تصميم مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني وأثره على تنمية التحصيل والانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم

أ.م.د. وليد محمد عبد الحميد دسوقي
أستاذ مساعد تكنولوجيا التعليم
كلية التربية النوعية – جامعة عين شمس

مستخلص البحث:

استهدف البحث الحالي تحديد مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) الأنسب داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني؛ والكشف عن أثره في تنمية الجانب التحصيلي، والانتباه الانتقائي البصري، والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم، وقد استخدم في هذا البحث التصميم التجريبي ذي المجموعات التجريبية الأربع في القياس القبلي والبعدي، واشتمل البحث علي متغير مستقل (فيديو تعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني) وله أربعة مستويات تتعلق بالعرض المُجسم (عميق – سطحي - بارز - متعدد)، وثلاثة متغيرات تابعة هم: الجانب التحصيلي، والانتباه الانتقائي البصري، والقدرة المكانية المرتبطين بمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية، وقد تكونت عينة البحث من (١٢٠) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية – جامعة عين شمس، مقسمين على أربع مجموعات تجريبية، وأسفرت أهم النتائج عن: أن المجموعة التجريبية الرابعة التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (متعدد) حققت نتائج أفضل فيما يخص الجانب التحصيلي، بينما المجموعة التجريبية الثالثة التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (بارز) حققت نتائج أفضل فيما يخص الانتباه الانتقائي البصري، في حين أن

المجموعة التجريبية الأولى التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق) حققت نتائج أفضل فيما يخص القدرة المكانية، كما أوصت الدراسة بضرورة التوسع في تطبيق مستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل برامج الفيديو التعليمية ثلاثية الأبعاد، والبحث عن آليات جديدة لتوظيفها داخل بيئات التعلم الإلكترونية.

كلمات مفتاحية:

العرض المُجسم العميق – العرض المُجسم السطحي – العرض المُجسم البارز–العرض المُجسم المتعدد – الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد – بيئات التعلم الإلكتروني – الانتباه الانتقائي البصري – القدرة المكانية.

المقدمة:

يُعد الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد من أبرز الوسائط التعليمية الحديثة، لما يتميز به من قدرة عالية على توصيل المعلومات بفعالية، سواء أكان داخل الفصول الدراسية التقليدية أو عبر المنصات الإلكترونية، كما يُعد عنصرًا أساسيًا في بيئات التعلم الهجين، ويكتسب هذا النوع من مقاطع الفيديو أهمية خاصة في التعلم الفردي، إذ يراعي الفروق الفردية بين المتعلمين من حيث مستوى الفهم وسرعة استيعاب المحتوى، مما يعزز من فاعليته، كما يسهم أيضًا في التعليم الجماعي، حيث يُغني المعلم عن تكرار الشرح لكل طالب على حدة، إذ تُعرض المعلومات بشكل منظم ومتكامل عبر الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد، مع إمكانية تدخل المعلم أحيانًا لمناقشة بعض النقاط أو طرح أسئلة تعزز الفهم وتسهم في توضيح الجوانب المهمة في الدرس.

إن من الأركان الأساسية التي يقوم عليها التعليم هو إشراك أكبر قدر ممكن من حواس المتعلم أثناء التعلم، حتى يكون هناك ربط بين الواقع والمفاهيم النظرية التي يتعلمها، ويعد الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد نموذجًا مثاليًا لإشراك حاستي السمع والبصر في التعلم، ومع التطور التكنولوجي الحديث للعروض المُجسمة أصبح هناك إمكانية لتعظيم الاستفادة من عملية الإدراك البصري، فقد عادت الأفلام القائمة على أنظمة العرض المُجسم إلى الأضواء في نهاية القرن العشرين بعد فترة من الاندثار، وذلك بفضل التقدم التكنولوجي الرقمي، ولم يقتصر نجاحها في المجال الترفيهي فحسب، بل أثارت جدلاً واسعاً في النقاشات النقدية والشعبية، مما أدي إلى حدوث طفرة في تطور صناعة الفيديو وأساليب الإنتاج، وبالرغم من وجود أبحاث كثيرة حول تاريخ الأفلام ثلاثية الأبعاد وتطوراتها التكنولوجية، إلا أنها لا تزال هذه الأفلام بحاجة إلى مزيد من الدراسة، وبالرغم من وجود أفلام ثلاثية الأبعاد منذ عقود، إلا أنها لم تحظ باهتمام أكاديمي

كافٍ، ولكن في الآونة الأخيرة بدأت الدراسات الأكاديمية في تسليط الضوء عليها (Spöhrer, 2015, p.19)(*).

وقد أنتشر استخدام تقنيات العروض المُجسمة في مجالات عديدة، كالطب والبحث العلمي والتعليم والواقع الافتراضي والترفيه، حيث يُسهم استخدام تقنية الصور المُجسمة ثلاثية الأبعاد في بعض المجالات، كالعمليات الجراحية والتصور العلمي ومؤتمرات الفيديو، في تحسين فهم تفاصيل المشاهد المعقدة بشكل ملحوظ، ولا شك أن استخدام تقنية العروض المُجسمة ثلاثية الأبعاد في الفيديو التعليمي سيُضفي تجربة أكثر تشويقًا للمتعلمين (Karajeh et al., 2014, p.2).

حيث تعتمد تقنية العرض المُجسم على الطريقة التي يعمل بها المخ وكذلك العينين؛ حيث تقوم تقنيات العرض المُجسم بإرسال الصورة بزاويتين لكل من العينين بحيث أن كل عين تستقبل صوره تختلف في زاوية الرؤية عن الصورة التي تستقبلها العين الأخرى، وبهذه الطريقة يتكون المنظر في المخ من صورتين تم استقبالهم من خلال العينين وهذا المنظر يكون مُجسم وذو أبعاد حقيقة كما في الواقع، وقد أصبح تصميم الوسائط التعليمية من خلال تقنيات العرض المُجسم أمر ضروري وحتمي في العملية التعليمية حيث أن المتعلم في كثير من الأحيان يكون بحاجة إلى استقبال المعلومات بشكل مُجسم أو في صورتها الحقيقية لكي يستطيع استيعابها بسهولة، كما أن هذه التقنيات تعمل على جذب انتباه المتعلم ويكون لها عامل كبير في إدراكه للمعلومات (محمود فاروق الفقي وآخرون، ٢٠١٦، ٢-٣)

أصبحت تكنولوجيا العرض المُجسم ثلاثي الأبعاد المعتمدة على التباين البُعدي أكثر استخدامًا في عديد من المجالات كالترفيه، وعمليات المناظير الطبية، والتعليم والتدريب، حيث أنها تقدم تجربة انغماس للمتفرج بشكل مكثف مقارنةً بالعرض ثنائي الأبعاد، كما توفر آثارها البصرية القوية للمشاهدين تجربة بصرية جديدة، حيث يعمل العرض المُجسم ثلاثي الأبعاد من خلال تقديم زوج من الصور ذات تباين بُعدي ثنائي للعين، فيتم دمجها داخل دماغ المتفرج ويحدث الإدراك البُعدي، وكما أن التباين ثنائي العين يُقدَّم بشكل طبيعي عند مشاهدة منظر ثلاثي الأبعاد حقيقي باستخدام العينين، فيمكن أيضًا تحقيقه من خلال تقديم صورتين متباينتين بُعديًا بشكل اصطناعي إلى كل عين على حدة (Sun, Cheng, Liang, Jiang & Wang, 2020, p.513).

وقد أوصت دراسة "هوينه-ثو" و"سكياتي" (Huynh-Thu & Schiatti, 2011, p.188) بضرورة التحكم في التباين البصري بين العناصر

(*) استخدم الباحث نظام التوثيق الخاص بالجمعية الأمريكية لعلم النفس American Psychological Association (APA v. 7.0) الإصدار السابع، وقد ذكر الباحث الاسم كاملًا باللغة العربية، واللقب باللغة الأجنبية في متن البحث.

المختلفة داخل العرض المُجسم لتوجيه انتباه المشاهدين بشكل أفضل نحو العناصر الأساسية، كما أوصت دراسة هناء محمد سليمان، ومنصور أحمد الوريكات (٢٠١٤، ٣٧) بضرورة الاهتمام بتقنيات الفيديو الحديثة، والتعامل معها كتقنيات تعليمية وترفيهية في آن واحد، وتوظيفها في تبسيط المفاهيم، كذلك أوصت دراسة محمود فاروق الفقي وآخرون (٢٠١٦، ٢٦) بضرورة الاهتمام بالتقنيات الحديثة لعرض المحتوي التعليمي بشكل ثلاثي الأبعاد، كما أوصت دراسة "فانغ" وآخرون (Fang et al., 2017, p.4693) بضرورة عمل المزيد من الأبحاث التي تهتم بالعوامل النفسية والبصرية لتحسين التنبؤ بمناطق الجذب البصري داخل الفيديو التعليمي المُجسم، كذلك أوصت دراسة "جاينج" وآخرون (Jiang et al., 2017, p.9421) بضرورة إجراء المزيد من البحوث المرتبطة بالعروض المُجسمة وقياس تأثيرها على الانتباه الانتقائي البصري لما لها تأثير ملحوظ على الراحة البصرية أثناء المشاهدة، كما أوصت دراسة "ريميل" وآخرون (Remmele et al., 2018, p.20) بضرورة إجراء المزيد من البحوث للاستفادة من الفيديو المُجسم ثلاثي الأبعاد في عرض المواد التعليمية، وتحديد أفضل الطرق لتطبيقه في بيئات التعلم المختلفة، كذلك أوصت دراسة مريم محمد محمد (٢٠١٨، ٥١٣) بضرورة الاهتمام بأساليب التحكم في مستوى العرض المُجسم التي من شأنها تساعد في تغيير شكل الفراغ ثلاثي الأبعاد مما يؤثر على طريقة تفاعل المتفرج مع الفيديو المُجسم، كما أوصت دراسة نايف عوض مرزوق (٢٠١٩، ١١٥) بضرورة توظيف تقنيات الفيديو في التعليم، كذلك أوصت دراسة نعمة محمد أمين يوسف العمري، ومهند أنور أبو الشبول (٢٠٢٢، ١٧٦) بضرورة إجراء المزيد من الدراسات التطويرية في مجال الفيديو التعليمي وتوظيفه في تدريس كافة المقررات مع المراحل الدراسية المختلفة، كما أوصت دراسة فاطمة عبدالله المجايشي، وفدوى ياسين فلمبان (٢٠٢١، ٧٧٠) بضرورة توظيف الفيديو ثلاثي الأبعاد بنظام العرض المُجسم في التعليم حيث يساعد على اكتساب المفاهيم بصورة واقعية وبقاء أثر التعلم لدي المتعلمين، كذلك أوصت دراسة سحر محمد السيد (٢٠٢٢، ٥٧) بضرورة الاهتمام بتوظيف أنماط جديدة ومتطورة لعرض الفيديو التعليمي، وإجراء المزيد من الأبحاث للكشف عن تأثيرها على جوانب التعلم المختلفة، كما أوصت دراسة صفوت علي عبد الحليم وآخرون (٢٠٢٢، ٣٢١) بضرورة مواكبة التطورات في إنتاج الصورة المُجسمة ثلاثية الأبعاد وتوظيفها داخل المحتوي التعليمي المقدم للمتعلمين لتعزيز مهاراتهم.

كما يُعد الفيديو ثلاثي الأبعاد من الوسائط التعليمية الفعّالة التي تُسهم في تحسين الانتباه

الانتقائي البصري لدى المتعلمين، حيث يُقدِّم المحتوى بطريقة واقعية وغنية بالتفاصيل البصرية، مما يساعد المتعلم على التركيز على العناصر الأساسية وتجاهل المعلومات غير المهمة، فعمق المشهد، وبروز العناصر، والحركة داخل الفضاء ثلاثي الأبعاد، كلها عوامل تجذب انتباه المتعلم وتُعزِّز قدرته على تمييز وتحديد المعلومات ذات الصلة بالمهام التعليمية، مما يدعم عمليات الإدراك والمعالجة البصرية بشكل أكثر كفاءة، حيث أن الانتباه الانتقائي البصري هو أحد الركائز المرتبطة بقدرة المتعلم على تركيز انتباهه على عناصر بصرية محددة في بيئة تعليمية مليئة بالمثيرات، متجاهلاً المشتتات الأخرى التي قد تظهر في سياق بيئة التعلم، وتُعد هذه القدرة أساسية لتحسين الفهم والاحتفاظ بالمعلومات، خاصَّة عندما يتطلب المحتوى الدراسي إدراك للعلاقات المعقدة، أو ضرورة الربط بين عناصر متعددة، لذلك من المهم استخدام أدوات تعلم بصرية تساعد المتعلم على إدراك المعلومات وتفسيرها، وتسمح له بمعالجة المحتوى التعليمي بكفاءة خاصة عند إتاحته في شكل فيديو تعليمي بنظام العرض المُجسم، حيث يصبح الانتباه الانتقائي أكثر فعالية، إذ يعزز العمق والواقعية البصرية جذب الانتباه نحو العناصر الأكثر أهمية، وهناك علاقة وثيقة بين مستوى العرض المُجسم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد والانتباه الانتقائي البصري لدى المتعلمين، وهذا ما أظهرته نتائج الدراسات مثل: دراسة "دالجارنو" و"لي" (Dalgarno & Lee, 2010)؛ ودراسة "هوينه-ثو" و"سكياتي" (Huynh-Thu & Schiatti, 2011)؛ ودراسة "إياتسون" وآخرون (Iatsun et al., 2015)؛ ودراسة "جاينج" وآخرون (Jiang et al., 2017)؛ ودراسة "فانغ" وآخرون (Fang et al., 2017)؛ ودراسة "ريميل" وآخرون (Remmele et al., 2018)؛ ودراسة "لي" وآخرون (Li et al., 2019)، حيث أظهرت نتائج هذه الدراسات أن استخدام أنظمة ومستويات العرض المُجسم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد يؤثر بشكل إيجابي على الانتباه الانتقائي البصري، مما يساعد المتعلمين على استخلاص المفاهيم والمعلومات التي تمكنهم من إدراك العالم المحيط بهم بشكل جيد، وتحدد علاقتهم به وبالتالي يحدث لديهم عملية الفهم.

كما يؤكد "ريتشارد ماير" (Mayer, 2014, p.44) أن الوسائط المتعددة كالفيديو التعليمي المُجسم تلعب دور كبير في معالجة الانتباه الانتقائي، ومن النظريات المرتبطة بالانتباه الانتقائي البصري نظرية "الضوء الكاشف" Spotlight التي تفترض أن عملية الانتباه الانتقائي البصري تشبه كشاف الضوء الذي يتم تسليطه على جزء محدد من المجال البصري، أي أن الانتباه يعمل وكأنه ضوء كاشف يتحرك إراديًا أو لا إراديًا عبر مساحة الرؤية، ولا يُضيء إلا ما يقع

تحتـه، ونظريـة "التصـفية المبكـرة" Filter التـي تشـير إلـى أن الانتبـاه يحـدث مبكـرًا أي قبـل إدراك الفرد لطبيعة المنبه، وأن قدرة الفرد تكـون محـدودة عنـد معالجـة معلومـات كثيـرة فـي ذات الوقـت، وأن عملية الانتباه الانتقائي تعتمد على ترشـيح وتصـفية المثيـرات المرتبطـة ببعضـها فـي البيئـة المحيطـة، كـذلك تُعد نظريـة "التـوهين" Attenuation مـن النظريـات التـي أيـدت نظريـة "التصـفية المبكـرة" حيث تشير إلى إن الانتباه الانتقائي يحدث مـن خـلال عملية تخفيف للمثيرات بحيث يسمح بمـرور المنبـه الأقـوى بنـاءً علـى خصائصـه الفيزيائيـة، ويُـوهِن المثيـرات الأخـرى غيـر المهمـة؛ مـن أجـل الانتبـاه لمثير واحد فقط (جون اندرسون، ٢٠١٦، ١١٦؛ Posner, 1980, p.5).

من جانب آخر تُعد القـدرة المكانيـة إحـدى القدرات المعرفية الأساسية التي تسـهم بشـكل فاعـل فـي دعـم عمليـات الـتعلم وتيسـيرها، وتحديـدًا فـي المجالات التي تتطلب التخيل والتصور الـذهني، مثـل التصـوير الفوتـوغرافي الـذي يعتمـد علـى مهـارات وفنيات لتطبيق قواعد التصـوير، وتبـرز أهميـة هـذه القدرة في بيئات التعلم الحديثة، خاصة تلك المعتمـدة على الفيديوهات ثلاثية الأبعاد، حيث تسهم في تنمية التصـور المكـاني لـدى المتعلمـين مـن خـلال عـرض الأجسام من زوايـا متعددة، كمـا تسـاعد علـى إدراك مواقـع الأشـياء بالنسـبة لبعضـها الـبعض، وهـو مـا يظهر في فهم الرسـوم البيانيـة، والخـرائط الذهنيـة، والنمـاذج، كمـا تعـزز القـدرة المكانيـة مـن عمليـات التفكير المجرد وحل المشكلات، وتُستخدم فـي تخيـل الاحتمـالات، واختبـار الفرضـيات، والـربط بـين الأشكال والمفاهيم، ممـا يطـور مـن مهـارات التخيـل العقلي والتصور الذهني، وتكتسب هذه القدرة أهمية خاصـة فـي مجـالات مثـل: الرسـم والتصـميم، والتصوير، حيث يُطلب مـن المـتعلم تصـور الأشـكال ثلاثية الأبعاد، وهـو مـا ينعكس بشـكل إيجـابي علـى مسـتوى التحصـيل الدراسـي (Sorby, 2009, p.60; Uttal et al., 2013, p.353).

كما تُسهم نظرية (كاتل-هورن-كارول) فـي تعزيز فهم القـدرة المكانيـة باعتبارهـا قـدرة متعـددة الأبعاد وليست مجرد مهارة واحدة، حيث توفر إطارًا علميًا لتصميم اختبـارات القـدرة المكانيـة مـن خـلال تحديد المهارات المستهدفة مثل التصـور والـدوران، كمـا تسـاعد فـي تحليـل أثـر البـرامج التعليميـة، كالفيـديوهات ثلاثيـة الأبعـاد، علـى تنميـة جوانـب محددة من هـذه القـدرة، وتُعد هـذه النظريـة مرجعًـا مهمًا في تفسير الفروق الفردية بـين المتعلمـين فـي المهارات البصـرية (Schneider et al., 2012, p.38).

وقد أوصت دراسة رافع الزغول، وخلـدون الـدبابي (٢٠١٤، ٥٠٠) بضـرورة إجـراء تعـديلات في بيئات التعلم، والمحتوى التعليمـي، بحيـث تسـهم في تطوير مهارات القدرة المكانيـة لـدي المتعلمـين، كما أوصت دراسة "ديسـمي" وآخـرون (Desme

et al., 2024, p.14) بضرورة الاهتمام بتنمية مهارات القدرة المكانية لدى المتعلمين في جميع مراحل التعليم المختلفة.

تحديد مشكلة البحث وصياغتها:

تمكن الباحث من بلورة مشكلة البحث وصياغتها من خلال المحاور الآتية:

١- لاحظ الباحث من خلال الاطلاع على عديد من البحوث والدراسات في مجالات الفيديو التعليمي وأنظمة العرض المُجسم، أن معظم البحوث التي أُجريت في هذا المجال تناولت بعض المتغيرات الخاصة بإنتاج الفيديو التعليمي لتلافى بعض نواحي القصور أو لتحسين نتائج التعلم عبر مراحل التعليم المختلفة مثل دراسة أمل جودة محمد (٢٠١٧) التى هدفت إلى الكشف عن أثر توقيت عرض الفيديو الرقمي (قبل الدرس- بعد الدرس) على تنمية المعارف والمهارات لدي الطلاب، ودراسة توفيق محمود توفيق وآخرون (٢٠١٨) التى هدفت إلى قياس أثر نمط أداة التجول بالفيديو الفائق (النقاط النشطة، الخرائط المعرفية، أدلة التعقب) فى تنمية الجانب التحصيلي لدى المتعلمين، ودراسة أميرة محمد المعتصم (٢٠١٩) التى هدفت إلى قياس فاعلية أسلوبين لتنظيم محتوى الفيديو التفاعلي التعليمي (الكلي - الجزئي) في تنمية الجانب التحصيلي والمهاري لدى الطالبات، ودراسة عبير حسن فريد (٢٠١٩) التى هدفت إلى الكشف عن أثر نمط الفيديو التعليمي (الخطي - التفاعلي) على إنتاج العروض التقديمية والدافعية للإنجاز لدى المتعلمين، ودراسة رامي زكي زكي (٢٠١٩) التى هدفت إلى الكشف عن أثر نمط عرض الفيديو التعليمي (الجزئي - كلي) على إكساب الطلاب المعارف وتنمية المهارات، ودراسة نايف عوض مرزوق (٢٠١٩) التى هدفت إلى الكشف عن أثر اختلاف معدل عرض الفيديو التعليمي (البطيء - الاعتيادي) في تنمية الجانب التحصيلي لدى الطلاب، ودراسة نعمة محمد أمين يوسف العمري، ومهند أنور أبو الشبول (٢٠٢٢) التى هدفت إلى قياس أثر استخدام الفيديو التعليمي المتزامن على التحصيل ومستوى التفكير التأملي لدى الطلاب، ودراسة سحر محمد السيد (٢٠٢٢) التى هدفت إلى قياس أثر التفاعل بين نمطي عرض الفيديو التعليمي التفاعلي (المتجانس/غير المتجانس) ووقت تقديم التلميحات (البداية/النهاية) في تنمية الجانب التحصيلي والمهاري لدى الطلاب، لذلك لم تعد هناك حاجة إلى إجراء المزيد من البحوث للتأكد من فاعلية استخدام عروض الفيديو التعليمية، لهذا اتجه البحث الحالي نحو

تحسين هذه العروض وزيادة فاعليتها وذلك من خلال دراسة متغيرات تصميمها والعوامل المؤثرة فيها، وفى حدود علم الباحث لم تتعرض الدراسات السابقة إلى توظيف مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد من أجل تنمية الجوانب التعليمية المختلفة لدى الطلاب.

٢- مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) يعد متغيرًا مهمًا داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد، حيث أكدت نتائج عديد من البحوث والدراسات على أهمية استخدام تقنيات العرض المُجسم مع الفيديو التعليمي مثل: دراسة "هوينه-ثو" و"سكياتي" (Huynh-Thu & Schiatti, 2011)؛ ودراسة "ميدينا" (Medina, 2012)؛ ودراسة "تشيولكون" وآخرون (Cheolkon et al., 2013)؛ ودراسة "وانغ" و"زو" (Wang & Zhu, 2013)؛ ودراسة "سنيها" و"شيلا" (Sneha & Sheela, 2013)؛ ودراسة وسام مصطفي عيادة (٢٠١٤)؛ ودراسة شريف عطية محمد (٢٠١٦)؛ دراسة محمود فاروق الفقي وآخرون (٢٠١٦)؛ ودراسة "فانغ" وآخرون (Fang et al., 2017)؛ ودراسة "جاينج" وآخرون (Jiang et al., 2017)؛ ودراسة "ريميل" وآخرون (Remmele et al., 2018)؛ ودراسة مريم محمد محمد (٢٠١٨)؛ ودراسة فاطمة عبدالله المجايشي، وفدوى ياسين فلمبان (٢٠٢١)؛ ودراسة صفوت علي عبد الحليم وآخرون (٢٠٢٢)، حيث أكدت هذه الدراسات على الدور المؤثر لتقنيات العرض المُجسم على مقاطع الفيديو، وبالتالي يكون لها تأثير كبير على إدراك المتلقي، وفى حدود علم الباحث لم تتعرض الدراسات السابقة للكشف عن الفروق بين مستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو وتأثيرها على جوانب التعلم المختلفة.

٣- من خلال تعامل الباحث مع عينة من الفئة المستهدفة (طلاب الفرقة الأولي بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية جامعة عين شمس)، وذلك في أثناء تدريس مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية، لاحظ الباحث وجود مشكلات لدى الطلاب في الفهم أثناء تدريس المقرر فيما يتعلق ببعض الموضوعات المرتبطة بفنيات التصوير الفوتوغرافي مثل: أحجام اللقطات، وقواعد التكوين، وزوايا التصوير، وقد أوصت عديد من الدراسات مثل: دراسة "دالجارنو" و"لي" (Dalgarno & Lee, 2010)؛ ودراسة "هوينه-ثو" و"سكياتي" (Huynh-Thu

& Schiatti, 2011)؛ ودراسة رافع الزغول وخلدون الدبابي (٢٠١٤)؛ ودراسة "إياتسون" وآخرون (Iatsun et al., 2015)؛ ودراسة "جاينج" وآخرون (Jiang et al., 2017)؛ ودراسة "فانغ" وآخرون (Fang et al., 2017)؛ ودراسة "ريميل" وآخرون (Remmele et al., 2018)؛ ودراسة "لي" وآخرون (Li et al., 2019)؛ ودراسة "ليو" وآخرون (Lyu et al., 2023)؛ ودراسة سلوى محمد درويش (٢٠٢٤)، بضرورة تنمية الانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى المتعلمين في المراحل الدراسية المختلفة من أجل رفع كفاءتهم في استخلاص المفاهيم والمعلومات التي تمكنهم من إدراك العالم المحيط بهم بشكل جيد، وتحدد علاقتهم به وبالتالي يحدث لديهم عملية الفهم.

٤- نتائج الطلاب في اختبارات الأعوام السابقة، ونتائج الاستبانة التي أجراها الباحث على عينة قوامها (٨٠) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية جامعة عين شمس، والذي استطلع فيه الباحث آراء الطلاب حول مدى استيعابهم لمحتوى مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية وإنجاز المهام المكلفين بها، وأسفرت نتائج الاستبانة أن نسبة ٨٦,٢٥٪ من الطلاب أي بمعدل (٦٩) طالب وطالبة أجمعوا أن عملية التدريس لا تفي بمتطلبات دراسة الجانب النظري والتطبيق العملي، بالإضافة إلى عدم وجود وقت كاف بالمحاضرة بعد تقليص مدتها الزمنية نظرًا لأعداد الطلاب الكبيرة، كذلك عدم وجود مصادر عربية موثوقة على شبكة الانترنت يمكن لهم الاطلاع عليها، ويرى الباحث أنه من الممكن علاج هذه المشكلات من خلال متغيرات البحث الحالي.

وتأسيسًا على ما سبق، يمكن صياغة مشكلة البحث الحالي في: الحاجة لتحديد مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) الأنسب داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني؛ والكشف عن أثره في تنمية الجانب التحصيلي، والانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

أسئلة البحث:

يمكن معالجة مشكلة البحث الحالي من خلال الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

كيف يمكن تصميم بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)؛ للكشف عن أثرها في تنمية الانتباه الانتقائي

البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟

تم تقسيم السؤال الرئيس إلى الأسئلة الفرعية الآتية:

١- ما معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)؟

٢- ما التصميم التعليمي لبيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) لتنمية الانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟

٣- ما أثر مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية الجانب التحصيلي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟

٤- ما أثر مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية الانتباه الانتقائي البصري لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟

٥- ما أثر مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية القدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟

أهداف البحث:

تمثلت أهداف البحث الحالي في:

١- تحديد معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد).

٢- تحديد نموذج التصميم التعليمي لبيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) لتنمية الانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

٣- الكشف عن مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) الأنسب داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية الجانب التحصيلي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

٤- الكشف عن مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) الأنسب داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية الانتباه الانتقائي البصري لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

٥- الكشف عن مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) الأنسب داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية القدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث الحالي في:

١- تقديم أفضل الأساليب التي يمكن من خلالها تصميم وعرض الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد القائم على العرض المُجسم.

٢- تقديم آليه مقترحة لتوظيف مستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد لتحقيق الأهداف المنشودة منه.

٣- المساهمة في إثراء الجانب البحثي في مجال الفيديو التعليمي بشكل عام، ومجال الفيديو ثلاثي الأبعاد القائم على العرض المُجسم بشكل خاص لتحقيق أقصى استفادة منه.

٤- تزويد منتجي برامج الفيديو التعليمية ثلاثية الأبعاد القائمة على العرض المُجسم بمعايير وإرشادات تساعدهم في تصميم وإنتاج المحتوي التعليمي وعرضه بأسلوب يضمن توصيل الرسالة إلى المتعلم بشكل واضح وسليم.

٥- لفت نظر القائمين على إنتاج الفيديو التعليمي إلى أهمية مراعاة الأسس والمبادئ الخاصة بتحديد مستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل برامج الفيديو التعليمية ثلاثية الأبعاد القائمة على العرض المُجسم.

عينة البحث:

تتكون عينة البحث من أربع مجموعات تجريبية، وتتضمن كل مجموعة (٣٠) طالب وطالبة من طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية – جامعة عين شمس.

متغيرات البحث:

١- المتغير المستقل:

بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد).

٢- المتغيرات التابعة:

- التحصيل المعرفي المرتبط بقواعد وفنيات التصوير ضمن مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية.
- الانتباه الانتقائي البصري.
- القدرة المكانية.

حدود البحث:

اقتصر البحث الحالي علي:

- حدود موضوعية: تتم المعالجة من خلال مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية.
- حدود بشرية: طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية جامعة عين شمس.

- **حدود زمانية: الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٢٣/٢٠٢٤.**

منهج البحث:

ينتمي هذا البحث إلى فئة البحوث التطويرية "Development Research" وقد استخدم الباحث منهج البحث التطويري الذي أشار إليه "عبداللطيف الجزار" (Elgazzar, 2014, p.4) حيث يدمج هذا المنهج بين منهج البحث الوصفي في مرحلة الدراسة والتحليل والتصميم، ومنهج تطوير المنظومات التعليمية في تطوير المعالجات التجريبية للبحث، والمنهج التجريبي للتعرف على أثر اختلاف مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في مرحلة التقويم.

التصميم التجريبي للبحث:

في ضوء المتغير المستقل موضع البحث الحالي ومستوياته، تم استخدم في هذا البحث امتداد التصميم التجريبي ذو المجموعة الواحدة واختبار قبلي واختبار بعدي " Extended One Group Pre-Test, Post-Test Design" وذلك في أربع معالجات تجريبية، ويوضح شكل (١) التصميم التجريبي للبحث الحالي:

التصميم التجريبي للبحث

المجموعات التجريبية	أدوات التطبيق القبلي	مواد المعالجة التجريبية	أدوات التطبيق البعدي
المجموعة التجريبية (١)	• اختبار تحصيلي.	بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق)	• اختبار تحصيلي. • اختبار الانتباه الانتقائي البصري. • اختبار القدرة المكانية.
المجموعة التجريبية (٢)		بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (سطحي)	
المجموعة التجريبية (٣)		بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (بارز)	
المجموعة التجريبية (٤)		بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (متعدد)	

فروض البحث:

سعي البحث الحالي نحو اختبار الفروض الآتية:

١- توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي يرجع للتأثير الأساسي لمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة التعلم الإلكترونية.

٢- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار الانتباه الانتقائي البصري يرجع للتأثير الأساسي لمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة التعلم الإلكترونية.

٣- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار القدرة المكانية يرجع للتأثير الأساسي لمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة التعلم الإلكترونية.

المعالجة التجريبية:

بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بأربعة مستويات للعرض المُجسم على النحو الآتي:

١- مستوى عميق.
٢- مستوى سطحي.
٣- مستوى بارز.
٤- متعدد المستويات.

أدوات القياس:

١- اختبار تحصيلي (من إعداد الباحث).
٢- اختبار الانتباه الانتقائي البصري (من إعداد الباحث).
٣- اختبار القدرة المكانية من إعداد "بول نيوتن" و"هيلين بريستول".

خطوات البحث:

١- إجراء دراسة تحليلية للأدبيات والدراسات المرتبطة بموضوع البحث وذلك بهدف إعداد الإطار النظري للبحث، وتصميم أدوات البحث وإعداد مواد المعالجة التجريبية، وتفسير نتائج البحث.

٢- إعداد قائمة معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، وعرضها على مجموعة من الخبراء والمحكمين وتعديلها في ضوء مقترحاتهم.

٣- اختيار نموذج التصميم التعليمي الملائم لطبيعة البحث الحالي، والعمل وفق إجراءاته المنهجية في تصميم المعالجة التجريبية وإنتاجها، وهو نموذج التصميم العام (ADDIE).

٤- تحديد الأهداف التعليمية لبيئة التعلم الإلكترونية القائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي المُجسم، وعرضها على مجموعة من الخبراء والمحكمين لإجازتها، ثم إعداد قائمة الأهداف في صورتها النهائية بعد إجراء التعديلات المقترحة.

٥- اختيار وتحليل المحتوي التعليمي المرتبط بمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية، وعرضه على مجموعة من الخبراء والمحكمين لإجازته، ثم إعداده في صورته النهائية بعد إجراء التعديلات المقترحة.

٦- تحليل المحتوي إلى وحدات وإعادة صياغتها لإبراز أهداف المقرر، وتحكيمها للتحقق من مدى كفاية المحتوى لتحقيق الأهداف المحددة، ومدى ارتباط المحتوي بالأهداف.

٧- بناء السيناريو الخاص بالفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد القائم على العرض المُجسم، وعرضه على مجموعة من الخبراء والمحكمين لإجازته، ثم إعداده في صورته النهائية بعد إجراء التعديلات المقترحة.

٨- إنتاج المعالجات التجريبية (بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بأربعة مستويات للعرض مُجسم) وعرضهم على مجموعة من الخبراء والمحكمين لإجازتهم ثم إعدادهم في صورتهم النهائية بعد إجراء التعديلات المقترحة.

٩- تصميم أدوات القياس وعرضها على مجموعة من الخبراء والمحكمين للتأكد من دقتها، وصدقها، ووضعها في صورتها النهائية بعد إجراء التعديلات المقترحة.

١٠- إجراء تجربة استطلاعية لتحديد الصعوبات التي قد تواجه الباحث في أثناء التجريب، والتأكد من ثبات أدوات القياس، فضلًا عن تحديد زمن تطبيقها.

١١- اختيار عينة البحث وتوزيع الطلاب على المجموعات التجريبية وفقًا للتصميم التجريبي للبحث.

١٢- إجراء تجربة البحث من خلال:

- تطبيق أداة القياس (الاختبار التحصيلي) قبليًا.
- عرض المعالجات التجريبية على طلاب المجموعات التجريبية الأربع وفق التصميم التجريبي للبحث.
- تطبيق أدوات القياس (الاختبار التحصيلي – اختبار الانتباه الانتقائي البصري – اختبار القدرة المكانية) بعديًا.

١٣- إجراء المعالجة الإحصائية للنتائج وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي "SPSS".

١٤- عرض النتائج ومناقشتها وتفسيرها في ضوء الدراسات والنظريات المرتبطة بمتغيرات البحث.

١٥- صياغة التوصيات والمقترحات بالبحوث المستقبلية.

