10.21608/pssrj.2020.142051

فاعلية استخدام تقنية الواقع المعزز في تنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب المرحلة الثانوية في مادة الأحياء واتجاهاتهم نحوها.

Effectiveness of using Augmented Reality Technique for Enhancing Secondary Students' Visual Thinking Skills in Biology and their attitudes towards it .

إعداد

أ / أحمد محمد علي الدسوقي

باحث ماجستير بقسم تكنولوجيا التعليم – كلية التربية النوعية – جامعة بورسعيد

أ.د/ أمانى محمد عبد العزيز عوض

أستاذ تكنولوجيا التعليم – كلية التربية – جامعة دمياط

د/ إيناس أحمد إبراهيم العفنى

مدرس بقسم تكنولوجيا التعليم ومعلم الحاسب الآلى – كلية التربية النوعية – جامعة بورسعيد

د/ منى عيسى محمد عبد الكريم

مدرس بقسم تكنولوجيا التعليم ومعلم الحاسب الآلى – كلية التربية النوعية – جامعة بورسعيد

فاعلية استخدام تقنية الواقع المعزز في تنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب المرحلة الثانوية في مادة الأحياء واتجاهاتهم نحوها.

إعداد

أ / أحمد محمد علي الدسوقي

باحث ماجستير بقسم تكنولوجيا التعليم – كلية التربية النوعية – جامعة بورسعيد

أ.د/ أمانى محمد عبد العزيز عوض

أستاذ تكنولوجيا التعليم – كلية التربية – جامعة دمياط

د/ إيناس أحمد إبراهيم العفنى

مدرس بقسم تكنولوجيا التعليم ومعلم الحاسب الآلى – كلية التربية النوعية – جامعة بورسعيد

د/ منى عيسى محمد عبد الكريم

مدرس بقسم تكنولوجيا التعليم ومعلم الحاسب الآلى – كلية التربية النوعية – جامعة بورسعيد

المستخلص:

هدفت الدراسة الحالية إلى التعرف على فاعلية استخدام تقنية الواقع المعزز في تعزيز مهارات التفكير البصري لدى طلاب الثانوية في الأحياء واتجاهاتهم نحوها، وتتلخص مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيسي التالي: استخدم الباحث أسلوب البحث التنموي لتوظيف: تقنية الواقع المعزز وقياس فعاليتها وكفاءتها والتي تشمل المنهج الوصفي في تحديد مواصفات اختبار التفكير البصري ومعايير البيئة التعليمية والمنهج التجريبي لتجربة البيئة التعليمية ومقارنة المجموعات التجريبية، وتتكون عينة البحث من مجموعتان تجريبيتان من طلاب المرحلة الثانوية واستخدم الباحث اختبار التفكير البصري ومقياس نوع ليكرت، واستخدم الباحث الإجراءات الإحصائية المناسبة لتحليل نتائج الدراسة مثل: تم استخدام معدل الكسب المعدّل للتعرف على فعالية البرنامج. توصلت الدراسة الحالية إلى الاستنتاجات التالية: حيث كانت درجة فعالية تقنية الواقع المعزز في اختبار التفكير البصري كبيرة حيث بلغ معدل الكسب المعدل (١.٤٤)، كانت درجة فعالية تقنية الواقع المعزز في مقياس الاتجاه نحو استخدام تقنية الواقع المعزز كبيرة حيث بلغ معدل الكسب المعدل (١.٢٢).

الكلمات المفتاحية: الواقع المعزز، التفكير البصري، الاتجاه

Effectiveness of using Augmented Reality Technique for Enhancing Secondary Students' Visual Thinking Skills in Biology and their attitudes towards it.

By

Mr. /Ahmed Mohamed Ali El Desouki
Master Researcher, Department of Educational Technology, Faculty of Specific Education, Port Said University

Prof. / Amany Mohamed Abdel Aziz Awad
Professor of Educational Technology - Faculty of Education - Damietta University

Dr. / Enas Ahmed Ibrahim Al-Afni
Lecturer, Department of Educational Technology and Computer Teacher, College of Specific Education, Port Said University

Dr. / Mona Issa Mohammed Abdel Karim
Lecturer, Department of Educational Technology and Computer Teacher, College of Specific Education, Port Said University

Abstract:

The present study aimed to identify the effectiveness of using Augmented Reality Technology for Enhancing Secondary Students' Visual Thinking Skills in Biology and their attitudes towards it, The study problem is summarized in the following main question, The researcher used the developmental research method to employ the augmented reality technique and to measure its effectiveness and efficiency, which includes the descriptive approach for determining the specifications of the visual thinking test, the educational environment criteria and the experimental curriculum for experimenting the educational environment and comparing the experimental groups, The research sample consists of two experimental groups of High school students and the researcher used Visual thinking test and Likert type scale, The researcher used the suitable statistical procedures to analyze the conclusions of the study such as: Blacke for modified gain rate was used to recognize the effectiveness of the program. The present study reached the following conclusions: The effectiveness degree of the Augmented Reality technique in visual thinking test was large, the modified gain rate was (1.44), The effectiveness degree of the Augmented Reality technique in scale of attitude towards using Augmented Reality technique was large , the modified gain rate was (1.22).

Key words:

Augmented Reality - Visual thinking

المقدمة :

لقد شهدت السنوات القليلة الماضية تطوراً ملحوظاً في التقنيات وتطبيقاتها وإتقانها في كثير من المجالات بالإضافة لما أتاحته من إمكانات وآفاق لإحراز تقدم لم يكن أحد يسمع به، إذ لا يكاد يمر يوم إلا ويظهر منتج إلكتروني جديد، أو تحديث لمنتج موجود سلفاً، ولقد شملت هذه الثورة التقنية مجالات الحياة المختلفة التي من أهمها مجال التعليم، حيث استثمرت هذه التقنية في تسهيل عملية التعليم والتعلم عن بعد، وقد زادت في السنوات الأخيرة الفرصة لمؤسسات التعليم العام الاستفادة من أدوات تقنيات المعلومات والاتصالات الرقمية وتطبيقاتها، ورغم دخول الحاسب وتطبيقاته في مجال التعليم إلا أنه أخذ أشكالاً عديدة شملت الحاسب الآلي وتطبيقاته في التعليم، واستخدام الإنترنت في التعليم، والمناهج الإلكترونية، والفصول الإلكترونية وغيرها، وخلال أعوام ماضية تأكدنا أن أحد المجالات قد استحوذ على الساحة التكنولوجية العالمية وبوسعه تغيير كل المجتمع وكل عالم التكنولوجيا فقد خَلِف الكمبيوتر اللوحي وتطبيقاته الكمبيوتر في مجال التفوق والسيادة وبالأخص في الثقافة البصرية وتنمية مهارات التفكير في شتى المجالات العلمية.

