مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (41) العدد (2) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (41) No. (2) 2019

دعم القرار في مجال الصيانة بمنهجية متكاملة بين إدارة المعرفة والواقع الافتراضي في بيئة نمذجة معلومات البناء BIM

د. جمال عمران *
د.فايز جراد **
باسل الحسن***

(تاريخ الإيداع 23 / 1 / 2019. قُبِل للنشر في 22/ 4 / 2019)

□ ملخّص □

كثير من المنشآت تتعرض لهدر غير مبرر أثناء تنفيذ أعمال الصيانة وذلك بسبب عدم الاستفادة من التجارب السابقة لاستنباط المعارف الضمنية والعلنية المكتسبة من قبل فريق العمل التي تساعد على تجنب الوقوع في اخطاء تم الوقوع بها سابقاً، وحتى عند وجود إطار للحصول على هذه المعارف فإن توصيل هذه المعرفة إلى الاشخاص المناسبين على اختلاف مستوى تحصيلهم العلمي في الوقت المناسب يعتبر تحدي في مجال صناعة التشييد. في هذا البحث نسعى لتطوير إطار تقني وبرمجي يساعد في الحصول على المعرفة أثناء تنفيذ أعمال الصيانة وتخزين هذه المعرفة في قاعدة بيانات في بيئة BIM ونقل هذه المعارف باستخدام تطبيق Dynamo ثم استخدام الواقع الافتراضي من أجل إنشاء نموذج محمل بكافة هذه البيانات باستخدام الواقع الافتراضي الغامر من أجل تجاوز مشاكل وأخطاء التواصل التي تحدث بين أفراد فريق العمل وبالتالي إحداث توفير في التكلفة والوقت أثناء تنفيذ الصيانة.

الكلمات المفتاحية: صيانة المباني العامة، نمذجة معلومات البناء، البرمجة البصرية، دينمو، الواقع الافتراضي.

*أستاذ مساعد – قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.
j-omran@tishreen.edu.sy
** أستاذ مساعد – قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.
fayezalijrad@gmail.com
***طالب دكتوراه – قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.
Bassel.moh.alhassan@gmail.com

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (41) العدد (2) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (41) No. (2) 2019

Support Decision-Making in Maintenance Work Using an Integrated Methodology Between Knowledge Management and Virtual Reality in BIM Environment

DR. Jamal Omran [*]
DR. Fayez jrad [**]
Bassel Alhassan[***]

(Received 23 / 1 / 2019. Accepted 22 / 4 / 2019)

□ ABSTRACT □

Many facilities are subjected to unjustified waste during the implementation of the maintenance work because of the lack of benefit from previous experiences to develop the implicit and explicit knowledge acquired by the work team that helps to avoid mistakes we have already made in the past. Even when there is a framework for acquiring this knowledge, connecting this knowledge to the right people at different levels of their education in a right time is a challenge in the construction industry.
In this research we seek to develop a technical and software framework that helps to obtain knowledge while performing maintenance and store this knowledge in a database in the BIM environment and transfer this knowledge using the Dynamo application, and then use the virtual reality to create a model loaded with all these data in order to overcome communication problems and errors that occur between staff members and thus save in the cost and time during the implementation of maintenance.

Keywords: public buildings maintenance, BIM, visual programming, dynamo, virtual reality.

[*] **Associate Professor., Department of Construction and Management Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
j-omran@tishreen.edu.sy
[**] **Associate Professor, Department of Construction and Management Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
fayezalijrad@gmail.com
[***] **PhD student, Department of Construction and Management Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
Bassel.moh.alhassan@gmail.com

مقدمة:

يمكن تعريف الواقع الافتراضي بإنها عملية توليد بصري على الحاسب للبيانات المكانية وعرضها على أي نوع من أنواع الشاشات (Liu et al,2014). وفي تعريف آخر فإن (VR) هي تجربة حيث يكون الشخص محاط بتمثيل حاسوبي ثلاثي الأبعاد ويكون لديه القدرة للتجوال في هذا الواقع، والولوج إلى داخله، واستيعابه وإعادة تشكيله(Kuncham, 2013). (Johansson,2016) عرف الواقع الافتراضي بأنه تمثيل حاسوبي للبيانات المكانية والتي يمكن أن يتم التحكم بها بشكل تفاعلي وعرضها على أي نوع من الشاشات.

يمكن تصنيف الواقع الافتراضي إلى صنفين أساسيين هما:

1- الواقع الافتراضي على الحاسب.

2- الواقع الافتراضي الغامر.

الواقع الأفتراضي الغامر (Immersive Virtual Reality (IVR)):

وتم تعريف الواقع الإفتراضي الغامر وفقاً (Joseph Psotka) الباحث في معهد أبحاث الجيش الأمريكي، بأنه نظام يضع الشخص في بيئة افتراضية تجعله يشعر كأنه في العالم الحقيقي، حيث سوف يكون للشخص إحساس بالموقع الذي هو فيه ومن خلال تحريك الرأس والعينين يستطيع التفاعل و الانتقال ضمن هذه البيئة(Subramanian,2012).

يعرف الواقع الافتراضي الغامر بإنه النظام الذي يكون فيه الشخص ضمن بيئة محاكية للواقع تجعله يشعر كما لو كان في في العالم الحقيقي(Psotka, 1995). وتتضمن هذه التقنية بيئة اصطناعية غامرة حيث تجعل المستخدم يشعر كأنه في الواقع الحقيقي. حيث غامرة هو مصطلح يشير إلى الدرجة التي تغطي بها البيئة الافتراضية التي ينشئها الحاسوب النظام الإدراكي للمستخدم (Biocca ; Levy, 1995). وبذلك يكون المهندسون قادرين على استخدام الطبيعة الغامرة للواقع الافتراضي من أجل الوصل إلى فهم أفضل للفضاء المحيط الذي يتم التصميم فيه من الناحية الكمية والنوعية .(Bouchlaghem et al, 2005)

أبرز الأدوات المستخدمة في الواقع الافتراضي الغامر هي (Kuncham, 2013):

1- طريقة العرض باستخدام قبعة الواقع الافتراضي.

2- العرض باستخدام النظارات والكفوف.

3- عربة المحاكاة.

4- الكهف.

إن الاستخدام الأساسي للواقع الافتراضي هو التجوال الافتراضي ضمن البناء حيث يمكن للمستخدم التجول ضمن البناء وفي المساحات المحيطه في نموذج الواقع الافتراضي(Mobach,2008). حتى منتصف التسعينات من القرن الماضي، لم يتم تطبيق VR في مجال صناعة التشييد، ولكن اليوم وفي ظل التطور الكبير الحاصل للمعالجات وكروت الشاشة ساعد ذلك في تمثيل موديلات ذات حجوم كبيرة.(Woksepp,2007).