مصطلحات البحث:

في ضوء اطلاع الباحث على التعريفات التي وردت في عديد من الأدبيات التربوية والنفسية ذات العلاقة بمتغيرات البحث تم تحديد مصطلحات البحث إجرائيًا على النحو الآتي:

مستوى العرض المُجسم العميق Deep Stereoscopic Display Level:

هو "أسلوب لعرض الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بشكل مُجسم بحيث تبدو الأجسام الهامة داخل المشهد وكأنها في العمق خلف سطح شاشة العرض".

مستوى العرض المُجسم السطحي Flat Stereoscopic Display Level:

هو "أسلوب لعرض الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بشكل مُجسم بحيث تبدو الأجسام الهامة داخل المشهد وكأنها على مستوى سطح شاشة العرض بدون بروز أو عمق".

مستوى العرض المُجسم البارز Prominent Stereoscopic Display Level:

هو "أسلوب لعرض الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بشكل مُجسم بحيث تبدو الأجسام الهامة داخل المشهد بشكل بارز أمام سطح شاشة العرض كأنها تطفو نحو المتفرج".

مستوى العرض المُجسم المتعدد Multiple Stereoscopic Display Level:

هو "أسلوب يجمع بين الأنواع الثلاثة السابقة لعرض الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بشكل مُجسم بحيث تظهر الأجسام الهامة في ثلاثة مواضع على محور العمق داخل المشاهد المختلفة، فقد تظهر الأجسام في عمق الشاشة داخل بعض المشاهد، أو تظهر على مستوى سطح الشاشة، أو بشكل بارز عن سطح الشاشة في المشاهد الأخرى، وذلك حسب طبيعة الموضوع".

الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد 3D Educational Video:

هو "مقطع فيديو تم تصميمه بواسطة برامج التصميم ثلاثي الأبعاد مع مراعاة حفظه وإخراجه بصيغة تُدعم تقنيات العرض المُجسم والتي تحاكي أسلوب الرؤية في الواقع بطريقة تسمح للمتعلمين بإدراك وفهم المحتوى التعليمي بشكل أعمق، مما يعزز ويسهل عملية الحفظ والاسترجاع للمعلومات وتنمية الانتباه الانتقائي

البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم".

بيئة التعلم الإلكتروني E-Learning Environment:

هو "مجموعة متكاملة من أدوات وقواعد البيانات، ومصادر ومعلومات في شكل مقاطع فيديو تعليمية ثلاثية الأبعاد تُعرض بتقنيات العرض المُجسم، وتكون مُضمنة داخل صفحات ويب مترابطة فيما بينها، بهدف تنمية الانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم".

الانتباه الانتقائي البصري Visual Selective Attention:

هو "التركيز الإرادي للمتعلم من أجل انتقاء مثير بصري من بين المثيرات البصرية الموجودة داخل العرض المُجسم للفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد في أقل زمن وأقل قدر من الأخطاء لكي يحصل على تركيز وتوجيه ومعالجة أفضل للمدخلات".

القدرة المكانية Spatial Ability:

هي "قدرة المتعلم على التفكير بصريًا لتصور الأشكال والألوان والأنماط بدقة، وتخيل الأجسام ثلاثية الأبعاد وتحريكها عقليًا وتحديد الاتجاهات مما يمكنه من فهم العالم المادي المحيط به؛ وتصور النتائج النهائية لعملية التصوير الفوتوغرافي قبل البدء في التنفيذ".

الإطار النظري للبحث والدراسات المرتبطة به

ينقسم الإطار النظري في البحث الحالي إلى خمسة محاور رئيسة وهي:

أولًا: أساليب إنتاج وعرض الفيديو المُجسم Methods of Producing and Presenting Stereoscopic Video.

ثانيًا: مستويات العرض المُجسم على الشاشة Screen Parallax.

ثالثًا: بيئات التعلم الإلكترونية E-Learning Environments.

رابعًا: الانتباه الانتقائي البصري Visual Selective Attention.

خامسًا: القدرة المكانية Spatial Ability.

أولًا: أساليب إنتاج وعرض الفيديو المُجسم Methods of Producing and Presenting Stereoscopic Video:

١- مفهوم الفيديو المُجسم 3D Video:

مصطلح "3D Video" له أكثر من معنى، حيث يشير إلى ثلاثة مفاهيم على النحو الآتي:

أ. المفهوم الأول: هو أن محتوى الفيديو بالكامل يكون مصمم بشكل افتراضي من خلال برامج

التصميم ثلاثي الأبعاد، ويمكن عرضه بشكل مسطح على شاشات العرض التقليدية.

ب. المفهوم الثاني: هو أن محتوى الفيديو بالكامل يكون تصوير واقعي من خلال كاميرات التصوير المُجسم، ويتطلب عرضه توفير أجهزة تدعم العرض المُجسم.

ج. المفهوم الثالث: يجمع بين المفهومين السابقين حيث يكون محتوى الفيديو بالكامل مصمم بشكل افتراضي داخل برامج التصميم ثلاثي الأبعاد، ويتم إخراجه وحفظه بصيغة تتناسب مع تقنيات العرض المُجسم، وهذا الأسلوب هو المتبع داخل البحث الحالي في إنتاج مواد المعالجة التجريبية.

كما تعرف فاطمة عبدالله المجايشي، وفدوى ياسين فلمبان (٢٠٢١، ٧٣٠) الفيديو ثلاثي الأبعاد بنظام العرض المُجسم بأنه "فيلم متحرك يقدم محتوى تفاعلي، ويتم عرضة على شاشة ذات بُعدين، ويتم استخدام نظارات تتناسب مع شاشة العرض لتعطي احساس للمتفرج بواقعية العمق في البُعد الثالث".

وفى ضوء ما سبق يُعرف الباحث الفيديو التعليمي المُجسم إجرائيًا بأنه هو "مقطع فيديو تم تصميمه بواسطة برامج التصميم ثلاثي الأبعاد مع مراعاة حفظه وإخراجه بصيغة تُدعم تقنيات العرض المُجسم والتي تحاكي أسلوب الرؤية في الواقع بطريقة تسمح للمتعلمين بإدراك وفهم المحتوى التعليمي بشكل أعمق، مما يعزز ويسهل عملية الحفظ والاسترجاع للمعلومات وتنمية الانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم".

٢- أساليب إنتاج الفيديو المُجسم:

يتضح مما سبق أن مفهوم الفيديو المُجسم يتوقف على أسلوب الإنتاج وعلى ظروف وطبيعة بيئة العمل، حيث يوجد ثلاثة أساليب أساسية لإنتاج الفيديو المتوافق مع أنظمة العرض المُجسم على النحو الآتي:

أ. التصوير الواقعي المُجسم:

يعتمد هذا الأسلوب على استخدام كاميرا حقيقية لتصوير الأحداث الحية في الواقع الحقيقي، ويعتبر هذا الأسلوب هو الأوسع انتشاراً في مجال الإنتاج السينمائي، وهناك نوعان من الكاميرات يمكن استخدامهما في التصوير المُجسم للمشهد وهما:

- كاميرا أحادية الجسم وثنائية العدسات: حيث تكون المسافة بين العدستين مساوية للمسافة بين العينين في وجه الإنسان والتي تقدر بنحو ٢,٥ بوصة أو ٦,٣٥سم تقريبًا، كما يتضح بالشكل (٢)، وهذه المسافة هي التي تُمكن الكاميرا من تصوير المنظر من زاويتين

مختلفتين، حيث تمثل الصورة المسجلة بالعدسة اليمنى وجهة نظر العين اليمنى، وتمثل الصورة المسجلة بالعدسة اليسرى وجهة نظر العين اليسرى، وبذلك تحاكي طريقة رؤية العينين البشرية للمنظر بشكل مُجسم، ومن ثم تتحقق المقدرة على تسجيل مقطع الفيديو بتقنية التجسيم Stereoscopic، تمهيدًا لعرضه على شاشات تدعم العرض المُجسم (Lohmeyer, 2012, p.55؛ خالد علي عويس وآخرون، ٢٠٢٤، ٤٥٧).

شكل (٢)

مجموعة مختلفة من كاميرات التصوير المُجسم أحادية الجسم وثنائية العدسات

- كاميرات ثنائية متزامنة: حيث يتم استخدام كاميرتان متجاورتان ومتطابقتان في المواصفات Matching Cameras للحصول على صورة مُجسمة، ويتم تثبيت الكاميرتان على حامل بشكل متوازي Parallel، مع مراعاة أن تكون المسافة بين الكاميرتان مساوية للمسافة بين العينين في وجه الإنسان تقريباً كما يتضح بالشكل (٣)، ولا يتوقف الأمر هنا على استخدام كاميرات متطابقة في النوع ومتجانسة في الامكانيات والخواص فحسب، بل يجب أيضًا أن تكون كافة إعدادات التصوير متطابقة تمامًا، مثل درجة توازن البياض في ألوان الصورة، ومقدار فتحة العدسة، ودرجة التركيز البؤري، ومعدل تقريب أو إبعاد المنظر، حتى لا يكون هناك أي فروق بين منظوري رؤية المنظر المصور أثناء عرضه؛ فيصعب على دماغ المُتفرج الدمج بين المنظورين لإدراك التجسيم (Kytö et al., 2011, p.170; Adil et al., 2022, p.3؛ خالد علي عويس وآخرون، ٢٠٢٤، ٤٥٧).

شكل (٣)

كاميرات ثنائية متزامنة

ب. تحويل الفيديو التقليدي المسطح إلى فيديو مُجسم:

هذا الأسلوب لا يُستخدم لتصوير وإنتاج الفيديو المُجسم من البداية، ولكنه يستخدم عندما يكون هناك حاجة إلى تحويل فيديو تقليدي مسطح 2D تم تصويره مسبقاً بكاميرا تقليدية ذات عدسة واحدة إلى فيديو يمكن مشاهدته بنظام العرض المُجسم 3D، ويتم ذلك عن طريق معالجة هذا الفيديو التقليدي بواسطة برامج المونتاج والخدع البصرية الاحترافية ومن أشهر هذه البرامج برنامج Adobe After Effects، حيث يتم عمل بعض الحيل التي من شأنها تُظهر تُبرز تجسيم العناصر وتُظهر العمق داخل المشهد، وذلك عن طريق قص وفصل العناصر الموجودة في مقدمة المشهد عن خلفية المشهد، وعمل تباعد بينهم على محور العمق Z-axis، كما يتضح بالشكل (٤)، ثم يتم استخدام كاميرا التصوير المُجسم الافتراضية الموجودة داخل البرنامج لتسجيل المشهد من منظورين مختلفين فيخرج المشهد في النهاية بنظام العرض المُجسم (Xie et al., 2016, pp. 845-849; Okun & Zwerman, 2020, pp.414-415; Lv et al., 2020, pp. 825-826).

شكل (٤)

تحديد العناصر في مقدمة وخلفية المشهد تمهيداً لفصلها عن بعض

هناك عديد من الدراسات التي اهتمت بدراسة أساليب تحويل الفيديو التقليدي المسطح إلى فيديو مُجسم مثل دراسة "ميدينا" (Medina, 2012)؛ ودراسة "تشيولكون" وآخرون (Cheolkon et al., 2013)؛ ودراسة "وانغ" و"زو" (Wang & Zhu, 2013)؛ ودراسة "سنيها" و"شيلا" (Sneha & Sheela, 2013)؛ ودراسة شريف عطية محمد (٢٠١٦)، وقد اعتمدت هذه الدراسات على المنهج الوصفي التحليلي، حيث تناولت أساليب الإنتاج التليفزيوني المباشر ثلاثي الأبعاد من الكاميرات التليفزيونية مع توضيح المعوقات الإنتاجية والاقتصادية والفنية في هذا الأسلوب من الإنتاج، كما تناولت أساليب تحويل الصورة ثنائية الأبعاد إلى صورة مُجسمة ثلاثية الأبعاد.

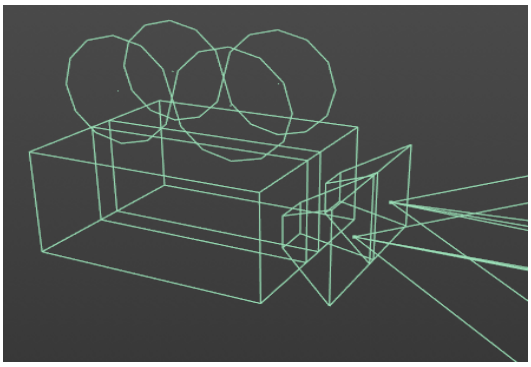
ويعد هذا الأسلوب شاق جداً مقارنة بالأساليب الأخرى، كما أن المُتفرج قد لا يشعر أحيانًا بالتجسيم بشكل كامل أثناء المشاهدة، حيث أن النتيجة النهائية لتجسيم الفيديو التقليدي لا تكون بنفس جودة الفيديو المصور بكاميرات التصوير المُجسم (da Silva & Luterman, 2017, p.3).

ج. التصميم ثلاثي الأبعاد المُجسم:

يعتمد هذا الأسلوب على استخدام كاميرا تصوير مُجسم افتراضية موجودة داخل برامج التصميم ثلاثي الأبعاد لتصوير المشهد المُنمذج كما يتضح بالشكل (٥)، ويعتبر هذا الأسلوب هو الأكثر استخدامًا في إنتاج أفلام الرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد، كما يُستخدم أيضا هذا الأسلوب في إنتاج الأفلام الوثائقية العلمية، حيث توفر برامج التصميم ثلاثي الأبعاد أدوات تساعد على إنتاج مقاطع فيديو تُعبر عن رؤية أو تصور لشيء ما قد لا يكون له وجود في الواقع الحقيقي، أو يكون موجود في الواقع ولكن هناك قيود مادية أو زمنية تعيق تصويره في الواقع، لذلك يتطلب إنتاج الفيديو المُجسم بهذا الأسلوب أن يكون هناك مصممين على درجة عالية من الإتقان، نظراً لما تتطلبه عملية الإنتاج من فنيات ومهارات مرتبطة بنمذجة المُجسمات، وإكسائها بالخامات المعبرة عنها، وتوزيع أدوات الإضاءة، ونشر كاميرات التصوير المُجسم الإفتراضية داخل المشهد، بالإضافة إلى تحريك العناصر سواء أكانت نماذج وشخصيات مُجسمة، أو أدوات إضاءة، أو كاميرات افتراضية، بالإضافة إلى تصيير المشهد Rendering وحفظه بالنمط الذى يتناسب مع أسلوب عرضه، وهذا الأسلوب هو ما أعتمد عليه الباحث في إنتاج الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد (Noguera et al., 2014, p.145; Okun & Zwerman, 2020, p.409).

شكل (٥)

كاميرا التصوير المُجسم الافتراضية داخل برامج التصميم ثلاثي الأبعاد



٣- تقنيات وأدوات العرض المُجسم:

تُعد تقنيات العرض المُجسم أحد الابتكارات الفريدة التي أثرت بشكل كبير على مجالات متعددة، بدءًا من الفنون الترفيهية إلى التطبيقات التعليمية، حيث تساهم تقنيات العرض المُجسم في تعميق تجربة المشاهدة من خلال خلق إحساس بالعمق والتفاعل، مما يشجع المستخدمين على الانغماس بشكل أكثر في المحتوى المعروض، فقد أكدت عديد من الدراسات أن تقديم المعلومات من خلال قنوات متعددة، مثل الصور ثلاثية الأبعاد، يزيد من فعالية التعليم ويعزز من قدرة المتلقي على الاحتفاظ بالمعلومات والتفاعل معها (Markiewicz-Patkowska et al., 2019, pp. 4-5)، وفيما يلى عرض لأهم الأدوات المستخدمة في مشاهدة الفيديو المُجسم:

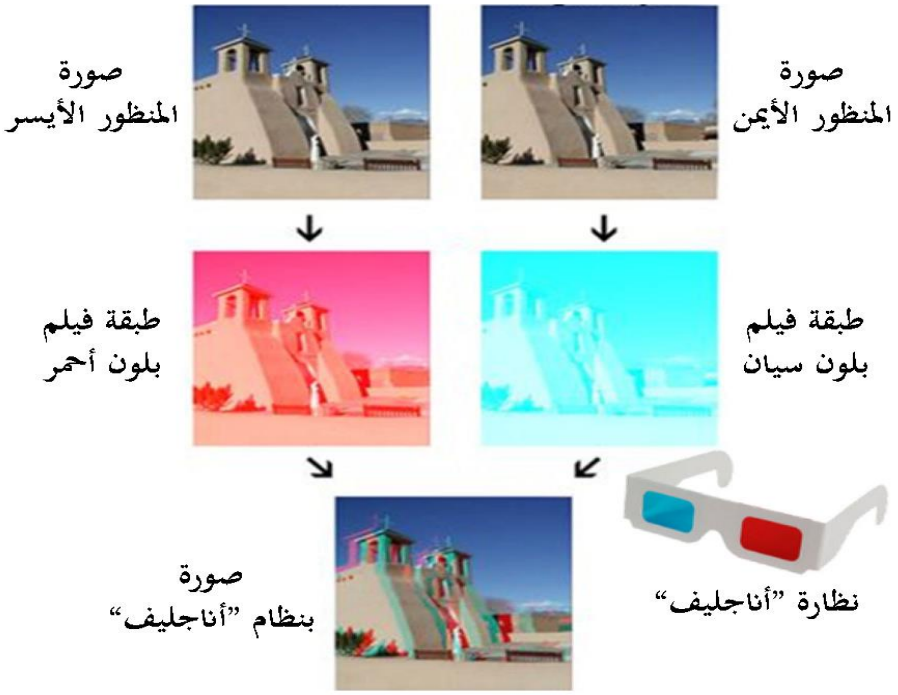
أ. النظارات المُجسمة "أناجليف" "ذات العدستين الحمراء والزرقاء Red-Blue Anaglyph 3D Glasses:

تعد النظارة المُجسمة "أناجليف" واحدة من أبرز الأدوات المستخدمة لعرض محتوى بصري يوفر تجربة غامرة للمستخدمين، حيث تعتمد هذه التقنية على تحويل الصور ثنائية الأبعاد إلى صور ثلاثية الأبعاد من خلال استخدام عدسات ملونة تُساعد المخ في إدراك العمق، رغم أن استخدام نظارة Anaglyph كان شائعاً في السينما والألعاب، إلا أنه أصبح يمتد إلى مجالات جديدة مثل البحث في التراث الرقمي، وفى مجال التعليم، حيث تعزز الصور المُجسمة الفهم المعمق للمتعلم، مما يسهل التمييز بين العناصر المختلفة وتقدير عمقها داخل الفيديو المعروض (Mohib, 2014, pp. 24-25; Hast & Marchetti, 2015, pp. 663-664).

يعود أصل النظارة المُجسمة Anaglyph إلى القرن التاسع عشر، فقد كانت هذه النوعية من النظارات تُستخدم في الماضي عندما كان يتم تسجيل الفيلم على طبقتين Two- layered film بلونين عادة يكون (أحمر- سيان) بحيث يمثل كل لون الشريط الملتقط بالعدسة التي تمثل منظور رؤية العين سواء أكانت اليمنى أو اليسرى، وكان يتم عرض الفيلم داخل قاعة السينما عن طريق جهازي عرض منفصلين بشكل متزامن، بحيث يعرض كل جهاز شريط من الشرائط المُسجل عليها الفيلم بإحدى اللونين، بحيث يتم إسقاط الصورتين في نفس المساحة المخصصة على شاشة العرض، شكل (٦)

ولكى يشعر المُتفرج بالتجسيم عند مشاهدة هذا الفيلم يجب ارتداء نظارة "أناجليف"، وقد تطورت هذه النظارات بفضل التقنيات المتقدمة في التصوير والعرض المُجسم، مما أتاح للمستخدمين تجربة الانغماس في الصورة بشكل مؤثر، لذلك تعتبر نظارات "أناجليف" ليست مجرد وسيلة ترفيهية، بل وسيلة تعليمية فعالة تم استخدامها في مجالات متعددة مثل التعليم والطب، مما يجعلها أداة مفيدة في توصيل المعلومات بطرق متعددة (Rojas et al., 2014, p. 2; Dhaou et al., 2019, p.3؛ خالد علي عويس وآخرون، ٢٠٢٤، ٤٥٩).

تسجيل الفيلم على طبقتين بنظام "أناجليف"



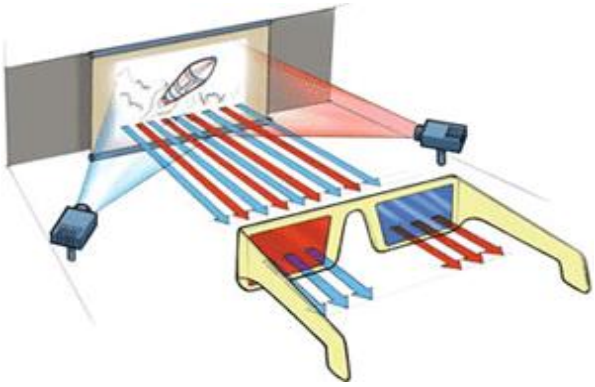
تعتمد فكرة عمل نظارة "أناجليف" على عدستين مختلفتين في اللون، وتكون أحداهما عادةً باللون الأحمر والأخرى باللون الأزرق المخضر (سيان) كما يتضح بالشكل (٧)، وهذه العدسات تكون بمثابة مرشح للألوان، حيث يعمل كل مرشح على السماح للعين برؤية الصورة ذات اللون المخالف للون المرشح بشكل متباين عن الصورة ذات اللون المماثل للون المرشح كما يتضح بالشكل (٨) (إسماعيل بهاء الدين سليمان، ٢٠١٢، ص ١٣٤٦-١٣٤٧؛ Zraqou, 2012, p. 43؛ محمود فاروق الفقي وآخرون، ٢٠١٦، ٧-٨؛ Lopes, 2021, p. 21).

شكل (٧)

نظارة "أناجليف"

شكل (٨)

كيفية ترشيح الصورة في نظارة "أناجليف"



- مزايا وعيوب نظارة "أناجليف":

أهم ما يميز نظارة "أناجليف" هو إمكانية استخدامها لرؤية الصورة بشكل مُجسم سواء أكانت الصورة معروضة على صفحات مطبوعة أو شاشات عرض تقليدية، بشرط أن تكون الصورة المعروضة معالجة بنظام Anaglyph بحيث يظهر اندماج الطبقتين في الصورة كما يتضح بالشكل (٩)، كما تتميز نظارة "أناجليف" برخص ثمنها وخفة وزنها مقارنة بأنواع نظارات العرض المُجسم الأخرى، ومن عيوبها أن ارتدائها لفترات طويلة قد

يسبب إرهاق للعين (Sanftmann & Weiskopf, 2011, p. 1251; Rojas et al., 2014, p. 13; Dhaou et al., 2019, p.2; Lv et al., 2020, p. 825).

شكل (٩)

صورة بنظام "أناجليف" يمكن رؤيتها بالنظام المُجسم على أي وسيط للعرض

ب. النظارات ذات مرشحات الاستقطاب Polarized 3D Glasses:

ظهرت المرشحات المُستقطِبة للضوء في بداية الأمر على يد المخترع الأمريكي "أدوين هربرت لاند" Edwin Herbert Land وفى عام ١٩٣٦م دخل هذا الاختراع مجال التصوير السينمائي وتم عرض فيلمين باستخدام مرشحات الاستقطاب، حيث اعتمدت فكرة العرض على استخدام جهازين عرض منفصلين ومتزامنين بحيث يعرض كل جهاز الصورة من منظور مختلف، وتم وضع مرشح مستقطب للضوء أمام كل عدسة كما يتضح بالشكل (١٠)، بحيث يقوم المرشح الخاص بجهاز العرض الأول باستقطاب الموجات الضوئية ذات المسار الأفقي أثناء اسقاط الصورة الضوئية على شاشة العرض، بينما المرشح الخاص بجهاز العرض الثاني يستقطب الموجات الضوئية ذات المسار العمودي، ويتم إسقاط الصورة الضوئية الخاصة بكل جهاز عرض، في المساحة المخصصة على شاشة العرض (إسماعيل بهاء الدين سليمان، ٢٠١٢، ص ١٣٤٧).

شكل (١٠)

جهازين عرض منفصلين يعملان بأسلوب استقطاب الضوء

مع تطور أنظمة العرض المُجسم أصبح جهاز العرض السينمائي يضم عدستين لعرض الصورة بشكل مُجسم بدلاً من استخدام جهازين عرض منفصلين، في حين أن أسلوب العرض يختلف مع شاشات العرض المنزلي التي تدعم نظام العرض المُجسم حيث تقوم بعرض منظوري الرؤية جانبًا إلى جنب Side by Side كما يتضح بالشكل (١١)، وعند تشغيل خاصية العرض المُجسم يتم عرض منظوري الرؤية بشكل مدمج داخل إطار واحد، مما يؤدي إلى ظهور اهتزاز وتشويش بالصورة Stereoscopic Blurriness ناتج عن اختلاف منظوري الرؤية للمنظر، كما يتضح بالشكل (١٢) (Woods, 2012, pp. 12-13; Carlson, 2014, pp.27-28).

شكل (١١)

بعرض منظوري الرؤية جانبًا إلى جنب Side by Side

شكل (١٢)

تأثير اهتزاز وتشويش الصورة الناتج عن اندماج منظوري الرؤية داخل إطار واحد

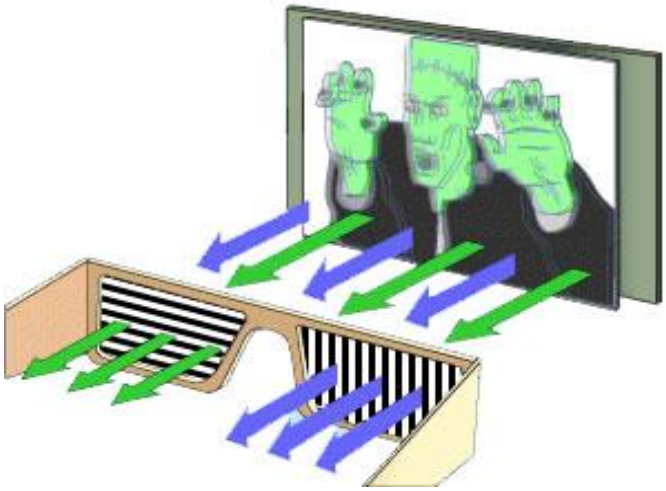
لكي يستطيع المُتفرج الشعور بالتجسيم وبالعمق في الصورة يجب أن يرتدى نظارة تحتوي على مرشحين مُستقطِبين كما يتضح بالشكل (١٣)، حيث تقوم هذه النظارة بفصل الأطول الموجية للضوء المنبعث من شاشة العرض، بحيث يستقطب المرشح الأول الأطوال الموجية الأفقية لإحدى الصورتين، في حين يستقطب المرشح الثاني الأطوال الموجية العمودية للصورة الأخرى كما يتضح بالشكل (١٤) (Mohib, 2014, p. 26؛ خالد علي عويس وآخرون، ٢٠٢٤، ٤٦٠).

شكل (١٣)

النظارة ذات مرشحات الاستقطاب

شكل (١٤)

كيفية استقطاب الأطوال الموجية للضوء وتمرير الصورة للعين



- **مزايا وعيوب النظارة ذات مرشحات الاستقطاب:**

تتميز النظارة Polarized بأن لديها القدرة على تمرير الألوان إلى العين بشكل سليم، كما توفر رؤية مُجسمة واضحة للصورة، كما أنها تتسم بالوزن الخفيف، لكن ما يعيبها هو ارتفاع سعرها نسبياً عن النظارة Anaglyph (Silva, 2020, p. 2).

ج. النظارات ذات الغالق النشط Active Shutter Glasses:

بداية ظهور هذه النظارات كان من أجل مشاهدة الأفلام المُجسمة التي تُعرض بأسلوب السياق المتناوب للإطارات Alternate frame sequencing، ويُعرف أيضًا هذا الأسلوب بنظام الصور المتناوبةAlternate image ، وكان يتم في هذا الأسلوب إعادة طبع إطارات الشريطين المسجلين بواسطة العدستين على شريط سينمائي واحد بالتبادل، بحيث يكون الإطار الأول من الشريط الملتقط بالعدسة اليمنى التي تمثل العين اليمنى ثم يليه مباشرة الإطار الأول من الشريط الملتقط بالعدسة اليسرى التي تمثل العين اليسرى وهكذا، حتى نهاية الإطارات في الشريطين، وبالتالي ينتج عن هذا الإجراء شريط سينمائي جديد بطول مضاعف، ويتطلب عرضه بسرعة ٤٨ إطار في الثانية الواحدة، أي ضعف سرعة العرض للشريط العادي والتي تمثل ٢٤ إطار في الثانية الواحدة، ولكى يشاهد المتفرج هذا الفيلم بشكل مُجسم يجب أن يرتدي النظارة ذات الغالق النشط Active Shutter glasses كما يتضح بالشكل (١٥) (إسماعيل بهاء الدين سليمان، ٢٠١٢، ص ١٣٤٧- ١٣٤٨؛ وسام مصطفي عيادة، ٢٠١٤، ٢٩).

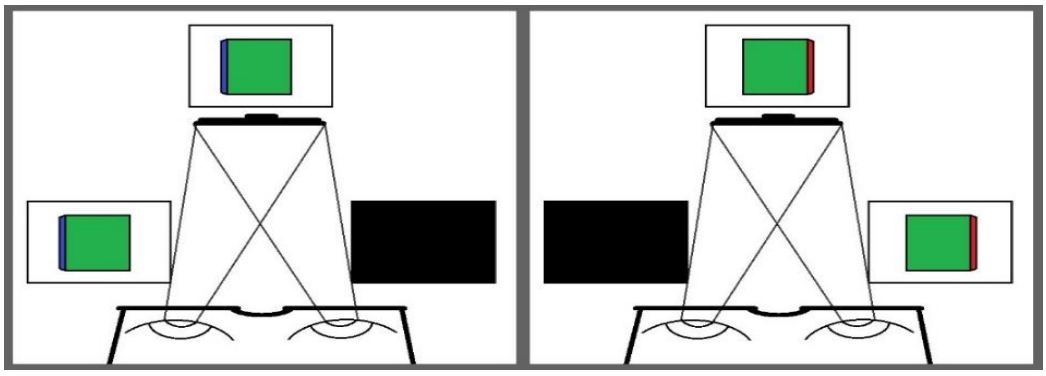
شكل (١٥)

النظارة ذات الغالق النشط

تصنيع هذه النوعية من النظارات شديد التعقيد مقارنة بأنواع نظارات العرض المُجسم السابقة، حيث تُصنع عدسات هذه النظارات من الكريستال السائل LCD، وأصبحت هذه النظارات تُستخدم الآن مع أجهزة العرض المنزلي التي تدعم العرض المُجسم 3D Television، حيث تقوم بالتنقل بسرعة فائقة بين منظوري الرؤية الأيمن والأيسر للمشهد المعروض على الشاشة كما يتضح بالشكل (١٦)، فنلاحظ في الشكل التوضيحي الأيمن أن الغالق في العدسة اليسرى يحجب الرؤية عن العين اليسرى، بينما ترى العين اليمنى المنظور الأيمن من المشهد المعروض في الإطار الأول، وعلى العكس في الشكل التوضيحي الأيسر نجد أن الغالق في العدسة اليمنى يحجب الرؤية عن العين اليمنى، بينما ترى العين اليسرى المنظور الأيسر من المشهد المعروض في الإطار الثاني، وهكذا تتم رؤية جميع الإطارات المعروضة بشكل متناوب، فيتمكن المتفرج من رؤية المشهد بشكل مُجسم (Carlson, 2014, p.30; Morris, 2018, p. 19).

شكل (١٦)

تناوب فتح وغلق غالق عدسات النظارة بشكل متزامن مع الصور المعروضة بشكل متناوب



لكي تظهر الصورة المُجسمة بشكل جيد، يجب أن تعمل النظارة بشكل متزامن مع جهاز التليفزيون، فإذا افترضنا أن غالق العدسة الأيمن يفتح ويغلق ٦٠ مرة في الثانية الواحدة لتمرير ٦٠ إطار للعين اليمنى، وبالمثل يمرر غالق العدسة الأيسر ٦٠ إطار في الثانية للعين اليسرى، مما يتطلب أن تكون سرعة تردد الصورة المعروضة على شاشة التليفزيون بمعدل ١٢٠ إطار في الثانية الواحدة كما يتضح بالشكل (١٧) (Edwards, 2009,p. 2; Mohib, 2014, p. 16; Kimura et al., 2021, p. 4256).

شكل (١٧)

تزامن سرعة عرض الإطارات على شاشة التليفزيون مع سرعة الغالق الأيمن والأيسر بالنظارة

- **مزايا وعيوب النظارة ذات الغالق النشط:**

تتميز النظارة ذات الغالق النشط Active Shutter بقدرتها على عرض الأفلام ثلاثية الأبعاد بجودة عالية Full HD 1080، ولكن ما يعيب هذه النظارات هو ارتفاع تكلفتها وثقل وزنها مقارنةً بالنظارات العرض المُجسم الأخرى، كما أنها تسبب إرهاقاً لعين المُتفرج عند بداية المُشاهدة، كما يتطلب تشغيلها ضرورة شحنها أو استخدام بطاريات كل فترة (Singh & Saraiya, 2013, p. 6; Silva, 2020, p. 4).

