أثر اختلاف توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه مقابل الحر على العبء المعرفي وتنمية الفضول العلمي في العلوم لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي

إعداد

د/ محمد على ناجي المعداوي

مدرس بقسم تكنولوجيا التعليم كلية التربية النوعية جامعة كفر الشيخ

ملخص البحث: استهدف البحث الحالي قياس أثر اختلاف توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه مقابل الحر على العبء المعرفي والفضول العلمي في العلوم لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي. تم استخدام المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة البحث من (38) تلميذًا، تم تقسيمهم إلى مجموعتين تجريبيتين الأولى قوامها (19) تلميذًا تدرس عن طريق توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه، والثانية قوامها (19) تلميذًا تدرس عن طريق توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الحر. تكونت أدوات البحث من مقياس العبء المعرفي ومقياس الفضول العلمي. تم الاعتماد على اختبار "ت" T.test لقياس دلالة الفروق بين المجموعتين، ومربع إيتا لقياس حجم تأثير توظيف الواقع المعزز في كلا الطريقتين في التعلم بالاكتشاف. أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية على مقياس العبء المعرفي لصالح المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه، مما يدل على انخفاض العبء المعرفي لديهم عند دراستهم بهذه الطريقة. بينما لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين التجريبيتين على مقياس الفضول العلمي.

الكلمات المفتاحية: الواقع المعزز، العبء المعرفي، التعلم القائم على الاكتشاف، الفضول والاستطلاع العلمي.

The impact of the difference in the employment of Augmented Reality in Discovery-Based Learning directed versus free on the cognitive load and the enhancement of scientific curiosity in science among sixth graders

Abstract: The current research aimed at measuring the impact of the difference in employment of Augmented Reality in Discovery-Based Learning directed versus free on cognitive load and development of scientific curiosity in science among sixth graders. A quasi-experimental method used based on a sample of (38) students divided into two experimental groups of (19) students each. First experimental group taught by employ Augmented Reality in Directed Discovery-Based Learning, and the other studying by employ Augmented Reality in Free Discovery-Based Learning. Research tools consisted of cognitive load scale and scientific curiosity scale A T.test used to measure the significance of the differences between the two groups, and ETA square to measure the effectiveness of employing Augmented Reality in Discovery Based Learning. The results showed that there were statistically significant differences in cognitive load scale for the first experimental group, which indicate using of Augmented Reality in Directed Discovery-Based decrease the cognitive load. While there were no statistically significant differences between the experimental groups on the scientific curiosity scale.

Keywords: Augmented Reality, Cognitive Load, Discovery Based Learning, Scientific Curiosity.

المقدمة:

عدلت التغيرات التكنولوجية الحديثة من طبيعة التفاعل بين الإنسان والآلة، من حيث الانتقال من مرحلة التعامل مع لوحة المفاتيح والفأرة إلى الواجهة القائمة على الصور-Image Based Interface، ثم إلى المعالجة الحسية الجسدية (Su, Somatosensory Manipulation et al., 2014) عن طريق الأجهزة النقالة وتفاعلها مع أعضاء الإنسان، كالساعة التي تخبرك عن معدل نبض القلب ونسبة الضغط بمجرد لمس أصابعك للمستشعر الموجود في الهاتف الجوال. ولقد أدى التطور الهائل في التكنولوجيا التفاعلية إلى ظهور مصطلحات جديدة مثل تكنولوجيا الواقع الافتراضي والواقع المعزز، التي تتيح إمكانية دمج الخيال مع الواقع، أو بمعنى أدق تعزيز الواقع الذي نراه ودمج واقع آخر افتراضي معه ليس موجود في الأساس ولكن تم دمجه ليتفاعل معه المتعلم ويعيش من خلاله في تجربة وخبرة فريدة وممتعة.

وتُعَدُ تكنولوجيا الواقع المعزز Augmented Reality امتدادًا لتكنولوجيا الواقع الافتراضي Virtual Reality والتي نستطيع فيها دمج وتعزيز الواقع الحقيقي بواجهة سَلِسة تدمج بينه وبين العالم الافتراضي، وتستخدم على نطاق واسع في الهندسة والتدريب على الطيران والعلوم البيئية والطب والتعليم (Javornik, 2016). ويخلط البعض أحيانًا بين مفهوم الواقع المعزز Augmented Reality وبين مفهوم الواقع الافتراضي Virtual Reality. فيبين تشيو ورفاقه (Choiet, al., 2015) أن هناك اختلاف يمكن التعرف عليه عند توضيح البيئة التي تعمل من خلالها التقنيتين، فبيئة الواقع الافتراضي تحاكي البيئة الحقيقية، بحيث يمكن للمتعلم العيش فيها والشعور بمكوناتها والتفاعل معها، لذلك فهو بحاجة إلى أدوات خاصة للانغماس في هذه البيئة مثل النظارة، أو القفازات، أو البدلة أو جميعهم للتفاعل مع بيئة الواقع الافتراضي التي تحاكي الواقع محاكاة كاملة وتجعله يعيش إحساس كامل لاكتساب الخبرات التعليمية. على الجانب الآخر يوضح بيهيشتي (Beheshti, 2012) أن بيئة الواقع المعزز هدفها الأساسي هو تعزيز الواقع الحقيقي من خلال بعض الإضافات الافتراضية التي تضاف للواقع الحقيقي والتي يتم استدعائها بأحد التقنيات مثل كاميرا الجوال أو الحاسب اللوحي، والتي تمكن المتعلم من التفاعل الخارجي فقط وليس الانغماس مع المحتوى الافتراضي بالكامل كما في الواقع الافتراضي.

و تعتبر تكنولوجيا الواقع المعزز من المفاهيم المعاصرة، بالرغم من تاريخ ظهورها الذي يعود لأواخر الستينات، ولكن يُعْدُّ عام 1970 بداية ظهور تكنولوجيا الواقع المعزز Augmented Reality (إسلام جهاد، 2016، ص 12)، بينما ظهور المفهوم وصياغة المصطلح نفسه لم تظهر إلا عام 1990 عندما استخدمت هذه التكنولوجيا ووظفتنها إحدى شركات الطيران وهي شركة بوينج الشهيرة في تدريب موظفيها على جمع الأسلاك الكهربائية في الطائرات وتمثيل البيانات لهم، فقد أطلق مصطلح الواقع المعزز من قبل طوم كوديل Tom Caudell وزميله ديفيد ميزيل David Mazell الباحثان في هذه الشركة عندما اقترحا وضع جهاز فوق الرأس لعرض خطط الأسلاك الكهربائية المحددة للطائرة، من خلال تكنولوجيا نظارات العين عالية الجودة، والتي يتم التحكم فيها من خلال أجهزة الحاسب الآلي (El sayed, 2011, p.16).

وترتكز فلسفة بناء بيئات التعلم عبر الواقع المعزز على مجموعة من الأسس والمبادئ، التي تسعى فيها على محاكاة الواقع وإقامة بيئة خيالية تعتمد على الوسائط المتعددة، بحيث يستغرق المتعلم فيها ليمارس خبرات يصعب ممارستها في بيئته الحقيقية، كما أنها تؤكد على حرية المتعلم وفرديته والاستفادة من قدرات وإمكانات المتعلم في التفاعل مع هذه البيئة، وتعتمد بيئات الواقع المعزز على أجهزة وتطبيقات لمزج الخبرة الحسية للمتعلم للدخول في بيئة افتراضية تحقق له ما يتطلب من خبرات واقعية (مصطفى سالم محمد، 2017، ص 38).

ويعرف محمد عطية خميس (2015، ص 2) الواقع المعزز بأنه "تكنولوجيا ثلاثية الأبعاد تدمج بين الواقع الحقيقي والواقع الافتراضي، أي بين الكائن الحقيقي والكائن الافتراضي، ويتم التفاعل معها في الوقت الحقيقي، أثناء قيام الفرد بالمهمة الحقيقية". بينما يعرف جلونكر وآخرون (Glockner, et al., 2014, p.3) الواقع المعزز بأنه " عملية امتداد للواقع الحقيقي، وذلك من خلال إضافة طبقات مولدة من المعلومات إليه بواسطة الحاسب الآلي. طبقات المعلومات هذه قد تكون نصوص، فيديو، صوت، روابط ويب، نظام لتحديد المواقع GPS وغيرها".

ويمكن تحديد بعض الخصائص الأساسية التي يمكن أن تعبر عن طبيعة الواقع المعزز حددها أزوما وزملاؤه (Azuma, et al., 2011) في أنه يعرض أشكال ثنائية أو ثلاثية الأبعاد، ويوفر عناصر التفاعلية أثناء العرض الحقيقي، كما يمزج الواقع الافتراضي بالحقيقي بطريقة سهلة وميسرة لتظهر كأنها بيئة واحدة ولكن مدمجة. ويعمل دمج المعلومات الافتراضية مع العالم الحقيقي ببيئة الواقع المعزز على تزويد المتعلم بالمعرفة التكاملية بين الصورة التي يشاهدها وطبقات المعلومات المقدمة إليه من خلال وسيلة عرض الواقع المعزز والتي يمكن عرضها عن طريق الأجهزة اللوحية المحمولة المزودة بكاميرا(Antonaci, Klemke, & Specht, 2015). ويضيف لياروكبس واندرسون (Liarokapis, & Anderson, 2010) خصائص تتعلق بالاستخدام والتوظيف من حيث توفير طبقات من المعلومات التي ترتبط بالمحتوى الرقمي أو بالبيئة الحقيقية، وذلك بدون إجراءات معقدة ولا تتطلب خبرة في الدمج بين طبقات المعلومات والواقع الحقيقي، باستخدام أجهزة متاحة في اليد وغير مكلفة ماديًا.

وتُعَدُ تكنولوجيا الواقع المعزز خطوة جوهرية وأساسية لتحديث التعليم من أجل المستقبل، بالإضافة إلى كونها بيئة فعالة تشجع الطلاب على التساؤل حول الحقائق والمفاهيم العلمية (إسلام جهاد، 2016). كما تساهم وبشكل كبير في زيادة الدافعية نحو التعلم (Solak, & Cakir, 2015)، وزيادة انخراط الطلاب في التعلم، وزيادة مشاركتهم في الأنشطة الصفية مع المعلم ومع الأقران (Diaz, Hincapié, & Moreno, 2015). فتتميز تكنولوجيا الواقع المعزز داخل الصف الدراسي، أنها بسيطة وفعالة، كما أنها تزود المتعلمين بمعلومات واضحة وبيانات دقيقة (Anderson, & Liarokapis, 2014,p.2) مما يعزز التفاعل بين المتعلم والمحتوى، مما يضفي على الموقف التعليمي كثيرًا من الديناميكية والنشاط (مجدي عقل، 2014، ص 4)، كما تساعد في تحسين قدرة الطلاب على التفكير المستقل والإبداع والتحليل النقدي (Bower, et al., 2014).

وتشير الدراسات في مجال الواقع المعزز أن استخدام وتوظيف الواقع المعزز في بيئات التعلم المختلفة يحقق بصفة عامة نتائج إيجابية(Chiu, DeJaegher, & Chao, 2015)، كتحسين الأداء والذكاء المعرفي(Ruiz-Ariza, et al., 2018)، كما يساعد تطبيق الواقع المعزز في مواقف التعلم المختلفة في اكتساب المعرفة وبقاء أثر التعلم، ويحسن من الأداء الأكاديمي للمتعلمين (Joo-Nagata, et al., 2017)، كما تخلق الوسائط المتعددة التي يوفرها نوعًا من التفاعل المثمر بين المحتوى العلمي والمتعلم، مما ينعكس على الدوافع والإنجاز الأكاديمي لدى المتعلمين وخلق بيئة تعليمية جيدة تساعد المتعلمين على الانخراط في التعلم مع الشعور بالرضا والسعادة أثناء عملية التعلم من خلال الواقع المعزز(Shakroum, Wong, & Fung, 2018).

كما أكد عدد من الدراسات على أن تكنولوجيا الواقع المعزز يمكن توظيفها وتطبيقها في كل مراحل التعليم بصفة عامة، كدراسة باكا وفريقها البحثي (Bacca, et al., 2014)، ودراسة شيا (Shea, 2014)، ودراسة مها الحسيني (2014). كما يمكن توظيفها أيضاً في العديد من مجالات التعلم مثل الهندسة (Turkan, et al., 2017)، العلوم الطبيعية (Chang, Chung, &

(Chang, & Yu, 2018; Huang, 2016، التاريخ، التصميم، الرياضيات، العلوم وغيرها Estapa, & Nadolny, 2015; Taharim, et al., 2016).

ونظرًا لأهمية الواقع المعزز، قام عدد من الباحثين بتحليل دراسات الواقع المعزز منهم ايبانز وديلاجدو (Ibanez, & Delgado-Kloos, 2018) الذين قاما بتحليل 28 دراسة من عام 2010 حتى 2017 تناولت توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في تدريس العلوم، والهندسة، والتكنولوجيا، والرياضيات (STEM)، أكدا أن معظم هذه الدراسات حاولت الكشف عن تأثير الواقع المعزز في تنمية الاستيعاب المفاهيمي، تليها الدراسات التي اهتمت باستطلاع رأي المتعلمون في التعلم القائم على الواقع المعزز.

كما ظهر العديد من الدراسات العربية التي اهتمت بالواقع المعزز مثل الدراسة التي قام بها السيد (EL Sayed, 2011) التي أثبتت فعالية توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في مجال التربية والتعليم، من خلال إسهامها في زيادة القدرة على التخيل والتعرف وزيادة مستوى التعلم الذاتي والتفاعلي للطلاب وذلك عند التعامل مع الصور ثلاثية الأبعاد التي يقدمها الواقع المعزز ويدمجها مع البيئة الحقيقية أثناء التعلم. ودراسة إيهاب سعد محمود (2015) التي أكدت على أهمية توظيف تقنيات الواقع المعزز والافتراضي في العملية التعليمية لتنمية التحصيل المعرفي وزيادة الاتجاه الإيجابي نحو التعلم، وتنمية أنواع التفكير المختلفة. ودراسة زينب السلامي (2016) التي اهتمت بقياس فعالية توظيف الواقع المعزز كأداة للدعم التعليمي، وتحديد نمط الدعم الأنسب لطلاب كلية التربية النوعية مرتفعي ومنخفضي الدافعية للإنجاز، لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات البرمجة. أوضحت النتائج أن نمط الدعم التعليمي الموزع باستخدام تقنية الواقع المعزز هو الأنسب للطلاب مرتفعي ومنخفضي الدافعية للإنجاز، وذلك عند تنمية التحصيل وبعض مهارات البرمجة.

والمدقق لغالبية الدراسات السابقة يجد للواقع المعزز العديد من الإمكانات التي يمكن توظيفها في الإطار التعليمي، لكن السؤال الأبرز يكمن في كيفية استغلال هذه الإمكانات في إطار تعليمي هادف (Alhumaidan, Lo, & Selby, 2018)، بالإضافة إلى أن استخدام الواقع المعزز لابد أن يتم من خلال استراتيجية واضحة ومعروفة في التعلم كالتعلم القائم على حل المشكلات، والقائم على اللعب، والقائم على الاكتشاف. فمن المهم للغاية هو كيفية اختيار أسلوب التعلم الذي يمكن توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز من خلاله مع مراعاة الإمكانات التي يتمتع بها والتي يجب أن توضع وتصمم في سياق تعليمي يضمن لنا استغلال هذه الإمكانات على الوجه الأمثل (Kesim, & Ozarslan, 2012).

ومن ضمن التوجهات الحديثة التي يمكن توظيف الواقع المعزز فيها هو أسلوب التعلم القائم على الاكتشاف (Yuen, Yaoyuneyong, & Johnson., 2011)، فيعد التعلم القائم على الاكتشاف أحد استراتيجيات التعلم في العلوم. حيث يؤكد شيانج ويانج وهوانج (Chiang, Yang, & Hwang, 2014) على أنه عند استخدام التعلم القائم على الاستكشاف في المواد العلمية، فإنه يُظهر إمكانات كبيرة لزيادة فهم الطلاب للمعرفة العلمية ومشاركتهم في العلوم. بدلاً من إجبار الطلاب على التعلم وفقًا لعملية ثابتة، لذلك يجب تشجيع الطلاب على استكشاف المعرفة التي اكتسبوها والبحث عنها والتفكير فيها. ويضيف إيدلسون وجوردين وبيا (Edelson, Gordin,& Pea , 1999)أن التعلم القائم على الاكتشاف يساعد الطلاب في تصحيح المعارف العلمية.

وتأسيسًا على إمكانية توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف أشار ماير (Mayer, 2001) إلى أن تقديم الرسوم والصور التوضيحية المدمجة من خلال الواقع المعزز مع المحتوى تكون مفيدة في التعلم القائم على الاكتشاف، بحيث يمكنها أن تغطي نطاقًا واسعًا من المجالات الخاصة بالعلوم بدءًا من المراقبة والتفاعل وصولًا إلى الأدوات العلمية الحقيقية عبر الويب لإجراء

تجارب واقعية. كما قام كلًا من كاي ووانج وشيانج (Cai, Wang, & Chiang, 2014)بتوظيف تقنية الواقع المعزز في مادة الكيمياء عن طريق تصميم وتطوير مجموعة من التجارب القائمة على التعلم بالاكتشاف، والتي من خلالها يستطيع الطلاب التفاعل مع مجموعة من المواد ثلاثية الأبعاد التي تتعلق بمادة الكيمياء. أثبتت النتائج أن الواقع المعزز أداة فعالة في التعلم بالاكتشاف وخاصة للطلاب منخفضي التحصيل الأكاديمي عن الطلاب المتفوقون، كما كَونَ كل الطلاب اتجاه إيجابي نحو الواقع المعزز.

ويؤكد كلًا من تشانغ وو وهسو (Chang, Wu, & Hsu , 2013) على فعالية توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في بيئة للتعلم بالاكتشاف من خلال مجموعة من الأنشطة التربوية التي تتعلق بدروس طلاب الصف التاسع في مادة العلوم. كما اهتمت دراسة شيانج ويانج وهوانج (Chiang, Yang, & Hwang, 2014) بقياس فعالية توظيف الواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف عن طريق مجموعة من الأنشطة التعليمية المتعلقة بالعلوم لدى طلاب الصف الرابع الابتدائي البالغ عددهم (57) طالبًا تم تقسيمهم إلى مجموعتين، أوضحت النتائج فعالية توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف على زيادة تحصيل وانتباه والدافع للإنجاز لدى الطلاب وتفوقهم على المجموعة التي تدرس بطريقة التعلم بالاكتشاف بدون الواقع المعزز.

ولكي يحقق توظيف الواقع المعزز التعلم الفعال يتطلب الأمر مشاركة الطلاب في التعلم مع الأخذ في الاعتبار العبء المعرفي لديهم أثناء ممارسة نشاطات التعلم، والذي يتطلب معرفته خبرة كافية لما يتميز به العبء المعرفي من تعقيد شديد (Blayney, Kalyuga, & Sweller, 2016) هذا يفرض على المعلمون مراعاة متطلبات العبء المعرفي للطلاب أثناء تنفيذ أنشطة ومهام التعلم. ويؤكد ميلر (Mayer, 2014, p.50) في دراسته للنظرية المعرفية للتعلم بالوسائط المتعددة "Cognitive Theory of Multimedia Learning" " أنه لبناء تمثيل عقلي متماسك، فإنه لابد من أن يشارك المتعلم في المعالجة المعرفية، ويتضمن ذلك الاهتمام بالمعلومات المقدمة إليه، أن ينظم المعلومات الواردة في بنية معرفية متماسكة، وأن يدمج المعلومات الجديدة مع المعارف السابقة".

ومن منطلق توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف وعلاقتها بالعبء المعرفي، صمم وطور لاي وشين ولي (Lai, Chen, & Lee, 2019) نظام تعليمي قائم على مدخل الواقع المعزز في بيئة للتعلم بالاكتشاف، وذلك لتشجيع الطلاب في المرحلة الابتدائية لتعلم العلوم، أجريت التجربة في المدرسة، وأظهرت النتائج التجريبية أن الطلاب الذين تعلموا من خلال هذا المدخل وجدوا مكاسب كبيرة في إنجازاتهم في التعلم ودوافعهم مقارنةً بتعلم العلوم من خلال الوسائط المتعددة التقليدية ؛ علاوة على ذلك ، تم خفض العبء المعرفي الخارجي لهؤلاء الطلاب بشكل كبير أثناء نشاط التعلم بالواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف.

ويذكر لاي ورفاقه (Lai, et al., 2019, p.236) أنه لا يوجد إلا عدد قليل من الدراسات التي بحثت في تأثير العلاقة بين الواقع المعزز والعبء المعرفي للمتعلم، فمن بين 68 دراسة تبحث في توظيف الواقع المعزز في سياقات تعليمية مختلفة معظمها يتعلق بقياس فعالية الواقع المعزز في تحسين التحصيل الأكاديمي، أربعة منها فقط تناولت تأثير الواقع المعزز على العبء المعرفي للمتعلم، أكدت اثنتان أن الواقع المعزز يخفض من العب المعرفي للمتعلم، بينما الاثنتين الأخريين أكدتا عكس ذلك (Akçayır, & Akçayır, 2017).

الملاحظ للدراسات السابقة أن معظمها أكد على أهمية توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف، وخاصة في مادة العلوم، التي غالبًا ما ينظر إليها على أنها مجموعة من الممارسات القائمة على الاستكشاف والتي يقودها فضول الإنسان (Weible, & Zimmerman, 2016).

كما يتضح أن هناك ارتباط بين مادة العلوم والفضول أو الاستطلاع العلمي لدى الطلاب. فتعد العلوم أحد فروع المعرفة عامة ويرتبط الفضول في العلوم بالسلوكيات التي يتبعها الفرد للحصول عن المعلومات المتعلقة بالعلوم، والتي عادة ما يمكن ملاحظتها في بيئات التعلم المختلفة (Jirout, & Klahr, 2012, p. 4) أو ملاحظتها عند دراسة ظاهرة طبيعية معينة (Spektor-Levy, Baruch, & Mevarech, 2013). لذلك من ضمن الأهداف التي يحاول البحث الحالي تنميتها عن طريق توظيف الواقع المعزز في بيئة التعلم القائم على الاكتشاف، هو تنمية حب الاستطلاع أو الفضول العلمي للطلاب في مادة العلوم.

وقد أكد سبيكتورليفي وآخرون(Spektor-Levy, et al., 2013) أنه كلما تولد لدى الطلاب رغبة عالية في الاستطلاع أو الفضول العلمي، كلما كانوا أكثر فعالية ونشاطًا ومشاركة في بيئة التعلم بالاكتشاف، وذلك من وجهة نظر معلميهم. ونظرًا لصعوبة بعض النصوص والمفاهيم العلمية في العلوم، فإن عملية تمثيل هذه المفاهيم مرئيًا قد يساعد في فهم وتقبل هذه المفاهيم (Hung, 2014)، لذلك يلعب التمثيل المرئي للمفاهيم دورًا مهمًا في تعلم العلوم لأنها تجعل العمليات المعقدة أكثر وضوحًا (Mason, Tornatora, & Pluchino, 2013).

وهنا يبرز دور الواقع المعزز في العلوم، ولا سيما في عملية تمثيل المفاهيم مرئيًا، لما له من أهمية كبيرة في توفير التكامل بين الجانب النظري والتطبيقي الخاص بها (Antonioli, Blake, & Sparks, 2014)، فدراسة درس يتعلق بأساسيات الدوائر الكهربائية مثلًا وما يرتبط به من مفاهيم معقدة مثل المقاومة، وشدة التيار، وفرق الجهد، وغيرها يصعب على الطالب فهمها ويجد مخاطر أيضًا في تنفيذ الجانب التطبيقي الخاص بها، لذلك يأتي دور الواقع المعزز وتوظيفه في بيئة التعلم بالاكتشاف في تقديم خبرة تعلم مميزة بتجربة افتراضية توضح هذه المفاهيم وتربط بينها، وتساعد الطلاب في الانخراط في التعلم وتنفيذ مجموعة من الأنشطة التطبيقية (Tsai, & Huang, 2018) مما يعزز الجانب النظري وييسر فهم محتواه، ويشجع الطلاب وينمي لديهم حب الاستطلاع أو الفضول العلمي في مادة العلوم.

الإحساس بالمشكلة:

تولّد الإحساس بالمشكلة من خلال عدة نقاط يمكن عرضها على النحو الآتي:

من خلال عدد من الزيارات الميدانية والمقابلات الغير مقننة مع بعض معلمي مادة العلوم في عدد من المدارس الابتدائية بمدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، اتضح شكوى هؤلاء المعلمون من عدم وجود طريقة تجذب انتباه الطلاب وتحثهم على التعلم وتطبيق التجارب العملية المتعلقة بمادة العلوم والتي يصعب تنفيذها في المعمل، نظرًا لعدد الطلاب أو عدم توافر الإمكانات المادية التي تحول دون تطبيق ذلك الأمر. بالإضافة إلى أن المعلمون يجدوا صعوبة في توصيل المفاهيم المجردة التي يصعب تمثيلها مثل شدة التيار، فرق الجهد، المقاومة، المجال المغناطيسي وغيرها. مما يمثل عبء معرفي ومجهود زائد لدى الطلاب قد يعيق عملية الفهم والتعلم لمفردات مادة العلوم. كما أكد معظمهم أن الطلاب يقتصرون على الحقائق والمفاهيم التي يدرسونها فقط والتي تعتمد على الحفظ والتلقين، وانه من النادر أن يسأل الطلاب خارج المقرر أو أن يطلع على معلومات إضافية ويخبر المعلم عنها، وبالتالي يظهر لدى الطلاب عدم وجود فضول أو استطلاع علمي ورغبة في الاكتشاف وتعلم المزيد، والذي يعد من ضمن الأهداف الأساسية في مادة العلوم لإعداد جيل مبتكر مكتشف يتولد لديه رغبة في حب الاستطلاع والفضول العلمي.

كما تبين باستطلاع آراء معلمي مادة العلوم عن الطريقة التي يستخدموها في التدريس أن كلهم يعتمدون في المقام الأول على الشرح بالطريقة التقليدية التي تعتمد على المحاضرة داخل

الفصل. إلا أن نسبة (20%) يدعمون شرحهم عن طريق الوسائط المتعددة، و(10%) يستخدمون اليوتيوب والإنترنت. بالإضافة إلى أن جميعهم لم يطبق من قبل تكنولوجيا الواقع المعزز وأن نسبة (5%) منهم فقط سمع عن هذه التكنولوجيا ولكنه لا يعرف كيفية استخدامها وما هي التطبيقات الخاصة به.

واستنادًا لما سبق وللتأكيد من وجود مشكلة تتعلق بالعبء المعرفي لدى الطلاب عند تعلم المفاهيم الخاصة بمادة العلوم، وعدم تولد رغبة لدى الطلاب تحثهم على الاستطلاع والفضول العلمي في مادة العلوم. قام الباحث بدراسة استطلاعية على عينة من (20) طالبًا من طلاب الصف السادس الابتدائي بمدرسة الحياة المضيئة بمدينة الرياض، استهدفت تطبيق مقياس العبء المعرفي لعلي الكندري (2018)، والمترجم والمطور للمقياس الأصلي لناسا تلكس NASA TLX، وذلك بعض قيام الطلاب بعدد من مهام التعلم. وقد أظهرت النتائج أن (95%) لديهم عبء معرفي زائد عند القيام ببعض مهام التعلم بالطريقة التقليدية مما قد يعيق عملية التعلم وفهم المفاهيم لديهم في مادة العلوم. كما تم تطبيق مقياس حب الاستطلاع أو الفضول العلمي في العلوم لأحمد قنديل (1993). وقد أظهرت النتائج أن (93%) من الطلاب لديهم تدني في حب الاستطلاع أو الفضول العلمي وخاصة فيما يتعلق بمادة العلوم.

وتأسيسًا على ما سبق، تبدو الحاجة ملحة إلى البحث عن طرق في التعلم وتوظيف أدوات تكنولوجية جديدة، يمكن أن يمتلكها الطلاب بسهولة ويستخدمونها في أي مكان، مثل الهواتف الجوالة والأجهزة اللوحية المحمولة التي يمكن أن تساعدهم في خفض العبء المعرفي، وتنمية حب الاستطلاع والفضول العلمي لديهم في مادة العلوم. ففي الآونة الأخيرة، مَكّن تقدم وشعبية الأجهزة المحمولة وتقنيات الاستشعار الباحثون من تقديم أساليب في التعلم تتسم بالفعالية (Ogata, et al., 2011)، فتؤكد معظم دراسات التعلم عبر الأجهزة المحمولة على فعالية توظيفها في المواقف التعليمية المختلفة (Wong, & Looi, 2011; Kamarainen, et al., 2013).

