مجلة العمارة والتخطيط، م ٣٣ (٢)، ص ص ١٩١- ٢١٥، الرياض (٢٠٢١م / ١٤٤٢هـ)
doi: 10.33948/JAP-KSU-33-2-3

مقالة استعراضية

اتجاهات وتحديات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري

شيماء إبراهيم الكبسي — *طالب ماجستير*
أحمد عمر محمد سيد مصطفى — *أستاذ مشارك*
قسم العمارة وعلوم البناء، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.
arc.sh201@gmail.com, 439204405@ksu.edu.sa — *Ahmedoms@ksu.edu.sa*

قدم للنشر في ١١/ ٩/ ١٤٤١ هـ؛ وقبل للنشر في ١٥/ ١/ ١٤٤٢ هـ.

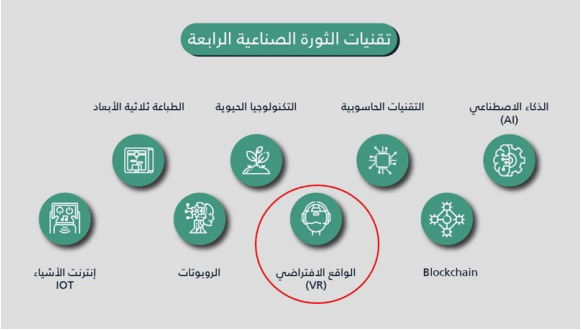
ملخص البحث. انتشر استخدام التقنيات الرقمية في كل جانب من جوانب حياتنا تقريباً، وتداخلت في كل مجال من مجالات التخصص ومنها مجال التعليم. وعلى الرغم من الإمكانات والقدرات الواسعة لتقنيات الواقع الافتراضي في دعم وتعزيز الأنشطة المتعلقة بالتعليم، إلا أن أغلب الدراسات تشير إلى أن تطبيق هذه التقنيات في مجال تعليم التصميم المعماري لا يزال محدوداً. هدفت هذه الورقة البحثية إلى استكشاف أهم اتجاهات وتحديات تطبيقات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري من أجل فهم أفضل للإمكانيات والقدرات، والتحديات والقيود المرتبطة بهذه التقنيات كأساس لدعم المتخصصين التربويين في استكشاف طرق ووسائل يمكن من خلالها تعظيم الاستفادة من استخدام مثل هذه التقنيات في مختلف بيئات تعليم التصميم المعماري. اعتمدت الورقة المنهج الاستقرائي لتحليل الأدبيات الحديثة في هذا المجال مع دعم التحليل بعرض عدد من الحالات الدراسية التي توضح ما تم التوصل إليه. وخلصت إلى أن تعليم التصميم المعماري بحاجة إلى التعامل مع التقدم المستمر لتقنيات الواقع الافتراضي واللحاق به لتحقيق توافق مخرجات عملية التعليم مع احتياجات السوق المستقبلية المتوقعة لمختلف التقنيات الحديثة، وأمكن تلخيص وتجميع ما تم التوصل إليه في مصفوفة «اتجاهات وتحديات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري» التي يمكن أن تفتح الطريق لدراسات مستقبلية يمكن من خلالها تحديد الأولويات والأهمية النسبية لهذه الاتجاهات والتحديات عند تطبيقها في البيئات المختلفة لتعليم التصميم المعماري.

الكلمات المفتاحية: الواقع الافتراضي، تعليم التصميم المعماري، البيئات الافتراضية، الهولوجرام في التعليم المعماري، الحوسبة السحابية.

١. تقديم

يمثل التصميم عملية عقلية منظمة نستطيع بها التعامل مع أنواع متعددة من المعلومات ودمجها في مجموعة واحدة من الأفكار التي يتم تطويرها لتنتهي برؤية واضحة يتم التعبير عنها في شكل إسكتشات ورسومات متعددة الأبعاد (Pamungkas., et al. 2018). ويشغل التصميم المعماري مكانة مهمة لدى المعماريين، ويمثل بؤرة الاهتمام لديهم حيث يعد محور ارتكاز العمل والفكر المعماري، على المستوى العملي والمهني والأكاديمي، لكونه نتاجاً مباشراً لعملية الإبداع وخلاصة الدراسات والتحليلات والأبحاث المتعمقة في كافة التخصصات المرتبطة بالعمارة، الأمر الذي يشكل أهم عوامل التميز والترجيح عند التقييم والمفاضلة بين الأفكار التصميمية للمشروعات المعمارية، لذلك يسعى المعماريون إلى استخدام أحدث التقنيات المتاحة وتطويع إمكانياتها لرفع كفاءة البحث عن المعلومات والبيانات اللازمة للتصميم وتحليل ونمذجة معلومات الحل المقترح للمشاكل والقضايا المعمارية في صورة مرئية تمكنهم من عرض وتقديم أفكارهم ببساطة ووضوح (Krietemeyer, et al. 2019)

نظراً للتطور الكبير الحادث في تقنيات الواقع الافتراضي منذ ظهور أفكارها في الخمسينيات، ومع توسع نوعياتها وتنوع درجات الارتباط بين البيئات الافتراضية والبيئات الواقعية، وتطور المفاهيم الخاصة بها وانتشار مجالات استخدامها، فقد اعتبرت ضمن إحدى تقنيات الثورة الصناعية الرابعة (شكل ١) التي تميزت بتغلغل التكنولوجيا في جميع المجالات الحياتية إلى الدرجة التي تداخلت فيها حدود البيئات المادية والرقمية والبيولوجية. ويمكن تمثيل تقنيات الواقع الافتراضي بواجهة بشرية حاسوبية يخلق فيها الحاسب الآلي بيئة افتراضية تستجيب بشكل تفاعلي لسلوك المستخدم ويتحكم فيها الحاسب بكائنات أو بيئات ثلاثية الأبعاد ذات تفاعل حقيقي أو مباشر أو مادي (Köhle, et al.2014)، وكما يمكن تمثيلها بالقدرة على محاكاة الخيال بالواقع عن طريق أجهزة مخصصة تعمل على معالجة البيانات وإرسالها للأداة المستخدمة لتكوين بيئات كاملة يمكن التحرك والرؤية والتحكم الجزئي بها (Sanchez., et al 2019). ولتحقيق الإحساس بالواقعية للبيئات الافتراضية، ترتكز تقنيات الواقع الافتراضي على ثلاثة محاور، يربط الأول الواقع الافتراضي



الشكل رقم (١). تقنيات الواقع الافتراضي إحدى تقنيات الثورة الصناعية الرابعة

https://blog.sawim.com/transfer-and-localize-technology-from-the-world-to-your-company-and-industry/

بالخصائص الحسية والإدراكية للمستخدم، والثاني بقدرة المستخدم على اكتساب الخبرات الشخصية المختلفة واتخاذ القرارات السريعة كونه وسيلة اتصال بين جهات متعددة، أما الثالث فيربط الواقع الافتراضي بمجموعة الأدوات والتجهيزات التقنية الخاصة ببناء عروضه ومشاهداته.

ويمثل الواقع الافتراضي والبيئات الافتراضية إحدى التقنيات المهمة التي يمكن توظيفها في مجال تعليم التصميم المعماري والتي يمكن من خلالها عمل تصور لشكل البناء وأخذ تصور عن العلاقات المكانية والإنشائية وإيجاد أماكن الخلل والحلول (Noghabaei, et al. 2020)، وتطور ذلك التوجه نحو دمج الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري لتوفير بيئة تفاعلية تساعد المصممين على خلق شعور أكبر بالواقعية وقدرة أكبر على التخيل والإبداع والابتكار وفهم أفضل للمشروع من خلال التصميم أثناء الانغماس في البيئة التي يتم التصميم فيها (Klerk., et al. 2019).

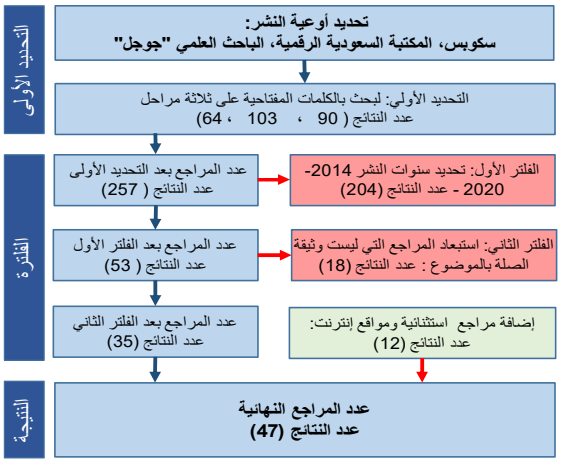
● **الإشكالية البحثية**: بالرغم من انتشار تطبيقات وتقنيات الواقع الافتراضي في العديد من المجالات الحياتية، وفي العديد من المجالات التعليمية، إلا أنها محدودة الاستخدام في مجالات تعليم التصميم المعماري: فأغلب كليات العمارة تعتمد في التعليم، سواء المباشر أو التعليم عن بعد، على الأسلوب التقليدي في تقديم المحاضرات النظرية والعملية، وأغلب ممارسات التصميم المعماري تعتمد على الطريقة التقليدية باستخدام البرامج ثنائية وثلاثية الأبعاد دون تفاعل فعلي مع البيئة التي يتم التصميم فيها.

● **الأهداف**: يتمثل الهدف الرئيسي لهذا البحث في استكشاف أهم اتجاهات وتحديات تطبيقات تقنيات الواقع الافتراضي في مجالات تعليم التصميم المعماري لاكتساب فهم أفضل لها والتعريف بإمكانياتها وقيود استخدامها في هذا المجال؛ لدعم المختصين التربويين في مجال تعليم التصميم المعماري في بحث وسائل تعظيم الاستفادة منها في بيئات تعليم التصميم المعماري من جهة، ودعم الباحثين في مجالات تطوير هذه التقنيات في فهم التحديات المرتبطة بها، وبحث إمكانيات توفير الحلول الملائمة للبيئات التعليمية مختلفة السياقات والإمكانيات لتخطي هذه التحديات من جهة أخرى.

● **المنهج العلمي**: يعتمد هذا البحث على المنهج الاستقرائي بتحليل الأدبيات الحديثة في هذا المجال لاستكشاف الاتجاهات والتحديات ذات العلاقة بتطبيق تقنيات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري ودعم التحليل بعرض عدد من الحالات الدراسية التي توضح وتؤكد ما يتم التوصل إليه.

