مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (6) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (6) 2018

نموذج BIM موجه لصيانة مباني السكن الجامعي باستخدام النمذجة البصرية وإدارة المعرفة

د. جمال عمران [1]
د.فايز جراد [2]
باسل الحسن [3]

(تاريخ الإيداع 5 / 7 / 2018. قُبِل للنشر في 21/ 11 / 2018)

□ ملخّص □

تعد نمذجة معلومات البناء BIM من أبرز التطورات التي شهدها مجال صناعة التشييد في العقد الأخير، حيث تم استخدام BIM في مختلف مراحل البناء ومن هذه المراحل صيانة وتشغيل المنشآت، ساعد BIM إدارة المنشأة لتتعامل مع كم كبير من المعلومات المتعلقة بالصيانة والتي تتضمن الرسوم والمواصفات والقوائم والتقارير، أثبت BIM فعاليته كمستودع لمختلف أنواع البيانات في مجال صيانة المنشآت وأداة لدعم القرار في مجال الصيانة.

ولكن تنفيذ الصيانة بالشكل الأمثل في المنشأة لا يعتمد فقط على البيانات الكمية ولكن أيضاً على المعارف والخبرات التي تكتسبها الشركة والعاملين، هذه الخبرات قد تفقد إذا لم يتم توثيقها بسبب الاستقالة والتقاعد والتنقلات.

في هذا البحث تم تقديم منهجية من أجل الحصول على المعرفة أثناء تنفيذ عمليات الصيانة للأبنية الحكومية باستخدام BIM وتطبيق Dynamo بالاستعانة بالموديلات البارامترية التي تزودنا بإطار عالي المركزية من أجل تخزين المعلومات وباعتماد البرمجة البصرية (Visual Programming) التي توفر قدرات كبيرة من أجل معالجة واستخراج البيانات من نموذج BIM ومعالجتها وتصنيفها إلى معارف تصميمية وتنفيذية وتشغيلية وتصديرها وإعادة ربط المعارف التصميمية مع عناصر البناء في نموذج BIM وصولاً إلى نموذج BIM موجه للصيانة ومحمل بكافة المعارف التصميمية التي يحتاجها المصمم.

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

[1] أستاذ مساعد في قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.
j-omran@tishreen.edu.sy

[2] أستاذ مساعد في قسم هندسة وإدارة التشييد في كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.
fayezalijrad@gmail.com

[3] طالب دكتوراه في 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 (40) العدد (6) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (6) 2018

BIM Model Oriented for Maintenance Using Visual Programming& Knowledge Management

DR. Jamal omran[4]
DR. Fayez jrad[5]
Bassel Alhassan[6]

(Received 5 / 7 / 2018. Accepted 21 / 11 / 2018)

□ ABSTRACT □

Building Information Modeling (BIM) has been one of the most significant developments in the construction industry in the last decade. BIM has been used in various stages of construction, including maintenance and operation of facilities. BIM has assisted the management of the facility to deal with a large amount of maintenance information including drawings, specifications. BIM has proven its effectiveness as a repository for various types of data in building maintenance and a tool to support decision-making in the field of maintenance.

However, the optimum maintenance of the facility is not only based on quantitative data, but also on the knowledge and experience acquired by the company and the workers. These experiences may be lost forever if they are not documented due to resignation and retirement.

In this research we provide a methodology for obtaining knowledge while performing maintenance of public buildings using BIM and Dynamo application using Parametric models, which provide us with a high-central framework for information storage and Visual Programming, which provides great capabilities for processing and extracting data from a model BIM, processed, categorized into design, implementation and operational knowledge, exported and re-linked to the building elements of the BIM model, up to a BIM-oriented maintenance model with all design knowledge and addressed to the design authorities.

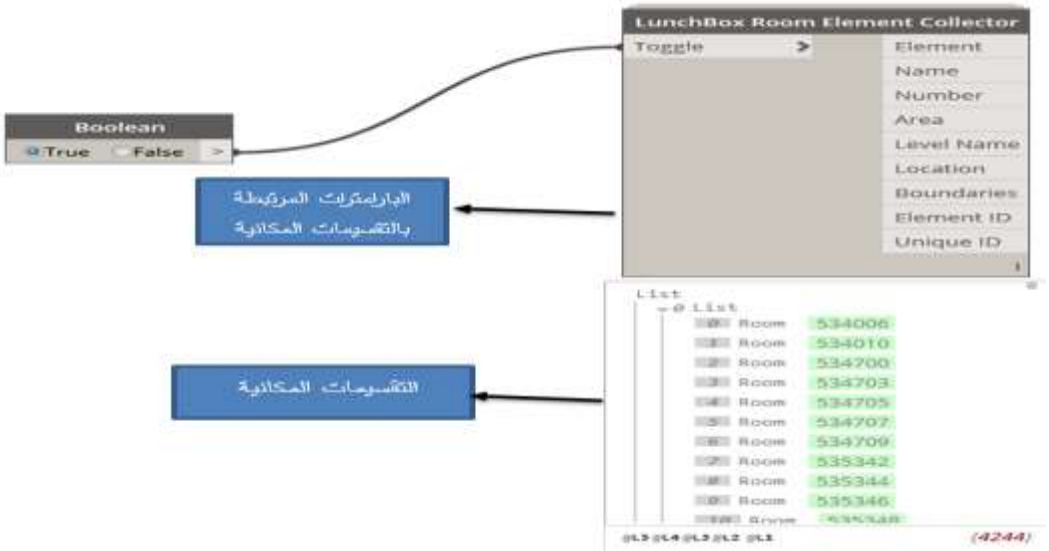
Keywords: public buildings maintenance, BIM, visual programming, dynamo.

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

مقدمة:

