Received 22 June 2021: accepted 10 March 2022.
Available online 3 April 2022

نحو إطار عمل لنمذجة معلومات المدن

د/ مهاد سيد إبراهيم حسن عمارة
مدرس بقسم العمارة، الأكاديمية الحديثة للهندسة وتكنولوجيا البناء
engmehademara@gmail.com

الملخص

تخضع مدن القرن الحادي والعشرين لعدد كبير من المشاكل المتعلقة بالنقل والسلامة العامة واستخدام الأراضي والإشغال والصرف الصحي وتوافر المياه وما إلى ذلك.، وبالتالي يواجه المخططون والمصممون والإداريون تحديات كبيرة في تخطيط وتصميم المدن وإدارتها ومراقبتها من أجل التعامل مع المتطلبات الحالية والمستقبلية لسكان المدن. ولذلك فمن الضروري تطوير نماذج جديدة بالإضافة إلى نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، ونظم معلومات البناء (BIM) بحيث تكون قادرة على مواجهة التحديات المطروحة في هذا السياق، حيث يمكن استخدام التقنيات الحديثة لجعل إدارة المدينة أكثر كفاءة وفعالية وتحسين نوعية حياة السكان. وعليه يهدف البحث إلى وضع تصور لنموذج نمذجة معلومات المدينة (CIM) استنادًا إلى التحليل النقدي للأدبيات، حيث يهدف إلى مناقشة المفاهيم الحالية لنمذجة معلومات المدينة (CIM) ووضع إطار عمل لدمج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونظم معلومات البناء (BIM) وتحقيق التكامل بينهما من خلال دراسة مخطط البيانات الخاص بالنظامين (IFC وCityGML) ومن ثم اختبار صحة الإطار من قبل صناع القرار من (المخططين والمصممين والاستشاريين)، بهدف تحقيق فوائد كبيرة للبناء الحضري وإدارة المدينة.

الكلمات الرئيسية: المدن الذكية، المدن الذكية المستدامة (SSC)، نمذجة معلومات البناء (BIM)، نظام المعلومات الجغرافية (GIS)، نمذجة معلومات المدن (CIM)، (IFC وCityGML)

Towards a framework for city information modeling (CIM) for the transition towards smart and sustainable cities

Dr. Mahad Syed Ibrahim Hassan Emara
Instructor, Department of Architecture, Modern Academy for Engineering and Building Technology

Abstract

Cities of 21 st Century encounter a lot of issues related to transportation, public safety, use of lands, occupation, sewage, availability of water, etc. Planners, designers and administrators face big challenges in planning, designing, managing and controlling cities in order to handle the existing and future requirements and needs of citizens. As such, it is important to develop new models along with Geographical Information Systems (GIS) and Building Information Modeling (BIM) so that cities can be able to face relevant challenges using such modern technologies to increase the efficiency of city governance and improve the life quality of citizens. Accordingly, the research aims at developing a model for City Information Modeling (CIM) based on the critical review of literature, discussing the current concepts of City Information Modeling (CIM) and developing a framework for the integration between Geographical Information Systems (GIS) and Building Information Modeling (BIM), through studying the data chart (CityGML & IFC), and then testing the validity of this framework by decision-makers (planners, designers and consultants) in order to achieve significant benefits for urban development and city governance.

Keywords Smart Cities, Sustainable Smart Cities (SSC), Building Information Modeling (BIM), Geographic Information System (GIS), City Information Modeling (CIM), (IFC and CityGML).

المقدمة

إن نمذجة معلومات المدينة (CIM) هي قضية ناشئة مع قضايا مهمة لا تزال بحاجة إلى المناقشة، وتوجد مصطلحات متفق عليها تشير إلى مفهوم نمذجة المدن.(Holm, U., & Johansson, S, 2015)، فبغض النظر عن المشكلات التكنولوجية هناك بعض القضايا المفاهيمية التي تحتاج إلى مناقشتها وتعميقها من قبل المجتمع المعني بالبحث عن تعريف توافقي" المناقشة التي تشمل CIM والمفاهيم الأخرى المتعلقة بها"، كما أشار المهتمون في المجال (Xu X et al , (2014 أن النقاش حول آلية التنسيق الدولية (CIM) بحاجة إلى تعميق، لذلك سيكون من الممكن أن تنضج المصطلحات والمفاهيم، حيث أشار بعض المؤلفين عن إمكانيات وقيود نمذجة معلومات المدينة CIM وعن قدرتها على تحسين تخطيط المدن، والمساعدة في صنع القرار من قبل الحكام وأيضا من قبل المواطنين، لأنه من خلال CIM يمكن أن تنشأ طلبات للحصول على قطاع النقل والخدمات القائمة على الموقع إلخ.

وحاليًا هناك مفاهيم مختلفة مستخدمة في CIM ولكن لا يوجد إجماع مفاهيمي في الأدبيات (Amirebrahimi et al ,2015) في الفترة الأخيرة، وبالتالي سيسعى هذا البحث إلى المساهمة في تعميق الجوانب المفاهيمية حول CIM ومناقشتها.

ومن أجل التغلب على قيود النماذج الهندسية، تم تطوير نماذج إجرائية تسمح بتمثيل كائنات أكثر تعقيدًا وتحليل سلوكياتهم وعلاقاتهم، وفي نمذجة معلومات المدينة (CIM) يتم استخدام نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد للمدينة، والتي تمثل أنواعًا مختلفة من الكائنات الحضرية (المباني، ونظام الطرق، والأثاث الحضري، والنباتات، والمسطحات المائية وغيرها)، وتحويل علاقات وسلوكيات كل من الكائنات التي تشكل نماذج المدينة إلى خصائص: هندسية (شكل)، رسم (مظهر)، طوبولوجي (علاقات) ودلالات (خصائص/ سلوك) وبالتالي لديه القدرة على تحويل المدينة إلى مدينة ذكية، وفي هذا البحث تم اقتراح تفكيرًا جديدًا للمدينة الذكية المستدامة من خلال بناء نموذج غني بالمعلومات الدلالية للمدينة، وعليه يمكن أن تدعم نمذجة BIM الدلالات التفصيلية لأجزاء البناء أو أجزاء أخرى من وظائف المدينة (Volk , Stengel & Schultmann , 2014)، وتخزين معلومات التصميم في قاعدة البيانات في شكل رقمي للتحديث والمشاركة في الوقت المناسب، ويمكنه أيضًا المطابقة بين البيانات لتقديم ظاهرة نسبية عند تغيير أي بيانات، وبالتالي تضمن BIM كفاءة وتأهيل المشاريع، في حين أن تطبيق BIM محدود في مجال البناء حيث أنه لا يشمل النقل والمجالات الأخرى، وبالتالي لا يمكن أن يمثل المعلومات الجغرافية المكانية، وعليه يستخدم GIS أيضًا على نطاق واسع في نمذجة المعلومات ثلاثية الأبعاد، ويمكن الحصول على معظم معلومات GIS عن طريق المسح بالليزر، لذلك يتمتع بميزة النمذجة السريعة، ويمكنه بناء النموذج السطحي للمدينة بسرعة، ولكن عندما يتعلق الأمر بالنمذجة الداخلية، فإن نظم المعلومات الجغرافية يجب أن تمثل المادة بدون مخطط، وبناءً على هذا الموقف نحاول دمج BIM وGIS لتوفير حل فعال لنمذجة معلومات المدينة (CIM).

إشكالية البحث

١- وجود قصور في نموذج المدينة الذكية (الرقمية ثلاثية الأبعاد) (Batty, 2013)، وعندما يتم تقديم المزيد والمزيد من الاهتمام باستغلال نماذج المدن ثلاثية الأبعاد، فإن فعالية هذه التطبيقات تكون محدودة بسبب غياب عملية التكامل بين البيانات الخاصة بالتطبيقات الحديثة.

٢- هناك نقص في الدراسات الحالية لإيجاد التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج (BIM) للوصول إلى مدن ذكية ومستدامة (Deng, Cheng & Anumba, 2016).

فرضية البحث

يمكن إثراء نظم المعلومات الجغرافية بأبعادها الحقيقية من خلال دمجها مع نظم معلومات البناء (BIM) والتحول إلى إطار واحد متكامل، وهو ما يعرف بنمذجة معلومات المدن (CIM)، بحيث يمكن نقل المعلومات الدلالية من المبنى إلى السياق الجغرافي المكاني بشكل إيجابي على سلسلة من الأنشطة الحالية، مثل اختيار الموقع وإدارة السلامة وتقييم الأثر البيئي والتحول إلى مدن ذكية ومستدامة.

الهدف من البحث

يهدف البحث إلى الوصول لإطار عمل لدمج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونظم معلومات البناء (BIM) وتحقيق التكامل بينهما من خلال دراسة مخطط البيانات الخاص بالنظامين (IFC وCityGML) والتحول إلى نمذجة معلومات المدن (CIM) للارتقاء بمستوى المدن إلى مدن ذكية.

منهجية البحث

المنهج الوصفي والتحليلي: من خلال دراسة وتحليل نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، ونظم معلومات البناء (BIM) للوصول إلى تحقيق التكامل بينهم، وبالتالي الوصول إلى إطار العمل المقترح لتصور نموذج معلومات المدن (CIM).

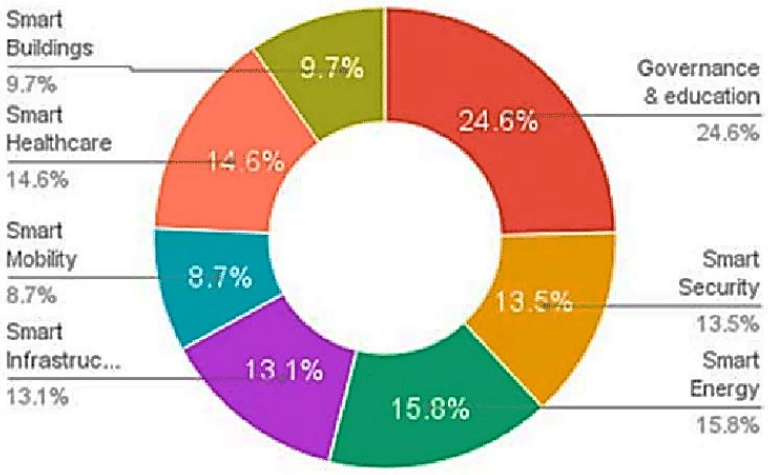
المنهج التطبيقي: وذلك من خلال تصميم استبيان موجه لمجموعة من المتخصصين في المجال للوصول إلى إطار العمل المقترح ومن ثم اختبار صحة الإطار من قبل صناع القرار من (المخططين والمصممين والاستشاريين)، بهدف الارتقاء بمستوى المدن إلى مدن ذكية.

١ المدن الذكية

المدينة الذكية هي نظام بيئي يقدم مجموعة متنوعة من الخدمات للمواطنين من خلال ضمان تبادل المعلومات بين الأنظمة الفرعية، وتحليل المعلومات، وإنشاء الإحصاءات لتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد (Svitek &Postranecky,2017)، فإن المدينة الذكية (Smart City) هي: " مكان تكون فيه الشبكات والخدمات التقليدية أكثر كفاءة مع استخدام التقنيات الرقمية والاتصالات السلكية واللاسلكية، لصالح سكانها والشركات"، لذلك يهدف مفهوم المدينة الذكية (Smart City) إلى تحسين نوعية حياة الناس من خلال تطوير البنية التحتية التكنولوجية التي توفر الكفاءة في السلامة والاستدامة والنقل وغيرها.