فقد أكدت الكثير من الأبحاث على أن عملية التفكير تشغل حيزاً هائلاً في حياتنا بصفة عامة، وبالأخص في مجال التعليم، وذلك لما يتميز به التفكير عن سائر عمليات المعرفة بأنه الأكثر قدرة على النفاذ إلى عمق الأشياء والظواهر والمواقف والإحاطة بها، وإذا كان التفكير عنصراً أساسياً في البناء العقلي والمعرفي للإنسان، فإنه أيضا يعد سمة تميزه عن سائر المخلوقات .

وقد شهد العقدان الأخيران من القرن الماضي تقدماً كبيراً في مجال البحوث والاكتشافات الجديدة المتعلقة بمجال الدماغ البشري، وقد نتج عنها الاهتمام بالعلاقة بين تركيب المخ والتعلم، فقد قدم (Zeki ,S 1993 , p.39) أستاذ البيولوجيا في جامعة لندن نظريته حول موضوع "الصور الإبصارية " في الدماغ البشري، والتي أوضح من خلالها أن الدماغ يقوم بابتداع عالماً بصرياً، وأن الإبصار والفهم يحدثان معاً في آن واحد.

وحيث أن المدرسة تمثل إحدى المؤسسات الأساسية التي تقع عليها مسؤولية تنمية القدرات العقلية عند التلاميذ من خلال تنمية مهارات التفكير، باعتباره المدخل البنائي للسلوك الفعال الذي يسمح بالتعامل الايجابي مع التطورات الجارية في هذا العصر الذي يشهد العديد من المتغيرات، ومن ثم فإن تعلم مهارات التفكير هو بمثابة تمكين الفرد من اكتساب القدرة على التعامل بفعالية مع أي نوع من المعارف والمعلومات أو المتغيرات التي يأتي بها المستقبل.

كما إن تعليم مهارات التفكير أصبح يحتل مكانة بارزة من تفكير المربين والخبراء وواضعي المناهج

لقناعتهم بأهميته، وخاصة أن التلاميذ وهم يواجهون مستقبلاً متزايد التعقيد يحتاجون إلى تزويدهم بمهارات التفكير، كي يكونوا قادرين على خوض التنافس في شتى المجالات بشكل فعال في هذا العصر، الذي يرتبط فيه النجاح والتفوق بمدى قدرتهم على التفكير الجيد والمهارة فيه ، ويؤكد علماء التربية على أهمية تعليم التلاميذ مهارات التفكير معززين هذه الأهمية من وجهة نظرهم بأن التعليم يجب أن يقدم المنظرين والقادة الذين يحتاجهم المجتمع (مسعود، ٢٠١٤).

وتعد الدراسة التي أجريت في جامعة ميتزربيش عام ١٨٠٠ أولى الدراسات حول التخيل وعلاقته بعمليات التفكير، ومن ثم بدأ الاهتمام بهذا الموضوع من قبل علماء النفس التجريبي وتركزت دراساتهم على التخيل ودوره في عمليات التذكر والاحتفاظ، ومن ثم ازداد الاهتمام به بشكل كبير مع ظهور علم النفس المعرفي لما له من دور هام في العمليات المعرفية كالانتباه والتذكر والتفكير (الزغول وآخرون ، ٢٠٠٣ ، ص ١٩٨).

كما تشير الدلائل إلى أن تعليم مهارات التفكير غير واسع الانتشار، هذا بالإضافة إلى عدم نجاح محاولات تعليم مهاراته، فأغلب الطلاب لم يحصلوا على درجات مرتفعة في الاختبارات التي تقيس كل من: القدرة على إدراك الفروض، وتقييم المناقشات، والتوصل إلى الاستدلال(Grice,1999).

وحيث أن الكلمات لها لغة ثانية ، فنحن نستطيع أن نترجم كلتا الكلمات المكتوبة والمنطوقة إلى أفلام وصور ملونة وندعمها أيضًا بالصوت ، فعندما يتكلم شخص ما فان كلماته تترجم إلى صور فورًا ، وعليه يوجد سؤال يجب أن نطرحه ، هل الصورة تعادل ألف كلمة كحسابات تاريخية من الاكتشافات والاختراعات العلمية نجد أن الأدوات البصرية هي أدوات إدراكية قوية وهو ما يعرف بالتفكير البصري (Rieber,1995).

ويعتمد التفكير البصري على الأشكال والرسومات والصور المعروضة في الموقف والعلاقات الحقيقية المتضمنة فيها، حيث تقع تلك الأشكال والرسومات والصور بين يدي المتعلم ويحاول أن يجد معنى للمضامين التـي أمامه (Campbell , and Others ,1995, p. 180).

ويعرف بياجيه" Piaget" التفكير البصري بأنه قدرة عقلية مرتبطة بصورة مباشرة بالجوانب الحسية البصرية، حيث يحدث هذا التفكير عندما يكون هناك تناسق متبادل بين ما يراه المتعلم من أشكال ورسومات وعلاقات وما يحدث من ربط ونتاجات عقلية معتمدة على الرؤيا والرسم المعروض (Furth .) and Wachs , 1974

وحيث أنه جاء في توصيات المؤتمر العلمي للجمعية العربية لتكنولوجيا التربية ضرورة الاستفادة من التجارب المحلية والعالمية في مجال التطوير التكنولوجي، وتطبيقات تكنولوجيا التربية والاتصالات لتحسين العملية التعليمية وجودتها (نوفل ، ٢٠١٠، ص١٧).

ونظراً لمعاناة طلاب المراحل التعليمية المختلفة من المعلومات المجردة في الكتب ، حيث أن تجسيد المعلومات الكتابية والواقعية بوسائط متعددة وأشكال افتراضية ثلاثية الأبعاد بمجرد النظر إليها من خلال الكاميرا يعد ضرباً من ضروب الخيال العلمي ولا يمت للواقع بِصلة، ولذا أصبح من الضروري تجسيد هذه المعلومات في صورة أو فيديو أو أشكال ثلاثية الأبعاد لرؤيتها أو فهمها ولتنمية مختلف مهارات التفكير وبالأخص مهارات التفكير البصري لدى الطلاب وعلاج أوجه القصور، لذا ظهرت تقنية حديثة تجعل الطالب بمجرد تعريض كاميرا هاتفه المحمول أو حاسبه اللوحي على الكتاب الورقي العادي تبعث فيه الحياة بمعنى أنه و بكل سهولة ويسر يستطيع أن يستعرض الكثير من المعلومات والصور والفيديو والأشكال الثلاثية الأبعاد وغيرها من المعلومات وبدون أي تكاليف مادية تذكر وذلك من خلال تقنية الواقع المعزز Augmented Reality.