ولقد جذبت تكنولوجيا الواقع المعزز بصفتها إحدى تطبيقات الأجهزة المحمولة الانتباه أكثر فأكثر لمخططي ومصممي التفاعل بين الأجهزة الذكية والإنسان، لدرجة أن اتحاد وسائل الإعلام الجديد (the New Media Consortium) تنبأ بتطبيق الواقع المعزز في مختلف المجالات على نطاق واسع في المستقبل القريب (Johnson, Adams, & Cummins, 2012).

وبالفعل تطورت تكنولوجيا الواقع المعزز بصورة بالغة لدرجة أصبحنا نشاهدها اليوم في النظارات العصرية الإلكترونية I-glasses، وعروض الرأس Heads-up displays، وفي الزجاج الأمامي للسيارات المدعم بالبيانات Car windshields with data، كما تم توظيفها في شتى مناحي الحياة مثل، الرعاية الصحية، والسلامة العامة، والغاز والنفط والسياحة والآثار، والتسوق، مما فرض التحدي أيضًا على التربويين لكيفية توظيف هذه التكنولوجيا في التعليم (Hannu, Helena, & Mari, 2017).

ومن منطلق أهمية تكنولوجيا الواقع المعزز وانتشارها وتوظيفها في التعليم، ظهور بعض التطبيقات الجاهزة للواقع المعزز تتعلق بالنواحي التعليمية بالرغم من عدم كفايتها في البداية (Salmi, Kaasinen, & Kallunki, 2012) إلا أنها بدأت في الزيادة بصورة ملحوظة عن ذي قبل (Bower, et al., 2014; Radu, 2014).

ولقد نادت العديد من المؤتمرات بضرورة توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعليم لكي تساعد في تحقيق الأهداف التعليمية المرجوة (أمل حمادة إبراهيم، 2017، ص 265)، من هذه المؤتمرات الأجنبية على سبيل المثال: International Symposium on Mixed and

Augmented Reality; Conference on Virtual Augmented Reality in Education; International Educational Technology Conference. ومن المؤتمرات العربية التي نادت أيضا بأهمية استغلال وتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعليم على سبيل المثال: المؤتمر الدولي الثالث للتعلم الإلكتروني والتعليم عن بعد عام 2013؛ المؤتمر الدولي الأول في تكنولوجيا التعليم والتعلم الإلكتروني عام 2015.

وبالرغم من انتشار الأجهزة المحمولة بين الطلاب والمعلمين، وبالرغم من تأكيد الدراسات على انتشار تطبيقات الواقع المعزز في التعليم من خلال هذه الأجهزة(Nadolny, 2017) ، إلا أننا بحاجة على التأكيد على أهمية توظيف هذه الأجهزة في بيئة العمل الفعلية بما يتفق والخصائص والمزايا التي تقدمها، لكي تمكن الطلاب من إدارة المعرفة الشخصية لهم وتحقيق الفعالية المرغوبة (Wu, et al., 2013).

بالإضافة إلى انه مازال هناك بعض التحديات المتعلقة بالتصميم التعليمي للوسائط المتعددة من خلال الأجهزة المحمولة، بما في ذلك أيضًا المشكلات المتعلقة بالعبء المعرفي للمتعلمين (Knorzer, Brünken, & Park, 2016). فيرى كثير من الباحثين أن العبء المعرفي يُعد أحد المشكلات التي تواجه الطلبة أثناء تعلم المواد التي تتسم بكثرة المفاهيم والمصطلحات، مثل مادة العلوم، فيشير برينج وآخرون (Bruning, & Pytlikzilig, 2003) إلى أن العبء المعرفي يمثل أحد المشكلات الرئيسة التي تواجه النظام التعليمي، وذلك بسبب الأساليب التقليدية التي تقوم على تزويد الطلبة بالمعلومات بصورة مستمرة، وعدم إعطائهم الفرصة لكي يوجهوا انتباههم إليها ويقوموا بترميزها ومعالجتها وتخزينها في الذاكرة العاملة. مما يؤدي إلى إهدار الوقت والجهد المبذول في التعلم. الأمر الذي يفرض على التربويين ضرورة البحث في طرق جديدة وتوظيف تكنولوجيا تجذب انتباه الطلاب وتخفض العبء المعرفي لديهم لكي يتحقق الهدف من التعلم، وهذا ما يمكن تحقيقه باستخدام تكنولوجيا الواقع المعزز. ويتفق وي ورفاقه (Wei, et al., 2015) على أن الجمع بين مصادر متعددة للبيانات مع عرض تقديمي مصمم جيدًا في بيئة التعلم بالواقع المعزز يؤدي إلى تقليل العبء المعرفي للطلاب.

ومن ضمن التوجهات والاستراتيجيات التي قد تساعد في خفض العبء المعرفي للمتعلمين والتي تتفق مع ما أشار يوين ورفاقه (Yuen, et al., 2011)هو استراتيجية التعلم القائم على الاكتشاف Discovery-Based Learning. كما أضاف كلًا من فان زي وروبرتس (van Zee, & Roberts, 2006) أنه لكي تتم عملية التعلم القائم على الاكتشاف بنجاح من جانب الطلاب، فيجب عليهم استخدام التكنولوجيا المساعدة المناسبة لجمع البيانات، ثم معالجة وصياغة وتفسير معقول للمعلومات التي تم جمعها. كما يجب على الطلاب بعد ذلك تحليل تفسيرات الآخرين أثناء توصيل وجهات نظرهم الخاصة. أخيرًا، يجب تقييم المعرفة التي تعلمها الطلاب.

ويتفق كلًا من برونر وأوزبل حول أهمية التعلم بالاكتشاف، إلا انهما يختلفا في طريقة عرض المادة التعليمية من خلالها، فبرونر يدعو إلى أن ينظم المتعلم المادة التعليمية بنفسه من خلال إتاحة الفرصة له لاكتشاف العلاقات الكافية بين عناصر تلك المادة، أما أوزبل فيرى أنه في معظم الحالات يكون من الأفضل أن يقوم المعلم بتنظيم تلك المادة وتقديمها للمتعلم في شكلها المكتمل (أبو المجد إبراهيم الشوربجي، 2008، ص 513).

ويشير سواريز ورفاقه (Suárez, et al., 2018) إلى وجود اختلاف كبير ومشكلة بين الدراسات في عملية تقسيم الأنشطة بين المعلمين والطلاب في التعلم القائم على الاكتشاف الحر والموجه، وما هو المستوى المطلوب لمشاركة المعلمين، وأهمية استقلالية الطالب من عدمه في

بناء عملية التعلم الخاصة به. لذلك يعد دراسة هذا الاختلاف من المواضيع المهمة لتحقيق عمليات تعليمية فعالة قائمة على التعلم القائم على الاستكشاف.

مشكلة البحث:

يتبين من العرض السابق توجه الدراسات والبحوث وتوصيات المؤتمرات على أهمية توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف في مادة العلوم، والتي يمكن أن تحل المشكلة التي أوضحتها الدراسة الاستطلاعية فيما يتعلق بالعبء المعرفي للطلاب، وتدني حب الاستطلاع والفضول العلمي لديهم في مادة العلوم. كما تبين أيضًا، أن هناك اختلاف في فعالية توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف، فالبعض يؤكد على أفضلية التعلم بالاكتشاف الموجه، بينما يؤكد البعض الآخر على أفضلية التعلم بالاكتشاف الحر. لذا فإن البحث الحالي يهدف إلى قياس أثر اختلاف توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر على العبء المعرفي وتنمية الفضول أو الاستطلاع العلمي في مادة العلوم.

وبذلك يمكن تحديد مشكلة البحث في وجود حاجة إلى تحديد طريقة التعلم بالاكتشاف الأنسب (الموجه في مقابل الحر) التي يمكن توظيف الواقع المعزز فيها، لتخفيض العبء المعرفي وتنمية الاستطلاع أو الفضول العلمي لدى طلاب الصف السادس الابتدائي في مادة العلوم.

أسئلة البحث:

للتصدي لمشكلة البحث، فإنه يحاول الإجابة على السؤال الرئيس الآتي:

ما أثر اختلاف توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر على العبء المعرفي وتنمية الفضول العلمي في العلوم لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي؟

ويتفرع من السؤال الرئيس عددًا من الأسئلة الفرعية كالآتي:

1- ما طرق التعلم بالاكتشاف التي يمكن توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز بها؟
2- كيف يمكن تقدير مستوى العبء المعرفي لدى طلاب الصف السادس الابتدائي؟
3- كيف يمكن تقدير مستوى الفضول العلمي لدى طلاب الصف السادس الابتدائي؟
4- ما النموذج المقترح لتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف؟
5- ما أثر توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر على العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي في العلوم؟
6- ما أثر توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر على الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي في العلوم؟

فروض البحث:

سعى البحث نحو التحقق من صحة الفروض الآتية:

1- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطات درجات تلاميذ كلًا من المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه والمجموعة التجريبية الثانية التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر على مقياس العبء المعرفي.
2- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الفضول العلمي.

3- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الثانية التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الفضول العلمي.
4- لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ كلًا من المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه والمجموعة التجريبية الثانية التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر في التطبيق البعدي لمقياس الفضول العلمي.

أهمية البحث:

تتضح أهمية البحث الحالي من خلال ما يلي:

1- تفعيل توجهات وتوصيات الأدبيات والمؤتمرات في مجال تكنولوجيا التعليم، التي تتعلق بضرورة توظيف الواقع المعزز في التعليم والاستفادة من إمكانياته ومميزاته لتحقيق نواتج التعلم المرغوبة.
2- تزويد مطوري أنظمة الواقع المعزز بطريقة التعلم بالاكتشاف الأنسب التي يمكن توظيف الواقع المعزز بها لخفض العبء المعرفي وتنمية الاستطلاع أو الفضول العلمي للمتعلمين.
3- توجيه نظر المعلمين وأعضاء هيئة التدريس إلى التطبيقات الخاصة بالواقع المعزز وآلية عمله التي يمكن توظيفها في مختلف المواد الدراسية وخاصة العلوم.
4- يُعدُ هذا البحث من البحوث القليلة أو ربما الوحيد باللغة العربية -فيما توفر للباحث من مراجع-الذي تناول تأثير الواقع المعزز وعلاقته بكلًا من العبء المعرفي والاستطلاع العلمي في مادة العلوم.
5- إمكانية الاستفادة من مقياس العبء المعرفي ومقياس الفضول العلمي الذي طورهما الباحث، نظرًا لقلة هذه المقاييس في مجال تكنولوجيا التعليم وتطبيقهما في دراسات أخرى مستقبلية.

أهداف البحث:

يهدف البحث الحالي إلى:

1- توظيف الواقع المعزز في طريقة التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر، لخفض العبء المعرفي وتنمية الاستطلاع أو الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي في مادة العلوم.
2- تصميم مقياس للعبء المعرفي لدى طلاب الصف السادس الابتدائي.
3- تصميم مقياس للفضول أو الاستطلاع العلمي في مادة العلوم لدى طلاب الصف السادس الابتدائي.
4- الكشف عن أثر اختلاف توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر على العبء المعرفي وتنمية الاستطلاع العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي في مادة العلوم.

حدود البحث:

تتحدد حدود البحث الحالي في الآتي:

- **الحدود المكانية:** مدرسة الحياة المضيئة بالرياض -المملكة العربية السعودية.

- **الحدود الزمنية:** تم تطبيق تجربة البحث خلال الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي 2019/2018.
- **الحدود الموضوعية:** اقتصر البحث الحالي على الدروس المتعلقة بأساسيات الدوائر الكهربائية وخصائصها ومكوناتها، والمجال المغناطيسي وخصائصه ومكوناته والمقررة على تلاميذ الصف السادس الابتدائي المنهج الأمريكي العالمي في مادة العلوم.

منهج البحث:

ينتمي منهج هذا البحث لفئة مناهج البحث الآتية:

- المنهج الوصفي في مرحلة الدراسة والتصميم والتحليل للأدبيات المتعلقة بمتغيرات البحث الحالي.
- المنهج شبه التجريبي الذي يقوم على أساس العلاقة السببية بين متغيرات مستقلة وأخرى تابعة.

مجتمع البحث وعينته:

تكون مجتمع البحث من تلاميذ الصف السادس الابتدائي بمدرسة الحياة المضيئة العالمية في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية للعام الدراسي 2018/ 2019 م، تم اختيار عينة عشوائية مكونة من (38) تلميذًا تم تقسيمهم إلى مجموعتين كالآتي:

1- مجموعة تجريبية أولى قوامها (19) تلميذًا يدرسون بتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه.

2- مجموعة تجريبية ثانية قوامها (19) تلميذًا يدرسون بتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر.

أدوات البحث:

تمثلت أدوات البحث فيما يلي:

- مقياس العبء المعرفي.
- مقياس الفضول العلمي في العلوم.

متغيرات البحث وتصميمها:

تمثلت متغيرات البحث فيما يلي:

أولا: المتغيرات المستقلة: يُعدُ توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف هو المتغير المستقل في هذا البحث وله مستويان كالآتي:

- توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه.
- توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر.

ثانيا المتغيرات التابعة:

- العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي.
- الفضول العلمي في مادة العلوم لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي.

وفي ضوء هذه المتغيرات، يمكن التعبير عن تصميم الدراسة شبه التجريبي كما يلي:

$O_{1\ \&\ 2}$	X_1	G1: $O_{1\ \&\ 2}$
$O_{1\ \&\ 2}$	X_2	G2: $O_{1\ \&\ 2}$

حيث إن: G1: المجموعة التجريبية الأولى G2: المجموعة التجريبية الثانية

O_1: مقياس العبء المعرفي O_2: مقياس الفضول العلمي

X_1: تدريس بعض موضوعات مقرر العلوم بتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه للمجموعة التجريبية الأولى.

X_2: تدريس بعض موضوعات مقرر العلوم بتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر للمجموعة التجريبية الثانية.

مصطلحات البحث:

فيما يلي تعريف لأهم المصطلحات الواردة في البحث الحالي:

1- **الواقع المعزز Augmented Reality:** يعرفه الباحث إجرائيًا بأنه " تكنولوجيا تعتمد على وجود تطبيق يمكن تنصيبه على أنظمة الأجهزة النقالة، يعمل عند توجيه الكاميرا إلى مجموعة من الصور التي تمثل مكونات الدائرة الكهربائية والمجال المغناطيسي، ويدمج معها صورًا افتراضية ثلاثية الأبعاد لفك وتركيب هذه المكونات معًا، لتمثيل المفاهيم المجردة افتراضيًا وفهم آلية عملها ومعناها والعلاقات بينها".

2- **التعلم بالاكتشاف Discovery-Based Leaning:** يعرفه الباحث إجرائيًا بأنه " طريقة للتعلم تعتمد على وضع المتعلم في مواقف لتنفيذ مجموعة من المهام التي تساعده على اكتشاف الحقائق والمفاهيم المتعلقة بالدائرة الكهربائية والمجال المغناطيسي عن طريق استخدام تكنولوجيا الواقع المعزز"، ويوجد طريقتين لتنفيذ طريقة التعلم بالاكتشاف:

- **التعلم بالاكتشاف الموجه:** وفيه يقوم المعلم بتوجيه المتعلمين أثناء قيامهم ببعض المهام في التعلم بالاكتشاف عن طريق الواقع المعزز، لتسهيل عملية الاكتشاف والتعرف على المفاهيم والحقائق والعلاقات المرتبطة بموقف التعلم بالاكتشاف.
- **التعلم بالاكتشاف الحر:** وفيه يطرح المعلم على المتعلمين مجموعة من المهام المطلوب منهم التعامل معها عن طريق الواقع المعزز، واكتشاف الحقائق والمفاهيم المرتبطة واستخلاصها بصورة ذاتية بدون وجود توجيه من المعلم لهم أثناء قيامهم بمهام التعلم بالاكتشاف.

3- **العبء المعرفي Cognitive Load:** يعرفه الباحث إجرائيًا بأنه " الدرجة التي يحصل عليها المتعلم على مقياس العبء المعرفي، وذلك بعد الانتهاء من كل مهمة قائمة على توظيف الواقع المعزز في مهام التعلم بالاكتشاف".

4- **الفضول العلمي Scientific Curiosity:** يعرفه الباحث إجرائيًا بأنه " الدرجة التي يحصل عليها المتعلم على مقياس الفضول العلمي المُعَدُّ لهذا الغرض، والذي تعبر عن مقدار

الفضول العلمي لديه في مادة العلوم ". وقد استعمل الباحث مصطلح الفضول العلمي أو الاستطلاع العلمي بالتناوب بداخل البحث، حيث انه كلاهما يعبر عن نفس المعنى. وإن كان يميل الباحث لمصطلح الفضول العلمي أكثر.

إجراءات البحث:

1- الاطلاع على الدراسات والبحوث السابقة والمرتبطة بمتغيرات البحث الحالي، وذلك لإعداد الإطار النظري ومواد المعالجة التجريبية وتصميم أدوات البحث.
2- اختيار نموذج التصميم الأنسب لتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف.
3- تحديد المحتوى التعليمي من مادة العلوم للصف السادس الابتدائي والمناسب مع متغيرات البحث الحالي، وقد تم اختيار وحدة مكونات الدائرة الكهربائية والمغناطيسية.
4- إعداد وتجهيز الأنشطة ومهام التعلم القائمة على التعلم بالاكتشاف والتدريبات المتعلقة بكل درس على حدة.
5- اختيار تطبيق الواقع المعزز المناسب لتمثيل الحقائق والمفاهيم المتعلقة بالمحتوى الذي تم اختياره، والذي يمكن توظيفه في بيئة للتعلم بالاكتشاف الموجه أو الحر، وقد اختار الباحث تطبيق Circuits 4D Physics.
6- إعداد أدوات البحث المتمثلة في مقياس العبء المعرفي ومقياس الفضول العلمي في مادة العلوم.
7- تحكيم أدوات البحث ووضعها في صورتها النهائية.
8- إجراء التجربة الاستطلاعية على عينة من (10) تلاميذ من تلاميذ الصف السادس الابتدائي من غير عينة البحث وذلك للتأكد من ثبات الأدوات ومعرفة الصعوبات التي قد تواجه الباحث أثناء التطبيق ومحاولة تجنبها فيما بعد.
9- التطبيق القبلي لأدوات البحث ورصد الدرجات.
10- تنفيذ تجربة البحث الأساسية على عينة البحث التجريبية.
11- التطبيق البعدي لأدوات البحث.
12- إجراء التحليل الإحصائي للبيانات، والتوصل للنتائج وتفسيرها ومناقشتها.
13- تقديم التوصيات والبحوث المقترحة في ضوء نتائج البحث.

الإطار النظري والدراسات المرتبطة:

نظرًا لأن البحث الحالي يهدف إلى قياس أثر اختلاف توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف (الموجه/ الحر) على العبء المعرفي وتنمية الفضول/ الاستطلاع العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، لذلك تم معالجة الإطار النظري للبحث في المحاور الآتية:

أولًا: تكنولوجيا الواقع المعزز.

ثانيًا: توظيف الواقع المعزز في مادة العلوم.

ثالثًا: التعلم القائم على الاكتشاف.

رابعًا: توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف وعلاقته بالعلوم.

خامسًا: العبء المعرفي وعلاقته بتوظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف.

سادسًا: الفضول العلمي وعلاقته بتوظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف.

سابعًا: التوجه النظري للبحث والمبادئ النظرية المرتبطة به.

ثامنًا: نموذج تصميم وتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في العلم القائم على الاكتشاف.

أولًا: تكنولوجيا الواقع المعززAugmented Reality Technology .

التطور التاريخي لظهور وانتشار الواقع المعزز:

بدء التطور التاريخي لتكنولوجيا الواقع المعزز في عام 1962، عندما قدم مورتن هيليج مثالًا للأجهزة المغمورة المتعددة الحواس التي جمعت بين الصورة والصوت، والاهتزاز، والرائحة بالجهاز الذي صممه لمحاكاة الدراجة النارية، وأطلق عليه اسم Sensorama (Furht, & Borko, 2011)، ثم في عام 1968 صمم إيفان سذرلاند Ivan Sutherland أول نظام لتقنية الواقع المعزز والواقع الافتراضي أُطلق عليه اسم Sword of Damocles واستخدم فيه شاشة مثبتة بالرأس للنظر من خلالها، وكانت من أقدم الأمثلة التي استخدمت أنظمة التتبع (Kipper, & Rampolla, 2012). وفي عام 1975 صمم مايرون كروجر Myron Krueger ويُعَدُّ أحد الرواد الأصليين في عالم الواقع الافتراضي والفن التفاعلي لتقنية Video place، التي أسست نظام لتقنية الواقع المعزز، أتاح للمستخدمين التفاعل مع الأشياء الافتراضية في الزمن الحقيقي (سارة الهاجري، 2018، ص162).

ثم في عام 1994 توصل أزوما Azuma وفريقه البحثي إلى تقنية تسمح باستخدام الواقع المعزز خارجيًا، من خلال تعقب حركة المستخدم، وكانت الحركة في الاستخدامات السابقة للواقع المعزز تجبر المستخدم على البقاء في مكان واحد فقط، واستخدمت تقنية الواقع المعزز آنذاك لعرض الإعلانات النصية الافتراضية على المباني، وكان لهذا الابتكار أثر بالغ في تقدم هذه التكنولوجيا وتطورها فيما بعد (EL Sayed, 2011, p. 25) . في عام 1996 ابتكر جون ريكيموتو Jun Rekimoto نموذجًا أوليًا لتقنية الواقع المعزز اسماه Navi Cam ، استطاع من خلاله دمج الواقع ببيئات افتراضية، عن طريق علامات يخزنها الحاسب الآلي ويتعرف عليها ويعرض المعلومات المرتبطة بها ويدمجها مع الواقع، وهذا النظام مازال يستخدم إلى حد كبير الآن (Kipper, & Rampolla, 2012).

ثم بدء مصطلح الواقع المعزز في الانتشار وأقيمت له الندوات الدولية والمؤتمرات، لدرجة انه أصبح فرع من فروع الحاسب الآلي في عام 1998 (سارة الهاجري، 2018، ص 163)، وفي عام 2014 أقيم أول مؤتمر عن الواقع المعزز في الولايات المتحدة الأمريكية Augmented Reality World Expo الذي نظمته Augmented Reality ORG وهي منظمة غير ربحية والتي أنشأها Ori Inbar، والتي هدفت إلى نشر ثقافة الوعي بهذا المفهوم ومحاولة إيصاله لمليار شخص حول العالم بحلول عام 2020 (بندر الحويفي، 2016).

مفهوم الواقع المعزز:

يعرف دونليفي وديدي (Dunleavy, & Dede, 2014, p. 28) الواقع المعزز بأنه" تكنولوجيا وليدة تعمل على فكرة توظيف إمكانيات الأجهزة المحمولة في إتاحة معلومات رقمية ودمجها مع الواقع، بحيث يستطيع المتعلم رؤيتها والتفاعل معها بسهولة". كما يمكن تعريفها على أنها تقنية تمكن الكائنات الافتراضية التي تنتجها أجهزة الكمبيوتر من أن توضع على كائنات مادية في الوقت الحقيقي (Zhou, Duh, & Billinghurst, 2008).

ويعرفه خالد نوفل (2010، ص 60) بأنه " نظام يتمثل في دمج بيئات الواقع الافتراضي والبيئات الواقعية من خلال تقنيات وأساليب خاصة؛ ومن أمثلة ذلك: يمكن أن تضاء ممرات الهبوط أمام الطائرات في المطارات الحقيقية، أو يرى الجراح معلومات افتراضية أثناء إجراء الجراحة

فعليًا توضح له الأماكن التي يجب استئصالها بالفعل".

ويعرف الباحث الواقع المعزز بأنه تكنولوجيا متطورة تعمل من خلال تطبيق على أنظمة الأجهزة اللوحية والمحمولة والكمبيوتر، تسمح بإتاحة أو دمج كائنات افتراضية مع البيئة الحقيقية في ذات الوقت، بعد مسحها والتعرف عليها من خلال كاميرا متصلة بهذه الأجهزة.

خصائص الواقع المعزز:

تتصف تكنولوجيا الواقع المعزز بالعديد من الخصائص التي أشارت إليها بعض الدراسات والبحوث كالآتي (Azuma, 1997 ; Dunleavy, & Dede 2014 ; Yuen, et al., 2011; زينب السلامي، 2016):

1- إضافة عناصر افتراضية لا تنتمي إلى الواقع ودمجها معه لكي تظهر وكأنها بيئة واحدة.
2- عرض العناصر المدمجة مع الواقع الحقيقي على هيئة صور أو لقطات ثلاثية الأبعاد.
3- سهولة الاستخدام وقلة تكاليف إنتاجها، خاصة مع توافر عدد من البرامج الجاهزة الآن التي لا تحتاج إلى احترافية في التشغيل والاستخدام وفي مقابل مادي زهيد.
4- تعزز خاصية التفاعل في ذات الوقت، عن طريق دمج الخيال بالواقع، والتي تسمح للمتعلمين بالمرور بتجارب وخبرات وأنشطة جديدة، مع إمكانية تسجيل الأنشطة والملاحظات للرجوع إليها أو مشاركتها مع آخرين في ذات الوقت.
5- إمكانية الوصول والإتاحة في أي وقت وفي أي مكان، خاصة أن هناك بعض التطبيقات الحديثة التي لا تتطلب اتصال الجهاز المحمول بالإنترنت، كالتطبيق المستخدم في الدراسة الحالية (4D Circuits Physics).
6- القابلية للتكيف والمرونة في توظيف الواقع المعزز في أكثر من موقف تعليمي، وبأكثر من طريقة على حسب قدرات واحتياجات المتعلمين.

يمكن القول، إن تطبيقات الواقع المعزز تتصف بثلاث خصائص يمكن أن تميزها عن غيرها من التطبيقات، تتمثل في: مزج الواقع الحقيقي بالعوالم الافتراضية، والتفاعل معها في نفس الوقت، وتقديمها لعناصر ثنائية وثلاثية الأبعاد(Azuma, 1997) . بالإضافة إلى أنها تمكننا من تقديم تجربة تعليمية فريدة وممتعة تدعم التفاعل في العالم الحقيقي مع العناصر الافتراضية، وتشغيل الكائنات عبر واجهة افتراضية، وكذلك الانتقال السلس والسهل بين الواقع والعالم الافتراضي (Park, Jung, & You, 2015).

أسس بناء تطبيقات الواقع المعزز تربويًا:

تتفق مجموعة من الدراسات والبحوث على مجموعة من الأسس التي يُعتمدَ عليها عند عملية تصميم الواقع المعزز (أمل عمر سليمان، 2017; Myers, 2012; ;Lee, 2012 ;Wang, 2012) والتي يجب مراعاتها ووضعها في الاعتبار عند تبني هذه التكنولوجيا، كالآتي:

- تَمَكُن المعلم من المهارات الأساسية اللازمة لاستخدام الواقع المعزز بكفاءة.
- تَوفُر الأجهزة اللازمة لتشغيل الواقع المعزز مثل الجوال والأجهزة اللوحية.
- التوافق بين المحتوى التعليمي والواقع المعزز المدمج معه أو المتربط به.
- الاستعانة بنظريات ومبادئ التعلم في تصميم وبناء الواقع المعزز وتطبيقه بعناية للحصول على نتائج مُرضِية.
- قيام المتعلمين بالتحكم في تعلمهم بما يتفق وقدراتهم على التفاعل مع الأنشطة المختلفة

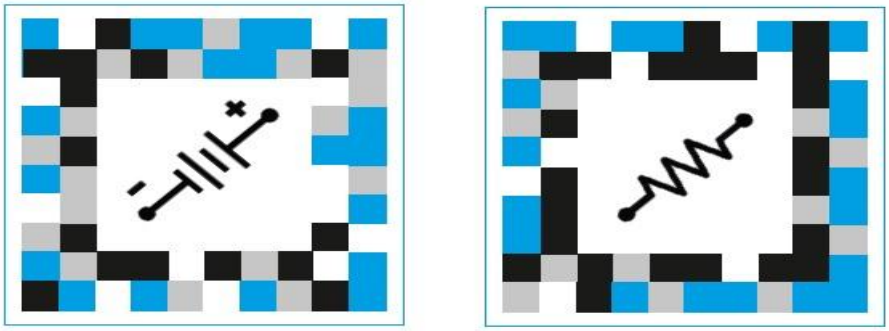
التي يقدمها الواقع المعزز أثناء التعلم.
- الربط بين الحقائق النظرية والجانب العملي المرتبط بها، وهنا يأتي دور الواقع المعزز في سد الفجوة بينهما وتدعيم وتعزيز التكامل بينهما.
- توفير أساليب تعلم تحقق نتائج ملموسة لدى المتعلم من خلال طبيعة الواقع المعزز مثل: الإدراك البدني، الإدراك المتجسد، الإدراك المكاني، التعلم الموقفي، العمل العقلي.
- تبني استراتيجيات في التعلم تجعل المتعلمين يشعرون بالمتعة والانغماس في التعلم كاستراتيجية التلعيب، والتعلم القائم على الاكتشاف.