١,١ المدن الذكية المستدامة (SSC)

المدينة الذكية المستدامة (SSC) هي مدينة مبتكرة تستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) وغيرها من الوسائل لتحسين نوعية الحياة، وكفاءة العمليات والخدمات الحضرية، والقدرة التنافسية، مع ضمان تلبية احتياجات الحاضر والمستقبل للأجيال القادمة فيما يتعلق بالجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.



شكل (١) المحاور الرئيسية للمدن الذكية المستدامة
المصدر: (World Health Organization, 2012)

٢,١ مفهوم نمذجة معلومات المدن الذكية / أو نمذجة معلومات البنية التحتية (CIM)

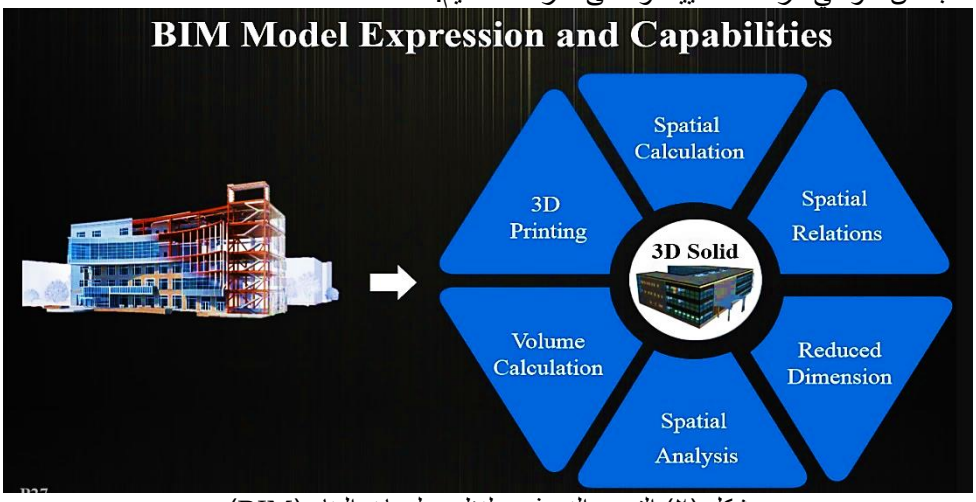
هي تقنية من التقنيات التي أصبحت أكثر وضوحا وشيوعا في صناعة البناء والتشييد، حيث أنها تقوم على مبدأ مشابه جدا لنظام نمذجة معلومات البناء (BIM) والذي يمكن تعريفه كالتالي:

١,٢,١ مفهوم نمذجة معلومات البناء (BIM)

هي تقنية تقوم على عملية محاكاة افتراضية مصغرة تمثل بصورة دقيقة كل ما يمكن أن يواجه مشروع بناء متكامل بكل أنشطته ومستنداته وتقاريره وإدارة موارده البشرية والمادية (بغض النظر عن طبيعة وحجم المشروع)، حيث يغطي ال (BIM) كل صغيرة وكبيرة بدءا من التصميم وصولا إلى الإدارة والصيانة (Eastman et al , 2011).

ومنذ أن دخلت تقنية ال(BIM) في صناعة التشييد والبناء كانت الأهداف تتجاوز موضوع المبنى الوحيد بصورة كبيرة، واستمرت الدراسات والتطورات بصورة سريعة إلى أن امتدت إلى البنية التحتية وغطت جميع أعمال المدينة، ونتيجة لذلك أعاد المهندسون المدنيون تشكيل المفهوم وتطويره مما يجعله أكثر تحديدا لأنشطة البنية التحتية والهندسة المدنية، ومن هنا جاء مسمى نمذجة معلومات البنية التحتية أو نمذجة معلومات المدن

الذكية(CIM)، وبالتالي نجد أن مفهوم ال(BIM) وال(CIM) متقارب جدا (Amorim , 2015) ولكن المسمى هو المختلف، وذلك باختلاف كمية ونوعية الأنشطة والمعلومات المتداخلة ودرجة ارتباط المشروع بالخدمات والموقع الجغرافي والظروف البيئية العامة من خلال رصد وتجميع وتحليل كل أنواع المعلومات الجغرافية وتمثيل نتائج تلك التحليلات بمتغيرات حقيقية تعبر عن الطرق والمسطحات ومناسيب السهول والتلال وغيرهم من المنخفضات والمرتفعات البيئية الطبيعية المحيطة من بحار وأنهار ومحيطات وأشجار وغيرها، وتم تغذية تلك المعلومات عبر الإحداثيات الثلاثية كمعلومات من خلال تكنولوجيا الصور الجوية بالأقمار الصناعية، وبالتالي نجد أن نمذجة معلومات المدن (CIM) يتيح للمهندسين والمصممين إدارة دورة حياة مدينة أو إقطاعية كاملة من بداية تصميمها إلى هدمها النهائي، وتحليل إمكانية إعادة استخدام مواردها وأنظمتها كليا أو جزئيا بمقاييس نسبية لبعضها البعض، أو في مرحلة التشييد أو حتى فكرة التصميم.



شكل (٢) التعبير النموذجي لنظم معلومات البناء (BIM)
المصدر: (Nisbet and Dinesen., 2010)

٢,٢,١ مفهوم نظام المعلومات الجغرافية (GIS)

نظام المعلومات الجغرافية (GIS) هو نظام قائم على الحاسوب يعمل على جمع وصيانة وتخزين وتحليل وإخراج وتوزيع البيانات والمعلومات المكانية، وهذه أنظمة تعمل على جمع وإدخال ومعالجة وتحليل وعرض وإخراج المعلومات المكانية والوصفية لأهداف محددة تساعد على التخطيط واتخاذ القرار فيما يتعلق بالزراعة و تخطيط المدن والتوسع في المناطق السكنية (Couclelis, 2003) بالإضافة إلى قراءة البنية التحتية لأي مدينة عن طريق إنشاء ما يسمى بالطبقات (layers).

حيث يمكّننا هذا النظام كذلك من إدخال المعلومات الجغرافية(خرائط صور جوية، مرئيات فضائية) والوصفية (أسماء، جداول)، ومعالجتها (تنقيحها من الأخطاء)، وتخزينها واسترجاعها واستفسارها وتحليلها تحليل مكاني وإحصائي وعرضها على شاشة الحاسوب أو على ورق في شكل خرائط أو تقارير ورسومات بيانية أو من خلال الموقع الإلكتروني، وعليه فإن تكنولوجيا المعلومات الجغرافية مُصمّمة لرصد، وتجميع، وتحليل كل أنواع المعلومات الجغرافية، وتمثيل نتائج تلك التحليلات بعناصر حقيقية كالطرق والأراضي والمناسيب والارتفاعات والاشجار والأنهار وغيرها، وتعطي معلومات حقيقية للمكان x,y,z ويتم رصد تلك المعلومات من خلال تكنولوجيا الصور الجوية بالأقمار الصناعية والتي ترتبط بإحداثيات المكان(Mignard & Nicolle, 2014).

وبالتالي تساعد نظم المعلومات الجغرافية في الإجابة عن كثير من التساؤلات التي تخص التحديد مثل (ما هو النمط الزراعي؟ وما أنواع المحاصيل المُناسَبة للزراعة في الوحدة الزراعية؟)، القياسات (ما مساحة وإحداثيات الوحدات؟، وما هو قطر أنبوب الريّ؟)، والموقع (أين تقع الوحدة الزراعية الفلانية؟)، والشرط (ما هي أنابيب الريّ التي قطرها ٣٠٠ مم في منطقة ما؟)، والتغيُّر (ما هي درجة ملوحة التربة من عام ١٩٦٥ إلى العام ٢٠٠٦)، والتوزيع النمطي (ما هي العلاقة بين توزيع السكان، ومناطق تواجد المياه؟)، والسيناريوهات المتعلقة بالهيدرولوجيا (ماذا يحصل إذا زاد تغيُّر تدفق مياه الريّ في الأنبوب؟)، ومن ثم يتم تقاسم البيانات بين مختلف المقاولين والعمل على مناطق مختلفة من المشروع لتبسيط دورة حياة ال(BIM)، حيث تفي برامج نظم المعلومات الجغرافية بمتطلبات المشروع منذ البداية ،وتتيح هذه التقنية لمديري المشاريع تصور طبقات كل مبنى على الفور واستدعاء معلومات المشروع ذات الصلة بما في ذلك أجهزة الجوال المستخدمة في الموقع، ويمكن أيضا تقاسم المعلومات ذات الصلة والمركزة مع جميع أصحاب المصلحة من خلال التطبيقات واللوحات.

ومن خلال ما سبق فإن دمج تقنيات نمذجة معلومات البناء ونظم المعلومات الجغرافية سيُحسن قدرات تصميم المشروع ويُقلل المخاطر من خلال تحسين تدفق المواد من البداية إلى النهاية، وتوافر الموارد والجدولة أثناء الإنشاء، حيث يقوم ال(BIM) بتقديم معلومات وصفية (الأبعاد، المواد، الشركات المصنعة، إلخ)، ويساعد في التصميم السليم والبناء والتشغيل والصيانة، ويقوم ال (GIS) بتخزين، وتحليل المعلومات على مستوى مساحي كبير.

شكل (٣) استخدام أدوات (ARCGIS Desktop) لاستكشاف كيفية إعادة تطوير المناطق الحضرية داخل الأحياء
المصدر: (Hingmire and Thomas, 2017)

٣,٢,١ مفهوم نمذجة معلومات المدينة (CIM)

وبالتالي يمكن تعريف نمذجة معلومات المدينة أنها تكييف مطور لتقنيات نمذجة معلومات البناء (BIM)، ويذهب بخطوة أبعد من ال(BIM) ،حيث أنه يدمج المعلومات المقدمة من ال(BIM) في صورة وحدات منفصلة لتكون معلومات مترابطة تصلح لتحقيق ومعالجة وتكوين ومراجعة الخدمات العامة وتخطيط المدينة وتنميتها بالكامل واستكشاف الفوائد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية الناتجة من التداخلات بين الخدمات وبين سكان تلك الوحدات على مستويات مكانية مختلفة داخل المدينة، سواء كجزء من مشاريع البناء الفردية أو ال(CIM) (Stojanovski , 2013).

وعليه يتيح نظام ال(CIM) لمخططي المدينة ومهندسي البنية التحتية والخدمات والمصممين المعماريين وغيرهم من مهندسي الكميات ومهندسي إدارة الموارد والكوارث والأزمات آلية مشتركة للالتقاء والعمل على مجموعة من النماذج، قد تصل إلى البعد السابع، مما يهيئ البيئة لخلق مشروع متفاعل يدعم ويعزز التعاون في الوقت الفعلي بحيث يتم تبادل ومشاركة المعلومات والتحديثات بين فريق المهندسين المختصين مع بعضهم، وعليه يمكن استخدام تقنية ال(CIM) في إنشاء مشاريع من أي حجم من مبنى صغير إلى مدينة متكاملة (Gosé , et al 2010)، ويوفر ال(CIM) بيئة محسنة للمهندسين والمخططين وغيرهم من المهندسين الذين يعملون في مجال البيئة الحضرية، حيث يربط ال(CIM) البنية التحتية بالسياق الحضري، مما يساعد فيما بعد في عمليات صنع القرار.

٣,١ التحول من نمذجة معلومات البناء (BIM) إلى نمذجة معلومات المدن (CIM)

يعتقد البعض أن تجميع ال (BIM) مع بعضها هو ال (CIM)، وهذا غير دقيق وعكس ذلك، ويعتقد آخرون أن ال (CIM) موضوع معقد ولا يمكن تطبيقه في الدول النامية، ولكن هذه الأقوال غير صحيحة، فال (CIM) يمكن اختصاره على أنهGIS +BIM+BIM كما يمكن تعريف المدينة الذكية على أنها CIM +CIM+IOT (Lima, 2016).