يشير مصطلح الواقع المعزز Augmented Reality إلى إمكانية دمج المعلومات الافتراضية مع العالم الواقعي، وتعمل هذه التقنية بإضافة مجموعة من المعلومات المفيدة إلى الإدراك البصري للإنسان . فعند قيام شخص ما باستخدام هذه التقنية للنظر في البيئة المحيطة من حوله فإن الأجسام في هذه البيئة تكون مزودة بمعلومات تسبح حولها وتتكامل مع الصورة التي ينظر إليها الشخص. وقد ساعد التطور التقني كثيرا في بروز هذه التقنية فأصبحنا نراها في الحاسبات الشخصية والهواتف الجوالة، بعد أن كانت حكراً على معامل الأبحاث في الشركات الكبرى. (Educause Learning Initiative, 2005).

وتوفر تقنية الواقع المعزز إمكانات غير محدودة في التعليم ، فهذه التقنية توفر تعليماً استكشافياً واقعياً جاذباً ولذلك اهتمت به الدول المتقدمة ورصدت لأبحاثه المبالغ الطائلة، ففي أوروبا يمول الإتحاد الأوروبي مشروعاً ضخماً لتعليم تاريخ أوروبا عن طريق تركيز عدسة الجوال على بعض المناطق التاريخية لتظهر للزائر الأحداث المصاحبة لتلك المنطقة، وفي مشروع مماثل تستغل الألعاب الواقع المعزز لزيادة تفاعل الطلاب مع المادة العلمية، ففي جامعة ويسكونسون الأمريكية يستخدم برنامج أريس (ARIS) لخلق بيئة ألعاب افتراضية يمكن توظيفها في خدمة المنهج الدراسي ،أيضا بدأت الكتب المعززة Augmented Books تأخذ موقعها في التعليم فشركة Metaio الألمانية تعمل على تطوير كتب تحتوي على عناصر من الواقع المعزز بحيث لو تم تسليط الكاميرا عليها فإن هذه العناصر تنطق بالحياة. (Kipper & Rampolla , 2013 , p.12)

ويتميز الواقع المعزز بمجموعة من الخصائص (بسيطة وفعالة، تزود المتعلم بمعلومات واضحة وموجزة، تجعل الإجراءات بين المعلم والمتعلم شفافة وواضحة، تمتاز بفعاليتها من حيث التكلفة وقابليتها للتوسع بسهولة) (Anderson & Liarokapis, 2010).

كما أن تقنية الواقع المعزز يمكن توظيفها في العملية التعليمية، بهدف تقديم المساعدة إلى المتعلمين، ليتمكنوا من التعامل مع المعلومات وإدراكها بصرياً بشكل أيسر من استخدام الواقع الافتراضي، كما أنها تزودهم بأساليب مختلفة لشكل المعلومات واختبارها بشكل ديناميكي سريع وسهل، كما أنها توفر تعليماً مجدياً حيث أنه في أوروبا تم إنشاء مشروع ITacitus الذي يسمح للمستخدم بأن يرى الموقع وكأنه في فترات مختلفة من الماضي بمجرد أن يشير للمكان التاريخي بكاميرا هاتفه أو حاسبه اللوحي.(P 12 (Catenazz & Sommaruga, 2013,

يختلف الواقع المعزز "Augmented Reality "AR عن الواقع الافتراضي "Virtual Reality "VR في أن الواقع الافتراضي هو التجربة التي يتوقع الناس أن يقوموا بها في بيئة افتراضية مولدة بواسطة الحاسب، أما في الواقع المعزز تكون البيئة حقيقية ولكنها ممتدة بالمعلومات والصور من النظام، وبكلمات أخرى أي يصل الواقع المعزز الفجوة بين الحقيقي والواقعي بطريقة سلسة (Chang, Morreale, & Medicherla, 2010).

هناك العديد من الدوافع لاستخدام تكنولوجيا الواقع المعزز Augmented Reality في مجال التعليم، لخلق مختبرات بتلك التقنية واستخدامها لتحقيق أفضل أداء، واحد أهدافنا الرئيسية هو تحقيق أفضل جودة من خلال أهداف التعليم بطريقة قابله للتنفيذ وسهلة الاستخدام لتشجيع وتطوير مقدرة الطلاب على التصور والابتكار. (El Sayed, 2011)

وقد شهدت تطبيقات تقنية الواقع المعزز تطوراً كبيراً يُمكّن مستخدميها من التعامل معها لدعم المواد التعليمية باستخدام الحواسيب الشخصية والهواتف المحمولة والأجهزة الرقمية الصغيرة، حيث أصبحت التقنية متاحة وأكثر عملية وأقل تعقيداً (Kerawalla, 2006, p.163).

وكان لتطور تقنيات المعلومات والاتصالات أثرها في تفعيل عمليات التطبيق العلمي للنظريات والاتجاهات الحديثة في مجال طرق واستراتيجيات التعليم والتعلم وتطويرها لتساعد في إعداد أجيال جديدة أكثر قدرة على مواجهة تطورات العصر وتحديات المستقبل، حيث أن تطور الأنظمة التعليمية ارتبط في معظم صوره بتطور التقنيات الحديثة فأصبح نجاح هذه الأنظمة يعتمد على الاستخدام الأمثل للتقنيات الحديثة، فهناك بعض الاتجاهات المهمة التي تقوم عليها عملية التطوير ومنها: تنمية دور الطالب الإيجابي وقدرته على المشاركة والبحث والاعتماد على النفس وضرورة تطوير أساليب التعليم واستراتيجياته، واستخدام استراتيجيات تدريس حديثة تعتمد على توظيف التقنيات الحديثة في العملية التعليمية.

مشكلة البحث :

نبع إحساس الباحث بمشكلة البحث :

أولاً : من خلال استبانه استطلاع رأي" من عمل الباحث" تبين الآتي:

بعد عرض الباحث لتقنية الواقع المعزز Augmented Reality على معلمي وموجهي الأحياء بمرحلة الثانوية، قام بعمل استطلاع رأي لمعلمي وموجهي تلك المرحلة الثانوية بمادة الأحياء عن مشكلة تدني مهارات التفكير البصري لدى طلاب المرحلة الثانوية بعدد من المدارس الثانوية المختلفة بدمياط ومدى امكانية تطوير مهارات التفكير البصري باستخدام برمجية قائمة على تقنية الواقع المعزز.

