تكنولوجيا الهُولُوجَرَام Hologram

وتطبيقاتها التعليمية

م.د/ بسمة محمد جودة سيد أحمد
مدرس تكنولوجيا التعليم
كلية التربية - جامعة حلوان

أ.د/ وليد يوسف محمد
أستاذ تكنولوجيا التعليم
كلية التربية - جامعة حلوان وأمين
اللجنة العلمية للترقيات تخصص تكنولوجيا التعليم وإعداد معلم الحاسب

أ.م.د/ مى حسين أحمد
أستاذ تكنولوجيا التعليم المساعد
كلية التربية - جامعة حلوان

نتناول في هذا المقال تكنولوجيا الهُولُوجَرَام Hologram (مفهومها، وآلية عملها، وخصائصها، وأهميتها في العملية التعليمية، وأنواعها، وتطبيقاتها التعليمية، والنظريات الداعمة لها، وأسس تصميم بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام، والتحديات التي تواجهه هذه التكنولوجيا).

يشهد عصرنا الحالي ظهور عديد من التكنولوجيات الحديثة والمتطورة التي دخلت في العديد من المجالات بصفه عامة؛ والمجال التعليمي حديثًا بصفة خاصة حيث شهد تأثُرًا كبيرًا بالتكنولوجيات الحديثة، حيث تسعي المؤسسات التعليمية إلي توظيف التكنولوجيا المناسبة لخدمة العملية التعليمية بما يحقق الأهداف التعليمية المنشودة، ومن بين هذه التكنولوجيات تكنولوجيا التصوير التجسيمي الهُولُوَجَرَافي أو ما تعرف بـ "تكنولوجيا الهُولُوجَرَام"، والتي شهدت الأعوام الأخيرة انطلاقة فعلية لها بعد ما كانت أفكارًا مطروحة في الكتب والأبحاث والمجلات العلمية، وهذه التكنولوجيا ليست وليدة القرن الحادي والعشرين ولكن بدأت الأبحاث على هذه التكنولوجيا منذ عام ١٩٤٧م عن طريق العالم الفيزيائي Dennis Gabor، وكأن أول من اكتشف هذه التكنولوجيا، ولكنه لم يستطيع تطويرها؛ نظرًا لأن موارد الضوء المتاحة في ذلك الوقت كانت أحادية، وهذا ما آخر ظهور تكنولوجيا الهُولُوجَرَام، وفى عام ١٩٦٠م ومع ابتكار أشعة الليزر أدرك كلٌّ من Emmitt Leith and Juris Upatnieks إمكانية الافادة من أشعة الليزر كوسيط لعرض المجسمات في شكل ثلاثي الأبعاد(أيمن محمد عبدالهادي، ٢٠١٧، ص ص.٧١-٧٢)، وتوالت التجارب إلى أن تمكن العالم Lioyd Cross من

صناعة أول عرض هولوجرام عام ١٩٧٢م يجمع بين الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد والسينما ذات البعدين (حنان مصطفى أحمد، ٢٠١٧، ص ص.٤٣-٤٤)، إلا أن هذه التكنولوجيا بدأت في التقدم بشكل ملحوظ عام ١٩٨٠م؛ وذلك لانخفاض تكلفة الليزر وأصبح سهل المنال، ونظرا لأن تكنولوجيا الهُولُوجَرَام تحاكى الواقع الحقيقي؛ فقد حثت العديد من المؤتمرات العلمية علي ضرورة توظيف تلك التكنولوجيا في العملية التعليمية؛ لما تقدمه من تعلم يتسم بالمتعة والتشويق، فيمكنها أن تجعل الطلاب في معايشة مع المعلومات؛ من خلال الخبرات الحسية الحية التي تقدم للطلاب والتي تجعلهم يشعرون بالمتعة والتشويق أثناء دراستهم للمقررات الدراسية؛ فينعكس ذلك بالإيجاب على استيعابهم للمعرفة.

فيمكن من خلال تكنولوجيا الهُولُوجَرَام أن يري المستخدم نوعًا من الاستعارة أو نسخ أو إعادة تكوين لصور الأجسام الأصلية في صورة مجسم ثلاثي الأبعاد، من خلال استخدام أشعة الليزر على هيئة ضوء ينعكس في الفراغ، والذي يسمى بالتصوير الهُولُوجَرَافي Holography ومن عملية التصوير نحصل على مجسم الهُولُوجَرَام الذي يمكن للمستخدم رؤيته في البيئة المحيطة به.

١) مفهوم تكنولوجيا الهُولُوجَرَام:

هولوجرام Hologram هي كلمة يونانية تتألف من مقطعين Holos وتعنى التصوير الشامل، وgram تعنى الكتابة، وهولوجرام تُعرف بتسجيل الصور الكامل أو فن التصوير المجسم، فهو تسجيل ثلاثي الأبعاد من خلال التداخلات بين موجات الليزر (Ghuloum, 2010, pp.695)، وفيما يلي نستعرض بعض التعريفات الخاصة بمفهوم تكنولوجيا الهُولُوجَرَام.

في هذا الإطار حظي مفهوم تكنولوجيا الهُولُوجَرَام بعديد من التعريفات، فقد عرف Harper (٢٠١٠) تكنولوجيا الهُولُوجَرَام: بأنها تلك التكنولوجيا الناتجة من التصوير ثلاثي الأبعاد، نحصل منه على مجسم ثلاثي الابعاد، ويتم ذلك باستخدام أشعة الليزر على شكل ضوء ينعكس في الفراغ ويسمي ذلك بالتصوير الهُولُوجَرَافي Holography.

في حين أضافت بدرية محمد حسانين، حنان مصطفى أحمد، إيمان أحمد عبد الفتاح محمد (٢٠٢١، ص.٦٧٤) أنها بيئة حاسوبية ثلاثية الأبعاد تعرض المفاهيم المجردة التي يصعب شرحها بصورة أقرب للواقع وأقل تجريدًا من خلال عرضها في الهواء، فتظهر للطلاب وكأنهم يعيشون بداخلها؛ مما يجعل الطلاب يشعرون بالاستمتاع والتشويق أثناء التعلم حتى يسهل فهم واستيعاب تلك المفاهيم المجردة، ومن ثَمَّ تحقيق لجودة العملية التعليمية.

كما اتفق كلٌّ من (أمل سفر القحطاني، ريم عبد الله المعيذر ٢٠١٦، ص.٤٢١؛ عصام

العياضي، سمير السايح، ٢٠٢٢، ص.٢٨٥) على أنها حزمة من الموجات الضوئية تصطدم بالجسم المراد تصويره، ومن ثَمَّ تخطيطه وإظهاره بشكل ثلاثي الأبعاد واضح جدا، أي يظهر في الفراغ ليس على حائط أو على جسم صلب، بالإضافة لإمكانية إضافة عنصر الحركة على المجسم ثلاثي الأبعاد فيظهر مبهرا وكأنك تري الجسم الأصلي يتحرك أمامك فعليًا، ولكن دون القدرة على لمسه.

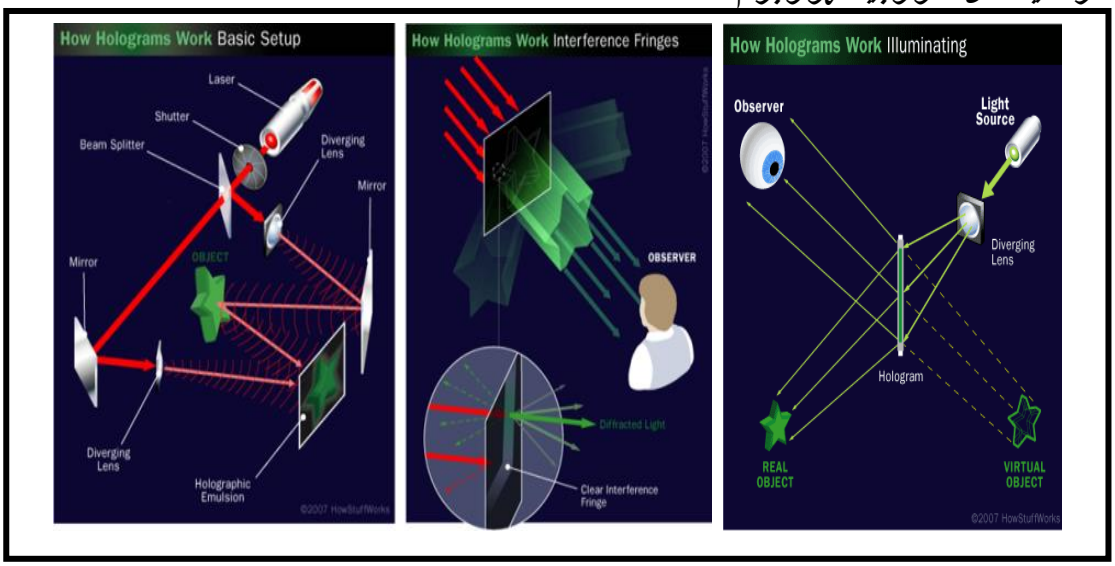
وفى ضوء ما سبق من تعريفات يمكننا نستخلص ان تكنولوجيا الهُولُوجَرَام تحاكي الواقع مما يجعلها وسيلة جاذبة لشرح المفاهيم المجردة، فهي تعمل باستخدام أشعة الليزر التي تسقط على الجسم المراد عرضه ومن ثَمَّ تنعكس في الفراغ مكونة مجسما للمحتوى الرقمي بأبعاده الثلاثة أقرب ما يكون للحقيقية، أو بمعنى آخر هي إعادة تكوين الجسم المراد عرضه بشكل ثلاثي الأبعاد وبجودة عالية من خلال أشعة الليزر والتصوير الرقمي بحيث يكون محاكيًا للواقع، وهذا ما يتيح للطلاب التفاعل مع المحتوى الرقمي الافتراضي ثلاثي الأبعاد المدمج داخل البيئة التعليمية، مما يساهم في التعلم بشكل أفضل؛ وبالتالي ينعكس بصورة إيجابية على مستوى الأداء المطلوب وبالتالي تتحقق الأهداف التعليمية المنشودة.

