تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) وأثرها على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية

إعداد

أ.م.د/ حسناء عبد العاطى إسماعيل الطباخ
أستاذ مساعد تكنولوجيا التعليم
كلية التربية النوعية – جامعة طنطا

المجلد (٧٧) العدد الأول الجزء الأول يناير ٢٠٢٠م

ملخص البحث

هدف البحث إلى تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية، وذلك من خلال قياس أثر تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)، وتم تطبيق التجربة الأساسية على عينة تكونت من (٦٠) طالب فى الصف الثانى بالمرحلة الثانوية بمدرسة كشك بزفتى فى محافظة الغربية فى الفصل الدراسى الأول للعام ٢٠١٩/٢٠٢٠م، وتم تقسيم الطلاب عشوائيا إلى مجموعتين وضمت كل مجموعة تجريبية(٣٠) طالب، وتظهر بالترتيب: المجموعة التجريبية الأولى(بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر)، والمجموعة التجريبية الثانية(بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد)، وبعد تنفيذ التجربة تم حساب درجات الطلاب ومعالجة النتائج الإحصائية، وكشفت النتائج عن عدم وجود فرق دال إحصائيا بين المجموعتين التجريبيتين فى التطبيق البعدى للإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء، بينما تفوقت المجموعة التجريبية الأولى فى التطبيق البعدى لمقياس التصور البصرى المكانى على المجموعة التجريبية الثانية، بالإضافة إلى وجود علاقة ارتباطية موجبة بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين فى كل أدوات البحث، كما أكدت النتائج على تحقيق تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية نسبة كسب فى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين فى كل أدوات البحث، وحققت المجموعة التجريبية الأولى أعلى معدل كسب.

الكلمات المفتاحية: الهولوجرام، كائنات التعلم الرقمية، توقيت عرض حر، توقيت عرض مقيد، مقرر الأحياء، التصور البصرى المكانى.

Abstract

The research aimed to develop cognitive achievement of biology course and spatial visual perception skills for secondary stage students, through measuring effect of designing learning environment for hologram based on timing of display digital learning objects (open/limited), the application of the basic experiment did on (60) students in the second grade of the secondary stage at the Kiosk School in Zefta on Gharbia Governorate in the first semester of the year 2019/2020m, and the students were randomly divided on two groups and each experimental group included (30) students, which appear in order: the first experimental group (learning environment for hologram based on open timing of display digital learning objects) and the second experimental group ((learning environment for hologram based on limited timing of display digital learning objects), after the implementation of the experiment the students' grades were calculated and the statistical results were processed, the results revealed that there was no statistically significant difference between the two experimental groups in the post-application of the biology course cognitive achievement test, while the first experimental group in the post-application of spatial visual perception scale outperformed the second experimental group, in addition to a positive correlation between the degrees of students of the two experimental groups in all research tools, also the results confirmed achieving design learning environment for hologram based on timing of display digital learning objects for the two experimental groups a gain ratio in the grades of all research tools, and the first experimental group achieved the highest gain rate.

Keywords: Hologram**,** Digital Learning Objects, Open Display Timing, Limited Display Timing, Biology Course, Spatial Visual Perception.

مقدمة:

يتسم العصر الحالى بالتطور والتغير المستمر؛ مما أدى إلى ظهور كثير من التقنيات التكنولوجية التى يمكن إستخدامها وتوظيفها فى العملية التعليمية لمساعدة المتعلمين على بناء المعرفة والمعلومات من خلال تبسيطها لإستيعابها والعمل على تفاعلهم معها، بالإضافة إلى زيادة مستوى دافعية المتعلمين نحو بيئة التعلم من خلال جعلها ممتعة وشيقة لتجذب إهتماماتهم وتحقق إحتياجاتهم التعليمية، وتعمل على التغلب على الصعوبات والعقبات التى تواجههم لسد ثغراتهم العلمية، ومن أهمها تقنية الهولوجرام.

وفى ذلك السياق ظهرت تقنية الهولوجرام التى يمكن توظيفها واستخدامها فى بيئات التعلم، حيث أكد سيريزو وزملاؤه [١](Cerezo et al., (2019, 15 على أنها " تقنية تعتمد على إستخدام الموجات الضوئية لتكوين التجسيم ثلاثى الأبعاد للأجسام المختلفة بكفاءة عالية لتبدو وكأنها معلقة فى الفضاء"، وكذلك أوضح هى وزملاؤه He et al., (2020, 125) أنها " تقنية تتيح إعادة تكوين الصورة التجسيمية بأبعادها وعمقها لنقل صورة كاملة عنها كمجسم ثلاثى الأبعاد يبدو وكأنه يطفو فى الهواء وإنتاج عرض تعليمى يشبه نقل الأجسام إلى الواقع الحقيقى أمام أعين المتعلمين".

وكذلك اتفق هايسلر وزملاؤه (Haussler et al.,(2017, 47، وكيم وزملاؤه Kim et al., (2019, 219) على أن تقنية الهولوجرام تتميز بمجموعة من الخصائص من أهمها تجسيم الصور والرسومات فى شكل ثلاثى الأبعاد، وتوفير بيئة تعليمية ذات جودة عالية، تتسم بالشمولية والتى يمكن من خلالها للمتعلم رؤية الأجسام من جميع الإتجاهات، وكذلك أكد بريسكهيمر وزملاؤه Bruckheimer et al., (2016, 847)، كاججيانسى وزملاؤه Caggianese et al., (2020, 152) على أهمية توظيف تقنية الهولوجرام فى العملية التعليمية حيث أنها تعمل على تلبية احتياجات المتعلمين التعليمية من خلال تبسيط المادة التعليمية فى شكل عرض شيق

---

[١] اتبعت الباحثة نظام توثيق جمعية علم النفس الأمريكية "APA" American Psychology Association Style، الإصدار السادس (APA Ver 6.0) The 6th Edition، حيث تم كتابة (إسم العائلة، سنة النشر، أرقام الصفحات) فى الدراسات الأجنبية، بينما فى الدراسات العربية يتم كتابة (إسم المؤلف، اللقب، سنة النشر، أرقام الصفحات) فى المتن، على أن يكتب توثيق المرجع وبياناته كاملة فى قائمة المراجع.

وممتع يثير إهتمامهم ويعمل على تغلبهم على الصعوبات التى تواجههم وسد ثغراتهم المعرفية وصولا إلى مستوى الإتقان.

كما أشار أورلوف وزملاؤه (Orlov et al., (2019, 216، ونوجهانى وزملاؤه (Noghani et al., (2020, 135 إلى ظهور مجموعات من النظريات التى تدعم توظيف تقنية الهولوجرام فى العملية التعليمية، ومنها نظرية الجشطالت (Gestalt) Theory والتى أشارت إلى ضرورة الإدراك الكلى للصور والأشكال من جميع جوانبها وأبعادها وعمقها بدلا من الإعتماد على رؤية الشكل المجرد لها، وإلى أهمية ذلك فى التمييز والإدراك البصرى للصور؛ وكذلك نظرية المستويات المتعددة للإبصار (Multiple Levels of Vision Theory) والتى أشارت إلى أهمية تحليل رؤية الأجسام والصور من خلال عدة مستويات تبدأ من مستوى إدراك الصورة فى شكل مبسط إلى التعرف على تفاصيلها وصولا إلى تحليل الصورة والتعرف على أجزائها المختلفة فى حال تغيير إتجاهاتها؛ وبذلك تتضح أهمية تقنية الهولوجرام فى مساعدة المتعلم على التعرف على جميع أبعاد الصورة وحركتها وتفاصيلها الدقيقة.

وفى سياق ما سبق، اتضح للباحثة إعتماد تقنية الهولوجرام على تكوين الصور والأشكال المختلفة فى صورة مجسمة ثلاثية الأبعاد والتى يتم تصميمها من خلال كائنات التعلم الرقمية، ولذلك فمن الأهمية تصميم وتوظيف كائنات التعلم الرقمية لعرضها من خلال تقنية الهولوجرام، وفى ذلك الإطار أشار دافيد وزملاؤه David et al., (2019, 352) إلى أن كائنات التعلم الرقمية هى " المواد التعليمية التى تستخدم فى إعداد محتوى الدروس التعليمية وتتضمن الصور، الأشكال، الملفات الصوتية، ملفات الفيديو، المحاكاة التفاعلية لتحقيق الأهداف التعليمية المنشودة ويمكن إستخدامها فى مواقف تعليمية متنوعة".

كما أكد دارمادى وزملاؤه (Darmadi et al., (2018, 123، وتريجيللو وسيسيركيا (Trujillo & Sucerquia (2019, 15 على أهمية توظيف كائنات التعلم الرقمية داخل التقنيات التكنولوجية لما تتميز به من خصائص كونها تقدم فى شكل وسائط متعددة مجزأة صغيرة الحجم (١-١٥ دقيقة)، لتوفير بيئة تعلم تفاعلية قابلة للعمل على أنواع مختلفة من الأجهزة التقنية، وفى نفس الإطار أشار بريا وزملاؤه (Bria et al., (2016, 19، ولى وزملاؤه (Li et al., (2020, 135 إلى أهمية كائنات التعلم الرقمية فى تقسيم المحتوى التعليمى إلى أجزاء صغيرة، تعزيز

المعرفة والعمل على تحسين وتطوير عملية التعلم، وتوفير الوقت والجهد والتكلفة من حيث إتاحة إستخدامها مرة أخرى فى سياقات تعليمية مختلفة.

وكذلك اتفق بافانى(Pavani(2016, 175، وبيرتشينا وزملاؤه Pershina et al., (2019, 107) على ظهور نظريات تدعم توظيف كائنات التعلم الرقمية فى العروض التعليمية ومنها النظرية البنائية (Constructivism Theory) والتى أكدت من خلال منظورها على أهمية بناء المعرفة بطريقة ميسرة تؤدى إلى إستيعاب المفاهيم لدى المتعلمين من خلال كائنات التعلم الرقمية، وكذلك نظرية الحمل المعرفى (Cognitive Load Theory) التى أكدت على أن تبسيط المعلومات وتجزأتها من خلال كائنات التعلم الرقمية تعمل على تقليل الحمل المعرفى على ذاكرة المتعلمين واستيعابهم للمعلومات بشكل كبير.

وفى ذلك الإطار، ظهرت دراسات أوضحت أهمية وفعالية توظيف كائنات التعلم الرقمية فى بيئة تعلم للهولوجرام فى تنمية التحصيل المعرفى لدى المتعلمين، والتى تتبين فيما يلى:

دراسة أمل القحطانى، ريم المعذر(٢٠١٦) التى تم إجراؤها على (١٠٠) عضو هيئة تدريس من جميع كليات جامعة الأميرة نورة عبد الرحمن فى الرياض، فى الفصل الدراسى الثانى ٢٠١٥/٢٠١٦م والتى تم من خلالها تحليل مدى أهمية توظيف تقنية الهولوجرام فى بيئات التعلم التى يتم من خلالها عرض كائنات التعلم الرقمية (صور، فيديوهات) من وجهة نظر أعضاء هيئة التدريس من مختلف الفئات ومختلف الخبرات، وأظهرت النتائج إتجاه أعضاء هيئة التدريس بنسبة أكبر من٨٥% نحو توظيف وتطبيق هذه التقنية فى العملية التعليمية.

وكذلك دراسة نهلة سالم، منى فرهود(٢٠١٨) التى تم إجراؤها على عينة عشوائية من (٧٥) طفلا وطفلة فى رياض الأطفال للمرحلة الأولى(KG1) فى بورسعيد والتى تم من خلالها توظيف كائنات التعلم الرقمية (الصور الثابتة، الصور المتحركة، الفيديوهات) مع إختلاف توقيت الدعم والتوجيه (قبل/ أثناء/ بعد) العرض التعليمى بإستخدام تقنية الهولوجرام، وأكدت النتائج على فاعلية تقنية الهولوجرام فى تنمية التحصيل المعرفى لدى الأطفال فى التطبيق البعدى للمجموعات التجريبية الثلاثة.

وعلى الجانب الآخر، يتضح أهمية توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) فى بيئة تعلم للهولوجرام حيث أشار زيلياجا وزملاؤه Zuluaga et al., (2018, 113) إلى أن توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية الحر هو " توقيت لعرض

المادة التعليمية فى فترة زمنية محددة يمكن تكرارها مرة أخرى وفقا للإحتياجات الشخصية للمتعلمين"، بينما أوضح ماب وزملاؤه (Maab et al., (2019, 115 أن توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية المقيد يقصد به أنه " نمط تقديم العرض التعليمى فى تسلسل محدد فى مدة زمنية لتحقيق الأهداف التعليمية المطلوبة ولايمكن إعادته مرة أخرى ".

وفى ذلك الإطار، اتفق جوزيفوييز وماتشادو Jozefowiez & Machado (2013, 12)، سويزا وزملاؤه (Souza et al., (2016, 21، جيو وزملاؤه Guo et al., (2017, 28)، وسوارت وزملاؤه (Swart et al., (2019, 112، على أهمية إختلاف توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) حيث أن كل منهما له وظيفته، فكلاهما له فترة زمنية محددة يمكن من خلال إستعراض المادة التعليمية فى تسلسل منطقى محدد يعمل على تحقيق الأهداف التعليمية المنشودة، ولكن توقيت العرض الحر يمكن من خلاله سد الثغرات التعليمية لدى المتعلمين مع مراعاة الفروق الفردية بينهم من خلال إتاحة عرضه أكثر من مرة سواء لمتعلم واحد أو مجموعة من المتعلمين ليتمكنوا من إستيعاب المحتوى التعليمى بشكل أعمق، بينما فى توقيت العرض المقيد لايمكن تكراره مرة أخرى ولذلك يتم جذب إنتباه المتعلمين بصورة أكبر للتعرف على المادة التعليمية ويرتبط ذلك بأسلوب تعلم كل متعلم على حدة ومدى إجتهاده فى التركيز على تفاصيل المحتوى التعليمى الذى تم تقديمه.

وفى ذلك السياق، اتضح أن توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) فى بيئة تعلم للهولوجرام يعمل على تقديم بيئة تعلم تفاعلية تبسط المادة العلمية وتجزأها من خلال عرض كائنات التعلم الرقمية التى تتضمن الرسومات والأشكال والصور الثابتة والمتحركة والفيديوهات فى شكل واضح مجسم ثلاثى الأبعاد وذو جودة عالية من خلال الزمن المحدد لعرض المحتوى التعليمى، حيث يمكن إعادة تكرار العرض التعليمى فى نمط التوقيت الحر بينما لايمكن تكراره فى نمط التوقيت المقيد؛ مما يؤدى إلى معالجة وحل المشكلات التعليمية التى تواجه المتعلمين عند دراسة مقررات تحتوى على كثير من المفاهيم والرسومات والأشكال المعقدة والتجارب ومنها مقرر الأحياء، مما يساعد المتعلمين على إستيعابها وفهمها وإدراكها وتنمية مهارات عليا لديهم (Altay et al., 2019, 365; Kesic, 2019, 254; Yang et al., 2019, 278).

كذلك فى ذلك الإطار، أشارت مجموعة من الدراسات منها: الطيب هارون(٢٠١٣)، حازم المعايطة (٢٠١٥)، رنا الطباع (٢٠١٧)، أحمد موسى (٢٠١٨)، سارة عباس (٢٠١٨)، منى إسماعيل(٢٠١٨)، مى آل جاسر(٢٠١٨)، هبة إمام (٢٠١٨) إلى أهمية تعلم مقررات العلوم والأحياء، حيث أنها من أهم العلوم الطبيعية التى تربط المتعلمين بالبيئة التى يعيشون فيها، وكذلك يمكن للمتعلمين من خلالها الإطلاع على الوظائف الحيوية للكائنات الحية والتعرف على الكائنات المجهرية وتركيبها، ودراسة طرق إنتقال الأمراض الوراثية.

وفى سياق ما سبق، تبين للباحثة أهمية توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) فى تقنية الهولوجرام من حيث تقديم بيئة تعلم تفاعلية ممتعة تعمل على تبسيط وتقسيم المحتوى التعليمى وتقديمه فى صورة مجسمة ثلاثية الأبعاد فى وقت زمنى محدد يمكن تكراره فى التوقيت الحر بينما لايمكن تكراره فى التوقيت المقيد؛ وكلا بيئتى التعلم تساعدان المتعلمين على مشاهدة تفاصيل المحتوى التعليمى ورؤية أبعاد الصور وأعماقها وتفاصيلها؛ مما يؤدى إلى تنمية مهارات التمييز والإدراك البصرى لديهم ومن أهمها مهارات التصور البصرى المكانى.

وفى ذلك الجانب، اتفق لاونن وزملاؤه (Lawonn et al., (2017, 39، سيتتى وزملاؤه (Sitti et al., (2018, 626، اموتو (Emoto (2019, 25، كورتى وزملاؤه (Corti et al., (2018, 129، ووبستير(Webster (2019,563 على أهمية عرض كائنات التعلم الرقمية من خلال بيئة تعلم للهولوجرام على تنمية مهارات التصور البصرى المكانى لدى المتعلمين، حيث أنها تعمل على توفير صورة تجسيمية لكائنات التعلم الرقمية الثابتة والمتحركة تظهر من خلال وسط صناعى شفاف يعرض فى غرفة مظلمة صغيرة، لتبدو وكأنها تطفو فى جزيئات الهواء، ويمكن للمتعلمين رؤيتها من خلال جميع الإتجاهات ورؤية عمق الصورة ودورنها؛ مما يساعدهم على تنمية مهارات إعادة تجميع الشكل، معرفة حجم كل جزء من أجزاء الصورة بالنسبة للأجزاء الأخرى وإعادة تجميعها مرة أخرى، التعرف على الصور والرسومات فى حالة تم دورنها أو عكسها، وكذلك التوصل إلى أوجه الشبه والإختلاف بين الشكل وأشكال أخرى، وإمكانية توظيف أجزاء الصورة فى سياقات جديدة.

كما ظهرت دراسات حول أهمية وفاعلية توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) فى بيئة تعلم للهولوجرام فى تنمية التحصيل المعرفى ومهارات التصور البصرى المكانى لدى المتعلمين، ويتضح ذلك كالتالى:

دراسة هونج ويوم (2014) Hong & Yeom التى تم إجراؤها فى كلية الهندسة الكهربائية فى جامعة سيول الوطنية، على عينة تكونت من (٥٦) طالب فى الفرقة الثانية وتم إستعراض كائنات التعلم الرقمية عالية الجودة (صور ثابتة ومتحركة، فيديوهات، رسومات تخطيطية) من خلال بيئة تعلم للهولوجرام فى توقيت مقيد، وأظهرت النتائج تفوق المتعلمين فى التحصيل المعرفى ومهارات التصور البصرى المكانى فى التطبيق البعدى لأدوات البحث.

وكذلك دراسة هايسلر وزملاؤه (2017) ,.Haussler et al التى تم إجراؤها فى ألمانيا فى معهد للتقنيات، تم من خلالها إنشاء جهاز عرض للهولوجرام لتكوين كائنات التعلم الرقمية والتى تضمنت صور وفيديوهات ثلاثية الأبعاد، مع إتاحة توقيت عرض حر لعينة البحث (٨٤) طالب قاموا بدراسة مقرر للفيزياء، وأكدت النتائج على تفوق الطلاب فى التطبيق البعدى لأدوات البحث فى التحصيل المعرفى ومهارات التصور البصرى المكانى.

كما ظهرت دراسة يامادا وزملاؤه (2018) ,.Yamada et al التى تمت فى اليابان على(٧٩) طالب فى مرحلة التعليم الأساسى وتم من خلالها عرض كائنات التعلم الرقمية والتى تمثلت فى مجموعة من الصور الملونة الثابتة والمتحركة للكائنات الحية فى مادة العلوم والتعليق عليها من خلال مدرب قام بشرح معلومات عنها أثناء عرض ذو توقيت مقيد، وأشارت النتائج إلى تفوق الطلاب فى التحصيل المعرفى ومهارات التصور البصرى المكانى فى التطبيق البعدى.

وفى نفس الإطار جاءت دراسة اسمير(2019)Esmer التى تم إجراؤها فى إنجلترا على (٣٢) طالب فى المرحلة الثانوية قاموا بدراسة مقرر الفيزياء بإستخدام بيئة تعلم للهولوجرام مع توقيت عرض حر حيث تم عرض مجموعة من كائنات التعلم الرقمية شملت صور، فيديوهات، رسومات بيانية، ورسومات تخطيطية، وأشارت النتائج إلى وجود فرق دال إحصائيا لصالح التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى ومقياس مهارات التصور البصرى المكانى.

الإحساس بمشكلة البحث:

نبع الإحساس بمشكلة البحث وهى وجود تدنى فى التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية بمدرسة كشك الثانوية بزفتى فى محافظة الغربية، وذلك من خلال الإطلاع على درجات طلاب الصف الثانى الثانوى فى السنوات السابقة؛ ومن خلال استقراء

درجاتهم اتضح أن هناك تدنى واضح بها، وهذا ما أشارت إليه نتائج الدراسة الإستطلاعية (ملحق١) والتى تم إجراؤها على (١٨) طالب بالصف الثانى بالمرحلة الثانية بمدرسة كشك الثانوية بزفتى خارج عينة البحث الأساسية؛ والتى أشارت نتائجها إلى ما يلى:

- ٨٨,٨٩% من الطلاب لديهم تدنى فى التحصيل المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء والذى يتضمن موضوعات (الهضم فى الإنسان- النقل فى الإنسان- التنفس فى الإنسان).
- ٩٤,٤٤% من الطلاب يفضلون الدراسة من خلال كائنات التعلم الرقمية والتى تتضمن (الصور- الفيديوهات- الأشكال).
- ٩٤,٤٤% من الطلاب يفضلون الدراسة من خلال بيئة تعلم للهولوجرام (التصوير المجسم الرقمى).
- ٧٢,٢٢% من الطلاب يفضلون الدراسة من خلال توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية الحر.
- ٧٧,٧٨% من الطلاب لديهم قصور فى مهارات التصور البصرى المكانى والتى تتضمن (تدوير الأشكال- فصل أجزاء من الأشكال- إعادة تجميع الشكل- توظيف أجزاء من الأشكال فى سياقات جديدة- التعرف على أوجه الشبه والإختلاف بين الأشكال).

وفى ذلك الإطار ظهرت الحاجة إلى أهمية توفير بيئة تعلم قائمة على تقنيات التصوير التجسيمى (الهولوجرام) وكائنات التعلم الرقمية لتلبى إحتياجات المتعلمين فى مقرر الأحياء الذى يتميز بكثرة المعلومات والمفاهيم والرسومات والأشكال المركبة المرتبطة بالتجارب وتركيب الوظائف الحيوية فى الكائنات الحية والتى تحتاج إلى توضيح وتبسيط وعرض دقيق يوضح جميع جوانبها وأبعادها، وأيضا إستخدام الصور والفيديوهات والأشكال ذات جودة عالية والتى تقدم المعلومات بشكل مجزأ وصغير الحجم حتى يستطيع المتعلم إستيعابها وفهمها.

ومن هنا نبعت فكرة البحث لتلبية إحتياجات المتعلمين التعليمية والتكنولوجية التى تهتم بتنمية التحصيل المعرفى لمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية، من خلال توفير بيئة تعلم قائمة على توفير وسط صناعى فى غرفة صغيرة مظلمة يتم من خلالها عرض كائنات التعلم الرقمية فى تقنية الهولوجرام لتظهر مجسمة ثلاثية الأبعاد كأنها فى الفراغ، ويستطيع الطالب الدراسة

من خلالها ورؤية جميع جوانب الشكل وعمقه وحجمه، فيستطيع إستيعاب وفهم المادة التعليمية ومصطلحاتها ورسوماتها فى شكل بسيط ومركز ويتم تنمية مهارات التصور البصرى المكانى التى تمكنه من إستيعاب الشكل بتفاصيله الدقيقة وأبعاده المختلفة.

وفى إطار لما سبق؛ قامت الباحثة بالتفكير فى توظيف توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) فى تقنية الهولوجرام والذى من خلاله يتم عرض كائنات التعلم الرقمية فى توقيت حر يتيح للمتعلم تكرار العرض التعليمى أكثر من مرة بينما فى التوقيت المقيد يمكنه رؤية العرض التعليمى مرة واحدة فقط، لمحاولة تحديد أنسب نمط وبيئة تعلم لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية.