تعرف الصيانة على أنها عملية مستمرة ونشاط دائم للحفاظ على الأبنية وبقاء التجهيزات في أفضل حال من أجل الاستخدام الاعتيادي وتتضمن الصيانة كامل البناء بأجزائه المختلفة الإنشائية، الصحية، الميكانيكية، الكهربائية، تجهيزات التهوية، أعمال الاكمالات (Akasah,2007).اهتم الكثير من الباحثيين بموضوع صيانة الأبنية العامة أو الخدمية، حيث تم في احد البحوث (خضير، 2010) تقييم إدارة صيانة أبنية المشافي في محافظة بابل على أساس مدى تحقيق الوظائف الأساسية لعملية الإدارة وهذه الوظائف هي (التخطيط، التنظيم، التوجيه، السيطرة) وذلك من خلال استبيان وإجراء مقابلات مع المهندسين العاملين في مجال الصيانة، وفي نهاية البحث توصلت الباحثة الى مجموعة من الاستنتاجات والتوصيات من بينها الاهتمام بالصيانة الدورية وزيادة ميزانيتها بالإضافة الى تحديث تبويب هذه الميزانية بما يتلاءم والظرف الحالي، وكذلك وضع نظام خاص للحوافز لمهندسي الصيانة وذلك لجذب الكادر الفني والهندسي للعمل على ملاك شعبة الصيانة.تلعب الأبنية الخدمية دور هام في خدمة المواطن وتطور المجتمع، ولكن هذه الأبنية تعاني من قصور في الصيانة والتي تكون في كثير من الأحيان لا تحقق النتيجة المرجوة وبالإضافة إلى التكاليف الباهظة لأعمال الصيانة ،ولعل أحد الأسباب التي تؤدي إلى ذلك هو تفكك وتشظي المعلومات، حيث نلاحظ في مجال الصيانة أنه خلال دورة حياة المنشأة فإن عدد من المساهمين يتولون كل مرحلة بشكل مستقل ونتيجة لذلك فإن معلومات محدودة فقط يتم تبادلها بين الفرق العاملة في كل مرحلة من المراحل والذي يكون محدود بشكل عام بالورقيات وملفات Word ورسومات 2D لذلك فإن صناعة القرار والمعرفة المطلوبة من أجل الاتمام الناجح للصيانة تكون قد فقدت مع الزمن كلياً أو جزئياً خلال فترة حياة المنشأة. وفر ظهور نمذجة معلومات البناء BIM فرصة ملائمة من أجل تركيز البيانات والمعلومات والوثائق في مختلف مراحل دورة حياة المنشأة في ملف واحد. ويمكن أن يعرف ((Building Information Modelling(BIM) كعرض رقمي للأجزاء الوظيفية، ويعد BIM من أهم الفلسفات الحديثة في عالم الهندسة، يتم استخدام هذا النظام من أجل حل المشاكل الناتجة عن نظام التوصيل التقليدي. يحتفظ منهج BIM بالمعلومات المتعلقة بالبناء في صيغة رقمية ويسهل عملية نقل وتحديث البيانات إلى بيئة ثلاثية الأبعاد (الحسن; جراد، 2016). ومن المجالات التي تم استخدام BIM فيها هي إدارة المعرفة، حيث يمكن أن تعرف إدارة المعرفة ((Knowledge Management (KM) بإنها مجموعة الإجراءات المنتظمة التي يمكن أن تتخذها المؤسسة لتحقيق أقصى قيمة من المعرفة المتاحة لها (Thampi,2014) وكذلك فإن المعرفة تعتبر من أهم المصادر في أي مؤسسة والتي تكون غير خاضعة لقانون حماية النشر(راوية; شكري، 2014). حازت إدارة المعرفة على اهتمام واسع بين الباحثين حيث أظهر استبيان بإن 80% من المجيبين على الاستبيان اعتبروا المعرفة هي مساعدهم الاستراتيجي، وبعض قال أن خسارة تقدر ب 6% من العائد السنوي تحصل نتيجة الفشل في إدارة المعرفة (Management Survey,2002\2003). تم في العديد من الأبحاث(Liu et al 2013 ،(Amireday, 2014)،(Deshpande et al 2014)،(Deshpande; Amireday,2014)،(Charlesraj,2014)،(Lin,2014)، الاستفادة من الطبيعة البارمترية ل BIM وذلك من أجل الحصول على المعرفة وتخزينها ومشاركتها في مشاريع أخرى من خلال (Shared parameter) . وفي أبحاث آخرى (Almarshad; Motawa,2012)،(Almarshad,2014) باستخدام BIM&KM حيث كان الهدف من هذه البحوث هو تسهيل عملية اتخاذ القرار وذلك من خلال قاعدة معرفة معتمدة على BIM للحصول على المعرفة التي يتم توليدها أثناء تنفيذ أعمال الصيانة اليومية وتسهيل إعادة استخدامها من خلال فريق الصيانة. وأثبت الباحث أن دعم اتخاذ القرار في مجال الصيانة يرتبط بشكل وثيق مع خبراء الصيانة

وخبرتهم العملية والتي تساعد بشكل كبير في التحسين المستمر من ناحية تنفيذ الصيانة وتكلفتها. ولكن جميع الباحثيين الذي استخدموا أحد تطبيقات BIM كمخزن للبيانات أو المعرفة عانوا من مشكلة الوصول إلى البيانات في نموذج BIM، حيث أن نموذج BIM لايتيح حرية كاملة لاستخراج البيانات المخزنة فيه، لذلك سوف نقترح في هذا البحث استخدام أحد تطبيقات البرمجة البصرية(Visual Programming)وهو تطبيق (Dynamo)، وهو مبدأ يزود المصممين بأدوات من أجل وضع علاقات برمجية باستخدام واجهة تخطيطية تعتمد على عقد برمجية جاهزة بدلاً من كتابة القواعد البرمجية من الصفر، ويتم ذلك من خلال ربط العقد المجهزة سابقاً من أجل الحصول على الخوارزمية المخصصة، وبالتالي الدخول إلى برمجة ريفت دون الحاجة إلى كتابة شيفرة برمجية(Visual Programming for Design,2016). وتم تعريف Dynamo من قبل الباحث (Jezyk,2016) بإنه أداة للنمذجة البصرية للمصممين تسمح لهم صنع أدوات تستخدم عناصر من مكتبات خارجية، و يتميز Dynamo بإنه Open Source حيث يكون في حالة تطور وتوسع مستمر حيث يعتمد على جهود مجموعة من المساهمين والمستخدمين. تم التطرق إلى تطبيق Dynamo في العديد من المراجع (Jezyk,2016) ، (السياري، 2016) وهو تطبيق من BIM يعتمد على مبدأ Visual Programming حيث تساعد الواجهة البرمجية لهذا التطبيق على تزويد المصممين بأدوات من أجل وضع علاقات برمجية بدلاً من كتابه القواعد البرمجية من الصفر. إن المقالات التي تحدثت عن Dynamo ركزت على قدرة هذا التطبيق على نمذجة المنشآت الهندسية المعقدة والتي يصعب نمذجتها باستخدام الريفت، لكن تم اهمال 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.



الشكل(1) الحصول على البيانات المخزنة في التقسيمات المكانية للريفت باستخدام(Dynamo)

يبين الشكل (1) عقدة برمجية في Dynamo تساعد في استخراج البارمترات المرتبطة بالتقسيمات المكانية في برنامج ريفت، حيث يرمز للتقسيمات المكانية ب (room) و وكل تقسيم مكاني مرتبط بمجموعة من البارامترات المتعقلة بالتصميم ومن هذه البارامترات (اسم العنصر، مساحته، رقم الطابق، إحداثيات حدوده، ID.....)، حيث يتم ترتيب التقسيمات المكانية والبارامترات المرتبطة بها في قائمة ليتم استخراج هذه القائمة وإرسالها لأحد البرمجيات التي يمكن ربطها بريفت باستخدام Dynamo والتي سوف يتم التطرق لها لاحقاً.

وحيث أن صيانة المنشأة هي عبارة عن نشاط معقد يتراوح من الاصلاحات الصغيرة وحتى إعادة تشغيل المنشأة أثبت الباحث أن خسارة المعرفة قد يسبب إعادة الوقوع في أخطاء تم الوقوع بها سابقاً وإعادة اختراع العجلة والذي بدوره يقود إلى هدر في الوقت والتكلفة. ولكن هناك الكثير من بنود الصيانة كان سببها أخطاء تم ارتكابها في مرحلتي التصميم والتنفيذ، حيث تصنف أخطاء التصميم التي تسبب بنود صيانة إلى (حداد; حسن، 2011):

- **أخطاء التصميم المعماري:** والتي تنحصر في ثلاث نقاط رئيسية وهي : أخطاء التصميم الاستراتيجية، اختيار المواد،أخطاء في إعداد التفاصيل(منون، 1996).
- **أخطاء التصميم الإنشائي:** والتي يمكن أن تكون أخطاء في التصميم الإنشائي أو في إعداد الرسوم التفصيلية. وفي نفس البحث تم تحديد أهم معلومات المعلومات المتعلقة بالصيانة والتي يجب على المصمم الألمام بها:

1- معرفة احتياجات صاحب العمل من ناحية الصيانة.

2- المعلومات المتعلقة بسلوك المواد المستخدمة في البناء خلال الاستخدام الفعلي.

3- توفير معلومات حول كيفية تنفيذ أعمال الصيانة والتنظيف بعد إنشاء البناء.

4- توفير معلومات عن كلفة الصيانة لتمكين المصمم من حساب التكاليف الإجمالية للمشروع، لإجراء المفاضلة بين التصاميم المختلفة.

إن الحصول على المعرفة وتخزينها يعد أمر جيد وذو فائدة كبيرة لإدراة المنشأة في مرحلة التشغيل والصيانة، ولكن في أغلب المشاريع فإن التواصل ينقطع بين الفرق التي تولت المشروع بدءاً من التصميم مروراً بالشتغيل والتنفيذ، وبالتالي فإن الأخطاء التي تم ارتكابها أثناء التصميم قد لا تصل إلى الجهة المسؤولة عن التصميم وبالتالي تكرارا هذه الأخطاء في مشاريع أخرى ولذلك سوف نعمل في هذا البحث على تحديد الأخطاء التصميمية وتطوير نموذج BIM مخصص للتصميم الموجه للصيانة، ويستدعي ذلك حرية في الوصول إلى كافة البيانات الموجودة في ملف BIM بالإضافة إلى القدرة على الدخول إلى برمجة BIM من أجل ربط كل عنصر من عناصر البناء بكافة المعارف التصميمية التي يجب أن تظهر للشخص المسؤول عن التصميم وسوف نحقق ذلك من خلال تطبيق Dynamo.