بدأ الباحثان بتحديد أوعية النشر التي سيتم البحث فيها عن الأدبيات ذات العلاقة بالموضوع، وتحديد الفترة الزمنية التي تم فيها نشر الدراسات العلمية لضمان الحصول على أحدث الاتجاهات والتحديات المرتبطة بموضوع

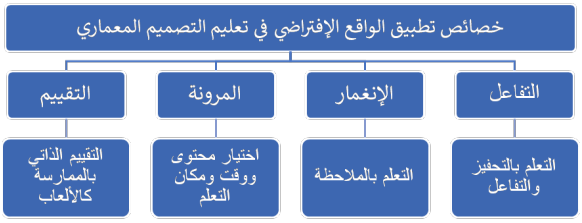
البحث، ثم فلترة النتائج على مستويات مختلفة للوصول إلى عدد المراجع النهائي الذي بلغ (٤٧) مرجعاً. ويوضح الشكل رقم (١) منهج اختيار وتحديد مراجع البحث:



الشكل رقم (٢). إجراءات تحديد مراجع البحث

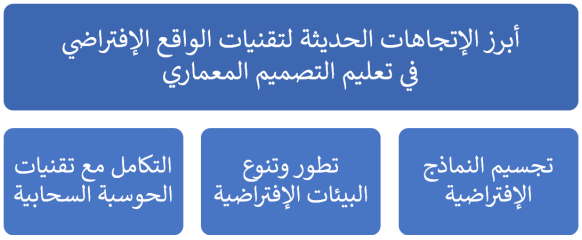
٢. الاتجاهات الحديثة لتقنيات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري

يشغل الواقع الافتراضي الكثير من الاهتمام منذ بدء ظهوره في خمسينيات القرن الماضي، وتطور هذا الاهتمام واستمرت جهود التطوير ونتائجه ليصل إلى اعتباره إحدى تقنيات الثورة الصناعية الرابعة والتي تمثل التقدم والتطور التكنولوجي الرقمي، وتكاد تختفي فيها الحدود الفاصلة بين البيئات المادية والرقمية والبيولوجية. وتطرح الأدبيات التي تم تحليلها مجموعة من الاتجاهات الحديثة التي تدعم استخدام تطبيقات الواقع الافتراضي في التعليم عموماً وتعليم التصميم المعماري على وجه الخصوص، والإمكانيات المتعددة التي تمكن المتعلم من التفاعل والانغمار والمرونة والتقييم الذاتي (Maghool., et al. 2018) كما يتضح من الشكل رقم (٣)، والتي تساهم في تحسين التعاون والجودة والشفافية خلال دورة حياة التصميم والبناء والتشغيل للمباني وتمكين المهندسين من اتخاذ قرارات مهمة منذ المراحل الأولى للعمل التصميمي (Tepe., et al. 2018).



الشكل رقم (٣). خصائص تطبيق الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري. مترجم عن (Maghool., et al. 2018).

اتضح من المراجعات الأدبية تنوع وانتشار تطبيقات الواقع الافتراضي والأجهزة المرتبطة بها والمدى الواسع للإمكانيات والقدرات التي تدعم العمل التصميمي والتعليم والتدريب، وتم حصر أهم الاتجاهات الحديثة لتقنيات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري ضمن ثلاثة تصنيفات رئيسية تشمل تجسيم النماذج الافتراضية من خلال تقنيات الهولوجرام، وتطور وتنوع البيئات الافتراضية واستخداماتها في التعليم والتدريب، والتكامل مع تقنيات الحوسبة السحابية باستثمار التخزين السحابي لحل إشكاليات حجم البيانات الناتجة من هذه التقنيات، كما يتضح من الشكل رقم (٤).

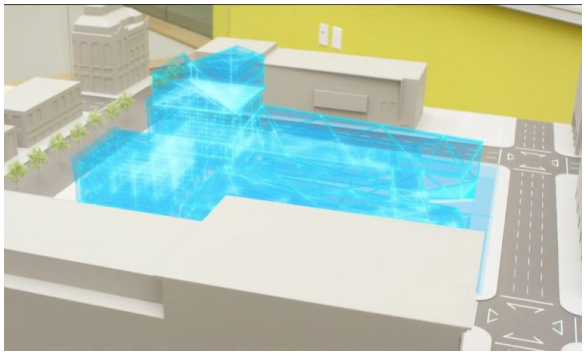


الشكل رقم (٤). تصنيف أهم اتجاهات الواقع الافتراضي المستنتجة من المراجعات الأدبية.

وسيتم في الجزء التالي استعراض وتحليل الأدبيات التي أدت إلى استنتاج هذا التصنيف.

١ , ٢ تجسيم النماذج الافتراضية: تطور تقنيات الهولوجرام والتفاعل مع المجسمات الافتراضية:

يمكن اعتبار الهولوجرام إحدى تقنيات الواقع الافتراضي المجسمة التي نشأت في نهاية الأربعينيات من القرن الماضي على يد دينيس جاربر (IHMA, 2020) ولكنه تطور بصورة كبيرة مؤخراً كتقنية تصور جديدة، أقل تكلفة، لا تتطلب أجهزة لارتدائها، مما يتيح التصور والمشاركة الجماعية حول النموذج التصميمي، ويكون غالباً على عدة أنواع منها: الهولوجرام الليزرى، والهولوجرام النافذ ذو اللون الأبيض ويطلق عليه هولوجرام الطيف، والمصممون يمكنهم التحكم بشكل كامل فى الألوان الصادرة من هذا النوع لإنتاج تصميمات ذات ألوان طبيعية (Huawei, 2017a). ويوجد تقنيات أخرى تم تطويرها من خلال الهولوجرام الطيفى لكى يتم صناعة مربعات هولوجرامية ذات تصميمات متحركة لإظهار الحركة وزيادة إمكانيات الإنتاج الكمى لهذه المربعات. يتم استخدام الليزر فى صناعة الهولوجرام النابض لتسجيل الشكل المراد تصويره فى وقت قصير جداً يقاس بالنانو ثانية فهو قريب الشبه بفلاش الكاميرا (Bahri, Hay-them ., et al).



الشكل رقم (٥). مستعرض اسكتش أب من خلال الهولولنز في التصميم المعماري وعرض المشاريع.

https://news.microsoft.com/transform/design-revolution-microsoft-hololens-mixed-reality-changing-architects-world/

في مجال التصميم المعماري تعتمد تقنية الهولوجرام على إنشاء مجسمات افتراضية ثلاثية الأبعاد مباشرة من النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد للمشروع وهو ما يساعد على فهم المقياس الكلي وتغيير التصميم في الوقت الفعلي وتجربة التصميم كما لو تم البناء بالفعل. فتتيح هذه التقنية للمستخدمين التفاعل مع الصور المجسمة عالية الوضوح في العالم الواقعي (Cristea., et al. 2019) كما تطور استخدام هذه التقنية بتوفير إمكانية التفاعل مع واجهة مستخدم والتحكم فيها بإيماءات اليد ودمج الصور المجسمة مع الواقع، وضبط قياساتها، وتطورت إمكانياته في تحقيق التنوع في التشكيلات اللونية باستخدام

الضوء لإبراز القيم الجمالية والتي أصبحت بعد استخدام الهولوجرام أكثر تنوعاً. (Bahri, Haythem ., et al) ولذلك تم تطوير استخداماته في مجال التصميم المعماري بشكل واسع النطاق وخاصة في مجالات التصميم التشاركي ومعاينة وتقييم النماذج التصميمية المعقدة في بيئة افتراضية كما يتضح من شكل (٧)، واستمر التطوير ليشمل إمكانية معالجة وتعديل النماذج مباشرة كما يتضح من شكل (٨)، وإضافة إلى ذلك فقد توفرت إمكانية نقل بيانات النماذج إلى الطابعات ثلاثية الأبعاد مباشرة من خلال تقنيات التخزين السحابي (HUAWEI, 2017a)، وساعد ذلك على تحقيق تعاون وتفاعل أكثر مع النماذج التصميمية والتحكم فيها بطريقة أكثر طبيعية (Tepe., et al. 2018). ولكل ما سبق يمكن اعتبار هذه التقنية من أهم وأبرز التقنيات التي يتوقع أن يكون لها مستقبل واعد في دعم تعليم التصميم المعماري.

الشكل رقم (٦). استخدام الهولولنز في قياس الأبعاد (الواقع المختلط).

https://nl.letsgodigital.org/virtual-reality-vr/micro-soft-hololens/

الشكل رقم (٧). استخدام الهولوجرام في التصميم التشاركي وتقييم النماذج .

https://www.archdaily.com/878348/the-worlds-first-hologram-table-is-here-and-could-be-yours-for-47000-dollars

الشكل رقم (٨). المعالجة المباشرة للنماذج التصميمية الافتراضية المجسمة بتقنية الهولوجرام.

https://www.archdaily.com/878348/the-worlds-first-hologram-table-is-here-and-could-be-yours-for-47000-dollars

٢ , ٢ تطور وتنوع البيئات الافتراضية وتطور استخدامها في التصميم والتعليم والتدريب:

يمكن من خلال البيئات الافتراضية ثلاثية الأبعاد التفاعل والمشاركة مع الآخرين وإنشاء كائنات كجزء من هذا التفاعل، حيث يظهر المستخدمون كصورة رمزية في العالم الافتراضي:

الصورة الرمزية عبارة عن تمثيل افتراضي يمكن أن تتخذ أي شكل. وتتنوع مجالات العوالم الافتراضية حسب الغرض المصممة من أجله، فمنها ما يعتمد على مجال الخيال العلمي أو الرياضة أو التاريخ أو العرض والتدريب أو الألعاب التي تعتبر أكثر البيئات الافتراضية انتشاراً (Huang,., et al. 2019) . ومع تنوع واختلاط هذه البيئات ظهر مصطلح «الواقع المختلط Mixed Reality» في تسعينيات القرن الماضي ليشير إلى طرفين متضادين أحدهما به البيئات الواقعية، والآخر به البيئات الافتراضية، وتقع بينهما بيئات واقعية معززة ببيئات افتراضية "الواقع المعزز Augmented Reality"، وبيئات افتراضية معززة ببيئات واقعية "البيئات الافتراضية المعززة Augmented Virtuality" فبعض هذه العوالم يعتمد بشكل واسع على العالم الحقيقي وبعضها الآخر منفصل تماماً عن العالم وبينهما درجات مختلفة وهو ما أدى إلى توسع وتنوع البيئات الافتراضية وتطور استخدامها كما يتضح من الشكل رقم (٩).

الشكل رقم (٩). التنوع في مدى العوالم الافتراضية

(Milgram & Colquhoun, 1999) مع التصرف من قبل الباحثين

تهدف العوالم الافتراضية في مجملها إلى التفاعل مع الآخرين بطرق جديدة ومبتكرة. وتوفر هذه العوالم الافتراضية إمكانية التواصل مع شخص آخر باستخدام وسائل متعددة مثل: النص والصوت والصور الرسومية والإيماءات واللمس، وتتمتع بالقدرة على التكيف والنمو وفقاً لاحتياجات المستخدمين المختلفة (Wang., et al. 2018).