الواقع الافتراضي له العديد من التطبيقات في صناعة التشييد، حيث ومع قابلية التجوال الحر في النموذج ثلاثي الأبعاد، يسمح ذلك بمشاركة أفكار تتعلق بالمشاريع المستقبلية بطريقة تسمح لجميع الأطراف المساهمة في المشروع بالفهم الجيد للمشروع بغض النظر خلفياتهم العلمية أو خبرتهم العملية(Kjems, 2005). إن VR يقدم خدمة للأشخاص الذين تكون المخططات الهندسية مثل المخططات 2D غير مألوفة بالنسبة لهم، حيث يؤمن VR طريقة

عرض تساعد على تجنب أي سوء فهم يمكن أن يحصل ويساعد على إعطاء فهم جيد لأي نوع من المنشأت (Mobach, 2008). ظهور BIM أدى إلى خلق إمكانيات جديدة من خلال استخدام أساليب نمذجة حديثة مثل (ريفت) أو أرشيكاد، وبذلك انتقل المصممون من المخططات 2D إلى موديل 3D محمل بكافة البيانات والمعلومات عن المنشأة (Eastman et al, 2011). دعم ظهور BIM عملية تطبيق سهل وأكثر مرونة ل VR ، حيث مع توفير BIM لنموذج ثلاثي الأبعاد للمنشأة لم يعد هناك حاجة من أجل خلق نموذج ثلاثي الأبعاد من أجل هدف العرض فقط .(Johansson,2016)

ومنذ قام (Sutherland) بالتحدث ووصف الواقع الافتراضي للمرة الأولى في عام (1965)، تم استخدامه بطرق مختلفة تتراوح بين العرض البسيط على شاشة الكومبيوتر وصولاً إلى الواقع الإفتراضي الغامر(Immersive) وذلك باستخدام نظارات الواقع الافتراضي (Johansson,2016). يعد التجوال داخل البناء وخارجه وعرض مكونات البناء في الزمن الحقيقي (Real Time) أحد أهم تطبيقات الواقع الافتراضي في مجال صناعة التشييد (Mobach, 2008). سوف نسعى في هذا البحث لاستخدام الواقع الافتراضي الغامر في عرض المعارف الضمنية والعلنية التي يمتلكها فريق العمل.

وفقاً لمعهد Chartered فإن الأبنية "تعد من أهم الأصول التي تمتلكها الأمة"، قدرت قيمة هذه الثروة العقارية في مصر بألف مليار جنيه، وعدم الأهتمام بالصيانة سوف يعرض هذه الثروة للأستنزاف الدائم، وحرصاً على الحفاظ على هذه الثروة العقارية ولحقيقة استحالة إنشاء بناء لايحتاج لصيانة، لاقت الصيانة اهتماماً كبيراً من قبل العديد من الباحثين، تعد الصيانة من المراحل الهامة في دورة حياة البناء، مرحلتي التصميم والتنفيذ قد تستمر لعدة سنوات فقط بينما الصيانة تستمر طول فترة تشغيل البناء. بالإضافة إلى ذلك فإن تكلفة تشغيل البناء والتي تعد الصيانة أهم جزء منه تعادل 60% من تكاليف مشاريع التشييد. قدرت تكاليف الصيانة والاصلاح في بريطانيا بتقريبا 39% من مجمل تكاليف صناعة التشييد (Almarshad,2014). تعرف الصيانة بأنها أعمال المحافظة على مبنى ووقايته من التلف لكي يؤدي وظيفته على الوجه الأكمل أطول مدة ممكنة مع إصلاح العيوب حفاظا على المبنى وللإقلال من التكاليف الناتجة عن الإهمال أو الإرجاء، وذلك باشتراك جميع الوسائل الفنية والإدارية، وتشمل هذه الأعمال الإعداد والتخطيط والتنفيذ لعملية الصيانة بالإضافة إلى المتابعة والرقابة أثناء وبعد التنفيذ(الحسن;جراد، 2015). وكذلك فإن الصيانة هي مجموعة الأعمال الفنّيّة والتّنفيذيّة الّتي تهدف إلى حفظ بند عمل في الحالة التي يستطيع معها أداء وظائفه المطلوبة منه (seeley,1987)علماً بأن الصّيانة لأيّ عنصر أو مادّة يجب ألا تقلّ عن الحدّ الضّروري المطابق للمتطلبات النّظاميّة .

لقد تعددت الآراء التي تحدثت عن أن عملية الصيانة معقدة وتتطلب تكاليف عالية(Bin Akasah, 2007) ولكنها تؤدي إلى حياة أطول للمنشأة والحفاظ على التكلفة إذا ما نفذت وفق الجدول الزمني الصحيح الجدول (Arditi; Nawakorawit, 1999).

إدارة المعرفة:

إن إدارة المعرفة (KM) هي تقنية لإدارة الأعمال في الشركة تساعد في إعطاء ميزة تنافسية للشركات والمؤسسات(Charlesraj,2014). أثبت العديد من الباحثين الفائدة الكبيرة التي يمكن أن تحصل عليها إدارة المنشأة من استخدام منهج إدراة المعرفة(Knowledge Management)(KM)، ويمكن تعريف المعرفة بأنها مزيج من الخبرة والقيم والمعلومات وبصيرة الخبراء والتي توفر إطاراً من أجل تقييم ودمج الخبرات والمعلومات الجديدة، ووفقاً ل (Thampi,

2007) فإن المعرفة هي «إيصال المعرفة الملائمة للأشخاص المناسبين في الوقت المناسب من أجل اتخاذ القرار الأفضل»، أما فكرة إدارة المعرفة فهي تجميع وتصنيف وحفظ ونشر كل المعرفة التي تحتاجها لجعل الشركة تنمو وتزدهر (Thampi, 2007).

تقسم المعارف التي يكتسبها فريق العمل أثناء تنفيذه لأعمال الصيانة إلى معارف ضمنية وعلنية، المعرفة العلنية هي المعرفة التي تكون موثقة ومسجلة في مراجع وكودات، أما المعرفة الضمنية فهي عبارة عن الخبرات والمهارات التي يكتسبها فريق العمل أثناء تنفيذهم لاعمالهم اليومية ويكون هذا النوع من المعرفة عرضه للخسارة والضياع نتيجة تقاعد العاملين أو انتقالهم للحصول على عمل لآخر، أضف إلى ذلك الطبيعة المبعثرة لصناعة التشييد كل ذلك يؤدي إلى تكرار أخطاء تم الوقوع بها سابقاً، عملية إدارة المعرفة هامة جداً من اجل الحصول ومشاركة المعرفة المتولدة في مشاريع التشييد بين افراد الفريق في المشروع من أجل التحسين المستمر في المشروعات. ووفقاً ل(Dave;Koskela,2009) فإن المعرفة هي مورد هام للمنشاة و الذي يؤمن ميزة تنافسية لشركات التشييد عندما يتم استخدامها بفاعلية، إن المخزون من المعرفة و الدروس التي تم تعلمها من المشاريع السابقة يعتبر عامل حرج في المحافظة على المعرفة في صناعة التشييد. من المهم بالنسبة للشركة المحافظة على هذه المعرفة عند حالات التقاعد أو الاستقالة. إن إعادة استخدام المعرفة المؤسساتية التي تم الحصول عليها من مشاريع سابقة يمكن أن يؤدي إلى إنقاص الزمن الذي نقضيه في حل المشاكل وزيادة جودة العمل وزيادة الفعالية للمخرجات.(Dave; Koskela,2009). إن صيانة المنشأة هو القسم المعني بصيانة المنشآت والتي تتميز بتنوعها من حيث الشكل والنوع والحجم والتعقيد وتؤمن صيانة المنشأة الخدمات بدءاً من الاصلاحات الصغيرة إلى الترميم وإعادة التشغيل مما يجعل عملية الصيانة عملية معقدة. إن النقص في المعرفة وخسارتها يمكن أن يسبب إعادة الأخطاء وإعادة اختراع الدولاب مما يؤدي إلى هدر في الوقت والتكلفة(Almarshad.2014). نسعى في هذا البحث لتطوير إطار تقني وبرمجي يساعد على دعم القرار في مجال صيانة المنشآت من خلال الإدراة الصحيحة للبيانات التاريخية وصولاً للمعارف الخفية في هذه البيانات بالإضافة إلى المعارف الضمنية والعلنية التي تتراكم خلال تنفيذ أعمال الصيانة المختلفة وعرض كافة هذه المعارف والبيانات من خلال تقنية الواقع الافتراضي (VR).