مشكلة البحث:

غياب منهج واضح لاكتساب المعلومات والمعرفة وتسجيلها في ملف BIM قد يؤدي إلى اغفال معلومات وبيانات هامة يمتلكها الفريق العامل في الصيانة، وبالتالي فقدان هذه المعرفة بسبب مغادرة العاملين فيها من أجل الحصول على وظيفة أخرى أو التقاعد، وحتى عند تسجيل هذه المعارف فإن ايصال هذه المعارف إلى جميع أطراف المشروع يعتبر تحدي حيث يتفرق في معظم الحالات فريق العمل بعد الانتهاء من تنفيذ المشروع وبالتالي فإن المصمم لا يستطيع معرفة أخطاء التصميم التي تؤدي إلى حدوث بنود صيانة وبالتالي تكرار هذه الأخطاء في مشاريع لاحقة، ويترافق ذلك مع حدوث تكاليف إضافية غير مبررة لأعمال الصيانة. ونلخص مشكلة البحث في عدد من الأسئلة:

1- كيف يتم تبادل البيانات خلال دورة حياة المنشأة وما أثرها على قرار الصيانة؟

2- هل يتم الاستفادة من تراكم الخبرات والمعارف في مجال الصيانة وكيف يتم تأطير هذه الخبرات؟

3- ماهو تأثير الأخطاء التصميمية على تكاليف الصيانة؟

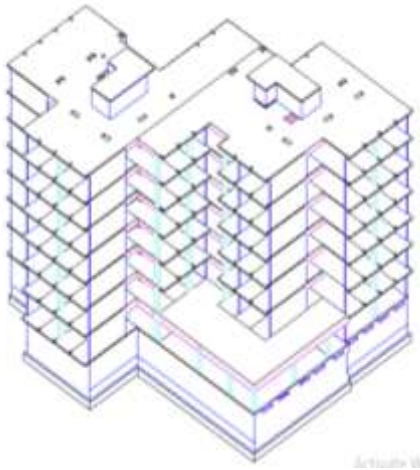
4- هل يتم تحديد الأخطاء التصيمية وهل يتم إيصال هذه الأخطاء إلى الأطراف المسؤولة عن التصميم لتلافيها في مشاريع لاحقة؟

أهمية البحث وأهدافه:

تطوير نموذج لتحديد وتدارك الأخطاء التصميمية التي تؤدي إلى حدوث بنود صيانة وإيصالها إلى الأطراف المسؤولة عن التصميم لتلافيها في مشاريع لاحقة وذلك من خلال تطوير نموذج BIM موجه للصيانة ومخصص للجهات المسؤولة عن التصميم، ويتم ذلك من خلال وضع إطار يساعد على توليد ومعالجة وتخزين المعارف الضمنية والعلنية في مجال صيانة المنشآت في بيئة BIM، وتصنيف هذه المعارف إلى معارف تصميمية وتنفيذية وتشغيلية من أجل تحديد أهم الأخطاء التصميمية التي تؤدي إلى حدوث بنود صيانة ومن ثم ربط المعارف التصيميمة مع عناصر البناء.

طرائق البحث ومواده:

ان المنهج الذي سوف تستخدمه في البحث هو منهج وصفي وتحليل المحتوى يعتمد على المسح الميداني لحالة الدراسة (الأبنية الخدمية) وتسجيل كافة بيانات الصيانة السابقة وكافة المعارف التي يمتلكها فريق العمل وتخزينها في مستودع بيانات في بيئة BIM للاستفادة من هذه البيانات في دعم القرار في المنشأة، سوف نعتمد النموذج ثلاثي الأبعاد(الإنشائي) الموضح في الشكل (2) كحالة دراسة، وهو نموذج للوحدة السكنية الثامنة عشر في جامعة تشرين في اللاذقية المشغول على الريفت وهو بناء مؤلف من 6 طوابق كل طابق يحتوي 23 غرفة سكنية بالإضافة إلى أقسام مشتركة(حمامات ومطابخ)، وهذا البناء مخصص لإسكان الطلبة الجامعيين.



الشكل(2) حالة الدراسة: نموذج ثلاثي الأبعاد للوحدة السكنية

ولتحقيق هدف البحث يجب أن نمر بالمراحل التالية:

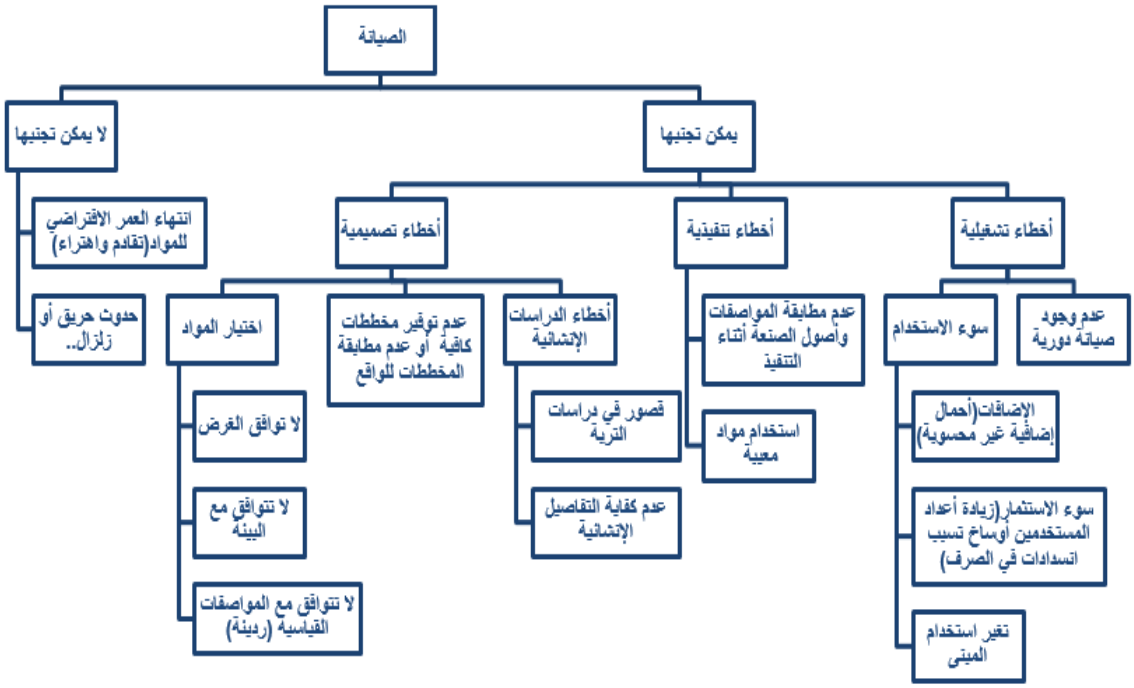
مراحل البحث:

أولاً- تصنيف الصيانة:

وبالاستعانة ببعض الدراسات السابقة(حداد; حسن، 2011) قمنا بتصنيف الصيانة إلى صيانة يمكن تجنبها وأخرى لا يمكن تجنبها كما يوضح الشكل(3) إلى:

- صيانة لا يمكن تجنبها: وهي الناتجة عن الاهتراء والتقادم الطبيعي الذي تتعرض له مختلف مكونات البناء فلكل مادة عمر افتراضي في نهاية هذا العمر يجب صيانة المادة أو استبدالها.

- صيانة يمكن تجنبها: وهي بنود الصيانة الناتجة عن أخطاء هذه الأخطاء يمكن أن تحدث في مرحلة التصميم أو مرحلة التنفيذ أو مرحلة التشغيل.



