معايير تصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب

د. ايات عبد المبدي
مدرس تكنولوجيا التعليم
كلية التربية النوعية – جامعة عين شمس

الملخص:

هدفت الدراسة الحالية إلى الوصول إلى قائمة معايير لتصميم محتوى الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب، بهدف الاستفادة منها في تصميم وإنتاج محتوي المشاهد الهولوجرامية، و قد اتبع البحث الحالي تصميمًا منهجيًا من تصميمات الدراسات الوصفية: هو تحليل محتوى الوثائق، وهو يعد مطلبًا في عمليات التصميم والتطوير متى كانت المواد التعليمية ومصادر التعلم مجالًا لهذا التصميم والتطوير باعتباره مطلبًا علميًا للكشف، بداية عن خصائص هذه المواد، و وصفها والكشف عن أسس التطوير التى تتصف بها وذلك عند اشتقاق أسس تطوير المواد التعليمية من خلال الكتابات والبحوث العلمية المتخصصة، و قد توصل البحث الحالى إلى قائمة معايير تكونت من مجالين على النحو الاتى:-

المجال الأول: التصميم التربوي لمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب، و الذى يندرج تحته (٤) معايير و (٣٢) مؤشرًا.

المجال الثاني: التصميم الفني لمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب، والذى يندرج تحته (٥) معايير و (٤٥) مؤشرًا.

الكلمات المفتاحية:

المعايير التربوية، المعايير الفنية، تقنية الهولوجرام.

مقدمة:

يُعد علم تكنولوجيا التعليم من أكثر العلوم التي تتسم بالتطور السريع، فالمستحدثات التكنولوجية كثيرة ومتنوعة ودائمًا في تجدد وتطور وتسعي المؤسسات التعليمية دائمًا إلى دمج تلك المستحدثات في الخدمات التعليمية المقدمة للمتعلمين، وهناك عديد من التقنيات التكنولوجية التي يمكن الاستفادة منها في مجال التعليم بهدف الوصول إلى أعلي مستويات الإتقان والجودة التعليمية، ومن بين هذه التقنيات تقنية الهولوجرام(Hologram).

حيث ترجع جذور هذه التقنية أو ما يُعرف بالتصوير التجسيمي إلى العالم "دينيس غابور" (Dennis Gabor) عندما توصل عام ١٩٤٧ إلى ما يعرف بالتصوير الهولوغرافي في محاولة منة لتحسين قوه التكبير في الميكرسكوب الإلكتروني، ولكن لم يتم العمل بهذه التقنيه بسبب ضعف موارد الضوء المتاحة في هذا الوقت وذلك حتي عام ١٩٦٠ عندما ظهرت تكنولوجيا الليزر، ففي عام ١٩٦٢ قام كلًا من العالم "جيوريس أوبتنيكس" (Juris Upatnieks) و العالم "إيميت ليث" (Emmitt Leith) بتطبيق نظرية" غابور" ولكن باستخدام الليزر المتماسك أحادي اللون وقد نجحوا بالفعل في عرض صورة مجسمة بوضوح وعمق واقعي، وقد أخذت تقنية الهولوجرام في التقدم وخاصة منذ عام ١٩٨٠ ويرجع ذلك لانخفاض تكلفة تكنولوجيا الليزر في هذه الفترة (Chavis, 2009).

ومع تطور تكنولوجيا الليزر بدأت تقنية الهولوجرام تتطور بشكل سريع ومبهر وأصبحت تعطي نتائج مبهرة في إنشاء الصور ثلاثية الأبعاد المجسمة، وبدأ العلماء يستفيدون من هذه التقنية لتحقيق أشياء كانت تعرف باسم الخيال العلمي فأتاحت الفرصة إلى رؤية الأشخاص في شكل مجسم ثلاثي الأبعاد واقعي دون الحاجة إلى ارتداء نظارات بمواصفات خاصة، وقد أجريت بالفعل تجربة بإستخدام هذه التقنية عام ٢٠٠٨ أثناء إجراء الانتخابات الأمريكية، عندما كان (Jessica, Yellin) في شيكاغو وظهر وهو يتحدث مع بليترز في أستوديو "CNN" &(Welch, 2008) (Ackermann, Eichler, 2007)

ولم يتوقف التطور عند هذا الحد فقد بدأ حديثًا الاتجاه نحو دمج هذه التقنيه مع الأجهزة المحمولة بكافة أنواعها "LapTop, Ipad, Iphone" .

فقد منحت هيئة براءة الاختراع الأمريكية شركة آبل براءة اختراع تتعلق بأجهزة عرض تعتمد علي تقنية الهولوجرام، والتي تستخدم أشعة الليزر دون الحاجة إلى استخدام نظارات مخصصة للرؤية (خالد برهوم، ٢٠١٥، ١٧).

يوجد عديد من أنواع الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد أشار إليها كلٌ من"شويتا أنيل ولوبو، نورال نور، أبوكاسيس" (Anil, Lobo, 2016, 2); (Abookasis, Rosen, 2003, 1); (Nurul, Noor, Halim, 2016, 257) وتم إجمالهم في ثلاث أنواع رئيسة لكلً منها مميزاتها واستخدامتها وتلك الأنواع تتمثل في التالي:

- الصورة المنعكسة"Thereflectionhologram":

في الصورة المنعكسة ثلاثية الأبعاد، يتم رؤية الصورة ثلاثية الأبعاد بالقرب من سطحها، وهو النوع الأكثر شيوعًا في المعارض، وفيها تُضيء الصورة العاكسة ثلاثية الأبعاد "بقعة" من

الضوء الأبيض المتوهج، تُحفظ بزاوية ومسافة محددين وتقع على جانب المشاهد/ المرئى من الصورة العاكسة ثلاثية الأبعاد(الصورة الهولوجرامية).

(Nurul, Noor, Halim, 2016, 258)

- الصورة المنقولة/ المرسلة أو التي تبث مباشرة "Transmission holograms":

يُنظر إلى الصورة الثلاثية الأبعاد النموذجية المرسلة مع ضوء ليزر عادة من نفس النوع المستخدم في التسجيل، حيث يتم توجيه ضوء الليزر النافذ من خلف صورة ثلاثية الأبعاد و يتم نقل الصورة الهولوجرامية إلى جانب المشاهد، وتتسم الصورة الهولوجرامية المنقولة بهذه الطريقة بالعمق.

فقد اتاحت تقنية الهولوجرام إمكانية عرض صورة ثلاثية الأبعاد ناقلة للواقع من خلال التقاط مشهد للشخص في وضع ثلاثي الأبعاد ويشعر المشاهدين بوجود شخص حقيقي أمامهم ويتفاعلون مع الشخص الافتراضي المتوقع ويرون الصورة ثلاثية الأبعاد بدون استخدام نظارات ثلاثية الأبعاد(Anil, Lobo, 2016, 2).

- الصورة المجسمة ثلاثية الأبعاد والمولدة بواسطة الحاسوب "Computer Generated Holograms":

فالصورة المجسمة ثلاثية الأبعاد المولدة بالحاسوب (CGH) قادرة على خلق/ إنشاء كثير من الوهم الحقيقي والناتج من مراقبة أحجام الأجسام من قبل العين المجردة.

الصورة المجسمة ثلاثية الأبعاد المولدة بالحاسوب (CGH) تعتبر من أقل الأنواع تكلفه في إنتاجها، و لها عديد من المميزات.

فقد أشار"وينجان، روفائيل" (Cai, Piestun, 2005, 1) إلي أن الصورة المجسمة ثلاثية الأبعاد المولدة بالحاسوب تحتوي على عديد من المزايا المثيرة للاهتمام بالنسبة إلى الصور المجسمة ثنائية الأبعاد من حيث الكفاءة والانتقائية الطيفية / الزاويّة وإمكانيات إعطاء احتمالات متنوعة للمحتوي.

و أشار "فرناندو، وباربارا" (Fernando, Bertagni, 2016, 5) إلي أن الصور ثلاثية الأبعاد الرقمية تسمح للأشخاص بتصور البيانات ثلاثية الأبعاد من كل زاوية وتوضح التفاصيل التي لا يمكن مشاهدتها في الوضع ثنائي الأبعاد.

وفي هذا السياق قد أشار "أبين" (Abin, 2013, 4) إلي أن الصورة الهولوجرامية المولدة من خلال الكمبيوتر تمتاز بأن الأشياء التي يريد المرء أن يظهرها لا يجب أن يمتلك أي واقع مادي لها على الاطلاق وفي هذه الحالة يطلق عليها

(الجيل الهولوجرامي الإصطناعي بالكامل) "completely synthetic hologram generation".