وقد اتضح من مراجعة الأدبيات التنوع الكبير في هذه البيئات، والتطور الكبير في استخدامها في مجالات التعليم والممارسة المهنية للتصميم وفي التدريب، وذلك مع التوسع والانتشار في استخدام شبكات الإنترنت والتقنيات المرتبطة بها، وظهور وتطور اتجاهات وأفكار التعليم والتعلم الإلكتروني. وشهدت هذه التكنولوجيا تطوراً ملموساً مع تطور الشبكة نفسها، وظهرت تقنيات جديدة داعمة لهذا التوجه مثل: انتشار مواقع الفيديو والاتصال المرئي وبروز استخدام البيئات الافتراضية وتطبيقاتها، والسماح للمستخدمين من ذوي الاحتياجات الخاصة بالوصول إلى المواد التعليمية نفسها واستخدامها من المنزل، كما ظهرت «الفصول والأستوديوهات» الافتراضية التي يمكن من خلالها التفاعل بين الطلاب والمعلمين، ويوفر بعضها أنشطة قائمة على المحاكاة تسمح للمستخدمين بتجربة الظواهر المختلفة والتي تدعم فرصاً أكثر لفهم أفضل لمثل هذه الظواهر

التي كان يصعب فهمها بالطرق التقليدية (Cruz-Benito., et al. 2016.)

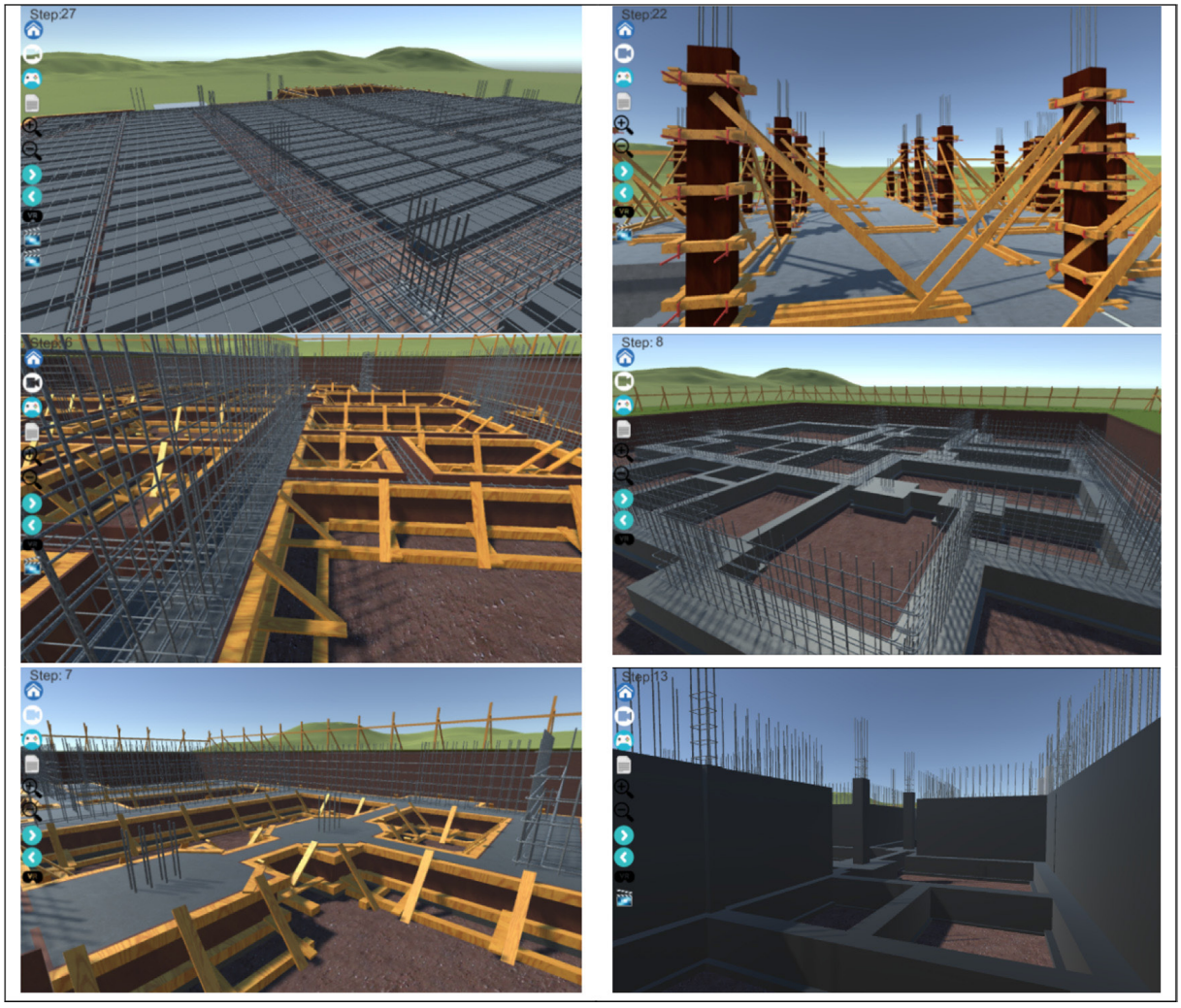
تعود الأهمية الخاصة بتقنية البيئات الافتراضية وانتشارها إلى تشابه طريقة عملها مع طريقة عمل حواس الإنسان الطبيعية (البصر- السمع- اللمس)، فهي تحقق درجة عالية من التشابه مع العوالم الفيزيائية المادية من جهة والتوافق مع أسلوب وإدراك وفهم البشر للمشاهدات الطبيعية من جهة ثانية. وبناء على ذلك فقد تم توظيفها في المجالات المعرفية المختلفة النظرية منها والتطبيقية (Cristea., et al. 2019)، وأظهرت دراسة عن استخدامات الواقع الافتراضي في التصميم والتشييد أن الواقع الافتراضي يؤدي إلى سلوك مستخدم مماثل لسلوكه في العالم الحقيقي، إضافة إلى فعاليته في التدريب على سلامة البناء والتحكم في جدول المشروع، وتحسين التعاون بين المشاركين في المشروع، وتمكين فهم أفضل للتصاميم المعقدة والمساعدة في صنع القرار (Alizadehsalehi, et al. 2019).

ولكون هذه البيئات أساس عمل تقنيات الواقع الافتراضي، وللدلالة على أهمية وانتشار وتنوع استخدام هذه البيئات، نستعرض ثلاثاً من الحالات الدراسية التي تم فيها استخدام تقنيات البيئات الافتراضية في مجالات التعليم والممارسة المهنية للتصميم وفي التدريب.

٢,٢,١ تطبيق تكنولوجيا الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري

هذه الحالة الدراسية تشمل مجموعة من طلاب قسم العمارة في جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية (JUST) التي يعتمد تدريس تشييد المباني فيها على طريقة التدريس التقليدية المتمحورة حول المعلم. وتم في هذه التجربة اقتراح أداة لتطوير نهج تعليمي جديد بتطوير تطبيق لبيئة افتراضية للتعامل مع تشييد المباني باستخدام تقنية الواقع الافتراضي، وينغمر المستخدمون في بعض مراحلها باستخدام أدوات إضافية لتحقيق ثلاثة أهداف: تزويد الطلاب بمعلومات تشييد المباني، وتحقيق المتعة، والتكامل مع المقررات الأخرى. تم التركيز على مقرر التصميم المعماري والإنشائي في قسم العمارة وهو أحد متطلبات البكالوريوس التي تستهدف الإنشاء والتصميم والمواد والخامات المختلفة للبناء، واعتمد تصميم الحالة الدراسية على عنصري التفاعل والمشاركة بين الطلاب خلال بناء واختبار نموذج ثلاثي الأبعاد لأحد المشاريع التي تتيح لهم فهماً وإدراكاً أكبر لعملية تشييد المبنى بجميع مراحلها، بداية من الأساسات إلى التشطيبات. وأظهرت نتائج هذه الحالة الدراسية إمكانية تحقيق أهداف تعليم التصميم والإنشاء المعماري باستخدام البيئات الافتراضية بشكل أفضل من الطريقة التقليدية (Bashabsheh., et al. 2019)

الشكل رقم (١٠). استخدام بعض أدوات الواقع الافتراضي (نظارة الرأس) لرؤية موقع التشييد الافتراضي في بيئة انغمارية (Bashabsheh., et al. 2019)



الشكل رقم (١١). صور لبعض مراحل بناء البيئة الافتراضية (Bashabsheh., et al. 2019)

وقد أدى استخدام البيئات الافتراضية بهذه الطريقة في تعليم التصميم والتدريب إلى اكتساب الطلاب لمزيد من الخبرة والمعرفة والمتعة بطريقة أفضل وأكثر كفاءة من الطرق التقليدية المعروفة (Williams., et al. 2019). وهذا ما أكده العديد من الدراسات مثل التجربة التي قامت بها (Fonseca., et al. 2014) وخلصت منها إلى أن مستوى تفاعل الطلاب في جميع مراحل استخدام أحد تطبيقات الواقع الافتراضي أثناء التصميم المعماري ارتفع بصورة كبيرة نتيجة للمرونة التي أظهرتها هذه التجربة خلال تطبيقها. ودراسات (Maghool., et al. 2018) و(Kharvari, Hohl. 2019) والتي تم فيها تجربة تطبيق جديد تم اقتراحه لدمج تقنيات الواقع الافتراضي ضمن التعليم المعماري لمواجهة تحديات التعليم بالأساليب التقليدية وتحسين الأداء الأكاديمي ورفع الإبداع والتصور لدى المستخدمين، ودراسة (Tepe., et al. 2018) التي أظهرت أن البيئات الافتراضية الاستكشافية التفاعلية تساعد في خلق الثقة بالنفس وتسمح بالمشاركة والتفاعل بين المستخدمين.