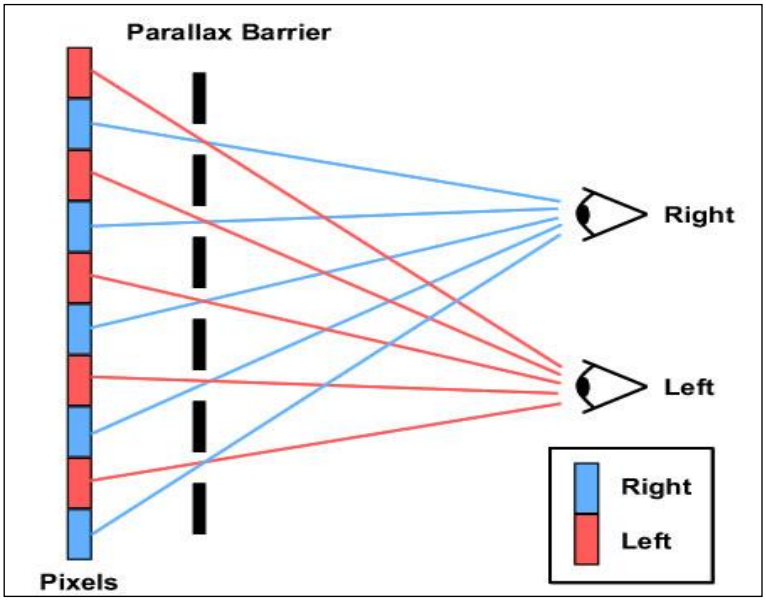
د.العرض المُجسم بدون نظارات Autostereoscopic 3D Displays:

تعتمد تقنية العرض المُجسم بدون نظارات على الحواجز المتوازية للمنظر Parallax barrier، وهي عبارة عن طبقة زجاجية شفافة تكون مثبته على سطح شاشة التليفزيون، ويكون

بهذه الطبقة عدد كبير جدًا من الثقوب كما هو موضح بالشكل (١٨)، وهذه الثقوب أو الحواجز تعمل على توجيه الضوء بطريقة تسمح لكل عين برؤية منظور مختلف عن طريق حجز وتمرير ألوان محددة لكل وحدة بنائية Pixel للصورة الرقمية المعروضة على شاشة التليفزيون، فيحدث إيهام بصري للعين بحيث يدرك العقل الصورة بشكل مُجسم، ولكن من مشاكل هذه التقنية هو أن زاوية العرض المُجسم لشاشة التليفزيون تكون ضيقة، مما يحتم على المتفرج ضرورة الجلوس أمام هذه الشاشات بزاوية محددة وعلى مسافة معينة من الشاشة حتى يتم استقبال الصورة المُجسمة بشكل صحيح كما يتضح بالشكل (١٩)، لذلك فإن هذه النوعية من الشاشات لا تكون مناسبة في حالة تعدد المُتفرجين، مما يجعل توظيف هذه التقنية أنسب مع بعض الأجهزة التي تحتوى على شاشات صغيرة مصممة خصيصًا للمشاهدة الفردية مثل أجهزة الهواتف الذكية، وأجهزة ألعاب الفيديو Nintendo 3DS التي تحتوي على شاشات عرض ثلاثي الأبعاد، ومازالت محاولات العلماء حتى الآن لتوسيع نطاق المُتفرجين أمام شاشات العرض المُجسم بدون نظارات، دون حدوث أي مشاكل أثناء المشاهدة لذلك تُعتبر هذه التقنية تحت التطوير (Pamplona, et al., 2012, p. 1; Mohib, 2014, pp. 31-35; Carlson, 2014, p.30; Müller et al., 2019, p. 15؛ خالد علي عويس وآخرون، ٢٠٢٤، ٤٥٩).

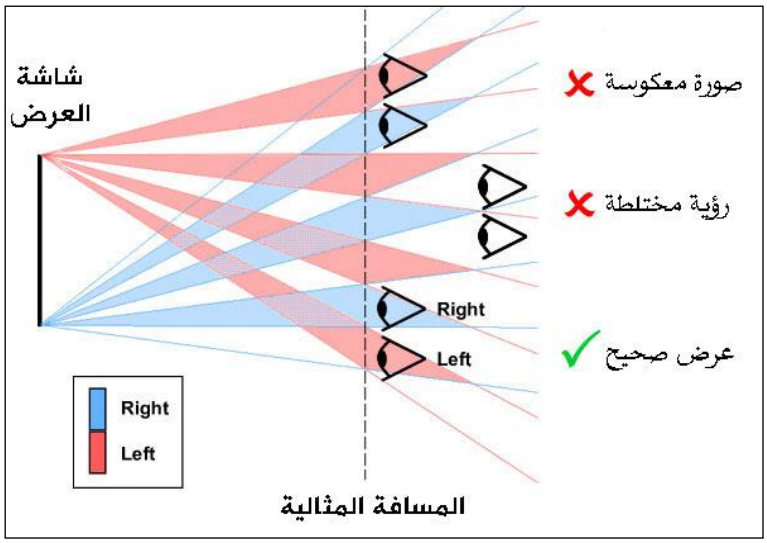
شكل (١٨)

مرور ألوان الصورة عبر ثقوب طبقة حاجز المنظر



شكل (١٩)

مشكلات المشاهدة من خلال شاشة العرض المُجسم بدون نظارات



من الدراسات التي اهتمت بتوظيف تقنيات الرؤية الثلاثية الأبعاد دراسة محمود فاروق الفقي وآخرون (٢٠١٦) التي هدفت إلى تطوير جوده تصميم الوسائط التعليمية باستخدام تقنيات الرؤية الثلاثية الأبعاد، واعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي، والمنهج التجريبي، وأثبتت نتائج الدراسة أن هناك زيادة في تفاعل الطلاب مع المادة العلمية المعروضة من خلال تقنيات العرض ثلاثية الأبعاد، كما أكدت الدراسة على أن استخدام التصميمات ثلاثية الأبعاد ساعدت على تحسين وتنمية مهارات الطلاب وزيادة قدراتهم الإبداعية، كما أوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بالتقنيات الحديثة لعرض المحتوي التعليمي بشكل ثلاثي الأبعاد.

كما هدفت دراسة كلًا من فاطمة عبدالله المجايشي، وفدوى ياسين فلمبان (٢٠٢١) إلى الكشف عن أثر فيديو ثلاثي الأبعاد بنظام العرض المُجسم في تنمية المفاهيم العلمية المرتبطة بعلم الفلك لدى معلمات مقرر العلوم في المرحلة الابتدائية، وقد اعتمد التطبيق على المنهج شبه تجريبي لمجموعة واحدة ذات قياس قبلي وبعدي، وتكونت عينة الدراسة من (٣١) معلمة تخصص علوم تم اختيارهن عشوائيا، ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها الدراسة هي وجود فروق داله إحصائياً بين متوسطات درجات الاختبار القبلي والبعدي للمفاهيم العلمية لصالح التطبيق البعدي، كما أوصت الدراسة بضرورة توظيف الفيديو ثلاثي الأبعاد بنظام العرض المُجسم في التعليم حيث

يساعد على اكتساب المفاهيم بصورة واقعية وبقاء أثر التعلم لدي المتعلمين.

ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها دراسة وسام مصطفي عيادة (٢٠١٤، ٣٦) هي أن الفيديو ثلاثي الأبعاد أكثر تأثيرًا على المتلقي من الفيديو ثنائي الأبعاد؛ نتيجةً لتوافر الشعور بالعمق والتجسيم، مما يجعله أكثر انغماسًا وتفاعلًا مع المحتوى المعروض.

٤- أنماط عرض الفيديو المُجسم:

أ. نمط "أناجليف" Anaglyph:

يعتبر هذا النمط أول شكل يظهر به الفيديو المُجسم، ويتميز هذا النوع بأنه لا يحتاج إلى شكل (٢٠)

نمط "أناجليف"

ب. نمط "جنبًا إلى جنب" Side by Side:

يتطلب عرض الفيديو بنمط Side by Side شاشات تدعم العرض المُجسم، حيث يحتوى ملف الفيديو على إطارين جانبًا إلى جنب بشكل أفقي لعرض المنظورين الأيمن والأيسر للمشهد المصور، وعندما يكون ملف الفيديو بجودة عالية تكون نسبة الأبعاد الخاصة بكل صورة تساوي (١٩٢٠X١٠٨٠) فنحصل على دقة مضاعفة شاشات مخصصة للعرض المُجسم حيث يمكن عرضه على شاشات العرض العادية مثل: شاشات التليفزيون التقليدي، وشاشات الكمبيوتر، وشاشات الأجهزة اللوحية أو الهواتف الذكية، ويتم رؤية المحتوى بالنظارات المُجسمة ذات العدستين الحمراء والزرقاء Anaglyph، حيث أن لقطة الفيديو تكون عبارة عن إطار واحد يحتوي على صورتين لمنظور الرؤية الأيمن والأيسر بشكل شبه متطابق، بحيث تكون الصورة اليمنى مصبوغة باللون الأزرق، والصورة اليسرى باللون الأحمر، كما يتضح بالشكل (٢٠) (Dhaou et al., 2019, p.2; Lv et al., 2020, p. 825).

لعرض الصورة ناتجه عن دمج الصورتين فتصبح (٣٨٤٠X١٠٨٠)، كما يتضح بالشكل (٢١)، أما إذا كان ملف الفيديو بجودة متوسطة فإن نسبة الأبعاد الخاصة بكل صورة يقل عرضها بمعدل النصف لتصل إلى (٩٦٠X١٠٨٠)، وعند دمج الصورتين تصبح (١٩٢٠X١٠٨٠) كما يتضح بالشكل (٢٢) (Tartynskih, 2023, p.2).

شكل (٢١)

نمط "جنبًا إلى جنب" عالي الجودة

شكل (٢٢)

نمط "جنبًا إلى جنب" متوسط الجودة

ج. نمط "أعلى وأسفل" Over and Under:

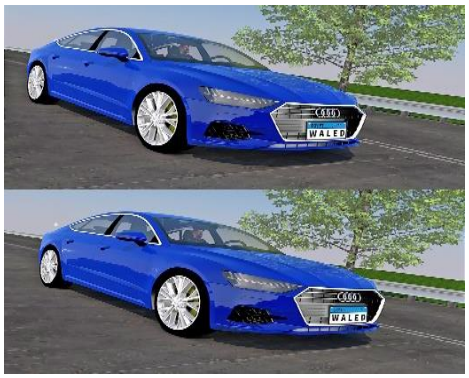
يعتبر الفيديو بنمط Over and Under نادراً وغير منتشر مقارنةً بنمط Side by Side، ويحتوى ملف الفيديو هنا على إطارين فوق بعضهم بشكل رأسي لعرض المنظورين الأيمن والأيسر للمشهد المصور، وعندما يكون ملف الفيديو بجودة عالية تكون نسبة الأبعاد الخاصة بكل صورة تساوي (١٩٢٠X١٠٨٠) فنحصل على دقة مضاعفة لارتفاع الصورة ناتجه عن دمج الصورتين فتصبح (١٩٢٠X٢١٦٠)، كما يتضح بالشكل (٢٣)، أما إذا كان ملف الفيديو بجودة متوسطة فإن نسبة الأبعاد الخاصة بكل صورة يقل عرضها بمعدل النصف لتصل إلى (١٩٢٠X٥٤٠)، وعند دمج الصورتين تصبح (١٩٢٠X١٠٨٠) كما يتضح بالشكل (٢٤) (Tartynskih, 2023, p.3).

شكل (٢٣)

نمط "أعلى وأسفل" عالي الجودة

شكل (٢٤)

نمط "أعلى وأسفل" متوسط الجودة



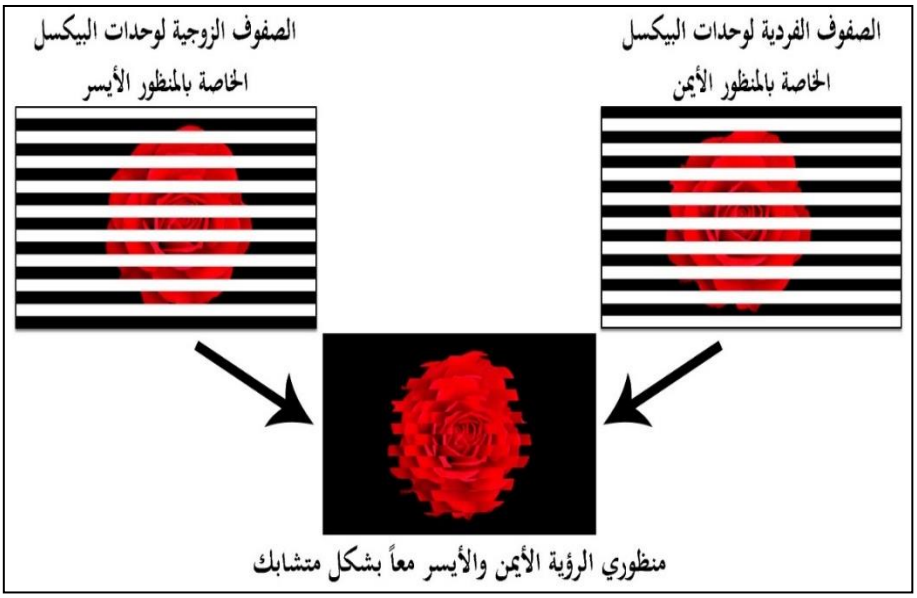
د. نمط "متشابك" Interlaced:

ملف الفيديو بنمط Interlaced يكون عبارة عن إطار واحد يحتوي على صورتين لمنظوري الرؤية الأيمن والأيسر معاً بشكل متشابك بدقة (١٩٢٠X١٠٨٠)، حيث يتكون الإطار بدءاً من الصف الأول لوحدات البيكسل الخاصة بصورة المنظور الأيمن ثم يليه الصف الثاني لوحدات البيكسل الخاصة بصورة المنظور الأيسر، وهكذا يتم تكوين باقي الإطار بشكل متبادل بين الصفوف الفردية لوحدات البيكسل الخاصة بصورة المنظور الأيمن والصفوف الزوجية لوحدات البيكسل الخاصة بصورة المنظور الأيسر، وعند عرض ملف الفيديو بأجهزة العرض المُجسم ترى كل عين صورة المنظور الخاص بها بنصف الدقة (٩٦٠X٥٤٠)،

لـذلك لـم يلـق هـذا النـوع الانتشـار الواسـع نظـراً لانخفاض جـودة الصـورة مقارنـةً بـالأنواع السـابقة (Tartynskih, 2023, p.3).

شكل (٢٥)

طريقة تشابك الصورتين داخل إطار واحد



فـي ضـوء مـا سـبق تعـرف الباحـث علـى أساليب إنتاج الفيديو المُجسم واسـتفاد مـن ذلـك فـي تحديد أسلوب إنتاج الفيـديو التعليمـي، وهـو الإنتـاج باسـتخدام بـرامج التصـميم ثلاثـي الأبعـاد نظـراً لمـا تتمتع به هذه البرامج من مرونـة عالية فـي الإنتـاج، كما تعرف الباحث على أنماط عرض الفيديو المُجسم مما سـاعد ذلـك فـي تحديـد الـنمط المناسـب لمقـاطع الفيديو المضمنة داخـل بيئـة الـتعلم الخاصـة البحـث الحالي وهـو نمـط "أنـاجليف" Anaglyph، حيـث يوفر هذا النمط نتيجة جيدة أثناء العرض، كما يتميز الفيــديو بــنمط "أنــاجليف" Anaglyph بأنــه لا يحتـاج إلـى شاشـات مخصصـة للعـرض المُجسـم ويمكن عرضه علـى شاشـات العـرض العاديـة مثـل: شاشات التليفزيـون التقليـدي، وشاشـات الكمبيـوتر، وشاشات الأجهزة اللوحية أو الهواتف الذكية.

ثانيًـا: مسـتويات العـرض المُجسـم علـى الشاشـة Screen Parallax:

١- مفهوم مستويات العرض المُجسم Parallax:

يشـير مصـطلح "بـارالاكس" Parallax إلـى التـأثير البصـري الـذي يجعـل المتفـرج يشـعر بمسـتوى العـرض المُجسـم علـى الشاشـة، حيـث يختلف مستوى العرض المُجسم بـاختلاف مسـتوى

ظهور الأجسام على الشاشة سواء أكان (عميق – سطحي – بارز)، وباختلاف هذه المستويات داخل المنظر تختلف طريقة رؤية عينين المُتفرج لها.

مصطلح "بارالاكس" يستخدمه بعض المتخصصين للإشارة إلى التباين البُعدي للأجسام المعروضة على الشاشة، بينما يستخدمه آخرون للتعبير عن الانزياح البصري الذي يحدث لعين المتفرج أثناء مشاهدة العرض المُجسم، ويتضح في الشكل (٢٦) أن هناك ثلاث مستويات تظهر بها الأجسام على شاشة العرض المُجسم على النحو الآتي (Azevedo et al., 2015, p.178; Okun & Zwerman, 2020, pp.388-390):

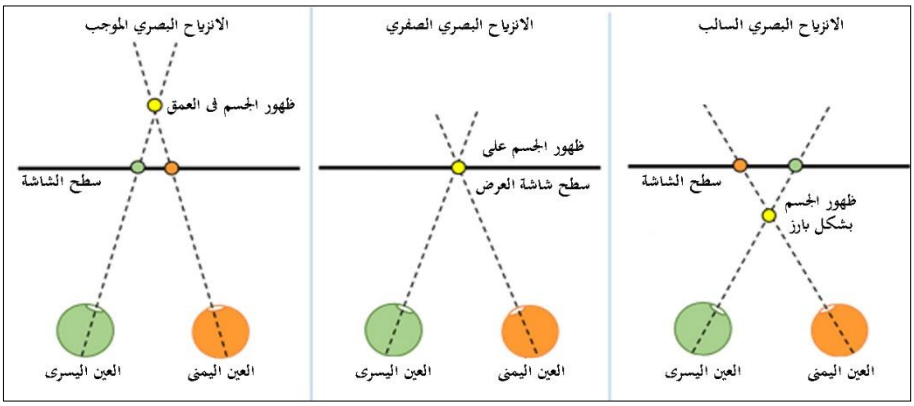
أ. الانزياح البصري الموجب Positive Parallax: هي الحالة التي يظهر فيها الجسم في العمق خلف سطح شاشة العرض، أي يبدو وكأنه يبتعد عن المتفرج، حيث يتم رؤية الصورة اليمنى بالعين اليمنى، ورؤية الصورة اليسرى بالعين اليسرى.

ب. الانزياح البصري الصفري Zero Parallax: هي الحالة التي يظهر فيها الجسم على مستوى سطح شاشة العرض بدون بروز أو عمق، أي أن الصورتان اللتان تستقبلهما العين اليمنى والعين اليسرى تكون متطابقتين تمامًا في الموضع على سطح شاشة العرض، فلا يكون هناك أي فرق بينهما، وبالتالي يظهر الجسم على مستوى سطح شاشة العرض.

ج. الانزياح البصري السالب Negative Parallax: هي الحالة التي يظهر فيها الجسم أمام سطح شاشة العرض بشكل بارز وكأنه يطفو نحو المتفرج، ولرؤيته تدور مقلتي العينين إلى الداخل نسبياً بحيث يتم رؤية الصورة اليمنى بالعين اليسرى، ورؤية الصورة اليسرى بالعين اليمنى.

شكل (٢٦)

الانزياح البصري الذي يحدث للعين عند ظهور الأجسام بمستويات مختلفة على شاشة العرض Screen Parallax



٢- العوامل المؤثرة في مستوى العرض المُجسم على الشاشة:

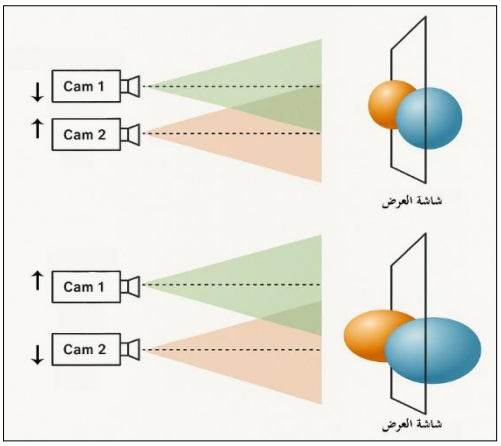
هناك عدة عوامل يمكن من خلالها التحكم في مستوى العرض المُجسم على شاشة العرض، أي مستوى عمق، وتسطيح، وبروز الأجسام المعروضة على شاشة العرض، وهذه العوامل ترتبط بظروف تصوير الأجسام على النحو الآتي:

أ. المسافة بين المحورين Interaxial:

يشير مصطلح Interaxial إلى المسافة الأفقية بين عدستي كاميرتين، أو بين عدستين في كاميرا مُجسمة، وعن طريق تغيير هذه المسافة يمكن التحكم في تغيير العمق الكلي للصورة ثلاثية الأبعاد من أقرب نقطة إلى أبعدها، فكلما زادت المسافة بين الكاميرا اليمنى واليسرى؛ كلما زاد العمق الكلي للصورة ثلاثية الأبعاد من أقرب نقطة إلى أبعدها كما يتضح بالشكل (٢٧) (Hummel, 2009, pp.80-81).

شكل (٢٧)

تأثير اختلاف المسافة بين المحورين على العمق الكلي للصورة ثلاثية الأبعاد



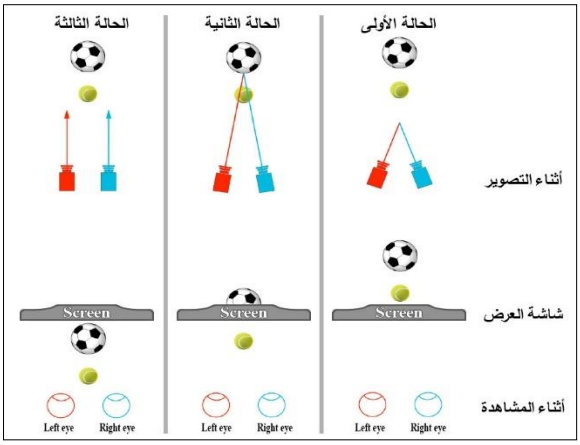
ب. زوايا التقارب Convergence:

هناك علاقة بين زوايا الرؤية الأفقية لعدسات كاميرات التصوير المُجسم أثناء تصوير الأجسام بالمشهد وبين مستوى بروز وعمق تلك الأجسام أثناء مشاهدتها على شاشة العرض كما يتضح بالشكل (٢٨)، حيث يختلف إدراك المتفرج لمدى بروز وعمق الأجسام على شاشة العرض باختلاف زوايا تقارب عدسات كاميرات التصوير المُجسم أثناء تصوير المشهد، ويتضح في الحالة الأولى أنه عندما حدث تقارب كبير لزوايا رؤية العدسات وتقاطعت أمام الأجسام أثناء تصوير المشهد فإن هذه الأجسام ظهرت على شاشة العرض في العمق وكان الانزياح البصري موجب Positive Parallax، بينما في الحالة الثانية

عندما حدث تقارب نسبي لزوايا رؤية العدسات وتقاطعت على الجسم أثناء تصوير المشهد فإن هذا الجسم ظهر على مستوى سطح شاشة العرض وكان الانزياح البصري صفري Zero Parallax، أما في الحالة الثالثة عندما حدث تباعد بين زوايا رؤية العدسات وأصبحت مسارات رؤية الأجسام متوازية أفقياً فإن هذه الأجسام ظهرت على شاشة العرض بشكل بارز بنسبة ١٠٠٪ وكان الانزياح البصري سالب Negative Parallax (Okun & Zwerman, 2020, pp.409-410; Dalmasso et al., 2024, pp. 15-16).

شكل (٢٨)

اختلاف زوايا الرؤية الأفقية لعدسات الكاميرات أثناء تصوير الأجسام بالمشهد وتأثيرها على إدراك المتفرج لمستوى عمق وتسطيح وبروز تلك الأجسام على شاشة العرض



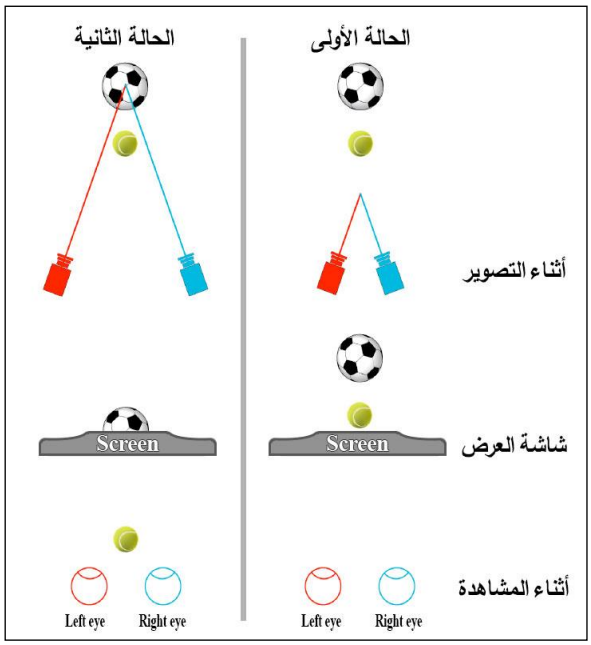
ج. الحيز ثلاثي الأبعاد 3D Space:

يمكن السيطرة والتحكم في الحيز ثلاثي الأبعاد بشكل عام عن طريق الاستفادة من تأثير تغير المسافة الأفقية بين عدستي الكاميرتين Interaxial، وكذلك تغير وتقارب زوايا الرؤية للعدستين Convergence كما يتضح بالشكل (٢٩)، حيث يتضح في الحالة الأولى أن المسافة بين الكاميرا اليمنى واليسرى صغيرة وتتقارب وتتقاطع مسارات رؤية العدسات أمام الأجسام في المشهد أثناء التصوير مما أدى إلى ظهور هذه الأجسام على شاشة العرض في العمق وحدوث انزياح بصري موجب Positive Parallax بالإضافة إلى ظهور عمق صغير بالمشهد ثلاثي الأبعاد ككل، بينما يتضح في الحالة الثانية أن المسافة بين الكاميرا اليمنى واليسرى واسعة وتتقاطع مسارات رؤية العدسات على الجسم أثناء تصوير المشهد مما أدى إلى ظهور هذا الجسم على مستوى سطح شاشة العرض وحدوث انزياح

بصري صفري Zero Parallax بالإضافة إلى ظهور عمق كبير بالمشهد ككل (Tong, 2022, p.3564).

شكل (٢٩)

تأثير اختلاف زوايا الرؤية الأفقية لعدسات الكاميرات والمسافة بينهم على إدراك الأجسام داخل الحيز ثلاثي الأبعاد

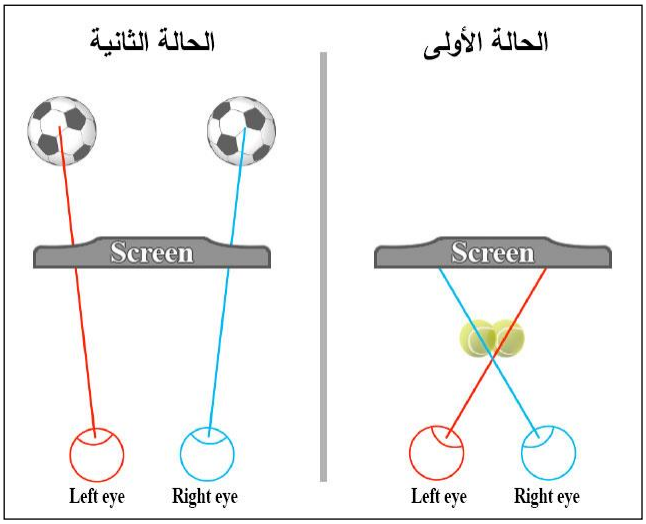


التحكم في مستوى بروز وعمق الأجسام داخل المشهد عن طريق التحكم في المسافة الأفقية بين عدستي كاميرتين Interaxial، وفى زوايا تقارب العدسات Convergence يجب أن يتم بحرص شديد حيث أن المبالغة في إظهار بروز أو عمق هذه الأجسام داخل المشهد؛ سوف يؤدى إلى ظهور مشاكل كبيرة أثناء المشاهدة كما يتضح بالشكل (٣٠)، حيث يتضح في الحالة الأولى أن نتيجة المبالغة في زيادة تجسيم وبروز الأجسام أدى ذلك إلى شعور المتفرج باقتراب هذه الأجسام منه بشكل مبالغ فيه؛ مما أدى إلى دوران مقلتي العينين أفقيًا بشكل كبير إلى الداخل، بينما يتضح في الحالة الثانية أن نتيجة ظهور الأجسام في الخلفية بعمق كبير؛ مما أدى إلى دوران مقلتي العينين أفقيًا بشكل كبير إلى الخارج، وفى تلك الحالتين سوف يشعر المتفرج بإجهاد كبير في العين، وقد يصعب على عقله إدراك الصورة المُجسمة بشكل طبيعي، لذلك يجب مراعاة عدم تجاوز المسافة الطبيعية بين العينين في وجه الإنسان أثناء ضبط وتهيئة عدسات كاميرات التصوير المُجسم (Reeve & Flock,

2010, p.8; Okun & Zwerman, 2020, p.389; Chopra & Kumar, 2023, p.5937).

شكل (٣٠)

مشاكل المبالغة في إظهار التجسيم والعمق أثناء التصوير على رؤية المتفرج أثناء العرض



أشارت دراسة كل من "صن" وآخرون (Sun et al., 2020) إلى أن الشعور أحيانًا بعدم الراحة عند مشاهدة العرض ثلاثي الأبعاد المُجسم بسبب إرهاق العين قد أدى إلى إحباط عديد من محاولات تطوير تطبيقات شاشات العرض ثلاثية الأبعاد، لذلك هدفت الدراسة إلى الكشف عن العلاقة بين إرهاق العين والتباين البُعدي (الانزياح البصري) Parallax في شاشات العرض ثلاثية الأبعاد، حيث تم تقييم إرهاق العين بعد مشاهدة عينات مختلفة ذات تباين بُعدي ثلاثي الأبعاد، وقد كشفت النتائج أن إرهاق العين يزداد بشكل أسرع عندما يكون هناك انزياح بصري سالب Negative Parallax مقارنةً بالانزياح البصري الموجب Positive Parallax، ويشير ذلك إلى أنه يمكن حدوث إرهاق للعين بقدر أقل من الذي يمكن أن يحدث عند مشاهدة شاشات العرض ثنائية الأبعاد؛ وذلك عند استخدام تباين بُعدي (انزياح بصري) غير مُلفت للنظر، مما يجعل المستخدمين يشعرون بمزيد من الراحة في الإدراك البصري ثلاثي الأبعاد مقارنةً بالعرض ثنائي الأبعاد، وقد توقعت الدراسة أن هذه العلاقة ستكون بمثابة معيار جديد في تصميم العروض المُجسمة.

من خلال ما تم تناوله في الجزء السابق فقد تم التعرف على مستويات العرض المُجسم على الشاشة، وكذلك أساليب التحكم فيها؛ مما ساعد ذلك

في بناء قائمة معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، كما تم التعرف على المشاكل المحتمل حدوثها في أثناء عملية التصوير المُجسم وذلك عند المبالغة في تغيير المسافة بين المحورين أو زوايا تقارب العدسات؛ مما ساعد ذلك على تجنب وتلافى هذه المشكلات أثناء إنتاج الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات عرض مُجسم مختلفة.

ثالثًا: بيئات التعلم الإلكترونية E-Learning Environments:

١- مفهوم بيئة التعلم الإلكترونية:

بيئات التعلم الإلكتروني هي نظم رقمية متكاملة تُستخدم لتخطيط وتنفيذ وتقويم عملية التعلم من خلال الإنترنت، وتشمل أدوات تفاعلية مثل المنتديات، الاختبارات الإلكترونية، والفصول الافتراضية، وتُصمم صفحات الويب التعليمية خصيصًا لتقديم محتوى تعليمي منظم وجذاب، مدعوم بالصور، والفيديوهات، والروابط التفاعلية، مما يسهم في تعزيز الفهم وتحفيز المتعلمين، وتوفير تجربة تعليمية فعالة تجمع بين المرونة، والتفاعل، وتنوع مصادر المعرفة، بما يتماشى مع احتياجات المتعلمين في العصر الرقمي، ويعرف الباحث بيئة التعلم الإلكترونية إجرائيًا بأنها "مجموعة متكاملة من أدوات وقواعد البيانات، ومصادر ومعلومات في شكل مقاطع فيديو تعليمية ثلاثية الأبعاد تُعرض بتقنيات العرض المُجسم، وتكون مُضمنة داخل صفحات ويب مترابطة فيما بينها، بهدف تنمية الانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم".

٢- مميزات صفحات الويب التعليمية:

تُعد صفحات الويب التعليمية من بيئات التعلم الإلكتروني التي تتسم بسهولة الاستخدام، حيث تسهم بشكل فعال في دعم العملية التعليمية بمختلف مراحلها ومقرراتها الدراسية، من خلال تزويد المتعلمين بالمعلومات التي ترفع من مستوى تحصيلهم العلمي وتنمّي مداركهم، كما توفر هذه الصفحات فرصًا لتبادل الأفكار والوصول إلى المحتوى التعليمي في أي وقت ومن أي مكان ومشاركته، كما تُثري طرق التدريس المتنوعة، فضلًا عن إتاحة الوصول إلى الأنشطة والواجبات، وتمكين المعلمين من تقييم أعمال الطلاب والاطلاع على درجاتهم، مما يجعل العملية التعليمية أكثر تفاعلية وفعالية، لذلك تُعد صفحات الويب التعليمية عنصرًا أساسيًا في تطوير أساليب التدريس وتعزيز التعلم الذاتي والتعاوني، مما يجعلها من الركائز المهمة في بيئات التعلم الإلكتروني، وهناك عديد من الأدبيات والدراسات التربوية التي تناولت مزايا صفحات الويب التعليمية مثل دراسة "حسن" (Hasan, 2014, p. pp.184-185)؛ ودراسة "إستيفيل" وآخرون Estivill et al., 2019, (pp.31-33) ومن هذه المميزات:

أ. التكامل مع الموارد الخارجية: تتيح صفحات الويب التعليمية إمكانية تضمين مصادر متعددة الوسائط وروابط خارجية (مثل مقاطع فيديو، وثائق، أدوات تفاعلية)، مما يُثري المحتوى التعليمي ويوسع من آفاق التعلم.

ب. سهولة الاستخدام دون الحاجة لمهارات تقنية متقدمة: حيث يعتمد تصميمها على بساطة التصفح وسهولة الوصول إلى المعلومات، مما يجعل استخدامها متاحًا للجميع دون الحاجة إلى خبرات فنية.

ج. إثراء معرفة المتعلمين ومواكبة المستجدات: تتيح للمتعلمين الوصول إلى محتوى محدث وذو صلة بمجالات تخصصهم، بما يعزز التعلم الذاتي والتفاعل مع التطورات الحديثة.

د. دعم أدوات التقويم التربوي: توفر أدوات مرنة لإنشاء وتحديد مواعيد الاختبارات، تسليم الواجبات، وجدولة المهام التعليمية الأخرى بشكل منظم وسهل.

ه. انضمام مرن وآمن للطلاب: لا تشترط إدخال معلومات شخصية، بل يمكن للطلاب الدخول عبر روابط خاصة يرسلها المعلم، مما يحمي خصوصيتهم ويُسهل الوصول.

و. إتاحة التفاعل مع أدوات التقييم الإلكترونية: يمكن للطلاب التفاعل مع الاختبارات والمقاييس والاستطلاعات من خلال الويب، ما يعزز تقييم الأداء بطرق متنوعة.

ز. تشجيع التعاون والتواصل العالمي: تسمح بإنشاء روابط ومشاركتها بين المعلمين والطلاب حول العالم، بما يساهم في تبادل المعرفة والأفكار والمصادر التعليمية.

ح. الوصول إلى المحتوى في أي زمان ومكان: تدعم التعلم المستمر والمرن، حيث يمكن للمعلمين والطلاب الوصول إلى الموارد التعليمية من أي جهاز متصل بالإنترنت، وفي أي وقت.

رابعًا: الانتباه الانتقائي البصري Visual Selective Attention:

يُعد الانتباه الانتقائي البصري أحد العمليات المعرفية الأساسية التي تمكّن الفرد من التركيز على معلومات بصرية محدده وسط عدد كبير من المثيرات الأخرى في السياق التعليمي، كما يعتبر هذا النوع من الانتباه عاملاً حاسماً في تسهيل عمليات الإدراك والتعلم، حيث يساعد المتعلمين على توجيه تركيزهم نحو العناصر المهمة في البيئة الصفية أو المواد التعليمية الرقمية، متجاهلين المعلومات غير المرتبطة بالأهداف التعليمية، فكلما زادت قدرة الطالب على استخدام الانتباه الانتقائي البصري بفعالية، زادت جودة تعلمه وفاعليته داخل الصف.