ومن جانب أخر تعد تكنولوجيا الهولوجرام من التقنيات التي تقدم برامج تعليمية تفاعلية تعمل على إشراك المتعلمين من خلال البصر والصوت واللمس والاستفادة من العديد من التقنيات لتعزيز التفاعل مثل (طرح أسئلة الجمهور، وتزويد المتعلمين بمعلومات ثريه حول موضوع التعلم)). Fernando, Barbara, 2016, 5)

و يؤكد علي هذا ما أوضحته نتائج تجربة " جاويد خان، تشي كان و آخرون" (Khan, Can, Greenaway and Underwood 2013,من حيث إن تقنية الهولوجرام تتيح إمكانية التفاعل في الوقت الحقيقي مع المشاهد بسبب إعادة بناء الصورة بحرية في الجو/ الفراغ، و ذلك من خلال توافر عدد من التطبيقات والأدوات البسيطة للعرض والتي تتيح للمستخدم الرسم في الجو أو لمس الرموز والأزرار التي تؤدي إلى إجراءات أخرى.

و قد أوضحت دراسة " بيتروس، ميلدريد" (Katsioloudis, Jones, 2018, 48) التي أجريت لتحديد التأثيرات الإيجابية المهمة المرتبطة بقدرة الرسم وتنمية القدرة المكانية لدي الطلاب على أسلوب عرض/ طريقة تقديم الرسم الهندسي، وقد قارنت هذه الدراسة تعرض طلاب الهندسة إلي ثلاث أنواع مختلفة من المعالجات لتحديد ما إذا كان هناك اختلاف جوهري في القدرة على الرسم بسبب نوع محدد من أساليب عرض النماذج وتتمثل المعالجات الثلاثة في التالي:

- العرض القائم علي تقنية الهولوجرام.
- النماذج المولدة بواسطة الكمبيوتر.
- النماذج المطبوعة ثلاثية الأبعاد.

وقد توصلت النتائج إلي تفوق المجموعة التي تلقت العرض من خلال تقنية الهولوجرام ويليها المجموعة التي تلقت العرض من خلال الكمبيوتر على المجموعة التي تلقت العرض من خلال النماذج المطبوعة ثلاثية الابعاد.

و أشارت دراسة " نوران، نور" (Nurul, Noor, Halim, 2016, 257) أن تكنولوجيا الهولوجرام تعد أداة و رؤية في التعليم حيثُ إنها تعتبر أداة مهمة للتمثيل المرئي بين الطلاب لفهم الموضوع بأكمله خاصة عندما يتعلق الأمر بالرسومات والرسوم البيانية، كما أشارات نتائج هذه الدراسة إلي أن تلقي الرسوم من خلال تقنية الهولوجرام أدي إلي وجود استجابة جيدة بين الطلاب وساعد علي فهم الرسم البياني الصعب والرسم في الوضع ثنائي الأبعاد، وإن عرض المحتوي من خلال تلك التقنية القائمة على المفهوم ثلاثي الأبعاد كان مناسبًا جدًا و قادرًا علي تعزيز مستوى التصور لدي الطالب، فالصورة

الهولوجرامية ثلاثية الأبعاد سمحت للطلاب بمشاهدة الكائن من زوايا مختلفة مما جعلهم يتنبئون ويترجمون من وجهات نظر مختلفة، وهذه العملية تنطوي في النهاية على التطور المعرفي بين الطلاب، وبشكل غير مباشر سيزيد من فهم الطلاب وإنجازهم.

كما أشارت إلي أن من مميزات تقنية الهولوجرام أنها تقدم صورة مقنعة وتوفر مناظر حقيقية ككائن أصلي، وبالتالي يضمن بيئة تعليمية مناسبة وفعالة بالمقارنة مع أدوات التدريس التقليدية (صور ثنائية الأبعاد).

وفي سياق العرض السابق الذي اتضح من خلاله طبيعة وسمات تقنية الهولوجرام نجد أن خصائص تلك التقنية يدعمها عديد من النظريات منها نظرية نمذجه السلوك "Modeling Behavior Theory" والتي تنص علي أن المتعلمين الذين يتعرضون لنماذج سلوكية يتجهون إلي تعميم هذه النماذج في مواقف جديدة، وكلما كان النموذج مشابهاً للواقع، كان اكثر تقليدًا واستخدامًا، وإن للمحاكاة التعليمية الدور الرئيس في بناء هذه النماذج (محمد عطيه خميس، ٢٠١٥، ٤٢).

و نظرية التعلم الواقعي "situated learning theory " : تفترض أن التعلم يحدث في سياق أو إطار واقعي (محدد وخاص) نتيجة التفاعلات التي تحدث بين كلٍ من (الأشخاص، والأشياء، والأماكن، والعمليات، والثقافة المدمجة داخل هذا السياق) وهذا يتفق أيضاً مع نظريات التعلم الأخرى مثل (نظرية التعلم الاجتماعية، ونظرية التنمية الاجتماعية) والتي تفترض أن التعلم فيها يتوقف علي نوعية التفاعل الاجتماعي داخل سياق عملية التعلم (Brown, Collins, Duguid, 1989, 32-42). فتقنية الهولوجرام تتيح للمتعلمين إمكانية التفاعل مع الكائن الهولوجرامي المقدم.

ونظرية التعلم المستند علي الدماغ "Brain Based Learning Theory " حيث يستند التعلم القائم علي نظرية الدماغ إلي حقيقة أن كل إنسان قادر علي التعلم إذا توافرت له الظروف المناسبة، وتزداد قدرته على التعلم بإثارة الخلايا العصبية وتنشيطها على تشكيل أكبر عدد من الوصلات العصبية مع الخلايا العصبية الاخري، فالدماغ يتميز بالقدرة التكيفية مع المواقف المختلفة.(Ann, 2012, 133)؛ فقد عرف اريكسون(Erickson, Lynn ,2001) تلك النظرية بأنها نظرية تعلم تتضمن تصميمًا و تنسيقًا لبيئة تعلم نابضة بالحياة، وثرية بالخبرات الملائمة للمتعلمين، مع التأكد من أن المتعلمين يعالجون خبراتهم بصورة تساعدهم على استخلاص المعنى من هذه الخبرات.

كما أوضح" بيرم" من خلال نظرية الدماغ "Brain Theory" (Pribram, 1971,

(1991 أن دماغ/ عقل الإنسان قد يحمل ذكريات بطريقة مجسمة؛ فهذا النهج النظري للعمليات المعرفية في الدماغ يوحي بأن البيانات الثلاثية الأبعاد موزعة أكثر من كونها موضعية/ مركزة ، كما هو الحال في الصور العادية؛ ووفقًا لما ذكره "بيريند ودولي وفرينكل وهانيمان" (٢٠١٦)، فإن كل جزء من الذاكرة (كل خلية عصبية) تحتوي على بعض المعلومات المتعلقة بالبيانات بأكملها" (Berend, Doley, Frenkel, and Hanemann, 2016, 87) فالأنظمة الحية لا تتطلب فقط القدرة الفكرية على حفظ ولكن أيضا تحتاج إلي توافر خاصية الترابطية التي يحدد من خلالها الدماغ الروابط بين وحدات المعلومات (الصور والمفاهيم) غير المرتبطة أثناء التعلم أو المعالجة الإدراكية (Orlov, Pavlov, 2015, 628).

لذلك بدأت تدعو عديد من الدراسات إلى ضرورة توظيف تقنية الهولوجرام والاستفادة من إمكانيتها ومميزتها في العملية التعليمية ومن هذه الدراسات دراسة " زهراء عبد الجليل و زيشان جويد"(Abduljalil, Jawed, 2016) التي أكدت علي أهمية استخدام تقنية الهولوجرام في التعليم، وتكمن الفكرة في أهمية الاستعانة بهذه التقنية في جعل الرسم ثلاثي الأبعاد المجسم هو أساس البرامج التي تحمل معلومات ودروس موجهه لفئات تعليمية مختلفة، وتوفير منصات تعليمية تعمل باللمس علي كل طاولة مخصصة لكل طالب وربطها بجهاز الكمبيوتر الخاص به والمسجل عليه البرنامج التعليمي أو المشروع الذي يظهر أمامه في شكل مجسم لإتاحة الفرصة لكل طالب للتفاعل مع ما يعرض أمامه؛ ودراسة " حسين غلوم" (Ghuloum, 2010) التي أوصت نتائجها بأهمية استخدام تقنية الهولوجرام" الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد" كوسيلة فعالة وأداة تعليمية مستقبلية.

كما أشارت دراسة رانية عبدالله (٢٠١٤) إلى أن تقنية الهولوجرام تتميز بتوفير وسيط العرض من جميع الاتجاهات، وتوفر للمتعلم مشاهدة المجسمات والتفاعل معها في الفراغ، مع إمكانية لمس تلك المجسمات وتحريكها في جميع الإتجاهات، وكان من أبرز توصيتها ضرورة الاستفادة من تجارب الدول التي طبقت تقنية الهولوجرام في التعليم، وتدريب المعلمين علي كيفيه التعامل مع تلك التقنية.