٤,١ إنترنت الأشياء (IOT) كعملية أساسية داخل نظامCIM (Siountri et al , 2020)

بدأ مفهوم إنترنت الأشياء يكتسب بعض الشعبية في صيف عام ٢٠١١، حيث قامت شركة (**Gartner**) التي اخترعت "دورة الضجيج للتكنولوجيات الناشئة، بإدراج ظاهرة ناشئة جديدة في قائمتهم وهي ما تسمى ب إنترنت الأشياء، حيث يتم من خلاله توفير موارد نظم الكمبيوتر عند الطلب وعلى حسب الحاجة، وخاصة تخزين البيانات وطاقة الخوادم وإمكانياتها، بدون إدارة مباشرة من قبل المستخدم، ويستخدم المصطلح بشكل عام لوصف مراكز البيانات المتاحة للعديد من المستخدمين عبر الإنترنت.

١,٤,١ المميزات التي يوفرها انترنت الأشياء لنظام CIM

١. سرعة الوصول للحالة الخاصة بكل معدة بل تحديد خطوات استباقية لتوقع مشاكل المعدات قبل حدوثها.
٢. توفير الكثير من الوقت والتكلفة وتقليل وقت التوقف وبناء المعلومات اللحظية التي توفرها بسهولة ويسر نظم إنترنت الأشياء IoT.
٣. وجود منظومة سحابية لإدارة هذه المنظومة ولتخزين هذا الكم من المعلومات بل وتحديد نقاط الخطر والثبات لكل معدة أو حتى لكل نظام.
٤. تحديد مستويات الخطر بل وتفعيل الخطوات الوقائية لتقليل مخاطر حدوث الأعطال حتى بأقل تدخل بشرى ممكن.
٥. إدارة الصيانة والتشغيل.

وبالنظر إلى أن ال (CIM) هو توجه يخدم مصالح الدول بصورة استراتيجية فإن تطبيق ال (CIM) في المتناول، ويجب على الدول العمل على تطبيق ال (CIM) في كل خططها، فمنذ الآن يمكن القول ان ال (CIM) هي أداة تعاونية تسهل التعاون، وتمكن من مشاركة المعلومات والإدارة والتواصل بشكل أفضل بين الفرق المختلفة، وبالتالي فإن جميع أعضاء الفريق يعملون وفقا للمعايير والأسس التصميمية الواحدة، لذا يمكن لأي جهة أو منظمة أن تنجح في تطبيق ذلك بمفردها وتحقيق الابتكار المشترك حتى يتم تحقيق الأهداف المرجوة.

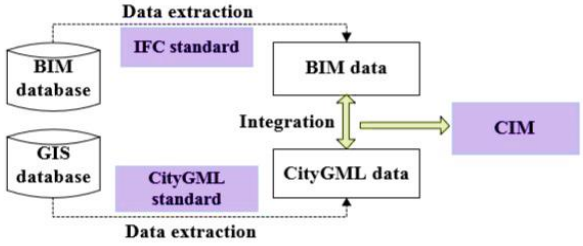
١,٥ أهمية نمذجة معلومات المدن (CIM) للمدن الذكية

حتى نصل إلى أن تصبح مدننا مدن جاذبة يتطلب هذا تحسين الإنتاجية والكفاءة ورفع درجة الوعي وتوفير الأمان وتحقيق التنمية الاقتصادية، وبالتالي يمكن الوصول إلى هذا النموذج من المدن الذكية والجاذبة من خلال دمج تقنيات ال (CIM) و(IOT) وهو ما يعرف بإنترنت الأشياء، ويمكن تحقيق التمثيل الذي يحقق دعم عملية التخطيط والتشييد والإدارة الكاملة للمدينة الذكية (Siountri et al , 2020).

والأساس في إنشاء مدينة ذكية هو تشييد بنية تحتية متقدمة ثم ربط الخدمات بال (IOT)، بحيث يكون في استطاعة القائمين على إدارة المدينة وسكان المدينة الذكية استعمال أجهزتهم الالكترونية لتسهيل الكثير من المصالح.

١,٦ الصعوبات التي تواجه نمذجة معلومات المدن (CIM)

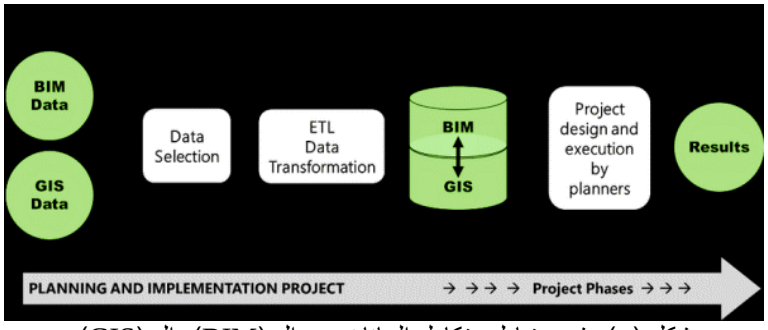
إحدى الصعوبات الرئيسية في CIM هي نمذجة المعلومات، والتي تحتاج إلى كل من المعلومات الخارجية والمعلومات الداخلية، وهناك بعض الأساليب الممكنة التي يمكن استخدامها لحل هذه المشكلة، أحدهما هو قياس الكائنات الموجودة وإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد، ولكنها تحتاج إلى الكثير من العمل، والطريقة الثانية هي دمج نماذج CAD ونماذج GIS، لكن هذه الطريقة لا توفر المعلومات الداخلية، والطريقة الثالثة هو الحصول على المعلومات الداخلية من نماذج BIM الحالية والحصول على المعلومات الخارجية من نماذج GIS التي يمكن دمجها مع تقنيات مختلفة مثل المسح بالليزر ثلاثي الأبعاد والقياس النحوي للصور (Amorim, 2015)، ومن بين هذه الطرق الثلاثة تعتبر الطريقة الأخيرة من بين هؤلاء هي الطريقة الأكثر جدوى، وبالتالي ما نحتاج إلى القيام به هو محاولة دمج BIM وGIS تلقائيًا.



شكل (٤) عملية جمع البيانات من (BIM)، (GIS) إلى نمذجة معلومات المدن (CIM)
المصدر:(Mignard and Nicolle, 2014)

١,٧ الاختلافات الأساسية بين بيانات BIM وبيانات GIS

في السنوات الأخيرة، تم إنجاز قدر كبير من الابتكارات التقنية في مجالات إدارة وبرمجة التكنولوجيا والحلول الجغرافية المكانية، والتصور ثلاثي الأبعاد والهندسة المعمارية والبناء ونظام ال(BIM) والمحاكاة الحضرية، كما أدى التطور في الأجهزة والبرامج إلى تطور تقنية ال(BIM)، (GIS) وتيسير التعامل مع قدر كبير من البيانات (Amorim , 2015)، ويعتبر ال(BIM) و(GIS) تقنيات تكمل بعضها البعض ولا يتعارضان أو يتنافسان، ويُشكّل اتحاد نُظُم المعلومات الجغرافية (GIS) مع الـ(BIM) تكافلاً بين قطبين هما من أفضل ما أفرزته التكنولوجيا، و كلاهما يركزان على توفير المعلومات لمتخذ القرار.



شكل (٥) مفهوم تبادل وتكامل البيانات بين ال (BIM)، ال (GIS)
المصدر: (Ma and Ren , 2017)

جدول (١) وجه الاختلاف بين نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ونظم معلومات البناء(BIM)

وجه الاختلاف	نظم المعلومات الجغرافية (GIS)	نمذجة معلومات البناء (BIM)
بيئة النمذجة (modeling environment)	البيئة تركز أساسا على البيئة الخارجية، وقد يلزم وضع نشاط في البيئة الخارجية في نظام المعلومات الجغرافية.	تركز بشكل رئيسي على البيئة الداخلية، وتقتصر التطبيقات الخارجية على خارج المباني، كما تتوفر نماذج ثلاثية الأبعاد لأدوات الموقع ونمذجة التضاريس في BIM
نظام مرجعي (reference system)	دائما ما تكون البيانات المكانية لها مرجعية جغرافية، ويتم تعريف الكائنات في العالم المادي مع أنظمة الإحداثيات العالمية أو إسقاطات الخرائط.	تحتوي كائنات BIM على أنظمة إحداثيات محلية خاصة بها وإشارة إلى نظام إحداثي عالمي، على سبيل المثال.
تفاصيل الصياغة (details of drafting)	يعتمد نظام المعلومات الجغرافية على المعلومات والكائنات الموجودة، ويغطي مساحة كبيرة بتفاصيل أقل ومقاييس أصغر.	تستخدم قدرات صياغة BIM لتطوير مقاييس أكبر مع مستوى أعلى من التفاصيل.
مجال التطبيق (application area)	يركز على المناطق الحضرية ومناطق المدن.	يركز على المبنى وسماته.
النمذجة الثلاثية الأبعاد (modeling 3d)	تقتصر إمكانيات ال GIS على أشكال ثنائية الأبعاد البسيطة، وتجربته مع الأشكال 3Dحديثة.	ال BIM فريد في قدرته على العمل في بيئة ثلاثية الأبعاد كاملة، ويحتوي على مجموعة غنية من الميزات والسمات المكانية.
وجه التشابه	نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونمذجة معلومات البناء (BIM)	
التكنولوجيا (technology)	BIMو GIS هي أنظمة ومجالات مستقلة ، وهي جزئية تستخدم معًا لمعالجة مشاكل محددة.	
العلم (Science)	سيتم تطوير BIM كعلم بناء للمعلومات لـAEC ، ومن ثم سيغطي مجال أوسع من علوم المعلومات الجغرافية BIM, GIS والتقنيات والخدمات والعلوم الأخرى القائمة على الموقع.	
مصدر البيانات (data source)	يعتبر BIM مصدر بيانات في صناعة AEC لنظم المعلومات الجغرافية والتحليل الإحصائي المكاني والزماني.	

المصدر: (Karan and Irizarry , 2012)

وبالتالي نجد أن نموذج BIM ونموذج GIS مختلفان تمامًا، ولكل منهم نقاط قوة خاصة (Niu, Pan & Zhao, 2015)، وبالتالي سيكون تكامل BIM وGIS ذا أهمية كبيرة، ومن أجل دمجهم قمنا بتحليل خصائص كل منها، ثم طرح منهجية للتكامل بينهم.

