"تقنية الهولوجرام *(Hologram technology)* وتعليم الرياضيات وتعلمها "

إعداد

ماجدة حسن حمد الحيزان

مجلة تكنولوجيا التعليم والتعلم الرقمي

المجلد (الخامس)– العدد (السابع عشر) – مسلسل العدد (٠١٧) – نوفمبر ٢٠٢٤

ISSN-Print: 2785-9754 ISSN-Online: 2785-9762

موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري

https://jetdl.journals.ekb.eg/

أولاً: مقدمة :

يشهد العالم مع بداية القرن الحادي والعشرين تطورات سريعة ومتلاحقة في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، فالتطور في تكنولوجيا المعلومات شمل تطور الأجزاء المادية (hardware) والبرمجيات (Software)، والتطور في تكنولوجيا الاتصالات تضمّن سرعة ودقة النقل عبر الوسائط المتعددة (Multimedia) ،والوسائط الفائقة (Hypermedia)، والتقاء تكنولوجيا المعلومات والاتصالات معاً أدى إلى ظهور الشبكة العنكبوتية العالمية (World Wide Web).

فساهمت شبكة الانترنت (Internet) في ظهور الواقع الافتراضي (Virtual Reality) المشهور اختصاراً بـــ (VR) الذي يتمثل في إمكانية تجاوز الواقع الحقيقي والدخول إلى الخيال، حيث مهد ذلك الطريق لظهور مفاهيم جديدة مثل المدن الافتراضية (Virtual City) ، والطرق الافتراضية(Virtual Ways) ، والرحلات الافتراضية(Virtual Tours) ، وفي التعليم ظهرت الجامعة الافتراضية (Virtual University) والمدرسة الافتراضية (Virtual School) كمعالم للتعلم الافتراضي .

ومن أهم تطبيقات الواقع الافتراضي في التعليم تمثيل الظواهر الطبيعية المختلفة بإعادة صياغة المادة المعززة بتكنولوجيا الصوت والصورة في أبعاد ثلاثية ، أي بناء صورة مجسمة للأشكال والمناظر ممزوجة بالصوت والحركة، وجعل المتعلم يعيش بينها في بيئة مصنوعة (Synthetic) ثلاثية الابعاد، و يتعامل معها في الزمن الحقيقي (Real -time) كأنها أشياء حقيقية موجودة على أرض الواقع(حسن، ٢٠١٢، ٣-٤).

ويعد ظهور تقنية الهولوجرام (Hologram)تطوراً طبيعياً لبيئات التعلم الافتراضي، تلك البيئات التي تسمح للمستخدم بأخذ جولة افتراضية في بيئة افتراضية من الواقع ، مما يجعلهم ينغمسون ويتفاعلون معها بالصوت والصورة، فيري ما لا يمكن رؤيته في الواقع، ويمكن القول أن البيئات ثلاثية الأبعاد عبر الانترنت أصبحت واقعاً فيما يعرف بظاهرة العالم الافتراضي (خميس، ٢٠١٥، ١-٣).

أو التسجيل بمعنى فن التصوير المجسم، والهولوجرام تسجيل ثلاثي الابعاد لتداخلات بين موجات الليزر، وتعددت المصطلحات حول مصطلح الهولوجرام فأطلق عليه "التصوير التجسيمي" او "التصوير المجسم" او وتمثل تقنية الهولوجرام (Hologram) ناتج تقنية الهولوغرافي (Holography) التي تمتلك خاصية فريدة تمكنها من إعادة تكوين صورة الأجسام الأصلية بأبعادها الثلاثة بدرجة عالية من الدقة ، حيث يختلف التصوير المجسم عن التصوير التقليدي بأن التسجيل في كثافة المادة الحساسة للضوء فحسب، بل أيضاً إلى حزمة الموجات الضوئية التي تصطدم بالجسم المراد تسجيله ، فتختلط الموجات الضوئية حاملة المعلومات الكاملة عن تخطيط ثلاثي الابعاد للجسم، فالتصوير المجسم يعتمد على تسجيل سعة موجة الجسم وطورها ، حيث تسجل في لوح معين يسمى هولوغرام بحيث إذا تعرض للضوء يكون بالإمكان إعادة تكوين مصدر الموجه، وبالتالي تتكون في الفضاء الثلاثي الأبعاد وليس على ورقة كالتصوير العادي ، كما أن الصورة لا يمكن تمييزها عن الجسم الاصلي أبداً.(الزهيري، ٢٠١٤، ٤٣).

وتأتي فكرة تقنية الهولوجرام (Hologram technology) بتصميم واقع افتراضي حول إمكانية دخول المتعلم إلى عالم واقعي تم إنشاؤه افتراضياً، وهو وسط صناعي تخيلي ذو ثلاثة أبعاد يشبه الواقع الحقيقي تماماً، وتتكون صور الهولوجرام في الفضاء الثلاثي الابعاد ليس على حائط ولا على جسم صلب ولا على ماء، وتكون واضحة جداً بالإضافة إلى امكانية احتوائها على عنصر الحركة وكأنك ترى شخص أمامك(ذكى ، ٢٠١٧، ص ٣٣) .

إن تقنية الهولوجرام أو التصوير المجسم تعيد تكوين صورة الأجسام الأصلية بأبعادها الثلاثية بدرجة عالية جداً إذ إنه يتم تصوير الجسم أو الشكل باحترافية في غرفه مظلمة، ويظهر على جزيئات الهواء صورة ثلاثية الابعاد تبدو حقيقية للجسم في جميع الاتجاهات ، فالتجسيم عبارة عن منظور الرؤية، ومنظور التجسيم الثلاثي الابعاد غالباً ما يُخلط مع المحاكاة ، وذلك لأن المحاكاة تتم أيضاً من وهم العمق البعد الثالث (عمق الرؤية) (Lobo, Korulkar, 2016, 16663).

ثانياً: مفهوم تقنية الهولوجرام (التصوير التجسيمي):

يرجع مصطلح الهولوجرام (Hologram) إلى كلمة هولوجرافي(Holography) ، وكلمة الهولوجرام (Hologram) أصلها كلمة يونانية تتألف من مقطعين الأول هولوس (Holos) بمعنى التصوير الشامل أو الكلي ، والثانى جرافو (gram) بمعنى المكتوب او الكتابة أو الرسم

المراد تصويره ، وتقوم بتخطيطه ثم تقوم الموجات الضوئية بنقل بيانات الجسم التي قامت الأداة بتخطيطه التخطيط الثلاثي الأبعاد ، حيث تعتمد هذه التكنولوجيا على تسجيل موجات الجسم وعلى جهاز اسمه الهولوجرام ، بحيث إذا أضئ يكون من الممكن إعادة تكوين صدر الموجه.