وأثني علي هذا الاتجاه ما أشارت إليه دراسة" فرناندو، وباربرا" (Salvetti, Bertagni, 2016) من حيثُ إنَ الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد الرقمية (hologram) تسمح للمتعلم أن يتصور البيانات ثلاثية الأبعاد من كل زاوية وتوضيح التفاصيل التي لا يمكن رؤيتها مع الصور ثنائية الأبعاد، وتقنية الهولوجرام تجذب انتباه المشاهد وتتميز بعدم الحاجة إلى وجود نظارات خاصة، وتقدم درجة من التفاعل من خلال توجيه الرسومات المتحركة .

وعلى الرغم من تلك الدراسات التي تدعو إلي أهمية توظيف تقنية الهولوجرام في العملية التعليمية، لا نجد منهم دراسة تستند إلي معايير وأسس لتصميم المحتوي التعليمي المقدم من خلال أحدي أنماط تقنية الهولوجرام، وفي سياق إثابة عديد من الدراسات إلي مزايا نمط الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب "Computer Generated Holograms" والاشارة إلي عديد من مزاياه التي تقدمها للعملية التعليمية ودعم نظريات تكنولوجيا التعليم لها.

و نظرًا إلى أن تلك التقنية تتسم بأسلوب عرض مختلف عن المألوف مما يدعو إلي ضرورة وضع معايير نستند إليها عند تقديم المحتوي التعليمي من خلالها، فقد عرف "هاربير" (Harper, 2010) الهولوجرام بأنه تقنية ناتجة من التصوير الثلاثي الأبعاد، تحدث مجسماً ذو ثلاث أبعاد، تتم تلك العملية بإستخدام أشعة الليزر علي شكل ضوء ينعكس في الفراغ تسمي عملية التصوير بالهولوجرافي "Holography" ومن عملية التصوير نحصل علي مجسم الهولوجرام.

قد جاء البحث الحالي بهدف التوصل إلى وضع قائمة تضم المعايير التربوية والفنية التي يجب اتباعها عند تصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.

مشكلة البحث:

مما سبق عرضه يمكن تحديد مشكلة البحث في ضوء النقاط الاتية:

- دعوة عديد من الدراسات إلي أهمية توظيف تقنية الهولوجرام داخل مجال التعليم للافادة من مميزات تلك التقنية لرفع جودة وكفاءة العملية التعليمية، ومن بين تلك الدراسات (Abduljalil, Jawed, 2016؛ (دراسة رانية عبدالله، ٢٠١٤)؛ (Fernando, Barbara, 2016).
- الاطلاع على عديد من الدراسات التي تناولت نمط الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب ومنها (Cai, Piestun, 2005, 1; Fernando, Bertagni, 2016, 5; Abin, 2013, 4) والتي عرضت عديد من المميزات التي يقدمها تلك النمط في العملية التعليمية ولكن لا تترك إلى معايير وأسس تربوية وفنية توضح كيفية تصميم المحتوي المقدم من خلالها.
- الدعوة إلى ضرورة وضع معايير لتصميم وإنتاج نظم الوسائط المتعددة والفائقة (محمد عطية، ٢٠٠٠)، و كما أوصت دراسة عبدالله ابن سالم (٢٠١٨) إلى ضرورة إجراء بحوث لتحديد معايير تصميم المواد التعليمية المناسبة لكل مرحلة تعليمية تبعًا للفئة العمرية للمتعلمين وخصائصهم.

ومما سبق تتلخص مشكلة البحث الحالي في الحاجة إلى تحديد المعايير التربوية والفنية

المناسبة لتصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.

ويمكن معالجة مشكلة البحث من خلال الإجابة علي السؤال الاتى:

ما معايير تصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب وإنتاجها؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الاتية :

١) ما المعايير التربوية لتصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب؟
٢) ما المعايير الفنية لتصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب؟

أهداف البحث :

يهدف البحث الحالي إلى:

١) وضع قائمة بالمعايير التربوية لتصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.
٢) وضع قائمة بالمعايير الفنية لتصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.

أهمية البحث :

من المتوقع أن يسهم البحث الحالي في المجال التربوي علي النحو الاتى:

١) تلبية الدعوة إلى ضرورة وضع معايير وأسس تربوية وفنية لتصميم وانتاج النظم التعليمية الالكترونية.
٢) التوصل إلى قائمة بالمعايير التربوية اللازمة لتصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.
٣) التوصل إلى قائمة بالمعايير الفنية اللازمة لتصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.
٤) تزويد مصممي البرامج والبيئات التعليمية القائمة علي تقنية الهولوجرام بمجموعه من المعايير الفنية والتربوية التي يجب مراعتها عند تصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.

حدود البحث :

اقتصر البحث الحالي علي استخلاص قائمة بأهم المعايير التربوية والفنية لتصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب، وعرضها علي مجموعة من الخبراء والمتخصصين في هذا المجال.

منهج البحث:

يتبع البحث الحالي تصميمًا منهجيًا من تصميمات الدراسات الوصفية: هو تحليل محتوى الوثائق، وهو يعد مطلبًا في عمليات التصميم والتطوير متى كانت المواد التعليمية ومصادر التعلم

مجالًا لهذا التصميم والتطوير باعتباره مطلبًا علميًا للكشف، بداية عن خصائص هذه المواد، و وصفها والكشف عن أسس التطوير التى تتصف بها (محمد عبد الحميد ٢٠١٣، ٢٦١) وذلك عند اشتقاق أسس تطوير المواد التعليمية من خلال الكتابات والبحوث العلمية المتخصصة.

مصطلحات البحث:

- **المعايير:**

تعرفها الباحثة إجرائيًا بأنها المواصفات التربوية والفنية الواجب توافرها في تصميم وإنتاج جميع عناصر المحتوي التعليمي المقدم من خلال الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.

- **تكنولوجيا الهولوجرام(Hologram):**

تعرف الباحثة تكنولوجيا الهولوجرام إجرائيًا بأنها تكنولوجية تتيح للمتعلمين رؤية المادة العلمية المتمثلة في(أشكال فرع الهندسة الفراغية ثلاثية الأبعاد) والتفاعل معها باليد في الفراغ دون أي وسيط للرؤية.

- **الصورة المجسمة ثلاثية الأبعاد والمولدة بواسطة الحاسوب " Computer Generated Holograms":**

تعرفها الباحثة إجرائيًا بأنها عبارة عن صورة مجسمة ثلاثية الأبعاد المولدة بالحاسوب (CGH)، وتنعكس هلوجراميًا في الفراغ و يمكن رؤيتها من جميع الزوايا، و تمتاز بأنه لا يجب أن يمتلك الشخص أي واقع مادي لتلك الصورة.

الاطار النظري:-

يتناول الاطار النظري في البحث الحالي المحاور الأتية:-

- المحور الأول: تكنولوجيا الهولوجرام من حيث مدى أهمية تطبيقها في العملية التعليمية.
- المحور الثاني: الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب من حيث التفاعل معها ومعايير تصميمها.

أولًا: تكنولوجيا الهولوجرام:

تعد تكنولوجيا الهولوجرام واحدة من أكثر التكنولوجيات إبداعًا والتي من الممكن توظيفها داخل المؤسسات التعليمية (Ghuloum, 2010, 694).

حيثُ يمكن الافادة من هذه التكنولوجيا في مجال التعليم من خلال بث صورة مباشرة للمعلم وهو يشرح الدرس من أي مكان في العالم، إلى أكثر من مكان أخر يتواجد فيه عدد من الطلاب ويشعر الطلاب كأن المعلم موجود معهم بالفعل ويبدءون في التفاعل معه.

أو من خلال تصميم مشاهد تعليمية ثلاثية الأبعاد وعرضها فى صورة هولوجرامية أمام الطلاب، ويمكن إضافة القدرة على تفاعل الطلاب مع الكائنات الهولوجرامية داخل المشهد.

فقد اتاحت تقنية الهولوجرام إمكانية عرض صورة ثلاثية الأبعاد ناقلة للواقع من خلال التقاط مشهد للشخص في وضع ثلاثي الأبعاد ويشعر المشاهدين بوجود شخص حقيقي أمامهم ويتفاعلون مع الشخص الافتراضي المتوقع ويرون الصورة ثلاثية الأبعاد بدون إستخدام نظارات ثلاثية الأبعاد(Anil, Lobo, 2016, 2).