كيفية عمل تطبيقات الواقع المعزز:

تعمل تكنولوجيا الواقع المعزز على دمج الواقع الحقيقي مع الواقع الافتراضي أو ربط الواقع الحقيقي سواء مواد مطبوعة أو أماكن أو أشياء بمعززات أو طبقات خارجية من المعلومات، والتي قد تشمل لقطات فيديو، صوت، روابط للإنترنت، رسوم متحركة، رسومات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد وغيرها (Kugelmann, et al., 2018). الجدير بالذكر أن هذه الطبقات أو الكائنات المدمجة مع الواقع الحقيقي قد تكون بجوار المحتوى الأساسي أو على المحتوى نفسه؛ مثلًا في كتاب بعرض لقطة فيديو عند توجيه الكاميرا الى نص أو صورة معينة في الكتاب، أو قد تكون مستقلة وتعتمد على وسيط خارجي عند توجيه الكاميرا إليه يعرض وسيط معزز للواقع الحقيقي كأن يكون لقطة فيديو أو رابط إنترنت أو صورة ثلاثية الأبعاد كما هو الحال في البحث الحالي ويعتمد الوسيط الذي نعرض عليه المادة المعززة والتي تعرض عن طريق الجوال أو التابلت أو الآباد على مفهوم الطباعة التفاعلية Interactive Print.

وتتبع تطبيقات الواقع المعزز أسلوبين من خلالهما يتم عرض طبقات المعلومات، الأول: هو التطبيقات التي تعتمد على العلامات Marker based والتي تقوم على فكرة ربط كود معين QR Code بطبقة من المعلومات أو من خلال تصوير الطبقات الحقيقة وتحليلها ثم تشفيرها في الذاكرة، ليتم بعد ذلك معالجتها من خلال الكاميرا وإظهار الطبقات الافتراضية المرتبطة بها ، الثاني: هو التطبيقات التي لا تعتمد على علامات Marker Less Based وهي تتعلق بالتحليل لمكونات الصورة من خلال كاميرا الجهاز المحمول والكشف عن طبقات المعلومات التي تم ربطها بهذه الصورة ومن ثم عرضها، أو من خلال التعرف على الموقع والاعتماد على تقنية تحديد المواقع GPS وعرض معلومات تتعلق بهذا المكان (Lee, 2012).

الجدير بالذكر أن التطبيق المستخدم في البحث الحالي يجمع ما بين كود الاستجابة السريعة QR Code وبين تمثيل لصورة أحد مكونات الدائرة الكهربائية كالمقاومة، أو البطارية مثلًا (أنظر شكل (1). فكود الاستجابة السريعة عبارة عن كود ثنائي الأبعاد يمكن قراءته عن طريق قارئ الاستجابة السريعة، أو عن طريق كاميرا الجهاز المحمول، ويكون باللون الأبيض والأسود أو ملون، وتحتوي المنطقة الوسطى على مخططات أو تمثيلات لمكونات الدائرة الكهربائية، بحيث يسهل تُميز البيانات التي تحملها، والتي تُكْوِنْ طبقة المعلومات التي يتم عرضها بتطبيق الواقع المعزز عند توجيه الكاميرا عليها (Ramsden,, 2008).



شكل (1) كود الاستجابة السريع للمقاومة والبطارية

ويُعد إنتاج أكواد الاستجابة السريعة بسيط وسهل وتوجد برامج جاهزة لتكوين هذه الأكواد التي يمكن دمجها وتوظيفها داخل بيئة التعلم وقراءتها بسهولة عن طريق تطبيقات الواقع المعزز، لذلك أوصى شين وزملاؤه (Chen, Hung, & Fang, 2015) بضرورة تضمين مواد التعلم التقليدية بهذه الأكواد مع مراعاة التصميم الجيد، وتطبيق استراتيجيات وأساليب تعلم تضمن مشاركة المتعلمين في بناء تعلمهم والاستفادة من تكنولوجيا الواقع المعزز على الوجه الأمثل.

وقد استخدم عدد من الباحثين كود الاستجابة السريع في عدد من الأبحاث لتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في تحسين نواتج متعددة للتعلم، كتدعيم الدراسة النظرية عند دراسة الهندسة الكهربائية لدى طلاب كلية الهندسة (Martín-Gutiérrezet et al., 2015)، أو تقديم الدعم الفوري والمساندة للطلاب ودخولهم على مستودعات عناصر التعلم الموجودة على الإنترنت أثناء الوقت الفعلي للتعلم (Hwang, et al., 2010).

يتضح لدينا أن هناك نوعان من الواقع المعزز، وهما الواقع المعزز المستندة إلى الصور والواقع المعزز القائم على الموقع. وفي كلا النوعين نحن بحاجة إلى بعض العلامات لتحديد ظهور الكائنات ثلاثية الأبعاد على الصور في العالم الحقيقي .(Ibanez, et al., 2016). لذلك يتم مطابقة علامة الواقع المعزز مع الكائنات ثلاثية الأبعاد أو الرسوم متحركة، ويتم فهم هذه العلامة بواسطة كاميرا لتمكين النموذج أو الرسوم المتحركة من الظهور على الشاشة.

ولكي يتثنى لنا فهم كيف تتم عملية دمج الواقع المعزز مع العالم الحقيقي، يشرح جلوسكنر وآخرون (Glockner, et al., 2014) هذه العملية التي تمر بعدة مراحل كالآتي:

أ. **تقسيم الصورة:** عن طريق فصل الوجهة الأمامية للكائنات عن الخلفية الخاصة بها، لأن درجة الفصل كلما كانت دقيقة كلما اتسمت عملية استخراج الكائنات في الصورة بنجاح.

ب. **الاستخراج:** وفيها يتم تحليل الخطوط والأركان والمنحنيات التي تميز الصورة والتي في مجملها تشكل الصورة. وتتكون هذه المرحلة من عدة خطوات تبدأ من استكشاف الأركان ثم الحواف وأخيرًا مربع العلامة.

ج. **استكشاف العلامة:** عن طريق تحديد موقع كل بيكسل على الصورة، وتصميم علامة خاصة بهذه الصورة تجعل من السهل اكتشافها والتعرف عليها فيما بعد وتميزها عن غيرها من العلامات وتكون مرتبطة بهذه الصورة فقط دون غيرها.

د. **توجيه الكاميرا:** يتم تحديد موقع العلامة في نطاق معين وتوجيه الكاميرا إليه، ليتم تجسيد الكائنات الرقمية المرتبطة بالصورة.

ه. **الدمج:** في هذه المرحلة يتم عرض طبقة المعلومات أو الكائنات المرتبطة ودمجها على

الصورة في هيئة صورة ثلاثية الأبعاد أو لقطة فيديو أو نصوص وغيرها.

تطبيقات الواقع المعزز:

توجد العديد من التطبيقات الخاصة التي يمكن من خلالها إنتاج طبقات المعلومات بالواقع المعزز ودمجها مع الواقع الحقيقي، والتي يمكن التعامل معها من خلال الحاسب الآلي أو عبر الأجهزة اللوحية تحت أي نظام تشغيل سواء نظام IOS أو نظام Android. ويوضح ديجمان وفريقه البحثي (Diegmann, et al., 2015) بعض هذه التطبيقات كالآتي:

- **تطبيق Layer:** تقوم فكرة هذا التطبيق على أساس المسح الضوئي للمواد المطبوعة مثل الكتب والمجلات والخرائط وغيرها، ثم تدعيمها بطبقات خاصة بالمعلومات ترتبط كل طبقة معلومات بصورة أو نص أو كود معين عند توجيه الكاميرا إليه لتظهر طبقة المعلومات الخاصة به على الفور.
- **تطبيق أورازما ستديو Aurasma Studio:** ويُعد هذا التطبيق من أشهر تطبيقات انتتاج الواقع المعزز وقد تغير اسمه حاليًا ليصبح تحت اسم HP Reveal، ويتميز بسهولة في الاستخدام ودعمه لمعظم نظم التشغيل المعروفة، كما يعطي فرصة للمتعلمين بمشاركة خبراتهم وتجاربهم على العامة أو في فئات خاصة بحيث يستطيع أكثر من فرد التعرف على طبقات المعلومات المرتبطة بمحتوى معين أو صورة معينة وتوجيه الكاميرا إليها فقط بكل سهولة لعرض المعلومات الافتراضية المرتبطة بها سواء أكانت نص أو فيديو أو رسوم ثلاثية الأبعاد وغيرها.
- **تطبيق Field Trip:** يعمل هذا التطبيق على اكتشاف البيئة المحيطة بالمتعلم وذلك بطريقة سهلة وممتعة، بمجرد توجيه كاميرا الجهاز المحمول إلى مكان معين يكون هذا المكان مخزن في قاعدة بيانات ضخمة ومرتبط به مجموعة من المعلومات التي تعرض مباشرة بمجرد التعرف عليه وتحليله بالكاميرا، وهو يعتمد بدرجة كبيرة على تقنية تحديد الموقع الجغرافي عن طريق تقنية GPS.

كما أنه توجد مجموعة من التطبيقات الجاهزة التي لا حصر لها التي تعمل مباشرة بمجرد تنزيلها على الجهاز المحمول والتي أنتجتها بعض الشركات المتخصصة، والتي في الغالب تعتمد على مجموعة من البطاقات أو الصور المجهزة والمضمنة داخل البرنامج وتكون في شكل ملف PDF يستطيع المتعلم تنزيلها وطباعتها والتعامل معها بتوجيه كاميرا الجهاز المحمول إليها لعرض طبقات المعلومات المرتبطة بها، ومن ضمن هذه التطبيقات، تطبيق AR Circuits 4D physics الذي اعتمد عليه البحث الحالي في التعرف على مكونات الدوائر الكهربائية وتركيبها في صورة ثلاثية الأبعاد عن طريق مجموعة من البطاقات التي يمكن طباعتها وقصها إلى أجزاء صغيرة بحسب تعليمات التطبيق والتي تعبر عن مجموعة من المكونات مثل المقاومة، الأسلاك، البطاريات، مفاتيح الإغلاق والفتح وغيرها.

ومن الأمثلة على هذه التطبيقات أيضًا تطبيق Humanoid 4D وتطبيق Anatomy 4D التي تعرض تشريح لجسم الإنسان بالتفصيل بكل مكوناته وذلك عن طريق توجيه الكاميرا لجزء معين في جسم الإنسان فان التطبيق يعرض معلومات عن هذا الجزء بحيث يمكن للمتعلم تدويره مثلا والتعرف عليه وعلى وظائفه ومكوناته بالتفصيل وغيرها من المعلومات المتعلقة به. وتطبيق Elements 4D الذي يُمكن المتعلم من التعرف على العناصر الكيميائية وخلق تفاعلات افتراضية من خلال التطبيق.

كما توجد مجموعة متخصصة من البرامج التي يمكن من خلالها إنتاج الواقع المعزز بجودة فائقة، ولكنها تحتاج إلى خبراء ومحترفين للتعامل معها، من بين هذه البرامج Maya, 3D Max, Revit, Sketch Up, Blender، كما تعد أدوات تطوير البرمجيات Software (SKD) Development Kit هو الأساس الذي تبنى عليه تطبيقات الواقع المعزز ودمجها مع الواقع الحقيقي(Williams, 2016) .

توظيف تطبيقات الواقع المعزز في التعليم:

هناك مبررات وأسباب تدفعنا إلى أهمية توظيف الواقع المعزز في التعليم. فيبرر يوين وآخرون (Yuen, et al., 2011, p.120) أهمية استخدام تكنولوجيا الواقع المعزز، نظرًا لما تستطيع أن تقدمه كأداة لتحفيز المتعلمين لاكتشاف المعلومات بأنفسهم، كما أنها توفر بيئة مناسبة لتقديم العديد من أساليب التعلم ولأعمار سنية مختلفة، كما تساعد في تدعيم المواد الدراسية بتجارب وخبرات لا يمكن تمثيلها في الحقيقة مما يدعم خيال المتعلم ويعزز قدرته على التخيل والإبداع.

كما يؤكد رادو (Radu, 2012, p. 19) على فعالية استخدام تكنولوجيا الواقع المعزز وأهميته للمتعلمين في الآتي:

- زيادة استيعاب الطلاب للمفاهيم الواردة في المحتوى مقارنة باستخدام وسائل أخرى كالحاسب الآلي أو الكتب أو الفيديو.
- الاحتفاظ بالمعلومات وبقاء أثر التعلم، نظرًا لأنها تقدم تجربة فريدة تساعد المتعلمين على الاحتفاظ بالمعلومات لفترات أكبر عن تقديمها بوسائل أخرى مشابهة.
- تُشعر المتعلمين بالرغبة في التعلم وتعكس لديهم الرضا والسعادة أثناء التعلم.
- تشجع على العمل التعاوني بين الأفراد وتزيد من نسبة تشاركهم المعرفة مع بعضهم البعض أو مع المعلم.

وقد أشارت أنطونيولي وآخرون (Antonioli, et al., 2014) إلى خمسة ممارسات يمكن من خلالها توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعليم، وتحقيق أكبر استفادة منه، كالآتي:

1- تمكين حدوث التفاعل مع المحتوى الدراسي داخل حجرات الصف ودمج الواقع الافتراضي مع الواقع الحقيقي.

2- تدعيم عمليتي التعليم والتعلم في الفصول المخصصة لتدريس برامج التربية الخاصة.

3- تشجيع الطلاب على التعلم خارج الصفوف الدراسية، نظرًا لسهولة استخدام تطبيقات الواقع المعزز عبر الأجهزة المحمولة في أي وقت وفي أي مكان.

4- تدعيم الجانب النظري بتطبيقات عملية يقدمها الواقع المعزز من خلال تطبيقات متطورة ومبرمجة لهذا الغرض.

5- تقديم التجارب العملية التي يصعب القيام بها في الواقع، وخاصة في التخصصات العلمية مما يدعم تعلمها ويثري عملية التعلم ويدعمها في تحقيق الأهداف المرجوة.

وإذا تطرقنا إلى التوجهات التربوية والتعليمية التي يمكن توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز بها، يشير يوين ورفاقه (Yuen, et al., 2011) إلى خمسة توجهات يمكن من خلالها توظيف تطبيقات الواقع المعزز فيها، كالآتي:

1- التعلم القائم على الاكتشاف Discovery Based Leaning: عن طريق استخدام تطبيقات تساعد المتعلمين في توفير بيئة للتعلم بالاكتشاف يدعمها الواقع المعزز سواء كانت التعلم

بالاكتشاف موجهًا أو حرًا، كما هو الحال في البحث الحالي.

2- نمذجة الأشياء Objects Modeling: عن طريق إنشاء نماذج مجسمة ثلاثية الأبعاد، يستطيع المتعلم التفاعل معها حتى وإعادة ترتيبها أو فحصها.

3- كتب الواقع المعزز AR Books: هذا الاتجاه يشمل تدعيم الكتب الدراسية أو التعليمية بأكواد خاصة مدمجة مع المحتوى الأصلي، يستطيع المتعلم بتوجيه كاميرا الجهاز المحمول إليه عرض طبقات من المعلومات مدمجة مع المحتوى، أو تحويل بعض الصور إلى صورًا ثلاثية الأبعاد أو عرض لقطات فيديو متعلقة بالمحتوى المعروض.

4- التدريب على صقل المهارات المطلوبة Skill Training: عن طريق توظيف تطبيقات الواقع المعزز في تنمية مهارات المتعلمين، كتدريبهم مثلًا على كيفية تجميع مكونات جهاز الحاسب الآلي افتراضيًا، أو تنفيذ بعض المهام المتعلقة بالتشريح البشري مثلًا.

5- ألعاب الواقع المعزز AR gaming: عن طريق دمج الواقع الحقيقي بواقع افتراضي وانغماس المتعلم فيه والتفاعل معه في لعبة تهدف إلى تحقيق غرض تعليمي معين في النهاية، مما يحقق للمتعلمين درجة عالية من التحفيز والرضا والسعادة عند تحقيق متطلب ما عن طريق اللعب والتعلم في ذات الوقت.

ثانيًا: توظيف الواقع المعزز في مادة العلوم.

يُمْكِن أن تُقدم تكنولوجيا الواقع المعزز مجالًا خصبًا لتدعيم التحديات التي قد تواجه المعلمون في تدريس بعض المواد العملية، مثل مادة العلوم وما قد تحتويه من تجارب يصعب القيام بها، أو قد تحمل بعض المخاطر عند تنفيذها، أو حتى حل بعض مشكلات توفر الأجهزة والمعامل غالية الثمن في بعض المدارس. فيؤكد كاي وآخرون (Cai, et al., 2014, p.31) أن الواقع المعزز يكون أكثر واقعية وقابلية للتطبيق في حالتين: الأولى عندما لا يمكن محاكاة ظاهرة ما في الطبيعة، مثل النظام الشمسي للكرة الأرضية (Cai, et al., 2012)، الثانية عندما يكون للتجارب الحقيقية مخاطر واضحة، مثل تجربة التصوير المحدب convex imaging، حيث انه من الخطر جدًا الحفاظ على شمعة مضاءة في الفصل الدراسي (Cai, Chiang, & Wang, 2013)، واستنادًا إلى ذلك قام سو كاي وآخرون (Su Cai, et al., 2017) بتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في تدريس المجال المغناطيسي في مادة الفيزياء لدى طلاب المرحلة الثانوية، أظهر الطلاب تفوقًا كبيرا في اكتساب المفاهيم المتعلقة بالمجال المغناطيسي مقارنة بأقرانهم ممن لم يستخدموا تكنولوجيا الواقع المعزز. وعلى نفس النهج استخدم كاي ورفاقه (Cai, et al., 2013) شمعة افتراضية عن طريق الواقع المعزز لتمثيل تجربة التصوير المحدب تفاديا لمخاطر استخدام شمعة حقيقية لتجنب مخاطر الحريق التي قد تحدث في الفصل.

كما هدفت دراسة هانيو و آخرون (Hannu, et al., 2017) إلى تحليل الجوانب المعرفية والتحفيزية المرتبطة بالواقع المعزز في إطار غير رسمي، حيث شارك 146 طالبًا في معرض للعلوم يستخدمون تجارب مختلفة لظواهر يصعب رؤيتها وتم تمثيلها بتكنولوجيا الواقع المعزز، أظهرت النتائج التي تم جمعها بواسطة الاختبار والاستبيانات الذاتية، أن تجربة الواقع المعزز كانت مفيدة وهادفة وبشكل خاص للفئات الأدنى في التحصيل الأكاديمي، كما كان الحافز والدافع للتعلم من خلال الواقع المعزز أعلى عند الذكور من الإناث. أوضح الباحثون أيضًا أن تكنولوجيا الواقع المعزز تُقدم طريقة واعدة لتمثيل الظواهر الخفية التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة وجعلها ملموسة.

ويُعدُ الواقع المعزز في التعليم بمثابة أداة لدمج العناصر الافتراضية مع البيئة الواقعية لربط ما يلاحظه المتعلمون في الواقع وتعزيزه بمعارف جديدة أو حتى ربطه بمعارفهم السابقة (Bower, Lee, & Dalgarno, 2017). لذا مكنت تكنولوجيا الواقع المعزز الطلاب من التفاعل والمشاركة وزيادة الخبرة في تعلم العلوم (Lai, et al., 2019). كما نوه يون وآخرون (Yoon, et al., 2017) أن تقنية الواقع المعزز ساعدت في زيادة معدل نشاط ومشاركة الطلاب وإكسابهم خبرات في مجال تعلم العلوم. وقد أكدت دراسات عديدة على فعالية توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في تدريس العلوم كدراسة بيريز وكونتيرو (Perez-Lopez, & Contero, 2013)، ودراسة شين (Chen, 2013)، ودراسة دانسر وآخرون (Dunser, et al., 2012).

وتوضح أمل حمادة إبراهيم (2017) أن تعليم العلوم هو عملية أدائية عقلية، فيجب عند تعليمها مخاطبة وتفعيل الحواس المختلفة لضمان إحداث التعلم الفعال، ويمكن تحقيق هذا الغرض من خلال حُسن استخدام الوسائط المتعددة التي تستند إلى الواقع المعزز، لأن ذلك النوع من التعليم لا يركز على الحفظ والتلقين حيث يعطي للطالب الفرصة لتوجيه تعلمه الذاتي والبحث عن طبقات المعلومات المدمجة مع الواقع الحقيقي الموجود أمامه، مما يزيد من رغبته في التعلم وينمي مهارات التفكير العليا لديه ويساعده على التفكير الإبداعي. وقد بحث أكيار ورفاقه أيضًا (Akcayir, Akcayir, Pektas & Ocak, 2016) في تأثير استخدام تكنولوجيا الواقع المعزز على تعلم العلوم للطلاب ووجدوا أنها يمكن أن تُحسن من مهارات الطلاب المعملية وكذلك مشاركتهم الإيجابية في التعلم.

وقد قام كلًا من شانج ويو (Chang, & Yu, 2018) باكتشاف أثر تكنولوجيا الواقع المعزز في تدعيم طلاب الكلية الجدد في التعرف على مختبر الأحياء. تم استخدام التطبيق ذاتيًا من جانب الطلاب الذين أظهروا تحسن كبير في التعرف على مكونات معمل الأحياء وكانوا إيجابيون وأكثر تعاونًا في التعامل ذاتيًا مع برنامج الواقع المعزز المصمم خصيصًا لهذا الغرض، كما كونوا اتجاه إيجابي نحو التعلم من خلال الواقع المعزز. واستخدم مارتين وآخرون (Martín-Gutiérrez, et al., 2015) تكنولوجيا الواقع المعزز في تصميم محاكي ثلاثي الأبعاد للمعدات الكهربائية لشرح آلية عملها من خلال ربط النظرية بالتطبيق والممارسة لمساعدة المتعلمين في التعلم المستقل وحقق توظيف الواقع المعزز فائدة كبيرة في التعلم وفهم آلية عمل هذه المعدات الكهربائية.

كما هدفت دراسة تهاني بنت فهد الفهد (2018) إلى التعرف على فاعلية توظيف استخدام تقنية الواقع المعزز في تنمية الاستيعاب المفاهيمي لدى طالبات الصف الثاني الثانوي في مادة الفيزياء. تكونت عينة الدراسة من 45 طالبة، وقد أوضحت النتائج فعالية الواقع المعزز في اكتساب الطالبات للمفاهيم العلمية في مادة الفيزياء مقارنة بالمجموعة التي درست بالطريقة التقليدية. كما قام تورجروسا وفريقه البحثي (Torregrosa, et al., 2015) بدراسة هدفت إلى قياس فعالية توظيف الواقع المعزز كأداة مساعدة في تشريح الطرف السفلي لجسم الإنسان، أوضحت النتائج أن استخدام الواقع المعزز مناسب للأغراض التشريحية، ويدعم الطالب ويحفزهم للعمل باستقلالية.

ثالثًا: التعلم القائم على الاكتشاف Discovery-Based Learning.

ماهية ومفهوم التعلم القائم على الاكتشاف:

قدم أوزبل مفهوم التعلم القائم على الاكتشاف في نظريته للتعلم القائم على المعنى، حيث اعتمد على فرضية أن العامل الأكثر تأثيرًا في التعليم هو مقدار ووضوح وتنظيم المعرفة الراهنة عند المتعلم (آمال صادق وفؤاد أبو حطب، 1996، ص 398)؛ إلا أن برونر يعتبر من أول المهتمين بالتعلم القائم على الاكتشاف؛ حيث يرى أن هذا الأسلوب من التعلم يحدث عندما تقدم المعلومات للمتعلمين في شكل ناقص غير مكتمل ويقوم المعلم بتشجيعهم وتوجيههم لتنظيمها أو إكماله، وهي عملية تتضمن اكتشاف العلاقات القائمة بين هذه المعلومات من خلال الدور الرئيس الذي يلعبه المتعلم في تحديد وتشكيل هذه المعلومات والمعارف التي تعرض عليه، وليس كل ما يراد تعلمه يأخذ شكله النهائي في بداية موقف التعلم، فالمتعلم يحصل بنفسه على المعلومات بشكل مستقل عما يعرض عليه(أبو المجد إبراهيم الشوربجي، 2008، ص ص 512، 513). ويرى برونر أن للتعلم بالاكتشاف أهمية كبيرة في اكتساب معلومات جديدة بطريقة تؤدي إلى توسيع المدى الإدراكي للفرد، ونقل ومعالجة المعلومات الجديدة لإمكانية الاستفادة منها وتطبيقها في مواقف مشابهة، واكتساب المعلومات الجديدة وإعادة تنظيمها وتقييمها بصورة تساعد على بقاءها في الذاكرة لفترات طويلة. (في الحسين السيد، 2012)

ويُعَدُ التعلم القائم على الاكتشاف في الأساس طريقة تربوية تقوم على أساس التحقيق والكشف والاعتماد على الأسئلة لحل المشكلات (Kuhn, et al., 2000). وتختلف طريقة التعلم بالاكتشاف عن الطريقة التقليدية في التدريس، والتي يكون فيها المتعلم مجرد متلق للمعلومات، ونسبة مشاركته في عملية التعلم محدودة. لكن الأمر مختلف في طريقة التعلم بالاكتشاف، فإن عملية التعلم تقع على عاتق المتعلم في المقام الأول، لذلك فهو يبذل مجهود أكبر لتحقيق الهدف من عملية التعلم (الحسين السيد، 2012).

وتضيف دلال قدورة (2009) أن لاستراتيجية التعلم القائم على الاكتشاف أهمية كبيرة، من حيث أنها تجعل المتعلم نشطًا فعالًا، كما تساعده في تتبع الدلائل وتسجيل النتائج وبالتالي القدرة على التعامل مع المشكلات الجديدة. كما توضح ليم (Lim, 2004) أنه أثناء تنفيذ الطلاب لمهام التعلم في بيئة التعلم بالاكتشاف، يتاح لهم القدرة على الاستفسار والتقصي، مما يساعد في تطوير ثقتهم للمشاركة في الأنشطة ، وتنمية قدرات العمل الجماعي ، والشعور بمسؤولية أكبر في تحكمهم الذاتي في مقدار التقدم في التعلم. كما يوفر التعلم القائم على الاكتشاف للطلاب القدرة على تقديم مستوى أعمق من التفكير ليس فقط عند مواجهة المواقف التعليمية ولكن أيضًا لمعرفة كيفية تنفيذ عملية التعلم (Price, 2001). كما يتميز التعلم القائم على الاكتشاف في أنه يطيل فترة بقاء أثر التعلم، وينمي مهارة حل المشكلات والإبداع لدى الطلاب، كما يزيد من رغبتهم ويدفعهم للتعلم (Lord, & Orkwiszewski, 2006).

ولكي نستطيع تحديد تعريف واضح لمصطلح التعلم القائم على الاكتشاف، يذكر سواريز وآخرون (Suárez, et al., 2018, p.38) أن مصطلح التعلم القائم على الاكتشاف تم تناوله في العديد من أدبيات البحث بطرق مختلفة، لكن في الأساس كلها تشير إلى البحث والاستقصاء المستمر عن موضوع ما يهتم به الطلاب، حيث يشارك الطلاب في التفاعلات الاجتماعية فيما بينهم للبحث والفهم لهذا الموضوع وما يتعلق به من غموض. فيعرف جون وجولينجن (Jong, &

Joolingen, 1998) التعلم القائم على الاكتشاف بأنه استراتيجية تعليمية تعتمد على اكتشاف المعرفة، التي من شأنها تعزز المشاركة ومسؤولية المتعلمين نحو التعلم. وأشار إليه بيديست ورفاقه (Pedaste, et al., 2015) على أنه نهج يحل فيه المتعلمون المشكلات باستخدام مهارات الاستفسار لديهم. ويتناول شيانج ورفاقه (Chiang, Yang, & Hwang, 2014, p.353) التعلم بالاكتشاف على انه نشاط يسير وفق خطوات مسلسلة، فيعرفه على أنه " نشاط تعليمي يتضمن قيام المعلم بتشجيع الطلاب على الافتراض بشكل استباقي، واستكشاف، والتحقق من صحة، وتصنيف، وشرح، ومناقشة المواقف أو المشاكل اليومية التي تواجهها".