٢,٢,٢ تطبيق تكنولوجيا الواقع الافتراضي في الممارسة المهنية

يستخدم الواقع المعزز في مراحل التصميم المبكرة حيث إن له أهمية كبيرة على جودة التصميم بأكمله، بناء على تحليل شامل لخصائص ومتطلبات مراحل التصميم الأولى، ويساعد في عرض التصاميم لمختلف المعنيين بالمشروع من مهندسين ومصممين ومستخدمين وملاك ويعطي تصوراً فيما ستكون عليه التصاميم في موقعها النهائي لتقييم الوظائف والشكل الخارجي. كما يستخدم في تصميم المدن والمناطق الحضرية والذي يساعد في فهم احتياجات الناس والعلاقة بين الإنسان والمدينة. (Wang, 2009). وكحالة دراسية لأهمية تطبيق هذه التطبيقات في تعليم التصميم المعماري وزيادة مهارات الطلاب في استخدامها لمواكبة متطلبات الممارسة المهنية، فقد وجد أن بعض المكاتب تعتمد في الممارسة المهنية على استخدام الواقع الافتراضي بواسطة مهندسي المشروع بجميع تخصصاتهم لفهم جوانبه والإحساس بحجم المشروع ونطاقه لتطوير التصاميم ومشاركتها مع العملاء والمستخدمين للوصول إلى تصاميم تستجيب لاحتياجات الناس وتتوافق مع البيئة (Noghabaei, et al. 2020). ويعتبر مشروع تطوير حرم جامعة جيفرسون في لوس أنجلوس، التي تحتوي على أكثر من ٥٠ مبنى قائماً، إحدى الحالات الدراسية التي تم فيها تطبيق هذه التقنيات لتطوير المشروع من خلال نموذج افتراضي يمكن العملاء من تجربة التصاميم على مستوى المساحة والإضاءة والأثاث قبل تنفيذها وإبداء الرأي فيها والتعديل عليها، وتقديم الاقتراحات من خلال تجربة السير داخل البيئة الافتراضية للحرم الجامعي المقترح. (www.hmcarchitects.com).

وقد أثبتت هذه التجربة أن استخدام

الشكل رقم (١٢). تجربة العملاء للتصميم المقترح من خلال البيئات الخارجية الافتراضية.

https://hmcarchitects.com/news/revolutionizing-school-design-with-virtual-reality/

الشكل رقم (١٣). تقديم نموذج للأثاث المقترح للتصميم من خلال البيئات الداخلية الافتراضية.

https://hmcarchitects.com/news/revolutionizing-school-design-with-virtual-reality/

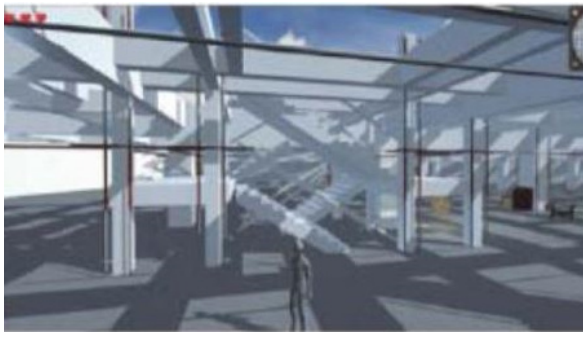
الواقع الافتراضي في التصميم يساعد المهندسين في تحديد المشكلات بسرعة أكبر ، ويوفر إمكانية إدراج مكونات من تصاميم النظم الهندسية الأخرى مثل: أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء والإضاءة من خلال التنسيق المبكر بين المهندسين المختصين، ويسهل ذلك من أنشطة ومتطلبات التصميم ويوفر جزءاً كبيراً من الوقت والتكلفة، خلال بيئة تعاونية وتشاركية بين المصممين بمختلف تخصصاتهم والعملاء بمختلف توجهاتهم (Tian lo & Schnabel. 2018). ويتضح من هذه الحالة الدراسية أهمية تطبيق هذه التقنيات في البيئات التعليمية لتجهيز الطلاب وتسليحهم بالمهارات اللازمة للتعامل معها في الواقع الفعلي.

٢,٣,٢ تطبيق تكنولوجيا الواقع الافتراضي في التدريب

لم يقتصر الأمر على توظيف العوالم الافتراضية في مجال الفصول والأستوديوهات الافتراضية للتعليم المعماري، وإمكانيات تجهيز الطلاب وتسليحهم بالمهارات اللازمة لمواجهة متطلبات الممارسة المهنية في مجالات التصميم التشاركي بين المشاركين في التصميم من مهندسين وعملاء، حيث أمكن استخدام وتوظيف هذه البيئات الافتراضية أيضاً وبكفاءة في مجال التدريب، ومن أهم التوجهات الحديثة التي تم فيها توظيف البيئات الافتراضية في هذا المجال هو التدريب على سلامة البناء والمهام التشغيلية والمعدات، سواء على المستوى التعليمي في الجامعات أو على مستوى الممارسة المهنية في الشركات والمؤسسات.

فبعكس واقع التدريب التقليدي الذي يتطلب الشرح بطريقة نظرية أولاً ثم تأتي عملية التطبيق (Williams., et al. 2019)، يوفر الواقع الافتراضي بيئات تدريبية مختلفة لتدريب الطلاب

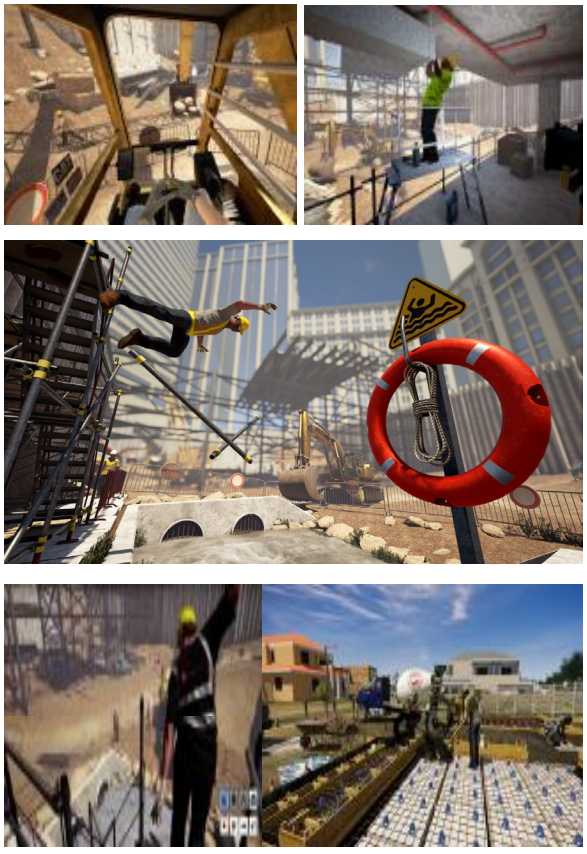
والمهندسين فيها من خلال مجموعة من التقنيات والبرامج التي تعتمد على التكرار والمحاكاة لبيئة مادية حقيقية يمكن للمتدرب التفاعل معها



الشكل رقم (١٤). مشهد من إحدى الألعاب المصممة لاستكشاف موقع البناء. (Zhang and Chen, 2019.)

واكتساب الكثير من الخبرات ومراجعتها في بيئات آمنة بعيدة عن مواقع البناء الفعلية المليئة بفرص الحوادث المحتملة (Milovanovic., et al. 2017).

يحقق التدريب في البيئات الافتراضية العديد من المميزات مثل: توفير التكلفة والسلامة من الأخطار (Wang., et al. 2018)، كما يوفر الوقت ويرفع الكفاءة حيث يتم التدريب بسرعة وسهولة ويمكن حفظ الخبرات والتجارب السابقة لإعادة معاينتها، مع توفير مدى واسع ومتنوع للتدريب في نوعيات مختلفة من المشاريع والمواقع المعمارية، ويسهل في مثل هذه البيئات ملاحظة ودراسة للسلوكيات البشرية للمستخدمين والعمل على توفير الحلول على أرض الواقع (Shi., et al. 2019)، كما تمكن من التفاعل المباشر بين جميع المشاركين في عملية التصميم أو الإشراف على التنفيذ في



الشكل رقم (١٥). نماذج وأمثلة لبيئات افتراضية للتدريب على مواقع البناء.

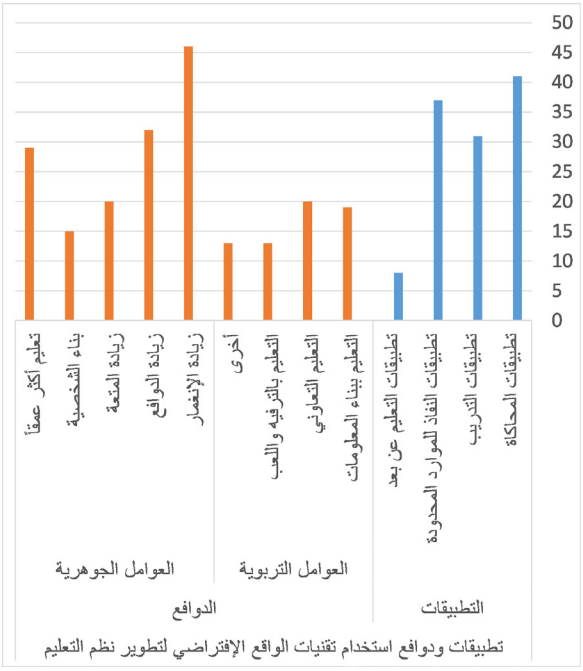
https://ccsbestpractice.org.uk/entries/the-situation-engine-experience-based-safety-training

مواقع البناء. وأوضحت نتائج بعض الدراسات أن تقنية الواقع الافتراضي يمكن أن تكون منصة فعالة للتدريب على السلامة واستبدال التدريب في الموقع (Noghabaei, et al. 2020).

ولمميزات توفير الوقت والتكلفة وتقليل المخاطر المرتبطة بالتدريب، اتجه بعض الشركات المعمارية إلى استخدام تطبيقات الواقع الافتراضي في التدريب المسبق للعاملين في بيئات لمواقع افتراضية من خلال المحاكاة لمواقع المشاريع الفعلية (Kharvari., et al. 2019)، ومن هذا المنظور

أيضاً اتجه بعض الجهات التعليمية لدمج الواقع الافتراضي في تدريب الطلاب على أسس العمل في مواقع البناء من خلال بيئة افتراضية يمكن التحكم فيها بطريقة آمنة وواقعية ومبتكرة ومثمرة، ويتوافر بها الخدمات الفنية والتعليمية التي تمكن الطلاب من الحصول على الخبرة الكاملة لمشاريع الحياة الواقعية (Teklemariam., et al. 2014)، فمن وجهة نظر المصممين والطلاب والمهندسين يمكن أن توفر هذه التقنيات إمكانية مناقشة أي أسئلة مهمة أو ملحّة بغض النظر عن مكان أعضاء الفريق حول أحد مواقع العمل، حيث يمكن الاجتماع في بيئة افتراضية تمثل هذا الموقع، وتبادل الآراء حول موضوعات وعناصر التنفيذ بالموقع والوصول إلى حلول وقرارات تشاركية متفق عليها (Zhang and Chen, 2019) .