١- مفهوم الانتباه الانتقائي البصري:

الانتباه هو عملية عقلية يحدث من خلالها التركيز على مثير محدد دون غيره من المثيرات المحيطة،

سواء تم اختياره على نحو شعوري أو بشكل غير شعوري، وهناك نوعين من الانتباه أحدهما يرتبط بالمثيرات الحسية، والأخر يرتبط بالمثيرات العقلية، كما يُستخدم الانتباه لوصف كلٍ من (المشكلة) والتي تتمثل في التحديات الإدراكية أثناء اختيار المعلومات، وكذلك (الحل) الذي يتمثل في الآليات التي تستخدمها الأنظمة العصبية لمعالجة المعلومات ذات الصلة (Hommel et al., 2019, p.2290).

كما أن للإدراك البصري قدرة كبيرة على تنظيم وتفسير المنبهات الحسية ويكون ذلك في ضوء الخبرات السابقة، عن طريق استجابة الفرد البصرية المباشرة والمميزة لملامح البيئة المحيطة، حيث يستخلص الفرد المعلومات التي تمكنه من معرفة العالم المحيط وتحدد علاقته به، لذلك يُعد الإدراك البصري عملية ايجابية تشترط على التقاط المنظومة البصرية للمعلومات المحيطة، كما أنها عملية انتقائية (Gal & Linchevski, 2010, p.165).

يعرف "آيزنك" و"كين" (Eysenck & Keane, 2020, p.211) الانتباه الانتقائي البصري بأنه "القدرة على تركيز الانتباه على مثير بصري معين في بيئة تحتوي على مثيرات متعددة، من خلال تعزيز المعالجة الإدراكية لمثير بصري معين مع كبح المعالجة لمثيرات أخرى غير مرغوبة، حيث يقوم العقل البشري بانتقاء معلومة بصرية واحدة أو مجموعة محدودة من المعلومات من بين عدد كبير من المدخلات البصرية"، كما يعرفه "ستيرنبرغ" (Sternberg, 2012, p.95) بأنه "عملية معرفية تسمح بتركيز الموارد الذهنية على عناصر مرئية ذات صلة بمهمة معينة، متجاهلة المشتتات، حيث يتم اختيار محفزات بصرية محددة لمعالجتها بعمق أكبر دون غيرها من المثيرات في مجال الرؤية"، ويعرفه "هوميل" وآخرون (Hommel et al., 2019, p.2290) بأنه "عملية عقلية يتم فيها اختيار ومعالجة محفزات محددة من بين عدد كبير من المحفزات المتاحة، استنادًا إلى الهدف، والموقع، أو الخصائص البارزة، ويُستخدم هذا المفهوم لوصف قدرة النظام البصري على تحديد أولويات المعالجة لمواقع أو أجسام معينة، عادةً استعدادًا لحركة أو فعل معين".

وفي ضوء ما سبق يعرف الباحث الانتباه الانتقائي البصري إجرائيًا بأنه "التركيز الإرادي للمتعلم من أجل انتقاء مثير بصري من بين المثيرات البصرية الموجودة داخل العرض المُجسم للفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد في أقل زمن وأقل قدر من الأخطاء لكي يحصل على تركيز وتوجيه ومعالجة أفضل للمدخلات".

٢- أنواع الانتباه الانتقائي البصري:

لكي يحدث الانتباه الانتقائي البصري لدى الفرد بشكل سليم؛ يجب عليه أن يكون في حالة استعداد

للاستثارة الذهنية، والتي تسمح له بشكل إرادي بالتركيز من أجل انتقاء مثير بصري من بين المثيرات البصرية المحيطة، وهناك نوعان من الانتباه الانتقائي البصري وهما:

أ. الانتباه الانتقائي المبكر Early selective attention: هو عملية تصفية المعلومات الحسية غير المهمة في المراحل الأولى من المعالجة الإدراكية، أي قبل أن تتم معالجة المثيرات بصريًا أو لغويًا بشكل عميق، ولا تتم معالجة المثيرات غير المختارة بعمق، بل يتم تجاهلها مبكرًا (Newman & Baskin-Sommers, 2012, p.422).

ب. الانتباه الانتقائي المتأخر Late selective attention: يفترض هذا النوع أن جميع المثيرات الحسية تُعالَج بشكل أولي، لكن يتم اختيار ما هو مهم للاستجابة فقط في المرحلة المتأخرة من المعالجة، أي أن التصفية لا تحدث إلا بعد المعالجة الإدراكية الكاملة (Power et al., 2012, p.1498).

٣- عمليات الانتباه البصري:

يتكون الانتباه البصري من عدة عمليات على النحو الآتي (Farmer & Matlin, 2019, p.93؛ سعيد كمال عبدالحميد، حسنين على يونس عطا، ٢٠١٨، ١٧٢؛ Eysenck & Keane, 2020, p.217):

أ. البحث: يشير البحث البصري إلى عملية فحص البيئة البصرية للعثور على هدف معين بين عدة مثيرات، ويُعد هذا من أولى خطوات الانتباه البصري، حيث يُوجه الانتباه لتحديد موقع مثير بصري معين، وهناك نوعان من البحث هما:

- البحث الخارجي: ويحدث ذلك بشكل لا إرادي مثل: الانتباه المفاجئ لضوء خاطف ظهر في المجال البصري للفرد.
- البحث الداخلي: ويحدث ذلك بشكل اختياري مثل: قيام الفرد بالبحث عن شيء من بين عدة أشياء تقع أمام مجاله البصري.

ب. التصفية: هي عملية انتقائية تحد من التحميل الزائد على النظام الإدراكي، وتحدث في مراحل مبكرة أو متأخرة من المعالجة، ويتم فيها استبعاد المثيرات غير الضرورية والتركيز فقط على المثيرات ذات الصلة بالمهمة.

ج. الاستعداد للاستجابة: يحدث فيها تهيئة للاستجابة، حيث يتم توقع ظهور المثير بعد أن تم تحديده وتصفيته، ويكون هناك تحفيز للمناطق العصبية المسؤولة عن إصدار الفعل أو القرار السلوكي المناسب.

٤- العوامل المؤثرة في الإدراك الانتقائي البصري:

يزداد انتباه الفرد نحو مثيرات محددة يختارها دون غيرها، نظرًا لما تتميز به هذه المثيرات بخصائص معينة، وهذا ما يزيد من احتمالية فهمها وإدراكها، ومن العوامل المؤثرة في عملية الإدراك البصري ما

يلـي (Goldstein, 2010, pp.90-110; Eysenck & Keane, 2020, pp.211-230):

أ. الشـدة Intensity: تشـير الشـدة إلـى قـوة أو وضوح المثير البصري، مثل درجـة الإضـاءة أو الصوت، فكلما زادت شدة المثير، زادت احتمالية إدراكه وانتقائه بصريًا.

ب. الحجم Size: العناصر الأكبر حجمًا في مجـال الرؤيـة تجـذب الانتبـاه أكثـر مـن العناصـر الصغيرة، حتى وإن كانت متطابقـة فـي اللـون أو الشكل.

ج. التبـاين Contrast: المثيـرات التـي تظهـر بتبـاين عـالي عن خلفيتهـا (مـن حيـث اللـون أو الشكل) تجذب الانتباه بسرعة، لسهولة تمييزهـا عن البيئة المحيطة..

د. التكـرار Repetition: التكـرار المسـتمر لمثيـر معـين يجـذب الانتبـاه أكثـر مـن المثيـرات غيـر المتكررة ممـا يـؤدي إلـى تعزيـز إدراكـه، أو فـي بعض الحالات تجاهله (ظاهرة التعود).

ه. الحركـة Movement: المثيـرات المتحركـة تجذب الانتباه بسرعة أكبر من الثابتـة، لأنهـا قـد تشير إلى وجـود شـيء هـام أو خطـر فـي البيئـة المحيطة.

و. الجـدة Novelty: المثيـرات الجديـدة أو غيـر المتوقعـة تثيـر الانتبـاه البصـري تلقائيًـا، لأنهـا تشكل خروجًا عن المألوف وتستدعي التقييم.

ز. الألفـة Familiarity: تشـير الألفـة إلـى مـدى معرفـة الفـرد السـابقة بمثيـر معـين، فكلمـا كـان المثير مألوفًـا ومعتـادًا للفـرد، كـان مـن الأسـهل تمييزه والانتباه إليه وسط المثيرات الأخرى.

ه- مهارات الإدراك الانتقائي البصري:

مـن أبـرز السـمات التـي تميـز الإدراك البصـري هـو قـدرة واتسـاع دائـرة مـدركات القنـاة البصرية عن غيرها من قنوات الإدراك، علـى سـبيل المثال يمكن للفرد رؤية مبـاني أو أشـجار تقـع علـى بُعد مئات الأمتار، بينما لا يكنه سماع صـوت أو شـم رائحـة تبعـد عنـه ذات المسـافة، كمـا أن لسـرعة الإدراك البصري ومرونته في التحول والانتقـال مـن موضوع لأخر وكذلك بجهد أقل يعطي ميـزة وأهميـة كبيـرة لـلإدراك البصـري، ويمكـن تقسـيم مهـارات الإدراك البصـري علـى النحـو الآتـي (Brown & Rodger, 2017, pp.97-108; Scheiman, 2020, pp. 180-195):

أ. المطابقـة Visual Matching: هـي قـدرة الفـرد للتعـرف علـى التشـابه بـين صـورتين أو شكلين بصريين من حيث الشكل، أو اللـون، أو الحجم، أو الاتجاه، وهذه المهارة ضـرورية فـي جميع مراحل التعليم.

ب. التمييز البصري Visual Discrimination: هي قدرة الفرد على تمييز الفـروق الدقيقـة بـين

الأشكال أو الرموز البصرية، حتى وإن كانت هذه الأشياء متشابهة إلى حد كبير.

ج. الثبات الإدراكي Perceptual Constancy: تعني قدرة الفرد في التعرف على ذات الشيء تحت ظروف مختلفة، مثل الحجم أو الزاوية أو الإضاءة، وهذه المهارة قائمة على مبدأ أن الكائنات تبقى كما هي رغم التغيرات البصرية، مثال: تعرف الفرد على الكرسي سواء كان أمامه مباشرة أو موضوعًا بزاوية جانبية.

د. التمييز بين الشكل والأرضية Figure-Ground Discrimination: تعنى قدرة الفرد على التركيز في اختيار المثير المطلوب من بين عدة مثيرات تتنافس في الظهور أثناء حدوثها في وقت واحد، وهي ترتبط بشكل مباشر بالانتباه الانتقائي وسرعة الإدراك.

ه. التآزر البصري الحركي Visual-Motor Integration: هي قدرة الفرد على إحداث التناسق السليم بين العين واليد، أو وجود تكامل بين حركة العين والجسد عند أداء الأنشطة المتعددة، مثال: نسخ شكل هندسي.

٦- الأسس النظرية التي يستند عليها الانتباه الانتقائي البصري:

الانتباه الانتقائي البصري يستند إلى مجموعة من الأسس النظرية التي حاولت تفسير كيف ولماذا يركز الفرد على بعض المثيرات البصرية ويتجاهل غيرها، هذه النظريات ساعدت في فهم العمليات المعرفية المرتبطة بالتركيز، التصفية، والمعالجة البصرية، لذلك فإن استعراض النظريات التي يستند عليها الانتباه الانتقائي البصري أمر ضروري للاستدلال بها والاستفادة منها في تصميم مستويات العرض المُجسم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد، وفيما يلي أهم النظريات التي يستند عليها الانتباه الانتقائي البصري:

أ. نظرية التصفية المبكرة Broadbent's Filter Theory: تعد نظرية التصفية المبكرة لـ"برودبنت" Broadbent من أقدم نظريات الانتباه الانتقائي البصري، وتعرف أيضًا بـ "نظرية المصفاة" أو المرشح المبكر، وهذه النظرية تشير إلى أن الانتباه يحدث مبكرًا أي قبل إدراك الفرد لطبيعة المنبه، وترى أن قدرة الفرد تكون محدودة عند معالجة معلومات عديدة في ذات الوقت، وأن عملية الانتباه الانتقائي البصري تعتمد على تصفية المثيرات المرتبطة ببعضها في البيئة المحيطة، وقد افترض "برودبنت" أن هناك مصفاة ذات سعة انتباهيه محدودة، لا تسمح بمرور مثيرات تزيد عن هذه السعة، لذلك فإن المعلومات ذات الخصائص الفيزيائية الأكثر كثافة ووضوحًا تملأ هذه السعة بالكامل، وما يزيد عن هذه السعة لا يُنتبه إليه ولا يستطيع الفرد إدراكه، أي أن هذه المصفاة تسمح بمرور بعض المنبهات لمزيد من

المعالجة، بينما ترفض مرور المنبهات الأخرى (Broadbent, 2013, pp.44-48).

ب. نظرية التصفية المتأخرة Late Filtration Theory: ترى هذه النظرية أن جميع المثيرات تتم معالجتها مبدئيًا دون استبعاد، ولكن يتم اختيار الاستجابة لها لاحقًا بناءً على أهميتها أو دلالتها، حيث يمكن للفرد أن يلاحظ مثيرًا "غير ملحوظ" إذا أصبح فجأة ذا معنى، مثل سماع الفرد نداء اسمه وسط ضوضاء (Deutsch & Deutsch, 1963, p.81).

ج. نظرية التوهين Attenuation Theory: نظرية التوهين لـ "تريزمان" Treisman تعد من أبرز النظريات التي أيدت نظرية التصفية المبكرة لـ"برودبنت"، ولكنها افترضت وجود مخفف بدلًا من وجود المصفاة، ووفقًا لنظرية "تريزمان"؛ فإن الانتباه الانتقائي يحدث من خلال المخفف وهو الذي يسمح بمرور المنبه بناءً على خصائصه الفيزيائية، بينما يُوهِن المؤثرات الأخرى غير المهمة بغرض الانتباه لمنبه واحد فقط (جون اندرسون، ٢٠١٦، ١١٦).

د. نظرية الضوء الكاشف Spotlight Theory of Attention: يفترض "بوسنر" Posner من خلال هذه النظرية أن عملية الانتباه الانتقائي البصري تشبه كشاف الضوء الذي يتم تسليطه على جزء محدد من المجال البصري، مما يؤدي إلى زيادة وضوح المعالجة في هذا الجزء، وإهمال أو تقليل المعالجة للأشياء الواقعة خارجه، أي أن الانتباه يعمل وكأنه ضوء كاشف يتحرك إراديًا أو لا إراديًا عبر مساحة الرؤية، ولا يُضيء إلا ما يقع تحته (Posner, 1980, p.5).

٧- العلاقة بين مستويات العرض المُجسم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد والانتباه الانتقائي البصري:

هناك علاقة وثيقة بين أنظمة ومستويات العرض المُجسم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد والانتباه الانتقائي البصري لدى المتعلمين، وهذا ما أظهرته نتائج الدراسات السابقة مثل دراسة "هوينه-ثو" و"سكياتي" (Huynh-Thu & Schiatti, 2011) التي هدفت إلى قياس تأثير مشاهدة محتوى الفيديو المجسم ثلاثي الأبعاد على الانتباه الانتقائي البصري لدى عينة البحث وذلك من خلال إجراء تجارب تتبع لحركة العين وتحليل تأثير عناصر المشهد المختلفة على التركيز البصري، ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة هو أنه في حالة وجود عناصر غير واضحة في مقدمة المشهد يمكن أن يؤثر على توزيع الانتباه الانتقائي البصري لدى المشاهدين، مما قد يؤدي إلى تشتت التركيز أو تقليل الانتباه إلى العناصر الأساسية في المشهد، كما تم ملاحظة أن التباين في العمق بين العناصر المختلفة في المشهد قد يؤثر على كيفية توجيه

الانتباه البصري، حيث يميل المشاهدون إلى التركيز على العناصر ذات التباين العالي في العمق، كما أشارت نتائج الدراسة إلى أن أسلوب ترتيب العناصر داخل المشهد (مثل استخدام الضبابية في المقدمة) يمكن أن يؤثر على توزيع الانتباه البصري، وقد لا يكون لهذا الترتيب في الفيديو ثلاثي الأبعاد تأثير مماثل في الفيديو ثنائي الأبعاد، وقد أوصت الدراسة بضرورة التحكم في التباين البصري بين العناصر المختلفة داخل العرض المُجسم لتوجيه انتباه المشاهدين بشكل أفضل نحو العناصر الأساسية.

كما هدفت دراسة "فانغ" وآخرون (Fang et al., 2017) إلى تطوير نموذج حاسوبي يتنبأ بمناطق الجذب البصري في الفيديوهات ثلاثية الأبعاد، حيث تم بناء قاعدة بيانات كبيرة لتتبع حركة العين أثناء مشاهدة هذه الفيديوهات، واستخدامها كمرجع لتقييم النماذج المختلفة، وقد أثبتت النتائج تفوق النموذج المقترح على النماذج المناظرة في تحديد مناطق الجذب البصري في مقاطع الفيديو ثلاثية الأبعاد، كما أوصت الدراسة بضرورة عمل المزيد من الأبحاث التي تهتم بالعوامل النفسية والبصرية لتحسين التنبؤ بمناطق الجذب البصري داخل الفيديو التعليمي المُجسم.

كذلك دراسة "جاينج" وآخرون (Jiang et al., 2017) التي هدفت إلى تطوير نموذج حاسوبي لتقييم الراحة البصرية عند مشاهدة الصور المُجسمة ثلاثية الأبعاد بشكل تلقائي في ضوء الانتباه الانتقائي البصري والنشاط العصبي في الدماغ، وقد أثبتت النتائج أن النموذج له قدرة على التنبؤ بمستوى الراحة البصرية بشكل يتماشى مع تقييمات المستخدمين الفعلية، كم أوصت الدراسة بضرورة إجراء المزيد من البحوث المرتبطة بالعروض المجسمة وقياس تأثيرها على الانتباه الانتقائي البصري لما لها تأثير ملحوظ على الراحة البصرية أثناء المشاهدة.

بينما هدفت دراسة "ريميل" وآخرون (Remmele et al., 2018) إلى الكشف عن تأثير الفيديو المجسم ثلاثي الأبعاد على قدرة المتعلمين في التعرف على الأشكال المعقدة وأداء الانتباه الانتقائي البصري، وقد أظهرت النتائج أن استخدام الصور المجسمة يمكن أن يحسن من قدرة المتعلمين في التعرف على الأشكال المعقدة، في حين لم يكن هناك تأثير ملحوظ على الانتباه الانتقائي البصري، وقد أوصت الدراسة بضرورة إجراء المزيد من البحوث لتوظيف الفيديو المجسم ثلاثي الأبعاد في عرض المواد التعليمية، وتحديد أفضل الطرق لتطبيقه في بيئات التعلم المختلفة.

ويتضح مما سبق اتفاق غالبية الدراسات السابقة على التأثير الإيجابي والفعال لاستخدام أنظمة ومستويات العرض المُجسم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد في تنمية الانتباه الانتقائي البصري بالتالي، يُسهم دمج الفيديو المجسم مع مبادئ

الانتباه الانتقائي البصري في توفير تجربة تعليمية أكثر جذبًا وفعالية، خاصة في المجالات التي تتطلب فهمًا دقيقًا للعلاقات المكانية، لذلك سعى البحث الحالي الكشف عن مستوى العرض المجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) الأنسب داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية الانتباه الانتقائي البصري المرتبط بمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

خامسًا: القدرة المكانية Spatial Ability:

١- مفهوم القدرة المكانية:

تُعد القدرة المكانية واحدة من أهم القدرات العقلية العليا التي تلعب دوراً محورياً في تعلم العديد من المواد الدراسية، وعلى رأسها الرياضيات وعلوم التصوير والهندسة، بالإضافة إلى كونها أساساً لفهم العلاقات المكانية بين الأشياء في البيئة المحيطة، وقد نالت اهتماماً متزايداً في السنوات الأخيرة مع تطور تقنيات التعليم الرقمي والوسائط البصرية، حيث باتت القدرة على معالجة المعلومات المكانية والتعامل مع الأشكال المجسمة أو المتحركة مهارة ضرورية في بيئات التعلم الحديثة، ويُعرف "غاردنر" (Gardner, 1993) القدرة المكانية بأنها "قدرة الفرد على إدراك الأشكال والأنماط أو الأجسام أولياً، ثم القدرة على إنجاز تحويلات وتغييرات في الإدراك الأولي، وأخيراً القدرة على استعادة أجزاء من الخبرة البصرية في غياب المثير الحسي المباشر"، كما يُعرفها رافع الزغول وخلدون الدبابي (٢٠١٤، ٤٩٣) بأنها "العمليات العقلية التي يستخدمها الفرد في حل المشكلات التي تتطلب إدراكاً للأشياء وتدويرها وتصورها"، بينما يُعرفها "ليو" وآخرون (Lyu et al., 2023, p.160) بأنها "القدرة على تمثيل الأشياء والعلاقات المكانية بينها عقليًا، وتنظيم هذه التمثيلات وتحويلها ذهنياً"، في حين يُعرفها "ديسمي" وآخرون (Desme et al., 2024, p.2) بأنها "مهارة معرفية أو فكرية تستخدم لتمثيل المعلومات المتعلقة بالكائن أو البيئة، وتحويلها، وتوليدها، واسترجاعها"، كما تُعرفها سلوى محمد درويش (٢٠٢٤، ٣١٤) بأنها "عملية عقلية يستخدمها الفرد عند حل المشكلات التي تتطلب تصور الأشكال أو الأجسام وتدويرها في الفراغ، وإدراك العلاقات المكانية بينها".

وفي ضوء ما سبق يعرف الباحث القدرة المكانية إجرائيًا بأنها "قدرة المتعلم على التفكير بصريًا لتصور الأشكال والألوان والأنماط بدقة، وتخيل الأجسام ثلاثية الأبعاد وتحريكها عقليًا وتحديد الاتجاهات مما يمكنه من فهم العالم المادي المحيط به؛ وتصور النتائج النهائية لعملية التصوير الفوتوغرافي قبل البدء في التنفيذ".

٢- مكونات القدرة المكانية:

يرى كل من "لين" و"باترسون" (Linn & Peterson, 1985, p.1482)أن

هناك ثلاثة عوامل مكونة للقدرة المكانية على النحو الآتي:

أ. الإدراك المكاني Spatial Cognition: وتتمثل في القدرة على تعرف العلاقات المكانية مع الحفاظ على هيئتها.

ب. التدوير العقلي Mental Rotation: هو القدرة على تدوير الأجسام ثنائية وثلاثية الأبعاد ذهنياً في الفراغ باستخدام العقل بسرعة ودقة.

ج. التصور المكاني Spatial Visualization: هو القدرة على فهم وتخيل الحركة في الفضاء ثلاثي البعد، أو القدرة على معالجة الأشياء في الخيال.

٣- أهمية القدرة المكانية في التعليم:

تُعد القدرة المكانية من القدرات المعرفية الأساسية التي تلعب دورًا مهمًا في دعم وتسهيل عمليات التعلم، خاصة في المجالات التي تعتمد على التخيل والتصور، مما يكون لها تأثير كبير على مهارات تطبيق فنيات وقواعد التصوير الفوتوغرافي، ويمكن إجمال أهمية القدرة المكانية في التعليم على النحو الآتي (Sorby, 2009, p.60; Uttal et al., 2013, p.353):

أ. تلعب دور مهم في بيئات التعلم القائمة على الفيديوهات ثلاثية الأبعاد، حيث تنمي التصور المكاني لدي المتعلمين من خلال عرض الأجسام من زوايا متعددة.

ب. تساعد المتعلم على إدراك موقع الأشياء بالنسبة لبعضها، مثل فهم الرسوم البيانية، والخرائط الذهنية، والنماذج.

ج. تدعم التفكير المجرد وحل المشكلات.

د. تُستخدم القدرة المكانية في تخيل الاحتمالات، واختبار الفرضيات، والربط بين الأشكال والمفاهيم.

ه. تطوير القدرة على التخيل العقلي والتصور

و. تلعب دورًا محوريًا في تعليم الهندسة، والرسم، والعلوم، والتقنيات، حيث يحتاج الطالب لتصور الأشكال ثلاثية الأبعاد.

ز. تؤثر بشكل إيجابي على التحصيل الدراسي.

٤- أنواع اختبارات القدرة المكانية:

اختبارات القدرة المكانية تهدف إلى قياس مدى قدرة الفرد على إدراك وتمثيل العلاقات المكانية بين الأشكال أو الكائنات، وهي تتنوّع بحسب النوع المعرفي للقدرة المكانية التي يتم استهدافها، وفيما يلي أنواع اختبارات القدرة المكانية الرئيسة (Ekstrom et al., 1976, p.7; Linn & Peterson, 1985, p.1483; Sorby, 2009, p.62; Miller & Halpern, 2020, p.47):

أ. اختبارات التدوير العقلي Mental Rotation Tests: تقيس قدرة الفرد على تدوير الأشكال ذهنياً في الفراغ، مثل اختبار Shepard and Metzler Mental Rotation يتم فيه تقديم

شكلان يتم تدويرهما ويُطلب الحكم عليهما هل هما متطابقان أم لا.

ب. اختبارات التوجه المكاني Spatial Orientation Tests: تقيس قدرة الفرد على تحديد الاتجاهات والمواقع بالنسبة لنقطة مرجعية، مثل تحديد الموقع الصحيح لجسم معين عند تغيير وجهة النظر.

ج. اختبارات العلاقات المكانية Spatial Relations Tests: تختبر قدرة الفرد على تحليل العلاقات بين أجزاء شكل معين، مثل اختيار الشكل الذي يمثل التجميع الصحيح لمجموعة من القطع أو الأشكال، وكذلك اختبارات "القطع المفقودة" أو "مطابقة الشكل.

د. اختبارات التمثيل العقلي Spatial Visualization Tests: تتضمن مهام مثل الطي، القص، التكوين، أو التفكيك الذهني للأشكال، مثل اختبار ورقة الطي Paper Folding Test الذي يتم فيه طي شكل عدة مرات وتثقيبه، ثم يُطلب من الفرد تحديد شكل الثقب بعد فتح الورقة.

ه. اختبارات قياس الحجم والمسافة Spatial Perception Tests: تختبر إدراك الفرد للعلاقات النسبية بين الأحجام أو المسافات في بيئة ثلاثية الأبعاد، مثل التقدير البصري للأطوال أو المسافات، أو تحديد العمق.

٥- الأسس النظرية التي تستند عليها القدرة المكانية:

أ. نظرية (كاتل-هورن-كارول) Cattell–Horn–Carroll (CHC) Theory:

تُعد نظرية (CHC) من أقوى النظريات المعاصرة في مجال القدرات المعرفية، وهي تمثل إطارًا تكامليًا يجمع بين نتائج دراسات تحليل العوامل التي أجراها كلٌّ من "ريموند كاتل" ١٩٤١، و"جون هورن" ١٩٦٥، و"جون كارول" ١٩٩٣، وتُستخدم هذه النظرية على نطاق واسع في تصميم اختبارات الذكاء والقدرات العقلية (Willis, 2011, p.45).

كما تدعم هذه النظرية فهم القدرة المكانية كقدرة متعددة الأبعاد، وليس كمهارة واحدة، وتوفر أساسًا علميًا لتصميم اختبارات القدرة المكانية، بتحديد المهارات المستهدفة (مثل التصور أو الدوران)، كما تساعد على تحليل تأثير البرامج التعليمية (مثل الفيديوهات ثلاثية الأبعاد) في تنمية عناصر محددة من القدرة المكانية، وتُستخدم كمرجعية في تفسير الفروق الفردية بين المتعلمين في المهارات البصرية، حيث تقوم هذه النظرية بتقسيم القدرات المعرفية إلى ثلاثة مستويات هرمية، تبدأ بالمستوى العام وهو خاص بالقدرة العقلية العامة، يليه المستوى الواسع وهو يتضمن عدة قدرات من أبرزها القدرة البصرية المكانية، والتفكير السائل، والمعرفة المكتسبة، وسرعة

المعالجة، والذاكرة قصيرة المدى، وأخيرًا المستوى الضيق وهو يرتبط بمهارات تصور العلاقات المكانية بين الأشياء، وتحديد العلاقة بين الأشكال عند التدوير أو التغيير، وتدوير الأجسام ذهنيًا، والتعرف السريع على الأشكال الجزئية أو غير الكاملة، وتمييز شكل معين ضمن خلفية معقدة (Schneider et al., 2012, p.38).

ب. النظرية العاملية والتحليل العاملي Factor Theory:

تُعد النظرية العاملية من أقدم وأهم النظريات في علم النفس العقلي، حيث تفترض هذه النظرية أن الأداء العقلي للإنسان يمكن تفسيره من خلال مجموعة من العوامل (القدرات العقلية) التي يتم استخراجها إحصائيًا باستخدام التحليل العاملي، ومن أبرز رواد هذه النظرية: "تشارلز سبيرمان" Spearman الذى قدم مفهوم "العامل العام" الذي يؤثر في جميع أنواع النشاط العقلي، وافترض وجود عامل نوعي خاص بكل مهمة معرفية، وكذلك "لويس ثيرستون" Thurstone الذى عارض فكرة العامل الواحد وطرح نموذج القدرات العقلية الأولية السبع، والتي من بينها القدرة المكانية المتمثلة في القدرة على تصور العلاقات بين الأشكال أو الأشياء في الفضاء، وكذلك "جيلفورد" Guilford الذي قدّم نموذجًا ثلاثي الأبعاد للذكاء، وجعل القدرة المكانية مكونًا ضمن مجال العمليات العقلية مثل التصور، والتذكر، والتحويل، وقد أسهمت هذه النظرية بشكل كبير في تفسير القدرات العقلية من خلال منهج التحليل العاملي Factor Analysis، وتُعد القدرة المكانية واحدة من القدرات التي تم تحديدها وتصنيفها عبر هذا المنهج، مما يجعل النظرية العاملية أساسًا مهمًا في بناء وفهم اختبارات القدرة المكانية وتفسير نتائجها (Juhel, 1991, p.438; Carroll, 1993, p. 324).

ج. نظرية الذكاءات المتعددة Multiple Intelligence Theory:

نظرية الذكاءات المتعددة التي طوّرها "هوارد غاردنر" Howard Gardner عام ١٩٨٣ تمثل أحد أبرز التحولات في فهم طبيعة الذكاء، حيث رفض "غاردنر" فكرة الذكاء الواحد المرتبط غالبًا بالقدرة اللفظية أو المنطقية، واقترح أن الإنسان يمتلك عدة أنواع من الذكاء، لكل منها خصائصه وتطبيقاته. ومن بين هذه الأنواع، الذكاء المكاني الذي برز كأحد أهم أشكال الذكاء في مجالات التعليم الحديث، خاصة المرتبط بالتكنولوجيا، التصميم، والعلوم. وعرفه "غاردنر" بأنه القدرة على إدراك العالم البصري المكاني بدقة، وتكوين الصور الذهنية، وتحويلها، وإعادة بنائها، والقدرة على التمييز بين التفاصيل البصرية الدقيقة (Gardner, 2011, p. 173).

د. نظرية المعالجة البصرية التكامليّة Feature Integration Theory:

تُعد نظرية المعالجة البصرية التكامليّة من أبرز النظريات التي تفسر كيفية إدراك الإنسان للعالم البصري من حوله، وقد طوّرتها "آن تريزمان" Anne Treisman بالتعاون مع "غاري جيلاد" Garry Gelade في ثمانينيات القرن الماضي، حيث تلعب هذه النظرية دوراً محورياً في فهم القدرة المكانية، حيث تنص هذه النظرية على أن المعالجة البصرية تتم على مرحلتين، المرحلة الأولى خاصة بالمعالجة التلقائية Pre-attentive stage وهى تتم بسرعة وبدون تركيز، حيث تُعالج الخصائص البصرية الأساسية كلٌ على حدة مثل اللون، الحجم، الاتجاه، الموقع، والمرحلة الثانية خاصة بالمعالجة المركّزة Focused attention stage ويتم فيها دمج تلك الخصائص في تمثيل موحّد للعنصر أو الجسم، وتتطلب تركيزًا وانتباهًا (Treisman & Gelade, 1980, p.98).

٦- العلاقة بين مستويات العرض المُجسم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد والقدرة المكانية:

العرض المجسم للفيديو ثلاثي الأبعاد يوفر تجربة غامرة تسمح للطلاب بتصور الأجسام والعلاقات المكانية بشكل أكثر واقعية وتفاعلية مما توفره المواد التعليمية التقليدية، وهذه القدرة على التفاعل مع تمثيلات ثلاثية الأبعاد للأشياء يمكن أن تساعد الطلاب على تنمية مهاراتهم في تكوين صور عقلية للأشياء في وضعها المكاني وإدراك علاقتها بالأشياء الأخرى، حيث تعتمد القدرة المكانية على تمثيل وتحويل وتوليد واسترجاع المعلومات المكانية مثل الحجم والشكل، والموقع، والمسافة، والاتجاه، وقد أثبتت عديد من البحوث والدراسات أن استخدام الفيديو التعليمي المُجسم ثلاثي الأبعاد يساهم بشكل كبير في تنمية القدرة المكانية لدى المتعلمين، حيث توفّر هذه الوسائط تمثيلات بصرية غنية تسمح للطلاب بالتفاعل العقلي مع الأشكال والأجسام المجسمة، وتحفّز لديهم عمليات التصور والتدوير الذهني، مثل دراسة "إبراهيم" و"عزيز" (Ibrahim & Aziz, 2019) التي أكدت نتائجها أن الطلاب الذين تلقوا دروسًا باستخدام مقاطع فيديو تعليمية ثلاثية الأبعاد؛ أظهروا تحسنًا ملحوظًا في اختبارات التمثيل المكاني مقارنة بمن تلقوا تعليمًا تقليديًا، كما أكد "ماير" (Mayer, 2020) في ضوء مبدأ (التعلم المتعدد الوسائط) أن التعلم يكون أكثر فاعلية عندما يتم دمج الصور المتحركة المجسمة مع الشرح الصوتي، حيث تسهّل هذه الطريقة تحميل المعلومات إلى الذاكرة العاملة، مما يعزز من بناء الصور الذهنية المكانية، كذلك نتائج دراسة "شمس الدين" وآخرون (Samsudin et

al., 2020) التي تبين من خلالها أن استخدام مقاطع الفيديو ثلاثية الأبعاد ساعد في تحسين قدرة الطلاب على تصور الظواهر الديناميكية في الفضاء، مما انعكس بشكل إيجابي على أدائهم في الاختبارات الخاصة بالتفكير المكاني، كما أشارت نتائج دراسة "تشانغ" و"لين" (Zhang & Lin, 2021) إلى أن الطلاب ذوي الأداء الضعيف في المهارات المكانية أظهروا تقدمًا كبيرًا عند استخدام الفيديو ثلاثي الأبعاد، مما يعني أن هذه التكنولوجيا تُعد أداة تعويضية يمكن أن تقلل من الفروق الفردية في القدرة المكانية.