مزايا التعلم القائم على الاكتشاف:

يسرد كلًا من هيام سالم (2011)، رياض الحسن (2017) مزايا التعلم بالاكتشاف في النقاط الآتية:

1- ينمي لدى المتعلمين علمًا قابلًا للانتقال والتطبيق في مواقف جديدة.

2- تنمي الخبرات التي يمر بها المتعلم أثناء التعلم بالاكتشاف القدرة على التفكير وحل المشكلات.

3- يجعل المتعلم محور العملية التعليمية.

4- يساعد المتعلمين من خلاله في تنمية مواهبهم وهواياتهم بطريقة كبيرة.

5- يهتم بالأسئلة المفتوحة بدلًا من الأسئلة المحدودة.

6- ينمي مهارة الاستفسار العلمي والتي تشمل الملاحظة، التصنيف، المقارنة، القياس، التعبير، التقدير، التصميم، وتفسير المعلومات واختبار صحتها.

وبالرغم من مزايا التعلم القائم على الاكتشاف إلا هناك عدد من الأسباب تجعل من عملية تطبيق التعلم القائم على الاكتشاف صعبة في مدارسنا، نظرًا للأسباب الآتية (آنية ماهر هزيم، 2011):

- يحتاج هذا الأسلوب من التعليم إلى وقت أطول مما يحتاجه بقية الأساليب الأخرى.
- لا يستطيع التلميذ في بداية تعلمه، اكتشاف كل شيء بدرجة كافية.
- لا يلائم هذا الأسلوب تدريس كل الموضوعات الدراسية، وقد لا يناسب جميع التلاميذ.
- يحتاج هذا الأسلوب إلى نوعية خاصة من المعلمين، ممن تتوافر لديهم شروط القيادة الحكيمة والحزم في إدارة العمل داخل الفصل الدراسي.
- يصعب استخدام هذا الأسلوب في الغرف الصفية ذات الكثافة المرتفعة.
- يتطلب التعلم بالاكتشاف الكثير من الوسائل التعليمية التي توضح وتدعم الموقف التعليمي.

العمليات التي يستخدمها المتعلم أثناء التعلم القائم على الاكتشاف:

يشير السيد مصطفى مدين (2013) إلى خمس أنواع يقوم بها المتعلم أثناء عملية التعلم القائم على الاكتشاف، كالآتي:

أ. **الاكتشاف الاستقرائي:** وفي هذه العملية يقوم المتعلم باكتشاف المفهوم أو التعميم أو القاعدة من خلال ممارسة العديد من الأنشطة والأمثلة التي قد يقودها ويوجهها المعلم لكي تسير عملية التعلم من التعامل مع الحقائق من الخاص للوصول إلى العام.

ب. **الاكتشاف الاستنباطي:** وهو عكس الاكتشاف الاستقرائي حيث يسير فيه التعلم من الحصول على التعميمات أو المفهوم وصولًا إلى الأمثلة النوعية والحالات الخاصة.

ج. **الاكتشاف التحويلي:** وفيه يركز المتعلم على التفكير التباعدي والابتكاري، كما أن هذا النوع له صلة كبيرة بالاكتشاف الحر.

د. **الاكتشاف القائم على المعنى**: وفيه يتم وضع المتعلم في موقف يتطلب منه حل مشكلة ما، حيث يشارك مشاركة فعالة في عملية الاكتشاف ويكون على دراية ووعي كامل بما يقوم به.

ه. **الاكتشاف الغير قائم على المعنى:** وفيه يوجه المعلم المتعلم ليقوم بحل مسألة ما، دون فهم القواعد والمبادئ التي يستند إليها الحل، ويجب على المتعلم فقط تنفيذ توجيهات وتعليمات المعلم بعناية.

طرق التعلم القائم على الاكتشاف:

يرى برونر أن هناك عدة طرق للتعلم القائم على الاكتشاف، وتختلف هذه الطرق من حيث الحرية المعطاة للمتعلمين، فمنها ما يدعو إلى إشراف المعلم على نشاط المتعلم وتوجيهه، ويطلق على هذا النوع الاكتشاف الموجه (رياض الحسن، لينا الصويلح، 2017)، ومنها ما يدعو إلى عدم تدخل المعلم بنشاط المتعلم وأن يقوم المتعلم بالاكتشاف بنفسه، ويطلق على هذا النوع الاكتشاف الحر (اليماني، 2009).

ويشير يحي نبهان (2012) إلى ثلاثة طرق للتعلم القائم على الاكتشاف كالآتي:

1- **الاكتشاف الموجه:** وهو الذي يقوم فيه المتعلمون بعمليات البحث والاستقصاء بخطوات منظمة ومقننة تحت إشراف وتوجيه من المعلم، لمساعدتهم على اكتشاف الحقائق واستيعاب المفاهيم العلمية. ولابد أن يدرك المتعلمون الغرض من كل خطوة من خطوات الاكتشاف أثناء التعلم، لكي تسمح لهم هذه الخطوات تباعًا بتطوير معارفهم وتنمية قدراتهم من خلال خبرات عملية مباشرة. ومن مزايا التعلم بالاكتشاف الموجه أنه يخفف العبء على المعلم، حيث يقتصر الدور الذي يقوم به في التوجيه والإرشاد. وبالتالي يترك الحرية للمتعلمين للتحكم في بناء تعلمهم وما يتفق مع قدراتهم الفردية وسرعتهم في التعلم (هيام سالم، 2011).

2- **الاكتشاف شبه الموجه:** وهنا يلعب فيه المتعلمون الجانب الأكبر من الاكتشاف أثناء التعلم، مع وجود بعض التوجيهات والإرشادات من جانب المعلم. ويهدف هذا النوع إلى إعطاء المتعلمين بعض الحرية في البحث والتقصي أثناء التعلم بالاكتشاف، وبالتالي توفير فرص للنشاط العقلي والعملي للمتعلمين وبناء خبرات ذاتية ومعارف جديدة.

3- **الاكتشاف الحر:** وهنا تترك حرية الاكتشاف والبحث والتقصي للوصول للحقائق والتفسيرات للمتعلم، وذلك بعد طرح المعلم لمشكلة تواجه المتعلمين وعليهم حرية صياغة الفروض وتصميم التجارب والبدء بالاكتشاف والتنفيذ للوصول إلى المعارف والمعلومات المتعلقة بالمشكلة.

يُذكر أن البحث الحالي يتناول طريقتي التعلم القائم على الاكتشاف الموجه مقابل التعلم القائم على الاكتشاف الحر.

رابعًا: توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر.

في التعلم القائم على الاكتشاف يقوم المتعلمون بالبحث وجمع البيانات المتعلقة بمادة العلوم، لذلك توفر أنشطة الاستقصاء سياقًا قيِّمًا للمتعلمين لاكتساب وتوضيح وتطبيق وفهم المفاهيم الصعبة المتعلقة بمادة العلوم (Edelson, Gordin, & Pea, 1999). علاوة على ذلك، يحاول العديد من المعلمين تطوير مهارات البحث للمتعلمين وتحليل البيانات والتفكير النقدي باستخدام التعلم القائم على الاكتشاف. فيعتمدون على أنشطة مرتبطة بالعالم الطبيعي للسماح للطلاب بمراقبة الأحداث

والكائنات في العالم المادي من مختلف الجوانب، وتطوير فهمهم وإدراكهم لكيفية استكشاف العلماء للعالم الطبيعي من حولهم (Hmelo-Silver, Duncan, & Chinn, 2007).

وقد حاولت بعض الدراسات توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف، مثل ما قام به هو (Hou, 2012) عندما قام بتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف عن طريق قيام الطلاب بالتعامل مع الواقع المعزز في أنشطة عديدة للتعلم واستخدامه كنقطة انطلاق لاكتشاف المعلومات والمفاهيم المرتبطة بطريقة ذاتية. أظهرت النتائج أن عملية الاستكشاف كانت ضحلة نسبيًا ولم تحقق النتائج المرغوبة، نظرًا لعدم وجود تفاعل بين الأقران وجها لوجه وسرعة كل طالب في الوصول إلى الحل بسرعة، مما يجعل من الصعب تشجيع سلوكيات التعلم التعاوني القائم على الاكتشاف.

كما قارنت بعض الدراسات بين توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر، مثل ألفيري ورفاقه (Alfieri, et al., 2011) الذين قاموا بدراسة للتحقق من أفضلية التعلم القائم على الاكتشاف الحر وبدون مساعدة والاكتشاف الموجه بوجود مساعدة، أظهرت المقارنة أن تعلم الطلاب من خلال الاكتشاف الحر وبدون مساعدة لم يكن مفيد للطلاب، بينما المساعدات الموجه في التعلم بالاكتشاف حققت نتائج أفضل للطلاب. كذلك أكد لازوندر وهارمسين (Lazonder, & Harmsen, 2016) أن التوجه شيء مهم وجوهري لضمان نجاح التعلم القائم على الاكتشاف.

وقد حاول هولشوف ودي جونج (Hulshof, & De Jong, 2006) استكشاف تأثير تسهيل الوصول إلى المعرفة في تعزيز التعلم بالاكتشاف العلمي عن طريق المحاكاة باستخدام الحاسب الآلي، ووجدا أن التلاميذ الذين قدمت لهم بعض المعلومات البسيطة أثناء عملية التعلم بالاكتشاف حققوا نتائج أفضل. كما أظهرت نتائج الدراسة التحليلية التي قام بها (Furtak, et al. , 2012)والتي أكدت على أن الدراسات التجريبية وشبه التجريبية التي قارنت التعلم القائم على الاكتشاف الحر مقابل الموجه جاءت في معظمها لصالح التعلم القائم على الاكتشاف الموجه وخاصة من جانب المعلم.

وبالرغم من أن تكنولوجيا الأجهزة المحمولة توفر فرصًا سلسلة وخصبة للتعلم من خلال الواقع المعزز وتوظيفه في التعلم القائم على الاكتشاف الحر، الذي قد يساعد الطلاب ويدمجهم في سياقات تعلم تتسم بالاستقلالية، حيث يتمتع الطلاب بحرية وقدرة على اتخاذ القرار (Thüs et al., 2012). إلا أن شاربيليز وزملاؤه (Sharples, Taylor, & Vavoula, 2005) اقترحوا من الأفضل وضع المتعلمين في سياقات اجتماعية من خلال التعلم بالاكتشاف الموجه، الذي يخلق التآزر بين جميع الأفراد في اكتساب المعرفة مع ضرورة توجيه من المعلم بدلًا من الاعتماد على التعلم الفردي.

ولكي يتم استخدام وتوظيف الواقع المعزز وتطبيقاته في التعلم القائم على الاكتشاف الحر يجب وضع تصميم سلس وسهل للطلاب يستطيعون من خلاله أن يكونوا أكثر استقلالية وتوجيهًا ذاتيا في اكتشاف الحقائق (Chen, et al., 2008; Sharples, Taylor, & Vavoula, 2005). وعلى النقيض يشير سيوار (Sawyer, 2005) بالرغم من أهمية بناء الطلاب لتعلمهم بأنفسهم في التعلم القائم على الاكتشاف الحر، إلا أن زيادة وكالة المتعلمين واعتمادهم على أنفسهم في التعلم مع تقديم دعم أقل، قد يؤدي إلى نتائج تعليمية أقل استحسانًا. ويمكن تفسير ذلك بأن الطلاب عندما يقدم لهم دعم أقل فإنهم يكافحون لاختيار وتنظيم ودمج المعلومات ذات الصلة التي حصلوا عليها في التعلم بالاكتشاف الحر، مما يشعرهم بالإجهاد وأحيانًا إلى الإخفاق (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006). وهذا هو السبب في مفهوم الدعم أو السقالات scaffoldingالذي استخدمه

برونر وشيررد (Bruner, & Sherwood, 1976, pp. 277-285) كشكل من أشكال التدخل الفعال من قبل شخص يعرف الموضوع جيدًا وهو بالطبع المعلم، الذي أصبح تدخله ضروريًا في بناء عملية التعلم.

نلاحظ أن الدراسات التي قامت بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف اختلفت فيما بينها في اختيار طريقة التعلم بالاكتشاف الأنسب الذي يمكن توظيف الواقع المعزز فيها والتي يمكن أن تحقق النواتج المرغوبة من التعلم. وإن كانت غالبية الدراسات تميل إلى تفضيل التعلم القائم على الاكتشاف الموجه، والذي يلعب فيه المعلم دور المرشد والموجه لضبط مهام التعلم بالواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف.

خامسًا: العبء المعرفي وعلاقته بتوظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف.

يمكن تعريف العبء المعرفي على أنه الكم الكلي للنشاط العقلي الذي على الذاكرة العاملة أن تقوم به خلال عملية التعلم في فترة من الزمن (Erry, Ginns, & Pitts, 2006). ويذكر لي وآخرون (Lai, et al., 2019, p.235) أن هناك ثلاثة مكونات للعبء المعرفي وهي، العبء المعرفي الداخلي والخارجي والعبء المعرفي وثيق الصلة بموضوع التعلم، لذلك لكي نقيس العبء المعرفي فلابد من توضيح الأبعاد القابلة للتقييم وهي تتوافق مع الثلاثة مكونات السابقة وهي أبعاد الحمل الذهني والجهد العقلي والأداء. العبء المعرفي الداخلي يشير إلى كمية المعارف والمعلومات لدى المتعلم والمعروفة مسبقًا لديه واكتسبه من خبرات تعلم سابقة (Cheng, Lu, & Yang, 2015)، بينما العبء المعرفي الخارجي يتضمن تلك المعلومات المقدمة أثناء تصميم أنشطة التعلم والتي تحفز المتعلم لتلقيها وتعلمها، ويعبر العبء المعرفي وثيق الصلة بمقدار سعة الذاكرة العاملة للتعامل مع الحمل الداخلي (Leahy, & Sweller, 2016).

ويذكر محمد يوسف الزعبي (2012، ص 41) إلى أنه لا يمكن تقليل استخدام نظريات العبء المعرفي في عملية التعلم، فمعرفة الطرق التي يتعلم بها الناس بشكل طبيعي يسمح لهم بتحرير عقولهم والتركيز على الرسالة التي ينبغي توصيلها بدلًا من إضاعة الوقت والطاقة الذهنية في دمج المعلومات التي تم عرضها بشكل سيئ. وسيعمل المصممون جيدًا على دمج مبادئ علم النفس المعرفي، ونظرية العبء المعرفي بشكل خاص لجعل خبرات المستخدم ذات كفاءة. فعندما يتم استخدام المزيد من موارد الذاكرة العاملة للتعامل مع العناصر المتفاعلة المتعلقة بالعبء المعرفي الداخلي، ويتم استخدام عدد أقل للتعامل مع تلك المتعلقة بالعبء المعرفي الخارجي، فإن التعليم سيكون أكثر فعالية (Paas, & Sweller, 2014) أو بمعنى آخر أن مجموع العبء المعرفي لا يمكن أن يتجاوز قدرة الذاكرة العاملة، مما يدل على أهمية تحديد العلاقة بين مجموع العبء المعرفي والتصميم التعليمي لعناصر التعلم قبل البدء في تنفيذ مهام وأنشطة التعلم.

فتؤكد نظرية العبء المعرفي على أهمية التفاعل بين مهمات التعلم والذاكرة العاملة المحدودة لدى المتعلمين (Ayres, 2006)، ويعد تحديد العلاقة بين إجمالي العبء المعرفي والتصميم التعليمي أمرًا بالغ الأهمية نظرًا للقدرة المحدودة للذاكرة العاملة للمتعلمين (Blayney, Kalyuga, & Sweller, 2016).

لذلك أكدت بعض الدراسات على أهمية اختيار التصميم المناسب للأنشطة التعليمية متعددة الوسائط، على سبيل المثال أوضح هانج (Hung, 2014) أن الطلاب يبحثون عن بيانات في كل من القناة المطبوعة والقناة المرئية لفهم نص علمي معين، كما أن تكامل القناتين يتضمن أيضًا معرفة الطلاب السابقة بمفاهيم التعلم. وبالتالي من المفيد للمعلمين تصميم الأنشطة التعليمية متعددة

الوسائط بعناية، وذلك باستخدام المعارف السابقة لديهم عن موضوع ما. وهنا يأتي توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز التي يمكن من خلالها مخاطبة هذه القنوات وتكاملها.

وبين فينوه سو كاي (Su Cai, et al., 2017, p.780) إلى أن استخدام الواقع المعزز لديه العديد من المزايا الخاصة بسهولة الاستخدام مقارنة باستخدام الفأرة ولوحة المفاتيح في الحاسب الآلي، هذه السهولة الناتجة عن الأجهزة المحمولة الداعمة لتكنولوجيا الواقع المعزز تلعب دورًا كبيرًا في خفض العبء المعرفي للمتعلمين من خلالها (Camichael, Biddle, & Mould, 2012).

كما أشار شين وزملاؤه (Chen, et al., 2011) عند استخدامه لتقنية الواقع المعزز وأثناء تحليل الاستجابات أن بعض الطلاب عانوا من العبء المعرفي الذي وقع عليهم نتيجة كثرة الأكواد QR Code الموجودة في المحتوى الورقي والتي يتم مسحها بكاميرا الهاتف المحمول، لذلك طالب دنليفي وديدي (Dunleavy, & Dede, 2014) بضرورة تقليل عدد العناصر التعليمية المقدمة باستخدام الواقع المعزز في المرة الواحدة، من أجل خفض العبء المعرفي للمتعلمين وفعالية اندماجهم في أنشطة ومهام التعلم.

كما يؤكد كوك (Cook, 2006) على أن الواقع المعزز قد يكون عامل سلبي إذا لم يُحسن تصميمه واستخدامه، وقد يعمل على تشتت انتباه الطلاب أثناء التعلم ويسبب مشكلة في زيادة العبء المعرفي على المتعلم، نظرًا لما تقدمه تكنولوجيا الواقع المعزز من مثيرات لفظية وبصرية متنوعة لتمثيل كلًا من العالم الواقعي والافتراضي بشكل مدمج.

يمكن القول إنه أثناء عملية تقديم المعلومات من خلال الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف وتأثيره على العبء المعرفي، تتم عملية تفاعل بين مع البناء المعرفي للمتعلم والمحتوى المعروض عليه بصورة كبيرة. لذا يؤكد محمد يوسف الزغبي (2012، ص 50) أن نظرية العبء المعرفي تتعامل مع تفاعل المعلومات التي يتم تقديمها للمتعلم مع البنى المعرفية له ومع ما يتضمنه هذا التفاعل بالنسبة للمتعلم، ويترتب على هذا التفاعل العديد من الآثار منها الآتي:

1- **الأثر المتحرر من الهدف Goal-Free Effect:** والذي يقترح أن المشكلات التي تطرح على المتعلم يجب ألا ترتبط بتحقيق هدف نهائي، لأن ذلك يعمل على تقييد عمل الذاكرة العاملة ضمن إطار محدد وضيق، فالمشكلة غير المقيدة بهدف تقلل العبء المعرفي الدخيل وتساعد في بناء المخطط العقلي.

2- **أثر المثال المعالج Worked-Example Effect:** فتقديم الأمثلة المناسبة والمتعلقة بالمفاهيم الجديدة التي يتم طرحها على المتعلم يلعب دورًا مهمًا وأساسيًا في بناء المخططات العقلية له، من خلال قيام الطالب بعملية النقل في عملية التعلم بدلًا من معالجة المشكلات بنفسه (Sorden, 2005).

3- **أثر مشكلات التكميل Completion-Problem Effect:** ويعني ذلك تزويد المتعلم بهدف وحل جزئي يتطلب منه إكماله والوصول إلى الحل بنفسه، وهذا النوع من المشكلات يجمع النقاط القوية للأمثلة المعالجة والمشكلات التقليدية، لأن على الطالب دراسة واستيعاب المثال المقدم له جزئيًا بعناية وإضافة تعلمه لحل المشكلات بفاعلية.

4- **أثر الانتباه المقسم Split-Attention Effect:** ويظهر هذا الأثر عند تعرض المتعلم لعدة مصادر للمعلومات والتي في الغالب يتم دمجها لكي يتمكن المتعلم من فهمها. ويجب هنا

توجيه الانتباه عند تصميم مواد التعلم بأن يتم تقسيم انتباه المتعلم بين مهمتين مما يعيق عملية اكتساب المعلومات وبنائها.

5- أثر النمذجة Modality Effect: يؤيد هذا الأثر أن يتم استخدام القنوات السمعية والبصرية معًا في عملية التعلم، لأن سعة الذاكرة العاملة يمكن زيادتها باستخدام ذاكرة عاملة بصرية وسمعية معًا. ويعد هذا المبدأ أحد نقاط القوة في التعليم متعدد الوسائط حيث من السهل عرض المعلومات بصريًا وسمعيًا في آن واحد (Otaola, 2002).

6- أثر التخيل Imagination Effect: لكي يصل المتعلم إلى درجة مستويات عالية من الخبرة والتمكن، لابد من توافر قدر من التخيل لديه أثناء عملية التعلم مما يؤدى إلى تصور الإجراءات في الذاكرة العاملة، ويؤدي إلى تعلم أعمق حيث يساعد التدريب من خلال التخيل على جعل المخططات العقلية آلية ومتطورة بشكل كبير (Sweller, 1999).

قياس العبء المعرفي:

لكي يمكن قياس العبء المعرفي حدد بعض الباحثون أمثال سويلر وكليبرفيلد (Sweller, 1999; Clipperfield, 2004) بعض المؤشرات المستقلة لكي يمكننا قياس العبء المعرفي، وقد تم الأخذ باتجاهين واسعين هما:

الاتجاه الأول: تجريبي ويتطلب هذا الاتجاه من الأفراد إتمام مهمة ثم تقدير الصعوبة من خلال مقياس مصمم لهذا الغرض، ويمثل هذا التقدير الذاتي مقياسًا للعبء المعرفي. وهذا الاتجاه هو المتبع في البحث الحالي، حيث تم الاعتماد على مقياس العبء المعرفي لعلي الكندري (2018)، بالإضافة إلى مقياس ناسا لقياس العبء المعرفي الذاتي NASA TLX أثناء مهام التعلم القائم على الاكتشاف.

الاتجاه الثاني: نظري ويتطلب من الفرد القيام بمهمتين معًا في نفس الوقت، حيث يمثل أداء الفرد وإكماله المهمة الثانية بنجاح دلالة على تجاوز القدرة المعرفية المتاحة التي يمتلكها الفرد من أداء المهمة الأولى.

سادسًا: الفضول العلمي وعلاقته بتوظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف.

يُمثل حب الاستطلاع أو الفضول أحد الدوافع المرتبطة بالبحث عن المعرفة، حيث يستطيع الكبار استثارة حب الاستطلاع والاستكشاف لدى الأطفال، كما انهم يمكنهم أيضًا إعاقته (Chak, 2002). ويُعَدُ برلين (Berlyne, 1954) أول من تناول مفهوم الفضول، والذي تصوره وقسمه إلى نوعين من السلوكيات: استكشاف الإدراك الحسي والاستكشاف المعرفي. ثم ركز برلين بعد ذلك في أبحاثه على طبيعة السلوكيات المتعلقة بتصنيف الفضول كحالة ومدى ارتباطه بالمثيرات التي تحركه من حيث تعقيدها وحداثتها، وكيف تحرك سلوك البحث عن المعلومات بسبب افتقار وعدم توافر هذه المعلومات لدى المتعلمين (Berlyne, 1966).

ويذكر ويبل وزيمرمان (Weible, & Zimmerman, 2016, 1236) أن مفهوم الفضول قد تطور عبر الزمن، بالإضافة إلى اختلاف الأبحاث في تصنيفها لمفهوم الفضول سواء اعتباره حالة (حالة عاطفية) أو عادة (مجرد تصرف شخصي). ويُعدُ شعور الفرد بوجود فجوة معرفية لديه المحرك الأساسي للفضول، ومن هذا المنطلق يعرف ماركي و لوينستين (Markey, & Loewenstein, 2014, p. 230) الفضول بأنه " الرغبة في حصول الفرد على المعلومات في عدم وجود أية مكافأة خارجية".

كما يمكن تعريف الفضول بأنه الطريقة التي ينظم ويوجه بها الناس انتباههم للمعرفة

الجديدة(Kashdan, et al., 2009) ، ويتفق جروسنكل (Grossnickle, 2014, p. 8) مع التعريف السابق في تعريف الفضول بأنه" الرغبة في المعرفة والحصول على المعلومات، نتيجة التعرض لتجربة أو متغيرات جديدة، والتي يصاحبها تكوين مشاعر إيجابية تتمثل في زيادة الإثارة والرغبة في تفعيل السلوك الاستكشافي للفرد". ويضيف فتحي مصطفى الزيات (2004) أن الفضول عبارة عن دافع فطري يستحث النشاط الاستكشافي للفرد بهدف إشباع هذا الدافع وخفض مستوى التوتر الناشئ عن عدم إشباعه.

ويشير ويبل وزيمرمان (Weible, & Zimmerman, 2016, 1236) إلى أن عملية الفضول تتكون من مكونين رئيسيين، وهما التوسع Stretching والانخراط Embracing. فالتوسع ينتج من خلال عملية الاستكشاف للمعلومات أو الخبرات الجديدة في موقف التعلم، مع الحفاظ على التركيز، وتنظيم الانتباه لتحقيق الغرض أو الهدف من التعلم. أما الانخراط فيتمثل في الرغبة في التعرف على تجارب جديدة، حتى وان كانت نتائجها غير متوقعة أو سارة بالنهاية.

الأطفال هم الفئة الأكثر حبًا للاستطلاع والفضول، لأنهم يرغبون في استكشاف كل ما حولهم عن طريقة أسئلتهم واستفساراتهم الدائمة، وبذلك يتعلمون. فمن خلال التعلم بالاكتشاف يتعلم الأطفال علاقة السبب والنتيجة، ويصبحون أكثر تفاعلًا ورغبة في التعلم وتكوين الصداقات ولا يخلجون عن غيرهم من غير المستطلعين أو الفضوليين (Perry, 2001). كما يُعدُ الاستكشاف الموجه أسلوبًا مناسبًا لتنمية حب الاستطلاع لدى الأفراد، لكون حب الاستطلاع يتضمن رغبة الفرد الملحة في المعرفة والتوصل إلى إجابات لتساؤلاته، كما أنه يتضمن الرغبة في البحث عن حلول للمشكلات واستكشافها (صلاح مراد، فوزية عباس، 2006).

كما أن الأفراد الذين يتصفون بالفضول، لديهم رغبة أكثر في خوض التجارب الجديدة والصعبة والعمل على استيعابها عن غيرهم من الأفراد (Kashdan, et al., 2004). وتحدد سيلفيا (Silvia, 2006) مجموعة من السمات التي يمكن ملاحظتها والتي يقوم بها الأفراد والتي من خلالها يمكن وصف الأشخاص بالفضوليين مثل: تكريس الاهتمام بموضوع ما ومعالجته بعمق وتذكر المعلومات وتفسيرها بثبات، وبناء على ذلك تؤكد سيلفيا أن السلوكيات القائمة على الاهتمام تتوافق مع سمات الفضول.

خصائص الفضول أو حب الاستطلاع:

ولحب الاستطلاع أو الفضول عدد من الخصائص لخصتها نرمين مصطفي الحلو (2017، ص 116) في النقاط الآتية:

- هو عبارة عن مثير داخلي لدى الفرد.
- يستثار عن طريق مجموعة من المثيرات الخارجية.
- يعمل على تحفيز الفرد لكي ينقب ويتقصى ويستكشف.
- يخفض مستوى التوتر الذي يحدث لدى الفرد في حالة إشباع الدافع.
- ينمو عن طريق البحث عن الجديد والفجائي والمعقد والمتناقض والغريب من المثيرات التي يتعرض لها.
- يشترك مع مظاهر الإبداع والابتكار.
- يعزز رغبة الفرد في البحث عن المعلومات من خلال استكشاف المثيرات في البيئة المحيطة.

ونشير إلى انه عندما نصف الفضول بانه فضول علمي، فإن الأمر يتعلق برغبة الفرد في

البحث عن المعلومات والمعارف الجديدة التي تثير اهتمامه في مختلف فروع العلم، والسلوكيات التي يتبعها بعد ذلك للحصول على هذه المعلومات وتفسيرها، يُعدُ ذلك فضولًا علميًا. فيعرف عايش زيتون (2001، ص 114) الفضول العلمي بأنه" أحد المكونات السلوكية للاتجاهات العلمية حيث يتسم فيه المتعلم بأنه يبحث عن عدم اتساق في الجمل والاستنتاجات ويستشير المختصين والخبراء عند تقصي المعلومات وبحثها ويبحث عن البرهان التجريبي لدعم التفسيرات أو نقضها ويتحدى صدق الجمل والاستنتاجات غير المدعومة علميًا". كما يصفه كلًا من مصطفى طه وصفاء سلطان (2015، ص 26) بأنه "رغبة الفرد في البحث والاستكشاف والاستجابة للمثيرات المتنوعة الجديدة أو الفجائية أو المعقدة أو المتعارضة أو الغريبة. وذلك لاتساع دوائر مصادر المعرفة المحيطة به الناتجة عن التطور العلمي والتكنولوجي السريع والمستمر".

