبلي	١٠,١٠٣	١,٣٢٠	٦٦,١١٩	٠,٩٨٧	١٧,٤٢١	
	بعدي	٢٣,٥١٧	٢,٠٧٩				
	قبلي	٩,١٠٣	١,١٣٤	٦٠,٦٣٨	٠,٩٨٤	١٥,٧٣٨	
	بعدي	٢٠,٨٢٧	١,٩٩٢				
	قبلي	١١,٨٩٦	١,٧٩٣	٧٥,٢٥٥	٠,٩٩٠	١٩,٨٩٠	
	بعدي	٢٨,٠٠٠	١,٧٠٦				

يُلاحظ من الجدول السابق أن قيمة "ت" المحسوبة للاتجاه نحو كل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١)؛ مما يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١)، ويثبت صحة الفرض الثالث.

قيمة مربع معامل إيتا (η^2) للاتجاهات المناسبة نحو كل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم تراوحت بين (٠,٩٨٤)، و(٠,٩٩٠) بالترتيب؛ مما يشير إلى أن المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) يُسهم بنسبة (٩٨,٤٪)، و(٩٩,٠٪) من التباين الكلي في المتغير التابع (توافر الاتجاهات المناسبة نحو كل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية)، ومن خلال قيم مربع معامل إيتا المقابلة لكل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية تم حساب حجم التأثير

كما هو موضح بالجدول السابق، وكان مرتفعاً (أكبر من واحد)؛ مما يدل على أن نسبة التباين المفسر في المتغير التابع (توافر الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية)، التي ترجع إلى تأثير المتغير المستقل (البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية) مرتفعة، ويوضح الشكل التالي تلك النتائج بيانياً:



شكل (٦): شكل بياني يوضح الفرق بين درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو كل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم

• حساب فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية في تنمية الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم:

يمكن التأكد من مدى فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية في تنمية الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، من خلال حساب الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة البحث على مقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم باستخدام معادلة بليك (حضي إسماعيل محمد ومحمد حسن عبد الشافي، ٢٠١٧: ١٥٧- ١٥٩)، على النحو التالي:

جدول (٩): الكسب المعدل لأداء أفراد مجموعة البحث على مقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم

القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية	القياس	متوسط الدرجات	النهاية العظمى	الكسب المعدل	دلالة الكسب المعدل
القضايا المتعلقة بعلم الجينوم	قبلي	٥,٩٦٥	١٥	١,٣٧٢	دال احصائياً
	بعدي	١٣,٧٠٦			
القضايا المتعلقة بالعلاج الجيني	قبلي	١٠,١٠٣	٢٧	١,٢٨٩	
	بعدي	٢٣,٥١٧			
القضايا المتعلقة بالاستنساخ	قبلي	٩,١٠٣	٢٤	١,٢٧٥	
	بعدي	٢٠,٨٢٧			
القضايا المتعلقة بالخلايا الجذعية	قبلي	١١,٨٩٦	٣٠	١,٤٢٥	
	بعدي	٢٨,٠٠٠			
الاختبار كامل	قبلي	٣٧,٠٦٩	٩٦	١,٣٤١	
	بعدي	٨٧,٠٦٩			

يُلاحظ من الجدول السابق أن قيم الكسب المعدل للاتجاهات المناسبة نحو كل قضية من القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، وللمقياس بأكمله مرتفعة، وتقع في المدى الذي حدده بليك (٢:١)، وتدل هذه القيمة على فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية في تنمية الاتجاهات المناسبة نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، مما يثبت صحة الفرض الثالث.