الدراسة المرجعية:

في رسالة ماجستير في جامعة دمشق (Sousou; Albaba,2014) تم تقديم هيكلية لتوظيف أفضل لإدارة المعرفة في الشركات العامة العاملة في قطاع التشييد، قامت الباحثة بتحليل الواقع الحالي لإدارة المعرفة في هذا القطاع في سوريا حيث قامت الباحثة بإجراء استبيان ومجموعة من المقابلات في شركتين عاملتين في قطاع التشييد في سوريا شركة عامة وشركة من القطاع الخاص، تم صياغة أسئلة الاستبيان والمقابلة بناءً على عدد من موديلات بناء المعرفة العالمية ومن خلال التحليل الإحصائي لنتائج هذا الاستبيان استطاعت الباحثة الخروج بعدد من التوصيات التي تساعد في تطبيق أكثر فاعلية لإدارة المعرفة في شركات القطاع العام العاملة في مجال التشييد بهدف زيادة فاعليتها ورفع قدرتها التنافسية.

لم تتطرق الباحثة إلى ضرورة وجود قاعدة تقنية تساعد على تخزين المعرفة ومعالجتها حيث تعد القاعدة التقنية من أهم مكونات نظام إدارة المعرفة وتلعب دوراً هاماً من أجل تسخير المعرفة المتراكمة من أجل دعم القرار في المنشأة.

باستخدام BIM كل أفعال الصيانة يمكن أن يتم تسجيلها مع التفاصيل الأساسية للجزء الخاضع للصيانة، وذلك يمكن أن يعطينا تاريخ مسجل وجيد لأعمال الصيانة فيما يتعلق بالكلفة وتاريخ الصيانة، لقد تم إجراء بحث في جامعة تايوان

(Wang; Chen,2011) كان الهدف منه تحسين عملية إدارة الصيانة في المباني ومن ضمنها تعقب المعلومات والمشاركة الفاعلة وتبادل المعلومات باستخدام تطبيقات BIM واستنتج الباحث أن هذا التحليل الواقعي يؤدي بدوره لإحداث تخفيض في الكلفة والمخاطرة للمشروع من خلال القدرة على القيام بمحاكاة هندسية أكثر دقة وقام بتطبيق هذا البحث على أعمال الصيانة المنفذة في بناء مدرسي في تايوان. وفقاً للمعهد الوطني لعلوم البناء فإن BIM تم تصميمه ليكون «مصدر لتشارك المعرفة والمعلومات حول المنشأة وقاعدة يعتمد عليها من أجل اتخاذ القرار خلال دورة حياة المنشأة»، حظي الدمج بين BIM&KM باهتمام العديد من الباحثين ومن هذه الابحاث(Deshpande et al ,2014) والذي عرف الإطار الذي يمكن من خلاله استخدام BIM من أجل إدارة المعرفة، افترض الباحثون أن الموديلات البارامترية المستخدمة في BIM يمكن أن توفر لنا سياق عالي المركزية من أجل تخزين المعلومات والتي تعتبر وسيلة فاعلة من أجل تخزين المعرفة وتؤمن الدعم لمختلف عمليات الإدارة، وقدم الباحثون (Deshpande et al ,2014) طريقة من أجل الحصول على المعرفة في مرحلتي التصميم والإنشاء من خلال استخدام البارامترات وبأستخدام نموذج BIM الموجه الذي يساعد في توسيع المعرفة المخزنة في موديلات BIM ، وكذلك قدم الباحثون إطار من أجل تصنيف ونشر المعرفة، وأخيراً قدموا إطاراً من أجل تنظيم عملية إدارة المعرفة الموسعة. من الأقسام التي يمكن استخدام إدارة المعرفة من أجل دعم القرار فيها هي صيانة المنشآت، حيث أن نشاط دعم القرار يرتبط بشكل وثيق مع خبراء الصيانة و خبرتهم العملية والتي تساعد بشكل كبير في التحسين المستمر لأداء وتكلفة الصيانة، وتم الاستفادة من الدمج بين BIM&KM في رسالة دكتوراه (Almarshad,2014) ، كان الهدف من هذا البحث هو تسهيل عملية اتخاذ القرار من خلال قاعدة معرفة بالاعتماد على BIM من أجل الحصول على المعرفة المتولدة وتسهيل إعادة استخدامها من قبل العاملين في الصيانة

استخدام BIM كمخزن لبيانات الصيانة سبب بعض المشاكل التي تتعلق بطبيعة BIM، ومن هذه المشاكل هي محدودية الوصول للبيانات في نموذج BIM هذه المشكلة تم حلها من قبل بعض الباحثين باستخدام طرق برمجية معقدة كالدخول إلى برمجة البرنامج(API) ، من سلبيات هذه الطريقة أنها تحتاج إلى أشخاص مختصين بالبرمجة مما يجعلها صعبة التطبيق بالنسبة للمهندس المدني، ولكن ظهور تطبيق Dynamo الذي يعتمد على Visual Programming ساعد إلى حد كبير لحل هذه المشكلة. إن تطبيق Dynamo تم التطرق إليه في العديد من المراجع (Jezyk,2016) ، (السياري، 2016) وهو تطبيق من BIM يعتمد على مبدأ Visual Programming ، تساعد الواجهة البرمجية لهذا التطبيق على تزويد المصممين بأدوات من أجل وضع علاقات برمجية بدلاً من كتابه القواعد البرمجية من الصفر.

ركزت المقالات التي تحدثت عن Dynamo على قدرة هذا التطبيق على نمذجة المنشآت الهندسية المعقدة والتي يصعب نمذجتها باستخدام الريفت، لكن تم إهمال قدرات هذا التطبيق في تنظيم كميات البيانات الضخمة الموجودة في ريفت وقدراتها على تنظيم وترتيب هذه البيانات وربطها للاستفادة منها في دعم القرار في المنشآة.