مع أهمية اعتبار التطور والتنوع الحادث في البيئات الافتراضية وتطور استخدامها كإحدى أهم وأبرز التقنيات التي يتوقع أن يكون لها مستقبل واعد في دعم التعليم والتصميم المعماري والتدريب العملي المطلوب فيها، فإن هناك عدداً من العوامل التي يجب اعتبارها لتطوير نظم التعليم التي يتم فيها تطبيق واستخدام الواقع الافتراضي والبيئات الافتراضية، وقد تناول هذه الاعتبارات (Kavanagh., et al. 2017) في دراسة متعمقة لاستخدام تقنيات الواقع الافتراضي في التصميم تم فيها التوصل إلى فهم أفضل للعوامل المرتبطة بتطبيقها في التعليم، وقام بتصنيف العوامل التي حددها المعلمون لتطوير نظم الواقع الافتراضي في التعليم وأدرجها تحت فئتين



الشكل رقم (١٦). تطبيقات ودوافع استخدام تقنيات الواقع الافتراضي لتطوير نظم التعليم

مترجم عن (Kavanagh., et al. 2017)

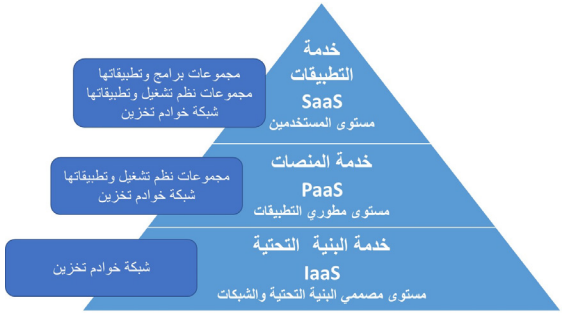
أساسيتين: تطبيقات ودوافع، وصنف الأخيرة إلى عوامل تربوية وعوامل جوهرية لتحقيق الفوائد المستهدفة من تطبيق تقنيات البيئات الافتراضية في التعليم كما يتضح من الشكل رقم (١٦).

٤ ,٢ ,٢ التكامل مع تقنيات الحوسبة السحابية: التخزين السحابي

يتكون مصطلح "التخزين السحابي" من كلمتين هما "السحاب" و"التخزين" حيث يتم تشبيه الإنترنت بسحابة هائلة يمكنها استيعاب العديد من الأشياء بدءاً من المعلومات

إلى البرامج في مكان واحد ويمكن استخدامها بسهولة من قبل العديد من الأشخاص. في حين أن كلمة التخزين تعني وسائط التخزين، ويتراوح ما يمكن تخزينه ما بين البيانات الرقمية التي تتراوح بين البيانات المكتوبة أو الصوت أو الصور المرئية إلى البرامج والفيديوهات والتطبيقات الرقمية. وبذلك فإن التخزين السحابي يمثل تقنية تستخدم الإنترنت كوسيلة تخزين بيانات رقمية، ويمكن تطبيقها على أربعة مستويات: شخصي وعام وخاص وهجين: فالتخزين السحابي الشخصي عبارة عن مجموعة فرعية من التخزين السحابي العام تخزن بيانات الفرد في السحابة وتوفر للفرد إمكانية الوصول إلى البيانات من أي مكان، وسحابة التخزين العامة تمثل المكان الذي يكون فيه موفر خدمة المؤسسة والتخزين منفصلين ولا توجد أي موارد سحابة مخزنة في مركز بيانات المؤسسة. يقوم موفر الخدمة بإدارة التخزين السحابي العام للمؤسسة بالكامل، وسحابة التخزين الخاصة يتم فيها دمج المؤسسة ومزود خدمة التخزين السحابي في مركز بيانات المؤسسة، أما سحابة التخزين الهجين فهي مزيج من التخزين السحابي العام والخاص حيث يتم تخزين البيانات المهمة في السحابة الخاصة بالمؤسسة، بينما يتم تخزين البيانات الأخرى في السحابة العامة. ولمعالجة أهم مخاطر حلول التخزين القديمة (مثل الخوادم المحلية) المتمثلة في إمكانية فقدان البيانات الحيوية، وزيادة تحقيق الأمان لموقع الويب وتخزين النسخ الاحتياطية في مكان آمن، ظهر النوع الخامس لخدمة التخزين السحابي المترابط (Inter-Cloud) كأحد أهم حلول التخزين الرقمي التي تستخدم خوادم متعددة لتخزين البيانات، وقد تكون من موفرى خدمة مختلفين ولكنها مترابطة، ويمكن للعميل الولوج إلي أي نسخة منها من أي مكان وفي أي وقت (Rani., et al.2015). وقد تطورت قدرات وإمكانيات التخزين السحابي بصورة كبيرة وازدادت المزايا التي أمكنه تحقيقها ومن أهمها الأمان الذي ينتج من توفير النسخ الاحتياطية عبر خوادم متعددة وهي محمية بشكل أفضل من فقد البيانات أو القرصنة، وإمكانية الوصول حيث يمكن الوصول إلى البيانات المخزنة عبر الإنترنت بغض النظر عن الموقع.

ومن ناحية خدمة التخزين السحابي فيتم تقديمها على ثلاثة نماذج أو مستويات كما يتضح من الشكل رقم (١٧): الأول: خدمات البنية التحتية (شبكة خوادم التخزين)، وهو موجه لمصممي البنية التحتية والشبكات، والثاني: خدمات المنصات المختلفة (يتضمن نظم التشغيل



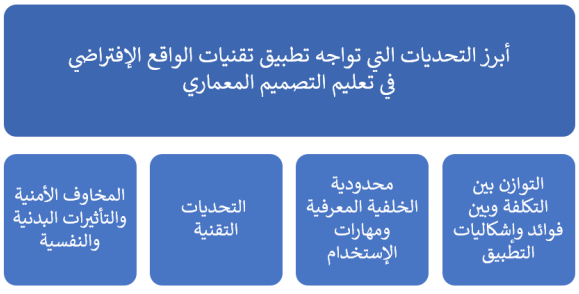
الشكل رقم (١٧). نماذج أو مستويات خدمة التخزين السحابي. مترجم عن (Arron Fu, 2017, https://www.uniprint.net/en/7-types-cloud-computing-structures/)

وتطبيقاتها) وهو موجه لمطوري التطبيقات، والثالث: خدمات البرامج والتطبيقات (ويتضمن مجموعات من البرامج وتطبيقاتها إضافة إلى ما سبق) وهو موجه للمستخدم النهائي لنظام الحوسبة السحابية (Fu, Arrow, 2017).

في مجال العمارة والتي تعتمد اعتماداً كبيراً على التواصل والتعاون، يحتاج المهندسون المعماريون إلى مشاركة الملفات في أي وقت ومن أي مكان، وفي مجال تطبيق تقنيات الواقع الافتراضي تزداد هذه الحاجة لمشاركة ذوي العلاقة بالتصميم من مواقع مختلفة، وتواجه هذه الحاجة بالعديد من التحديات المرتبطة بإشكاليات تخزين البيانات؛ لأن كمية البيانات اللازمة لجعل هذه التقنيات تعمل بكفاءة قد تفاجئ كثيراً من المستخدمين، نظراً للزيادة الكبيرة في أحجام الملفات الناتجة عن أغلب تطبيقات الواقع الافتراضي. حيث يمكن لأحد هذه التطبيقات التفاعلية أن تولد حوالي تيرابايت واحد من البيانات في الساعة، وهي بذلك تتطلب ما بين عشر مرات وعشرين مرة من سعة التخزين المستخدمة من قبل ملفات الفيديو عالية الدقة القياسية، اعتماداً على جودة اللقطات (Sampera, Ernest, 2019). ومع هذا فإن تحقيق الاستفادة المطلوبة عند استخدام تطبيقات الواقع الافتراضي في التصميم المعماري يتطلب أن تكون تجربة الواقع الافتراضي سلسة وغامرة تماماً، وهذا يتطلب القدرة على استرداد ملفات البيانات وتغييرها بسرعة كبيرة، حيث سيؤدي أي تأخير في الوصول إلى البيانات إلى مقاطعة تجربة المصمم أو المستخدم، وبطء التحميل، وكسر الانغمار وتجميد التحميل المباشر، وهو ما قد يؤدي إلى إحباط المصممين والعملاء ومن المحتمل أن تشكل خطراً على السلامة بسبب الارتباك أو الظروف الأخرى الناجمة عن الحركة، ومن هنا تتأكد أهمية تقنيات التخزين السحابي بمختلف نوعياتها كأحد الاتجاهات الفعالة التي يمكن من خلالها معالجة هذه الإشكالية (Huawei, 2017b).

٣. التحديات التي تواجه تطبيق تقنيات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري

أظهرت مراجعة الأدبيات ذات العلاقة بهذا الموضوع العديد من التحديات والصعوبات التي قد تواجه تطبيق الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري، ومن واقع الدراسة التي تمت لها تم تصنيفها ضمن أربعة تصنيفات مختلفة: الأول: يرتبط بالتكلفة مقارنة بفوائد وإشكاليات التطبيق، والثاني: يرتبط بالخلفية المعرفية وتقبل المستخدمين وتفاعلهم مع تطبيقات الواقع



الشكل رقم (١٨). تصنيف أهم التحديات التي تواجه تطبيق تقنيات الواقع الافتراضي

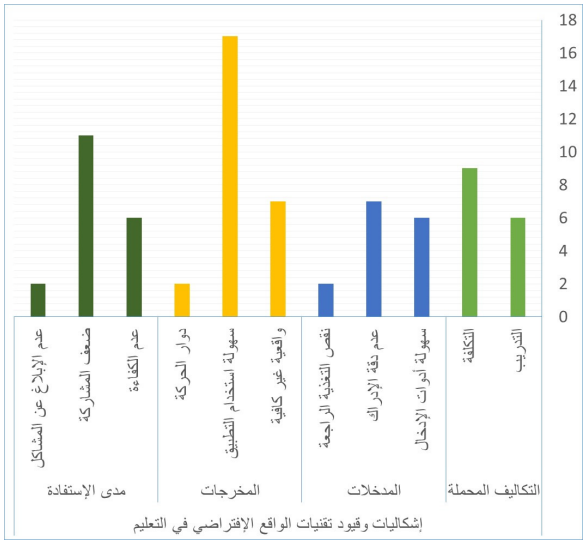
الافتراضي في التصميم، والثالث: يرتبط بالتعقيد والتوافق بين الأنظمة المستخدمة في تقنيات الواقع الافتراضي، بينما يرتبط الرابع بالمخاوف التقنية والتأثيرات النفسية والبدنية التي يمكن أن تنتج عن استخدام هذه التقنيات.