٢) آلية عمل تكنولوجيا الهُولُوجَرَام:

يقوم مسار عمل تكنولوجيا الهُولُوجَرَام على توجيه شعاع الليزر القوي على مجزئ الضوء، والذي يقوم بتقسيم الشعاع إلى شعاعين متطابقين: الأول شعاع المرجع Reference Beam ينطلق إلى مرآة مثبتة أمام اللوح الفوتوغرافي الذي سيحتفظ بالصورة المجسدة، والثاني شعاع الجسم Object Beam وهو الذي يسقط على الجسم المراد تصويره، وكلا الشعاعين يشكلان شبكة معقدة من النقط المضيئة والمعتمة، والتي نحصل من خلالها على الصورة المجسمة ثلاثية الأبعاد.

شكل (١)

فكرة آلية عمل تكنولوجيا الهُولُوجَرَام



مصـــدر الصـــورة: (http://majalah1000guru.net/2013/05/berkenalan-dengan-holografi)

ومـن هـذا المنطلـق يمـر الحصـول علـى صورة الهُولُوجَرَام بمرحلتين أساسيتين:

المرحلة الأولي: يـتم فيهـا تسـجيل أنمـاط التـداخل ثـم الحصول على الهُولُوجَرَام.

المرحلة الثانية: يتم فيها إضاءة الهُولُوجَرَام بطريقـة معينة، بحيث يمكن للعين رؤيـة الصـورة أمامها وكأنها تري الجسم الأصلي.

ويمكـــن تلخـــيص فكـــرة عمـــل تكنولوجيـــا الهُولُوجَرَام في الخطوات الأتية:

- **يتم توجيه أشعة الليزر إلى مجزئ ضـوء، والذي يقوم بدورة بتقسيم شعاع الليـزر إلى شعاعين.**
- **تستخدم مرايا لتوجيه مسار الشعاعين إلى الهدف المحدد.**
- **يمر الشعاعان عبر عدسة مفرقة للضـوء، ليتحول إلى حزمة عريضة من الضوء.**
- **يتم توجيه أحد الشعاعين إلى الجسم المراد تصويره فينعكس علـى الجسـم ويسـقط علـــى الفـــيلم الهُولُـــوجَرَامي، وتوجيـــه الشعاع الآخر باستخدام المرايا.**

لذلك فأنه للحصول على صورة الهُولُـوجَرَام يحتـاج إلى:

- **جهـاز ليـزر Laser: يسـتخدم فـي إنتـاج شـــعاع الليـــزر، ولكـــن لا نســـتطيع أن نحصـل مـن خلالـه علـى صـورة عاليـة الجودة.**

- **العدسات Lenses: تعمل العدسات على تشتيت الضوء وتفريقه على مساحة الجسم المراد تصويره، على عكس دور العدسات في الكاميرا العادية التي تقوم بتجميع الضوء وتركيزه.**
- **مجزئ الضوء Beam Splitter: عبارة عن مرآه تقسم شعاع الليزر إلى جزئين، بحيث تمرر جزءًا من ضوء الشعاع، وتعكس المتبقي منه.**
- **المرايا Mirrors: تستخدم لتوجيه أشعة الليزر عبر العدسات ومجزئ الضوء إلى المكان المحدد لتكوين الصورة المجسمة.**
- **فيلم الهُولُوجَرَام Film Hologram: يحتوي هذا الفيلم على طبقات من المواد الحساسة للضوء على سطح نافذ للضوء، يقوم بتسجيل الهُولُوجَرَام حتى يتم إنتاج صورة الهُولُوجَرَام.**
- **الجسم المراد تصويره Object: هو الجسم المستهدف تصويره، وإظهاره بصورة ثلاثية الأبعاد باستخدام أشعة الليزر.**

٣) خصائص تكنولوجيا الهُولُوجَرَام:

هناك عديد من الخصائص التي تتسم بها هذه التكنولوجيا والتي يمكن توضيحها فيما يلي:

- **يوفر إمكانية الرؤية العميقة للمحتوى المقدم، وكذلك إمكانية رؤيته من جميع الاتجاهات.**
- **يوفر إمكانية تخزين كمية هائلة من المعلومات على بلورة ضوئية لا يزيد حجمها عن حجم عقلة الاصبع.**
- **يمكن استعادة الصور مرة أخري بتعريض أي جزء منها لأشعة الليزر.**
- **رؤية طرف واحد يلغى الطرف الآخر، فإذا نظرنا إلى الجانب الأيمن من الوجه يختفي الجانب الأيسر.**
- **يمكن عرض عديد من الصور المجسمة واحدة تلو الأخرى دون حدوث أي تداخل أو تشويش بينهما.**
- **يمكن لشخص أو أكثر رؤية العمق في صور الهُولُوجَرَام من زوايا مختلفة في نفس الوقت.**
- **عادة ما تكون الصورة الهُولُوجَرَامية صورة موجبة، يصعب تميزها عن الصورة الأصلية.**
- **لا يمكن طباعة الصور الهُولُوجَرَامية مثل الصور الفوتوغرافية.**
- **يمكن تكوين صور هولوجرامية من خلال الضوء غير المرئي.**
- **يمكن بواسطة تكنولوجيا الهُولُوجَرَام إعادة بناء صورتين: إحداهما حقيقية والأخرى خيالية.**

- يمكن التحكم في حجم صور الهُولُوجَرَام سواء بالتكبير أو التصغير، أو التحريك في عدة زوايا من خلال برمجيات تكنولوجية.
- إذا حدث قطع في صوره الهُولُوجَرَام إلى جزئين، فإن ذلك لا يمنع من رؤية الصورة بشكل كامل.
- تعطي تكنولوجيا الهُولُوجَرَام إيحاءً بالواقعية، فظهور المحتوى بشكل ثلاثي الأبعاد في الهواء الطلق يعطي إيحاءً بأنه حقيقي.

واستخلاصا مما سبق من استعراض للخصائص، يتضح لنا أن أهمية البرامج ثلاثية الأبعاد بشكل عام، وتكنولوجيا الهُولُوجَرَام بشكل خاص؛ وذلك لأنها تخدم العملية التعليمية عامة والطلاب بصفة خاصة، مما يُحتم على المؤسسات التعليمية التوظيف الأمثل لهذه التكنولوجيا؛ مما يعود بالنفع والفائدة على الطالب والعملية التعليمية ككل؛ فهي تتيح لهم التفاعل مع المحتوى الرقمي ثلاثي الأبعاد عن قرب، كما لو أنهم يتفاعلون مع المحتوى الأصلي في بيئة تعلم آمنة وخالية من المخاطر.

٤) أهمية استخدام تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في العملية التعليمية:

ترجع أهمية استخدام تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في العملية التعليمية لما تتسم به من مزايا عدة يمكن توضيحها فيما يلي:

- قدرة تكنولوجيا الهُولُوجَرَام على تقديم عرض تعليمي شيق وجذاب؛ مما يزيد من دافعية الطلاب نحو التعلم.
- توفر إمكانية التواصل بين الطلاب في المواقع المختلفة.
- تتسم تكنولوجيا الهُولُوجَرَام بتقديم محتوى تعليمي أكثر فاعلية وواقعية؛ مما يساعد على انخراطهم داخل بيئة التعلم.
- تساعد على تبادل الأفكار والمعلومات بين الطلاب وبعضهم، وبين الطلاب على مستوى العالم في نفس الوقت.
- توفر القدرة على إعادة إحياء شخصيات شهيرة أو جلب الشخصيات الأقرب إلى الطلاب في أي وقت وإلى أي مكان، مما يسمح للطلاب بإمكانية التحاور وطرح التساؤلات عليهم، فيخلق ذلك بيئة تعلم أكثر واقعية.
- تساعد في القضاء على التحفيظ والتلقين للطلاب، فهي تجعل المتعلم عضوا فعالا في العملية التعليمية من خلال تفاعله

مع المحتوى الرقمي المقدم في صورة ثلاثية الأبعاد وليس متلقيا فقط للمعلومات.