٨,١ تكامل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونموذج معلومات البناء (BIM) على مستويات البيانات للتحول إلى نمذجة معلومات المدن (CIM)

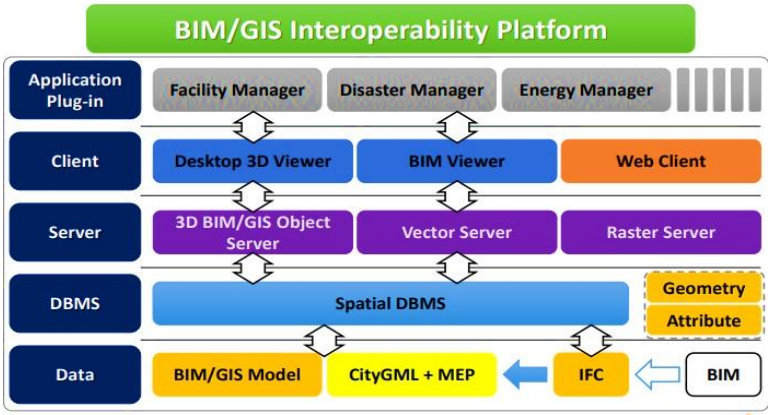
١,٨,١ نماذج البيانات القياسية

تكامل GIS وBIM على مستوى البيانات يعني ببساطة إمكانية التشغيل البيني للبيانات بين GIS وBIM، ويجب دائمًا مراعاة بنية البيانات أو تنسيقاتها، على الرغم من وجود تنسيقات بيانات مختلفة يمكن استخدامها

لتخزين الهندسة ثلاثية الأبعاد، ولكن أكثرها شيوعًا هما CityGML وIFC لـ GIS وBIM على التوالي، ومخططات بيانات GIS وBIM لها مفاهيم وأغراض تطوير وهياكل مختلفة، مما يجعل من الصعب دمج البيانات إذا لم يتم إعطاء معايير معينة، في هذه الحالة نميل إلى تحليل بنية مخطط البيانات التي يجب مراعاتها من منظور تكامل BIM-GIS، وتوجد تنسيقات بيانات تجارية فيما يتعلق بنظم المعلومات الجغرافية ونماذج BIM غير المفتوحة استنادًا إلى CityGML وIFC، وهما النماذج القياسية التمثيلية لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) وال (BIM) (Fosu et al, 2015) وبالتالي يتم تحليل بنية مخطط البيانات والميزات لكل منهم:

١. لغة ترميز جغرافيا المدينة CityGML (City Geography Markup Language).
٢. النموذج القياسي لفئة مؤسسة الصناعة IFC (Industry Foundation Classes Language)

وبالتالي من أجل تكامل البيانات الناجح بين BIM، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، يجب علينا البحث في المعايير القابلة للتشغيل لكل من (IFC)، (CityGml)، حيث يستخدم GIS معيار CityGML بينما يستخدم BIM معيار IFC.



شكل (٦) الفرق بين ال (BIM)، (GIS) في عملية إدخال البيانات
المصدر: (Deng, Cheng & Anumba, 2016)

٩,١ مدينة CITYGML (GML)

CityGML هو معيار معلومات عام لنماذج المدن ثلاثية الأبعاد، بما في ذلك نموذج GIS، وتعتبر عناصر ال CityGML عناصر ذات معلومات معيارية ويتكون ملف CityGML بأكمله من ١٢ وحدة نمطية و١١ وحدة موضوعية ووحدة أساسية واحدة والتي تشكل أساس الوحدات النمطية الأخرى، وتحدد المفهوم الأساسي وعنصر نموذج البيانات، كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (٢) توصيف وحدات ال CityGML

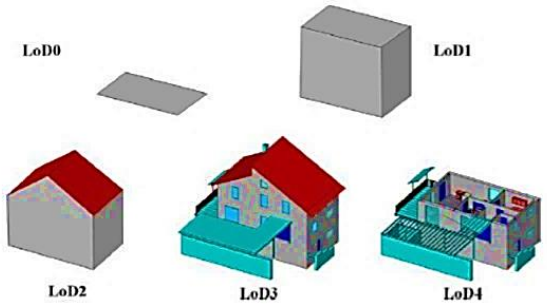
وحدة CityGML	التوصيف
النواة	الهيكل الأساسي لنموذج البيانات.
المظهر	توفير طريقة عرض النموذج لكائنات CityGML.
البناء	تقديم وصف دلالي ومكاني لتركيب المبنى والبناء المحلي والبناء.
أثاث المدينة	وصف أثاث المدينة.
مكونات المدينة	توفير قاعدة تجميع لبيانات CityGML.
وسائل الراحة	وصف النموذج السطحي للمدينة.
وسائل النقل	وصف خاصية النقل في المدينة.
الغطاء النباتي	وصف الغطاء النباتي للمدينة.
الجسم المائي	وصف نظام المياه في المدينة.
سطح محكم	توفير خاصية الرؤية وملمس سطح النماذج ثلاثية الأبعاد، مثل اللون والضوء والشفافية، يمكن دمج هذه الوحدة مع وحدة المظهر.
استخدام الأراضي	وصف استخدامات الأراضي.
علم الوراثة	توسيع نموذج بيانات CityGML، مما يسمح بإضافة خصائص وعناصر جديدة.

المصدر: (Donkers , 2013)

وبعد أن ظهرت CityGML في ألمانيا تم تطويره وصيانته رسميًا من قبل الاتحاد الجغرافي المكاني المفتوح CityGML .(OGC) وهو معيار دولي مفتوح ومجاني، حيث يمكن تخزين النماذج الحضرية وتبادلها

من خلاله، حيث يمكن التفصيل في مستويات مختلفة (LoD) وهي العناصر التي تتكون منها المدن، مثل المباني والأنهار والجسور والنباتات والطرق وما إلى ذلك، ويوضح الشكل (٨) المستويات المختلفة من التفاصيل التي تقدمها CityGML.

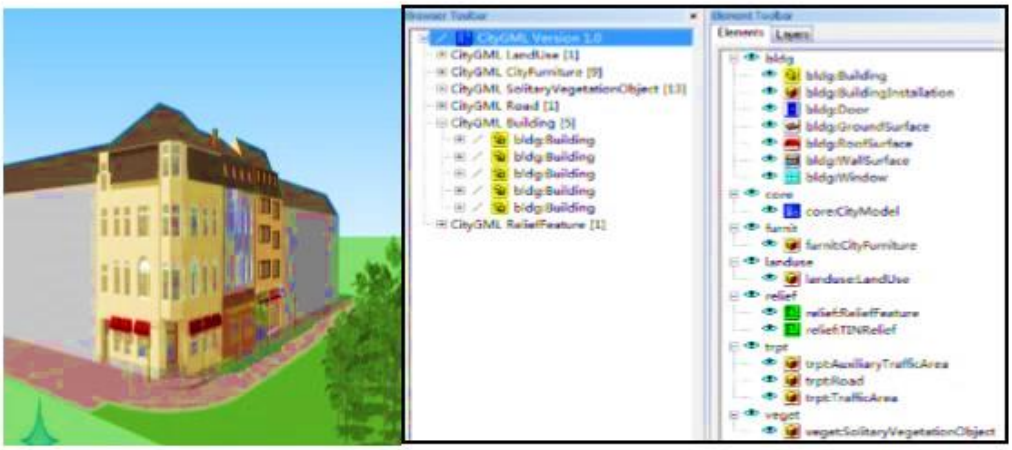
في LoD0، يتم تمثيل المبنى بمضلعات أفقية (2.5D) بارتفاع يقابل مستوى السطح أو ارتفاع مستوى المساحة على نطاق أوسع ويمثل نموذج تضاريس رقمي على نطاق إقليمي، وفي LoD1 يتم تمثيل المبنى على شكل كتل صلبة بدون سقف، وبالنسبة إلى LoD2 تؤخذ فيه الأسطح ونتوءاتها الرئيسية وتجاويفها (النطاق المحلي) في الاعتبار، وباستخدام LoD3 يمكن ملاحظة العمارة التفصيلية الغنية من خلال الفتحات (الأبواب والنوافذ وما إلى ذلك) وتطبيق النسيج (المقياس المحلي) أخيرًا (Gröger & Plümer, 2012)، ويأخذ LoD4 في الاعتبار النمذجة التفصيلية للمباني الخارجية والداخلية، وبالتالي في CityGML يتم العمل مع مجموعة من الملفات بتنسيق XML وأيضًا مع ملفات الصور للنسيج.



شكل (٧) مستويات تفاصيل CityGML
المصدر: (Gröger and Plümer, 2012)

١,٩,١ هيكل ملف CityGML: (Donkers , 2013)

يتم تضمين جميع الوحدات في نموذج واحد من خلال مجموعة بيانات CityGML كما نرى في الشكل (٨)، بما في ذلك أنواع الميزات التالية: استخدام الأراضي، وأثاث المدينة، والنباتات، والنقل، والبناء والإغاثة. بالإضافة إلى ذلك، تم تصميم كائن المبنى على أساس خمس وحدات فرعية.



شكل (٨) مجموعة بيانات CityGML
المصدر:(Gröger, and Plümer, 2012)

١٠,١ النموذج القياسي لفئة مؤسسة الصناعة (IFC)

IFC هو المعيار الأساسي لنماذج معلومات البناء (BIM)، والذي يهدف إلى تحديد لغة مشتركة للتكنولوجيا للسماح بالاتصال والتسليم طوال دورة حياة المباني، ومشاركة نماذج المعلومات مع المشاركين الآخرين، ويعتبر IFC نموذج بيانات موجه للكائنات، يحتوي على حوالي ٩٠٠ فئة (مع ٦٠ إلى ٧٠ فئة لها تمثيل دلالي مماثل لـ cityGML)، ويتكون مخطط فئة مؤسسة الصناعة من طبقات ووحدات، وقد تم تقسيمه إلى أربع طبقات، وتحتوي كل طبقة على عدة وحدات مع العديد من الفئات (Building Smart, 2013).

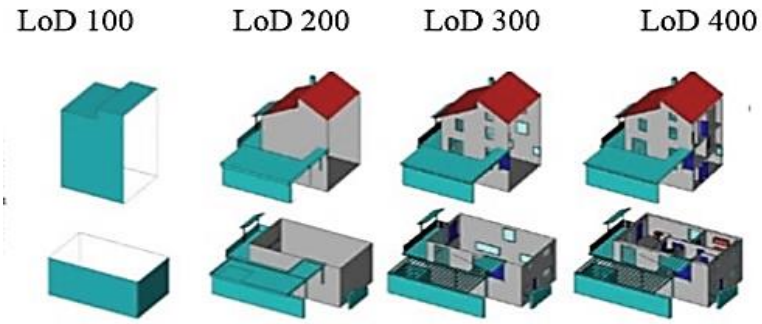
وتعد صناعة الهندسة المعمارية والهندسة والبناء (AEC) متنوّعة، وبالتالي تتطلب معلومات، وهناك العديد من تنسيقات البيانات ثلاثية الأبعاد الموجودة من البائعين المتنوعين والتي تمنع تبادل المعلومات في هذا

المجال، وعلى الرغم من وجود العديد من معايير BIM المفتوحة، مثل BIMXML وCOINS، إلا أن IFC هي مخطط البيانات المفتوحة الأساسي المستخدم لتبادل المعلومات داخل مجالات AEC /FM ، وهي تعتمد على لغة EXPRESS والتي تم تطويرها بواسطة (Build Smart).

حيث تصف مؤسسة التمويل الدولية مخطط المعلومات بلغة EXPRESS استنادًا إلى المفهوم الموجه للكائنات، مع التركيز على التشغيل البيني للمعلومات المعمارية لتمكين إعادة استخدام المعلومات، فإنه يوفر مجموعه أكثر من ٧٠٠ عنصر، بما في ذلك العناصر المعمارية المختلفة والمواد والعمليات، والتي تمتد في الغالب من كائنات النواة(El-Mekawy, Östman & Hijazi,2012).

وتصنف مؤسسة التمويل الدولية نماذج BIM إلى أربع مجموعات وفقًا للتفاصيل التي تحتويها حسب مستويات التطوير (LODs) من LOD100 إلى LOD400، ويوضح الشكل (١٠) نموذج بناء من LOD100 إلى LOD400، وتم تضمين مزيد من التفاصيل في النموذج LOD100، حيث يوجد مبنى صلب واحد فقط في النموذج، ولكن في LOD400 كان بالفعل نموذجًا معقدًا يحتوي على العديد من المكونات، بما في ذلك الأثاث الداخلي والجدار الداخلي وما إلى ذلك، وقد تم تعريف كل من 100 LOD و200و 300 و400 بواسطة المعهد الأمريكي للمهندسين المعماريين (AIA)، بينما تم تطوير LOD 350 بواسطة مجموعة عمل BIM Forum (Building Smart)، حيث تبين أنه من الضروري تحديد LOD بين LOD300 وLOD400 للتنسيق المفصل بين التخصصات، على سبيل المثال، اكتشاف / تجنب الصدام، التخطيط، إلخ.