١ , ٣ التوازن بين التكلفة وفوائد وإشكاليات التطبيق

صنفت إحدى الدراسات التي اعتمدت على المراجعات الأدبية المتعمقة إشكاليات وقيود استخدام تقنيات الواقع الافتراضي في التعليم في أربعة تصنيفات: التكاليف غير المباشرة ومدى الاستفادة ومشاكل الإدخال والإخراج لتطبيق هذه التقنيات في التعليم والتدريب، كما يتضح من الشكل رقم (١٩).

تعد التكلفة المرتفعة المباشرة لبعض الأدوات الخاصة بتطبيقات الواقع الافتراضي في مجالات تعليم التصميم المعماري، سواء الأجهزة الحاسوبية، أو النظارات، أو السماعات، أو أجهزة التحكم باليد وتحديد المسار أحد التحديات التي قد تواجه المصنعين والمستخدمين (Bastug., et al. 2017)، فالشركات المصنعة تواجه تكلفة الإنتاج كونها تتطلب تقنيات عالية، إلى جانب بعض العوامل الاقتصادية مثل عدم وجود منافسة فعلية في الأسواق وقلة طلب المستهلك لها. أما من جانب المستخدم لهذه الأدوات فإن السعر يعتبر غير مبرر لهذه التكنولوجيا رغم تطورها وعدم وجود خيارات مختلفة للميزانية.

وبذلك فإن تطبيق هذه التقنيات في المجال التعليمي يتطلب رصد ميزانيات مرتفعة نظراً لما يتطلبه من إنشاء وتجهيز القاعات لغرض التعليم وما يرتبط بذلك من أعمال دعم وتدريب مسبق للمستخدمين، وتجهيز قاعات وتوفير أجهزة مخصصة ومدربين مختصين، بالإضافة إلى أنها تحتاج إلى صيانة دورية لديمومة استمراريتها وضمان عملها بشكل صحيح، وتعتبر هذه تكاليف غير مباشرة وهو ما قد يكون مبرراً لصعوبة وارتفاع تكاليف تطبيق الواقع الافتراضي في البيئات التعليمية (Kavanagh., et al. 2017). وقد ظهرت في الآونة الأخيرة بعض الأبحاث التي تدعم وجود تطبيقات تسهل على الطالب في مجال التصميم المعماري استخدام الواقع الافتراضي والتي قد لا تعتمد على الأدوات وإنما الأجهزة المحمولة فقط



الشكل رقم (١٩). نماذج من إشكاليات وقيود الواقع الافتراضي في التعليم التي ربطت بين التكلفة والفوائد والإشكاليات – مترجم عن (Kavanagh., et al. 2017)

والتي من شأنها تقليل التكلفة وتسهيل دمج الواقع الافتراضي بالعملية التصميمية والتعليمية.

إن تحقيق التوازن بين ميزانية استخدام تقنيات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري وما يتضمنه من تدريب على الممارسة المهنية للتصميم (التصميم التشاركي مع المصممين للنظم الهندسية ومع العملاء) أو التنفيذ (التدريب في البيئات الافتراضية)؛ والفوائد التي يمكن الحصول عليها من هذا الاستخدام، تتطلب ولا شك دراسة وتحليل القيمة المضافة الناتجة عن هذا الاستخدام مقابل التكلفة المباشرة وغير المباشرة للتطبيق وما تتضمنه من حلول للإشكاليات والتحديات المتوقع حدوثها.

٣,٢ محدودية الخلفية المعرفية ومهارات الاستخدام

يعتبر ضعف الخلفية المعرفية ومهارات استخدام تقنيات الواقع الافتراضي من أهم التحديات التي قد تكون سبباً في تأخر تطبيق هذه التقنيات، أو رفض دمج التقنيات الحديثة في مجال التصميم والتدريب واستخدامها في التصميم المعماري، أو في مواقع التشييد للمشاريع من قبل المصممين المعماريين والمنفذين، وقد تناول العديد من الدراسات هذه التحديات من مستويات وجوانب مختلفة: فبعضها تناوله من منظور تأثير واجهة التفاعل للنظام المستخدم في مدى سهولة استخدامه ومدى تقبل استخدامه (Chandrasekera and Yoon. 2018)، وبعضها تناوله من منظور تحليل فوائد وإشكاليات تطبيق تقنيات الواقع الافتراضي في مراحل التصميم من خلال تجارب فعلية يتم فيها تطبيق ودمج الواقع الافتراضي في مجالات تعليم التصميم المعماري وما يتضمنه من تدريب على الممارسة كأحد الجوانب المهمة لنجاح التطبيق في هذه المجالات (Häkkilä, et al. 2018)، ودراسات أخرى اعتمدت على مسوحات موسعة لمحاولة فهم كيفية عبور الفجوة بين التعليم والممارسة المهنية (Soliman.,S., et al. 2019)، أو لاستكشاف خبرات الطلاب خلال تحقيق التكامل بين تقنيات الواقع الافتراضي وتعليم التصميم المعماري (Williams., et al. 2019)، أو في مجال تعليم هندسة التشييد والتدريب عليها (Wang., et al. 2018). واتضح من أغلب هذه الدراسات أن محدودية الخلفيات المعرفية وقلة مهارات استخدام النظام قد تؤدي إلى إصابة البعض بالملل والإحباط لعدم القدرة على التطبيق أو الاستخدام، وهو ما قد يعيق أحياناً عملية التعليم أو التدريب أو التصميم، فالخلفية المعرفية ومهارة استخدام هذه التقنيات ومدى التقبل لأجهزتها وأدواتها تمثل تحدياً لاحتياجها إلى تهيئة وتوعية وتجهيز وتدريب مسبق.

وبالنظر إلى طبيعة تقنيات الواقع الافتراضي الحالية وما تتضمنه من درجات متفاوتة من التعقيد ومن الإمكانيات، ومن متطلبات الاستخدام، ومع إضافة ارتفاع تكلفة تجهيز بعض النظم وعدم انتشار استخدام وتطبيق هذه التقنية في مجال التعليم بصورة كبيرة،

فغالباً ما يكون المستخدم لها غير ملم بجميع الجوانب التقنية وليس لديه المهارات الكافية لإدخال المعلومات لتكوين البيئات الافتراضية بصورة كاملة أو صحيحة، وهذا يؤكد على أهمية تجهيز وتدريب المستخدم على النظم والأجهزة والأدوات لزيادة كفاءة وفعالية الاستخدام وتعظيم الاستفادة من تطبيق هذه التقنيات في التعليم (Kavanagh., et al. 2017) و (Velev, D., and Zlateva, P., 2017).

٣,٣ التحديات التقنية

تواجه التقنيات الحديثة سريعة التطور العديد من القيود التقنية التي تمثل تحدياً رئيساً أمام المطورين والمستخدمين على حد سواء، وأظهرت إحدى الدراسات أهمية اعتبار التقنيات المستخدمة للفروق بين الجنسين والطبيعة الخاصة لكل منهما، والفروق بين الطلاب في بيئات التعليم المختلفة، والإمكانيات الكبيرة المطلوبة للأجهزة المستخدمة للحصول على الإحساس المطلوب بالواقعية (Velev, D., and Zlateva, P., 2017)، وأشارت دراسات أخرى إلى التحديات الناتجة عن عدم توافق بين النماذج الافتراضية والواقعية، وفي حالات أخرى تحدث إشكاليات تقنية في محاكاة التصاميم المعمارية لحل التحديات التي قد تواجه عملية التصميم مثل: الإحساس بالفراغ والإضاءة والتوصيف الدقيق للمواد المستخدمة، إضافة إلى التحديات المرتبطة بمتطلبات التوافق مع الأنظمة والأجهزة المختلفة والمستخدمة للواقع الافتراضي (Williams., et al. 2019) فبعض تطبيقات الواقع الافتراضي تتوافق مع أجهزة محددة أو أنظمة تشغيل محددة دون أخرى، وهذا ما يجعله تحدياً خاصة على المستوى التعليمي؛ لكثرة عدد المستخدمين وتعدد نوعيات الأجهزة التي يمتلكها كل منهم، فعلى سبيل المثال: قد يمتلك جميع الطلاب أجهزة محمولة لكنها لا تتوافق جميعها مع التطبيق المستخدم للواقع الافتراضي، وهذا يتطلب توفير برمجيات خاصة أو تغيير التطبيق لتحقيق التوافق المطلوب. ويضاف إلى كل ذلك تحديات تكلفة متطلبات التخزين للبيانات الخاصة بهذه التقنيات، سواء على خوادم خاصة بالمؤسسات التعليمية، أو من خلال التكامل مع خدمات تقنيات الحوسبة السحابية التي سبق الإشارة إليها.

٣,٤ المخاوف الأمنية والتأثيرات البدنية والنفسية

تمثل المخاوف الأمنية أحد التحديات التي ترتبط بأغلب التقنيات الرقمية عموماً مثل: مخاوف انتهاك الخصوصية وتأمين المعلومات، ومخاوف متطلبات تخزين بيانات الواقع الافتراضي والتي تشكل تحدياً حقيقياً كبيراً لصناعة مراكز البيانات (Williams., et al. 2019)، ونظراً لأن المزيد من الشركات تطرح تطبيقات الواقع الافتراضي على المستهلكين بشكل متزايد وخاصة مع التقدم التكنولوجي الحالي، فإنها ستحتاج إلى مركز بيانات قادر على استيعاب متطلبات التخزين والشبكات

الهائلة التي ستضعها بيانات الواقع الافتراضي على بنيتها التحتية الحالية لجعل تجارب الواقع الافتراضي آمنة من مثل هذه التهديدات (Bastug., et al. 2017).

يضاف إلى ما سبق عدد من التحديات التي تم التركيز عليها بصور متفاوتة في الدراسات الأدبية، ترتبط بالتأثير النفسي والجسدي على مستخدمي الواقع الافتراضي، وترتبط بتأثر بعض الأشخاص بسبب طول المدة المستخدمة للأجهزة الخاصة بالواقع الافتراضي (Fonseca., et al. 2014)، أو الدوار والصداع الناتج بعد ارتداء واستخدام نظارات وسماعات الرأس لمدة طويلة (Sun., et al. 2019)، والذي يكون نتيجة لاختلاف الإشارات المرسلة إلى العقل من العين التي ترى أن الجسم يتحرك عند التجول في الواقع الافتراضي، بينما الأذن نتيجة لتوازن الجسم عن طريق السوائل فيها لا ترسل الإشارة نفسها وهو ما يربك العقل ويسبب عدم الارتياح والغثيان والإغماء، أو التشوش الحادث في حالات أخرى نتيجةً لتداخل النماذج الواقعية والافتراضية بشكل غير منطقي أحياناً، أو الحوادث المتوقعة نتيجة انفصال الفرد عن الواقع في بعض الحالات عندما يرتدي أجهزة الواقع الافتراضي وينفصل عن الواقع ولا يرى ما حوله. كل هذه التأثيرات والتي يجري دراستها والبحث عن حلٍ لها من قبل مجتمع البحث العلمي لعلوم الحاسب والصحة النفسية (Cook. et al. 2019).