وقد شارك في هذا الاستطلاع ٢٠ من معلمي وموجهي مادة الأحياء وقد تم تسجيل استجابتهم بشكل ورقي ومن ثم استخلاص نتائج الاستطلاع على النحو التالي:

- **أشار رأي ٩٠% من المعلمين والموجهين تدني مستوى مهارات التفكير البصري لدى طلاب المرحلة الثانوية بمادة الأحياء وفعالية تقنية الواقع المعزز في تطوير تلك المهارات .**
- **بينما أشار رأي ١٠% من المعلمين والموجهين عدم الحاجة لتغيير أسلوب التعليم والاكتفاء بالأسلوب التقليدي لدى طلاب المرحلة الثانوية بمادة الأحياء .**

ثانياً : من خلال الدراسات السابقة :

١- المحور الخاص بالتفكير البصري Visual Thinking:

دراسة (مسعود ، ٢٠١٤) بعنوان " فاعلية برنامج قائم على خرائط التفكير في تنمية بعض مهارات التفكير البصري من خلال مناهج الدراسات الاجتماعية لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي"

هدفت الدراسة لوضع تصور مقترح لبرنامج قائم على خرائط التفكير لتنمية بعض مهارات التفكير البصري لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي ولإعداد قائمة بمهارات التفكير البصري الواجب توافرها في محتوى مناهج الدراسات الاجتماعية للصف الخامس من التعليم الأساسي. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن مرحلة التعليم الأساسي من المراحل المهمة التي يتم فيها تعليم مهارات التفكير، وذلك لما يتميز به تلاميذ هذه المرحلة من خصائص عقلية ونفسية ونمو جسدي تساعدهم على سرعة التعلم، وقد أشارت الدراسات إلى أن تلاميذ المرحلة الأساسية يخضعون لتغيرات سلوكية ذاتية متتابعة في مراحل نموهم الجسدي والعقلي، كما أن علماء النفس يرون أن تلاميذ هذه المرحلة يمرون بمرحلتين من التعليم في مجال مهارات التفكير: الأولى وهي مرحلة تعليم العمليات الحسية للفئات العمرية من سن (٧ إلى ١٠ سنوات)، والثانية هي مرحلة تعليم العمليات العقلية للفئات العمرية من سن (١١ إلى ١٥) سنة، ومن خلال هاتين المرحلتين تنمو لدى التلاميذ

القدرة على استخدام مهارات التفكير ، الأمر الذي يتطلب اهتماماً متزايداً لهذه المرحلة إلى التعليم لمهارات التفكير، وكذا إدراجه ضمن مناهج وأساليب تقويم وطرائق تدريس هذه المرحلة (١٥: ٤).

دراسة (حسن ، ٢٠٠٧) بعنوان" سيميائية الصورة إستراتيجية مقترحة في تنمية تجليات إبداعية وفضاءات دلالية"

هدفت الدراسة إلى الوقوف على مدى ارتباط الرسوم التوضيحية التعليمية في كتاب لغتنا الجميلة بكل من أهداف الدرس ومحتواه وأهميتها ومدى مناسبتها وواقعيتها، ووضوحها، ومكوناتها وكثافتها وعدد عناصرها. وقد أشارت نتائج الدراسة إلى ضرورة الاهتمام بالصورة وجميع الأنساق البصرية في المناهج الدراسية وإعطائها النصيب الأوفر في الدراسة وأهميتها للمتعلم وأهمية توظيف الصور والرسوم التربوية بطرق فعالة .

دراسة (الغامدي،٢٠٠٧) بعنوان " ثقافة الصورة الفنية وأثرها الاجتماعي والتربوي"

هدفت الدراسة إلى مناقشة المنطلق الفكري والفلسفي تربوياً واجتماعياً للصورة كمادة معبرة. وقد أشارت نتائج الدراسة أن العلوم الحديثة والتقنية المعاصرة ساهما في تعميم ثقافة الصورة مما عزز من فعاليتها الاجتماعية والتربوية وتفيد الدراسة في أن ثقافة الصورة في عمومها تدرك إيجابياً أو سلبياً بحسب ماتحمله من قيم ورموز ومعاني وعلى قدر الفهم يكون مستوى التأثير أو الانفعال.

دراسة (مهدي ، ٢٠٠٦) بعنوان " فاعلية استخدام برمجيات تعلميه على التفكير البصري والتحصيل في تكنولوجيا المعلومات لدى طالبات الصف الحادي عشر"

هدفت الدراسة إلى التعرف على فاعلية استخدام برمجيات تعلميه على التفكير البصري والتحصيل في التكنولوجيا لدى طالبات الصف الحادي عشر. وقد أشارت نتائج الدراسة لوجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية والضابطة في اختبار التفكير البصري لصالح المجموعة التجريبية، حيث أثبتت البرمجيات التعلمية فاعليتها في تنمية مهارات التفكير البصري في التكنولوجيا فقد أوصت الدراسة بما يلي :

١- ضرورة توظيف برامج التفكير بشكل عام وتوظيف برامج التفكير البصري بشكل خاص في التعليم.
٢- الاهتمام بتوظيف الوسائط المتعددة التفاعلية في المواقف التعليمية.
٣- الاسترشاد باختبار التفكير البصري عند تقويم الطلبة فيما يتعلق بالتفكير البصري.
٤- تقديم كافة أشكال الدعم لتطوير البرمجيات التعليمية القائمة على الوسائط المتعددة التكاملية التفاعلية بما يساهم في تحقيق أهداف المؤسسة التعليمية.

٥- النظر إلى الحاسوب ومستحدثات تكنولوجيا التعليم الأخرى لإعادة بناء البيئة المدرسية.

٦- تطوير المناهج وطرائق التدريس ، بحيث تتضمن استخدام هذه التكنولوجيات الحديثة.

٧- إتاحة الفرصة للطلبة / المعلمين لاكتساب مهارات جديدة في مجالي تقنية المعلومات والتفكير.

دراسة (حبيب ،٢٠٠٣) بعنوان "اتجاهات حديثة في تعليم التفكير" هدفت الدراسة إلى الكشف على أثر الوسائط المتعددة في بيئة التعلم (القائمة على الكمبيوتر) على تنمية مهارات التفكير والتعلم مستخدماً للإجابة على أسئلة الدراسة وتحقيقها المنهج التجريبي، مستنداً على اختبار مهارات التفكير واختبار التحصيل كأدوات للدراسة . وقد أشارت نتائج الدراسة أن الحاسبات الآلية تسهم في زيادة كل من : مهارات التفاعل الاجتماعي والمهارات الإدراكية والمعرفية ومهارات اللغة والتحدث ، وتتضح فاعلية أجهزة الكمبيوتر وشرائط الفيديو في تغيير تفكير الطلاب وتعلمهم والتفاعلات بينهم ، كما يسهم الكمبيوتر بفاعلية في الجانب الاجتماعي أكثر منه في الجوانب الفنية.