سوف نلجأ في هذا البحث لتقنية الواقع الافتراضي (VR) من أجل عرض كافة المعارف في مجال صيانة المنشآت، بدأت عملية محاكاة الأبنية في عام 1960، ولاقت اهتماماً كبيراً في مجال أبحاث الطاقة(Hong et al, 2000). يمكن تطبيق المحاكاة في تحليل مختلف مراحل دورة حياة المنشأ، والتي تتضمن مراحل التصميم والتنفيذ والتشغيل والصيانة والإدارة. ونظراً لقابليتها للتعامل مع التعقيدات الناجمة عن حجم وتنوع التفاعلات بين مختلف مكونات البناء، نالت محاكاة الأبنية دوراً بارزاً في عملية التوقع والتقييم والتحقق من أداء المنشأ (Bahar, 2014).

انتشر التمثيل ثلاثي الأبعاد في مجال صناعة التشييد وترافق ذلك مع تحول تقنيات VR من تقنيات ذات تكاليف برمجية ومادية عالية إلى تقنيات متوفرة وبأسعار مقبولة نسبياً، أضف إلى ذلك تغير نظرة المستخدمين إلى تقنية VR(Woksepp,2007). هذه الأسباب شجعت العديد من الباحثين على محاولة القيام بأعمال بحثية تسهل وتتيح استخدام تقنية VR في مجال صناعة التشييد. من هذه الأبحاث رسالة دكتوراه (Johansson,2016) حيث تم تطوير تطبيق(BIM Xplorer) يساعد على تلبية مجموعة من المتطلبات التي تم تحديدها كعامل مهم من قبل الباحث من أجل أن يصبح الواقع الافتراضي مستخدماً بشكل دائم، حيث تم في هذا التطبيق ايجاد ثلاثة حلول تقنية جديدة:

1- خلايا وبوابات فعالة تساعد من أجل استخدام البيانات بشكل آلي من ملف BIM.
2- منهجية فاعلة من أجل دمج بوابات الاغلاق.
3- تقنية فاعلة من أجل الرندرة.

ومن ثم تم تقييم هذا التطبيق من خلال استخدام نماذج BIM من مشاريع حقيقية للتحقق من قدرته على الرندرة ودعم عملية إدخالات التصميم.

جميع الأبحاث التي ربطت VR&BIM استطاعوا عرض البناء في بيئة ثلاثية الأبعاد ولكن تبقى الفائدة غير كاملة إذا لم يتم استخدام هذه التقنية في عرض البيانات وعرضها في الواقع الافتراضي والتي تكون ذات فائدة كبيرة في مختلف مراحل المشروع (تصميم، تنفيذ، تشغيل)، وحتى الباحثيين الذين حاولوا عر ض البيانات اضطروا إلى طرق برمجية معقدة كدخول إلى برمجة الريفت (API) حيث نموذج BIM لايوفر حرية كاملة في الوصول إلى البيانات المحزنة به، ظهور Dynamo ساعد في إعطاء القدرة على الوصول إلى كافة البيانات المخزنة في نموذج BIM بطريقة سهلة. ولذلك نحاول في هذا البحث توفير الإطار التقني الذي يربط بين VR&BIM والذي يوفر القدرة على نقل كافة البيانات من نموذج BIM إلى نظارة الواقع الافتراضي.

مشكلة البحث:

إن المعرفة التي تم توليدها أثناء تنفيذ أعمال الصيانة (الضمنية والعلنية والمعارف المخفية التي تم الحصول عليها من خلال التنقيب في البيانات والتي تكون على شكل نصوص ورسوم بيانية) قد يكون من الصعوبة بمحل إيصالها إلى جميع الأطراف المشاركة في عملية الصيانة أو قد تحتاج زمناً طويلاً لايصالها. بالإضافة إلى أن طرق التواصل التقليدية قد تؤدي إلى حدوث أخطاء أثناء تنفيذ الصيانة بالإضافة إلى هدر في الوقت وبالتالي ارتفاع في تكاليف الصيانة. حيث أظهرت إحدى الدراسات أن (75%) من كل يوم عمل يضيع بشكل ما من أشكال التواصل بين فرق العمل (Subramanian, 2012) . إن BIM يعد ذو إمكانية محدودة للتجوال ضمن البناء لا تتجاوز عرض مسار محدد لكاميرا ضمن البناء، ولذلك فإن استخدام الواقع الافتراضي و BIM قد يؤدي خدمة كبيرة لإدارة المنشأة لتنفيذ عملية الصيانة من خلال التجوال الافتراضي ضمن البناء ولكن هل يمكن الاستفادة من بيانات الريفت من أجل إنشاء ملف واقع افتراضي محمل بكافة البيانات التي تساعد على تنفيذ أعمال الصيانة بالوجه الأكمل وإذا تحقق ذلك هل يتم إيصال هذه البيانات في الوقت المناسب من أجل. ويمكن صياغة مشكلة البحث في مجموعة من التساؤلات:

1- هل يتم إيصال كافة المعارف المتعلقة بتنفيذ أعمال الصيانة إلى فريق العمل في الوقت المناسب وبالصيغة المناسبة؟
2- هل بالإمكان الاستفادة من مخزون البيانات في ملف BIM ونقله إلى الواقع الافتراضي؟

3- عند استخدام الدمج بين BIM&VR هل هناك قدرة كاملة على الوصول إلى كافة البيانات في BIM وعرضها في نظارة الواقع الافتراضي؟

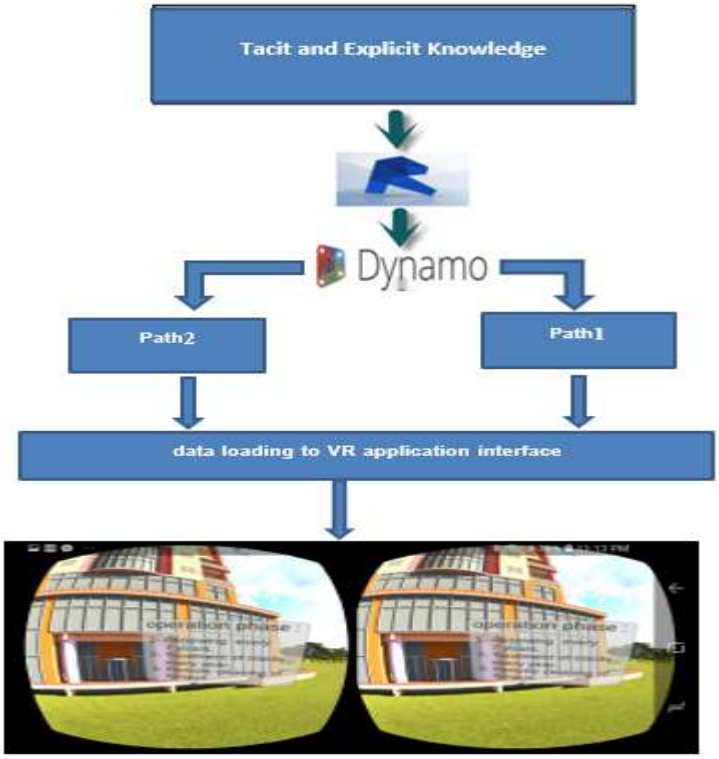
4- عند استخدام الدمج بين BIM&VR هل يتم نقل البيانات بشكل آني (Real Time) إلى نظارة الواقع الافتراضي؟