٤. النتائج والمناقشة

مع تطور تقنيات الواقع الافتراضي وتنوع البيئات الافتراضية التي تم استكشافها وتصنيفها في هذا البحث، يحتاج مجال تعليم التصميم المعماري إلى مواكبة التطورات التكنولوجية الحديثة ليصبح أكثر كفاءة وتكيفاً مع الممارسات الفعلية لسوق العمل. ومن واقع ما تم استنتاجه في الجزء السابق فالواقع الافتراضي واتجاهات تطويره من المتوقع أن يكون له مستقبل واعد ويمكن الاستفادة منه على مستوى التعليم وما يتضمنه من تدريب على الممارسة المهنية للتصميم والإشراف على التنفيذ، حيث يمكن أن يلعب العديد من الأدوار المهمة في مجال التعليم والتدريب والممارسة المهنية:

- ففي مجال التعليم يجب تطوير الأساليب التعليمية المتمحورة حول المعلم والطالب، إلى بيئة افتراضية تعليمية قائمة على المشاركة والتفاعل وتحسين الأداء. وتعزز فيما يسمى بالتعليم الذاتي، وإدراك مزايا وعيوب التصاميم وإضافة المتعة والتفاعل والمشاركة بين المستخدمين؛ لتحقيق زيادة الفهم والمعرفة، وزيادة التفاعل والمشاركة، وإضفاء الطابع الشخصي على التصميم، وتوفير الوقت والمال بزيادة كفاءة التصميم، والحد من الفجوة بين التعليم والممارسة المهنية.

- وفي مجال التدريب على الممارسة المهنية للتصميم من خلال البيئات الافتراضية، وهو ما يجهز الطالب لمجال الممارسة المهنية بدعم التواصل

حول الأفكار واستكشاف الآراء المختلفة وتقييمها بالوقت نفسه، وتقديم تصور واضح للمستفيدين عن التصميم المقترح من خلال بيئات افتراضية متعددة الخصائص تسمح بمشاركة التصميم وتبادل الخبرات ومشاركة العملاء في العملية التصميمة للمشاريع قبل التنفيذ وهو ما يسمح لهم بتطويرها بشكل أفضل.

● وفي مجال التدريب على أعمال المواقع والإشراف على التنفيذ، يمكن استخدام هذه البيئات في تنفيذ برامج التدريب قبل الممارسة المهنية في بيئات تتميز بارتفاع مستويات الأمن والسلامة.

مع ارتباط الواقع الافتراضي بمجموعة من الخصائص التي تجعله واحداً من أهم التقنيات الرقمية الداعمة للتصميم المعماري والتعليم لكونه يوفر بيئة افتراضية مرنة تسمح بالتفاعل والتقييم، إلا أن ذلك يتطلب مراعاة بحث إمكانيات تحقيق التوازن بين ميزانية استخدام تقنيات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري وما يتضمنه من تدريب على الممارسة المهنية للتصميم (التصميم التشاركي مع المصممين للنظم الهندسية ومع العملاء) أو التنفيذ (التدريب في البيئات الافتراضية)؛ والفوائد التي يمكن الحصول عليها من هذا الاستخدام، وهذا من ثم يتطلب دراسة وتحليل القيمة المضافة الناتجة عن هذا الاستخدام مقابل التكلفة المباشرة وغير المباشرة للتطبيق وما تتضمنه من حلول للإشكاليات والتحديات المتوقع حدوثها.

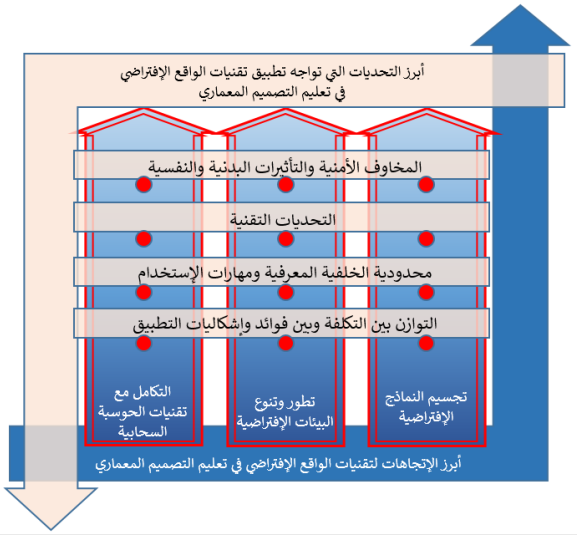
من واقع ما تم استكشافه للاتجاهات الحديثة في مجال تطبيقات الواقع الافتراضي في مجال تعليم التصميم المعماري وما يتضمنه من تدريب على الممارسة المهنية في التصميم (التصميم التشاركي بين المصمم المعماري وبين مصممي النظم الهندسية وبين المصمم المعماري والعميل أو مالك المشروع)، وفي مجال الإشراف على التنفيذ (البيئات الافتراضية للتدريب) والتحديات التي تواجه هذه التطبيقات، توصلت الدراسة إلى التالي:

● أهم وأبرز الاتجاهات الحديثة لتقنيات الواقع الافتراضي في مجال التصميم المعماري تمثلت في تجسيم النماذج الافتراضية، وتطور وتنوع البيئات الافتراضية وتطور استخدامها في التعليم والممارسة والتدريب، والتكامل مع تقنيات الحوسبة السحابية.

● أهم وأبرز التحديات التي تواجه تطبيق تقنيات الواقع الافتراضي في التعليم والتصميم المعماري صنفت ضمن أربعة تحديات تمثلت في التوازن بين التكاليف وفوائد وإشكاليات التطبيق، ومحدودية الخلفيات المعرفية ومهارات الاستخدام، والتحديات التقنية، والمخاوف الأمنية والتأثيرات النفسية والبدنية.

وبذلك يتضح أن لدينا محورين متعارضين: محور تطور التقنيات والاتجاهات الحديثة لها، ومحور التحديات أو القيود والمعوقات، وبوضع هذين المحورين في مصفوفة نطلق عليها

«مصفوفة اتجاهات وتحديات تطبيق تقنيات الواقع الافتراضي في تعليم التصميم المعماري»، ينتج لدينا اثنتا عشرة علاقة عند تقاطع صفوف وأعمدة المصفوفة. ويتطلب ذلك دراسة لبحث الأهمية النسبية لكل من الاتجاهات والتحديات



الشكل رقم (٢٠). مصفوفة محاور تقنيات الواقع الافتراضي وتحديات تطبيقه في تعليم التصميم المعماري

عند تطبيق تقنيات الواقع الافتراضي في بيئات التعليم المختلفة في ظروفها وإمكانياتها وسياقاتها باختلاف الأماكن والدول، وهو ما يمثل إحدى الدراسات المستقبلية التي تقع خارج نطاق هذه الدراسة، وتوصي بأهمية إجرائها.

٥. التوصيات والرؤى المستقبلية

من خلال ما تم في هذه الدراسة فإن المؤمل أن تؤدي نتائجها إلى زيادة وعي الباحثين والمختصين والمعلمين والطلاب والممارسين بإمكانيات تقنيات الواقع الافتراضي في مجالات كل منهم، ودراسة التحديات التي تم استنتاجها وبحث إمكانيات التغلب عليها أو تقليل تأثيرها. ومن هذا المنطلق توصي الدراسة بالتالي:

- على الباحثين إجراء مزيد من الدراسات في محورين: الأول يبحث مصفوفة العلاقة بين محاور الاتجاهات ومحاور التحديات وتحديد العلاقات المؤثرة وترتيب أهميتها لاعتبارها في استراتيجيات التعامل مع هذه التحديات، والثاني يبحث وسائل تحقيق دمج تقنيات الواقع الافتراضي بعمليات التعليم والتصميم المعماري وتوظيفها في رفع كفاءة العملية التعليمية وتحسين مخرجاتها وسد الفجوة بين تعليم تصميم والممارسة المهنية.

- على الجهات التعليمية العمل على تطوير أساليب وتقنيات التعليم المعماري عامة والتصميم المعماري خاصة وتوظيف تقنيات الواقع الافتراضي فيها بما يضمن الاستفادة من إمكانيات هذه التقنيات في التعليم وفي التدريب العملي، لرفع كفاءة العملية التعليمية ومخرجاتها بما يؤهل الطلاب لاحتياجات السوق المحلي والعالمي على المستوى المعرفي، وعلى مستوى المهارات الشخصية ذات العلاقة باستخدام هذه التقنيات.

- على الشركات المتخصصة توفير تطبيقات ومنصات خاصة بتطبيقات الواقع الافتراضي غير مكلفة وميسرة لتشجيع المصممين والمختصين

بمجال التصميم المعماري، بمن فيهم المعلمون والطلاب، على زيادة الوعي والإلمام المعرفي بأحدث التقنيات الحديثة في هذه المجالات وكيف يمكن استخدامها والتدريب عليها.

● على الشركات المطورة لتقنيات وتطبيقات الواقع الافتراضي زيادة استثماراتها في تطوير هذه التقنيات بالصورة التي يمكن بها التغلب على التحديات المرتبطة بتطبيقها، من جهة التكاليف والتحديات التقنية والمخاوف المنية والتأثيرات البدنية والنفسية الناتجة عن استخدامها؛ لضمان سرعة انتشارها والتوسع في استخدامها والاستفادة من إمكانياتها في المجالات المختلفة.

٦. المراجع

English References

Alizadehsalehi, s., Hadavi, A., Huang, J. 2019. "Virtual Reality for Design and Construction Education Environment" .ResearchGate. April.

Bahri, Haythem ., Krcmarik, D., Moezzi, R., Koci, J. 2019. "Efficient Use of Mixed Reality for BIM system using Microsoft HoloLens". IFAC Conference on Programmable Devices and Embedded Systems PDES, IFAC PapersOnLine 2019 52(27):235-239.

Bashabsheh, A., Alzoubi, H., Ali, M. 2019. "The application of virtual reality technology in architectural pedagogy for building constructions". Alexandria Engineering Journal, 58, 713–723.

Bastug, Ejder., Bennis, M., Medard,M., Debbah, M., 2017. "Towards Interconnected Virtual Reality:Opportunities, Challenges and Enablers".Draft, arXiv:1611.05356v2 [cs.NI] 24 Mar.

