جامعة المنصورة
كلية التربية

فاعلية تصميم نمطين لممارسة الأنشطة التفاعلية ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق في العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية

إعداد

د/ باسم محمد عبده الجندي
مدرس تكنولوجيا التعليم والمعلومات
بكلية التربية بنين بالقاهرة جامعة الأزهر

د/ محمد عبد الرحمن عبد الرازق إسماعيل
مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم
بكلية التربية بنين بالقاهرة جامعة الأزهر

مجلة كلية التربية – جامعة المنصورة
العدد ١٢٩ – يناير ٢٠٢٥م

فاعلية تصميم نمطين لممارسة الأنشطة التفاعلية ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق في العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية

د/ باسم محمد عبده الجندي[١] د/ محمد عبد الرحمن عبد الرازق إسماعيل[٢]

المستخلص:

استهدف البحث الحالي الكشف عن فاعلية تصميم نمطين لممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة/ الاستكشافية) داخل بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم. وتم اتباع المنهج شبه التجريبي وفق تصميم المجموعات الثلاث (تجريبيتان وضابطة) مع التطبيق القبلي والبعدي؛ حيث تكونت عينة البحث من(٩٤) تلميذة تم توزيع المعالجات عليهن عشوائيا؛ حيث درست المجموعة التجريبية الأولى (٣٣ تلميذة) باستخدام نمط الأنشطة الموجهة، والمجموعة التجريبية الثانية (٣١ تلميذة) درست وفق نمط الأنشطة الاستكشافية، بينما ضمت المجموعة الضابطة (٣٠ تلميذة) ودرست بالطريقة المعتادة. وتمثلت أداتا القياس في مقياس الوعي بالتغيرات المناخية، واختبار الفهم العميق في وحدة الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض(من إعداد الباحثان)، مع التحقق من صدق وثبات درجاتهما، وتطبيقهما قبليًا وبعديًا. وقد كشفت النتائج عن وجود فروق دالة إحصائيًا لصالح المجموعتين التجريبيتين مقارنة بالمجموعة الضابطة في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق في العلوم، كما أظهرت النتائج أيضاً تفوق نمط الأنشطة الموجهة على النمط الاستكشافي في تحقيق هذين المتغيرين. وفي ضوء هذه النتائج يوصي الباحثان بأهمية توظيف البيئات الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تدريس العلوم، وتدريب المعلمين على تصميم أنشطة تفاعلية موجهة واستكشافية تراعي الفروق الفردية وتدعم الفهم العميق والوعي بالتغيرات المناخية لدى التلاميذ.

الكلمات المفتاحية: بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، الأنشطة الموجهة، الأنشطة الاستقصائية، الوعي بالتغيرات المناخية، الفهم العميق، تعليم العلوم.

---

[١] مدرس تكنولوجيا التعليم والمعلومات بكلية التربية بنين بالقاهرة جامعة الأزهر.

البريد الالكتروني: Basemelgendy839.el@azhar.edu.eg

[٢] مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم بكلية التربية بنين بالقاهرة جامعة الأزهر.

البريد الالكتروني: mohamed.ismaeil87@azhar.edu.eg

The Effectiveness of Designing Two Patterns for Practicing Interactive Activities within a 3D Virtual Learning Environment on Developing Climate Change Awareness and Deep Understanding in Science among Azhar Preparatory Stage Students

Basem Mohamed Abdo El-Gendy [1], Mohamed Abdelrahman Abdelrazek[2]
[1] Lecturer of Educational Technology and Information, Faculty of Education for Boys, Al-Azhar University – Cairo.
[2] Lecturer of Science Curriculum and Instruction, Faculty of Education for Boys, Al-Azhar University – Cairo.
[1]Email: Basemelgendy839.el@azhar.edu.eg
[2]Email: mohamed.ismaeil87@azhar.edu.eg

ABSTRACT:

The present study aimed to investigate the effectiveness of designing two patterns for practicing interactive activities (guided/exploratory) within a 3D virtual learning environment in developing climate change awareness and deep understanding among second-year preparatory Azhar students in science. The study employed a quasi-experimental design using three groups (two experimental and one control) with pre- and post-testing. The research sample consisted of 94 female students who were randomly assigned to the treatments: the first experimental group (33 students) studied using the guided activities pattern; the second experimental group (31 students) studied through the exploratory activities pattern; while the control group (30 students) studied using the conventional method. The measurement tools consisted of a Climate Change Awareness Scale and a Deep Understanding Test related to the "Atmosphere and Protecting Planet Earth" unit (developed by the researchers), whose validity and reliability were verified and then administered pre- and post-experiment. The results revealed statistically significant differences in favor of the two experimental groups compared to the control group in developing climate change awareness and deep understanding in science. The findings also showed that the guided activities pattern outperformed the exploratory pattern in achieving both variables. In light of these results, the researchers recommend integrating 3D virtual learning environments into science teaching and training teachers to design guided and exploratory interactive activities that consider students' individual differences and promote deep understanding and climate change awareness.

Keywords: 3D Virtual Learning Environments, Guided Activities, Exploratory Activities, Climate Change Awareness, Deep Understanding, Science Education.

المقدمة والخلفية النظرية للبحث:

شهد العالم المعاصر طفرة نوعية في مجالي المعرفة والتكنولوجيا، نتج عنها تحولات جذرية طالت شتى مجالات الحياة، وكان التعليم من أبرز الميادين التي تأثرت بعمق بهذه التحولات. فقد أصبح من الضروري إعادة النظر في الممارسات التعليمية التقليدية، وتبني مقاربات واستراتيجيات تعليمية حديثة تستجيب لمتطلبات متعلم القرن الحادي والعشرين، ذلك المتعلم الذي بات يتفاعل مع البيئة الرقمية بشكل يومي، ويعتمد على التقنيات الرقمية في بناء معارفه وتنمية مهاراته. وفي ضوء هذا التحول الرقمي، برزت بيئات التعلم الافتراضية كأحد الاتجاهات الرائدة في تطوير العملية التعليمية، لما تتيحه من إمكانيات تفاعلية متنوعة تسهم في إعادة تشكيل ملامح التعليم من خلال كسر القيود الزمانية والمكانية، وتوفير محتوى تعليمي غني يعتمد على الوسائط المتعددة، ويعزز من فرص التعلم الذاتي والتشاركي.

وتُعرف بيئات التعلم الافتراضية (Virtual Learning Environments - VLEs) بأنها نظم تعليمية رقمية متكاملة تتيح للمتعلمين التفاعل مع المحتوى والمعلم والزملاء من خلال منصات إلكترونية تدمج بين الأدوات التقنية والأنشطة التعليمية المصممة بصورة تفاعلية. وتتميز هذه البيئات بقدرتها على دعم التعلم الذاتي والتعاوني، من خلال ما توفره من أدوات متعددة كغرف النقاش التفاعلية، والمحاكاة الافتراضية، والفيديوهات التعليمية، والاختبارات الإلكترونية، وغيرها. وقد أشار (فهد العنزي، ٢٠٢١)[1] إلى أن هذه البيئات تمثل خيارًا تربويًا فعالًا لتقديم المحتوى وتنفيذ الأنشطة التعليمية بصورة تفاعلية تدعم الفروق الفردية وتلبي احتياجات المتعلمين المختلفة.

وتجاوزت بيئات التعلم الافتراضية في وقتنا الراهن كونها أداة تقنية داعمة إلى أن أصبحت ضرورة تربوية وفكرية تعكس تطورًا في فلسفة التعليم ذاته. فلم تعد العملية التعليمية محصورة في جدران الفصول التقليدية، بل توسعت لتشمل بيئات تفاعلية تنقل المتعلم إلى سياقات تعليمية محاكية للواقع، يمكن من خلالها بناء المعرفة واختبارها ضمن مواقف تعليمية واقعية افتراضية، مما يساعد على الانخراط النشط في المواقف التعليمية. وقد أشار كل من (Fitrianto & Saif, 2024; Lampropoulos & Kinshuk, 2024) إلى أن هذه البيئات تعكس توجهات معاصرة مستندة إلى نظريات معرفية مثل: النظرية البنائية، ونظرية الحمل المعرفي، ونظرية التعلم

---

[1] **اتبع الباحثان توثيق دليل الجمعية الأمريكية لعلم النفس American Psychological Association المعروف اختصارًا باسم (APA) الإصدار السابع، مع مراعاة طبيعة الثقافة العربية؛ حيث تم استخدام (الاسم الأول والأخير) في توثيق الأسماء العربية داخل المتن.**

النشط، حيث يتم فيها تفعيل دور المتعلم كمشارك نشط في بناء المعرفة، من خلال تصميم أنشطة تفاعلية تسمح له بالاكتشاف والمشاركة والتقييم الذاتي.

وفي هذا السياق أشارت نتائج التحليل البعدي الذي أجراه (Jing et al., 2024) على بيانات (٤٨) دراسة علمية منشورة بين عامي (٢٠٢٠ – ٢٠٢٣)، أن بيئات التعلم الافتراضية تحقق تحسينات متوسطة إلى كبيرة في النتائج المعرفية والمهارية والانفعالية للمتعلمين، لاسيما عند توظيفها لتقنيات الواقع الافتراضي ثلاثي الأبعاد والأنشطة التفاعلية المصممة بعناية. ويعزى ذلك إلى ما تتيحه هذه البيئات من فرص للتعلم الغامر والتجريبي، والذي يعمل على تعزيز مشاركة المتعلم، وتحسين قدراته على الفهم العميق وتطبيق المعرفة في مواقف جديدة. وفي ضوء ذلك يرى (محمد خميس، ٢٠٢٠) أن بيئات التعلم الافتراضية تمثل بيئات استغراقية Immersive ذات طبيعة تفاعلية قريبة من الواقع، وتوفر للمتعلمين بيئة آمنة لتجريب المهمات التعليمية، وتتيح فرصًا لتعلم المواقف الحياتية من خلال محاكاة واقعية دقيقة. كما أنها تدعم ما يسمى بالتعلم الموقفي (Situated Learning)، حيث يتم تقديم المعرفة ضمن سياق افتراضي قريب من الحياة الواقعية، مما يعزز من فهم المتعلم للمفاهيم العلمية ويزيد من قدرته على توظيفها في مواقف الحياة المختلفة. ومن ناحية التصميم التربوي، توفر بيئات التعلم الافتراضية تنوعًا في نماذج التفاعل، إذ تُمكن المتعلم من التفاعل مع المحتوى الرقمي من جهة، ومع المعلم من جهة ثانية، ومع أقرانه من جهة ثالثة، وهو ما يدعم مبادئ التعلم النشط والتشاركي. كما أنها تتيح للمعلم حرية كبيرة في تصميم الأنشطة التعليمية بما يتلاءم مع أنماط التعلم المختلفة والفروق الفردية بين المتعلمين، الأمر الذي يعزز من فاعلية التحصيل ويوفر خبرة تعلم أكثر تخصيصًا. وفي هذا السياق، يؤكد كل من (ربيع رمود، ناهد عبد المقصود، دينا جويدة، ٢٠٢١) على أن هذه البيئات تمثل نقطة تحول في الفكر التربوي من حيث قدرتها على توفير فرص تعلم مفتوحة ومتعددة المسارات، تتسم بالمرونة والاندماج في آنٍ واحد.

وفي ضوء ما سبق، يتضح أن بيئات التعلم الافتراضية تمثل مدخلًا تعليميًا واعدًا يسهم في تطوير نواتج التعلم المتنوعة، سواء على المستوى المعرفي أو الوجداني أو المهاري، خاصة في ظل تنوع أنماط التصميم التفاعلي لهذه البيئات، وتكاملها مع توجهات التعليم المتمركز حول المتعلم. كما أن التكامل بين هذه البيئات والتقنيات الحديثة مثل الواقع الافتراضي والواقع المعزز، يسهم في تحسين جودة العملية التعليمية وتحقيق تعلم أكثر فاعلية وعمقًا.

وتنقسم بيئات التعلم الافتراضية إلى نمطين أساسيين يتميز كل منهما بدرجة مختلفة من التفاعل والانغماس الحسي والمعرفي. يتمثل النمط الأول في البيئات الانغماسية (Immersive Virtual Learning Environments)، وهي بيئات تعليمية تعتمد على تقنيات الواقع الافتراضي (Virtual Reality - VR)، حيث يتمكن المتعلم من التفاعل داخل فضاء ثلاثي الأبعاد يحاكي

الواقع بدرجة عالية من الواقعية، تجمع بين الإدراك الحسي والاستجابات السلوكية ضمن تجربة تعليمية غامرة. وقد أشار (Chen et al., 2022) إلى أن هذه البيئات تتيح للمتعلمين الانخراط الكامل في مواقف تعليمية تحاكي العالم الحقيقي، بما يسهم في تحسين إدراكهم وفهمهم للمفاهيم العلمية المجردة. كما أظهرت مراجعة منهجية أجراها (Lin et al., 2024) أن البيئات الانغماسية تسهم بشكل فاعل في تنمية البنى المعرفية المرتبطة بالوعي المكاني والمعالجة التقنية، كما تعزز من الروابط الوجدانية لدى المتعلمين، مما يدعم بقاء أثر التعلم. أما النمط الثاني، فيتمثل في البيئات شبه الانغماسية (Semi-Immersive Virtual Learning Environments)، وهي بيئات تعليمية توفر مستوىً متوسطًا من الانغماس، حيث تدمج بين التفاعل البصري والسمعي عبر تقنيات أقل تعقيدًا وكلفة من الواقع الافتراضي الكامل، دون أن تفقد فعاليتها التعليمية. وتمتاز هذه البيئات بمرونتها العالية وقابليتها للتطبيق في سياقات تعليمية متنوعة، خاصة عند محدودية الموارد. وقد بينت دراسة تجريبية أجريت على عينة من أطفال رياض الأطفال أن التعلم ضمن بيئة شبه انغماسية قد أسهم في تحسين الأداء المعرفي للأطفال بشكل ملحوظ، مما يشير إلى الأثر الإيجابي لهذا النوع من البيئات في تعزيز مهارات التفكير والإدراك في المراحل العمرية المبكرة (Vergara-Rodríguez et al., 2021).

وتستند بيئات التعلم الافتراضية كما أشار كل من (محمد خميس، ٢٠٢٠؛ Fink, Sosa, Eisenlauer & Ertl, 2023; Sulisworo, Erviana & Robiin, 2024) إلى مجموعة من النظريات التعليمية التي تشكل الإطار الفلسفي والتطبيقي لبنائها وتصميمها. من أبرز هذه النظريات نظرية التعلم الخبراتي (Experiential Learning Theory) التي تؤكد على أن التعلم هو عملية ديناميكية تنشأ من خلال التجربة النشطة، حيث يكتسب المتعلم المعرفة عبر المرور بدورة من الملاحظة، والتفكير، والتجريب، والتطبيق. وتوفر بيئات التعلم الافتراضية فرصًا تعليمية قائمة على محاكاة الواقع، تمكن المتعلم من التفاعل مع المواقف التعليمية بصورة تجريبية وتأملية في آنٍ واحد، مما يعزز من قدرته على الربط بين المفاهيم العلمية وتطبيقاتها العملية. كما تعتمد هذه البيئات على نظرية التعلم الموقفي (Situated Learning Theory) التي ترى أن المعرفة تُكتسب بفاعلية أكبر عندما تُوظف في سياق حقيقي أو مشابه للواقع، وهو ما توفره البيئات الافتراضية من خلال تصميم سيناريوهات تعلم ترتبط بسياقات الحياة العملية وتُحفّز التفاعل ضمن مجتمعات ممارسة رقمية. إلى جانب ذلك، تقوم بيئات التعلم الافتراضية على الأسس التي تقدمها النظرية البنائية (Constructivism)، والتي تؤمن بأن المتعلم يبني معرفته من خلال التفاعل النشط مع البيئة التعليمية، وتنمية المفاهيم ذاتيًا عبر الاستكشاف والتأمل. وفي هذا السياق، توفر بيئات التعلم الافتراضية بيئة تعليمية غنية تسمح للطلاب باختبار الفرضيات، وحل المشكلات، وتكوين المعرفة بأنفسهم. كما تتكامل هذه البيئات مع مبادئ نظرية الحمل المعرفي (Cognitive Load

Theory)، التي تؤكد أهمية تنظيم المحتوى التعليمي بطريقة تقلل من الضغط على الذاكرة العاملة للمتعلم، وتراعي قدرات المعالجة العقلية لدى المتعلم. وتقوم البيئات الافتراضية بدور فاعل في تفكيك المعلومات وتقديمها على مراحل في شكل مهام تعليمية قصيرة، مما يدعم الفهم دون إثقال معرفي. وأخيرًا، تنبثق بيئات التعلم الافتراضية من فلسفة التعلم النشط (Active Learning)، التي تحوّل المتعلم من متلقٍ سلبي إلى مشارك فاعل، من خلال ما تتيحه من فرص للتفاعل الذاتي، والتعبير عن الرأي، والمشاركة في مواقف تعليمية واقعية، تعزز من الوعي والفهم العميق والاستقلالية في التعلم.

ومن الركائز الأساسية ببيئات التعلم الافتراضية: الأنشطة التعليمية التفاعلية، حيث تتجاوز الأدوار التقليدية للمحتوى الرقمي لتُسهم في تحويل المواقف التعليمية إلى تجارب نشطة تستثير التفكير، وتدعم التفاعل المعرفي والاجتماعي. ويُنظر إلى هذه الأنشطة بوصفها مهامًا تعليمية مصممة لتشجيع المتعلم على التفاعل مع المحتوى، والمعلم، وزملائه، من خلال استخدام أدوات متنوعة مثل: المحاكاة، والمناقشات التعاونية، والألعاب الرقمية. وقد أكد (Pardo et al., 2016) أن دمج هذه الأنشطة في بيئات التعلم الافتراضية يُعد مؤشرًا قويًا على جودة التجربة التعليمية، حيث يرتبط التفاعل المنتظم والإيجابي بارتفاع معدلات التحصيل الأكاديمي، والاندماج المعرفي، والانخراط في التعلم. كما أظهرت مراجعات منهجية حديثة أن الطلاب الذين يتعرضون لتجارب تعلم تفاعلية في بيئات افتراضية يظهرون فهمًا أعمق، وقدرة أعلى على تطبيق المفاهيم العلمية في سياقات متنوعة (Radianti et al., 2020; Jensen & Konradsen, 2018). من جهة أخرى، تمثل هذه الأنشطة وسيلة فعالة لتفعيل مبادئ التعلم النشط، وتوسيع نطاق المشاركة الذهنية للمتعلمين. فالأنشطة التفاعلية تعزز من فاعلية الممارسة والتعليم من خلال التكرار، والمحاكاة، والاستكشاف، وهي استراتيجيات ثبت أنها تحفز التفكير التأملي، وتدعم نقل التعلم إلى مواقف حياتية واقعية (Hamilton, 2021). وفي ذات السياق أشار (أسامة هنداوي، ٢٠١٤) إلى أن الأنشطة التعليمية بمثابة تطبيق لمفهوم التعلم النشط والذي يشير إلى اشتراك المتعلم بنشاط في الموقف التعليمي، تحت إشراف المعلم من خلال ممارسة بعض المهام والتفاعل مع عناصر الموقف التعليمي، حيث يصبح المتعلم محورا لعملية التعلم ويتصف التعلم في هذه الحالة بالمنظم والهادف، لأنه يعتمد على نشاط المتعلم وليس المعلم. وقد أشار (محمد السيد، ٢٠٢٣) إلى أن الأنشطة التفاعلية من الركائز الأساسية التي تشجع على مشاركة المتعلمين الفاعلة، وتحفز التفكير النقدي، والتعلم النشط، والتعاون بين الطلاب. ويشير إلى أن التفاعل لا يُسهم فقط في تعزيز التحصيل المعرفي، بل يُسهم كذلك في تطوير المهارات الحياتية والاجتماعية؛ ومن ثم فإن تصميم أنشطة تفاعلية متنوعة داخل بيئة افتراضية يُعزز دافعية الطلاب ويجعل التعلم أكثر عمقًا وارتباطًا بسياقات الحياة الواقعية.

وفيما يتعلق بتصنيف الأنشطة التعليمية التفاعلية يلاحظ أنها تتميز بتنوع كبير في أنماطها وأساليبها، بما يعكس مرونتها العالية في تلبية أهداف التعلم، واستيعاب الفروق الفردية بين المتعلمين، ومراعاة طبيعة المحتوى التعليمي. وقد أكدت الأدبيات التربوية أن هذه الأنشطة لا تتبع نمطًا نمطيًا موحدًا، بل تتوزع على طيف واسع من التصنيفات التي تختلف وفقًا لمستوى توجيه المعلم، ودرجة استقلالية المتعلم، ومستوى التفاعل المطلوب. فوفقًا لطبيعة التنفيذ، يمكن تصنيف الأنشطة إلى فردية أو جماعية تعاونية، ووفقًا لتوقيت تقديمها إلى أنشطة قبلية، أو بعدية، أو موزعة على مدار التعلم، كما تُصنف بحسب الأهداف التعليمية إلى أنشطة تمهيدية، أو تطويرية، أو استكشافية. كذلك، يمكن تصنيفها من حيث طبيعة التفكير إلى أنشطة مغلقة النهاية تستهدف إجابة محددة، أو أنشطة مفتوحة تُحفز التفكير التأملي والإبداعي. ومن التصنيفات الجوهرية ما يتعلق بدرجة التوجيه؛ حيث تُقسم الأنشطة إلى نمطين رئيسيين: الأنشطة الموجهة (Guided Activities) التي يتم فيها تقديم الدعم المباشر والتوجيه المرحلي، والأنشطة الاستكشافية (Exploratory Activities) التي تتيح للمتعلمين مساحة أكبر من الحرية لاكتشاف المفاهيم من خلال التفاعل الذاتي في المواقف التعليمية (Yunianta et al., 2012).

وتُعد الأنشطة الاستكشافية أو الحرة (Exploratory/Discovery Activities) أحد أشكال التعلم النشط الذي يمنح المتعلم مساحة واسعة للتفاعل الحر مع بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، بهدف اكتساب المعرفة العلمية من خلال التجريب المباشر والاستقصاء الذاتي دون الاعتماد على توجيه صريح أو إرشادات مفصلة. ويستند هذا النمط إلى أُسس نظرية التعلم الاكتشافي في السياق البنائي، والتي ترى أن بناء المعرفة يتم بصورة فعالة عندما ينخرط المتعلم في مواقف تعليمية تحفز التفكير التأملي والتجريب الفردي (Cruz, Torres, & Lencastre, 2024; Lallé & Conati, 2021). وفي المقابل، تمثل الأنشطة الموجهة (Guided Activities) نهجًا أكثر تنظيمًا، يعتمد على توفير تعليمات واضحة، وإرشادات مرحلية، وأمثلة تطبيقية مسبقة، إما قبل تنفيذ النشاط أو أثناءه، بما يُسهم في تقليل احتمالية التشتت المعرفي، وتيسير استيعاب المفاهيم العلمية، من خلال تقسيم المهمة التعليمية إلى خطوات مترابطة ومنظمة (إبراهيم يوسف & عبد الحميد عامر، ٢٠١١).

ونظرًا لأهمية نمطي ممارسة الأنشطة التعليمية (الحرة والموجهة)، فقد حظيا باهتمام كبير في الأدبيات التربوية، حيث تناولتهما العديد من الدراسات التجريبية بهدف استكشاف فاعليتهما النسبية، وتحديد أي النمطين أكثر ملاءمة لبيئات التعلم الإلكتروني. وقد كشفت مراجعة الباحثين لعدد من هذه الدراسات عن استمرار التباين في النتائج، مما يعكس غياب اتفاق حاسم بشأن تفوق أحد النمطين على الآخر، خاصة في ظل تباين أنماط التعلم لدى المتعلمين، وتعدد المتغيرات السياقية المرتبطة ببيئات التعلم الرقمية وأساليب تقديم الأنشطة. فمن جهة، دعمت بعض الدراسات تفوق

الأنشطة الموجهة في تحقيق نتائج تعليمية أفضل، وهو ما أكدته بحوث كل من: (رحاب فؤاد وهناء عبده، ٢٠٢٤؛ ممدوح الفقي وهاني أبو الفتوح، ٢٠٢٣؛ إيمان الشريف، ٢٠٢١؛ حنان عمار، ٢٠١٩؛ مروة سليمان، ٢٠١٧)، حيث أشارت إلى أن التوجيه المنظم والإرشاد المرحلي يعززان من فعالية التعلم في السياقات الافتراضية. وعلى النقيض، بيّنت دراسات أخرى، منها: دراسة (مروة حامد، ٢٠١٩؛ حسين سالم وغازي خليفة، ٢٠١٤؛ محمد جعفر وأحمد نوبي وحمدي أحمد، ٢٠١٢) أن الأنشطة الحرة تُسهم بفعالية في تحفيز التفكير الذاتي وتنمية الفهم العميق لدى المتعلمين، لما تتيحه من حرية الاستكشاف وتوليد المعرفة. وفي المقابل، توصلت بعض الدراسات إلى عدم وجود فروق دالة إحصائيا بين النمطين، مشيرة إلى أن كلاهما يمكن أن يكون فاعلًا إذا ما تم توظيفه وفقًا للهدف التعليمي وسياق التنفيذ. ومن بين هذه الدراسات: (عزة عبد الفتاح، ٢٠٢٢؛ مها الطاهر وولاء مرسي، ٢٠٢٠؛ هويدا عبد الحميد، ٢٠١٩)، والتي أكدت أن الأنشطة الحرة والموجهة تُسهمان في تحسين التحصيل المعرفي وتعزيز الأداء العملي على حد سواء. ويُشير هذا التباين في النتائج إلى وجود فجوة بحثية تتطلب المزيد من الدراسات المقارنة الدقيقة، التي تراعي طبيعة المتعلمين وسياق البيئة الرقمية المستخدمة.

وتُستمد الفلسفة التربوية لكل من نمطي الأنشطة التعليمية (الاستكشافية والموجهة) من أطر نظرية راسخة تعكس توجهات مختلفة نحو بناء المعرفة ومعالجة المعلومات. فالأنشطة الاستكشافية تنبثق من النظرية البنائية (Constructivism) التي تُعد من أبرز النظريات التي تؤكد أن التعلم يُبنى من خلال التفاعل النشط والخبرة المباشرة، حيث لا يُنظر إلى المعرفة كمحتوى جاهز يُنقل، بل كنتائج لعمليات عقلية يتم فيها إعادة تشكيل المفاهيم العلمية عبر الاستقصاء والتجريب الذاتي. وفي هذا السياق، يشير (Aiello et al., 2012) إلى أن استخدام بيئات الواقع الافتراضي يعزز من التعلم البنائي من خلال توفير تجارب حسية حركية تدعم الإدراك المفاهيمي ضمن مواقف تعليمية شبه واقعية. كما تؤيد دراسة (Marougkas, et al., 2023) هذا التوجه، مؤكدة أن إتاحة الفرصة للمتعلمين لاستكشاف المعلومات بأنفسهم، والتفاعل مع السياق التعليمي بطريقة استكشافية غير موجهة، ينعكس إيجابًا على تنمية الفهم العميق وبناء التصورات الذهنية.

في المقابل تستند الأنشطة التعليمية الموجهة إلى نظرية الحمل المعرفي (Cognitive Load Theory)، التي تُعنى بكيفية تقديم المحتوى التعليمي بطريقة تراعي محدودية الذاكرة العاملة لدى المتعلم. وتؤكد هذه النظرية أهمية تصميم بيئات التعلم بحيث يتم تقليل الحمل المعرفي غير الضروري (Extraneous Load)، وتعظيم الحمل المتعلق بالمهمة (Germane Load) لتحقيق التعلم الفعال. وقد بينت دراسة (Skulmowski & Xu, 2022) أن إدراج مراحل تمهيدية داخل بيئات الواقع الافتراضي، مثل جلسات التهيئة المسبقة (pre-briefing) يُعد أداة فاعلة في تقليل التشتت الذهني وتحسين الأداء الأكاديمي للمتعلمين. كما أظهرت نتائج الدراسة أن تنظيم المهام

التعليمية إلى خطوات مرحلية متسلسلة، مع تضمين التغذية الراجعة المباشرة، يسهم في رفع مستوى الإدراك المفاهيمي، ويقلل من الإجهاد المعرفي، مما يعزز من ترسيخ التعلم طويل المدى داخل بيئات التعلم الافتراضية.

ولا تقتصر فاعلية بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على ما توفره من إمكانات تقنية متقدمة، بل تتضح أهميتها الحقيقية في قدرتها على دعم وتحقيق مخرجات تعلم عالية المستوى يصعب الوصول إليها داخل البيئات الصفية التقليدية. ويعد تنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية (Deep Conceptual Understanding) أحد أبرز هذه المخرجات؛ إذ تسهم هذه البيئات في تحويل المعرفة المجردة إلى خبرات واقعية محسوسة، ما يتيح للمتعلم بناء تصور معرفي متكامل ضمن سياقات ذات معنى، ويعزز من قدرته على توظيف المفاهيم العلمية في مواقف جديدة ومعقدة. وقد أكدت نتائج دراسة (Al Musawi, Al Suhi & Al Mamari, 2025) أن استخدام البيئات الافتراضية ذات الطابع الواقعي يسهم بشكل مباشر في تنشيط التمثيل الذهني للمفاهيم وتعزيز الفهم طويل المدى، مقارنة بالأساليب التقليدية المعتمدة على العرض المجرد. وفي السياق نفسه، تشير الأدبيات التربوية إلى أن بيئات التعلم الافتراضية لا تُسهم في تعزيز البُعد المعرفي فقط، بل تلعب دورًا محوريًا في تشكيل الوعي الإدراكي والاجتماعي لدى المتعلم، عبر توفير مواقف محاكاة تفاعلية تحاكي الواقع الحياتي، وتضع المتعلم في مواقف تتطلب منه اتخاذ قرارات متعددة الأبعاد ضمن سياقات تعليمية آمنة ومدروسة. ويُعد هذا التفاعل من محفزات بناء القيم والاتجاهات، وتعزيز مهارات التفكير الأخلاقي والمواطنة البيئية (Makransky & Petersen, 2021)، مما يجعل هذه البيئات خيارًا مثاليًا لتناول قضايا ذات طابع إنساني وكوني متداخل مثل قضية التغيرات المناخية.

وتُعَد قضية التغيرات المناخية واحدة من أبرز القضايا البيئية التي تفرض تحديات كبرى على مستقبل البشرية، وذلك نظرًا لما تُحدثه من اضطرابات خطيرة في مكونات النظام المناخي للأرض، مثل ارتفاع درجات الحرارة العالمية، واختلال أنماط سقوط الأمطار، وزيادة وتيرة الكوارث الطبيعية، الأمر الذي يُنذر بعواقب بيئية واقتصادية واجتماعية جسيمة تهدد استدامة الحياة على الكوكب. وفي هذا الإطار، يكتسب الوعي البيئي بمفهومه الشامل أهمية متزايدة، لا سيما في فئة الطلاب، بوصفهم الجيل الذي سيتحمل مسؤولية الاستجابة لتلك التحديات. ويُعرف الوعي بالتغيرات المناخية، وفق (Van Valkengoed et al., 2021) بأنه الإدراك القائم على المعرفة والانفعالات تجاه التأثيرات السلبية للتغير المناخي، مقرونًا بالقدرة على اتخاذ قرارات بيئية واعية تتسم بالمسؤولية في مختلف المواقف الحياتية. ومن هنا تتجلى أهمية توظيف البيئات التعليمية الافتراضية في تنمية هذا الوعي، لما تمتلكه من خصائص تسمح بمحاكاة المشكلات البيئية المعقدة بصورة تفاعلية، وتقديم تجارب تعليمية تعزز الحس البيئي والمسؤولية المجتمعية.

وعند البحث عن أسباب حدوث هذه التغيرات المناخية اتفقت العديد من التقارير الدولية والدراسات السابقة في مجال التغيرات المناخية على أن الأنشطة البشرية في البيئة هي السبب الرئيس لحدوث معظم التغيرات المناخية؛ حيث أشار تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 1996) إلى أن السبب الرئيس المرجح لحدوث التغيرات المناخية هو أنشطة الإنسان وسلوكياته في التعامل مع البيئة ومواردها المختلفة (Oruonye, 2011: 513). وفي نفس السياق أشار كل من (Preetha& Prathap, 2022) إلى أن المصادر الرئيسة لتغير المناخ هي التغيرات التي يسببها الإنسان في تكوين الغلاف الجوي للكرة الأرضية، كما أشار (Pachauri et al., 2014) إلى أن التغيرات المناخية تحدث بسبب زيادة انبعاث الغازات الدفيئة والناتجة عن زيادة حرق الإنسان للقمامة، واستخدام الوقود الأحفوري–الفحم والبترول والغاز الطبيعي– في الصناعة، ووسائل النقل والتي تسبب ظاهرة الاحتباس الحراري والتي تؤدي بدورها إلى ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض.