أهمية البحث وأهدافه:

هدف البحث هو تطوير نموذج يساعد في دعم القرار في مجال الصيانة وذلك من خلال وضع إطار تقني يساعد على تخزين المعارف الضمنية والعلنية التي يملكها فريق العمل في بيئة BIM، ومن ثم استخدام البرمجة البصرية من أجل تحرير هذه المعارف وإرسالها إلى إكسل ، ومن ثم استخدام VR من أجل إيصال كافة المعارف الضمنية العلنية إلى فريق العمل وذلك من خلال عرضها في نظارة الواقع الافتراضي وربطها مع كل عنصر من عناصر البناء. وبذلك نحاول تطوير برمجيات تساعد على جعل VR أداة تستخدم بشكل يومي من أجل التواصل خلال إجراء عملية الصيانة. والهدف تطوير تقنية تسمح بالعرض الافتراضي للمنشأة التي تم نمذجتها في بيئة BIM مهما بلغ تعقيدها وكافة البيانات والمعارف التي نرغب بظهورها وذلك في (Real Time) أي بدون وجود فاصل زمني بين إدخال هذه البيانات وعرضها في الواقع الأفتراضي.

طرائق البحث ومواده:

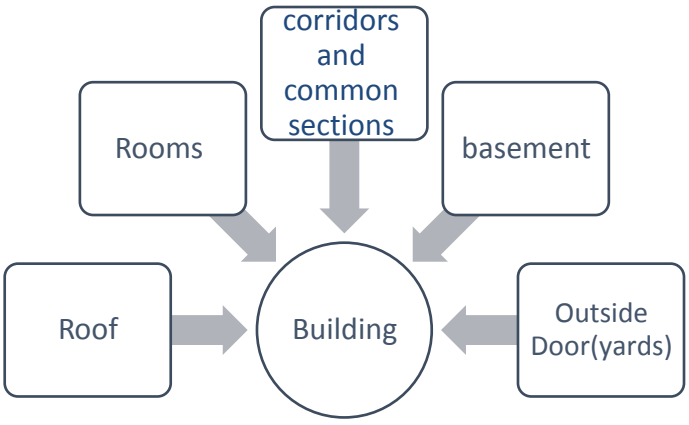
سوف نعتمد في هذا البحث المنهج الوصفي الاستدلالي الذي يعتمد على دراسة واقع الصيانة في الأبنية العامة في الساحل السوري وتجميع كافة المعارف الضمنية والعلنية وتخزينها في ملف BIM ومن ثم ربط كافة هذه البيانات بعناصر البناء التي سوف يتم تمثيلها باستخدام الواقع الافتراضي الغامر بشكل متزامن مع ادخال هذه البيانات إلى ملف ريفت لتصل إلى الأشخاص المناسبين بالوقت المناسب وبأسلوب يساعد على تجنب وقوع الأخطاء الناجمة عن أخطاء التواصل بين أطراف المشروع إلى الحد الأدنى ولتحقيق ذلك يجب أن نمر بالمراحل المبينة في الشكل(1):



الشكل(1) مسارات عرض المعارف الضمنية والعلنية باستخدام الواقع الافتراضي(الباحث)

أولاً–التقسيم المكاني لنموذج BIM المشغول على Revit:

إن البناء يقسم إلى مجموعة من التقسيمات المكانية(الحسن& جراد، 2016) الموضحة في الشكل(2):

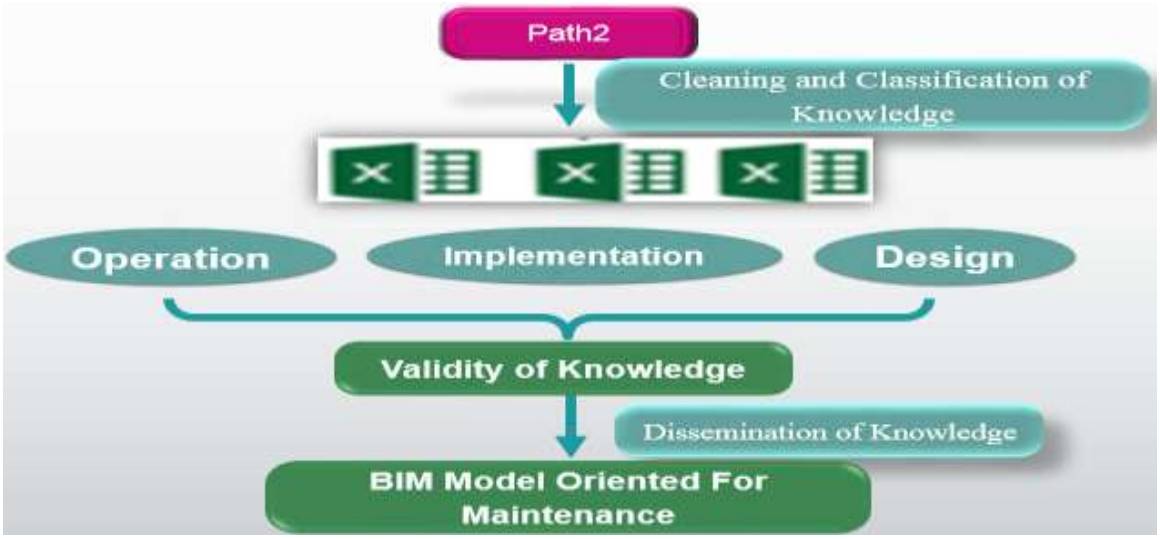


الشكل(2) التقسيمات المكانية للبناء

سوف نستخدم هذه التقسيمات من أجل ربطها مع كافة أوامر التركيب التي تمت فيها بالإضافة إلى كافة المعارف الضمنية والعلنية التي تم الحصول عليها أثناء تنفيذ أعمال الصيانة.

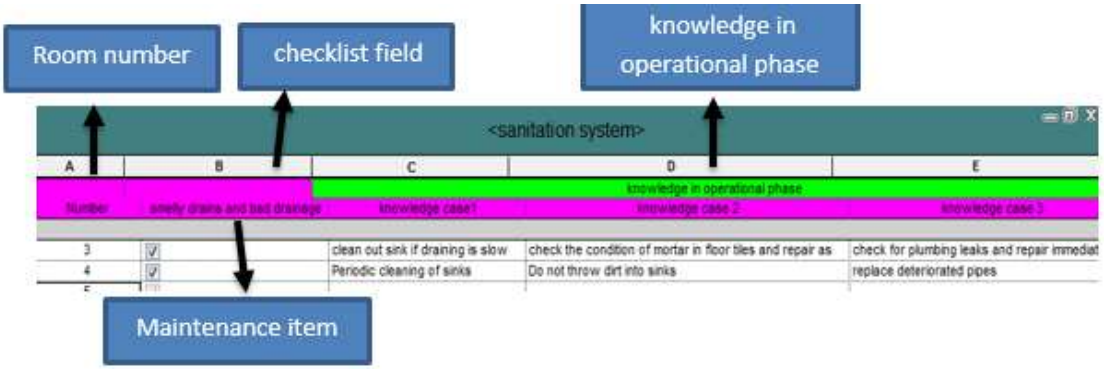
ثانياً– الحصول على المعرفة باستخدام نموذج BIM:

سوف يتم الحصول على المعرفة ومعالجتها وفقاً للمسار الثاني المبين في الشكل(3):



الشكل(3) مسار الحصول على المعرفة باستخدام BIM (الباحث)

تم إضافة بارامترات مرتبطة بالتقسيمات المكانية هذه البارامترات مخصصة من أجل تخزين المعارف الضمنية والعلنية، بعد إنجاز كل عمل من أعمال الصيانة يجب تشجيع فريق العمل على تقديم كافة المعارف والخبرات التي تم الحصول عليها أثناء تنفيذ هذه العمل، وهذه المعارف سوف يتم تصنيفها إلى معارف تصميمية ومعارف تنفيذية ومعارف تشغيلية، يمكن تعريف المعارف التصميمية بإنها مجموعة الأخطاء التي تمت أثناء مرحلة التصميم وسببت في توليد بنود صيانة، يظهر الشكل(4) قائمة المعارف التشغيلية المرتبطة بأحد بنود الصيانة وهو (smelly drains and bad drainage).



الشكل(4) قائمة المعارف التشغيلية للصيانة في ريفت

إنشاء نموذج إدارة المعرفة باستخدام VR:

أطلق الباحث على هذه البرمجية اسم الرؤية المستقبلية لنمذجة معلومات البناء BIM (BIM Future Vision) ولتطوير هذه التقنية تم المرور بالمراحل التالية:

1- مرحلة تجهيز الصور 360 درجة:

في هذه المرحلة يكون لدينا نموذج ثلاثي الابعاد وهو عبارة عن ملف تصميمي منجز عبر برنامج ال Revit، بعد ذلك نقوم بتحميل اضافة Revit To Lumion والتي من خلالها نقوم بتحويل الملف التصميمي من صيغة (.rvt)

الى صيغة (dae.) بعد ذلك نقوم بتحميل الملف ضمن برنامج Lumion ثم نقوم بتحديد المشاهد المراد اخذ لقطات 360 درجة لها، ثم نقوم باخذ هذه اللقطات، و هذه العملية قد تستغرق عدة ساعات لكل مشهد.

2- انشاء المشاهد وتحميلها بالصور 360 درجة:

الان و بعد ان اصبحت المشاهد جاهزة، يأتي دور برنامج اليونيتي بحيث نقوم اولا بانشاء مشروع باستخدام Unity ثم نقوم بانشاء المشاهد التي نحتاجها، و نقوم بتحميل كل مشهد بصورة 360. وتم ذلك من خلال قيام الباحث بتطوير Sky Doom باستخدام برنامج Autodesk Maya ، حيث يعتبر sky doom بمثابة حامل للصور 360

3- مرحلة بناء واجهات التطبيق:

في هذه المرحة قمنا ببناء واجهات التطبيق والتي تحوي مساحات العرض التي سيتم من خلالها عرض البيانات التفصيلية بالاضافة الى عرض المخططات الرسومية وذلك ضمن بيئة محرك الألعاب Unity. ويتم ذلك من خلال تجهيز عناصر برمجية حاملة تساعد على عرض البيانات هذه العناصر البرمجية تسمى(canvas).

4- مرحلة تحميل البيانات:

في هذه المرحلة قمنا بتحميل البيانات الموجودة ضمن برنامج الاكسل و التي تم توليدها بواسطة الداينمو من نموذج Revit المدروس حيث تعاملنا مع عدة انواع للبيانات منها بيانات نصية و بيانات صورية، وتم تحميل كافة هذه البيانات إلى العناصر البرمجية الحاملة (canvas) وذلك ضمن بيئة Unity وذلك موضح في الشكل(7).

5- مرحلة اضافة التفاعل المطلوب:

في هذه المرحلة تم برمجياً في unity تحديد التفاعل المطلوب إجراؤه من قبل المستخدم و المتمثل بثلاثة تفاعلات اساسية:

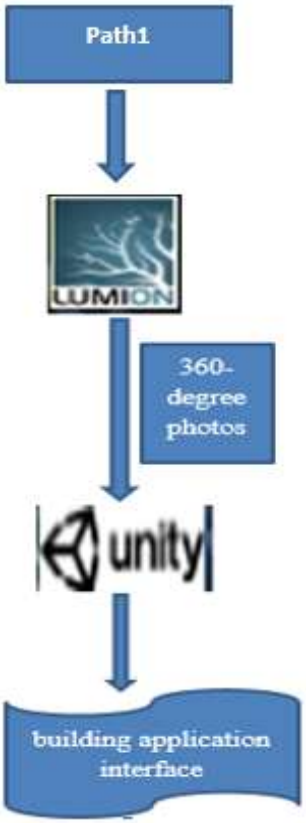
1- النظر الى العنصر:

بحيث عند نظر المستخدم الى العنصر المطلوب يتم عرض البيانات الخاصة بهذا العنصر.

2- التنقل بين المشاهد.

3- التنقل بين شرائح البيانات.

وهذه المراحل هي المسار الأول الذي تم العمل عليه في هذا البحث والموضحة مراحله في الشكل (5):

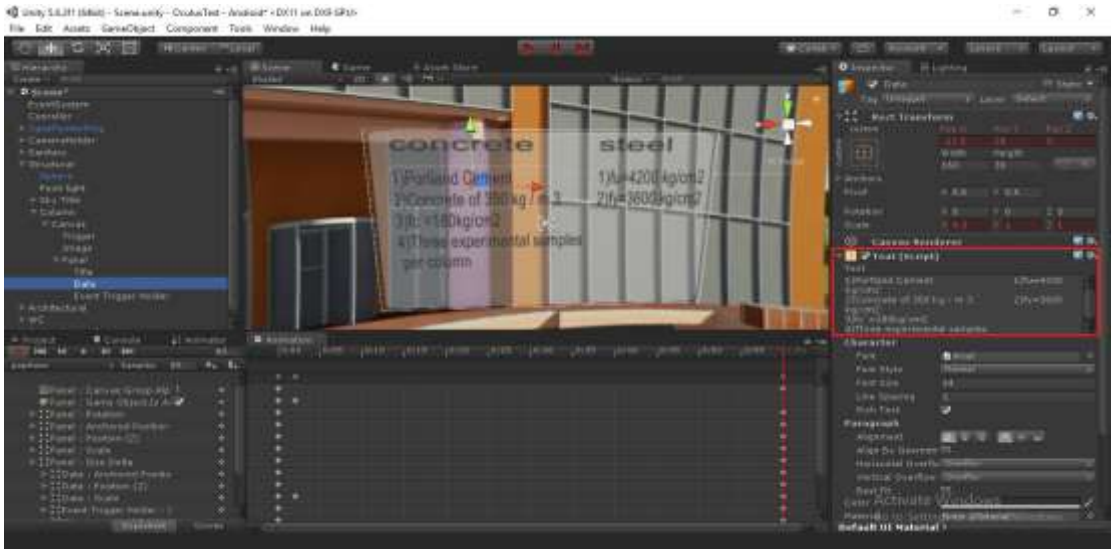


الشكل(5) مسار تشكيل واجهة الواقع الافتراضي

عرض المعارف المرتبطة بالعناصر:

ضمن كل مشهد قمنا بتحميل البيانات المرتبطة بالعناصر حسب الاختصاص، لكل مشهد هناك 5 شرائح بيانات تعبر عن الأختصاصات المختلفة (إنشائي، صحية، كهرباء، ميكانيك، صحية) وضمن كل شريحة من هذه الشرائح هناك 3 صفحات تعبر عن المعارف(تصميمية، تنفيذية، تشغيلية) (Bassel etal, 2018) . تم الاستفادة من المتحكم المرتبط بالنظارة في هذه العملية حيث يمكن هذا المتحكم من التنقل بين شرائح البيانات عند الضغط عليه، الشكل(6) يعبر عن مشهد واجهة البناء والبيانات التي سوف تظهر هي اختصاص إنشائي وفي الشكل (7) في نفس المشهد وعند النظر إلى العمود سوف تظهر كافة البيانات التي يمكن أن نحتاجها عند القيام بالصيانة الإنشائية لهذا العمود وهذه البيانات هي(المقاومة المميزة للبيتون المستخدم، إجهاد الخضوع لحديد التسليح المستخدم، عيار الأسمنت المستخدم ونوعه)، وجميع الصور تعرض كما تظهر في نظارة الواقع الافتراضي.

الشكل(6) البيانات الإنشائية للعناصر في واجهة البناء



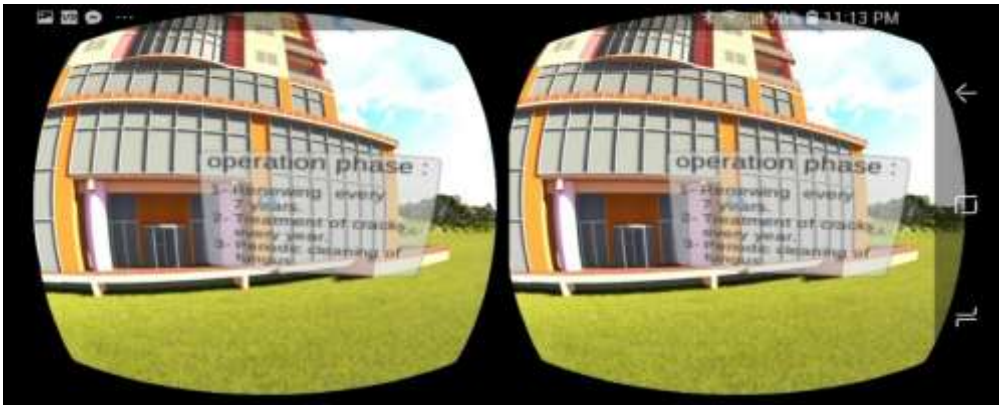
الشكل(7) الخصائص الإنشائية لأحد أعمدة البناء في مشهد واجهة البناء

الشكل(8) يظهر الانتقال باستخدام (Controller) إلى البيانات المتعلقة باختصاص الصيانة المعمارية وفي الشكل(9) وعند النظر إلى العمود نفسه سوف تظهر لنا البيانات المعمارية والتي تتعلق بنوع الدهان المستخدم والتي يجب أن يلتزم بها فريق العمل في مرحلة التصميم، وباستخدام(Controller) نستطيع الانتقال إلى البيانات المتعلقة بطبقة الدهان والتي يجب أن يلتزم بها فريق العمل في مرحلتي التشغيل والتنفيذ والموضحة في الشكلين(10)،(11):

الشكل(8) اختيار البيانات المعمارية للعناصر في واجهة البناء

الشكل(9) المعارف التصميمة المعمارية لطبقة الدهان لأحد الأعمدة في مشهد واجهة البناء

الشكل(10) المعارف التنفيذية المعمارية لطبقة الدهان لأحد الأعمدة في مشهد واجهة البناء



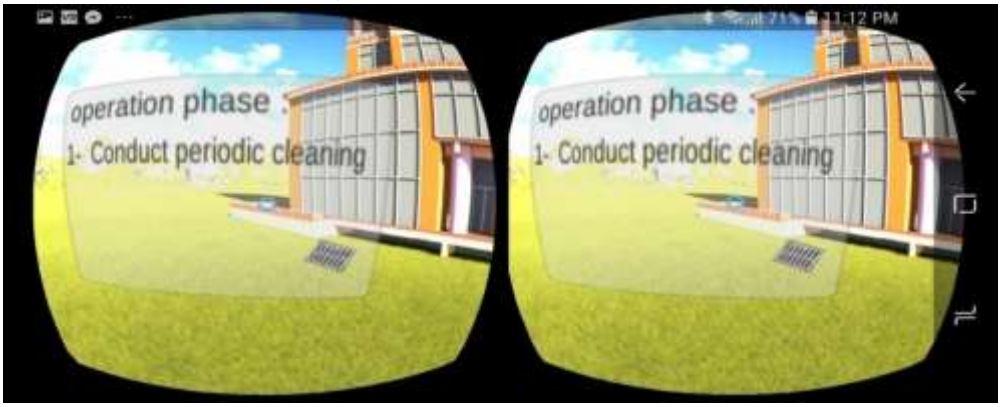
الشكل(11) المعارف التشغيلية المعمارية لطبقة الدهان لأحد الأعمدة في مشهد واجهة البناء

الأشكال من (12) إلى (15) تعبر عن المعارف التصميمية والتشغيلية والتنفيذية لعنصر أخر يظهر في مشهد واجهة البناء والتصريف المطري وذلك ضمن اختصاص الصيانة الصحية:

الشكل(12) البيانات الصحية للعناصر في واجهة البناء

الشكل(13) المعارف التصميمة الصحية للتصريف المطري في مشهد واجهة البناء

الشكل(14) المعارف التنفيذية الصحية للتصريف المطري في مشهد واجهة البناء



الشكل(15) المعارف التشغيلية الصحية للتصريف المطري في مشهد واجهة البناء

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

حاول الكثير من الباحثيين تطوير عملية الصيانة من خلال تقييم أداء الصيانة في المباني العامة، واقتراح منهجية تساعد على زيادة فاعلية الصيانة باستخدام إدارة المعرفة من خلال الاستفادة من المعارف المتراكمة أثناء تنفيذ عمليات الصيانة لتساعد على الأداء الصحيح لعمليات الصيانة المستقبلية، واستفاد الكثير من الباحثيين من نمذجة معلومات البناء BIM كمستودع لتخزين المعارف التي تخص عملية الصيانة، ولكن واجه الكثر من الباحثيين مشكلة تتعلق بحرية