- تساعد هذه التكنولوجيا في تعليم الطلاب العديد من اللغات، فمثلا: طالب يريد تعلم اللغة الإنجليزية، من خلال هذه التكنولوجيا يمكن ربط الطالب بصف دراسي في أحد الدول التي يتحدث طلابها باللغة الإنجليزية، مما يسمح للطلاب بالانخراط بشكل مناسب.
- تفيد في إقناع الطلاب من خلال عرض وجهة نظر واقعية للمفاهيم المجردة؛ وبالتالي يسهل فهمها بشكل أسرع.
- أن عرض فيديو هولوجرامي أمام الطلاب يجعلهم يشعرون وكأنهم في تجربة حقيقية على الهواء مباشرة.
- يمكن من خلال تكنولوجيا الهُولُوجَرَام قيام الطلاب بإجراء رحلة ميدانية أو جولة افتراضية ثلاثية الأبعاد في المواقع التاريخية، فهي تسمح للطلاب بزيارة الأماكن التاريخية التي يصعب عليهم زيارتها في الواقع الحقيقي وهم جالسون في أماكنهم.
- تقدم المساعدة للطلاب من خلال معلم افتراضي، قد يكون على بعد آلاف الكيلومترات وبفضل هذه التكنولوجيا يظهر المعلم وكأنه داخل الصف الدراسي.
- عرض الصورة المجسمة ثلاثية الأبعاد بزاوية ٣٦٠ درجة يسمح للطلاب بالتجول داخل المشهد الهُولُوجَرَامي.
- تكنولوجيا الهُولُوجَرَام تجعل البيئة التعليمية بيئة محفزة للطلاب على المشاركة والاستمرار في التعلم.
- تكنولوجيا الهُولُوجَرَام وسيلة فعالة ومناسبة لجذب انتباه الطلاب، فهي تجعل الصور المجسمة تبدو وكأنها تطفو في الفراغ.
- تساعد في التغلب على رهبة الحضور أمام الجمهور، فيمكن من خلال تكنولوجيا الهُولُوجَرَام أن يقوم الطالب بتسجيل فيديو لنفسه وعرضه أمام زملائه بشكل ثلاثي الأبعاد دون الشعور بالخوف أو التوتر.

وفي نفس الصدد يجب التأكيد على أهمية تكنولوجيا الهُولُوجَرَام كوسيلة تعليمية فعالة في مجال التعليم لما لها من أهمية يمكن توضيحها من خلال ما يلي:

- الاهتمام بتكنولوجيا الهُولُوجَرَام يحسن من كفاءة وجودة العملية التعليمية.
- تتيح للطالب إمكانية التفاعل مع المحتوى الرقمي ثلاثي الأبعاد والذي لا يمكن

التفاعل معه بشكل مباشر في بيئة التعلم لارتفاع التكلفة أو لخطورته، أو صعوبة توافره في البيئة الواقعية، مما يجعل التحصيل الدراسي للطالب يتم بصورة أفضل.

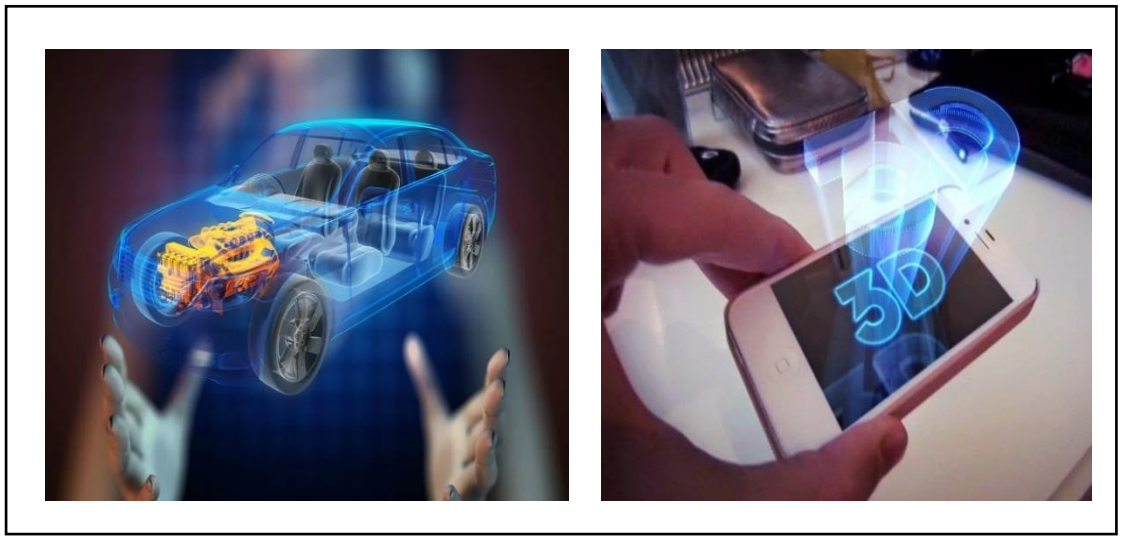
- عرض المحتوى التعليمي بشكل مختلف عن الشكل التقليدي يجذب انتباه الطلاب ويحقق المتعة؛ مما يقلل من الوقت المستغرق في التعلم.
- تسهل تكنولوجيا الهُولُوجَرَام على الطلاب إمكانية التواصل مع المعلمين وهم في منازلهم، مما يساهم في جعل التعلم مستمرا بين المعلم والطلاب.
- توفر إمكانية تسجيل المحاضرات بشكل ثلاثي الأبعاد؛ مما يوفر الحاجة لاستدعاء خبراء ومحاضرين عالميين للتدريس في أي وقت ومن أي مكان، مما يجعلها وسيلة مناسبة للتعليم.
- تساهم في تقديم خبرات واقعية؛ مما ييسر على الطلاب فهم بعض الموضوعات التي يصعب فهمها في بيئة التعلم التقليدية.

٥) أنواع تكنولوجيا الهُولُوجَرَام:

هناك عديد من الأنواع الخاصة بتكنولوجيا الهُولُوجَرَام والتي يمكن توضيحها فيما يلي:

شكل (٢)

أنواع تكنولوجيا الهُولُوجَرَام



الهُولُوجَرَام الشريحي الرقيق　　الهُولُوجَرَام الحجمي السميك

https://sites.google.com/site/hologramdn125/home/anwa-alhwlwjram

- **الهُولُـوجَرَام الشـريحي الرقيـق Plane Hologram:**

يسـمي هـذا النـوع بـالهُولُوجَرَام اللـوحي، وعـادةً مـا يكـون علـى هيئـة صـورة أو فـيلم هولوجرامي ثنائي الأبعاد، وتري فيه العين تسجيلا ثلاثيًا لبعد افتراضي غير واقعي.

- **الهُولُوجَرَام الحجمـي السميك Volume Hologram:**

ويسـمي هـذا النـوع بـالهُولُوجَرَام التجسيمي، يكون فـي شكل ثلاثـي الأبعـاد ومجسمًا تجسـيمًا افتراضـيًا بشـكل كامـل، وذلـك باسـتخدام الضوء وانعكاساته، وغالبًا ما يستخدم في العروض المسرحية

و هنـاك تقسـيمًا آخـرَ لأنـواع تكنولوجيـا الهُولُوجَرَام يمكن توضيحه فيما يلي:

- **الهُولُوجَرَام العـاكس The Reflection Hologram:**

تتم إضاءته من الأمـام، وتكـون فيـه رؤيـة الصور المنعكسة ثلاثية الأبعاد بالقرب من سطحها، وتظهر كأنها صورة معلقة على الحائط، وفي الفتـرة الأخيرة حظي هذا النوع باهتمام الباحثين، حيث إنـه لا يحتاج إلى اتصال بالإنترنت لعرضه.

- **الهُولُـوجَرَام المرسـل Transmission Hologram:**

يتم نقل الصـورة الهُولُوجَرَاميـة مـن خـلال توجيه ضوء الليزر النافذ من خلـف الصـورة ثلاثيـة الأبعاد، حيث أتاحت تكنولوجيـا الهُولُـوجَرَام إمكانيـة التقـاط مشـهد لشـخص مـا فـي ثلاثـي الأبعـاد ونقلـه بحيث يشعر المشاهدون وكأنه شـخص حقيقـي أمـام أعينهم، ويتسم هذا النوع بـالعمق، وهنـاك طريقتـان لإرسال الصور الهُولُوجَرَامية:

- **الطريقـة الأولـي: يسـتخدم فيهـا شـعاع الليـزر، وهنـا يظهـر المجسـم ثلاثـي الأبعاد بنفس لون أشـعة الليـزر، وعـادة ما يكون المجسم بـاللون الأحمـر، وهـو مـن أقـدم أنـواع الهُولُـوجَرَام الـذي تـم إنتاجه عام ١٩٦٢م.**
- **الطريقـة الثانيـة: يسـتخدم فيـه الضـوء الأبـيض، وهنـا ينـتج مجسـما ثلاثـي الأبعـاد بـألوان الطيـف السـبعة، والتـي تتغير مع حركة المجسم ثلاثي الأبعـاد، ويسـمي هـذا النـوع بـ "الهُولُـوجَرَام الطيفي".**

- **الهُولُـوجَرَام الإلكترونـي Computer Generated Hologram:**

يتم فيـه إنتـاج الصـور المجسـمة بواسـطة الكمبيوتر وإعادة تكوينها على الفيلم الهُولُـوجَرَافي،

مما يعطي الكثير من الوهم الحقيقي عند مراقبة الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد من قبل العين المجردة، وكما أن الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد تسمح للمشاهد بمشاهدة الصور المجسمة من جميع الزوايا بكل تفاصيلها، وهذا ما يصعب رؤيته من خلال الصور ثنائية الأبعاد.