• تفسير نتائج البحث :

تشير نتائج البحث إلى فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم؛ حيث كان متوسط الدرجات التي حصل عليها أفراد مجموعة البحث في التطبيق القبلي لكل من اختباري المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية، ومقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم (٦,٠٦٩ - ٩,٠٣٤ - ٣٧,٠٦٩) على الترتيب، بينما بلغت في التطبيق البعدي لكل منها (٢٣,٩٦٥ - ٢٣,٩٣١ - ٨٧,٠٦٩) على الترتيب، وبحساب قيمة "ت" المحسوبة والجدولية للفرق بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختباري المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية، ومقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، كانت قيمة "ت" المحسوبة أكبر من قيمة "ت" الجدولية عند مستوى دلالة (٠,٠١) لكل منها؛ مما يعني وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط درجات أفراد مجموعة البحث في التطبيقين القبلي والبعدي لاختباري المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية، ومقياس الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم لصالح التطبيق البعدي عند مستوى دلالة (٠,٠١)، وهذا يتفق جزئياً مع نتائج دراسة (Onder; et al. (2022)، التي أشارت إلى أن التدريس باستخدام الأفلام التعليمية ساعد على زيادة إدراك الطلاب معلمي العلوم لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية، ويتفق جزئياً أيضاً مع دراسة فاطمة فتحي جمعة حسن؛ وآخرون (٢٠٢٢)، والتي أشارت نتائجها إلى فاعلية برنامج في التكنولوجيا الحيوية البيئية قائم على استراتيجيات الأبعاد السادسة في تنمية الوعي بالتكنولوجيا الحيوية البيئية، ودراسة (Kumnuanek, et al. (2022)، والتي أشارت إلى فاعلية وحدة إثرائية في الأخلاقيات الحيوية في تنمية التفكير الأخلاقي لدى طلاب المدارس الثانوية بشأن القضايا الأخلاقية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية.

ومن الملاحظ أن الدراسات السابقة ركز كل منها على جانب واحد فقط من جوانب التكنولوجيا الحيوية؛ فقد ركزت دراسة (Onder; et al. (2022) على تنمية إدراك الطلاب لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية فقط، بينما ركزت دراسة فاطمة فتحي جمعة حسن؛ وآخرون (٢٠٢٢) على تنمية الوعي بالتكنولوجيا الحيوية البيئية فقط ولكنها لم تتطرق لباقي أنواع التكنولوجيا الحيوية، كما أن كلتا الدراستين السابقتين لم تؤكد على تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية وقضاياها الأخلاقية وهو ما حرص عليه البحث الحالي، أما دراسة Kumnuanek et al. (2022) فقد ركزت فقط على تنمية التفكير الأخلاقي تجاه القضايا الأخلاقية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لدى طلاب المدارس الثانوية.

ومن الملاحظ أيضاً (على حد علم الباحثة) قلة الدراسات التي حاولت تنمية المعرفة بمفاهيم التكنولوجيا الحيوية، بالإضافة إلى قلة الدراسات التي حاولت تنمية الاتجاه نحو القضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية لدى الطلاب معلمي العلوم، وقلة الدراسات العربية التي تناولت تنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية في أي مرحلة دراسية وهذا ما هدف إليه البحث الحالي.

وقد ترجع فاعلية البرنامج المقترح القائم على النظرية التوسعية في تنمية المعرفة بمفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحو قضاياها الأخلاقية لدى الطلاب معلمي العلوم إلى:

- «حماس الباحثة لموضوع البحث الذي يعتبر من المجالات العلمية الشيقة، والذي انعكس على أفراد مجموعة البحث، لشعورهم بأن هذا العلم من صميم تخصصهم الدقيق والذي من الممكن أن يكون محل تساؤل من طلابهم في التربية العملية أو عند تسلمهم العمل مستقبلاً.
- «طبيعة النظرية التوسعية التي ساعدت تقدم نظرة عامة للموضوع ككل شدت انتباه الطلاب وأثارت شغفهم للتفاصيل التي تم تقديمها تبعاً مع تقديم تلخيص في نهاية كل جلسة جعلهم على إلمام كامل بما درسوا جلسة بجلسة إلى أن اختتم البرنامج بملخص للمعلومات التي تم تقديمها بالبرنامج ككل.
- «طريقة مجموعات النقاش الصغيرة التي استخدمت بالبرنامج، والتي يدور من خلالها نقاش بين الطلاب معلمي العلوم مدعم بالأدلة حول القضايا الجدلية لكل تطبيق من تطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي تضمنها البرنامج، بشكل ساعد على تكون موقف لدى كل منهم حول تلك القضايا بالقبول أو بالرفض.