"الصورة في الفراغ".(سالم وفرهود ، ٢٠١٨، ٤٣١).
عرفتها عبد المنعم (٢٠١٤، ٢) بأنها "الناتج من تقنية التصوير الثلاثي الأبعاد، أي علم إنتاج الصور المجسمة، حيث تنتج من عملية استخدام الليزر على شكل ضوء ينعكس في الفراغ تسمي عملية التصوير بالهولوجرافي (Holography) ، ومن عملية التصوير نحصل على مجسم الهولوجرام (Hologram)
وعرفها (Lakhani,k.,Kothari,k., Patil,A.,2015 بأنها "تكوين صورة الأجسام بأبعاد ثلاثية بدرجة عالية من الدقة، ويظهر على جزيئات الهواء صورة ثلاثية الأبعاد تُظهر الجسم بشكل مجسم يمكن رؤيته فى جميع الاتجاهات وكأنك تري الشيء امامك بصورته الطبيعية .
عرفتها القحطاني والمعيذر (٢٠١٦، ٣٠٣) بأنها " تصوير الأشياء بشكل ثلاثي الأبعاد بواسطة تقنية معينة داخل مكان ما ثم نقل هذا التصوير الثلاثي الأبعاد إلى مكان آخر في أي مكان بالعالم ، بحيث يستطيع المتعلم أو الطالب رؤيتها بشكل ثلاثي الابعاد ، ولكن لا يستطيع لمسها".
وعرفتها ذكي (٢٠١٧، ٤٠) بأنها "تقنية التصوير التجسيمي ثلاثي الأبعاد ، تسمح بتكوين صور الهولوجرام في الهواء ، وليس على حائل أو حائط ولا على جسم صلب أو على مادة وتكون واضحة جداً بالإضافة إلى إمكانية احتوائها على عنصر الحركة فتبدو مبهرة ، وتجعل التعلم أكثر متعة وتشويقاً ، وتساعد في تحقيق نواتج التعلم المعرفية والمهارية والوجدانية".
وعرفتها سالم وفرهود(٢٠١٨، ٤٢٦) بأنها " تقنية تعتمد على عرض الصور المتحركة في الفراغ ، حيث تظهر الصور ثلاثية الأبعاد فيراها المتعلم من جميع الاتجاهات مما يجعل عمليتي التعليم والتعلم أكثر فعالية وتشويقاً.
وتعرف الباحثة "تقنية الهولوجرام Hologram " بأنها الصورة المجسمة ذات الأبعاد الثلاثية ، والتي لا تُلتقط بالكاميرا وإنما يتم تشكيلها بشكل ما عبر تعرضه لحزمة ضوئية أو إشعاع يصطدم بالجسم وهذا يجعل الضوء يرتد مشكلاً الصورة في الفراغ ، وكلمة Holography هي عملية صناعة واستخدام الصورة المجسمة يطلق عليها Hologram، أي أن الهولوجرام تصوير مجسم ثلاثي الابعاد بدرجة عالية من خلال توجيه حزمة من الموجات الضوئية التي تصطدم بالجسم
مجموعة من الصور الثابتة لإنتاج صورة متحركة، وقد تم استثمار هذه التقنية في الأعمال الإعلانية والأفلام السينمائية واستخدامها في حماية المنتجات والسلع التجارية.
-في عام ١٩٧٦ تأسس متحف الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد في نيويورك كمركز دولي لتطوير تكنولوجيا

ثالثاً: تاريخ تقنية الهولوجرام :
يمكن تتبع تاريخ تقنية الهولوجرام كالتالي:(الزهيري، ٢٠١٤، ٤٤-٤٧)، (Lee, 2013, PP.35-36)، Orcos & (Magreñán,2018, PP.165-170)):
- فى عام ١٩٤٧م قام دينيش جابور (Gabor Denis) عالم الفيزياء المجري الذي يعمل في أبحاث تطوير المجهر الالكتروني باكتشاف التقنية الأساسية للتصوير ثلاثي الأبعاد أو التصوير المجسم في محاولة منه لتحسين قوة التكبير في الميكروسكوب الإلكتروني؛ ولأن موارد الضوء في ذلك الوقت لم تكن متماسكة، لذا فإن هذه التقنية لم يتم الانتفاع منها بالكامل في ستينيات القرن العشرين.
-في عام ١٩٥٨م العالم الروسي (Yuri Denisyuk) يخترع جهاز التصور المجسم ثلاثي الأبعاد، وفي عام ١٩٦٠م قدم (Theodore H Maiman) أول جهاز لتضخيم الضوء بواسطة الإنبعاث المستحث للإشعاع - أو الليزر، وتوفير مصدر ضوء متماسك بشكل أقوى من مصادر الضوء أحادية اللون المطلوبة لإنتاج الصور ثلاثية الأبعاد.
-في عام ١٩٦٢م تم التوصل إلى تقنية التصوير الثلاثي الأبعاد على يد علماء في كل من الولايات المتحدة الامريكية والاتحاد السوفيتي هما العالمان جيوريس أوبتنيكس "Juris Upatnieks" والعالم ايميت ليث "Leith Emmitt" من جامعة ميتشجان ،حيث أكدا أن تقنية الهولوجرام يمكن أن تستخدم كوسيط عرض ثلاثي الأبعاد، لذا قررا قراءة وتطبيق أبحاث العالم جابور ولكن باستخدام الليزر المتماسك، أحادي اللون، وقد نجحا في عرض صور مجسمة بوضوح وعمق واقعي .
-في عام ١٩٦٦م شهد العالم عرض المسلسل الامريكي الشهير (Star Trek) الذي يصنف ضمن أعمال الخيال العلمي ، والذي صور للمرة الأولى فكرة انتقال الأجسام من مكان إلى آخر بتقنية تحاكي تماماً فكرة الصور المجسمة الضوئية .
- في عام ١٩٦٨م العالم Stephen Benton يخترع جهاز للتحكم بانتقال الضوء الأبيض، أو قوس قزح الهولوغرام وهو الاسلوب الذي يعني نقل الصور المجسمة إلى مكان يمكن أن ينظر إليها في الضوء العادي .
-في عام ١٩٧٢م تمكن العالم كروز (Lioyd cross) من صناعة أول جهاز يمكن من خلاله تقديم نموذج (CinemaGraphis) ذات البعدين ، وتتمثل في عملية جمع على تكنولوجيا (Retina Display) ، ليجعل الصور تظهر على الهاتف بشكل (hologram) ، وتم طرح الهاتف رسميا في الأسواق في شهر سبتمبر ٢٠١٤ بالتزامن مع إطلاق شركة "أبل" هاتفها الجديد "آيفون ٦ ".
-و قد قامت شركة مايكروسوفت باستعراض قدرات تقنية

التصوير ثلاثي الأبعاد ، وفى عام ١٩٧٩م تمكن (Steve McGrew) تطوير تقنية نقش لصور ثلاثية الأبعاد على الاجسام المسطحة.

-في الثمانينات تطورت وتقدمت هذه التقنية بفضل أجهزة الليزر الصلبة قليلة التكلفة المتاحة للمستهلكين مثل مشغلات اقراص الفيديو الرقمية، في عام ١٩٨٢ م يخترع (McGrew) الصور المجسمة (D3D2) من طبقات من الصور المسطحة، مما جعل الصور ثلاثية الأبعاد تنقش بشكل اسهل ويمكن رؤيتها في الضوء العادي، وفى عام ١٩٨٤م طبع ١١ مليون نسخة من نشرة (National Geographic) ، وفى عام ١٩٨٨م شركة (Glaxo) أصبحت شركة الأدوية الأولى في العالم التي تستخدم الصور المجسمة ثلاثية الأبعاد لحماية العلامة التجارية لمنتجها (Zantac) الذي كان يعد العقار التجاري الأكثر مبيعا في العالم، وفى عام ١٩٨٩م تظهر الصورة المجسمة لأول مرة على الشلن النمساوي لحماية العملة النقدية من التزوير.

-في عام ١٩٩١ م تم تحويل الطباعة الرقمية للصور المجسمة الى الشكل النقطي، وفي عام م ١٩٩٥كانت العراق البلد الأول في استخدام صورة مجسمة على جواز السفر القياسية.

-في عام ٢٠٠٢ م العملة النقدية الاوربية (اليورو) ظهرت بطبعة تحمل صورة مجسمة، ، ومن الجدير بالذكر ان حجم التداول التجاري للصور المجسمة على المستوى العالمي بلغ اكثر من بليون دولار عام ٢٠٠٢فقط، وفى عام ٢٠٠٤ تطبيقات واسعة لتكنولوجيا (Hologram) في الأعمال السينمائية، وفى عام ٢٠٠٨م شبكة (CNN) الأخبارية تبث على الهواء مباشرة صورة مجسمة لمراسلتها، وفى عام ٢٠٠٩م الانتاج على المستوى التجاري للطابعات ثلاثية الأبعاد التي تستخدم طباعة الصور المجسمة.