بعد ذلك، يتم اختيار CityGML وIFC بشكل متكرر كنماذج تبادل بيانات تمثيلية لكل من GIS وBIM على التوالي، وبالتالي فإن مناقشاتنا بشأن مستوى البيانات لتكامل GIS-BIM ستركز على النظامين (GIS وBIM) وبالتالي، فإن تحويل BIM إلى GIS سوف يشير إلى تحول IFC إلى CityGML.



شكل (٩) نموذج بناء في مؤسسة التمويل الدولية (CIF) من LOD100 إلى LOD40
المصدر: (Groger and Plumer, 2012)

١١,١ إطار عمل تكامل النموذج القياسي لفئة مؤسسة الصناعة (IFC) ولغة ترميز جغرافيا المدينة City GML نحو مدن ذكية ومستدامة

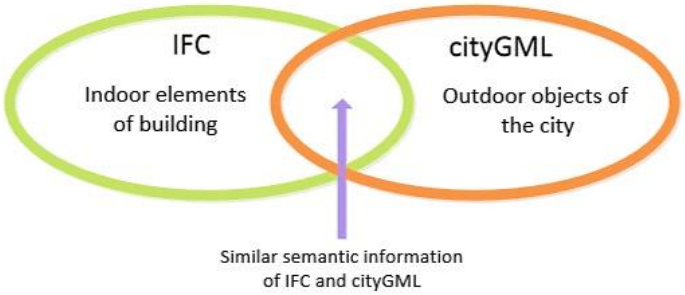
١,١١,١ تحويل ثلاثي الأبعاد

اقترحت جامعة برلين التقنية إطار عمل تحويل ثلاثي الأبعاد لتكامل IFC وCityGML. يحتوي الإطار على خطوتين على النحو التالي (Wu & Hsieh , 2007):

١. جمع النماذج الرسومية ثلاثية الأبعاد الحالية والبيانات الدلالية المكانية المتكاملة معهم لبناء نماذج CityGML.
٢. تحويل نماذج CityGML إلى نماذج IFC على أساس المفاهيم المماثلة لهما.

وبالتالي فالنقطة الأساسية لتكامل BIM وGIS هي دمج IFC وCityGML، وقد تم اقتراح منهج موحد قائمً على التشغيل البيني لـ(CIF) وCityGML وهو ما يعرف ب (UBM) حيث يعمل UBM كوسيط للسماح بالتحويل بين نموذج IFC وCityGML، في حين أنه لا يصف كيفية دمج وإدارة المعلومات التي تم الحصول عليها من كل من نماذج IFC وCityGML، وقد أظهرت الدراسات مؤخرا أن UBM لديها بعض القيود من أهمها عدم عرض الخرائط الدلالية في UBM، والتي تحتاج إلى تحسين وتطوير (El-Mekawy Östman & Hijazi, 2012).

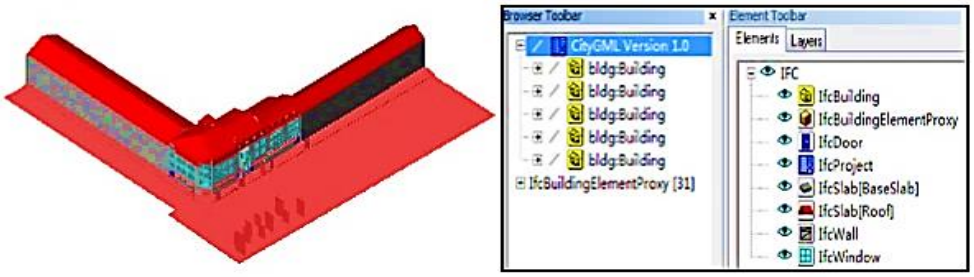
وبالتالي من خلال ما سبق يمكن الوصول إلى العلاقة بين IFC وCityGML كما هي موضحة في الشكل (١٠).



شكل (١٠) العلاقة المشتركة بين IFC وCityGML
المصدر:(Donkers , 2013)

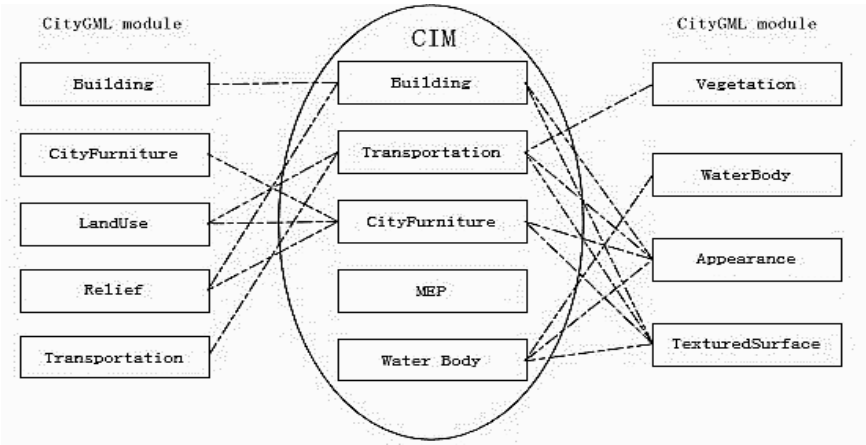
٢,١١,١ تصنيف CityGML وIFC (Kolbe, 2009)

كل من IFC وCityGML لهما تصنيف المجال الخاص بهما، في حين أن معاييرهما مختلفة تمامًا، ويحتوي CityGML على المزيد من الحقول، وعندما نقوم بتحويل نموذج CityGML إلى نموذج IFC، يمكن فقط تعيين وحدة البناء إلى وحدة IFC مباشرةً، وتم اعتبار الوحدة الأخرى كعنصر وكيل وتغير النموذج كثيرًا بسبب فقد العديد من المعلومات، كما هو موضح في الشكل (١١)، وعلى الرغم من تغير الطريق وأثاث المدينة والغطاء النباتي كثيرًا، إلا أن المبنى فقط ظل كما هو تقريبًا، وعلى الرغم من تغير اللون - تحافظ معظم الأجزاء على حالها.



شكل (١١) تحول نموذج CityGML إلى نموذج IFC
المصدر:(Donkers , 2013)

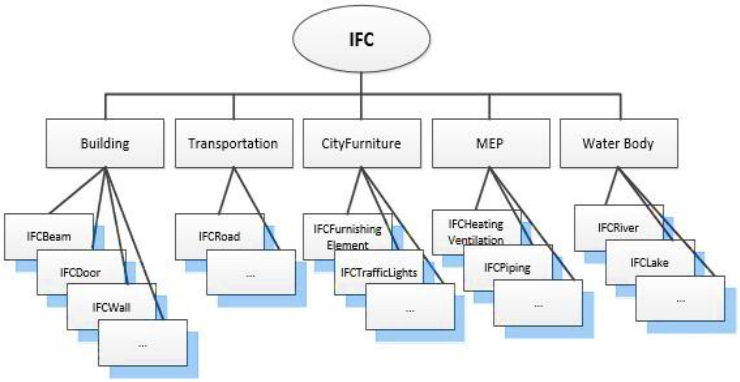
ولحل هذه المشكلة، نعتقد أولاً أنه يجب علينا توحيد قاعدة التصنيف الخاصة بـ IFC وCityGML وفقًا لوظيفة المدينة، وقد تم تقسيم IFC وCityGML إلى ٥ فئات وفقًا للوحدة الفرعية للمدينة، وهي: (البناء - النقل - أثاث المدينة - MEP - والجسم المائي).



شكل (١٢) العلاقة المشتركة في عملية رسم الخرائط بين CityGML وCIM
المصدر: (De Laat & Van Berlo,2010)

وهناك ٩ وحدات حددت كيانات المدينة، والتي يمكن تعيينها إلى وحدة CIM، على سبيل المثال يمكن تعيين وحدة البناء في CityGML إلى وحدة CityGML في CIM، بينما قد تتضمن وحدة المظهر(مظهر المبنى ومظهر النقل، مظهر أثاث المدينة ومظهر الجسم المائي)، لذلك يجب تقسيم وحدة المظهر إلى أربعة أجزاء حتى يمكن تعيينها إلى CIM، بالإضافة إلى ذلك يمكننا أن نرى أن وحدة MEP في CIM لم يتم تعيينها إلى أي

وحدة في CityGML، نظرًا لأن CityGML يركز على النموذج السطحي للمدينة، ولم يشتمل على وحدة MEP، يمكن الحصول على معلومات هذه الوحدة من الوحدة النمطية أو بيانات مؤسسة التمويل الدولية (IFC) مثل Revit MEP، ويجب أيضًا تعيين وحدة IFC إلى وحدة CIM، ويمكن رؤية علاقة التعيين بين IFC وCIM في الشكل (١٣).



شكل (١٣) علاقة رسم الخرائط والمخرجات بين IFC وCIM
المصدر: (Donkers , 2013)

٣,١١,١ رسم الخرائط الدلالية لـ CityGML وIFC إلى CIM

تتمثل المشكلة في رسم الخرائط في وجود نفس الكائن له تمثيل دلالي مختلف في IFC وCityGML، على سبيل المثال (تم تمثيل الطريق كـ "trpt: Road" في CityGML، بينما كان يمثل "IfcFooting وIfcSite و(IfcSlab (Floor)، ويتم تعريف الطريق بشكل خاص مما قد يؤدي إلى الخطأ وفقدان المعلومات، وأظهرت الأبحاث أن ١٥ فئة لها تمثيل دلالي مماثل مع CityGML (.(Donkers , 2013)، والتي تم سردها في الجدول التالي رقم (٣).

جدول (٣) جدول تعيين أنواع CityGML لفئات النموذج القياسي لفئة مؤسسة الصناعة

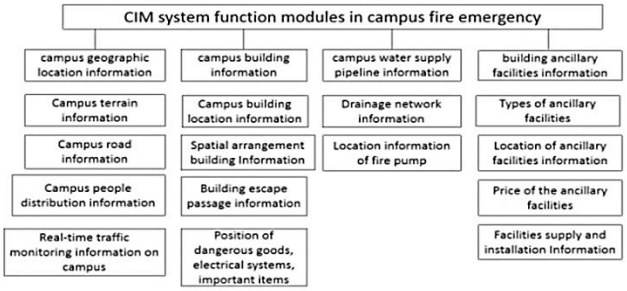
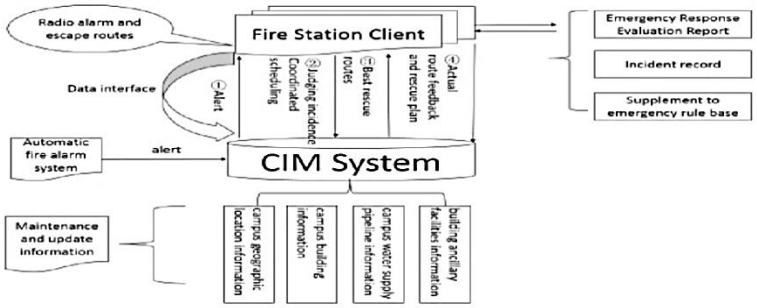
cityGML type	IFC class	cityGML type	IFC class
Building	IfcBuilding	Address	BuildingAddress
WallSurface	IfcWall	Door	IfcDoor
FloorSurface	IfcSlab	Column	IfcColumn
RoofSurface	IfcRoof	BuildingFurniture	IfcFurnishingElement
FlowTerminal	IfcFlowTerminal	Room	IfcSpace
Railing	IfcRailing	Annotation	IfcAnnotation
Beam	IfcBeam	Stair	IfcStai
Window	IfcWindow		