واستنادًا إلى ما سبق أن الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد المولدة بالكمبيوتر تثير انتباه المشاهد مقارنةً بالصور المجسمة ثنائية الأبعاد، من حيث الكفاءة والطبقية والزوايا المتنوعة للمحتوى المعروض، بالإضافة إلى إمكانية دمج الفيديو مع الصور الفوتوغرافية لإنتاج عرض فني متكامل ثلاثي الأبعاد في زمن محدد، مع إمكانية إضافة صوت أو أي مؤثرات أخري غير موجودة بالحقيقية، فتكنولوجيا الهُولُوجَرَام تقدم محتوًى تعليميا تفاعليا يتيح للطلاب التفاعل مع المحتوى من خلال البصر والسمع واللمس من خلال التحكم في حركة المجسم ثلاثي الأبعاد ويتم ذلك وفق ظروف العرض ومتطلباته، مما يزيد من دافعية الطلاب نحو التعلم، وجذب انتباههم من خلال تفاعلهم مع المحتوى التعليمي المجسم ثلاثي الأبعاد.

٦) تطبيقات تكنولوجيا الهُولُوجَرَام التعليمية:

أظهرت عديد من البحوث أن تكنولوجيا الهُولُوجَرَام طريقة مستقبلية لتحسين عملية التعلم سواء بالنسبة للطالب أو المعلم، فهي تعمل على تحفيز الطلاب نحو التعلم، لما تتسم به من مميزات عدة، فهي توفر مجسما ثلاثي الأبعاد لمحتوى التعلم يستطيع الطالب أن يراه دون الحاجة إلى نظارة أو وسيط، كما توفر إمكانية التحكم في عرض المحتوى؛ مما يجعل تلك التكنولوجيا أداة فعالة تعزز من فهم الطلاب وتجذب انتباههم نحو التعلم، وهناك العديد من تطبيقات تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في التعليم، يمكن توضيحها فيما يلي:

- **المعلم الهُولُوجَرَامي: أو ما يسمي بالتواجد عن بعد، فيمكن من خلال تكنولوجيا الهُولُوجَرَام إظهار مجسم للمعلم بشكل هولوجرامي وكأنه في غرفة الصف الدراسي بشكل حقيقي، ويستطيع الطلاب رؤيته والتفاعل معه كما لو كان حقيقيا.**
- **الاتصال عن بعد: تتيح تكنولوجيا الهُولُوجَرَام للطلاب العمل مع بعضهم البعض، ومع طلاب آخرين من مختلف الدول، كما يمكن استخدامها في حضور اللقاءات والمؤتمرات العلمية دون الحاجة إلى عناء السفر.**
- **حضور الأحداث التاريخية: يمكن من خلال هذه التكنولوجيا استحضار نفس الأحداث التاريخية الماضية والتجول داخل الموقع بصورة افتراضية ثلاثية الأبعاد؛**

والحصول على إجابات عن أسئلة واستفسارات الطلاب، كما يمكن استحضار شخصية عالم من العلماء داخل الصف الدراسي يحاور الطلاب ويتحدث معهم.

- إضافة بعد جديد إلى المحتوى التعليمي: يمكن من خلال تكنولوجيا الهُولُوجَرَام جلب الواقع الي الصفوف الدراسية من صوت وصورة، بالإضافة لبعد الرائحة، كما يمكن لطلاب كلية الطب الاستفادة من هذه التكنولوجيا في التشريح دون التعرض لخطورة حمل الأمراض.
- سد النقص في الوسائط التعليمية: تعاني العديد من المؤسسات التعليمية من نقص في الوسائط التعليمية مثل: وجود سبورة تفاعلية واحدة داخل المؤسسة، ومن الصعب نقلها من مكان لآخر، ولكن مع هذه التكنولوجيا يمكن توظيفها واستخدامها دون الحاجة إلى نقل، فهي تتيح إمكانية إسقاط المحتوى الرقمي المجسم ثلاثي الأبعاد في أكثر من مكان وفي وقت واحد.
- محاكاة العلم: تتيح هذه التكنولوجيا إمكانية إجراء التجارب العملية التي قد تكون خطيرة أو مكلفة ويصعب أداؤها في الواقع الحقيقي لعدم توافر المواد والأدوات اللازمة لأدائها، كما تتيح للأطفال بالغوص إلى أعماق البحار لمشاهدة الحياة المائية دون تعرضهم إلى أي أخطار.
- الاستفادة من الخبراء والمتخصصين: تتيح تكنولوجيا الهُولُوجَرَام إمكانية تبادل المعلومات والخبرات بين المعلمين والخبراء للاستفادة من الخبرات المختلفة.
- الألعاب التعليمية: تصبح الألعاب أكثر إثارة وتشويق من خلال تكنولوجيا الهُولُوجَرَام؛ لأنها تسمح للطلاب بالتفاعل مع المحتوى الرقمي داخل البيئات الافتراضية ثلاثية الأبعاد وكأنهم أحد أبطال ألعابهم المفضلة.
- التصميم ثلاثي الأبعاد: يمكن من خلال تكنولوجيا الهُولُوجَرَام أن يقوم الطلاب بتحويل الأفكار المجردة إلى منتج ملموس من خلال تصميم المشاريع في صورة ثلاثية الأبعاد، ومن ثَمَّ طباعتها بواسطة الطابعة ثلاثية الأبعاد.
- التدريب والتطوير المهني: يمكن من خلال تكنولوجيا الهُولُوجَرَام إلقاء المعلم للمحاضرات عن بعد، وكذلك حضوره للدورات التدريبية المقامة في أنحاء مختلفة من العالم، دون الحاجة إلى مغادرة مكانه لحضور التدريب.

- **المهارات الحركية: تسمح تكنولوجيا الهُولُوجَرَام بتحليل استجابات وبيانات الطلاب الذين يعانون من صعوبات في حركة العضلات، ومن ثَمَّ تقوم بإنشاء برامج لتحسين المهارات الحركية لهم.**

واستنادًا إلى ما سبق ومع التطور والتقدم التكنولوجي، فأن تكنولوجيا الهُولُوجَرَام سوف تكون شائعة الاستخدام؛ حيث إنها تؤكد على حق الطلاب في الحصول على فرص تعليمية تحاكي الخبرات المباشرة، كما أنها غير مقيدة بالزمان أو بالمكان، فهي لا تحتاج إلى تواجد الطالب مع المعلم في مكان واحد لتبادل المعرفة، وبالتالي ساهم ذلك في حل العديد من المشكلات التي تتعارض مع نشر التعليم، كما أن توافر المحتوى التعليمي في صورة ثلاثية الأبعاد و تفاعل الطلاب معه يساعد في تدريب الحواس وتنميتها، لبناء شخصية مستقلة قادرة على التعلم ذاتيا؛ وهذا ما يجعلها بيئة تعليمية فعالة ومناسبة مقارنة بأدوات التدريس التقليدية مثل الصور ثنائية الأبعاد.

ونظرا لتطور تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في الأونة الأخيرة بشكل كبير، واستخدامها على نطاق واسع في العديد من المجالات، هناك عديد من التطبيقات الخاصة بتكنولوجيا الهُولُوجَرَام في المجالات المختلفة، يمكن توضيحها فيما يلي:

- **في مجال المكتبات: تمكنت المكتبات الافادة من تكنولوجيا الهُولُوجَرَام، وتم تطبيق هذه التكنولوجيا في العمل المكتبي من خلال:**
  - **الكتاب الهُولُوجَرَامي: في عام ٢٠١١م قدمت شركة Media Screen أول كتاب رقمي قابل للتصفح بتكنولوجيا الهُولُوجَرَام.**
  - **الرف التفاعلي: هو من تطبيقات تكنولوجيا الهُولُوجَرَام حيث يقوم بإعادة تمثيل الكتاب عندما يتم استعارته بصورة هولوجرامية، حتى يتمكن القارئ من تصفح محتوي الكتاب بسهولة، إلى أن يتم إعادة الكتاب المستعار مرة أخرى.**
  - **أمين المكتبة الهُولُوجَرَامي: أصبح يمكن استخدام هذه التكنولوجيا في ركن الأطفال لجذب انتباههم وتشجيعهم على القراءة والاطلاع، من خلال سرد القصص والحكايات للأطفال بشكل جاذب للانتباه.**
- **في مجال التصميم المعماري: قامت بعض الشركات باستخدام تكنولوجيا الهُولُوجَرَام لتوضيح الصور المقترحة للموديل الافتراضي الخاص بشركات العمارة والتصميم الداخلي، بحيث يوضح**

شكل العمارة وتصميمها من الداخل والخارج بأبعادها الثلاثة ونسبها الحقيقية.