ويذكر إبراهيم الحارثي (2003، ص 38) أن الفضول العلمي يساعد الطفل على تعلم العلوم فهو الذي يجعله يثير الأسئلة وهو الذي يجعله يلاحظ الأحداث بدقة وعندما يعنى الطالب بمراقبته أمر ما فإنه يتعلم أكثر ويتذكر ما يتعلمه. فالأطفال في مختلف فروع العلوم يكتسبون العديد من المعارف والمعلومات من خلال مشاركتهم المكثفة في مجال العلوم، وبالتالي تزداد خبراتهم وسلوكيات الاهتمام والاستطلاع العلمي لديهم في العلوم بمرور الوقت (Zimmerman, & Bell, 2014). وأثناء هذه المشاركة ينمى لدى الأطفال حب الفضول العلمي من خلال التجارب في مادة العلوم والتي تشعرهم أيضًا بالسعادة والرضى، مما يزيد من رغبتهم في التعلم والانخراط بشكل أكبر في الأنشطة العلمية من أجل مزيد من الاستمتاع والميل بصورة كبيرة للتنظيم الذاتي والفعالية والانتظام في ممارسات أخرى تتعلق بعلم الفلك والأحياء والتخصصات الأخرى الفرعية للعلوم (Bell, et al., 2009).

ويمكننا وصف الأفراد الذين يتسمون بصفات الفضول العلمي العالي بأنهم لديهم رغبة ممارسة العديد من الأنشطة المتعلقة بالعلوم مثل دراسة العلوم بكثافة وطرح العديد من الأسئلة المتعلقة بالعلوم والفحص عن قرب لموضوعات العلوم (Kashdan, & Silvia, 2009). وقد أوضحت الدراسات أن المتعلمين الأكثر فضولًا يميلون إلى تحقيق نسبة تحصيل أعلى وهم الأكثر نجاحًا عن غيرهم الأقل فضولًا (Weible, & Zimmerman, 2016). فقد قام كلًا من جيروت وكهلر (Jirout, & Klahr, 2012) بقياس العلاقة بين التحصيل والفضول أثناء الدراسة، وربط بين عدد الأسئلة وفعاليتها التي يسألها المتعلمون أثناء التعلم. أوضحت النتائج أن المتعلمين الفضوليون كانوا أكثر رغبة في طرح المزيد من الأسئلة، بالإضافة إلى أن الأسئلة التي يطرحوها كانت أكثر دقة وفاعلية.

كيفية قياس الفضول العلمي:

تتنوع طرق قياس الفضول العلمي من الملاحظة المباشرة لسلوكيات المتعلمين سواء داخل الصف الدراسي أو خارجه والعمل على تحليلها، أو من خلال الاستبيانات والتقييمات الذاتية أو من خلال تقارير المعلمون (Kashdan, Rose, & Fincham, 2004; Jirout, & Klahr, 2012)، كما تناولت بعض المقاييس عناصر الفضول: كالاهتمام والحرمان (Litman, & Jimerson, 2004)، أو الاكتشاف والاستيعاب (Kashdan, Rose, & Fincham, 2004).

ونظرًا لأهمية قياس الفضول العلمي وخاصة عند التعلم في بيئة العلوم طور عدد من الباحثين مقاييس تتضمن عناصر تتعلق بمحتوى العلوم، والتي في معظمها تكون عبارة عن مقاييس تتعلق بالسلوك أو المقابلات المفتوحة (Weible, & Zimmerman, 2016, 1239)، كما تم "تطوير عدد من القياسات التي تعتمد على تقديم بروتوكولات معينة للسلوك لدى الأطفال، تكون

بمثابة أدلة أو بنود لتقييم الفضول العلمي لدى هؤلاء الأطفال، والعمل على تنميته وخاصة في بيئات تعلم العلوم الغير رسمية" (Bell et al., 2009, P. 55).

وطور باثجيت وشون وكورينتي (Bathgate, Schunn, & Correnti , 2014, P. 194) مقياسًا للدافعية نحو التجارب العلمية عبر مجموعة متنوعة من السياقات، والتفاعلات، والموضوعات. ثم طوروه ليصبح مقياسًا فيما بعد للفضول العلمي من خلال تقييم التساؤلات، والتحقيق في فعاليتها، والإثارة في التعلم. كما اهتم اينجل (Engel, 2011) بقياس الفضول العلمي أثناء قيام الطلاب بتطبيق بعض التجارب العلمية داخل المعمل، وكيف أنها سرعت وحسنت من عملية التعلم، وذلك عن طريق عدد التساؤلات والاستفسارات التي يطرحها الطلاب أثناء التعلم، مع تقديم الدعم والمساندة من جانب المعلم.

وأنشأ سبيكتر ليفي ورفاقه (Spektor-Levy, et al.,2013) استبيان مفتوح لعدد 46 معلم في مرحلة ما قبل المدرسة، لفحص وجهة نظر المعلمون تجاه الأطفال ذوي الفضول العالي، وذلك من خلال السلوكيات التي تبين الفضول العلمي تجاه المحتوى داخل الصف. أظهرت النتائج أن غالبية المعلمون شعروا بأن الأطفال الأعلى فضولًا كانوا أكثر مشاركة وفعالية وشغفًا بالاستكشاف.

كما أهتم لوتشي وهسي (Luce, & His, 2014) بقياس الفضول العلمي لدى 19 طالبًا في الصف السادس الابتدائي عن طريق التصوير الصحفي والمقابلات لفهم كيف يعبر كل طالب عن الفضول ومدى ارتباطه بالعلم. أوضحت النتائج أن هناك مجموعة كبيرة من التعبيرات والاهتمامات لدى الطلاب عن العلم وتنوعت هذه المواضيع من البسيطة المجردة إلى الواسعة المعقدة، لذلك أوصوا بالقيام بدراسة استكشافية لمعرفة مدى الارتباط والعلاقة بين الفضول العلمي وخبرات الطلاب لتحسين ممارسة العلوم.

وفيما يتعلق بالعلاقة بين الواقع المعزز والفضول العلمي. قامت نرمين مصطفى الحلو (2017) بدراسة لقياس فاعلية تدريس وحدة مقترحة في الاقتصاد المنزلي قائمة على تكنولوجيا الواقع المعزز لتنمية التفكير البصري وحب الاستطلاع أو الفضول لدى طلاب الصف السادس الابتدائي، أسفرت النتائج عن فعالية تقنية الواقع المعزز في تنمية التفكير البصري وحب الاستطلاع أو الفضول.

فالواقع المعزز عالم خيالي مدمج مع الواقع من خلال تدعيمه بصور ثلاثية الأبعاد، مما يدعم وينمي الإبداع والخيال لدى المتعلمين، وفي هذا الصدد يشير ويؤكد كلًا من شيل (Shell, 2010)، وماجون (Magon, 2011) في دراستهما على أن هناك علاقة بين الخيال وحب الاستطلاع أو الفضول لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية، وأن الأطفال المرتفعين في الخيال نما لديهم حب الاستطلاع أو الفضول بصورة كبيرة وكانوا أيضًا أكثر إبداعًا عن غيرهم من الأقران.

سابعًا: التوجه النظري للبحث والمبادئ النظرية المرتبطة به.

بصفة عامة حددت أنطونيولي وآخرون (Antonioli, et al., 2014) النظريات الأساسية التي يمكن أن ترتكز عليها تطبيقات الواقع المعزز وتوظيفه في التعليم في خمسة نظريات تربوية رئيسية، وهي: النظرية البنائية، ونظرية التعلم الفردي، ونظرية التعلم الموقفي، ونظرية التقرير الذاتي، ونظرية تدفق الخبرة.

ويستند التعلم في بيئة الواقع المعزز على التطبيقات المشتقة من النظرية السلوكية التي تهتم بدراسة التغير الحادث في السلوك الظاهري للمتعلم، حيث تجذب المثيرات المتمثلة في الواقع

الافتراضي بالصور ثلاثية الأبعاد وبالتالي يحدث التعلم، فالانتقال التلقائي إلى وسائط التعلم الرقمية توفر فرص الممارسة والتكرار للمتعلم (أكرم فتحي مصطفى، 2018، ص 43).

كما أن المتعلم عند استخدامه استراتيجية التعلم القائم على الاكتشاف وتوظيف الواقع المعزز لتطبيق هذه الاستراتيجية، فإنه يتفاعل مع أقرانه ومع الواقع المعزز والمعلومات التي يقدمها، وبالتالي بناء معارفه وخبراته عن طريق هذه الأنشطة التفاعلية الشخصية أو الاجتماعية مما يدل على توظيف النظرية البنائية الاجتماعية وما تنادي به من أن التعلم يحدث عن طريق هذه الأنشطة والتفاعلات الاجتماعية في بيئة التعلم، والتي بالتالي تساعده على اكتساب المفاهيم وبناء خبرات ومعارف جديدة لم تكن موجودة لديه من قبل.

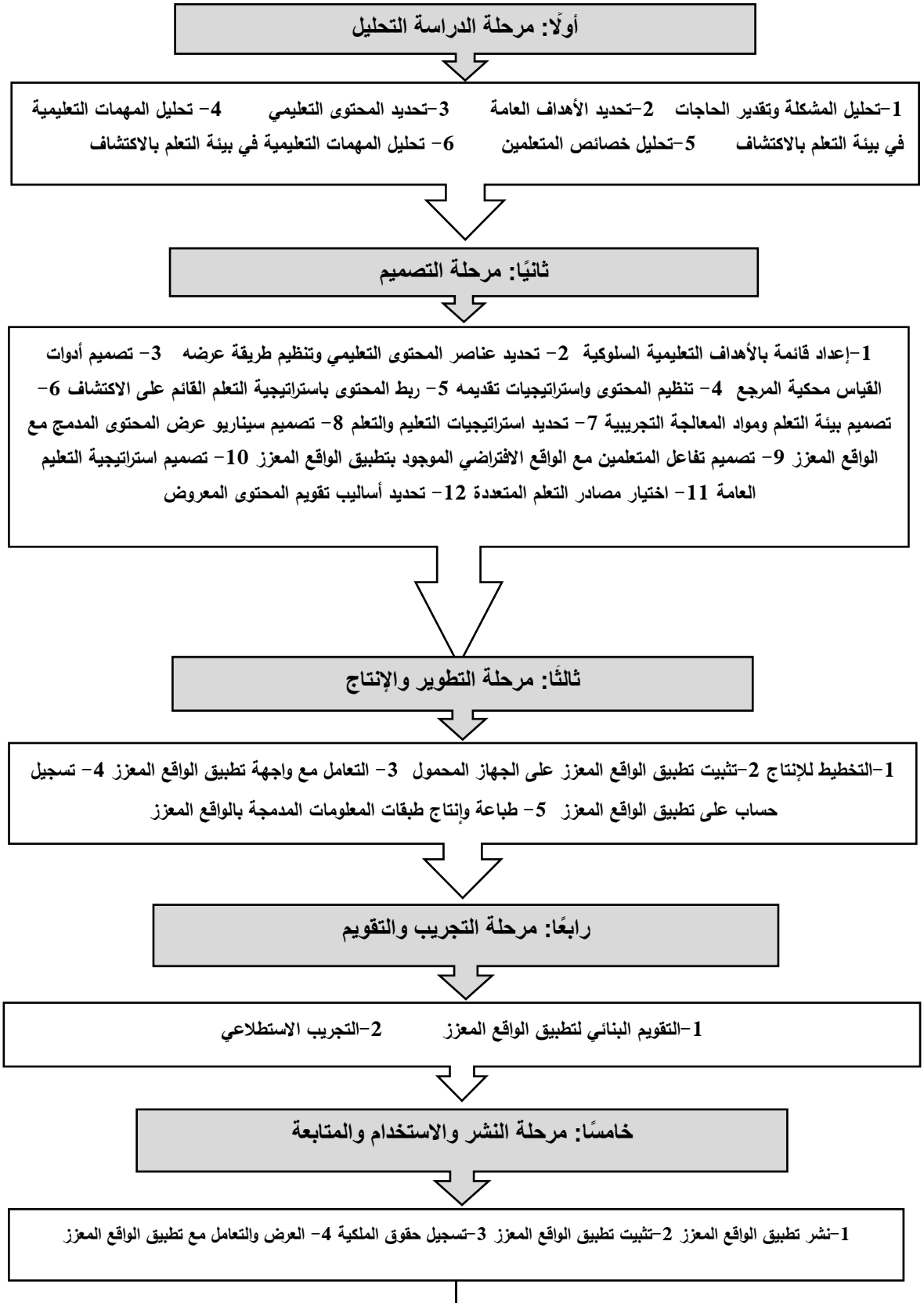
كما يستند البحث الحالي على نظرية العبء المعرفي، التي ترى أن المعلومات الجديدة التي يمكن اكتشافها والتعرف عليها، يتم معالجتها في الذاكرة العاملة قبل أن تخزن في الذاكرة طويلة المدى، ولكن المشكلة أن سعة الذاكرة العاملة محدودة، وبالتالي فإن كم المعلومات التي يمكن أن يكتسبها المتعلم أثناء التعلم بالاكتشاف يمكن أن يؤثر في معدل اكتساب المعلومات التي يمكن الحصول عليها، وبالتالي إما أن يؤدى إلى خفض العبء المعرفي للمتعلم ويؤدى لحدوث التعلم، أو يكون زائد عن سعة الذاكرة العاملة ويعوق عملية التعلم(Sweller, 2016)، وهذا ما يسعى البحث الحالي لاكتشافه من خلال توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف بنوعيه الموجه والحر وتأثير ذلك على العبء أو العبء المعرفي للمتعلم أثناء تعامله مع مهمات التعلم القائمة على الواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف.

وفيما يتعلق بالنظريات التربوية التي توجه البحوث والدراسات في مجال توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في تدريس العلوم، يمكن تناول النظريات التي أشار إليها كلًا من ليو وتساي (Liu, & Tsai, 2013)، كالآتي:

- **نظرية النماذج العقلية Mental Models Theory:** هذه النظرية تعطى دورًا مهمًا للتكنولوجيا في تقديم تمثيلات وتصورات ذهنية إضافية للمعلومات التي يمكن أن تقدمها تطبيقات الحاسب الآلي والوسائط المتعددة، كتطبيقات الواقع المعزز فهي تقدم تمثيلات بصرية إضافية للواقع الحقيقي مما يدعم خيال المتعلم ويعزز تفكيره البصري ويقدم له آلية جديدة ومنظور جديد في فهم الحقائق والمفاهيم التي يشكلها العقل، وذلك من خلال التفاعل مع تكنولوجيا الواقع المعزز التي تقدم له خبرات للمشاهدة لا يستطيع مشاهدتها في الواقع، وبالتالي يحدث لديه نوع من الارتباط والتفاعل مع هذه التكنولوجيا، والتي تكون لديه نماذج عقلية ترتكز على الارتقاء بالتغيير أو الفهم المفاهيمي، وتكوين العلاقات بين المفاهيم العلمية، وتنمية مهارات الاستكشاف وحب المعرفة والاستطلاع العلمي، وتنمية مهارات حل المشكلات والتفكير العليا.
- **نظرية العمليات المعرفية المكانية Spatial Cognition Theory:** وتهتم هذه النظرية بأهمية العلاقة بين المعرفة التي يكونها المتعلم والخصائص المكانية المتمثلة في الحجم، والشكل، والموضع، والاتجاه، واللون والتي يمكن من خلالها تمييز الأشياء والكائنات الافتراضية التي يتفاعل معها من خلال بيئة الواقع المعزز التي تدعم الواقع الحقيقي وتندمج معه. لذلك تؤكد هذه النظرية على أن المتعلم بمرور الوقت يكون بنى معرفية نتيجة تفاعله مع الأشياء. وبالتالي فإن الواقع المعزز وتقديمه لواقع افتراضي مدمج مع الحقيقة يدعم البنى المعرفية للمتعلم ويعزز فهمه للأشياء بطريقة جذابة ويدعم نمو القدرات المكانية لديه من خلال الصور ثلاثية الأبعاد التي يقدمها والتي تتسم بلون وحجم وأبعاد مميزة عن الواقع الحقيقي وبالتالي ثباتها في البنية المعرفية للمتعلم.

- **نظرية العمليات المعرفية الموقفية Situated Cognition Theory:** وتتفق هذه النظرية مع متغيرات البحث الحالي في أنها تطالب بضرورة توظيف مهارات الاستكشاف العلمي من خلال توظيف تكنولوجيا الواقع الافتراضي والتي تندمج وتتزامن مع الواقع في سياقات تعليمية مصممة خصيصًا لأغراض تعليمية استكشافية تسمح للطلاب بالتفاعل موقفيًا مع هذه السياقات والتي تعتمد على البيئات الفيزيقية المتاحة أمامهم أثناء تعلم العلوم والتي تربط الواقع النظري الموجود في مادة العلوم بواقع افتراضي يمثل الحقائق والمفاهيم الخاصة بالكهرباء، وتحويلها لموقف افتراضي ثلاثي الأبعاد يستطيع الطالب التفاعل معه في مواقف استكشافية مما يعزز لديه حب الاستطلاع أو الفضول العلمي لمادة العلوم ويخفف العبء المعرفي عنه في مواقف التعلم المتعددة من خلال تفاعله مع مهام التعلم المطلوبة منه استكشافها للخروج بالحقائق والمفاهيم المتعلقة بدروس الكهرباء.
- **نظرية التعلم البنائية الاجتماعية Social Constructivism Learning Theory:** تتماشى استراتيجية الاستكشاف من خلال تكنولوجيا الواقع المعزز المستخدمة في البحث الحالي مع هذه النظرية، لأنها تطالب بأن يشارك الطلاب في تعلمهم وإجراء التجارب بأنفسهم لبناء معارفهم الخاصة وحل المشكلات التي تواجههم في بيئات العمل الفيزيقية. وبالطبع أثناء عملية الاستكشاف أو التقصي يتفاعل الطلاب مع أقرانهم أثناء تنفيذ مهام التعلم المطلوبة للوصول إلى الحقائق. وتلعب تكنولوجيا الواقع المعزز هنا دور مؤثر في التعلم بالاستكشاف من خلال تقديم بيئة زاخرة بالمثيرات البصرية التي تساعد جميع الطلاب على الاشتراك في بناء المعرفة واكتساب المفاهيم ومشاركتها، مما يدعم التعلم البنائي من خلال الوجود في مجتمع متعاون وتفاعلي.

ثامنًا: نموذج تصميم وتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في العلم القائم على الاكتشاف: اعتمد الباحث في تصميم وتطوير تطبيق الواقع المعزز وتوظيفه في التعلم القائم على الاكتشاف على نموذج محمد عطية خميس (2003) للتصميم التعليمي، مع عمل بعض التعديلات عليه ليتماشى مع طبيعة متغيرات البحث الحالي، كما يتضح من شكل (2) الآتي:



شكل (2) نموذج تصميم الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف

الإجراءات المنهجية للبحث:

يهدف البحث الحالي إلى قياس أثر اختلاف توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه مقابل الحر على العبء المعرفي وتنمية الفضول العلمي في العلوم لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي. لذلك فإن إجراءات البحث سوف تركز على تطوير وتوظيف تطبيق الواقع المعزز في بيئة التعلم القائم على الاكتشاف بطريقتين الاكتشاف الموجه مقابل الاكتشاف الحر. كما شملت الإجراءات إعداد أدوات البحث، وتطبيق تجربة البحث، وفيما يلي عرض لهذه الإجراءات.

أولًا: تطوير وتصميم وتوظيف تطبيق الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف.

1- مرحلة الدراسة والتحليل: وقد اشتملت هذه المرحلة على الخطوات الآتية:

1/1 تحليل المشكلة وتقدير الاحتياجات: تتحدد المشكلة في زيادة العبء المعرفي للتلاميذ عند دراسة مادة العلوم بالطريقة التقليدية نظرًا لما تحتويه من مفاهيم ومصطلحات معقدة يصعب على الطلاب فهمها وإدراكها مجردة وبدون تمثيل واقعي، خاصة عندما تتعلق هذه المفاهيم بالمقاومة وشدة التيار وفرق الجهد مثلًا. وهذا من شأنه أن يدفع التلاميذ إلى الحفظ والاستذكار فقط لهذه المفاهيم دون أية رغبة في التوسع في إدراك العلاقة في هذه المفاهيم وانعكاس ذلك على الفضول العلمي وتدنيه لدى التلاميذ واكتفائهم فقط بما يدرسونه. وقد تبين تدني الفضول العلمي لدى الطلاب في الدراسة الاستطلاعية وعدم حرصهم على تعلم المزيد وتقصي الحقائق واستكشافها. مما أوجد الحاجة إلى توظيف تكنولوجيا جديدة تساعد الطلاب على البحث عن المعرفة والمفاهيم واستكشافها والاستقصاء عنها باستخدام استراتيجية التعلم القائم على الاكتشاف، مع استخدام طريقتي التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر بهدف تحديد طريقة التعلم القائم على الاكتشاف الأنسب لتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز بها وأثرها على العبء المعرفي وتنمية الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي.

2/1 تحديد الأهداف العامة: يهدف البحث الحالي إلى معرفة أثر اختلاف توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه مقابل الحر لتخفيض العبء المعرفي وتنمية الفضول العلمي لدى طلاب الصف السادس الابتدائي في مادة العلوم.

3/1 تحديد المحتوى التعليمي: تم اختيار موضوع مكونات الدائرة الكهربائية ووظائفها ومكونات المجال المغناطيسي من كتاب العلوم المقرر على تلاميذ الصف السادس الابتدائي.

4/1 تحليل المهمات التعليمية في بيئة التعلم بالاكتشاف: تم في هذه الخطوة الرجوع لمعلمي مادة العلوم والكتاب المدرسي المقرر على التلاميذ لتحديد المهمات التعليمية العامة التي تصف الأداء النهائي الذي ينبغي أن يصل إليه الطلاب بعد الانتهاء منها وتنفيذها، وقد تم اختيار المهام الآتية:

- **المهمة الأولى:** التعرف على مكونات الدائرة الكهربائية.
- **المهمة الثانية:** توصيل مكونات الدائرة الكهربائية.
- **المهمة الثالثة:** إدراك الفرق بين مخططات وأشكال الدوائر الكهربائية.
- **المهمة الرابعة:** التعرف على مكونات المجال المغناطيسي.

5/1 تحليل خصائص المتعلمين المستهدفين: هم تلاميذ الصف السادس الابتدائي بالمملكة العربية السعودية وتحديدًا في منطقة الرياض، بمدرسة الحياة المضيئة العالمية، تتراوح أعمارهم ما بين 11- 13 عام، ومن جنسيات مختلفة سعودية، ومصرية، وسورية، وسودانية. يمتلك جميع الطلاب مهارة التحدث باللغة العربية والإنجليزية نظرًا لدراستهم في مدرسة لغات. موزعين على ثلاث

فصول متوسط عدد التلاميذ في الفصل 20 تلميذًا. يمتلك كل الطلاب أجهزة جوال أو أجهزة لوحية سواء تابلت أو آي باد مع اتصال بالإنترنت. جميع الطلاب لم يسبق لهم التعامل مع تكنولوجيا الواقع المعزز وخاصة توظيفها في برامج تعليمية.

6/1 تحليل مكونات البيئة التعليمية: توفر لدى جميع التلاميذ أجهزة لوحية أو جوال مع توفر اتصال دائم بالإنترنت سواء على الجهاز أو من خلال توفر إنترنت لاسلكي مخصص بالتعاون مع إدارة المدرسة والسماح بالحصول على كلمة السر لتنزيل تطبيق الواقع المعزز للمرة الأولى فقط. كما أن الفصول والمعامل مجهزة بأجهزة عرض داتا شو وأجهزة كمبيوتر عند اللزوم عند الحاجة إليها لعرض كيفية عمل تطبيق الواقع المعزز في المرة الأولى.

2- مرحلة التصميم: وقد اشتملت هذه المرحلة على الخطوات الآتية:

1/2 إعداد قائمة بالأهداف التعليمية السلوكية: تم صياغة مجموعة من الأهداف السلوكية والتي تتفق مع المهمات التعليمية الرئيسة السالفة الذكر موزعة على كل مهمة على حدة حيث بلغ عدد الأهداف السلوكية للمهمة الأولى (3) أهداف، والمهمة الثانية (7) أهداف، والمهمة الثالثة (5)، والمهمة الرابعة (3) أهداف. وبذلك بلغ عدد الأهداف السلوكية (18) هدف سلوكي على النحو الآتي:

المهمة الأولى: التعرف على مكونات الدائرة الكهربائية.

1. أن يتعرف على شكل المقاومة ووظيفتها.
2. أن يدرك مفهوم فرق الجهد ووظيفته.
3. أن يدرك مفهوم شدة التيار ووظيفته.

المهمة الثانية: توصيل مكونات الدائرة الكهربائية.

1. أن يتعرف على كيفية توصيل الأسلاك بالدائرة الكهربائية بطريقة صحيحة.
2. أن يتمكن من توصيل البطارية لتشغيل التيار الكهربائي بطريقة صحيحة.
3. أن يدرك تأثير فرق الجهد على الدائرة الكهربائية.
4. أن يدرك تأثير المقاومة على شدة التيار بالدائرة الكهربائية.
5. أن يضيف لمبة لدائرة كهربائية ويتحكم في نسبة الإضاءة فيها.
6. أن يضيف أكثر من لمبة للدائرة بشكل صحيح وبألوان متعددة.
7. أن يضيف مروحة لدائرة كهربائية ويتحكم في سرعة دورانها.

المهمة الثالثة: إدراك الفرق بين مخططات وأشكال الدوائر الكهربائية.

1. أن يميز بين أنواع الدوائر الكهربائية والفروق بينها.
2. أن يتمكن من تركيب دائرة كهربائية بصورة صحيحة على التوالي.
3. أن يتمكن من تركيب دائرة كهربائية بصورة صحيحة على التوازي.
4. أن يتحكم في غلق وتوصيل الدائرة الكهربائية على التوالي بمفاتيح التحكم بنجاح.
5. أن يتحكم في غلق وتوصيل الدائرة الكهربائية على التوازي بمفاتيح التحكم بنجاح.

المهمة الرابعة: التعرف على مكونات المجال المغناطيسي.

1. أن يميز بين القطب الشمالي والجنوبي للمجال المغناطيسي.
2. أن يتعرف على شروط الانجذاب مقابل التباعد بين أقطاب المجال المغناطيسي.
3. أن يتمكن من جذب المواد المعدنية لأحد أقطاب المجال المغناطيسي.

2/2 تحديد عناصر المحتوى التعليمي وتنظيم طريقة عرضه: بالاتفاق مع معلم العلوم تم تحديد عناصر المحتوى التعليمي المناسب لتحقيق الأهداف التعليمية والسلوكية التي تم وضعها، والتي تتماشي مع التعامل معها من خلال توظيف الواقع المعزز في بيئة التعلم القائم على الاكتشاف ومع الجدول الزمني المحدد لكل موضوع بحسب الجدول الدراسي المعتمد من إدارة المدرسة حتى الانتهاء من كافة المواضيع بنجاح.

3/2 تصميم أدوات القياس محكية المرجع: أدوات القياس في البحث تمثلت في مقياس العبء المعرفي ومقياس الاستطلاع أو الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، وسوف يتم تناولهما في الجزء المخصص لهما في تصميم أدوات البحث لاحقًا.

4/2 تنظيم المحتوى واستراتيجيات تقديمه: تم الاستعانة بكتاب العلوم المقرر على تلاميذ الصف السادس الابتدائي، وفي ضوء الأهداف التعليمية المحددة المراد تحقيقها، تم تنظيم الموضوعات الخاصة بمكونات الدوائر الكهربائية والمجال المغناطيسي وترتيبها بحسب تسلسل ظهورها في الكتاب الأصلي. مع وضع سيناريو لكيفية شرح المعلم لها وتناوله لها مع تدعيم الشرح وتعزيزه بتكنولوجيا الواقع المعزز وتوظيفها في بيئة التعلم القائم على الاكتشاف.