إن ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض ما هو الا بداية لسلسلة من التغيرات المتلاحقة التي تحدث على سطح الأرض مثل: ارتفاع معدل ذوبان جليد القطبين وما ينتج عنه من زيادة منسوب مياه البحار والمحيطات، والتي قد تصل إلى حد الفيضانات وخاصة على المدن الساحلية(Preetha& Prathap, 2022)، وكذلك زيادة موجات الجفاف، وتصحر الأراضي الزراعية نتيجة لموت العديد من النباتات والحيوانات، ونقص مصادر المياه العذبة الصالحة للشرب والزراعة؛ الأمر الذي يؤثر على مصادر الغذاء وظهور المجاعات بالإضافة إلى انتشار العديد من أمراض سوء التغذية وما يعقبه من زيادة الهجرات الجماعية وتكدس العديد من السكان في أماكن تواجد الغذاء.

وفي سياق متصل أشارت العديد من الدراسات السابقة المرتبطة بموضوع التغيرات المناخية إلى أن التغيرات المناخية تؤدي إلى العديد من المخاطر، والتي أبرزها زيادة معدلات انقراض العديد من الأنواع الحيوانية (Bellard et. al, 2012) نتيجة لعدم توافر الظروف البيئية المناسبة لاستمرار حياة هذه الأنواع الحيوانية، كما أن تغير المناخ يمكن أن يكون سببًا في ظهور وتطور العديد من الأمراض. على سبيل المثال: تفاقم أمراض الجهاز التنفسي المزمنة، مثل الربو والتهاب مجرى الهواء وتدمير أنسجة الرئتين بسبب زيادة تلوث الهواء (Dave, 2016)، كما قد تؤدي التغيرات المناخية إلى حدوث مشكلة الإجهاد الحراري ومضاعفاته المختلفة والذي قد يُودي بحياة العديد من الناس خاصة كبار السن والأطفال (عبد المسيح يوسف، ٢٠٢٢).

ومن خلال ما سبق يمكن القول بأن تغيير أو تعديل سلوكيات الأفراد الخطأ الخاصة في التعامل مع البيئة ومواردها المتعددة هو النقطة الأهم والأبرز عند التعامل مع المشكلات البيئية المختلفة وأهمها مشكلة التغيرات المناخية، لذلك يجب الاهتمام بتنمية وعي الأفراد بالتغيرات المناخية

باعتباره الطريق الأمثل لإكسابهم السلوكيات البيئية السليمة. والتي بدورها تقلل من التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية على صحة الفرد والمجتمع.

وفي سياق متصل اشار عدد من الدراسات المتعلقة بموضوع التغيرات المناخية مثل دراسة كل من (رانيا السعداوي، ٢٠٢٣؛ رحاب عبد القادر، ٢٠٢٣؛ Anyadike, 2009؛ Ishaya & Abaje, 2008؛ Perlaviciute & Squintani, 2020) إلى أن تنمية ونشر الوعي بالتغيرات المناخية لدى المتعلمين يمكن أن يحقق العديد من الفوائد بالنسبة للطلاب مثل: اكتساب مفاهيم ومعلومات أكثر عمقا حول موضوع التغيرات المناخية، وكذلك تكوين الاتجاهات الإيجابية حول موضع التغيرات المناخية باعتبارها أحد العوامل الفعالة المحركة والموجهة لسلوك الطلاب في التعامل السليم مع البيئة، وكذلك تصحيح المفاهيم الخطأ لدى الطلاب حول موضوع التغيرات المناخية وتكوين فهم عميق لهذه القضية، بالإضافة إلى ترسيخ الشعور بالمسئولية الفردية والجماعية لدى المتعلمين حول القضايا البيئية المختلفة. وتوجيههم إلى توعية الأخرين بهذه المشكلات وإلى مشاركاتهم في حلها.

وعلى الرغم من أهمية تنمية ونشر الوعي بموضوع التغيرات المناخية لدى الأفراد، إلا أن نتائج العديد من الدراسات في مجال التغيرات المناخية قد أشارت إلى انخفاض مستوى الوعي بالتغيرات المناخية لدى المتعلمين مثل دراسة كل من: (رانيا السعداوي، ٢٠٢٣؛ إيمان سليمان، ٢٠٢٣؛ رحاب عبد القادر، ٢٠٢٣؛ شرين قديس، ٢٠٢٣؛ Jeong et. al, 2021؛ Namdar& Topbas, 2024) والتي أوصت بضرورة تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى المتعلمين من خلال استخدام المداخل والاستراتيجيات المختلفة.

وعلى الجانب الأخر يعد تنمية الفهم العميق لدى التلاميذ من الأهداف الأساسية لتعليم العلوم في مراحل التعليم المختلفة، نظرا لما تتميز به مادة العلوم من ارتباط وثيق ببيئة المتعلمين، بالإضافة إلى مستوى التجريد العالي للمفاهيم العلمية، والتي تتطلب أن يكون اكتساب التلاميذ لهذه المفاهيم بعيدا عن السطحية التي تركز على التذكر الناجح القائم على الحفظ والتلقين للمعلومات العلمية، بل لابد أن يكون التركيز على تعميق فهم التلاميذ لكل ما يتم اكتسابه من خبرات علمية، وتنمية قدراتهم على تطبيق هذه الخبرات في مواقف الحياة المختلفة.

ويقصد بمفهوم الفهم العميق أنه: عملية عقلية تتطلب أكثر من مجرد اكتساب الطلاب للمعلومات والمعارف المجردة، ولكنه يتضح من خلال توظيف ما تم فهمه واكتسابه، واستخدامه ببراعة في المواقف المختلفة. (Wang& Allen, 2003, p39).

ويساعد تنمية الفهم العميق لدى التلاميذ على تحقيق العديد من الفوائد، والتي منها: تحقيق التعلم ذي المعني من خلال قيام المتعلم بمجموعة من العمليات العقلية مثل: اتخاذ القرار والتفسير

وطرح الأسئلة العميقة حول موضوع التعلم والربط بين المعلومات التي تم اكتسابها والمعلومات السابق تعلمها والمرتبطة بموضوع التعلم، وكذلك توظيف المعرفة الجديدة في مواقف مختلفة. (Abbood, 2021)، كما أن المتعلمين الذي لديهم فهم عميق بالمحتوى العلمي يميلون دائما إلى ممارسة العديد من مهارات التفكير، وطرح المزيد من الأسئلة حول محتوى التعلم بهدف الوصول إلى استنتاجات جديدة (Chang& Chang, 2008؛ Rillero, 2016).

ونظراً لأهمية تنمية الفهم العميق لدى المتعلمين في المراحل التعليمية المختلفة كان محل اهتمام العديد من المشروعات العالمية مثل الإطار العام لتعليم العلوم (NRS, 2012)، وكذلك معايير تعليم العلوم للجيل التالي (NGSS, 2013) والتي تؤكد جميعها على ضرورة الاهتمام بتعميق الفهم لدى الطلاب بدلا من التركيز على التوسع الأفقي للمعلومات والمعالجة السطحية لها، مستخدمين شعار "الأقل هو الأكثر".

ومن خلال ما سبق يرى الباحثان أن تنمية الفهم العميق يمكن أن يساعد في زيادة قدرة الطالب على تفسير الظواهر الطبيعة بلغة سهلة وبسيطة بناء على فهمه وادراكه لهذه الظواهر، وكذلك بقاء أثر التعلم لفترة طويلة نظرا لبذله مجهود عقلي في معالجة المعلومات المقدمة له، بالإضافة إلى المساعدة على تصحيح بعض أنماط الفهم الخطأ التي قد تكون موجودة مسبقا لديه والمرتبطة بمحتوى المادة العلمية المراد تعلمها.

ونظراً لأهمية تنمية الفهم العميق لدى المتعلمين فقد تناولته العديد من الدراسات السابقة بالبحث والدراسة، واستخدمت مداخل واستراتيجيات مختلفة لتنميته لدى الطلاب في المرحل التعليمية المختلفة مثل دراسة (عبير الميموني ومها الطاهر، ٢٠٢٤)، والتي هدفت إلى استخدام نمط الفصول المعكوسة في تعزيز مهارات الفهم العميق في مادة العلوم لدى طالبات الصف الثاني المتوسط، وكذلك دراسة (رانيا علي، ٢٠٢٣) والتي استخدمت برنامج تعليمي قائم على التدريس المتمايز في مادة العلوم لتنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي، وكذلك دراسة(محمد خواجي ومحرز الغنام، ٢٠٢٢) والتي استخدمت أنموذج مقترح لتدريس العلوم قائم على مبادئ نظرية تريز " TRIZ " في تنمية الفهم العميق لدى طلاب الصف السادس الابتدائي بالمملكة العربية السعودية، وكذلك دراسة (صفاء عبد الله، ٢٠٢٠) والتي استخدمت أنشطة التوكاتسو اليابانية في تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ المرحة الابتدائية، وكذلك دراسة (سحر شافعي، ٢٠١٩) والتي استخدمت استراتيجيتين من استراتيجيات تنويع التدريس في تنمية الفهم العميق في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، وكذلك دراسة (Reinfried et al., 2012) والتي هدفت إلى استخدام مواد تعليمية حول موضوع تأثير الاحتباس الحراري قائمة على نظرية المنطق والفهم لتعزيز الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثامن. وباستقراء مجموعة الدراسات السابقة يتضح أنه ليس من بينها أي دراسة استخدمت تصميم نمطين لممارسة الأنشطة التفاعلية

ببيئة تعلم افتراضية ثلاثة الأبعاد في تنمية الفهم العميق في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري، مما يعد مبرراً قوياً لإجراء البحث الحالي.

مصادر الإحساس بمشكلة البحث:

تمكن الباحثان من بلورة مشكلة البحث الحالية وصياغتها استنادًا إلى عدد من المرتكزات العلمية والميدانية، التي كشفت عن وجود حاجة ملحة إلى تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق في العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية، وتحديدًا من خلال تصميم بيئة تعلم افتراضية تتضمن نمطين من الأنشطة التفاعلية (موجهة / استكشافية). وقد تم التأكد من ذلك عبر المحاور الآتية:

أولًا: الحاجة إلى تنمية الوعي بالتغييرات المناخية والفهم العميق لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية:

وقد تم التحقق من ذلك، من خلال المصادر التالية:

١. تنبع أهمية هذه القضية من خطورة التغيرات المناخية وتأثيراتها السلبية المتزايدة على البيئة والمجتمعات الإنسانية، الأمر الذي يستلزم ضرورة غرس الوعي بالتغيرات المناخية والممارسات الإيجابية لدى المتعلمين، خصوصًا في المراحل العمرية المبكرة، باعتبارهم الفئة الأكثر قدرة على تبني سلوكيات بيئية مستدامة مستقبلًا.

٢. وقد أكد على هذه الأهمية عدد من المؤتمرات الدولية المعنية بقضية التغيرات المناخية، مثل: مؤتمر دوربان (٢٠١١)، الدوحة (٢٠١٢)، وارسو (٢٠١٣)، ليما (٢٠١٤)، باريس (٢٠١٥)، مراكش (٢٠١٦)، بون (٢٠١٧)، كاتوفيتشي (٢٠١٨)، مدريد (٢٠١٩)، غلاسكو (٢٠٢١)، وشرم الشيخ (٢٠٢٢)، حيث أوصت جميعها بضرورة إدراج قضايا المناخ ضمن أولويات التعليم المدرسي، وتعزيز وعي الطلاب بها في المراحل التعليمية المختلفة.

٣. كما دعمت المؤتمرات المحلية هذه التوجهات، ومن أبرزها: المؤتمر العلمي الدولي الثالث للتغيرات المناخية بجامعة الأزهر (٢٠٢٢) بعنوان "تغيرات المناخ: التحديات والمواجهة"، والذي أوصى بتكثيف الجهود التوعوية بين فئات المجتمع المختلفة، إلى جانب المؤتمر الثاني والعشرون للجمعية المصرية للتربية العلمية (٢٠٢٢) بعنوان "التربية العلمية وتغير المناخ"، والذي شدد على أهمية توظيف المستحدثات التكنولوجية في دعم الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لقضايا المناخ.

٤. وقد كشفت نتائج عدد من الدراسات العلمية عن انخفاض مستوى الوعي بالتغيرات المناخية بين المتعلمين، ومن بينها دراسات (رانيا السعداوي، ٢٠٢٣؛ إيمان سليمان، ٢٠٢٣؛ رحاب عبد القادر، ٢٠٢٣؛ شيرين قديس، ٢٠٢٣؛ Jeong et al., 2021؛ Namdar &Topbas,

2024)، والتي أوصت جميعها بضرورة معالجة هذا القصور من خلال مداخل تعليمية مبتكرة تدمج بين المحتوى البيئي والتقنيات التفاعلية الحديثة.

٥. كما كشفت نتائج دراسات أخرى عن تدني مستوى الفهم العميق لدى الطلاب في مختلف المراحل التعليمية، ومنها دراسات (عبير الميموني ومها الطاهر، ٢٠٢٤؛ رانيا علي، ٢٠٢٣؛ محمد خواجي ومحرز الغنام، ٢٠٢٢؛ صفاء عبد الله، ٢٠٢٠؛ سحر شافعي، ٢٠١٩؛ Reinfried et al., 2012)، والتي أكدت على ضرورة تبني معالجات تدريسية حديثة قادرة على تنمية هذا النمط من الفهم بما يتجاوز الحفظ والاستظهار إلى التفسير والتحليل والتطبيق.

ثانيًا: الحاجة إلى استكشاف أثر تصميم نمطين لممارسة الأنشطة التفاعلية ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية الأزهرية:

وقد تم التحقق من ذلك، من خلال الدراسات والبحوث السابقة، وفيما يلي بيان ذلك:

تشهد الاتجاهات التربوية المعاصرة اهتمامًا متزايدًا بتوظيف بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تدريس العلوم، لما تتيحه من مواقف تعليمية غنية بالوسائط المتعددة، وأنشطة تفاعلية قادرة على تعزيز الفهم والتحليل والاستكشاف. وقد أثبتت دراسات متعددة فاعلية هذه البيئات في تحسين مخرجات التعلم، سواء من حيث التحصيل أو تنمية المفاهيم العلمية والحس العلمي، كما ورد في دراسات (أماني عوض، مروة الصياد، وطاهر فرحات، ٢٠٢٠؛ حسام الدين مازن، خالد بشندي، وبدرية حسانين، ٢٠٢٠؛ أفنان الزهراني ومحمد موسى، ٢٠١٣)، والتي أكدت أن بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد تدعم التفاعل النشط والتعلم الذاتي، وتسهم في تعزيز الفهم العميق. كذلك أشارت دراسات أخرى (مصطفى عبد الرؤوف، يوسف السيد، ومحروس حسين، ٢٠٢٢؛ ولاء حسين وآخرون، ٢٠٢٤) إلى فاعلية هذه البيئات في تنمية مهارات التفكير والتدريس الإبداعي، وتكوين اتجاهات إيجابية نحو التعلم الرقمي، إضافة إلى دورها في تعزيز الوعي البيئي لدى المتعلمين. ويدعم ذلك ما توصلت إليه دراسات (محمد عمار، ٢٠٢٣؛ حميد العصيمي، ٢٠٢٢) التي أكدت أن الواقع الافتراضي، بوصفه شكلًا متقدمًا من بيئات التعلم الرقمية، يسهم بفاعلية في توصيل المفاهيم العلمية المعقدة، ويعزز من بقاء أثر التعلم، مع مراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين.

ورغم تعدد الدراسات التي تناولت أثر بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في الجوانب المعرفية والمهارية، إلا أن هناك قصورًا ملحوظًا في الدراسات التي تناولت أثرها في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق المرتبط بها تحديدًا، خاصة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وفي ضوء أنماط متعددة للأنشطة التعليمية (موجهة / استكشافية). كما أن دراسات مثل (أمنية الجزار، سحر شافعي، ورضا القاضي، ٢٠١٨؛ منى الحارثي وحنان العريني، ٢٠٢٣) ركزت على

موضوعات جزئية كالمعامل الافتراضية أو الكيمياء، دون أن تمتد إلى معالجة المفاهيم البيئية والمناخية بشكل تكاملي. وتبرز أهمية البحث الحالي في معالجة هذه الفجوة من خلال تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد تفاعلية تدمج بين نمطين من أنشطة التعلم (الموجهة / الاستكشافية) بهدف تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق في العلوم، لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية.

وفي السياق ذاته، ونظرًا لأهمية نمطي ممارسة الأنشطة التعليمية، فقد حظيا باهتمام كبير في الأدبيات التربوية، حيث سعت دراسات متعددة إلى استكشاف فاعليتهما النسبية وتحديد أي النمطين أكثر ملاءمة لبيئات التعلم الإلكتروني. غير أن مراجعة الباحثين للأدبيات تشير إلى تباين النتائج، وغياب اتفاق حاسم حول النمط الأفضل، نتيجة لتعدد المتغيرات السياقية والفروق الفردية بين المتعلمين. فمن جهة، دعمت بعض الدراسات تفوق الأنشطة الموجهة، حيث أظهرت دراسات (رحاب فؤاد وهناء عبده، ٢٠٢٤؛ ممدوح الفقي وهاني أبو الفتوح، ٢٠٢٣؛ إيمان الشريف، ٢٠٢١؛ حنان عمار، ٢٠١٩؛ مروة سليمان، ٢٠١٧) أن التوجيه المنظم والإرشاد المرحلي يعززان من فاعلية التعلم في البيئات الرقمية. بينما كشفت دراسات أخرى عن فاعلية الأنشطة الحرة (الاستكشافية) في تحفيز التفكير الذاتي وتعميق الفهم، كما في دراسات (مروة حامد، ٢٠١٩؛ حسين سالم وغازي خليفة، ٢٠١٤؛ محمد جعفر، أحمد نوبي، وحمدي أحمد، ٢٠١٢)، التي أكدت أهمية الاستكشاف الذاتي في بناء المعرفة. في المقابل، أظهرت دراسات أخرى، مثل (عزة عبد الفتاح، ٢٠٢٢؛ مها الطاهر وولاء مرسي، ٢٠٢٠؛ هويدا عبد الحميد، ٢٠١٩)، أن كلا النمطين يُمكن أن يكون فاعلًا إذا ما تم توظيفه وفق طبيعة الهدف التعليمي وسياق البيئة. ويؤكد هذا التباين الحاجة إلى دراسات مقارنة دقيقة تستكشف تأثير هذه الأنماط في بيئات تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مصممة بعناية، بما يُسهم في الوصول إلى تصورات تربوية أكثر تكاملًا وملاءمة لطبيعة تلاميذ المرحلة الإعدادية، خاصة في السياقات البيئية والمناخية المعاصرة.

ثالثا: نتائج الدراسة الاستكشافية:

سعيًا من الباحثَين إلى بلورة مشكلة البحث الحالية وتحديد أبعادها بدقة، تم إجراء دراسة استكشافية اعتمدت على المقابلة، بهدف استقصاء واقع الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لمفاهيم العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية، من وجهة نظر معلمي العلوم، إلى جانب استكشاف مدى قابلية توظيف بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد والأنشطة التفاعلية في تنمية هذه الجوانب.

وقد تضمنت المقابلة ثلاثة محاور رئيسة، هي:

١. **محور الوعي بالتغيرات المناخية:** ويتناول مدى إدراك التلاميذ لمظاهر التغيرات المناخية، وأسبابها، وآثارها، ومدى تضمين المناهج الدراسية لهذه الموضوعات، والأساليب المستخدمة في معالجتها داخل الصف الدراسي.
٢. **محور الفهم العميق للمفاهيم العلمية:** ويتضمن استقصاء مستوى الفهم التحليلي والتركيبي لدى التلاميذ، وقدرتهم على توظيف المفاهيم في مواقف جديدة، والصعوبات التي يواجهونها في هذا السياق، بالإضافة إلى أسباب تدني الفهم العميق من واقع خبرة المعلمين.
٣. **محور توظيف المستحدثات التكنولوجية وبيئات التعلم الافتراضية:** ويتناول تصورات المعلمين حول دور التكنولوجيا الرقمية – وخصوصًا بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد – في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق، ومدى جاهزية البيئة التعليمية لاعتماد هذه الأدوات.

وقد تم تنفيذ المقابلات مع عينة قصدية مكوَّنة من (١٣) معلمًا من معلمي العلوم بالمرحلة الإعدادية الأزهرية، وقد جاءت نتائج المقابلة كما يلي:

- أشار ٨٤٪ من المشاركين إلى أن مستوى الوعي بالتغيرات المناخية لدى التلاميذ يتراوح بين الجيد والضعيف، وأرجعوا ذلك إلى ضعف تضمين المناهج الدراسية لهذه القضايا، وغياب المعالجات التربوية المقصودة أثناء تدريس العلوم.
- أفاد ٧٧٪ من المعلمين بأن توظيف المستحدثات التكنولوجية، وبخاصة بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، يمكن أن يسهم في رفع مستوى الوعي بالتغيرات المناخية لدى التلاميذ، شريطة أن يتم تصميم هذه البيئات بشكل تربوي هادف ومثير للاهتمام.
- كما اتفق ٩٢٪ من المشاركين على أن الفهم العميق لمفاهيم العلوم لدى التلاميذ يعاني من القصور، نتيجة الاعتماد على أساليب تدريس تقليدية تركز على الحفظ والتلقين، بالإضافة إلى أن أساليب التقويم الشائعة لا تُعزز التفكير التحليلي أو التطبيقي، وإنما تكتفي بقياس الاستدعاء المعرفي السطحي.

في ضوء ما سبق عرضه من نتائج لدراسات وبحوث سابقة، وكذلك نتائج الدراسة الاستكشافية، يتضح وجود قصور ملحوظ في مستوى الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري، وذلك في ظل استمرار الاعتماد على الأساليب التقليدية في تدريس العلوم، والتي غالبًا ما تُركز على الحفظ والاسترجاع، وتفتقر إلى التفاعل، أو الربط بين المفاهيم البيئية وحياة التلميذ الواقعية. وفي المقابل، تؤكد الأدبيات التربوية الحديثة فعالية بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في دعم عمليات التعلم النشط، من خلال تقديم أنشطة رقمية مقصودة تتيح فرصًا للمعالجة المعرفية العميقة، وتُعزز من تنمية الوعي والسلوك البيئي لدى

المتعلمين. غير أن الاستفادة من هذه الإمكانات لا تزال محدودة في سياق تدريس العلوم بالمراحل الإعدادية، خاصة في المؤسسات الأزهرية، كما لم تحظَ أنماط الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) داخل هذه البيئات بالقدر الكافي من الدراسة والتحقق التجريبي فيما يخص أثرها على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق في هذا السياق. ومن هنا، برزت الحاجة إلى تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد تدمج بين نمطين من الأنشطة التعليمية، وقياس فاعليتها في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق قي العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية.

مشكلة البحث وأسئلته:

تتمثل مشكلة البحث الحالي في ضعف مستوى الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في مادة العلوم، في ظل محدودية توظيف بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد والأنشطة الرقمية المقصودة، مما يقتضي تطوير بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد قائمة على نمطين من الأنشطة التفاعلية (موجهة / استكشافية) وقياس فاعليتها في معالجة هذا الضعف، وقد تم بلورة هذه المشكلة في السؤال الرئيس التالي:

ما فاعلية تصميم نمطين لممارسة الأنشطة التفاعلية ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق في العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما المعايير التصميمية التي ينبغي مراعاتها عند تصميم نمطي ممارسة الأنشطة التفاعلية (موجهة– استكشافية) ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد وذلك من وجهة نظر الخبراء والمتخصصين؟
٢. ما فاعلية تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد بغض النظر عن نمط الأنشطة التفاعلية (موجهة– استكشافية) في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم؟
٣. ما فاعلية تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد بغض النظر عن نمط الأنشطة التفاعلية (موجهة– استكشافية) في تنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم؟
٤. ما فاعلية اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري؟

٥. ما فاعلية اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم على تنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري؟

فروض البحث:

١. لا توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الأولى (نمط الأنشطة الموجهة) والثانية (نمط الأنشطة الاستكشافية) الذين يدرسون العلوم في بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد في القياسين القبلي والبعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية.
٢. لا توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الأولى (نمط الأنشطة الموجهة) والثانية (نمط الأنشطة الاستكشافية) الذين يدرسون العلوم في بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد في القياسين القبلي والبعدي لاختبار الفهم العميق.
٣. لا توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ مجموعات البحث الثلاثة (التجريبية الأولى – التجريبية الثانية – الضابطة) في القياس البعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري.
٤. لا توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ مجموعات البحث الثلاثة (التجريبية الأولى – التجريبية الثانية – الضابطة) في القياس البعدي لاختبار الفهم العميق في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري.

أهداف البحث:

هدف البحث الحالي إلى تحقيق ما يلي:

١. تحديد المعايير التصميمية التربوية والتقنية التي ينبغي مراعاتها عند تصميم نمطي ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) داخل بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد، وذلك من وجهة نظر الخبراء والمتخصصين.
٢. التحقق من فاعلية تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد في تنمية كل من: الوعي بالتغيرات المناخية، الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم وذلك بغض النظر عن نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية.
٣. الكشف عن أثر اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) داخل بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري.

٤. الكشف عن أثر اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) داخل بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم على تنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري.

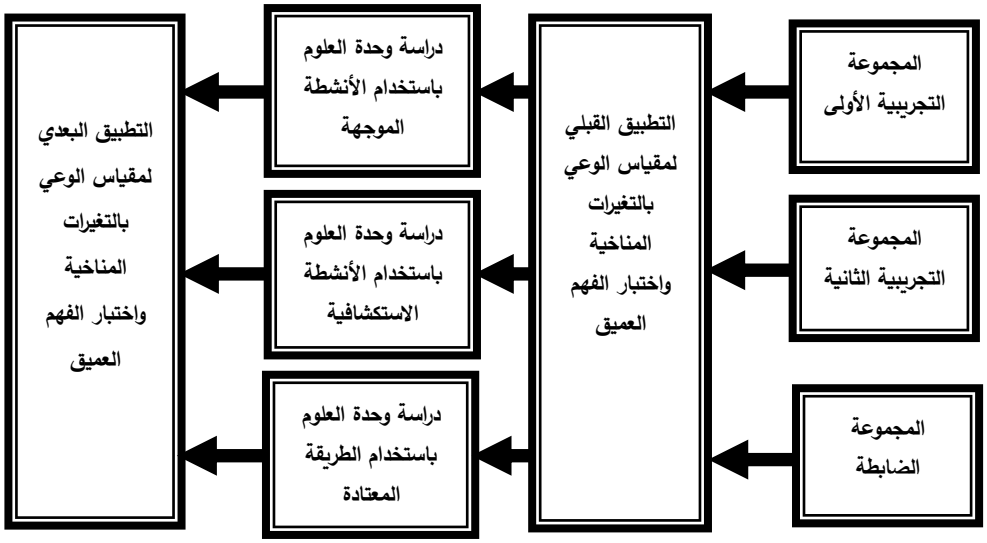
أهمية البحث

قد يفيد هذا البحث الفئات التالية:

١. **المسؤولون عن تطوير مناهج العلوم:** من خلال توجيه أنظارهم نحو أهمية المساعدة في معالجة قضية التغيرات المناخية من خلال توظيف المستحدثات التكنولوجية المناسبة في مناهج العلوم.
٢. **معلمو العلوم:** من خلال تعريفهم بكيفية توظيف بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تحسين تدريس العلوم وتسهيل دراسة الظواهر العلمية المعقدة، بالإضافة إلى إلقاء الضوء على كيفية توظيف الأنشطة التعليمية الموجهة والاستكشافية في بيئة التعلم الافتراضية في مجال تعليم وتعلم العلوم.
٣. **التلاميذ:** قد يفيد هذا البحث تلاميذ الصف الثاني الاعدادي من خلال استخدامهم لبيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في دراسة موضوعات مادة العلوم، مما يوفر بيئة تعليمية جذابة وغنية بالأنشطة التعليمة المقصودة التي تحاكي العديد من الظواهر الطبيعية المعقدة، وتعمق فهمهم لها.
٤. **الباحثون:** كما تتمثل أهمية البحث الحالي في إعداد مقياس للوعي بالتغيرات المناخية واختبار للفهم العميق يمكن للباحثين الآخرين الاستفادة منه في دراسات أخرى لقياس الوعي بالتغيرات المناخية أو الفهم العميق لدى التلاميذ، أو الاستفادة منها في إعداد أدوات مماثلة.
٥. كما قد يفتح هذا البحث المجال أمام الباحثين لإجراء دراسات وبحوث مستقبلية في مجال تنمية الوعي بالتغيرات المناخية أو الفهم العميق لدى التلاميذ في مادة العلوم.

منهج البحث والتصميم التجريبي:

استُخدم في هذا البحث المنهج شبه التجريبي ذلك للكشف عن فاعلية تصميم نمطين للأنشطة التعليمية (الموجهة– والاستكشافية) ببيئة تعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم، مع استخدام تصميم المجموعة الضابطة ذات التطبيق القبلي والبعدي والشكل التالي يوضح التصميم التجريبي للبحث:



شكل (١) التصميم التجريبي للبحث

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي على الحدود التالية:

١. **حدود بشرية:** تم الاقتصار على تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الازهري، لوجود وحدة الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض ضمن مادة العلوم المقررة عليهم.
٢. **حدود مكانية:** تم تطبيق التجربة الأساسية للبحث بمعهد فؤاد محي الدين الإعدادي الأزهري فتيات، التابع لمنطقة القاهرة الأزهرية، وقد وقع الاختيار عليه بطريقة عشوائية عنقودية، نظرا لأن هذه الطريقة مناسبة لاختيار عينة البحث عندما يكون مجتمع البحث كبيرا ومنتشر جغرافيا، بالإضافة إلى أن هذه الطريقة تُسهل من تنفيذ تجربة البحث ضمن سياق واقعي نظرا لأنها تعتمد على اختيار مجموعة كاملة (معهد أو فصل تعليمي) بدلا من اختيار أفراد منفردين.
٣. **حدود زمانية:** تم تطبيق التجربة الأساسية للبحث في الفصل الدراسي الأول من العام الدراسي ٢٠٢٤م- ٢٠٢٥م.
٤. **الحدود الموضوعية:** وقد تضمنت ما يلي:
   - **المحتوى:** موضوعات وحدة الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض في مادة العلوم المقررة على تلاميذ الصف الثاني الاعدادي.
   - **بيئة التعلم:** بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد بنمطي ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة والاستكشافية).

- **أبعاد الوعي بالتغيرات المناخية:** تمثلت في الأبعاد التالية: (معارف التلاميذ حول التغيرات المناخية– اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية– سلوكيات التلاميذ في المواقف الحياتية المرتبطة بالتغيرات المناخية).
- **مهارات الفهم العميق:** تمثلت في المهارات التالية: (الشرح والتوضيح– التفسير– التطبيق– اتخاذ القرار) في العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري.

أدوات البحث: تم استخدام الأدوات التالية:

- مقياس الوعي بالتغيرات المناخية (من إعداد الباحثان)
- اختبار الفهم العميق في العلوم (من إعداد الباحثان).

متغيرات البحث:

- **المتغير المستقل:** نمطين لممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد.
- **المتغيرات التابعة:**

أ- الوعي بالتغيرات المناخية.

ب- الفهم العميق في مادة العلوم.

مصطلحات البحث:

- **بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد:**

عرفها (Dalgarno & Lee, 2010) بأنها: هي نظم تعليمية رقمية تحاكي العالم الحقيقي باستخدام تقنيات الواقع الافتراضي ثلاثي الأبعاد، بحيث تتيح للمتعلمين التفاعل مع عناصر رقمية ومع أقرانهم ومعلميهم عبر شخصيات افتراضية (avatars)، داخل فضاءات تعليمية ثلاثية الأبعاد تم تصميمها خصيصًا لأغراض التعلم، مما يعزز من التفاعل، والتحفيز، وبناء المعرفة من خلال التجربة الغامرة.

ويمكن تعريفها إجرائيًا بأنها: بيئة تعليمية إلكترونية ثلاثية الأبعاد، تم تصميمها خصيصًا لتدريس وحدة الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض في مادة العلوم المقررة على تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري، وتضم مكونات تعليمية متنوعة تشمل وسائط متعددة (نصوص، صور، فيديو، محاكاة)، وأنشطة تفاعلية (موجهة واستكشافية)، يُنفذها التلميذ من خلال شخصية رمزية (Avatar) داخل فضاء تعليمي يحاكي الواقع، وتوفر هذه البيئة أدوات للمناقشة والتفاعل الذاتي، بما يعزز المشاركة النشطة، والفهم العميق، وتنمية الوعي بالتغيرات المناخية.