Chandrasekera, Tilanka., Yoon, So-Yeon. 2018. "Augmented Reality, Virtual Reality and their effect on learning style in the creative design proces". Design and Technology Education Association, EJ1171588.

Cook, Matt., Lischer-Katz, Z., Hall, N., Hardesty, J., Johnson, J., McDonald, R., Carlisle, T., 2019. "Challenges and Strategies for Educational Virtual Reality: Results of an Expert-led Forum on 3D/VR Technologies across Academic Institutions". Information Technology & Libraries. Dec, Vol. 38 Issue 4, p25-48. 24p. 1 Chart.

Cristea, Dragos., Navarro,R., Riquelme, J., Ivanov, M., Anwar, M., Suciu, G. 2019. "Integrating IoT Modern Communication Architectures into the New Generation of VR/MR Environments", Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati, DOI https://doi.org/10.35219/eai1584040948.

Cruz-Benito, Juan., Maderuelo, C., Barcia-Penalvo, F., Theron, R., Perez-Blanco, J.,-Zazo, H., Martin-Suarez, A. 2016. "A Software Architecture to Support Learning in Virtual Worlds". IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje. 11(3), 194-204. doi:10.1109/RITA..2589719.

Fonseca, David., Marti, N., Redondo, E., Navarro, I., Sanchez, A., 2014. "Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models". Computers in Human Behavior 31, 434–445.

Häkkilä, J., Colley, A., Yliharju, A. 2018. "Introducing Virtual Reality Technologies to Design Education". ResearchGate, Article May.

HUAWEI Technologies, ILabs, 2017a."Cloud VR Bearer Network", https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/pdf/ilab/cloud_vr_oriented_bearer_network_white_paper_en_v2.pdf

HUAWEI Technologies, XLabs Wireless, ABI research, 2017b."Preparing for a cloud AR/VR Future" - Augmented and virtual reality: peering into the future", https://www.huawei.com/en/industry-insights/outlook/mobile-broadband/xlabs/insights-whitepapers/cloud-vr-ar-white-paper

Noghabaei, Mojtaba., Heydarian, A., Balali, V., Han, K. 2020. "Trend Analysis on Adoption of Virtual and Augmented Reality in the Architecture, Engineering, and Construction Industry". Received: 25 December 2019; Accepted: March.

Olshannikova , Ekaterina., Ometov, A., Koucheryavy, Y., Olsson, T., 2015. "Visualizing Big Data with augmented and virtual reality: challenges and research agenda". Journal of Big Data 2-22.

Pamungkas, L., Meytasar, C., Trieddiantoro., H. 2018. " Virtual Reality As A Spatial Experience For Architecture Design: A Study of Effectiveness for Architecture Students". SHS Web of Conferences 41, 05005.

Rani, B. Kezia, Rani, B.P., Babu, A.V., 2015. "Cloud Computing and Inter-Clouds - Types, Topologies and Research Issues.". 2nd International Symposium on Big Data and Cloud Computing (ISBCC'15), Procedia Computer Science 50 (2015) 24 – 29.

Sanchez-Sepulveda, Monica., Torres-Kompen, R., Fonseca, D. 2019. "Methodologies of Learning Served by Virtual Reality: A Case Study in Urban Interventions". Applied Sciences. 28 November. 9, 5161.

Shi, Yangming., Du, J., Ahn, C., Ragan, E., 2019 "Impact assessment of reinforced learning methods on construction workers' fall risk behavior using virtual reality". Automation in Construction, Volume 104, August, Pages 197-214.

Soliman, S., Taha, D., ElSayad, Z. 2019. "Architectural education in the digital age Computer applications: Between academia and practice". Alexandria Engineering Journal, 58, 809–818.

Sun, H., Li, Y., Paik, J. 2019. "Application of VR Technology in the Optimization Modeling of Port Wave-proof Building". Journal of Coastal Research. SI, 97, 267-272.

Sun, CH., Hu, W., Xu,D. 2019. "Navigation modes, operation methods, observation scales and background options in UI design for high learning performance in VR-based architectural applications". Journal of Computational Design and Engineering 6. 189–196.

Huang, Y., Shakya, S., Odeleye,T. 2019. " Comparing the Functionality between Virtual Reality and Mixed Reality for Architecture and Construction Uses". Journal of Civil Engineering and Architecture (409-414 .

Kavanagh, Sam., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., Plimmer, B., 2017. "A systematic review of Virtual Reality in education. Themes in Science & Technology Education". Themes in Science & Technology Education, 10(2), 85-119.

Kharvari, Farzam., Hohl, Wolfgang. 2019. "The Role of Serious Gaming using Virtual Reality Applications for 3D Architectural Visualization". IEEE, 978-1-7281-4540-2/19/$31.

Klerk, Rui de., Duarte, A., Medeiros, D., Duarte, J., Jorge, J., Lopes, D., 2019. "Usability studies on building early stage architectural models in virtual reality". Automation in Construction, 103, 104-116.

Köehler,T., Münster, S., Schlenker, L. 2014. "Smart communities in virtual reality. A comparison of design approaches for academic education". Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A, N.22, pp. 48-59.

Krietemeyer, B., Bartosh, A., Covington, L. 2019. "A shared realities workflow for interactive design using virtual reality and three-dimensional depth sensing". International Journal of Architectural Computing; Jun, Vol. 17 Issue 2, p220-235, 16p.ER.

Maghool, S., Moeini, S., Arefazar, Y. 2018. " An Educational Application Based On VR Technology For Learning Architectural Details Challenges and Benefits". Archnet-IJAR, November – (246-272).

Milgram, P., Colquhoun, H. 1999. "A Taxonomy of Real and Virtual World Display Integration." Chapter 1 (1-16) in Y Ohta and H Tamura (Ed's), Mixed Reality – Merging Real and Virtual Worlds. Ohmsha (Tokyo) & Springer Verlag (Berlin),.

Milovanovic, Julie., Moreau, G., Siret, D., Miguet, F., 2017. "Virtual and Augmented Reality in Architectural Design and Education". An Immersive Multimodal Platform to Support Architectural Pedagogy. 17th International Conference, CAAD Futures.

ty-changing-architects-world/, accessed in August, 2020

HMC Architects web site, Virtual Reality, https://hmcarchitects.com/?s=Virtual+Reality, accessed in August, 2020.

IHMA, 2020, https://www.ihma.org/history.aspx, accessed in August, 2020.

Jurrien, Ils, Microsoft HoloLens Mixed Reality bril nu te koop in Nederland, 2017, https://nl.letsgodigital.org/virtual-reality-vr/microsoft-hololens/, accessed in August, 2020

Lynch, Patrick, The World's First Hologram Table is Here, and Could Be Yours for $47,000, 2017, https://www.archdaily.com/878348/the-worlds-first-hologram-table-is-here-and-could-be-yours-for-47000-dollars, accessed in August, 2020.

Newton, Sidney and Lowe, Russell, The Situation Engine: Experience-Based Safety Training, https://ccsbestpractice.org.uk/entries/the-situation-engine-experience-based-safety-training, accessed in Augutst, 2020.

Sampera, Ernest, 2019, Why Virtual Reality Has Created Data Storage Concerns, https://www.vxchnge.com/blog/virtual-reality-data-storage-concern,

Sawim co, Your location in the 4th Industrial Design, 2019, https://blog.sawim.com/transfer-and-localize-technology-from-the-world-to-your-company-and-industry/, accessed in August, 2020.

Tepe, T., Kaleci, D., Tuzun, H. 2018. "Virtual Reality Applications inEducation". Springer International Publishing AG.

Teklemariam, H., Kakati, V., Kumar, A. 2014. "Application of VR Technology in Design Education". Intertional Conferfnce On Engineering and Product Design Education 4&5 September.

Tian lo, T., Schnabel, M. 2018. " Virtual & Augmented Studio Environment (VASE) Developing the Virtual Reality Eco-System for Design Studios". d Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Volume 1, 443-452.

Velev, D., and Zlateva, P., 2017, "Virtual Reality Challenges in Education and Training", International Journal of Learning and Teaching Vol.(3), No (1),

Wang,Peng., Wang, J., Chi, H., Wang, X., 2018. "A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training". International Journal of Environmental Research and Public Health. 8 June, 15, 1204.

Williams, J., Orooji, F., Aly, SH. 2019. "Integration of Virtual Reality (VR) in Architectural Design Education: Exploring Student experience". American Society for Engineering Education. Paper ID #27354.

Zhang, Cheng., Chen, Bing. 2019."Enhancing Learning and Teaching for Architectural Engineering Students uing Virtual Building Design and Construction". Higher Education Studies; Vol. 9, No. 2.

Websites

Arron Fu, CTO UniPrint.net (2017), https://www.uniprint.net/en/7-types-cloud-computing-structures/, accessed in August, 2020.

Grandt, Chris & Thompson, Adrew, Revolutionizing school design with virtual reality, https://hmcarchitects.com/news/revolutionizing-school-design-with-virtual-reality/, accessed in August, 2020

Ho, Venessa, Design revolution: Microsoft HoloLens and mixed reality are changing how architects see the world, 2017, https://news.microsoft.com/transform/design-revolution-microsoft-hololens-mixed-reali-

doi: 10.33948/JAP-KSU-33-2-3

Review Article

Trends and Challenges of Virtual Reality in Architectural Design Education

Shaimaa Ibrahim AL-Kebsi *Ms.c Student*

Ahmed Omar M.S. Mostafa *Associate Professor*

Department of Architecture and Building Sciences, College of Architecture and Planning, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.

arc.sh201@gmail.com, 439204405@ksu.edu.sa *Ahmedoms@ksu.edu.sa*

Received 4/5/2020; accepted for publication 3/9/2020

Abstract. Digital technologies are currently employed in almost every aspect of our lives, and have been interwoven in almost every field of specialization. Despite the wide potentials and capabilities of Virtual Reality (VR) technologies in supporting and enhancing education-related activities, many studies indicate that the application of such technologies in the fields of architectural design education is still limited. The objective of this paper is to explore the most important trends and challenges of VR applications in Architectural Design Education for a better understanding the capabilities and limitations of such technologies in supporting educational specialists to explore ways and means to maximize the benefit of using such technologies within different Architectural Design educational environments. The paper adopted the inductive approach analyzing recent literature in this field, supported by case-studies. It is concluded that Architectural Design Education needs to cope with the continuous advancements in VR technologies to comply with the expected future market needs of various modern technologies. The paper Summarizes and compiles the findings in the matrix of "Trends and Challenges of Virtual Reality in Architectural Design Education", which could open the way for future studies through which the priorities and relative importance of such trends and challenges can be determined, as applied in various architectural design educational environments.

Key words: Virtual Reality, Architectural Design Education, Virtual Environments, Hologram in Architectural Design, Cloud Computing.