كما تقدم هذه التقنية عديد من المميزات والتى يمكن الاستفادة منها في مجال التعليم، والمتمثلة في النقاط التالية:

- تمكين المستخدمين من الحصول على وجهات نظر متعددة على نفس الموضوع، ورؤية مركزية وسطحية (خارجية) له، ومساعدتهم في عملية التعلم من خلال السماح لهم بفهم جوانب مختلفة من الموضوع بشكل واضح.
(Pradeep, Ashu, 2015, 47)
- تكنولوجيا الهولوجرام هي تكنولوجيا قابلة للتطبيق وتقديرًا كبيرًا للتعليم عن بعد وذلك مع مراعاة بعض التدابير الجذرية في تصميم وحدات الموضوع المقدمة في برامج التعلم عن بعد (Pradeem , Ashu, 2015, 50).
- تعزيز التجارب المرئية في الوقت الفعلي للطالب من خلال شاشات العرض الشيقة/ المثيرة للإهتمام.
- هذه البيئة التعليمية المثيرة يمكن أن تحفز المتعلمين على الإستمرار في المشاركة في هذا النوع من التكنولوجيا.
- تم الاعتراف بتكنولوجيا الهولوجرام كأداة لتبادل الخبرات في المناقشة التعليمية.
- تعد وسيلة تعليمية فعالة لجذب انتباه الأطفال لأن تقنية الليزر ستجعل الصور تبدو وكأنها تطفو في الهواء الحر(Nurul, 2016, 258-259).
- تقنية متطورة، وتستقطب الجماهير، ولا تحتاج إلى نظارات، وتقدم درجة من التفاعل من خلال القنوات والرسوم المتحركة (Fernando, Barbara, 2016, 5).
- لا تحتاج تقنية الهولوجرام إلى شاشة عرض، حيث يتم إسقاط المحتوي المعروض في الجو(الفراغ)، وبتالي لا تنطبق حدود الشاشة علي العرض المجسم ثلاثي الأبعاد.
(Abin, 2013, 5)
- ينتج عنها صورة تبدو واقعية جدا لإنها تسجيل دقيق لموجات الضوء المنعكسة من الجسم (Suleiman, Usman, 2015, 142).

تعمل علي تطوير مهارات الطلاب من خلال (التنشئة على مهارات التفكير العليا ومهارات تفكير الخيالي، مهارات التفكير البصري و محاولة تطوير الثقة بالنفس)(Elsayed, 2017, 3) .

ثانيًا: الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب"Computer Generated Holograms":

الصور المجسمة التي يتم إنشاؤها بواسطة الكمبيوتر (CGH) تتكون من عناصر انكسارية ضوئية توفر إمكانية إنشاء أنظمة عرض

ضوئية موجية تحت تحكم كامل بالكمبيوتر، لأن CGH's يمكنها التحكم في جميع جوانب الموجة الضوئية، مما يتيح تقديم صور ثلاثية الأبعاد للجمهور(Ting-Chung Poon, 2006,1)، فالتصوير المجسم للكمبيوتر هو ببساطة تقنية لـ إنشاء صور ثلاثية الأبعاد باستخدام أجهزة الكمبيوتر الرقمية؛ لا يهم ما إذا كان كائن مادي متوافر لإنتاج صورة ثلاثية الأبعاد أم لا(Kyoji Matsushima, 2019, 15).

التفاعل مع الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب:

تعد تكنولوجيا الهولوجرام من التكنولوجيات التي تقدم برامج تعليمية تفاعلية تعمل على إشراك المتعلمين من خلال البصر والصوت واللمس والاستفادة من العديد من التقنيات لتعزيز التفاعل مثل (طرح أسئلة الجمهور، وتزويد المتعلمين بمعلومات ثريه حول موضوع التعلم)). Fernando, Barbara, 2016, 5)

و يؤكد علي هذا ما أوضحته نتائج تجربة " جاويد خان، تشي كان و آخرون" (Khan, Can, Greenaway and Underwood 2013), من حيث أن تكنولوجيا الهولوجرام تتيح إمكانية التفاعل في الوقت الحقيقي مع المشاهد بسبب إعادة بناء الصورة بحرية في الجو/ الفراغ، و ذلك من خلال توافر عدد من التطبيقات والأدوات البسيطة للعرض والتي تتيح للمستخدم الرسم في الجو أو لمس الرموز والأزرار التي تؤدي إلى إجراءات أخرى.

في هذا السياق قد هدفت دراسة " شوتاو تاكاشي و آخرون" (Yamada, Kakue, and Ito 2017) إلي إنشاء نظام تفاعلي يمكن المتعلم من التعامل بشكل حدسي مع الصورة الهولوجرامية في الوقت الحقيقي من خلال اليد و حركات الأصابع البديهية، والتي يتم الكشف عنها بواسطة جهاز استشعار الحركة "motion sensor" كما هو موضح في الشكل (٢) رسم تخطيطي لنظام المعاملة/ المناولة التفاعلية من خلال جهاز استشعار الحركة "motion sensor" القائم علي إيماءات أصابع اليد.

وقد أثبتت هذه الدراسة أن استخدام جهاز إستشعار الحركة "motion sensor" القائم علي إيماءات أصابع اليد يتيح الحصولت على صور عالية الوضوح مقارنة بالتفاعل مع الصورة الهولوجرامية من خلال التفاعل شاشة اللمس الشفافة.

كما أوضحت دراسة أيات أنور (٢٠١٩، ٣٧) أن التفاعل مع المحتوي من خلال استخدام حركات اليد بدون وسيط، قد كان له تأثير إيجابي علي الطلاب أدي إلى عدم الشعور بالملل أثناء عملية التعلم وشعور الطالب بأنه المتحكم في حركة الكائن الهولوجرامي من خلال قبضة يده عليه وكأنه يمسكه بالفعل.

استنادًا إلى ما سبق وفي ضوء التوصيات التي أشارت إليها نتائج دراسة "أبين" (Abin, 2013) والمتمثلة في النقاط التالية:

- توفير القدرة على التفاعل مع (الصورة الهولوجرامية) في الهواء الحر أمر حيوي، لأن التفاعل مع الصور المجسمة في شاشة مغطاة قد يكون مرهقًا.
- يجب أن يكون دمج تقنية الهولوجرام مع تقنيات التغذية الراجعة إلزاميًا من أجل عدم الحد من استخدام التصوير المجسم باعتباره وسيلة عرض غير تفاعلية.
- تعد تقنية اللمس التي تجعل من الممكن لمس الكائن الإفتراضي والتعامل معه لها أهمية خاصة، لذلك نجد أن إستمرار مجال "haptics" اللمس/ التفاعل باليد في النمو وتكامله مع التصوير المجسم، سوف يجعل التفاعل مع الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد (الصورة الهولوجرامية) بلا حدود.

قد هدف البحث الحالى إلى الوصل لقائمة تضم المعايير التربوية والفنية التي يجب اتباعها عند تصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب ومعايير التفاعل مع مكونات الصورة الهولوجرامية.

معايير تصميم الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب:

قد أوضحت دراسة كلًا من (Abookasis, Rosen, 2003, 2)، (Assa, 2013, 3) مجموعة من المعايير العامة التي يجب اتباعها عند تصميم كائنات الهولوجرام والمتمثلة في الأتي:

- تصميم "Fine Line Design" الخطوط الدقيقة

الخطوط الدقيقة تعد من العناصر الأساسية المكونة للتصميم وخاصة تصميم الكائنات المعروضة من خلال تقنية الهولوجرام، فهي تعطي وهم الحركة، ويمكن التحقق منها بسهولة من خلال تدوير الكائن.

- تأثير "3D Embossed Effect" النقوش البارزة ثلاثية الأبعاد:-

هذه الميزه تخلق الوهم من (ارتفاعات البروز) ثلاثية الأبعاد.

- النظام "The optical system" البصري:

يجب أن يكون مستقرًا جدًا ، نظرًا لأن الحركة الطفيفة جدًا يمكن أن تدمر هامش التداخل "interference fringes" يقصد بها منطقة عرض المحتوي، والتي تحتوي على كل من كثافة العناصر والمعلومات الخاصة بكل مرحلة.

استنادًا إلى تلك المعايير وفى ضوء نتائج التجربة البحثية التي قامت بها الباحثة في مرحلة الدكتوراه والتي هدفت إلى تصميم بيئة تعلم قائمة علي تقنية الهولوجرام والتفاعل مع الكائنات المتضمنة داخل الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب من خلال جهاز استشعار الحركة.