5/2 ربط المحتوى باستراتيجية التعلم القائم على الاكتشاف: تم الاعتماد على استراتيجية التعلم القائم على الاكتشاف بطريقتين الأولى وهي طريقة التعلم بالاكتشاف الموجه والذي فيه يقوم التلاميذ بالتعامل مع تقنية الواقع المعزز والتعامل مع مجموعة من المهام التي يطلبها منهم المعلم. مع توجيه إرشاد من المعلم أثناء قيام التلاميذ بمهام التعلم بالاكتشاف وذلك لتذليل أية عقبات أو مشاكل تحول دون وصول التلاميذ للحلول الصحيحة واستكشاف العلاقات والمفاهيم. بينما الطريقة الثانية هي طريقة التعلم بالاكتشاف الحر والتي يطلب فيها المعلم قيام التلاميذ بمجموعة من الأنشطة والمهام بتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف، مع عدم وجود توجيه أو إرشاد من جانب المعلم وترك الحرية للطلاب لبناء المهمات بنجاح واكتشاف الحقائق والعلاقات بأنفسهم.

6/2 تصميم بيئة التعلم ومواد المعالجة التجريبية: في كلا الطريقتين في التعلم القائم على الاكتشاف يقدم تطبيق الواقع المعزز صورًا ثلاثية الأبعاد لمكونات الدائرة الكهربائية عن طريق توجيه كاميرا الجهاز المحمول إلى صور الاستجابة السريعة QR Code، والمدمجة مع كل درس، بحيث يستطيع من خلالها التلاميذ تكوين الدوائر بطريقة صحيحة أو خاطئة واكتشاف تأثير العلاقات بين المقاومة مثلًا وشدة تيار عن طريق التجربة والخطأ وزيادة شدة الإضاءة مثلا بزيادة فرق الجهد للبطارية. مما يدل التلميذ إلى ربط العلاقات بين الأشياء وإدراك وظيفتها وتأثيرها في مكونات الدائرة الكهربائية. وبذلك يكون لدينا تطبيق للواقع المعزز يتم من خلاله التعامل مع مجموعتين بناء على طريقة التعلم بالاكتشاف المستخدمة الأولى بيئة تم تصميمها للتعامل مع توظف تطبيق الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه من جانب المعلم، والثانية بيئة تم تصميمها للتعامل مع توظيف الواقع المعزز للتعلم القائم على الاكتشاف الحر بدون توجيه من المعلم.

7/2 تحديد استراتيجيات التعليم والتعلم: يتم استخدام أسلوب التعلم الجماعي بصفة أساسية عند شرح الجانب النظري المتعلق بالمحتوى والذي يعد أساسًا لحصول التلاميذ على المعلومات قبل التعامل مع مهام التعلم في بيئة التعلم القائم على الاكتشاف، كما يستخدم التعلم التعاوني أيضًا داخل الصف الدراسي عند تطبيق بعض المهام التي تتطلب العمل جماعيًا في بيئة التعلم بالاكتشاف وذلك للحصول على حل للمشكلات التي قد تواجه التلاميذ أثناء توظيفهم للواقع المعزز. كما يستخدم أسلوب التعلم الذاتي أحيانًا في بيئة التعلم القائم على الاكتشاف في بعض المهام الأخرى لكي

يستطيع التلميذ للوصول للحل ذاتيًا واكتشاف الحقائق والمفاهيم والعلاقات عن طريق توظيف الواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف.

8/2 تصميم سيناريو عرض المحتوى المدمج مع الواقع المعزز: تم رسم تصور لكيفية عرض وربط مكونات الدوائر الكهربائية والمغناطيسية التي تعبر عن شكل المكونات الأصلية الموجودة في كتاب العلوم، مع تحديد أماكن وصفحات تواجدها لكي يتم عرضها باستخدام كود الاستجابة السريعQR Code المدمج مع تطبيق الواقع المعزز فيما بعد وتوزيع هذه الصور على الطلاب للتعرف عليها ومعرفة ما يمثل كل شكل منها.

9/2 تصميم تفاعل المتعلمين مع الواقع الافتراضي الموجود بتطبيق الواقع المعزز: يتفاعل التلاميذ مع الكائنات الرسومية الموجودة على صور جاهزة وتعبر عن مكونات الدوائر الكهربائية والمغناطيسية بتوجيه كاميرا الجهاز المحمول إليها وبالتالي يعرض لديهم صورًا ثلاثية الأبعاد لأحد أشكال الدائرة وليكن السلك الكهربائي أو البطارية. وعن طريق هذه الصور الافتراضية يستطيع التلميذ تكوين دوائر بسيطة أو معقدة بحسب المهام المطلوبة منه في بيئة التعلم القائم على الاكتشاف، وبالتالي تحويل الجانب النظري المجرد إلى تجربة حقيقية والتفاعل معها ومع مكوناتها افتراضيًا وجسديًا وبصريًا.

10/2 تصميم استراتيجية التعليم العامة: اعتمد البحث الحالي في تصميم الاستراتيجيات العامة على جذب الانتباه من خلال الوسائط المتعددة ثلاثية الأبعاد التي يوفرها تطبيق الواقع المعزز في بيئة قائمة على التعلم بالاكتشاف الذي يكفُل للتلميذ توفر الدافعية والرغبة في التعلم الذاتي والتعلم الجماعي لاكتشاف وتقصي الحقائق المرتبطة بمقرر العلوم وخاصة في موضوعات الدائرة الكهربائية والمجال المغناطيسي.

11/2 اختيار مصادر التعلم المتعددة: تم الاعتماد على الكتاب المدرسي بالإضافة إلى تطبيق الواقع المعزز والاقتصار على الصور المرتبطة بالمكونات الرئيسية للدوائر الكهربائية المتمثلة في الأسلاك، والمقاومة، واللمبات، والبطارية، والمروحة، وكرة من المعدن، وقطعة حديد تمثل المجال المغناطيسي بقطبيه الشمالي والجنوبي.

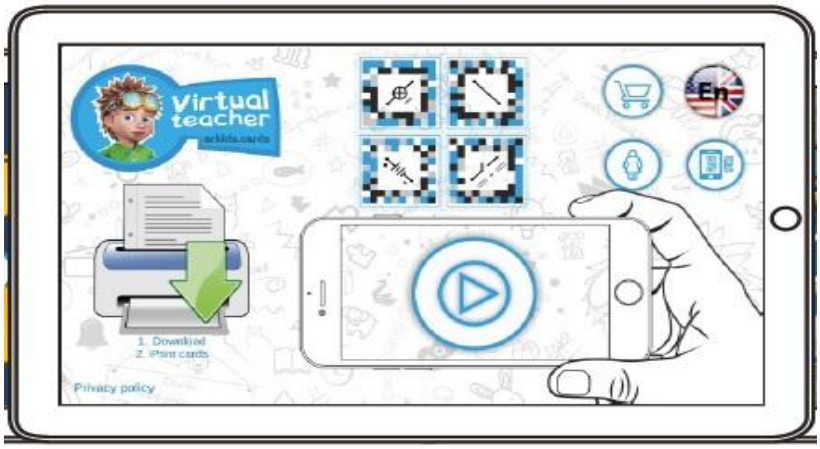
12/2 تحديد أساليب تقويم المحتوى المعروض: تم الاعتماد على نتيجة صحة أو خطأ تكوين المهام أو التكليفات أثناء تعامل التلاميذ مع تطبيق الواقع المعزز. على سبيل المثال إذا تم تكوين الدائرة الكهربائية افتراضيًا بصورة صحيحة سوف يتم إنارة اللمبة أو تشغيل المروحة مما يعزز تعلم التلاميذ ويدلهم على صحة التركيب. أما في حالة عدم تشغيل المروحة مثلًا أو إنارة اللمبة فذلك مؤشر على خطأ في التركيب. نفس الأمر عند تعامل التلاميذ مع توصيل الدائرة على التوالي أو التوازي. هذا بالإضافة إلى تطبيق مقياس العبء المعرفي عند انتهاء التلاميذ من كل مهمة أُسندت إليهم للتعرف على مقدار العبء المعرفي لديهم عند التعامل مع هذه المهام.

3 مرحلة الإنتاج والتطوير: وقد اشتملت هذه المرحلة على الخطوات الآتية:

1/3 التخطيط للإنتاج: بعد الاستقرار على أنسب المواضيع في مادة العلوم والتي يمكن تمثيل المفاهيم والعلاقات بينها افتراضيًا، وتم الاستقرار على موضوع الدوائر الكهربائية ومكوناتها ووظائفها بالإضافة إلى المجال المغناطيسي. تم البحث عن أفضل تطبيق يمكنه أن يتناول هذه الموضوعات الدراسية، وقد تم الاعتماد على برنامج AR Circuits 4D Physics الذي يُعد أفضل البرامج الجاهزة الذي يمكن أن يتناول مكونات الدوائر الكهربائية وكيفية تكوينها وتشكيلها بسهولة مع إمكانية توظيف ذلك في بيئة قائمة على التعلم بالاكتشاف سواء الموجه أو الحر، بالإضافة إلى عدم حاجة البرنامج إلى توافر الإنترنت عند التعامل معه.

2/3 تثبيت تطبيق الواقع المعزز على الجهاز المحمول: تم تثبيت تطبيق الواقع المعزز على نظام تشغيل android ونظام تشغيل IOS للتأكد من سلامة تشغيل التطبيق على كل أنظمة التشغيل المتاحة على الأجهزة اللوحية.

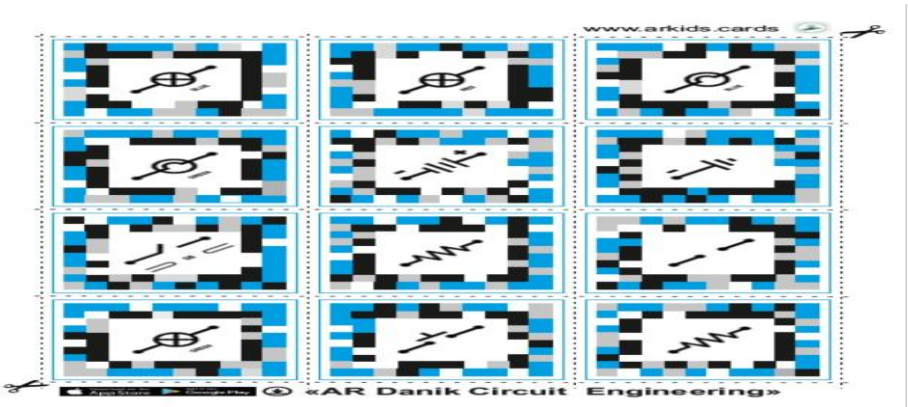
3/3 التعامل مع واجهة تطبيق الواقع المعزز: بعد تنزيل التطبيق على الجهاز اللوحي تكون الشاشة الافتتاحية للتطبيق كما بالشكل (3) والتي يمكن من خلالها تنزيل وطباعة صور الاستجابة السريعة للتعامل معها فيما بعد وإظهار طبقات المعلومات الافتراضية ثلاثية الأبعاد عند الضغط على شكل زر التشغيل لتوجيه الكاميرا إلى الصورة.



شكل (3) الشاشة الافتتاحية لتطبيق AR Circuits 4D Physics

4/3 تسجيل حساب على تطبيق الواقع المعزز: البرنامج في بداية تشغيله يعمل لعدة دقائق مما يتطلب التسجيل فيه بحساب ودفع قيمة الاشتراك للحصول على نسخة نهائية منه.

5/3 طباعة وإنتاج طبقات المعلومات المدمجة بالواقع المعزز: يأتي مع برنامج AR Circuits 4D Physics مجموعة من الصور في ملف PDF التي يمكن تنزيلها وطباعتها والتي تعبر كل صورة منهم عن شكل من أشكال مكونات الدائرة الكهربائية، وهي منتجة وجاهزة ومدرجة مع التطبيق نفسه على هيئة أكواد استجابة سريعة والتي يمكن قصها وترتيبها في هيئة مربعات صغيرة للتعامل معها فيما بعض عند تكوين الدوائر الكهربائية، كما بالشكل (4).



شكل (4) نماذج أكواد الاستجابة السريعة لمكونات الدائرة الكهربائية

4 مرحلة التجريب والتقويم: اشتملت هذه المرحلة على الخطوات الآتية:

1/4 التقويم البنائي لتطبيق الواقع المعزز: في هذه المرحلة تم عرض التطبيق والنماذج الخاصة بأكواد الاستجابة السريعة على مجموعة من الخبراء في تكنولوجيا التعليم ومناهج وطرق تدريس العلوم للتأكد من صلاحيته والتأكد من إجازته للتطبيق وتماشيه مع متغيرات البحث الحالي. وبذلك يكون التطبيق جاهز للتجريب ميدانيًا على عينة البحث.

2/4 التجريب الاستطلاعي: تم عمل تجربة استطلاعية على عينة من تلاميذ الصف السادس الابتدائي قوامها (10) طلاب من غير عينة البحث للتعرف على أوجه الصعوبات التي قد تواجه الباحث أثناء التطبيق وكيفية التعامل معها.

5 مرحلة النشر والاستخدام والمتابعة: اشتملت هذه المرحلة على الخطوات الآتية:

1/5 نشر تطبيق الواقع المعزز: تم إعلام التلاميذ بكيفية تنزيل التطبيق على أجهزتهم اللوحية، كل على حسب نظام التشغيل الخاص به والمتجر الإلكتروني.

2/5 تثبيت تطبيق الواقع المعزز: تم تنزيل تطبيق الواقع المعزز على كل الأجهزة اللوحية لعينة البحث الأساسية، مع التأكد من عمل التطبيق بصورة صحيحة.

3/5 تسجيل حقوق الملكية: تم تفعيل حساب كل تلميذ على الجهاز الخاص به حتى يضمن الباحث تشغيل التطبيق بصورة دائمة أثناء فترة التجريب، كما يستطيع التلميذ التعامل مع التطبيق في أي مكان لأنه امتلك حقوق ملكية التطبيق بمجرد التسجيل فيه وشراؤه بمبلغ زهيد.

4/5 العرض والتعامل مع تطبيق الواقع المعزز: سوف يتم تناول كيفية العرض والتعامل مع التطبيق في الجزء الخاص بتطبيق التجربة على عينة البحث الأساسية.

ثانيًا: بناء أدوات البحث وإجازتها.

1-مقياس العبء المعرفي: مر المقياس بمجموعة من المراحل حتى يخرج في صورته النهائية كالآتي:

أ-تحديد الهدف من المقياس: استهدف المقياس تقدير العبء المعرفي الذاتي لكل متعلم بعد كل مهمة يقوم بالتعامل معها.

ب-طبيعة المقياس: اعتمد البحث الحالي على مقياس العبء المعرفي الذي اعتمد عليه علي الكندري (2018) في دراسته والمترجم عن المقياس الأصلي لناسا تلكس NASA TLX وهو مقياس تقييم ذاتي متعدد الأبعاد، كما أنه مقياس معتمد لقياس العبء المعرفي في بيئات التعلم المختلفة (Xiaozhu, Xiurong, & Xiaoming, 2016)، وقد قام الباحث بالتطوير والإضافة للمقياس لكي يتناسب مع متغيرات البحث الحالي.

ويُعد تقييم المتعلمون لأنفسهم على هذا المقياس مساو للعبء المعرفي المتصور الذي مروا به أثناء عملية التعلم بالاكتشاف القائم على الواقع المعزز.

ج-وصف المقياس: يتكون المقياس من (15) فقرة موزعة على ستة أبعاد فرعية كالآتي:

1. العبء الذهني Mind Load ممثل بالبنود رقم 1، 2، 5، 9، 15.
2. الجهد المبذول للتعلم Effort to learn ممثل بالبندين رقم 8، 12.
3. الضغط الزمني Time Load ممثل بالبندين رقم 3، 6.

4. العبء البدني Physical Load ممثل بالبندين رقم 4، 7.
5. القلق Anxiety ممثل بالبندين رقم 10، 13.
6. الإحباط Depression ممثل بالبندين رقم 11، 14.

د-تصحيح المقياس: يستجيب الطالب لكل بند من بنود المقياس من خلال قراءته للبند الموجود أمامه ووضع علامة (×) على تدريج يشبه المسطرة للتعبير عن مقدار ما يشعر به تجاه هذا البند الذي تتراوح درجاته من (1) إلى (11). بحيث تصبح الدرجة العظمى التي يمكن أن يحصل عليها التلميذ هي (165) وهي تعبر عن عبء معرفي مرتفع جدًا. كما أن أقل درجة يمكن أن يحصل عليها التلميذ هي (15) درجة وهي تعبر عن عبء معرفي منخفض جدًا.

هـ-الصدق الخارجي للمقياس: تم عرض المقياس على مجموعة من الخبراء في علم النفس ومناهج وطرق التدريس وتكنولوجيا التعليم، للحكم على مدى ملاءمة فقراته وانتمائها لأبعاده، وقد تبين أن المحكمين والخبراء أجمعوا على ملاءمة فقرات المقياس للأبعاد التي تنتمي إليها. كما أنه في ضوء آرائهم ومقترحاتهم تم تعديل بعض البنود من حيث الصياغة اللغوية ودقة التعبير.

و -صدق البناء الداخلي للمقياس: للتأكد من صدق البناء الداخلي لمفردات المقياس، تم حساب معامل ارتباط بيرسون بين أبعاد المقياس وارتباطها بالمجموع الكلي لتلك الأبعاد، وذلك للكشف عن العلاقة الارتباطية بينها. وقد أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباطية موجبة ودالة إحصائيًا بين كل بعد من أبعاد المقياس والدرجة الكلية له، وقد تراوحت قيم معاملات الارتباط ما بين (0.63-0.78)، وذلك يدل أن مقياس العبء المعرفي يتمتع بدرجة صدق عالية وأنه جاهز ومناسب لأغراض البحث الحالي.

ز-ثبات المقياس: تم حساب ثبات مقياس العبء المعرفي من خلال تطبيق المقياس على العينة الاستطلاعية، ثم إعادة تطبيقه مرة أخرى في ظروف مشابهة، وُجد أن متوسط معامل الارتباط بين نتيجة التطبيقين بلغت (0.75) مما يدل على ثبات المقياس إلى حد كبير.

ح-زمن المقياس: تم حساب متوسط زمن تطبيق المقياس عند تطبيقه على العينة الاستطلاعية، وتبين انه (10) دقائق.

2-مقياس الفضول العلمي:

أ-تحديد الهدف من المقياس: استهدف المقياس تقدير درجة الفضول أو الاستطلاع العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي.

ب-وصف المقياس: تم تجميع عبارات المقياس من خلال اطلاع الباحث على بعض الكتب والأدبيات التي تناولت موضوع الاستطلاع أو الفضول العلمي، وقد تم الاعتماد بصفة أساسية على مقياس حب الاستطلاع العلمي لأحمد قنديل (1993) وترجمة مقياس (Weible, & Zimmerman, 2016) وقد قام الباحث بالتطوير والإضافة للمقياسين لكي يتناسب مع متغيرات البحث الحالي، وقد تكون المقياس في صورته المبدئية من (38) عبارة.

ج-الصدق الخارجي للمقياس: عُرض المقياس على مجموعة من الخبراء والمتخصصين في مناهج وطرق التدريس العلوم وعلم النفس وتكنولوجيا التعليم، وذلك للتأكد من اتفاق عبارات المقياس مع الهدف الذي وضعت من أجله، وكذلك دقة وسلامة صياغة مفردات المقياس، ومدى مناسبتها لتلاميذ الصف السادس الابتدائي. وفي ضوء آراء السادة المحكمين تم حذف وتعديل بعض العبارات، ليصبح عدد العبارات النهائية للمقياس (34) فقرة تعبر جميعها عن الفضول أو

الاستطلاع العلمي.

د -صدق البناء الداخلي للمقياس: للتأكد من صدق البناء الداخلي لمفردات المقياس، تم حساب معامل ارتباط بيرسون بين كل مفردة من مفردات المقياس ومدى ارتباطها بمجموع الدرجات الكلي للمقياس، وذلك للكشف عن العلاقة الارتباطية بينها. وقد أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباطية موجبة ودالة إحصائيًا بين كل مفردة من مفردات المقياس والدرجة الكلية له، وقد تراوحت قيم معاملات الارتباط ما بين (0.59-0.81)، وذلك يدل أن المقياس يتمتع بدرجة صدق عالية وأنه جاهز ومناسب لأغراض البحث الحالي.

هـ-ثبات المقياس: تم حساب ثبات المقياس باستخدام طريقة إعادة تطبيق الاختبار قبليًا وبعديًا على العينة الاستطلاعية، ثم حساب معامل الارتباط بين التطبيقين، فكانت قيمة معامل الارتباط مساوية (0.71) مما يدل على صلاحية المقياس وقابليته للتطبيق.

و-طريقة تصحيح المقياس: حُددت أوزان البدائل الخمسة للإجابة على كل عبارة من عبارات المقياس بحيث تُمنح العبارة التي يجيب عنها التلميذ بموافق بشدة (5) درجات، موافق (4) درجات، محايد (3) درجات، غير موافق (2) درجة، غير موافق بشدة (1) درجة. ومجموع درجات التلميذ في عبارات المقياس يمثل درجته الكلية ومدى تواجد الاستطلاع أو الفضول العلمي لديه. وكلما اقتربت درجة التلميذ من الدرجة العظمي للمقياس وهي (170) درجة كلما كان أكثر فضولًا وحبًا للاستطلاع العلمي. وبالعكس كلما اقتربت درجة التلميذ من الدرجة الصغرى للمقياس وهي (34) درجة كلما كان أقل فضولًا وحبًا للاستطلاع العلمي.

ز-زمن المقياس: تم حساب متوسط زمن تطبيق المقياس عند تطبيقه على العينة الاستطلاعية، وتبين انه (15) دقيقة.

ثالثًا: التجربة الاستطلاعية للبحث.

قام الباحث بإجراء تجربة استطلاعية على عينة من تلاميذ الصف السادس الابتدائي قوامها (10) تلاميذ بالتعاون مع معلم العلوم بمدرسة الحياة المضيئة-في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 2019/2018 لمدة أسبوعين-، وذلك بهدف التعرف على الصعوبات التي قد تواجه الباحث أثناء إجراء تجربة البحث الأساسية ومحاولة تفاديها وعلاجها. بالإضافة إلى التأكد من ثبات أدوات البحث المتمثلة في مقياس العبء المعرفي، ومقياس الفضول العلمي، والتي كشفت التجربة ثباتهما إلى حد كبير، كما تم عرضه عن تناول أدوات البحث. كما كشفت التجربة عن صلاحية تطبيق الواقع المعزز وملاءمته للأجهزة المحمولة الموجودة مع التلاميذ وسرع تفاعل الكاميرا مع عرض الصور ثلاثية الأبعاد لتكوين الدوائر الكهربائية وتوصيل مكوناتها افتراضيًا.

رابعًا: التجربة الأساسية. مرت التجربة الأساسية بعدة خطوات كالآتي:

1-التطبيق القبلي لأدوات البحث: فيما يتعلق بالفضول العلمي تم تطبيق مقياس الفضول العلمي قبليًا على جميع أفراد عينة البحث (38) تلميذاً، وذلك للتأكد من تجانس المجموعتين التجريبيتين قبل التعرض للمعالجة التجريبية والاستفادة من هذه النتائج عند مقارنتها بنتائج القياس البعدي. وفيما يتعلق بمقياس العبء المعرفي فلم يتم تطبيقه لأن التلاميذ لم يتعرضوا لأية مهام تتعلق بتوظيف الواقع المعزز بعد، وبالتالي من الصعب قياس وتحديد العبء المعرفي لديهم إلا بعد تطبيق التجربة الأساسية عليهم.

وللتحقق من تكافؤ المجموعتين التجريبيتين على مقياس الفضول العلمي، قام الباحث باستخدام اختبار (ت) T-test بين العينات المستقلة، وكانت النتائج كما هي مبينة في جدول (1)،

كالآتي:

جدول (1) اختبار(ت) لقياس الفروق بين متوسط درجات المجموعتين التجريبيتين في القياس القبلي على مقياس الفضول العلمي

المجموعة التجريبية	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	قيمة (ف)	درجة الحرية	مستوي الدلالة	الدلالة الإحصائية
الأولى	19	1350157	10.166	0.683	0.109	36	0.743	غير دالة
الثانية	19	137.315	9.285					

تبين من جدول (1) أن قيمة ف = (0.109) ومستوى دلالتها (0.743) وهذه القيمة أكبر من (0.05) مما يدل على أنها غير دالة، ويؤكد عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطي استجابة عينة البحث على مقياس العبء المعرفي قبليًا، ويؤكد تكافؤ المجموعتين التجريبيتين في التطبيق القبلي على مقياس الفضول العلمي، وبالتالي صلاحيتهما لتطبيق التجربة.

2-خطوات تنفيذ تجربة البحث الأساسية وتوظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف.

- **عقد جلسة تمهيدية:** تم تجميع أفراد كل مجموعة تجريبية (19) تلميذًا داخل الفصل الدراسي، وذلك بالتعاون مع معلم العلوم. ثم الترحيب بهم وتشجيعهم على التعلم من خلال تطبيق الواقع المعزز وشرح كيفية تنزيل البرنامج من على المتجر وتفعيل الاشتراك به.
- **التدريب على تطبيق الواقع المعزز:** بالتعاون مع معلم العلوم تم تجميع أفراد العينة التجريبية داخل الفصل الدراسي، مع إحضار كل تلميذ للجهاز المحمول الخاص به وتنزيل التطبيق عليه. مع القيام بطباعة مجموعة من الصور المجهزة بأكواد الاستجابة السريعة لكل طالب وقصها وشرح مكونات كل صورة منها. ثم تدريب التلاميذ على التعامل مع التطبيق بتوجيه كاميرا الجهاز المحمول إلى الصورة وعرض الصورة ثلاثية الأبعاد المرتبطة به وتكوين دائرة كهربية مصغرة.
- **توظيف تطبيق الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف أثناء الشرح.**

بالنسبة للمجموعة التجريبية الأولى: يوظف التلاميذ تكنولوجيا الواقع المعزز هنا باستخدام طريقة التعلم بالاكتشاف الموجه. وذلك من خلال معلم العلوم الذي يقوم بشرح الأساس النظري لموضوعات التعلم على التلاميذ. ثم يقوم بطلب بعض المهام التي يقوم بها التلاميذ لاكتشاف بعض العلاقات المرتبطة بهذا الأساس النظري والتي يستخدم فيها التلاميذ تطبيق الواقع المعزز المثبت على أجهزتهم المحمولة لاكتشاف هذه الحقائق والعلاقات بالتجربة الافتراضية التي يقدمها لهم تطبيق الواقع المعزز. على سبيل المثال عندما يشرح المعلم درس مكونات الدائرة الكهربائية ويتطرق لفرق الجهد وتأثيره على شدة التيار الكهربائي. عندئذ يطلب المعلم من تلاميذه القيام بمهمة اكتشافيه من خلال تطبيق الواقع المعزز بتركيب دائرة كهربائية مع وضع بطارية بجهد (1.5) فولت وملاحظة سرعة دوران المروحة، ثم زيادة فرق الجهد إلى (3.0) فولت وملاحظة الزيادة في سرعة دوران المروحة وهكذا، وبالتالي يستكشف التلاميذ تأثير فرق الجهد على شدة التيار.

أثناء قيام التلاميذ بمهام التعلم بالاكتشاف من خلال الواقع المعزز يقوم المعلم بمتابعتهم وتوجيههم مثلًا عند تركيب الدائرة الكهربائية بجهد منخفض، فيقول لهم لاحظوا سرعة دوران المروحة مثلًا وسجلها في عقلك ولاحظ الفرق عند زيادة فرق الجهد وتأثيره على سرعة دوران

المروحة ثم سجل ملاحظتك التي اكتشفتها.

بالنسبة للمجموعة التجريبية الثانية: توظف هذه المجموعة تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الحر. بعد شرح معلم العلوم لجزء من المحتوى وما يتعلق به من أساس نظري، يطلب من التلاميذ القيام ببعض المهام القائمة على التعلم بالاكتشاف المتعلقة به من خلال تطبيق الواقع المعزز. ولكن لا يقوم المعلم هنا بتقديم أية مساعدات أو توجيهات ويترك للتلاميذ حرية اكتشاف العلاقات ذاتيا بفك وتركيب الدائرة الكهربائية مثلًا ثم تسجيل الملاحظات التي اكتشفوها.

- **تطبيق مقياس العبء المعرفي:** في كل مرة يقوم فيها التلاميذ بالقيام بمهمة عن طريق توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف، يتم تطبيق مقياس العب المعرفي عليهم لتقدير درجة العبء المعرفي من حيث الارتفاع أو الانخفاض. وقد كان عدد المهمات التي قام بها التلاميذ أثناء فترة التجريب (10) مهمات تتطلب التعامل معها بالاكتشاف الموجه أو الحر. مع ضرورة تسجيل كل تلميذ لأسمه وصفه في كل مرة. تم تجميع الدرجات الخاصة بكل تلميذ على حدة في كل المهمات العشرة وقسمتها على (10) لاستخراج متوسط التلميذ في العشر مهمات. ثم تم جمع هذه الدرجات وتجهيزها لمعالجتها إحصائيًا فيما بعد.