المصدر:(Donkers , 2013)

ويحتوي مخطط IFC على حوالي ٩٠٠ فئة في المجموع، ولا يمكن تعيين معظم الفئات لعنصر CityGML، مما أدى إلى عدم تطابق التمثيل الدلالي بين الأوضاع ثلاثية الأبعاد المختلفة، وبالتالي تعطيل إمكانية التشغيل البيني، وعليه فمن المهم توحيد معيار التصنيف الخاص بـ IFC وCityGML. OmniClass وهو نظام تصنيف لصناعة البناء، والذي تم استخدامه للعديد من التطبيقات من (تنظيم مواد المكتبة، وأدبيات المنتجات، ومعلومات المشروع)، ويمكن أن يوفر هيكل تصنيف لـ CIM، ولكن لم يتم تضمين بعض العناصر في OmniClass، بالتالي نحتاج إلى توسيع هذا العنصر وفقًا لقاعدة التصنيف الخاصة بـ OmniClass .(Isikdag & Zlatanova , 2009)

٤,١١,١ تطبيق نمذجة معلومات المدن (CIM): دراسة حالة(جامعة Huazhong للعلوم والتكنولوجيا في ووهان)

جدول (٤) تطبيق (CIM): دراسة حالة (جامعة Huazhong للعلوم والتكنولوجيا في ووهان)

تطبيق CIM: دراسة حالة (جامعة Huazhong للعلوم والتكنولوجيا في ووهان)	
الخطوة الأولى	تعتبر مباني التدريس ومباني المختبرات ومباني الأبحاث ومباني المكاتب والمهاجع في المدارس أماكن مزدحمة، وسوف يتسبب ذلك في حوادث أمنية خطيرة وخسائر كبيرة في الممتلكات بمجرد حدوث حريق وتسرب غاز ودائرة كهربائية وأحداث أخرى، وبالتالي سيتم في هذا البحث اتخاذ حوادث الحريق المتكررة كمثال لشرح كيفية عمل نظام CIM في طوارئ حريق الحرم الجامعي، وفقًا للإحصاءات ذات الصلة تعرضت العديد من المدارس التي تعمل بدوام كامل للنيران ،و في هذه المدارس عندما تحدث حرائق قد تلحق أض٢١ذرارًا بمباني المدارس والمختبرات والمهاجع وطلابنا أو حتى تودي بحياة الطلاب، وهناك عدة آلاف من حالات الحريق الصغيرة التي تحدث في الحرم الجامعي كل عام، وبالتالي يمكننا التعرف على أساس الوقاية الجيدة من الحرائق في الحرم الجامعي لإدارة السلامة، وكيفية تقليل خطر الحريق وكيفية وضع خطة إنقاذ صحيحة أمرًا مهمًا بشكل خاص، حيث يحتوي نظام CIM على معلومات الموقع الجغرافي للحرم الجامعي، ومعلومات عن مبنى الحرم الجامعي، ومعلومات خط أنابيب إمداد المياه بالحرم الجامعي، ومعلومات عن المرافق الإضافية، وستلعب هذه الوحدات الأربعة العاملة دورًا مهمًا في طوارئ حرائق الحرم الجامعي، كما هو موضح فى الشكل.  شكل (١٤) دور الوحدات الأربعة العاملة في طوارئ حرائق الحرم الجامعي المصدر: (Wang, et al , 2013)
الخطوة الثانية	بعد وقوع الحادث في الحرم الجامعي، سيرسل نظام إنذار الحريق الأوتوماتيكي الخاص بالمهجع الإنذار إلى نظام CIM المتصل بمجرد حدوث الحريق، وبعد تلقي الرسالة سيقوم النظام(CIM) برد فعله: من ناحية يعطي CIM أمرًا لمركز إدارة المكان الداخلي لإخطار المهجع بطريق هروب الموظفين ،و من ناحية أخرى سيقوم CIM بتنبيه أقرب محطة إطفاء ،و في اليوم التالي سيهرب الموظفون في مهجع الحريق بسرعة تحت إشراف البث، وسيقوم نظام CIM بحساب أفضل وأسرع طريق إنقاذ من خلال حركة المرور في الوقت الفعلي وحالة الطريق في المدينة، ويمكن لسرب الإطفاء حساب الكمية المطلوبة ومتطلبات طواقم الانقاذ وعربات الانقاذ وقوات الاطفاء قد تصل الى مكان الحريق بأسرع سرعة واقل تكلفة، مع وصول قوة الإطفاء إلى مكان الحادث، يمكن لرجل الإطفاء أيضًا تحديد موقع أقرب صنبور إطفاء، مما يؤدي إلى توفير الوقت والقوى العاملة، ثم يقوم رجال الإنقاذ بإخماد الحريق، وإذا كان لا يزال هناك شخص لا يستطيع الهروب من البقاء في مكان الحريق، فيمكن لرجل الإطفاء أن يقوم بالإنقاذ من خلال طرق الهروب، وفي إعادة الإعمار بعد الكارثة يمكن للمُنشئين استخراج معلومات المبنى من نظام CIM، مما قد يوفر بعض تكاليف التصميم. ويوضح الشكل التالى إجراءات طوارئ حريق الحرم الجامعى.  شكل (١٥) إجراءات طوارئ حريق الحرم الجامعي المصدر: (Wang , et al , 2013)

مراحل التنفيذ	دراسة حالة (جامعة Huazhong للعلوم والتكنولوجيا في مدينة ووهان) (Wang, et al, 2013)
المرحلة (الاولى)	تم اختيار جامعة Huazhong للعلوم والتكنولوجيا كمثال لإظهار كيفية عمل نظام CIM في حالات طوارئ الحريق في الحرم الجامعي: في الساعة السادسة والنصف من يوم الإثنين ينشب حريق في عنبر السكن الغربي رقم ١٥ في الجامعة وبالتالي أدى الدخان الكثيف إلى إطلاق إنذار تلقائي للحريق في صالة النوم المشتركة، وتم إرسال إشارة الإنذار هذه إلى نظام Wuhan CIM المتصل بجهاز إنذار الحريق الأوتوماتيكي في صالة النوم المشتركة، ويعطي نظام CIM الأوامر على الفور لراديو المدرسة، يبث الراديو معلومات الهروب وإخطار الطوارئ بمجرد استلامه الأمر، في الوقت نفسه ترسل CIM معلومات الحريق إلى مركز مكافحة الحرائق في مدينة ووهان، وقرر المركز بسرعة السماح لإدارة الإطفاء في Hongshan بالتعامل مع هذه الحالة لأنها الأقرب، حيث يمكن لإدارة الإطفاء في Hongshan الحكم على خطورة حالة الحريق هذه من خلال الكاميرا والصور في الوقت الفعلي، وبالمقارنة مع حالات الفترة، أرسل قسم الإطفاء في هونغشان فريقًا واحدًا يحتوي على ١٠ من رجال الإطفاء و٢ من عربات الإطفاء، وبعد هذه القرارات يتعين على هذا الفريق إيجاد أقرب طريق إلى مكان الحادث، كما هو موضح في الشكل التالي (A) هو موقع قسم إطفاء Hongshan، والنقطة الحمراء هي مكان الحريق، ويوفر نظام CIM طريقين إلى الوجهة ،الطريق الأزرق والمسار الأخضر. شكل (١٦) يوفر نظام CIM طريقين إلى الوجهة، الطريق الأزرق والمسار الأخضر المصدر: المصدر: (Wang, et al , 2013)
المرحلة (الثانية)	بالنظر إلى أن الطريق الأخضر يمر عبر منطقة Jiedaokou التجارية ومنطقة Guanggu التجارية، وهاتان المنطقتان التجاريتان مليئتان بالسيارات والأشخاص، فمن المحتمل أن يصطدم الفريق بازدحام المرور، لذلك يختار فريق الإطفاء الطريق الأزرق، ويمر الطريق الأزرق عبر طريق لوشي وطريق بايي الذي يحتوي على القليل من السيارات المتدفقة. وصل فريق الإطفاء أخيرًا إلى موقع الحريق عبر البوابة الشمالية الغربية (الشكل ١٢ و١٣)، وقد اختار رجال الإطفاء موقف السيارات ومكان العمل على الطريق من خلال دراسة معلومات خط أنابيب المياه بالحرم الجامعي، ويقوم الفريق بإيقاف سيارات الإطفاء بجانب صنبور الإطفاء الأنسب، وبعد إخماد الحريق عاد فريق الإطفاء بالطريقة التي جاء بها. شكل (١٧) اختيار موقف السيارات ومكان العمل على الطريق من خلال دراسة معلومات خط أنابيب المياه بالحرم الجامعي المصدر: المصدر: (Wang, et al , 2013)

المرحلة (الثالثة)	وبعد الكارثة يجب على المهجع الغربي ١٥ القيام بأعمال الإصلاح والتجديد، ويمكن للمقاول تطبيق معلومات التصميم والتجديد الأصلية مثل معلومات التوزيع الداخلية وباستخدام هذه المعلومات، يمكن للبناة تغيير المبنى مرة أخرى إلى ما كان عليه جيدًا وسريعًا. شكل (١٨) معلومات التوزيع الداخلية المصدر: (Wang , et al , 2013)

المصدر: الباحث بالرجوع إلى (Wang, et al , 2013)

وفي هذا المثال يمكننا تقسيم حالة طوارئ الحريق إلى أربع مراحل: (مرحلة الإنذار، ومرحلة القرار، ومرحلة العمل، ومرحلة إعادة الإعمار) وفي كل مرحلة، يحتاج المشغلون إلى نوع مختلف من المعلومات ويجب تحديث المعلومات والحفاظ عليها في الوقت المناسب وفي الجدول التالي يمكننا رؤية ذلك بوضوح.

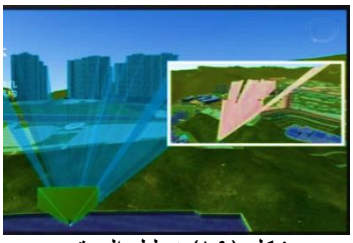
جدول (٥) تقسيم مراحل حالة طوارئ الحريق (جامعة Huazhong للعلوم والتكنولوجيا في ووهان)

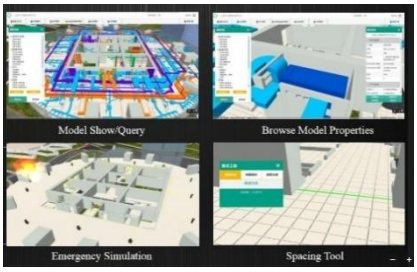
المرحلة	المعلومات	المديرين
عبارة التنبيه	موقع الحرم الجامعي، المسافة بين محطة الإطفاء والحرم الجامعي، معلومات الحريق، معلومات قوة الإنقاذ المتاحة، معلومات الأشخاص المحاصرين.	مديرو المساكن ومديرو مراكز الإطفاء ومديرو الحرم الجامعي.
مرحلة القرار	معلومات حركة المرور في الوقت الفعلي، وخريطة طريق ووهان، ومعلومات طريق الحرم الجامعي، ومعلومات حالات الحريق، وتدفق الأشخاص في مكان الحريق، ومعلومات توزيع الأشخاص في الحرم الجامعي، ومعلومات موقع مبنى الحرم الجامعي.	مديرو إدارة المرور في المدينة ومديرو مراكز الإطفاء ومديرو الحرم الجامعي.
مرحلة العمل	معلومات بناء الحرم الجامعي، معلومات بناء الترتيب المكاني، معلومات ممر الهروب من المبنى، موقع البضائع الخطرة، الأنظمة الكهربائية، العناصر المهمة، معلومات خط أنابيب إمدادات المياه بالحرم الجامعي، معلومات شبكة الصرف، معلومات موقع مضخة الحريق.	مديرو الحرم الجامعي، ومديرو مرافق الحرم الجامعي، ومديرو إمدادات الصرف الصحي، ومخططو الحرم الجامعي.
مرحلة إعادة الإعمار	معلومات المرافق الإضافية للمبنى، وأنواع المرافق الإضافية، وموقع معلومات المرافق الإضافية، وإمداد المرافق، ومعلومات التثبيت.	موردي المواد والبنية التحتية للمدارس ومقاولي البناء.