- في مجال علوم الفضاء: لجأت بعض الشركات المتخصصة في علوم الفضاء إلى استخدام تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في إجراء تحديد القياسات الدقيقة كبديل؛ وذلك للحد من المخاطر المتوقع حدوثها على أرض الواقع، والتي يصعب الحصول عليها بأي من الوسائل الأخرى، كما تعاونت وكالة ناسا مع شركة مايكروسوفت في تصوير كوكب المريخ بشكل أكثر دقة، حتى يتيح للباحثين دراسة واستكشاف العينات الصخرية الموجودة على الكوكب بصورة ثلاثية الأبعاد بدلا من الصور ثنائية الأبعاد..
- في مجال الكيمياء: يمكن استخدام تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في إعادة تصوير الأجسام الدقيقة من حيث الطول والعرض والعمق، مع إمكانية إضافة عنصر الحركة الذي يعطى إيحاءً بالواقعية، كما تساعد هذه التكنولوجيا على مشاهدة الصورة المجسمة من جميع الاتجاهات.
- في مجال الطب: تساهم تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في منح الطلاب قدرة التدريب على المجسمات ثلاثية الأبعاد قبل التطبيق الفعلي على الحالة المرضية الحقيقية ، فمثلا في مجال جراحات التجميل يمكن من خلال هذه التكنولوجيا وضع تصور مقترح ثلاثي الأبعاد عن شكل الأشخاص الذي حدث لهم تشوهات معينة يوضح شكلهم بعد شفائهم من التشوهات، كما يمكن الاستفادة منها في أبحاث القلب والدماغ ورؤية تدفق الدم وغيرها من التطبيقات العملية.
- في مجال الحياة الاجتماعية: استخدمت تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في إعادة تصوير الآباء بصورة هولوجرامية ليكونوا مع أطفالهم في المنزل بنفس الوقت الذين يكونون فيه بمكان آخر خارج المنزل.
- في مجال السياحة والآثار: استخدمت تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في تقديم عرض ثلاثي الأبعاد لقناع الملك توت عنخ أمون داخل القاعة المخصصة له بالمتحف المصري بالتحرير، لمحاكاة القناع الأصلي بصورة أقرب ما تكون للحقيقة بكل تفاصيلها الدقيقة أثناء فترة ترميم القناع الأصلي، بالإضافة إلى أنها وفرت جولات افتراضية للعديد من الأماكن السياحية والأماكن التي يصعب الوصول إليها، فيستطيع السياح مشاهدة الأماكن السياحية وهم في بلادهم دون الحاجة إلى السفر.

٧) النظريات التعليمية والتربوية الداعمة لبيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام:

تعد تكنولوجيا الهُولُوجَرَام واحدة من أكثر التكنولوجيات إبداعًا والتي تعتمد في تطبيقاتها على مجموعة من النظريات المفسرة والداعمة لها، والتي يتم تصميم بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في ضوئها، وفيما يلي نعرض أهم هذه النظريات وهى:

- **النظرية السلوكية Behavioral Theory:**

يري أصحاب النظرية السلوكية أن السلوك الإنساني: يتكون من مجموعة العادات التي يكتسبها الفرد خلال مراحل نموه أثناء تعلمه، وهذا السلوك اما أن يكون مُكتسبا من خلال التعلم أو ناتجا عن تعديل في التعليم، واهتمت هذه النظرية بتهيئة الموقف التعليمي وتزويد المتعلمين بالمثيرات التي تدفعهم للاستجابة، ومن ثَمَّ تعزيز تلك الاستجابة ، وبيئة التعلم القائمة علي تكنولوجيا الهُولُوجَرَام تسعي إلى تهيئة الموقف التعليمي من خلال ما تشمله من وسائط متعددة وأنماط لتحكم المتعلم في بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام والتي تعمل كمثيرات للمتعلم، مما يدفعه بالضرورة للاستجابة وفقًا للموقف التعليمي، مما يجعله ينعكس بالإيجاب على التحصيل الدراسي لدى الطلاب.

- **النظرية البِنَائِيَّة Constructivism Theory:**

تشير النظرية البِنَائِيَّة إلى أن البيئات المتقاربة يمكن أن تثير حواس الطلاب، فمثلا: الوسائل البصرية التي تجذب انتباه الطلاب تدفعهم نحو التفاعل في بيئة التعلم، وبالتالي ينعكس ذلك على تحسين عمليتي التعليم والتعلم، بالإضافة إلى أن التصميم الإلكتروني الجيد يساهم في تنمية الجوانب المعرفية لدي الطلاب ، والركيزة الأساسية التي تقوم عليها هذه النظرية أن الطالب يبنى معرفته بنفسه من خلال الملاحظة والتجريب، ومن هنا نري أن هذه النظرية ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالتعليم الإلكتروني بصفة عامة ونظم التعلم القائمة علي تكنولوجيا الهُولُوجَرَام بصفة خاصة، فبمجرد عرض المحتوى التعليمي المجسم ثلاثي الأبعاد في بيئة التعلم القائمة على الهُولُوجَرَام وملاحظة الطالب للمحتوى الرقمي والتحكم فيه يساعد ذلك في بناء فهمه للمفاهيم المجردة؛ وبالتالي يتم التعلم بشكل أفضل، حيث أنه من مبادئ النظرية البِنَائِيَّة أن الطالب يبني معرفته من خلال النشاط الذي يؤديه من خلال تحقيقه للفهم.

- **نظرية التعلم الاجتماعي Theory of Social Learning:**

تؤكد نظرية التعلم الاجتماعي لباندورا علي فكرة أن التعلم يتم عن طريق الملاحظة

والتقليد والنمذجة، وتعد هذه النظرية بمثابة الجسر بين النظرية السلوكية والمعرفية، فهي تركز على العمليات التي يمكن ملاحظتها مثل: عرض شيء ما يمكن تعلمه من خلال التحكم فيه، والنمذجة أسلوب تعليمي يتطلب المرور بثلاث عمليات أساسية (الانتباه أو الملاحظة، الإبقاء على ما تم ملاحظته، القدرة على إعادة إنتاج ما تم ملاحظته بإتقان ، وقد أشار العالم السوفيتي فيجوتسكي إلى أهمية التفاعل والمشاركة التعليمية من جانب الطالب لتحقيق الفهم سواء بالمشاركة والتفاعل مع الآخرين بشكل مباشر أو مع الوسائط المتعددة ، ومن هنا نجد أن المحاكاة التعليمية والتحكم في المحتوى التعليمي الذي يتوفر في بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام لها دور أساسي في توفر الخبرات التعليمية المرتبطة بمعلومات من العالم الواقعي، وبالتالي يبنى الطالب معرفته من خلال التحكم والتفاعل مع المحتوى التعليمي المقدم له في صورة مجسم ثلاثي الأبعاد في أي وقت ومن أي مكان.

- **النظرية الاتصالية Connectivism Theory:**

ترتكز النظرية السلوكية والنظرية البِنَائِيَّة على عملية التعلم التي تحدث داخل المتعلم، بينما ركزت الاتصالية على دور البيئة المحيطة بالمتعلم أثناء عمليتي التعليم والتعلم، فهي تركز على كيفية التعلم وليس كمية ما يتعلمه الطالب ، ومن أهم مبادئ النظرية الاتصالية أن يكون الطالب قادرا على تصنيف وفرز المعرفة إلى أجزاء مهمة، فهي تنظر إلى الشبكات التي يتم بناءها على أنها مجموعة من العقد Nodes (بحد أدني عقدتين) حيث تمثل كل عقدة مصدر من مصادر المعرفة والتي تتمثل في البيانات والمعلومات سواء كانت نصية أو مصورة أو مسموعة، وتتصل فيما بينها من خلال الروابط والتي يقصد بها عملية التعلم، وتتمثل في الجهد المبذول لربط العقد مع بعضها؛ وذلك لتشكيل المعرفة.

واستخلاصًا مما سبق فإن عملية التعلم تتم عن طريق قدرة الطالب على الوصول إلى تلك الروابط الموجودة بين العقد وربط المعلومات المختلفة مع بعضها، وبالتالي يستطيع الطالب بناء معرفته بنفسه، ومن هنا نجد أن بيئات التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام تعتمد على أحد مبادئ النظرية الاتصالية، حيث تتم عملية التعلم من خلال تحكم الطالب وتفاعله مع المحتوى التعليمي المقدم له من خلال المجسمات ثلاثية الأبعاد، وهذا ما يساعده على ربط المعلومات مع بعضها البعض، وبالتالي يستطيع الطالب إدراك المفاهيم المجردة وبناء معرفته بنفسه.

- **نظرية التعلم المستند على الدماغ Brain Based Learning:**

وتستند هذه النظرية إلى أن كلَّ إنسان قادرٌ على التعلم إذا توفرت لديه الظروف المناسبة،

حيث تزداد قدرته على التعلم بإثارة الخلايا العصبية وتنشيطها لتشكيل أكبر عدد من الوصلات العصبية مع الخلايا العصبية الأخرى كذلك تتضمن نظرية التعلم المستندة على الدماغ تصميمَ وتنسيقَ بيئةِ التعلمِ وإثراءَها بالخبرات التعليمية الملائمة للطلاب، مع التأكد من معالجة الطلاب لخبراتهم بصورة تساعد على استخلاص المعنى؛ وهذا ما توفره أنماط التحكم في بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام حيث إن كل جزء من الخلايا العصبية يحتوي على أجزاء من المعلومات التي تحتاج إلى ربط حتى يتشكل الفهم بشكل متكامل، أي أن المعالجة الإدراكية لا تعتمد على الحفظ، وأن التحكم في عرض المحتوى التعليمي في شكل ثلاثي الأبعاد مما يساعد الطلاب على ربط وحدات المعلومات غير المترابطة معًا أثناء عملية التعلم وذلك بالمقارنة مع المحتوى التعليمي المقدم في شكل ثنائي الأبعاد، وهذا ما يصل بالطالب إلى استيعاب المفاهيم المجردة بشكل فعال.