استمرت التجربة الأساسية للبحث فترة خمسة أسابيع بمعدل حصتين في الأسبوع.

- **التطبيق البعدي:** بعد الانتهاء من التجريب، تم تطبيق مقياس الفضول العلمي لدى عينة البحث الأساسية، وتم رصد النتائج تمهيدًا لمعالجتها إحصائيًا وتحليلها وتفسيرها.

تحليل نتائج البحث وتفسيرها:

هدف البحث إلى قياس أثر اختلاف توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه مقابل الحر على العبء المعرفي وتنمية الفضول العلمي في العلوم لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، وفيما يلي عرض تفصيلي للنتائج المرتبطة بكلًا من العبء المعرفي والفضول العلمي ومحاولة الإجابة على تساؤلات وفروض البحث.

1) **التساؤل الأول الذي ينص على: ما طرق التعلم بالاكتشاف التي يمكن توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز بها؟**

للإجابة عن هذا التساؤل: فقد تم عرضه في الإطار النظري للبحث، من خلال الأدبيات في مجال الواقع المعزز التي أوضحت أن من ضمن التوجهات الحديثة لتوظيف الواقع المعزز هو التعلم القائم على الاكتشاف، كما بينت أن هناك طريقتين لتحقيق ذلك، وهما طريقة التعلم بالاكتشاف الموجه وطريقة التعلم بالاكتشاف الحر.

2) **التساؤل الثاني الذي ينص على: كيف يمكن تقدير مستوى العبء المعرفي لدى طلاب الصف السادس الابتدائي؟**

للإجابة عن هذا التساؤل: فقد تم عرضه في الإطار النظري للبحث، بالإضافة إلى إجراءات البحث، فقد تم تطوير مقياس لتقدير مستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، وقد تكون المقياس في صورته النهائية من (15) فقرة موزعة على (6) أبعاد هي: العبء الذهني، والجهد المبذول، والضغط الزمني، والعبء البدني، والقلق، والإحباط. ويُعد تقييم المتعلمون لأنفسهم على هذا المقياس بعد انتهاء إنجاز كل مهمة مساو للعبء المعرفي المتصور الذي مروا به أثناء عملية التعلم بالاكتشاف القائم على الواقع المعزز.

3) التساؤل الثالث الذي ينص على: كيف يمكن تقدير مستوى الفضول العلمي لدى طلاب الصف السادس الابتدائي؟

للإجابة على هذا التساؤل: فقد تم عرضه في الإطار النظري للبحث، بالإضافة إلى إجراءات البحث، فقد تم تطوير مقياس لتقدير مستوى الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، وقد تكون المقياس في صورته النهائية من (34) فقرة تعبر جميعها عن مدى توفر الفضول أو الاستطلاع العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي.

4) التساؤل الرابع الذي ينص على: ما النموذج المقترح لتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف؟

للإجابة عن هذا التساؤل: تم الاطلاع على عدد من نماذج التصميم، وقد تم الاعتماد على نموذج محمد عطية خميس (2003) بصفة أساسية للتصميم والتطوير التعليمي، مع تطبيق إجراءاته المنهجية مع إضافة بعض التعديلات والتي تناسب طبيعة متغيرات البحث الحالي، وذلك وفق (5) مراحل أساسية وهي: الدراسة والتحليل، التصميم، التطوير والإنتاج، التجريب والتقويم، النشر والاستخدام والمتابعة.

5) التساؤل الخامس الذي ينص على: ما أثر توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه مقابل الحرعلى العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي في العلوم؟

للإجابة عن هذا التساؤل تم اختبار صحة الفروض الآتية:

1/5 لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطات درجات تلاميذ كلًا من المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه والمجموعة التجريبية الثانية التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر على مقياس العبء المعرفي.

للتعرف على إذا ما كانت هناك فروق دالة إحصائيا عند مستوى (0.05) بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى والثانية على مقياس العبء المعرفي، استخدم الباحث اختبار "ت" T-test للعينات المستقلة وكانت النتائج كما يوضحها جدول (2) الآتي:

جدول (2) نتائج اختبار ت T-test لدلالة الفروق بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى والثانية على مقياس العبء المعرفي

المجموعة التجريبية	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	قيمة (ف)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية	مربع إيتا
الأولى	19	61.368	17.124	5.945	4.630	36	دالة عند مستوى ≤ (0.05)	0.495
الثانية	19	88.842	10.610					

يتبين من الجدول (2) أن الفروق بين متوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى ومتوسطات درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الثانية على مقياس العبء المعرفي كانت دالة عند مستوى (0.05). كما بلغ المتوسط الحسابي لكلًا من المجموعة التجريبية الأولى (61.368) والمتوسط الحسابي للمجموعة التجريبية الثانية (88.842) على التوالي، وقيمة ف (5.945) وهي

دالة عند مستوي ≤ (0.05) وفي اتجاه المتوسط الحسابي الأقل وهو خاص بالمجموعة التجريبية الأولى. مما يدل على انخفاض العبء المعرفي لدى تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه. ومن ثم إثبات عدم صحة الفرض الأول فيما يتعلق بمستوى العبء المعرفي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي.

وللتعرف على حجم الأثر لنتائج التطبيق على مقياس العبء المعرفي، قام الباحث باستخدام اختبار (مربع ايتا) (η2) لتحديد درجة أهمية وتأثير النتيجة التي ثبت وجودها إحصائيا.

وبالرجوع لجدول (2) ومن خلال قيم (ت)، ودرجة الحرية، ووفقًا لمعادلة مربع إيتا، نستنتج الآتي:

أن قيمة مربع إيتا بلغت (0.495) وهي قيمة تتجاوز القيمة الدالة على الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث التربوية والنفسية والمقدرة ب (0.15) مما يدل على وجود أثر كبير ومهم تربويًا لتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه وتأثيره على العبء المعرفي لتلاميذ الصف السادس الابتدائي في مادة العلوم.

تفسير النتائج المتعلقة بالعبء المعرفي:

تبين من النتائج أن العبء المعرفي لتلاميذ المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه كان أقل كما كانت الفروق ذات دلالة إحصائية. ويمكن إرجاع هذه النتيجة للتأثير القوي لتكنولوجيا الواقع المعزز التي ساعدت التلاميذ على الانغماس والتفاعل في بيئة التعلم بالاكتشاف وممارسة الخبرات التطبيقية المرتبطة بالجانب النظري لمادة العلوم، مما يدعم زيادة فهمهم ويخفف عنهم العبء المطلوب للتعلم والتعامل مع المهام الموجودة في بيئة التعلم بالاكتشاف. كما أن الصور والرسوم ثلاثية الأبعاد المدمجة مع أكواد الاستجابة السريعة سهلت للتلاميذ إمكانية اكتشاف الحقائق ذات العلاقة والتأثير المتبادل بينها كالعلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار مثلًا. ومما يعزز انخفاض العب المعرفي الخارجي للتلاميذ عند تفاعلهم مع مهام الواقع المعزز في بيئة موجهة عن طريق المعلم الذي يشرف ويوجه كل نشاط أو مهمة يقوم بها التلاميذ في بيئة التعلم بالاكتشاف، وهذا من شأنه أن يقلل عليهم الجهد والتعب الفكري والبدني للتعامل مع هذه المهام نظرًا لوجود دليل أو معلم يتم الرجوع إليه في حال وجود مشكلة أو تعثر في التفاعل مع مهمة من مهام التعلم بالاكتشاف. بالإضافة إلى السماح للتلاميذ بتوجيه الأسئلة وانتظار الإجابة عنها من جانب المعلم مما ساعد في تقليل العبء المعرفي لدى المجموعة التي تستخدم بيئة التعلم بالاكتشاف الموجه.

على الجانب الآخر التلاميذ الذين يوظفون تكنولوجيا الواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف الحر، تولد لديهم عبء معرفي زائد، لأن مسؤولية التعلم والاكتشاف تقع على عاتقهم. بالرغم من المزايا التي يقدمها تطبيق الواقع المعزز من ربط الصور الافتراضية ثلاثية الأبعاد بالواقع لتكوين شكل الدوائر الكهربائية والوصول إلى اكتشاف الحقائق والعلاقات، إلا أن التلاميذ يعتمدون على قدراتهم في الوصول لهذه الحقائق ويبذلون جهدًا كبيرًا لذلك. مما ينعكس على الجهد البدني والعقلي أثناء القيام بعملية الاكتشاف هذه، وبالتالي يشعر التلاميذ بالإخفاق والإحباط أحيانًا. كما أن ترك الحرية للتلاميذ للتعلم مع ترك عناصر التعلم المتمثلة في أكواد الاستجابة السريعة لديهم أدى إلى زيادة عناصر التعلم أمامهم نظرًا لعدم وجود توجيه من المعلم الذي كان من الممكن أن يسهل الاختيار فيما بين هذه العناصر لتكوين الدائرة أو أحد مكوناتها مثلًا. مما أدى إلى زيادة العبء المعرفي نتيجة ترك الحرية للتلاميذ لبناء تعلمهم.

ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء النظرية المعرفية للتعلم بالوسائط المتعددة، التي تتماشى مع توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز وما يمكن أن تقدمه من وسائط وصورًا ثلاثية الأبعاد تساعد على بناء عقلي متماسك وتحفز المتعلم على بناء المعرفة المقدمة إليه من خلال المعلومات التي تقدمها هذه الوسائط، ولكن بشرط تنظيم هذه المعلومات ودمجها مع المعارف السابقة للمتعلم، وبالتالي إشراف المعلم وتوجيهه لعملية التعلم يصبح متطلبًا أساسيًا لكي تتعلم عملية التعلم بنجاح. كما يمكن تفسيرها في ضوء نظرية العبء المعرفي التي تؤكد على أهمية التفاعل بين مهمات التعلم والذاكرة العاملة المحدودة لدى المتعلمين وأنه في التعلم بالاكتشاف الموجه يكون التصميم التعليمي سلس وموجه من جانب المعلم مما يخفف عناصر العبء الخارجي التي يتعرض لها المتعلم أثناء التعلم بالاكتشاف وبالتالي، فإنه يستطيع أن يستفسر ويسأل بحرية ويجيب عليه المعلم ويوجه نشاطه نحو التعلم الصحيح، مما ينعكس على العبء الداخلي لديه ويخفف عنه الإجهاد والتوتر والتعب. وفيما يتعلق بالنظرية البنائية، فالتعلم هنا يحدث نتيجة تعرض التلاميذ لموقف تعليمي متمثل في بيئة للتعلم بالاكتشاف سواء الموجه أو الحر والأداة المستخدمة في هذه البيئة هو تطبيق الواقع المعزز، وبالتالي يبذل التلاميذ جهدًا كبيرًا لإدراك المفاهيم الجديدة وبناء المعارف التي تُعرض أمامهم لكن في التعلم بالاكتشاف الموجه ساعد التلاميذ أفضل على بناء التعلم الصحيح وتوفير الوقت والجهد للحصول على المعرفة مما انعكس على انخفاض العبء المعرفي لديهم مقارنة بأقرانهم الذين اعتمدوا على ذاتهم في بناء معارفهم واكتسابها بصورة فردية.

وتتفق هذه النتائج مع دراسة فينوه سو كاي (Su Cai, et al.,2017) الذي أكدت على أن تقنية الواقع المعزز إذا ما أُحسن تصميمها فإنها تخفف من العبء المعرفي للمتعلمين، ودراسة (Chen, Teng, Lee, & Kinshuk, 2011) التي أوضحت أن زيادة عدد العناصر أثناء التعلم بأكواد الاستجابة السريعة يزيد من العبء المعرفي لديهم، وتتفق مع دراسة دنليفي وديد (Dunleavy & Dede, 2014) التي أكدت على أن تقليل عناصر التعلم وتوجيهها أثناء التعامل مع الواقع المعزز يؤدى إلى خفض العبء المعرفي للمتعلمين، ودراسة كوك (Cook, 2006) الذي أشار إلى أن اختيار استراتيجية للتعلم غير مناسبة لتوظيف الواقع المعزز قد يؤدى إلى نتائج سلبية للتعلم، وهذا ما ظهر في توظيف الواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف الحر. و دراسة ألفيري ورفاقه (Alfieri, et al., 2011) التي أكدت على أن المساعدات الموجه في التعلم بالاكتشاف حققت نتائج أفضل للطلاب، ومع دراسة لازوندر وهارمسين (Lazonder, & Harmsen, 2016) التي أكدت أن التوجيه والإرشاد مهم وضروري لضمان نجاح التعلم القائم على الاكتشاف، ودراسة هولشوف ودي جونج (Hulshof, & De Jong, 2006) التي أوضحت أن التعلم بالاكتشاف الموجه كان أفضل من التعلم بالاكتشاف الحر، ودراسة شاربيليز وزملاؤه (Sharples, Taylor, & Vavoula, 2005) التي اقترحت وضع المتعلمين في سياقات تعلم تتسم بالاكتشاف الموجه وخاصة من جانب المعلم أفضل من الاعتماد على التعلم الفردي، ودراسة (Sawyer, 2005) التي أشارت إلى أن زيادة اعتماد الطلاب على أنفسهم في التعلم بالاكتشاف الحر يؤدى إلى نتائج سلبية للتعلم.

كما تختلف هذه النتيجة مع دراسة (Chen, et al., 2008) ودراسة (Sharples et al., 2005) التي أكدت على أن التعلم بالاكتشاف الحر أفضل لأنه يترك الحرية للمتعلم للاكتشاف والانطلاق وإدراك العلاقات والمفاهيم.

6) التساؤل السادس الذي ينص على: ما أثر توظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحرعلى الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي في العلوم؟

للإجابة عن هذا التساؤل تم اختبار صحة الفروض التالية:

1/6 لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الفضول العلمي.

للتعرف على إذا ما كانت هناك فروق دالة إحصائيا عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى في القياس القبلي والبعدي على مقياس الفضول العلمي، استخدم الباحث اختبار "ت" T-test للعينات المرتبطة وكانت النتائج كما يوضحها جدول (3) الآتي:

جدول (3) نتائج اختبار ت T-test لدلالة الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى على التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الفضول العلمي

القياس	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية	مربع ايتا
القبلي	19	135.157	10.166	7.369	18	دالة عند مستوى < (0.05)	0.418
البعدي	19	150.368	8.159				

يتبين من الجدول (3) أن الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى على القياس القبلي والبعدي لمقياس الفضول العلمي كانت دالة عند مستوى (0.05). كما بلغ المتوسط الحسابي للقياس القبلي (135.157) والمتوسط الحسابي للقياس البعدي (150.368) على التوالي. مما يدل على أفضلية درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه في القياس البعدي، وبالتالي ارتفاع مستوى الفضول العلمي لديهم بعد تعرضهم للمعالجة التجريبية. ومن ثم إثبات عدم صحة الفرض الثاني فيما يتعلق بمستوى الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي بالنسبة للمجموعة التجريبية الأولى.

وللتعرف على حجم تأثير توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الموجه على الفضول العلمي لدى المجموعة التجريبية الأولى، قام الباحث باستخدام اختبار (مربع ايتا) (η2) لتحديد درجة أهمية وتأثير النتيجة التي ثبت وجودها إحصائيا.

وبالرجوع لجدول (3) ومن خلال قيم (ت)، ودرجة الحرية، ووفقًا لمعادلة مربع إيتا، نستنتج الآتي:

أن قيمة مربع إيتا بلغت (0.418) وهي قيمة تتجاوز القيمة الدالة على الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث التربوية والنفسية والمقدرة ب (0.15) مما يدل على وجود أكثر كبير ومهم تربويًا لتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه وتأثيره على تنمية الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي في مادة العلوم.

2/6 لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الثانية التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر في التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الفضول العلمي.

للتعرف على إذا ما كانت هناك فروق دالة إحصائيا عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الثانية في القياس القبلي والبعدي على مقياس الفضول العلمي، استخدم الباحث اختبار "ت" T-test للعينات المرتبطة وكانت النتائج كما يوضحها جدول (4) الآتي:

جدول (4) نتائج اختبار ت T-test لدلالة الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الثانية على التطبيق القبلي والبعدي لمقياس الفضول العلمي

القياس	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية	مربع ايتا
القبلي	19	137.315	9.285	5.649	18	دالة عند مستوى < (0.05)	0.214
البعدي	19	148.052	10.244				

يتبين من الجدول (4) أن الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الثانية على القياس القبلي والبعدي لمقياس الفضول العلمي كانت دالة عند مستوى (0.05). كما بلغ المتوسط الحسابي للقياس القبلي (137.315) والمتوسط الحسابي للقياس البعدي (148.052) على التوالي. مما يدل على أفضلية درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الثانية التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الحر في القياس البعدي، وبالتالي ارتفاع مستوى الفضول العلمي لديهم بعد تعرضهم للمعالجة التجريبية. ومن ثم إثبات عدم صحة الفرض الثاني فيما يتعلق بمستوى الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي بالنسبة للمجموعة التجريبية الثانية.

وللتعرف على حجم تأثير توظيف الواقع المعزز في التعلم القائم على الاكتشاف الحر على الفضول العلمي لدى المجموعة التجريبية الأولى، قام الباحث باستخدام اختبار (مربع ايتا) ($\eta 2$) لتحديد درجة أهمية وتأثير النتيجة التي ثبت وجودها إحصائيا.

وبالرجوع لجدول (4) ومن خلال قيم (ت)، ودرجة الحرية، ووفقًا لمعادلة مربع إيتا، نستنتج الآتي:

أن قيمة مربع إيتا بلغت (0.214) وهي قيمة تتجاوز القيمة الدالة على الأهمية التربوية للنتائج الإحصائية في البحوث التربوية والنفسية والمقدرة ب (0.15) مما يدل على وجود أكثر كبير ومهم تربويًا لتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر وتأثيره على تنمية الفضول العلمي لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي في مادة العلوم.

3/6 لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ كلًا من المجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه والمجموعة التجريبية الثانية التي درست بتوظيف الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الحر في التطبيق البعدي لمقياس الفضول العلمي.

للتعرف على إذا ما كانت هناك فروق دالة إحصائيا عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى والثانية على القياس البعدي لمقياس الفضول العلمي، استخدم الباحث اختبار "ت" T-test للعينات المستقلة وكانت النتائج كما يوضحها جدول (5) الآتي:

جدول (5) نتائج اختبار ت T-test لدلالة الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى والثانية على التطبيق البعدي لمقياس الفضول العلمي

المجموعة التجريبية	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	قيمة (ف)	درجة الحرية	الدلالة الإحصائية
الأولى	19	150.368	8.159	0.771	0.102	36	غير دالة
الثانية	19	148.052	10.244				

يتبين من الجدول (5) أن الفروق بين متوسطي درجات تلاميذ المجموعة التجريبية الأولى والثانية على القياس البعدي لمقياس الفضول العلمي كانت غير دالة عند مستوى (0.05). كما بلغ المتوسط الحسابي للمجموعة التجريبية الأولى (150.368) والمتوسط الحسابي للقياس البعدي (148.052) على التوالي. وعلى الرغم من الارتفاع الطفيف للمجموعة التجريبية الأولى التي درست بتوظيف الواقع المعزز في المتوسط الحسابي البعدي، إلا أن هذا الفرق غير معبر وغير دال إحصائيًا. ومن ثم إثبات صحة الفرض الرابع فيما يتعلق بالفرق في مستوى الفضول العلمي بين المجموعتين التجريبيتين للبحث الحالي.

تفسير النتائج المتعلقة بالفضول العلمي:

أوضحت النتائج أن أفراد عينة البحث الأساسية في كلا المجموعتين قد زاد معدل أو مستوى الفضول العلمي لديهم بعد الانتهاء من المعالجة التجريبية. ويمكن إرجاع ذلك إلى أن تكنولوجيا الواقع المعزز وما تتميز به من جذب وإثارة للتلاميذ من حيث دمجها وتقديمها لنماذج لصور ثلاثية الأبعاد تمثل مكونات الدائرة الكهربائية وإمكانية التعامل معها وتحريكها عن طريق توجيه كاميرا الجهاز المحمول إلى أكواد الاستجابة السريعة، أعطى للطلاب متعة وتشويق وحثهم على تعلم المزيد نظرًا لأنهم لم يتعاملوا مع تكنولوجيا الواقع المعزز من قبل، وبالتالي تولد لديهم الرغبة في المزيد من الاستكشاف والاستقصاء والفضول وحب العلوم. كما كون لديهم الدوافع المرتبطة بالبحث عن المعرفة، نتيجة للاستثارة التي وجودها عند التعامل مع تكنولوجيا الواقع المعزز من حيث وجود فجوة معرفية يحاول التلاميذ اكتشافها واكتسابها بالتجربة الافتراضية المقدمة إليهم، التي كانت المحرك الأساسي لزيادة الفضول لديهم للحصول على معارف ومعلومات جديدة. وهذا يتفق مع المكونات الأساسية للفضول من حيث التوسع من خلال الانغماس في بيئة تعلم جديدة مليئة بالمعارف والخبرات، ثم الانخراط الذي يمثل الرغبة في معرفة تجارب ومعلومات جديدة والبحث والفضول للوصول إلها وهذا ما انعكس على استجابات التلاميذ على مقياس الفضول العلمي بعديًا.

كما يمكن تفسير عدم وجود فروق بين المجموعتين على مقياس الفضول العلمي وإرجاع ذلك إلى طبيعة بيئة التعلم بالاكتشاف نفسها التي تحث التلاميذ على جمع البيانات وتحليلها وتجميعها ومحاولة الوصول للحقائق والعلاقات عن طريق التعامل مع المهام المطلوبة منهم والقائمة على توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز. وبالتالي حاول التلاميذ تطوير معارفهم وتطوير مهارات البحث والفضول العلمي لديهم وتَكُونَ لديهم شغف كبير لاستكشاف المزيد فيما يتعلق بالعلوم والاكتشافات العلمية وتقصي العالم من حولهم. مما يؤكد على فعالية توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في طريقتي التعلم بالاكتشاف الموجه مقابل الحر في زيادة الفضول العلمي لدى التلاميذ في مادة العلوم. كما أن طبيعة مادة العلوم وما تفرضه على التلاميذ من ضرورة في البحث والتقصي والاكتشاف وما عزز من ذلك توظيف الواقع المعزز في العلوم وما مثله من ربط للجانب النظري بالجانب التطبيقي، مما أعطى الفرصة للتلاميذ لممارسة العديد من أنشطة التجريب التي تعتمد على الدمج بين الواقع الافتراضي والواقع الحقيقي، والسماح بمراقبة التركيبات التي تظهر نتيجة تركيب بعض الصور مع بعضها والحصول على النتيجة كتشغيل مروحة أو إنارة مصباح، وبالتالي تقديم تغذية راجعة فورية تعزز ثقة التلاميذ بالنفس وتحثهم على تنمية حب الفضول العلمي لديهم لاكتشافات وتركيبات وعلاقات أخرى.

وتتفق هذه النتيجة مع دراسة نرمين مصطفى الحلو (2017) التي أكدت على فعالية توظيف الواقع المعزز في تنمية حب الفضول العلمي، ودراسة شيل (Shell, 2010) التي أكدت على أن الواقع المعزز يدعم حب الاستطلاع ويزيد الفضول بدرجة كبيرة، ودراسة ماجون (Magon, 2011) التي أوضحت أن الواقع المعزز يثير الخيال من خلال الصور ثلاثية الأبعاد التي قدمها وأن الأطفال الذي نما لديهم الخيال نما لديهم أيضًا حب الفضول العلمي.

ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء النظرية البنائية الاجتماعية، فمن خلال تفاعل التلاميذ مع أنشطة التعلم بالواقع المعزز في بيئة التعلم بالاكتشاف سواء الموجه أو الحر، وتفاعلهم مع زملائهم في الصف ساعدهم في بناء الخبرات والمعارف والبحث عن معارف جديدة وأثار لديهم الفضول لاكتسابه ونقلها للآخرين. كما تدعم نظرية النماذج العقلية هذه النتائج، فيما يتعلق بتقديم تمثيلات بصرية إضافية للواقع الحقيقي تدعم خيال المتعلمين وتعزز تفكيرهم البصري وتحثهم على تكوين نماذج عقلية ترتكز على الارتقاء والتغيير، مما يولد لديهم الفضول والاستطلاع لمعرفة المزيد من الحقائق والمفاهيم والبحث عنها.

توصيات البحث:

استنادًا إلى النتائج التي تم التوصل إليها، يمكن تقديم التوصيات الآتية:

1- ضرورة تبني المناهج والمقررات الدراسية لتكنولوجيا الواقع المعزز لما لها من خصائص وإمكانات مميزة لجعل عملية التعلم شيقة وممتعة.

2- الاهتمام بتدريب المعلمين وأعضاء هيئة التدريس على كيفية إنتاج واستخدام تطبيقات للواقع المعزز لدعم المفاهيم الصعبة والمجردة في مقرراتهم الدراسية.

3- أهمية توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في التعلم بالاكتشاف الموجه للاستفادة القصوى منه لتحقيق نواتج التعلم المرغوبة.

4- الاستفادة من أدوات البحث الحالي المتمثلة في مقياس العبء المعرفي ومقياس الفضول العلمي، نظرًا لقلة هذه المقاييس في أبحاث تكنولوجيا التعليم.

مقترحات لبحوث مستقبلية:

1- إجراء دراسة تتناول العلاقة بين تأثير عدد عناصر التعلم في التعلم بالاكتشاف القائم على الواقع المعزز على العبء المعرفي للمتعلمين.
2- إجراء دراسة مقارنة بين كثافة عرض طبقات المعلومات على البيئة الحقيقية في تكنولوجيا الواقع المعزز على السعة العقلية للمتعلمين وتحصيلهم المعرفي.
3- إجراء دراسة تتناول معايير تصميم بيئات التعلم بالواقع المعزز لدى تلاميذ المرحلة الابتدائية.

مراجع البحث

أولًا: المراجع العربية.

إبراهيم أحمد الحارثي (2003). *تدريس العلوم بأسلوب حل المشكلات؛* النظرية والتطبيق. ط2، المكتبة الشعرية، الرياض.

أبو المجد إبراهيم الشوربجي (2008). التعلم بالاستقبال والتعليم بالاكتشاف وعلاقتهما بقوة السيطرة المعرفية لدى تلاميذ وتلميذات المرحلة الإعدادية دراسة تنبؤيه. *مجلة دراسات تربوية واجتماعية*، كلية التربية جامعة حلوان، مج 14، ع2.

إسلام جهاد عوض الله (2016). فاعلية برنامج قائم على تكنولوجيا الواقع المعزز Augmented Reality في تنمية مهارات التفكير البصري في مبحث العلوم لدى طلاب الصف التاسع بغزة. *رسالة ماجستير غير منشورة*، كلية التربية، جامعة الأزهر، غزة.

أكرم فتحي مصطفى (2018). تصميم الاستجابة السريعة في التعلم بالواقع المعزز وأثرها على قوة السيطرة المعرفية والتمثيل البصري لإنترنت الأشياء ومنظور زمن المستقبل لدى طلاب ماجستير تقنيات التعليم. *المجلة التربوية*، كلية التربية، جامعة سوهاج، ع 53.

آمال صادق، فؤاد أبو حطب (1996). *علم النفس التربوي*. ط5، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

أمل حمادة إبراهيم (2017). أثر استخدام تطبيقات الواقع المعزز على الأجهزة النقالة في تنمية التحصيل ومهارات التفكير الإبداعي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي. *تكنولوجيا التربية-دراسات وبحوث*، الجمعية العربية لتكنولوجيا التربية، ع 34، 259-318.

امل عمر سليمان (2017). دمج تكنولوجيا الواقع المعزز في سياق الكتاب المدرسي وأثره في الدافع المعرفي والاتجاه نحوه. *المؤتمر العلمي الرابع والدولي الثاني: التعليم النوعي: تحديات الحاضر ورؤى المستقبل*، كلية التربية النوعية، جامعة عين شمس، 860-918.

آنية ماهر هزيم (2011). أثر استخدام استراتيجية الاكتشاف الموجه بالوسائل التعليمية في التحصيل والتذكر وانتقال أثر التعلم في الرياضيات لطلبة الصف الثامن الأساسي في محافظة قلقيلية. *رسالة ماجستير غير منشورة*، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، فلسطين.

إيهاب سعد محمود (2015). نموذج مقترح لعلاج بعض مشكلات الواقع الافتراضي في ضوء مستحدثات تكنولوجيا التعليم. *رسالة دكتوراه غير منشورة*، كلية التربية النوعية، قسم تكنولوجيا التعليم، جامعة بنها.