وفي إطار اطلاع الباحثه علي عديد من الدراسات والبحوث في مجال تصميم وانتاج الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب ومنها دراسة كلًا من (Gianluca Rufato, Roberto Rossi, Michele Massari, & Filippo Romanato, 2017); (Ting-Chung Poon, 2006) ; (Kyoji Matsushima, 2019); (Alexander G. Poleshchuk, Victor P. Korolkov, Jean-Michel Asfour, 2008) و التي اقتصرت علي عرض معايير تصميم الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب من الناحية الرياضية والفيزيائية المرتبطة بالتكوين الداخلي للصورة الهولوجرامية ولم تترك إلى المعايير التربوية والفنية للصورة الناتجة من تلك العمليات الداخلية.

فقد أسفر البحث الحالى إلى الوصول لقائمة تضم معايير تصميم محتوى الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب من الناحية التربوية والفنية والتي تضمنت المجالات الأتية:-.

المجال الأول: التصميم التربوي لمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب، و الذى يندرج تحته (٤) معايير و (٣٢) مؤشرًا.

١. ارتباط المشاهد التعليمية بالأهداف الخاصة بالمحتوي العلمي المقدم من خلالها. (١١)
٢. صياغة المحتوي التعليمي بما يتوافق مع أهداف المحتوي وخصائص الفئه المستهدفة. (١٢)
٣. ارتباط النماذج الهولوجرامية بالمحتوى التعليمي المقدم. (٤)
٤. تحديد أسلوب التفاعل مع المحتوي التعليمي المقدم من خلال الصورة الهولوجرامية. (٥)

المجال الثاني: التصميم الفني لمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب، والذى يندرج تحته (٥) معايير و (٤٥) مؤشرًا.

١. تصميم المشاهد التعليمية الهولوجرامية. (١٢)
٢. تصميم المحتوي التعليمي للصورة الهولوجرامية. (٧)
٣. تصميم النماذج الهولوجرامية التعليمية. (١١)
٤. التفاعل مع محتوي المشاهد الهولوجرامية. (٦)
٥. تصميم الأنشطة التعليمية الهولوجرامية. (٩)

إجراءات البحث:

قامت الباحثة بالقيام بالخطوات التالية للتوصل إلى قائمة المعايير:

أولًا تحديد الهدف العام من بناء قائمة المعايير:

الوصول إلى قائمة تضم المعايير التربوية والفنية للمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.

ثانيًا الإطلاع علي الأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بتقنية الهولوجرام، ومعايير التصميم التربوية والفنية.

ثالثًا إعداد قائمة بالمعايير التربوية والفنية لتصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب من خلال إتباع الخطوات التالية:

١) تجميع المعايير التي تم استخلصها منطقيًا من خلال الأطلاع علي الأدبيات والدراسات العلمية المتعلقة بموضوع البحث الحالي.
٢) إعداد قائمة مبدئيه وعرضها علي الخبراء والمتخصصين .

رابعًا حساب صدق قائمة المعايير:

تم عرض قائمة المعايير علي مجموعة من المتخصصين في مجال تكنولوجيا التعليم والمناهج وطرق التدريس وقد بلغ عددهم (١٠)، وذلك بهدف أخذ أرائهم حول أهمية كل معيار ومدي إرتباطة بمؤشراته، والصياغة اللغوية له، وإضافة بعض المؤشرات أو حذفها، والاستقرار علي المحاور الأساسية للقائمة، ومن ثم تم إجراء بعض التعديلات وفقًا لآراء المحكمين، وتم التوصل إلي الصورة النهائية لقائمة المعايير، واالتعديلات التي تم إجرائها في ضوء آراء السادة المحكمين تتمثل فيما يلي:

١) تعديل مسميات بعض المعايير مثل (معيار الصورة الهلوجرامية إلي معيار المشاهد التعليمية الهولوجرامية.
٢) إضافة معياري الأنشطة التعليمية والتفاعلات اليدوية مع المحتوي إلي القائمة.
٣) إضافة بعض المؤشرات الخاصة بمعيار التفاعلات اليديوية.

ثم قامت الباحثة بعرض القائمة مرة أخرى علي مجموعة من المحكمين وعددهم (١٠)

محكمين وتحديد مدي الأهمية النسبية للبنود من خلال اختيار الإستجابة (مهم – متوسط الأهمية- غير مهم).

الصدق الظاهري:

قامت الباحثة بعرض القائمة مرة أخرى علي مجموعة من المحكمين وعددهم (١٠) محكمين من أعضاء لجنة التحكيم الذين شاركوا في تحكيم الأولي لجميع عبارات قائمة المعايير وأجمعوا علي صلاحيتها و أصبح عدد عبارتها (٧٧) كما هو موضح في جدول (١) الاتى:-

جدول (١) يبين عدد عبارات قائمة المعايير

م	قائمة المعايير	عدد الفقرات
	معايير المجال التربوية	
١	ارتباط المشاهد التعليمية بالأهداف الخاصة بالمحتوي العلمي المقدم من خلالها.	١١
٢	صياغة المحتوي التعليمي بما يتوافق مع أهداف المحتوي وخصائص الفئه المستهدفة.	١٢
٣	ارتباط النماذج الهولوجرامية بالمحتوى التعليمي المقدم.	٤
٤	تحديد أسلوب التفاعل مع المحتوي التعليمي المقدم من خلال الصورة الهولوجرامية.	٥
	معايير المجال الفني	
١	تصميم المشاهد التعليمية الهولوجرامية.	١٢
٢	تصميم المحتوي التعليمي للصورة الهولوجرامية.	٧
٣	تصميم النماذج الهولوجرامية التعليمية.	١١
٤	التفاعل مع محتوي المشاهد الهولوجرامية.	٦
٥	تصميم الأنشطة التعليمية الهولوجرامية.	٩
	المجموع	٧٧

صدق الاتساق الداخلي:

تم حساب معامل الارتباط بين درجات كل فقرة من فقرات المعايير والدرجة الكلية للمعيار حيث تراوحت معاملات الارتباط بين (٠.٩٤٧ الي ٠.٩٩) وهي معاملات ارتباط تدل علي الاتساق الداخلي بين الفقرات والأبعاد التي تنتمي اليها.

جدول (٢) الاتساق الداخلي

م	قائمة المعايير	معامل ارتباط بيرسون
	معايير المجال التربوية	
١	ارتباط المشاهد التعليمية بالأهداف الخاصة بالمحتوي العلمي المقدم من خلالها.	٠.٩٩
٢	صياغة المحتوي التعليمي بما يتوافق مع أهداف المحتوي وخصائص الفئه المستهدفة.	٠,٩٨٣
٣	ارتباط النماذج الهولوجرامية بالمحتوى التعليمي المقدم.	٠,٩٤٧
٤	تحديد أسلوب التفاعل مع المحتوي التعليمي المقدم من خلال الصورة الهولوجرامية.	٠.٩٧٢
	معايير المجال الفني	
١	تصميم المشاهد التعليمية الهولوجرامية.	٠,٩٥١
٢	تصميم المحتوي التعليمي للصورة الهولوجرامية.	٠.٩٦٤
٣	تصميم النماذج الهولوجرامية التعليمية.	٠.٩٧٨
٤	التفاعل مع محتوي المشاهد الهولوجرامية.	٠,٩٨١
٥	تصميم الأنشطة التعليمية الهولوجرامية.	٠.٩٦٣

(دالة عند مستوي ٠.٠١)

- الثبات :

تم استخدام معامل ألفا كرونباخ للثبات وبلغ معامل الثبات للقائمة (٠.٩٣٦) وهي قيمة مرتفعة تعكس ثبات القائمة وصلاحيتها.

جدول (٣) معامل ثبات ألفا كرونباخ

م	قائمة المعايير	عدد الفقرات	معامل ألفا كرونباخ
	معايير المجال التربوية		
١	ارتباط المشاهد التعليمية بالأهداف الخاصة بالمحتوي العلمي المقدم من خلالها.	١١	٠.٩١٢
٢	صياغة المحتوي التعليمي بما يتوافق مع أهداف المحتوي وخصائص الفئه المستهدفة.	١٢	٠.٩٣٤
٣	ارتباط النماذج الهولوجرامية بالمحتوى التعليمي المقدم.	٤	٠.٩٢٧
٤	تحديد أسلوب التفاعل مع المحتوي التعليمي المقدم من خلال الصورة الهولوجرامية.	٥	٠.٩٠٩
	معايير المجال الفني		
١	تصميم المشاهد التعليمية الهولوجرامية.	١٢	٠.٩١٨
٢	تصميم المحتوي التعليمي للصورة الهولوجرامية.	٧	٠.٩٢٣
٣	تصميم النماذج الهولوجرامية التعليمية.	١١	٠.٩٣٢
٤	التفاعل مع محتوي المشاهد الهولوجرامية.	٦	٠.٩٠١
٥	تصميم الأنشطة التعليمية الهولوجرامية.	٩	٠.٩٢٤
القائمة ككل		٧٧	٠.٩٣٦

- **قائمة المعايير في صورتها النهائية:**

تم التوصل إلي قائمة المعايير في صورتها النهائية والتي تكونت من مجالين وهم:-

المجال الأول: التصميم التربوي لمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب، و الذى يندرج تحته (٤) معايير و (٣٢) مؤشرًا.