- **نظرية الحِمْل المعرفي Cognitive Load Theory:**

تشير هذه النظرية أن التعلم يتم بشكل فعال من خلال تقليص الحِمْل المعرفي على الذاكرة الشغالة (قصيرة الأمد) المحددة سواء في السعة أو في فترة بقاء المعلومة، على عكس الذاكرة طويلة الأمد غير محددة السعة، وتهتم هذه النظرية بالبحث عن طرق لزيادة سعة الذاكرة الشغالة (قصيرة الأمد) ودراسة العلاقة بين الذاكرة الشغالة والذاكرة طويلة الأمد (،وتقوم بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام على مبادئ هذه النظرية من خلال نمط تحكم المتعلم في المحتوى التعليمي في شكل معلومات بصرية من خلال المجسمات ثلاثية الأبعاد بشكل منظم ومتكامل، وهذا ما يساعد الطالب على بقاء المحتوى التعليمي في الذاكرة لفترة أطول وبالتالي يتم التعلم بشكل أفضل، فالتكامل يقلل من الحِمْل المعرفي بينما التداخل يزيد من الحِمْل المعرفي.

- **نظرية تزامنية الوسائط Media Synchronicity Theory:**

تقوم هذه النظرية على الربط بين خصائص وإمكانيات الوسيط من ناحية وعملية الاتصال وبناء التعلم من ناحية أخرى، ومن أهم مبادئ هذه النظرية أن يكون هناك توافق بين إمكانيات الوسيط وتوصيل المعلومات من ناحية، ومعالجة المعلومات والتقارب في المعنى من ناحية أخري، وذلك لتحسين الأداء ، وتعتمد بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام على مبادئ هذه النظرية التي تري أن عملية الاتصال تتم من خلال التشارك في عملية الفهم، والاتصال يكون بتوصيل المعلومات من خلال المحتوى التعليمي المقدم له في صورة مجسم ثلاثي الأبعاد والتحكم فيه من خلال أنماط التحكم، والتقارب في المعنى يتم من خلال توضيح المفاهيم المجردة.

ويتضح مما تقدم أن نظريات التعلم تؤكد على إتاحة الفرصة للطلاب للتحكم في المحتوى التعليمي المجسم ثلاثي الأبعاد المقدم من خلال بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام؛ فمن خلال تفاعل الطلاب مع المحتوى التعليمي يكونون قادرين على فهم الموضوعات التي يصعب دراستها بالطريقة التقليدية، وبالتالي يُحَسِّنُ ذلك من تعلمهم، وقد راعت الباحثة ذلك في النموذج المقترح لأنماط تحكم المتعلم في بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام.

٨) أسس تصميم وبناء بيئة تعلم قائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام:

من خلال ما سبق عرضه والذي ظهر من خلاله طبيعة وخصائص تكنولوجيا الهُولُوجَرَام، نجد أن هناك مجموعةً من الأسس والمعايير التربوية والفنية والتقنية الخاصة بتصميم وإنتاج المحتوى المجسم ثلاثي الأبعاد المقدم من خلال بيئة تعلم قائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام، وقد تضمن كل معيار مجموعةً من المعايير الفرعية التي تندرج تحتها مجموعة من المؤشرات والتي يمكن توضيحها فيما يلي:

أولًا: الأسس والمعايير التربوية لتصميم بيئة تعلم قائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام:

يمكن تقسيم الأسس والمعايير التربوية الي أربع مجموعات من المعايير الفرعية، والتي يندرج تحت كل منها عدد من المؤشرات التي يمكن توضيحها فيما يلي:

١) الأهداف التعليمية:

- تحقق إمكانيات بيئة التعلم الأهداف المراد تحقيقها.
- توفر بيئة التعلم عرض الأهداف التعليمية للمحتوى التعليمي المقدم للطلاب.
- صياغة الأهداف التعليمية بصورة واضحة ودقيقة ويمكن قياسها.
- تدرج الأهداف التعليمية من السهل إلى الصعب أو من البسيط إلى المركب.
- أن تغطي الأهداف التعليمية كل جوانب التعلم.
- ملائمة الأهداف التعليمية لخصائص الفئة المستهدفة.
- ارتباط الأهداف التعليمية مع المحتوى التعليمي المقدم ارتباطًا وثيقًا.
- تحقق الأهداف التعليمية محورية التعلم المتمركز حول المتعلم.
- تدعم الأهداف تنمية مهارات التفكير العليا.

٢) خصائص الفئة المستهدفة:

- مراعاة تناسب بيئة التعلم مع خصائص الفئة المستهدفة.
- دعم بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام للتعلم المتمركز حول المتعلم.
- تتيح بيئة التعلم عرض المحتوى التعليمي بشكل منطقي يثير دافعية المتعلمين نحو التعلم.
- سهولة تشغيل بيئة التعلم والعمل عليها من قبل المتعلم.

٣) المحتوى التعليمي:

- تحديد المحتوى التعليمي في ضوء الأهداف التعليمية.
- التدرج في عرض المحتوى التعليمي تدرجًا منطقيًّا بما يحقق الأهداف التعليمية.
- تنظيم الأفكار الرئيسية ثم الفرعية الخاصة بالمحتوى التعليمي وتدرجها بشكل متسلسل ومنطقي.
- توظيف المحتوى التعليمي تبعًا للحاجة التعليمية إليه.
- يجب أن يخلو المحتوى التعليمي من الأخطاء اللغوية والعلمية.
- مناسبة صياغة المحتوى التعليمي مع خصائص الفئة المستهدفة.
- يجب أن يجذب المحتوى التعليمي انتباه الطلاب باستخدام الوسائط المتعددة.
- أن يتسم المحتوى التعليمي بالحداثة.

٤) الأنشطة التعليمية:

- تحديد الأنشطة التعليمية في ضوء الأهداف التعليمية.
- يجب أن تخلو الأنشطة التعليمية من الأخطاء اللغوية والنحوية.
- مناسبة الأنشطة التعليمية مع خصائص الفئة المستهدفة.
- تنمية الأنشطة مهارات التفكير المختلفة لدى الطلاب.
- مراعاة توافر الأنشطة التعليمية بعد كل درس.
- يجب أن تحفز الأنشطة التعليمية المستخدمين على المشاركة الفعالة أثناء عملية التعلم.
- تزود الأنشطة التعليمية الطلاب بمعلومات إثرائية.

- التدرج في صعوبة عرض الأنشطة من السهل إلى الصعب أو من البسيط إلى المركب.
- التنوع في تقديم التغذية الراجعة المقدمة للطلاب سواء في صورة فورية أو مرجأة.

٥) التقويم:

- قياس الأسئلة مدي ما تحقق من الأهداف التعليمية المرجوة.
- يجب أن تخلو الأسئلة من الأخطاء اللغوية والنحوية.
- ملائمة صياغة الأسئلة لخصائص الفئة المستهدفة.
- يقدم كل سؤال فكرة واحدة فقط.
- تتسم الأسئلة بالوضوح وعدم الغموض.
- تحديد سياسة الدرجات بشكل مسبق وواضح.
- توفير التعليمات اللازمة إذا وجدت قبل البدء في حل الاختبار.
- التدرج في عرض الأسئلة من السهل إلى الصعب أو من البسيط إلى المركب.

ثانيًا: الأسس والمعايير الفنية لتصميم بيئة تعلم قائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام:

يمكن تقسيم الأسس والمعايير الفنية الي عدد من المعايير الفرعية، والتي يندرج تحت كل منها مجموعة من المؤشرات التي يمكن توضيحها فيما يلي:

١) تصميم واجهه التفاعل:

- يجب أن يتسم تصميم واجهة التفاعل بالبساطة والوضوح.
- توفير أيقونات مساعدة ودليل للمستخدم داخل الشاشات التعليمية، يستطيع أن يصل إليها المستخدم بسهولة.
- مناسبة حجم وموقع الأيقونات داخل الشاشات التعليمية مع خصائص الفئة المستهدفة والتي تميل إلى التجريد.
- مرعاه تثبيت موقع الأيقونات على جميع الشاشات التعليمية حتى يستطيع المتعلم الوصول إليها بسهولة ويسر.
- يفضل أن تتشابه واجهة التفاعل للشاشات التعليمية مع البرامج التي سبق التعامل معها من جانب الطالب من حيث شكل الأيقونات وموقعها واستخدامها،

بحيث يشعر المتعلم بالألفة تجاه بيئة التعلم.

- يراعي تنظيم العناصر داخل المشهد التعليمي بما يوفر الراحة لعين المستخدم.
- توافر عنصر التباين بين المحتوى التعليمي وخلفية الشاشات التعليمية.
- يراعي التزامن بين حركة النصوص والوسائط المتعددة الأخرى؛ حتى لا يتسبب في تشتت الانتباه لدي المستخدم.
- مناسبة موضع النصوص داخل الشاشات التعليمية مع محتوي كل شاشة في بيئة التعلم القائمة على الهُولُوجَرَام.
- مراعاة الوحدة في ثبات التصميم في جميع الشاشات التعليمية.
- مراعاة التناسق بين الكتل النصية والصور والمساحات البيضاء.
- توافر عنصر الاتزان عند اختيار وتوزيع عناصر المحتوى التعليمي داخل الشاشة التعليمية.
- عدم المبالغة في استخدام الألوان داخل الشاشة الواحدة.
- وضع عنوان لكل شاشة تعليمية لمساعدة الطالب في التعرف على المحتوى.
- مناسبة عرض المجسمات ثلاثية الأبعاد وفق تسلسل المحتوي التعليمي المقدم من خلال بيئة التعلم القائمة على الهُولُوجَرَام.
- توفير شاشة خاصة بالتعليمات والإرشادات في البداية، توضح من خلالها كيفية السير داخل المحتوى التعليمي المقدم من خلال بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام.