« طريقة الخرائط الذهنية التي استخدمت بالبرنامج؛ حيث عُرِضَتْ في نهاية كل جلسة خريطة ذهنية توضح العلاقات بين الأفكار التي تناولتها الجلسة، كما اختِمْ البرنامج بخريطة ذهنية توضح العلاقات بين الأفكار التي تناولها البرنامج، مما ساعد على مخاطبة حاسة البصر؛ وبالتالي دعم عملية التعلم بشكل جيد لدى الطلاب؛ فأصبحت المعلومة المقدمة لهم بهذه الطريقة أكثر بقاءً وأقل نسياناً.

« الأنشطة التي تضمنها البرنامج؛ حيث طُلب في بعض الجلسات من الطلاب معلمي العلوم رسم خريطة ذهنية توضح القضايا الجدلية لإساءة استخدام بعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية التي تضمنها البرنامج، بشكل ساعد على تثبيت تلك القضايا الجدلية والآراء حولها بأذهانهم.

« خاطبت النظرية التوسعية أكثر من نمط من أنماط التعلم حيث خاطبت الطلاب ذوي النمط السمعي من خلال استماعهم لشرح المعلم لموضوعات الجلسات، واستماعهم للمناقشات التي تدور بين الطلاب والمعلم، والطلاب وبعضهم البعض عند إدارة أي مناقشة أو جلسة عصف ذهني، كما خاطبت ذوي النمط البصري من خلال النشاط الذي طلب فيه منهم في معظم الجلسات رسم خريطة ذهنية، ومن خلال عرض خرائط ذهنية تُجَمِّع معلومات كل جلسة ومعلومات البرنامج ككل، كما خاطبت النظرية ذوي النمط الاجتماعي من خلال المناقشات التي دارت في الجلسات بهدف تداول الأفكار والآراء المدعمة بالبراهين والأدلة حول القضايا الجدلية لبعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية، مما أسهم في مراعاة الفروق الفردية بين الطلاب معلمي العلوم، وساعد على زيادة فاعلية النظرية.

• توصيات البحث ومقترحاته:

• توصيات البحث:

في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها من البحث الحالي، يمكن تقديم التوصيات التالية:

« توجيه إهتمام مخططي ومنفذي برامج إعداد المعلم إلى ضرورة تضمين مقرر أكاديمي حول التكنولوجيا الحيوية يقدم للطلاب معلمي العلوم مفاهيم وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية، وبعض قضاياها الأخلاقية ذات الصلة.

« توجيه نظر مخططي برامج إعداد المعلم لأهمية استخدام النظرية التوسعية في التدريس.

« الاهتمام بتدريب المعلمون قبل الخدمة وأثنائها على استخدام النظرية التوسعية في التدريس.

• مقترحات البحث:

- في ضوء النتائج التي تمّ التوصل إليها، يمكن اقتراح إجراء البحوث التالية:
- « فاعلية برنامج مقترح قائم على المدخل التفاوضي في تنمية الوعي بالقضايا الأخلاقية للتكنولوجيا الحيوية والاتجاه نحوها لدى الطلاب معلمي العلوم.
 - « فاعلية وحدة مقترحة قائمة على استراتيجية التخيل الموجه في تنمية الوعي بالتكنولوجيا الحيوية لدى طلاب المرحلة الثانوية.
 - « فاعلية برنامج مقترح قائم على نموذج الأيدي والعقول في تدريب معلمي العلوم قبل الخدمة وأثناءها على استخدام النظرية التوسعية في التدريس.
 - « فاعلية برنامج مقترح قائم على نموذج التصميم الشامل للتعليم في تنمية الثقافة العلمية بالتكنولوجيا الحيوية لدى معلمي العلوم قبل الخدمة.