وكذلك ظهرت توصيات المؤتمرات ومنها المؤتمر الدولى للهولوجرام والذى تم إنعقاده فى الفترة من ١٥-١٦ نوفمبر عام ٢٠١٨م فى مينسك ببيلاروسيا، ومؤتمر الهولوجرام: التقدم والإتجاهات الحديثة والذى تم إنعقاده فى الفترة من ١-٤ إبريل عام٢٠١٩م فى براغ بجمهورية التشيك، بالإضافة إلى مؤتمر الهولوجرام والتصوير ثلاثى الأبعاد الذى تم إنعقاده فى الفترة من ١٩-٢٣ مايو عام ٢٠١٩م فى بوردو بفرنسا، والتى أشارت إلى أهمية توظيف كائنات التعلم الرقمية (الصور- الفيديوهات- الأشكال) من خلال تقنية الهولوجرام فى العملية التعليمية لتنمية التحصيل المعرفى لدى المتعلمين ومهارات التفكير والإدراك البصرى والتصور البصرى المكانى.

كما اتضح للباحثة ندرة الدراسات العربية التى تناولت بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) وأثرها على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية؛ مما يؤكد على ضرورة إجراء مزيد من الدراسات فى ذلك المجال.

مشكلة البحث:

أمكن صياغة مشكلة البحث كما يلى:

تتمثل مشكلة البحث فى وجود تدنى فى جانب التحصيل المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء والذى تضمن موضوعات (الهضم فى الإنسان- النقل فى الإنسان- التنفس فى الإنسان)، ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى المرحلة الثانوية فى مدرسة كشك بزفتى فى محافظة الغربية.

أسئلة البحث:

سعى البحث الحالى للإجابة عن السؤال الرئيس التالى:

كيف يمكن تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

أ- ما الأسس والمعايير اللازمة لتصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية؟

ب- ما التصور المقترح لتصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية؟

ج- ما أثر تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية؟

د- ما أثر تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) على تنمية مهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية؟

هـ- ما العلاقة الإرتباطية بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى داخل بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) ؟

و- ما مدى تحقيق تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) نسبة كسب فى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى؟

أهداف البحث:

هدف البحث إلى تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية، وذلك من خلال:

١. إعداد قائمة معايير تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد).

٢. التوصل إلى صورة التصميم التعليمى بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد).

٣. الكشف عن أثر تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية.

٤. التعرف على أثر تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)على تنمية مهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية.

٥. الكشف عن العلاقة الإرتباطية بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى داخل بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد).

٦. التوصل إلى مدى تحقيق تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) نسبة كسب فى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى.

أهمية البحث:

ظهرت أهمية البحث، كما يلى:

١. تزويد مصممى ومطورى البيئات التعليمية بالمعايير اللازمة لتصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد).

٢. فتح آفاق جديدة لمواكبة التطور التكنولوجى فى العملية التعليمية من خلال توظيف بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) لجعل العملية أكثر فاعلية.

٣. توعية أخصائى تكنولوجيا التعليم والمعلمين وأعضاء هيئة التدريس نحو زيادة الثقة فى التعامل مع كائنات التعلم الرقمية فى بيئة تعلم للهولوجرام داخل الفصول والقاعات الدراسية.

٤. توجيه أنظار المؤسسات التعليمية إلى أهمية توظيف كائنات التعلم الرقمية فى بيئة تعلم للهولوجرام لتحقيق نواتج التعلم وتنمية مهارات التفكير العليا لدى المتعلمين.

حدود البحث:

اقتصر البحث على الحدود التالية:

١. **حدود بشرية:** طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية.
٢. **حدود مكانية:** مدرسة كشك الثانوية بزفتى فى محافظة الغربية.
٣. **حدود زمنية:** الفصل الدراسى الأول للعام الدراسى ٢٠١٩/٢٠٢٠م.
٤. **حدود موضوعية:** مقرر علم الأحياء.

مصطلحات البحث:

١. **الهولوجرام Hologram:**

عرفه سيو وزملاؤه (Su et al., (2018b, 219 " تكوين صورة مجسمة لتبدو وكأنها فى الفراغ بدرجة عالية جدا من الدقة بإستخدام تقنيات حاسوبية وغرفة مظلمة مع إمكانية إضافة عنصر الحركة إليها".

كذلك أكد جيونج وزملاؤه (Jeong et al., (2019, 95على أنه "وسط صناعى تخيلى يظهر كائنات التعلم فى شكل ثلاثى الأبعاد من خلال أدوات التصوير التجسيمى لتقديم عرض تعليمى فيما يشبه الواقع الحقيقى".

ويمكن تعريفه إجرائيا بأنه " تقديم عرض مرئى قائم على التصوير التجسيمى يعمل على إعادة تكوين صورة ثلاثية الأبعاد عالية الجودة من خلال وسط صناعى لتظهر وكأنها تطفو فى الفراغ فى غرفة مظلمة".

٢. **كائنات التعلم الرقمية Digital Learning Objects:**

أكدت سهام الجريوى(٢٠١٤، ٥) بأنها " كل ما يستخدم فى إعداد محتوى الدروس من نصوص وصور ومقاطع فيديو ونماذج أسئلة وغيرها من العناصر الممكن إستخدامها فى الممارسات التدريسية".

كذلك أوضح هيللا وزملاؤه (Hulla et al., (2019, 171 بأنها "مواد وعناصر تتكون من الوسائط الرقمية لإنشاء نوع جديد من التعلم يتيح إعادة إستخدامه فى

أغراض تعليمية متنوعة وفى مواقف تعليمية مختلفة وتتراوح بين الخرائط والأشكال ولقطات الفيديو والمحاكاة التفاعلية".

ويمكن تعريفها إجرائيا بأنها " وسائط أو مصادر رقمية صغيرة الحجم تعمل على مساعدة المتعلم من خلال تجزأة المحتوى التعليمى فى شكل مركز ومبسط وتتضمن (النصوص، الصور، الملفات الصوتية، ملفات الفيديو،الأشكال) وتعمل على رفع فاعلية عملية التعلم ويمكن إستخدامها فى سياقات ومواقف تعليمية جديدة".

٣. توقيت عرض حر Open Display Timing:

أكد داهمان (Dahmann(2017, 37 بأنه " نمط توقيت للعرض التعليمى يعتمد على إمكانية تكرار العرض التعليمى عدة مرات للمتعلمين لتلبية إحتياجاتهم التعليمية".

وكذلك أشار سانجينيتتى وزملاؤه (Sanguinetti et al., (2018, 53 إلى أنه " تقديم العرض التعليمى التفاعلى بتسلسل منطقى فى الوقت المحدد له مع إمكانية إعادة عرضه بالكامل أو جزء منه لمتعلم أومجموعة من المتعلمين لمراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين".

ويمكن تعريفه إجرائيا بأنه " نمط تقديم توقيت العرض التعليمى بطريقة تتيح للمتعلمين إمكانية استعراض المحتوى أو جزء منه مرة أخرى سواء لمتعلم واحد بمفرده أو مجموعة من المتعلمين لسد الثغرات العلمية لديهم وتنمية مهارات التفكير العليا".

٤. توقيت عرض مقيد Limited Display Timing:

أكد ماتيهيس وزملاؤه (Matthias et al., (2017, 142 على أنه " نمط تقديم العرض التعليمى فى وقت زمنى محدد مرة واحدة فقط ويتم من خلاله العرض التسلسلى للمحتوى التعليمى لتحقيق الأهداف التعليمية المنشودة".

كما أشار سوارت وزملاؤه (Swart et al., (2019, 112 إلى أنها " شكل من أشكال العرض التعليمى فى زمن محدد ولايتم تكراره ليقوم المتعلمين من خلاله بالتفاعل مع المحتوى التعليمى وتحقيق أهدافهم التعليمية".

ويمكن تعريفه إجرائيا بأنه " نمط عرض المحتوى التعليمى فى تسلسله المنطقى فى وقت زمنى محدد لايتم إعادته ويقوم كل متعلم بإستيعابه وفقا لأسلوبه التعليمى لتحقيق أهدافه التعليمية المطلوبة".

٥. مقرر الأحياء Biology Course:

عرفه ويلس وزملاؤه (Wiles et al., (2018, 172 بأنه "علم يهتم بدراسة الكائنات الحية ووظائفها وشكلها وكيفية نموها، ويندرج تحت علم الأحياء عدة فروع علمية مثل علم الأحياء الدقيقة، علم بيولوجيا الخلية الجزيئية، وعلم النباتات والحيوانات".

وكذلك أكد زيمان(Zeman (2019, 161 إلى أنه "علم يعنى بدراسة الكائنات الحية وتركيبتها وطريقة تغذيتها وتكاثرها، وهو من العلوم الواسعة جدا والتى تضم (علم النباتات– علم البيئة–علم الحيوان– علم الأحياء الدقيقة–علم الوراثة – علم الخلية الجزيئية)".

ويمكن تعريفه إجرائيا بأنه " أحد فروع العلوم الطبيعية التى تختص بدراسة الكائنات الحية بإختلاف أشكالها وتكويناتها، وهو حلقة الوصل بين العلوم الطبيعية الأخرى، ويعد أحد المقررات الأساسية للصف الثانى الثانوى الذى يدرس من خلاله الطلاب تركيب الوظائف الحيوية فى الكائنات الحية والتى تتضمن (التغذية والهضم– النقل–التنفس–الإخراج– الإحساس).

٦. التصور البصرى المكانى Spatial Visual Perception:

عرفه وايت وزملاؤه (White et al., (2019, 51 بأنه "القدرة على إستقبال الصور والتفكير فيها والتعرف على الشكل والفراغ وما يتضمنه من ألوان وخطوط ورسوم، ونقل الأفكار البصرية والمكانية من الذاكرة وإستخدامها لبناء المعانى".

كذلك أشار أزانون وزملاؤه (Azanon et al., (2020, 107 على أنه " القدرة على تقدير حجم الشئ وشكله وتوجهه وأبعاده اعتمادا على التلميحات البصرية، بحيث يستطيع الفرد الإجابة على أسئلة محددة عن الأشياء المجسمة عندما تقدم لهم ممثلة بأشكال ثنائية أو ثلاثية الأبعاد".

ويمكن تعريفه إجرائيا بأنه " قدرة المتعلم على تقدير حجم الصور والأشكال وإدراكها بصريا والتعرف عليها فى الفراغ وإستيعاب أجزائها وتفاصيلها وأبعادها، وتوظيفها فى سياقات جديدة من الأشكال المجسمة والثلاثية الأبعاد".

أدوات البحث:

تم إعداد أدوات البحث التالية:

١.أدوات جمع البيانات:

أ- استبيان لطلاب الدراسة الإستكشافية حول مقرر الأحياء، ومهارات التصور البصرى المكانى، ومدى استخدامهم تقنية الهولوجرام فى بيئة التعلم ونمط توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية من خلاله فى عملية التعلم.

ب- قائمة معايير تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد).

ج- قائمة الأهداف المرتبطة بمقرر الأحياء.

٢.أدوات المعالجات التجريبية:

تشتمل على أداتين للمعالجة التجريبية، وهما كالتالى:

أ- أداة المعالجة التجريبية الأولى: بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر.

ب- أداة المعالجة التجريبية الثانية: بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد.

٣.أدوات القياس:

أ- الإختبار التحصيلى المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء.

ب- مقياس بردو((Purdue Visualization of Rotations Test (ROT) الذى قام بوضعه بودنر وجواى(1997) Bodner & Guay والذى قام بتطويره يوون Yoon(2011)، وقامت الباحثة بترجمته.

منهج البحث:

تم استخدام منهجين للبحث، يتضحان كالتالى:

١.المنهج الوصفى التحليلى: فى إعداد واستعراض الأدبيات المرتبطة بمشكلة البحث ومتغيراته، ووضع تصور مقترح للأسس والمعايير المرتبطة بتصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)، بالإضافة إلى التوصل إلى قائمة الأهداف المرتبطة بمقرر الأحياء.

٢.المنهج شبه التجريبى: لقياس أثر المتغير المستقل وهو بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)على تنمية المتغيرات التابعة

للبحث وهى التحصيل المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية.

متغيرات البحث:

اتضحت متغيرات البحث كالتالى:

١. **المتغير المستقل:** بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات الرقمية (حر/مقيد).

٢. **المتغيرات التابعة:** تضمنت متغيران تابعان، وهما:

أ- التحصيل المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء.

ب- مهارات التصور البصرى المكانى.

التصميم التجريبى للبحث:

وفقا للمتغير المستقل للبحث وهو بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)، تم إستخدام التصميم التجريبى للبحث وهو " إمتداد تصميم المجموعتين ذو الإختبار القبلى البعدى" " Extended Two Groups Pretest Posttest Design "، والذى يتضح من خلال الجدول التالى:

جدول (١) التصميم التجريبى للبحث

المجموعة	القياس القبلى	المعالجات	القياس البعدى
تجريبية (١) بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر)	الإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء.	درس الطلاب مقرر الأحياء من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر.	الإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء.
تجريبية (٢) بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (مقيد)	مقياس مهارات التصور البصرى المكانى.	درس الطلاب مقرر الأحياء من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد.	مقياس مهارات التصور البصرى المكانى.

فروض البحث:

فى ضوء مشكلة البحث وأسئلته، سعى البحث للتحقق من الفروض التالية:

١. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء.

٢. لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات التصور البصرى المكانى.

٣. لا توجد علاقة ارتباطية دالة موجبة بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى فى بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد).

٤. يحقق تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) نسبة كسب فى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى.

ثانيا: الإطار النظرى والدراسات السابقة:

شمل الإطار النظرى الأدبيات والدراسات المرتبطة بمتغيرات البحث الحالى، والتى تظهر فى سبعة محاور، وهم: المحور الأول: تقنية الهولوجرام، المحور الثانى: كائنات التعلم الرقمية، المحور الثالث: توقيت العرض (حر/ مقيد)، المحور الرابع: مقرر الأحياء، المحور الخامس: التصور البصرى المكانى، المحور السادس: العلاقة بين تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) وتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى، والمحور السابع: تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد).

المحور الأول: تقنية الهولوجرام:

تضمن المحور الأول مفهوم تقنية الهولوجرام، الأسس النظرية القائمة عليها، كيفية عمل تقنية الهولوجرام، خصائصها، وأهميتها، ويتبين ذلك كالتالى:

١. مفهوم تقنية الهولوجرام:

يرجع مصطلح الهولوجرام (Hologram) إلى كلمة هولوجرافى (Holography) وهى كلمة يونانية مشتقة من كلمة (Holo) بمعنى الشامل، و(Graphy) بمعنى

الكتابة، ويطلق مصطلح الهولوجرام على التصوير المجسم ثلاثى الأبعاد (Porshneva et al., 2015, 334).

وعرفه سيو وزملاؤه (Su et al., (2018a, 464 بأنه " إنشاء صورة ثلاثية الأبعاد وهمية من خلال إسقاط الصورة بإستخدام مصدر ضوء من أربعة إتجاهات ليتم التداخل بينهم، ويحدث حيود للضوء وتظهر كصورة ثلاثية الأبعاد".

كذلك أشار بيترسين وزملاؤه (Petersen et al., (2019, 1057 إلى أنه " توزيع معقد بين المناطق الشفافة والمعتمة تعمل على لوح شفاف يتم من خلاله إسقاط الصورة بإستخدام جهاز تقنى به مصدر للضوء داخل غرفة صغيرة معتمة، لتظهر الصورة وكأنها تطفو فى جزيئات الهواء".

وفى نفس الإطار أكد وان وزملاؤه (Wan et al., (2020, 1045 على أنه " تكوين صورة ثلاثية الأبعاد بدرجة عالية من الدقة من خلال مجموعة من التقنيات المستخدمة وتظهر من جميع الإتجاهات وكأنها معلقة فى الفراغ".

٢. الأسس النظرية لتقنية الهولوجرام:

أكد بيرناردو وزملاؤه (Bernardo et al., (2018, 198، أورلوف وزملاؤه (Orlov et al., (2019, 216، ونوجهانى وزملاؤه (Noghani et al., (2020, 135 على أن الأسس النظرية القائم عليها تقنية الهولوجرام، تتضح فيما يلى:

أ- **نظرية الجشطالت Gestalt Theory:** ظهرت نظرية الجشطالت فى ألمانيا، والتى تعنى بضرورة إعتبار الكل لأن الكل له معنى مختلف عن الأجزاء المكونة له، والتى تهتم بمعنى التكوين حيث أنه يعنى أهمية إدراك الصور والأشكال عند النظرة الكلية لها بجميع جوانبها وتعقيداتها بدلا من النظر إلى جزيئاتها المجردة فقط، كما أنها تشير إلى أهمية التمييز البصرى للأشكال والأجسام بدلا من رؤية الخطوط البسيطة المجردة لها؛ ولذلك يمكن توظيف تلك النظرية فى تفسير أهمية توظيف تقنية الهولوجرام فى عملية التعلم لكى يدرك المتعلم أبعاد الصور والأشكال بكل تفاصيلها الدقيقة من خلال تصوير تجسيمى ثلاثى الأبعاد يبدو وكأنه تم نقل الصورة من الحاسوب إلى العالم الواقعى لإدراكها.

ب- **نظرية المستويات المتعددة للإبصار Multiple Levels of Vision Theory:** التى قام العالم ديفيد مار(David Marr) بوضعها فى السبعينات والتى تعمل على تحليل عملية رؤية الأجسام والأشكال من خلال مستويات مختلفة، ويمكن من خلالها تفسير إدراك المتعلمين للعروض فى تقنية الهولوجرام، حيث أن المتعلم يبدأ

بالإدراك البصرى فى المستوى الأول للصورة أوالجسم المعروض ككل، ثم يبدأ فى المستوى الثانى إدراك تفاصيل الصورة وأبعادها وعمقها، وأخيرا يصل إلى المستوى الثالث فى التعرف على أوجه التشابه والإختلاف بين الصور وصور أخرى ويدرك الصورة فى حالة تغيير اتجاهها أودورانها فى إتجاه آخر.

٣. كيفية عمل تقنية الهولوجرام:

أشار وليد عبد الحميد (٢٠١٩)، يانج وزملاؤه Yang et al., (2019, 26-27)، وسن وزملاؤه Sun et al., (2020, 132-133) تقوم الفكرة الرئيسية لعمل تقنية الهولوجرام فى أبسط أشكالها والتى يمكن توظيفها فى العملية التعليمية، على توفير مايلى:

أ- **تجهيز أدوات عرض تقنية الهولوجرام:** وتشمل جهاز العرض والذى يظهر فى أبسط أدواته من خلال جسم زجاجى هرمى رباعى الإتجاهات، يتم تصميمه وفقا لأبعاد الجهاز المراد العرض منه (شاشة الحاسوب المحمول- شاشة الجهاز اللوحى التابلت- شاشة الهاتف المحمول)، بالإضافة إلى حامل ليقوم بإبعاد الجسم الزجاجى الهرمى بمسافة عن شاشة الجهاز العارض، وأخيرا يتم وضعه داخل غرفة صغيرة مصطنعة مظلمة عند العرض.

ب- **تجهيز الجسم المراد عرضه على تقنية الهولوجرام:** وذلك من خلال تجهيز الصورة أوالفيديو أو الشكل ليظهر من الإتجاهات الأربعة على الجسم الزجاجى الهرمى فى نفس المكان، على أن تظهر عند العرض كشكل واحد فى المنتصف يبدو وكأنه يطفو فى الفراغ.

شكل (١) كيفية عمل تقنية الهولوجرام

٤. خصائص تقنية الهولوجرام:

أشار هايسلر وزملاؤه (Haussler et al.,(2017, 47، اسمير Esmer(2019, 205)، ومافريكيوس وزملاؤه (Mavrikios et al., (2019, 405 إلى تعدد خصائص تقنية الهولوجرام، والتى تظهر كالتالى:

أ- **التجسيم:** يتيح منظور رؤية مجسم ثلاثى الأبعاد، ويتضح من خلاله عمق الصورة للمتعلمين.

ب-**التخيل:** تعتمد تقنية الهولوجرام على إنشاء عرض وهمى تخيلى ثلاثى الأبعاد من خلال وسط صناعى يؤدى إلى ما يشبه نقل الأجسام إلى الواقع الحقيقى.

ج-**الشمولية:** يمكن للمتعلم مشاهدة الجسم المراد رؤيته كاملا من خلال جميع الإتجاهات الأربعة فى تقنية الهولوجرام.

د- **الإخفاء:** فى العرض القائم على تقنية الهولوجرام تختفى الإتجاهات الأربعة للصورة أوالجسم المعروض لتظهر كاملة فى الوسط وكأنها معلقة فى الفراغ.

هـ- **الجودة:** تتميز عروض تقنية الهولوجرام بتصوير الأجسام المراد عرضها من كافة الإتجاهات والأبعاد بدقة عالية ويتم إظهارها من خلال غرفة مظلمة، فتظهر بصورة واضحة وذات جودة عالية.

و-**التفاعلية:** توفير بيئة تعلم تفاعلية للمتعلمين حيث أنها تظهر كأنها نقلت الأجسام إلى الواقع الحقيقى ويكاد أن يلمسها المتعلم.

٥. أهمية تقنية الهولوجرام:

اتفق بريسكهيمر وزملاؤه (Bruckheimer et al., (2016, 847، سيريزو وزملاؤه (Cerezo et al., (2019, 19 على أهمية توظيف تقنية الهولوجرام فى بيئات التعلم وتطوير العملية التعليمية، ويتضح ذلك فيما يلى:

أ- تيسير حصول المتعلمين على المعلومات والمعرفة بشكل مبسط وممتع وشيق.

ب-توجيه إنتباه المتعلمين وتركيزهم نحو المادة التعليمية، بشكل يعمل على تحقيق نواتج التعلم المستهدفة والعمل على بقاء أثر التعلم لفترة زمنية طويلة.

ج-تقديم خبرة تعليمية مطورة واقعية للمتعلم من خلال رؤيته للكائنات التعليمية بشكل شبه واقعى يكاد أن يقوم بملامسته.

د- يمكن المتعلمين من الوصول إلى مستوى الإتقان فى إستيعاب الموضوعات التعليمية.

هـ-تتيح للمتعلمين فرصة التعلم الذاتى داخل القاعة الدراسية.

و-تعمل على إثارة اهتمام المتعلمين وزيادة مستوى دافعيتهم نحو التعلم، مع مراعاة إحتياجاتهم وإهتماماتهم، وأساليب تعلمهم المختلفة.

ز-تساعد المتعلمين على التغلب على الصعوبات التى تواجههم فى دراسة الموضوعات التعليمية المعقدة.

اتضح للباحثة من المحور الأول مفهوم تقنية الهولوجرام حيث أنها تقدم تصوير تجسيمى لكائنات التعلم الرقمية من خلال وسط صناعى تخيلى يمكن من خلاله عرضها فى شكل ثلاثى الأبعاد لتبدو كأنها فى الواقع الحقيقى ويمكن لمسه، كما أشارت إلى أهم الأسس النظرية التى تفسر توظيف تقنية الهولوجرام فى العملية التعليمية، وهما نظريتى: الجيشتطالت والمستويات المتعددة للإبصار، بالإضافة إلى إستعراض فكرة عمل الهولوجرام من خلال الجسم الزجاجى الهرمى رباعى الإتجاهات وجهاز الحامل، وجهاز الهاتف النقال أو التابلت أو الحاسب الآلى، وكذلك تم التوصل إلى أهم خصائصها وهى التجسيم والتخيل والتخيل، وأخيرا التوصل إلى أهميتها فى جعل العملية التعليمية مشوقة وممتعة وبقاء أثر التعلم.