-في عام ٢٠١١ م بداية ظهور الصور المجسمة للمضيفات في المطارات الامريكية ، وفى عام ٢٠١٢ م شبكة الحياة الاخبارية تغطي الانتخابات المصرية بتكنولوجيا (Hologram) ، وفى عام ٢٠١٣ معرض جايتكس دبي قدم عروض ثلاثية الأبعاد بتكنولوجيا (Hologram) ، وفى عام ٢٠١٤م موعدا لإنتاج هاتف ذكي جديد، يعمل بتقنية D٣ يستخدم دون الحاجة إلى ارتداء النظارات الخاصة بالصور ثلاثية الأبعاد، اعتمادا

رابعاً: الأدوات المطلوبة لصناعة "الهولوجرام:

-جهاز الليزر: يستخدم جهاز الليزر الذي ينتج الضوء الأحمر، وهو ليزر "الهليوم نيون". وفى بعض التطبيقات البسيطة للهولوجراف، يمكن استخدام ليزر الدايود، للجسم، والفلم الهولوجرافي هو فلم خاص ذو قدرة تحليلية عالية للضوء (عبد المنعم ،٢٠١٤، ٣).

وما سبق يتضح أن تقنية الحصول على الهولوجرام تعتمد على سقوط حزمة من أشعة الليزر على مجزئ لحزمة الاشعة

الهولوجرام من خلال مساعدها الرقمي "كورتانا" في ٢٠١٤، والذى يعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، إلا أن أحد المعجبين بالمساعد الشخصي قام مؤخرًا بإنشاء نسخة خاصة تعتمد على تقنية الهولوجرام من المساعد الشخصي لمنزله. ووفقًا لما نشره موقع The Verge الأمريكي، ظهر "جريم آتشر" فى فيديو على يوتيوب، وهو يسأل "كورتانا" إذا ما كان يحتاج إلى مظلة في ذلك اليوم، لتظهر فتاة داخل مثلث صغير تعمل بتقنية الهولوجرام، لتخبره بعد ذلك بأن هذا ليس ضروريًا، ثم تظهر توقعات درجة الحرارة. وبعد الانتهاء، فإنها تمشى بعيدًا وتختفى. حيث استخدم نسخة ويندوز ١٠ من كورتانا، ثم قام برسمها في شكل كارتوني متحرك ثلاثي الأبعاد من خلال تطبيق Unity 3D.

-وفي مطلع يناير ٢٠١٥ ، بدأت هذه التقنية الجديدة تفرض نفسها على أرض الواقع بشكل كبير، حيث شهد معرض إلكترونيات المستهلكين ٢٠١٥ CES ، إعلان شركة "إنتل" عن تقنية RealSense ، والتي تقدم تقنية "الهولوجرام" في ثوب جديد أكثر عملية وأكثر تشويقا، فيما تسعى العديد من الشركات المصنعة للأجهزة الذكية، بما في ذلك الهواتف الذكية، والأجهزة القابلة للارتداء للاعتماد عليها، وتوفيرها في أجهزتها المستقبلية، فهي عبارة عن تقنية تعتمد على الموجات الضوئية التي تتولى مسئولية التصوير الثلاثي الأبعاد للأجسام بكفاءة عالية، ويستخدم الجهاز أيضًا تتبع الوجه لضبط الصورة ثلاثية الأبعاد لتتوجه نحو المتحدث. كما قام بتركيب ميكروفون متعدد الاتجاهات، ومتكلم في القاعدة للتفاعل مع الجهاز. وأشار "آرتشر"، إلى أنه لا يستطيع فقط استخدام الجهاز لطرح الأسئلة على "كورتانا"، ولكن أيضًا للسيطرة على الوظائف الآلية أو الموسيقى في منزله، الذى يقول، إنه سوف يظهر في الفيديو في المستقبل، وكشفت شركة "ريد ديجيتال سينما" الرائدة في صناعة كاميرات السينما الرقمية المحترفة، بالتعاون مع شركة "ليا"، عن إنتاجهما أول هاتف ذكي في العالم مزود بجهاز إسقاط ضوئي يعرض صورًا مجسمة "ثلاثية الأبعاد" بطريقة "الهولوجرام".

-خلال النصف الأول من عام ٢٠٢٠م من المتوقع أن تطرح الشركتان هاتف "هيدروجين وان"، وسيتضمن "هيدروجين وان" محتوى تجسيميًا، وصوتا ثلاثي الأبعاد لمشاهدة الأفلام والألعاب التفاعلية والمراسلة الاجتماعية والواقع المختلط، من دون الحاجة إلى نظارة مخصصة لذلك الأمر.

المستخدم في المؤشر الضوئي، لكن لا تستطيع من خلاله الحصول على صورة عالية الجودة.

-العدسات: في الهولوجرام يكون دور العدسة، هو تشتيت الضوء وتفريقه على مساحة من الجسم المراد تصويره.

مجزئ الضوء: وهو عبارة عن مرآة تعمل على تمرير جزء من الضوء، وعكس الجزء المتبقي. أي القيام بفصل الشعاع إلى جزأين.

-المرايا: تستخدم في توجيه أشعة الليزر عبر العدسات، ومجزئ الضوء إلى الموضع المحدد.

-فيلم الهولوجرام: يستخدم لإنتاج الصورة الهولوجرامية، حيث يحتوي الفيلم على طبقة من مواد حساسة للضوء موضوعة على سطح يتيح نفاذ الضوء.

يختلف التصوير المجسم عن التصوير التقليدي، بأن التسجيل ليس في كثافة المادة الحساسة للضوء فحسب، بل أيضًا إلى حزمة من الموجات الضوئية التي تصطدم بالجسم المراد تسجيله فتخطط الموجات الضوئية، حاملة المعلومات الكاملة عن تخطيط ثلاثي الأبعاد للجسم، ويبدأ التصوير عند حدوث تصادم بين الموجات الضوئية والشيء الذى يرغب المستخدم في تصويره وعرضه، حيث يقوم جهاز الهولوجرام بتخطيط الجسم المراد تصويره، ثم نقل المعلومات اللازمة حوله، ويتيح هذا الجهاز إمكانية تكرار إنشاء الموجة مرة أخرى في حالة إضاءة جهاز الهولوجرام.

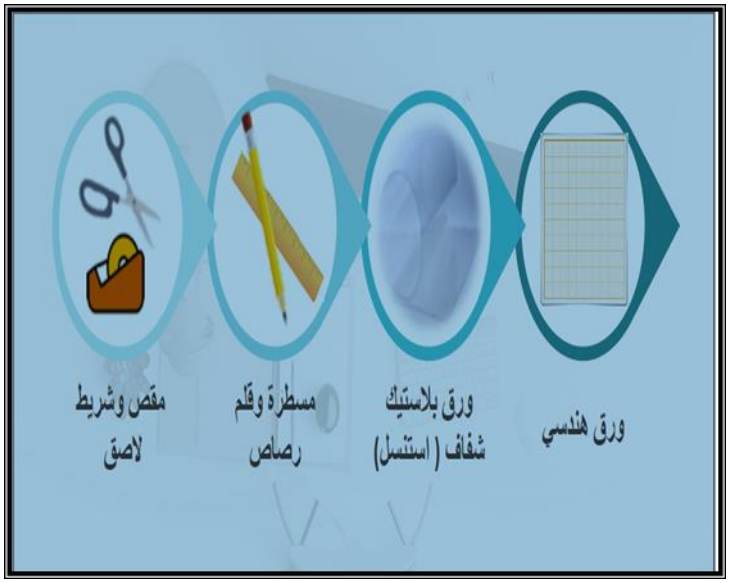
وتمر صورة الهولوجرام بمرحلتين:

- مرحلة تسجيل أنماط التداخل ثم الحصول على الهولوجرام.

- إضاءة الهولوجرام بطريقة معينة، حيث يكون جزء من الشعاع النافذ من الهولوجرام، مطابقًا لموجة الجسم الأصل فنرى الصورة ماثلة أمامنا كأنها الجسم الأصل.