• المراجع:

• أولاً: المراجع العربية

- أكرم ياسين محمد الألوسي (٢٠٢١). التدريس: مفاهيم، أسس، نظريات، نماذج، طرائق، التخطيط، مطبعة اليسر.
- بلال عمر بدران (٢٠١٨). مستوى وعي طلبة التربية المهنية في جامعة البلقاء التطبيقية بالقضايا الأخلاقية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية في ضوء بعض المتغيرات. مجلة البحث العلمي في التربية، (١٩)، ٢٣٥-٢٤٨.
- ج. أ. هادفيلد (٢٠٢١). علم النفس والأخلاق: تحليل نفسي للخلق (محمد أبو العزم، مترجم). وكالة الصحافة العربية ناشرون. (العمل الأصلي نُشر في ١٩٥٣).
- جمال سليمان وآصف حيدر يوسف وحسنا أبوالنور (٢٠١٩). طرائق التدريس العامة. منشورات جامعة دمشق
- جميلة عيدان سهيل (٢٠١٦). أثر توظيف أنموذج راجلوث (النظرية التوسعية) في تحصيل طالبات الصف الثاني المتوسط في مادة الكيمياء. مجلة كلية التربية، الجامعة المستنصرية، (٦)، ٥١-٥٢٤.
- حفي إسماعيل محمد ومحمد حسن عبدالشافي (٢٠١٧). الإحصاء التربوي في المناهج. مكتبة الأنجلو المصرية.
- داود خليفة (٢٠٢١). التقنيات الحيوية وسؤال الأخلاق. الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والإنسانية، (٢) ١٣، ٢٦٦-٢٧٣.
- ديانا عزيز العلي وهبة سعد الدين (٢٠٢٤). دور نظرية راجلوث التوسعية في تنمية مهارات التفكير الاستقرائي لدى تلاميذ الصف السادس الأساسي في مدينة حمص. مجلة جامعة البعث، ٤٦ (١٩)، ٧٣-١١٤.
- رجا محمود أبوعلام (٢٠١١). مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية (ط٦). دار النشر للجامعات.
- سعد علي زاير وخضير عباس جري (٢٠٢٠). تصميم التعليم وتطبيقاته في العلوم الإنسانية. الدار المنهجية للنشر والتوزيع.