المحور الثانى: كائنات التعلم الرقمية:

تناول المحور الثانى مفهوم كائنات التعلم الرقمية، الأسس النظرية القائمة عليها، خصائصها، وأهميتها، ويتضح ذلك فيما يلى:

١. مفهوم كائنات التعلم الرقمية:

ظهرت مجموعة من التعريفات والمفاهيم حول مصطلح كائنات التعلم الرقمية، حيث عرفها محمد خميس(٢٠١٥، ١٥٧) بأنها " كينونة أو وحدة تعليمية رقمية، مستقلة ومكتفية بذاتها، صغيرة الحجم نسبيا من المعلومات بأشكالها المختلفة (نصوص، صوت، صور، فيديو)، تشتمل على الأهداف، والأنشطة التعليمية، والتقويم، قابلة للإستخدام وإعادة الإستخدام فى سياقات تعليمية متعددة، لتسهيل تصميم المحتوى التعليمى المناسب للحاجات الفردية والمواقف والسياقات التعليمية المختلفة، ضمن وحدة تعليمية أكبر، حسب الحاجات التعليمية".

وكذلك أكد جيسون وزملاؤه Jesson et al., (2018, 17) على أنها "مقاطع معلوماتية أو وسائط رقمية صغيرة تحتوى على أهداف تعليمية واضحة، يمكن إعادة إستخدامها فى مواقف تعليمية جديدة غير التى تم إنتاجها من أجله، وتتراوح بين النص والصورة والأشكال ولقطات الفيديو، والمحاكاة التفاعلية".

وفى نفس الإطار أشار ديجو وزملاؤه Diego et al., (2019, 103) إلى أنها "وحدات تعلم مستقلة ومرتبطة بالأهداف التعليمية، وتعمل بشكل مستقل وقائمة بذاتها ويفترض إعادة إستخدامها فى سياقات تعليمية متعددة، وهى تتكون من الصور أوالوسائط أوغيرها من الملفات الرقمية التى تساهم فى بناء المحتوى التعليمى".

٢. الأسس النظرية القائم عليها كائنات التعلم الرقمية:

أشارت الدراسات والأدبيات التربوية ومنها بافانىPavani(2016, 175)، سيديلا وزملاؤه Siddula et al., (2016, 431)، وبيرتشينا وزملاؤه Pershina et al., (2019, 107) على أن الأسس النظرية القائم عليها كائنات التعلم الرقمية، تتضح على النحو التالى:

أ- **النظرية البنائية Constructivism Theory:** وضع أساس النظرية جان بياجيه (Jean Piaget, 1965) والتى قام بتطويرها وتعديلها مجموعة من علماء علم النفس، حيث أنه من منظورها أن كائنات التعلم الرقمية يمكن من خلالها دمج المعرفة وتحويلها لتستخدم فى وظائف ومواقف تعليمية جديدة، ولذلك يمكن لكل متعلم من خلالها بناء المعرفة واستخدام المعلومات داخل عقله وفقا لما يقوم بإستيعابه وفهمه من خلال من كائنات التعلم الرقمية وما تتضمنه من وسائط متعددة تفاعلية تعمل على إتاحة فرص التعلم بطريقة ميسرة وبناء المعانى والمفاهيم.

ب- **نظرية الحمل المعرفى Cognitive Load Theory:** قام بوضع أساسهاجون سويلر(John Sweller, 1980) والتى تهتم بمعالجة المعلومات فى ذاكرة المتعلم، حيث أن كثرة المعلومات والأشكال المركبة يمكن أن تسبب ضغط على الذاكرة العاملة للمتعلمين، ومن خلال توظيف كائنات التعلم الرقمية التى تعمل على تقديم المعلومات فى شكل وسائط متعددة مجزأة وصغيرة يمكن توزيع الحمل المعرفى من خلالها، ليتم شرح المحتوى التعليمى بطريقة ممتعة وميسرة على المتعلمين ليستطيعوا فهمها وإستيعابها دون الضغط على الذاكرة العاملة لديهم.

٣. خصائص كائنات التعلم الرقمية:

اتفق توكاكيك Tochackek (2015, 1210)، ستيكيس وزملاؤه Stuikys et al., (2016, 53)، وتريجيللو وسيسيركيا Trujillo & Sucerquia (2019, 15) على تميز كائنات التعلم الرقمية بمجموعة من الخصائص المميزة لها، والتى تتضح كما يلى:

أ- **إعادة الإستخدام:** صممت كائنات التعلم الرقمية لكى يمكن إعادة إستخدامها وتوظيفها فى مواقف تعليمية جديدة.

ب- **صغيرة الحجم:** تتميز بأنها كائنات تعليمية صغيرة الحجم، تعمل على تركيز إهتمام المتعلمين وتتراوح مدة عرضها من ١ دقيقة إلى ١٥ دقيقة.

ج- **القدرة على الوصول:** تتميز بإمكانية نشرها عبر مواقع الإنترنت، أو المستودعات الرقمية حتى يسهل تصنيفها والعثور عليها من خلال محركات البحث.

د- **التنوع:** تظهر فى مجموعة متنوعة تتضمن النصوص، الصور، مقاطع الفيديو، الخرائط، الرسومات البيانية، مقاطع صوتية، والمحاكاة التفاعلية.

هـ- **الفعالية:** تزيد من الفعالية التعليمية عندما تقلل من الوقت والجهد والتكلفة بإتاحة إمكانية إستخدامها من خلال مجموعة كبيرة من الأجهزة الرقمية وإعادة إستخدامها.

و- **التفاعلية:** تتيح كائنات التعلم الرقمية للمتعلم التفاعل مع المحتوى بطرق متعددة، منها المحاكاة التفاعلية، أوتكبيرها وتصغيرها، أوإيقافها وتشغيلها.

ز- **القابلية للمشاركة:** تتيح إمكانية مشاركتها ونقلها بسهولة من خلال التطبيقات المختلفة.

٤. أهمية كائنات التعلم الرقمية:

اتفق بريا وزملاؤه (Bria et al., (2016, 19، باساران Basaran (2016, 253)، ولى وزملاؤه Li et al., (2020, 135) على أهمية كائنات التعلم الرقمية فى العملية التعليمية، ويتضح ذلك فيما يلى:

أ- تقسيم المحتوى التعليمى إلى أجزاء صغيرة الحجم سلسة الإستخدام فى بيئات التعلم المختلفة.

ب- تعزيز المعرفة والعمل على تحسين وتطوير عملية التعلم.

ج- توفر الوقت والجهد والتكلفة فى عملية التعلم.

د- يتسم إستخدامها بالسهولة والبساطة وعدم التعقيد..

هـ- تعمل على أجهزة تقنية مختلفة ومنصات التشغيل التعليمية عبر شبكة الإنترنت.

و- جودة محتوى كائنات التعلم الرقمية نظرا لإعتمادها على الوسائط المتعددة (الأشكال، الصور، الفيديوهات).

ز- إمكانية تشغيلها بدون برامج حاسوبية معقدة.

ح- إتاحة تغيير بعض خصائصها من حيث اللون، الحجم، نوع الخط، حتى يمكن توظيفها وإعادة إستخدامها فى مواقف تعليمية أخرى.

ط- إمكانية تجميعها معا وتخزينها داخل المستودعات الرقمية.

اتضح للباحثة من المحور الثانى مفهوم كائنات التعلم الرقمية حيث أنها وحدات تعليمية مستقلة وتظهر فى عدة أشكال منها (الصور، الرسومات، الفيديوهات، النصوص، مقاطع الصوت)، وكذلك تم إستعراض أهم الأسس النظرية القائمة عليها فى تفسير أهميتها فى عملية التعلم وهما النظريتين: البنائية والحمل المعرفى، وكذلك توصلت الباحثة إلى أهم خصائصها بأنها صغيرة الحجم ويمكن مشاركتها من خلال الأجهزة المختلفة، وأخيرا اتضحت أهميتها فى تطوير العملية التعليمية وإمكانية إستخدامها فى مواقف وسياقات أخرى.

المحور الثالث: توقيت العرض (حر/ مقيد):

شمل المحور الثالث توقيت العرض(حر/ مقيد)، مفهومه وأهميته، ويظهر ذلك كما يلى:

١. مفهوم توقيت العرض (حر/ مقيد):

ظهرت عديد من الآراء حول مفهوم توقيت العرض الحر، ومنها تعريف أربيل وزملاؤه (Arbel et al., (2017, 180 بأنه " نمط توقيت مفتوح للعرض التعليمى فيتم تقديم العرض التعليمى فى الزمن المخصص له لتحقيق الأهداف التعليمية، ويمكن إعادة العرض بحد أقصى من المرات".

كما أشار بيشولد وزملاؤه (Buchwald et al., (2019, 276 إلى أنه" نوع من أنواع توقيت العرض التعليمى الذى من خلاله يتم تقديم الموضوع التعليمى فى صورة سلسة خلال فترة زمنية محددة، ويمكن تكراره وفقا لإحتياجات المتعلمين الشخصية".

وفى نفس الإطار أوضح لى وزملاؤه (Lei et al., (2020, 130 أنه " شكل لتوقيت العرض التعليمى والذى يعمل على مراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين من خلال إتاحة تكرار العرض أكثر من مرة لسد الثغرات التعليمية".

كذلك ظهرت عديد من الآراء حول مفهوم توقيت العرض المقيد، ومنها تعريف سيردا وزملاؤه (Cerda et al., (2018, 123 بأنه " مدة زمنية محددة لعرض المادة التعليمية لمرة واحدة على المتعلمين ويتم من خلالها تغطية الأهداف التعليمية المطلوب تحقيقها بإستخدام وسائل تعلم تفاعلية".

كما أكد فاليز وزملاؤه (Falez et al., (2019, 420 على أنه " نمط توقيت محدد لعرض المحتوى التعليمى من أجل تحقيق الأهداف التعليمية المنشودة فى الزمن الخاص به مع عدم إمكانية تكراره".

وفى نفس الإطار أشار جيو وزملاؤه (Guo et al., (2020, 115 إلى أنه " نوع لزمن تقديم العرض التعليمى بطريقة مرتبة ومنظمة فى مدة زمنية محددة مرة واحدة فقط لتحقيق الأهداف المنشودة".

٢. أهمية توقيت العرض (حر/مقيد):

أشار لانتز وستاويسيكى (Lantz & Stawiski (2014, 283، جرام وزملاؤه (Gram et al., (2016, 119، روشا وزملاؤه (Rocha et al., (2019, 205، تالبيرت وأفيا (Talbert & Avi (2019, 274، وإكسل وزملاؤه (Exl et al., (2020, 1015 إلى أهمية توقيت العرض(حر/مقيد)، والتى تتضح فيما يلى:

أ- يقدم توقيت العرض (حر/ مقيد) المحتوى التعليمى فى تسلسل منطقى فى زمن محدد، لتحقيق الأهداف التعليمية المنشودة.

ب-يمكن تكرار العرض التعليمى أكثر من مرة فى توقيت العرض الحر لسد الثغرات التعليمية لدى المتعلمين، مع مراعاة تحديد حد أقصى لعدد مرات التكرا يتراوح غالبا من (٣:٥) مرات.

ج-يقدم توقيت العرض الحر، إمكانية تحقيق الإحتياجات التعليمية الشخصية للمتعلمين.

د- يراعى توقيت العرض الحر الفروق الفردية بين المتعلمين فى إستيعاب المادة التعليمية.

هـ-يمكن من خلال توقيت العرض الحر تكرار بعض أجزاء المحتوى التعليمى أو كله أكثر من مرة، سواء لمتعلم واحد أو مجموعة من المتعلمين.

و- يوفر توقيت العرض الحر إمكانية استيعاب المتعلمين لتفاصيل المحتوى التعليمى والتعلم بشكل أعمق، وتنمية مهارات التفكير العليا بشكل أكبر من توقيت العرض المقيد.

ز-يعمل توقيت العرض المقيد على جذب إنتباه المتعلمين وتركيزهم نحو العرض التعليمى نظرا لعدم تكراره مرة أخرى.

ح-يظهر توقيت العرض المقيد مدى إستيعاب كل متعلم للمحتوى التعليمى المقدم وفقا لأسلوب تعلمه، وإجتهاده الشخصى.

اتضح للباحثة من المحور الثالث مفهوم توقيت العرض (حر/ مقيد) حيث أن التوقيت الحر يتم من خلاله إمكانية تكرار العرض التعليمى أكثر من مرة واحدة للمتعلمين وفقا لإحتياجاتهم التعليمية، بينما التوقيت المقيد يتم العرض التعليمى مرة واحدة فقط، بالإضافة إلى إستعراض أهمية توقيت العرض التعليمى (حر/مقيد) حيث أن كليهما يعرض فى مدة زمنية محددة لتحقيق الأهداف ، ويتميز توقيت العرض الحر بتلبية إحتياجات المتعلمين التعليمية، ومراعاة الفروق الفردية بين المتعلمين.

المحور الرابع: مقرر الأحياء:

تضمن المحور الرابع مفهوم مقرر الأحياء، وأهمية تعلم طلاب المرحلة الثانوية لهذا المقرر، وكذلك التعرف على المشكلات التعليمية التى تواجه الطلاب عند دراسته، والتى تتضح فيما يلى:

١. مفهوم مقرر الأحياء:

ظهرت مجموعة من الآراء حول مفهوم وتعريف علم الأحياء، حيث أشار كابريرو وزملاؤه (Cabrero et al., (2017, 170 إلى أن علم الأحياء باللغة الإنجليزية يعرف بكلمة (Biology) وهى مشتقة من كلمتين يونانيتين وهما (bio) وتعنى الحياة و(logos) وتعنى العلم أو الدراسة، وكذلك أكد على أنه " علم الحياة أو البيولوجيا وأنه العلم الذى يبحث فى الخصائص التى تميز الإنسان والحيوانات والنباتات عن الجمادات، كالتغذية، والنمو، والتكاثر".

وكذلك أوضح فيلدون وزملاؤه (Feldon et al., (2018, 66 بأنه "علم يختص بدراسة التركيب الخلوى لجميع أشكال الحياة البسيطة منها كالبكتريا التى تتكون من خلية واحدة، والمعقدة التى تتكون من عدة خلايا، كما يهتم بدراسة تصنيف الكائنات الحية، وسلوكها وتطورها".

وفى نفس الإطار بين جريينى وزملاؤه (Greene et al., (2019, 105 بأنه "علم يدرس تركيب الكائنات الحية، ووظيفتها، ونموها، ومنشأها، وتطورها، وتوزعها، ويتضمن بشكل عام تسعة مجالات على الأقل تنطوى تحت مظلة البيولوجيا، يحتوى كل منها على عدة فروع (الكيمياء الحيوية– علم النبات– علم الأحياء الخلوية–علم البيئة– علم الأحياء التطورية– علم الجينات– علم الأحياء الجزيئية– علم وظائف الأعضاء أو الفيسيولوجيا – علم الحيوان)".

٢. أهمية تعلم طلاب المرحلة الثانوية لمقرر الأحياء:

تظهر أهمية تعلم طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية لمقرر الأحياء، حيث أنه يتفق مع خصائصهم من حيث قدرتهم على التعرف على التركيب الداخلى والخارجى للكائنات الحية والوظائف الحيوية لهم، تكاملا مع ما قاموا بدراسته من خلال مقررات العلوم فى المراحل الدراسية السابقة.

وكذلك ظهرت أهمية دراسة مقرر الأحياء والذى يتم تدريسه من خلال الكتاب الصادر عن وزارة التربية والتعليم بجمهورية مصر العربية من خلال الإدارة المركزية لشئون الكتب الفصل الدراسى الأول للعام ٢٠١٩/٢٠٢٠م، حيث اتفق دورفينر وزملاؤه (Dorfiner et al.,(2018, 235، كورجاونكار وياداف Korgaonkar & Yadav(2019, 130-131)، لويس وزملاؤه (Lewis et al., (2019, 498، على أهمية تنمية الجانب المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء، وذلك لمجموعة من الأسباب تتضح فيما يلى:

أ- التعرف على مقرر يعد من أهم العلوم الطبيعية التى تربط المتعلم بالبيئة التى يعيش فيها.

ب- الفهم الدقيق للكائنات الحية وتركيبها.

ج- الإطلاع والتفحص للوظائف الحيوية فى الكائنات الحية والتى تتضمن (التغذية والهضم-النقل- التنفس- الإخراج - الإحساس).

د- الإلمام بطرق توارث الصفات والأمراض فى الكائنات الحية.

هـ- دراسة الكائنات المجهرية الدقيقة، ومعرفة تركيبها وخصائصها وكيفية إنتقالها.

و- الإسهام فى منع إنتقال بعض الأمراض المعتمدة على الوراثة.

ز- المساعدة فى إنتاج الأدوية والمضادات الحيوية للكائنات الحية.

٣. المشكلات التعليمية التى تواجه طلاب المرحلة الثانوية عند دراسة مقرر الأحياء:

اتفق آيبى وأباميتشى (Ibe & Abamuche (2019, 115 ، وبريز وزملاؤه (Perez et al., (2019, 32-33 على أن الطلاب قد يواجهون بعض المشكلات عند دراسة مقررات الأحياء، والتى تتبين كالتالى:

أ- كثرة المصطلحات والحقائق والمفاهيم العملية التى ترتبط بموضوعات مقرر الأحياء.

ب- إعتمادها على التجارب والإستنتاج والتفحص والمقارنة بين خصائص الكائنات الحية.

ج- إحتوائها العلاقات المركبة بين المفاهيم والمصطلحات والرسومات التى تحتاج إلى توضيح وتجزأة وتفسير.

د- كثرة الرسومات والأشكال التوضيحية المركبة والمعقدة وكثيرة التفاصيل التى تحتاج إلى توضيح وتجزأة لإستيعابها.

هـ- حاجة المتعلمين إلى تجزأة المعلومات والرسومات المركبة وعرضها بطريقة شيقة وممتعة توضح جميع جوانبها وأبعادها، والتى يمكن التعامل معها من خلال كائنات التعلم الرقمية فى تقنية الهولوجرام.

وقد استفادت الباحثة من المحور الرابع فى التعرف على الآراء المختلفة حول مفهوم مقرر الأحياء حيث أنه من أهم العلوم الطبيعية التى تدرس الكائنات الحية، بنيتها، خصائصها، وظائفها، وعملياتها الحيوية، بالإضافة إلى أهميتها فى رفع وعى طلاب المرحلة الثانوية بالتعامل مع البيئة الطبيعية التى يعشون فيها وتجنب إنتقال الأمراض بقدر الإمكان، وكذلك تبينت أهم المشكلات التعليمية التى تواجه الطلاب عند دراسة هذا المقرر والتى عمل البحث على معالجتها.

المحور الخامس: التصور البصرى المكانى:

تضمن المحور الخامس مفهوم التصور البصرى المكانى وأهميته، ويتضح ذلك بالتفصيل فيما يلى:

١. مفهوم التصور البصرى المكانى:

ظهرت مجموعة من الآراء حول مفهوم التصور البصرى المكانى فعرفه بايس وزملاؤه (Paes et al., (2017, 298 بأنه " قدرة الفرد على القيام بمجموعة من الأنشطة البصرية التى تتضمن إدراك العلاقات بين الأشياء، أوتصور هذه الأشياء عند النظر إليها من جوانب مختلفة أوتثبيتها أوإدارتها فى بعدين أوثلاثة أبعاد".

وكذلك أوضح لينزولزير وزملاؤه (Lenzholzer et al., (2018, 235 على أنه " قدرة الفرد على التصور البصرى لموضع جسم متحرك فى الفضاء، ودقة التمييز البصرى لإدراك المساحة أوالعمق والتركيز على موضع شئ محدد لمعرفة الوضع الحالى وتخيل الوضع الذى سيكون عليه عند ثنيه، أوعكسه، أوتحريك أحد أجزائه لليمين أواليسار أوفصل أحد أجزائه، بالإضافة إلى تقدير أبعاد الشكل فى الأوضاع المختلفة".

كما أشار دادسورث وزملاؤه Dadsworth et al., (2020, 165) إلى أنه " نشاط عقلى ومعرفى يتميز بالتصور البصرى لحركة الأشكال والأجسام فى الفراغ ويعتمد على إدراك العلاقات بين الأشكال والأجسام وإستخدام الشئ أو تحويله لتنظيم بصرى آخر أوإحداث بعض التغييرات فى الأشكال المدركة بصريا".

٢. أهمية التصور البصرى المكانى:

أظهرت الدراسات والأدبيات ومنها سريتتين وزملاؤه Critten et al., (2018, 185)، سبيد وزملاؤه Speed et al., (2019, 2870)، وجى وزملاؤه Ge et al., (2020, 109) أهمية تنمية مهارات التصور البصرى المكانى لدى المتعلمين، ويتضح ذلك فيما يلى:

أ- يساعد المتعلم على فهم وإدراك الأوضاع المختلفة للأجسام وأبعادها المختلفة فى الفراغ.

ب- دراسة الأشكال والرسومات المختلفة وإدراك العلاقات بين أجزائها عند فصلها عن مواضعها.

ج- تنمية القدرة على فهم أوجه الشبه والإختلاف بين الأشكال والرسومات بكل يسر وسهولة.

د- تنمية مهارات المرونة والتنبؤ والتخيل للأشكال والرسومات لدى المتعلمين.

هـ- إدراك المتعلمين للأبعاد والإتجاهات والمساحات المختلفة للأشكال.

و- يجعل المتعلمين أكثر سيطرة على المعالجة البصرية للرسومات الثابتة والمجردة.

ز- يساعد المتعلمين على التعبير عن محتويات الأشكال وتدويرها وتحليلها وإعادة تركيبها.

ح- تعمل على تقوية الذاكرة ودقة التمييز البصرى لدى المتعلمين.

استخلصت الباحثة من المحور الخامس للإطار النظرى مفهوم التصور البصرى المكانى الذى يعنى قدرة المتعلم على إدراك العلاقات بين أجزاء الأشكال والرسومات والتعرف على تفاصيلها وعمقها واتجاهاتها المختلفة، كما اتضحت أهمية التصور البصرى المكانى فى تشجيع المتعلمين على فهم الأشكال المركبة والمعقدة وإدراك العلاقات وأوجه الشبه والإختلافات بين الأشكال.

المحور السادس: العلاقة بين تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) وتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى:

تتضح العلاقة بين متغيرات البحث الحالى الذى يقدم توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) فى تقنية الهولوجرام لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية، حيث درس طلاب المجموعتين التجريبيتين من خلال تقنية الهولوجرام التى تعمل على توفير وسط صناعى يمكن من خلاله عرض كائنات التعلم الرقمية (الصور، الأشكال، الفيديوهات) لتظهر كأنها تطفو فى جزيئات الهواء فى غرفة صغيرة مظلمة يستخدم فيها مخروط هرمى زجاجى شفاف يتم من خلاله عرض الصور من الإتجاهات الأربعة بإستخدام جهاز التابلت.