ويمكن ايجاز فكرة الهولوجرام على أن يتم نقل الصور عبر الانترنت، تستقبل تقنية الهولوجرام الصورة التي تعتمد فكرتها على وجود مصدر لشعاع ليزر يتم تسليطه على مجزئ للضوء عبارة عن منشور أو عدسة خاصة تقوم بتجزئة الشعاع الساقط إلى شعاعين، ويمر هذين الشعاعين عبر مجموعة مرايا لتوجيه الأضواء في الاتجاهات المطلوبة، ثم بعدسة مفرقة للضوء تقوم بتحويل الشعاع المركز إلى حزمة عريضة تسقط على كامل الجسم المراد تصويره، ثم يتم تمرير أحد الشعاعين على الجسم ثم يسقط على الفلم، بينما يتم توجيه الشعاع الآخر مباشرة إلى الفلم، وينتج من تداخلات هذين الشعاعين نماذج معقدة تحاكي كل التضاريس الدقيقة

دون أن يشعر المشاهد بوجود شاشة أو كامير أو فيديو، وفي الوقت الحالي تتوفر هذه التكنولوجيا في كثير من (Splitter) فتنقسم إلى جزئيين حيث ينفذ الجزء الأول من الأشعة ليصل إلى مرآة مستوية مثبته فتنعكس الأشعة لتسقط على اللوح الفوتوغرافي وتسمى بأشعة المرجع (Reference beam) ، بينما يسقط الجزء الثاني من الأشعة على الجسم المراد تصويره ، وتنعكس هذه الاشعة من جميع نقاط سطح الجسم حاملة للمعلومات عنه لتصل اللوح الفوتوغرافي ، وتسمي هذه الاشعة بأشعة الجسم (Objective beam) ، و أن صورة الهولوجرافي تتكون في الفضاء الثلاثي الأبعاد ، حيث تكون واضحة للغاية ومتحركة، وكأنك ترى شخص أمامك ، ولكي نرى الصورة التي سجلت على هذه اللوحة لابد من أن نسلط شعاع ليزر مماثل للذي استخدمناه على اللوحة ذاتها ، وعندما يظهر الجسم المصور على بعد صغير من اللوحة يبدو ثلاثي الابعاد .



شكل (١) بعض الأدوات المستخدمة في تقنية الهولوجرام

خامساً: الفرق بين تقنية الهولوجرام ومؤتمرات الفيديو :

هناك فرق بين تقنية الهولوجرام ومؤتمرات الفيديو تتمثل في أن مؤتمرات الفيديو تلتقط الصورة بكاميرا الفيديو لتحولها إلى أشكال رقمية، تُبث بمساعدة برنامج خاص إلى حاسوب آخر عبر الإنترنت، ويقوم الحاسوب الذي يستلمها بعكس العملية وتحويل الصورة الرقمية إلى صورة عادية على شاشة تفتقد إلى العمق، أما تكنولوجيا الهولوجرام فتتم أيضا بنقل الصور عبر الفيديو، ولكن بدلا من عرضها على شاشة تفتقد إلى العمق، تعرض الصورة بحجمها الطبيعي وبأبعادها الثلاثية داخل الصف وكأنها حقيقة في الهواء على شكل ثلاثي أبعاد

ج- في مجال الهندسة :على الصعيد الهندسي أصبح بالإمكان تحويل الرسوم والمخططات الهندسية للمباني الى مجسمات

مدارس بريطانيا، واتجهت لها كذلك مدارس أمريكا واليابان وسنغافورة، ونأمل أن تتوجه مدارسنا وجامعاتنا الفلسطينية لاستخدام هذه التقنية (عبد المنعم ،٢٠١٤، ٣).

سادساً: تطبيقات الهولوجرام في المجالات المختلفة :

تتعدد تطبيقات الهولوجرام في مختلف المجالات كالتالي (الزهيري،٤٤،٢٠١٤-٤٦) :

أ-في مجال الاعلام :في عام ٢٠٠٨ م قامت قناة (CNN) الامريكية بنوع خاص من المقابلات التلفزيونية. وذلك من خلال اعادة تكوين جسم مراسلة القناة (Jessica Yellin) الموجودة اصلا في ولاية شيكاغو، وعرضه ضوئيا في استوديو القناة الموجود في ولاية نيويورك، علما ان المقابلة تمت بصيغة تفاعلية بالصوت والصورة وبشكل فوري. ويعد هذا الحدث الإعلامي الأهم في مجال تكنولوجيا (Hologram) على المستوى الاعلامي، وأن نجاح القناة في تطبيق تكنولوجيا (Hologram) بالصيغة التفاعلية، فتح المجال امام مختلف القنوات التلفزيونية الى الإفادة من هذه التكنولوجيا، خاصة بعد الاقبال الجماهيري عليها. اذ تطلب الامر من كثير من القنوات التلفزيونية الى تطوير الأجهزة والمعدات الخاصة بها لغرض الظهور بتقنية High Definition (HD) وهي إحدى أهم متطلبات تكنولوجيا الصور المجسمة. و مازال التنافس قائما بين القنوات التلفزيونية الشهيرة للإفادة من هذه التكنولوجيا في مجال الاعلام، وتقف قناة روسيا اليوم التي تبث برامجها باللغة العربية في مقدمة القنوات التلفزيونية التي مجال تطبيقات Hologram في برامجها، خاصة بالاستديو التفاعلي الخاص بها الذي يهدف الى دمج الصورة الواقعية بالصور المجسمة ثلاثية الأبعاد . بعد ذلك شاع تكرار تجارب الظهور بتكنولوجيا Hologram من قبل الرؤساء لدواعي انتخابية احيانا وامنية في معظم الاحيان الاخرى. على مستوى الاعلام العربي بدأ تطبيق هذه التكنولوجيا عام ٢٠١٢ في(قناة الحياة الثانية) في تغطية خاصة للانتخابات المصرية. فضلا عن تطبيقها في بعض البرامج الحوارية التي كانت تعرض على القناة نفسها.

ب- في مجال الطب :كان لها تطبيق مهم من خلال إعادة تمثيل أعضاء الجسم البشري بصيغة ثلاثية الأبعاد ، وبالاعتماد على تكنولوجيا Hologram من اجل الإفادة منها في مجال تنفيذ العمليات الجراحية والتشريح في مراحل التدريب والاختبار. اذ أصبح بإمكان الطبيب اجراء العملية الجراحية في مرحلة تجريبية قبل تنفيذها فعليا، وبصورة افتراضية تحاكي الواقع تماما.

دراستهم للمواد الدراسية، حيث يمكنهم من معايشة المعلومات ، ويقدم لهم خبرات حسيه حيه مما يساعد على ثلاثية الأبعاد يمكن مشاهدتها والتعديل عليها مباشرة من خلال تطبيقات حاسوبية، وهي بديل عملي للنماذج الهندسية التي كانت شائعة.

وهذا الحال ينطبق على تصميم السيارات والطيارات ومختلف التصاميم الهندسية الاخرى. بالتالي سوف يكون بمقدور المهندسين مشاهدة ناتج تصاميمهم الهندسية أولاً بأول، دون انتظار بناء النماذج التقليدية.

د - في مجال الاتصالات: إن تطبيقات هذه التكنولوجيا وصلت إلى مراحل نهائية، إذ يتوقع أن تدعم الهواتف الذكية الجديدة تقنية الاتصال الهولوجرامي الذي يُمكّن المتصلين من مشاهدة البعض بصورة ثلاثية الأبعاد . إذ تتنافس كل شركة (Apple) و (Amazon) لإنتاج الجديد من الهواتف الذكية التي تعمل بهذه التكنولوجيا.

هـ - في مجال الفضاء: إن دراسة الكواكب وتمثيل المجرات لها تطبيقاتها أيضا ، إذ لم يعد السفر بين المجرات او محاكات بيئة المريخ جزء من الخيال العلمي بل أصبح أقرب الى الحقيقية.