بندر راشد الحويفي (2016). توظيف تكنولوجيا الواقع المعزز في هندسة الكتاب المدرسي لمستخدميه. *المجلة العربية للتربية*، 30(2)، 150-168.

تهاني بنت فهد الفهد (2018). فاعلية استخدام تقنية الواقع المعززReality Augmented في تنمية الاستيعاب المفاهيمي لدى طالبات الصف الثاني ثانوي في مادة الفيزياء بمدينة الرياض. *مجلة القراءة والمعرفة*، الجمعية المصرية للقراءة والمعرفة، ع 205، 39-82.

الحسين إسماعيل السيد (2012). أثر تدريس وحدة الدائرة باستخدام استراتيجية قائمة على الدمج بين التعلم بالاكتشاف والتعلم الإلكتروني في التحصيل الدراسي. *رسالة ماجستير غير منشورة*، كلية التربية، جامعة أم القرى، مكة.

خالد نوفل (2010). *تكنولوجيا الواقع الافتراضي واستخداماتها التعليمية*. دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان.

دلال كامل قدورة (2009). طرق التدريس العامة، عمان، دار دجلة.

رياض الحسن بن عبد الرحمن، لينا الصويلح بنت محمد (2017). أثر استخدام برمجية للتعلم بالاكتشاف الموجه في تدريس مقرر الحاسب الآلي على التحصيل الدراسي لدى طالبات الصف الأول ثانوي. *رسالة الخليج العربي*، مكتب التربية العربي لدول الخليج، 15-31.

زينب حسن السلامي (2016). نمطا الدعم التعليمي باستخدام الواقع المعزز في بيئة تعلم دمج وأثرها على تنمية التحصيل وبعض مهارات البرمجة والانخراط في التعلم لدى طلاب كلية التربية النوعية مرتفعي ومنخفضي الدافعية للإنجاز. *مجلة تكنولوجيا التعليم*، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، مج 24، ع1، 3-114.

سارة بنت سليمان الهاجري (2018). أثر استخدام الواقع المعزز Reality Augmented في تنمية التحصيل الدراسي ومهارات الأداء العملي في مقرر الفقه لطالبات الصف الأول المتوسط في مدينة الرياض. *دراسات تربوية ونفسية*، كلية التربية، جامعة الزقازيق، ع 98، 127-211.

السيد مصطفى مدين (2013). تنمية مهارات الحس العددي لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي باستخدام استراتيجية مقترحة للتعلم بالاكتشاف بمساعدة الحاسوب. *مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، رابطة التربويين العرب، ع 42، ج4، 217-251.

صلاح أحمد مراد، فوزية عباس هادي (2006). أثر الاستقصاء الموجه في تنمية حب الاستطلاع والقدرات الابتكارية والتحصيل في العلوم لتلاميذ الصف الرابع الابتدائي بالكويت. *مجلة العلوم الاجتماعية*، جامعة الكويت-مجلس النشر العلمي، مج 34، ع 2، 79-125.

عايش محمود زيتون (2001). *أساليب تدريس العلوم*. ط 1، الإصدار الرابع، دار الشروق، عمان.

علي حبيب الكندري (2018). التعلم الإلكتروني والعبء المعرفي على الطلاب: دراسة تقويمية ورؤية مستقبلية. *دراسات تربوية ونفسية*، كلية التربية، جامعة الزقازيق، ع101.

فتحي مصطفى الزيات (2004). *سيكولوجية التعلم بين المنظور الارتباطي والمنظور المعرفي*. سلسلة علم النفس المعرفي، دار النشر للجامعات، القاهرة.

مجدي عقل (2014). نموذج مقترح لتوظيف تقنية الحقيقة المدمجة Augmented Reality في عرض الرسومات ثلاثية الأبعاد لطلبة التعليم العام. ورقة عمل مقدمة لليوم الدراسي "المستحدثات التكنولوجية في عصر المعلوماتية"، كلية التربية، جامعة الأقصى، غزة.

محمد عطية خميس (2015). تكنولوجيا الواقع الافتراضي وتكنولوجيا الواقع المعزز وتكنولوجيا الواقع المخلوط. *مجلة تكنولوجيا التعليم*، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، مج 25، ع2، 1-3.

محمد يوسف الزعبي (2012). *العبء المعرفي بين النظرية والتطبيق*. ط1، مؤسسة حمادة للدراسات الجامعية والنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

مصطفى سالم محمد (2017). أثر التفاعل بين أنماط التعلم داخل بيئة الواقع المعزز المعروض بواسطة الأجهزة الذكية :الحواسيب اللوحية والهواتف الذكية والأسلوب المعرفي على التحصيل المعرفي لدى طلاب التربية الخاصة المعلمين بكلية التربية واتجاهاتهم نحو استخدام تقنيات التعلم الإلكتروني لذوي الاحتياجات الخاصة. *مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، رابطة التربويين العرب، ع 92، 23-76.

مصطفى عبد الرحمن طه، صفاء عبد العزيز سلطان (2015). فاعلية نموذج التعلم البنائي في تعديل التصورات الخاطئة نحو مفاهيم الويب الدلالي وتنمية حب الاستطلاع لدى طلاب كلية التربية. *مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، ع 68، 15-72.

مها الحسيني (2014). أثر استخدام تقنية الواقع المعزز في وحدة من مقرر الحاسب الآلي في تحصيل واتجاه طالبات المرحلة الثانوية. *رسالة ماجستير غير منشورة*، كلية التربية، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية.

نرمين مصطفى الحلو (2017). فاعلية تدريس وحدة مقترحة في الاقتصاد المنزلي قائمة على استراتيجية حب التخيل العقلي بتقنية الواقع المعزز لتنمية التفكير البصري وحب الاستطلاع لدى تلميذات المرحلة الابتدائية. *دراسات عربية وفي التربية وعلم النفس*، ع 11، 87-150.

هيام سالم مصطفى (2011). فاعلية طريقة الاكتشاف الموجه باستخدام الكمبيوتر في تنمية التحصيل والاتجاهات نحو التغذية السليمة لطلاب المرحلة الإعدادية. *مجلة بحوث التربية النوعية*، جامعة المنصورة، ع (21).

يحي محمد نبهان (2012). *الأساليب الحديثة في التعليم والتعلم*. دار اليازوري العملية للنشر والتوزيع، عمان.

ثانيًا: المراجع الأجنبية.

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, *20*, 1–11.

Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, *57*, 334–342.

Alfieri, Louis,Brooks, Patricia J.,Aldrich, Naomi J.,Tenenbaum, Harriet R.(2011). Does discovery-based instruction enhance learning**?.** *Journal of Educational Psychology*, Vol 103(1).

Alhumaidan, H., Lo, K. P. Y., & Selby, A. (2018). Co-designing with children a collaborative augmented reality book based on a primary school textbook. *International Journal of Child-Computer Interaction, 15*, 24-36. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.11.005

Anderson, E. &Liarokapis, F.(2014). *Using augmented reality as medium to assist teaching in higher education*. Coventry University, UK.

Antonaci, A., Klemke, R., & Specht, M. (2015). Towards Design Patterns for Augmented Reality Serious Games. In The Mobile Learning Voyage-From, Small Ripples to Massive Open Waters, *Springer International Publishing*, 273-282.

Antonioli, M., Blake, C., & Sparks, K. (2014). Augmented reality applications in education. *The Journal of Technology Studies*, 96-107 .

Ayres, P. (2006). Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems. *Learning and Instruction*, *16*(5), 389–400.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence (Cambridge, Mass.)*, *6*(4), 355–385. doi:10.1162/ pres.1997.6.4.355.

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. and MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications* .21(6): 34-47.

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk, Dr. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology and Society*, 17, 133-149.

Bathgate, M. E., Schunn, C. D., & Correnti, R. (2014). Children's motivation toward science across contexts, manner of interaction, and topic. *Science Education*, 98(2), 189–215.

Beheshti, J. (2012). Virtual Environments for Children and Teens, Virtual Reality in Psychological, Medical and Pedagogical Applications, (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/51628

Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W., & Feder, M. A. (Eds.). (2009). Learning science in informal environments: People, places, and pursuits. Washington, DC: *National Academies Press*. Available at: http://makepuppet.org/after_school/learning Science_inInforalSetting.pdf.

Berlyne, D. E. (1954). A theory of human curiosity. *British Journal of Psychology*. General Section, 45,(3), 180–191.

Berlyne, D. E. (1966). Curiosity and exploration. Science, 153(3731), 25–33. Available at: http://science.sciencemag.org/content/153/3731/25/tab-pdf.

Blayney, P. J., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2015). Using cognitive load theory to tailor instruction to levels of accounting students' expertise. *Educational Technology & Society*, *18*(4), 199–210.

Bower, M., Howe, K., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education – Cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1–15. doi:10.1080/09523987.2014.889400

Bower, M., Lee, M. J., & Dalgarno, B. (2017). Collaborative learning across physical and virtual worlds: Factors supporting and constraining learners in a blended reality environment. *British Journal of Educational Technology*, 48(2), 407–430.

Bruner, J. S., & Sherwood, V. (1976). Peekaboo and the learning of rule structures. Play: Its role in development and evolution and development. Harmondsworth: Penguin.

Bruning, R, Horn, C. & Pytlikzilig, L. (2003). *Web-Based Learning: What do We Know? Where do we go Green Wich*. C T., Information Age Publishing, 54, 1335-1345.

Cai, S., Chiang, F.-K., & Wang, X. (2013). Using the augmented reality 3D technique for a convex imaging experiment in a physics course. *International Journal of Engineering Education*, 29(4), 856–865.

Cai, S., Wang, X., Gao, M., & Yu, S. (2012). Simulation teaching in 3D augmented reality environment. In: *1st IIAI international conference on advanced applied informatics*. Fukuoka, Japan: IEEE Computer, Society, 83–88.

Cai. S, Wang. X, Chiang. F.K (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40.

Carmichael, G., Biddle, R., & Mould, D. (2012). Understanding the power of augmented reality for learning. *Paper presented at the World Conference on E-Learning in Corporate*, Government, Healthcare, and Higher Education 2012 with permission of AACE.

Chak, A. (2002). Understanding children curiosity and exploration through the Lenses of Lewis Field theory: on developing an appraisal framework. *Early Child Development Care*, 172(1), 77-87.

Chang, H. Y., Wu, H. K., & Hsu, Y. S. (2013). Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a scions scientific issue. *British Journal of Educational Technology, 44*(3), 95-99.

Chang, R.-C., Chung, L.-Y., & Huang, Y.-M. (2016). Developing an interactive augmented reality system as a complement to plant education and comparing its effectiveness with video learning. *Interactive Learning Environments*, *24*(6), 1245–1264. doi:10.1080/10494820.2014.982131.

Chang, Rong-Chi, Yu, Zeng-Shiang (2018). Using Augmented Reality Technologies to Enhance Students' Engagement and Achievement in Science Laboratories. *International Journal of Distance Education Technologies*, 16(4), 54:72.

Chen NS., Hung IC., Fang WC. (2015) Augmentation Strategies for Paper-Based Content Integrated with Digital Learning Supports Using Smartphones. In: Kinshuk, Huang R. (eds) Ubiquitous Learning Environments and Technologies. Lecture Notes in Educational Technology. Springer, Berlin, Heidelberg .doi. https://doi.org/10.1007/978-3-662-44659-1_6

Chen, N. S., Teng, D. C. E., Lee, C. H., & Kinshuk. (2011). Augmenting paper based reading activity with direct access to digital materials and scaffolder questioning. *Computers & Education, 57*, 1705–1715.

Chen, W., Tan, N. Y. L., Looi, C.-K., Zhang, B., & Seow, P. S. K. (2008). Handheld computers as cognitive tools: Technology-enhanced environmental learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 3(3), 231–252.

Chen, Y. (2013). Learning Protein Structure with Peers in an AR Enhanced Learning Environment. *Doctor's thesis*, University of Washington. USA.

Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, *22*(4), 449–462.

Cheng, T. S., Lu, Y. C., & Yang, C. S. (2015). Using the multi-display teaching system to lower cognitive load. *Educational Technology & Society*, *18*(4), 128–140.

Chiang, T.-H.-C., Yang, S.-J.-H., & Hwang, G.-J. (2014). An Augmented Reality-based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Educational Technology & Society*, *17* (4), 352–365.

Chiu, J. L., DeJaegher, C., & Chao, J. (2015). The Effects of Augmented Virtual Science Laboratories on Middle School Students' Understanding of Gas Properties. *Computers & Education*, *85*, 59–73. doi:10.1016/j. compedu.2015.02.007.

Choi, H., Cho, B., Masamune, K., Hashizume, J. and Hong, J. (2015). An effective visualization technique for depth perception in augmented reality-based surgical navigation, *The International Journal Of Medical Robotics And Computer Assisted Surgery* Int J Med Robotics Compute Assist Surge 2016; 12: 62–72, published online 5 May 2015 in Wiley Online Library. DOI: 10.1002/rcs.1657.

Clipperfield, B. (2004). *Cognitive Load Theory and Instructional Design*. Available at: http://www.usask.ca/education.

Cook, M.P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90 (6), 1073-1109.

Diaz, C. , Hincapié, M., & Moreno, G. (2015). How the Type of Content in Educative Augmented Reality Application Affects the Learning Experience. *Procedia Computer Science*, *75*, 205 – 212.

Diegmann, P.; Schmidt-Kraepelin, M.; Van den Eynden, S.; Basten, D. (2015): Benefits of Augmented Reality in Educational Environments - A Systematic Literature Review, in: Thomas. O.; Teuteberg, F. (Hrsg.): Proceedings der 12.internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2015), Osnabrück, S. 1542-15561542.

Dunleavy, M. & Dede, C. (2014). Augmented Reality Teaching and Learning. J.M. Spector et al. (eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*,(pp. 735-745). New York: Springer.

Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences, 8*(3-4), 391-450.

El Sayed, N. (2011). Applying Augmented Reality Techniques in the Field of Education. Computer Systems Engineering. *Unpublished master's thesis*. Banha University, Egypt.

Engel, S. (2009). Is curiosity vanishing? *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(8), 777–779.

Erry, C., Ginns, P. & Pitts, C., (2006). Cognitive load theory and user interface design: Making software easy to learn and use. Available at: http://www.ptg-global.com/PDFArticles/Cognitive load theory and user interface design Part 1 v1.0.pdf.

Estapa, A., & Nadolny, L. (2015). The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, *16*(3), 40–48.

Furht, Borko, (2011). *Handbook of Augmented Reality*.USA: Springer Science 7 Business Media.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. http://doi.org/10.3102/003465431 2457206.

Glockner,H.,Jannek,K.,Mahn,J.,& Theis (2014). Augmented Realityin Logistics, Changing the way we see logistics – a DHL perspective. Available at: http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights /csi_augmented_reality_report_290414.pdf

Grossnickle, E. M. (2014). Disentangling curiosity: Dimensionality, definitions, and distinctions from interest in educational contexts. *Educational Psychology Review*, 28(1), 23–60.

Hannu, Salmi, Helena Thuneberg, & Mari-Pauliina, Vainikainen (2017) Making the invisible observable by Augmented Reality in informal science education context, *International Journal of Science Education*, Part B, 7:3, 253-268. doi: 10.1080/21548455.2016.1254358.

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and Clark .(2006)*Educational Psychologist*, 42(2), 99 -107.

Hou, H. T. (2012). Analyzing the learning process of an online role-playing discussion activity. *Educational Technology & Society*, 15(1), 211e222.

Hulshof, C.D., & De Jong, T., (2006). Using just-in-time information to support scientific discovery learning in a computer-Bases simulation. *Interactive Learning Environments*, 14(1), 79-94.

Hung, Y. N. (2014). "What are you looking at?" an eye movement exploration in science text reading. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *12*(2), 241–260.

Hwang, G.-J., Wu, C.-H., Tseng, J. C. R., & Huang, I. (2010). Development of a ubiquitous learning platform based on a real-time help-seeking mechanism. *British Journal of Educational Technology*, *54.*

Ibanez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, *123*, 109–123.

Javornik, A. (2016). Augmented reality: Research agenda for studying the impact of its media characteristics on consumer behavior. *Journal of Retailing and Consumer Services*, *30*, 252–261. doi:10.1016/j. jretconser.2016.02.004

Jirout, J., & Klahr, D. (2012). Children's scientific curiosity: In search of an operational definition of an elusive concept. *Developmental Review*, 32(2), 125–160.

Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *Augmented reality time-to-adoption horizon: Four to five years*. NMC Horizon Report: 2012 K-12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium, 28–31.

Jong, T. De, & Joolingen, W. Van (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), Available at: http://rer.sagepub.com/content/68/2/179.short.

Joo-Nagata ,J., Martinez Abad, F., García-Bermejo Giner, J., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: Evaluation of an educational program in Chile. *Computers & Education, 11, 1-17.*

Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education, 68*, 545-556.

Kashdan, T. B., & Silvia, P. J. (2009). *Curiosity and interest: The benefits of thriving on novelty and challenge*. In C. R. Snyder & S. J. Lopez (Eds.), Handbook of positive psychology (2nd ed., 367– 374). New York, NY: Oxford University Press.

Kashdan, T. B., Gallagher, M. W., Silvia, P. J., Winterstein, B. P., Breen, W. E., Terhar, D., & Steger , M. F. (2009). The curiosity and exploration inventory-II: Development, factor structure, and psychometrics. *Journal of Research in Personality*, 43(6), 987–998.

Kashdan, T. B., Rose, P., & Fincham, F. D. (2004). Curiosity and exploration: Facilitating positive subjective experiences and personal growth opportunities. *Journal of Personality Assessment*, 82, 291–305.

Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 47*, 297-302. doi:https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.654

Kipper, G., & Rampolla, J. (2012). *Augmented Reality. An Emerging Technologies Guide to AR* .Syngress. Available at: http://www.gbv.de/dms/tib-ub-hannover/689 897928.pdf

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not Work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. http://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1.

Knorzer, L., Brünken, R., & Park, B. (2016). Emotions and multimedia learning: The moderating role of learner characteristics. *Journal of Computer Assisted Learning*, *32*(6), 618–631.

Kugelmann, D., Stratmann, L., Nühlen, N., Bork, F., Hoffmann, S., Samarbarksh, G., Waschke, J. (2018). An Augmented Reality magic mirror as additive teaching device for gross anatomy. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger, 215*, 71-77. doi:https://doi.org/10.1016/j.aanat.2017.09.011

Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognition and Instruction*, 18(4), 495e523.

Lai. Ah-Fur, Chen. Chih-Hung & Lee. Gon-Yi (2019). An augmented reality-based learning approach to enhancing students' science reading performances from the perspective of the cognitive load theory, *British Journal of Educational Technology, 50(1), 232-247*. doi:10.1111/bjet.12716.

Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3).

Leahy, W., & Sweller, J. (2016). Cognitive load theory and the effects of transient information on the modality effect. *Instructional Science*, *44*(1), 107–123.

Lee, K. (2012). Augmented Reality in education and training, Tech Trends: *Linking Research & Practice to Improve Learning*, 56(2), 184-196.

Liarokapis, Fotis & Anderson, Eike. (2010). Using Augmented Reality as a Medium to Assist Teaching in Higher Education. 9-16. DOI: 10.2312/eged.20101010.

Lim, B. R. (2004). Challenges and issues in designing inquiry on the web. *British Journal of Educational Technology, 35*(5), 627-643.

Litman, J. A., & Jimerson, T. L. (2004). The measurement of curiosity as a feeling of deprivation. *Journal of Personality Assessment*, 82, 147–15.

Liu, P.-E., & Tsai, M. (2013). Using augmented-reality-based mobile learning material in EFL English composition: An exploratory case study. *British Journal of Educational Technology*, 44 (1), 1-4.

Lord, T., & Orkwiszewski, T. (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a science laboratory. *The American Biology Teacher*, 68(6), 342e345.

Luce, M., & Hsi, S. (2014). Science-relevant curiosity expression and interest in science: An exploratory study. *Science Education*, 99(1), 70–97.

Magon, K.T. (2011):"The Curiosity Dimension of Fifth Grade Children: A factor discriminate analysis. *Child Development*, 42, 3020.

Markey, A., & Loewenstein, G. (2014). *Curiosity. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia* (Eds.), International handbook of emotions in education, 228–245. New York, NY: Routledge.

Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M.,& Mora, C. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior, 51*, 752–761.

Mason, L., Tornatora, M. C., & Pluchino, P. (2013). Do fourth graders integrate text and picture in processing and learning from an illustrated science text? Evidence from eye-movement patterns. *Computers & Education*, *60*(1), 95–109.

Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University press.

Mayer, R. E. (2014a). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 43–71. New York, NY: Cambridge University Press.

Myers, K.. (2012). How Augmented Reality Can Change Teaching. Available at: https://www.gettingsmart.com/2012/12/how-augmented-reality-can-change-teaching/.

Nadolny, L. (2017). Interactive print: The design of cognitive tasks in blended augmented reality and print documents. *British Journal of Educational Technology*, *48*(3), 814–823.

Ogata, H., Li, M., Hou, B., Uosaki, N., El-Bishouty, M. M., & Yano, Y. (2011). SCROLL: Supporting to share and reuse ubiquitous learning log in the context of language learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, *6*(2), 69-82.

Otaola, Jose. (2002). Ten Standards Based On Cognitive Theory For Designing Instructional Media Projects. Available at: https://www.researchgate.net/publication/270887050_Ten_Standards_Based_On_Cognitive_Theory_For_Designing_Instructional_Media_Projects.

Paas, F., & Sweller, J. (2014). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning, 27*–42. New York, NY: Cambridge University Press.

Park, S. B., Jung, J. J., & You, E. (2015). Storytelling of collaborative learning system on augmented reality. In D. Camacho, S.-W. Kin, & B. Trawinki (Eds.), New trends in computational collective intelligence, series studies in computational intelligence,139-147. doi:10.1007/978-3-319-10774-5_13.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. http://doi.org/10.1016/j. edurev.2015.02.003.

Perez-Lopez, D. & Contero, M. (2013). Delivering Educational Multimedia Contents Through an Augmented Reality Application: A Case Study on its Impact on Knowledge Acquisition and Retention, *The Turkish Journal of Educational Technology*, 1(24).

Perry, B. (2001). Curiosity: The fuel of development. Available at: http://teacher.scholastic .com.

Price, B. (2001). Enquiry-based learning: An introductory guide. *Nursing Standard, 15*(52), 45-52.

Radu, J. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543.

Ramsden, A. (2008) The use of QR codes in Education: a getting started guide for academics. Working Paper. University of Bath, Bath, U. K. (Unpublished).

Ruiz-Ariza, A., Casuso, R. A., Suarez-Manzano, S., & Martínez-López, E. J. (2018). Effect of augmented reality game Pokémon GO on cognitive performance and emotional intelligence in adolescent young. *Computers & Education, 116*, 49-63. doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.002.

Salmi, H., Kaasinen, A., & Kallunki, V. (2012). Towards an open learning environment via Augmented Reality (AR): Visualizing the invisible in science centers and schools for teacher education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 45, 284–295.

Sawyer, R. K. (2005). *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge University Press.

Shakroum, M., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2018). The influence of Gesture-Based Learning System (GBLS) on Learning Outcomes. *Computers & Education, 117*, 75-101. doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.10.002

Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2005). Towards a theory of mobile learning. Proceedings of MLearn, 2005(1), 1–9. http://doi.org/citeulike-article-id:6652555.

Shea, A. (2014). *Student Perceptions of a Mobile Augmented Reality Game and Willingness to Communicate in Japanese. Education in Learning Technologies*, Doctor's thesis, Pepperdine University. California-United States.

Shell, E. (2010): "Self – efficacy and Outcome Expectancy Mechanisms in Reading and Writing Achievement". *Journal of Educational Psychology*, 1, 81.

Silvia, P. J. (2006). What is interesting? Exploring the appraisal structure of interest. Emotion, 5(1), 89–102. doi:10.1037/1528-3542.5.1.89.

Solak, E. & Cakır, R. (2015). Exploring the effect of materials designed with augmented reality on language learners' vocabulary learning. *The Journal of Educators Online-JEO, 13*(2), 50-72.

Sorden, S. (2005). A Cognitive Approach to Instructional Design for Multimedia Learning. *Information Science Journal*. 8(3).

Specht, M., Bedek, M., Duval, E., & Held, P. (2013). WESPOT: Inquiry based learning meets learning analytics. Available at: http://bg-openaire.eu/handle/10867/130.

Spektor-Levy, O., Baruch, Y. K., & Mevarech, Z. (2013). Science and scientific curiosity in pre-school-the teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2226–2253. doi:org/10.1080/09500693.2011.631608

Su Cai, Feng-Kuang Chiang, Yuchen Sun, Chenglong Lin & Joey J. Lee (2017). Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction, Interactive Learning Environments, 25:6, 778-791, doi: 10.1080/10494820.2016.1181094.

Su, Y.-N., Hsu, C.-C., Chen, H.-C., Huang, K.-K., & Huang, Y.-M. (2014). Developing a sensor-based learning concentration detection system. *Engineering Computations*, *31*(2), 216–230. doi:10.1108/EC-01-2013-0010

Suárez, Á., Specht, M., Prinsen, F., Kalz, M., & Ternier, S. (2018). A review of the types of mobile activities in mobile inquiry-based learning. *Computers & Education*, 118, 38-55. doi:10.1016/ j.compedu.2017.11.004.

Sweller, J. (1999). Instructional Design in Technical Areas. Australia Council for Educational Research. Available at: http://tip.psychology.org.

Sweller, J. (2016). Cognitive Load Theory, Evolutionary Educational Psychology, and Instructional Design. In *Evolutionary Perspectives on Child Development and Education*, 291-306. Springer International Publishing.

Taharim, N. F., Lokman, A. M., Hanesh, A., & Aziz, A. A. (2016). Feasibility study on the readiness, suitability and acceptance of M-learning AR in learning history. In *Proceedings of the Applied Mathematics in Science and Engineering*. doi:10.1063/1.4940257

Thüs, H., Chatti, M. A., Yalcin, E., Pallasch, C., Kyryliuk, B., Mageramov, T., et al. (2012). Mobile learning in context. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5–6), 332–344.

Torregrosa F. J., Torralba-Estelles J., Rodríguez M. A., Sergio & Garica S. (2015). ARBOOK: Development and Assessment of a Tool Based on Augmented Reality for Anatomy. *Journal of Science Education and Technology*. 24. 119-124. DOI: 10.1007/s10956-014-9526-4.

Tsai, C.-H., & Huang, J.-Y. (2018). Augmented reality display based on user behavior. *Computer Standards & Interfaces, 55*, 171-181. doi:https://doi.org/10.1016/j.csi. 2017.08.003

Turkan, Y., Radkowski, R., Karabulut-Ilgu, A., Behzadan, A. H., & Chen, A. (2017). Mobile Augmented Reality for Teaching Structural Analysis. *Advanced Engineering Informatics*, *34*, 90–100. doi:10.1016/j.aei.2017.09.005.

van Zee, E. H., & Roberts, D. (2006). Making science teaching and learning visible through web-based "Snapshots of Practice". *Journal of Science Teacher Education*, 17, 367e388.

Wang, X. (2012). Augmented Reality: A new way of augmented learning.eleaarn Magazine, 10(1). Available at: https://elearnmag.acm.org/archive.cfm?aid= 2380717.

Wei, X., Weng, D., Liu, Y., & Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers & Education*, *81*, 221–234.

Weible, J. & Zimmerman, H. T. (2016) Science curiosity in learning environments: Developing an attitudinal scale for research in schools, homes, museums, and the community. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1235-1255. DOI: 10.1080/09500693.2016.1186853

Williams, D. (2016). Augment S Essential Guide To Augmented Reality A complete overview of what augmented reality is and how it will revolutionize business. Available at: http://mehmetsimsek.net/slides/ bm533/Augments-Essential-Guide-to-Augmented-Reality.pdf.

Wong, L. H., & Looi, C. K. (2011). What seams do we remove in mobile-assisted seamless learning? A critical review of the literature. *Computers & Education, 57*(4), 2364-2381.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education, 62*, 41-49.

Xiaozhu, Z. & Xiaoming, Y. (2016). A study of the effects of multimedia dynamic teaching on cognitive load and learning outcome. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12(11), 2851-2860.*

Yoon, S., Anderson, E., Lin, J., & Elinich, K. (2017). How augmented reality enables conceptual understanding of challenging science content. *Educational Technology & Society*, *20*(1), 156–168.

Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4 (1), 119-140.

Zhou, F., Duh, H. B. L., & Billinghurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. In *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 193-202. IEEE Computer Society.

Zimmerman, H. T., & Bell, P. (2014). Where young people see science: Everyday activities connected to science. International Journal of Science Education. 4(1), 25–53. Available at: https://doi.org/10.1080/21548455.2012.741271.