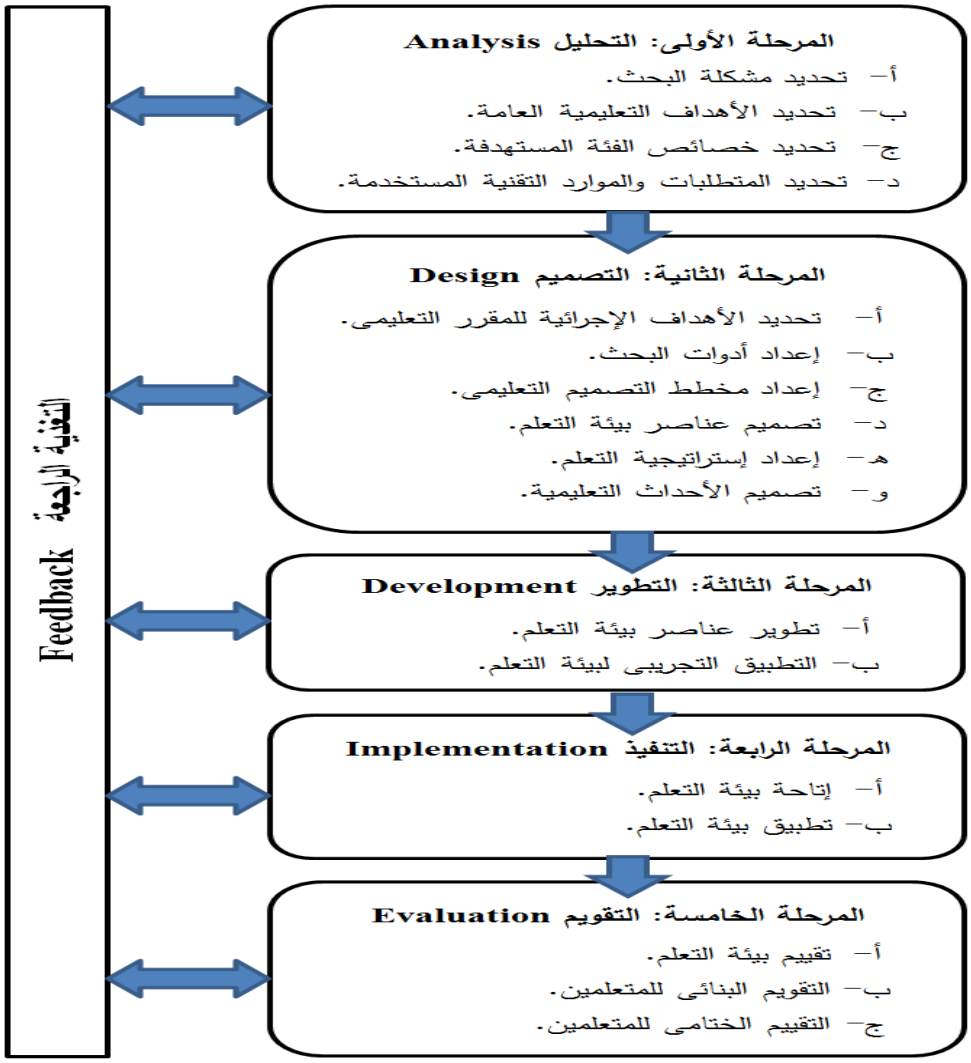
وفى نفس الإطار، يمكن تفسير أهمية توظيف كائنات التعلم الرقمية فى تقنية الهولوجرام، من خلال مجموعة من النظريات، والتى تتضمن: البنائية، الحمل المعرفى، الجيشتطالت، والمستويات المتعددة للإبصار حيث أنه من خلالهم تتضح أنه يمكن بناء المعرفة والمعلومات وتجزأتها إلى أجزاء ووحدات تعلم صغيرة الحجم ليسهل إستيعابها وتقلل الحمل المعرفى على الذاكرة العاملة لدى المتعلمين؛ بالإضافة إلى أن كائنات التعلم الرقمية التى يتم عرضها من خلال تقنية التصوير التجسيمى(هولوجرام) يمكن للمتعلم إدراكها فى شكل ثلاثى الأبعاد بكل وضوح والتعرف على تفاصيلها، أبعادها، أجزائها، عمقها، وأوجه التشابه والإختلاف بينها، مع إمكانية إستخدامه لها فى سياقات تعليمية جديدة، وبذلك يتم تنمية التحصيل المعرفى ومهارات التصور البصرى المكانى لدى المتعلمين.

كما تم توظيف توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) للتوصل إلى أنسب توقيت لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية، فالتوقيت الحر يتيح للمتعلمين تكرار العرض التعليمى أو بعض أجزائه لأكثر من مرة سواء لمتعلم واحد أو لمجموعة من المتعلمين، والذى من خلاله يمكن استيعاب المتعلم لتفاصيل التعلم أكثر من مرة، بينما فى التوقيت المقيد يمكن للمتعلم أن تزداد دافعيته للتعلم ويركز انتباهه للتعلم من خلال العرض التعليمى الذى يتم عرضه مرة واحده فقط، فيمكنه أن يقوم أيضا بالانتباه إلى المعلومات والتفاصيل والتى تختلف وفقا للفروق الفردية بين المتعلمين.

وكذلك تم إستخدام التصميم السابق إستعراضه القائم على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) فى تقنية الهولوجرام، لرفع مستوى التحصيل المعرفى فى مقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية، وإشباع إحتياجاتهم التعليمية والتكنولوجية.

المحور السابع: تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد):

قامت الباحثة بالإطلاع على مجموعة من نماذج التصميم التعليمى لبيئات التعلم القائمة على كائنات التعلم الرقمية، وقامت بإختيار نموذج التصميم العام "ADDIE Modle" لجرافينجر (Grafinger, 1988) وتعديله بما يلائم مراحل تصميم البحث الحالى ليتضمن خطوات شاملة لعناصر التصميم التعليمى لبيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)، ويتضح ذلك كالآتى:



شكل (٢) نموذج التصميم العام "ADDIE Modle" المعدل من خلال الباحثة لتصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية فى تقنية الهولوجرام

ثالثا: إجراءات البحث:

تضمن هذا الجزء إستعراض إجراءات تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) وأثرها على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية، حيث تتبين معايير التصميم وإجراءاته وأدوات البحث فيما يلى:

١. إعداد قائمة معايير تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد):

تضمن إعداد قائمة المعايير، مجموعة من الخطوات تتضح فيما يلى:

أ- **تحديد الهدف من قائمة المعايير:** استهدفت القائمة تحديد الأسس والمعايير الرئيسية ومؤشراتها الفرعية اللازم توافرها عند تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية.

ب- **تحديد مصادر إعداد قائمة المعايير وصياغة مؤشراتها:** تضمنت مصادر إعداد قائمة المعايير آراء المتخصصين فى مجال تكنولوجيا التعليم بالإضافة إلى المراجع والدراسات السابقة، وفى ضوء ذلك تكونت قائمة المعايير فى صورتها المبدئية من (٥) معايير رئيسية يندرج تحتها (٦٠) مؤشر فرعى.

ج- **نظام تقدير قائمة المعايير:** قامت الباحثة بوضع مقياس متدرج لتقدير درجة مدى تحقق مؤشرات المعيار، وتتدرج الإستجابة على هذا المقياس من(٣ : ١) وهى بالترتيب (٣-٢-١) لتوافق نفس الترتيب (مرتفعة- متوسطة- ضعيفة)، ويظهر ذلك من خلال الجدول التالى:

جدول (٢) نظام تقدير الدرجات لقائمة معايير تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)

درجة مدى تحقق مؤشرات المعيار		
مرتفعة	متوسطة	ضعيفة
٣	٢	١

د- **التحقق من صدق قائمة المعايير:** للتأكد من صدق قائمة المعايير قامت الباحثة بإتباع طريقة صدق المحكمين وذلك بعرض الصورة المبدئية للقائمة على مجموعة من أساتذة وخبراء تكنولوجيا التعليم (ملحق ٢) للتحقق من مدى أهمية كل معيار، ومدى ملائمة كل عبارة مؤشر فرعى للمعيار الذى ينتمى إليه، ودقة الصياغة اللغوية لعبارات القائمة، مع إتاحة إمكانية حذف أو إضافة بعض المؤشرات المكررة، ومدى صلاحية التقنية للتطبيق؛ وبعد إجراء التعديلات، تكونت القائمة فى صورتها النهائية من (٥) معايير رئيسية و(٦٠) مؤشر فرعى (ملحق ٣)، ويتضح ذلك كما فى الجدول التالى:

جدول (٣) توزيع المؤشرات فى قائمة معايير تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)

المعايير		عدد المؤشرات	ترقيم المؤشرات
المعيار (١)	الخصائص التربوية للمحتوى التعليمى فى بيئة تعلم للهولوجرام من خلال كائنات التعلم الرقمية.	١٥	١-١٥
المعيار (٢)	الخصائص الفنية لتصميم بيئة تعلم للهولوجرام.	١٠	١٦-٢٥
المعيار(٣)	الخصائص الفنية لتصميم كائنات التعلم الرقمية فى بيئة تعلم للهولوجرام.	١٥	٢٦-٤٠
المعيار(٤)	الخصائص الفنية لتصميم توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) فى بيئة تعلم للهولوجرام.	١٠	٤١-٥٠
المعيار(٥)	أساليب التقويم والتقييم داخل بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد).	١٠	٥١-٦٠
المجموع الكلى		٦٠	٦٠

هـ- حساب صدق الإتساق الداخلى لقائمة المعايير: يقصد بالإتساق الداخلى لعبارات قائمة المعايير مدى قوة الإرتباط بين درجات كل معيار والدرجات الكلية للقائمة، ولحساب صدق الإتساق الداخلى تم حساب معامل الإرتباط بين درجة كل مؤشر والدرجة الكلية للمعيار الذى ينتمى إليه وتراوح معامل الإرتباط بين ٠,٨١ و٠,٩٠، وقد اتضح أن جميع المؤشرات دالة عند مستوى (٠,٠١) و(٠,٠٥)، مما يدل على أن قائمة المعايير تتمتع بدرجة اتساق داخلى مرتفعة.

و- حساب الثبات لقائمة المعايير: يتضح ثبات قائمة المعايير من خلال أن تعطى نفس النتائج إذا ما أعيد تطبيقها أكثر من مرة تحت ظروف مماثلة بهدف الوصول من صورتها المبدئية إلى صورتها النهائية(ملحق٣)، ولقياس معامل ثبات قائمة المعايير تم عرضها على محكمى البحث (ملحق ٢)، وكذلك تم استخدام معامل ثبات ألفا كرونباخ من خلال برنامج SPSS لحساب معامل التمييز لكل عبارة مع حذف العبارة ذات القيمة السالبة أوالموجبة الضعيفة (التى تقل عن ٠,١٩) للحصول على معامل ثبات قوى، ويشير إرتفاع معامل ألفا كرونباخ حيث بلغ (٠,٩٧) إلى أن مفردات قائمة المعايير تعبر عن مضمون واحد كما يعطى دلالة واضحة على أن عبارات قائمة المعايير متجانسة.

٢. التصميم التعليمى لبيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد):

قامت الباحثة بإختيار نموذج التصميم العام "ADDIE Modle" لجرافينجر (Grafinger, 1988) وتعديله ليلائم مراحل تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)، وتتضح الإجراءات على النحو التالى:

المرحلة الأولى: التحليل Analysis:

تضمنت تلك المرحلة تحليل كافة العوامل المحيطة ببيئة التعلم، والتى تتضح على النحو التالى:

أ- **تحديد مشكلة البحث:** اتضحت مشكلة البحث من خلال دراسة الواقع الحالى لمقرر الأحياء بالصف الثانى فى المرحلة الثانوية، وقد تبين للباحثة وجود تدنى فى التحصيل المعرفى بهذا المقرر لدى الطلاب الذى يتضمن كثير من المعلومات والمفاهيم والرسومات العلمية المركبة التى تحتاج إلى عرضها بطريقة مجسمة لتظهر التفاصيل والمعلومات والجوانب المختلفة لها، ويركز البحث الحالى على معالجة ذلك التدنى من خلال تحديد التصميم الأكثر مناسبة لبيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء مهارات التصور البصرى المكانى لدى الطلاب لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية.

ب- **تحديد الأهداف التعليمية العامة:** تم تحديد الأهداف العامة لمقرر الأحياء، من خلال الخطوات التالية:

ب/١- الإطلاع على كتاب علم الأحياء للصف الثانى الثانوى الصادر عن وزارة التربية والتعليم بجمهورية مصر العربية الصادر من خلال الإدارة المركزية لشئون الكتب الفصل الدراسى الأول للعام ٢٠١٩/٢٠٢٠م.

ب/٢- الإطلاع على الدراسات والبحوث الأدبية المرتبطة بمقرر الأحياء لدى طلاب المرحلة الثانوية.

ب/٣- اعتمدت الباحثة على الموضوعات الدراسية التى تم تحديدها، حيث يعتبر كل موضوع دراسى بمثابة هدف من أهداف التعلم، وعلى ذلك يمكن القول بأن الهدف العام المقترح يتمثل فى تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ويمكن صياغة الأهداف العامة المقترحة بصورة أكثر تحديدا كما يلى:

- التعرف على عملية الهضم فى الإنسان.
- الإلمام بعملية النقل فى الإنسان.
- التعامل مع عملية التنفس فى الإنسان.

ج- **تحليل خصائص الفئة المستهدفة:** تم تحديد الفئة المستهدفة عينة البحث، حيث ضمت عينة مقصودة تكونت من (٦٠) طالب فى الصف الثانى بالمرحلة الثانوية بمدرسة كشك الثانوية بزفتى بمحافظة الغربية فى الفصل الدراسى الأول للعام الدراسى٢٠١٩/٢٠٢٠م، وتم تقسيمهم عشوائيا إلى مجموعتين تجريبيتين، حيث ضمت كل مجموعة تجريبية (٣٠) طالب، وتم تحديد أهم خصائص الفئة المستهدفة، فيما يلى:

ج/١- تجانس فى المهارات العقلية للطلاب نتيجة تقارب أعمارهم (المتوسط ١٧ عام).

ج/٢- تقارب مستوى تحصيلهم المعرفى من خلال الإطلاع على درجاتهم فى مقرر الأحياء العام السابق.

ج/٣- التعامل مع الحاسب الآلى والشاشات الذكية اللوحية (التابلت) والهاتف المحمول.

ج/٤- التعامل مع الوسائط المتعددة (الصور/ الفيديوهات) والتطبيقات من خلال الحاسب الآلى والشاشات الذكية اللوحية (التابلت) والهاتف المحمول.

ج/٥- القدرة على إنشاء الملفات والمجلدات.

ج/٦- القدرة على التعامل مع بعض التطبيقات مثل متصفحات الويب، ومايكروسوفت وورد وباوربوينت.

ج/٧- القدرة على التعامل مع الإختبارات الإلكترونية.

د- **تحديد المتطلبات والموارد التقنية المستخدمة:** تم تحديد المتطلبات والأدوات التقنية المستخدمة ومنها (٢٠) جهاز شاشات ذكية لوحة (تابلت)، و(٢٠) مخروط هرمى زجاجى للهولوجرام، بالإضافة إلى تصميم كائنات التعلم الرقمية (صور/ فيديوهات) وفقا لمعايير محددة، وتم إستخدام تلك الموارد التقنية فى التطبيقين القبلى والبعدى لأدوات البحث مع طلاب العينة الإستطلاعية والأساسية.

المرحلة الثانية: التصميم Design:

تضمنت تلك المرحلة التخطيط والتصميم لجميع عناصر عملية التعلم وأدوات البحث، وإستراتيجية التعلم، وتتضح خطواتها فيما يلى:

أ- **تحديد الأهداف الإجرائية للمقرر التعليمى:** تم تحديد الأهداف الإجرائية السلوكية للبحث المرتبطة بتنمية التحصيل المعرفى لمقرر الأحياء، والتى تضمنت قائمة أهداف معرفية فى مستويات بلوم الرقمى وهم (تذكر- فهم- تطبيق- تحليل)، وتطلب إعداد تلك القائمة الخطوات التالية:

أ/١- **تحديد الهدف:** استهدفت القائمة تحديد الأهداف الإجرائية التى يجب أن يتم تنميتها لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية من خلال تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد).

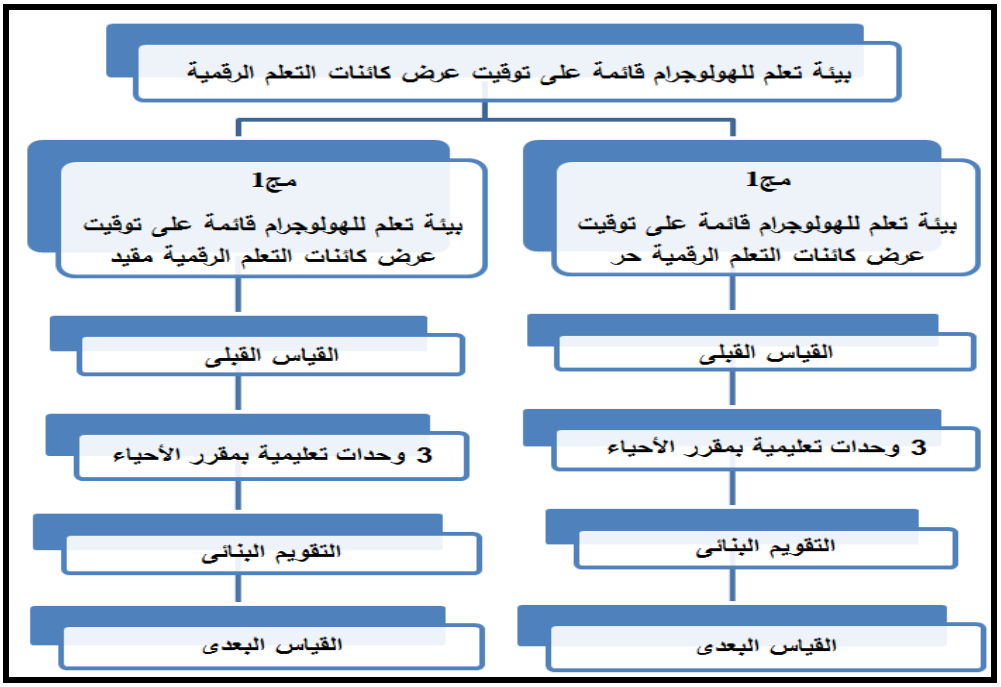
أ/٢- **تحديد مصادر إعداد القائمة:** وهى مقرر الأحياء للصف الثانى الثانوى من خلال كتاب وزارة التربية والتعليم الفصل الدراسى الأول للعام ٢٠١٩/٢٠٢٠م، الدراسات السابقة والمرتبطة بالبحث الحالى، بالإضافة إلى آراء الأساتذة والمختصين فى مجال تكنولوجيا التعليم.

أ/٣- **التحقق من صدق القائمة:** تم عرض القائمة فى صورتها الأولية على السادة المحكمين (ملحق ٢) وذلك للتعرف على آرائهم حول مجموعة من الجوانب منها ارتباط الأهداف السلوكية بالأهداف العامة للمقرر، صحة مستوى الهدف التعليمى، والدقة اللغوية لعبارة الهدف، وبعد إجراء التعديلات التى اتفق عليها السادة المحكمين لتظهر قائمة الأهداف فى صورتها النهائية (ملحق ٤)، وتتضمن (٦٠) هدف إجرائى سلوكى.

أ/٤- **الثبات:** لقياس معامل ثبات قائمة الأهداف تم استخدام معامل ثبات ألفا كرونباخ من خلال برنامج SPSS، وقد بلغ قيمته (٠,٩٢٥) وهو معامل ثبات مرتفع.

ب- **إعداد أدوات البحث:** قامت الباحثة بتصميم أدوات البحث وضبطها، والتى تضمنت: الإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء ومقياس التصور البصرى المكانى، ويتضح خطوات إعداد أدوات البحث وضبطها فى الجزء الخاص بها بالتفصيل.

ج- **إعداد مخطط التصميم التعليمى:** يمكن توضيح الخطوات الرئيسية المرتبطة بتصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)، والتى تتضح على النحو التالى:

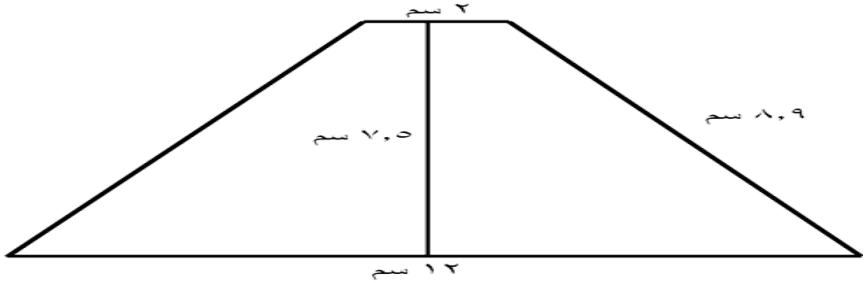


شكل (٣) مخطط التصميم التعليمى لبيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية

د- **تصميم عناصر بيئة التعلم:** تم تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية، كما يتضح فيما يلى:

د/١- تصميم كائنات التعلم الرقمية (الصور/ الفيديوهات) من خلال مجموعة برامج وهى أدوب فوتوشوب(Adobe Photoshop CS 12)، وكامتاسيا (Camtasia 9)، وأدوب برامير (Adobe Premiere CS 12).

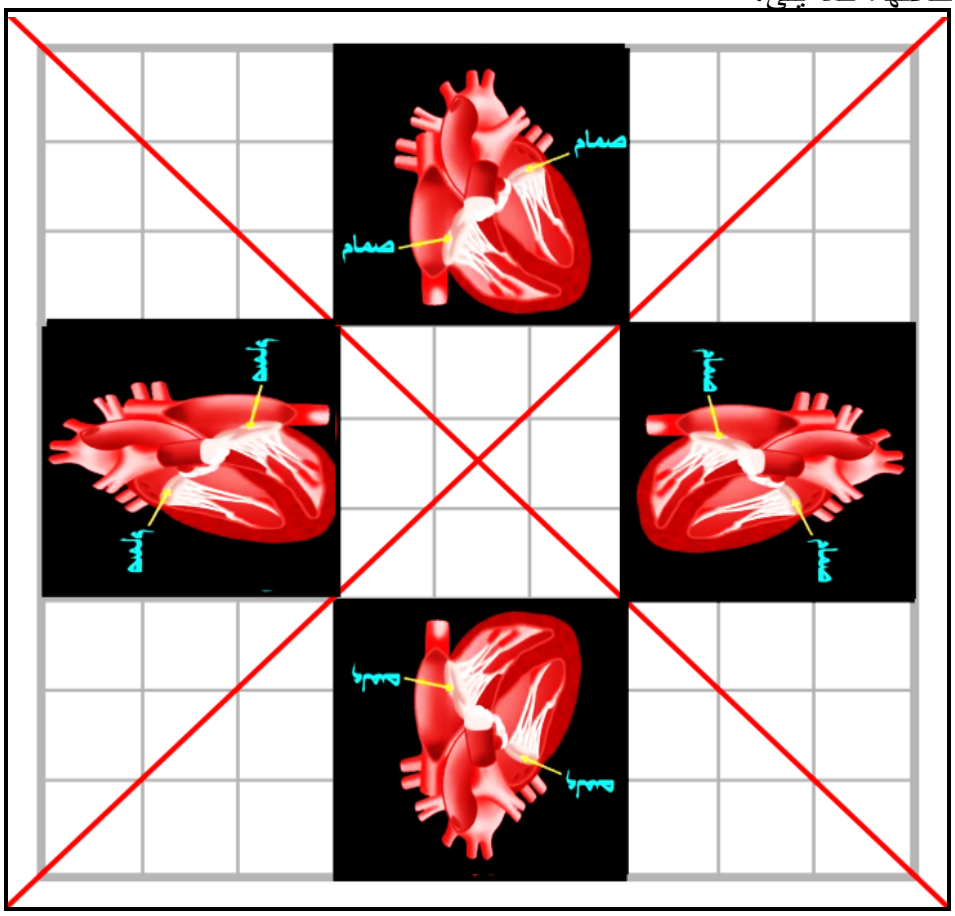
د/٢- تم تصميم مخروط هرمى زجاجى رباعى الجوانب لإستخدامه فى العروض التعليمية داخل بيئة تعلم للهولوجرام، مائل بزاوية ٤٥ درجة من كل جانب، وتم تصميم كل جانب منه وفقا لمجموعة من الأبعاد، والتى تتضح من الشكل التالى:



شكل (٤) تصميم جانب من الجوانب الأربعة للمخروط الهرمى الزجاجى للعرض داخل بيئة تعلم للهولوجرام

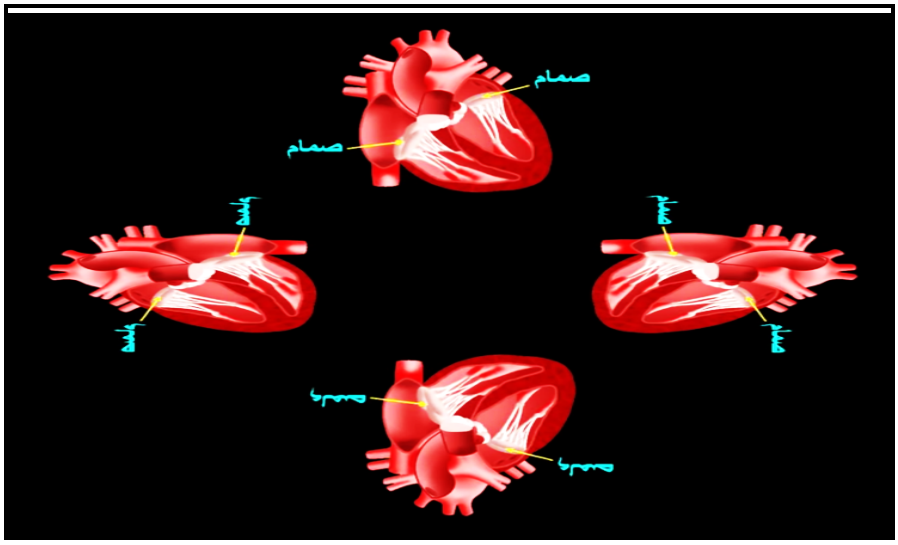
ويتضح من الشكل السابق أبعاد أحد جوانب المخروط الهرمى الزجاجى المستخدم فى تقنية الهولوجرام، حيث أن القاعدة (١٢سم)، الإرتفاع (٧,٥سم)، الضلع العلوى (٢سم)، الضلع الجانبى (٨,٩ سم).