سابعاً: تطبيقات الهولوجرام في التعليم :

إن تقنية الهولوجرام كأداة تعلم يمكن تطبيقها في الكثير من المجالات منها الالعاب التعليمية وحتى المحاضرات الجامعية ، كما يمكن استخدامها كوسيلة تعليمية سواء في التفاعل مع المادة العلمية أو تسجيل المحاضرات بأبعاد ثلاثية مما يوفر تكلفة استدعاء احد المحاضرين العالميين للتدريس في جامعة معينة ، حيث يقوم المحاضر بإلقاء محاضرة في عدة جامعات فى آنٍ واحد ، فالواقع المختلط يسمح بتواجد العالمين الافتراضي والحقيقي، ومع الصور المجسمة يمكنك أن تشعر بالعلم في متناول يدك"، لذا تمثل تقنية الهولوجرام أداة لنقل المعلومات وتمكين العمل التعاوني، مما يجعل عملية التعلم أكثر وضوحًا وتفاعلية وأكثر إثارة للاهتمام ، أكثر فعالية (برهوم ، ٢٠١٥، ١٠)

وتري القحطاني و المعيذر (٢٠١٦، ٣٠٣) أن تقنية الهولوجرام لها أهميتها التي تساعد على استخدامها في العملية التعليمية التي تتمثل في زيادة التفاعل المشترك بين المعلم والمتعلم ، والتغلب على صعوبات دراسة بعض الموضوعات ، واكتساب المعلم مهارات تدريسية جديدة، وتطوير أساليب التعليم عن بعد، وتقديم مهارات للتفكير بمختلف أنواعه، وتقديم خبرات واقعية، تسهل الالتقاء بالعلماء بصورة واقعية من مختلف دول العالم، وزيادة الدافعية للتعلم .

وتشير ذكى (٢٠١٧، ٧٤) إلى أن الهولوجرام يحاكي الواقع الحقيقي ، الأمر الذي دفع التربويين نحو الاستفادة منه في تدريس العديد من المواد الدراسية ، حيث أنه يقدم التعليم

استيعاب المواد، كما يجعل التعلم أبقي أثراً ، مما يتيح للمتعلم فرصة المشاركة الفعالة حيث أنه يمكنه من أن يشاهد ويسجل ويحلل ويصنف وينتج إطاراً معرفياً جديداً.
وتؤكد دراسة سالم و فرهود (٢٠١٨) التي استهدفت التعرف على توقيت تقديم التوجيه (قبل - أثناء - بعد) في تقنية الهولوجرام وأثره علي تنمية بعض المفاهيم الاجتماعية وبقاء التعلم لدي أطفال الروضة على فاعلية تقنية الهولوجرام في تنمية المفاهيم وبقاء أثر التعلم حيث تعرض التقنية للأطفال الصور ثلاثية الابعاد مما يجعلها قريبه من الواقع الذي يعيش فيه .
يمكن تطبيق الهولوجرام كأداة للتعلم في الكثير من المجالات، ابتداءً من الألعاب في المنزل، وحتى المحاضرات الجامعية. كما يمكن أن يستخدم كوسيلة تعليمية، سواء في التفاعل مع المادة العلمية، أو تسجيل المحاضرات بأبعاد ثلاثية، مما يوفر تكلفة استدعاء أحد المحاضرين العالميين للتدريس في جامعة معينة، بل ويمكن أن يقوم هذا المحاضر بإلقاء محاضرة في عدة جامعات في آنٍ واحد.
وقد بدأ مقدمو التقنية التعليمية فى عام ٢٠١٢ يتطلعون إلى استخدام التقنية المعتمدة على استخدام الهولوجرام كأداة للتعلم عن بعد. مما يجعل من الممكن للخبراء تقديم محاكاة للشخص بذاته in-person وربط الفصول الدراسية عن بعد، وتسهيل محاضرات متعددة الفصول الدراسية، ومن الممكن حضور الأحداث التاريخية. من خلال تقنية شاشات العرض الثلاثية الأبعاد أو المجسمة، والتي تعرف بعروض D3 ثلاثية الأبعاد أو عروض رباعية الأبعاد D4.

شكل (٢)خطوات تنفيذ تقنية الهولوجرام

ان تطبيقات تكنولوجيا Hologram مجال التعليم ، إذ أصبح مفهوم الفصول الافتراضية أكثر واقعية، فالتعليم عن بعد سوف يكون أكثر مصداقية خلال الأعوام القادمة. إذ أصبح بالإمكان ان يكون الاستاذ حاضراً بصفته الهولوجرامية في اي فصل دراسي بغض النظر عن المكان والزمان، حيث تسمح تقنية الهولوجرام غرفة الدراسة فيظهر الطالب كأنه موجود في الغرفة بصورة شيقة وجذابه تجعل المتعلم يشعر بالمتعة الحقيقة في بتحسين عمليتي التعليم والتعلم من خلال جلب اشخاص من الماضي ليتحدثوا عن أنفسهم ، على سبيل المثال يمكن للموناليزا أن تجيب على أسئلة التلاميذ أو يقوم أحد الخبراء بالتحدث عن مادة تخصصه بكل دقه مع طلابه.
وتحدد (عبد المنعم ،٢٠١٤، ٣).تطبيقات تقنية الهولوجرام في الرياضيات كالتالي:
- المعلم الهولوجرامي: يستطيع المتعلمين التواصل مع المعلم الهولوجرامي الذي قد يبعد عنهم عدة كيلومترات، تسمى هذه التقنية بتقنية التواجد عن بعد، حيث تجاوزت هذه التقنية الفيديو التفاعلي بمراحل، فيظهر مجسم المعلم الهولوجرامي كأنه في غرفة الصف بشكل حقيقي، ويستطيع الطلبة رؤيته والتفاعل معه، أيضا يستطيع معلم واحد إلقاء محاضرات في العديد من القاعات الدراسية من أي مكان في نفس الوقت، حيث تقوم هذه التقنية بإسقاط صورة المعلم الحقيقي بجميع أبعاده في الزمن الحقيقي ليتفاعل مع الطلاب مع توفر مرونة المعلم الحقيقي. تحل تقنية الهولوجرام مشكلة العديد من المؤسسات التعليمية التي تتعدد أفرعها في أماكن مختلفة مثل جامعة الأقصى حيث يواجه المحاضر الجامعي والطلبة مشكلة الوصول والتنقل بين أفرع الجامعة، حيث بإمكان المحاضر من أي فرع في الجامعة إعطاء محاضرة للعديد من أفرع الجامعة دون الحاجة لعناء التنقل بين أفرع الجامعة، أيضا يمكن استخدام تقنية المعلم الهولوجرامي في مجال تعليم المواد الدراسية النادرة التي لا يوجد عليها إقبال كبير والتي يصعب على بعض المؤسسات التعليمية تأمين تكاليف تعليمها، وتوفير متخصصين في المجال، فمن خلال تقنية المعلم الهولوجرامي سيكون باستطاعة معلم واحد تعليم عدة صفوف تتفرق في أماكن مختلفة وفي نفس الوقت.
- الاتصال عن بعد في القاعات الدراسية: من خلال تقنية الهولوجرام يتم ربط غرف دراسية كاملة ببعضها البعض، فمثلا يمكن ربط قاعة دراسية في جامعة الاقصى بفلسطين بقاعة دراسية أخري في دولة البحرين حتى يتمكنوا من الانخراط في محادثات حقيقة وتبادل الثقافات ويمكن أن تستخدم في تسهيل حضور اللقاءات و المؤتمرات العلمية دون الحاجة إلى عناء السفر .
- الحضور عن بعد: إن الطلاب يواجهون صعوبات للوصول إلى مكان تعلمهم لأسباب اقتصادية أو سياسية وغيرها من الأسباب ويصمم العديد من المعلمين والمحاضرين على ضرورة حضور الطالب لغرفة الصف ،وتأتي تقنية الهولوجرام لتحل هذه المشكلة، حيث من خلال هذه التقنية يتمكن الطلاب المشاركة في المحاضرات والتفاعل مع المعلم