المصدر: الباحث بالرجوع إلى(Wang, et al , 2013)

وبالتالي من خلال ما سبق من دراسة وتحليل النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد، يمكن الوصول إلى **إطار عمل لدراسة أهمية نمذجة معلومات المدن (CIM) للتحول نحو مدن ذكية ومستدامة** ووضع التصور العام لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية.

جدول (٦) إطار عمل لدراسة أهمية نمذجة معلومات المدن (CIM) للتحول نحو مدن ذكية ومستدامة

المراحل	تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)	الصور التوضيحية لتكامل النظامين	التصور العام والرؤية المستقبلة لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية
مرحلة التخطيط	**تحليل الموقع من خلال البرمجة المعمارية**	 شكل (١٩) تحليل الموقع من خلال البرمجة المعمارية المصدر: (Ma and Ren, 2017)	١- مراقبة أداء المرافق الصحية في المنطقة ومراقبة قدرتها على استيعاب التدفق السكاني في المنطقة وتوزيع نقاط الإسعاف حسب مناطق الكثافة السكانية وإمكانية الوصول في الوقت المناسب. ٢- متابعة ورصد التقدم في المستوى التعليمي والنشاطات الثقافية وجودتها وقدرتها على مواكبة وتغطية المنطقة وسكانها وحاجتهم للمرافق التعليمية والثقافية. ٣- مراقبة الطرق والتقاطعات والاشارات المرورية للحد من الازدحام المروري وضمان استيعاب حركة المرور بصورة ذكية تتغير بتغير كثافة حركة المرور وساعات الذروة خلال اليوم. ٤- مراقبة أداء شبكات المواصلات العامة ودراسة الحاجة للتوسع وأيهما أكثر فاعلية. ٥- التحكم في شبكات المراقبة العامة وعمل تحليل دوري على مدار ساعات اليوم لتوزيع مراكز ودوريات الشرطة بحيث توفر تغطية كاملة حسب التغيرات المستمرة التي تطرأ على مستويات السكان الاجتماعية والاقتصادية والتعليمية ومتوسطات أعمارهم. ٦- مراقبة مؤشرات النمو الاقتصادي والتغير في القيمة السوقية للأراضي وللمنطقة بصورة عامة ودراسة وتحليل المتطلبات المستقبلية المتوقعة بصورة تخدم السكان والدولة. ٧- دراسة وتحليل الموارد والتجارة المباشرة والتسوق الالكتروني ودراسة الحاجة إلى إقامة مناطق زراعية أو صناعية أو تجارية بحيث تخدم المنطقة.

المراحل	تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)	الصور التوضيحية لتكامل النظامين	التصور العام والرؤية المستقبلة لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية
مرحلة التصميم	**المشاركة قليلة في نظم المعلومات الجغرافية**	 شكل (٢٠) مشاركة بيانات كل من ال BIM وال GIS المصدر: (Ma and Ren, 2017)	١- مراقبة التطور والنمو السكاني والاقتصادي المتوالي ومدى جدوى التسع أفقيا وما هو شكل وحجم التوسع المنشود. ٢- مرقبة إشغال المرافق السياحية وتحليل الجهات والنشاطات الجاذبة للسياح حسب الموسم. ٣- مراقبة وتحليل ازدياد الحاجة للخدمات العامة الأخرى كالبريد والوزارات الخدمية الأخرى وقدرة السكان على التواصل معها آليا والحصول على الخدمات المطلوبة. ٤-تحليل كفاءة المرافق الترفيهية والرياضية للإيفاء بمتطلبات السكان بمختلف أعمارهم وقياس مؤشرات الرضا.
مرحلة البناء	**مشهد التطبيق (مشروع إدارة البناء على نطاق واسع)** **الأعمال الرئيسية مراقبة الفيديو، التلفزيون التشاور ، تنظيم التقدم المراقبة البيئية، مراقبة المعدات**	 شكل (٢١) مشهد التطبيق النهائي ومراقبة الفيديوهات المصدر: (Ma and Ren, 2017)	١- مراقبة حركة وسرعة واتجاه الرياح ودرجة التلوث في الهواء. ٢- مراقبة وتحليل التغيرات المستمرة التي تطرأ على مستويات السكان الاجتماعية والاقتصادية والتعليمية ومتوسطات أعمارهم.
مرحلة الصيانة (نظام تشغيل بيم)	**مشهد التطبيق (إدارة صيانة المباني الشاهقة)** **الأعمال الرئيسية العملية اليومية الأمر التجميعي تشغيل المعدات سياسة الجدولة**	 شكل (٢٢) مشهد التطبيق (إدارة صيانة المباني الشاهقة) وتشغيل المعدات المصدر: (Ma and Ren, 2017)	١- مراقبة الطرق والمرافق والخدمات العامة وتحديد الحاجة إلى الصيانة والتوسع. ٢- مراقبة مؤشرات الحرارة والانبعاثات الحرارية والغازية والكشف المبكر والوقاية من الحرائق. ٣- مراقبة مؤشرات التلوث البيئي وأثر النفايات بكل أنواعها والتغير في كمياتها بتغير النشاطات في المنطقة ودراسة أفضل طرق تدوير هذه النفايات للاستفادة منها والتخلص من المتبقي مع مراعاة التحكم في الصناعات والنشاطات التي يزداد تأثيرها على المنطقة. ٤- مراقبة وتحليل كفاءة شبكات الكهرباء والشبكات الأخرى

المراحل	تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)	الصور التوضيحية لتكامل النظامين	التصور العام والرؤية المستقبلة لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية
			السلكية واللاسلكية كالاتصالات والكاميرات والاشارات المرورية وموجات البث وإضاءة الطرق ومدى تغطيتها للمناطق.
مرحلة الصيانة (منصة المعلومات المرئية النهرية (3d	مشهد التطبيق (مشروع الحفاظ على المياه على نطاق واسع) الأعمال الرئيسية تكامل بيانات BIM BIM وتكامل التضاريس الدقيقة إدارة مراقبة المعدات والمرافق	 شكل (٢٣) مشهد التطبيق الأعمال الرئيسية تكامل بيانات BIM BIM وتكامل التضاريس الدقيقة المصدر:(Ma and Ren, 2017)	١- مراقبة إعداد شبكات المياه الداخلية ومياه الصرف وشبكات تصريف مياه الأمطار والتحكم فيها طيلة ساعات اليوم والعام. ٢- مراقبة موارد المياه والتغيرات المناخية ورصد كوارث متوقعة لعمل الإنذارات المبكرة.

المصدر: الباحث

١٢,١ الدراسة التطبيقية: (اختبار إطار العمل)

سيتم خلال هذا البحث اختبار إطار العمل من خلال طرح المراحل الخاصة بنمذجة معلومات المدن (CIM) التي تم استنباطها من الدراسة النظرية، ومحاولة الوصول إلى الأهمية النسبية لكل مرحلة من مراحل عمل (CIM) وإعادة ترتيبها تبعا لأهميتها، وأيضا سوف يتم عرض خطوات التحليل المختلفة التي تم من خلالها تطوير النتائج.

١٣,١ الطرق المستخدمة في تحليل البيانات

١,١٣,١ الوزن النسبي المرجح أو الموزون Weighted Mean :

يعد هذا المقياس من المقاييس المهمة للنزعة المركزية، وهو من حيث الفكرة يماثل الوسط الحسابي الاعتيادي، ولكن الوسط الاعتيادي يعتبر مفردات العينة قيد الدراسة لها نفس الأهمية والتأثير في حساب أي مؤشر إحصائي، ولكن في بعض الحالات تكون بعض المفردات أكثر أهمية من غيرها، مما يستوجب استخدام مؤشر أخر لحساب المعدل، مع الأخذ بنظر الاعتبار أهمية كل مفردة من مفردات العينة، وهذا المؤشر هو الوزن النسبي المرجح أو الموزون ومن هنا تكون قيمة هذا الوسط أكثر دقة من الوسط الاعتيادي غير انه اقل استخدامات منه.

٢,١٣,١ طرق إيجاد الوزن النسبي المرجح: (البيانات الاعتيادية)

إذا كان لدينا عينة عشوائية حجمها n ومفرداتها X1,X2,X3,,,,,,,,Xn على التوالي وان W1,W2,W3,……,Wnهي الأوزان المقابلة لمفردات العينة، فان الوسط الموزون يتم حسابه وفق الخطوات التالية:

- إيجاد مجموع الأوزان.
- ضرب كل مفردة من مفردات العينة بما يقابلها من الأوزان وإيجاد مجموع نواتج الضرب.
- حساب الوسط الموزون.

٣,١٣,١ البيانات المبوبة

إذا كان لدينا توزيع تكراري عدد فئاته K تكراراته هي f1, f2, ……, fk وان M1,M2,……,MK تمثل مراكز فئات التوزيع وان WK،W1,W2,…. تمثل الأوزان المقابلة لفئات التوزيع عندئذ يمكن إيجاد الوسط الموزون وفق الخطوات التالية:

- إيجاد مراكز الفئات.
- ضرب كل تكرار بالوزن المقابل له وإيجاد مجموع نواتج الضرب.
- ضرب كل من مركز الفئة بالتكرار المقابل لها وبالوزن المقابل لها وإيجاد مجموع نواتج الضرب.
- حساب الوسط الموزون.
-

٤,١٣,١ تصميم الاستبيان الابتدائي

بعد تحديد إطار العمل التطبيقي لنمذجة معلومات المدن (CIM) للتحول نحو مدن ذكية ومستدامة، تم القيام بعمل دراسة استطلاعية متكاملة تشمل جميع مراحل البحث الميداني، ومن ثم عرض لطرق تحليل البيانات، تم تصميم استبيان ابتدائي للوصول إلى أهداف إطار العمل المقترح من استخراج الوزن النسبي المرجح.

١,٤,١٣,١ الهدف من الاستبيان

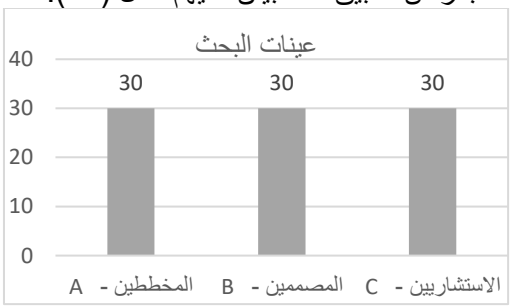
- الوصول الي تحديد الوزن النسبي المرجح لمراحل العمل داخل إطار العمل الخاص بنمذجة معلومات المدينة (CIM)، للتأكد من صحة عمل الإطار.
- اختبار مدي ملاءمة استمارة الاستبيان للهدف المخصص لها، وتسجيل الملاحظات المتعلقة بتصميمها، مع ملاحظة درجة وضوح الأسئلة.
- تجريب الاستبيان على عينات البحث لدراسة المشاكل التي يمكن أن تواجه التطبيق.
-

٢,٤,١٣,١ تطبيق الاستبيان على عينات البحث

قد تم على ضوء الفروض الأولية تصميم استبيان مبدئي يطرح مجموعة من التساؤلات حول النموذج الإرشادي لإطار العمل المقترح، وقد تم تطبيق هذا الاستبيان على شريحة متنوعة من العينات الاستطلاعية للبحث (المخططين، المصممين والاستشاريين).