د/٣- تم تصميم كائنات التعلم الرقمية (الصور، الفيديوهات)، وتكرارها فى أربعة نسخ، لتظهر كل نسخة ويقابلها عكسها على صورة شفافة تشبه المخروط الهرمى الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام ومتناسب مع أبعاده، ليتم تحديد أماكنها بدقة من خلالها، كما يلى:



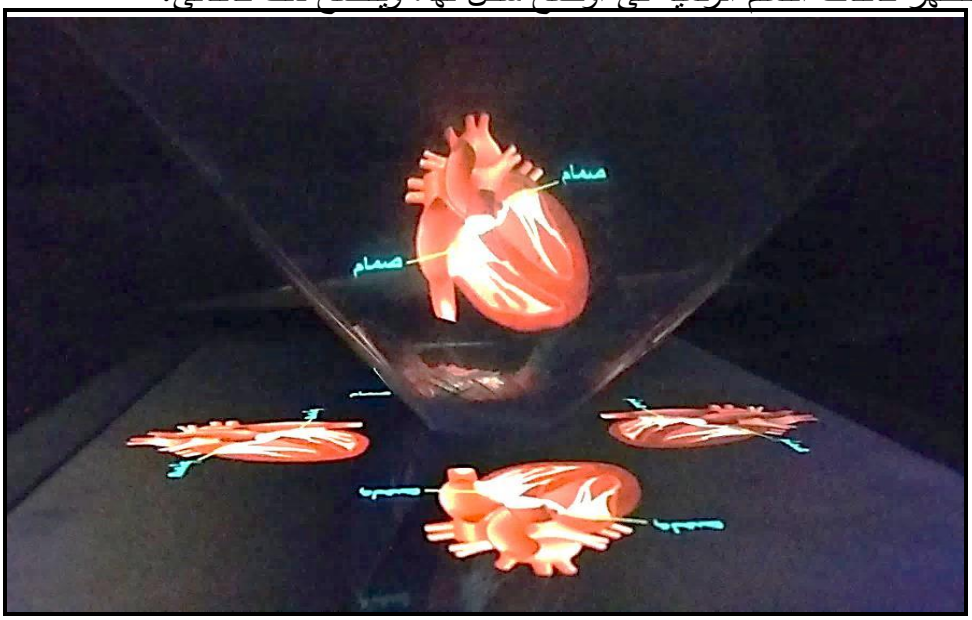
شكل (٥) تصميم كائنات التعلم الرقمية على صورة شفافة تشبه المخروط الهرمى الزجاجى الرباعى للعرض داخل بيئة تعلم للهولوجرام

د/٤- توحيد لون الخلفية باللون الأسود بعد الإنتهاء من تصميم كائنات التعلم الرقمية (الصور، الفيديوهات) وتحديد أماكن النسخ الأربعة وضبطها لتجهيزها للعرض على المخروط الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام، لتتضح كالتالى:

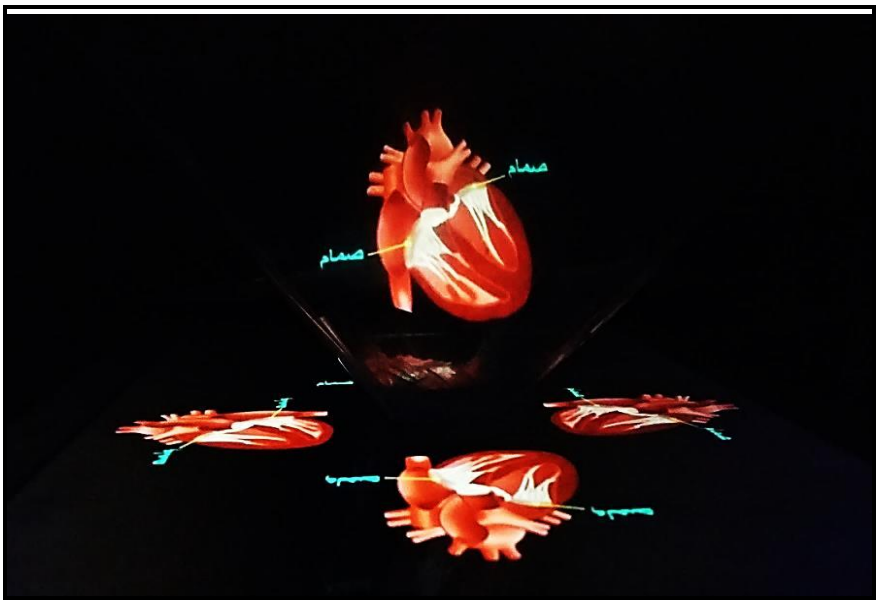


شكل (٦) توحيد لون خلفية تصميم كائنات التعلم الرقمية باللون الأسود لتجهيزها للعرض على المخروط الهرمى الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام

د/٥- تحميل كائنات التعلم الرقمية (الصور، الفيديوهات) على التابلت وتشغيلها ووضع المخروط الهرمى الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام فى المنتصف، ليتم إسقاط كائنات التعلم الرقمية (من الأربعة جوانب) من الأسفل وتظهر داخل المخروط الزجاجى للهولوجرام، مع التعتيم بخلفيات بلون أسود حول المخروط الزجاجى والتابلت، لتظهر كائنات التعلم الرقمية فى أوضح شكل لها، ويتضح ذلك كالتالى:

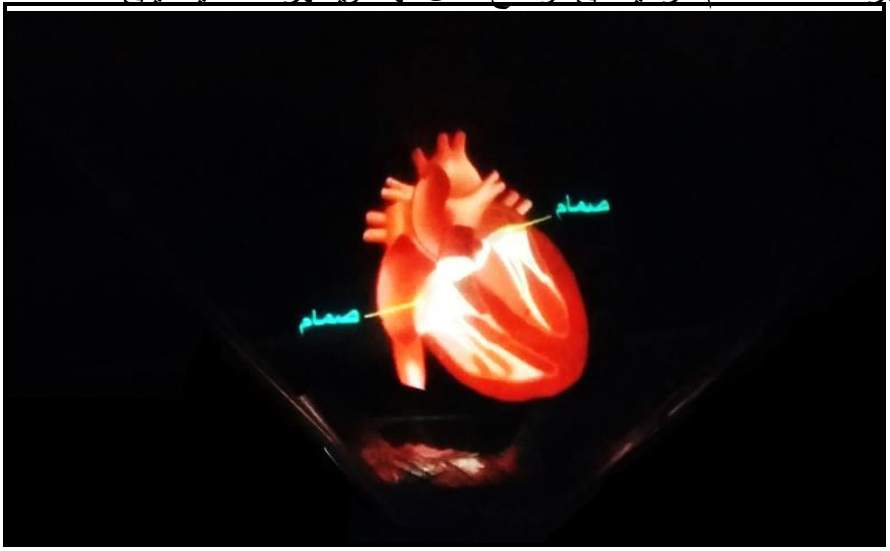


شكل (٧) عرض طريقة إسقاط كائنات التعلم الرقمية من الأسفل داخل المخروط الهرمى الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام بإستخدام شاشة التابلت



شكل (٨) تعتيم عرض طريقة إسقاط كائنات التعلم الرقمية من الأسفل داخل المخروط الهرمى الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام لتظهر الصورة بأوضح جودة

د/٦- عرض كائنات التعلم الرقمية (الصور، الفيديوهات) على الطلاب للدراسة من خلال إبعاد المخروط الهرمى الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام عن سطح التابلت، مع إستخدام نفس طريقة الإسقاط عن الهولوجرام بمسافة (١سم) وتثبيته على حامل شفاف، وكذلك مع التعتيم بخلفيات بلون أسود حول المخروط الزجاجى والتابلت، لتظهر كائنات التعلم الرقمية فى أوضح شكل لها، ويظهر ذلك فيما يلى:



شكل (٩) عرض كائنات التعلم الرقمية من المخروط الهرمى الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام للطلاب للدراسة من خلاله

هـ- **إعداد إستراتيجية التعلم:** تم إعداد إستراتيجية التعلم للمجموعتين التجريبيتين، الذين قاموا بالدراسة من خلال تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)، والتى تظهر كالتالى:

- تم الفصل بين المجموعتين التجريبيتين ومنع إختلاط الطلاب، لتتم عملية دراسة كل مجموعة داخل فصل دراسى مختلف، وفى يوم دراسى مختلف.
- تقسيم طلاب كل مجموعة تجريبية (٣٠) طالب إلى (١٠) مجموعات تعلم صغيرة تضمنت (٣) طلاب بكل مجموعة تجريبية.
- تجهيز كائنات التعلم الرقمية الخاصة بالموضوع التعليمى على التابلت.
- وضع المخروط الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام فى مكانه المناسب وتجهيز التعتيم بخلفية سوداء حول جهاز العرض الهولوجرامى.
- قام معلم الفصل بمساعدة الباحثة بتجهيز التقنيات السابقة وتعريف الطلاب بها، بالإضافة إلى شرح قواعد التعلم من خلال بيئة التعلم الخاصة بكل مجموعة تعليمية، وشرح أهداف الموضوع التعليمى من خلال عرض تقديمى على شاشة العرض بالفصل الدراسى بإستخدام جهاز داتاشو (Data Show).

قام كل (٣) طلاب بالدراسة من خلال جهاز عرض للهولوجرام.

جدول (٤) تصميم الأحداث التعليمية لبيئة تعلم الهولوجرام القائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية

م	الحدث التعليمى	المجموعات التجريبية	
		الأولى	الثانية
١.	التقنية المستخدمة فى بيئة التعلم	الهولوجرام	
٢.	توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية	حر	مقيد
٣.	عدد مرات عرض كائنات التعلم الرقمية	العرض الأساسى يتم فى البداية ويمكن تكراره (بحد أقصى خمسة مرات).	(مرة واحدة فقط).
٤.	كائنات التعلم الرقمية المستخدمة	(صور، فيديوهات).	
٥.	الوحدات التعليمية	٣ وحدات تعليمية فى مقرر الأحياء للصف الثانى الثانوى.	
٦.	الأجهزة المستخدمة	الأجهزة اللوحية الذكية (التابلت).	

	فى عملية التعلم		
٧.	الإستراتيجية التعليمية	فى المرة الأولى التعلم الذاتى فى مجموعات صغيرة (٣) طلاب فى المجموعة. وعند تكرار العرض يمكن للطالب بمفرده أوداخل مجموعة أن يطلب تكرار العرض كاملا أو أجزاء محددة منه.	التعلم الذاتى فى مجموعات صغيرة (٣) طلاب فى المجموعة.
٨.	قياس أداء المتعلمين فى التقويم البنائى	تم قياس أداء المتعلمين من خلال ثلاثة إختبارات فى التقويم البنائى، بمعدل إختبار لكل وحدة تعليمية، بالإضافة إلى أنه تم تحديد (١٠) درجات لكل إختبار تقويم بنائى.	

- قام طلاب المجموعة التجريبية الأولى بالدراسة من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات تعلم رقمية حر، يمكنهم من خلاله تكرار العرض أكثر من مرة وفقا لإحتياجات الطلاب.
- بينما قام طلاب المجموعة التجريبية الثانية بالدراسة من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات تعلم رقمية مقيد بعد الإنتهاء من مدة العرض المحددة يختفى ولايمكن للطلاب تكرار مشاهدته مرة أخرى.
- بعد الإنتهاء من دراسة كل وحدة تعليمية وكذلك قبل وبعد الإنتهاء من دراسة المقرر التعليمى للوحدات الثلاثة، قام الطلاب بالإجابة على إختبارات التقويم البنائى وإختبار التحصيل المعرفى فى التطبيقين القبلى والبعدى داخل معمل الحاسب الآلى بالمدرسة.
- تم تنفيذ التجربة الأساسية للبحث كاملة فى مدة خمسة أسابيع متتالية (أسبوع تطبيق قبلى لأدوات البحث– ثلاثة أسابيع لدراسة موضوعات التعلم وإجراء التقويم البنائى– أسبوع تطبيق بعدى لأدوات البحث).

و– **تصميم الأحداث التعليمية:** تم تصميم الأحداث التعليمية وعناصر عملية التعلم للمجموعتين التجريبيتين التى درس طلابها من خلال تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية، لتظهر وفقا للجدول التالى:

المرحلة الثالثة: التطوير Development:

تضمنت مرحلة التطوير تطوير عناصر بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)، بالإضافة إلى التطبيق التجريبى لبيئة التعلم، ويتضح ذلك فيما يلى:

أ- **تطوير عناصر بيئة التعلم:** تم تطوير بيئة تعلم للهولوجرام قائم على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)، من خلال عرض تصميم عناصرها وتقنياتها، على مجموعة من أساتذة تكنولوجيا التعليم والمتخصصين فى المجال (ملحق٢)، ومن خلال القيام بالتعديلات المطلوبة تم تطوير تصميم بيئة التعلم.

ب- **التطبيق التجريبى لبيئة التعلم** : حيث تم التطبيق التجريبى لعناصر بيئة التعلم من خلال إجراء التجربة الإستطلاعية للبحث على (١٨) طالب بالصف الثانى بالمرحلة الثانية بمدرسة كشك الثانوية بزفتى (خارج عينة البحث الأساسية) لمدة أسبوعين (٢٠١٩/١٠/١٠م- ٢٠١٩/١٠/٢٤م)، والتى أظهرت ما يلى:

ب/١- التعرف على الصعوبات والمشكلات التقنية التى واجهت الباحثة والطلاب فى بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت كائنات التعلم الرقمية.

ب/٢- إكتساب الباحثة خبرة تطبيق التجربة قبل القيام بإجراء التجربة الأساسية للبحث.

ب/٣- التحقق من صلاحية أدوات البحث للتطبيق.

ب/٤- القيام بحساب ثبات أدوات البحث، ومعاملات السهولة والصعوبة والإتساق الداخلى، والفترة الزمنية المناسبة لأدائهم.

المرحلة الرابعة: التنفيذ Implementation:

شملت مرحلة التنفيذ لبيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) إتاحة بيئة التعلم وتطبيقها، ويظهر ذلك كالتالى:

أ- **إتاحة بيئة التعلم:** تمت فى هذه المرحلة إتاحة بيئة التعلم من خلال تجهيز كائنات التعلم الرقمية (الصور، والفيديوهات) على أجهزة التابلت، المخروط الهرمى الزجاجى الرباعى لتقنية الهولوجرام، الحامل الخاص به، والخلفيات السوداء، وتجهيز العرض التعليمى للطلاب.

ب- **تطبيق بيئة التعلم:** فى هذه المرحلة تم التطبيق الفعلى لتجربة البحث على العينة الأساسية (٦٠) طالب بالصف الثانى الثانوى بمدرسة كشك الثانوية بزفتى فى

محافظة الغربية، فى الفصل الدراسى الأول للعام (٢٠١٩/٢٠٢٠م)، والذى تتضح خطواته فيما يلى:

ب/١- واستغرق التطبيق الفعلى للتجربة (٥) أسابيع متتالية فى الفترة من (٢٠١٩/١٠/٢٧م) إلى (٢٠١٩/١١/٢٤م)، وقد لاحظت الباحثة تقبل الطلاب لبيئة تعلم الهولوجرام ووضوحها بالنسبة إليهم، وعدم وجود مشكلات فى تصميم توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية.

ب/٢- ثم تم تقسيم الطلاب عشوائيا إلى مجموعتين تجريبيتين لتظهر المجموعات التجريبية بالترتيب:

- المجموعة التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) (٣٠) طالب.
- المجموعة التجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) (٣٠) طالب.

ب/٣- التطبيق القبلى لأدوات البحث: تم التطبيق القبلى لأدوات القياس فى البحث (الإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء، ومقياس التصور البصرى المكانى) يوم الأحد (٢٠١٩/١٠/٢٧م)، حيث قام الطلاب بحل مقياس التصور البصرى المكانى ورقيا داخل الفصل الدراسى وحل إختبار التحصيل المعرفى داخل معمل الحاسب الآلى بالمدرسة وذلك للتحقق من تكافؤ المجموعتين التجريبيتين للبحث.

ب/٤- تم تنفيذ التجربة الأساسية للبحث، من خلال ما يلى:

- قيام طلاب المجموعتين التجريبيتين بدراسة (٣) وحدات تعليمية بمقرر الأحياء، وفقا للجدول الزمنى التالى:

- الأسبوع الأول:
- قامت المجموعة التجريبية الأولى بدراسة الوحدة الأولى الهضم فى الإنسان يوم الأحد (٢٠١٩/١١/٣) داخل الفصل الدراسى من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر، فى وقت دراسة يتراوح ما بين (٨٥:١١٠) دقيقة.
- قامت المجموعة التجريبية الأولى يوم الأحد (٢٠١٩/١١/٣) بحل إختبار التقويم البنائى للوحدة الأولى الهضم فى الإنسان داخل معمل الحاسب الآلى بالمدرسة بعد الإنتهاء من الدراسة.

- قامت المجموعة التجريبية الثانية بالدراسة يوم الثلاثاء (٢٠١٩/١١/٥) الوحدة الأولى الهضم فى الإنسان داخل الفصل الدراسى من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد، فى وقت دراسة (٦٠) دقيقة.
- قامت المجموعة التجريبية الثانية يوم الثلاثاء (٢٠١٩/١١/٥) بحل إختبار التقويم البنائى للوحدة الأولى الهضم فى الإنسان داخل معمل الحاسب الآلى بالمدرسة بعد الإنتهاء من الدراسة.
- الأسبوع الثانى:
- قامت المجموعة التجريبية الأولى بدراسة الوحدة الثانية النقل فى الإنسان يوم الأحد (٢٠١٩/١١/١٠) داخل الفصل الدراسى من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر، فى وقت دراسة يتراوح ما بين (٧٥:١١٠) دقيقة.
- قامت المجموعة التجريبية الأولى يوم الأحد (٢٠١٩/١١/١٠) بحل إختبار التقويم البنائى للوحدة الثانية النقل فى الإنسان داخل معمل الحاسب الآلى بالمدرسة بعد الإنتهاء من الدراسة.
- قامت المجموعة التجريبية الثانية بدراسة الوحدة الثانية النقل فى الإنسان يوم الثلاثاء (٢٠١٩/١١/١٢) داخل الفصل الدراسى من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد، فى وقت دراسة (٦٠) دقيقة.
- قامت المجموعة التجريبية الثانية يوم الثلاثاء (٢٠١٩/١١/١٢) بحل إختبار التقويم البنائى للوحدة الثانية النقل فى الإنسان داخل معمل الحاسب الآلى بالمدرسة بعد الإنتهاء من الدراسة.
- الأسبوع الثالث:
- قامت المجموعة التجريبية الأولى بدراسة الوحدة الثالثة التنفس فى الإنسان يوم الأحد (٢٠١٩/١١/١٧) داخل الفصل الدراسى من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر، فى وقت دراسة يتراوح ما بين (٦٥:١٠٠) دقيقة.
- قامت المجموعة التجريبية الأولى يوم الأحد (٢٠١٩/١١/١٧) بحل إختبار التقويم البنائى للوحدة الثالثة التنفس فى الإنسان داخل معمل الحاسب الآلى بالمدرسة بعد الإنتهاء من الدراسة.

- قامت المجموعة التجريبية الثانية بالدراسة يوم الثلاثاء (٢٠١٩/١١/١٩) الوحدة الثالثة التنفس فى الإنسان داخل الفصل الدراسى من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد، فى وقت دراسة (٦٠) دقيقة.
- قامت المجموعة التجريبية الثانية يوم الثلاثاء (٢٠١٩/١١/١٩) بحل إختبار التقويم البنائى للوحدة الثالثة التنفس فى الإنسان داخل معمل الحاسب الآلى بالمدرسة بعد الإنتهاء من الدراسة.

ب/٥- بعد الإنتهاء من تنفيذ التجربة الأساسية للبحث، تم التطبيق البعدى لأدوات القياس فى البحث وهما: (الإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء- ومقياس التصور البصرى المكانى)، حيث تم حل مقياس التصور البصرى المكانى فى يوم الأحد(٢٠١٩/١١/٢٤م) ورقيا داخل الفصل الدراسى، والإختبار التحصيلى المعرفى البعدى لمقرر الأحياء بمعمل الحاسب الآلى بالمدرسة، والتأكد من حل جميع طلاب المجموعتين التجريبيتين أدوات البحث.

ب/٦- تم تجميع درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على أدوات البحث فى التطبيقين القبلى والبعدى، وإجراء المعالجة الإحصائية.

المرحلة الخامسة: التقويم Evaluation:

تضمنت هذه المرحلة عملية تقييم بيئة التعلم وتقويم وتقييم المتعلمين، ويتضح ذلك فيما يلى:

أ- **تقييم بيئة التعلم:** تم تقييم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) من خلال عرضها على السادة المحكمين من أساتذة التخصص (ملحق٢)، حيث تم عرض قائمة معايير التصميم لتظهر فى صورتها النهائية بعد إجراءات التعديلات (ملحق٣).

ب- **التقويم البنائى للمتعلمين:** تم التقويم البنائى لطلاب الصف الثانى بالثانوى فى المجموعتين التجريبيتين من خلال الإختبارات البنائية الذاتية التى يقوم كل طالب بحلها بعد كل وحدة تعليمية، وحصولهم على التغذية الراجعة المناسبة ودرجاتهم بصورة فورية.

ج- **التقييم الختامى للمتعلمين:** بعد تطبيق بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) على طلاب (العينة الأساسية للبحث الحالى) وعددهم (٦٠) طالب فى الصف الثانى بالمرحلة الثانوية تم التطبيق البعدى لكل من

(الإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء، وكذلك مقياس مهارات التصور البصرى المكانى).

وتمت مرحلة التغذية الراجعة (Feedback) بإستمرار أثناء كل مرحلة من مراحل التصميم التعليمى للنموذج وبعد الإنتهاء منها، لتصل الباحثة إلى نقاط القوة ومعالجة نقاط الضعف، سواء من خلال المحكمين والأساتذة المتخصصين فى المجال أو من انطباعات الطلاب وردود أفعالهم.

٣. إعداد أدوات البحث وضبطها:

قامت الباحثة بإعداد أدوات البحث، والتى تتضح فيما يلى:

أ- الإختبار التحصيلى المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء:

تم إعداد إختبار التحصيل المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء، وفقا للخطوات التالية:

أ/١- تحديد الهدف من الإختبار التحصيلى المعرفى: تمثل الهدف من الإختبار التحصيلى المعرفى فى قياس الجوانب المعرفية لمجموعة من الموضوعات المحددة فى مقرر الأحياء لطلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية، وذلك وفقا أربعة مستويات من مستويات من مستويات تصنيف بلوم الرقمى وهم (تذكر- فهم- تطبيق- تحليل).

أ/٢- إعداد الصورة المبدئية للإختبار التحصيلى المعرفى: تم إعداد مفردات الإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء والتى بلغ عددها (٦٠) مفردة فى صورتها الأولية، وتم عرضها على السادة المحكمين فى مجال تكنولوجيا التعليم (ملحق٢) والتى تم وضعها فى صورة (٣٠ سؤال اختيار من متعدد- ٢٥ سؤال صواب وخطأ- ٥ مزاوجة)، وتم مراعاة توزيع المفردات لتغطى الموضوعات التى تم تحديدها وتحقيقها للأهداف التعليمية.