المجال الثاني: التصميم الفني لمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب، والذى يندرج تحته (٥) معايير و (٤٥) مؤشرًا.

- **المعالجة الاحصائية :**

لاجراء التحليل الاحصائي باستخدام برنامج "spss . v.18" حيث تم حساب التكرارات

والنسب المئوية لأراء العينة حول فقرات المعايير وتم حساب المتوسط الحسابي والنسبة المئوية للاستجابات حول فقرات القائمة، ثم استنتاج اتجاه العينة من خلال قيمة النسبة المئوية للاستجابة.

جدول (٤) المتوسطات الحسابية والنسب المئوية واتجاه العينة

المتوسط	النسبة المئوية	الاتجاه
من ١ الي ١.٦٦	أقل من ٥٥%	غير مهم
من ١.٦٧ الي ٢.٣٣	من ٥٥% الي ٧٧%	متوسط الأهمية
من ٢.٣٤ الي ٣	أكثر من ٧٧%	مهم

- **النتائج ومناقشتها**:

أولًا: معايير مجال التربوي لمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب:

لبيان مدى توافر معايير خاصة بمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب من المجال التربوية ومن المجال الفني، من وجهه نظر المحكمين الذين تفاوتت أحكامهم ما بين (مهم، متوسط الأهمية، غير مهم) تم حساب النسب المئوية لمستوي توافرتلك المعايير كما هو موضح فى بالجداول (٥ ، ٦) التاليين:-

جدول (٥) يبين النسب المئوية لمستوي توافر المعايير الخاصة بالمجال التربوي لمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب

م	المعايير /المحاور	درجة التوافر						المتوسط الحسابي	الوزن النسبي	الترتيب
		مهم		متوسط الأهمية		غير مهم				
		ك	%	ك	%	ك	%			
	المعيار الأول: ارتباط المشاهد التعليمية بالأهداف الخاصة بالمحتوي العلمي المقدم من خلالها.							٢.٩٥	٩٨%	-
١	توفر المشاهد التعليمية عرض واضح للأهداف التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	١
٢	تتفق المشاهد التعليمية في محتوها مع الأهداف التعليمية المحددة.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٢
٣	تتفق المشاهد التعليمية من حيث موضع الأيقونات داخل إطار المشهد مع خصائص طلاب الصف الثاني الثانوي والتي من أبرازها الميل إلي التجريد.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٣

م	المعايير /المحاور	درجة التوافر						المتوسط الحسابي	الوزن النسبي	الترتيب
		مهم		متوسط الأهمية		غير مهم				
٤	يتناسب موضع النص داخل المشاهد التعليمية مع محتويات المشهد.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٤

	المعيار الأول: ارتباط المشاهد التعليمية بالأهداف الخاصة بالمحتوي العلمي المقدم من خلالها.	ك	%	ك	%	ك	%	٢.٩٥	%٩٨	-
٥	يتناسب موقع النموذج الهولوجرامي التعليمي داخل المشاهد التعليمية مع باقي محتويات المشهد.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٥
٦	يُراعي تنظيم العناصر داخل المشاهد التعليمية لرؤية عين المتعلم.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٦
٧	التدرج في عرض مكونات المشاهد التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٧
٨	ثبات مكونات المشهد التعليمي علي مدار العرض/ المحتوي /حتي نهاية العرض.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٨
٩	يُراعي وضوح المحتوي التعليمي المقدم من خلال المشاهد التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٩
١٠	تركز المشاهد التعليمية علي بناء المعرفة من خلال التدريب والممارسة.	٧	٧٠	٣	٣٠		٠	٢.٧	٩٠	١١
١١	تتناسب سرعة عرض المحتوي داخل المشاهد التعليمية لخصائص للفئة المستهدفة.	٨	٨٠	٢	٢٠		٠	٢.٨	٩٣.٣٣	١٠

	المعيار الثاني: صياغة المحتوي التعليمي بما يتوافق مع أهداف المحتوي وخصائص الفئه المستهدفة.	ك	%	ك	%	ك	%	٢.٩٣	%٩٧.٦	-
١	تُصاغ الأهداف التعليمية بصورة سليمة توضح نواتج التعلم.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	١
٢	ترتبط الأهداف التعليمية بأهداف المقرر الدراسي.	٧	٧٠	٣	٣٠		٠	٢.٧	٩٠	١١
٣	ترتبط الأهداف التعليمية بخصائص الفئه المستهدفة.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٢
٤	تتدرج الأهداف التعليمية من السهل إلي الصعب ومن البسيط إلي المركب.	٨	٨٠	٢	٢٠		٠	٢.٨	٩٣.٣٣	١٠
٥	يقيس كل هدف أداء تعليمي متوقع واحد.	٩	٩٠	١	١٠		٠	٢.٩	٩٦.٦٧	٨
٦	يرتبط المحتوي التعليمي بأهداف بيئة التعلم.	٩	٩٠	١	١٠		٠	٢.٩	٩٦.٦٧	٩
٧	تكامل عرض مكونات المحتوي التعليمي.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٣
٨	يتسم المحتوي التعليمي بالدقة والوضوح.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٤
٩	تجزئه المحتوي التعليمي إلي أجزاء صغيرة تتناسب مع خصائص الفئة المستهدفة.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٤
١٠	يُراعي في تقديم المحتوي التعليمي التدرج المنطقي في عرض الأفكار الرئيسه والفرعية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٥

	المعيار الثاني: صياغة المحتوي التعليمي بما يتوافق مع أهداف المحتوي وخصائص الفئه المستهدفة.	ك	%	ك	%	ك	%	٢.٩٣	%٩٧.٦	-
١١	يُراعى في تقديم المحتوي إستخدام عبارات واضحة ومفهومة بالنسبة للمتعلم.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٦
١٢	يُراعى في المحتوي التعليمي المقدم خلوه من الأخطاء اللغوية والعلمية	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٧

	المعيار الثالث: ارتباط النماذج الهولوجرامية بالمحتوى التعليمي المقدم.	ك	%	ك	%	ك	%	٣	%١٠٠	-
١	ترتبط النماذج التعليمية الهولوجرامية بالأهداف التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	١
٢	يُراعي وضوح النماذج التعليمية الهولوجرامية داخل المشاهد التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٢
٣	تناسب أسلوب عرض النماذج التعليمية الهولوجرامية في نمط العرض من الجزء إلي الكل داخل المشاهد التعليمية بتسلسل عرض المحتوي التعليمي.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٣
٤	تناسب أسلوب عرض النماذج التعليمية الهولوجرامية في نمط العرض من الكل إلي الجزء داخل المشاهد التعليمية بتسلسل عرض المحتوي التعليمي.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	٤

	المعيار الرابع: تحديد أسلوب التفاعل مع المحتوي التعليمي المقدم من خلال الصورة الهولوجرامية.	ك	%	ك	%	ك	%	٢.٧٧	%٩٢.٥	-
١	يتطلب المشهد التعليمي تفاعل معين من المتعلم للحصول علي معلومة.	٧	٧٠	٣	٣٠		٠	٢.٧	٩٠	٤
٢	توافر الحرية الكاملة للمتعلم أثناء القيام بعملية التفاعل.	٦	٦٠	٤	٤٠		٠	٢.٦	٨٦.٦٧	٥
٣	يتفق أسلوب التفاعل من بعد مع خصائص الفئة المستهدفة.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	١
٤	إتاحة تحكم المتعلم في النموذج الهولوجرامي بإمكانية تدويره بزوية ٣٦٠ درجة لدراسته من جميع الإتجاهات.	٩	٩٠	١	١٠		٠	٢.٩	٩٦.٦٧	٢

	المعيار الرابع: تحديد أسلوب التفاعل مع المحتوي التعليمي المقدم من خلال الصورة الهولوجرامية.	ك	%	ك	%	ك	%	٢.٧٧	%٩٢.٥	-
٥	إتاحة تحكم المتعلم في النموذج الهولوجرامي وتحركية أثناء تكوينة.	٩	٩٠	١	١٠		٠	٢.٩	٩٦.٦٧	٣

ومن خلال الجدول السابق يتضح أن جميع الفقرات المتضمنة في المعايير المتعلقة بالمجال التربوي تم الاتفاق حول أهميتها من قبل العينة المطبق عليها الاستبيان وبلغ النسبة المئوية للمحور الأول ٩٨% والمحور الثاني ٩٧.٦% والمحور الثالث ١٠٠% والمحور الرابع ٩٢.٥%.