مما سبق يتضح أن هناك علاقة قوية بين مستويات العرض المُجسم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد والانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية، حيث أن القدرة المكانية تتطلب إدراك العلاقات بين الأشكال (حجم، موقع، اتجاه) وفق نظرية المعالجة البصرية التكامليّة التي أوضحت كيف يُجمّع النظام المعرفي هذه الخصائص في صورة واحدة، كما يُعد الانتباه البصري الانتقائي أحد أهم عناصر القدرة المكانية حيث يركز على علاقات محددة بين العناصر، مثل معرفة موقع شيء ما في الفراغ، وهذا يتم وفقًا للمرحلة الثانية من نظرية المعالجة التكامليّة، كما أن قدرة الفرد على تحديد عنصر معين ضمن مشهد معقد (مثل العثور على مخرج في خريطة أو جسم معين في صورة مجسمة) يعتمد على قدرته على تجميع خصائصه البصرية وفصله عن الخلفية، كذلك التمثيل المكاني يتطلب إدراك الأبعاد والعلاقات الفراغية ودمج معلومات من عدة خصائص بصرية (اتجاه، عمق، حجم)، وهي بالضبط ما يتم معالجته من خلال مستويات العرض المُجسم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد.

الخطوات المنهجية للبحث وإجراءاته:

تتضمن الخطوات المنهجية للبحث الحالي المحاور الآتية:

- تحديد معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد).
- تصميم مواد المعالجة التجريبية "بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)".
- بناء أدوات القياس وإجازتها.
- التجربة الاستطلاعية للبحث.
- التجربة الأساسية للبحث.
- المعالجة الإحصائية للبيانات.

وذلك على النحو الآتي:

أولًا: تحديد معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد):

عملية بناء قائمة معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) تُعد متطلب أساسي في هذا البحث لإنتاج المحتوى التعليمي في ضوئها، وقد تم ذلك وفقًا للخطوات الآتية:

١- تحديد الهدف العام من بناء قائمة المعايير:

يتوقف الهدف العام من بناء قائمة المعايير على الغرض الوظيفي للبحث الحالي، وهو الحاجة لتحديد مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) الأنسب داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد.

٢- تحديد المجالات الرئيسة لقائمة المعايير:

في ضوء الإطار النظري الذي سبق تناوله، تم وضع المجالات الرئيسة لقائمة المعايير وفق متطلبات إنتاج الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، حيث تم وضع ثلاثة مجالات رئيسة لقائمة المعايير على النحو الآتي:

- **المجال الأول: يتضمن المعايير التربوية لتصميم فيديو تعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات عرض مُجسم.**
- **المجال الثاني: يتضمن المعايير الفنية لتصميم فيديو تعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات عرض مُجسم.**
- **المجال الثالث: يتضمن المعايير التقنية لتصميم فيديو تعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات عرض مُجسم.**

٣- مصادر اشتقاق قائمة المعايير:

لإعداد قائمة معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، قام الباحث بتحليل محتوى عديد من الأدبيات والدراسات والبحوث المتخصصة التي اهتمت بتصميم الفيديو ثلاثي الأبعاد، وبأنظمة الرؤية ومستويات العرض المُجسم، وذلك لاشتقاق بعض الأسس التي اتفقت عليها هذه الدراسات، والتي قد سبق عرضها في الإطار النظري لهذا البحث.

٤- إعداد القائمة المبدئية لمعايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد):

تمت صياغة المعايير التي تم التوصل إليها من المصادر السابقة على هيئة معايير ومؤشرات تندرج تحت كل معيار، وبذلك أصبحت قائمة معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز–

متعدد) في صورتها المبدئية تتكون من تسعة عشر معيار يندرج تحتهم تسع وتسعون مؤشرًا.

٥- استبانة الخبراء:

تم وضع هذه القائمة في صورة استبانة لاستطلاع آراء الخبراء والمتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم، ومجال السينما والتليفزيون في هذه المعايير من حيث مدى أهميتها، ومدى كفايتها ومدى صياغتها بطريقة صحيحة.

٦- تطبيق استبانة الخبراء (صدق المعايير):

للتأكد من صدق قائمة المعايير المعروضة بالاستبانة طُلب من المحكمين إبداء آرائهم في هذه المعايير والمؤشرات من حيث مدى أهمية هذه المعايير، ووفق آراء السادة المحكمين تقرر اعتبار الآتي:

- إذا جاء الوزن النسبي لتقديرات المحكمين بالموافقة على المؤشر أكبر من أو يساوي (٧٥)، فهو يعد وزنًا نسبيًا عاليًا لهذا المؤشر.
- إذا جاء الوزن النسبي لتقديرات المحكمين بالموافقة على المؤشر أكبر من أو يساوي (٥٠) إلى أقل من (٧٥)، فهو يعد وزنًا نسبيًا متوسطًا لإتاحة هذا المؤشر أو الاهتمام باستخدامه.
- إذا جاء الوزن النسبي لتقديرات المحكمين بالموافقة على المؤشر أقل من (٥٠)، فهو يعد وزنًا نسبيا قليلًا لإتاحة هذا المؤشر أو الاهتمام باستخدامه.
- إبداء المحكمين رأيهم في مدى كفاية كل معيار وكل مؤشر، وما إذا كانت هناك مؤشرات أخرى ترتبط بهذا المعيار، فيذكرها المحكم في المكان المخصص لذلك في نهاية كل معيار.
- تحديد مدى دقة صياغة المعايير والمؤشرات المنبثقة منها، واقتراح الصياغة المناسبة للبنود التي يراها المحكم تحتاج إلى تعديل.

٧- إجراءات تطبيق الاستبانة:

تم توزيع الاستبانة على (١٢) محكم (ملحق١)، مصحوبة بخطاب يوضح كيفية الإجابة عليها وذلك عن طريق البريد الإلكتروني، أو التسليم الشخصي وفقًا لرغبة كل محكم، وقد استجاب منهم (٩) محكمين، وقد أجابوا عن جميع بنود الاستبانة.

٨- المعالجة الاحصائية للاستبانة:

تم معالجة بيانات الاستبانة إحصائيًا كما يلي:

- حساب الوزن النسبي لكل مؤشر من المؤشرات حيث كانت الاستجابات من خلال تحديد قيمة على سلم متدرج، كالآتي (هام جدًا - هام – غير هام) حيث عولجت إحصائيًا بحساب الوزن النسبي لكل بند، وذلك بعد وضع تقدير نسبي متدرج لهذه الاستجابات على هذا النحو (٢ - ١ - صفر).

- تم حساب الوزن النسبي لكل معيار ومؤشر باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{الوزن النسبي للبند} = \frac{\text{مجموع (التكرارات X التقدير النسبي لها)}}{\text{الوزن النسبي الأعلى X عدد المحكمين}}$$

٩-نتائج تطبيق الاستبانة:

تم تفريغ مقترحات المحكمين وقد تقرر أن يؤخذ بالتعديل أو الإضافة إذا نص عليه أكثر من محكم، وفيما يلي عرض الاضافات المقترحة وتعديلات الصياغة التي اتفق عليها أكثر من محكم، وقد جاءت النتائج كما يلي:

- الوزن النسبي لأهمية المعايير: جاءت جميع الأوزان النسبية لمدى أهمية المعايير بأن حصلت جميع المعايير والمؤشرات المرتبطة بها على الوزن النسبي النهائي من جانب المحكمين.
- الإضافات: لم يقترح السادة المحكمون إضافة أية معايير في قائمة المعايير المبدئية.
- التعديلات في الصياغة: هناك تعديلات عدة في الصياغة اتفق أكثر من محكم على إجرائها، وقد أخذ بها الباحث، كذلك أشار المحكمون إلى دمج بعض المؤشرات المتشابهة التي يمكن دمجها، وبالتالي أصبحت قائمة المعايير في صورتها النهائية تتكون من ثلاثة (٣) مجالات، وتضم ثمانية عشر (١٨) معيار يندرج تحتهم أربعة وتسعون (٩٤) مؤشرًا (ملحق٢)، ويوضح جدول (١) الآتي ملخص عام لقائمة معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد):

جدول (١)

ملخص عام لقائمة معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)

م	مجالات القائمة والمعايير المندرجة تحتها	عدد المؤشرات
المجال الأول	المعايير التربوية لتصميم فيديو تعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات عرض مُجسم:	
١	توافق محتوى الفيديو تعليمي ثلاثي الأبعاد مع الأهداف التعليمية.	٥
٢	وضوح الرسائل التربوية والمفاهيم.	٥
٣	ملاءمة زمن الفيلم لأهدافه التربوية.	٥
٤	التوازن بين التجسيم والمحتوى التعليمي	٥
المجال الثاني	المعايير الفنية لتصميم فيديو تعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات عرض مُجسم:	
١	الإخراج الفني للسيناريو التنفيذي.	٥
٢	زاوية رؤية الكاميرا الاستريوسكوبية ودقة حركتها داخل برامج التصميم ثلاثي الأبعاد.	٦
٣	جودة التصميم البصري ثلاثي الأبعاد.	٤
٤	تصميم النماذج والشخصيات وتحريكها.	١٣
٥	التصميم الصوتي.	٥
٦	ضبط زمن العرض ومزامنة الصوت مع الصورة.	٤
المجال الثالث	المعايير التقنية لتصميم فيديو تعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات عرض مُجسم:	
١	تطبيق الانزياح البصري الموجب Positive Parallax لإظهار العمق داخل الشاشة.	٥

م	مجالات القائمة والمعايير المندرجة تحتها	عدد المؤشرات
٢	تطبيق الانزياح البصري الصفري Zero Parallax على مستوى الشاشة.	٥
٣	تطبيق الانزياح البصري السالب Negative Parallax لإبراز المُجسمات باتجاه المتفرج.	٥
٤	تطبيق الانتقالات البصرية بين مستويات التجسيم المتعددة.	٤
٥	التحكم في الحيز ثلاثي الأبعاد 3D Space من خلال ضبط المسافة البينية Interaxial وزاوية الرؤية Convergence لعدسات الكاميرا الاستريوسكوبية الافتراضية.	٥
٦	اختبار مستوى الراحة البصرية للمتعلم.	٤
٧	توافق الملف مع أنظمة العرض المُجسم.	٤
٨	دقة إخراج الصورة المُجسمة.	٥
١٨	- الإجمالي -	٩٤

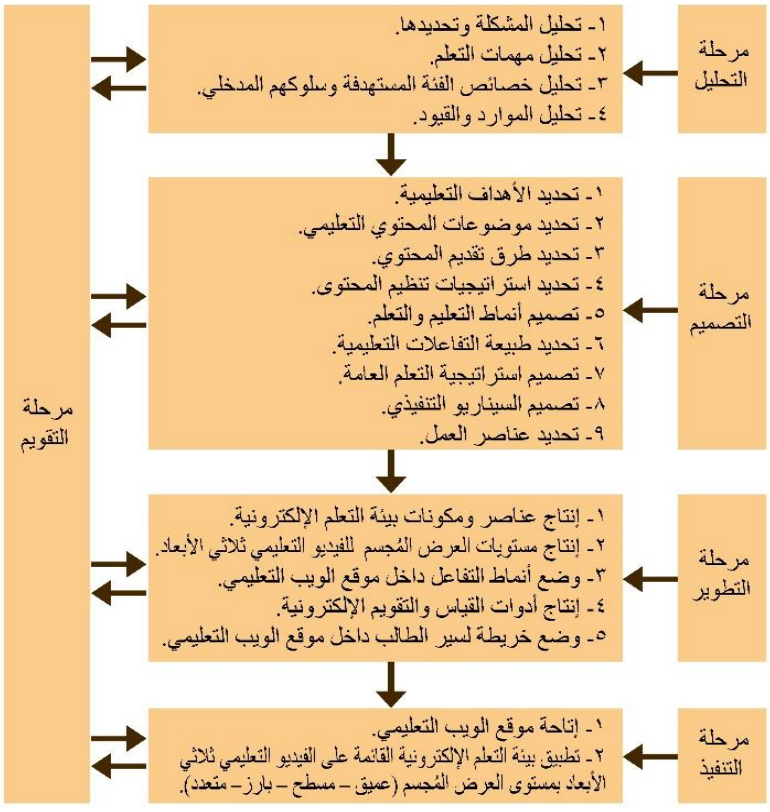
ثانيًا: تصميم مواد المعالجة التجريبية " بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)":

قام الباحث بالاطلاع علي مجموعة من نماذج التصميم التعليمي ومن بين تلك النماذج التي اطلع عليها الباحث: نموذج "كمب"، ونموذج محمد عطية خميس، ونموذج الغريب زاهر، ونموذج الجزار، ونموذج ADDIE-، وبما أن نموذج التصميم التعليمي الجيد هو ما يضمن المحافظة علي استمرار اهتمام المتعلمين وكذلك إثارة دافعيتهم نحو التعلم، ولأن تصميم بيئة التعلم يتطلب أن يتبع الباحث في عملية التصميم أحد نماذج التصميم والتطوير التعليمي والتي يجب أن تتناسب مع طبيعة وخصائص طلاب تكنولوجيا التعليم، لذا فقد قام الباحث بتصميم بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض

مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، وفق نموذج ADDIE حيث أن هذا النموذج يعد هو الأساس لجميع نماذج التصميم التعليمي وجميع النماذج تنبثق منه، كما أنه يضم جميع العمليات المتضمنة في النماذج الأخرى، فضلًا عن أنه يتصف بالوضوح والسهولة والشمول بشكل كبير مقارنة بالنماذج الأخرى، وقد أجري الباحث بعض التعديلات علي النموذج المستخدم بما يتناسب مع متطلبات البحث الحالي.

شكل (٣١)

مخطط لنموذج التصميم التعليمي العام ADDIE



١- مرحلة التحليل Analysis:

شملت هذه المرحلة الإجراءات الآتية:

١-١- تحليل المشكلة وتحديدها:

سبق تحديد مشكلة البحث الحالي في: الحاجة لتحديد مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) الأنسب داخل الفيديو

التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني والكشف عن أثره في تنمية الجانب التحصيلي، والانتباه الانتقائي البصري، والقدرة المكانية المرتبطين بمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية لدى طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية – جامعة عين شمس، وتمكن الباحث من بلورة مشكلة البحث وصياغتها في ضوء المحاور التي تم تناولها في الجزء الخاص بالإحساس بمشكلة البحث والذي سبق عرضه في البحث الحالي، وتأسيسًا علي ما تم عرضه، سعى البحث الحالي إلى تصميم بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)؛ وقياس أثرها في تنمية الانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

١-٢- تحليل مهمات التعلم:

يستهدف هذا الإجراء تحديد المهمات التعليمية المطلوبة واستخلاصها من مصادر عدة وقد مر هذا الإجراء بالخطوات الآتية:

- تم عمل استبانة لاستطلاع رأي الخبراء من أعضاء هيئة تدريس تكنولوجيا التعليم وذلك لإبداء آرائهم في أهم الموضوعات المرتبطة بمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية والتي يستلزم تدريسها بشكل مفصل إلى طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم، وقد تم عرض الاستبانة على عدد (٩) محكمين (ملحق١) من خبراء تكنولوجيا التعليم.
- تم عمل استبانة لاستطلاع رأي طلاب تكنولوجيا التعليم وذلك لإبداء آرائهم في الموضوعات المرتبطة بمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية والتي تشكل لهم صعوبة بالرغم من أهمية وضرورة دراستها من وجهة نظرهم، وقد تم عرض الاستبانة على عدد (٤٧ طالب وطالبة) من طلاب تكنولوجيا التعليم.
- بعد تحليل نتائج الاستبانات الخاصة بالطلاب وأعضاء هيئة التدريس، وجد الباحث اتفاق بين أعضاء هيئة التدريس وطلاب تكنولوجيا التعليم على موضوعات محددة، وفيما يأتي يوضح جدول (٢) الموضوعات الخاصة بمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية لطلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم وفقًا لأهميتها لدى أعضاء هيئة تدريس وطلاب تكنولوجيا التعليم:

جدول (٢)

موضوعات مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية وفقًا لأهميتها لدى أعضاء هيئة تدريس وطلاب تكنولوجيا التعليم

م	الموضوع	نسبة الاتفاق
١	قواعد التكوين.	١٠٠٪
٢	زوايا التصوير.	٩٧٪
٣	أحجام اللقطات.	٩٦٪

١-٣- تحليل خصائص الفئة المستهدفة وسلوكهم المدخلي:

يهدف هذا التحليل إلى التعرف علي طبيعة الطلاب الموجه لهم مواد المعالجة التجريبية "بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)"، وذلك من خلال تحديد المرحلة العمرية المستهدفة، وجوانب النمو المختلفة للمتعلمين (معرفية - مهارية - وجدانية)، والمهارات والقدرات الخاصة بهم، ومعرفة مستوى السلوك المدخلي لهم، وقد تم اختيار طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية – جامعة عين شمس؛ وهم بطبيعة الحال ليسوا علي دراية مسبقة بالمحتوي العلمي المقدم، ولم يدرسوه من قبل، هذا بجانب امتلاك الطلاب لمهارات التعامل مع مواقع الويب كمتطلب من متطلبات العصر الرقمي؛ حتي يمكنهم التعامل مع مواد المعالجة التجريبية، ومن أهم الخصائص النفسية التي يتسم بها الأفراد في تلك المرحلة العمرية هي القدرة علي إدراك العلاقات بين الأشياء، كما يتطور إدراكهم من المستوى الحسي إلى المستوى المجرد، وزيادة الدافعية نحو الاستكشاف والاستطلاع، ومن ثم فإن تعليم الطلاب في هذه المرحلة العمرية من خلال بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم، يعد مناسبًا جدًا.

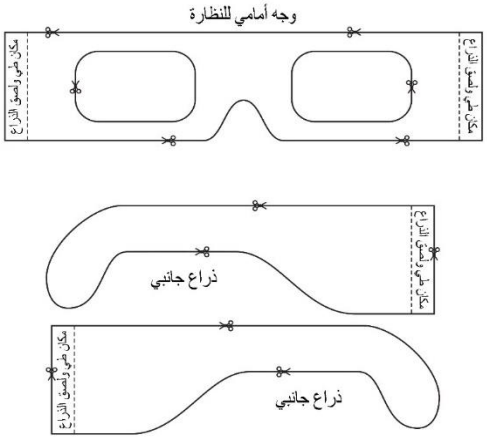
١-٤- تحليل الموارد والقيود:

هناك بعض الاحتياجات التي تتطلبها بيئة العمل لتنفيذ بيئة التعلم الإلكترونية القائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات العرض المُجسم، مثل ضرورة توفير جهاز كمبيوتر بمعالجات قوية وبرامج تصميم ثلاثي الأبعاد لتصميم

المشاهد ثلاثية الأبعاد بما يتناسب مع مستويات العرض المُجسم، وكذلك ضرورة توفير برمجيات لتحرير وتجميع الفيديو المُجسم بدقة عالية؛ وقد قام الباحث بتوفير جهاز كمبيوتر مناسب للقيام بتلك العمليات، كذلك هناك حاجة إلى توفير نظارات عرض مُجسم من نوع "أناجليف" مناسب لعدد طلاب عينة البحث، وقد قام الباحث بتصميم هذه النظارات بشكل يدوى لخفض التكلفة والنفقات من خلال الاستعانة بنموذج أو قالب يمكن من خلاله قص هيكل النظارة كما هو موضح بالشكل (٣٢).

شكل (٣٢)

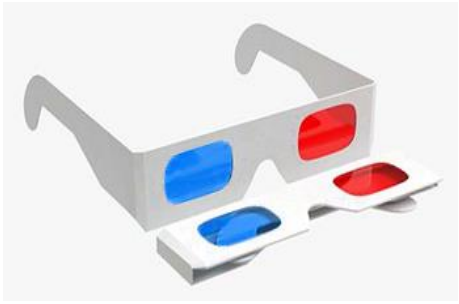
قالب لقص هيكل نظارة "أناجليف"



حيث تم طباعة الشكل على ورق مقوى، بعد ذلك تم قص الشكل، ولصق "استنسل" شفاف ملون (أحمر - أزرق) مكان العدسات، وقد تم التوصل إلى الشكل النهائي للنظارة "أناجليف" كما هو موضح بالشكل (٣٣)، وقد تم اختبار هذه النظارات في الرؤية المجسمة وقد أثبتت نجاحها.

شكل (٣٣)

نظارة "أناجليف" مصنوعة من الورق المقوى



٢- مرحلة التصميم Design:

تتعلق هذه المرحلة بوصف المبادئ النظرية والإجراءات العملية المتعلقة بكيفية إعداد بيئة التعلم بشكل يضمن تحقيق الأهداف التعليمية المراد تحقيقها، وتتضمن هذه المرحلة الخطوات الآتية:

٢-١- تحديد الأهداف التعليمية:

يعتمد نجاح بيئة التعلم المقترحة بشكل أساسي على وضع الأهداف وتصميمها بدقة؛ إذ يُسهم تحديد الأهداف في اختيار الخبرات التعليمية الملائمة، وانتقاء الأنشطة وأساليب التدريس، بالإضافة إلى تحديد المصادر التعليمية وطرق التقييم وقياس مخرجات التعلم، كما أن التحديد الواضح للأهداف التعليمية داخل بيئة التعلم يُسهل تحديد مستويات الأداء المطلوبة، مما يعزز فرص تحقيق هذه الأهداف بنجاح، وقد تم صياغة الأهداف التعليمية التي تسعي "بيئة التعلم الإلكترونية القائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات العرض المُجسم" إلى تحقيقها، وقد روعي في تحديد الأهداف السلوكية المعايير الآتية:

أن يتم صياغة الأهداف في عبارات واضحة ومحددة، وأن تكون واقعية ويسهل ملاحظتها وقياسها، وأن يتضمن كل هدف ناتجًا تعليميًا واحدًا وليس مجموعة من النواتج، وتنظيم هذه الأهداف في تسلسل هرمي من البسيط إلى المركب.

٢-١-١- صياغة أهداف المحتوى التعليمي لبيئة التعلم الإلكترونية القائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات العرض المُجسم:

في ضوء تحديد العناصر الأساسية لموضوعات مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية، تم صياغة أهداف المحتوى التعليمي لبيئة التعلم الإلكترونية القائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات العرض المُجسم في عبارات سلوكية تحدد بدقة التغيير المطلوب إحداثه في سلوك المتعلم، بحيث تكون قابلة للملاحظة والقياس، وقد أعد الباحث قائمة بهذه الأهداف في صورتها المبدئية، وقام بعرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم (ملحق١)، وعددهم (٧ محكمين)، وذلك من أجل استطلاع رأيهم فيما يلي:

- **مدي تحقيق العبارة الخاصة بكل هدف للسلوك التعليمي المراد تحقيقه، وطُلب من المحكم وضع علامة (✓) في الخانة التي تعبر عن رأيه سواء أكان الهدف يحقق السلوك أو لا يحققه.**
- **دقة صياغة كل هدف من أهداف القائمة، وذلك باقتراح الصياغة المناسبة التي يرى المحكم أنها تحتاج إلى تعديل في الصياغة.**

بعد ذلك تم حساب النسبة المئوية لاستجابات المحكمين لمعرفة مدي تحقيق كل هدف للسلوك التعليمي المراد تحقيقه، وتقرر اعتبار الهدف الذي يجمع على تحقيقه للسلوك التعليمي أقل من ٨٠٪ من المحكمين لا يحقق السلوك التعليمي بالشكل المطلوب، وبالتالي يتطلب إعادة صياغته وفق توجيهات المحكمين.

٢-١-٢- نتائج تحكيم قائمة الأهداف التعليمية:

جاءت نتائج التحكيم على الأهداف بالقائمة بالنسبة المئوية لتحقيقها للسلوك التعليمي المطلوب أكثر من ٨٠٪ عدا هدفيْنِ أُجري عليهما تعديل في الصياغة، وقام الباحث بتعديلهما بناء على توجيهات المحكمين، وبذلك أصبحت قائمة الأهداف في صورتها النهائية (ملحق٣)، تتكون من (٣٢) هدفًا.

٢-٢- تحديد موضوعات المحتوي التعليمي:

في ضوء تحديد الموضوعات الأساسية لمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية، والتي تم تحديدها من قبل خبراء وطلاب تكنولوجيا التعليم في نتائج الاستبانات التي تم عرضها فيما تقدم؛ تم تحديد واختيار المحتوي التعليمي الذي يساعد في تحقيق الأهداف التعليمية المرجوة، ويتضمن الموضوعات الآتية:

- قواعد التكوين.
- زوايا التصوير.
- أحجام اللقطات.

وبناءً على ما سبق أعد الباحث المحتوي التعليمي في صورته المبدئية، ولتحري الدقة والموضوعية تم عرض المحتوي التعليمي على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم، وعددهم (٧ محكمين)، وذلك لإبداء آرائهم في الصياغة اللغوية والدقة العلمية للأهداف والمحتوي التعليمي، والتحقق من مدي مناسبة الأهداف للمحتوي التعليمي، ومدي كفاية المحتوي لتحقيق الأهداف، ومدي ارتباط المحتوي بالأهداف داخل استمارة تم إعدادها خصيصًا لهذا الغرض، وتم حساب النسبة المئوية لاستجابات المحكمين بحساب النسبة المئوية لمدى كفاية المحتوى لتحقيق الأهداف التعليمية، وتقرر اعتبار المحتوى الذي يجمع المحكمون على كفايته لتحقيق الأهداف أقل من ٨٠٪ غير كاف لتحقيق الأهداف بالشكل المطلوب، وبالتالي يستوجب إعادة النظر فيه بناء على توجيهات المحكمين، وقد أسفرت آراء الخبراء والمحكمين على أن جميع محاور المحتوى التعليمي جاءت نسبة ارتباطها بالأهداف أكثر من ٨٠٪، كذلك جميع محاور المحتوى التعليمي جاءت نسبة كفايتها لتحقيق الأهداف أكثر من ٨٠٪، مما يعني أن نسبة الاتفاق عالية فيما يتعلق بمدى كفاية المحتوى لتحقيق الأهداف السلوكية، وفي ضوء ذلك تم إعداد المحتوى التعليمي في صورته النهائية (ملحق ٤).

٢-٣- تحديد طرق تقديم المحتوي:

تم تقديم المحتوى وعرضه داخل موقع ويب تعليمي من خلال عرض المحتوى التعليمي في شكل مقاطع فيديو بتقنية العرض المُجسم بمستوى (عميق – سطحي – بارز - متعدد)، بحيث تدعم تعلم الطلاب للمفاهيم والمعارف المتضمنة بكل موضوع، هذا بالإضافة إلى وجود أدوات اتصال داخل موقع الويب التعليمي تسمح للطلاب بالتواصل مع الباحث بشأن الاستفسار فيما يخص المحتوى التعليمي أو بيئة التعلم بوجه عام.

٢-٤- تحديد استراتيجيات تنظيم المحتوى:

اتبع الباحث في تنظيم عرض المحتوى طريقة التتابع الهرمي بحيث يتم تنظيم عرض المحتوى كما يلي: أحجام اللقطات، يليها قواعد التكوين، ثم زوايا التصوير؛ حيث إن هذا التتابع يعتمد على التدرج في الموضوعات وفقا لوجود بعض المتطلبات السابقة المرتبطة بتدريس كل موضوع، وأن كل موضوع مبني على الموضوع الذي يسبقه.

٢-٥- تصميم أنماط التعليم والتعلم:

نظرًا لطبيعة محتوى موقع الويب القائم على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بنظام العرض المُجسم، وكذلك الطلاب المقدم لهم، فإن نمط التعليم والتعلم هو التعلم الفردي، حيث يتم إتاحة رابط الدخول على موقع الويب التعليمي لكل طالب بحيث يتعلم كل طالب المحتوى التعليمي بمفرده دون تدخل من الباحث.

٢-٦- تحديد طبيعة التفاعلات التعليمية:

تقوم التفاعلات التعليمية في موقع الويب التعليمي القائم على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات العرض المُجسم على أساس التعلم الفردي، الذي يتفاعل فيه المتعلمون مع المحتوى التعليمي بشكل فردي، وقد اقتصر دور الباحث على تقديم المساعدة والتوجيه للطلاب في بداية دراسة المحتوى ثم تركهم يدرسون بمفردهم؛ حتى لا يكون هناك أي تأثير خارجي على الطلاب، وقد اعتمد التفاعل بين المتعلم ومحتوى بيئة التعلم من خلال واجهة المستخدم لموقع الويب التعليمي، ومستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد، كما يمكن للمتعلم التنقل بين عناصر المحتوى التعليمي من خلال الروابط والقوائم المنسدلة المثبتة داخل صفحات موقع الويب التعليمي.

٢-٧- تصميم استراتيجية التعلم العامة:

هي عبارة عن خطة التعلم باستخدام مواد المعالجة التجريبية للبحث وتتكون من مجموعة من الأنشطة والإجراءات المحددة للتعلم لتحقيق الأهداف الموضوعة، وقد اتبع الباحث مجموعة من الخطوات على النحو التالي:

- استثارة الدافعية والاستعداد للتعلم وذلك من خلال جذب الانتباه وعرض الأهداف.
- تقديم التعلم الجديد عن طريق عرض المحتوي والأمثلة في شكل مقاطع فيديو ثلاثية الأبعاد بمستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد).
- تشجيع مشاركة المتعلمين وتنشيط استجاباتهم من خلال مجموعة من الأنشطة والتدريبات، والتوجيه للتعلم، والرجع، والتعزيز.
- قياس الأداء من خلال تطبيق أدوات القياس بعديًا.
- ممارسة التعليم وتطبيقه في مواقف جديدة.

٢-٨- تصميم السيناريو التنفيذي:

يعد السيناريو بمثابة الخريطة الإرشادية أو الدليل التنفيذي الذي يوجه فريق التصميم والإنتاج لتنفيذ العمل بشكل إبداعي وجذاب، مما يسهم في تحقيق الأهداف التعليمية المنشودة، ويتضمن السيناريو جميع التفاصيل الدقيقة لعناصر التعلم، مثل: النصوص، والصور (الثابتة والمتحركة)، والمؤثرات البصرية، والتعليق الصوتي، والموسيقى التصويرية، بالإضافة إلى المؤثرات الصوتية وأساليب الانتقال بين المشاهد، "وفى ضوء موضوعات المحتوى التعليمي تم بناء السيناريو التنفيذي كما هو موضح بالشكل الآتي:

شكل (٣٤)

السيناريو التنفيذي لفيديو تعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات العرض المُجسم

م	وصف المشهد المُجسم	شكل الجانب المرئي	وصف الجانب المسموع	أسلوب الانتقال	الزمن

وقد تم عرض السيناريو على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم ومجال السينما والتليفزيون (ملحق١)، وعددهم (٥ محكمين)، وذلك لإبداء آرائهم حول مدى دقة تناول السيناريو للمحتوى التعليمي ومدى ارتباط الجانب المرئي بالجانب المسموع ومدى مناسبة أحجام اللقطات لطبيعة المعلومات البصرية المعروضة داخل اللقطة ومدى مناسبة أساليب

الـربط والانتقـال بـين اللقطـات داخـل اسـتمارة تـم إعدادها لهذا الغرض كما هو موضح بالشكل الآتي:

شكل (٣٥)

نموذج لاستمارة تحكيم السيناريو التنفيذي

رقم اللقطة	بنود التحكيم				
	دقة تناول السيناريو للمحتوى التعليمي.	مدى ارتباط الجانب المرئي بالجانب المسموع.	مدى مناسبة حجم اللقطة لطبيعة المعلومات البصرية المعروضة داخل اللقطة.	مدى مناسبة أساليب الربط والانتقال بين اللقطات.	إضافة بنود وملاحظات أخرى مقترحة.

٢-٩- تحديد عناصر العمل:

يـتم فـي هـذه الخطـوة تحديـد المصـادر والوسائل المناسبة لإنتاج بيئة تعلم إلكتروني تتمثل في موقع ويب تعليمي بداخله مقاطع فيديو ثلاثية الأبعاد بمستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بـارز– متعـدد)، وقـد حـدد الباحـث البـرامج والتطبيقات المستخدمة فـي عمليـة الإنتـاج كمـا هـو موضح بجدول (٣) الآتي:

جدول (٣)

البرامج والتطبيقات المستخدمة في إنتاج بيئة التعلم الإلكترونية

م	البرامج والتطبيقات	الوظيفة
١	Blender 3D.	– برنامج مفتوح المصدر لإنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد.
٢	Cinema 4D.	– تصميم المشاهد ثلاثية الأبعاد وإخراج المشاهد بنظام العرض المُجسم.
٣	Adobe Photoshop	– معالجة الصور والرسوم التوضيحية.
٤	Adobe After Effects.	– إنشاء تأثيرات مجسمة وضبط الانزياح (Disparity) والعمق.
٥	Adobe Audition.	– معالجة التعليق الصوتي والموسيقي والمؤثرات الصوتية.
٦	DaVinci Resolve.	– عمل المونتاج والتصحيح اللوني مع دعم للفيديو المجسم.
٧	Google Sites.	– إنشاء وبرمجة صفحات موقع الويب التعليمي.

٣- مرحلة التطوير Development:

تم في هذه المرحلة إنتاج بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، واشتملت هذه المرحلة على الخطوات الآتية:

٣-١- إنتاج عناصر ومكونات بيئة التعلم الإلكترونية:

يعد تصميم عناصر ومكونات بيئة التعلم الإلكترونية مرحلة أساسية في إنتاج المحتوى التعليمي الرقمي، لذلك يتطلب ضرورة مراعاة مبادئ التصميم الجيد لعناصر ومكونات موقع الويب التعليمي، سواء أكانت نصوص أو صور وأشكال توضيحية أو مقاطع فيديو ثلاثية الأبعاد بمستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، لضمان تحقيق الأهداف المرجوة منها عند تصميم واجهات التفاعل بما تتضمنه من تصميم أطر الشاشات ومكوناتها، وضبط التفاعلات، وقد تم إنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد بواسطة برنامج Blender 3D، كما تم تصميم المشاهد ثلاثية الأبعاد وإخراج المشاهد بنظام العرض المُجسم باستخدام برنامج Cinema 4D، كذلك تم عمل

معالجة للصور والرسوم التوضيحية بواسطة برنامج Adobe Photoshop، كما تم إنشاء تأثيرات مجسمة وضبط الانزياح (Disparity) والعمق باستخدام برنامج Adobe After Effects، كذلك تم معالجة التعليق الصوتي والموسيقي والمؤثرات الصوتية بواسطة برنامج Adobe Audition.، كما تم عمل المونتاج والتصحيح اللوني مع دعم للفيديو المجسم بواسطة برنامج DaVinci Resolve.