أ/٣- تقدير درجات التصحيح لأسئلة الإختبار التحصيلى المعرفى: تم تقدير درجات التصحيح لأسئلة الإختبار التحصيلى المعرفى، فالإجابة الصحيحة لكل سؤال تم تقديرها بدرجة واحدة فقط، وبالتالى أصبحت الدرجة الكلية للإختبار التحصيلى المعرفى(٦٠) درجة.

أ/٤- إعداد مفتاح الإجابة للإختبار التحصيلى المعرفى: تم إعداد مفتاح الإجابة للإختبار التحصيلى المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء، والذى تم من خلاله تصحيح الإختبار التحصيلى المعرفى والذى يظهر (ملحق٦).

أ/٥- صدق الإختبار التحصيلى المعرفى: صدق الإختبار يعنى أن يكون صحيحا لقياس ما وضع من أجله ولتقدير صدق الإختبار تم استخدام طريقة صدق المحكمين

من خلال عرضه على مجموعة من السادة الخبراء فى مجال تكنولوجيا التعليم (ملحق ٢)، لإستطلاع رأيهم حول مدى ارتباط الأسئلة وتحقيقها للأهداف التعليمية المرتبطة بها، وعن مدى الدقة اللغوية للأسئلة، وبعد إجراء التعديلات المطلوبة يظهر الإختبار التحصيلى المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء فى صورته النهائية (ملحق٥).

أ/٦- **الإنتاج الإلكترونى للإختبار التحصيلى المعرفى:** تم تصميم الإختبار التحصيلى المعرفى وإنتاجه إلكترونيا بإستخدام بنك الأسئلة على موقع (QuizCreator) ليتعامل معه جميع طلاب المجموعتين التجريبيتين.

أ/٧-**جدول المواصفات والأوزان النسبية للإختبار التحصيلى المعرفى:** فى ضوء تحليل محتوى موضوعات مقرر الأحياء، تم إشتقاق الأهداف السلوكية وإعداد جدول المواصفات والأوزان النسبية للإختبار التحصيلى المعرفى، والذى يظهر كالتالى:

جدول (٥) المواصفات والأوزان النسبية للإختبار التحصيلى المعرفى المرتبط بمقرر الأحياء

م	الموضوعات التعليمية	عدد الأسئلة المناسبة لمستويات الأهداف وفقا لتصنيف بلوم الرقمى				المجموع	النسبة المئوية
		تذكر	فهم	تطبيق	تحليل		
١.	الهضم فى الإنسان.	٦	٧	٢	٥	٦ تذكر	%١٠
						٧ فهم	%١١,٦٧
						٢ تطبيق	%٣,٣٣
						٥ تحليل	%٨,٣٣
٢.	النقل فى الإنسان.	٥	٧	٣	٥	٥ تذكر	%٨,٣٣
						٧ فهم	%١١,٦٧
						٣ تطبيق	%٥
						٥ تحليل	%٨,٣٣
٣.	التنفس فى الإنسان.	٤	٧	٣	٦	٤ تذكر	%٦,٦٧
						٧ فهم	%١١,٦٧
						٣ تطبيق	%٥
						٦ تحليل	%١٠
المجموع الكلى		١٥	٢١	٨	١٦	٦٠ سؤال	%١٠٠
النسبة المئوية		%٢٥	%٣٥	%١٣,٣٣	%٢٦,٦٧		

أ/٨- **حساب صدق الإتساق الداخلى للإختبار التحصيلى المعرفى:** تم التطبيق على عينة قوامها (١٨) من طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية بمدرسة كشك الثانوية بزفتى بمحافظة الغربية فى التجربة الإستطلاعية، وبعد التطبيق تم حساب صدق المفردات بطريقة معامل ألفا كرونباخ Cronbach Alpha لحساب صدق الإتساق

الداخلى المؤسس على معدل الإرتباط البينى بين المفردات والإختبار ككل، فظهر معامل الثبات الكلى وصدق المفردات يساوى (٠,٩٠) وهو معامل ثبات مرتفع.

أ/٩- حساب ثبات للإختبار التحصيلى المعرفى: تم حساب ثبات الإختبار بطريقتين، ويتبين ذلك كالتالى:

- طريقة إعادة الإختبار، وقد قامت الباحثة بتطبيق الإختبار على عينة قوامها (١٨) من طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية بمدرسة كشك الثانوية بزفتى بمحافظة الغربية خارج عينة البحث الأساسية، ثم أعيد تطبيق الإختبار مرة أخرى بعد فاصل زمنى قدره أسبوعين، وقد استخدمت الباحثتان الحزمة الإحصائية (SPSSV.22) لحساب معامل الإرتباط، وقد بلغت قيمته (٠,٨٢٣) ومعامل الثبات بلغت قيمته (٠,٩٠٢)، وهو معامل ثبات مرتفع، ومن ثم يمكن الإعتماد عليه كأداة بحثية.
- طريقة التجزئة النصفية Split-Half حيث تتمثل هذه الطريقة فى تطبيق الإختبار مرة واحدة ثم يجزأ إلى نصفين متكافئين، ويتم حساب معامل الإرتباط بين درجات هذين النصفين وبعد ذلك يتم التنبؤ بمعامل ثبات الإختبار، وقد بلغ معامل الثبات الكلى للإختبار بطريقة التجزئة النصفية لسبيرمان/ براون تساوى (٠,٨٩٥)، فضلا عن أن معامل الثبات الكلى للإختبار بطريقة التجزئة النصفية لجوتمان تساوى (٠,٩٠٠) مما يشير إلى ارتفاع معامل الثبات الكلى للإختبار ككل.

أ/١٠- حساب زمن الإختبار التحصيلى المعرفى: تم تقدير زمن الإختبار فى ضوء الملاحظات، ومراقبة أداء الطلاب فى التجربة الإستطلاعية بحساب متوسط الأزمنة الكلية من خلال مجموع الأزمنة لكل الطلاب على عدد الطلاب، وبلغ زمن الإختبار(٦٥) دقيقة.

أ/١١- حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات الإختبار التحصيلى المعرفى: تم حساب معاملات السهولة والصعوبة للإختبار ووجد أنها تراوحت ما بين (٠,٢١) و(٠,٨٢) وتفسر بأنها ليست شديدة السهولة أو شديدة الصعوبة، وبالتالى ظل الإختبار بمفرداته كما هو (٦٠) مفردة (ملحق٥).

أ/١٢- حساب معاملات التمييز لمفردات الإختبار التحصيلى المعرفى: تم حساب معاملات التمييز للإختبار والتى تراوحت ما بين (٠,٢٠) و(٠,٨١) وبذلك تعتبر مفردات الإختبار ذات قدرة مناسبة للتمييز.

ب- مقياس التصور البصرى المكانى:

تم إعداد مقياس التصور البصرى المكانى وفقا للخطوات التالية:

ب/١- تحديد الهدف من مقياس التصور البصرى المكانى: هدف هذا المقياس إلى تحديد وقياس مهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية نتيجة دراستهم من خلال بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد).

ب/٢- إختيار مقياس التصور البصرى المكانى: بعد إطلاع الباحثة على مجموعة من مقاييس التصور البصرى المكانى، ثم قامت بإختيار مقياس بردو(Purdue Visualization of Rotations Test (ROT)) الذى قام بوضعه بودنر وجواى(1997) Bodner & Guay، والذى قام بتطويره يوون (2011)Yoon، وقامت الباحثة بترجمته.

ب/٣- تقدير درجات مقياس التصور البصرى المكانى: تكون المقياس من (٣٠) مفردة، كل مفردة لها خمسة إختيارات (أ- ب-ج- د- هـ)، ولكل مفردة إجابة صحيحة واحدة، وتضمن تقدير درجات المقياس، كما يلى:

- الحد الأدنى للدرجات = صفر درجة.
- الحد الأعلى للدرجات = ٣٠ درجة.
- إذا كانت النتيجة الإجمالية مساوية أو أكثر من ١٨ درجة، فإن الطالب لديه مهارات التصور البصرى المكانى.
- إذا كانت النتيجة الإجمالية مساوية لأقل من ١٨ درجة، فإن الطالب ليس لديه مهارات التصور البصرى المكانى.

ب/٤- التحقق من صدق مقياس التصور البصرى المكانى: للتأكد من صدق المقياس، تم عرضه فى صورته الأولية على مجموعة من السادة الخبراء والمتخصصين (ملحق ٢) لإستطلاع رأيهم حول مدى دقة الصياغة اللغوية للعبارات، مدى ملائمته للفئة المستهدفة من البحث، وبعد إجراء التعديلات يظهر المقياس فى صورته النهائية(ملحق٧).

ب/٥- التحقق من ثبات مقياس التصور البصرى المكانى: تم حساب معامل الثبات للمقياس بإستخدام طريقة إعادة الإختبار، وقامت الباحثة بتطبيق المقياس على عينة التجربة الإستطلاعية وقوامها (١٨) من طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية بمدرسة كشك الثانوية بزفتى بمحافظة الغربية، كما استخدمت الباحثة الحزمة الإحصائية (SPSS V.22) لحساب معامل الثبات للمقياس ككل (٠,٨٦٢) وهو معامل ثبات مرتفع، ومن ثم يمكن الوثوق بالنتائج التى يزودنا بها مقياس التصور البصرى المكانى، كما يمكن الإعتماد عليه كأداة بحثية.

ب/٦- التحقق من حساب صدق الإتساق الداخلى لمقياس التصور البصرى المكانى: تعتمد هذه الطريقة على الإتساق فى أداء الطلاب على مكونات المقياس، وعندما يكون متجانسا فإن كل مكون فيه تقيس نفس المكونات التى يقيسها المقياس (ككل)، وتم حسابه بطريقة معاملات الإرتباط بين درجة كل مكون فرعى والدرجة الكلية للمقياس (ككل) وكانت النتائج كما يلى:

جدول (٦) معاملات ارتباط بيرسون بين المفردات ومقياس التصور البصرى المكانى ككل

المفردة	معامل ارتباط بيرسون	المفردة	معامل ارتباط بيرسون	المفردة	معامل ارتباط بيرسون
١,	**٠,٧٥٢	١١,	**٠,٧٣٤	٢١,	**٠,٧٠٦
٢,	**٠,٧٥١	١٢,	**٠,٧٥٦	٢٢,	**٠,٧٢٩
٣,	**٠,٧٤١	١٣,	**٠,٧٣٢	٢٣,	**٠,٧٧٤
٤,	**٠,٧٤٢	١٤,	**٠,٧٤٠	٢٤,	**٠,٧٤٠
٥,	**٠,٧٢٤	١٥,	**٠,٧٦٦	٢٥,	**٠,٧٧١
٦,	**٠,٧٧٤	١٦,	**٠,٧٧٤	٢٦,	**٠,٧٢٤
٧,	**٠,٧٥٤	١٧,	**٠,٧٦٤	٢٧,	**٠,٧٥٣
٨,	**٠,٧٦٤	١٨,	**٠,٧٦٤	٢٨,	**٠,٧٩٤
٩,	**٠,٧٥٦	١٩,	**٠,٧٤٦	٢٩,	**٠,٧٥٦
١٠,	**٠,٧٦٣	٢٠,	**٠,٧٣٢	٣٠,	**٠,٧٢٩

ومن خلال استقراء الجدول السابق، يظهر أن جميع معاملات الإرتباط بين كل مفردة والمقياس ككل هى معاملات ارتباط طردية قوية، وهى دالة عند مستوى (٠,٠١)، وتأسيسا على ما سبق فإن هذه النتائج تدل على أن المفردات الفردية تتمتع بدرجة عالية من الإتساق الداخلى للمقياس.

ب/٧- حساب زمن مقياس التصور البصرى المكانى: قامت الباحثة بتقدير زمن المقياس فى ضوء الملاحظات، ومراقبة أداء الطلاب فى التجربة الإستطلاعية من خلال حساب متوسط الأزمنة الكلية من خلال مجموع الأزمنة لكل الطلاب على عدد الطلاب، وقد بلغ زمن الإجابة على مفردات المقياس (٣٥) دقيقة.

ب/٨- حساب معاملات السهولة والصعوبة لمفردات مقياس التصور البصرى المكانى: تم حساب معاملات السهولة والصعوبة لمقياس التصور البصرى المكانى ووجد أنها تراوحت ما بين (٠,٢٠) و(٠,٨٠) وتفسر بأنها ليست شديدة السهولة أو شديدة الصعوبة.

ب/٩- حساب معاملات التمييز لمفردات مقياس التصور البصرى المكانى: تم حساب معاملات التمييز للمقياس ووجد أنها تراوحت ما بين (٠,٢١) و(٠,٨٢) وبذلك تعتبر مفردات المقياس ذات قدرة مناسبة للتمييز.

رابعا: نتائج البحث وتفسيرها:

تضمن هذا الجزء الإجابة على أسئلة البحث، وعرض نتائج البحث الخاصة بالمجموعتين التجريبيتين وتفسيرها وذلك لتحديد أثر تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب المرحلة الثانوية، وكذلك تقديم بعض التوصيات والمقترحات.

كما قامت الباحثة بإستخدام أسلوب الإحصاء البارامترى (Parametric Statistic) لمعالجة البيانات الكمية لأدوات البحث، وكذلك تمت عمليات التحليل الإحصائى للبيانات بإستخدام برنامج (SPSS V.22)، من خلال إستخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية للتوصل إلى نتائج البحث الحالى، وهم: إختبار "ت" "t-test" لمتوسطين غير مرتبطين، مربع إيتا $\eta 2$ لحساب حجم التأثير، بالإضافة إلى حساب معامل إرتباط بيرسون(r) لحساب العلاقة الإرتباطية بين المتغيرات التابعة للبحث، ومعادلة الكسب المعدل لبلاك لحساب نسبة الكسب.

١. الإجابة على أسئلة البحث الفرعية:

قامت الباحثة بالإجابة على أسئلة البحث الفرعية، فيما يلى:

أ- الإجابة عن السؤال الفرعى الأول:

للإجابة عن السؤال الفرعى الأول الذى ينص على "ما الأسس والمعايير اللازمة لتصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية؟"، قامت الباحثة بالإطلاع على الأدبيات والدراسات المرتبطة بمتغيرات البحث، وتوصلت إلى قائمة المعايير المرتبطة بتصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد)، ثم

قامت بعرض تلك القائمة المبدئية على مجموعة من السادة المتخصصين فى مجال تكنولوجيا التعليم، وتم تعديل تلك القائمة وفقا لآرائهم، حتى التوصل إلى قائمة المعايير فى صورتها النهائية (ملحق ٣).

ب- الإجابة عن السؤال الفرعى الثانى:

للإجابة عن السؤال الفرعى الثانى الذى ينص على "ما التصور المقترح لتصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) لتنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية؟"، قامت الباحثة بالإطلاع على نماذج التصميم التعليمى لكائنات التعلم الرقمية فى بيئة تعلم للهولوجرام التى قامت الدراسات السابقة بإستخدامها، وفى ضوء ما سبق تم إختيار نموذج التصميم العام "ADDIE Modle" لجرافينجر (Grafinger, 1988) وقامت بتعديله ليلائم متغيرات البحث الحالى وتصبح خطواته شاملة لعملية تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) والذى تم عرضه فى إجراءات البحث، وليظهر وفقا لذلك النموذج السيناريو التعليمى لبيئتى التعلم للمجموعتين التجريبيتين فى صورته النهائية (ملحق ٨)، وشاشات بيئة التعلم (ملحق ٩).

ج- الإجابة عن السؤال الفرعى الثالث:

للإجابة عن السؤال الفرعى الثالث الذى ينص على "ما أثر تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية؟ "، وتتطلب الإجابة على هذا السؤال إختبار صحة الفرض الأول "لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء"،وذلك من خلال تطبيق اختبار"ت" (t-test) لمتوسطين غير مرتبطين للمقارنة بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين.

د- الإجابة عن السؤال الفرعى الرابع:

للإجابة عن السؤال الفرعى الرابع الذى ينص على "ما أثر تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) على تنمية

مهارات التصور البصرى المكانى لدى طلاب الصف الثانى بالمرحلة الثانوية؟"، تتطلب الإجابة على هذا السؤال إختبار صحة الفرض الثانى "لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات التصور البصرى المكانى"، وذلك من خلال تطبيق اختبار"ت" (t-test) لمتوسطين غير مرتبطين للمقارنة بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين.

هـ- الإجابة عن السؤال الفرعى الخامس:

للإجابة عن السؤال الفرعى الخامس الذى ينص على "ما العلاقة الإرتباطية بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى داخل بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) ؟"، تتطلب الإجابة على هذا السؤال إختبار صحة الفرض الثالث "لا توجد علاقة ارتباطية دالة موجبة بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى فى بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)"، وذلك من خلال حساب معامل ارتباط بيرسون (r) بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى.

و- الإجابة عن السؤال الفرعى السادس:

للإجابة عن السؤال الفرعى السادس الذى ينص على "ما مدى تحقيق تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) نسبة كسب فى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى؟"، تتطلب الإجابة على هذا السؤال إختبار صحة الفرض الرابع "يحقق تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) نسبة كسب فى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى".

٢. قياس مدى تكافؤ مجموعات البحث:

لكى تتحقق الباحثة من تكافؤ المجموعتين قبليا التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد)، تم إستخدام إختبار"ت" "t-test" "لمتوسطين غير مرتبطين" وتم حساب النسبة الفائية بإستخدام إختبار ليفين Levene's Test for Equality of Variances ويوضح الجدول التالى نتائج المتوسطات والإنحرافات المعيارية وقيمة "ت" فى التطبيق القبلى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومقياس التصور البصرى المكانى، كما يلى:

جدول (٧) دلالة الفروق بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبيتين فى التطبيق القبلى على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومقياس التصور البصرى المكانى

الأداة	المجموعة التجريبية	المتوسط	الإنحراف المعيارى	درجة الحرية	قيمة " ف"	قيمة "ت"	مستوى الدلالة
إختبار التحصيل المعرفى	الأولى	٥,٩٠	٢,٠٤	٥٨	٠,٢٣٧	٠,١٨٠	غير دالة
	الثانية	٥,٨٠	٢,٢٧				
مقياس التصور البصرى المكانى	الأولى	٤,٤٣	١,٥٩	٥٨	١,٢٨٥	١,٠٥٥	غير دالة
	الثانية	٤,٩٣	٢,٠٥				

تشير نتائج جدول (٧) إلي تكافؤ المجموعتين التجريبيتين من حيث متوسط الأداء القبلى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ومقياس التصور البصرى المكانى، وذلك لأن قيمة " ف " المحسوبة أقل من قيمة " ف " الجدولية، عند درجة حرية (٥٨)، مما يدل على أن الفرق بين متوسطى المجموعتين غير دال وبذلك تكون المجموعتان متكافئتان من حيث المستوى المبدئ لإختبار التحصيل المعرفى، ومقياس التصور البصرى المكانى.

٣. إختبار صحة فروض البحث ومناقشة نتائجها:

تم إختبار صحة فروض البحث ومناقشة نتائجها، فيما يلى:

أ- اختبار صحة الفرض الأول ومناقشة نتائجه:

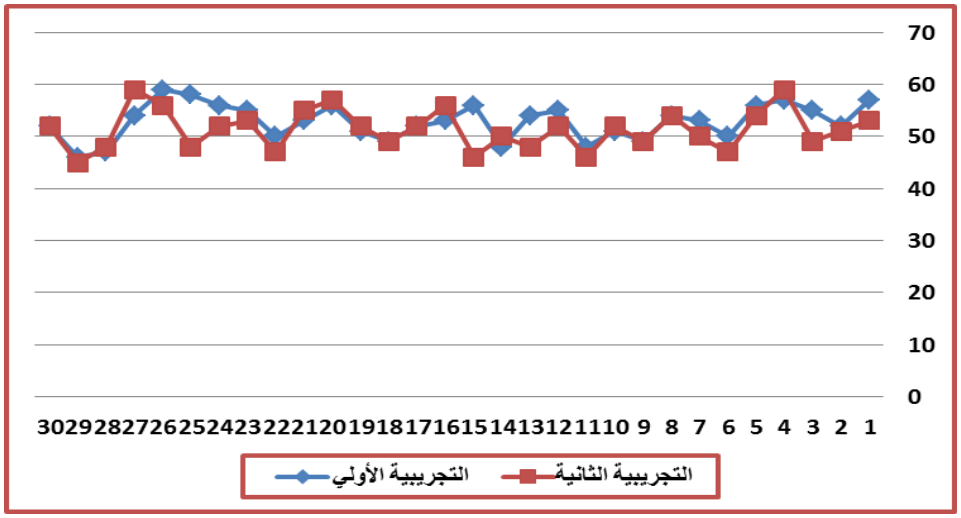
للتحقق من صحة الفرض الأول من فروض البحث والذى ينص على "لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمةعلى توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء".

تم تطبيق اختبار"ت" (t-test) لمتوسطين غير مرتبطين للمقارنة بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى(بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، وذلك بعد حساب المتوسطات والإنحرافات المعيارية لدرجات طلاب المجموعتين التجريبيتين الجدول(٨) يلخص هذه النتائج.

جدول (٨) قيمة " ت " ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين فى التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء

المجموعة التجريبية	المتوسط	الإنحراف المعيارى	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوي الدلالة
التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر)	٥٢,٨٧	٣,٤٢	٥٨	١,٦٠٩	غير دالة
التجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد)	٥١,٣٧	٣,٧٩			

نتبين من النتائج التى يلخصها جدول (٨) أن قيمة "ت" غير دالة عند مستوى (≤ ٠,٠٥) مما يشير إلى عدم وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين فى التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء.



شكل (١٠) مقارنة متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين فى التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء

وتأسيسا على ما سبق يمكن قبول الفرض الأول الصفرى من فروض البحث والذى ينص على: "لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء".

- **مناقشة نتائج الفرض الأول:**

توضح نتائج الفرض الأول عدم وجود فرق دال إحصائيا بين متوسطى درجات المجموعتين التجريبيتين فى التطبيق البعدى لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، حيث أنه فى كلتا المجموعتين تم من خلالهما استخدام بيئة تعلم للهولوجرام مع إختلاف توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد).

حيث أكد مارفريكيوس وزملاؤه Mavrikios et al., (2019, 405)، وهى وزملاؤه He et al., (2020, 132) على أن تقنية الهولوجرام يمكن إستخدامها فى عملية التعلم حيث أنها توفر تصوير تجسيمى ثلاثى الأبعاد لكائنات التعلم الرقمية (الصور، الفيديوهات، الأشكال) لعرضها من خلال عروض ثلاثية الأبعاد تظهر كأنها فى الفراغ من خلال غرفة صغيرة مظلمة، تعمل على تقديم وسط صناعى يعمل على تكوين الصورة من عدة إتجاهات لتظهر بكل وضوح للمتعلمين، وبطريقة تعليمية مشوقة وممتعة تعمل على إدراك المتعلم للمادة التعليمية وإزالة الغموض لديه.

وفى نفس الإطار أشار سيريزو وزملاؤه (Cerezo et al., (2019, 16، وكاججيانيس وزملاؤه (Caggianese et al., (2020, 152 إلى أنه يمكن توظيف عدة نظريات لتفسير عملية التعلم من خلال تقنية الهولوجرام من خلال نظرية الجشطالت التى تفسر عملية إستقبال المتعلمين للمكونات البصرية من خلال إرسال الإشارات إلى العقد العصبية بالدماغ والتى تعمل على تفسير المشاهدات البصرية التى قام المتعلمين برؤيتها من خلال تقنية الهولوجرام وإدراكها، بالإضافة إلى نظرية المستويات المتعددة للإبصار لديفيد مار والتى من خلالها يمكن تفسير إدراك المتعلم لكائنات التعلم الرقمية من خلال الهولوجرام وذلك من خلال المصفوفة البصرية التى تبدأ من خلال إستخراج السمات الأساسية للرسومات والأشكال، ثم الوصول إلى أوجه التشابه داخل الرسمة وبينها وبين الرسومات الأخرى السابق دراستها وصولا إلى إدراك عمق الرسمة وأبعادها.