- **الأنشطة الموجهة:**

عرفها (Mayer, 2008) بأنها: أنشطة تعليمية يتم تصميمها وتنفيذها بإشراف مباشر من المعلم أو بتوجيه من النظام التعليمي (كالمواد الإلكترونية أو المساعدات الذكية)، حيث يُقدَّم للمتعلم فيها خطوات إرشادية أو تعليمات واضحة تساعده في أداء المهمة، بهدف تحقيق تعلم منظم وتقليل العبء المعرفي أثناء اكتساب المفاهيم أو المهارات.

ويمكن تعريفها إجرائيًا بأنها: هي أنشطة تعليمية رقمية داخل بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد، تُقدَّم وفق تعليمات وإرشادات مسبقة، ويتلقى خلالها التلميذ توجيهًا معرفياً منظماً يساعده على إتمام المهام التعليمية وتحقيق أهداف الدرس، وتهدف إلى تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق، ويُقاس أثرها بأدوات البحث المعدة لذلك.

- **الأنشطة الاستكشافية:**

عرفها (Furtak et al., 2012) بأنها: أنشطة تعليمية تتيح للمتعلمين فرصة الاكتشاف الذاتي للمفاهيم أو الظواهر من خلال التجريب، والملاحظة، والاستقصاء، دون تقديم حلول جاهزة أو تعليمات مباشرة، مما يعزز من بناء المعرفة النشط ويُشجع على التفكير النقدي وحل المشكلات.

ويمكن تعريفها إجرائيًا بأنها: أنشطة تعليمية رقمية تُقدَّم داخل بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد، تُصمَّم لإتاحة التفاعل الحر للتلميذ مع المحتوى والمواقف التعليمية، دون توجيه مباشر، حيث يكتشف المفاهيم العلمية ذاتيًا من خلال المحاكاة والتجريب والملاحظة، بهدف تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق، ويُقاس أثرها بأدوات البحث المعدة لذلك.

- **الوعي بالتغيرات المناخية:**

عرف (Ezeudu et. al, 2016) الوعي بالتغيرات المناخية بأنه: المعرفة والفهم الذي يمتلكه الفرد حول موضوع التغيرات المناخية في البيئة من حوله والتي تؤثر بشكل كبير في اتجاهاته وسلوكياته في تعامله مع البيئة (p8).

ويمكن تعريف الوعي بالتغيرات المناخية إجرائياً بأنه: ما يمتلكه طلاب الصف الثاني الاعدادي الأزهري من معرفة بيئية واتجاهات إيجابية حول موضوع التغيرات المناخية ومدى تأثير ذلك في سلوكياتهم في التعامل السليم مع البيئة، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في المقياس المعد لهذا الغرض.

- **الفهم العميق:**

عرف (King, 2016) الفهم العميق بأنه: مجموعة من القدرات العقلية التي تُمكن المتعلم من التعمق في دراسة المادة العلمية، وإظهار مستويات متقدمة من الفهم، مثل طرح الأسئلة، والشرح، والتوضيح، والتفسير (p3).

ويمكن تعريف الفهم العميق إجرائياً بأنه: أحد العمليات العقلية التي يوظفها تلميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري لشرح وتفسير ما اكتسبه من محتوى وحدة "الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض" وتطبيقه في مواقف جديدة، وكذلك اتخاذه للقرار المناسب في ضوء البدائل المطروحة بعد فحصها بعناية، وصولاً إلى تحقيق تعلم ذي معنى له أثر باق في الحياة الواقعية، ويقاس بالدرجة التي يحصل عليها التلميذ في الاختبار المعد لهذا الغرض.

الإجراءات المنهجية للبحث:

هدف البحث الحالي الكشف عن فاعلية تصميم نمطين لممارسة الأنشطة التفاعلية ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى تلاميذ المرحلة الاعدادية الأزهرية، وفيما يلي عرض مفصل لإجراءات البحث:

تصميم مادة المعالجة التجريبية وتطويرها:

لقد قام الباحثان بالاطلاع على عدد من نماذج التصميم التعليمي، وقد تم اختيار نموذج التصميم التعليمي لعبد اللطيف الجزار (٢٠١٤) (ElGazzar, 2014) كإطار منهجي لتصميم بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد المعتمدة في هذا البحث، وذلك بعد مراجعة وتحليل عدد من نماذج التصميم التعليمي. وقد استند اختيار هذا النموذج إلى مجموعة من المبررات العلمية والتربوية، من أبرزها: توافق النموذج مع منهجية التفكير المنظومي، واعتماده على مفاهيم واضحة وبعيدة عن التعقيد، كما يتميز النموذج بالمرونة وقابلية مراحله للتعديل والتطوير بما يتلاءم مع طبيعة مواد المعالجة التجريبية، وقد سبق توظيفه في دراسات بحثية سابقة داخل بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، مما يؤكد صلاحيته للاستخدام في السياقات التعليمية المشابهة. ويُضاف إلى ذلك ما يتسم به النموذج من تكامل بين عناصره، وتنظيم دقيق للخطوات الفرعية المنبثقة عن مراحله الخمسة، مما يعزز من فعالية التطبيق العملي له. وبناءً على ما سبق، تم تكييف النموذج بما يتناسب مع متطلبات البحث الحالي، وبما يراعي خصائص واحتياجات عينة الدراسة من تلاميذ المرحلة الإعدادية بالأزهر الشريف.

شكل (٢) يوضح نموذج التصميم التعليمي المستخدم في البحث الحالي (ElGazzar, 2014)

يهدف هذا النموذج إلى تحديد وتسلسل المراحل والإجراءات اللازمة لتصميم وتجهيز المحتوى التعليمي، مع الأخذ في الاعتبار خصوصية بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد ومتطلباتها التقنية والتربوية. وفي ضوء ذلك، تم تنظيم إجراءات البحث وفقًا للخطوات المنهجية التي يحددها النموذج المعتمد، وذلك على النحو التالي:

أ. مرحلة التحليل:

في هذه المرحلة، تم جمع المعلومات اللازمة المتعلقة بمعايير تصميم بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وتحليل خصائص المتعلمين المستهدفين وخلفياتهم التعليمية، وتحديد احتياجاتهم من البيئة التعليمية المقترحة، بالإضافة إلى دراسة الإمكانات المتوفرة والموارد المتاحة، وتحديد أبرز المعوقات والمحددات التي قد تؤثر على عملية التصميم والتنفيذ. وفيما يلي عرض تفصيلي لخطوات هذه المرحلة:

١- ١. **إعداد قائمة معايير تصميم بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد:** في هذه الخطوة تم بناء قائمة معايير تصميم وتطوير بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وذلك وفقًا لمجموعة من الخطوات الآتية:

- **تحديد الهدف من قائمة المعايير:** هدفت هذه القائمة إلى تحديد مجموعة من المعايير التربوية والفنية والتكنولوجية اللازمة لتصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد، والملائمة لنمطي ممارسة الأنشطة التعليمية (الاستكشافي / الموجه).
- **مصادر اشتقاق قائمة المعايير:** استُمدت هذه المعايير من عدة مصادر، شملت: المبادئ والأسس المستقاة من النظريات التعليمية والتربوية ذات الصلة، والأدبيات العربية والأجنبية المتخصصة في مجال تصميم بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد مثل: (مروة حسن، ٢٠١١؛ نبيل عزمي، ٢٠١٤؛ تيسير مصطفى، ٢٠١٦؛ محمد فضل المولى، ٢٠١٦؛ عبد الله موسى، ٢٠١٨؛ باسم الجندي، ٢٠١٩)، إضافة إلى آراء نخبة من الخبراء والمتخصصين في المناهج وتكنولوجيا التعليم.
- **إعداد الصورة المبدئية لقائمة المعايير:** وفي ضوء متغيرات البحث المستقلة والتابعة، وطبيعة وخصائص المتعلمين تم إعداد الصورة المبدئية لقائمة معايير تصميم وتطوير بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وفقًا لما تم دراسته وتحليله من الأدبيات الحديثة والدراسات والبحوث السابقة واستخلاص المناسب منها، حيث اشتملت الصورة المبدئية الاجمالية لهذه القائمة على: (١٣) معيارًا يندرج تحتها (١٤١) مؤشرًا.

حساب صدق قائمة المعايير: قام الباحثان بعرض القائمة المبدئية لمعايير تصميم بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم والمناهج وطرق التدريس، وتم استطلاع آرائهم من حيث:

- مدى أهمية كل معيار من معايير القائمة.
- مدى ارتباط المؤشرات بالمعايير المندرجة تحتها.
- مدى السلامة اللغوية لبنود قائمة المعايير.

- إضافة أي معايير أو مؤشرات مطلوبة.
- حذف أي معايير أو مؤشرات غير مناسبة.

وجدول (١) يوضح مستوى ومدى الموافقة لكل استجابة من الاستجابات الثلاث لقائمة المعايير:

جدول (١)

درجة الموافقة والمدى لكل استجابة من الاستجابات على قائمة المعايير

درجة الموافقة	المدى
مهمة / مرتبط	**٣ – ٢,٣٤**
إلى حد ما	**٢,٣٣ – ١,٦٧**
غير مهمة / غير مرتبط	**١,٦٦ - ١**

تم جمع قوائم المعايير من المحكمين والخبراء والمتخصصين، مع الحرص على مقابلتهم ومناقشتهم حيث تلخصت آراؤهم وتعليقاتهم في ضوء البنود المحددة سابقا فيما يلي:

- تعديل الصياغة اللغوية والعلمية لبعض المعايير والمؤشرات لتصبح أكثر وضوحا.
- تغيير الترتيب لبعض المعايير والمؤشرات.

وقد استفاد الباحثان من آراء ومقترحات السادة المحكمين، وتم إجراء كافة التعديلات المطلوبة؛ ثم تم حساب التكرارات، والنسب المئوية، والوزن النسبي لبيان درجة مناسبة قائمة معايير تصميم بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، التي من خلالها تبين أن جميع المعايير الرئيسة ومؤشراتها الفرعية بالقائمة سجلت وزن نسبي مرتفع من (٢.٩١) إلى (٢.٤٥) عند مستوى أهمية مهمة ؛ كذلك بالنسبة لدرجة الارتباط فقد سجلت وزن نسبي مرتفع من (٢.٨٢) إلى (٢.٣٦) عند مستوى مرتبط؛ لذا تم الوثوق بجميع المعايير والمؤشرات الفرعية التي بقائمة معايير تصميم بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وبذلك تكون قائمة المعايير صادقة منطقياً.

- **<u>الصورة النهائية لقائمة المعايير:</u>** وفي ضوء الاجراءات السابقة تم التوصل إلى الصيغة النهائية لقائمة معايير تصميم وتطوير بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد[١]، وأصبحت في ضوء أراء المحكمين في صورتها النهائية تتكون من (١٣) معيارًا يندرج تحتها (١٤١) مؤشرًا.

[١] **ملحق (١) قائمة معايير تصميم بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد.**

وبذلك تكون تمت الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث والذي نص على: "ما المعايير التصميمية التي ينبغي مراعاتها عند تصميم نمطي ممارسة الأنشطة التفاعلية (موجهة- استكشافية) ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد وذلك من وجهة نظر الخبراء والمتخصصين؟"

٢- تحليل خصائص المتعلمين المستهدفين:

وقد حُدِّدت خصائص عينة البحث الحالي وفق ما يلي: شملت العينة تلميذات الصف الثاني الإعدادي الأزهري، وبلغ عددهن (٩٤) تلميذة تراوحت أعمارهن بين (١٤-١٥) عامًا، ينتمين إلى معهد أزهري واحد. تم توزيع العينة على ثلاث مجموعات: الأولى تجريبية (٣٣ تلميذة) تعلمن باستخدام نمط الأنشطة الموجهة، والثانية تجريبية (٣١ تلميذة) تعلمن باستخدام نمط الأنشطة الاستكشافية، أما المجموعة الثالثة فكانت ضابطة (٣٠ تلميذة) درست بالطريقة المعتادة. وقد ساعد تقسيم العينة إلى ثلاث مجموعات على إجراء المقارنات بدقة بين أكثر من معالجة تجريبية داخل نفس البيئة التعليمية، مما أتاح ضبط المتغيرات التجريبية وسهّل جمع البيانات بشكل منظم وعملي. كما اقتصر أفراد العينة على الإناث فقط، مما ساعد على ضبط أثر متغير الجنس وتحييد تأثيره على النتائج. وتجدر الإشارة إلى أن المرحلة الإعدادية تُعد مرحلة انتقالية مهمة في النمو النفسي والاجتماعي للتلاميذ، الأمر الذي يمنح دراسة هذه الفئة قيمة بحثية وتطبيقية مضافة.

٣- تحديد الاحتياجات التعليمية لبيئة التعلم الافتراضية:

تبلورت هذه الاحتياجات في ضوء هدف البحث المتمثل في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري. وبناءً على ذلك، تم إجراء تحليل دقيق لمحتوى الوحدة الثانية من كتاب العلوم المقرر على الصف الثاني الإعدادي بالأزهر الشريف، للفصل الدراسي الأول، والتي جاءت تحت عنوان: "الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض".

وقد هدف هذا التحليل إلى تحديد المفاهيم العلمية الرئيسة ودلالاتها اللفظية التي تتطلب معالجتها داخل بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد المصممة، بما يسهم في تعزيز فهم التلاميذ العميق لتلك المفاهيم وتنمية وعيهم بالتغيرات المناخية بشكل فعّال. وقد مثّل هذا التحليل الأساس الذي بُنيت عليه الأنشطة التعليمية التفاعلية بالبيئة الافتراضية، مع مراعاة الربط بين هذه المفاهيم ومجالات الحياة الواقعية ذات الصلة بقضايا البيئة والاستدامة.

٤- تحليل الإمكانات والموارد الرقمية المتاحة، والقيود، والعقبات:

تم إجراء تحليل شامل للإمكانات والموارد الرقمية المتاحة التي يمكن توظيفها في تصميم وتنفيذ بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وذلك لضمان توافق التصميم التعليمي مع الواقع التقني والبشري المحيط بالتطبيق. وقد شمل هذا التحليل مراجعة الأدوات والمنصات الرقمية الداعمة لإنشاء بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وتحديد مدى توافر الأجهزة والاتصال بالشبكة لدى عينة

البحث، بالإضافة إلى رصد مستوى الإلمام المبدئي للتلاميذ باستخدام بيئات التعلم الافتراضية. كما تم تحديد الموارد التعليمية الرقمية التي يمكن دمجها، مثل الصور التوضيحية، مقاطع الفيديو التفاعلية، والعروض التقديمية، بما يدعم تحقيق أهداف المحتوى العلمي المتعلق بالغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض.

وفي المقابل، تم الوقوف على عدد من القيود والعقبات التي قد تؤثر على فاعلية التنفيذ، من أبرزها: تفاوت الكفاءة الرقمية بين التلاميذ، محدودية الوقت المخصص للتجريب داخل الجدول الدراسي، والقيود المتعلقة بإدارة الصف في بيئة افتراضية. وقد تم أخذ هذه المحددات بعين الاعتبار أثناء بناء الأنشطة التعليمية وتصميم البيئة الافتراضية ثلاثية الأبعاد، بما يضمن تقديم تجربة تعلم تفاعلية ومتزنة تراعي الخصائص الواقعية لعينة البحث وإمكانات المؤسسة التعليمية.

ب- مرحلة التصميم:

وتضم هذه المرحلة عددًا من الخطوات كما يأتي:

١- **تصميم وتطوير مكونات بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد:** ومرت بمجموعة من الإجراءات يعرضها الباحثين فيما يأتي:

- **اشتقاق الأهداف التعليمية، وتحليلها:** في هذه الخطوة تم:

- **تحديد وصياغة الأهداف العامة للمحتوى التعليمي:** في ضوء نتائج تحليل المحتوى العلمي، وتحديد الاحتياجات التعليمية لعينة البحث، تم تحديد وصياغة الأهداف العامة للمحتوى التعليمي المقترح في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، بحيث تعكس الغايات الرئيسة المرتبطة بتنمية الوعي بالتغيرات المناخية وتعميق الفهم العلمي لمفاهيم الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري. وقد رُوعي في صياغة هذه الأهداف الالتزام بالمعايير التربوية لصياغة الأهداف التعليمية، من حيث الوضوح والدقة والقابلية للقياس، إلى جانب شمولها للأبعاد المعرفية والوجدانية والمهارية. كما تم الربط بين الأهداف ومخرجات التعلم المستهدفة، بما يضمن تحقيق الاتساق بين المدخلات التعليمية والتجربة التفاعلية المقدمة داخل البيئة الافتراضية ثلاثية الأبعاد. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الأهداف قد تم اشتقاقها في ضوء محتوى الدرسين الواردين في الوحدة التعليمية محل المعالجة، وهما: "طبقات الغلاف الجوي" و"تآكل طبقة الأوزون وارتفاع درجة حرارة الأرض"، وذلك بما يسهم في تقديم تجربة تعليمية تفاعلية تسهم في بناء فهم بيئي عميق لدى المتعلمين.

٢- **تحديد عناصر المحتوى اللازمة لتحقيق الأهداف التعليمية:** في هذه المرحلة، تم تحديد عناصر المحتوى التعليمي اللازمة لتحقيق الأهداف العامة المصاغة، وذلك استنادًا إلى تحليل محتوى الوحدة الثانية من كتاب العلوم للصف الثاني الإعدادي الأزهري، بعنوان "الغلاف

الجوي وحماية كوكب الأرض". وقد تم التركيز على اختيار المفاهيم العلمية الأساسية والمترابطة التي تمثل جوهر الفهم العلمي المطلوب، مع مراعاة التسلسل المنطقي للموضوعات وتكاملها مع نواتج التعلم المستهدفة في بيئة التعلم الافتراضية[1]. وشملت عناصر المحتوى موضوعات مثل: (مفهوم الضغط الجوي، طبقات الغلاف الجوي، تآكل طبقة الأوزون، الاحتباس الحراري). كما تم تضمين أمثلة تطبيقية، وصور توضيحية، ومواقف حياتية واقعية تربط المفاهيم النظرية بالسياقات البيئية المعاصرة، بما يعزز الفهم العميق ويُسهم في بناء وعي بيئي سليم لدى التلاميذ.

٣- **تصميم أدوات التقويم والاختبارات:** قام الباحثان بتصميم الاختبارات وأدوات القياس المناسبة للتأكد من مدى تحقق أهداف بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وقد تمثلت أدوات القياس في (مقياس الوعي بالتغيرات المناخية، اختبار الفهم العميق). وفيما يلي عرض تفصيلي لكيفية إعداد هذه الأدوات، وتقنينها.

أولًا: مقياس الوعي بالتغيرات المناخية: (إعداد الباحثان)

لغرض دراسة فاعلية نمطين للأنشطة التعليمية الالكترونية ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم، قام الباحثان بإعداد مقياس الوعي بالتغيرات المناخية، والذي تضمن ثلاث أدوات فرعية وهي: اختبار معارف التلاميذ بالتغيرات المناخية، ومقياس اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية، ومقياس سلوكيات التلاميذ في المواقف الحياتية المتعلقة بالتغيرات المناخية، وقد مر إعداد كل أداة بمجموعة من الخطوات وفيما يلي عرضا لخطوات إعداد كل أداة على حدة:

أ. اختبار معارف التلاميذ بالتغيرات المناخية:

لقد تم إعداد اختبار معارف التلاميذ بالتغيرات المناخية في ضوء الخطوات التالية:

(١) تحديد الهدف من بناء الاختبار:

هدف اختبار معارف التلاميذ بالتغيرات المناخية إلى قياس مدى تحسن معارف تلاميذ الصف الثاني الإعدادي (عينة البحث) بموضوع التغيرات المناخية.

(٢) **الاطلاع على:** العديد من البحوث والدراسات السابقة والأطر النظرية المتعلقة بموضوع التغيرات المناخية مثل: (رانيا السعداوي، ٢٠٢٣؛ عبد الرحمن الشقير، ٢٠٢٢؛ إيمان سليمان، ٢٠٢٣؛ رحاب عبد القادر، ٢٠٢٣؛ Ezeudu, et, 2016؛ Oruonye, 2011).

[1] **ملحق (٢) قائمة بالمفاهيم العلمية ودلالتها اللفظية المتضمنة بوحدة الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض**

(٣) صياغة أسئلة الاختبار:

تم صياغة أسئلة الاختبار المعرفي في صورة أسئلة الاختيار من متعدد لقدرة هذا النوع من الأسئلة على قياس مستويات معرفية مختلفة لدى التلاميذ، وقد تكون الاختبار في صورته الأولية من (٢٦) سؤال موزعة على أربعة محاور وهي: المفاهيم المتعلقة بالتغيرات المناخية، وأسباب حدوث التغيرات المناخية، والتأثيرات السلبية للتغيرات المناخية، والوقاية من حدوث التغيرات المناخية، وجدول (٢) يوضح توزيع المفردات على المحاور الفرعية للاختبار المعرفي:

جدول(٢)

توزيع المفردات على المحاور الفرعية للاختبار المعرفي المتعلق بالتغيرات المناخية

م	المحاور الفرعية	مجموع الأسئلة	الوزن النسبي
١	المفاهيم المتعلقة بالتغيرات المناخية	٩	٣٤.٦٪
٢	أسباب حدوث التغيرات المناخية	٦	٢٣٪
٣	التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية	٦	٢٣٪
٤	الوقاية من حدوث التغيرات المناخية	٥	١٩.٢٤٪
المجموع		**٢٦**	**١٠٠٪**

(٤) صياغة تعليمات الاختبار:

تُعد تعليمات الاختبار من العوامل المهمة لنجاح تطبيق الاختبار على التلاميذ أفراد العينة، فإذا كانت واضحة ودقيقة فإنها تؤدي إلى فهم صحيح لهدف الاختبار، وكيفية الإجابة عن مفرداته، وإن كانت غامضة فإنها تؤدي إلى صعوبة في فهم هدف الاختبار وبالتالي صعوبة في الإجابة عن بنوده.، وقد تم مراعاة أن تكون صياغة تعليمات الاختبار (واضحة، ومناسبة لمستوى التلاميذ، وبسيطة)، وبالتالي يستطيع التلاميذ فهم كيفية الإجابة عن الاختبار من خلالها، كما زودت التعليمات بمثال يبين كيفية الإجابة على بنوده.

(٥) حساب صدق درجات الاختبار:

لغرض حساب صدق درجات الاختبار المعرفي تم استخدام الصدق الظاهري؛ حيث تم عرض الاختبار في صورته الأولية على عدد (١٢) من المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم وذلك لمعرفة أراءهم وملاحظاتهم حول العناصر التالية:

- ارتباط مفردات الاختبار بالأبعاد المراد قياسها (مرتبطة- غير مرتبطة).
- مناسبة مفردات الاختبار لتلاميذ الصف الثاني الاعدادي (مناسبة- غير مناسبة).
- دقة الصياغة العلمية واللغوية لمفردات الاختبار (دقيقة- غير دقيقة).
- إضافة أو حذف أو تعديل ما يرونه مناسباً من تعديلات.

وجدول (٣) يوضح نسب اتفاق المحكمين على عناصر التحكيم:

جدول (٣)

يوضح نسب اتفاق المحكمين على عناصر التحكيم المرتبطة بالاختبار المعرفي

م	عناصر التحكيم	نسب الاتفاق
١	ارتباط مفردات الاختبار بالأبعاد المراد قياسها	%91
٢	مناسبة مفردات الاختبار لتلاميذ الصف الثاني الاعدادي.	١٠٠٪
٣	دقة الصياغة العلمية واللغوية لمفردات الاختبار	%83

كما طلب من السادة المحكمين اقتراح تغييرات من إضافات ضرورية، أو حذف، أو تعديل ما يكون مناسباً، وكان لبعض المحكمين بعض الآراء والمقترحات، التي أُخِذَت في الاعتبار، وكان منها أن أشار بعض المحكمين بإعادة صياغة العبارات (٣، ٤، ١٧، ٢٣) لكون مقدمة بعض هذه العبارات طويلة قد تشتت انتباه التلاميذ، أو تكون بمثابة تلميحاً للإجابة، أو أن البدائل غير متجانسة في الطول، وقد روعي ذلك في الصورة النهائية للاختبار المعرفي.

حساب ثبات درجات الاختبار:

لغرض التأكد من ثبات درجات الاختبار تم تطبيقه على عينة استطلاعية مكونة من (٣٦) تلميذة من تلاميذ الصف الثاني الاعدادي من غير عينة البحث الأساسية، ثم اعيد تطبيق الاختبار على نفس العينة الاستطلاعية بعد مرور ثلاثة أسابيع من التطبيق الأول، ثم تم حساب معاملات ارتباط بيرسون بين التطبيقين الأول والثاني للاختبار المعرفي، وجدول (٤) يوضح النتائج كما يلي:

جدول (٤)

يوضح ثبات درجات الاختبار المعرفي باستخدام طريقة إعادة التطبيق

م	أبعاد الاختبار	معاملات الارتباط بين التطبيق الأول والثاني
١	المفاهيم المتعلقة بالتغيرات المناخية	٠.٧٩
٢	أسباب حدوث التغيرات المناخية	٠.٧٥
٣	التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية	٠.٧٨
٤	الوقاية من حدوث التغيرات المناخية	٠.٧٤
الاختبار ككل		٠.٨١

باستقراء بيانات جدول (٤) يتضح أن قيم معاملات الارتباط بين نتائج التطبيق الأول والتطبيق الثاني لكل بعد من أبعاد الاختبار كانت مرتفعة، وكذلك بالنسبة للدرجة الكلية للاختبار، مما يشير إلى ثبات درجات الاختبار، وكذلك صلاحيته للاستخدام كأداة لجمع البيانات في البحث الحالي.

حساب زمن الإجابة على الاختبار:

لغرض تحديد الزمن اللازم لتطبيق الاختبار على عينة البحث الأساسية، تم حسابه بعد تطبيق الاختبار على العينة الاستطلاعية، وذلك بحساب المتوسط الزمني الذي استغرقه جميع التلاميذ في الإجابة عن الاختبار ككل، حيث وجد أن الزمن المناسب لانتهاء جميع التلاميذ من الإجابة عن جميع أسئلة الاختبار حوالي (٣٠) دقيقة، بما في ذلك قراءة تعليمات الاختبار.

حساب معاملات السهولة والتمييز لمفردات الاختبار :

تم حساب معاملات السهولة لكل مفردة من مفردات الاختبار باستخدام معادلة حساب معامل السهولة (السيد، ٢٠١٤: ٤٤٧). وقد تراوحت معاملات السهولة بين (٠.٣٩- ٠.٦٥) وهي تعد معاملات سهولة مقبولة.

كما تم حساب معاملات التمييز لكل سؤال من أسئلة الاختبار باتباع الخطوات التالية:

- تم حساب عدد الإجابات الصحيحة للسؤال الواحد في المجموعة العليا التي تضم أوراق إجابات التلاميذ الذين حصلوا على أعلى الدرجات في الاختبار كله ويمثلوا (٢٧٪) تمثل عشرة تلاميذ من تلاميذ التجربة الاستطلاعية.
- تم حساب عدد الإجابات الصحيحة للسؤال الواحد في المجموعة الدنيا التي تضم أوراق إجابات التلاميذ الذين حصلوا على أقل الدرجات في الاختبار كله ويمثلوا (٢٧٪) تمثل عشرة تلاميذ من تلاميذ التجربة الاستطلاعية.

ومعامل التمييز المقبول لا يقل عن ٠,٣٠ وكلما ارتفع عن تلك القيمة كان أفضل. (جابر جابر، ١٩٩٦، ص ٤٦٨)، وتراوحت معاملات التمييز لأسئلة الاختبار بين (٠,٣٤- ٠,٧١)، وهي تعد معاملات تمييز مقبولة.

إعداد الصورة النهائية للاختبار المعرفي:

بعد حساب الخصائص السيكومترية للاختبار من صدق وثبات، وما ترتب عليها من تعديل صياغة بعض العبارات، أصبح الاختبار في صورته النهائية يتكون من (٢٦) سؤالا من نوع أسئلة الاختيار من متعدد لقياس معارف تلاميذ الصف الثاني الاعدادي المتعلقة بالتغيرات المناخية. وجدول (٥) يوضح توزيع أسئلة اختبار معارف التلاميذ بالتغيرات المناخية على محاوره الفرعية.

جدول (٥)

توزيع أسئلة اختبار معارف التلاميذ بالتغيرات المناخية على مكوناته الفرعية

م	المحاور الفرعية	الأسئلة
١	المفاهيم المتعلقة بالتغيرات المناخية	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩
٢	أسباب حدوث التغيرات المناخية	١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥
٣	التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية	١٦، ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١
٤	الوقاية من حدوث التغيرات المناخية	٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦
المجموع		**٢٦**

٢-٧ إعداد مفتاح تصحيح الاختبار:

تم تقدير درجات الاختبار بحيث يكون لكل سؤال درجة واحدة على أن تحصل التلميذة على: درجة واحدة في حالة الإجابة الصحيحة، صفر في حالة الإجابة الخطأ، وبذلك يكون مجموع درجات للاختبار ككل ستة وعشرون درجة.

ب- مقياس اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية

لقد تم إعداد مقياس اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية في ضوء الخطوات التالية:

(١) تحديد الهدف من بناء المقياس:

هدف مقياس اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية إلى قياس اتجاهات تلاميذ الصف الثاني الإعدادي (عينة البحث) نحو موضوع التغيرات المناخية.

(٢) **الاطلاع على:** العديد من البحوث والدراسات السابقة والأطر النظرية المتعلقة بموضوع التغيرات المناخية مثل: (إيمان سليمان، ٢٠٢٣؛ رانيا السعداوي، ٢٠٢٣؛ رحاب عبد القادر، ٢٠٢٣؛ عبد الرحمن الشقير، ٢٠٢٢؛ Ezeudu, et, 2016؛ Oruonye, 2011).

(٣) صياغة عبارات المقياس:

تم صياغة عبارات المقياس في صورته الأولية من (٢٠) عبارة يتم الاستجابة لكل عبارة من خلال مقياس ليكرت الثلاثي (موافق- محايد- غير موافق)، وهذه العبارات موزعة على محورين هما: النظرة إلى قضية التغيرات المناخية، والاتجاه نحو حماية البيئة، وقد روعي أثناء صياغة العبارات أن تكون بسيطة وواضحة حتى يسهل على التلاميذ فهمها، وأن تتنوع العبارات ما بين عبارات ايجابية وعددها (١٢) عبارة، وعبارات سلبية وعددها (٨) عبارات، وجدول (٦) يوضح توزيع العبارات على المحاور الفرعية للمقياس:

جدول(٦)

توزيع العبارات على المحاور الفرعية لمقياس الاتجاهات نحو التغيرات المناخية

م	المحاور الفرعية	مجموع العبارات	الوزن النسبي
١	النظرة إلى قضية التغيرات المناخية	١١	٥٥٪
٢	الاتجاه نحو حماية البيئة	٩	٤٥٪
المجموع		٢٠	١٠٠٪

(٤) صياغة تعليمات المقياس:

تم صياغة تعليمات المقياس بحيث تكون (واضحة، ومناسبة لمستوى التلاميذ، وبسيطة)، وبالتالي يستطيع التلاميذ فهم كيفية الاجابة على عبارات المقياس من خلالها، كما زودت التعليمات بمثال يبين كيفية الإجابة.

(٥) حساب صدق درجات المقياس:

تم عرض المقياس في صورته الأولية على (12) من المحكمين تخصص مناهج وطرق تدريس العلوم وذلك لمعرفة أراءهم وملاحظاتهم حول العناصر التالية:

- ارتباط عبارات المقياس بالمحاور المراد قياسها (مرتبطة- غير مرتبطة).
- مناسبة عبارات المقياس لتلاميذ الصف الثاني الاعدادي (مناسبة- غير مناسبة).
- دقة الصياغة العلمية واللغوية لعبارات المقياس (دقيقة- غير دقيقة).

- إضافة أو حذف أو تعديل ما يرونه مناسباً من تعديلات.

وجدول (٧) يوضح نسب اتفاق المحكمين على عناصر التحكيم:

جدول (٧)

يوضح نسب اتفاق المحكمين على عناصر التحكيم المرتبطة بمقياس الاتجاهات

م	عناصر التحكيم	نسب الاتفاق
١	ارتباط عبارات المقياس بالمحاور المراد قياسها	٨٣٪
٢	مناسبة عبارات المقياس لتلاميذ الصف الثاني الاعدادي.	٩١٪
٣	دقة الصياغة العلمية واللغوية لعبارات المقياس	83%

التجربة الاستطلاعية للمقياس:

تم تطبيق مقياس اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية (استطلاعياً)، على عينة قوامها (٣٦) تلميذة بالصف الثاني الإعدادي الأزهري غير عينة البحث الأساسية بهدف:

- التأكد من وضوح التعليمات،
- تحديد زمن الإجابة عن المقياس.
- حساب الاتساق الداخلي لأسئلة المقياس.
- حساب ثبات درجات المقياس.
- إعادة صياغة بعض العبارات الغامضة.