شكل (٣٦)

عناصر الوسائط المتعددة داخل موقع الويب التعليمي

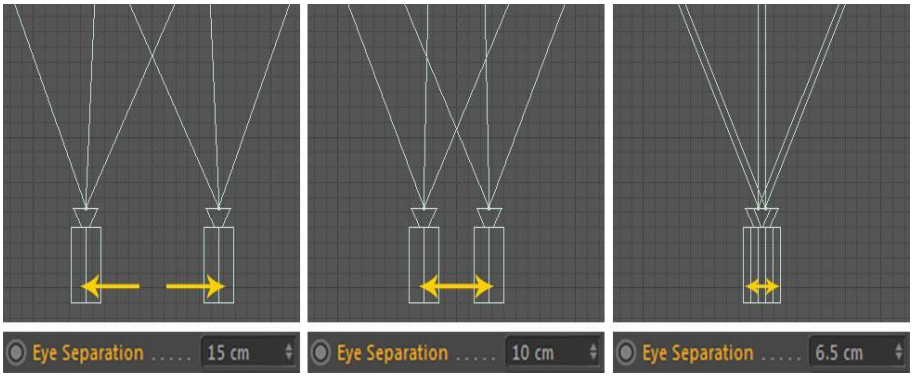
٣-٢- إنتاج مستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) للفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد:

يعد تصميم وإنتاج مستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) للفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد متطلب أساسي في البحث الحالي، فبعد الانتهاء من تصميم المشاهد ثلاثية

الأبعاد داخل برنامج Cinema 4D؛ تم إدراج كاميرات التصوير المُجسم الافتراضية، وتغيير خصائص هذه الكاميرات بحيث يتم التحكم في المسافة بين المحورين Interaxial للكاميرا اليمني والكاميرا اليسرى عن طريق ضبط الخيار Eye Separation المتاح بخصائص كاميرا التصوير المُجسم الافتراضية كما يتضح بالشكل (٣٧)، فكلما زادت المسافة بين الكاميرا اليمنى واليسرى؛ كلما زاد العمق الكلي للصورة ثلاثية الأبعاد من أقرب نقطة إلى أبعدها كما يتضح بالشكل (٣٨).

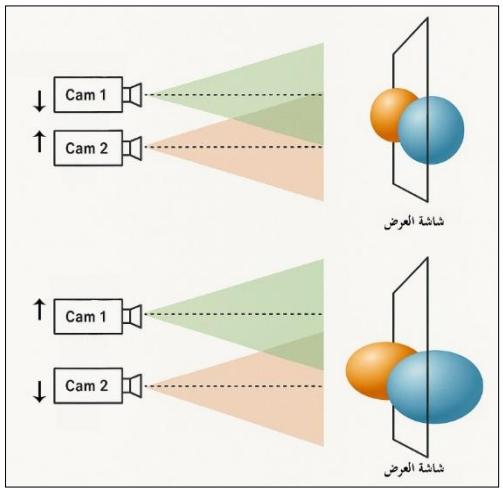
شكل (٣٧)

التحكم في المسافة بين المحورين Interaxial داخل كاميرا التصوير المُجسم الافتراضية



شكل (٣٨)

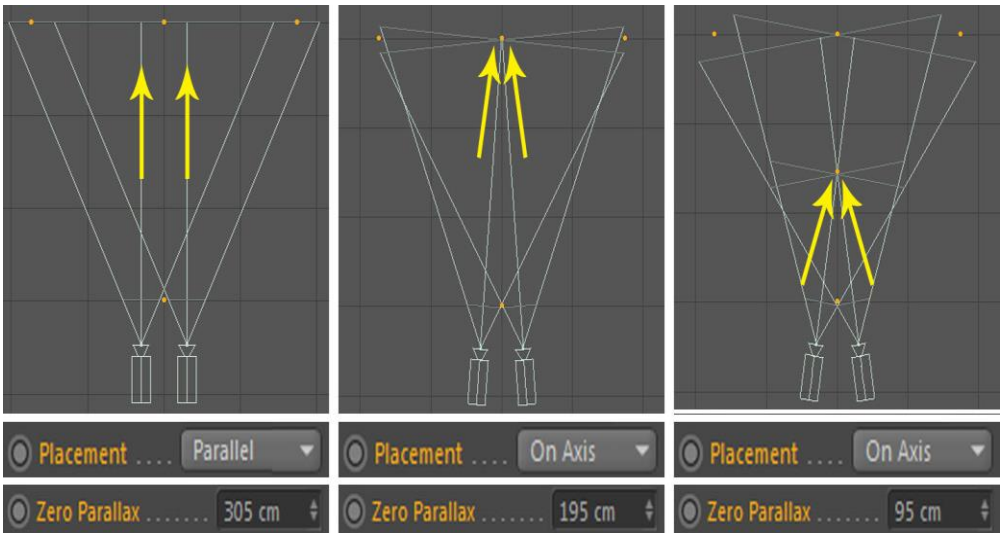
تأثير زيادة المسافة بين المحورين Interaxial على زيادة العمق الكلي للصورة ثلاثية الأبعاد من أقرب نقطة إلى أبعدها



كما تم التحكم في زوايا الرؤية الأفقية (زوايا التقارب Convergence) لعدسات كاميرا التصوير المُجسم الافتراضية داخل برنامج Cinema 4D عن طريق التحكم في خيار تحديد المستوى Placement كما يتضح بالشكل (٣٩)، حيث تم اختيار On Axis لعمل تقارب في زوايا رؤية عدسات الكاميرات لإحداث انزياح بصري موجب Positive Parallax بحيث تظهر الأجسام على شاشة العرض في العمق، أو لإحداث انزياح بصري صفري Zero Parallax بحيث تظهر الأجسام على مستوى سطح شاشة العرض، وذلك عن طريق خيار Zero Parallax الذى يمكن من خلاله التحكم في مدى تقارب وتباعد زوايا رؤية العدسات وأماكن تقاطع مساراتها سواء أكان أمام الأجسام أو عليها، كما تم اختيار Parallel لإحداث انزياح بصري سالب Negative Parallax بحيث تظهر الأجسام على شاشة العرض بشكل بارز، ومن خلال هذه الخيارات تم التحكم في مستوي العرض المُجسم كما يتضح بالأشكال (٤٠-٤١-٤٢).

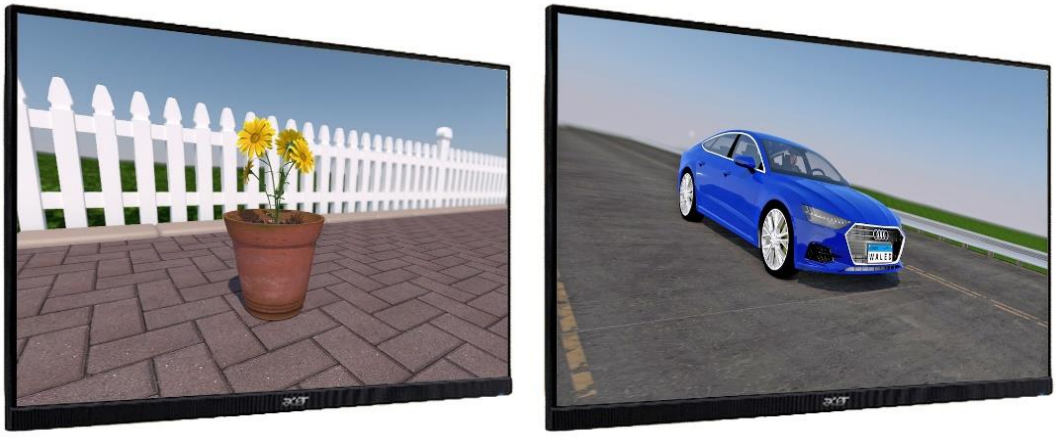
شكل (٣٩)

التحكم في زوايا رؤية عدسات كاميرات التصوير المُجسم الافتراضية



شكل (٤٠)

مستوى عرض مُجسم عميق

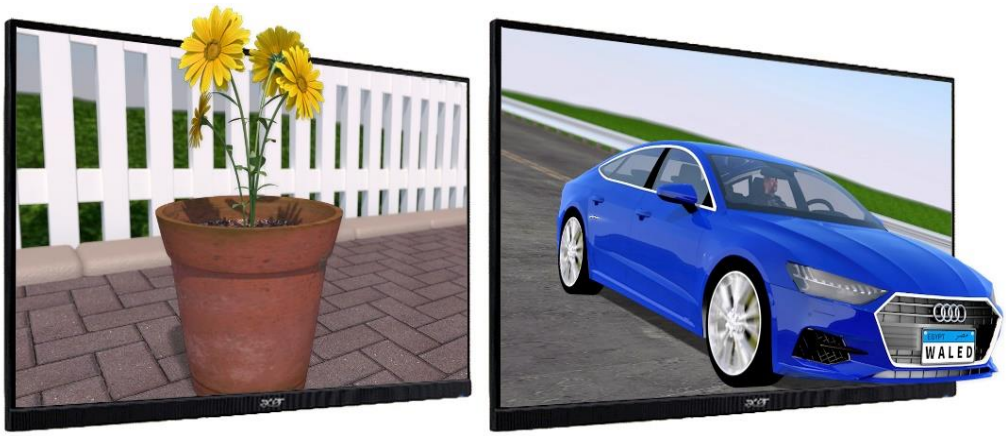


شكل (٤١)

مستوى عرض مُجسم سطحي

شكل (٤٢)

مستوى عرض مُجسم بارز



٣-٣- وضع أنماط التفاعل داخل موقع الويب التعليمي:

٣-٣-١- التفاعل بين المتعلم والمحتوى التعليمي داخل موقع الويب:

في هذا النمط يتجول المتعلم بين صفحات موقع الويب التعليمي، ويتنقل بين عناصرها، وتتم عملية التجول والإبحار من خلال مجموعة من الروابط والقوائم المنسدلة المثبتة داخل صفحات موقع الويب التعليمي، حيث تم تصميم المحتوي التعليمي لمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية وتقسيمه لأجزاء، بما يسهل على الطالب التفاعل معه والانتقال بين الموضوعات بسهولة، ويوضح الشكل الآتي تقسيم الموضوعات داخل موقع الويب التعليمي.

شكل (٤٣)

تقسيم الموضوعات داخل موقع الويب التعليمي

كما يؤدي المتعلم مهام التعلم وأنشطته المتنوعة، حيث يقوم المتعلم عقب الانتهاء من تعلم كل موضوع داخل موقع الويب التعليمي بالتفاعل مع أنشطة الدرس، ويوضح الشكل الآتي أحد الأنشطة التي يتضمنها الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد المُجسم.

شكل (٤٤)

الأنشطة التي يتضمنها الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد المُجسم

٣-٣-٢- التفاعل بين المتعلم والمعلم أو المتعلم وأقرانه داخل موقع الويب التعليمي:

قام الباحث بإنشاء زر إبحار وكذلك رمز الاستجابة السريعة *QR code* بحيث يمكن من خلالهم انضمام المتعلمين لمجموعة نقاش عبر تطبيق WhatsApp كما هو موضح بالشكل (٤٥)، وذلك لإتاحة الفرصة للطلاب للتفاعل مع بعضهم البعض، أو التفاعل مع الباحث بشأن أي استفسارات حول التعامل مع موقع الويب التعليمي، بالإضافة إلى المناقشات حول المحتوى المقدم لهم داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بنظام العرض المُجسم، كما تم توفير عنوان البريد الإلكتروني للمعلم وتضمينه داخل موقع الويب.

شكل (٤٥)

أدوات التفاعل بين المتعلم والمعلم أو المتعلم وأقرانه

٣-٤- إنتاج أدوات القياس والتقويم الإلكترونية:

بعد بناء أدوات القياس وإجازتها والتي سوف يتم تناول مراحل بنائها بشكل مفصل في الجزء الخاص بمرحلة التقويم، تم إنتاج كل من الاختبار التحصيلي واختبار الانتباه الانتقائي البصري، واختبار القدرة المكانية بشكل إلكتروني من خلال نماذج جوجل Google Forms، وقد تم تضمينهم داخل صفحات موقع الويب التعليمي كما هو موضح بالأشكال (٤٦-٤٧-٤٨-٤٩) الآتية:

شكل (٤٦)

أدوات القياس والتقويم داخل موقع الويب التعليمي

شكل (٤٧)

تضمين الاختبار التحصيلي داخل موقع الويب التعليمي

شكل (٤٨)

تضمين اختبار الانتباه الانتقائي البصري داخل موقع الويب التعليمي

شكل (٤٩)

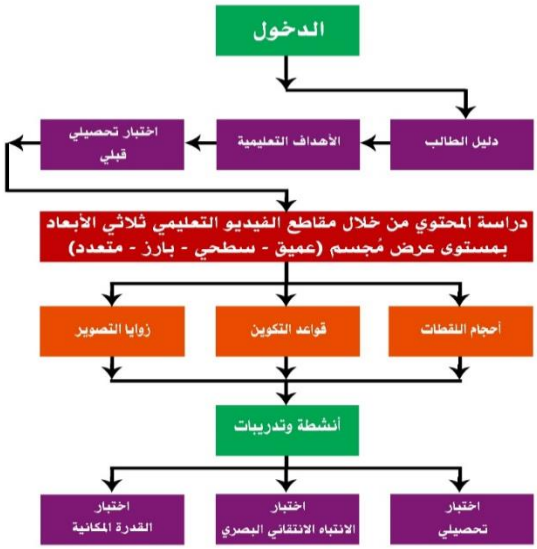
تضمين اختبار القدرة المكانية داخل موقع الويب التعليمي

٣-٥- وضع خريطة لسير الطالب داخل موقع الويب التعليمي:

تُعد خريطة الموقع التعليمي أداةً بصريةً توضح المسارات التي يتّبعها الطالب لتحقيق الأهداف التعليمية للمحتوى، فهي تُرشده إلى كيفية التفاعل مع الموقع، بدءًا من نقطة البداية ووصولًا إلى الهدف النهائي، مرورًا بالمراحل الرئيسية مثل: الاختبار القبلي، ودراسة المحتوى، ثم الاختبار البعدي، كما تُبيّن الروابط التشعبية وأدوات التنقل التي تمكّن الطالب من الانتقال بسلاسة بين أجزاء الموقع أثناء تعلّمه، كما هو موضح بالشكل الآتي.

شكل (٥٠)

خريطة سير الطالب داخل بيئة التعلم الإلكترونية



٤- مرحلة التنفيذ Implementation:

تضمنت هذه المرحلة الإجراءات الآتية:

٤-١- إتاحة موقع الويب التعليمي:

في هذه المرحلة قام الباحث بإرسال لكل مجموعة تجريبية رابط الدخول على بيئة التعلم الإلكترونية القائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد).

٤-٢- تطبيق بيئة التعلم الإلكترونية القائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد):

تضمنت هذه المرحلة التجريب الاستطلاعي لبيئة التعلم الإلكترونية القائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، وقد تم عرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين

فـي مجـال تكنولوجيـا التعلـيم، ومجـال السـينما والتليفزيون (ملحق١)، وعددهم (٧ محكمين)، وقد اتفـق المحكمـين علـى صـلاحية مـواد المعالجـة التجريبية ، كما تم تطبيق مـواد المعالجـة التجريبيـة على عينة استطلاعية من طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم، وسـوف يتنـاول الباحـث خطـوات هذه للتطبيق المرحلة بشكل أكثـر وضـوحًا وتفصـيلًا فـي الجـزء الخـاص بـإجراء التجربـة الاسـتطلاعية للبحث، بالإضافة إلى التجربة الأساسية للبحث.

٥- مرحلة التقويم Evaluation:

تضمنت هذه المرحلة تقويم جوانـب الـتعلم المرتبطـة بموضـوع البحـث عقـب دراسـة الطـلاب للمحتوي التعليمي المقدم داخل بيئـة تعلـم إلكترونـي قائمة على الفيديو التعليمـي ثلاثـي الأبعـاد بمسـتوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، وذلك من خلال الاختبار التحصيلي، واختبار الانتبـاه الانتقائي البصري، واختبار القدرة المكانية.

ثالثًا: بناء أدوات القياس وإجازتها:

تمثلت أدوات القياس بهذا البحث في:

١- الاختبار التحصيلي:

فـي ضـوء الأهـداف التعليميـة والمحتـوي التعليمـي الـذي تـم التوصـل إليـه تـم إعداد الاختبـار التحصيلي لتطبيقه (قبليًا / بعديًا) على عينة البحـث، وفق الخطوات الآتية:

١-١- تحديد الهدف من الاختبار:

هـدف الاختبـار التحصـيلي إلـى قيـاس الجوانب المعرفية لـدى طـلاب الفرقـة الأولـى بقسـم تكنولوجيـا التعلـيم، فيمـا يتعلـق بالموضـوعات المرتبطة بمقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية.

١-٢- وصف الاختبار:

تـم صـياغة مفـردات الاختبـار فـي صـورة أسـئلة موضـوعية، وتكـون الاختبـار فـي صـورته الأولية من (٦٠) سؤالًا، موزعين على نـوعين مـن الأسـئلة، منهـا (٣٠) سـؤالًا مـن نـوع الاختيـار مـن متعـدد، و(٣٠) سـؤالًا مـن نـوع أسـئلة الصـواب والخطأ.

١-٣- صياغة مفردات الاختبار:

تـم صـياغة مفـردات الاختبـار فيمـا يتعلـق بالمحتوي التعليمي المرتبط بموضوعات مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية، وفي ضوء الاعتبارات الآتية:

- أن تكـون المفـردات محـددة وواضـحة ومناسـبة لمستوى طـلاب الفرقـة الأولـى بقسـم تكنولوجيـا التعليم.
- أن تكـــون مفـــردات الاختبـــار خاليـــة مـــن المصـطلحات الغامضـة أو التـي تحمـل أكثـر مـن معني.

- **أن يحدد المطلوب من كل سؤال بوضوح.**
- **أن تكون البدائل متجانسة الطول مع عدم تمييز الإجابات الصحيحة بطولها أو قصرها.**
- **أن تكون الإجابات الصحيحة مرتبة ترتيبًا عشوائيًا بين بقية البدائل.**

١-٤- صياغة تعليمات الاختبار:

تمت صياغة مجموعة من التعليمات، ليسترشد بها المتعلم عند الإجابة على الاختبار ورُوعي أن تكون دقيقة وواضحة ومبسطة بحيث توضح للمتعلم كيفية الإجابة على الاختبار، وتضمنت تعليمات الاختبار العناصر الآتية: الهدف من الاختبار، وصف الاختبار، طريقة الإجابة على الاختبار.

١-٥- إعداد جدول المواصفات للاختبار التحصيلي:

للربط بين الأهداف التعليمية التي تمت صياغتها والمحتوي التعليمي داخل موقع الويب التعليمي، وأداة القياس المتمثلة في الاختبار التحصيلي؛ قام الباحث بإعداد جدول مواصفات للاختبار التحصيلي، من أجل تحديد مدى ارتباط الاختبار بالأهداف المراد قياسها، وفيما يلي عرض لجدول مواصفات الاختبار التحصيلي في ضوء تصنيف بلوم للأهداف التعليمية.

جدول (٤)

مواصفات الاختبار التحصيلي

م	الموضوع	مستويات الأهداف			مجموع الأسئلة	النسبة
		التذكر	الفهم	التطبيق		
١	أحجام اللقطات	٦	٥	٥	١٦	% ٣٢
٢	قواعد التكوين.	٦	٦	٥	١٧	% ٣٤
٣	زوايا التصوير.	٦	٦	٥	١٧	% ٣٤
	مجموع الأسئلة	١٨	١٧	١٥	٥٠	٪١٠٠
	الوزن النسبي للأهداف	٣٦٪	٣٤٪	٣٠٪	١٠٠٪	

١-٦- صدق الاختبار:

للتحقق من الصدق الظاهري للاختبار تم عرضه على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم (ملحق١)، وعددهم (٧ محكمين)، لمعرفة آرائهم في مدى دقة الصياغة اللغوية والعلمية للسؤال ومدى شمولية الأسئلة، وفي ضوء مقترحات المحكمين تم إجراء التعديلات المطلوبة للوصول إلى الاختبار التحصيلي في شكله النهائي والذي تضمن (٥٠) سؤالًا موزعين على نوعين من الأسئلة، منها (٢٥) سؤالًا من نوع الاختيار من متعدد، و(٢٥) سؤالًا من نوع أسئلة الصواب والخطأ (ملحق٥)، وقد تم إعطاء درجة واحدة لكل مفردة، وبالتالي تكون الدرجة الكلية للاختبار التحصيلي (٥٠ درجة).

١-٧- تجربة الاختبار التحصيلي على العينة الاستطلاعية:

قام الباحث بتطبيق الاختبار التحصيلي في صورته الأولية على عينة قوامها (١٠) طلاب من الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية – جامعة عين شمس، في الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي ٢٠٢٣/٢٠٢٤، وذلك بهدف ضبط الاختبار وحساب ثباته، وزمنه.

١-٨- حساب ثبات الاختبار:

تم حساب ثبات الاختبار التحصيلي باستخدام طريقة التجزئة النصفية لسبيرمان وبراون "Spearman & Brown"، وذلك عن طريق حساب معامل الارتباط بين نصفي الاختبار بعد تقسيمه إلى جزئين، الجزء الأول يتضمن الإجابات الصحيحة للأسئلة فردية الرتبة، وتضمن الجزء الثاني الإجابات الصحيحة للأسئلة زوجية الرتبة لكل متعلم من أفراد التجربة الاستطلاعية، وتم حساب معامل الثبات من خلال معادلة تصحيح الثبات لسبيرمان وبراون " Spearman & Brown" وقد بلغ معامل ثبات الاختبار (٠,٨١) وهي قيمة تشير إلى أن الاختبار ثابت إلى حد كبير، وذلك يعني أن الاختبار يمكن أن يُعطي نفس النتائج إذا أُعيد تطبيقه في نفس الظروف على نفس أفراد العينة.

١-٩- حساب معامل الصعوبة:

تم حساب معامل الصعوبة لكل فقرة من فقرات الاختبار وقد وقعت معاملات السهولة المصححة من أثر التخمين لمفردات الاختبار في الفترة المغلقة (٠,٢٤ – ٠,٧٢) وهي قيم متوسطة لمعاملات السهولة؛ لأنها تقع داخل الفترة المغلقة (٠,٢٠ – ٠,٨٠)، وعلى ضوء النتائج السابقة تمت إعادة ترتيب أسئلة الاختبار وفقًا لمعامل

سهولة كل سؤال، بحيث تتدرج الأسئلة من السهل إلى الصعب.

١-١٠- حساب معامل التمييز:

تم حساب معامل التمييز لكل مفردة من مفردات الاختبار وقد وقعت معاملات التمييز لأسئلة الاختبار في الفترة المغلقة (٠,٢٥ – ٠,٧٧)؛ مما يشير إلى أن جميع أسئلة الاختبار مناسبة من حيث درجة تمييزها لأنها تقع داخل الفترة المغلقة (٠,٢٠ – ٠,٨٠).

١-١١- حساب زمن الاختبار:

تم تحديد الزمن المناسب للإجابة على أسئلة الاختبار عن طريق معرفة متوسط الزمن، وذلك بحساب مجموع الأزمنة المستغرقة من جميع طلاب العينة الاستطلاعية في الإجابة على أسئلة الاختبار وقسمته على عدد الطلاب، وقد تم التوصل إلى المدة الزمنية المناسبة للإجابة على أسئلة الاختبار وهي (٥٠ دقيقة)، أي بواقع (١ دقيقة) لكل سؤال.

٢- اختبار الانتباه الانتقائي البصري:

تم اتباع عدة خطوات في إعداد اختبار الانتباه الانتقائي البصري، وفيما يلي عرض هذه الخطوات:

٢-١- تحديد الهدف من اختبار الانتباه الانتقائي البصري:

يهدف هذا الاختبار إلى قياس مدى الانتباه الانتقائي البصري المرتبط بموضوعات مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

٢-٢- بناء اختبار الانتباه الانتقائي البصري:

في ضوء الاطلاع على الدراسات والبحوث السابقة التي تناولت الانتباه الانتقائي البصري، وكذلك الاختبارات والمقاييس العربية والأجنبية التي تناولت قياس كفاءة الانتباه الانتقائي البصري المركز والموزع، مثل: اختبار "شيفرين" و"شنايدر" (Shiffrin & Schneider, 1977)؛ واختبار "بيرسون" و"لان" (Pearson & Lane, 1990)؛ واختبار أحمد حسن عاشور (٢٠٠٥)؛ واختبار "مايرز" وآخرون (Myers et al., 2005)؛ واختبار شرفية مونية (٢٠١٠)؛ واختبار وليد السيد خليفة وآخرون (٢٠١٠)؛ واختبار"يازداني" وآخرون (Yazdani , 2015 et al.)؛ واختبار أكرم محمد الحجوج، وزينب عبدالعليم بدوي (٢٠٢٠)، فقد تم التعرف على طبيعة المهام التي يتكون منها الاختبار.

٢-٣- مواصفات اختبار الانتباه الانتقائي البصري:

تم بناء مهام اختبار الانتباه الانتقائي البصري في ضوء عديد من المهام التي أعدتها دراسات عربية وأجنبية في مجال علم النفس، وتم

إعداد هذه المهام وفقًا لمهمة البحث البصري Visual (Search Task) التي يكتشف فيها الفرد وجود هدف محدد مسبقًا في أثناء تواجده وسط مثيرات قريبة الشبه، وتتضمن مهام اختبار الانتباه الانتقائي البصري ثلاث مهام، حيث تتضمن المهمة الأولي عدد (٥) بطاقات للمثير الهدف، وتتضمن المهمة الثانية بطاقة واحدة للمثير الهدف، بينما المهمة الثالثة لا تتضمن أي بطاقات للمثير الهدف، كما تتضمن المهمة الأولى عدد (١٠) بطاقات للاستجابة، والمهمة الثانية تتضمن عدد (١٢) بطاقة للاستجابة، كما تتضمن المهمة الثالثة عدد (١٣) بطاقة للاستجابة، ليصبح إجمالي عدد بطاقات المثير الهدف وبطاقات الاستجابات للمهام الثلاث (٤١) بطاقة تهدف إلى قياس مدى قدرة الطالب على التركيز الواعي على مثير واحد وتجاهل المثيرات الأخرى التي توجد معه، كما هو موضح بالجدول الآتي:

جدول (٥)

مواصفات اختبار الانتباه الانتقائي البصري

م	المهمة	بطاقات المثير الهدف	بطاقات الاستجابة	مجموع البطاقات	الوزن النسبي
١	تتبع مثير واحد فقط وسط مثيرات أخرى مشتتة.	٥	١٠	١٥	٣٦,٦٪
٢	تتبع مثير واحد له خصائص في وجود مثيرات تختلف عنه.	١	١٢	١٣	٣١,٧٪
٣	انتقاء اسم الصورة الذي يتوافق مع الصورة المعروضة.	-	١٣	١٣	٣١,٧٪
	المجموع الكلي	٦	٣٥	٤١	١٠٠٪

٢-٤- تحديد نظام تقدير الدرجات في اختبار الانتباه الانتقائي البصري:

تقدير الدرجات يتم عن طريق حساب معدل الاستجابات الصحيحة كمؤشر للانتباه الانتقائي البصري، وفيه يتم إعطاء الطالب درجة واحدة عن كل استجابة صحيحة، وإذا لما يستجيب الطالب تحسب استجابة خاطئة، وبذلك تكون الدرجة العظمي للمهمات الثلاث داخل اختبار الانتباه الانتقائي البصري ككل (٣٥ درجة).

٢-٥- صدق اختبار الانتباه الانتقائي البصري:

بعد الانتهاء من تصميم وبناء اختبار الانتباه الانتقائي البصري المرتبط بموضوعات مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية في صورته الأولية، تم عرضه على مجموعة من المحكمين في مجال علم النفس التربوي وتكنولوجيا التعليم (ملحق١)، وعددهم (٧) محكمين، لاستطلاع رأيهم حول مدى وضوح التعليمات الخاصة بكل مهمة، ومدى ملائمة بطاقات المثير الهدف للكل مهمة، ومدي ملائمة عدد المحاولات (بطاقات الاستجابة) لطبيعة كل مهمة، ومدى وضوح المثيرات والأشكال داخل بطاقات المثير الهدف وبطاقات الاستجابة، ومدي ارتباط المثيرات والأشكال داخل بطاقات المثير الهدف وبطاقات الاستجابة بطبيعة المقرر التعليمي، وقد تم إجراء التعديلات التي أجمع عليها السادة المحكمين.

٢-٦- حساب صدق الاتساق الداخلي لاختبار الانتباه الانتقائي البصري:

تم حساب معامل الارتباط (بيرسون) بين بطاقات الاستجابة والدرجة الكلية للمهمة التي تنتمي إليها البطاقة، وبين درجة كل مهمة ودرجة الاختبار ككل، وذلك لمعرفة مدى ارتباط واتساق بطاقات الاستجابة بالدرجة الكلية للاختبار ومهام الاختبار، وقد تراوحت معاملات الارتباط لبطاقات الاستجابة بين (٠,٧٦ – ٠,٨٣)، وهي قيم دالة إحصائيا عند مستوى دلالة (٠,٠١).

٢-٧- حساب ثبات اختبار الانتباه الانتقائي البصري:

تم حساب معامل الثبات لاختبار الانتباه الانتقائي البصري على عينة التجربة الاستطلاعية وعددهم (١٠) طلاب، وذلك باستخدام معامل "ألفا كرونباخ" Cronbach's alpha، وبلغ معامل ثبات الاختبار (٠,٨٤) وهو معامل أعلي من المتوسط، مما يدل على أن اختبار الانتباه الانتقائي البصري يتصف بدرجة مقبولة من الثبات، ويمكن استخدامه لجمع البيانات في البحث الحالي، ولتحديد ما إذا كانت كل مهمة بالاختبار تقيس ما يقيسه الاختبار ككل، مما جعل الأمر يستلزم إيجاد معامل الارتباط بين كل مهمة والاختبار ككل، وقد بلغت معاملات الارتباط بالنسبة لمهمات الاختبار الثلاث على النحو الآتي:

جدول (٦)

معامل الارتباط بين كل مهمة والاختبار ككل

م	المهمة	قيمة معامل الارتباط
١	تتبع مثير واحد فقط وسط مثيرات أخرى مشتتة.	٠,٨٤
٢	تتبع مثير واحد له خصائص في وجود مثيرات تختلف عنه.	٠,٨٥
٣	انتقاء اسم الصورة الذي يتوافق مع الصورة المعروضة.	٠,٨١

وجميعها تعد قيمًا مرتفعة تدل على صلاحية الاختبار للاستخدام، وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية يتكون من ثلاث مهمات يندرج تحتهم (٦) بطاقات للمثير الهدف و(٣٥) بطاقة للاستجابة (ملحق٦)، وقد تم إعطاء درجة واحدة لكل استجابة، وبالتالي تكون الدرجة الكلية لاختبار الانتباه الانتقائي البصري (٣٥ درجة).

٢-٨- تحديد زمن اختبار الانتباه الانتقائي البصري:

في ضوء عديد من المهام التي أعدتها دراسات عربية وأجنبية في مجال علم النفس تم تحديد الزمن المناسب لتطبيق المهمات الثلاث للاختبار بما تتضمنه من بطاقات للمثير الهدف وبطاقات للاستجابة كما هو موضح بالجدول الآتي:

جدول (٧)

أزمنة مهمات اختبار الانتباه الانتقائي البصري

م	المهمة	زمن قراءة التعليمات	زمن بطاقات المثير الهدف	زمن بطاقات الاستجابة	مجموع الأزمنة
١	تتبع مثير واحد فقط وسط مثيرات أخرى مشتتة.	٢٥ ث	٢٥ ث	٥٠ ث	١٠٠ ث
٢	تتبع مثير واحد له خصائص في وجود مثيرات تختلف عنه.	٢٥ ث	١٠ ث	١٢٠ ث	١٥٥ ث
٣	انتقاء اسم الصورة الذي يتوافق مع الصورة المعروضة.	٢٥ ث	-	١٣٠ ث	١٥٥ ث
	الزمن الكلي	٧٥ ث	٣٥ ث	٣٠٠ ث	٤١٠ ث

وقد تم التوصل إلى المدة الزمنية المناسبة للإجابة على اختبار الانتباه الانتقائي البصري وهي (٤١٠ ثانية)، أي ما يعادل (٦ دقائق و٥٠ ثانية) للإجابة على الاختبار.

٣- اختبار القدرة المكانية:

تم اتباع عدة خطوات في تجهيز اختبار القدرة المكانية، وفيما يلي عرض هذه الخطوات:

٣-١- تحديد الهدف من اختبار القدرة المكانية:

يهدف هذا الاختبار إلى قياس عديد من الوظائف الخاصة بالقدرة على التفكير بصريًا لتصور الأشكال والألوان والأنماط بدقة، وتخيل الأجسام ثلاثية الأبعاد وتحريكها عقليًا وتحديد الاتجاهات مما يمكن طالب تكنولوجيا التعليم من فهم العالم المادي المحيط به؛ وتصور النتائج النهائية لعملية التصوير الفوتوغرافي قبل البدء في التنفيذ.

٣-٢- بناء اختبار القدرة المكانية:

في ضوء الاطلاع على الدراسات والبحوث السابقة التي تناولت القدرة المكانية، وكذلك الاختبارات والمقاييس العربية والأجنبية التي تناولت قياس مهارات القدرة المكانية، مثل: "إكستروم" وآخرون (Ekstrom et al., 1976)؛ واختبار "آيزنك" Eysenck الذي قام بتعريبه خليل ميخائيل معوض (١٩٧٨)؛ و"لين" و"بيترسون" (Linn & Peterson, 1985)؛ ونعيمة حسن أحمد، وسحر محمد عبدالكريم (٢٠٠١)؛ و"سوربي" (Sorby, 2009)؛ و"تيتوس" و"هروسمان" (Titus & Horsman, 2009)؛ وعبدالشكور مصلح سالم الأزوريين (٢٠١٣)؛ و"باكلي" و"سيري" و"كانتي" (Buckley, Seery & Canty, 2018)؛ واختبارات القدرات العقلية (Practice Aptitude Tests, 2019)؛ و"نيوتن" و"بريستول" (Newton & Bristoll, 2019)؛ و"ميلر" و"هالبيرن" (Miller & Halpern, 2020)؛ وسلوى محمد درويش (٢٠٢٤)، فقد تم اختيار اختبار القدرة المكانية لـ "بول نيوتن" و"هيلين بريستول"، لما يتسم به من وضوح أجزاءه، وشمولية المهارات التي يتناولها، كما يتسم بسهولة التطبيق مقارنة بالاختبارات الأخرى.