٢) عناصر المحتوى:

- مراعاة التباين في الألوان بين النص والخلفية.
- ملائمة مقاس ونوع الحروف المستخدمة في تمثيل المحتوى التعليمي وملائمته لطبيعة العرض المقدم من خلاله.
- استخدام أنواع الخطوط المألوفة لدى الطلاب حتى يتمكن الطالب من قراءتها بسهولة ويسر.
- لا يستخدم أكثر من ثلاثة مقاسات للحروف على الشاشة الواحدة، والأفضل حجمان.

- استخدام الكلمات محددة المعنى، غير القابلة للتأويل بأي معنى آخر.
- استخدام ألوان تجذب انتباه الطلاب إلى العناوين الرئيسية وكذلك الفرعية.
- توفير عنوان لكل كتله نصية يعبر عن محتوها.
- الابتعاد عن تزاحم الشاشة الواحدة بالعديد من المعلومات؛ حتى لا يؤدي إلى تحميل المستخدمين عبء مرئي وجعلهم مرتبكين.
- تحقيق الصورة للأسس الفنية مثل: الوحدة، والتوازن، والتباين، والتناسب ...إلخ.
- يجب أن تتسم الصور المستخدمة بالجودة والدقة العالية.
- نجاح الصورة في توصيل الفكرة التي اسْتُخْدِمَتْ من أجلها.
- ارتباط الصور والرسومات بالمحتوى النصي المقدم معها في نفس الشاشة.
- مناسبة أبعاد الصورة مع الشاشة التعليمية المعروضة بداخلها.
- يمكن استخدام التلميحات في توضيح بعض الجوانب الهامة في الصورة.
- مناسبة أبعاد الفيديو مع شاشة العرض التي يعرض بداخلها.
- سهولة تحكم الطالب في عرض الفيديو من خلال شريط تحكم الفيديو.
- مراعاة أن تتسم المجسمات ثلاثية الأبعاد المقدمة من خلال بيئة التعلم القائمة على الهُولُوجَرَام بالواقعية أو أقرب ما يكون للواقع.
- مناسبة موقع وحجم المجسم ثلاثي الأبعاد بالنسبة لحجم الشاشة المعروض داخلها والهدف المنوط به.
- إتاحة عنصر التفاعل مع المجسمات ثلاثية الأبعاد لجذب انتباه الطلاب وجعلهم ينغمسون في العملية التعليمية.

- **نجاح المجسمات ثلاثية الأبعاد في توصيل الفكرة التي اسْتُخْدِمَتْ من أجلها.**
- **التأكد من جودة المجسمات ثلاثية الأبعاد داخل المشهد الذي تُعْرَضُ بداخله من حيث: (وضوح التفاصيل، وتشبع الألوان، وإمكانية ظهورها أو استدعائها، وثباتها وعدم اهتزازها أثناء رؤيتها).**
- **تناسب الصوت مع الهدف الذي يستخدم من أجله.**
- **الدقة في تزامن الصوت مع تقديم التغذية الراجعة المقدمة للطالب.**
- **يختلف صوت التعزيز السلبي عن التعزيز الإيجابي حتى يرتبط ذهن المتعلم بنتيجة استجابته.**

٣) التفاعل والتحكم في المحتوى التعليمي داخل بيئة التعلم:

- **تتطلب بيئة التعلم من الطلاب القيام بدور إيجابي وفعال للحصول على المعلومات.**
- **يتفق أسلوب التفاعل مع خصائص الفئة المستهدفة.**
- **تتيح بيئة التعلم أنماط مختلفة من التفاعل والتحكم مثل: النقر بالفأرة، الضغط على أزرار معينة في لوحة المفاتيح).**
- **مراعاة توفير إمكانية التحكم والتفاعل مع المحتوى التعليمي من خلال شاشة الحاسوب.**
- **مراعاة استمرار قيام الطالب بأداء نشاطات مستمرة، وبالتالي يقلل ذلك من فترات عدم تفاعل الطالب مع بيئة التعلم.**
- **مراعاة تثبيت أماكن أزرار التفاعل على الشاشات حتى يألفها المستخدم بشكل أيسر.**
- **تفعيل أزرار التحكم والانتقال بين الشاشات بالضغط مرة واحدة من خلال الفأرة طوال فترة التعلم داخل بيئة التعلم.**
- **تغير شكل مؤشر الماوس عند الوقوف على أي ارتباط تشعيبي داخل بيئة التعلم.**
- **تغير لون الأزرار عند الضغط عليها من جانب المستخدم.**

ثالثًا: الأسس والمعايير التقنية لتصميم بيئة تعلم قائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام:

يمكن تقسيم الأسس والمعايير التقنية إلى عدد من المعايير الفرعية، والتي يندرج تحت كل منها مجموعة من المؤشرات التي يمكن توضيحها فيما يلي:

١) التشغيل:

- **توفير جهاز عرض المجسمات الهُولُوجَرَامية كأحد متطلبات التشغيل.**
- **إمكانية تشغيل بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام على أكثر من نظام تشغيل، ومع أي جهاز عرض هولوجرامي.**
- **أن يكون الدخول والخروج والتحكم في بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام سهلًا بالنسبة للمتعلم.**
- **تقديم التعليمات والإرشادات الواضحة والمفهومة للمتعلم لتساعده على التعامل مع بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام.**

٢) سهولة الاستخدام:

- **توفير البرمجيات والتكنولوجيات التي تتيح للمتعلم التحكم في المحتوى التعليمي المقدم له.**
- **مرعاه الإبحار بشكل سلس داخل بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام.**
- **يتيح للمستخدم إمكانية التحكم في المحتوى المقدم له وفقًا لما يقتضيه الموقف التعليمي سواء بالتشغيل أو الإيقاف أو إعادة العرض وتكراره، بشكل حر دون قيود تشعره بالملل، مما يزيد من القدرة الاستيعابية ودقة الملاحظة عند الطلاب.**
- **إذا كان الهدف التعليمي هو التركيز على عرض حركة أو مهارة معينة يجب أن يتاح للمستخدم إمكانية إعادة هذه الحركة أو تلك المهارة مرات متعددة تبعًا لدرجة الاستيعاب.**
- **إتاحة الفرصة للمستخدم للتحكم في مشاهدة المجسم ثلاثي الأبعاد حتى يتمكن من مشاهدته من جميع الاتجاهات.**

- برمجة حركة المجسمات الهُولُوجَرَامية بزاوية ٣٦٠ درجة، ليسهل على المتعلم مشاهدة المجسم من جميع الاتجاهات؛ مما يزيد من قدرته الاستيعابية.
- إتاحة إمكانية التعديل على المحتوى التعليمي بالحذف أو التعديل أو الإضافة بصورة سهلة.

٩) التحديات التي تواجه توظيف تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في التعليم:

على الرغم من المزيا العديدة لتوظيف تكنولوجيا الهُولُوجَرَام والتي تساهم في رفع كفاءة العملية التعليمية، إلا أن هناك بعض التحديات التي تواجه هذه التكنولوجيا، الا أنه هناك بعض التحديات التي تواجه استخدامها يمكن توضيحها فيما يلي:

- قلة الدراسات التجريبية التي تؤكد فاعلية تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في التعليم.
- ارتفاع التكلفة المادية الخاصة بتكنولوجيا الهُولُوجَرَام.
- تحتاج تكنولوجيا الهُولُوجَرَام إلى الاتصال السريع والدائم بالإنترنت.
- الحاجة الي شاشة عرض كبيرة لعرض الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد ذات الحجم الكبير.
- كلما زاد حجم الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد تقل جودة الصورة.
- تحتاج الصور المجسمة إلى مطورين للعمل على تطويرها لنصل بها إلى ألوان حقيقية عالية الجودة.
- الأمية التكنولوجيا في المجتمع تجاه المستحدثات التكنولوجية بصفة عامة وعلى وجه الخصوص تكنولوجيا الهُولُوجَرَام.
- عدم توافر القناعة الكافية لدي بعض المعلمين والطلاب بهذه التكنولوجيا، مما يؤدى إلى عدم التفاعل مع هذه التكنولوجيا بالشكل المطلوب.
- يتطلب توظيف تكنولوجيا الهُولُوجَرَام تدريب المعلمين والطلاب على كيفية التعامل مع هذه التكنولوجيا.

في ضوء ما سبق نجدأن الحاجز الرئيس الذي يعيق دمج تكنولوجيا الهُولُوجَرَام في بيئة التعلم هو التكلفة العالية، ورغم من ارتفاع التكلفة

لهذه التكنولوجيا إلا أنه من الممكن أن تتحمل المؤسسة التعليمية تلك التكلفة مقابل الحصول على المزايا العديدة التي تمنحها تلك التكنولوجيا، أو باللجوء إلى استخدام أجهزة العرض الهُولُوجَرَامي الأقل تكلفة، وفي البحث الحالي تم التغلب علي العديد من تلك التحديات، فنظرًا لكثرة برامج التصميم والإنتاج للمجسمات ثلاثية الأبعاد وتطورها عن ذي قبل أصبح من المتاح استخدام تلك البرامج بشكل مجاني، كما تم مراعاة أبعاد تصميم المجسمات ثلاثية الأبعاد من حيث المساحة والعرض، والتي تم تحديدها بشكل مسبق، بالإضافة الي مراعاة التحكم في درجة اللون وكثافته بما يتناسب مع المحتوى التعليمي المقدم للطلاب.