الدراسية بشكل حقيقي يناقش ويجيب مع المعلم وزملائه .
-استحضار الخيال : يوجد العديد من الموضوعات والمواقف والظواهر يصعب ا استحضارها واقعيا لغرفة الصف مثل الشخصيات المشهورة أو التاريخية أو بعض الحيوانات المفترسة أو المنقرضة، أو بعض الظواهر الطبيعية مثل الكسوف والخسوف والزلازل والبراكين، توفر تقنية الهولوجرام إمكانية استحضار ها بشكل مجسم ثلاثي الأبعاد فمثلا من خلال الهولوجرام يمكن استحضار شخصيات تاريخية مشهورة يتحدثون عن أنفسهم مثل استحضار شخصية صلاح الدين الأيوبي داخل غرفة الصف، يحاوره الطلبة ويتحدث مع الطلبة عن بطولاته، بشكل يشبه الى حد كبير الواقع، وهي اكبر مورد قطاع التعليم في Edex الحقيقي، تم استخدام تقنية الهولوجرام من قبل شركة الولايات المتحدة، حيث قامت باستحضار بعض الشخصيات والظواهر. وتم تطبيق هذه التقنية حيث قاموا باستحضار ٦٥ شخصية تاريخية من العصر القديم Couli أيضا من قبل مشروع من ضمنهم أفلاطون والموناليزا وقام الطلبة بطرح أسئلة عليهم وقامت هذه الشخصيات الهولوجرامية بالتفاعل مع الطلبة والإجابة عن التساؤلات كما استحضروا شخصية مايكل انجلو (Michelangelo) لشرح تقنية تنقية الهواء.
- سد النقص في الوسائل التعليمية: تعاني العديد من المؤسسات التعليمية سواء مدارس او جامعات من نقص الوسائل التعليمية، وصعوبة نقل بعض الوسائل من مكان لآخر، فمثلا يمكن ان تتوفر سبورة تفاعلية واحدة في المركز الرئيسي للمؤسسة ومن الصعب نقلها من مكان لآخر، لكن من خلال هذه التقنية يمكن توظيفها واستخدامها وهي موجودة في مكانها دون الحاجة إلى نقل السبورة التفاعلية، أي أن هذه التقنية تسمح لإسقاط الإمكانيات والوسائل التعليمية في أكثر من مكان في نفس الوقت.
وتري الباحثة أن فوائد تقنية الهولوجرام فى التعليم والتعلم تظهر من خلال تصوير الواقع الحقيقي بصورته المجسمة، وتستخدم لتعليم المحتوى الدراسي النادر والصعب تصميمه بالوسائل التعليمية أو ارتفاع تكاليفه، و تتخطى حواجز المسافة والوقت ، وتساهم فى احضار الخيال أو تقريب الواقع، تساعد في زيادة دافعية التعلم، تستخدم في المؤتمرات واللقاءات العلمية والتعليمية، توفر عنصر الامان في العملية التعليمية، تعزز الحس المكاني وأبعاد الفراغ ، وتعمل على تبادل العلوم والثقافات المختلفة مما يسهم في إثراء المحتوى التعليمي.

ثامناً : تطبيقات الهولوجرام في تعليم الرياضيات وتعلمها :

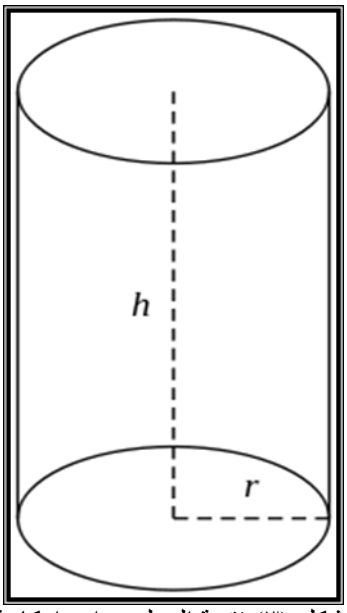
وهم في منازلهم، من خلال نقل او اسقاط ضوء الطالب داخل
يمكن تطبيق تقنية الهولوجرام Hologram في تعليم الرياضيات وتعلمها على النحو التالي:(محمد، ٢٠١٩، ١٢-١٥)
-تعتمد تقنية الهولوجرام على عرض الاشكال بشكل ثلاثي الابعاد ،وهذا يفيد مادة الهندسة وحساب المثلثات في عرض الاشكال الخاصة بالمثلث متساوي الساقين والمثلث متساوي الاضلاع والمثلث قائم الزاوية ، كما يفيد في تعليم الاشكال الهندسية المربع ، والدائرة ، والمنحرف ، وشبه المنحرف، والأسطوانة والهرم بشكل ثلاثي الابعاد مما يفيد فى تنمية التفكير البصري في الرياضيات من ناحية ، وتنمية المفاهيم الرياضية من ناحية أخري.
-تعتمد تقنية الهوجرام على العرض التصويري الثلاثي الابعاد المصاحب بالصوت والحركة ، وهذا يساعد على حل المسائل الرياضية المرتبطة بالفيزياء ، والكيمياء ، وغير ذلك .
-تمثيل مواقف حياتية لاستخدام الرياضيات فى حياتنا ولاسيما عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة وذلك اعتماداً على الاشكال الثلاثية الابعاد للأشياء.
١- كتاب الرياضيات بصيغة (Hologram) : هناك تطبيقات حقيقية في مجال الكتب بصيغة الصورة الضوئية المجسمة (Hologram Books) في عام ٢٠١١م قدمت شركة (Media screen) منظومة متكاملة لعرض الكتب الرقمية في صيغة الكتب الضوئية المجسمة مع قابلية التصفح. اطلقت عليها اسم(Monkey book) وبدأ الاستخدام التجريبي لها في الاسواق والمطارات والمتاحف و بحدود ضيقة في بعض المكتبات، لعرض الكتب التراثية. فكرة (Monkey book) ، وتعتمد اساسا على تكنولوجيا (Hologram)، إذ يمكن من خلال العارضة اعادة تمثيل الكتب المخزنة رقمياً في المشغل الموجود اسفل العارضة، ويتم البث الضوئي على اسطح زجاجية تفاعلية تعمل بخاصية اللمس و تكنولوجيا(Retina Display) ،
ب- معلم الرياضيات بصيغة (Hologram) : أن معظم المطارات والاسواق التجارية الكبيرة في الدول المتقدمة توظف تكنولوجيا (Hologram) في مجال الاعلانات عن الرحلات والمعلومات الارشادية . وبكل تأكيد يمكن الإفادة من هذا التطبيق في مجال العمل التعليم من خلال تجسيم صورة ثلاثية الابعاد لمعل الرياضيات أثناء شرح دروس الرياضيات ولا سيما فى الهندسة الفراغية المعلم المتفاعل بصيغة (Hologram) قابلة للتطبيق خلال المستقبل القريب. لكن ما نطمح اليه فعلا هو صيغة اكثر تقدما وهي (Interactive Hologram Librarian) ، و يتيح امكانية

تاسعاً : تطبيقات الهولوجرام في تعليم الهندسة الفراغية :

في الرياضيات، الهندسة الفراغية (الهندسة الإقليدية) مطبقة في فضاء إقليدي ثلاثي الأبعاد مشابه للفضاء الذي نعيش فيه، حيث تهتم الهندسة الفراغية بدراسة الأشكال الهندسية ثلاثية الأبعاد مثل المكعب، الموشور، المخروط، الهرم، الاسطوانة، الكرة، تقاطع المستويات والمستقيمات. وهناك العديد من البرامج المهمة التي تستخدم في شرح الهندسة الفراغية منها برنامج السبورة الذكية، وتهتم الهندسة الفراغية بدراسة أحجام ومساحات أسطح هذه الأجسام وعلاقة بعضها ببعض وفق قوانين ونظريات مبرهنة ثابت، ويمكن تطبيق تقنية الهولوجرام من خلال تصوير الواقع الحقيقي بصورة المجسمة للأشكال الهندسية ، حيث تعزز تقنية الهولوجرام الحس المكاني وأبعاد الفراغ، وتعمل على إثراء المحتوى التعليمي لمادة الهندسة الفراغية كما يلي :

١ـ أسطوانة:

أن حجم الأسطوانة يساوي جداء مساحة القاعدة في الارتفاع، و تكون الأسطوانة دورانية إذا كانت قاعدتها دائرة ومولداتها عمودية على مستوي هذه الدائرة. وتتولد الأسطوانة الدورانية من دوران مستطيل حول أحد أضلاعه. وإذا قص سطح هذه الأسطوانة وفرد يصبح مستطيلاً طوله هو محيط دائرة القاعدة وارتفاعه هو مولد السطح الأسطواني، فالسطح الجانبي لأسطوانة دورانية يساوي محيط القاعدة في المولد.