دراسة (الميهي ،٢٠٠٣) بعنوان " أثر اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التعليمية في نموذج تدريسي مقترح قائم على المستحدثات التكنولوجية والنظرية البنائية على التحصيل وتنمية مهارات قراءة الصور والتفكير الابتكاري في العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية ذوي التحكم الداخلي والخارجي" هدفت الدراسة إلى معرفة أثر اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التعليمية في نموذج تدريسي مقترح قائم على المستحدثات التكنولوجية والنظرية البنائية على التحصيل وتنمية مهارات قراءة الصور والتفكير الابتكاري في العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية ذوي التحكم الداخلي والخارجي. وقد أشارت نتائج الدراسة أن اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التعليمية (فردياً مقابل تعاونياً) من خلال النموذج التدريسي المقترح لا يؤثر على تحصيل طلاب الصف الأول الثانوي في العلوم ، وأن مهارات قراءة الصور لا تتأثر كثيراً بنمط ممارسة الأنشطة التعليمية فردياً كان أم تعاونياً ولا يتفق هذا مع ما توقعه الباحث وعبر عنه في الفرض الرابع.

دراسة (Les , 2003) بعنوان " تصميم الوسائط المتعددة التعليمية في سياق قدرات التفكير البصرية لفهم الشكل".

هدفت الدراسة لتصميم وسائط متعددة تربوية ضمن سياق القدرة على التفكير البصري لنظام الشكل المتعاطف، واهتمت هذه الدراسة للكشف عن البرامج المتعددة الأوساط التربوية ، وتشكيل النظام المتعاطف، والاستدلال البصري، والتفكير البصري، ففي هذه الدراسة جاء الاهتمام بالنظام البصري لفهم الشكل الذي يعرض والقابل من خلاله تأدية مهام بصرية والتي هي جزء من العديد من التمارين التربوية، وقد أشارت نتائج الدراسة إلى أنه يجب تغيير طريقة تقديم العديد من الأنظمة المتعددة الأوساط لتعطي مزيد من النجاح.

دراسة (Mcloughlin & Krakowski , 2001) بعنوان" الأدوات التكنولوجية للتفكير البصري : ماذا يخبرنا البحث ؟ ".

هدفت الدراسة لإعطاء نظرة عامة على نظريات حالية تبحث في التفكير البصري وعلاقته بالتعليم، كما قدمت أمثلة متنوعة من التقنيات التي يمكن أن تحسن البعد البصري للاتصال والتعلم المتفاعل مثل تقنيات الحاسوب. وقد أشارت نتائج الدراسة إلى تقديم تصور عن الأدوات التقنية للتفكير البصري وكيفية توظيفها، حيث تميل نظم التعليم إلى تأكيد الأنماط العددية والرمزية والشفوية للتعلم ولكن مؤخراً كان هناك موجه للتغيير في التعليم وتأكيد على أهمية معرفة القراءة والكتابة البصرية، ففي الحياة العادية وفي تعلم المعلومات البصرية التي تستعمل لترجمة التجربة وبناء الفهم وذلك يمكن أن يصور في ثلاثة طرق هي:

١- التفكير البصري الجزئي
٢- التفكير البصري التكاملي
٣- التفكير البصري الاتصالي

٢- المحور الخاص بالواقع المعزز Augmented Reality:

دراسة (Wang, 2014) بعنوان" تحويل الغير مرئي مرئي في متاحف العلوم باستخدام أجهزة الواقع المعزز".

هدفت الدراسة إلى استكشاف إمكانيات تقنية الواقع المعزز AR في التعلم المرتبط بمفهوم علم المغناطيس والمجالات المغناطيسية وقد شارك سبعين طالباً في من ٥ إلى ٧ أعوام في الدراسة . وقد أكدت نتائج الدراسة أن لتقنية الواقع المعزز دوراً فعالاً في تحسين إدراك المتعلمين ، وفهم المعلومة ، حيث أظهرت أن الطلاب الذين درسوا باستخدام الواقع المعزز تحسن لديهم الإدراك لفترة أطول وتفاعلوا بشكل أفضل مع المادة التعليمية.

دراسة (Shea, 2014) بعنوان "إدراك الطلاب بواسطة لعبة الواقع المعزز المحمولة والرغبة في التواصل باللغة اليابانية".

هدفت الدراسة إلى معرفة مستوى إدراك الطلاب فيما يتعلق باستخدام لعبة الواقع المعزز المحمولة في اللغة وتأثيرها على التواصل، وتم جمع البيانات من خلال الاستبانات المسحية وبطاقة الملاحظة للعبة وسجل اللعبة والمقابلات الشخصية. وقد أكدت نتائج الدراسة أن لعبة الواقع المعزز المحمولة توفر وسيلة ناجحة لتعلم اللغة خارج الفصول الدراسية.

دراسة (Chen , 2013) بعنوان " تصميم تعلم بنية البروتين مع الأقران ببيئة التعليم القائمة على الواقع المعزز ".

هدفت الدراسة للكشف عن تأثير تقنية الواقع المعزز وعن قدرتها في تسهيل تعلم الكيمياء للطلاب حتى يتمكنوا من فهم المفاهيم المجردة بالإضافة لاختبار تأثير الواقع المعزز في بيئة التعلم التعاونية، وتكونت عينة الدراسة من ٩٦ طالباً من طلاب الكيمياء العضوية تم تقسيمهم لثلاث مجموعات: (المجموعة الأولى ٢٦ طالباً درسوا من خلال الكتب فقط)، (المجموعة الثانية ٢٦ طالباً درسوا من خلال الواقع المعزز فقط)، (المجموعة الثالثة درسوا من خلال الواقع المعزز بشكل أزواج تعاونية). وقد أشارت نتائج الدراسة أن أداء مجموعة الطلاب الذين درسوا باستخدام الواقع المعزز فقط أفضل بكثير من المجموعة التي درست بدون الواقع المعزز وأفضل من المجموعة التي درست باستخدام الواقع المعزز على شكل أزواج تعاونية.

دراسة (Perez & Contero , 2013) بعنوان " إيصال محتوى الوسائط المتعددة التعليمية من خلال تقنية الواقع المعزز : دراسة أثرها على اكتساب المعرفة والاحتفاظ بها".