جدول (٦) يبين النسب المئوية لمستوي توافر المعايير الخاصة بالمجال الفني لمحتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب

م	المعايير /المحاور	درجة التوافر						المتوسط الحسابي	الوزن النسبي	الترتيب
		مهم		متوسط الأهمية		غير مهم				
		ك	%	ك	%	ك	%			
	المعيار الأول: تصميم المشاهد التعليمية الهولوجرامية.	ك	%	ك	%	ك	%	٣	%١٠٠	-
١	مناسبة حجم المشهد التعليمي الخارجي لطبيعة تقنية الهولوجرام المتمثلة في عرض المحتوي في الفراغ ورؤيته بدون نظارة.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٢	تتسم المشاهد التعليمية في تصميمها بالبساطة.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٣	مناسبة شكل أيقونة الخروج لخصائص طلاب الصف الثاني الثانوي والذين يميلون إلي التجريد.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	

٤	مناسبة شكل أيقونة الشاشة الرئيسية لخصائص طلاب الصف الثاني الثانوي والذين يميلون إلي التجريد.	١٠	١٠٠		٠			٠	٣	١٠٠	
٥	مناسبة شكل أيقونة (والتالي، السابق) لخصائص طلاب الصف الثاني الثانوي والذين يميلون إلي التجريد.	١٠	١٠٠		٠			٠	٣	١٠٠	
٦	مناسبة موقع أيقونات التفاعل داخل المشهد التعليمي.	١٠	١٠٠		٠			٠	٣	١٠٠	

م	المعايير /المحاور	درجة التوافر						المتوسط الحسابي	الوزن النسبي	الترتيب
		مهم		متوسط الأهمية		غير مهم				
		ك	%	ك	%	ك	%			
	المعيار الأول: تصميم المشاهد التعليمية الهولوجرامية.							٣	%١٠٠	-
٧	مناسبة حجم أزرار إختيار عناصر التعلم لطبيعة تقنية الهولوجرام.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٨	إتزان توزيع أزرار إختيار عناصر المحتوي التعليمي داخل إطار المشهد التعليمي	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٩	ثبات التصميم في جميع المشاهد التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
١٠	توافر عنصر التباين داخل المشاهد التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
١١	تحفز المشاهد التعليمية المتعلم علي المشاركة الفعالة.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	

المعيار الثاني: تصميم المحتوي التعليمي للصورة الهولوجرامية.		ك	%	ك	%	ك	%	٣	%١٠٠	-
١	يُراعي موقع تقديم المحتوي داخل المشاهد التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٢	مناسبة تصميم الإطار المخصص لعرض النص المكتوب لطبيعة العرض القائم علي تقنية الهولوجرام.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٣	توفر عنصر التباين في تقديم المحتوي التعليمي.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٤	توفر عنصر الإتزان في تقديم عناصر المحتوي.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
المعيار الثاني: تصميم المحتوي التعليمي للصورة الهولوجرامية.		ك	%	ك	%	ك	%	٣	%١٠٠	-
٥	مناسبة نوع الخط المستخدم في تمثيل المحتوي التعليمي.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٦	مناسبة حجم الخط المستخدم لطبيعة العرض القائم علي تقنية الهولوجرام.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٧	مدي كفاية المحتوي التعليمي المقدم.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
المعيار الثالث: تصميم النماذج الهولوجرامية التعليمية.		ك	%	ك	%	ك	%	٢.٩٨	%٩٩.٣	-
١	توافر عنصر البساطة في تقديم النماذج الهولوجرامية داخل المشاهد التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	

٢	توفر عنصر الإتزان في عرض النموذج مع باقي مكونات المشهد التعليمي.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٣	يتناسب حجم النماذج الهولوجرامية مع مكونات المشهد التعليمي.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٤	تتيح درجة شفافية النماذج الهولوجرامية المقدمة إمكانية رؤية التفاصيل الداخلية لها.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٥	تتسم النماذج الهولوجرامية المقدمة بالواقعية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
	المعيار الثالث: تصميم النماذج الهولوجرامية التعليمية.	**ك**	**%**	**ك**	**%**	**ك**	**%**	**٢.٩٨**	**%٩٩.٣**	**-**
٦	توزع الظلال في المشهد البصري علي النماذج الهولوجرامية بطريقة تمثل العمق والإرتفاع.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	١
٧	تُستخدم إشارات الحجب والأعتراض؛ لإدراك المسافة التي تبعد بها الأشياء عن مجال الرؤية.	٩	٩٠	١	١٠		٠	٢.٩	٩٦.٦٧	٢
٨	تُستخدم إشارات الحجب والأعتراض؛ لتوضيح العلاقة بين الأشياء المرئية والأشياء الغير المرئية.	٩	٩٠	١	١٠		٠	٢.٩	٩٦.٦٧	٣

٩	تتيح الفترة الزمنية المخصصة لمتابعة تكون النموذج الهولوجرامي الفرصة للمتعلم لدراسته بصورة كافية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	١
١٠	تزامن حركة تكون النموذج الهولوجرامي مع التعليق الصوتي.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	١
١١	تزامن حركة تكون النموذج الهولوجرامي مع ظهور النص المكتوب.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	١

م	المعايير /المحاور	درجة التوافر						المتوسط الحسابي	الوزن النسبي	الترتيب
		مهم		متوسط الأهمية		غير مهم				
		ك	%	ك	%	ك	%			
	المعيار الرابع: التفاعل مع محتوي المشاهد الهولوجرامية.							٣	١٠٠%	-
١	توفر أنماط مختلفة من التفاعل بين المتعلم والمحتوي المقدم.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٢	سهولة تفاعل المتعلم من بعد مع النماذج الهولوجرامية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٣	سهولة الضغط علي أزرار الإبحار داخل المشاهد التعليمية.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٤	مناسبة حركات يد المتعلم مع الوظيفة التي يقوم بها/ يريد القيام بها.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	

٥	تناسب أسلوب التفاعل من بعد مع طبيعة تقنية الهولوجرام.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٦	وضوح التغير الذي يحدث في شكل المؤشر أثناء القيام بفعل معين من قبل المتعلم.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
	المعيار الخامس: تصميم الأنشطة التعليمية الهولوجرامية.	ك	%	ك	%	ك	%	٢.٩٤	%٩٨	-
١	يُراعي في تصميم النماذج الهولوجرامية الخاصة بالنشاط وضوح الألوان الممثلة لحدود الشكل.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	

م	المعايير /المحاور	درجة التوافر						المتوسط الحسابي	الوزن النسبي	الترتيب
		مهم		متوسط الأهمية		غير مهم				
	المعيار الخامس: تصميم الأنشطة التعليمية الهولوجرامية.	ك	%	ك	%	ك	%	٢.٩٤	%٩٨	-
٢	برمجة حركة النماذج الهولوجرامية بزاوية ٣٦٠ درجة ليسهل علي المتعلم تكوين النموذج بحرية دون قيود من أي إتجاه حتي لا يشعر بالملل.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٣	تصميم مكتبه صغيرة يمين الشاشة تعرض من خلالها أجزاء النماذج المطلوب الاختيار منها لتكوين النموذج المطلوب ويتوافر بها إمكانية	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	

	فتحها وغلقها حتي لا تشغل حيز من مساحة الرؤية.									
٤	يُراعي أن تكون النماذج الهولوجرامية الممثلة للنشاط أن تكون مرتبطة بالواقع / تحاكي الواقع.	٨	٨٠	٢	٢٠		٠	٢.٨	٩٣.٣٣	٢
٥	يظهر سؤال التقويم للمتعلم فور تكوينة النموذج الهولوجرامي بشكل صحيح.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٦	يّراعي أن يكون موضع السؤال الخاص بالنشاط والبدائل المتاحة للإختيار عند ظهوره يكون بعيداً عن موقع النموذج حتي لا يحدث تداخل بين السؤال والنموذج.	٧	٧٠	٣	٣٠		٠	٢.٧	٩٠	
	المعيار الخامس: تصميم الأنشطة التعليمية الهولوجرامية.	**ك**	**%**	**ك**	**%**	**ك**	**%**	**٢.٩٤**	**%٩٨**	**-**
٧	يّراعي إختيار أسلوب تعزيز يتناسب مع خصائص الفئة المستهدفة.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٨	يُراعي حصول الطالب علي التعزيز المناسب فور إجابتة علي سؤال النشاط المقدم له	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	
٩	برمجة حركة النماذج الهولوجرامية بزاوية ٣٦٠ درجة ليسهل علي المتعلم تكوين النموذج بحرية دون قيود من أي إتجاه حتي لا يشعر بالملل.	١٠	١٠٠		٠		٠	٣	١٠٠	

يتضح من الجدول السابق أن جميع الفقرات المتضمنة في المعايير الفنية تم الاتفاق حول أهميتها من قبل العينة المطبق عليها الاستبيان وبلغ النسبة المئوية للمحور الأول ١٠٠% والمحور الثاني ١٠٠% والمحور الثالث ٩٩.٣% والمحور الرابع ١٠٠% والمحور الخامس ٩٨%.