- سعد علي زاير وسماء تركي داخل وعمار جبار عيسى ومنير راشد فيصل ونعمة دهش فرحان (٢٠١٧). الموسوعة التعليمية المعاصرة: الجزء الثاني. دار صفاء للنشر والتوزيع.
- سوسن شاكر مجيد (٢٠١٤). أسس بناء الاختبارات والمقاييس النفسية والتربوية. مركز ديونو لتعليم التفكير.
- علاء عبد الخالق حسين المندلاوي (٢٠٢١). الوجيه في مهارات وطرائق التدريس. مكتب الأمير للطباعة والاستنساخ.
- عمر طالب الريماوي (٢٠١٧). بناء وتصميم الاختبارات والمقاييس النفسية والتربوية. الأردن: دار أمجد للنشر والتوزيع.
- فاطمة فتحي جمعة حسن؛ ومحـب محمود كامل الـرافعي؛ وأحمد راضي محمد إبراهيم (٢٠٢٢). برنامج في التقنيات الحيوية البيئية قائم على استراتيجية الأبعاد السداسية لتنمية الوعي بها ومهارات ما وراء المعرفة لدى طلاب كليات التربية. مجلة العلوم البيئية، كلية الدراسات العليا والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، ٥١(١١)، ١٠١-١٢٧.
- فؤاد أبو حطب وآمال صادق (٢٠١٠). مناهج البحث وطرق التحليل الإحصائي في العلوم النفسية والتربوية والاجتماعية. مكتبة الأنجلو المصرية.
- كحول سعودي (٢٠٢٤). البيوتكنولوجيا بين سؤال الأخلاق ورهانات العلم. مجلة رفوف، جامعة أدرار، الجزائر، ١٢(١)، ٢٠٣-٢٢٣.
- كوون د. وميتيرير ج. و. (٢٠١٩). مدخل إلى علم النفس: بوابات إلى العقل والسلوك (مفيد حواشين ومروان الزعبي ومحمد الشقيرات، مترجم). دار الفكر ناشرون وموزعون. (العمل الأصلي نُشر في ٢٠١٣).
- ماجد أيوب القيسي (٢٠١٨). المناهج وطرائق التدريس. دار أمجد للنشر والتوزيع.
- محمد عبدالرازق عوض شمه (٢٠١٥)، برنامج للتعليم المدمج وفق نموذج ريجلوت التوسعي لتنمية مهارات الاتصال والتحصيل المعرفي لدى طلاب الجامعة. دراسات في المناهج وطرق التدريس، جامعة عين شمس (٢٠٧)، ١٥٥-١٥٩.
- محمد كمال محمد عبد الحميد و زبيدة محمد قرني و عبدالسلام مصطفى عبدالسلام (٢٠٢٠). فعالية استخدام نموذج التعلم الموسع في تنمية مهارات التفكير في مادة الفيزياء لدى طلاب الصف الأول الثانوي. دراسات عربية في التربية وعلم النفس، رابطة التربويين العرب، (٧١)، ٣٣٧-٣٦٠.
- مصطفى عبد السميع محمد وسهير محمد حوالة (٢٠٢٢). إعداد المعلم: تنميته وتدريبه (ط٢). دار الفكر ناشرون وموزعون.
- منذر مبدر عبدالكريم العباسي و وصفي محمد كاظم التميمي (٢٠١٩). التصميم التعليمي بين النظرية والتطبيق. دار غيداء للنشر والتوزيع.
- منير علي الجنزوري (٢٠١٨). التكنولوجيا الحيوية: آفاق مستقبلية. الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- ميشيل عبد المسيح عوض وعصام محمد عبده خطاب ومحمد فرج مصطفى السيد (٢٠٢٣). الثورة الصناعية الرابعة: تطبيقات رقمية، خدمات ذكية (ج٢). المعرفة الالمحدودة للنشر والتوزيع.
- نورالدين رحموني (٢٠٢١). كرامة الإنسان والممارسات البيوطبية والبيوتكنولوجية المعاصرة. مجلة المقدمة للدراسات الإنسانية والاجتماعية، ٦(١)، ٢١٩-٢٣٠.

- Acarli, D., S. (2016). Determining prospective biology teachers' cognitive structure in terms of biotechnology. *Journal of Baltic Science Education*, 15(4), 494- 505.
- Alanazi, F., H. (2021). Saudi students' and science teachers' knowledge of and attitudes towards biotechnology. *Journal of Biological Education*, 57(1). 196- 213.
- Alkaya, N., & Aydogdu, C. (2023). Biotechnology literacy levels and biotechnology knowledge of prospective science teachers'. *Journal of the Buca Faculty of Education*, (58), 2879- 2904.
- Aransiola, S., A.; Victor-Ekwebelem, O.; Ikhumetse, A., A. & Abioye, O., P. (2021). Challenges and future prospects of biotechnology. In N., R., Maddela & L., C., Garcia (Eds), *Innovation in Biotechnology for a Sustainable Future* (pp. 429-438). Springer.
- Aydin, S. & Cetin, K. (2020). Science and classroom teacher candidates' knowledge and attitudes about biotechnology. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches (IJETSAR)*, 5(11), 631- 656.
- Blanchard, P., N. & Thacker, J., W. (2019). *Effective training systems, strategies, and practices* (6th ed.). Chicago Business Press.
- Destini, R. (2022). The effect of elaboration learning model on physics learning outcomes in high school students. *Electronic Research Journal of Social Sciences and Humanities*, 4(1), 32- 39.
- Dubey, R., C. (2021). *A textbook of biotechnology* (5th ed.). S. Chand Publishing.
- Elladora, S., T.; Gaylan, E., G.; Taneo, J., K.; Callanga, C., H.; Becbec, J.; Bercero, G., I.; Piloton- Narca, M. & Picardal, M., T. (2024). Challenges in teaching biotechnology in the Philippine STE program. *International Journal of learning, Teaching and Educational Research*, 23(3), 367- 389.
- Fisher, G. & Aguinis, H. (2017). Using theory elaboration to make theoretical advancements. *Organizational Research Methods*, 20(3), 438-464.