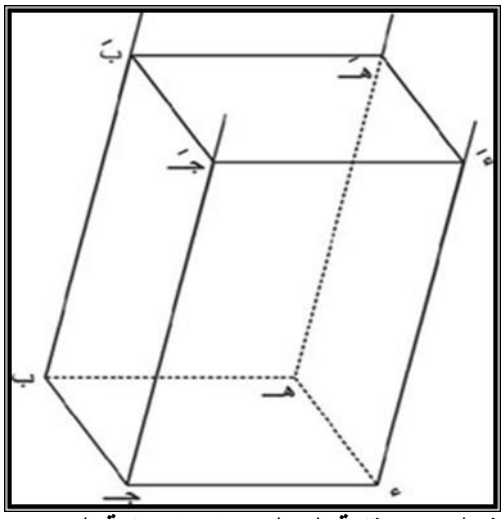


شكل (٣) تقنية الهولوجرام وامكانية التصوير المجسم للأسطوانة

التواصل من خلال نوع من التحاور معه للوصول الى المعلومات المطلوبة.

٢ـ السطح المنشوري (الموشوري):

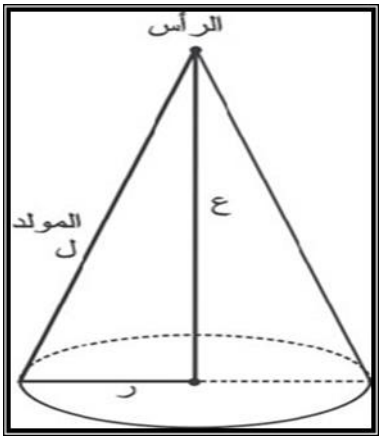
هو السطح المتولد من حركة مستقيم موازٍ لنفسه ويستند إلى مضلع غير واقع في مستويه، ونحصل على منشور بقطع السطح المنشوري بمستويين متوازيين، والاقتصار على الحيز الذي يحده السطح المنشوري والمستويان المتوازيان اللذان قطعاه. فهذا المجسم مكون من قاعدتين متوازيتين عليا وسفلى هما مضلعان طبوقان، وأوجهه الجانبية هي متوازيات أضلاع. وأبسط شكل للمنشور هو المكعب، قاعدتاه مربعان وأوجهه الجانبية هي أيضاً مربعات، وكلها طبوقة، فإذا كان ل هو طول ضلع كل من هذه المربعات تكون مساحة سطحه الخارجي كله ٦ل٢، أما حجمه فيساوي ل٣.



شكل (٤) تقنية الهولوجرام وامكانية التصوير المجسم للمنشور

٣ـالمخروط:

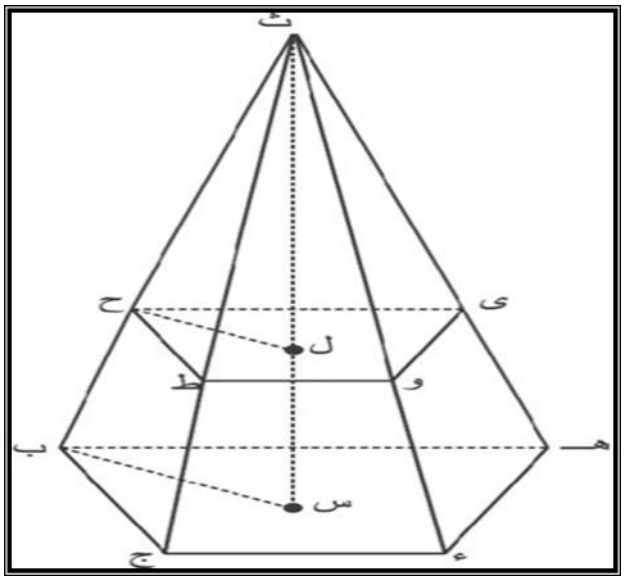
هرم تحولت قاعدته إلى منحنٍ مغلق، فحجم المخروط يساوي ثلث مساحة القاعدة في الارتفاع، دوران مثلث قائم حول إحدى ضلعيه القائمتين، فيتولد سطحه من دوران الوتر. مساحة السطح الجانبي للمخروط الدوراني تساوي نصف محيط القاعدة في طول المولد.