الشكل(3) تصنيف الصيانة

ثانياً- بناء قاعدة المعرفة للنموذج:

سوف نركز في هذه الورقة البحثية على الصيانة التي يمكن تجنبها، حيث تم بناء قاعدة المعرفة عن طريق إجراء مسح لحالة الدراسة(المباني العامة في محافظة اللاذقية) حيث ومن خلال دراسة ميدانية لعدد من الأبنية الخدمية في محافظة اللاذقية ومن خلال مقابلات مع المهندسين المسؤولين عن الصيانة تم تحديد كافة بنود الصيانة التي تحدث في هذه الأبنية وربط كل بند من هذه البنود مع المعارف والخبرات التي يمتلكها المهندسين في هذا المجال والتي تساعد على معرفة اسباب حدوث هذه البنود وتصنيفها إلى أسباب تصميمية وأسباب تنفيذية وأسباب تشغيلية وبسبب التزامنا بعدد محدد من الصفحات في المقالة سوف نستعرض بنود الصيانة الصحية: حيث نلاحظ في الجدول [1] أنه تم دراسة عدد من بنود الصيانة الصحية ودراسة أسبابها حسب موقع حدوث هذا البند(السطح، القبو، ممرات وأقسام مشتركة، الغرف، محيط البناء).

الجدول(1) المعارف المكتسبة في الصيانة الصحية

		المعارف المكتسبة		
موقع البند	اسم البند	المعارف المكتسبة في مرحلة التصميم	المعارف المكتسبة في مرحلة التنفيذ	المعارف المكتسبة في مرحلة التشغيل
محيط البناء	تكسر أو فقدان غطاء حفر التفتيش (معدني، بيتوني) أو أغطية	توزيع خاطئ لحفر التفتيش يجعلها معرضة للأحمال الثقيلة.	تركيب غطاء حفرة التفتيش	عدم وضع لافتات تمنع مرور العربات التي أوزانها أكبر من الأوزان

	التصريف المطري المعدنية	استخدام أغطية غير مناسبة لحفر التفتيش وعدم الحرص على جعلها متماهية مع الأرض لحمايتها من الأوزان.	بطريقة خاطئة تسبب حدوث الأنكسار	التصميمية المسموحة.
	تجمع المياه نتيجة تصريف سيء وصدور رائحة كريهة	توزيع أماكن تواجد حفر التفتيش أو التصريف المطري بالقرب من جذور الاشجار التي قد تسبب انسداد.	زراعة أشجار في المساحات الخضراء غير دائمة الخضرة حيث أن تساقط أوراقها يعد السبب الرئيسي في انسداد التصريف المطري وحفر التفتيش.	عدم التنسيق والعودة إلى مخططات توزع حفر التفتيش والتصريف المطري عند تزفيت الطرقات في محيط البناء لمنع التزفيت فوقها.
		اختيار خاطئ لأغطية حفر التصريف المطري التي يجب أن تكون ذات فتحات صغيرة لمنع دخول الأوساخ وأوراق الأشجار.	عدم تركيب جوانات لحفر التفتيش لمنع صدور الرائحة الكريهة.	عدم إجراء تعزيل دوري لحفر التفتيش والتصريف المطري لمنع حصول انسدادات
		عدم توفر مخططات توضح أماكن تواجد حفر التفتيش وحفر التصريف المطري مما يؤدي إلى عدم إجراء تعزيل لها أو انسدادها نتيجة القيام بالتزفيت فوقها.	التنفيذ الخاطئ للميول.	
		عدم تأمين الميول الضرورية باتجاه التصريف المطري لمنع تجمع المياه.		
		عدم مراعاة أن يكون منسوب حفرة التفيش أخفض من منسوب القبو.	تنفيذ ميول الأنابيب بشكل خاطئ.	عدم إجراء تعزيل دوري للبواليع وأنابيب الصرف.
		عدم إعطاء الميول المناسب للأنابيب الواصلة لحفرة التفتيش لمنع رجوع المياه.	تنفيذ تكتيم بشكل سيء للبواليع في القبو	رمي الأوساخ في الصرف الصحي.
		اختيار أنابيب من نوعية	عدم مراعاة أصول الحرفة أثناء	عدم إجراء صيانة دورية

		رديئة.	تنفيذ الوصل بين الأنابيب وخاصة الأنابيب التي يصعب الوصول إليها وصيانتها.	لتجهيزات ومراوح التهوية لمنع تعطلها
		تصميم تجهيزات التهوية للقبو بشكل خاطئ لا يراعي مساحة القبو.		
القوف والممرات والأقسام المشتركة		توزيع البواليع بشكل خاطئ يجعلها عرضة للمرور فوقها مما قد يسبب انكسار شبك التغطية للبلوعة	عدم مراعاة أصول الصنعة أثناء تنفيذ التمديدات الصحية وعدم تنفيذ تكتيم جيد للبواليع	رمي الأوساخ.
		اختيار الانابيب الانابيب والوصلات من نوعية رديئة.		إهمال التعزيل الدوري للبواليع
				عدم استبدال شبك البواليع المكسور لمنع مرور الأوساخ
				إهمال استبدال الأنابيب والأكواع المهترئة.
السطح		عدم مراعاة إعطاء السطح النهائي ميل مناسب باتجاه التصريف المطري	تنفيذ ميول السطح بشكل خاطئ	عدم إجراء تنظيف دورية لبواليع التصريف المطري لمنع انسدادها نتيجة تجمع الأوساخ.
		توزيع خاطئ للبواليع على السطح		عدم تنظيف البقايا الناتجة من تنفيذ أعمال مختلفة على السطح (تركيب خزانات، هوائيات.....) والتي تسبب انسداد التصريف المطري
		اختيار نوازل تصريف مطري من نوعية رديئة لا تراعي تعرض هذه النوازل لأشعة		

		الشمس		
		اختيار أقطار للتصريف المطري غير متناسبة مع كميات الهطول المطري		
القبو	تسرب مياه من جدران القبو	دراسة غير وافية لطبقات العزل.	تنفيذ شبكات الري للمساحات الخضراء بشكل خاطئ يؤدي لحدوث تسرب إلى القبو.	الري الخاطئ للمساحات الخضراء المحيطة بالبناء مما يؤدي إلى تجمعها وتسربها من خلال جدران القبو.
		إغفال منسوب المياه الجوفية.	عدم مراعاة اشتراطات الكود أثناء تنفيذ الجدران الاستنادية	إهمال تعزيل التصريف المطري لمنع انسداده وطوفانه
		قصور في الدراسة الإنشائية للجدران الإستنادية يؤدي إلى ظهور تشققات شعرية تؤدي إلى تسرب المياه	التنفيذ الخاطئ لطبقات العزل بشكل لا يتناسب مع منسوب المياه الجوفية في الموقع.	
الغرف والممرات والأقسام المشتركة	تسرب المياه من شبكات المياه الحلوة	اختيار مواد ذات نوعية رديئة	عدم مراعاة أصول الصنعة أثناء تنفيذ التمديدات والوصلات	
	تسرب المياه من المغسلة(صنابير غير كتيمة، تسرب المياه من السكورة أو من الخراطيم)	اختيار خلاطات وخراطيم ووصلات وأكواع من نوعية رديئة	عدم مراعاة أصول الصنعة عند تركيب الخراطيم والخلاطات	استخدام بياضات الصحية من قبل أعداد أكبر من الأعداد التصميمة يؤدي إلى زيادة تواتر الأعطال من تسرب واهتراء
السطح	تسرب المياه من الخزانات على السطح	اختيار مواد ذات نوعية رديئة (فواشة، خزان معدني)	عدم الاهتمام بالتكتيم الجيد للخزان	عدم إجراء تعزيل دوري للخزان واستبدال الأجزاء والوصلات المهترئة
		عدم مراعاة اشتراطات الكود لتصميم الخزانات البيتونية	عدم مراعاة أصول الصنعة أثناء تنفيذ الخراطيم والوصلات.	
			عدم دهن الخزان المعدني بمواد تؤخر حدوث الاهتراء	