التأكد من وضوح التعليمات:

قبل البدء في الإجابة عن عبارات المقياس تم توضيح التعليمات الخاصة بالمقياس للتلاميذ، مع اتاحة الفرصة لطرح الأسئلة والاستفسارات كي يتسنى لهم الإجابة عن عبارات المقياس بطريقة سليمة وقد تبين أن تعليمات المقياس كانت واضحة.

تحديد زمن الإجابة عن المقياس:

تم حساب زمن الإجابة على عبارات المقياس من خلال حساب زمن الإجابة لكل تلميذة من تلاميذ العينة الاستطلاعية، ثم حساب متوسط الزمن الذي استغرقه أفراد العينة للإجابة على المقياس، وقد تم تقديره (١٥) دقيقة مشتملاً على زمن قراءة التعليمات.

حساب الاتساق الداخلي لعبارات المقياس:

لغرض التأكد من الاتساق الداخلي لعبارات المقياس تم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل عبارة والدرجة الكلية للمحور الذي تنتمي اليه، وبين درجة كل عبارة والدرجة الكلية للمقياس، وجدول (٨) يوضح نتائج ذلك كما يلي:

جدول (٨)

معاملات الارتباط بين درجة كل عبارة والدرجة الكلية للمحور والدرجة الكلية للمقياس

النظرة إلى قضية التغيرات المناخية			الاتجاه نحو حماية البيئة		
م	الارتباط بالمحور	الارتباط بالدرجة الكلية	م	الارتباط بالمحور	الارتباط بالدرجة الكلية
١	٠.485**	٠.579**	١٢	٠.509**	٠.639**
٢	٠.397**	٠.407**	١٣	٠.499**	٠.585**
٣	٠.468**	٠.536**	١٤	٠.302**	٠.423**
٤	٠.364**	٠.445**	١٥	٠.436**	٠.461**
٥	٠.429**	٠.586**	١٦	٠.377**	٠.٤٤٧**
٦	٠.536**	٠.677**	١٧	٠.480**	٠.576**
٧	٠.439**	٠.489**	١٨	٠.357**	٠.510**
٨	٠.307**	٠.312**	١٩	٠.329**	٠.405**
٩	٠.345**	٠.524**	٢٠	٠.446**	٠.547**
١٠	٠.568**	٠.495**			
١١	٠.389**	٠.494**			

** دالة عن مستوى (٠.٠١)

من خلال استقراء بيانات جدول (٨) يتضح أن: جميع مفردات المقياس لها معاملات ارتباط موجبة ودالة احصائيا عند مستوى (٠.٠١) مما يشير إلى وجود درجة عالية من الاتساق الداخلي بين عبارات المقياس والدرجة الكلية له؛ حيث تراوحت معاملات الارتباط بين (٠.٣١٢-٠.677)، وبالنسبة للمحاور الفرعية فقد تراوحت معاملات ارتباط عبارات محور النظرة إلى قضية التغيرات المناخية بدرجته الكلية ما بين (٠.307-٠.568)، وبالنسبة لمعاملات ارتباط عبارات محور الاتجاه نحو حماية البيئة فقد تراوحت ما بين(٠.302-٠.509)، وجميع هذه القيم أكبر من (٠.٣)، مما يشير إلى أن المقياس يتمتع بدرجة عالية من الاتساق الداخلي.

حساب ثبات درجات المقياس:

لغرض حساب ثبات درجات مقياس اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية، تم استخدام طريقة الفا كرونباخ Alpha Cronbach، وذلك لأن دراجات المقياس تتراوح بين (٣:١)، وجدول (٩) يوضح نتائج ذلك كما يلي:

جدول (٩)

يوضح ثبات درجات المقياس باستخدام طريقة الفا كرونباخAlpha Cronbach

م	محاور المقياس	معامل الارتباط الفا كرونباخ
١	النظرة إلى قضية التغيرات المناخية	٠.٧٤
٢	الاتجاه نحو حماية البيئة	٠.٧١
	المقياس ككل	٠.٧٨

باستقراء بيانات جدول (٩) يتضح أن قيم معاملات الثبات لمحاور المقياس (النظرة إلى قضية التغيرات المناخية– الاتجاه نحو حماية البيئة) قد بلغت (٠.٧٤، ٠.٧١) على الترتيب، وجميعها قيم مقبولة لمعامل الثبات، كما بلغت قيمة معامل ثبات درجات المقياس ككل، بطريقة ألفا كرونباخ (٠.٧٨)، وهي أيضا قيمة مقبولة لمعامل الثبات مما يشير إلى صلاحية استخدام المقياس كأداة لجمع البيانات في البحث الحالي.

إعادة صياغة بعض العبارات الغامضة بالمقياس:

من خلال تساؤلات بعض التلاميذ أثناء التجربة الاستطلاعية عن بعض عبارات المقياس، تم توضيح تلك العبارات لهم وإزالة جوانب الغموض، وقد تم تعديل ذلك في الصورة النهائية للمقياس.

إعداد المقياس في صورته النهائية:

بعد الانتهاء من خطوات إعداد المقياس، والوثوق بمدى صدق وثبات درجاته، أصبح المقياس في شكله النهائي، مكوناً من (٢٠) عبارة، لقياس اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية، وجدول (١٠) يوضح توزيع عبارات المقياس (الموجبة والسالبة) على محاوره الفرعية.

جدول(١٠)

توزيع العبارات الموجبة والسالبة لمقياس اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية على محاورة الفرعية

م	المحور الفرعي	عدد العبارات	العبارات الايجابية	العبارات السلبية
١	النظرة إلى قضية التغيرات المناخية	١١	١، ٢، ٣، ٤، ٧، ٨	٥، ٦، ٩، ١٠، ١١
٢	الاتجاه نحو حماية البيئة	٩	١٣، ١٤، ١٥، ١٧، ١٨، ٢٠	١٢، ١٦، ١٩
مجموع العبارات		**٢٠**	**١٢**	**٨**

طريقة تقدير درجات المقياس

لغرض تقدير درجات المقياس: تم استخدام نظام تقدير ليكرت الثلاثي، حيث تم تحديد ثلاث درجات في حالة اختيار(موافق)، ودرجتان في حالة اختيار (محايد)، ودرجة واحدة في حالة اختيار (غير موافق)، والعكس في حالة العبارات السلبية، ولما كان عدد العبارات التي تقيس هذا البعد هو (٢٠) عبارة، فإن الدرجة الكلية لهذا البعد تساوي (٦٠) درجة، والدرجة الصغرى تساوي (٢٠) درجة.

ج– مقياس سلوكيات التلاميذ في المواقف الحياتية المتعلقة بالتغيرات المناخية

لقد تم إعداد مقياس سلوكيات التلاميذ في المواقف الحياتية المتعلقة بالتغيرات المناخية في ضوء الخطوات التالية:

(١) تحديد الهدف من بناء المقياس:

هدف المقياس إلى قياس سلوكيات تلاميذ الصف الثاني الإعدادي (عينة البحث) في المواقف الحياتية المرتبطة بموضوع التغيرات المناخية.

(٢) **الاطلاع على:** العديد من البحوث والدراسات السابقة والأطر النظرية المتعلقة بموضوع التغيرات المناخية مثل: (إيمان سليمان، ٢٠٢٣؛ رانيا السعداوي، ٢٠٢٣؛ رحاب عبد القادر، ٢٠٢٣؛ عبد الرحمن الشقير، ٢٠٢٢؛ Ezeudu, et, 2016؛ Oruonye, 2011).

(٣) صياغة عبارات المقياس:

تم صياغة عبارات المقياس في صورته الأولية من (٢٥) عبارة، موزعة على ثلاثة محاور فرعية وهي: ترشيد استخدام ملوثات المناخ، الحفاظ على المناخ من التلوث، المسئولية الاجتماعية، وقد تم صياغة عبارات هذا المقياس في صورة مواقف، ويلي كل موقف ثلاث بدائل (أفعل دائما- أفعل أحياناً- لا أفعل)؛ حيث يختار منها التلميذ البديل الذي يعبر عن سلوكه في هذا الموقف، وجدول (١١) يوضح توزيع العبارات على المحاور الفرعية للمقياس:

جدول(١١)

توزيع العبارات على المحاور الفرعية لمقياس سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية

م	المكونات الفرعية	مجموع الأسئلة	الوزن النسبي
١	ترشيد استخدام ملوثات المناخ	٨	٣٢٪
٢	الحفاظ على المناخ من التلوث	١٠	٤٠٪
٣	المسئولية الاجتماعية	٧	٢٨٪
المجموع		**٢٥**	**١٠٠٪**

(٤) صياغة تعليمات المقياس:

تم صياغة تعليمات المقياس بحيث تكون (واضحة، ومناسبة لمستوى التلاميذ، وبسيطة)، وبالتالي يستطيع التلاميذ فهم كيفية الاجابة على عبارات المقياس من خلالها، كما زودت التعليمات بمثال يبين كيفية الإجابة.

(٥) حساب صدق درجات المقياس:

تم عرض المقياس في صورته الأولية على (12) من المحكمين تخصص مناهج وطرق تدريس العلوم وذلك لمعرفة أراءهم وملاحظاتهم حول العناصر التالية:

- ارتباط عبارات المقياس بالمحاور المراد قياسها (مرتبطة- غير مرتبطة).
- مناسبة عبارات المقياس لتلاميذ الصف الثاني الاعدادي (مناسبة- غير مناسبة).
- دقة الصياغة العلمية واللغوية لعبارات المقياس (دقيقة- غير دقيقة).
- إضافة أو حذف أو تعديل ما يرونه مناسباً من تعديلات.

وجدول (١٢) يوضح نسب اتفاق المحكمين على عناصر التحكيم:

جدول (١٢)

يوضح نسب اتفاق المحكمين على عناصر التحكيم المرتبطة بمقياس سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية

م	عناصر التحكيم	نسب الاتفاق
١	ارتباط عبارات المقياس بالمحاور المراد قياسها	٩١٪
٢	مناسبة عبارات المقياس لتلاميذ الصف الثاني الاعدادي.	٩١٪
٣	دقة الصياغة العلمية واللغوية لعبارات المقياس	83%

(٦) التجربة الاستطلاعية للمقياس:

تم تطبيق مقياس سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية (استطلاعياً)، على عينة قوامها (٣٦) تلميذة بالصف الثاني الإعدادي الأزهري غير عينة البحث الأساسية بهدف:

- التأكد من وضوح التعليمات،
- تحديد زمن الإجابة عن المقياس.
- حساب الاتساق الداخلي لأسئلة المقياس.
- حساب ثبات درجات المقياس.
- إعادة صياغة بعض العبارات الغامضة.

التأكد من وضوح التعليمات:

قبل البدء في الإجابة عن عبارات المقياس تم توضيح التعليمات الخاصة بالمقياس للتلاميذ، مع اتاحة الفرصة لطرح الأسئلة والاستفسارات كي يتسنى لهم الإجابة عن عبارات المقياس بطريقة سليمة وقد تبين أن تعليمات المقياس كانت واضحة.

تحديد زمن الإجابة عن المقياس:

تم حساب زمن الإجابة على عبارات المقياس من خلال حساب زمن الإجابة لكل تلميذة من تلاميذ العينة الاستطلاعية، ثم حساب متوسط الزمن الذي استغرقه أفراد العينة للإجابة على المقياس، وقد تم تقديره (٢٠) دقيقة مشتملاً على زمن قراءة التعليمات.

حساب الاتساق الداخلي لعبارات المقياس:

لغرض التأكد من الاتساق الداخلي لعبارات المقياس تم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل عبارة والدرجة الكلية للمحور الذي تنتمي اليه، وبين درجة كل عبارة والدرجة الكلية للمقياس، وجدول (١٣) يوضح نتائج ذلك كما يلي:

جدول (١٣)

معاملات الارتباط بين درجة كل عبارة والدرجة الكلية للمحور والدرجة الكلية للمقياس

ترشيد استخدام ملوثات المناخ			الحفاظ على المناخ من التلوث			المسئولية الاجتماعية		
م	الارتباط بالمحور	الارتباط بالدرجة الكلية	م	الارتباط بالمحور	الارتباط بالدرجة الكلية	م	الارتباط بالمحور	الارتباط بالدرجة الكلية
١	٠.٤٧٦**	٠.٥٧٩**	٩	٠.٤٦٥**	٠.٦٣٥**	١٩	٠.٦٢٨**	0.644**
٢	٠.٥٥٨**	٠.٥٦٥**	١٠	٠.٥٦٥**	٠.٨٩٥**	٢٠	٠.٤٩٤**	0.555**
٣	٠.٣٩٨**	٠.٨٦٥**	١١	٠.٣٦٨**	٠.٧٦٣**	٢١	٠.٦٦٢**	0.565**
٤	٠.٧٣٤**	٠.٨٨١**	١٢	٠.٤٣٢**	٠.٨٥٢**	٢٢	٠.٥٧١**	0.336**
٥	٠.٤٣١**	٠.٦٣٣**	١٣	٠.٣٣٨**	٠.٧٣٦**	٢٣	٠.٥٥٧**	0.644**
٦	٠.٦٢٥**	٠.٦٨٤**	١٤	٠.٦٧٨**	٠.٧٤٥**	٢٤	٠.٣٢٨**	٠.٤٤١**
٧	٠.٤٥٤**	٠.٥٥٨**	١٥	٠.٥٢١**	٠.٦٥٦**	٢٥	**٠.٣٣٢	**٠.٥٦٨
٨	٠.٥٣٤**	٠.٧٧٣**	١٦	٠.٥٦٨**	٠.٥٧٦**			
			١٧	٠.٥٥٢**	٠.٦٦٨**			
			١٨	٠.٥١٤**	٠.٤٣٩**			

** دالة عن مستوى (٠.٠١)

من خلال استقراء بيانات جدول (١٣) يتضح أن: جميع مفردات المقياس لها معاملات ارتباط موجبة ودالة احصائيا عند مستوى (٠.٠١) بين عبارات المقياس والدرجة الكلية له؛ حيث تراوحت معاملات الارتباط بين (٠.٣٣٦-0.895)، وبالنسبة للمحاور الفرعية فقد تراوحت معاملات ارتباط عبارات محور ترشيد استخدام ملوثات المناخ بدرجته الكلية ما بين (0.398-0.734)، وبالنسبة لمعاملات ارتباط عبارات محور الحفاظ على المناخ من التلوث فقد تراوحت معاملات الارتباط ما بين(0.338-٠.678)، أما بالنسبة لمعاملات ارتباط عبارات محور المسئولية الاجتماعية فقد تراوحت معاملات الارتباط ما بين(٠.٣٣٢-٠.٦٦٢)، وجميع هذه القيم أكبر من (٠.٣)، مما يشير إلى أن المقياس يتمتع بدرجة عالية من الاتساق الداخلي.

حساب ثبات درجات المقياس:

لحساب ثبات درجات مقياس سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية، تم استخدام طريقة الفا كرونباخ Alpha Cronbach، وذلك لأن دراجات المقياس تتراوح بين (٣:١)، وجدول (١٤) يوضح نتائج ذلك كما يلي:

جدول (١٤)

يوضح ثبات درجات المقياس باستخدام طريقة الفا كرونباخAlpha Cronbach

م	محاور المقياس	معامل الارتباط الفا كرونباخ
١	ترشيد استخدام ملوثات المناخ	٠.٧٥٤
٢	الحفاظ على المناخ من التلوث	٠.٧٣٨
٣	المسئولية الاجتماعية	٠.٧١٥
	المقياس ككل	**٠.٧٦٣**

باستقراء بيانات جدول (١٤) يتضح أن قيم معاملات الثبات لمحاور المقياس قد بلغت (٠.٧٥٤، ٠.٧٣٨، ٠.٧١٥) على الترتيب، وجميعها قيم مقبولة لمعامل الثبات، كما بلغت قيمة معامل ثبات درجات المقياس ككل، بطريقة ألفا كرونباخ (٠.٧٦٣)، وهي أيضا قيمة مقبولة لمعامل الثبات مما يشير إلى صلاحية استخدام المقياس كأداة لجمع البيانات في البحث الحالي.

إعادة صياغة بعض العبارات الغامضة بالمقياس:

من خلال تساؤلات بعض التلاميذ أثناء التجربة الاستطلاعية عن بعض عبارات المقياس، تم توضيح تلك العبارات لهم وإزالة جوانب الغموض، وقد تم تعديل ذلك في الصورة النهائية للمقياس.

إعداد المقياس في صورته النهائية:

بعد الانتهاء من خطوات إعداد المقياس، والوثوق بمدى صدق وثبات درجاته، أصبح المقياس في شكله النهائي[1]، مكوناً من (٢٥) عبارة، صالح لقياس سلوكيات تلاميذ الصف الثاني الاعدادي في المواقف الحياتية المرتبطة بالتغيرات المناخية، وجدول (١٥) يوضح توزيع عبارات المقياس على محاوره الفرعية.

جدول (١٥)

توزيع العبارات لمقياس سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية على محاورة الفرعية

م	المحور الفرعي	توزيع العبارات	المجموع
١	ترشيد استخدام ملوثات المناخ	١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨	٨
٢	الحفاظ على المناخ من التلوث	٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨	١٠
٣	المسئولية الاجتماعية	١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٤، ٢٥	٧
مجموع العبارات		٢٥	

<u>ثانيا: إعداد اختبار الفهم العميق (إعداد الباحثان)</u>

قام الباحثان بإعداد اختبار الفهم العميق في ضوء الخطوات التالية:

٢-١ تحديد الهدف من الاختبار

حيث هدف الاختبار الى قياس مستوى الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي بوحدة الغلاف الجوي وحماية كوكب الأرض المقررة في مادة العلوم.

٢-٢ تحديد أبعاد الاختبار

تم تحديد أبعاد اختبار الفهم العميق من خلال الاستفادة من الإطار النظري للبحث وكذلك الاطلاع على العديد من الأدبيات والدراسات السابقة المرتبطة بمجال البحث مثل دراسة كل من

ملحق رقم (٣) الصورة النهائية لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية

(أحمد واخرين، ٢٠٢٢؛ أبو رية والسرجاني، ٢٠١٥؛ حسانين واخرين، ٢٠١٩؛ دهمان، ٢٠٢٢؛ عبد الله، ٢٠٢٠)، وبناء على تحليل الأبعاد التي وردت في البحوث والدراسات السابقة المرتبطة بالفهم العميق، اختار الباحثان الأبعاد التي تتناسب مع تلاميذ المرحلة الاعدادية بناء على الأبعاد التي حصلت على أكثر تكرارات وهي: الشرح، التفسير، التطبيق، اتخاذ القرار.

٢-٣ صياغة مفردات الاختبار:

تم صياغة مفردات اختبار الفهم العميق في صورته الأولية في ضوء التعريف الاجرائي لكل بعد من الابعاد التي تم تحديدها مسبقا، وقد تكون الاختبار في صورته الأولية من (٣٤) سؤال من نوع أسئلة الاختيار من متعدد لمناسبتها لتحقيق الهدف من الاختبار، بالإضافة إلى قدرة هذا النوع من الأسئلة على قياس مستويات مختلفة لدى التلاميذ.

٢-٤ تحديد تعليمات استخدام الاختبار

تم تحديد تعليمات استخدام الاختبار بحيث تكون واضحة ومبسطة ليسهل على التلاميذ فهمها، وتحدد المطلوب من التلاميذ القيام به، كما زودت التعليمات بمثال محلول يبين كيفية الإجابة.

٢-٥ حساب الخصائص السيكومترية للاختبار

٢-٥-١ حساب صدق درجات الاختبار

تم استخدام الطرق التالية لحساب صدق درجات الاختبار:

٢-٥-١-١ الصدق الظاهري

حيث قاما الباحثان بعرض الاختبار في صورته الأولية على مجموعة المحكمين المتخصصين في مجال المناهج وطرق تدريس العلوم، وذلك لمعرفة أراءهم وملاحظاتهم حول العناصر التالية:

- ارتباط مفردات الاختبار بالأبعاد المراد قياسها (مرتبطة- غير مرتبطة).
- مناسبة مفردات الاختبار لتلاميذ الصف الثاني الاعدادي (مناسبة- غير مناسبة).
- دقة الصياغة العلمية واللغوية لمفردات الاختبار (دقيقة- غير دقيقة).
- إضافة أو حذف أو تعديل ما يرونه مناسباً من تعديلات.

وجدول (١٦) يوضح نسب اتفاق المحكمين على عناصر التحكيم:

جدول (١٦)

يوضح النسب المئوية لموافقة المحكمين على عناصر التحكيم الخاصة باختبار الفهم العميق

م	انتماء المفردة للبعد%	دقة الصياغة للمفردة%	م	انتماء المفردة للبعد%	دقة الصياغة للمفردة%
١	١٠٠٪	١٠٠٪	١٨	١٠٠٪	%83.33
٢	١٠٠٪	١٠٠٪	١٩	١٠٠٪	١٠٠٪
٣	١٠٠٪	%100	٢٠	١٠٠٪	١٠٠٪
٤	%91.66	%83.33	٢١	١٠٠٪	١٠٠٪

م	انتماء المفردة للبعد%	دقة الصياغة للمفردة%	م	انتماء المفردة للبعد%	دقة الصياغة للمفردة%
٥	٪١٠٠	٪١٠٠	٢٢	%100	٪١٠٠
٦	٪١٠٠	%100	٢٣	٪١٠٠	%91.66
٧	٪١٠٠	٪١٠٠	٢٤	٪١٠٠	٪١٠٠
٨	٪١٠٠	٪١٠٠	٢٥	٪١٠٠	٪١٠٠
٩	٪١٠٠	٪٦٦.٦٦	٢٦	%75	٪١٠٠
١٠	٪١٠٠	٪١٠٠	٢٧	٪١٠٠	٪١٠٠
١١	٪١٠٠	%91.66	٢٨	٪٨٦.٦٦	%100
١٢	٪١٠٠	%83.33	٢٩	٪١٠٠	٪١٠٠
١٣	٪١٠٠	٪١٠٠	٣٠	٪١٠٠	٪١٠٠
١٤	%91.66	٪١٠٠	٣١	%58.33	٪١٠٠
١٥	٪١٠٠	٪١٠٠	٣٢	٪١٠٠	%83.33
١٦	٪٦٦.٦٦	٪١٠٠	٣٣	%91.66	%100
١٧	٪١٠٠	٪١٠٠	٣٤	٪١٠٠	%91.66

يتضح من جدول (١٦) أن نسب الاتفاق تراوحت ما بين (٥٨.٣٣٪- ١٠٠٪)، وقد اعتمد الباحثان نسبة اتفاق (٨٠٪) كمعيار لقبول وبناءً على هذا المعيار ووفقًا لآراء السادة المحكمين تم استبعاد العبارات رقم (٩- ١٦- ٢٦- ٣١) لأن نسبة الاتفاق عليها كانت متدنية إما لصعوبتها أو عدم انتمائها للبعد التي تقيسه، ليصبح الاختبار بعد تعديلات المحكمين مكون من (٣٠) عبارة. كما طُلب من السادة المحكمين أيضًا إضافة ما يرونه مناسبًا من تعديلات وبناءً على ذلك قامت الباحثان بتعديل صياغة بعض المفردات أرقام (٤- ١١- ١٢- ٢٣- ٣٢-٣٤) لكي تكون أكثر تحديدا ووضوحا، وذلك في الصورة النهائية للاختبار.

٢-٥-١-٢ صدق محتوى الاختبار:

لغرض التأكد من صدق محتوى الاختبار تم اعداد جدول مواصفات يوضح العلاقة بين موضوعات الوحدة المختارة وأبعاد الفهم العميق (الشرح، التفسير، التطبيق، اتخاذ القرار) والوزن النسبي لكل بعد من هذه الأبعاد، وذلك من خلال الجدول (١٧):

جدول (١٧)

مواصفات اختبار الفهم العميق لتلاميذ الصف الثاني الاعدادي

م	موضوعات الوحدة	مهارات الفهم العميق				المجموع	الوزن النسبي
		الشرح	التفسير	التطبيق	اتخاذ القرار		
١	طبقات الغلاف الجوي	٢، 11، ١٦، ١٩، ٢٠	١، ٣، 9، ١٣، ١٤	5، 12، ١٥	7، 10، ١٧، ٢٧	١٧	٥٦.٦٧٪
٢	تآكل طبقة الأوزون وارتفاع درجة حرارة الأرض	١٨، ٢١، ٢٥، ٣٠	٢٢، ٢٤	٦، ٨، ٢٩	٤، ٢٣، ٢٦، ٢٨	١٣	٤٣.٣٣٪
المجموع		٩	٧	٦	٨	٣٠	١٠٠٪
الوزن النسبي		٣٠٪	٢٣.٣٣	٢٠٪	٢٦.٦٧		

٢-٥-٢ حساب الاتساق الداخلي للاختبار:

تم استخدام الطرق التالية لحساب الداخلي للاختبار

٢-٥-٢-١ حساب الاتساق الداخلي بين درجة كل مفردة وبين الدرجة الكلية للاختبار

لغرض حساب الاتساق الداخلي بين درجة كل مفردة وبين الدرجة الكلية لاختبار الفهم العميق، تم استخدام معامل الارتباط بيرسون لحساب الارتباط بين درجة كل مفردة وبين الدرجة الكلية للاختبار، وجدول (١٨) يوضح النتائج كما يلي:

جدول (١٨)

معاملات الارتباط بين درجة كل مفردة وبين الدرجة الكلية للاختبار

رقم المفردة	معامل الارتباط	رقم المفردة	معامل الارتباط
١	٠.٤٤٨**	١٦	٠.٥٤٨**
٢	٠.٣٢٨**	١٧	٠.٥٨٣**
٣	٠.٥٦٥**	١٨	٠.٦٢٨**
٤	٠.٣٣٢**	١٩	٠.٤٩٤**
٥	٠.٣٤١**	٢٠	٠.٦٦٢**
٦	٠.٤٠٧**	٢١	٠.٤٧١**
٧	٠.٤١٤**	٢٢	٠.٥٥٧**
٨	٠.٤٦٧**	٢٣	٠.٣٤٤**
٩	٠.٥٦٥**	٢٤	٠.٥٥٥**
١٠	٠.٣٦٨**	٢٥	٠.٤٦٥**
١١	٠.٤٥٢**	٢٦	٠.٣٣٦**
١٢	٠.٣٣٨**	٢٧	٠.٥٠٧**
١٣	٠.٥٧٨**	٢٨	٠.٢٨٧**
١٤	٠.٤٢١**	٢٩	٠.٣٦٥**
١٥	٠.٤٦٨**	٣٠	٠.٤٣٢**

** دالة عن مستوى (٠.٠١)

من خلال استقراء بيانات جدول (١٨) يتضح أن: جميع مفردات الاختبار لها معاملات ارتباط موجبة ودالة احصائيا عند مستوى (٠.٠١) مما يشير إلى وجود درجة عالية من الاتساق الداخلي لاختبار الفهم العميق.

٢-٥-٢-٢ حساب الاتساق الداخلي بين درجة كل بعد وبين الدرجة الكلية للاختبار

كما تم حساب معاملات الارتباط بين درجة كل بعد من أبعاد الاختبار، والأبعاد الأخرى، وكذلك بين درجة الأبعاد والدرجة الكلية للاختبار ويتضح ذلك من خلال جدول (١٩):

جدول (١٩)

معاملات الارتباط بين أبعاد الاختبار وبعضها وبين الدرجة الكلية للاختبار

أبعاد الاختبار	الشرح	التفسير	التطبيق	اتخاذ القرار	الاختبار ككل
الشرح	—				
التفسير	٠.٧٠٩**	—			
التطبيق	٠.٤٤٩**	٠.٥٩٣**	—		
اتخاذ القرار	٠.٥٤٧**	٠.٦٢٠**	٠.٤٣٢**	—	
الاختبار ككل	٠.٨٥٩**	٠.٨٤٥**	٠.٧٢١**	٠.٧٧٩**	—

** دالة عن مستوى (٠.٠١)

ومن خلال استقراء بيانات الجدول السابق يتضح أن: جميع قيم معاملات الارتباط بين أبعاد الاختبار وبعضها وبين الدرجة الكلية للاختبار ككل كانت موجبة ودالة احصائيا عند مستوى دلالة (٠.٠١)، مما يدل على وجود علاقة ارتباطية بين الأبعاد وبعضها وبين الدرجة الكلية للاختبار وهذا يشير إلى أن الاختبار يتمتع بدرجة جيدة من الاتساق الداخلي.

٢-٥-٣ حساب ثبات درجات الاختبار:

قامت الباحثان بحساب ثبات درجات الاختبار باستخدام الطرق التالية:

٢-٥-٣-١ طريقة التجزئة النصفية: تم حساب ثبات درجات الاختبار من خلال استخدام طريقة التجزئة النصفية؛ حيث تم تجزئة مفردات الإختبار إلى جزئين:

الأول: يضم الأسئلة ذات الأرقام الفردية ١، ٣، ٥، .....، ٢٩

الثاني: يضم الأسئلة ذات الأرقام الزوجية ٢، ٤، ٦، .....، ٣٠

وبالتالي تحصل كل تلميذة على درجتين في الاختبار وبذلك يمكن المقارنة بينهما، وقد أُستخدم برنامج التحليل الإحصائي للبيانات SPSS نسخة رقم ٢٨، ومنه معادلة سبيرمان Spearman للتجزئة النصفية، وقد بلغ ثبات درجات الاختبار (٠,٨٦٤) لمعادلة سبيرمان، وهذه الدرجة تجعلنا نطمئن إلى استخدام الاختبار كأداة للقياس في هذا البحث.

٢-٥-٣-٢استخدام معادلة كيودر ريتشاردسون الصيغة ٢١: كما تم حساب ثبات درجات الاختبار من خلال استخدام معادلة كيودر ريتشاردسون الصيغة ٢١ (علام، ٢٠٠٠: ١٦٤)

وبتطبيق معادلة كيودر ريتشاردسون حصل الباحثان على معامل ثبات درجات الاختبار مقداره (٠.٧٨٤)، وهي قيمة مرتفعة للثبات، مما يشير إلى ثبات درجات الاختبار، وكذلك صلاحيته للاستخدام كأداة لجمع البيانات في هذا البحث.

٢-٦ إعداد الصورة النهائية لاختبار الفهم العميق:

بعد حساب الخصائص السيكومترية للاختبار من صدق وثبات، وما ترتب عنها من حذف بعض العبارات وكذلك تعديل صياغة بعض العبارات، أصبح الاختبار في صورته النهائية [١] يتكون من (٣٠) سؤالا من نوع أسئلة الاختيار من متعدد لقياس مستوى الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي.

٢-٧ إعداد مفتاح تصحيح الاختبار:

تم تقدير درجات الاختبار بحيث يكون لكل سؤال درجة واحدة على أن تحصل التلميذة على: درجة واحدة في حالة الإجابة الصحيحة، صفر في حالة الإجابة الخطأ، وبذلك يكون مجموع درجات للاختبار ككل ثلاثون درجة.

٤- **تصميم خبرات وأنشطة التعلم، وتفاعل المتعلمين، ودور المعلم:** في هذه المرحلة، تم تصميم خبرات وأنشطة التعلم التفاعلية داخل بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد بما يتلاءم مع طبيعة المحتوى العلمي المستهدف، ووفقًا لنمطَي الأنشطة التعليمية المعتمدين في هذا البحث (الاستكشافية والموجّهة)، وذلك بهدف تنمية الوعي بالتغيرات المناخية وتعزيز الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري. ويتمثل النمط الأول في **النمط الاستكشافي (الحر)**، والذي صُمّم ليتيح للمعلم تقديم المشكلة التعليمية للتلاميذ دون طرح حلول جاهزة، بل يكتفي بإرشادهم إلى مجموعة من التوجيهات العامة التي توضح طرقًا ممكنة لمعالجة المشكلة، مع ترك حرية اتخاذ القرار للمتعلمين في اختيار المسار الذي يرونه مناسبًا. ويعتمد هذا النمط على مبدأ التعلم القائم على الاكتشاف، حيث يُمنح التلميذ دورًا فاعلًا في بناء الأطر المفاهيمية بنفسه، من خلال الاستقصاء الحر، والتحليل، والمقارنة، واستنباط العلاقات. ويُشجّع هذا النمط على التعمق في دراسة المفاهيم البيئية من خلال التعامل النشط مع مواقف تعليمية غير خطية، تُعزز من مهارات البحث، والتمييز، واتخاذ القرار، مما يسهم في تعزيز الفهم العميق لدى المتعلمين، بعيدًا عن التلقين أو التوجيه المباشر.