كذلك اتفق ديفيد وزملاؤه (David et al., (2019, 352، وهيوانج وزملاؤه(Huang et al., (2020, 185، على أنه يمكن توظيف كائنات التعلم الرقمية فى عملية التعلم من خلال تقنية الهولوجرام، حيث أنها توفر توفر مقاطع معلوماتية فى شكل وسائط رقمية صغيرة الحجم تتراوح مدتها من (١دقيقة: ١٥دقيقة) والتى يمكن إستخدامها فى سياقات تعليمية متعددة، وتتكون من الصور والأشكال والفيديوهات التى تقدم بيئة تعليمية تفاعلية وذات فعالية ويمكن إستخدامها من خلال مجموعة كبيرة من الأجهزة منها الأجهزة اللوحية الذكية(التابلت)، كما أكد دارماديا وزملاؤه(Darmadi et al.,(2018, 123، وجوسى وروشا Jose & Rocha (2019, 329) على أنه يمكن تفسير أهمية كائنات التعلم الرقمية فى عملية التعلم من خلال النظرية البنائية التى أكدت على أهميتها فى بناء معرفة المستخدم وفهمه للمحتوى التعليمى بطريقة ميسرة وصولا للمعانى والمفاهيم المستهدفة وإستيعابها داخل عقله، وكذلك نظرية الحمل المعرفى التى أكدت على أنه من خلال كائنات التعلم الرقمية يمكن تجزأة محتوى التعلم فى شكل بسيط وصغير الحجم مما يعمل على تقليل وتوزيع الحمل المعرفى فى الذاكرة العاملة للمتعلمين.

كما أشار زيولياجا وزملاؤه (Zuluaga et al., (2018, 112، ودينج وزملاؤه (Deng et al., (2020, 108 إلى أن توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) يمكن من خلالهما تنمية التحصيل المعرفى لدى المتعلمين، فالتوقيت الحر للعرض يعمل على إتاحة إمكانية تكرار العرض أكثر من مرة للمتعلمين أو بعض

أجزاءه حتى يمكنهم إستيعاب المادة التعليمية، بينما أيضا فى توقيت العرض المقيد يمكن للمتعلمين تركيز إنتباههم للحصول على المعلومات والمفاهيم وإستيعاب المادة التعليمية نظرا لعدم تكرار العرض مرة أخرى.

وفى إطار إجراءات البحث قامت الباحثة بتصميم كائنات التعلم الرقمية وعرضها من خلال تقنية الهولوجرام بإستخدام مخروط هرمى زجاجى رباعى الجوانب وجهاز تابلت للوحدات التعليمية الثلاثة فى مقرر الأحياء (الهضم فى الإنسان- النقل فى الإنسان- التنفس فى الإنسان)، وتم تقديم توقيت عرض حر لطلاب المجموعة التجريبية الأولى وإتاحة تكراره (بحد أقصى خمسة مرات)، والمجموعة التجريبية الثانية توقيت عرض مقيد (مرة واحدة فقط)، وأظهرت النتائج عدم وجود فرق دال إحصائيا بين المجموعتين التجريبيتين، وتتفق نتيجة الفرض الاول مع نتائج دراسات هونج وييوم Hong & Yeom (2014)، بريكهيمر وزملاؤه Bruckheimer et al., (2016)، ويامادا وزملاؤه Yamada et al., (2018)، حيث أكدتا على فعالية توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية الحر والمقيد فى تقنية عرض الهولوجرام على تنمية التحصيل المعرفى للمتعلمين فى التطبيق البعدى.

ب- اختبار صحة الفرض الثانى ومناقشة نتائجه:

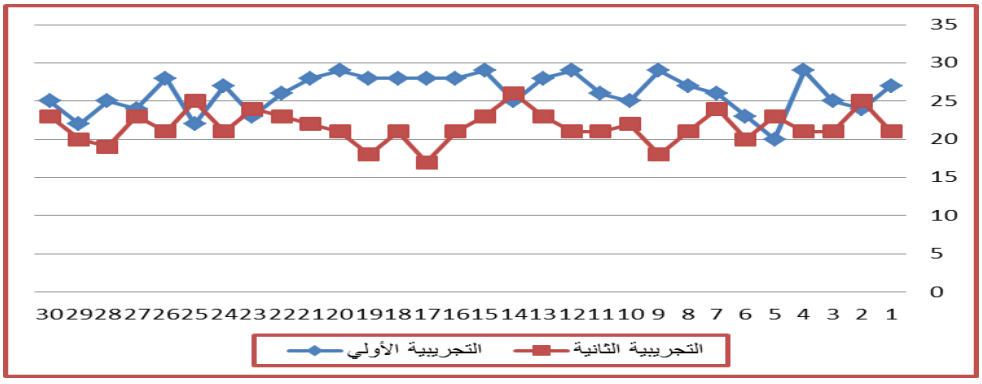
للتحقق من صحة الفرض الثانى من فروض البحث والذى ينص على "لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات التصور البصرى المكانى".

تم تطبيق اختبار"ت" (t-test) لمتوسطين غير مرتبطين للمقارنة بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات التصور البصرى المكانى، وذلك بعد حساب المتوسطات والإنحرافات المعيارية لدرجات طلاب المجموعتين التجريبيتين الجدول (٩) يلخص هذه النتائج.

جدول (٩) قيمة " ت " ودلالتها الإحصائية للفرق بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات التصور البصرى المكانى

المجموعة التجريبية	المتوسط	الإنحراف المعيارى	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوي الدلالة
التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر)	٢٦,١٠	٢,٤٥	٥٨	٧,٥٦٠	دالة
التجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد)	٢١,٦٣	٢,١١			

نتبين من النتائج التى يلخصها جدول (٩) أن قيمة "ت" دالة عند مستوى (≤ ٠,٠٥) مما يشير إلى وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات التصور البصرى المكانى – لصالح المجموعة التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر).



شكل (١١) مقارنة متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات التصور البصرى المكانى

وتأسيسا على ما سبق يمكن رفض الفرض الثانى من فروض البحث والذى ينص على: "لا يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات التصور البصرى المكانى"، وقبول الفرض البديل "يوجد فرق دال إحصائياً عند مستوى (≤٠,٠٥) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) والتجريبية الثانية (بيئة

تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لمقياس مهارات التصور البصرى المكانى"- لصالح المجموعة التجريبية الأولى(بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر).

- **مناقشة نتائج الفرض الثانى:**

تظهر نتائج الفرض الثانى تفوق المجموعة التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) على المجموعة التجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) فى التطبيق البعدى لمقياس التصور البصرى المكانى.

حيث إتفق كيم وزملاؤه Kim et al., (2019, 219) وهى وزملاؤه He et al., (2020, 132)

على أن تقنية الهولوجرام تعمل على توفير تصوير تجسيمى للمحتوى التعليمى الذى تم عرضه من خلال كائنات التعلم الرقمية (الأشكال، الصور، الفيديوهات) التفاعلية صغيرة الحجم والتى تظهر من خلال غرفة صغيرة مظلمة يعمل على توضيح الصورة المكونة فى وسط صناعى يعمل على إظهار الصورة نتيجة تصميمها فى أربعة إتجاهات لتظهر كصورة واحدة كاملة الأبعاد فما يشبه الفراغ، بما يوفر بيئة تعلم ذات فعالية كبيرة وممتعة للمتعلمين.

وكذلك أكد شيرريفف وزملاؤه Sherriff et al., (2019, 105)، وجوسى وروشا Jose & Rocha (2019, 329) على أن كائنات التعلم الرقمية يمكن تفسير فعاليتها فى عملية تعلم الطلاب من خلال النظريتين البنائية والحمل المعرفى حيث أكدت الأولى على أهمية كائنات التعلم الرقمية فى بناء المعرفة واستيعابها داخل عقل المتعلم، وكذلك أشارت الأخرى إلى أن كائنات التعلم الرقمية تعمل على تجزأة المحتوى التعليمى فى أجزاء تفاعلية صغيرة تعمل على تقليل العبء المعرفى على ذاكرة المتعلمين؛ وكذلك اتفق بليندر وزملاؤه Blinder et al., (2019, 116)، وهيوانج وزملاؤه(Huang et al., (2020, 185 على أنه يمكن تفسير عملية التعلم من خلال تقنية الهولوجرام من خلال نظريتى الجشطالت والمستويات المتعددة للإبصار حيث من خلالها يتم تفسير عملية الإدراك البصرى لكائنات التعلم الرقمية التى يتم عرضها من خلال التصوير التجسيمى (الهولوجرام) والذى يمكن من خلاله إدراك المتعلم للأشكال والرسومات بكل وضوح فى شكل ثلاثى الأبعاد واضح

التفاصيل والأجزاء وصولا إلى عمق الصور، مما يعمل على تنمية مهارات التصور المكانى لدى المتعلمين.

وفى نفس الإطار أشار جريرسون وزملاؤه (Grierson et al., (2017, 76، ودينج وزملاؤه (Deng et al., (2020, 108 إلى أن إختلاف توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) يؤثر على تنمية مهارات التصور البصرى المكانى لدى المتعلمين، حيث أن التوقيت الحر يتيح للمتعلمين إمكانية رؤية الأبعاد والجوانب المختلفة للصور والأشكال أكثر من مرة، فيمكنهم التعرف الدقيق على تفاصيلهم وأجزائهم والعلاقات بينهم وأوجه التشابه والإختلاف بين الأشكال، وإدراك كيفية دوران الشكل وتركيب أجزاءه فى سياقات مختلفة، مما يؤدى إلى تفوق التوقيت الحر على التوقيت المقيد الذى يتم من خلاله عرض المحتوى التعليمى مرة واحدة.

وفى إطار إجراءات البحث قامت الباحثة بتصميم مخروط هرمى زجاجى رباعى الجوانب وجهاز تابلت لعرض كائنات التعلم الرقمية من خلال بيئة تعلم للهولوجرام لثلاثة وحدات فى مقرر الأحياء (الهضم فى الإنسان- النقل فى الإنسان- التنفس فى الإنسان)، وتم تقديم توقيت عرض حر لطلاب المجموعة التجريبية الأولى والذى يمكن تكراره (بحد أقصى خمسة مرات)، والمجموعة التجريبية الثانية توقيت عرض مقيد (مرة واحدة فقط)، وأظهرت النتائج وجود فرق دال إحصائيا بين المجموعتين التجريبيتين، لصالح المجموعة التجريبية الأولى، وتتفق نتيجة الفرض الثانى مع نتائج دراستى هايسلر وزملاؤه (Haussler et al., (2017، واسمير(Esmer (2019، حيث أكدتا على تفوق توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية الحر على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية المقيد على تنمية مهارات التصور البصرى المكانى لدى المتعلمين.

ج- اختبار صحة الفرض الثالث ومناقشة نتائجه:

للتحقق من صحة الفرض الثالث من فروض البحث والذى ينص على "لا توجد علاقة ارتباطية دالة موجبة بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى فى بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)"، تم حساب معامل ارتباط بيرسون (r) بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى، كما هو موضح بالجدول (١٠):

جدول (١٠) قيمة "ر" ودلالتها الإحصائية للعلاقة الإرتباطية بين متغيرات البحث

المتغيرات	التحصيل المعرفى	التصور البصرى المكانى
التحصيل المعرفى		٠,٦٢٥*
التصور البصرى المكانى		

تشير نتائج الجدول (١٠) إلى وجود علاقة إرتباطية دالة موجبة عند مستوى (٠,٠٥) بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء ودرجاتهم علي مقياس مهارات التصور البصرى المكانى، حيث بلغت قيمة "ر" (٠,٦٢٥).

وبناء على ما سبق يمكن رفض الفرض الثالث من فروض البحث والذى ينص على "لا توجد علاقة ارتباطية دالة موجبة بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى فى بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)"، وقبول الفرض البديل " توجد علاقة ارتباطية دالة موجبة بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى فى بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)".

- **مناقشة نتائج الفرض الثالث:**

تظهر نتائج الفرض الثالث وجود علاقة ارتباطية دالة موجبة بين درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى فى بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد)

وفى سياق متغيرات البحث الحالى، أكد ماب وزملاؤه Maab et al., (2019, 115-116)، تشين وزملاؤه Shen et al., (2019, 145)، وسيو وزملاؤه Su et al., (2020, 56) على أن بيئة تعلم الهولوجرام القائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) يعمل على تنمية التحصيل المعرفى ومهارات التصور البصرى المكانى لدى المتعلمين، حيث أنه من خلال تقنية التصوير التجسيمى (الهولوجرام) يمكن عرض (الأشكال، الصور، الفيديوهات) والتى تمثل كائنات التعلم الرقمية التى تم تصميمها من خلال برامج حاسوبية لتعرض فى صورة ثلاثية الأبعاد

فى غرفة صغيرة مظلمة مصنعة لتبدو الأجسام كأنها حقيقية معلقة فى الفراغ، ويمكن للمتعلم رؤيتها والتعلم منها وإدراك جميع جوانبها وتفاصيلها فى بيئة تعليمية ممتعة وتفاعلية، سواء فى توقيت عرض حر يمكن للمتعلم مشاهدتها أكثر من مرة أو مرة واحدة فقط فيتم تنمية التحصيل المعرفى لدى المتعلمين وكذلك مهارات التصور البصرى المكانى.

وفى نفس الإطار ظهرت عدة نظريات أكدت على العلاقة بين متغيرات البحث ومن أهمها: نظرية المستويات المتعددة للإبصار التى أكد من خلال ديفيد مار على أهمية العروض ثلاثية الأبعاد التى تم تصميمها بإستخدام تقنيات الحاسوب فى تنمية مهارات إدارك المتعلمين لعمق وتفاصيل الرسومات والأشكال، وكذلك من خلال نظرية الحمل المعرفى التى أكدت على أن عرض كائنات التعلم الرقمية من خلال تقنية الهولوجرام يعمل على تقليل العبء المعرفى عند المتعلمين من خلال عرض المحتوى التعليمى فى شكل أجزاء صغيرة واضحة وجذابة وتفاعلية(Darmadi et al., 2018, 123; Cerezo et al., 2019, 16).

وفى إطار إجراءات البحث قامت الباحثة بتصميم كائنات التعلم الرقمية وعرضها من خلال بيئة تعلم للهولوجرام بإستخدام مخروط هرمى زجاجى رباعى الجوانب وجهاز تابلت للوحدات التعليمية الثلاثة فى مقرر الأحياء، مع إختلاف توقيت العرض بين المجموعتين (حر للمجموعة التجريبية الأولى/ مقيد للمجموعة التجريبية الثانية)، وتتفق نتيجة الفرض الثالث مع نتيجة مجموعة من الدراسات: زانج وزملاؤه Zhang et al., (2015)، هايسلر وزملاؤه Haussler et al., (2017)، ويامادا وزملاؤه Yamada et al., (2018).

د- اختبار صحة الفرض الرابع ومناقشة نتائجه:

للتحقق من صحة الفرض الرابع من فروض البحث والذى ينص على " يحقق تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) نسبة كسب فى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى"، تم حساب متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى فى التطبيقين القبلى والبعدى لحساب أثر تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية باستخدام معادلة الكسب المعدل لبلاك، والجدول(١١) يوضح هذه النتائج.

جدول (١١) نسبة الكسب المعدل لبلانك بين المتوسطين القبلى والبعدى لدرجات المجموعات التجريبية على إختبار التحصيل المعرفى ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى

المجموعة التجريبية	أداة البحث	التطبيق	المتوسط	الدرجة العظمى	معدل الكسب لبلاك	الدلالة
التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر)	إختبار التحصيل المعرفى	القبلى	٥,٩٠	٦٠	١,٦٥١	مقبولة تزيد عن الواحد الصحيح
		البعدى	٥٢,٨٧			
	مقياس التصور البصرى المكانى	القبلى	٤,٤٣	٣٠	١,٥٧٠	
		البعدى	٢٦,١٠			
التجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد)	إختبار التحصيل المعرفى	القبلى	٥,٨٠	٦٠	١,٦٠٠	مقبولة تزيد عن الواحد الصحيح
		البعدى	٥١,٣٧			
	مقياس التصور البصرى المكانى	القبلى	٤,٩٣	٣٠	١,٢٢٣	
		البعدى	٢١,٦٣			

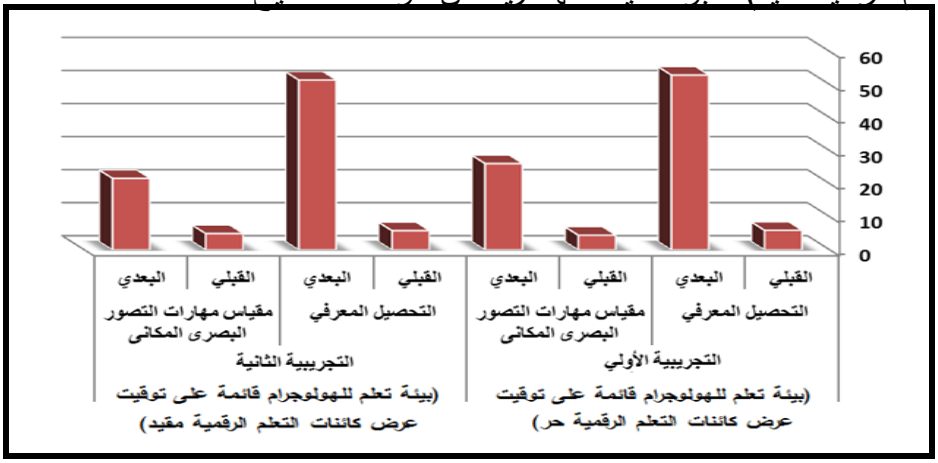
تشير نتائج الجدول السابق(١١) إلى:

- بلغت قيمة معدل الكسب لإختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء للمجموعة التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر) (١,٦٥١) بينما بلغت قيمتها فى المجموعة التجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) (١,٦٠٠).
- بلغت قيمة معدل الكسب لمقياس التصور البصرى المكانى للمجموعة التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات تعلم رقمية حر) (١,٥٧٠) بينما المجموعة التجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) بلغت قيمة معدل الكسب (١,٢٢٣)، وكلاهما معدل كسب مقبول يزيد عن الواحد الصحيح.

معدل الكسب الأعلى فى أدوات القياس بالبحث (الإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء– مقياس التصور البصرى المكانى) لصالح المجموعة التجريبية الأولى (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية حر).

- قيمة معدل الكسب لأدوات القياس بالبحث الإختبار التحصيلى المعرفى بمقرر الأحياء– مقياس التصور البصرى المكانى) لكل من المجموعتين التجريبيتين، التجريبية الأولى(بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات تعلم رقمية حر)

والمجموعة التجريبية الثانية (بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية مقيد) مقبولة حيث أنها تزيد عن الواحد الصحيح.



شكل (١٢) مقارنة المتوسطين القبلى والبعدى لدرجات المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى ودرجاتهم على مقياس التصور البصرى المكانى

وبناء على ما سبق يمكن قبول الفرض الرابع من فروض البحث والذى ينص على: "يحقق تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/ مقيد) نسبة كسب فى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس مهارات التصور البصرى المكانى".

- **مناقشة نتائج الفرض الرابع:**

تظهر نتائج الفرض الرابع تحقيق تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية (حر/مقيد) نسبة كسب فى درجات طلاب المجموعتين التجريبيتين على إختبار التحصيل المعرفى بمقرر الأحياء، ودرجاتهم على مقياس التصور البصرى المكانى.

وفى إطار متغيرات البحث الحالى، اتفق سانجينيتتى وزملاؤه Sanguinetti et al., (2018, 62)، مارفريكيوس وزملاؤه Mavrikios et al., (2019, 405)، وتشين وزملاؤه Shen et al., (2019, 145) على أن تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت كائنات التعلم الرقمية فى تقنية الهولوجرام (حر/ مقيد) يعمل على تحقيق نسبة كسب فى التحصيل المعرفى ومهارات التصور البصرى المكانى لدى المتعلمين، حيث أنه من خلال تقنية التصوير التجسيمى (الهولوجرام) يمكن عرض

كائنات التعلم الرقمية (الأشكال، الصور، الفيديوهات) لتعرض فى مكان صغير مظلم يشبه الغرفه ويتم توجيه الصورة بجميع إتجاهاتها من مصدر تقنى (شاشة هاتف نقال، جهاز لوحى تابلت، شاشة حاسوب) وعرضهم فى نفس المسافة من الإتجاهات الأربعة ليظهر الجسم كأنه يطفو فى جزيئات الهواء، مع تقديم العرض سواء فى توقيت حر يمكن المتعلم من تكرار العرض ومشاهدته أكثر من مرة أو مشاهدته فى توقيت مقيد مرة واحدة فقط؛ مما يعمل على تنمية التحصيل المعرفى ومهارات التصور البصرى المكانى لدى المتعلمين فى التطبيق البعدى.

وفى نفس الإطار ظهرت عدة نظريات أكدت على أهمية بيئتى التعلم فى البحث أهمها: نظرية الحمل المعرفى التى أكدت على أهمية توظيف كائنات التعلم الرقمية التى تعمل على جعل بيئة التعلم تفاعلية وذات فاعلية من خلال تقديم محتوى تعليمى مجزأ إلى أجزاء صغيرة تعمل على إستيعاب المتعلمين للمحتوى التعليمى فى شكل مبسط وواضح، بالإضافة إلى نظرية المستويات المتعددة للإبصار التى أكدت على أهمية العروض المجسمة فى تنمية مهارات إدراك المتعلمين لتفاصيل الرسومات والأشكال والقدرة على الوصول إلى مستوى عميق من استيعابها بتفاصيلها الدقيقة(Hu et al., 2019, 173; Caggianese et al., 2020, 152).

وفى إطار إجراءات البحث قامت الباحثة بتصميم كائنات التعلم الرقمية وعرضها من خلال بيئة تعلم للهولوجرام بإستخدام مخروط هرمى زجاجى رباعى الجوانب وجهاز تابلت للوحدات التعليمية الثلاثة فى مقرر الأحياء، مع إختلاف توقيت العرض بين المجموعتين (حر للمجموعة التجريبية الأولى/ مقيد للمجموعة التجريبية الثانية)، وتتفق نتيجة الفرض الرابع مع نتيجة دراستى جيا وزملاؤه (2014) ,.Jia et al، واسمير (2019) Esmer.

٤. توصيات البحث:

اقترحت الباحثة مجموعة من التوصيات فى ضوء نتائج البحث الحالى، والتى تتبين فيما يلى:

أ- ضرورة تدريب مصممى ومطورى بيئات التعلم على تصميم بيئة تعلم للهولوجرام قائمة على توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية.

ب- أهمية توظيف تقنية الهولوجرام فى بيئات التعلم المدمجة وفى التدريس داخل القاعات الدراسية.

ج- إجراء مزيد من الدراسات والبحوث حول تصميم كائنات التعلم الرقمية فى بيئة تعلم للهولوجرام، لتنمية التحصيل المعرفى ومهارات التفكير العليا لديهم.

د- الإهتمام بتدريب المعلمين وأعضاء هيئة التدريس على توظيف كائنات التعلم الرقمية فى بيئة تعلم للهولوجرام.

٥. مقترحات البحث:

اقترحت الباحثة إجراء مجموعة من البحوث، والتى تتضح كالتالى:

أ- دراسة أثر توظيف تقنية الهولوجرام فى بيئة التعلم المدمج على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر العلوم لدى طلاب المرحلة الإبتدائية.

ب- دراسة أثر التفاعل بين نمط توقيت عرض كائنات التعلم الرقمية فى بيئة تعلم قائمة على تقنية الهولوجرام والأسلوب المعرفى على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الرياضيات ومهارات حل المشكلات لدى طلاب المرحلة الإعدادية.

ج- دراسة أثر نمط عرض كائنات التعلم الرقمية فى بيئة تعلم قائمة تقنية الهولوجرام على تنمية التحصيل المعرفى بمقرر الشبكات والإنخراط الطلابى لدى طلاب تكنولوجيا التعليم.