هدفت الدراسة استخدام تقنية الواقع المعزز لإيصال محتوى الوسائط المتعددة لدعم عملية التعليم والتدريس على الجهاز الهضمي والدورة الدموية على مستوى المدارس الابتدائية في أسبانيا، وأثرها على الاحتفاظ بالمعرفة وتكونت عينة الدراسة من ٣٩ طالباً وطالبة من الصف الرابع وتم جمع البيانات من خلال الاختبارات والاستبانات. وقد أشارت نتائج الدراسة احتفاظاً أكبر للمعرفة من قبل الطلاب الذين استخدموا محتوى الوسائط المتعددة بتقنية الواقع المعزز، عكس الطلاب الذين اتبعوا المنهج التقليدي، مما يظهر أن تكنولوجيا الواقع المعزز هي أداة واعدة لتحسين دافع واهتمام الطلاب، ولدعم عملية التعليم والتدريس في السياقات التعليمية المختلفة.

دراسة (Dunser , et al , 2012) بعنوان " تصميم كتب تعليم الفيزياء باستخدام الواقع المعزز".

هدفت الدراسة لتقييم فاعلية كتب الواقع المعزز في مساعدة الطلاب على التعلم من خلال التحقيق في ثلاثة كتب تعليمية في مفاهيم الكهرومغناطيسية، وقد أجرى الباحثون دراسة تجريبية على عشر طالبات في مدرسة ثانوية بنيوزلندا واستخدم نصف المجموعة الكتب المدعمة بتقنية الواقع المعزز، في حين استخدم النصف الأخر الكتب بدون التقنية وقد أقيم اختبار قبلي وبعدي لتقييم مدى الاحتفاظ بالمعلومات. وقد أشارت نتائج الدراسة إلى تفوق درجات المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة أما عن اختبار الاحتفاظ بالمعلومات كانت الفروق طفيفة لصالح مجموعة الواقع المعزز.

دراسة (Radu, 2012) بعنوان " لماذا يستخدم طلابي الواقع المعزز ؟ – استعراض مقارن للآثار التعليمية تبعاً للواقع المعزز".

هدفت الدراسة للكشف عن مزايا استخدام الطلاب لتقنية الواقع المعزز وما لذلك من آثار إيجابية.

وقد أشارت نتائج الدراسة بأن استخدام تقنية الواقع المعزز قد حقق ما يلي:

- زيادة في فهم المحتوى العلمي في مواضيع معينة ، ويكون للواقع المعزز أثر أكثر فاعلية في تدريس الطلاب بالمقارنة مع أثر الوسائل الأخرى ، كالكتب ، أشرطة الفيديو أو الحواسيب المكتبية.
- الاحتفاظ بالمعلومات في الذاكرة لمدى أبعد ، حيث أن المحتوى المكتسب خلال اختبار تطبيقات الواقع المعز من قبل الطالب يرسخ في الذاكرة بشكل أقوى من ذلك الذي يكتسبه الطالب من خلال الوسائل التقليدية.
- الحماس العالي لدى الطلاب عند تطبيق الواقع المعزز في التعليم، وشعورهم بالرضا والاستمتاع أكثر، ورغبتهم في إعادة تجربة تطبيقات الواقع المعزز.
- تحسن علاقات التعاون بين أفراد المجموعة وبين الطلاب ومعلميهم .

دراسة (El Sayed, 2011) بعنوان " تطبيق تقنيات الواقع المعزز في مجال التربية والتعليم"

هدفت الدراسة إلى استخدام تقنية الواقع المعزز عن طريق بطاقة الواقع المعزز الطلابية كتطبيق تكنولوجي في مجال التربية والتعليم، حيث أنه تم تجريب تقنية الواقع المعزز على عدد من الطلاب من الجنسين بمعدل عمري ١٠ إلى ١٧ عام ، وقد أوضحت تلك الدراسة بأن ٨٩% من الطلاب راضون بكفاءة التقنية ، وأيضاً أوضحت تلك الدراسة نسب المواد المقترح استخدامها تلك التقنية، وكانت النسبة الأعلى" العلوم والأحياء" ٣٤.٧% من إجمالي الأصوات ثم تبعها "الفن والتصميم"، "الكيمياء"، "التاريخ" ثم أدنى نسبة " اللغات " ٥.١ %. وقد تم تصميم تقنية الواقع المعزز لتكون حلاً منخفض التكلفة مفيد لخدمة مجال التعليم، وجمع عناصر التحكم من خلال صورة واحدة دون التضحية بالفوائد التعليمية .

وقد أكدت هذه الدراسة نمو استثمارات تكنولوجيا الواقع المعزز من ٦ مليون دولار بعام ٢٠٠٨ لأكثر من ٣٥٠ مليون دولار بعام ٢٠١٤ حيث أن تلك التكنولوجيا ساهمت في حل مشكلة قلة المصادر .

وقد أشارت نتائج الدراسة إلى زيادة القدرة على التعرف والتخيل من خلال استخدام نماذج ثلاثية الأبعاد، وزيادة مستوى التعلم الذاتي والتفاعلي، وأسفرت النتائج أيضاً عن وجود أثر إيجابي لصالح تجربة الواقع المعزز حيث لاقت قبولاً كبيراً .

دراسة (Sumadio & Rambli , 2010) بعنوان " تقييم أولي عن مدى قبول المستخدم لاستخدام الواقع المعزز في التعليم".

هدفت الدراسة لمعرفة مدى انسجام المستخدمين مع تطبيقات الواقع المعزز خصوصاً في بيئة التعلم، وذلك لغرض التعرف على مدى جدوى تطبيق الواقع المعزز في التعليم وقد تم تطبيق الدراسة على عينات مختلفة الأعمار والتخصصات. وقد أشارت نتائج الدراسة أن الأشخاص الذين أظهروا عدم إمكانية استخدام تطبيق الواقع المعزز في التعليم قد تغيرت أرائهم بعد أول تجربة مع تلك التقنية بل وأعطوا ملاحظات جيده جداً تجاه الواقع المعزز ومدى قدرته على تحقيق مستويات أعلى في التعليم.

أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

- التحقق من فاعلية استخدام برمجية تقنية الواقع المعزز في تنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب الصف الأول الثانوي في مادة الأحياء.
- التعرف على اتجاهات طلاب المرحلة الثانوية نحو استخدام تقنية الواقع المعزز في الأحياء.

منهج البحث:

يستخدم الباحث منهج البحث التطويري (Developmental Research) لتوظيف تقنية الواقع المعزز وقياس فعاليتها وكفاءتها، والذي يتضمن المنهج الوصفي لتحديد مواصفات اختبار التفكير البصري ومعايير البيئة التعليمية والمنهج التجريبي لتجريب البيئة التعليمية والمقارنة بين المجموعات التجريبية.