ملحق رقم (٤) الصورة النهائية للاختبار الفهم العميق.

جدول (٢٠) الخطوات الإجرائية للأنشطة الاستكشافية (النمط الحر)

المرحلة	الوصف الإجرائي
تقديم الموقف الاستكشافي	يعرض المعلم مشكلة أو تساؤل مفتوح من خلال بيئة التعلم الافتراضية (مثال: "لماذا تختلف خصائص الطقس والطيران في كل طبقة من طبقات الغلاف الجوي؟").
الدخول الحر إلى البيئة الافتراضية	يُمنح التلاميذ حرية التنقل داخل بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، لاستكشاف الطبقات ومكوناتها وخصائصها باستخدام الصور، الفيديوهات، والنصوص التوضيحية.
جمع البيانات وتحليلها	يقوم التلميذ بجمع معلومات من البيئة، وتسجيل ملاحظاته حول المشكلة.
بناء الفرضيات	يُطلب من التلاميذ وضع تفسيرات أو علاقات بين الطبقات المختلفة والظواهر البيئية (مثل: العلاقة بين طبقة الأوزون ودرجات الحرارة).
العرض والمناقشة	يعرض التلميذ استنتاجاته أمام زملائه داخل المنصة الافتراضية، ويتلقى تغذية راجعة.
التقييم البنائي	تُستخدم أدوات تقييم لقياس مدى الفهم العميق للمفاهيم.

أما **النمط الثاني، وهو النمط الموجّه**، فقد تم تصميمه ليُعطي للتلميذ قدرًا من المسؤولية في اختيار المشكلة ضمن حدود الوحدة التعليمية، إلا أن هذا يتم تحت إشراف المعلم وتوجيهه المستمر. ويأخذ المعلم في هذا النمط دور المُحفّز والموجه، حيث يعتمد على طرح أسئلة استقصائية مخططة بعناية لإثارة التفكير وتحفيز التلاميذ على التعمق، دون تقديم خطوات إجرائية جاهزة. ويتسم هذا النمط بإتاحة مساحة معرفية منظمة تسمح للمتعلمين بتحديد ما يرغبون في تعلمه، بما يتناسب مع اهتماماتهم وحاجاتهم التعليمية. كما يُسهم هذا النمط في خلق حالة من الانشغال المعرفي لدى المتعلمين، ويُركّز على تطوير المهارات العملية ومهارات التفكير التحليلي، من خلال التعامل مع الظواهر والمفاهيم باعتبارها أدوات لاستكشاف المعرفة وليس غايات نهائية بحد ذاتها.

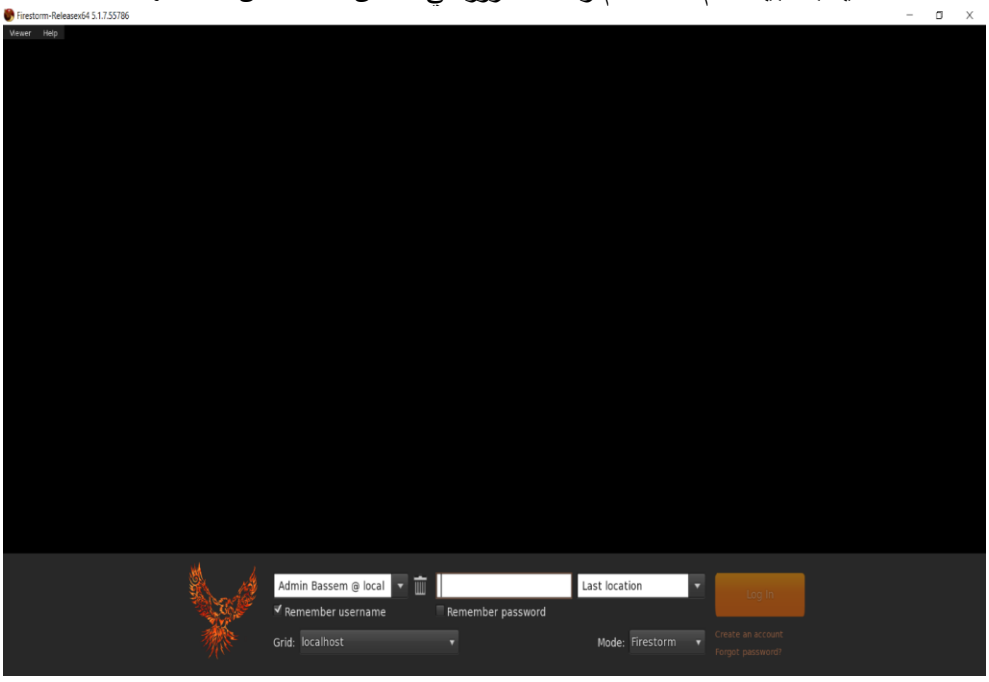
جدول (٢١) الخطوات الإجرائية للأنشطة الموجّهة (النمط الموجه)

المرحلة	الوصف الإجرائي
تحديد المفاهيم	يبدأ المعلم بتقديم المفاهيم الأساسية من خلال فيديو تعليمي قصير يحتوي على تلميحات بصرية (مثال: مفهوم طبقة الأوزون، الغازات الدفيئة).
طرح مشكلة محددة	يقدم المعلم مشكلة محددة (مثال: "كيف يمكن الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري؟") ويطلب من التلاميذ التفكير فيها ضمن سياق محدد.
تقديم خطوات منظمة للحل	يُوجه المعلم التلاميذ من خلال تسلسل منطقي للأنشطة: تحديد أسباب المشكلة، تحليل الممارسات البشرية، اقتراح حلول.
استخدام أنشطة مدعومة	تُقدم الأنشطة داخل بيئة افتراضية تشتمل على خرائط مفاهيمية، أسئلة موجهة، فيديوهات مع توقفات تعليمية.
الدعم المستمر من المعلم	يقدم المعلم تغذية راجعة فورية، ويطرح أسئلة استقصائية تشجع التفكير دون إعطاء الإجابة مباشرة.
التقييم الموجه	يُقيّم التلميذ من خلال اختبار رقمي تفاعلي يقيس فهمه للمفاهيم، وتحليله لأسباب المشكلة ونتائجها.

يُعزز كلا النمطين من فرص التعلم النشط في بيئة افتراضية ثلاثية الأبعاد، حيث يشجع النمط الاستكشافي على المبادرة الفردية والحرية في اتخاذ القرارات، بينما يعزز النمط الموجّه من التنظيم والتأمل النقدي، مع الحفاظ على دور المعلم كموجه ومرجع داعم لتجنب العوائق وضمان تحقيق تعلم فعّال ومتوازن.

٥- **<u>تصميم تكنيكيات التنقل، وضبط التعليم، وواجهة المتعلم</u>:** تنوعت أساليب الإبحار المناسبة لتفاعل التلاميذ مع بيئة التعلم الافتراضي ثلاثية الأبعاد، وكان التنقل داخل البيئة الحالية كما يأتي:

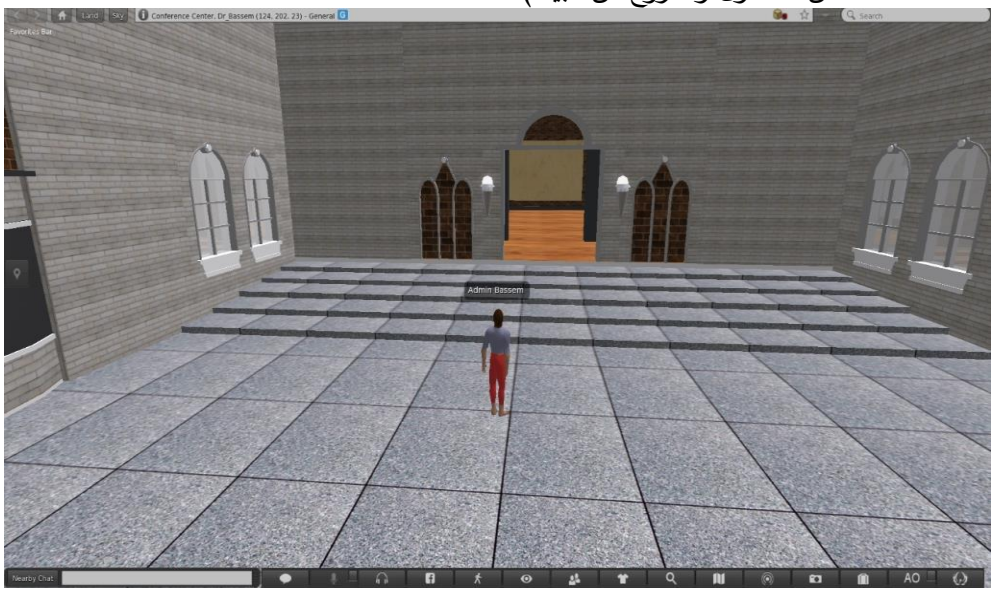
- **تسجيل الدخول للبيئة التعليمية الافتراضية:** حيث إنه عند الدخول للبيئة الحالية يقوم التلميذ بتسجيل اسم المستخدم وكلمة المرور في المكان المخصص لكل منهما.



شكل (٣) تسجيل الدخول لبيئة التعلم الافتراضي

- **استخدام مفاتيح الانتقال والتنقل بين العناصر التعليمية للبيئة الافتراضية:** وهي كما يأتي:
  - توافرت العناصر اللازمة للتنقل والإبحار داخل شاشات البيئة التعليمية.
  - أتيح للتلاميذ حرية التفاعل في البيئة التعليمية.
  - توافرت وتنوعت عناصر الابحار الخاصة بالمحتوى التعليمي المرتبط بالبيئة؛ وكان أشهرها: (أيقونة التفاعل والتحدث الكتابي والصوتي – أيقونة المشاركة والتفاعل–

أيقونة الانتقال إلى الدردشة – أيقونة التحكم في الصوت والصورة – أيقونة الخروج من المحتوى والخروج من البيئة).

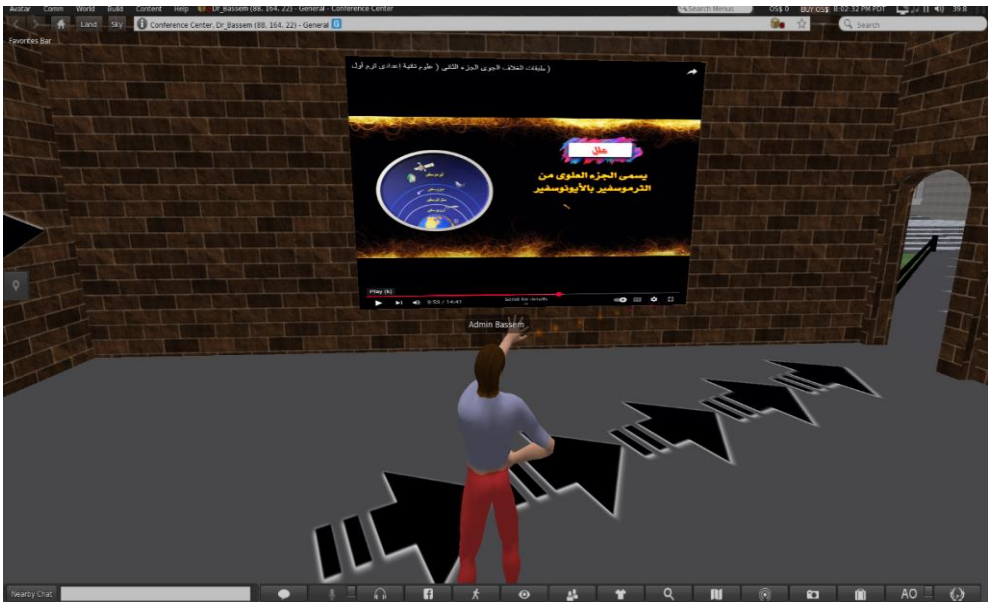


شكل (٤) مفاتيح الانتقال والتنقل بين العناصر التعليمية ببيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد

شكل (٥) مفاتيح الانتقال والتحكم بين العناصر التعليمية ببيئة التعلم الافتراضية

تصميم وتخطيط عناصر ومعلومات بيئة التعلم الافتراضي: تم التخطيط المنهجي لبناء وإنتاج بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد من خلال إعداد سيناريو تعليمي متكامل يشكل الأساس في تنظيم المحتوى وتوجيه تفاعل المتعلمين داخل البيئة الافتراضية. وقد اعتمد هذا السيناريو على أربع مكونات رئيسة تمثل ركائز العرض التفاعلي، وهي: النصوص، والصور، ومقاطع الفيديو، والمقاطع الصوتية، بحيث تُمثّل هذه العناصر مجتمعة أدوات متعددة الوسائط تسهم في دعم التعلم وتحفيز الإدراك الحسي والمعرفي لدى التلاميذ. وقد قام الباحثان ببناء هذا السيناريو في ضوء نمطي ممارسة الأنشطة التعليمية التفاعلية المعتمدين في هذا البحث (الاستكشافي/الموجّه)، حيث تم توظيف كل نمط بما يتلاءم مع طبيعة المحتوى العلمي وأهدافه، ووفق ما تقتضيه خصائص كل نمط من أساليب عرض، وتسلسل تعليمي، ومستوى التفاعل المطلوب من المتعلم. وقد روعي في تصميم السيناريو وضوح التتابع المنطقي، وتكامل العناصر البصرية واللفظية، ومراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين، بما يعزز من فاعلية التجربة التعليمية في البيئة الافتراضية المصممة.

- **تصميم نمطي ممارسة الأنشطة التعليمية التفاعلية (الاستكشافي/الموجّه) ببيئة التعلم الافتراضي ثلاثية الأبعاد:** قام الباحثان وفي ضوء متغيرات البحث الحالي والتصميم التجريبي بتصميم نمطين لممارسة الأنشطة التعليمية التفاعلية: **الاستكشافي** و**الموجّه** .وقد رُوعي في تصميم **النمط الاستكشافي** تفعيل دور المتعلم كمستكشف نشط، من خلال إتاحة بيئة تعليمية غنية تُمكّنه من التفاعل الحر مع المحتوى، والتنقل بين مكوناته، وبناء المعرفة ذاتيًا عبر استكشاف العلاقات بين المفاهيم البيئية المطروحة، اعتمادًا على الأنشطة المفتوحة القائمة على الاكتشاف. أما **النمط الموجّه،** فقد صُمم بطريقة تُعزز التنظيم المعرفي من خلال تقديم المحتوى عبر خطوات متسلسلة ومخططة مسبقًا، مدعومة بتلميحات بصرية ولفظية وإرشادات تعليمية تيسر على المتعلم معالجة المفاهيم البيئية بشكل تدريجي، مما يساهم في تحقيق الفهم المنظم للمحتوى.



شكل (٦) يوضح النمط الاستكشافي ببيئة التعلم الافتراضية

شكل (٧) يوضح النمط الموجه ببيئة التعلم الافتراضية

جـ. مرحلة الإنتاج

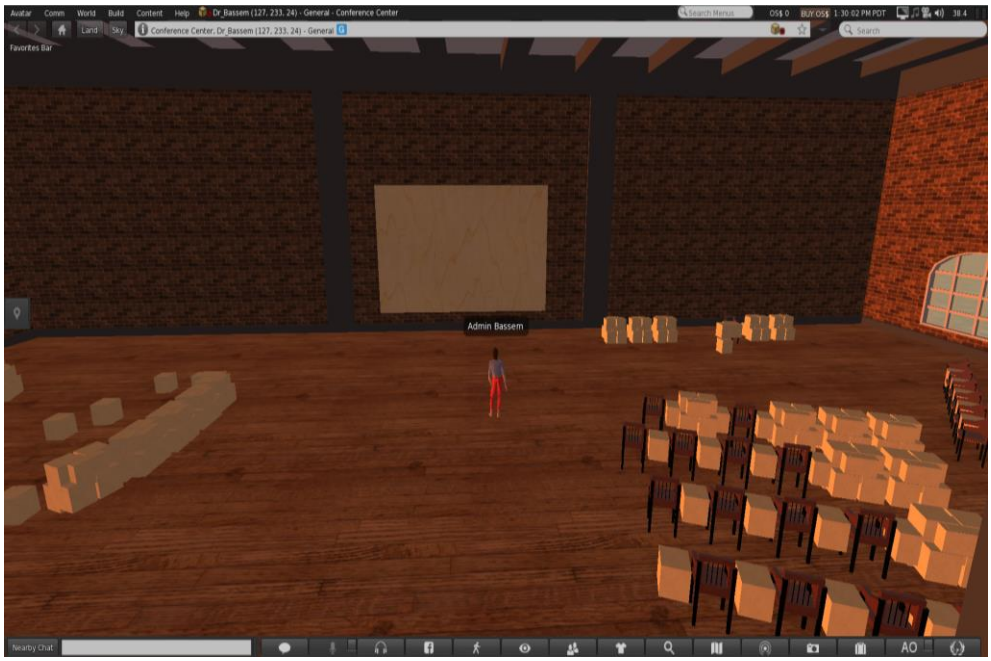
في هذه المرحلة، تم العمل على توفير المواد والمصادر التعليمية اللازمة لتنفيذ المحتوى الرقمي، وذلك استنادًا إلى ما تم تحديده واختياره في مرحلة التصميم التعليمي. وقد شمل ذلك الاستفادة من الموارد التعليمية المتاحة، مع إدخال التعديلات اللازمة عليها بما يتوافق مع طبيعة المحتوى، أو إنتاج موارد جديدة تُلبّي متطلبات التعلم في البيئة الافتراضية ثلاثية الأبعاد. وفي ضوء ذلك، تم تحديد المصادر التعليمية الواجب تضمينها ضمن المحتوى التعليمي الذي سيتم تقديمه عبر بيئة التعلم الافتراضي ثلاثية الأبعاد، والتي تضمنت مجموعة من الوسائط المتعددة، شملت: النصوص المقروءة، والصور التعليمية، والمقاطع المرئية، والمواد الصوتية، بما يعزز من تكامل عناصر التعلم ويُسهم في دعم تحقيق الأهداف التعليمية المستهدفة.

وقد تمت هذه المرحلة في عدة خطوات كما يأتي:

- **الوصول إلى أو الحصول على الوسائط التعليمية، والمصادر والأنشطة، وكائنات التعلم المتاحة:** في هذه الخطوة، تم الوصول إلى مجموعة من الوسائط التعليمية، والمصادر، والأنشطة، وكائنات التعلم المتاحة، بهدف إعدادها وتضمينها ضمن بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد. وقد تم ذلك من خلال الاعتماد على مصادر متنوعة، شملت: شبكة الإنترنت، منصات الفيديو التعليمية مثل YouTube. وقد تنوعت هذه الموارد من حيث نوع الوسائط، حيث اشتملت على مقاطع فيديو تعليمية، وملفات صوتية، ونصوص رقمية، وصور تعليمية، ورسوم توضيحية، وغيرها من الوسائط المتعددة ذات الصلة بالمحتوى التعليمي المستهدف. وقد ركزت هذه الوسائط على موضوعات الوحدة التعليمية، مثل: مفهوم الضغط الجوي، طبقات الغلاف الجوي، تآكل طبقة الأوزون، وظاهرة الاحتباس الحراري، بما يدعم تقديم محتوى غني ومتوازن يسهم في تعزيز الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى التلاميذ داخل البيئة الافتراضية.
- **تعديل أو انتاج الوسائط المتعددة، والمصادر والأنشطة، والعناصر الأخرى:** في هذه المرحلة، تم العمل على إنتاج وتعديل الوسائط المتعددة، والمصادر التعليمية، والأنشطة، وكائنات التعلم اللازمة، تمهيدًا لإدراجها ضمن بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد وفقًا لمتطلبات التصميم التعليمي والمحتوى العلمي المستهدف. وقد جرى توظيف مجموعة من البرمجيات المتخصصة في هذا السياق، من أبرزها: برنامج Microsoft Office Word لمعالجة النصوص وصياغة المحتوى العلمي، وبرنامج Adobe Photoshop لتصميم الخلفيات وتنسيق العناصر البصرية ومعالجة الصور التعليمية، وبرنامج Adobe Animate لبناء العناصر المتحركة وتصميم التفاعلات

البصرية، وبرنامج Adobe Premiere لإنتاج ومونتاج مقاطع الفيديو التعليمية. ومن خلال هذه الأدوات التقنية، تم تصميم المحتوى الرقمي بشكل متكامل، مع مراعاة التوازن بين الجوانب النصية والمرئية والسمعية، وضبطه وفق المعايير التربوية والفنية، ثم تم إدراج هذا المحتوى داخل بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد بطريقة تضمن التفاعل النشط، وتدعم تحقيق أهداف التعلم المستهدفة لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية.

- **إنتاج النموذج الأولى لبيئة التعلم الافتراضية:** في هذه المرحلة، تم العمل على إنتاج النموذج الأولي لبيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وذلك استنادًا إلى الأهداف التعليمية المحددة، والسيناريوهات التعليمية التي تم إعدادها مسبقًا في ضوء نمطي ممارسة الأنشطة التفاعلية (الاستكشافي/الموجّه). وقد استعان الباحثان بمجموعة من البرمجيات واللغات البرمجية المتخصصة في تصميم وتطوير البيئات التعليمية الافتراضية، تمثلت في: لغة HTML5 لبناء الهيكل العام لواجهة البيئة، ولغة PHP لإدارة التفاعلات البرمجية، ولغة SQL لإنشاء قواعد البيانات الخاصة بالمستخدمين والأنشطة، بالإضافة إلى استخدام برنامج Adobe Flash لتصميم بعض العناصر التفاعلية، والعالم الافتراضي OpenSim لتكوين بيئة ثلاثية الأبعاد، وبرنامج Imprudence Viewer كعارض للوصول للبيئة التعليمية بعد إنشائها. وقد مكّنت هذه الأدوات الباحثين من تصميم نموذج أولي متكامل يعكس خصائص بيئة التعلم المستهدفة، مع ضمان قابلية الوصول والتفاعل من قبل المستخدمين. وتم توظيف برنامج Imprudence Viewer في هذه المرحلة لتسجيل الدخول إلى البيئة، من خلال إدخال بيانات المستخدم (اسم المستخدم وكلمة المرور)، واستعراض مكونات البيئة، والتحقق من جاهزيتها للعرض والتطبيق الميداني.



شكل (٨) قاعة الدراسة لبيئة التعلم الافتراضية

شكل (٩) شاشة عرض المحتوى ببيئة التعلم الافتراضية

- بعد الانتهاء من بناء بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد وفقًا لمتطلبات التصميم التعليمي والمحتوى المستهدف، قام الباحثان باتخاذ عدد من الإجراءات التقنية والتنظيمية لضمان جاهزية البيئة للاستخدام. تمثلت الخطوة الأولى في حجز مساحة مخصصة على خادم (Server) يتمتع بمستوى عالٍ من الأمان والحماية، لضمان استقرار الوصول إلى بيئة التعلم وسلامة البيانات المخزنة. عقب ذلك، تم رفع بيئة التعلم الافتراضية على الخادم الإلكتروني، مما أتاح إمكانية الدخول إليها عبر شبكة الإنترنت من خلال إدخال بيانات المستخدم المتمثلة في اسم المستخدم وكلمة المرور الخاصة بكل مستفيد، تمهيدًا لتفعيلها في التطبيق العملي. وفي هذه المرحلة، قام الباحثان بتنفيذ سلسلة من المراجعات الدقيقة بهدف التحقق من خلو البيئة من أي أخطاء فنية أو برمجية، وضمان عملها بكفاءة من حيث التفاعل وسرعة الاستجابة والتنقل المنطقي بين مكوناتها. وقد جاءت هذه المراجعات في إطار الاستعداد لمرحلة التقويم البنائي التي تهدف إلى ضبط النموذج وتعديله قبل التطبيق التجريبي النهائي.

د. التقويم البنائي وإجازة بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في ضوء المعايير:

في ضوء هدف البحث المتمثل في تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد تسهم في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري، جاءت المرحلة الرابعة متمثلة في التقويم البنائي وإجازة بيئة التعلم الافتراضية في ضوء المعايير

المعتمدة، وذلك للتأكد من مدى صلاحية البيئة التعليمية وجودتها الفنية والتربوية قبل تطبيقها في التجربة الأساسية. وقد تم تنفيذ هذه المرحلة عبر ثلاث مستويات متكاملة من التقويم:

أولًا: التقويم الداخلي، والذي تم من خلاله عرض بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على مجموعة من المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم، حيث قاموا بتحليل البيئة وفق معايير علمية دقيقة تتعلق بجودة التصميم التفاعلي، والتكامل بين عناصر الوسائط المتعددة، ومدى وضوح الأهداف والمحتوى وسلاسة التنقل والتفاعل داخل البيئة.

ثانيًا: التقويم الخارجي، وتمثل في عرض بيئة التعلم على عينة استطلاعية من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري، وذلك بهدف رصد استجابات التلاميذ وملاحظاتهم حول وضوح المحتوى، وسهولة الاستخدام، ومدى تحفيز البيئة لتفاعلهم ومشاركتهم، وقد تم جمع آرائهم باستخدام أدوات تقويم موجهة لضمان شمولية التقييم.

ثالثًا: إصدار الحكم على صلاحية البيئة، حيث تم في ضوء نتائج التقويمين السابقين إجراء التحسينات المقترحة، ومعالجة الملاحظات الواردة، إلى أن تم إجازة بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد بصيغتها النهائية بوصفها صالحة للتطبيق الميداني ضمن سياق البحث الحالي، وقادرة على تحقيق الأهداف التعليمية المستهدفة بكفاءة وفاعلية.

هـ- مرحلة الاستخدام

تم الإعداد لتجربة البحث النهائية والاستخدام الفعلي لبيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد من خلال الإجراءات الأتية:

١. **اختيار عينة البحث:** تم اختيار عينة عشوائية من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري للدراسة، وذلك بمعهد فؤاد محي الدين الإعدادي الأزهري فتيات التابع لمنطقة القاهرة الأزهرية، حيث بلغ إجمالي عدد أفراد العينة (٩٤) تلميذة. وقد تم توزيعهن عشوائيا على ثلاث مجموعات وفق التصميم التجريبي المعتمد على نمطي الأنشطة التفاعلية، وذلك على النحو الآتي: المجموعة التجريبية الأولى وتضمنت (٣٣) تلميذة وتعرضت للأنشطة التعليمية الموجّهة، والمجموعة التجريبية الثانية وتضمنت (٣١) تلميذة وتعلمت من خلال نمط الأنشطة الاستكشافية، بينما شكلت المجموعة الضابطة عددًا قدره (٣٠) تلميذة، درست بالطريقة المعتادة دون تدخل من البيئة الافتراضية المصممة.

٢. **التأكد من تكافؤ المجموعات التجريبية قبل تنفيذ تجربة البحث:**

تم تطبيق أدوات البحث (مقياس الوعي بالتغيرات المناخية-اختبار الفهم العميق) قبلياً على مجموعات البحث الثلاثة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري، وفيما يلي ملخص لنتائج التطبيق القبلي لكل أداة على حدة:

- **التكافؤ في الوعي بالتغيرات المناخية:**

لغرض التحقق من تكافؤ مجموعات البحث في الوعي بالتغيرات المناخية تم تطبيق مقياس الوعي بالتغيرات المناخية قبليا على عينة البحث، والذي تكون من اختبار معارف التلاميذ بالتغيرات المناخية، ومقياس اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية، ومقياس سلوكيات التلاميذ في المواقف الحياتية المتعلقة بالتغيرات المناخية، ثم تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لدرجات التلاميذ على مقياس الوعي بالتغيرات المناخية ، وجدول (٢٢) يوضح المتوسطات والانحرافات المعيارية لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية وفقا لطريقة المعالجة للمجموعات الثلاثة للبحث:

جدول (٢٢)

المتوسطات والانحرافات المعيارية للنتائج الخاصة بالتطبيق القبلي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية

المكون	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	11.2121	1.36376
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	10.5161	1.60978
	المجموعة الضابطة	٣٠	10.900	1.34805
اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	33.1515	2.65896
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	32.3871	2.65427
	المجموعة الضابطة	٣٠	32.8667	2.72578
سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	32.2121	2.24663
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	32.6774	2.24183
	المجموعة الضابطة	٣٠	33.0333	2.60614
المقياس ككل	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	76.5152	3.71754
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	75.5806	4.26438
	المجموعة الضابطة	٣٠	76.6667	4.97811

باستقراء بيانات جدول (٢٢) يتضح أن هناك فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لنتائج مجموعات البحث في التطبيق القبلي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية في كل مكون من مكوناته، وفي المقياس ككل، ولمعرفة دلالة تلك الفروق عند مستوى (α= ٠,٠٥) تم استخدام أسلوب تحليل التباين المتعدد في اتجاه واحد، نظراً لتعدد المتغيرات التابعة وكذلك تعدد مجموعات البحث (أكثر من مجموعتين)، وجدول (٢٣) يوضح النتائج كما يلي:

جدول (٢٣)

نتائج تحليل التباين المتعدد لتوضيح دلالة الفروق بين عينة البحث في النتائج الخاصة بالتطبيق القبلي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية

الأبعاد	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة(ف)	الدلالة الإحصائية	اختبار ليفن لتجانس التباين	
							قيمة ف	الدلالة
معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية	بين المجموعات	٧.٧٥٦	2	٣.٨٧٨	١.٨٥٨	0.162 غير دالة	١.٠٢١	0.364
	داخل المجموعات	١٨٩.٩٥٧	91	٢.٠٨٧				
	المجموع	١٩٧.٧١٣	93					
اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	بين المجموعات	٩.٤٨٩	2	٤.٧٤٥	0.661	0.519 غير دالة	0.124	0.883
	داخل المجموعات	٦٥٣.٠٦٤	91	٧.١٧٧				
	المجموع	٦٦٢.٥٥٣	93					
سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	بين المجموعات	١٠.٧١٢	2	٥.٣٥٦	0.957	0.388 غير دالة	0.321	0.726
	داخل المجموعات	٥٠٩.٢٥٦	91	٥.٥٩٦				
	المجموع	٥١٩.٩٦٨	93					
المقياس ككل	بين المجموعات	٢١.٤١٥	2	١٠.٧٠٧	0.571	0.567 غير دالة	١.٠٦٣	0.350
	داخل المجموعات	١٧٠٦.٤٥٧	91	١٨.٧٥٢				
	المجموع	١٧٢٧.٨٧٢	93					

باستقراء بيانات جدول (٢٣) يتضح عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (α= ٠,٠٥) بين متوسطات درجات مجموعات البحث الثلاثة في القياس القبلي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية؛ حيث بلغت قيمة (ف) للمقياس ككل(٠.٥٧١) بينما بلغت للمكونات الثلاثة للمقياس (معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية– اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية– سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية) على الترتيب (١.٨٥٨– ٠.٦٦١– ٠.٩٥٧)، وقد بلغت قيمة الدلالة الإحصائية المحسوبة للمقياس ككل (٠.٥٦٧) بينما بلغت للمكونات الثلاثة على الترتيب(٠.١٦٢– ٠.٥١٩– ٠.٣٨٨) وجميعها أكبر من مستوى الدلالة المفروضة (α= ٠,٠٥)، ويؤكد تلك النتيجة قيم اختبار ليفن لتجانس التباين؛ حيث بلغت قيمة(ف) للمقياس ككل(١.٠٦٣) بينما بلغت للمكونات الثلاثة للمقياس (معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية– اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية– سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية) على الترتيب (١.٠٢١– ٠.١٢٤– ٠.٣٢١) بدلالة محسوبة بلغت للمقياس ككل(0.350) وللمكونات الثلاثة للمقياس (معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية– اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية– سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية) على الترتيب (٠.٣٦٤–٠.٨٨٣–٠.٧٢٦)، وهذا يعني تجانس التباينات بين درجات أفراد مجموعات البحث الثلاثة في القياس القبلي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية، مما يؤكد تكافؤ

مجموعات البحث في الوعي بالتغيرات المناخية قبل البدء في تجربة البحث الأساسية.