ومن خلال العرض السابق فقد قدمنا رؤية شاملة عن بيئة التعلم القائمة على تكنولوجيا الهُولُوجَرَام من حيث: مفهومها، آلية عملها، خصائصها، أهمية استخدامها في العملية التعليمية، أنواعها، تطبيقاتها التعليمية، النظريات الداعمة لها، التحديات التي تواجه توظيفها في التعليم، أسس تصميم وبناء بيئة التعلم القائمة على الهولوجرام، بالإضافة الى التحديات التي تواجهه توظيف تكنولوجيا الهولوجرام في العملية التعليمية.

المراجع:

أحمد صادق عبدالمجيد (٢٠١٣). فضاءات التعلم الإلكتروني، التعلم الاجتماعي النشط، *مجلـه التـدريب والتقنيـة*، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، (١٧٦)، الرياض.

أسماء السيد محمد عبدالصمد. (٢٠١٨). أثر التفاعل بين مستوي التعليق الصوتي المصاحب للتشبيهات البصرية العلمية وأساليب عرضها باستخدام تقنية الفيديو هولوجرام وفق نظام بيود على تنمية مهارات التفكير التأملي ومستوي التقبل التكنولوجي للتقنية لدي تلاميذ المرحلة الابتدائية، *مجلة الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم*، ٢٨(١).

أشرف حسين إبراهيم، أسماء عبد الجواد السباعي، الاء مجدي سيد عبدالحميد. (٢٠٢١). تأثير البيئة التفاعلية باستخدام تقنية الهولوجرام على تنمية النمو الادراكي والمعرفي للطفل، *مجلة التراث والتصميم*، *الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية* ١(٤).

أمل رمضان عبدالواحد محمد. (٢٠١٩). تقنية الهولوجرافي: المداخل والأسس، *مجلة كلية الآداب*، جامعة بني سويف، (٥٢).

أمل سفر القحطاني، ريم عبدالله المحيذر. (٢٠١٦). مدى وعى أعضاء هيئة التدريس بجامعة الاميرة نورة بتقنية التصوير التجسيمي (الهولوجرام) في التعليم عن بعد. رابطة التربويين العرب، *مجلة دراسات عربية في التربية: علم النفس*. السعودية. مارس (٧١)

أمل نصر الدين سليمان (٢٠١٧). *دمج تكنولوجيا الواقع المعزز في سياق الكتاب المدرسي وأثره في الدافع المعرفي والاتجاه نحوه*، المؤتمر العلمي الرابع والدولي الثاني، تحديات الحاضر ورؤى المستقبل كلية التربية النوعية، جامعه عين شمس، مصر.

آيات أنور عبدالمبدي محمد. (٢٠٢٠). معايير تصميم محتوي الصورة الهولوجرامية المولدة بواسطة الحاسوب، *مجلة الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم*، ٣٠(١٠).

أيمن محمد عبدالهادي. (٢٠١٧). الاتجاه نحو استخدام تقنية التصوير التجسيمي (الهولوجرام) في التعليم عن بعد لدي أعضاء هيئة التدريس والطلاب. *مجلة كلية التربية*، جامعة طنطا- كلية التربية. ٦٧(٣).

بسمة محمد جودة. (٢٠٢٤). التفاعل بين نمط تحكم المتعلم (نقص المفصل/ زيادة الموجز) ببيئة تعلم قائمة على الهولوجرام ووجهة الضبط وأثره في تنمية التحصيل الدراسي وخفض الحمل المعرفي لدي طلاب التعليم الثانوي الفني، *رسالة دكتوراه*، كلية التربية_ جامعة حلوان.

بدرية محمد محمد حسانين، حنان مصطفى احمد، ايمان احمد عبد الفتاح محمد. (٢٠٢١). أثر تصميم تعليمي قائم على نظرية العبء المعرفي باستخدام تكنولوجيا الهولوجرام في تدريس الكيمياء على تنمية المفاهيم العلمية والحس العلمي لدي طلاب الصف الأول الثانوي. *مجلة شباب الباحثين في العلوم التربوية*، جامعة سوهاج- كلية التربية. أكتوبر ٩.

حازم فلاح سكيك. (٢٠٠٧). *التصوير ثلاثي الابعاد الهولوجرافي*، شبكة الفيزياء التعليمية.

حنان مصطفى أحمد زكي. (٢٠١٧). استراتيجية مقترحة في تدريس العلوم معززة بتكنولوجيا الهولوجرام وأثرها على الاستيعاب المفاهيمي وتنمية التفكير المنطقي والتنور الجيولوجي لدي طلاب الصف الأول الإعدادي، *مجلة الجمعية المصرية للتربية العملية*. ٢٠(١٢).

رانية مسعد سعد. (٢٠١١). تطبيقات الهولوجرام في العمارة والتصميم الداخلي، *مجلة التصميم الدولية*، الجمعية العلمية للمصممين، ١(١).

شيرين السيد إبراهيم محمد خليل، اماني كمال عثمان. (٢٠٢٠) برنامج تعليمي قائم على التعلم الذاتي باستخدام نظام المودل Moodle لتنمية المعرفة بتقنية الهولوجرام والاتجاه نحو استخدامها في التدريس لدي الطلاب المعلمين بكلية التربية، *المجلة التربوية*، كلية التربية – جامعة سوهاج، ٧٤.

عصام لعياضي، سمير السايح. (٢٠٢٢). تقنية الهولوجرام من وجهة نظر أعضاء هيئة التدريس في ظل المتغيرات الشخصية "السن – المؤهل التعليمي – سنوات الخبرة، *مجلة آفاق للعلوم*، جامعة زيان عاشور الجلفة، الجزائر. ٧(١).

محمد فؤاد أبو عودة، أمجد احمد الصباغ، سهير سليم عزام، (٢٠٢٠). أثر توظيف بيئة تعليمية قائمة على الهولوجرام في تدريس التكنولوجيا الطبية لتنمية مهارات التفكير البصري لدي طلاب الصف السابع الأساسي، *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية*، الجامعة الإسلامية بغزة، شئون البحث العلمي والدراسات العليا. ٢٨(٧).

نبيل جاد عزمي. (٢٠١٥). *الدليل الشامل للبحث والتطوير في تكنولوجيا التعليم (الجزء الأول)*، القاهرة، يسطرون للطباعة والنشر والتوزيع.

هبه عبد المهيمن محمد عوض. (٢٠١٧). تقنية التصوير التجسيمي الهولوجرام والفنون المرئية، *مجلة الفنون والعلوم التطبيقية*، كلية الفنون التطبيقية- جامعة دمياط. ٤(١).

هند عمر الثبيتي. (٢٠١٨). وسائط الفنون المعاصرة من المفاهيمية الى الهولوجرام، *مجلة الفنون والعلوم الإنسانية*، كلية الفنون الجميلة_ جمعة المنيا (٢).

هيثم عاطف حسن، يسري مصطفي السيد. (٢٠١٨). *تكنولوجيا العالم الافتراضي والواقع المعزز في التعليم*. المركز الأكاديمي العربي للنشر والتوزيع، ط١، القاهرة.

ياسر خضير الحميداوي. (٢٠١٩). *الهولوجرام والمحاكاة الحاسوبية رؤية نحو مستقبل رقمي افتراضي*، دار السحاب، القاهرة.

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

Baddeley, A. (1992). *Working Memory Science*. Vol 255, Issue 5044 31 January 1992,.

Bimber, et al (2005). *interacting with augmented holograms*, Proceedings of SPIE, Practical Holography , Materials and Applications, pages (41-54), Springer

Christine Weiser (2016). *Hologram Go to School* : http://www.techlearning.com/blogentry/10837

Dennis, A. R., & Valacich, J. S. (1999). Rethinking Media Richness: Towards a Theory of Media Synchronicity, in Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences, Los Alamitos, CA: IEEE *Computer Society Press*, Volume 1.

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

Esmer(2019).*Real-Time Diffraction Field Calculation Methods for Computer-Generated Holograms,* Holographic Materials and Applications, PP. 201-219.

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.**

Ghuloum, h. (2010). ***3D Hologram Technology in learning Environment. Proceedings of informing Science & IT Education Conference*****. (694-701). University of Salford, UK.**

Jacqueline M. Layng. (1995). ***The Creation and Varied Applications of Educational Holograms,*** **Record Type:Non-Journal, ERIC Number: ED391494, Reference Count: N/A.**

Khan, Adil, Scott Mavers, and Mark Osborne. 2020. "Learning by Means of Holograms. ***Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*** **(April): 1134–39**

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

Pradeep Kalansooriya, Ashu Marasinghe& K.M.D.N. Bandara. (2015). Assessing the Applicability of 3D Holographic Technology as an Enhanced Technology for Distance Learning, The IAFOR *Journal of Education, Technologies & Education Special Edition*.

Santosh Bhaskar K.(2013) . ***Potential and Applications of Holograms to Engage Learners*** **. EdTech Review . 20 August 2013 . Retrieved February 10,2022, from: http://edtechreview.in/trends-insights/trends/521-**

Wenjian, C., and, Rafeal P., (2005). ***Computer Generated Volume Holograms: Design and Fabrication*** **in Information Photonics, page JTuA6. Optical Society of America.**