وهو المنهج المتبع في تكنولوجيا التعليم التي تتضمن تطوير البرامج التعليمية، ويتمثل هذا المنهج في تطبيق التطوير المنظومي للبرنامج باستخدام نموذج التصميم، كما يتضمن هذا المنهج تطبيق منهج البحث الوصفي، وكذلك منهج البحث التجريبي عند تطبيق البرنامج للكشف عن أثره وفاعليته وكفاءته.

عينة البحث:

تتكون عينة البحث من مجموعتين تجريبيتين من طلاب الصف الأول الثانوي .

أدوات البحث:

- اختبار التفكير البصري.
- مقياس الاتجاه نحو تقنية الواقع المعزز.

نتائج البحث ومناقشتها:

تم استخدام معادلة نسبة الكسب المعدل لبلاك لقياس فعالية البيئة التعليمية الالكترونية القائمة على تقنية الواقع المُعزز في تنمية مهارات التفكير البصري .

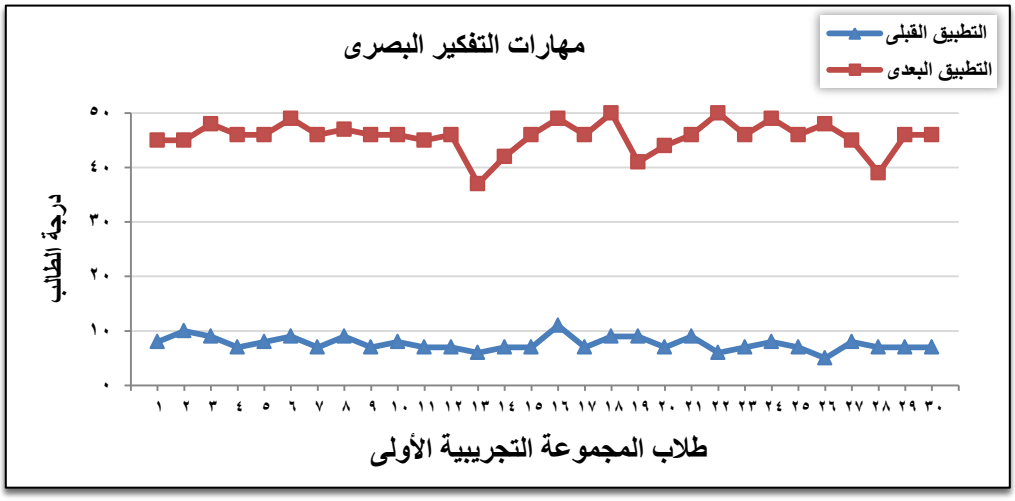
وجاءت النتائج على النحو التالي :

جدول (١)
نسبة الكسب المعدل لاستخدام الواقع المعزز في تنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب الثانوية العامة في مادة الأحياء .

نوع التطبيق	متوسط الدرجات القبلية	الدرجة الكلية	نسبة الكسب لبلاك
التطبيق القبلي	٧.٦	٥٠	١.٤٤
التطبيق البعدى	٤٠.٧٣		

الجدول (١) يبين نسبة الكسب المعدل لبلاك لاستخدام تقنية الواقع المعزز حيث بلغت (١.٤٤) وهى نسبة أعلى من النسبة التي حددها بلاك للحكم على فاعلية البرنامج وهى (١.٢) ، وعلى ذلك يمكن الحكم بأن استخدام تقنية الواقع المعزز كانت فعالة وقد أسهمت بالفعل في تنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب الثانوية العامة في مادة الأحياء.

والشكل البياني التالي يوضح ذلك:



شكل (١): يوضح درجات طلاب المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي لاختبار مهارات التفكير البصري.

من الجدول (١) ونتائجه والشكل البياني (١) يتبين تحقيق البيئة التعليمية الالكترونية القائمة على تقنية الواقع المُعزز فاعلية فى تنمية مهارات التفكير البصري بنسبة لا تقل عن ١.٢ وفقاً للكسب المُعدل لبلاك.

كما تم استخدام معادلة نسبة الكسب المعدل لبلاك لقياس فاعلية البيئة التعليمية الالكترونية القائمة على تقنية الواقع المُعزز في تنمية الاتجاه نحو تقنية الواقع المعزز لا تقل ١.٢ وفقاً للكسب المُعدل لبلاك".

وجاءت النتائج على النحو التالي:

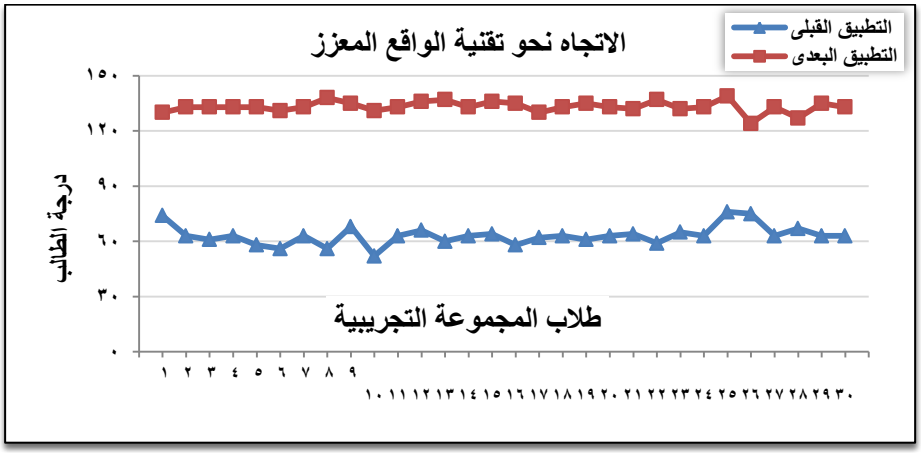
جدول (٢)

نسبة الكسب المعدل لاستخدام البيئة التعليمية الالكترونية في تنمية الاتجاه نحو تقنية الواقع المعزز لدى طلاب الثانوية العامة فى مادة الأحياء .

نوع التطبيق	متوسط الدرجات القبلية	الدرجة الكلية	نسبة الكسب لبلاك
التطبيق القبلى	٦٤.٨٣	١٥٠	١.٢٢
التطبيق البعدى	١٣١.١٠		

الجدول (٢) يبين نسبة الكسب المعدل لبلاك لاستخدام البيئة التعليمية الالكترونية حيث بلغت (١.٢٢) وهى نسبة أعلى من النسبة التي حددها بلاك للحكم على فاعلية البرنامج وهى (١.٢)، وعلى ذلك يمكن الحكم بأن استخدام البيئة التعليمية الالكترونية كانت فعالة وقد أسهمت بالفعل في تنمية الاتجاه نحو تقنية الواقع المعزز لدى طلاب الثانوية العامة في مادة الأحياء .