- التكافؤ في الفهم العميق:

لغرض التحقق من تكافؤ مجموعات البحث في الفهم العميق تم تطبيق اختبار الفهم العميق قبليا على عينة البحث، ثم تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لدرجات التلاميذ في الأبعاد الفرعية للاختبار وكذلك للاختبار ككل، وجدول (٢٤) يوضح المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل بعد من أبعاد الاختبار وللاختبار ككل للمجموعات الثلاثة للبحث:

جدول (٢٤)

المتوسطات والانحرافات المعيارية للنتائج الخاصة بالتطبيق القبلي لاختبار الفهم العميق

البعد	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
الشرح	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	2.9697	1.18545
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	2.6129	1.17409
	المجموعة الضابطة	٣٠	2.8667	1.07425
التفسير	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	2.7273	1.00849
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	3.2581	.85509
	المجموعة الضابطة	٣٠	2.9667	1.21721
التطبيق	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	2.7576	1.34699
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	2.9032	1.22079
	المجموعة الضابطة	٣٠	3.0333	1.06620
اتخاذ القرار	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	3.1212	1.16613
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	2.9677	1.07963
	المجموعة الضابطة	٣٠	2.7667	.93526
الاختبار ككل	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	11.4242	2.64611
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	11.7419	2.20556
	المجموعة الضابطة	٣٠	11.6333	1.86591

باستقراء بيانات جدول (٢٤) يتضح أن هناك فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لنتائج مجموعات البحث في التطبيق القبلي للاختبار الفهم العميق في كل بعد من أبعاده، وفي الاختبار ككل، ولمعرفة دلالة تلك الفروق عند مستوى ($\alpha=$ ٠,٠٥) تم استخدام أسلوب تحليل التباين المتعدد في اتجاه واحد، نظراً لتعدد المتغيرات التابعة، وكذلك تعدد مجموعات البحث (أكثر من مجموعتين)، وجدول (٢٥) يوضح النتائج كما يلي:

جدول (٢٥)

نتائج تحليل التباين المتعدد لتوضيح دلالة الفروق بين عينة البحث في النتائج الخاصة بالتطبيق القبلي لاختبار الفهم العميق

البعد	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة(ف)	الدلالة الإحصائية	اختبار ليفن لتجانس التباين	
							قيمة ف	الدلالة
الشرح	بين المجموعات	٢.١٣٤	2	١.٠٦٧	٠.٨١١	٠.٤٤٨ غير دالة	٠.٣٧٥	٠.٦٨٨
	داخل المجموعات	١١٩.٧٩١	91	١.٣١٦				
	المجموع	١٢١.٩٢٦	93					
التفسير	بين المجموعات	٤.٥١٠	2	٢.٢٥٥	٢.١٠٦	٠.١٢٨ غير دالة	٠.٦٤٩	٠.٥٢٥
	داخل المجموعات	٩٧.٤٤٨	91	١.٠٧١				
	المجموع	١٠١.٩٥٧	93					
التطبيق	بين المجموعات	١.١٩٩	2	٠.٦٠٠	٠.٤٠٢	٠.٦٧٠ غير دالة	٢.١١٥	٠.١٢٦
	داخل المجموعات	١٣٥.٧٣٧	91	١.٤٩٢				
	المجموع	١٣٦.٩٣٦	93					
اتخاذ القرار	بين المجموعات	١.٩٨٠	2	٠.٩٩٠	٠.٨٦٨	٠.٤٢٣ غير دالة	٠.٩٠٩	٠.٤٠٦
	داخل المجموعات	١٠٣.٨٥٠	91	١.١٤١				
	المجموع	١٠٥.٨٣٠	93					
الاختبار ككل	بين المجموعات	١.٦٧٦	2	٠.٨٣٨	٠.١٦٢	٠.٨٥١ غير دالة	٢.٠٧٦	٠.١٣١
	داخل المجموعات	٤٧٠.٩٦٣	91	٥.١٧٥				
	المجموع	٤٧٢.٦٣٨	93					

باستقراء بيانات جدول (٢٥) اتضح عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (α= ٠,٠٥) بين متوسطات درجات مجموعات البحث الثلاثة في القياس القبلي لاختبار الفهم العميق؛ حيث بلغت قيمة (ف) للاختبار ككل(٠.١٦٢) بينما بلغت للأبعاد الأربعة للاختبار (الشرح – التفسير– التطبيق– اتخاذ القرار) على الترتيب (٠.٨١١ – ٢.١٠٦– ٠.٤٠٢ – ٠.٨٦٨)، وقد بلغت قيمة الدلالة الإحصائية المحسوبة للاختبار ككل (٠.٨٥١) بينما بلغت للمكونات الأربعة للاختبار على الترتيب(٠.٤٤٨– ٠.١٢٨ – ٠.٦٧٠– ٠.٤٢٣) وجميعها أكبر من مستوى الدلالة المفروضة (α= ٠,٠٥)، ويؤكد تلك النتيجة قيم اختبار ليفن لتجانس التباين؛ حيث بلغت قيمة(ف) للاختبار ككل(٢.٠٧٦) بينما بلغت للمكونات الأربعة للاختبار (الشرح – التفسير– التطبيق– اتخاذ القرار) على الترتيب (٠.٣٧٥ – ٠.٦٤٩ – ٢.١١٥– ٠.٩٠٩) بدلالة

محسوبة بلغت للاختبار ككل(0.131) وللأبعاد الأربعة للاختبار على الترتيب (٠.٦٨٨-٠.٥٢٥ -٠.١٢٦- ٠.٤٠٦)، وهذا يعني تجانس التباينات بين درجات أفراد مجموعات البحث الثلاثة في القياس القبلي لاختبار الفهم العميق، مما يؤكد تكافؤ مجموعات البحث في الفهم العميق قبل البدء في تجربة البحث الأساسية.

٣. إجراء تجربة البحث:

- **تهيئة التلاميذ لتجربة البحث:** قام الباحثان بتنظيم لقاء تمهيدي مع أفراد عينة البحث، وذلك قبل البدء في تطبيق الإجراءات التجريبية. وقد استهدف هذا اللقاء إعداد أفراد العينة نفسيًا ومعرفيًا لخوض تجربة التعلم داخل البيئة الافتراضية ثلاثية الأبعاد، من خلال توضيح الهدف من البحث، وأهمية المشاركة فيه، ودوره في دعم الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العلمي لديهم. كما تضمن اللقاء شرحًا تفصيليًا لبيئة التعلم الافتراضية، من حيث خطوات التسجيل وإنشاء الحسابات، والتعرف على مكونات البيئة وأقسامها التعليمية، وآليات التنقل بين الصفحات التفاعلية، بالإضافة إلى شرح طريقة دراسة المحتوى، وآلية تنفيذ الأنشطة التعليمية المرفقة، مع التأكيد على إمكانية التواصل مع الباحثين في حال وجود أي استفسارات أو صعوبات أثناء تنفيذ المهام أو التفاعل مع بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد.
- **التطبيق النهائي لبيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد:** تم تنفيذ التطبيق النهائي لبيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد وفق الإجراءات التجريبية المعتمدة. وقد تم تنظيم عملية التعلم داخل البيئة من خلال نمطَي الأنشطة المستهدفين، حيث تفاعل أفراد المجموعتين التجريبيتين مع المحتوى والأنشطة إما من خلال نمط النشاط الموجه أو الاستكشافي، في حين تلقت المجموعة الضابطة المحتوى نفسه بطريقة تقليدية دون استخدام البيئة المصممة. وقد مرّ التطبيق الفعلي للبيئة بعدد من الخطوات المتسلسلة والمنضبطة، حيث قامت كل تلميذة من المجموعتين التجريبيتين بتسجيل الدخول إلى بيئة التعلم عبر إدخال اسم المستخدم وكلمة المرور الخاصة به، ثم اطلعت على أهداف البرنامج التعليمي والتعليمات الخاصة بكيفية التفاعل والتنقل داخل البيئة، وآلية دراسة المحتوى وتنفيذ المهام والأنشطة المقررة.
- عقب ذلك، بدأت التلميذات دراسة المحتوى التعليمي، والذي تم تقديمه في دروس تعليمية تفاعلية مدعّمة بالنصوص والصور والفيديوهات، وتضمن كل درس أنشطة تعليمية مرتبطة بمحتواه. وقد تم إنجاز الأنشطة التعليمية، من خلال أدوات التفاعل والتواصل المدمجة داخل البيئة، وقد تم تحديد توقيت تسليم الأنشطة، مع مراعاة طبيعة النمط المخصص لكل مجموعة (استكشافي / موجّه). وعقب الانتهاء من كل نشاط، تم تقديم تغذية راجعة فورية من الباحثين حول جودة الأداء ومدى تحقيق الأهداف التعليمية. واستمرت هذه الدورة الإجرائية حتى استكمال محتوى البيئة بالكامل.

- وفي ختام التجربة، وبعد انتهاء التلميذات من دراسة جميع الدروس وتنفيذ الأنشطة المصاحبة لها، قام الباحثان بتطبيق أدوات القياس البعدية، وذلك على جميع أفراد العينة وفق الأساليب العلمية المعتمدة. ثم قام الباحثان بجمع البيانات وتحليلها إحصائيًا باستخدام برنامج (SPSS V.28) لاختبار صحة فروض البحث، واستخلاص النتائج المتعلقة بفاعلية كل نمط من نمطي الأنشطة التفاعلية، وستُعرض تلك النتائج وتُناقش تفصيليًا في الأجزاء التالية من الدراسة.

عرض ومناقشة وتفسير نتائج البحث:

أولاً: عرض النتائج المرتبطة بالأثر الأساسي لبيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد بغض النظر عن نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (موجهة- استكشافية) على تنمية كل من الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق في العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري.

وترتبط نتائج هذا المحور بالإجابة عن السؤالين الثاني والثالث من أسئلة البحث، ونصهم كالتالي:

١. **ما فاعلية تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد بغض النظر عن نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (موجهة- استكشافية) في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم؟**
٢. **ما فاعلية تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد بغض النظر عن نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (موجهة- استكشافية) في تنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم؟**

وسوف يتم عرض هذه النتائج في ضوء الفرضين التاليين:

نتائج اختبار الفرض الأول من فروض البحث:

يرتبط هذا الفرض بالسؤال الثاني من أسئلة البحث، وينص هذا الفرض على أنه: " **لا توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الأولى (نمط الأنشطة الموجهة) والثانية (نمط الأنشطة الاستكشافية) الذين يدرسون العلوم في بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد في القياسين القبلي والبعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية**"

ولغرض التعرف على وجود فروق في القياسين القبلي والبعدي للعينة على مقياس الوعي بالتغيرات المناخية، تم استخدام اختبار (ت) للعينات المرتبطة Paired Samples t Test، وذلك للمقارنة بين متوسطات درجات تلميذات المجموعتين التجريبيتين في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية، بعد التحقق من شرط اعتدالية توزيع الدرجات (Normality) عن طريق إجراء اختبار كولموجروف-سميرنوف(Kolmogorov-Smirnov)؛ حيث بلغت قيمة

الاحصاءة لهذا الاختبار (٠.١٠٦) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٧٣) وهى أكبر من قيمة الدلالة الإحصائية المفروضة(α=٠.٠٥)، مما يعني تحقق شرط اعتدالية توزيع الدرجات البعدية للعينة الأمر الذي يبرر استخدام اختبار (ت) للعينات المرتبطة Paired Samples t Test في اختبار الفرض الأول من فروض البحث، وجدول (٢٦) يوضح هذه النتائج كما يلي:

جدول (٢٦)

قيمة (ت) للفروق بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي (ن=٦٤)

الأبعاد	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	درجات الحرية	قيمة (t)	قيمة الدلالة المحسوبة P
معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية بعدي	٦٤	17.4063	2.49265	.31158	٦٣	١٩.٠٩	٠.٠٠٠ دالة احصائياً
معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية قبلي		10.8750	1.51710	.18964			
اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية بعدي	٦٤	39.3438	3.53764	.44220	٦٣	١٥.٠٦	٠.٠٠٠ دالة احصائياً
اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية قبلي		32.7813	2.66350	.33294			
سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية بعدي	٦٤	38.1875	3.79170	.47396	٦٣	١٠.٤٦٢	٠.٠٠٠ دالة احصائياً
سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية قبلي		32.4375	2.23873	.27984			
المقياس ككل بعدي	٦٤	94.9375	8.34547	1.04318	٦٣	١٨.٥٤٠	٠.٠٠٠ دالة احصائياً
المقياس ككل قبلي		76.0625	3.98758	.49845			

باستقراء بيانات جدول (٢٦) يتضح وجود فروق دالة احصائيا بين متوسطات درجات تلميذات المجموعتين التجريبيتين في مقياس الوعي بالتغيرات المناخية ككل وفي أبعاده الفرعية أيضاً في القياسين القبلي والبعدي لصالح التطبيق البعدي؛ حيث بلغت قيمة المتوسط القبلي للمقياس ككل (٧٦.٠٦٢٥)، بينما بلغت قيمة المتوسط البعدي للمقياس ككل(٩٤.٩٣٧٥)، وبلغت قيمة (ت) بالنسبة للمقياس ككل (١٨.٥٤٠) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٠٠) وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية المفروضة (α=٠.٠٥)، ولتجنب الوقوع في خطأ النوع الأول (رفض الفرض الصفري بينما هو في واقع الأمر صحيح)، فقد تم تعديل مستوى الدلالة باستخدام اختبار بنفروني (Bonferroni Adjustment)، حيث تم قسمة مستوى الدلالة (٠.٠٥) –المحدد سلفاً في فروض البحث–على عدد أبعاد المقياس (٣ أبعاد)، ليصبح مستوى الدلالة الجديد (٠.٠١٦)، ويتضح أن

الفروق دالة أيضاً عند مستوى الدلالة الجديد لصالح التطبيق البعدي كما يلي:

- **معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية:** بلغت قيمة قيمة المتوسط البعدي (١٧.٤٠٦٣) لهذا البعد ، بينما بلغت قيمة المتوسط القبلي(١٠.٨٧٥٠)، وكانت قيمة (ت) بالنسبة للجانب المعرفي من الوعي (١٩.٠٩) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٠٠) وهي أقل من مستوى الدلالة المعدلة (α=٠.٠١٦) مما يعني وجود فرق ذو دلالة إحصائية على هذا البعد لصالح التطبيق البعدي.
- **اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية:** بلغت قيمة المتوسط البعدي لهذا البعد (٣٩.٣٤٣٨)، بينما كانت قيمة المتوسط القبلي (٣٢.٧٨١٣)، وكانت قيمة (ت) بالنسبة للاتجاهات نحو التغيرات المناخية (١٥.٠٦) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٠٠) وهي أقل من مستوى الدلالة المعدلة (α=٠.٠١٦) مما يعني وجود فرق ذو دلالة إحصائية على هذا البعد لصالح التطبيق البعدي.
- **سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية:** بلغت قيمة المتوسط البعدي لهذا البعد (٣٨.١٨٧٥)، بينما كانت قيمة المتوسط القبلي (٣٢.٤٣٧٥)، وكانت قيمة (ت) بالنسبة لسلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية (١٠.٤٦٢) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٠٠) وهي أقل من مستوى الدلالة المعدلة (α=٠.٠١٦) مما يعني وجود فرق ذو دلالة إحصائية على هذا البعد لصالح التطبيق البعدي.

ولغرض حساب قيمة الدلالة العملية لبيئة التعلم الافتراضية، على الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي قام الباحثان بحساب قيمة حجم الأثر لبيئة التعلم الافتراضية باستخدام المعادلة التالية: ($d = \frac{t}{\sqrt{N}}$) والواردة في (حسن، ٢٠٢٣، ص٥٨٢)، كما يلي:

جدول (٢٧)

حجم أثر بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على الوعي بالتغيرات المناخية وأبعاده الفرعية

البعد	قيمة (t)	(N)	$\sqrt{N}$	قيمة (d)	نسبة الكسب المئوي%
معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية	١٩.٠٩	٦٤	٨	٢.٣٨	٤٩٪
اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	١٥.٠٦			١.٨٨	٤٧٪
سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	١٠.٤٦٢			١.٣١	٤٠٪
المقياس ككل	١٨.٥٤			٢.٣٢	٤٩٪

ولغرض الحكم على قيمة حجم أثر بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية تم مقارنة قيم حجم الأثر (d) الموضحة بجدول (٢٧) بالقيم المعيارية لها (Low=0.2 Medium=0.5 High=0.8)، وبناء على ذلك جاءت قيمة حجم الأثر لبيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد عند المستوى (كبير) لكل بعد من أبعاد مقياس الوعي بالتغيرات المناخية على حدة، وكذلك بالنسبة لإجمالي المقياس ككل.

ولما كانت نتائج هذا البحث موجه في المقام الأول إلى متخذي القرار، كان لابد من تحويل هذه النتائج إلى صورة مألوفة لديهم، لذلك تم تحويل قيمة حجم الأثر إلى نسبة كسب مئوية باستخدام جدول تحويل حجوم الأثر إلى نسب كسب مئوية والذي وضعه مارزانو وزملاؤه (Marzano, et al, 2001, p. 160) وقد بلغت قيمة النسبة المئوية المقابلة لقيمة حجم الأثر للمقياس ككل (٤٩٪) وهذا يعني أن متوسط درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الذين درسوا العلوم في بيئة تعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على مقياس الوعي بالتغيرات المناخية كانت أكبر بمقدار ٤٩ نقطة مئوية عن متوسط درجات التلاميذ في المجموعة الضابطة التي درست العلوم باستخدام الطريقة المعتادة، مما يشير إلى فاعلية بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

وفي ضوء ما تم عرضة من نتائج تم رفض الفرض الأول من فروض البحث، وقبول الفرض البديل والذي ينص على أنه: "**توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠١٦) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الأولى (نمط الأنشطة الموجهة) والثانية (نمط الأنشطة الاستكشافية) الذين يدرسون العلوم في بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد في القياسين القبلي والبعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية لصالح التطبيق البعدي**"

وتشير هذه النتائج إلى الأثر الأساسي الفعال لبيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري في مادة العلوم، **ويمكن إرجاع هذه النتيجة إلى ما يلي:**

- يرى الباحثان أن تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد غنية بالعناصر التفاعلية والمواقف التعليمية السياقية حول موضوع التغيرات المناخية أتاح للتلاميذ فرصًا متعددة للتعلم الذاتي والنشط، مما أسهم في تحفيز اهتمامهم بالقضايا البيئية، وتعزيز وعيهم بالممارسات اليومية المؤثرة في البيئة، وهو ما انعكس على تحسن درجاتهم في مقياس الوعي بالتغيرات المناخية. كما أن التركيز على موضوعات معاصرة مرتبطة بحياة الطلاب اليومية، مثل التغير المناخي، داخل بيئة رقمية مشوقة، جعل الطلاب أكثر استعدادًا للانخراط في التعلم.

- كما تُفسَّر فاعلية بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية في ضوء عدد من النظريات التربوية الحديثة، وعلى رأسها **النظرية البنائية** التي تؤكد أن المتعلم يبني معرفته من خلال التفاعل النشط مع المواقف التعليمية والسياق المحيط (Piaget, 1977; Jonassen, 1999)، وهو ما توفره البيئة الافتراضية من خلال المحاكاة والتمثيل الواقعي للمشكلات البيئية. كما تدعم **نظرية التعلم الموقفي** هذا التوجه، بتركيزها على التعلم في سياقات واقعية أو محاكية للواقع (Lave & Wenger, 1991)، وقد أتاح تصميم البيئة مواقف تعليمية تمثّل قضايا بيئية واقعية، مما ساعد التلاميذ على فهم التغيرات المناخية في ضوء تجارب محاكية للواقع. كذلك، ساعد التصميم البصري المنظم وعرض الوسائط المتعددة وفق **نظرية الحمل المعرفي** في تقليل الحمل غير الضروري، وتعزيز المعالجة الفاعلة للمفاهيم البيئية المعقدة (Sweller, 2011; Mayer, 2005).
- وقد اتسقت هذه النتيجة مع ما توصلت إليه عدة دراسات سابقة، إذ أشارت دراسة (Petersen et al., 2020) إلى فعالية الواقع الافتراضي في تعزيز الوعي البيئي من خلال تجارب تعليمية حسية وسياقية. كما أكدت دراسة (Thoma et al., 2023) أن البيئات التفاعلية الرقمية تُسهم في تحفيز الوعي البيئي والمواقف الإيجابية تجاه قضاياه، خاصة عند دعمها بعناصر بصرية جذابة. وبيّنت دراسة (Sprague, Sachs & Ekenga, 2022)الأثر الإيجابي للتعلم البيئي القائم على الزيارات الافتراضية، لاسيما مع المتعلمين الصغار، في سياقات تفتقر إلى مصادر بيئية مباشرة. كذلك، أوضحت دراسة (Çalışkan, 2011) أن هذا النوع من التعلم يعزز مفاهيم الجغرافيا والعلوم البيئية لدى طلاب المرحلة المتوسطة. وأكدت دراسة (Meya & Eisenack, 2018) على دور الوسائط الرقمية في تشكيل المفاهيم البيئية من خلال التفاعل مع السيناريوهات المناخية ضمن بيئات محاكاة تعليمية.
- كما تتفق هذه النتيجة مع دراسات عديدة أكدت فعالية بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تحسين مخرجات التعلم. فقد أشارت دراسات (أماني عوض، مروة الصياد، وطاهر فرحات، ٢٠٢٠؛ حسام الدين مازن، خالد بشندي، وبدرية حسانين، ٢٠٢٠؛ أفنان الزهراني ومحمد موسى، ٢٠١٣) إلى أن بيئات التعلم الافتراضية تدعم التفاعل النشط والتعلم الذاتي، وتسهم في تنمية المفاهيم العلمية وتعزيز الفهم العميق لدى المتعلمين. كما أوضحت دراسات أخرى (مصطفى عبد الرؤوف، يوسف السيد، ومحروس حسين، ٢٠٢٢؛ ولاء حسين وآخرون، ٢٠٢٤) أن هذه البيئات تسهم في تطوير مهارات التفكير، وتكوين اتجاهات إيجابية نحو التعلم الرقمي، بالإضافة إلى تعزيز الوعي البيئي. ويدعم ذلك ما توصلت إليه

دراسات (محمد عمار، ٢٠٢٣؛ حميد العصيمي، ٢٠٢٢) من أن الواقع الافتراضي، بوصفه شكلًا متقدمًا من بيئات التعلم الرقمية، يسهم بفاعلية في إيصال المفاهيم العلمية المعقدة، ويعزز من بقاء أثر التعلم، مع مراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين.

نتائج اختبار الفرض الثاني من فروض البحث:

يرتبط هذا الفرض بالسؤال الثالث من أسئلة البحث، وينص هذا الفرض على أنه: "**لا توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الأولى (نمط الأنشطة الموجهة) والثانية (نمط الأنشطة الاستكشافية) الذين يدرسون العلوم في بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد في القياسين القبلي والبعدي لاختبار الفهم العميق**" ولغرض اختبار هذا الفرض، تم استخدام اختبار (ت) للعينات المرتبطةPaired Samples t Test وذلك للمقارنة بين متوسطات درجات تلميذات المجموعتين التجريبيتين في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الفهم العميق في مادة العلوم، بعد التحقق من شرط اعتدالية توزيع الدرجات (Normality) عن طريق إجراء اختبار كولموجروف-سميرنوف(Kolmogorov-Smirnov)؛ حيث بلغت قيمة الاحصاءة لهذا الاختبار (٠.١٠٩) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (0.057) وهى أكبر من قيمة الدلالة الإحصائية المفروضة (α=٠.٠٥)، مما يعني تحقق شرط اعتدالية توزيع الدرجات البعدية للعينة، الأمر الذي يبر ر استخدام اختبار (ت) للعينات المرتبطة Paired Samples t Test في اختبار الفرض الثاني من فروض البحث، وجدول (٢٨) يوضح هذه النتائج كما يلي:

جدول (٢٨)

قيمة (ت) للفروق بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار الفهم العميق في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري

الأبعاد	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	درجات الحرية	قيمة (t)	قيمة مستوى الدلالة المحسوبة P
الشرح بعدي	٦٤	5.5469	1.15373	٠.14422	٦٣	١٢.٥٣٧	٠.٠٠٠ دالة احصائياً
الشرح قبلي		2.7969	1.18428	٠.14804			
التفسير بعدي	٦٤	5.1875	1.09653	٠.13707	٦٣	١١.٦٤٣	٠.٠٠٠ دالة احصائياً
التفسير قبلي		2.9844	0.96761	٠.12095			
التطبيق بعدي	٦٤	4.4219	1.03594	٠.12949	٦٣	٨.٣٣٤	٠.٠٠٠ دالة احصائياً
التطبيق قبلي		2.8281	1.27932	٠.15991			
اتخاذ القرار بعدي	٦٤	4.8125	1.24563	٠.15570	٦٣	٨.٩٣٤	٠.٠٠٠ دالة احصائياً
اتخاذ القرار قبلي		3.0469	1.11881	٠.13985			
الاختبار ككل بعدي	٦٤	19.9688	2.98126	٠.37266	٦٣	١٥.٩٨٣	٠.٠٠٠ دالة احصائياً
الاختبار ككل قبلي		11.5781	2.42870	٠.30359			

باستقراء بيانات جدول (٢٨) يتضح وجود فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلميذات المجموعتين التجريبيتين في اختبار الفهم العميق ككل وفي أبعاده الفرعية أيضاً لصالح التطبيق البعدي؛ حيث بلغت قيمة المتوسط القبلي للاختبار ككل (11.5781)، بينما بلغت قيمة المتوسط البعدي للاختبار ككل(19.969)، كما بلغت قيمة (ت) بالنسبة للاختبار ككل (١٥.٩٨٣) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٠) وهي أقل من مستوى الدلالة المفروضة (α=٠.٠٥)، ولتجنب الوقوع في خطأ النوع الأول (رفض الفرض الصفري بينما هو في واقع الأمر صحيح)، فقد تم تعديل مستوى الدلالة باستخدام اختبار بنفروني (Bonferroni Adjustment)، حيث تم قسمة مستوى الدلالة (٠.٠٥) –المحدد سلفاً في فروض البحث–على عدد أبعاد الاختبار (٤ أبعاد)، ليصبح مستوى الدلالة الجديد (٠.٠١٢٥)، ويتضح أن الفروق دالة أيضاً عند مستوى الدلالة الجديد لصالح التطبيق البعدي كما يلي:

- **الشرح والتوضيح:** بلغت قيمة المتوسط البعدي لهذا البعد (٥.٥٤٦٩)، بينما كانت قيمة المتوسط القبلي (٢.٧٩٦٩)، وكانت قيمة (ت) بالنسبة لبعد الشرح والتوضيح (١٢.٥٣٧) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٠) وهي أقل من مستوى الدلالة المعدلة(α=٠.٠١٢٥) مما يعني وجود فرق ذو دلالة إحصائية على هذا البعد لصالح التطبيق البعدي.
- **التفسير:** بلغت قيمة المتوسط البعدي لهذا البعد (٥.١٨٧٥)، بينما كانت قيمة المتوسط القبلي (٢.٩٨٤٤)، وكانت قيمة (ت) بالنسبة لبعد التفسير (١١.٦٤٣) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٠) وهي أقل من مستوى الدلالة المعدلة(α=٠.٠١٢٥) مما يعني وجود فرق ذو دلالة إحصائية على هذا البعد لصالح التطبيق البعدي.
- **التطبيق:** بلغت قيمة المتوسط البعدي لهذا البعد (٤.٤٢١٩)، بينما كانت قيمة المتوسط القبلي (٢.٨٢٨١)، وكانت قيمة (ت) بالنسبة لبعد التطبيق (٨.٣٣٤) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٠) وهي أقل من مستوى الدلالة المعدلة (α=٠.٠١٢٥) مما يعني وجود فرق ذو دلالة إحصائية على هذا البعد لصالح التطبيق البعدي.
- **اتخاذ القرار:** بلغت قيمة المتوسط البعدي لهذا البعد (٤.٨١٢٥)، بينما كانت قيمة المتوسط القبلي (٣.٠٤٦٩)، وكانت قيمة (ت) بالنسبة لبعد اتخاذ القرار (٨.٩٣٤) بدلالة إحصائية محسوبة بلغت (٠.٠٠) وهي أقل من مستوى الدلالة المعدلة(α=٠.٠١٢٥) مما يعني وجود فرق ذو دلالة إحصائية على هذا البعد لصالح التطبيق البعدي.

كما قام الباحثان بحساب قيمة حجم الأثر لبيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على الفهم العميق في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي باستخدام المعادلة التالية: ($d = \frac{t}{\sqrt{N}}$) والواردة في (عبد المنعم حسن، ٢٠٢٣، ص٥٨٢)، كما يلي:

جدول (٢٩)

حجم أثر بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على الفهم العميق وأبعاده الفرعية

البعد	قيمة (t)	(N)	$\sqrt{N}$	قيمة (d)	نسبة الكسب المئوي
الشرح	١٢.٥٣٧	٦٤	٨	١.٥٦٧	٤٤٪
التفسير	١١.٦٤٣			١.٤٥٥	٤٣٪
التطبيق	٨.٣٣٤			١.٠٤٢	٣٥٪
اتخاذ القرار	٨.٩٣٤			١.١١٧	٣٧٪
الاختبار ككل	١٥.٩٨٣			١.٩٩٧	٤٨٪

ولغرض الحكم على قيمة حجم أثر بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي في مادة العلوم، تم مقارنة قيم (d) الموضحة بجدول (٢٩) بالقيم المعيارية لها (Low=0.2 Medium=0.5 High=0.8)، وبناء على ذلك جاءت قيمة حجم الأثر لبيئة التعلم الافتراضية عند المستوى (كبير) لكل بعد من أبعاد اختبار الفهم العميق على حدة، وكذلك بالنسبة لإجمالي الاختبار ككل.

ولما كانت نتائج هذا البحث موجه في المقام الأول إلى متخذي القرار كان لابد من تحويل هذه النتائج إلى صورة مألوفة لديهم، لذلك تم تحويل قيمة حجم الأثر إلى نسبة كسب مئوية باستخدام جدول تحويل حجوم الأثر إلى نسب كسب مئوية والذي وضعه مارزانو وزملاؤه (Marzano, et al, 2001, p. 160) وقد بلغت قيمة النسبة المئوية المقابلة لقيمة حجم الأثر للاختبار ككل (48%) وهذا يعني أن متوسط درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الذين درسوا العلوم باستخدام بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على اختبار الفهم العميق كانت أكبر بمقدار ٤٨ نقطة مئوية عن متوسط درجات التلاميذ في المجموعة الضابطة التي درست العلوم باستخدام الطريقة المعتادة، مما يشير إلى فاعلية بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في مادة العلوم.

وفي ضوء ما تم عرضة من نتائج تم رفض الفرض الثاني من فروض البحث، وقبول الفرض البديل والذي ينص على أنه: "**توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠١٢٥) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعتين التجريبيتين الأولى (نمط الأنشطة الموجهة) والثانية (نمط الأنشطة الاستكشافية) الذين يدرسون العلوم في بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد في القياسين القبلي والبعدي لاختبار الفهم العميق لصالح التطبيق البعدي**"

وتشير هذه النتائج إلى الأثر الأساسي الفعال لبيئة التعلم الافتراضية في تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري في مادة العلوم، ويمكن إرجاع هذه النتيجة إلى ما يلي:

- يرى الباحثان أن بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد ساعدت على الانتقال بالطلاب من مجرد تلقي المعلومات إلى التفاعل معها وتحليلها وربطها بسياقاتها الواقعية، وهو ما يمثل جوهر الفهم العميق. وقد تم تحقيق ذلك من خلال توظيف المحتوى التفاعلي المدعوم بالوسائط المتعددة، وأنشطة تعتمد على الاستقصاء والمواقف المحاكية للمشكلات البيئية والعلمية، مما وفّر فرصًا للربط بين المفاهيم وتطبيقها في مواقف جديدة، وهو ما يُعد سمة أساسية من سمات الفهم العميق في تعلم العلوم.
- وتتسق هذه النتيجة مع عدد من النظريات التربوية المعاصرة، وفي مقدمتها **نظرية معالجة المعلومات**، التي تؤكد أهمية تنظيم المعلومات وترميزها داخل بيئة تعليمية داعمة للفهم والترابط المعرفي (Atkinson & Anderson, 2013). كما تبرز **نظرية التعلم ذي المعنى لأوزوبل** (Ausubel, 1978)، التي ترى أن الفهم العميق يتحقق من خلال دمج المعرفة الجديدة بالبنية المعرفية السابقة بشكل منظم. ويدعم هذا أيضًا **التوجه البنائي** الذي يركّز على التفاعل النشط وحل المشكلات كأساس لبناء الفهم، بعيدًا عن التلقي السلبي (Jonassen, 1999). وقد ساعد التصميم الاستكشافي للبيئة الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية التفكير التحليلي والتفسيري، وهما من الأبعاد الجوهرية للفهم العميق.
- وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة (Makransky et al., 2020) التي بيّنت أن بيئات الواقع الافتراضي ثلاثية الأبعاد تسهم في تعزيز المعالجة المفاهيمية العميقة، خاصة عند تصميمها لدعم الاستكشاف الذاتي والتفاعل المتواصل. كما أشارت دراسة (Wu et al., 2013) إلى أن التصميم المرتكز على مبادئ الحمل المعرفي والتنظيم الذاتي يسهم في تنمية الفهم التحليلي والتطبيقي للمفاهيم العلمية. وتدعم هذه النتائج أيضًا ما أوردته دراسات عربية سابقة، مثل: (أماني عوض، مروة الصياد، وطاهر فرحات، ٢٠٢٠؛ حسام الدين مازن، خالد بشندي، وبدرية حسانين، ٢٠٢٠؛ أفنان الزهراني ومحمد موسى، ٢٠١٣)، والتي أكدت فاعلية بيئات التعلم الافتراضية في دعم التعلم الذاتي والتفاعل النشط وتنمية المفاهيم العلمية. كما بيّنت دراسات (مصطفى عبد الرؤوف، يوسف السيد، ومحروس حسين، ٢٠٢٢؛ ولاء حسين وآخرون، ٢٠٢٤) أثر هذه البيئات في تنمية مهارات التفكير وتكوين اتجاهات إيجابية نحو التعلم الرقمي والوعي البيئي. وأخيرًا، أكدت دراسات (محمد عمار، ٢٠٢٣؛ حميد العصيمي، ٢٠٢٢) دور الواقع الافتراضي في تبسيط المفاهيم العلمية المعقدة وتعزيز بقاء أثر التعلم، مع مراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين.