د- دراسة أثر نمط الدعم فى بيئة تعلم للهولوجرام على تنمية مهارات صيانة الحاسب الآلى وخفض العبء المعرفى.

قائمة المراجع

أولا: المراجع العربية:

- أحمد هاشم موسى (٢٠١٨).*أثر إستخدام بيئة إلكترونية علاجية قائمة على النظم الخبيرة فى تحصيل مادة العلوم وتنمية بعض مهارات التفكير التوليدى لدى تلاميذ الحلقة الثانية من التعليم الأساسى*، رسالة دكتوراه، كلية الدراسات العليا للتربية، قسم تكنولوجيا التعليم، جامعة القاهرة.
- أمل سفر القحطانى، ريم عبد الله المعيذر(٢٠١٦). *مدى وعى أعضاء هيئة التدريس بجامعة الأميرة نورة بتقنية التصوير التجسيمى (الهولوجرام) فى التعليم عن بعد*، رابطة التربويين العرب، دراسات عربية فى التربية وعلم النفس، ع٧١.
- حازم محمد المعايطة (٢٠١٥).*واقع إستخدام تكنولوجيا التعليم فى تدريس مادة الأحياء فى مدارس التعليم الأساسى بالأردن: دراسة تحليلية ميدانية*، رسالة ماجستير، معهد بحوث ودراسات العالم الإسلامى، جامعة أم درمان الإسلامية.
- حسن عوض الجندى (٢٠١٤). *الإحصاء والحاسب الآلى: تطبيقات IBM SPSS Statistics V21*، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، الطبعة الأولى.
- رنا كامل الطباع (٢٠١٧).*أثر تدريس الأحياء بالأنشطة العلمية والمحاكاة الحاسوبية فى التفكير التنبؤى لدى طلبة التاسع الأساسى بمحافظة عمان فى الأردن*، المركز القومى للبحوث غزة، مجلة العلوم التربوية والنفسية، مج١، ع١.
- سارة المعز بالله عباس(٢٠١٨).*فاعلية الرسوم المتحركة ثلاثية الرؤية فى تنمية مهارات التفكير والتحصيل الدراسى فى مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية*، رسالة ماجستير، كلية التربية النوعية، قسم تكنولوجيا التعليم، جامعة بورسعيد.
- سهام سلمان الجويرى(٢٠١٤).*استخدام مستودعات كائنات التعلم الرقمية التعليمية فى الممارسات التدريسية على أعضاء هيئة التدريس فى كلية التربية بجامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن*، المجلة الدولية التربوية المتخصصة، مجلد٣، العدد٧.
- الطيب أحمد هارون (٢٠١٣). *فاعلية تقنية البودكاست التعليمى فى تدريس الأحياء على التحصيل الدراسى لدى طلاب المرحلة الثانوية*، كلية التربية النوعية، مجلة بحوث التربية النوعية، جامعة المنصورة.
- محمد عطية خميس (٢٠١٥). *مصادر التعلم الإلكترونى: الجزء الأول: الأفراد والوسائط*، ط١، القاهرة: دار السحاب للطباعة.
- منى حسنى إسماعيل(٢٠١٨). *أثر التفاعل بين أنماط تقديم وحدات التعلم الرقمية وأساليب التعلم بالمعامل الإفتراضية على تنمية المهارات العملية والتفكير البصرى فى مادة العلوم لدى طلاب المرحلة الإعدادية*، رسالة ماجستير، كلية التربية، قسم تكنولوجيا التعليم، جامعة المنصورة.

- مى بنت حمود آل جاسر(٢٠١٨). *أثر إستخدام برنامج حاسب آلى تعليمى مقترح على تحصيل طالبات الصف الثانى الثانوى لمادة الأحياء بمدينة الرياض*، كلية التربية، مجلة التربية، جامعة الأزهر، ع١٧٧، ج٢.
- نهلة المتولى سالم، منى عبد المنعم فرهود(٢٠١٨). *توقيت تقديم التوجيه (قبل-أثناء-بعد) فى تقنية الهولوجرام وأثره على تنمية بعض المفاهيم الإجتماعية وبقاء أثر التعلم لدى أطفال الروضة*، مجلة تكنولوجيا التربية، دراسات وبحوث، عدد يوليو.
- هبة سامى إمام (٢٠١٨). *تطوير بيئة تعليمية إلكترونية قائمة على المحاكاة ثلاثية الأبعاد لتنمية مهارات الإدراك البصرى والتحصيل فى مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية*، رسالة ماجستير، كلية التربية، قسم تكنولوجيا التعليم، جامعة دمياط.
- وليد محمد عبد الحميد (٢٠١٩). *تقنيات عرض الهولوجرام ودورها فى العملية التعليمية*، ورشة عمل فى المؤتمر العلمى السادس عشر للجمعية المصرية العربية لتكنولوجيا التربية فى الفترة من ٢-٤ يوليو، كلية الدراسات العليا للتربية، جامعة القاهرة.

ثانيا: المراجع الأجنبية:

- Altay, Nielsen, Uhlen, Boren & Mardinoglu(2019).*Systems Biology Perspective for Studying the Gut Microbiota in Human Physiology and Liver Diseases*, EBioMedicine, Vol.49, 364-373.
- Arbel, Hong, Baker & Holroyed(2017).*It's All Timing: An Electrophysiological Examination of Feedback-Based Learning with Immediate and Delayed Feedback*, Neuropsychologia, Vol.99, 179-186.
- Azanon, Tuccicirelli, Siromahow, Amoruso & Longo(2020).*Mapping Visual Spatial Prototypes: Multiple Reference Frames Shape Visual Memory*, Cognition, Vol.198, 104-119.
- Basaran (2016).*Multi-Criteria Decision Analysis Approachesfor Selecting and Evaluating Digital Learning Objects*, Procedia Computer Science, Vol.102,251-258.
- Bernardo, Fernandes, Arrifano, Antonini & Pereira(2018).*Holographic Representation: Hologram PlaneVs. Object Plane*, Single Processing: Image Communication, Vol.68, 193-206.
- Blinder, Ahar, Bettens, Birnbaum & Schelkes(2019).*Signal Processing Challenges for Digital Holographic Video Display Systems*, Signal Processing: Image Communication, Vol.70, 114-130.
- Bria, Marrocco, Molinara & Tortorella(2016).*An Effective Learning Strategy for Cascaded Object Detection*, Information Sciences, Vol.340-341, 17-26.
- Bruckheimer, Rotschild, Dagan, Amir, Kaufman, Gelman & Birk (2016).*Computer-Generated Real-Time Digital Holography: First Time Use in Clinical Medical Imaging*, European Heart Journal-Cardiovascular Imaging, Vol.17, 845-849.
- Buchwald, Calhoun, Rimikis, Lowe & Edwards(2019).*Using tDCS to Facilitatr Motor Learning in Speech Production: The Role of Timing*, Cortex, Vol.111, 274-285.
- Cabrero, Marabita, Tarazona, Cano & Tegner(2017).*Guidelines for Developing Successful Short Advanced Courses in Systems*

Medicine and Systems Medicine and System Biology, Cell Systems, Vol.5(5), 168-175.

- Caggianese, Pietro, Esposito,Gallo & Neroni(2020).*Discovering Leonardowith Artificial Intelligence and Holograms: AUser Study*, Pattern Recognition Letters, 144-163.
- Cerda, Sellens & Gonzalez(2018).*Socio-Technical E-Learning Innovation and Ways of Learning in the ICT-Space-Time Continuum to Improve the Employability Skills of Adults*, Computers in Human Behavior, 105-153.
- Cerezo, Calderon, Romero(2019).*A Holographic Mobile-Based Application for Practicing Pronunciation of Basic English Vocabulary for Spanish Speaking Children*, International Journal of Human-Computer Studies, Vol.124, 13-25.
- Corti, Poggi, Massimino, Bardoni & Urgesi(2018).*Visual Perception and Spatial Transformation of the Body in Children and Adolescents with Brain Tumor*, Neuropsychologia. Vol.120, 124-136.
- Critten, Campbell, Farran & Messer(2018).*Visual Perception, Visual-Spatial Cognition and Mathematics: Associations and Predictions in Children with Cerebral Palsy*, Research in Developmental Disabilities, Vol.80, 180-191.
- Dadsworth, Norman & Thaler(2020).*Navigation and Perception of Spatial Layout in Virtual Echo-Acoustic Space*, Cognition, Vol.197, 104-185.
- Dahmann(2017).*How does Education Improve Cognitive Skills? Instructional Time Versus Timing of Instructional*, Labour Economics, Vol.47, 35-47.
- Darmadi, Liawatimena, Abbas & Trisertyarso (2018).*Hypermedia Driven Application Programming Interfacefor Learning Object Management*, Procedia Computer Science, Vol.135, 120-127.
- David, Lobov & Lanz(2019).*Attaning Learning Objectives by Ontological Reasoning Using Digital Twins*, Procedia Manufacturing, Vol.31, 349-355.
- Deng, Chen, Shen, Ms & Feng(2020).*Invariant Subspacs Learning for Time Series Data Based on Dynamic Time Warping Distance*, Pattern Recognition, Vol.102, 107-120.
- Diego, Carlos & Jose (2019).*Adaptive Learning Objects in the Context of Eco-Connectivist Communities Using Learning Analytics*, Heliyon, Vol.5(11), 100-107.
- Dorfiner, Fortsch, Germ & Neuhaus(2018).*Biology Instruction Using a Generic Framwork of Scientific Reasoning and Argumentation*, Teaching and Teacher Education, Vol.75, 232-243.
- Emoto(2019).*Depth Perception and Induced Accommodation Responses While Watching High Spatial Resolution Two-Dimentional TV Images*, Displays, Vol.60, 24-29.
- Esmer(2019).*Real-Time Diffraction Field Calculation Methods for Computer-Generated Holograms*, Holographic Materials and Applications, 201-219.
- Exl, Mauser,Schrefl &Suess(2020).*Learning Time-Stepping by Nonlinear Dimensionally Reduction to Predict Magnetization Dynamics*,

Communications in Nonlinear Scienceand Numerical Simulation, Vol.84, 1005-1025.

- Falez, Tirilly, Bilasco, Devienne & Boulet(2019).*Unsupervised Visual Feature Learning with Spike-Learning-Dependent Plasticity: How Far are We from Traditional Feature Learning Approaches?*, Pattern Recognition, Vol.93, 418-429.
- Feldon, Franco, Chao, Peugh & Fladung(2018).*Self-Efficacy Change Associated with a Cognitive Load-Based Intervention in an Undergraduate Biology Course*, Learning and Instruction, Vol.56, 64-72.
- Ge, Sheng, Qu, Xiong & Zhang(2020).*Differences in Visual-Spatial Working Memory and Driving Behavior between Morning-Type and Evening Type Drivers*, Accident Analysis & Prevention, Vol.136, 105-120.
- Gram, Wogensen, moseholm, Mogensen & Mala(2016).*Exercise-Induced Improvement in Cognitive Performance after Fimbria-Fornix Transection Depends on the Timing of Exercise Administration*, Brain Research Bulletin, Vol.125, 117-126.
- Greene, Plumley, Urban, Bernacki & Panter(2019).*Modeling Temporal Self-Regulatory Processing in Higher Education Biology Course*, Learning and Instruction, 101-112.
- Grierson, Roberts & Welsher(2017).*The Effect of Modeled Absoulte Timing Variability on Observational Learning*, Acta Psychologica, Vol.176, 71-77.
- Guo, Smith, Moore & Schultz(2017).*Integrating Off-Site Vistor Education into Landscape Conversion and Management: An Examination of Timing of Educational Messaging and Compliance with Low-Impact Hiking Recommendations*, Landscape and Urben Planning, Vol.164, 25-36.
- Guo, Xie & Huang(2020).*A Deep Learning Just-in Time Modelimg Approach for Soft Sensor based on Variational Autoencoder*, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Vol.197, 103-122.
- Haussler, Gritsai, Zschau, Missbach, Sahm, Stok & Stolle(2017).*Large Real-Time Holographic 3D Displays: Enabling Components and Results*, Applied Optics, Vol.56(13), 45-52.
- He, Dong, Chi, Wang & Zhang(2020).*Meta-Hologram for Three-Dimensional Display in Terahertz Waveband*, Microelectronic Engineering, Vol.220(15), 11-151.
- Hong & Yeom(2014).*Full Color Lens-Array Holographic Optical Element for Three-Dimensional Optical See-Through Augmented Reality*, Opt.Lett, Vol.39(1), 127-130.
- Hu, Zhu, Huang, Shui & Yang(2019).*A Conversion Method of Two-Dimentional Image into Three-Dimensional Holographic Display*, Optik, Vol.194, 162-184.
- Huang, Datcu, Dan & Lei(202).*Deep SAR-NET: Learning Objects from Signals*, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.161, 179-193.

- Hulla,Hammer, Karte & Ramsauer(2019).*A Case-Study Based Digitalization Training for Learning Factories*, Procedia Manufacturing, Vol.31, 169-174.
- Ibe & Abamuche(2019).*Effects of Audiovisual Technological Aids on Students' Achievement and Interest in Secondary School*, Biology in Nigeria Heliyon, Vol.5(6), 112-118.
- Jeong, Son, Cho, Yang & Park(2019).*Suppression Algorithm of Speckle Noise for Parallel Phase-Shift Digital Holography*, Optics & Laser Technology, Vol.112, 93-100.
- Jesson, McNaughton, Rosedale, Zhu & Cockle(2018).*A Mixed-Methods Study to Identify Effective Practicesin the Teaching of Writing in A Digital Learning Environment in Low Income Schools*, Computers & Education, Vol.119, 14-30.
- Jia, Liu, Jin & Wang(2014).*Fast and Effective Occlusion Culling for 3D Holographic Displays by Inverse Orthographic Projection with Low Angular Sampling*, App1.Opt, Vol.53(27), 6287-6293.
- Jose & Rocha(2019).*Digital Learning: Developing Skills for Digital Transformation of Organizations*, Futuer GenerationComputer Systems, Vol.91, 327-334.
- Jozefowiez & Machado(2013).*On the Content of Learning in Interval Timing: Representations or Associations?*, Behavioral Processes, Vol.95, 8-17.
- Kesic(2019).*Rethinking the Pragmatic Systems Biology and Systems-Theoretical Biology Divide: Toward a Complexity-Inspired Epistemology of Systems Biomedicine*, Medical Hypotheses, Vol.131, 109-316.
- Kim, Somkuwar, Park & Sigh(2019).*Imaging through Scattering Media Using Digital Holography*, Optics Communications, Vol.439, 218-223.
- Korgaonkar & Yadav(2019).*Understanding the Biology and Adventof Physics of Cancer with Perspicacity in Current Treatment Therapy*, Life Sciences, Vol.239, 117-160.
- Lantz & Stawisk(2014).*Effectiveness of Clickers: Effect of Feedback and the Timing of Questions on Learning*, Computers in Human Behavior, Vol.31, 280-286.
- Lawonn, Luz & Hasen(2017*).Improving Spatial Perception of Vascular Models Using Supporting Anchors and Illustrative Visualization*, Computers & Graphics, Vol.63, 37-45.
- Lenzholzer, Klemm & Vasilikou(2018).*Qualitative Methods to Explore Thermo-Spatial Perception in Outdoor Urban Spaces*, Urban Climate, Vol.23, 231-249.
- Let, Zhang, Li, Yang & Shen(2020).*Time-Driven Feature-Aware Jointly Deep Reinforcement Learning for Financial Signal Representation and Algorithmic Trading*, Expert Systems with Applications, Vol.140, 112-172.
- Lewis, Ebling, Samms & Tsintzas(2019).*Going Back ti the Biology of FGF21: New Insights*, Trends in Endocrinology & Metabolism, Vol.30(8), 491-504.
- Li, Xiong, Tang & Stroble(2020).*Deep Learning-Based Approach for Landform Classification from Integrated Data Sources of Digital*

Elevation Model and Imagery, Geomorphology, Vol.354(1), 107-145.

- Liu & Yue(2017).*Fast Unsupervised Learning for Visual Pattern Recognition Using Spike Timing Dependent Plasticity*, Neuro Computing, Vol.249, 212-224.
- Maab, Riemer, Wolbers & Riji(2019).*Timing Deficiencies in Amnestic Mild Cognitive Impairment: Disentangling Clock and Memory Processes*, Behavioral Brain Research, Vol.373(5), 110-122.
- Matthias, Marko & Mack(2017).*The Impact of Explicit Timing, Immediate Feedback, and Positive Reinforcement on the Wrting Outcomes of Academically and Behaviorally Struggling Fifth-Grade Students*, Insights into Learning Disabilities, Vol.14(2), 135-153.
- Mavrikios, Alexopoulos, Georgoulias, Makris & Chryssolouris(2019). *Using Holograms for Visualizing and Interacting with Educational Content in a Teaching Factory*, Procedia Manufacturing, Vol.31, 404-410.
- Noghani, Tofighi & Bahrampour(2020).*The Theoretical Investigation of the Proposed Optical Fiber Torsion Sensor Based on Computer-Generated Hologram(CGH)*, Optics Communications, Vol.463, 125-153.
- Orlov, Yu, Venediktov, Gorelaya, Shubenkova & Zharnalatdinov(2019). *Measurement of Zernike Mode Amplitude by the Wave Front Sensor, Based on the Fourier-Hologram of the Diffuse Scattered Mode*, Optics & Laser Technology, Vol.116, 214-218.
- Paes, Arantes & Irizarry(2017).*Immersive Environment for Improving the Understanding of Architectural 3D Models: Comparing User Spatial Perception between Immersive and Traditional Virtual Reality Systems*, Automation in Construction, Vol.84, 292-303.
- Pavani(2016).*An Overview of Repositories of Learning Objects*, IFAC-Papers Online, Vol.49(6), 174-179.
- Perez, Dai, Kaplan, Cromley & Balsai(2019).*Interrelations Among Expectancies, Task Values, and Perceived Costs in Undergraduate Biology Achievement*, Learning and Individual Differences, Vol.72, 26-38.
- Pershina, Soppe & Thune(2019).*Bridging Analog and Digital Expertise: Cross-Domain Collaboration and Boundary-Spanning Tools in the Creation of Digital Innovation*, Research Policy, Vol.48(9), 103-119.
- Petersen, Mlakar, Haber, Parent & Mclntyre(2019).*Holographic Reconstruction of Axonal Pathways in the Human Brain*, Neuron, Vol.104(6), 1056-1064.
- Porshneva, Cheremkhin, Evtikhiev & Starikov(2015).*Dynamic Reconstruction of 3D-Scences from Registered Digital Holograms*, Physical Procedia, Vol.73, 333-337.
- Proceeding Holography: Advances and Modern Trends, Prague, Czech Republic, 1-4 April 2019.
- Proceeding OSA Digital Holography and 3D-Imaging Topical Meeting, Bordeaux, France, 19-23 May 2019.

- Proceeding The Holography Conference, Minsk, Belarus, 15-16 November 2018.
- Rocha, Pero & Corseuil(2019).*Turnover, Lerning by Doing, and the Dynamics of Productivity in Brazil*, Economia, 200-211.
- Sanguinetti, Dombrovski & Sikand(2018).*Information, Timing, and Display: A Design-Behavior Framework for Improving the Effectiveness of Eco-Feedback*, Energy Research & Social Science, Vol.39, 55-68.
- Shen, Hong, Zhu, Zu & Wei(2019).*Holographic Projection Based on Programmable Axilens*, Optics & Laser Technology, Vol.120, 105-156.
- Sherriff, Benson & Atwood(2019).*Practices, Polices, and Problems in the Management of Learning Data: A Survey of Libraries' Use of Digital Learning Objects and Data They Create*, The Journal of Academic Librarianship, Vol.4(2), 102-109.
- Siddula, Dai, Ye & Fan(2016).*UnSupervised Feature Learning for Objects of Interest Detection in Cluttered Construction RoofSite Images*, Procedia Engineering, Vol.145, 428-435.
- Sitti, Tracy & Jay(2018).*Characteristics of Spatial Visualisation: Perspectives from Area of Composite Shapes*, Mathmatics Education Research Group of Australasia, 623-630.
- Souza, Silva, Miranda, Diniz & Lage(2016).*The Primary Motor Cortex is Associated with Learning, the Absolute, but not Relative, Timing Dimension of a Task: AtDCS Study*, Physiology & Behavior, Vol.160, 18-25.
- Speed, Del Rosaria, Burgess & Haider(2019).*Cortical State Fluctuations Across Layers of V1 During Visual Spatial Perception*, Cell Reports, Vol.26(11), 2868-2874.
- Stuikys, Burbaite, Bespalova &Ziberkos(2016).*Model-Driven Processes and Tools to Design Robot-Based Generative Learning Objects for Computer Science Education*, Science of Computer Programming, Vol.129(1), 48-71.
- Su, Cai, Liu, Shi &WU(2018b).*Projection-Type Dual-View Holographic Three-Dimentional Display and its Augmented Reality Applications*, Optics Communications, Vol.428, 216-226.
- Su, Cai, Zou, Shi & Wu(2018a).*Viewing Angle Enlargement in Holographic Augmented Reality Using An Off-AAxis Holographic Lens*, Optik, Vol.172, 462-469.
- Su, Gao, He & Ma(2020).*Three-Dimensional Hologram Generation Method Based on Space-Division*, Optk, Vol.200, 40-65.
- Sun, Tao, Zhang, Wu & Zheng(2020).*Holographic Three-Dimensional Display Based on Optimizing Arrangement of Holograms*, Optics Communications, Vol.461, 125-160.
- Swart, Nielen, Sikkema & Jong(2019).*Supporting Learning from Text: A Meta-Analysis on the Timing and Content of Effective Feedback*, Educational Research Review, Vol.28, 100-129.
- Talbert & Avi(2019).*A Space for Learning: An Analysis of Research on Active Learning Spaces*, Heliyon, Vol.5(12), 267-293.

- Tochacek(2015).*Use of Digital Learning Objects Acreoss Borders: Research on Travel Well Criteria*, Procedia-Social an Behvioral Sciences, Vol.171, 1209-1213.
- Trujillo & Sucerquia(2019).*Automatic Detection and Counting of Phase Objects in Raw Holographic Microscopy Via Deep Learning*, Optics and Lasers in Engineering, Vol.120, 13-20.
- Wan, Qiao, Pu, Li& Chen(2020).*Holographic Sampling Display Based on Metagratings*, iScience, Vol.23(1), 1007-1077.
- Webster(2019).*Mapping the Spatial and Temporal Characteristics of Visual Perception with Transcranial Magentic Simulation*, Brain Stimulation, Vol.12(2), 560-566.
- White, Boynton & Yeatman(2019).*The Link Between Reading Ability and Visual Spatial Attention Across Development*, Cortex, Vol.121, 44-59.
- Wiles, Glenn & Stiskal(2018).*Corrigendum to Enhancing Information Literacy Using Bernard Lonergan's Generalized Empirical Method: A Three-Year Case Study in a First Year Biology Course*, The Journal of Academic Librarianship, Vol.44(2), 170-176.
- Yamada, Kakue, Shimobaba & Ito(2018).*Interactive Holographic Display Based on Finger Gestures*, Scientific Reports, Vol.8, 1-7.
- Yang, Chen, Lin & Chen(2019).*The Learning Experience of Basic Science and Clinical Dentistry by Postgraduate Students in Institute of Clinical Dentistry and Institute of Oral Biology*, Journal of Dental Sciences, Vol.14(3), 277-280.
- Yang, Wang, Li, Xu & Yan(2019).*Computer Generated Full Parallax Synthetic Hologram Based on Frequency Mosaic*, Optics Communications, Vol.430, 24-30.
- Zeman(2019).*Viewpoints on Biology Didactic Courses: Current Residents, Future Residents and Residency Program Directors*, International Journal of Radiation Oncology Biology Physics, Vol.105(1), 159-165.
- Zhang, Zhao, Cao & Jin(2015).*Fully Computed Holographic Stereogram based Algorithm for Computer-Generated Holograms with Accurate Depth Cues*, Optics Express, Vol.23(4).
- Zuluaga, Ramirez & Sucerquia(2018).*Study of the Padding Effects in Mumerical Reconstruction of Digitally Recorded Holograms*, Optik, Vol.169, 109-117.