نلاحظ في الجدول السابق أنه تم إرجاع بنود الصيانة الصحية إلى 56 سبب وتم تصنيف هذه الأسباب إلى:

- تصميمية 23 سبب – تنفيذية 17 سبب –تشغيلية 16 سبب

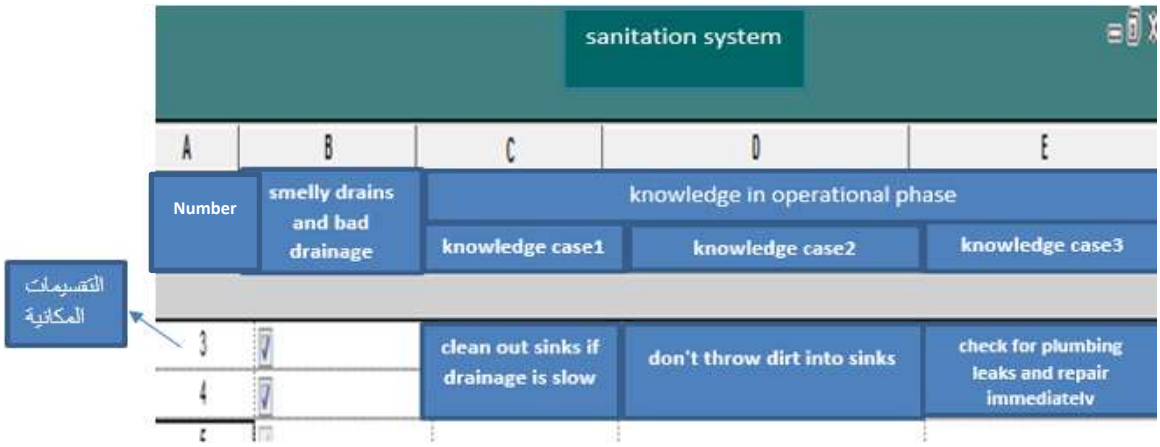
حيث نلاحظ أن أكثر من 40% من أسباب الصيانة يمكن إرجاعها إلى اسباب وأخطاء تصميمية، ولمعرفة تأثير الأخطاء التصميمية على تكلفة الصيانة قمنا بالعودة إلى البيانات التاريخية للصيانة المنفذة في السكن الجامعي حصلنا على (342) أمر تركيب وهي جميع أوامر التركيب في اختصاص الصيانة الصحية في الربع الأول من عام 2016 حيث أن عدد الوحدات السكنية هو 18 وحدة سكنية واخترنا من هذه الوحدات 5 وحدات سكنية وهي عبارة عن عينة تعبر عن مختلف أعمار الوحدات السكنية حيث تم اختيار(وحدة حديثة جداً، وحدة حديثة، وحدة متوسطة العمر، وحدة قديمة، وحدة قديمة جداً) وكانت تكلفة الصيانة الصحية لهذه الوحدات في الربع الأول من عام 2016 هي (158750)، وتم بالتعاون مع المهندسين العاملين في الصيانة تصنيف أوامر التركيب إلى أوامر ناتجة عن (أخطاء تصميمية، أخطاء تنفيذية، أخطاء تشغيلية) حيث لاحظنا أن تكلفة الصيانة الصحية الناتجة عن أخطاء تصميمية هي (49750) وهي تعادل نسبة حوالي (32%) من تكلفة الصيانة الصحية، حيث لاحظنا أن معظم أسباب الصيانة الصحية يعود إلى سوء استخدام والذي يصنف ضمن الأخطاء التشغيلية.

ثالثاً– الحصول على المعرفة باستخدام نموذج BIM :

إن مرحلة الحصول على المعرفة وتوليد المعرفة هي المرحلة الأولى من مراحل إدارة المعرفة، وتتضمن هذه المرحلة تحويل المهارات والمعارف والخبرات التي يتم اكتسابها أثناء تنفيذ مختلف أعمال الصيانة من معرفة ضمنية إلى معرفة مسجلة، ومن أجل استخدام BIM في مرحلة الحصول على المعرفة يجب أن نمر بالمراحل التالية:

1– تخزين المعرفة:

يتم تخزين المعرفة المتولدة بعد تنفيذ كل نشاط من نشاطات الصيانة من قبل المهندس المسؤول عن الصيانة وذلك في البارامترات المرتبطة بالتقسيمات المكانية في كل اختصاص من الاختصاصات حيث يظهر الشكل (4) قائمة بالمعارف التشغيلية المرتبطة بإحد بنود الصيانة الصحية وهو(تصريف سيء وصدور رائحة كريهة). ولا بد أن تقوم الإدارة بتشجيع المهندسين على تخزين المعرفة من خلال تقديم الحوافز. حيث لن نستطيع تحقيق إدارة معرفة KM ناجح بدون تحفيز جميع العاملين من أجل مشاركة معرفتهم وابداع أفكار جديدة والتي تحقق أداء عالي وتوفير في الزمن والكلفة، وفي هذه الورقة البحثية قمنا بتخزين المعارف التي حصلنا عليها في المرحلة السابقة من خلال المسح الميداني.



الشكل(4) قائمة المعارف التشغيلية للصيانة في ريفت

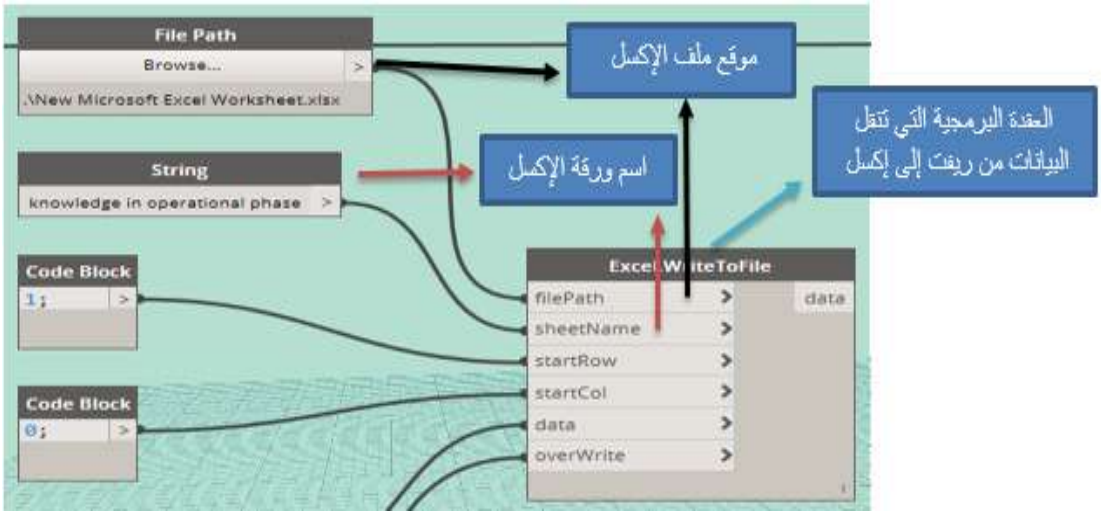
حيث نقوم بإضافة بارامترات لبنود الصيانة والمعارف المرتبطة بها نقوم بتجهز مجموعة من قوائم البيانات الشتغيلية التي تخص الصيانة في كل اختصاص من الاختصاصات وتكون مربوطة بالتقسيمات المكانية في البناء (القبو، محيط البناء، ممرات وأقسام مشتركة، غرف، سطح). حيث نلاحظ بالشكل السابق المعارف التشغيلية لأحد بنود الصيانة وهو (smelly drains and bad drainage) والمرتبطة بالتقسيمات المكانية الموضحة بأرقامها.