ثانياً: عرض النتائج المرتبطة بأثر اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري.

وترتبط نتائج هذا المحور بالإجابة عن السؤال الرابع من أسئلة البحث، والذي ينص على ما يلي: **ما فاعلية اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري؟**

وسوف يتم الإجابة عن هذا السؤال وفق نتائج الفرض الثالث التالي:

نتائج الفرض الثالث:

لغرض التحقق من صحة الفرض الثالث من فروض البحث، والذي ينص على أنه: "**لا توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ مجموعات البحث الثلاثة (التجريبية الأولى – التجريبية الثانية – الضابطة) في القياس البعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري**" تم استخدام أسلوب تحليل التباين المتعدد في اتجاه واحد (One Way Multivariate Analysis of Variance) والذي يرمز له بالرمز (MANOVA)؛ من خلال البرنامج الاحصائي (SPSS, V28)، نظراً لتعدد المتغيرات التابعة وكذلك تعدد مجموعات البحث (أكثر من مجموعتين)، وجدول (٣٠) يوضح المتوسطات والانحرافات المعيارية لدرجات التلاميذ على مقياس الوعي بالتغيرات المناخية البعدي وفقاً لنوع المعالجة التي تم تقديمها لكل مجموعة من المجموعات الثلاثة للبحث:

جدول (٣٠)

المتوسطات والانحرافات المعيارية للنتائج الخاصة بالتطبيق البعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية

المكون	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	18.5455	2.47602
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	16.1935	1.88714
	المجموعة الضابطة (الطريقة المعتادة)	٣٠	14.7000	2.01973
اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	40.7879	3.65511
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	37.8065	2.70086
	المجموعة الضابطة (الطريقة المعتادة)	٣٠	35.0667	3.00498
سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	39.8788	3.58606
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	36.3871	3.15888
	المجموعة الضابطة (الطريقة المعتادة)	٣٠	32.9333	3.98214
المقياس ككل	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	99.2121	7.48648
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	90.3871	6.70660
	المجموعة الضابطة (الطريقة المعتادة)	٣٠	82.7000	6.51338

باستقراء بيانات جدول (٣٠) يتضح أن هناك فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لنتائج مجموعات البحث الثلاثة في التطبيق البعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية في كل مكون من مكوناته، وفي المقياس ككل، تبعاً لنوع المعالجة، ولمعرفة دلالة تلك الفروق عند مستوى دلالة (α= ٠,٠٥) تم استخدام الخطوة الأولى من خطوات أسلوب تحليل التباين المتعدد في اتجاه واحد، وجدول (٣١) يوضح النتائج كما يلي:

جدول (٣١)

نتائج تحليل التباين المتعدد لتوضيح دلالة الفروق بين عينة البحث في النتائج الخاصة بالتطبيق البعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية وفق متغير طريقة المعالجة

المكون	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة(ف)	الدلالة الإحصائية
معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية	بين المجموعات	٢٣٨.٠٠٩	2	١١٩.٠٠٥	٢٥.٧٠	0.000 دالة احصائيا
	داخل المجموعات	٤٢١.٣٢١	91	٤.٦٣٠		
	المجموع	٦٥٩.٣٣٠	93			
اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	بين المجموعات	٥١٥.٧٣٧	2	٢٥٧.٨٦٨	25.84	0.000 دالة احصائيا
	داخل المجموعات	٩٠٨.٢٢١	91	٩.٩٨٠		
	المجموع	١٤٢٣.٩٥٧	93			
سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	بين المجموعات	٧٥٨.٧٥٣	2	٣٧٩.٣٧٦	29.49	0.000 دالة احصائيا
	داخل المجموعات	١١٧٠.٧٣٧	91	١٢.٨٦٥		
	المجموع	١٩٢٩.٤٨٩	93			
المقياس ككل	بين المجموعات	٤٣٠٣.٧٣٤	2	٢١٥١.٨٦٧	44.78	0.000 دالة احصائيا
	داخل المجموعات	٤٣٧٣.١٧٠	91	٤٨.٠٥٧		
	المجموع	٨٦٧٦.٩٠٤	93			

باستقراء بيانات جدول (٣١) يتضح وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (α= ٠,٠٥) بين متوسطات درجات مجموعات البحث الثلاثة في القياس البعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية؛ حيث بلغت قيمة (ف) للمقياس ككل(٤٤.٧٨) بينما بلغت للمكونات الثلاثة للمقياس (معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية– اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية– سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية) على الترتيب (25.70– 25.84 – 29.49)، وقد بلغت قيمة الدلالة الإحصائية المحسوبة للمقياس ككل، وكذلك للمكونات الثلاثة للمقياس (0.000)، وجميعها أقل من مستوى الدلالة المفروضة (α= ٠,٠٥)، مما يعني وجود فروق دالة إحصائيا بين مجموعات البحث الثلاثة في القياس البعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية، ولتوجيه هذه الفروق تم استخدام اختبار شيفيه (Scheffe)، للمقارنات البعدية، وذلك لتجانس التباينات بين مجموعات البحث الثلاثة، وجدول (٣٢) يوضح النتائج كما يلي:

جدول (٣٢)

نتائج اختبار شيفيه لتوجيه الفروق بين عينة البحث على مقياس الوعي بالتغيرات المناخية في العلوم

المكون	المجموعة	المتوسط	قيمة (ف) للمقارنة الطرفية بين المجموعات		
			الموجهة	الاستكشافية	الضابطة
معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية	الموجهة	18.5455	ـــــ		
	الاستكشافية	16.1935	*٢.٣٥١٩	ـــــ	
	الضابطة	14.7000	*٣.٨٤٥٥	*١.٤٩٣٥	ـــــ
اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	الموجهة	40.7879	ـــــ		
	الاستكشافية	37.8065	*٢.٩٨١٤	ـــــ	
	الضابطة	35.0667	*٥.٧٢١٢	*٢.٧٣٩٨	ـــــ
سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	الموجهة	39.8788	ـــــ		
	الاستكشافية	36.3871	*٣.٤٩١٧	ـــــ	
	الضابطة	32.9333	*٦.٩٤٥٥	*٣.٤٥٣٨	ـــــ
المقياس ككل	الموجهة	99.2121	ـــــ		
	الاستكشافية	90.3871	*٨.٨٢٥٠	ـــــ	
	الضابطة	82.7000	*١٦.٥١٢١	*٧.٦٨٧١	ـــــ

باستقراء النتائج الواردة بجدول (٣٢) يتضح ما يلي:

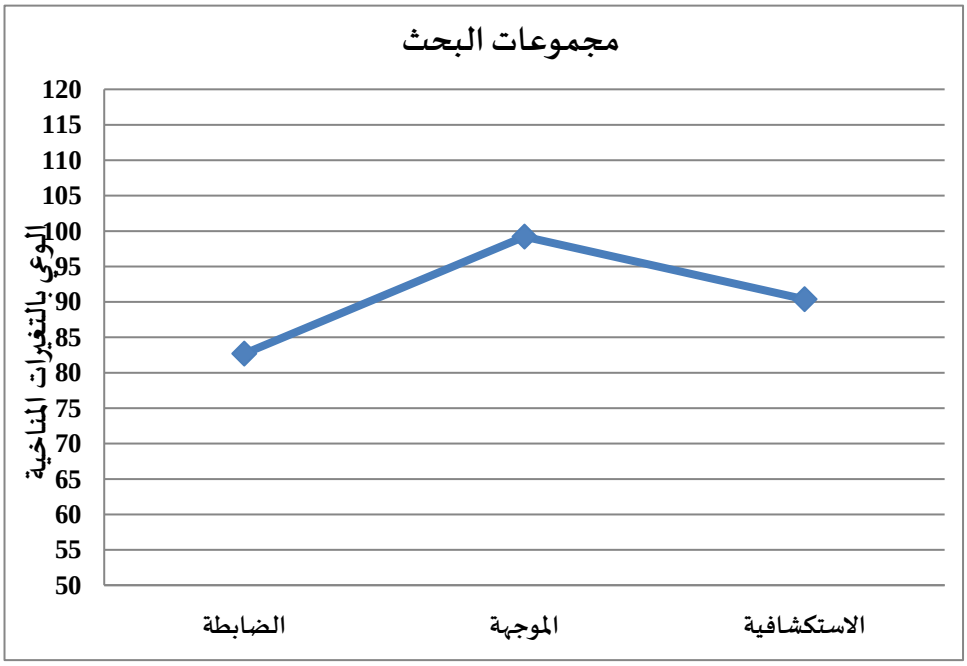
- جاءت متوسطات الفروق بين تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وتلاميذ المجموعة التجريبية الثانية الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الاستكشافية في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد دال إحصائياً عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) في جميع مكونات الوعي بالتغيرات المناخية(معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية- اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية- سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية) على الترتيب (٢.٣٥١٩-٢.٩٨١٤ -٣.٤٩١٧)، كما جاءت بقيمة دالة إحصائياً - أيضاً-قدرها (٨.٨٢٥٠) في المقياس ككل لصالح المجموعة ذات المتوسط الأعلى (المجموعة التجريبية الأولى التي درست العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد).
- جاءت متوسطات الفروق بين تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وتلاميذ

المجموعة الضابطة الذين درسوا العلوم باستخدام الطريقة المعتادة دال إحصائياً عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) في جميع مكونات الوعي بالتغيرات المناخية (معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية- اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية- سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية) على الترتيب (٣.٨٤٥٥- ٥.٧٢١٢- ٦.٩٤٥٥)، كما جاءت بقيمة دالة إحصائياً -أيضاً-قدرها (١٦.٥١٢١) في المقياس ككل لصالح المجموعة ذات المتوسط الأعلى (المجموعة التجريبية الأولى التي درست العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد).

- كما جاءت متوسطات الفروق بين تلاميذ المجموعة التجريبية الثانية الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الاستكشافية في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وتلاميذ المجموعة الضابطة الذين درسوا العلوم باستخدام الطريقة المعتادة دال إحصائياً عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) في جميع مكونات الوعي بالتغيرات المناخية(معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية- اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية- سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية) على الترتيب (١.٤٩٣٥ - ٢.٧٣٩٨ - ٣.٤٥٣٨)، كما جاءت بقيمة دالة إحصائياً -أيضاً-قدرها (٧.٦٨٧١) في المقياس ككل لصالح المجموعة ذات المتوسط الأعلى (المجموعة التجريبية الثانية التي درست العلوم باستخدام نمط الأنشطة الاستكشافية في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد).

وفي ضوء هذه النتائج تم رفض الفرض الثالث سالف الذكر، وقبول الفرض البديل والذي ينص على: "**توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ مجموعات البحث الثلاثة (التجريبية الأولى – التجريبية الثانية – الضابطة) في القياس البعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية لصالح المجموعة التجريبية الثانية (الأنشطة الموجهة) في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد**"

ويوضح الرسم البياني التالي حجم الفروق بين متوسطات درجات مجموعات البحث الثلاثة على مقياس الوعي بالتغيرات المناخية في العلوم.



شكل (١٠) الفروق بين متوسطات درجات تلاميذ مجموعات البحث في القياس البعدي لمقياس الوعي بالتغيرات المناخية

ولغرض حساب قيمة الدلالة العملية للنتائج قام الباحثان بحساب قيمة حجم الأثر لنمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية باستخدام المعادلتين التاليتين الواردة في(Borenstein, et al, 2009, p. 26):

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{s_{pooled}} \qquad (١)$$

حيث $\bar{X}_t - \bar{X}_c$ عبارة عن الفرق بين متوسطي المجموعتين التجريبية الأولى والضابطة، S_{pooled} هي الانحراف المعياري المشترك بين المجموعتين، والذي يمكن حسابه من المعادلة التالية:

$$s_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_t - 1)s_t^2 + (n_c - 1)s_c^2}{n_t + n_c - 2}} \qquad (٢)$$

حيث S_c, S_t هما الانحرافان المعياريان للمجموعتين التجريبية الأولى والضابطة وكل من n_t، n_c هما عدد الأفراد في كل من المجموعة التجريبية الأولى والضابطة على الترتيب. والجدول التالي

يوضح نتائج حساب حجم الأثر كما يلي:

جدول (٣٣)

حجم أثر نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على الوعي بالتغيرات المناخية وأبعاده الفرعية

البعد	قيمة (d)	نسبة الكسب المئوي
معرفة التلاميذ بالتغيرات المناخية	1.672	٤٥٪
اتجاهات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	1.681	٤٥٪
سلوكيات التلاميذ نحو التغيرات المناخية	1.815	٤٦٪
المقياس ككل	**2.316**	**٤٩٪**

ولغرض الحكم على قيمة حجم أثر بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري في مادة العلوم، تم مقارنة قيم (d) الموضحة بجدول (٣٣) بالقيم المعيارية لها (Low=0.2 Medium=0.5 High=0.8)، وبناء على ذلك جاءت قيمة حجم الأثر لنمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على الفهم العميق وأبعاده الفرعية عند المستوى (كبير) لكل بعد من أبعاد اختبار الفهم العميق على حدة، وكذلك بالنسبة لإجمالي الاختبار ككل.

ولما كانت نتائج هذا البحث موجه في المقام الأول إلى متخذي القرار كان لابد من تحويل هذه النتائج إلى صورة مألوفة لمتخذي القرار، لذلك تم تحويل قيمة حجم الأثر الكلي إلى نسبة كسب مئوية توضح نسبة تأثير المتغير التجريبي (نمط الأنشطة الموجهة) باستخدام جدول تحويل حجوم الأثر إلى نسب كسب مئوية والذي وضعه مارزانو وزملاؤه (Marzano, et al, 2001, p. 160)، وقد بلغت قيمة النسبة المئوية لحجم الأثر للمقياس ككل(٤٩٪) وهذا يعني أن متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى التي درست العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على الفهم العميق كانت أكبر بمقدار ٤٩ نقطة مئوية عن متوسط درجات التلاميذ في المجموعة الضابطة التي درست العلوم باستخدام الطريقة المعتادة، مما يشير إلى فاعلية نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم.

وتشير هذه النتائج إلى الأثر الأساسي الفعال (لنمط الأنشطة الموجهة وكذلك نمط الأنشطة الاستكشافية) في بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري في مادة العلوم، ويمكن إرجاع هذه النتيجة إلى ما يلي:

- يرى الباحثان أن تفوق المجموعتين التجريبيتين مقارنة بالمجموعة الضابطة يُعزى إلى الخصائص التعليمية المميزة التي اتسمت بها بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في كلا النمطين (الموجه والاستكشافي). فقد أسهم تنوع مصادر التفاعل، وتوافر مواقف تعليمية رقمية تحاكي الواقع، مدعومة بعناصر الوسائط المتعددة (كالصور، والفيديوهات، والخرائط التفاعلية، والسيناريوهات الحياتية)، في تعزيز الانتباه لدى المتعلمين، ورفع مستوى التفاعل الوجداني مع قضية التغيرات المناخية، مما أدى إلى تحسن ملحوظ في الوعي بهذه القضية. ففي نمط الأنشطة الموجهة، تم تقديم المهام التعليمية ضمن إطار منظم يوفّر توجيهًا معرفيًا وإرشاديًا يسهم في بناء فهم واضح لأسباب التغير المناخي وأبعاده. بينما في النمط الاستكشافي، أُتيح للمتعلمين قدر من الحرية لاكتشاف المفاهيم بأنفسهم، ما عزز من بناء المعرفة الذاتية وتنمية الشعور بالمسؤولية البيئية. وتدل هذه النتائج على أهمية تصميم الأنشطة التعليمية وفق أسس نظرية مدروسة، تتيح التفاعل النشط، والتأمل، والمعالجة المعرفية العميقة، وتستجيب لأنماط التعلم المتنوعة لدى الطلاب.
- ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء عدد من النظريات التربوية المعاصرة، وفي مقدمتها نظرية التعلم النشط (Active Learning Theory) التي تؤكد أن المشاركة الفاعلة للمتعلم في تنفيذ المهام التعليمية، سواء من خلال التوجيه أو الاستكشاف، تسهم في تعميق الفهم وتعزيز الدافعية نحو التعلم (Bonwell & Eison, 1991). كما تُفسر النتيجة الحالية في إطار نظرية الاهتمام المعرفي (Cognitive Engagement Theory)، حيث وفرت الأنشطة التفاعلية المقدمة داخل بيئة التعلم الافتراضية، بنوعيها (الموجهة والاستكشافية)، مناخًا تعليميًا محفزًا للانتباه، ومثيرًا للتأمل العقلي والاستبصار، مما ساعد الطلاب على بناء فهم واعٍ للمشكلات البيئية واستيعاب أبعادها المختلفة (Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004).
- وتُفسَّر أفضلية نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالأنشطة الاستكشافية من خلال ما يوفره هذا النمط من تدرج منظم في تقديم المهام التعليمية، وتقديم التلميحات التوجيهية والدعم المعرفي المرحلي للمتعلمين، وهو ما يسهم في تيسير الفهم وتحقيق نواتج التعلم بصورة أكثر فعالية. ففي ضوء النظرية البنائية، يرى برونر (Bruner) أن التعلم لا يتحقق بفعالية إذا تُرك المتعلم لمواقف تعليمية مفتوحة دون توجيه، بل تزداد فعاليته عندما يتم توجيهه من خلال تلميحات ومساعدات معرفية تساعده على بناء تصور شامل لبنية المفاهيم (Bruner, 1974). ومن هذا المنطلق، فإن تقديم الأنشطة الموجهة يُمكّن المتعلم من تكوين صورة معرفية واضحة حول محتوى الدرس وخطوات تنفيذه، مما يعزز من قدرته على التخطيط والتنفيذ المنظم للمهمة التعليمية. في

المقابل، فإن طبيعة الأنشطة الاستكشافية، التي تتطلب من المتعلم الاعتماد الكامل على قدراته الاستقصائية ومهاراته في التعامل مع المشكلات، تفترض امتلاكه لخبرات معرفية واستراتيجيات تفكير متقدمة تمكنه من التفاعل الحر مع مكونات النشاط. وهو ما قد لا يتوفر دائمًا لدى المتعلمين في المرحلة الإعدادية، مما يجعل الأنشطة الموجهة أكثر فاعلية في إكساب المفاهيم وتنمية الوعي العلمي، خاصة إذا تم تصميمها وفق أسس نظرية تراعِي التدرج المعرفي والدعم المرحلي. كما أن الأنشطة الحرة تتطلب غالبًا تدريبًا مسبقًا وطويل المدى على مهارات البحث والتفكير المنطقي، وهو ما قد يمثل عبئًا معرفيًا إضافيًا على بعض المتعلمين، ويحد من فاعلية هذا النمط دون تهيئة كافية.

- وتتسق هذه النتيجة مع ما أظهرته دراسة كل من: (رحاب فؤاد وهناء عبده، ٢٠٢٤؛ ممدوح الفقي وهاني أبو الفتوح، ٢٠٢٣؛ إيمان الشريف، ٢٠٢١؛ حنان عمار، ٢٠١٩؛ مروة سليمان، ٢٠١٧) والتي أكدت جميعها أن التوجيه المنظم والإرشاد المرحلي يعززان من فاعلية التعلم في البيئات الرقمية، من خلال تقديم مسارات تعليمية واضحة وهيكلية تساعد المتعلمين على إدراك المفاهيم واستيعابها بصورة منهجية.

ثالثاً: عرض النتائج المرتبطة بأثر اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم على تنمية الفهم العميق في العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري.

وترتبط نتائج هذا المحور بالإجابة عن السؤال الخامس من أسئلة البحث، والذي ينص على ما يلي: **ما فاعلية اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية (الموجهة / الاستكشافية) ببيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم على تنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري؟**

وسوف يتم الإجابة عن هذا السؤال وفق نتائج الفرض الرابع التالي:

نتائج الفرض الرابع:

لغرض التحقق من صحة الفرض الرابع من فروض البحث، والذي ينص على أنه: "**لا توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ مجموعات البحث الثلاثة (التجريبية الأولى – التجريبية الثانية – الضابطة) في القياس البعدي لاختبار الفهم العميق في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري**" تم استخدام أسلوب تحليل التباين المتعدد في اتجاه واحد (One Way Multivariate) والذي يرمز له بالرمز (MANOVA)؛ من خلال البرنامج الاحصائي (SPSS, V28)، نظراً لتعدد المتغيرات التابعة وكذلك تعدد مجموعات البحث (أكثر من مجموعتين)، وجدول (٣٤) يوضح المتوسطات والانحرافات

المعيارية لدرجات التلاميذ على اختبار الفهم العميق البعدي وفقاً لنوع المعالجة التي تم تقديمها للمجموعات الثلاثة للبحث:

جدول (٣٤)

المتوسطات والانحرافات المعيارية للنتائج الخاصة بالتطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق

البعد	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
الشرح	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	5.9394	1.11634
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	5.1290	1.05647
	المجموعة الضابطة (الطريقة المعتادة)	٣٠	4.01	1.01710
التفسير	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	5.5455	1.00284
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	4.8065	1.07763
	المجموعة الضابطة (الطريقة المعتادة)	٣٠	3.8000	٠.96132
التطبيق	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	4.9091	٠.94748
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	3.9032	٠.87005
	المجموعة الضابطة (الطريقة المعتادة)	٣٠	3.1333	٠.77608
اتخاذ القرار	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	5.2121	1.26880
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	4.3871	1.08558
	المجموعة الضابطة (الطريقة المعتادة)	٣٠	3.3000	٠.87691
الاختبار ككل	التجريبية الأولى (الأنشطة الموجهة)	٣٣	21.6061	2.57317
	التجريبية الثانية (الأنشطة الاستكشافية)	٣١	18.2258	2.34819
	المجموعة الضابطة (الطريقة المعتادة)	٣٠	14.3833	2.2788

باستقراء بيانات جدول (٣٤) يتضح أن هناك فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية لنتائج مجموعات البحث الثلاثة في التطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق في كل بعد من أبعاده، وفي الاختبار ككل، تبعاً لنوع المعالجة، ولمعرفة دلالة تلك الفروق عند مستوى دلالة (α= ٠,٠٥) تم استخدام الخطوة الأولى من خطوات أسلوب تحليل التباين المتعدد في اتجاه واحد، وجدول (٣٥) يوضح النتائج كما يلي:

جدول (٣٥)

نتائج تحليل التباين المتعدد لتوضيح دلالة الفروق بين مجموعات البحث في النتائج الخاصة بالتطبيق البعدي لاختبار الفهم العميق وفق متغير طريقة المعالجة (ن= ٩٤)

البعد	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة(ف)	الدلالة المحسوبة P
الشرح	بين المجموعات	٥٩.٣٧١	2	٢٩.٦٨٦	٢٦.١٣٥	0.00 دالة احصائيا
	داخل المجموعات	١٠٣.٣٦٣	91	١.١٣٦		
	المجموع	١٦٢.٧٣٤	93			
التفسير	بين المجموعات	٤٨.٠٥٢	2	٢٤.٠٢٦	23.304	0.00 دالة احصائيا
	داخل المجموعات	٩٣.٨٢١	91	١.٠٣١		
	المجموع	١٤١.٨٧٢	93			
التطبيق	بين المجموعات	٥٠.٠٨٦	2	٢٥.٠٤٣	33.074	٠.٠٠ دالة احصائيا
	داخل المجموعات	٦٨.٩٠٤	91	0.757		
	المجموع	١١٨.٩٨٩	93			
اتخاذ القرار	بين المجموعات	٥٧.٦٠٧	2	٢٨.٨٠٣	24.009	٠.٠٠ دالة احصائيا
	داخل المجموعات	١٠٩.١٧٠	91	١.٢٠٠		
	المجموع	١٦٦.٧٧٧	93			
الاختبار ككل	بين المجموعات	٨٥٤.٥٣٧	2	٤٢٧.٢٦٩	٧٤.٩٦٤	٠.٠٠ دالة احصائيا
	داخل المجموعات	٥١٨.٦٦٥	91	٥.٧٠٠		
	المجموع	١٣٧٣.٢٠٢	93			

باستقراء بيانات جدول (٣٥) اتضح وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠,٠٥ =α) بين متوسطات درجات مجموعات البحث الثلاثة في القياس البعدي لاختبار الفهم العميق؛ حيث بلغت قيمة (ف) للاختبار ككل(٧٤.٩٦٤) بينما بلغت للأبعاد الأربعة للاختبار (الشرح– التفسير– التطبيق– اتخاذ القرار) على الترتيب (٢٦.١٣٥ – ٢٣.٣٠٤ – ٣٣.٠٧٤ –٢٤.٠٠٩) ، وقد بلغت قيمة الدلالة الإحصائية المحسوبة للاختبار ككل، وكذلك للأبعاد الأربعة للاختبار (0.001) وهى أقل من مستوى الدلالة المفروضة (٠,٠٥ =α)، مما يعني وجود فروق دالة إحصائيا بين مجموعات البحث الثلاثة، على اختبار الفهم العميق في العلوم، ولتوجيه هذه الفروق تم استخدام اختبار شيفيه (Scheffe)، للمقارنات البعدية، وذلك لتجانس التباينات بين مجموعات البحث الثلاثة ، وجدول (٣٦) يوضح النتائج كما يلي:

جدول (٣٦)

نتائج اختبار شيفيه لتوجيه الفروق بين عينة البحث على اختبار الفهم العميق

المكون	المجموعة	المتوسط	قيمة (ف) للمقارنة الطرفية بين المجموعات		
			الموجهة	الاستكشافية	الضابطة
الشرح	الموجهة	5.9394	ـــــ		
	الاستكشافية	5.1290	*0.8104	ـــــ	
	الضابطة	4.01	*١.٩٣٩٤	*١.١٢٩٠	ـــــ
التفسير	الموجهة	5.5455	ـــــ		
	الاستكشافية	4.8065	*0.739	ـــــ	
	الضابطة	3.8000	*١.٧٤٥٥	*١.٠٠٦٥	ـــــ
التطبيق	الموجهة	4.9091	ـــــ		
	الاستكشافية	3.9032	*١.٠٠٥٩	ـــــ	
	الضابطة	3.1333	*١.٧٧٥٨	*0.7699	ـــــ
اتخاذ القرار	الموجهة	5.2121	ـــــ		
	الاستكشافية	4.3871	*0.8250	ـــــ	
	الضابطة	3.3000	*١.٩١٢١	*١.٠٨٧١	ـــــ
الاختبار ككل	الموجهة	21.6061	ـــــ		
	الاستكشافية	18.2258	*٣.٣٨٠٣	ـــــ	
	الضابطة	14.2333	*٧.٣٧٢٧	*٣.٩٩٢٥	ـــــ

باستقراء النتائج الواردة بجدول (٣٦) يتضح ما يلي:

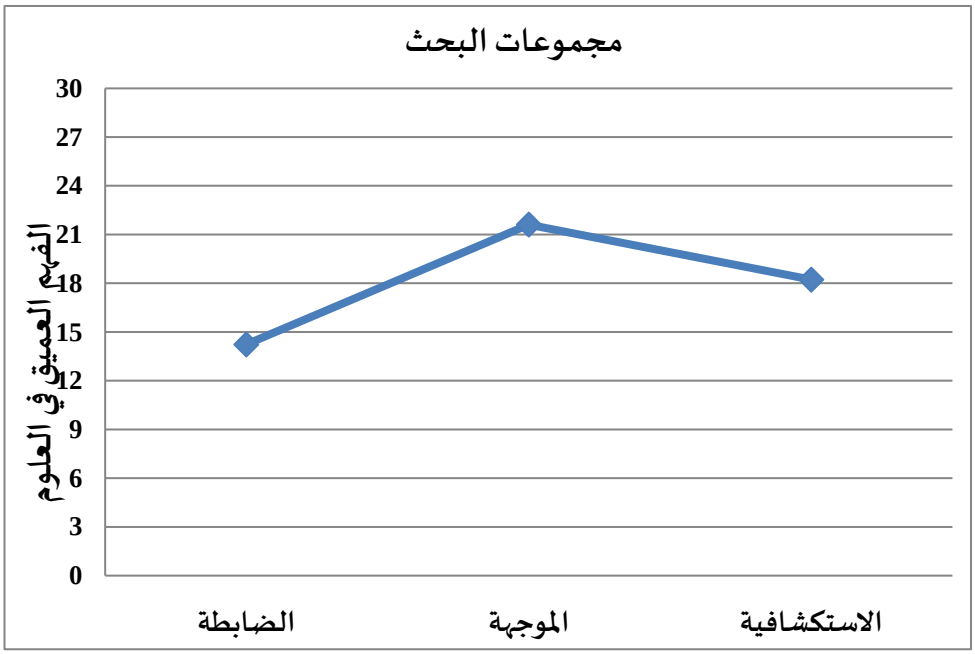
- جاءت متوسطات الفروق بين تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وتلاميذ المجموعة التجريبية الثانية الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الاستكشافية في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد دال إحصائياً عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) في جميع أبعاد الفهم العميق(الشرح- التفسير- التطبيق- اتخاذ القرار) على الترتيب (٠.٨١٠٤*-٠.٧٣٩* -١.٠٠٥٩*- 0.8250*)، كما جاءت بقيمة دالة إحصائياً -أيضاً-قدرها (٣.٣٨٠٣*) في الاختبار ككل لصالح المجموعة ذات المتوسط الأعلى (المجموعة التجريبية الأولى الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد).
- جاءت متوسطات الفروق بين تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وتلاميذ المجموعة الضابطة الذين درسوا العلوم باستخدام الطريقة المعتادة دال إحصائياً عند

مستوى دلالة (α=٠.٠٥) في جميع أبعاد الفهم العميق(الشرح– التفسير– التطبيق– اتخاذ القرار) على الترتيب (١.٩٣٩٤*–١.٧٤٥٥* –١.٧٧٥٨*– ١.٩١٢١*)، كما جاءت بقيمة دالة إحصائياً –أيضاً–قدرها (٧.٣٧٢٧*) في الاختبار ككل لصالح المجموعة ذات المتوسط الأعلى (المجموعة التجريبية الأولى الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد).

- جاءت متوسطات الفروق بين تلاميذ المجموعة التجريبية الثانية الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الاستكشافية في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وتلاميذ المجموعة الضابطة الذين درسوا العلوم باستخدام الطريقة المعتادة دال إحصائياً عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) في جميع أبعاد الفهم العميق(الشرح– التفسير– التطبيق– اتخاذ القرار) على الترتيب (١.١٢٩٠*–١.٠٠٦٥* –٠.٧٦٩٩* –١.٠٨٧١*)، كما جاءت بقيمة دالة إحصائياً –أيضاً–قدرها (٣.٩٩٢٥*) في الاختبار ككل لصالح المجموعة ذات المتوسط الأعلى (المجموعة التجريبية الأولى الذين درسوا العلوم باستخدام نمط الأنشطة الاستكشافية في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد).

وفي ضوء هذه النتائج تم رفض الفرض الرابع سالف الذكر، وقبول الفرض البديل والذي ينص على: **"توجد فروق دالة احصائيا عند مستوى دلالة (α=٠.٠٥) بين متوسطات درجات تلاميذ مجموعات البحث الثلاثة (التجريبية الأولى – التجريبية الثانية – الضابطة) في القياس البعدي لاختبار الفهم العميق لصالح المجموعة التجريبية الثانية (الأنشطة الموجهة) في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد"**

ويوضح الرسم البياني التالي حجم الفروق بين متوسطات درجات مجموعات البحث الثلاثة على اختبار الفهم العميق في العلوم.