الوصول إلى البيانات المخزنة في نموذج BIM ، طرق التوصيل التقليدي كانت إحدى الصعوبات التي واجهة فرق الصيانة والتي تؤدي إلى حدوث هدر في الوقت بالإضافة إلى حدوث أخطاء ناجمة عن سوء الفهم، تم في هذا البحث محاولة سد الثغرات في الدراسات السابقة من خلال تطوير إطار تقني وبرمجي يساعد في استخدام تقنية الواقع الافتراضي (Virtual Reality) أثناء تنفيذ عملية الصيانة، حيث أن الربط بين BIM ونظارة الواقع الافتراضي ينقل العمل الهندسي إلى بعد آخر، حيث إمكانية التجوال ضمن البناء وفهم ارتباطات العناصر مع بعضها البعض بالإضافة إلى إمكانية نمذجة البيانات المخزنة في نموذج BIM والمرتبطة مع عناصر البناء وإظهارها في نظارة الواقع الافتراضي. هذا يمكن أن يوفر خدمة كبيرة لإدارة المنشأة من خلال إنقاص زمن التواصل إلى حده الأدنى بالإضافة إلى تجنب الأخطاء وسوء التفاهم الذي يمكن أن يحدث أثناء التواصل، وتصبح البيانات الضرورية للصيانة متوفرة وبصيغة سهلة الفهم للفريق العامل على مختلف سوياتهم التعليمية وإيصال المعرفة والبيانات الضرورية المطلوبة بالوقت المناسب.

بذلك فإن VR يساعد على تخفيض التكلفة، تقليل المخاطرة، واكتشاف الأخطاء بالإضافة إلى تواصل أكثر فاعلية بين مختلف الأطراف في المشروع. نظام الواقع الافتراضي يخلق بيئة مثيرة بالنسبة للمستخدم مما يجعله أداة مثالية من أجل استخدامها لتنفيذ أعمال الصيانة.

التوصيات:

نوصي بأعتماد التقنية التي تم وصفها في هذا البحث والتي تم من خلالها تطوير نموذج يساعد في تعزيز التواصل بين مختلف فرق العمل بالإضافة إلى تجاوز المشاكل والأخطاء التي يمكن أن تحدث نتيجة أخطاء التواصل والآثار السلبية المرتبطة به من هدر للوقت وزيادة للتكلفة، بالإضافة إلى أن جعل نموذج BIM منصة لتخزين المعارف في مجال صناعة التشييد بشكل عام ومجال الصيانة بشكل خاص يساعد على الحفاظ على الثروة المعرفية التي يمتلكها فريق العمل وعرضها من خلال نظارة الواقع الافتراضي يجعل منها متاحة لكافة العاملين في المشروع على اختلاف مستويات تحصيلهم العلمي وفي الوقت المناسب لتنفيذ أعمال الصيانة بالشكل الأنسب.

المراجع:

1- ALHASSAN, B; OMRAN, J; JRAD, F. *Enhancing public buildings maintenance using integration between knowledge management and BIM*, International Journal of Information Systems and Social Change (IJISSC), Volume10, Issue3, 2018,14p.

2- ALMARSHED, *A. BIM-Based Knowledge Management System for Building Maintenance*, PhD Thesis, Heriot watt University, United Kingdom,2014,318p.

3- ARDITI; NAWAKORAWIT. *Designing Buildings for Maintenance: Designers' Perspective*, Technical Papers, 1999, 117–132.

4- BAHAR, Y. *Representation of Thermal Building Simulation in Virtual Reality for Sustainable Building*, PhD Thesis, Bourgogne University, 2014, 260.

5- BIN AKASAH. *Generic Process Model for Maintenance Management of School Buildings*, Malaysia University, 2007,92p.

6- BIOCCA, F; LEVY, M.R. *Communication in the Age of Virtual Reality*, Routledge, New York.1995, 416.

7- BOUCHLAGHEM, D; SHANG, H; WHYTE, J; and GANAH, A. *Visualisation in Architecture, Engineering and Construction (AEC).* Automation in Construction, 14(3), 2005, 287-295.

8- CHARLESRAJ, P. *Knowledge-based building information modelling (K-BIM) for facilities management*, RICS School of Built Environment,2006,20.
9- DAVE, B; KOSKELA, L. *Collaborative Knowledge Management*, A Construction Case Study, Automation in Construction, 18(7),2009, 894-902
10- DESHPANDE, A; AMIREDDY. *Parametric Building Information Models for Knowledge Management*, Auburn University, Alabama,2014,8p.
11- DESHPANDE, A; AZHAR, S; AMIREDDY, S. *A Frame Work for A BIM-Based Knowledge Management System*, Creative Construction Conference,2014,113-122.
12- EASTMAN, C; TEICHOLZ, P; SACKS, R., & LISTON, K. *BIM handbook: A guide to building information modelling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, John Wiley & Sons,2011.
13- HONG, T; CHOU, S.K; BONG, T.Y. *Building Simulation: An Overview of Developments and Information Sources*, Building and Environment 35, 2000, 347-361.
14- JOHANSSON, M. *From BIM To VR The Design and Development of Bimxplorer*, Chalmers University OF Technology,2016,62.
15- KJEMS, E. *VR applications in an architectural competition: Case: House of Music in Aalborg, Realitat Virtual a l'Arquitectura i la Construcció*: Taller 2 Barcelona: Khora ll, 2005, 47-58.
16- KUNCHAM, K. *Timelining The Construction in Immersive Virtual Reality System Using BIM Application*, Master of Science, Texas A&M University, 2013,91.
17- LIU, Y., LATHER, J., & MESSNER, J. *Virtual Reality to Support the Integrated Design Process: A Retrofit Case Study*. in Computing in Civil and Building Engineering ASCE,2014.
18- MATT JEZYK. *The Dynamo Primer*,2016, 416p.
19- MOBACH, M. *Do virtual worlds create better real worlds? Virtual Reality*, Vol. 12, No. 3, pp,2008, 163-179.
20- PSOTKA, J. *Immersive Training Systems: Virtual Reality and Education and Training.* Instructional Science, 23(5), 1995, 405-431.
21- Seeley, I. H. *Building Maintenance. Macmillan Education LTD*, London, Second Edition, 1987, 178.
22- SOUSOU, R; ALBABA; S. *suggested framework for implementing knowledge management in public sector*, Master Thesis, Damascus university, Damascus,2014,135.
23- SUBRAMANIAN, A. *Impressive Virtual Reality System Using BIM Application with Extended Vertical Field of View*, Master of Science, Texas A&M University, 2012,106.
24- THAMPI, S. *An Introduction to Knowledge Management*. L.B.S Institute of Technology for Women India,2007,4p.
25- WANG, Y; CHEN, H. *A 3-dimensional Visualized Approach for Maintenance and Management of Facilities*. Information and Computational Technology, 2011, 468-475.
26- WOKSEPP, S. *Virtual Reality in Construction Tools*, Methods and Processes, PHD THESIS, Luleå University of Technology, 2007, 191.
27- الحسن، باسل;جراد، فايز. *تحسين إدارة الصيانة للمباني الحكومية*،مجلة جامعة تشرين، المجلد 37، العدد 6، 2015، 22ص.