2- تصنيف المعرفة واستخراجها:

في هذه المرحلة نقوم باستخدام تطبيق Dynamo من أجل تصنيف المعرفة واستخراجها حيث أن برنامج Excel مجهز بمجموعة من الأوراق يمكن أن نخصص كل ورقة من هذه الأوراق لنوع محدد من المعرفة، حيث سوف نقوم بعملية التصنيف والأستخراج من خلال تخصيص ورقة للمعارف التصميمية في كافة الأختصاصات وكذلك ورقة للمعارف التنفيذية والمعارف التشغيلية حيث يوضح الشكل(5) العقدة البرمجية في Dynamo المسؤولة عن نقل البارمترات التي تم إضافتها في ريفت إلى ورقات إكسل حسب التصنيف الذي تم اعتماده، اسم العقدة هو (Excel. Write to File) وتحتوي مجموعة من الحقول سوف نشرح الحقول التي تؤدي عملها من خلال ربطها مع عقد برمجية أخرى وسوف نشرح هذه الحقول بالجدول اللاحق:

الجدول(2) شرح عقدة استخراج وتصنيف البيانات في ريفت

File path	يساعدنا على تحديد موقع ملف الإكسل الذي سوف يتم نقل البيانات إليه
Sheet name	اسم ورقة الإكسل التي سوف يتم نقل البيانات إليه حيث سوف نصنف المعارف بإرسال كل نوع من المعرفة إلى ورقة من رقات الإكسل
Start row	تحديد موقع البيانات في ورقة الإكسل (سطر البداية)
Start col	تحديد موقع البيانات في ورقة الإكسل (عمود البداية)
data	هذا الحقل يتم ربطه بكافة البارمترات التي يراد نقلها من ريفت إلى إكسل



الشكل(5) تصنيف المعرفة للصيانة

ويتم نقل البيانات من ريفت إلى إكسل بشكل اوتوماتيك حيث وبمجرد كتابة اي بيانات في البارمترات المخصصة للمعرفة فإن برنامج Excel يفتح بشكل آلي ليدل على تسجيل معرفة.

رابعاً– المراجعة والصلاحية:

تتم عملية المراجعة والصلاحية من خلال خبراء في الصيانة وتنفذ بعد الانتهاء من تصنيف المعرفة واستخراجها. الهدف من هذه المرحلة هو توكيد دقة وملائمة المعلومات. ويمكن أن يتم إضافة معلومات إضافية من قبل الخبراء مثل مرجع يمكن العودة إليه أو فقرة الكود التي تخص المعرفة التي تم الحصول عليها أو شرح للدروس والخبرات التي تم اكتسابها وكذلك يقرر الخبراء الدروس المفيدة التي يجب إعادتها في أعمال الصيانة المستقبلية والنشاطات التي يجب عدم تكرارها مرة أخرى. و كذلك سوف نقوم في هذه المرحلة بربط المعارف بكل مكون من المكونات الصحية. حيث يظهر الجدول (3) أحد المكونات الصحية وهو تصريف الأسطح(البواليع) وجميع المعارف المرتبطة به في مراحل التصميم والتنفيذ والتشغيل.

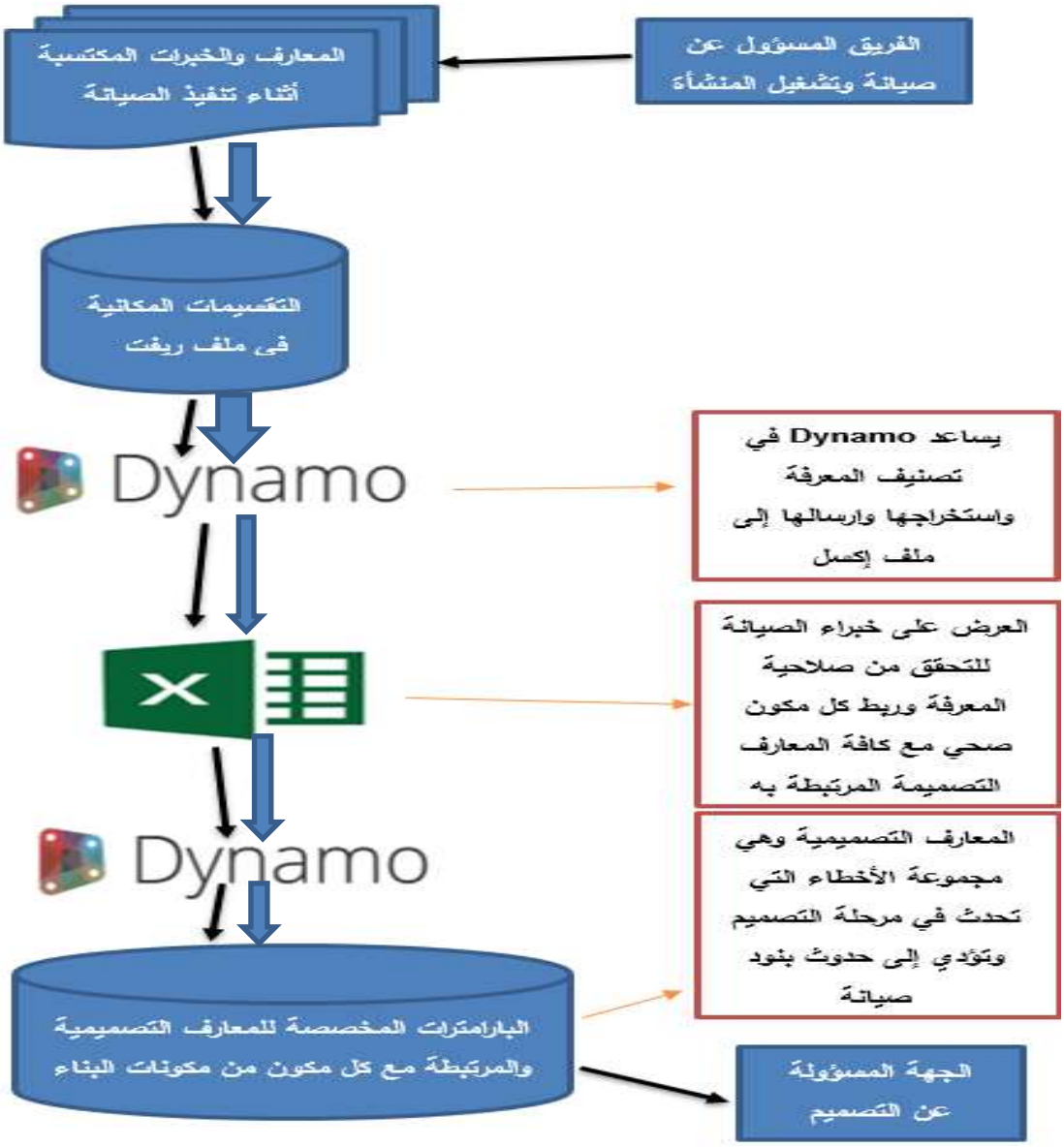
الجدول (3) المعارف المرتبطة بأحد المكونات الصحية

تصريف الأسطح(البواليع)		
المعارف في مرحلة التشغيل	المعارف في مرحلة التنفيذ	المعارف في مرحلة التصميم
توزيع البواليع بشكل يجعلها غير معرضة للمرور فوقها لمنع انكسار شبك التغطية للبلوعة	مراعاة أصول الصنعة أثناء تنفيذ التمديدات الصحية	الامتناع عن رمي الأوساخ
التعزيل الدوري للبواليع	تنفيذ تكتيم جيد للبواليع	اختيار الانابيب الانابيب والوصلات من نوعية جيدة
استبدال شبك البواليع المكسور لمنع مرور الأوساخ	تنفيذ الميول الأنابيب بشكل صحيح	تأمين الميل اللازم باتجاه البواليع
استبدال الأنابيب والأكواع المهترئة.		اختيار شبكة التغطية بفتحات صغيرة لمنع مرور الأوساخ
		اختيار أقطار أنابيب مناسبة

النتائج والمناقشة:

نموذج BIM موجه للصيانة:

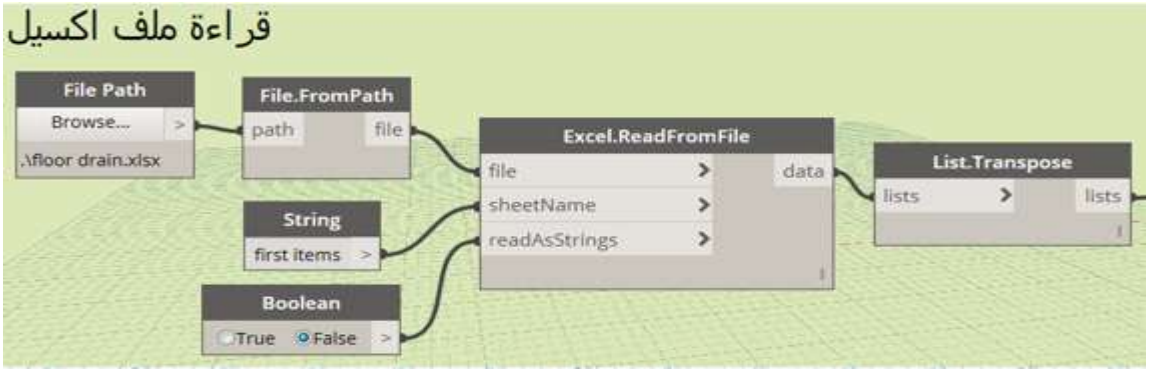
بعد الانتهاء من الخطوة السابقة نكون قد حصلنا على مجموعة من المعارف المرتبطة بكافة المكونات الصحية، ومن أجل الحصول على نموذج BIM موجه للصيانة يجب أن نمر بالمراحل الموضحة بالشكل(7):



الشكل(6) مخطط نهجي لمراحل البحث

1- قراءة ملف المعارف من إكسل إلى ريفت:

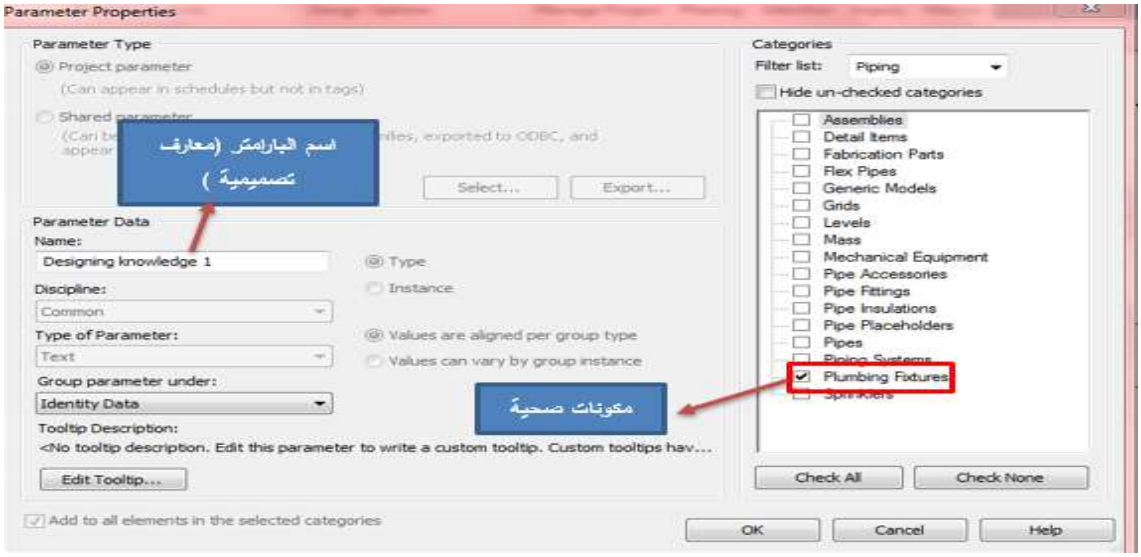
حيث باستخدام Dynamo نستطيع قراءة ملفات الإكسل ونقلها بشكل أوتوماتيكي إلى ريفت، ويتم ذلك من خلال مجموعة من العقد البرمجية الموضحة في الشكل(7) وهذه العقد تكون مرتبطة بالحقول في العقدة البرمجية(Excel. Read from File) حيث تساعد هذه العقدة على تحديد ملف الإكسل الذي سوف يتم نقل البيانات منه من خلال الحقل (File) وتحديد الورقة ضمن ملف الإكسل من خلال الحقل (Sheet Name)



الشكل (7) نقل بيانات من إكسل إلى ريفت

وبذلك يكون بإمكاننا نقل المعارف المرتبطة بالمكونات الصحية إلى برنامج الريفت.

2- إضافة بارامترات للمعرفة في ريفت:



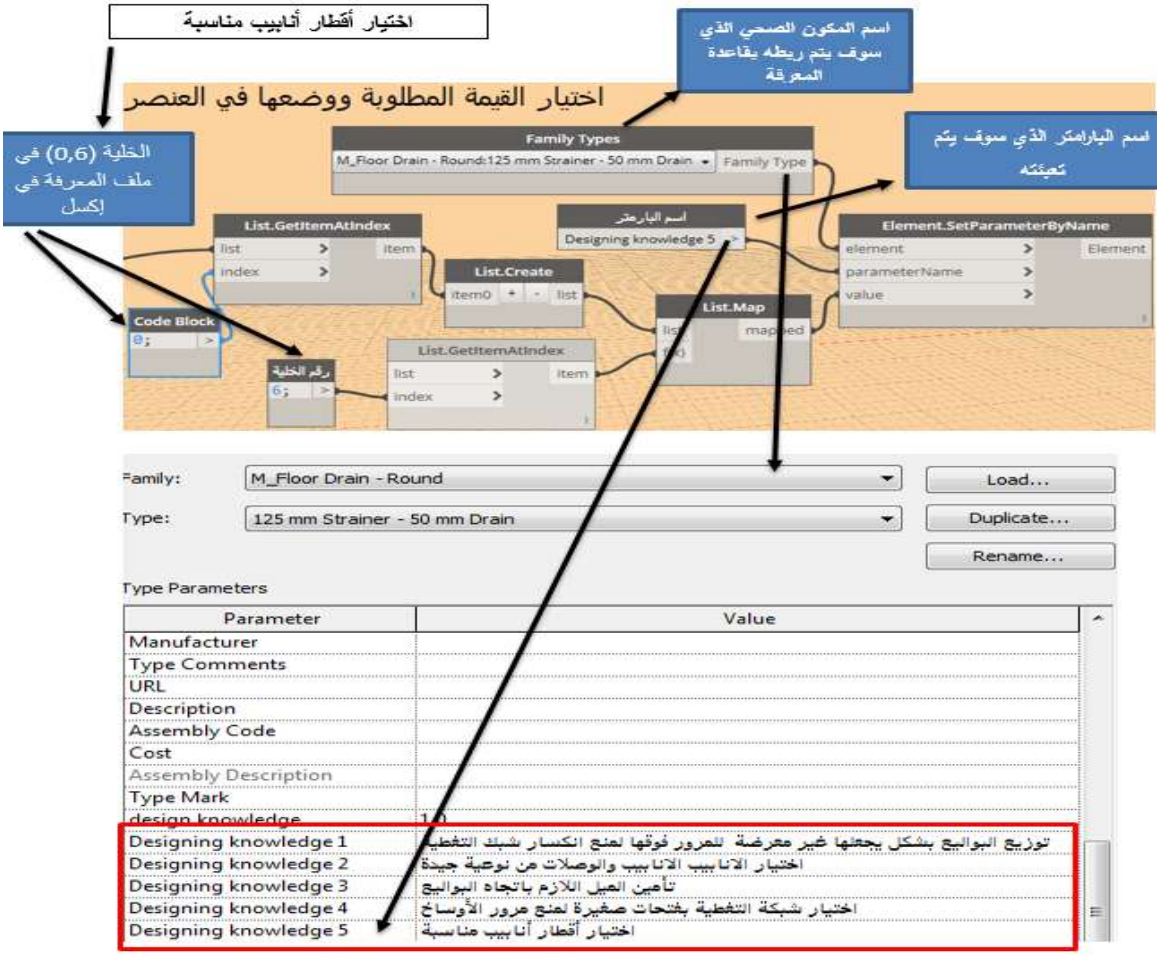
الشكل(8) إضافة بارامترات للمعارف الصحية في مرحلة التصميم

يظهر الشكل (8) كيفية إضافة بارامترات مرتبطة بالمكونات الصحية ومخصصة لتعبئة جميع المعارف وربطها بالمكونات الصحية، حيث تكون هذه البارمترات من نوع (Type) ونقوم بربطها بالمكونات الصحية (plumping fixture). و بذلك فإن المصمم عند اختياره أي مكون من المكونات الصحية من أجل إضافته إلى تصميميه من خلال (Edit Type) سوف تظهر له هذه البارمترات، وفي الخطوة القادمة سوف نقوم بتعبئة هذه البارامترات بالمعارف التصميمة من خلال ربطها بقاعدة المعرفة في إكسل . كما يوضح الشكل (8).