والشكل البياني التالي يوضح ذلك :



شكل (٢): يوضح درجات طلاب المجموعة التجريبية الأولى في التطبيقين القبلي والبعدي لمقياس الاتجاه نحو تقنية الواقع المعزز .

من الجدول (٢) ونتائجه والشكل البياني (٢) يتبين تحقيق البيئة التعليمية الالكترونية القائمة على تقنية الواقع المُعزز فاعلية فى تنمية الاتجاه نحو تقنية الواقع المعزز بنسبة تفوق نسبة ١.٢ وفقاً للكسب المُعدل لبلاك .

يرى الباحث أن النتائج أثبتت فاعلية استخدام تقنية الواقع المعزز في تنمية مهارات التفكير البصري لدى طلاب المرحلة الثانوية في مادة الأحياء، حيث دلت النتائج على تفوق المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة علماً بأن المجموعتين متكافئتين، ولكن قد ساهمت استخدام تقنية الواقع المعزز بمادة الأحياء في تحسين المستوى العلمي لتنمية المفاهيم العلمية ومهارات التفكير البصري لديه بشكل منظم ومتسلسل، وترسخ المعرفة في ذهنه، وتؤهله إلى التفكير في كل ما يرد عليه من مفاهيم بإمعان قبل أن تكون جزءً من خبراته.

أولاً : المراجع العربية :

مجدي عبد الكريم حبيب (٢٠٠٣) . اتجاهات حديثة في تعليم التفكير . الطبعة الأولى ، دار الفكر العربي ، القاهرة رافع النصير الزغول و عماد عبد الرحيم الزغول (٢٠٠٣) . علم النفس المعرفي ، منشورات دار الشروق ، عمان ، الأردن .

أحمد عبدالرحمن الغامدي (٢٠٠٧) . ثقافة الصورة الفنية وأثرها الاجتماعي والتربوي ، جامعة فلادليفيا ، الأردن .

رضا هندي جمعة مسعود (٢٠١٤) . فاعلية برنامج قائم على خرائط التفكير في تنمية بعض مهارات التفكير البصري من خلال مناهج الدراسات الاجتماعية لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي ، رسالة دكتوراة غير منشورة ، كلية التربية جامعة حلوان .

حسن ربحي مهدي (٢٠٠٦). فاعلية استخدام برمجيات تعلمية على التفكير البصري والتحصيل في التكنولوجيا لدى طالبات الصف الحادي عشر، رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية ، غزة .

رجب السيد عبد الحميد الميهي (٢٠٠٣). أثر اختلاف نمط ممارسة الأنشطة التعليمية في نموذج تدريسي مقترح قائم على المستحدثات التكنولوجية والنظرية البنائية على التحصيل وتنمية مهارات قراءة الصور والتفكير الابتكاري في العلوم لدى طلاب المرحلة الثانوية ذوي التحكم الداخلي والخارجي، مجلة التربية العلمية ، المجلد السادس ، العدد الثالث.

خالد نوفل (٢٠١٠). تكنولوجيا الواقع الافتراضي واستخداماته التعليمية. عمان: دار المناهج للنشر والتوزيع.

ثانياً: المراجع الأجنبية :

Barbur, J.L., Watson, J.D.G., Frackowiak, R.S.J. and Zeki, S. (1993) . **Conscious Visual-Perception Without V1. Brain** .

Campbell, K.J and Others (1995) . **Visual Processing during Mathematical Problem Solving , Educational Studies in Mathematics** , Vol. 28 ,No.2 .

Catenazz N., & Sommaruga, L. (2013) . **Social media,challenges and opportunities for education in modern society, mobile learning and augmented reality: new learning opportunities**, International Interdisciplinary scientific Conference, Vol. 1,No 1.

Chang, G., Morreale, P., & Medicherla, P. (2010) . **Applications of augmented reality systems in education**. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), Proceedings

of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Chesapeake , VA:AACE .

Chen C. & Tsai Y. (2011) . **Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools** (Computers and Education), Unpublished and archival studies, National Chengchi University , Wenshan District , Taipei City 116 , Taiwan .

Dunser,A.,Walker,L., Horner,H. & Bentall, D. (2012) . **Creating Interactive Physics Education Books with Augmented Reality** . 24th Australian Computer-Human Interaction Conference .

Anderson, E.F & Liarokapis, F. (2010) . **Using augmented reality as a medium to assist teaching in higher education** , Coventry University, UK.

El Sayed , N. (2011) . **Applying Augmented Reality Techniques in the Field Of Education** , Master degree , Benha University .

Furth ,Hans and Wachs ,Harry (1974) . **Thinking Goes to School, Piaget's**

Grice, G.L (1999) . **Instructional Strategies For The Development Of Thinking Skills. Paper Presented At The Annual Meeting Of Speech Communication Association** MA , Bosten .

Kipper,G & Rampolla, J (2013) . **Augmented Reality - An Emerging Technologies Guide to AR** , Syngress; 1 edition , USA .

Kerawalla,L., Luckin,R., Seljeflot,S.,&Woolard,A.(2006) . **Making It Real:Exploring The Potential Of Augmented Reality For Teaching Primary School Science**. Virtual reality.10. pp. 163-174 .

Les,M & Les,Z (2003) **. New epistemologically oriented educational multimedia design in the context of the visual thinking capabilities of the Shape Understanding** IASTED Conference IMSA Internet and Multimedia Systems and Applications , Honolulu .

Mcloughlin,C. & Krakowski, K. (2001) . **Technological tools for visual thinking : What does the research tell us ?** , Teaching and Learning , Centre University of New England .

Radu , L (2012) . **Why Should My Students Use AR ? , A comparative Review of Educational Impacts of Augmented Reality** , IEEE International Symposium o Mixed and Augmented Reality , Atlanta .

Rieber, L. P. (1995) . **A historical review of visualization in human cognition. Educational Technology**, Research and Development .

Sumadio, D., & Rambli, D. (19-21 March 2010), **Preliminary evaluation on User Accptance of the Augmented Reality use for Education** , second International conference on Computer Engineering and applications , Bali Island .

EDUCAUSE Learning Initiative (2005) . **7 things you should know about Augmented Reality**. **Theory in Practice** , Newyork ,Oxford University Press .

Hou, L., Wang, X., Bernold, L., & Love, P. (2013) .**Using Animated Augmented Reality to Cognitively Guide Assembly**, Journal of Computing in Civil Engineering Vol. 27, No. 5, pp. 439 - 451.