٣-٣- مواصفات اختبار القدرة المكانية:

يضم اختبار القدرة المكانية ست مهارات، حيث تتضمن مهارة مطابقه الأشكال ثنائية الأبعاد (٢٥) سؤال، ومهارة مطابقه المجموعات المستدارة (٥) أسئلة، ومهارة الجمع بين الأشكال (٥) أسئلة، ومهارة معاينة المكعب ثلاثي الأبعاد (٤) أسئلة، ومهارة معالجة الأشكال ثنائية الأبعاد (٣) أسئلة، ومهارة الخرائط والمخططات (٣) أسئلة، ليصبح إجمالي عدد الأسئلة (٤٥) سؤال من نوع اختيار من متعدد، كما هو موضح بالجدول الآتي:

جدول (٨)

مواصفات اختبار القدرة المكانية

م	المهارات	عدد الأسئلة	الوزن النسبي
١	مطابقه الأشكال ثنائية الأبعاد	٢٥	٥٥,٦٪
٢	مطابقه المجموعات المستدارة	٥	١١,١٪
٣	الجمع بين الأشكال.	٥	١١,١٪
٤	معاينة المكعب ثلاثي الأبعاد	٤	٨,٨٪
٥	معالجة الأشكال ثنائية الأبعاد	٣	٦,٧٪
٦	الخرائط والمخططات	٣	٦,٧٪
	المجموع الكلي	٤٥	١٠٠٪

٣-٤- تحديد نظام تقدير الدرجات في اختبار القدرة المكانية:

تقدير الدرجات يتم عن طريق حساب معدل الاستجابات الصحيحة كمؤشر لمهارة القدرة المكانية، وفيه يتم إعطاء الطالب درجة واحدة عن كل استجابة صحيحة، وإذا لما يستجيب الطالب بشكل صحيح تحسب استجابة خاطئة، وبذلك تكون الدرجة العظمي داخل اختبار القدرة المكانية ككل (٤٥ درجة) أي بواقع درجة لكل سؤال.

٢-٥- صدق اختبار القدرة المكانية:

بعد الانتهاء من ترجمة وتنسيق بنود اختبار القدرة المكانية الخاص بـ "نيوتن" و"بريستول" (Newton & Bristoll, 2019)، تم عرضه على مجموعة من المحكمين في مجال علم النفس التربوي وتكنولوجيا التعليم (ملحق١)، وعددهم (٧) محكمين، لاستطلاع رأيهم، وقد تم إجراء التعديلات التي أجمع عليها السادة المحكمين.

٢-٦- حساب ثبات اختبار القدرة المكانية:

تم حساب معامل الثبات لاختبار القدرة المكانية على عينة التجربة الاستطلاعية وعددهم

(١٠) طلاب، وذلك باستخدام معامل "ألفا كرونباخ" Cronbach's alpha، وبلغ معامل ثبات الاختبار (٠,٨٦) وهو معامل أعلي من المتوسط، مما يدل على أن اختبار القدرة المكانية يتصف بدرجة مقبولة من الثبات، ويمكن استخدامه لجمع البيانات في البحث الحالي، ولتحديد ما إذا كانت كل مهارة بالاختبار تقيس ما يقيسه الاختبار ككل، مما جعل الأمر يستلزم إيجاد معامل الارتباط بين كل مهارة والاختبار ككل، وقد بلغت معاملات الارتباط بالنسبة لمهارات الاختبار الست على النحو الآتي:

جدول (٩)

معامل الارتباط بين كل مهارة والاختبار ككل

م	المهارة	قيمة معامل الارتباط
١	مطابقه الأشكال ثنائية الأبعاد	٠,٨٦
٢	مطابقه المجموعات المستدارة	٠,٨٤
٣	الجمع بين الأشكال.	٠,٨٣
٤	معاينة المكعب ثلاثي الأبعاد	٠,٨٥
٥	معالجة الأشكال ثنائية الأبعاد	٠,٨٦
٦	الخرائط والمخططات	٠,٨٢

وجميعها تعد قيمًا مرتفعة تدل على صلاحية اختبار القدرة المكانية للاستخدام، وبذلك أصبح اختبار القدرة المكانية في صورته النهائية يتكون من ٦ مهارات يندرج تحتهم (٤٥) سؤال من نوع اختيار من متعدد (ملحق٧).

٢-٧- تحديد زمن اختبار القدرة المكانية:

أوصي كل من "نيوتن" و"بريستول" (Newton & Bristoll, 2019)، بأن يكون زمن الإجابة على اختبار القدرة المكانية ٢٠ دقيقة، ونظرًا لاختلاف البيئات فقد تم إعادة تحديد الزمن

المناسب للإجابة على أسئلة اختبار القدرة المكانية عن طريق معرفة متوسط الزمن، وذلك بحساب مجموع الأزمنة المستغرقة من جميع طلاب العينة الاستطلاعية في الإجابة على أسئلة اختبار القدرة المكانية وقسمته على عدد الطلاب، وقد تم التوصل إلى المدة الزمنية المناسبة للإجابة على أسئلة اختبار القدرة المكانية وهي (٢٥ دقيقة).

رابعًا: التجربة الاستطلاعية للبحث:

١- الهدف من التجربة الاستطلاعية:

تم إجراء التجربة الاستطلاعية للتأكد من مدي وضوح مستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني، بالنسبة لطلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم، وكذلك التعرف علي نواحي القصور في عملية الاستخدام، ومدى كفاءة وسرعة ظهور مقاطع الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد داخل موقع الويب التعليمي، ومدى وضوح كافة الوسائط، ومدي تنظيم وترتيب الموضوعات والأنشطة داخل موقع الويب التعليمي، بحيث يمكن تلافي نواحي القصور قبل البدء في تنفيذ التجربة الأساسية، كما هدفت التجربة الاستطلاعية أيضًا إلى التحقق من ثبات أدوات القياس (الاختبار التحصيلي، اختبار الانتباه الانتقائي البصري، اختبار القدرة المكانية) المستخدمة في البحث الحالي، وذلك للوصول ببيئة التعلم وأدوات القياس إلى أفضل مستوى لهم قبل البدء في تنفيذ التجربة الأساسية للبحث.

٢- عينة التجربة الاستطلاعية:

تم إجراء التجربة الاستطلاعية علي عينه مكونة من أربع مجموعات (من غير طلاب عينة البحث الأساسية) كل مجموعة مكونة من ١٠ طلاب من طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية – جامعة عين شمس، حيث تم تطبيق علي كل مجموعة معالجة تجريبية مختلفة عن الأخرى، وقبل البدء في تطبيق مواد المعالجة التجريبية "بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)" تم تطبيق الاختبار التحصيلي قبليًا علي العينة الاستطلاعية، وذلك للوقوف علي مستوى كل متعلم علي حدة، وقد حدد الباحث نسبة ٢٠٪ بحد أقصي للإجابة عن أسئلة الاختبار، بحيث إذا زادت نسبة إجابات المتعلم عن نسبة الـ ٢٠٪ المقررة يُستبعد الطالب من العينة ويُستبدل بآخر، بحيث يضمن الباحث عدم وجود خبرات سابقة أو تعلم مسبق للمحتوي التعليمي لدى الطلاب، ويطبق ذات المعيار علي التجربة الأساسية للبحث.

٣- تطبيق مواد المعالجة التجريبية (بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات العرض المُجسم) في التجربة الاستطلاعية:

تم تطبيق مواد المعالجة التجريبية "بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)" علي المجموعات الاستطلاعية في الترم الثاني من العام الدراسي ٢٠٢٣/٢٠٢٤ وقبل البدء في تدريب المتعلمين علي استخدام موقع الويب التعليمي، حاول الباحث خلق جو من الألفة بينه وبين المتعلمين وذلك لكي يضمن استجابتهم في تنفيذ ما يطلب منهم قبل، وفي أثناء، وبعد الانتهاء من التجربة، وكتمهيد لما يمكن عمله مع طلاب المجموعة الأساسية، وقد أدي جميع المتعلمين الدراسة من خلال موقع الويب التعليمي حتي نهايتها، وقد وجه الباحث الطلاب إلى ضرورة تسجيل مواطن الصعوبة في أثناء التعلم من خلال موقع الويب التعليمي القائم على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستويات العرض المُجسم لتلافيها عند إجراء التجربة الأساسية، وبعد ذلك قام الباحث بتطبيق أدوات القياس بعديًا علي المتعلمين ورصد النتائج.

خامسًا: التجربة الأساسية للبحث:

مرت التجربة الأساسية للبحث الحالي بالمراحل الآتية:

١- اختيار عينة البحث:

قام الباحث باختيار أربع مجموعات تجريبية، وتضمنت كل مجموعة ٣٠ طالب وطالبة من طلاب الفرقة الأولى بقسم تكنولوجيا التعليم بكلية التربية النوعية – جامعة عين شمس، بالعام الدراسي (٢٠٢٣-٢٠٢٤).

٢- الاستعداد للتجريب:

تم عقد الجلسة التمهيدية مع أفراد العينة بهدف تعريفهم بماهية مواد المعالجة التجريبية المستخدمة وكيفية استخدامها، وفي نهاية الجلسة تم تقسيم العينة الأساسية في ضوء توزيع مجموعات البحث، كما تم تحديد مواعيد الدراسة والتطبيق والتدريب، وتم إرسال رابط موقع الويب التعليمي لطلاب كل مجموعة من المجموعات التجريبية الأربع عبر تطبيق خدمة الرسائل WhatsApp.

٣- تطبيق أدوات البحث قبليًا:

قام الباحث بتطبيق الاختبار التحصيلي قبليًا، على المجموعات التجريبية الأربع وذلك لحساب الدرجات القبلية في مستوى التحصيل المرتبط بموضوعات مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية المتضمن داخل موقع الويب التعليمي،

وكذلك للوقوف على مستوى كل متعلم على حدة، وقد حدد الباحث نسبة ٢٠٪ بحد أقصي للإجابة عن أسئلة الاختبار، بحيث إذا زادت نسبة إجابات المتعلم عن نسبة الـ ٢٠٪ المقررة يستبعد من العينة ويستبدل بآخر، بحيث يضمن الباحث عدم وجود خبرات سابقة أو تعلم مسبق لدى الطلاب يتعلق بمحتوي بيئة التعلم.

٤- حساب تكافؤ المجموعات:

لحساب تكافؤ المجموعات تم استخدام أسلوب تحليل التباين أحادي الاتجاه One Way Analysis OF Variance (ANOVA) للتعرف على دلالة الفروق بين المجموعات التجريبية في القياس القبلي للاختبار التحصيلي، وقد تم صياغة فرضية التكافؤ الآتية:

ينص فرض التكافؤ على أنه: "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع في نتائج التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي".

وللتأكد من تكافؤ المجموعات تم استخدام أسلوب تحليل التباين أحادي الاتجاه للتعرف على دلالة الفروق بين المجموعات التجريبية الأربع في نتائج التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي المرتبط بموضوعات مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية كما هو موضح بجدول (١٠) الآتي:

جدول (١٠)

تحليل التباين أحادي الاتجاه بين المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة
بين المجموعات	٠,٢٩٢	٣	٠,٠٩٧	٠,٠٤٨	غير دالة ٠,٩٨٦
داخل المجموعات	٢٣٣,٣	١١٦	٢,٠١١		
الكلي	٢٣٣,٥٩	١١٩	———		

كما تم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية للمجموعات التجريبية الأربع في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي كما هو موضوح بجدول (١١) الآتي:

جدول (١١)

المتوسطات والانحرافات المعيارية للمجموعات التجريبية الأربع في التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي

المجموعات التجريبية	الأولي	الثانية	الثالثة	الرابعة	المجموع
المتوسط الحسابي	٢,٧٦	٢,٦٦	٢,٧	٢,٦٣	٢,٦٩
الانحراف المعياري	١,٤٥	١,٤٤	١,٤٤	١,٣٢	١,٤

تشير بيانات جدول (١٠) وجدول (١١) إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع، حيث بلغت قيمة النسبة الفائية ٠,٠٤٨، وهي قيمة غير دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة أكبر من ٠,٠٥، وبالتالي فقد ثبت صحة هذا الفرض، والذي ينص على أنه "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع في نتائج التطبيق القبلي للاختبار التحصيلي".

وبالتالي يمكن اعتبار المجموعات التجريبية الأربع متكافئة فيما بينها وأن أي فروق قد تظهر بعد تطبيق مواد المعالجة التجريبية "بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)" ترجع إلى وجود اختلاف في المتغيرات المستقلة وليس بين المجموعات.

٥- إجراءات تطبيق الدراسة:

بعد التأكد من جاهزية الأدوات للتطبيق على عينة البحث، قام الباحث بتطبيق أدوات البحث على العينة، وذلك خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٢٣/٢٠٢٤، في كلية التربية النوعية – جامعة عين شمس، وفق الخطوات الآتية:

- **قام الباحث بتطبيق الاختبار التحصيلي قبليًا على طلاب المجموعات التجريبية الأربع وذلك لحساب الدرجات القبلية للاختبار التحصيلي المرتبط بموضوعات مقرر إنتاج الصور الفوتوغرافية.**
- **درست كل مجموعة من المجموعات التجريبية الأربع المحتوي التعليمي من خلال بيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي**

الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد).

- قام الباحث بتطبيق أدوات القياس (اختبار تحصيلي – اختبار الانتباه الانتقائي البصري – اختبار القدرة المكانية) بعديًا، وقد استمر تطبيق التجربة الأساسية للبحث ما يزيد عن أسبوعان من يوم ٢٠٢٤/٥/٤ وحتى يوم ٢٠٢٤/٥/٢١.
- تم جمع البيانات وتنظيمها بهدف معالجتها إحصائيًا باستخدام برنامج SPSS، ولاختبار صحة فروض الدراسة تم استخدام الاسلوب الإحصائي (t-test) لإجراء المقارنات بين فروق متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في كل من الاختبار تحصيلي، واختبار الانتباه الانتقائي البصري، واختبار القدرة المكانية.

نتائج البحث وتفسيرها والتوصيات:

يتناول هذا الجزء عرضًا للنتائج التي تم التوصل إليها وتفسيرها في ضوء الإطار النظري، والدراسات والبحوث السابقة، فضلًا عن تقديم بعض التوصيات، وفيما يلي عرض للنتائج التي أسفر عنها التحليل الإحصائي وفق أسئلة البحث وفروضه:

١- الإجابة عن السؤال الأول الذي ينص على: "ما معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)؟"

تمت الإجابة عن هذا السؤال من خلال قيام الباحث ببناء قائمة معايير تصميم الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد)، وتكونت القائمة في صورتها النهائية من ثلاثة (٣) مجالات، وتضم ثمانية عشر (١٨) معيار يندرج تحتهم أربعة وتسعون (٩٤) مؤشرًا (ملحق٢)، وقد تم عرض إجراءات بناء قائمة المعايير بالتفصيل في الجزء الخاص بمنهجية وإجراءات البحث.

٢- الإجابة عن السؤال الثاني الذي ينص على: "ما التصميم التعليمي لبيئة تعلم إلكتروني قائمة على الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) لتنمية الانتباه الانتقائي البصري والقدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟"

للإجابة عن هذا السؤال قام الباحث باستخدام نموذج التصميم التعليمي ADDIE والذي سبق تناوله بالتفصيل في الجزء الخاص بمنهجية وإجراءات البحث.

٣- الإجابة عن السؤال الثالث الذي ينص على: "ما أثر مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد

ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية الجانب التحصيلي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟"

للإجابة عن هذا السؤال قام الباحث بالخطوات الآتية:

تم صياغة الفرض الأول الذي ينص على: "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي يرجع للتأثير الأساسي لمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة التعلم الإلكترونية"، ولاختبار صحة هذا الفرض تم استخدام أسلوب تحليل التباين أحادي الاتجاه One Way Analysis OF Variance (ANOVA) للتعرف على دلالة الفروق بين المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي، كما هو موضح بجدول (١٢) الآتي:

جدول (١٢)

تحليل التباين أحادي الاتجاه بين المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة	حجم التأثير
بين المجموعات	١٤٠٢,٨	٣	٤٦٧,٦	٩٧,٤	دالة عند مستوى (٠,٠٠)	٠,٧٢
داخل المجموعات	٥٥٦,٦٦	١١٦	٤,٧٩			
الكلي	١٩٥٩,٤٦	١١٩	———			

يتضح من الجدول السابق أن النسبة الفائية بلغت قيمتها ٩٧,٤ وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة أقل من ٠,٠٥، كما تم حساب حجم التأثير لتحديد فاعلية المتغيرات المستقلة لزيادة الثقة في اتخاذ القرار، حيث بلغ ٠,٧٢، وبالتالي تم قبول الفرض والذي ينص على أنه "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية

الأربع في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي يرجع للتأثير الأساسي لمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة التعلم الإلكترونية"، وللتعرف على اتجاه هذه الفروق قام الباحث بعمل مقارنات ثنائية بعدية بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع باستخدام اختبار Scheffe للمقارنات البعدية كما هو موضح بالجدول الآتي:

جدول (١٣)

المقارنات البعدية بين المجموعات التجريبية الأربع في تطبيق الاختبار التحصيلي طبقًا لاختبار شيفيه

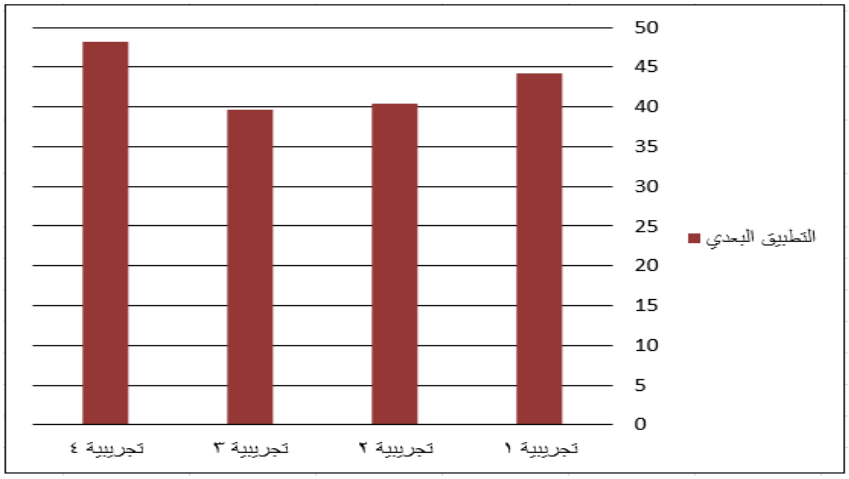
المجموعات التجريبية	المتوسطات	مج ١ (عميق)	مج ٢ (سطحي)	مج ٣ (بارز)	مج ٤ (متعدد)
مج ١ (عميق)	٤٤,١٦				
مج ٢ (سطحي)	٤٠,٣٦	دالة			
مج ٣ (بارز)	٣٩,٥٦	دالة	غير دالة		
مج ٤ (متعدد)	٤٨,١٦	دالة	دالة	دالة	

مما سبق يتضح أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين بعض المجموعات التجريبية لصالح المجموعة التجريبية الرابعة التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (متعدد) ببيئة التعلم الإلكترونية، يليها في الترتيب المجموعة التجريبية الأولى التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق) ببيئة التعلم الإلكترونية، ثم المجموعة التجريبية الثانية التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض

مُجسم (سطحي) ببيئة التعلم الإلكترونية، ثم المجموعة التجريبية الثالثة التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (بارز) ببيئة التعلم الإلكترونية، كما يتضح أنه لم يكن هناك فرق ذو دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية الثانية والمجموعة التجريبية الثالثة.

شكل (٥١)

رسم بياني يوضح الفروق بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي



يتضح من ترتيب نتائج المجموعات التجريبية أن درجة عمق ومستويات التجسيم في الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد قد أثرت بشكل واضح على التحصيل المعرفي، فالمجموعة الرابعة التي استخدمت نظام عرض مجسم متعدد المستويات حققت أفضل النتائج، مما يشير إلى أن هذا النمط البصري الأكثر تكاملًا ساعد المتعلمين على الإدراك التفصيلي والمتدرج للمفاهيم المعروضة.

ويرجع الباحث نتيجة الفرض الأول إلي:

- أن (مستوى العرض المُجسم المتعدد) في المعالجة التجريبية الرابعة قد عزز من الواقعية، وساعد في تقريب المحتوى من خبرات المتعلم الحسية والمعرفية، كما ساعد على توفير تدرجًا بصريًا يدعم فهم العلاقات المعقدة بين أجزاء المحتوى، أما المعالجة التجريبية الأولى (مستوى العرض المُجسم العميق) فرغم فعاليتها، إلا أنها تفتقد التعدد في مستويات التجسيم، مما يجعلها أقل تفاعلاً نسبيًا، بينما المعالجات التجريبية الثانية والثالثة (مستوى العرض المُجسم السطحي والبارز) كانت أقل فعالية بسبب بساطة العرض وعدم استثمار العمق البصري الكامل، ما قلل من فرص المعالجة الذهنية المتعمقة للمحتوى.

- كما يمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء نظرية المعالجة المزدوجة Dual Coding Theory التي تشير إلى أن التعلم يكون أكثر فعالية عندما يتم دمج المعلومات اللفظية والبصرية، وقد ساهم التجسيم متعدد المستويات في تعزيز التمثيل العقلي البصري للمفاهيم، كما يمكن أيضًا تفسير هذه النتيجة في ضوء نظرية الحمل المعرفي Cognitive Load Theory حيث إن مستوى العرض المُجسم المتعدد ساعد في تقليل العبء المعرفي غير الضروري، من خلال تقديم المحتوى بصريًا بطريقة توضح العلاقات بين الأجزاء، ما ساعد المتعلم في الفهم دون إثقال الذاكرة العاملة، كذلك يمكن أيضًا تفسير هذه النتيجة في ضوء نظرية التعلم البنائي Constructivism حيث إن التعلم يحدث عندما يبني المتعلم معرفته من خلال التفاعل النشط مع البيئة، وقد ساهم مستوى العرض المُجسم المتعدد للفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد في توفير بيئة محفزة للربط والتفسير الشخصي للمعرفة.
- تتفق هذه النتيجة مع نتائج عديد من الدراسات التي أكدت أن استخدام العناصر التفاعلية البصرية عالية التجسيم في البيئات التعليمية يعزز من الفهم العميق والاستيعاب، مثل نتائج دراسة "دالغارنو" و"لي" (Dalgarno & Lee, 2010) التي أثبتت أن استخدام التقنيات ثلاثية الأبعاد في التعليم يساهم في تحسين الفهم المكاني والتصور المفاهيمي، كما تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة محمود فاروق الفقي وآخرون (٢٠١٦) التي أثبتت أن استخدام التصميمات ثلاثية الأبعاد ساعدت على تحسين وتنمية مستويات الطلاب وزيادة قدراتهم الإبداعية، كما تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة كلًا من فاطمة عبدالله المجايشي، وفدوى ياسين فلمبان (٢٠٢١) التي أثبتت أن توظيف الفيديو ثلاثي الأبعاد بنظام العرض المُجسم في التعليم ساعد على اكتساب المفاهيم بصورة واقعية وبقاء أثر التعلم لدي المتعلمين.

٤- الإجابة عن السؤال الرابع الذي ينص على: "ما أثر مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية الانتباه الانتقائي البصري لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟"

للإجابة عن هذا السؤال قام الباحث بالخطوات الآتية:

تم صياغة الفرض الثاني الذي ينص على: "لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار الانتباه الانتقائي البصري يرجع للتأثير الأساسي لمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي

ثلاثي الأبعاد ببيئة التعلم الإلكترونية"، ولاختبار صحة هذا الفرض تم استخدام أسلوب تحليل التباين أحادي الاتجاه One Way Analysis OF Variance (ANOVA) للتعرف على دلالة الفروق بين المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار الانتباه الانتقائي البصري، كما هو موضح بجدول (١٤) الآتي:

جدول (١٤)

تحليل التباين أحادي الاتجاه بين المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار الانتباه الانتقائي البصري

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة	حجم التأثير
بين المجموعات	١١٤٣,٠٦	٣	٣٧٨,٠٢	٦٢١,١١	دالة عند مستوى (٠,٠٠)	٠,٩٤
داخل المجموعات	٧٠,٦	١١٦	٠,٦٠٩			
الكلي	١٢٠٤,٦	١١٩	———			

يتضح من الجدول السابق أن النسبة الفائية بلغت قيمتها ٦٢١,١١ وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة أقل من ٠,٠٥، كما تم حساب حجم التأثير لتحديد فاعلية المتغيرات المستقلة لزيادة الثقة في اتخاذ القرار، حيث بلغ ٠,٩٤، وهذا يدل على أن حجم الأثر كبير بين المتغيرات المستقلة، وبالتالي تم رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل والذي ينص على أنه "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار الانتباه الانتقائي البصري يرجع للتأثير الأساسي لمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة التعلم الإلكترونية"، وللتعرف على اتجاه هذه الفروق قام الباحث بعمل مقارنات ثنائية بعدية بين متوسطات درجات

المجموعات التجريبية الأربع باستخدام اختبار Scheffe للمقارنات البعدية كما هو موضح بالجدول الآتي:

جدول (١٥)

المقارنات البعدية بين المجموعات التجريبية الأربع في تطبيق اختبار الانتباه الانتقائي البصري طبقًا لاختبار شيفيه

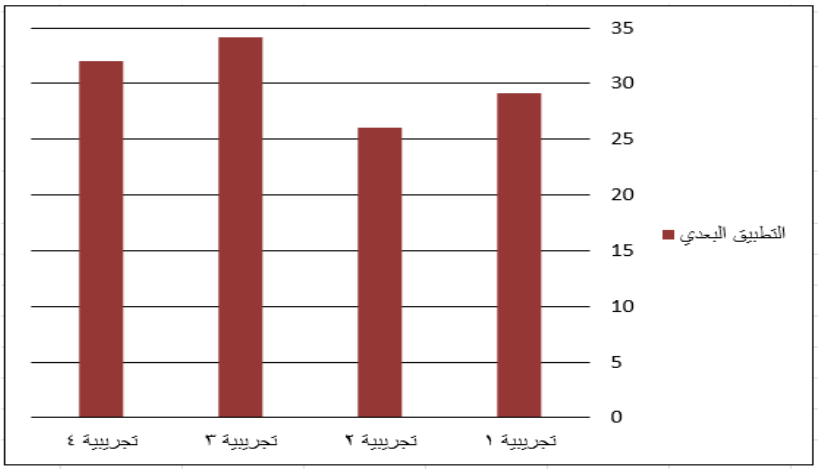
المجموعات التجريبية	المتوسطات	مج ١ (عميق)	مج ٢ (سطحي)	مج ٣ (بارز)	مج ٤ (متعدد)
مج ١ (عميق)	٢٩,١٣				
مج ٢ (سطحي)	٢٦	دالة			
مج ٣ (بارز)	٣٤,١٦	دالة	دالة		
مج ٤ (متعدد)	٣٢,٠٣	دالة	دالة	دالة	

مما سبق يتضح أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات التجريبية لصالح المجموعة التجريبية الثالثة التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (بارز) ببيئة التعلم الإلكترونية، يليها في الترتيب المجموعة التجريبية الرابعة التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (متعدد) ببيئة التعلم الإلكترونية، ثم المجموعة التجريبية الأولى التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق) ببيئة التعلم الإلكترونية، ثم المجموعة التجريبية الثانية التي درست من خلال

الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (سطحي) ببيئة التعلم الإلكترونية.

شكل (٥٢)

رسم بياني يوضح الفروق بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار الانتباه الانتقائي البصري



ويرجع الباحث نتيجة الفرض الثاني إلي:

- إن (مستوى العرض المُجسم البارز) ساعد في زيادة تركيز الانتباه بصريًا على العناصر المهمة داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد، فالتجسيم البارز أدى إلى إبراز الكائن أو المعلومة خارج الشاشة بشكل ملحوظ، مما حفز المتعلم على التركيز الانتقائي لهذه العناصر، بينما في المعالجة التجريبية الرابعة (مستوى العرض المُجسم المتعدد) فبالرغم من قدرتها العالية على التوضيح والتفصيل، إلا أنها وزعت الانتباه عبر مستويات متعددة من المعلومات، مما قلل من التركيز الانتقائي على عناصر معينة، كما أن المعالجة التجريبية الأولى (مستوى العرض المُجسم العميق) تتيح رؤية ثلاثية الأبعاد واقعية لكنها لم توفر بروزًا بصريًا قويًا يوجه الانتباه مباشرة، لذا كانت أقل فعالية من مستوى العرض المُجسم البارز والمتعدد، بينما كانت المعالجة التجريبية الثانية (مستوى العرض المُجسم السطحي) الأقل فعالية، لأنها لم تساعد في إحداث تمايزًا بصريًا أو عمقًا كافيًا للفت الانتباه أو توجيهه، وبالتالي كان الانتباه البصري عشوائيًا أو منخفض التركيز.
- كما يمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء نظريات التصفية، ونظرية التوهين Attenuation Theory، ونظرية الانتباه الانتقائي Selective Attention Theory والتي تفيد بأن الفرد يركز على المحفزات الأكثر بروزًا أو أهمية ويهمل الأخرى، حيث ساعد التجسيم البارز على

تمييز العناصر المهمة بصريًا، مما حفز الآليات العصبية المرتبطة بالانتباه الانتقائي، كما يمكن أيضًا تفسير هذه النتيجة في ضوء نظرية الضوء الكاشف Spotlight Theory of Attention، وكذلك نظرية الإشراط الكلاسيكي Classical Conditioning في التعلم السلوكي، حيث ساعدت المحفزات البصرية القوية مثل البروز المُجسم على تعزيز الاستجابة الانتباهية لدى المتعلم من خلال تكرار ارتباطها بالمعلومة الأساسية، كما يمكن أيضًا تفسير هذه النتيجة في ضوء نظرية الوسائط المتعددة Cognitive Theory of Multimedia Learning والتي تُبرز أهمية التوجيه البصري لتركيز انتباه المتعلم على المعلومات الأساسية، وقد وفر مستوى العرض المُجسم البارز هذا النوع من التوجيه الفعّال.

- تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة "تفيرسكي" وآخرون (Tversky et al., 2002) التي أكدت أن الاستخدام الموجه للعناصر البصرية مثل البروز أو التمييز بالألوان يزيد من التركيز والانتباه الانتقائي، كما تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة "هوينه-ثو" و"سكياتي" (Huynh-Thu & Schiatti, 2011) التي أكدت أن وجود عناصر غير واضحة في مقدمة المشهد، يؤثر على توزيع الانتباه الانتقائي البصري لدى المشاهدين، مما قد يؤدي إلى تشتت التركيز أو تقليل الانتباه إلى العناصر الأساسية في المشهد، بينما تعارضت هذه النتيجة مع نتائج دراسة كل من "جاينج" وآخرون (Jiang et al., 2017)؛ ودراسة "ريميل" وآخرون (Remmele et al., 2018).

٥- الإجابة عن السؤال الخامس الذي ينص على: "ما أثر مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة تعلم إلكتروني في تنمية القدرة المكانية لدى طلاب تكنولوجيا التعليم؟"

للإجابة عن هذا السؤال قام الباحث بالخطوات الآتية:

تم صياغة الفرض الثالث الذي ينص على: "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار القدرة المكانية يرجع للتأثير الأساسي لمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة التعلم الإلكترونية"، ولاختبار صحة هذا الفرض تم استخدام أسلوب تحليل التباين أحادي الاتجاه One Way Analysis OF Variance (ANOVA) للتعرف على دلالة الفروق بين المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار القدرة المكانية، كما هو موضح بجدول (١٦) الآتي:

جدول (١٦)

تحليل التباين أحادي الاتجاه بين المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار القدرة المكانية

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط مجموع المربعات	قيمة ف	مستوى الدلالة	حجم التأثير
بين المجموعات	١٣٤٧,٥٥	٣	٤٤٩,١	٤٧٣,٥	دالة عند مستوى (٠,٠٠)	٠,٩٢
داخل المجموعات	١١٠,٠٣	١١٦	٠,٩٤٩			
الكلي	١٤٥٧,٥٩	١١٩	———			

يتضح من الجدول السابق أن النسبة الفائية بلغت قيمتها ٤٧٣,٥ وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة أقل من ٠,٠٥، كما تم حساب حجم التأثير لتحديد فاعلية المتغيرات المستقلة لزيادة الثقة في اتخاذ القرار، حيث بلغ ٠,٩٢، وهذا يدل على أن حجم الأثر كبير بين المتغيرات المستقلة، وبالتالي تم رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل والذي ينص على أنه "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (≤ ٠,٠٥) بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار القدرة المكانية يرجع للتأثير الأساسي لمستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد ببيئة التعلم الإلكترونية"، وللتعرف على اتجاه هذه الفروق قام الباحث بعمل مقارنات ثنائية بعدية بين متوسطات درجات المجموعات التجريبية الأربع باستخدام اختبار Scheffe للمقارنات البعدية كما هو موضح بالجدول الآتي:

جدول (١٧)

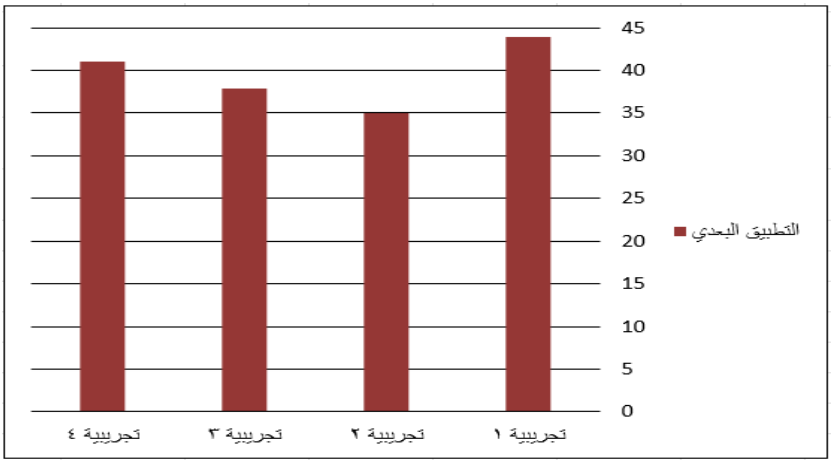
المقارنات البعدية بين المجموعات التجريبية الأربع في تطبيق اختبار القدرة المكانية طبقًا لاختبار شيفيه

المجموعات التجريبية	المتوسطات	مج ١ (عميق)	مج ٢ (سطحي)	مج ٣ (بارز)	مج ٤ (متعدد)
مج ١ (عميق)	٤٣,٩٣				
مج ٢ (سطحي)	٣٥	دالة			
مج ٣ (بارز)	٣٧,٨٣	دالة	دالة		
مج ٤ (متعدد)	٤١	دالة	دالة	دالة	

مما سبق يتضح أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات التجريبية لصالح المجموعة التجريبية الأولى التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (عميق) ببيئة التعلم الإلكترونية، يليها في الترتيب المجموعة التجريبية الرابعة التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (متعدد) ببيئة التعلم الإلكترونية، ثم المجموعة التجريبية الثالثة التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (بارز) ببيئة التعلم الإلكتروني، ثم المجموعة التجريبية الثانية التي درست من خلال الفيديو التعليمي ثلاثي الأبعاد بمستوى عرض مُجسم (سطحي) ببيئة التعلم الإلكترونية.