- Ghahari, S.; Ghahari, S.; Ghahari, S.; Nematzadeh, G., A. & Sarma, H. (2021). Environmental biotechnology: Toward a sustainable future. In. S., J., Joshi, A., Deshmukh & H., Sarma (Eds), *Biotechnology for Sustainable Environment* (pp. 1-31). Springer.
- Jr, J., F. (2019). *Interface development for learning environments: Establishing connections between users and learning*. Springer International Publishing.
- Kalkan, B. (2021). Reading the narrative structures in education videos and science communication for the new learner in the age of transhumanism. In. G., Kurubacak-Meric & S., Sisma-Ugur (Eds), *Improving scientific communication for lifelong learners* (pp. 220-239). IGI Global.
- Khan, F., A. (2020). *Biotechnology fundamentals* (3rd ed.). Taylor & Francis Group.
- Kumnuanek, O.; Aranyawat, U. & Pongsopon, P. (2022). Study of students' moral reasoning on modern biotechnology applications using bioethics for informed decision modules, *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 511- 524.
- Li, R. & Ma, Y. (2024). Knowledge and attitudes towards biotechnology in STEM education as an indicator of scientific literacy. *Journal of Baltic Science Education*, 23(1), 76- 89.
- Martin, D., K.; Vicente, O.; Beccari, T.; Kellermayer, M.; Koller, M.; Lal, R.; Marks, R., S.; Marova, I.; Mechler, A.; Tapaloaga, D.; Znidarsic-Plazl, P. & Dundar, M. (2021). A brief overview of global biotechnology. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35(1), 5-14.
- Morrison, G., R.; Ross, S., M.; Morrison, J., R. & Kalman, H., k. (2019). *Designing effective instruction* (8th ed.). Wiley.
- Onder, A., N.; Yildirim, E., G. & Onder, I. (2022). The impact of teaching via educational films on science teacher candidates' perceptions of biotechnology applications. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 15(1), 467- 485.

- Praetorius, A. & Charalambos, Ch., Y. (2023). Where are we on theorizing teaching: A literature overview In. A., Praetorius & Ch., Y., Charalambos (Eds), *Theorizing teaching: Current status and open issues* (pp. 1-22). Springer.
- Priawasana, E.; Degeng, I., N.; Utaya, S. & Kuswandi, D. (2020). An experimental analysis on the impact of elaboration learning on learning achievement and critical thinking. *Universal Journal of Educational Research*, 8(7), 3274-3279
- Ranjit, P.; Varma, Ch., A., Sh., L.; Maddela, N., R. & Reddy, K., V. (2021). Biotechnology of twenty-first century. In. N., R., Maddela & L., C., Garcia (Eds), *Innovation in Biotechnology for a Sustainable Future* (pp. 17- 44). Springer.
- Reigeluth, Ch., M. (2023). Formative design in the holistic 4D model. In. B., Hokanson; M., Schmidt; M., E., Exter; A., A., Tawfik & Y., Earnshaw (Eds), *Formative Design in Learning* (pp. 13- 24). Springer.
- Reigeluth, Ch., M. & Merrill, M., D. (1980). The elaboration theory of instruction: A model for sequencing and synthesizing instruction. *Instructional Science*, 9, 195- 219.
- Zama, M., A. & Endeley, M., N. (2023). *General pedagogy: A guide to effective teaching*. Spears Books.