توصيات الدراسة:

١- توظيف تلك المعايير عند تصميم برامج تعليمية قائمة على استخدام الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.

٢- تدريب طلاب تكنولوجيا التعليم علي تصميم المشاهد الهولوجرامية في ضوء تلك المعايير الفنية والتربوية.

٣- دعوة مصممي البرامج والبيئات التعليمية علي تطبيق تلك المعايير عند تصميم الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.

بحوث مقترحة:

١- إعداد قائمة معايير تعكس معايير تصميم الشخصيات داخل المشاهد الهولوجرامية.

٢- إعداد قائمة معايير تتعلق بتصميم إيماءات التفاعل مع مكونات المشاهد الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب.

Summary:

The current study aimed to arrive at a list of criteria for designing the content of the computer-generated hologram image, with the aim of using it in the design and production of the content of the hologram scenes, and the current research followed a systematic design from the designs of descriptive studies: it is the analysis of the content of documents, which is a requirement in the design and development processes Whenever educational materials and learning sources are a field for this design and development as a scientific requirement to reveal, beginning with the characteristics of these materials, describing them and revealing the foundations of development that are characteristic of them when deriving the foundations for developing educational materials through specialized scientific literature and research, and the current research has reached A list of standards consisted of two areas as follows:

The first field: the educational design of the content of the computer-generated hologram image, which includes (4) criteria and (32) indicators.

The second field: the technical design of the content of the computer-generated hologram, which falls under (5) criteria and (45) indicators.

key words:

Educational standards, technical standards, hologram technology.

المراجع العربية:

خالد برهوم. (٢٠١٥). *الهولوجرام "Hologram"*، دراسة تجريبية لتقنية الهولوجرام ، المركز الوطني للمتميزين، تاريخ الأطلاع ٢٠١٧/٢/١٤.

رانية عبدالله محمد عبد المنعم. (٢٠١٤). *تطبيقات تقنية الهولوجرام في التعليم*، ورقه عمل مقدمة في يوم دراسي بعنوان المستحدثات التكنولوجيا في عصر المعلوماتية، جامعة الأقصي، كلية التربية.

عبدالله ابن سالم المناعي. (٢٠١٨). معايير تصميم مواد التعلم الالكترونية التفاعلية و إنتاجها من وجهه نظر معلمى ومعلمات المواد الأساسية فى مدارس قطر الثانوية المستقلة، مجلة الدراسات التربوية والنفسية، العدد (٣)، مجلد (١٢).

محمد عطية خميس. (٢٠٠٠). معايير تصميم نظم الوسائط المتعددة/ الفائقة التفاعلية وإنتاجها، المؤتمر العلمي السابع للجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، منظومة تكنولوجيا التعليم في المدارس والجامعات: الواقع والمأمول، فى الفترة من ٢٦-٢٧ إبريل ٢٠٠٠، مجلة تكنولوجيا التعليم، الجزء الثاني، المجلد العاشر، الكتاب الثالث.

المراجع الأجنبية:

Abin. Baby. (2013). 3D holographic projection technology, of Cochin University of Science & Technology, 1-23.

Ackermann, G. K. & Eichler, J. (2007). Holography: a practical approach, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 1-335.

Ann, R.S. (2012). Profound Levels of Learning Through Brain Based Teaching: A Tribute to Roland Barth, Education Journal, 129-136

Barbara Bertagni& Fernando Salvetti. (2015). Visual Thinking Immersive Experiences Augmented Reality Visual Communication, Key Factor is published by LKN - Logos Knowledge Network www.logosnet.org.

Berend, D., Dolev, S., Frenkel, S., & Hanemann, A. (2016). Towards holographic "brain" memory based on randomization and Walsh–Hadamard transformation, Neural Networks, 77, 87–94.

Brown, J. S; Collins, A; Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning, Educational Researcher is currently published, by: American Educational Research Association, 32-42

Chavis, J. (2009). 3D holographic technology, Retrieved February3, 2017,from http://www.ehow.co.uk/about_5448579_holographic-technology.html.

D. Abookasis and J. Rosen. (2003). Computer-generated holograms of three-dimensional objects synthesized from their multiple angular viewpoints, HID Global Corporation/ASSA Abloy AB. All rights reserved. Contents are confidential and proprietary and not intended for external distribution.

Erickson, H. Lynn. (2001). Stirring the Head, Heart, and Soul: Redefining Curriculum and Instruction. Second Edition, ERIC Number: ED450440, Books; Information Analyses.

Fernando Salvetti & Barbara Bertagni.(2016). Interactive Tutorials and Live Holograms in Continuing Medical Education: Case Studies from the e-REAL® Experience June 15th-17th, New York, NY, USA,1-8.

Gavin D. J. Harper. (2010). Holography Projects for the Evil Genius, The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. Printed in the United States of America, Except as permitted under the United States Copyright

Husain Ghuloum. (2010). 3D Hologram Technology in Learning Environment, Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE) 2010,694-703

Javid Khan, Chi Can, Alan Greenaway, Ian Underwood. (2013). A real-space interactive holographic display based on a large-aperture HOE, Proc. SPIE Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE).

Nurul Maziah Mohd Barkhaya, Noor Dayana Abd Halim. (2016). A Review of Application of 3D Hologram in Education: A Metta Nalysis, IEEE 8th International Conference on Engineering Education (ICEED).

Orlov, V. V., & Pavlov, A. V. (2015). On modeling of the biological memory associative properties by the volume superimposed holograms technique. Radiophysics and Quantum Electronics, 57(8–9), 627–634.

Petros J. Katsioloudis & Mildred V. Jones.(2018). A Comparative Analysis of Holographic, 3D-Printed, and Computer-Generated Models: Implications for Engineering Technology Students' Spatial Visualization Ability, Journal of Technology Education, Vol. 29 No. 2, Spring2018, 36-53

Pribram, K. H. (1991). Brain and perception: Holonomy and structure in figural processing. Hillsdale, NJ: Erlbaum m Associates, Inc.

Fernando Salvetti & Barbara Bertagni.(2016). Interactive Tutorials and Live Holograms in Continuing Medical Education: Case Studies from the e-REAL® Experience June 15th-17th, New York, NY, USA,1-8.

Gavin D. J. Harper. (2010). Holography Projects for the Evil Genius, The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. Printed in the United States of America, Except as permitted under the United States Copyright

Husain Ghuloum. (2010). 3D Hologram Technology in Learning Environment, Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE) 2010,694-703

Javid Khan, Chi Can, Alan Greenaway, Ian Underwood. (2013). A real-space interactive holographic display based on a large-aperture HOE, Proc. SPIE Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE).

Nurul Maziah Mohd Barkhaya, Noor Dayana Abd Halim. (2016). A Review of Application of 3D Hologram in Education: A Metta Nalysis, IEEE 8th International Conference on Engineering Education (ICEED).

Orlov, V. V., & Pavlov, A. V. (2015). On modeling of the biological memory associative properties by the volume superimposed holograms technique. Radiophysics and Quantum Electronics, 57(8–9), 627–634.

Petros J. Katsioloudis & Mildred V. Jones.(2018). A Comparative Analysis of Holographic, 3D-Printed, and Computer-Generated Models: Implications for Engineering Technology Students' Spatial Visualization Ability, Journal of Technology Education, Vol. 29 No. 2, Spring2018, 36-53

Pribram, K. H. (1991). Brain and perception: Holonomy and structure in figural processing. Hillsdale, NJ: Erlbaum m Associates, Inc.

Shweta Anil Korulkar, Prof. L.M.R.J. Lobo. (2016). A Survey for an Interactive E-learning Environment Using Hologram Technology, Copyright to IJIRCCE, ISSN(Online): 2320-9801.

Wenjian Cai, Rafael Piestun. (2005). Computer generated volume holograms: design and fabrication, © Optical Society of America, OCIS code: (050.7330) Volume holographic gratings; (130.3120) Integrated optics devices.

Ting-Chung Poon. (2006). Digital Holography and Three-Dimensional Display: Principles and Applications, Printed in the United States of America, Springer Science-nBusiness Media, Inc.

Gianluca Rufato, Roberto Rossi, Michele Massari, Erfan Mafakheri, Pietro Capaldo& Filippo Romanato. (2017). Design, fabrication and characterization of Computer Generated Holograms for anticounterfeiting applications using OAM beams as light decoders, ScieNtific REPOrTS.