شكل (١١) الفروق بين متوسطات درجات تلاميذ مجموعات البحث في القياس البعدي للاختبار الفهم العميق في العلوم

ولغرض حسب الدلالة العملية للنتائج قام الباحثان بحساب قيمة حجم الأثر لنمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد باستخدام المعادلتين التاليتين الواردة في(Borenstein, et al, 2009, p. 26):

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{s_{pooled}} \qquad (١)$$

حيث $\bar{X}_t - \bar{X}_c$ عبارة عن الفرق بين متوسطي المجموعتين التجريبية الأولى والضابطة، S_{pooled} هي الانحراف المعياري المشترك بين المجموعتين، والذي يمكن حسابه من المعادلة التالية:

$$s_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_t - 1)s_t^2 + (n_c - 1)s_c^2}{n_t + n_c - 2}} \qquad (٢)$$

حيث S_c, S_t هما الانحرافان المعياريان للمجموعتين التجريبية الأولى والضابطة وكل من n_t ، n_c

هما عدد الأفراد في كل من المجموعة التجريبية الأولى والضابطة على الترتيب. والجدول التالي يوضح نتائج حساب حجم الأثر كما يلي:

جدول (٣٧)

حجم أثر نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على الفهم العميق وأبعاده الفرعية

البعد	قيمة (d)	نسبة الكسب المئوي
الشرح	1.803	٤٧٪
التفسير	1.775	٤٦٪
التطبيق	2.041	٤٩٪
اتخاذ القرار	1.738	٤٦٪
الاختبار ككل	**2.963**	**٤٩٪**

ولغرض الحكم على قيمة حجم أثر بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري في مادة العلوم، تم مقارنة قيم (d) الموضحة بجدول (٣٧) بالقيم المعيارية لها (Low=0.2 Medium=0.5 High=0.8)، وبناء على ذلك جاءت قيمة حجم الأثر لنمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على الفهم العميق وأبعاده الفرعية عند المستوى (كبير) لكل بعد من أبعاد اختبار الفهم العميق على حدة، وكذلك بالنسبة لإجمالي الاختبار ككل.

ولما كانت نتائج هذا البحث موجه في المقام الأول إلى متخذي القرار كان لابد من تحويل هذه النتائج إلى صورة مألوفة لمتخذي القرار، لذلك تم تحويل قيمة حجم الأثر الكلي إلى نسبة كسب مئوية توضح نسبة تأثير المتغير التجريبي (نمط الأنشطة الموجهة) باستخدام جدول تحويل حجوم الأثر إلى نسب كسب مئوية والذي وضعه مارزانو وزملاؤه (Marzano, et al, 2001, p. 160)، وقد بلغت قيمة النسبة المئوية لحجم الأثر للاختبار ككل(٤٩٪) وهذا يعني أن متوسط درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى التي درست العلوم باستخدام نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على الفهم العميق كانت أكبر بمقدار ٤٩ نقطة مئوية عن متوسط درجات التلاميذ في المجموعة الضابطة التي درست العلوم باستخدام الطريقة المعتادة، مما يشير إلى فاعلية نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي الأزهري في مادة العلوم.

وتشير هذه النتائج إلى الأثر الأساسي الفعال (لنمط الأنشطة الموجهة وكذلك نمط الأنشطة الاستكشافية) في بيئة تعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد مقارنة بالطريقة المعتادة في تدريس العلوم في تنمية الفهم العميق لدى تلاميذ الصف الثاني الاعدادي الأزهري في مادة العلوم، ويمكن إرجاع هذه النتيجة إلى ما يلي:

- يرى الباحثان أن تفوق المجموعتين التجريبيتين على المجموعة الضابطة يعود إلى السمات التربوية الفاعلة التي تميز بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، والتي تجمع بين التفاعلية العالية، وتنوع الوسائط التعليمية، وتكامل مصادر المعرفة داخل سياق تعلمي متكامل. فقد أتاح هذا النمط من البيئات فرصًا تعليمية غنية تقوم على التمثيل البصري والتجريبي للمفاهيم، مما ساعد التلاميذ على بناء تصورات معرفية مترابطة، انتقلت بهم من مجرد التلقي إلى ممارسات عقلية عليا كالفهم، والتحليل، والتفسير، والتطبيق. وفي إطار نمط الأنشطة الموجهة، أسهم التنظيم المرحلي للمحتوى وتقديم التوجيهات المناسبة في تخفيف العبء المعرفي غير الضروري، مما وفّر بيئة تعليمية داعمة لمعالجة معرفية عميقة وفهم أكثر دقة للعلاقات بين المفاهيم. أما نمط الأنشطة الاستكشافية، فقد أتاح للتلاميذ حرية التفاعل مع عناصر البيئة التعليمية، واستكشاف الظواهر بطريقة ذاتية، مما عزز من مهارات الاستقصاء والاكتشاف، وأسهم في بناء الفهم من خلال التجريب الفردي والمعالجة الذاتية للمعلومات، وهو ما يتسق مع متطلبات الفهم العميق للمفاهيم العلمية.
- وتتوافق هذه النتيجة مع ما تطرحه نظرية مستويات المعالجة (Levels of Processing Theory)" كريك ولوكهارت" Craik & Lockhart (1972)، التي ترى أن الفهم العميق لا ينتج عن التعرض السطحي للمعلومات، بل عن معالجتها على مستوى دلالي ومعنوي عميق، وهو ما تتيحه بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد من خلال ما توفره من أنشطة تعليمية مصممة بعناية، سواء في صورتها الموجهة أو الاستكشافية، داخل سياق غني بالوسائط والمحفزات الإدراكية. كما تدعم هذه النتيجة مبادئ نظرية التعلم النشط (Active Learning Theory)، والتي تفترض أن الانخراط الفاعل للمتعلم في أداء المهام التعليمية، سواء من خلال التوجيه أو الاستكشاف، يسهم في تنمية التنظيم المعرفي، ويُعزز التفكير النقدي والتحليلي(Bonwell & Eison, 1991)، وهو ما ينعكس في تنمية الفهم العميق للمفاهيم العلمية والوعي بالتغيرات المناخية في السياق الحالي.
- أما بخصوص تفوق نمط الأنشطة الموجهة في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد على النمط الاستكشافي، فيشير ذلك إلى فاعلية الإرشاد المنظم والدعم المعرفي في تعزيز الفهم العميق للمفاهيم العلمية لدى التلاميذ. فقد أسهمت الإجراءات التدريسية في النمط الموجه، والتي جمعت بين التوجيه المرحلي وتوفير مصادر تعليمية مساعدة، في تمكين التلاميذ من بناء صورة معرفية واضحة ومتكاملة لبنية المحتوى العلمي. ويتسق هذا التوجه مع مبادئ النظرية البنائية، التي ترى أن التعلم يصبح أكثر فعالية عندما يُدعم المتعلم بتوجيهات وإرشادات تساعده على تنفيذ مهام التعلم بفاعلية، بدلاً من تركه يواجه المفاهيم المعقدة بشكل حر دون مساندة (Piaget, 1977; Bruner, 1974). كما تؤكد نظرية

برونر في البنائية المعرفية أهمية تقديم هيكل واضح للمعرفة يُعين المتعلم على تخطيط استراتيجياته الذهنية أثناء التعلم، مما يعزز الفهم المنظم للمفاهيم بدلاً من الاكتشاف غير الموجّه. في المقابل، يتطلب نمط الأنشطة الاستكشافية خبرة معرفية ومهارات تفكير عليا كالتفكير العلمي والتحليل المنطقي، مما قد يجعل هذا النمط أقل فاعلية لدى المتعلمين الصغار أو المبتدئين الذين لم يتلقوا تدريبًا كافيًا على مهارات الاستقصاء والاكتشاف الذاتي. وبالتالي، فإن التصميم المنظم للأنشطة في النمط الموجه ساعد على تقليل العبء المعرفي وتيسير معالجة المعلومات العلمية بعمق، مما انعكس إيجابًا على مستوى الفهم العميق للمفاهيم العلمية.

- وتتسق هذه النتيجة مع ما أظهرته دراسة كل من: (رحاب فؤاد وهناء عبده، ٢٠٢٤؛ ممدوح الفقي وهاني أبو الفتوح، ٢٠٢٣؛ إيمان الشريف، ٢٠٢١؛ حنان عمار، ٢٠١٩؛ مروة سليمان، ٢٠١٧) والتي أكدت جميعها أن التوجيه المنظم والإرشاد المرحلي يعززان من فاعلية التعلم في البيئات الرقمية، من خلال تقديم مسارات تعليمية واضحة وهيكلية تساعد المتعلمين على إدراك المفاهيم العلمية واستيعابها بصورة منهجية.

توصيات البحث:

في ضوء النتائج التي أسفر عنها البحث، يُمكن تقديم مجموعة من التوصيات التي تستهدف تعزيز الاستفادة من بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية في مادة العلوم، وذلك على النحو الآتي:

أولًا: توصيات موجهة إلى المعلمين:

١. تبنّي بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد عند تدريس موضوعات العلوم، وخاصة المفاهيم البيئية، لما لها من أثر مثبت في تنمية الوعي بالتغيرات المناخية والفهم العميق لدى التلاميذ.

٢. تنويع نمط الأنشطة التعليمية بين الأنشطة الموجهة والأنشطة الاستكشافية داخل البيئة الافتراضية ثلاثية الأبعاد، بما يراعي أنماط المتعلمين المختلفة، ويعزز التفاعل والتفكير النقدي.

٣. تصميم أنشطة رقمية قائمة على مواقف حياتية مرتبطة بالتغيرات المناخية، مع استخدام الوسائط المتعددة لتوضيح الظواهر البيئية بشكل مرئي وملموس.

٤. تهيئة التلاميذ لاستخدام أدوات وتقنيات التعلم الافتراضي، مع تدريبهم على مهارات التعلم الذاتي، والاستقصاء، والمناقشة المنظمة داخل هذه البيئات.

ثانيًا: توصيات موجهة إلى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية:

١. الاستفادة من بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تعزيز الفهم والتحصيل، خاصة في

الموضوعات المعقدة كالعلوم البيئية.

٢. تنمية مهارات البحث والاكتشاف الذاتي من خلال المشاركة الفاعلة في الأنشطة التفاعلية الإلكترونية، والاستفادة من المحتوى الرقمي متعدد الوسائط.

٣. تطوير السلوك البيئي الإيجابي من خلال الربط بين ما يتم تعلمه في بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد وما يحدث في الواقع البيئي المحلي والعالمي.

ثالثًا: توصيات موجهة إلى الباحثين:

١. إجراء المزيد من الدراسات التجريبية حول فاعلية بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تنمية جوانب معرفية وعقلية أخرى، مثل التفكير التأملي، واتخاذ القرار البيئي.

٢. استكشاف تأثير أنماط تفاعلية متنوعة (مثل الواقع المعزز، الألعاب التعليمية، أو المحاكاة البيئية) على الوعي البيئي والفهم العميق في العلوم في مراحل دراسية مختلفة.

٣. تحليل الفروق الفردية في استجابة التلاميذ لنمط الأنشطة الموجهة مقابل الاستكشافية داخل البيئات الافتراضية ثلاثية الأبعاد، وربطها بأنماط التعلم والاتجاهات البيئية.

رابعًا: توصيات موجهة إلى المسؤولين وصناع القرار:

١. دعم البنية التحتية الرقمية للمعاهد الأزهرية الإعدادية، وتوفير منصات تعليمية افتراضية ذات جودة عالية، تتيح محتوى علميًا تفاعليًا مخصصًا للمناهج الوطنية.

٢. تدريب المعلمين على تصميم وتوظيف الأنشطة الرقمية داخل بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد، من خلال برامج تطوير مهني مستمرة قائمة على الممارسة الفعلية.

٣. إعادة النظر في مناهج العلوم لتشمل موضوعات معاصرة مرتبطة بالتغيرات المناخية والبيئية، وتكاملها مع بيئات تعلم رقمية محاكية للواقع.

المقترحات البحثية:

استنادًا إلى نتائج البحث الحالي، وما خلص إليه من توصيات، يُمكن اقتراح عدد من البحوث المستقبلية، وذلك على النحو الآتي:

- تصميم بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد قائمة على السيناريوهات البيئية التفاعلية، وقياس أثرها على تطوير التفكير السببي والتحليل المنظومي في موضوعات التغير المناخي.
- دراسة أثر التتابع بين الأنشطة الموجهة والاستكشافية في بيئة افتراضية ثلاثية الأبعاد على تحسين مهارات الاستقصاء العلمي والوعي البيئي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية الأزهرية.
- دراسة العلاقة بين نمط التفاعل الرقمي (فردي/تعاوني) داخل بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد وأنماط الفهم العميق في العلوم لدى الطلاب ذوي القدرات المختلفة.
- قياس فاعلية بيئة تعلم افتراضية قائمة على الرحلات المعرفية الرقمية في تنمية القيم البيئية والتفكير المستقبلي لدى تلاميذ المعاهد الأزهرية في مادة العلوم.

المراجع

أولًا: المراجع العربية:

إبراهيم محمود يوسف، عبد الحميد عامر عبد العزيز. (٢٠١١). أثر اختلاف نمط التفاعل الإلكتروني وأسلوب توجيه الأنشطة الإلكترونية على تنمية مهارات تشكيل الخزف والقيم الجمالية لدى طلاب التربية الفنية. المؤتمر العلمي السنوي العربي السادس والدولي الثالث، تطوير برامج التعليم العالي النوعي في مصر والوطن العربي في ضوء متطلبات عصر المعرفة، جامعة المنصورة، كلية التربية النوعية، مج ٢، ابريل، ص ص ٨٤٤- ٨٧٥.

أسامة سعيد على هنداوي. (٢٠١٤). أثر التفاعل بين نمط توقيت ممارسة الأنشطة في وحدة تعليمية إلكترونية حول إدراك الألغاز والخدع البصرية الرقمية على مهارات التمييز البصري ومستوى قراءة البصريات لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس، ٥٤، سبتمبر، ١٧ – ٧٠

أفنان حمدان عبدالله الزهراني، ومحمد أحمد فرج موسى .(2013) *.فاعلية برنامج قائم على بيئة تعلم افتراضية في تحصيل بعض موضوعات العلوم لطالبات الصف الثاني متوسط و اتجاهاتهن نحو* (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة الباحة، الباحة.

أماني محمد عوض، مروة محمد رفعت الصياد، وطاهر عبدالله أحمد فرحات. (٢٠٢٠). اتجاهات تلاميذ المرحلة الابتدائية نحو استخدام بيئة التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في تعلم مادة العلوم .*تكنولوجيا التعليم، مج٣٠, ع٥* ، ١٠٣ .126

أمنية سعيد رشدى السيد الجزار، سحر حمدي فؤاد شافعي، ورضا عبده إبراهيم القاضي. (٢٠١٨). أثر نمط التعلم فى المعامل الافتراضية فى تنمية المفاهيم العلمية بمقرر العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية .*دراسات تربوية واجتماعية، مج٢٤, ع٢*

ايمان زكى موسي محمد الشريف (٢٠٢١). أثر التفاعل بين نمط تصميم الأنشطة (الموجه/الحر) ومستوى الطموح الأكاديمي (مرتفع/منخفض) في بيئة تدريب إلكترونية على تنمية الكفاءات الرقمية والتفاعل الإلكتروني لدى طلاب البرامج الخاصة بكلية التربية .*المجلة العلمية المحكمة للجمعية المصرية للكمبيوتر التعليمي*.230-99 ,(1)*9* ,

باسم محمد عبده الجندي (٢٠١٩). *أثر التفاعل بين استراتيجيتين للتشارك ببيئة تعلم قائمة على تكنولوجيا الجيل الثالث للويب وأسلوب التعلم في تنمية مهارات إنتاج النماذج ثلاثية الأبعاد والتفكير البصري لدى طلاب شعبة تكنولوجيا التعليم*. رسالة دكتوراه (غير منشورة). كلية التربية. جامعة الأزهر بالقاهرة.

تيسير مصطفى (٢٠١٦). *أثر التفاعل بين نمط الشخصية ثلاثية الأبعاد وأسلوب تنظيم المحتوى في العوالم الافتراضية في تنمية حب الاستطلاع والقابلية للاستخدام لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية*. (رسالة دكتوراه). كلية التربية. جامعة حلوان.

حسام الدين محمد مازن ،خالد محمد احمد بشندي، وبدرية محمد محمد حسانين. (٢٠٢٠). فاعلية بيئة تعلم افتراضية قائمة على النظرية البنائية الاجتماعية في تدريس العلوم على تنمية المفاهيم العلمية والحس العلمي لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي .*مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية*، ع٥ ، ١٨١٤.1846 –

حسن، عبد المنعم أحمد. (٢٠٢٣). حجوم الأثر في الدراسات الأولية والتحليل البعدي طرق حسابها وأساليب تفسيرها، مجلة التربية، كلية التربية جامعة الأزهر بالقاهرة، ١(١٩٧)، ٥٦١-٦٤٤.

حسين عباس سالم، وغازي جمال خليفة (٢٠١٤) أثر تدريس مادة الأحياء لطلاب الصف العاشر بدولة الكويت باستخدام إستراتيجية الاكتشاف غير الموجه في تحصيلهم وتفكيرهم العلمي (رسالة ماجستير منشورة). جامعة الشرق الأوسط، عمان.

حميد هلال العصيمي. (٢٠٢٢). أثر استخدام الواقع المعزز في تدريس العلوم على التحصيل وبقاء أثر التعلم لدى طلاب الصف الأول المتوسط .*رسالة الخليج العربي، س٤٣, ع١٦٦*

حنان محمد السيد صالح عمار. (٢٠١٩). التفاعل بين نمط توجيه الأنشطة (موجهة/حرة) في بيئة تدريب منتشر وأسلوب التفضيلات التعليمية (الفردي/التعاوني) وأثره على تنمية مهارات إنتاج واستخدام موارد التعلم بمنصة .*تكنولوجيا التعليم: سلسلة دراسات وبحوث*–207 ,(12)*29* , 374.

ربيع رمود، ناهد عبد المقصود، دينا جويدة (٢٠٢١). تطوير معايير أنماط الدعم في بيئات التعلم الافتراضية وفقًا لمستوى الدافعية للتعلم. *المجلة المصرية للتعليم التكنولوجي. مج (٣١)، ع (٣). ١٥-٢٤.*

رحاب السيد أحمد فؤاد وهناء عبده محمد عبده (٢٠٢٤). التفاعل بين أسلوب توجية الأنشطة الإلكترونية التشاركية ونمط تكوين مجموعات التعلم في بيئة تعلم موقفي وأثره على تنمية مهارات استخدام السبورة التفاعلية والتفتح الذهني والكفاءة الذاتية لدى الطلاب المعلمين .*تكنولوجيا التعليم: سلسلة دراسات وبحوث*.167–3 ,(2)*34* ,

عبد الله موسى عبد الموجود (٢٠١٨). *أثر اختلاف نمط التفاعل في بيئة تعلم قائمة على نظم إدارة بيئات التعلم الافتراضية ثلاثية الأبعاد في إكساب مهارات تصميمها وإنتاجها وتنمية التفكير الابتكاري لدى طلاب الفرقة الرابعة تكنولوجيا التعليم*. رسالة دكتوراه (غير منشورة). كلية التربية. جامعة الأزهر بالقاهرة.

عبد المسيح سمعان يوسف. (٢٠٢٢). التغيرات المناخية والاحتباس الحراري، المؤتمر العلمي الثاني والعشرون "التربية العلمية وتغير المناخ" كلية التربية جامعة عين شمس القاهرة.

عزة فوزي عبد الحفيظ عبد الفتاح (٢٠٢٢). التفاعل بين نمط توجيه أنشطة التعلم المصغر عبر منصة تعلم رقمية والأسلوب المعرفي وأثره في تنمية مهارات إنتاج الاختبارات الإلكترونية والدافعية للإنجاز لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية .*مجلة جامعة الفيوم للعلوم التربوية والنفسية*. 791-660 ,(6)*16* ,

فهد العنزي (٢٠٢١). العلاقة بين تكنولوجيا الواقع المعزز وأسلوب التعلم في البيئات الافتراضية وأثرهما في تنمية مهارات استخدام تطبيقات التعلم الالكتروني لدى معلمي التعليم الثانوي. مجلة *بحوث التربية النوعية، جامعة المنصورة، ع (٦١) ١٠٨-١٣١.*

محمد السيد (٢٠٢٣). نمط ممارسة الأنشطة التفاعلية الإلكترونية (الموزعة، والمكثفة) في بيئة تعلم قائمة على الفيديو التفاعلي وأثرها في تنمية التحصيل ومهارات التخزين السحابي والانخراط في التعلم لدى طلاب تكنولوجيا التعليم. *المجلة الدولية للتعليم الإلكتروني، مج (١٠)، ع (١)، ١١-١٣٤.*

محمد جعفر محمد، أحمد محمد نوبي، حمدي أحمد عبد العزيز. (٢٠١٢). أثر نمط تصميم الأنشطة الإلكترونية (اكتشاف موجه، اكتشاف غير موجه) على التحصيل الدراسي والطلاقة في مقرر تاريخ العمارة والأثاث: دراسة على طلبة كلية التربية الأساسية بدولة الكويت (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي، المنامة.

محمد خميس (٢٠٢٠). *اتجاهات حديثة في تكنولوجيا التعليم ومجالات البحث فيها (الجزء الأول)*. المركز الأكاديمي العربي للنشر والتوزيع. القاهرة.

محمد عيد حامد أحمد عمار. (٢٠٢٣). أثر استخدام تكنولوجيا الواقع الافتراضي اللااستغراقي في تنمية بعض المفاهيم الكهربية في مادة العلوم لدى طلاب الصف التاسع .*مجلة كلية التربية*، مج٣٣, ع٤ ، ١٢١ .144 -

محمد فضل المولى (٢٠١٦). *أثر نمط التفاعل ضمن إدارة بيئات التعلم الافتراضية في اكساب مهارات الجولات التعليمية بالمتاحف الافتراضية لطلاب تكنولوجيا التعليم*. (رسالة دكتوراه). كلية التربية. جامعة حلوان.

مروة حسن (٢٠١١). معايير تصميم وبناء بيئة تعلم افتراضية ثلاثية الأبعاد ضمن العوالم الافتراضية الحالية Virtual Worlds. *تكنولوجيا التربية. دراسات وبحوث*. مصر. ص ص ٤٦٧- ٤٨٦.

مروة حسن حامد. (٢٠١٩). تطوير معرض للصور المعززة في بيئة الواقع المعزز قائم على أنماط التعلم بالاكتشاف (الموجه- شبه الموجه - الحر) وأثره على تنمية مهارات التنظيم الذاتي وحب الاستطلاع لدى طلاب تكنولوجيا التعليم. تكنولوجيا التعليم - سلسة دراسات وبحوث محكمة، مج ٢٩، ع ٣.

مروة سليمان حمد سليمان (٢٠١٧). ثر التفاعل بين نمط تصميم الأنشطة الإلكترونية والأسلوب المعرفي القائم على نطام إدارة التعلم الإلكتروني على تنمية بعص نواتج التعلم لمقرر تكنولوجيا التعليم لطلاب الدبلوم العامة عن بعد. تكنولوجيا التربية - دراسات وبحوث، ع٣٢، ٢٩١ - ٣٥٨.

مصطفي محمد الشيخ عبدالرؤف ، يوسف السيد عبدالجيد السيد، ومحروس أحمد محمد حسين. (٢٠٢٢). بيئة تدريب افتراضية قائمة على بحوث الفعل في تنمية مهارات التدريس الإبداعي لدى معلمي العلوم بالمرحلة الإعدادية .*مجلة كلية التربية، ع١٠٧* ، ١٣١ .162

ممدوح سالم محمد الفقي وهاني أبو الفتوح. (٢٠٢٣). العلاقة بين نمط تقديم الأنشطة الاستقصائية الإلكترونية (الحرة/الموجهة) ومستوى المعرفة السابقة وأثرها على تنمية التحصيل المعرفي والوعي التكنولوجي لدى طلاب كلية التربية واتجاهاتهم نحو التنمر الإلكتروني .*العلوم التربوية*.158-59 ,(3)*31* ,

منى مفرح دخيل الله الحارثي، وحنان بنت عبدالرحمن بن سليمان العريني. (٢٠٢٣). مدى استخدام تقنية المعامل الافتراضية في تدريس مقرر الكيمياء بالمرحلة الثانوية في بيئة التعليم المدمج من وجهة نظر المعلمات .*مجلة العلوم التربوية والنفسية، مج٧, ع١٤*

مها محمد كمال الطاهر وولاء أحمد عباس مرسي (٢٠٢٠). نمط الأنشطة الإلكترونية (موجهة، حرة) في بيئات التعلم التكيفية وأثره في تنمية مهارات التفكير البصري وخفض العبء المعرفي لدى طلاب كلية التربية وفقاً للأسلوب المعرفي .*تكنولوجيا التربية دراسات وبحوث*.356-263 ,(2)*43* ,

نبيل عزمي (٢٠١٤). *بيئات التعلم التفاعلية*. القاهرة: دار الفكر العربي.

هويدا سعيد عبد الحميد عبد الحميد (٢٠١٩). التفاعل بين نمط تصميم التشارك (موجه/حر) عبر مجتمع إفتراضي وفقًا لأساليب التلمذة المعرفية والأسلوب المعرفي (معتمد/مستقل) وأثرة في تنمية الأداء المهاري والدافع المعرفي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم .*مجلة كلية التربية فى العلوم التربوية*.1231-1143 ,(4)*43* ,

ولاء أبو العلا محمد حسين ، حسام الدين محمد مازن ، عماد ثابت سمعان ، ومحمد محمود محمد عبدالوهاب. (٢٠٢٤). تصميم بيئة تعلم افتراضية تفاعلية لتنمية بعض المفاهيم العلمية

والحس العلمي لتلاميذ الصف الثاني الإعدادي .*مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية*، (٢١)، ٣١٩- ٣٦٨.

ثانيًا: المراجع الأجنبية:

Aiello, P., D'Elia, F., Di Tore, S., & Sibilio, M. (2012). A constructivist approach to virtual reality for experiential learning. *E-learning and Digital Media*, *9*(3), 317-324.

Al Musawi, A. S., Al Suhi, A., & Al Mamari, Z. (2025). Exploring EFL teachers' perceptions of using virtual reality in education. Contemporary Educational Technology, 17(2), ep562. https://doi.org/10.30935/cedtech/15835

Anderson, J. R. (2013). *The architecture of cognition*. Psychology Press.

ANDREU, J. M. P. (2025). A Systematic Review of Collaborative Learning Through Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality. *TEORI¯A*, *37*, 151.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89-195). Academic press.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). Educational psychology: A cognitive view.

Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology letters*, *15*(4), 365-377.

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom. 1991 ASHE-ERIC higher education reports*. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183.

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2009). Introduction to meta-analysis. John Wiley & Sons.

Bruner, J. S. (1974). *Toward a theory of instruction*. Harvard university press.

Çaliskan, O. (2011). Virtual field trips in education of earth and environmental sciences. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *15*, 3239-3243.

Chen, X., Zhang, Y., Wu, W., Luo, Y., & Shi, Y. (2022). Exploring Assessment Approaches of STEM Learning in Extended Reality Environments. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, *18*(2), 120-136.

Çoban, M., & Goksu, İ. (2022). Using virtual reality learning environments to motivate and socialize undergraduates in distance learning. *Participatory Educational Research*, *9*(2), 199-218.

Craik, F. I., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, *11*(6), 671-684.

Cruz, S., Torres, A., & Lencastre, J. A. (2024). Explore first approach in a virtual and immersive learning environment with ChatGPT. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, *14*(3), e202435.

Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. British journal of educational technology, 41(1), 10-32.

Dave, P. H. (2016). Pathogenesis and Novel Drug for Treatment of Asthma-A Review. *Research Journal of Pharmacy and technology*, *9*(9), 1519-1523.

Fink, M. C., Sosa, D., Eisenlauer, V., & Ertl, B. (2023, January). Authenticity and interest in virtual reality: Findings from an experiment including educational virtual environments created with 3D modeling and photogrammetry. In *Frontiers in education* (Vol. 8, p. 969966). Frontiers Media SA.

Fitrianto, I., & Saif, A. (2024). The role of virtual reality in enhancing Experiential Learning: a comparative study of traditional and immersive learning environments. *International Journal of Post Axial: Futuristic Teaching and Learning*, 97-110.

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of educational research*, *74*(1), 59-109.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of educational research*, *82*(3), 300-329.

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, *8*(1), 1-32.

Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, *23*, 1515-1529.

Jing, Y., Dai, J., Wang, C., Shen, S., & Shadiev, R. (2025). Unleashing the power of virtual learning environment: exploring the impact on

learning outcomes through a meta-analysis. *Interactive Learning Environments, 33*(1), 52-69.

Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory/Lawrence Erlbaum Association*.

Lallé, S., & Conati, C. (2021). A framework to counteract suboptimal user-behaviors in exploratory learning environments: an application to MOOCs. *arXiv preprint arXiv:2106.07555*.

Lampropoulos, G., & Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: a systematic review. *Educational technology research and development, 72*(3), 1691-1785.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.

Lin, X. P., Li, B. B., Yao, Z. N., Yang, Z., & Zhang, M. (2024). The impact of virtual reality on student engagement in the classroom–a critical review of the literature. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1360574.

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational psychology review*, *33*(3), 937-958.

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and instruction*, *60*, 225-236.

Marougkas, A., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2023). Virtual reality in education: a review of learning theories, approaches and methodologies for the last decade. *Electronics*, *12*(13), 2832.

Marzano, R. J., Pickering, D., & Pollock, J. E. (2001). Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement. Association for Supervision and Curriculum Development.

Mayer, R. E. (2008). Learning and instruction (2nd ed.). Pearson.

Mayer, R. E. (Ed.). (2005). The Cambridge handbook of multimedia learning. Cambridge university press.

Meya, J. N., & Eisenack, K. (2018). Effectiveness of gaming for communicating and teaching climate change. *Climatic change*, *149*(3), 319-333.

Oruonye, E. D. (2011). An assessment of the level of awareness of the effects of climate change among students of tertiary institutions in Jalingo Metropolis, Taraba State

Nigeria. *Journal of Geography and Regional Planning*, *4*(9), 513.

Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., et al. (2014). *Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Geneva, Switzerland: IPCC.

Pardo, A., Han, F., & Ellis, R. A. (2016). Combining university student self-regulated learning indicators and engagement with online learning events to predict academic performance. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *10*(1), 82-92.

Petersen, G. B., Klingenberg, S., Mayer, R. E., & Makransky, G. (2020). The virtual field trip: Investigating how to optimize immersive virtual learning in climate change education. *British Journal of Educational Technology*, *51*(6), 2099-2115.

Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures.(Trans A. Rosin)*. Viking.

Preetha, S., & Prathap, L. (2022). Awareness On Recent Trends of Global Climate Change. *Journal for Educators, Teachers, and Trainers*, *13*(6), 153-163.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & education*, *147*, 103778.

Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). Understanding cognitive load in digital and online learning: A new perspective on extraneous cognitive load. *Educational psychology review*, *34*(1), 171-196.

Sprague, N. L., Sachs, A. L., & Ekenga, C. C. (2022). Green vs. screen: Exploring the outcomes of an in-person and virtual nature-based environmental education intervention for low-income children. *Sustainability*, *14*(19), 12600.

Sulisworo, D., Erviana, V. Y., & Robiin, B. (2024). Application of Cognitive Load Theory in VR Development and Its Impact on Learning: A Perspective on Prior Knowledge, Learning Interest, Engagement, and Content Comprehension. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, *8*(2), 874-881.

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 55, pp. 37-76). Academic Press.

Thoma, S. P., Hartmann, M., Christen, J., Mayer, B., Mast, F. W., & Weibel, D. (2023). Increasing awareness of climate change with immersive virtual reality. *Frontiers in Virtual Reality*, *4*, 897034.

Van Valkengoed, A. M., Steg, L., & Perlaviciute, G. (2021). Development and validation of a climate change perceptions scale. *Journal of Environmental Psychology*, *76*, 101652.

Vergara-Rodríguez, D., Gómez-Asenjo, A., Fernández-Arias, P., Gómez-Vallecillo, A. I., Lamas-Álvarez, V. E., & de La Iglesia, C. D. S. (2021, September). Immersive vs. non-immersive virtual reality learning environments. In *2021 XI International Conference on Virtual Campus (JICV)* (pp. 1-3). IEEE.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, *62*, 41-49.

Yunianta, A., Yusof, N., Othman, M. S., & Octaviani, D. (2012). Analysis and categorization of e-learning activities based on meaningful learning characteristics. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, *69*, 811-816.