3- تعبئة البارامترات بالمعرفة:

وبسبب قدرة Dynamo على الدخول إلى برمجة الريفت سوف نستخدم هذه الميزة من أجل ربط كافة المعارف التي تم الحصول عليها في مرحلة التصميم مع العناصر الصحية في ريفت، حيث نستطيع اختيار أي حقل في إكسل وتعبئة بياناته في البارامترات المرتبطة بالعناصر الصحية، وبمجرد اختيار المصمم لأي عنصر في ريفت أثناء التصميم سوف يظهر له حقل يشير لكافة المعارف التصميمة التي تساعد على تجنب الوقوع في أخطاء تصميمية تؤدي إلى حدوث بنود صيانة، وهذا الحقل مرتبط بشكل آلي مع قاعدة المعرفة المخزنة في ريفت وبالتالي سوف يتم تحديث هذه المعارف بشكل دائم. وبإنتهاء هذه المرحلة ومع ربط كافة المكونات الصحية مع قاعدة المعرفة التي تم التحقق من دقتها

وصلاحيتها من قبل خبراء في الصيانة نكون قد حصلنا على نموذج BIM موجه للصيانة يساعد الجهات المسؤولة عن التصميم في تجنب الأخطاء التي يمكن أن تؤدي لحدوث بنود صيانة.



الشكل(9) تعبئة المعرفة ضمن البارمترات

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

تم في هذا البحث إنشاء نموذج ريفت مخصص للصيانة وموجه للجهات المسؤولة عن التصميم وقد تم ذلك من خلال عدة مراحل:

1- تصنيف بنود الصيانة إلى صيانة يمكن تجنبها واخرى لا يمكن تجنبها والصيانة التي يمكن تجنبها تكون ناتجة عن أخطاء تصميمية وتنفيذية وتشغيلية.

2- إجراء مسح لعدد من المباني العامة في محافظة اللاذقية لبناء قاعدة معرفة وذلك بالاعتماد على الخبرات والمعارف لدى المهندسين المسؤولين عن الصيانة، حيث تم تحديد كافة بنود الصيانة التي تتم في هذه الأبنية وإرجاع هذه البنود إلى اسبابها وتصنيف هذه الأسباب إلى تصميمية وتشغيلية وتنفيذية.

3- ربط هذه البنود وأسبابها مع التقسيمات المكانية لحالة الدراسة وهي الوحدة السكنية 18 في السكن الجامعي في جامعة تشرين.

4- استخدام تطبيق Dynamo من أجل تصنيف واستخراج المعرفة وإرسالها إلى بشكل أوتوماتيكي إلى ملف إكسل.

5- عرض المعرفة على خبراء صيانة للتحقق من صلاحيتها أو إضافة شروح وتوضيحات إضافية.

6- الأستعانة ب Dynamo للدخول إلى برمجة الريفت وإضافة حقول جديدة للعناصر في ريفت حيث تكون هذه الحقول مرتبطة بقاعدة المعرفة وتوضح كافة الأخطاء التصميمية في كل عنصر التي يمكن أن تسبب بنود صيانة، والبيانات في هذه الحقول هي بيانات تفاعلية حيث بمجرد تعديل قاعدة المعرفة سوف يتم تعديلها بشكل آلي.

التوصيات:

لاحظنا في دراستنا السابقة أن معظم بنود الصيانة تعود إلى أسباب يمكن تجنبها وهذه الأسباب ناجمة عن أخطاء تحصل في مرحلة التصميم أو التنفيذ أو التشغيل، لذلك نوصي بأعتماد المنهجية التي تم وصفها في هذا البحث والتي تم من خلالها تعزيز التواصل بين مختلف الفرق التي تستلم المشروع بدءاً من مرحلة التصميم انتهاءاً بمرحلة التشغيل لتحديد أهم الأخطاء والمعارف التي تؤدي إلى حدوث بنود صيانة من خلال الإستفادة من البرمجة البصرية من خلال تطبيق Dynamo والذي يساعد على تطوير موديل BIM محمل بكافة المعارف والخبرات والتي يحصل عليها الفريق المسؤول على الصيانة في مرحلة التشغيل وتوجيهه إلى الجهات المسؤولة عن التصميم لتساعدها على الحصول على تصاميم تساعد على تجنب الوقوع في أخطاء تؤدي إلى حدوث بنود صيانة في مرحلة التشغيل.

المراجع:

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

2- ALMARSHAD, A; MOTAWA, I.BIM-*Based Knowledge Management for Building Maintenance.* International Conference-Beirut, Lebanon,2012,10p.

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

4- AMIREDAY, S. *Knowledge Management in Construction Using Building Information Modelling*, Master Thesis, Auburn University, Alabama,2014,102p.

5- CHARLESRAJ, p. *Knowledge-Based Building Information Modelling (K-BIM) For Facilities Management*, The 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining.2014.6p.

6- DESHPANDE, A; AZHAR, S; AMIREDDY, S. *A Frame Work for A BIM-Based Knowledge Management System*, Creative Construction Conference,2014,113-122p.

7- DESHPANDE, A; AMIREDDY. *Parametric Building Information Models for Knowledge Management*, Auburn University, Alabama,2014,8p.

8- *DYNAMO: VISUAL PROGRAMMING FOR DESIGN*,2016, 56P.

9- Insights from KPMG's European Knowledge, Management Survey 2002/2003, 12p.

10- LIN, Y. *Construction 3d BIM-BIM based Knowledge Management System: Case Study*, Journal of Civil Engineering and Management, Volume20,2014,186-200p.

11- LIU, F; JALLOW, A; ANUMBA, C; WU, D. *Building Knowledge Modelling Integration Knowledge in Bim*.3 30th International Conference-Beijing, China,2013,10p.

12- MATT JEZYK. *The Dynamo Primer,* Autodesk,2016, 416p.

13- *Practically Dynamo: Practical Uses for Dynamo with In Revit*. Autodesk University ,2014.

14- THAMPI, S. *An Introduction to Knowledge Management.* L.B.S Institute of Technology for Women India,2007,4p.

15- الحسن،باسل. جراد، فايز. *تحسين إدارة الصيانة للمباني الحكومية باستخدام تقنيات نمذجة معلومات البناء ال BIM*رسالة ماجستير ,جامعة تشرين،2016، 133 ص.

16- السياري، سامر. *عصر البرمجة البصرية وتحديات نمذجة المعلومات*، مجلة بيم أرابيا،2016 العدد الرابع، 16ص.

17- حداد، ربا.حسن، بسام. *وضع منهجية لتحليل العوامل المؤثرة على كلف الصيانة في المشافي الحكومية*، مجلة جامعة تشرين، المجلد(33)،العدد(4)،20،2011ص.

18- خضير، هاجر. *تقييم إدارة صيانة أبنية مستشفيات محافظة بابل*. مجلة جامعة بابل، مجلد.18، العدد.2، 2010، 36-55..

19- سوسو،راوية. البابا، شكري. *هيكلية مقترحة لإدارة المعرفة في شركات القطاع العام*، رسالة ماجستير، جامعة دمشق، 2014،94ص.

20- منون، محمد سليمان.*صيانة المباني السكنية*، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة،150،1996 ص