شكل (٥٣)

رسم بياني يوضح الفروق بين متوسطات درجات طلاب المجموعات التجريبية الأربع في التطبيق البعدي لاختبار القدرة المكانية



ويرجع الباحث نتيجة الفرض الثالث إلي:

- **إن (مستوى العرض المُجسم العميق) عزز من إدراك الأبعاد والمسافات والزوايا داخل المشهد التعليمي، مما ساهم في تطوير المهارات المكانية مثل التصور العقلي، والدوران العقلي، والتفكير الهندسي، كما جاءت المعالجة التجريبية الرابعة (مستوى العرض المُجسم المتعدد) في المرتبة الثانية، لأنها قدّمت مستويات مختلفة للتجسيم تدعم الفهم المكاني المتقدم، لكنها لم تكن بذات القدر في التركيز البصري والدقة التفصيلية التي وفرها العرض المُجسم العميق، في حين أن المعالجة التجريبية الثالثة (مستوى العرض المُجسم البارز) رغم فاعليتها في شد الانتباه البصري، إلا أنها ركزت على العناصر الظاهرة فقط دون تقديم إدراك كافٍ للعلاقات المكانية المتعددة بين أجزاء الكائنات أو المشاهد التعليمية، بينما في المعالجة التجريبية الثانية (مستوى العرض المُجسم السطحي) فقد كان الأقل دعمًا للقدرة المكانية، لأنه لم يُقدم عمقًا بصريًا حقيقيًا، مما أدى إلى الحد من قدرة المتعلم على تصور الأجسام في الفضاء ثلاثي الأبعاد.**
- **كما يمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء نظرية الإدراك البصري الفضائي Spatial Perception Theory والتي تؤكد أن التعلم المكاني يتحسن عند تقديم محتوى يسمح بإدراك الأبعاد والاتجاهات والعلاقات في الفضاء، وكذلك نظرية (CHC) التي تهتم بتحليل تأثير البرامج التعليمية (مثل الفيديوهات ثلاثية الأبعاد) في تنمية عناصر محددة من القدرة المكانية، حيث ساعد التجسيم العميق داخل الفيديو ثلاثي الأبعاد**

على تشكيل تمثيلات عقلية دقيقة للمجسمات والمواقف التعليمية، كما يمكن أيضًا تفسير هذه النتيجة في ضوء نظرية الذكاءات المتعددة Multiple Intelligence Theory والتي تشير إلى أن الذكاء البصري المكاني يعتمد على القدرة على التفكير في ثلاثة أبعاد، وبالتالي فإن التجسيم العميق ساعد في ذلك بدرجة أكبر لأنه وفّر تجربة أكثر واقعية وارتباطًا بالفضاء، كما يمكن أيضًا تفسير هذه النتيجة في ضوء نظرية الحمل المعرفي Cognitive Load Theory حيث أن التجسيم العميق قلل من الحمل المعرفي المرتبط بمحاولة تخمين الأبعاد أو العلاقات المكانية، لأنه أظهر هذه المعلومات بوضوح داخل المشهد.

- وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة "هوك" (Huk, 2006) التي أثبتت أن استخدام المحاكاة ثلاثية الأبعاد ذات العمق البصري العالي يُحسن القدرة المكانية للمتعلمين، كما تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة "لي" و"ونغ" (Lee & Wong, 2014) التي أكدت على أن تقديم الأجسام التعليمية في بيئة ذات منظور عميق يطوّر مهارات الدوران العقلي والتخيل المكاني، كذلك تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة "إبراهيم" و"عزيز" (Ibrahim & Aziz, 2019) التي أكدت أن الطلاب الذين تلقوا دروسًا باستخدام مقاطع فيديو تعليمية ثلاثية الأبعاد؛ أظهروا تحسنًا ملحوظًا في اختبارات التمثيل المكاني مقارنة بمن تلقوا تعليمًا تقليديًا، كما تتفق مع دراسة "ماير" (Mayer, 2020) التي أكدت أن التعلم يكون أكثر فاعلية عندما يتم دمج الصور المتحركة المجسمة مع الشرح الصوتي، كما تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة "شمس الدين" وآخرون (Samsudin et al., 2020) التي أثبتت أن استخدام مقاطع الفيديو ثلاثية الأبعاد ساعد في تحسين قدرة الطلاب على تصور الظواهر الديناميكية في الفضاء، مما انعكس بشكل إيجابي على أدائهم في الاختبارات الخاصة بالتفكير المكاني.

توصيات البحث:

في ضوء النتائج التي توصل إليها البحث الحالي، تم وضع التوصيات التالية:

١- ضرورة التوسع في تطبيق مستويات العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل برامج الفيديو التعليمية ثلاثية الأبعاد، والبحث عن آليات جديدة لتوظيفها داخل بيئات التعلم الإلكترونية.

٢- ضرورة تطوير أساليب العرض المُجسم لبرامج الفيديو ثلاثية الأبعاد وتحسين العناصر البصرية المعروضة بداخلها من الناحية الجرافيكية من أجل الوصول إلى مستوى أعلى في نواتج التعلم.

٣- الاستفادة من الأبحاث التي أجريت في مستويات العرض المُجسم لمعرفة أفضل مستوى مُجسم لتصميم وإنتاج العناصر داخل برامج الفيديو التعليمية ثلاثية الأبعاد وفقًا لطبيعة مادة التعلم وخصائص المتعلمين المستهدفين.

٤- ضرورة دمج الفيديوهات التعليمية ثلاثية الأبعاد بنظام العرض المُجسم ضمن استراتيجيات تعليم نشطة مثل التعلم القائم على المشكلات أو المشاريع، لتوسيع دائرة الاستفادة منها.

٥- ضرورة تطوير برامج إعداد أخصائي تكنولوجيا التعليم لتحسين أدائهم في إنتاج وتوظيف أساليب العرض المُجسم الحديثة للفيديو التعليمي.

٦- ضرورة تطوير معامل الوسائط داخل المؤسسات التعليمية وتجهيزها بأجهزة وأدوات حديثة تدعم العروض المُجسمة.

مقترحات ببحوث مستقبلية:

أثار البحث الحالي بعض التساؤلات التي يمكن أن تكون موضع للبحث والدراسة، ويمكن تحديدها على النحو التالي:

١- دراسة أثر مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل الفيديو بنمط عرض "جنبًا إلى جنب" Side by Side على نواتج التعلم المختلفة.

٢- دراسة أثر التفاعل بين مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) والأساليب المعرفية على نواتج التعلم المختلفة.

٣- دراسة أثر مستوى العرض المُجسم (عميق – سطحي – بارز– متعدد) داخل بيئات الواقع الافتراضي على نواتج التعلم المختلفة.

Designing the level of stereoscopic display (deep, Surface, prominent, multiple) within a 3D educational video in an e-learning environment and its impact on the development of achievement, visual selective attention and spatial ability in educational technology students

Abstract:

The current research aimed to determine the level of stereoscopic display (deep - Surface - prominent - multiple) most appropriate within the three-dimensional educational video in an e-learning environment; and reveal its impact on the development of achievement, visual selective attention and spatial ability in educational technology students. In this research, an experimental design with four experimental groups was used in the pre and post measurement, and the research included an independent variable (three-dimensional educational video in an electronic learning environment) with four levels of stereoscopic display (deep - Surface - prominent - multiple), and three dependent variables are: achievement, visual selective attention, and spatial ability related to the photographic production course. The research sample consisted of (120) male and female students from the first division of the Department of Educational Technology at the Faculty of Qualitative Education - Ain Shams University, divided into four experimental groups, and the most important results resulted in: The most important results were: The fourth experimental group, which studied through the 3D educational video with a stereoscopic (multiple) display level, achieved better results in terms of the achievement, while the third experimental group, which studied through the 3D educational video with a stereoscopic (prominent) display level, achieved better results in terms of visual selective attention, while the first experimental group,

which studied through the 3D educational video with a stereoscopic (deep) display level, achieved better results in terms of spatial ability, and the study recommended the need to expand the application of stereoscopic display levels (deep - Surface - prominent - multiple) within 3D educational video programs, and to search for new mechanisms to employ them within electronic learning environments.

Key Words:

Deep stereoscopic display - Surface stereoscopic display - Prominent stereoscopic display - Multiple stereoscopic display - 3D educational video – E-learning environments - Visual selective attention - Spatial ability.

المراجع:

أولًا: المراجع العربية:

أحمد حسن عاشور. (٢٠٠٥). الانتباه والذاكرة العاملة لدى عينات مختلفة من ذوي صعوبات التعلم وذوي فرط النشاط الزائد والعاديين، *مجلة البحوث النفسية والتربوية*، كلية التربية، جامعة المنوفية، ١، ٢٣١ - ٢٣٩.

أمل جودة محمد. (٢٠١٧). التفاعل بين توقيت عرض مقاطع الفيديو الرقمي "اليوتيوب" "قبل الدرس العملي وبعده" من خلال منصة الفيسبوك والأسلوب المعرفي "التركيز-السطحي" وأثره على تنمية مهارات تصميم وتطوير الإنفوجرافيك التعليمي لدى طلاب تكنولوجيا التعليم، *مجلة الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم*، ٢٧ (٣)، ١١١ – ١٨٤.

أميرة محمد المعتصم الجمل. (٢٠١٩). أسلوبان لتنظيم محتوى الفيديو التفاعلي التعليمي (الكلي، والجزئي) عبر الويب وفاعليتهما في تنمية التحصيل ومهارات صيانة الأجهزة التعليمية لدى طالبات تكنولوجيا التعليم والمعلومات، *مجلة الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم*، ٢٩ (٦)، ٢٥٩–٣٦٠.

أكرم محمد الحجوج، زينب عبدالعليم بدوي. (٢٠٢٠). بناء أداة لقياس الانتباه البصرى الانتقائي لطلاب المرحلة الأساسية بغزة والتحقق من خصائصها السيكومترية، *مجلة الدراسات التربوية والنفسية*، جامعة السلطان قابوس، ١٤ (٣)، ٥٠٣-٥٢٠.

إسماعيل بهاء الدين سليمان. (٢٠١٢). *موسوعة الشاشة الكبيرة*، مكتبة لبنان ناشرون.

توفيق محمود توفيق سالم، خالد محمد فرجون، انشراح عبدالعزيز إبراهيم. (٢٠١٨). اختلاف نمط أداة التجول بالفيديو الفائق التعليمي وفاعليته في تنمية المهارات العملية بمادة العلوم لتلاميذ المرحلة الابتدائية، *مجلة دراسات تربوية واجتماعية*، كلية التربية، جامعة حلوان، ٢٤ (٢)، ٦٩٧–٧٤٨.

جون اندرسون. (٢٠١٦). *علم النفس المعرفي وتطبيقاته*، ترجمة: مفيد نجيب حواشين، فاضل محمود خشاوي، محمد صبري سليط، عمان: دار الفكر.

خليل ميخائيل معوض. (١٩٧٨). اختبار القدرة على التصور المكاني، *كراسة التعليمات*، الإسكندرية، دار الفكر الجامعي.

خالد علي عويس، ماجد سعيد إبراهيم، زينب زينهم حسان. (٢٠٢٤). دور التكنولوجيا الرقمية في إنتاج الأفلام السينمائية ثلاثية الأبعاد 3D، *مجلة التصميم الدولية*، ١٤ (٢)، ٤٥٥ - ٤٦٢.

رافع الزغول، خلدون الدبابي. (٢٠١٤). القدرة المكانية وعلاقتها بالتفكير الابداعي والتحصيل لدى طلبة كلية الحجاوي للهندسة التكنولوجية، المجلة الأردنية في العلوم التربوية، ١٠ (٤)، ٤٨٩-٥٠١.

رامي زكي زكي إسكندر. (٢٠١٩). اختلاف أنماط عرض الفيديو التعليمي ببيئة الواقع المعزز وأثرها في تنمية مهارات إنتاج بنك الاختبار الإلكتروني لدى طلاب الحاسب الآلي واتجاهاتهم نحوها، *مجلة العلوم* التربوية، كلية الدراسات العليا للتربية، جامعة القاهرة، ٢٧ (٤)، ٤٩٦–٥٥٨.

سعيد كمال عبدالحميد، حسنين على يونس عطا (٢٠١٨). فعالية برنامج قائم على الرسوم المتحركة في تنمية الانتباه البصري والفهم اللفظي لذوي اضطراب التوحد، مجلة كلية التربية، كلية التربية، جامعة أسيوط، (٣٤) ١، ١٦١-٢١٣.

سحر محمد السيد. (٢٠٢٢). تفاعل نمطي عرض الفيديو التعليمي التفاعلي (المتجانس/غير المتجانس) ووقت تقديم التلميحات (البداية/النهاية) وأثرهما في تنمية مهارات إنتاج الاختبارات الإلكترونية لطلاب كلية التربية النوعية، *تكنولوجيا التربية - دراسات وبحوث*، (٥٢)، ١ – ٦٧.

سلوى محمد درويش. (٢٠٢٤). القدرات المكانية والتفكير الهندسي لدي طلاب مدارس العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM وعلاقتها بالمستوى الدراسي، المجلة العلمية لكلية التربية – جامعة أسيوط، ٤٠ (١)، ٣٠٦-٣٣٢.

شرفية مونية. (٢٠١٠). تأثير العبء الإدراكي على الانتباه الانتقائي البصري "دراسة تجريبية على المراقبين البحريين بالمؤسسة المينائية بسكيكدة، *رسالة ماجستير*، جامعة الأخوة منتوري قسنطينة، الجزائر.

شريف عطية محمد بدران. (٢٠١٦). أساليب توظيف الصور الرقمية في الإنتاج التليفزيون ثلاثي الأبعاد، *مجلة التصميم الدولية*، ٦ (١)، ١٧٧ – ١٨٦.

صفوت علي عبدالحليم، حنان محمد حسن، خلود عبدالناصر حسن. (٢٠٢٢). فاعلية استخدام تكنولوجيا التصوير المجسم ثلاثي الأبعاد في الأفلام المتحركة لتنمية المحتوى البصري عند الطفل، *مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية*، (٣٦)، ٣٠٦ – ٣٢٣.

عبدالشكور مصلح سالم الأزوري. (٢٠١٣). العلاقة بين التصور البصري المكاني والتحصيل في مادة الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية بمحافظة الطائف، *رسالة ماجستير*، كلية التربية، جامعة أم القرى.

عبير حسن فريد مرسي. (٢٠١٩). أثر التفاعل بين نمط الفيديو التعليمي في بيئة تعلم معكوس عبر الهواتف الذكية وأسلوب التعلم على إنتاج العروض التقديمية والدافعية للإنجاز لدى الطالبات المعلمات، *مجلة الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم*، ٢٩ (٨)، ٣٠٧-٤٥١.

فاطمة عبدالله المجايشي، فدوى ياسين فلمبان. (٢٠٢١). أثر استخدام الفيديو ثلاثي الأبعاد "أفلام السينما التعليمية" في تحسين مستوى المفاهيم العلمية لدى معلمات العلوم في المرحلة الابتدائية، *مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية*، جامعة سوهاج - كلية التربية، (٧)، ٧٢١ – ٧٧٦.

محمود فاروق الفقي، نيفين عبدالعزيز صالح، لمس حميدي سعيد. (٢٠١٦). تطوير جودة تصميم الوسائط التعليمية في مرحلة التعليم الأساسي باستخدام تقنيات الرؤية الثلاثية الأبعاد، *المجلة العلمية لجمعية إمسيا التربية عن طريق الفن*، (٨)، ١ – ٣١.

مريم محمد محمد حسن. (٢٠١٨). دور إعدادات الكاميرا في خبرة الانغماس أثناء مشاهدة السينما المجسمة، *مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية*، (١٢)، ٤٩٧ – ٥١٤.

نايف عوض مرزوق اللحياني. (٢٠١٩). أثر اختلاف معدل عرض مقاطع الفيديو التعليمي (اعتيادي - بطيء) عبر الفصول المقلوبة في تنمية التحصيل المعرفي لدى طلاب المرحلة المتوسطة في مادة الحاسب الآلي، *المجلة الدولية للعلوم التربوية والنفسية*، ٣ (٢٢)، ٩١-١١٧.

نعيمة حسن أحمد، سحر محمد عبدالكريم. (٢٠٠١). أثر المنطق الرياضي والتدريس بالمدخل البصري المكاني في أنماط التعلم والتفكير وتنمية القدرة المكانية وتحصيل تلاميذ الصف الثاني الإعدادي في مادة العلوم. *المؤتمر العلمي الخامس - التربية العلمية للمواطنة*، مج ٢، الاسكندرية: الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري، ٢٢٥ – ٥٧٧.

نعمة محمد أمين يوسف العمري، مهند أنور أبو الشبول. (٢٠٢٢). أثر استخدام الفيديو التعليمي المتزامن مع التقويم الحقيقي في تحصيل طالبات الصف الثامن الأساسي بمادة العلوم العامة ومستوى التفكير التأملي لديهن، المجلة التربوية الأردنية، ٧ (٤)، ١٥٦-١٧٧.

هنـاء محمـد سـليمان، منصـور أحمـد الوريكـات. (٢٠١٤). أثـر اسـتخدام فيـديو تعليمـي فـي اكتسـاب المفـاهيم الحاسوبية لدى طلبة كلية العلوم التربوية في الجامعة الأردنية، رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية، عمان.

وليد السيد خليفة، أسامة مصطفى فاروق، عبد الفتاح رجب مطر. (٢٠١٠). مقياس الانتباه الانتقائي السمعي والبصري للمعاقين عقليا ومضطربي الانتباه، الإسكندرية: دار الوفاء.

وسام مصطفي عيادة. (٢٠١٤). فاعلية توظيف التكنولوجيا ثلاثية الأبعاد في انتاج الإعلان التليفزيوني، *مجلة التصميم الدولية*، ٤ (٣)، ٢٥ – ٣٨.

ثانيًا: المراجع الأجنبية:

Azevedo, R. G. D. A., Lima, G. F., & Soares, L. F. G. (2015, September). An Approach to Convert NCL Applications into Stereoscopic 3D. In *Proceedings of the 2015 ACM Symposium on Document Engineering* (pp. 177-186).

Anderson, S. J., Jamniczky, H. A., Krigolson, O. E., Coderre, S. P., & Hecker, K. G. (2019). Quantifying two-dimensional and three-dimensional stereoscopic learning in anatomy using electroencephalography. *npj Science of Learning*, *4*(1), 10.

Adil, E., Mikou, M., & Mouhsen, A. (2022). A novel algorithm for distance measurement using stereo camera. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, *7*(2), 177-186.

Broadbent, D. E. (2013). *Perception and communication*. Elsevier.

Brown, T., & Rodger, S. (Eds.). (2017). *Occupational therapy in childhood: Early identification and intervention* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Buckley, J., Seery, N., & Canty, D. (2018). A heuristic framework of spatial ability: A review and synthesis of spatial factor literature to support its translation into STEM education. ***Educational Psychology Review*****,** ***30*****(3), 947-972.**

Bogomolova, K., Vorstenbosch, M. A., El Messaoudi, I., Holla, M., Hovius, S. E., van der Hage, J. A., & Hierck, B. P. (2023). Effect of binocular disparity on learning anatomy with stereoscopic augmented reality visualization: A double center randomized controlled trial. ***Anatomical Sciences Education*****,** ***16*****(1), 87-98.**

Carroll, J. B. (1993). ***Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-Analytic Studies*****. Cambridge University Press.**

Cheolkon, J., Xiaohua, Z., Lei, W., Tian, S., Mingchen, H., Biao, H., & Licheng, J. (2013, November). 2D to 3D conversion in 3DTV using depth map generation and virtual view synthesis. In ***3rd International Conference on Multimedia Technology (ICMT-13)*** **(pp. 589-596). Atlantis Press.**

Carlson, J. (2014). Towards Highly-Integrated Stereovideoscopy for in vivo Surgical Robots.

Chopra, A., & Kumar, A. (2023). 3D modelling for bendable devices based on inter-pupillary distance. ***International Journal of Science Academic Research, 4*****(7), 5935-5941.**

Christopoulos, A., Pellas, N., Bin Qushem, U., & Laakso, M. J. (2023). Comparing the effectiveness of video and stereoscopic 360° virtual reality-supported instruction in high school biology courses. ***British Journal of Educational Technology*****,** ***54*****(4), 987-1005.**

Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological review*, *70*(1), 80.

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.

da Silva, J. A., & Luterman, L. A. (2017). Desvelando a tridimensionalidade: o poder da imagem 3D na contemporaneidade. In *Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)(ISSN 2447-8687)* (Vol. 4).

Dhaou, D., Ben Jabra, S., & Zagrouba, E. (2019). A review on anaglyph 3D image and video watermarking. *3D Research*, *10*, 1-12.

Dalmasso, V., Moretti, M., & De'Sperati, C. (2024). Quasi-3D: reducing convergence effort improves visual comfort of head-mounted stereoscopic displays. *Virtual Reality*, *28*(1), 49.

Desme, C. J., Dick, A. S., Hayes, T. B., & Pruden, S. M. (2024). Individual differences in emerging adults' spatial abilities: What role do affective factors play?. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *9*(1), 13.

Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Kit of Factor-Referenced Cognitive Tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Edwards, T. G. (2009, October). Approaches to non-glasses-based 3D displays. In *SMPTE Annual Tech Conference & Expo, 2009* (pp. 1-16). SMPTE.

Elgazzar, A. E. (2014). Developing e-learning environments for field practitioners and developmental researchers: A third revision of an ISD model to meet e-learning and distance learning innovations. *Open Journal of Social Sciences*, *2*(2), 29-37.

Estivill-Castro, V., Lombardi, M., & Marani, A. (2019, February). Analysing textual content of educational web-pages for discovering features useful for classification purposes. In *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning, eLmL 2019*.

Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2020). *Cognitive psychology: A student's handbook*. Psychology press.

Ferdig, R., Blank, J., Kratcoski, A., & Clements, R. (2015). Using stereoscopy to teach complex biological concepts. *Advances in physiology education*, *39*(3), 205-208.

Fang, Y., Zhang, C., Li, J., Lei, J., Da Silva, M. P., & Le Callet, P. (2017). Visual attention modeling for stereoscopic video: a benchmark and computational model. *IEEE Transactions on Image Processing*, *26*(10), 4684-4696.

Farmer, T. A., & Matlin, M. W. (2019). *Cognition*. John Wiley & Sons.

Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. Basic Books/Hachette Book Group.

Gal, H., & Linchevski, L. (2010). To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educational studies in mathematics*, *74*, 163-183.

Goldstein, E. B. (Ed.). (2010). *Encyclopedia of perception*. Sage.

Gardner, H. E. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic books.

Huk, T. (2006). Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. *Journal of computer assisted learning*, *22*(6), 392-404.

Hummel, R. (2009). 3-D Stereoscopic Cinematography. ***Film and Digital times*****, (22-24), 70-85.**

Huynh-Thu, Q., & Schiatti, L. (2011, February). Examination of 3D visual attention in stereoscopic video content. In ***Human Vision and Electronic Imaging XVI*** **(Vol. 7865, pp. 178-192). SPIE.**

Hasan, L. (2014). Evaluating the Usability of Educational Websites Based on Students' Preferences of Design Characteristics. ***Int. Arab. J. e Technol.*****,** ***3*****(3), 179-193.**

Hast, A., & Marchetti, A. (2015, September). Stereo visualisation of historical aerial photos-a valuable digital heritage research tool. In 2015 Digital Heritage (Vol. 2, pp. 663-666). IEEE.

Hommel, B., Chapman, C. S., Cisek, P., Neyedli, H. F., Song, J. H., & Welsh, T. N. (2019). No one knows what attention is. ***Attention, Perception, & Psychophysics*****,** ***81*****, 2288-2303.**

Iatsun, I., Larabi, M. C., & Fernandez-Maloigne, C. (2015). A visual attention model for stereoscopic 3D images using monocular cues. ***Signal Processing: Image Communication*****,** ***38*****, 70-83.**

Ibrahim, R., Saad, N. S., & Aziz, A. A. (2019). Enhancing Spatial Ability Using 3D Video-Based Learning in Geometry. ***Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*****, 28(1), 47–62.**

Juhel, J. (1991). Psychometric study of spatial ability. ***European Journal of Psychology of Education*****, 6(4).**

Jiang, Q., Shao, F., Jiang, G., Yu, M., & Peng, Z. (2017). Leveraging visual attention and neural activity for stereoscopic 3D visual comfort assessment. ***Multimedia Tools and Applications*****,** ***76*****, 9405-9425.**

Kytö, M., Nuutinen, M., & Oittinen, P. (2011, January). Method for measuring stereo camera depth accuracy based on stereoscopic vision. In ***Three-dimensional imaging, interaction, and measurement*** **(Vol. 7864, pp. 168-176). SPIE.**

Karajeh, H., Maqableh, M., & Masa'deh, R. E. (2014). A review on stereoscopic 3D: home entertainment for the twenty first century. ***3D Research*****,** ***5*****, 1-9.**

Kellnhofer, P., Didyk, P., Ritschel, T., Masia, B., Myszkowski, K., & Seidel, H. P. (2016). Motion parallax in stereo 3D: Model and applications. ***ACM Transactions on Graphics (TOG)*****,** ***35*****(6), 1-12.**

Kimura, S., Iwai, D., Punpongsanon, P., & Sato, K. (2021). Multifocal stereoscopic projection mapping. ***IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*****,** ***27*****(11), 4256-4266.**

Kim, D., Nam, S. W., Choi, S., Seo, J. M., Wetzstein, G., & Jeong, Y. (2024). Holographic parallax improves 3D perceptual realism. ***ACM Transactions on Graphics (TOG)*****,** ***43*****(4), 1-13.**

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. ***Child development*****, 1479-1498.**

Lohmeyer, E. L. M. (2012). From Celluloid Realities to Binary Dreamscapes: Cinema and Perceptual Experience in the Age of Digital Immersion.

Lee, E. A. L., & Wong, K. W. (2014). Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. ***Computers & Education*****, *79*, 49-58.**

Li, Y., Yang, F., Wan, W., Wang, J., Gao, M., Zhang, J., & Sun, J. (2019). No-reference stereoscopic image quality assessment based on visual attention and perception. ***IEEE Access*****, *7*, 46706-46716.**

Lv, Z., Ur Réhman, S., Khan, M. S. L., & Li, H. (2020). An anaglyph 2D-3D stereoscopic video visualization approach. ***Multimedia tools and applications*****, *79*(1), 825-838.**

Lopes, F. Q. (2021). ***Exploring Virtual Reality to Support the Experimental Psychology Lab*** **(Master's thesis, Universidade de Aveiro (Portugal)).**

Lyu, T., Zhang, X., & Sun, L. (2023). Exploring the Structure of Spatial Ability: A Meta-Analysis. ***Psychological Bulletin*****, 149(2), 160–187.**

Myers, C. W., Gray, W. D., & Schoelles, M. J. (2005). Workload is Bad, Except when it's not: The case of avoiding attractive Distractors. ***Cognitive science*****, *72*, 299.**

Medina, V. (2012). ***A survey of techniques for depth extraction in films*** **(Master's thesis).**

Mohib, H. (2014). ***End-to-end 3D video communication over heterogeneous networks*** **(Doctoral dissertation, Brunel University School of Engineering and Design PhD Theses).**

Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. ***The Cambridge handbook of multimedia learning*****, *41*(1), 43-71.**

Morris, J. M. H. D. (2018). ***Microfabrication of photonic devices for mid-infrared optical applications*** **(Doctoral dissertation, Engineering and Physical Sciences).**

Markiewicz-Patkowska, J. I., Pytel, S., Oleśniewicz, P., & Widawski, K. (2019). Three-dimensional photography as a new technique to make didactic presentations more attractive. ***Information Technologies and Learning Tools*****,** ***69*****(1).**

Müller, C., Cole, J. H., & Lisenfeld, J. (2019). Towards understanding two-level-systems in amorphous solids: insights from quantum circuits. ***Reports on Progress in Physics*****,** ***82*****(12), 124501.**

Miller, K., & Halpern, D. (2020). ***Critical Thinking in the 21st Century Classroom*****. Routledge.**

Mayer, R. E. (2020). ***Multimedia Learning*** **(3rd ed.). Cambridge University Press.**

Newman, J. P., & Baskin-Sommers, A. R. (2012). Early selective attention abnormalities in psychopathy. ***Cognitive neuroscience of attention*****,** ***421*****, 440.**

Noguera, J. M., Rueda, A. J., Espada, M. A., & Martín, M. (2014, December). Optimized generation of stereoscopic CGI films by 3D image warping. In ***Computer graphics forum*** **(Vol. 33, No. 8, pp. 145-156).**

Newton, P., & Bristoll, H. (2019). Spatial ability, practice test 1. Psychometric Success. ***Retrieved July*****,** ***16*****, 2019.**

Okun, J., & Sherman, S. (2020). ***The VES handbook of visual effects: industry standard VFX practices and procedures*****. Routledge.**

Pearson, D. A., & Lane, D. M. (1990). Visual attention movements: A developmental study. ***Child Development*****,** ***61*****(6), 1779-1795.**

Pamplona, V. F., Oliveira, M. M., Aliaga, D. G., & Raskar, R. (2012). Tailored displays to compensate for visual aberrations. ***ACM transactions on graphics (TOG)*****,** ***31*****(4), 1-12.**

Reeve, S., & Flock, J. (2010). Basic Principles of Stereoscopic 3D. Senior Editors. ***BSKYB*****.**

Rakowski, R. K. (2019). The effect of stereoscopic three-dimensional images on vocabulary learning. ***Contemporary Educational Technology*****,** ***10*****(4), 324-337.**

Posner, M. I. (1980). ***Orienting of attention*****. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 32(1), 3–25.**

Power, A. J., Foxe, J. J., Forde, E. J., Reilly, R. B., & Lalor, E. C. (2012). At what time is the cocktail party? A late locus of selective attention to natural speech. ***European Journal of Neuroscience*****,** ***35*****(9), 1497-1503.**

Practice Aptitude Tests. (2019). ***Spatial reasoning test: Free questions & answers*****.** **https://www.practiceaptitudetests.com/spatial-reasoning-tests/**

Rojas, G. M., Gálvez, M., Vega Potler, N., Craddock, R. C., Margulies, D. S., Castellanos, F. X., & Milham, M. P. (2014). Stereoscopic three-dimensional visualization applied to multimodal brain images: clinical applications and a functional connectivity atlas. ***Frontiers in neuroscience*****,** ***8*****, 328.**

Remmele, M., Schmidt, E., Lingenfelder, M., & Martens, A. (2018). The impact of stereoscopic imagery and motion on anatomical structure recognition and visual attention performance. ***Anatomical Sciences Education*****,** ***11*****(1), 15-24.**

Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. ***Psychological review*****,** ***84*****(2), 127.**

Sorby, S. A. (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, *31*(3), 459-480.

Sanftmann, H., & Weiskopf, D. (2011, June). Anaglyph stereo without ghosting. In *Computer Graphics Forum* (Vol. 30, No. 4, pp. 1251-1259). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Schneider, W. J., McGrew, K. S., Flanagan, D. P., & Harrison, P. L. (2012). Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues. *Institute for Applied Psychometrics (IAP)*.

Sternberg, R. J. (2013). What is cognitive education?. *Journal of Cognitive Education & Psychology*, *12*(1).

Sneha, K., & Sheela, T. (2013, January). 2-D to 3-D Conversion for Images using Hough Transform. In *International Conference on Information System and Computing (ICISC-2013)* (pp. 482-486).

Singh, A., & Saraiya, R. (2013). Three-dimensional endoscopy in sinus surgery. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*, *21*(1), 3-10.

Spöhrer, M. (2015). The Aesthetic and Narrative Dimensions of 3D Film: New Perspectives on Stereoscopy. In *Die ästhetisch-narrativen Dimensionen des 3D-Films: Neue Perspektiven der Stereoskopie* (pp. 19-34). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Silva, R. (11 April, 2020). 3D Glasses Overview - Passive Polarized vs Active Shutter. Retrieved from:

https://www.lifewire.com/3d-passive-polarized-vs-active-shutter-1847836

Sun, Z., Cheng, Z., Liang, H., Jiang, H., & Wang, J. (2020). Research on visual fatigue related to parallax. In *Advances in 3D Image and Graphics Representation, Analysis, Computing and Information Technology: Algorithms and Applications, Proceedings of IC3DIT 2019, Volume 2* (pp. 513-521). Springer Singapore.

Scheiman, M. (2020). *Understanding and managing visual deficits: A guide for occupational therapists* (4th ed.). Slack Incorporated.

Samsudin, K., Ismail, Z., & Halim, A. (2020). The effects of 3D visualization technology on spatial ability and achievement in physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(5).

Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology*, *12*(1), 97-136.

Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate?. *International journal of human-computer studies*, *57*(4), 247-262.

Titus, S., & Horsman, E. (2009). Characterizing and improving spatial visualization skills. *Journal of Geoscience Education*, *57*(4), 242-254.

Tong, J., Allison, R., & Wilcox, L. (2022). Stereoscopic distortions when viewing geometry does not match inter-pupillary distance. *Journal of Vision*, *22*(14), 3564-3564.

Tartynskih, K. G. (2023). Stereoscopic formats. *sview*, (pp. 1-3). Retrieved from:https://www.sview.ru/en/help/input/

Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. ***Psychological bulletin*****,** ***139*****(2), 352-402.**

Willis, J. O., Dumont, R., & Kaufman, A. S. (2011). Factor-analytic models of intelligence. ***The Cambridge handbook of intelligence*****, 39-57.**

Woods, A. J. (2012). Crosstalk in stereoscopic displays: a review. ***Journal of Electronic Imaging*****,** ***21*****(4), 040902-040902.**

Wang, W., & Zhu, Y. (2013). A Fast Depth-Map Generation Algorithm based on Motion Search from 2D Video Contents. ***Journal of Software Engineering and Applications*****,** ***5*****(12), 144-148.**

Xie, J., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016, September). Deep3d: Fully automatic 2d-to-3d video conversion with deep convolutional neural networks. In ***European conference on computer vision*** **(pp. 842-857). Cham: Springer International Publishing.**

Yazdani, F., Akbarfahimi, M., Mehraban, A. H., Jalaei, S., & Torabi-Nami, M. (2015). A computer-based selective visual attention test for first-grade school children: design, development and psychometric properties. ***Medical journal of the Islamic Republic of Iran*****,** ***29*****, 184.**

Zraqou, J. S. (2012). ***Automated system design for the efficient processing of solar satellite images. Developing novel techniques and software platform for the robust feature detection and the creation of 3D anaglyphs and super-resolution images for solar satellite images*** **(Doctoral dissertation, University of Bradford).**

Zhang, F. (2016). Image Stitching: Handling Parallax, Stereopsis, and Video.

Zhang, X., & Lin, Y. (2021). 3D Video-Assisted Learning as a Scaffold for Students With Low Spatial Skills. ***Computers & Education*****, 166.**