شكل (٥) تقنية الهولوجرام وامكانية التصوير المجسم للأسطوانة

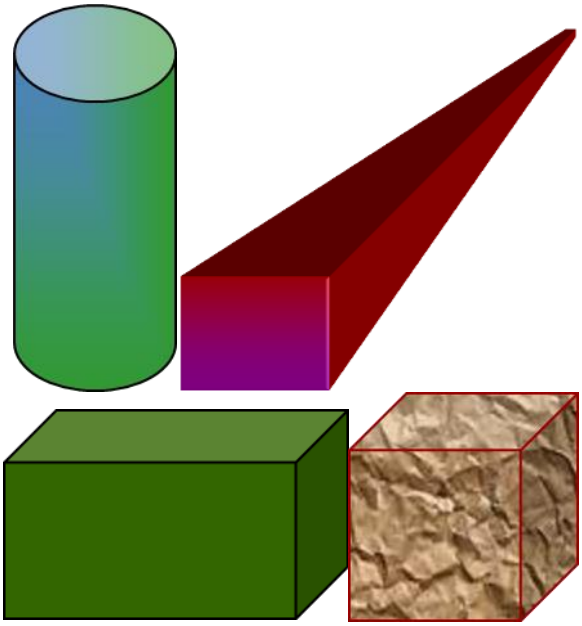
٤- الهرم

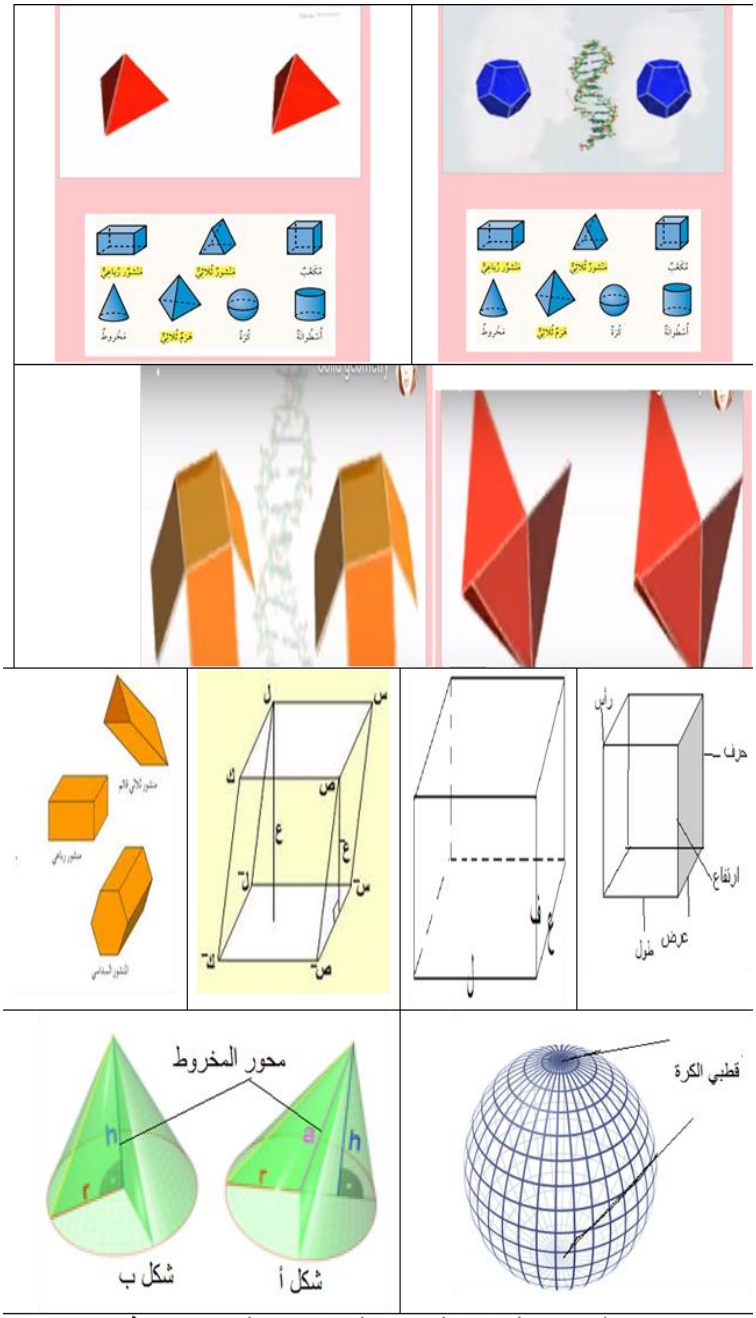
هو أبسط الأهرامات، وقاعدته مثلث. و الهرم الثلاثي، حيث حجم الهرم الثلاثي يساوي ثلث مساحة القاعدة في الارتفاع. لأن كل منشور ثلاثي يمكن تقسيمه إلى ثلاثة أهرامات ثلاثية متكافئة، ولما كان بالإمكان تجزئة أي هرم إلى أهرام ثلاثية، كان حجم أي هرم يساوي أيضاً ثلث مساحة القاعدة في الارتفاع. يتكون من قاعدة مضلعة الشكل. وأوجهه الجانبية مثلثات لها رأس مشترك هو رأس الهرم.



شكل (٦) تقنية الهولوجرام وامكانية التصوير المجسم للهرم الثلاثي

أشكال أخرى للمجسمات :





ماذج الهندسة الفراغية وامكانية توظيف تقنية الهولوجرام فى تعليمها

شكل (٧) نماذج من استخدام تقنية الهولوجرام في تدريس الهندسة الفراغية

تاسعاً: المراجع :

اولاً :المراجع العربية

-برهوم، خالد (٢٠١٦):الهولوغرام، الرياض: المركز الوطني للمتميزين، ص ص ١-١٢.

-حسن، مروة حسن حامد (٢٠١٢) : فاعلية بيئة افتراضية ثلاثية الابعاد على زيادة دافعية الانجاز لدى الطلاب واتجاهاتهم نحو البيئة الافتراضية ، رسالة دكتوراه، كلية التربية النوعية، جامعة عين شمس.

-خميس، محمد عطية (٢٠١٥): تكنولوجيا الواقع الافتراضي وتكنولوجيا الواقع المعزز وتكنولوجيا الواقع المخلوط ، مجلة تكنولوجيا التعليم ، المجلد (٢٥)، العدد (٢)، مصر، القاهرة : الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، ص ص ١-٣.

-الزهيري، طلال ناظم(٢٠١٤): تطبيقات تكنولوجيا Hologram)) وأوجه استثماراتها في مجال عمل المكتبات ، مجلة المكتبات والمعلومات والتوثيق ففي العالم العربي، العدد (١)، مصر، جامعة الدول العربية، إدارة المعلومات والتوثيق والترجمة، ص ص ٣٦-٥٩.

-ذكى، حنان مصطفى احمد (٢٠١٧): استراتيجيات مقترحة في تدريس العوم معززة بتكنولوجيا الهولوجرام وأثرها على الاستيعاب المفاهيمي وتنمية التفكير المنطقي والتنور الجيولوجي لدى طلاب الصف الأول الإعدادي، المجلة المصرية للتربية العلمية، المجلد (٢٠)، العدد (١٢)، ديسمبر، القاهرة: الجمعية المصرية للتربية العلمية، ص ٣٣-٩٧.

-سالم، نهلة المتولي ابراهيم و فرهود، منى عبد المنعم (٢٠١٨) : توقيت تقديم التوجيه (قبل - أثناء - بعد) في تقنية الهولوجرام وأثره علي تنمية بعض المفاهمة الاجتماعية وبقاء التعلم لدي أطفال الروضة، مجلة تكنولوجيا التعليم دراسات وبحوث، العدد (٣٦)، يوليو، مصر، القاهرة: الجمعية المصرية لتكنولوجيا التربية، ص ص ٤١٥-٤٦٥.

-عبد المنعم ، رانية عبد الله محمد (٢٠١٤): تطبيقات تقنية الهولوجرام في التعليم، ورقة عمل مقدمة لليوم الدراسي الخميس الموافق ٢٠١٤/٥/١٥م المهنون ب" المستحدثات التكنولوجية في عصر المعلوماتية، كلية التربية، جامعة الأقصى، غزة، فلسطين.

-القحطاني ،أمل سفر و المعيذر، ريم عبد الله (٢٠١٦): مدى وعى أعضاء هيئة التدريس بجامعة الاميرة نوره بتقنية التصوير التجسيمي (الهولوجرام) في التعليم عن بعد، مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس ، العدد (٧١) ، مارس ، القاهرة :رابطة التربويين العرب ، ص ص ٢٩٩- ٣٣٣.

-محمد، آيات أنور عبد المبدئ (٢٠١٩):
التفاعل بين نمط عرض المحتوى والاسلوب المعرفي في بيئة تعلم قائمة على تقنية الهولوجرام وأثره فى تنمية مهارات حل

ثانياً: المراجع الاجنبية

Lobo, L.M., Korulkar, S.(2016):" A Survey for an Interactive E-learning Environment Using Hologram Technology" In International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 4, Issue 9, September, PP.16661-16665.

Lakhani,k., K., Kothari, k., Patil, A.,(2015): - Implementation of Haptology using Haptography and Hologram technology, International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol (٦)، No. (5) , PP. 4692-4695.

Chaudhari A., Lakhani K., Deulkar K.,(2015): "Transforming the World using Holograms", International Journal of Computer Applications, Vol. (130), No. (1), PP.321-329.

Kumar D., Kaushik D.,(2014):"A Review Paper on Holographic Projection", International Journal of Innovative Research in Technology, (Vol.(1), No.(6.

Gohane T. S., Longadge N. R.,(2014):"3D Holograph Projection – Future of Visual Communication", International Journal of Computer Science and Network، Vol.(3), No.(1), pp. 121-128.

Roslan, R.,K. &Ahmad ,A.(2017): 3D Spatial Visualisation Skills Training Application for School Students Using Hologram Pyramid, International Journal on Informatics visualization , Vol.(1), No.(4), PP. 170-174.

Alhayki, Z. & Shah,Z.(2016): Use of Tangible Holograms in Education & Communication, International Journal of Research and Analytical Reviews, Vol.(3), No. (2), April , PP. 24-27.

Orcos, L. & Magreñán, A. (2018): The hologram as a teaching medium for the acquisition of STEM contents, International Journal Learning Technology, Vol. (13), No.(2),PP. 163- 177.

Lee, H. (2013) '3D holographic technology and its educational potential', Teach Trends, Vol.