٥,١٣,١ تحديد عينات البحث

تم اختيار عينات البحث بغرض تطبيق الاستبيان عليهم شكل (٢٥):



شكل (٢٤) عينات البحث النهائية
المصدر: (الباحث)

وقد تم تطبيق الاستبيانات على عدد (٩٠) استبيان، وذلك حتى يمكن الحصول على نتائج أفضل في تحليل البيانات، كما تمت زيادة العدد المطلوب إلى (١٠٠) استبيان لتعويض أي استبيانات لم تستكمل أو بها بعض الأخطاء.

٦,١٣,١ عينة المخططين، المصممين، الاستشاريين

ومن خلال نتائج الدراسة الاستطلاعية تم مراعاة ما يلي في مواصفات عينة البحث:

- أن يكون هناك تنوع في التعليم ما بين تعليم مصري أو بعثات علمية أوربية مما يضمن اختلاف وجهات النظر واتجاهات التفكير.
- أن يكون هناك تنوع في الجنس حيث تشمل العينة على الجنسين معا.
- أن يكون هناك تنوع في الخبرات ونوع الوظيفة في القطاعات الخاصة والحكومية المختصة بتخطيط وتصميم الموقع.

ومن خلال التحليل العام للعينة الإحصائية تم الوصول إليها كما هو موضح بالجدول (٧):

جدول (٧) نتائج معدلات التحليل العام لعينة البحث

الترقيم	تصنيف بيانات المبحوث	نتائج معدلات التحليل العام لعينة البحث
١	نسبة الذكور	٦٠ % من اجمالي العينة
٢	نسبة الإناث	٤٠ % من اجمالي العينة
٣	الاعمار المتوسطة من ٣٠:٥٠ سنة	٥٧ % من اجمالي العينة
٤	المستوي التعليمي	١٠٠ % حاملي مؤهلات عليا
٥	عدد سنوات الخبرة من ٧:٢٠ سنة	٥٥ % من اجمالي العينة

المصدر: (الباحث)

٧,١٣,١ تطبيق وتصميم الاستبيان على العينات النهائية للبحث

تم تصميم الاستبيان من خلال طرح وصياغة مراحل عمل نموذج المدن (CIM) للتحول للمدن الذكية والمستدامة بعد إجراء كل التعديلات اللازمة على الاستبيان المبدئي حتى يلائم الأغراض المطلوبة من البحث، وحتى يمكن تجنب المشاكل التي واجهت التطبيق التجريبي في الدراسة الاستطلاعية، ومن ثم تصميم الاستبيان النهائي الخاص بالعينات النهائية للبحث بحيث يتناول مجموعة من الأجزاء التالية: -

الجزء الأول: هو الجزء الخاص بالمبحوث، وهو عبارة عن بيانات عامة عن مالئ الاستبيان من المشاركين.

نحو إطار عمل لدراسة أهمية نمذجة معلومات المدن (CIM) للتحول نحو مدن ذكية ومستدامة من خلال تحليل النماذج الرقمية ثلاثية الأبعاد: الجوانب العامة والتصور

- الجزء الأول: -

هو الجزء الخاص بالمبحوث ويهدف لتجميع البيانات الخاصة بالبيانات الشخصية:

بيانات شخصية

الاسم بالكامل: ..... / النوع: ☐ ذكر ☐ انثي

السن: ☐ من ٢٠ الي ٣٠ ☐ من ٣١ الي ٤٠ ☐ من٤١ الي ٥٠ ☐ أكثر من ٥٠

الجامعة: .....

التخصص: .....

سنة التخرج: .....

شهادات أخرى: ☐ بكالوريوس ☐ ماجستير ☐ دكتوراه

أسم المؤسسة: .....

التخصص الدقيق: .....

شكل (٢٥) الجزء الأول من الاستبيان الخاص ببيانات المبحوث
المصدر: (الباحث)

الجزء الثاني: تحديد الأهمية النسبية للمراحل من وجهة نظر المشاركين.

الجزء الثاني: - يتم ترتيب المراحل والعناصر من الأعلى أهمية الي الأقل من وجهة نظر المبحوثين:

المراحل	تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) و نظم المعلومات الجغرافية (GIS)	التصور العام والرؤية المستقبلة لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية	المخططين	المصممين	الاستشاريين
مرحلة التخطيط	تحليل الموقع البرمجة المعمارية مظاهرة المشروع	١-مراقبة أداء المرافق الصحية في المنطقة ومراقبة قدرتها على استيعاب التدفق السكاني في المنطقة وتوزيع نقاط الإسعاف حسب مناطق الكثافة السكانية وإمكانية الوصول في الوقت المناسب			
		٢-متابعة ورصد التقدم في المستوى التعليمي والنشاطات الثقافية وجودتها وقدرتها على مواكبة وتغطية المنطقة وسكانها وحاجتهم للمرافق التعليمية والثقافية			
		٣-مراقبة الطرق والتقاطعات والاشارات المرورية للحد من الازدحام المروري وضمان			

شكل (٢٦) الجزء الثاني من الاستبيان الخاص بتحديد الأهمية النسبية للمراحل والعناصر لإطار العمل
المصدر: (الباحث)

٨,١٣,١ رصد خطوات التحليل

بعد أن عرض الاستبيان النهائي الذي سوف يتم استخدامه في هذا البحث، سوف يتم عرض الخطوات التي سوف يتم اتباعها تفصيليا، وذلك حتى يكون هناك تصور لخطوات الاختبارات الإحصائية والتي يمكن عرضها كما يلي:

٩,١٣,١ تطبيق خطوات التحليل

لقد تم عرض جميع الخطوات والنتائج الخاصة بالتحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS والتي سوف يقوم الباحث بإجرائها للتوصل إلى الهدف الرئيسي للبحث، وفيما يلي عرض تفصيلي لهذه الخطوات والنتائج التي تم التوصل إليها:

١,٩,١٣,١ الخطوة الاولي: نتائج التحليل الإحصائي لاستبيان عينة المشاركين

تم إعطاء ترميز لكل خطوة في الآلية المقدمة لإطار العمل كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول (٨) يوضح إعطاء ترميز لكل خطوة في الآلية المقدمة لإطار العمل المقترحة ل(CIM)

المراحل	تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)	التصور العام والرؤية المستقبلة لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية	الترميز
مرحلة التخطيط	تحليل الموقع البرمجة المعمارية مظاهرة المشروع	١- مراقبة أداء المرافق الصحية في المنطقة ومراقبة قدرتها على استيعاب التدفق السكاني في المنطقة وتوزيع نقاط الإسعاف حسب مناطق الكثافة السكانية وإمكانية الوصول في الوقت المناسب.	X1
		٢- متابعة ورصد التقدم في المستوى التعليمي والنشاطات الثقافية وجودتها وقدرتها على مواكبة وتغطية المنطقة وسكانها وحاجتهم للمرافق التعليمية والثقافية.	X2
		٣- مراقبة الطرق والتقاطعات والاشارات المرورية للحد من الازدحام المروري وضمان استيعاب حركة المرور بصورة ذكية تتغير بتغير كثافة حركة المرور وساعات الذروة خلال اليوم.	X3
		٤- مراقبة أداء شبكات المواصلات العامة ودراسة الحاجة للتوسع وأيهما أكثر فاعلية.	X4
		٥- التحكم في شبكات المراقبة العامة وعمل تحليل دوري على مدار ساعات اليوم لتوزيع مراكز ودوريات الشرطة بحيث توفر تغطية كاملة حسب التغيرات المستمرة التى تطرأ على مستويات السكان الاجتماعية والاقتصادية والتعليمية ومتوسطات أعمارهم.	X5
		٦- مراقبة مؤشرات النمو الاقتصادي والتغير في القيمة السوقية للأراضي وللمنطقة بصورة عامة ودراسة وتحليل المتطلبات المستقبلية المتوقعة بصورة تخدم السكان والدولة.	X6
		٧- دراسة وتحليل الموارد والتجارة المباشرة والتسوق الالكتروني ودراسة الحاجة إلى إقامة مناطق زراعية أو صناعية أو تجارية بحيث تخدم المنطقة.	X7
مرحلة التصميم	المشاركة قليلة في نظم المعلومات الجغرافية	١- مراقبة التطور والنمو السكاني والاقتصادي المتوالي ومدى جدوى التسع أفقيا وما هو شكل وحجم التوسع المنشود	X8
		٢- مرقبة إشغال المرافق السياحية وتحليل الجهات والنشاطات الجاذبة للسياح حسب الموسم.	X9
		٣- مراقبة وتحليل ازدياد الحاجة للخدمات العامة الأخرى كالبريد والوزارات الخدمية الأخرى وقدرة السكان على التواصل معها آليا والحصول على الخدمات المطلوبة.	X10
		٤- تحليل كفاءة المرافق الترفيهية والرياضية للإيفاء بمتطلبات السكان بمختلف أعمارهم وقياس مؤشرات الرضا.	X11
مرحلة البناء	مشهد التطبيق	١- مراقبة حركة وسرعة واتجاه الرياح ودرجة التلوث في الهواء.	X12

المراحل	تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)	التصور العام والرؤية المستقبلة لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية	الترميز
	(مشروع إدارة البناء على نطاق واسع) الأعمال الرئيسية (مراقبة الفيديو، تنظيم التقدم المراقبة البيئية، مراقبة المعدات)	٢- مراقبة وتحليل التغيرات المستمرة التي تطرأ على مستويات السكان الاجتماعية والاقتصادية والتعليمية ومتوسطات أعمارهم.	X13
مرحلة الصيانة (نظام تشغيل بيم)	**مشهد التطبيق (إدارة صيانة المباني الشاهقة) الأعمال الرئيسية** العملية اليومية الأمور التجميعية تشغيل المعدات سياسة الجدولة	١- مراقبة الطرق والمرافق والخدمات العامة وتحديد الحاجة إلى الصيانة والتوسع.	X14
		٢- مراقبة مؤشرات الحرارة والنبعاثات الحرارية والغازية والكشف المبكر والوقاية من الحرائق.	X15
		٣- مراقبة مؤشرات التلوث البيئي وأثر النفايات بكل أنواعها والتغير في كمياتها بتغير النشاطات في المنطقة ودراسة أفضل طرق تدوير هذه النفايات للاستفادة منها والتخلص من المتبقي مع مراعاة التحكم في الصناعات والنشاطات التي يزداد تأثيرها على المنطقة	X16
		٤- مراقبة وتحليل كفاءة شبكات الكهرباء والشبكات الأخرى السلكية واللاسلكية كالاتصالات والكاميرات والاشارات المرورية وموجات البث وإضاءة الطرق ومدى تغطيتها للمناطق	X17
مرحلة الصيانة (منصة المعلومات المرئية النهرية (3d	مشهد التطبيق (مشروع الحفاظ على المياه على نطاق واسع) الأعمال الرئيسية (تكامل بيانات BIM BIM وتكامل التضاريس الدقيقة وإدارة مراقبة المعدات والمرافق)	١- مراقبة إعداد شبكات المياه الداخلية ومياه الصرف وشبكات تصريف مياه الأمطار والتحكم فيها طيلة ساعات اليوم والعام	X18
		٢- مراقبة موارد المياه والتغيرات المناخية ورصد كوارث متوقعة لعمل الإنذارات المبكرة	X19

المصدر: (الباحث)

٢,٩,١٣,١ الوزن النسبي المرجح لمراحل نمذجة معلومات البناء (CIM) للتحول لمدن ذكية ومستدامة من خلال تحليل نتائج الاستبيان للمشاركين كما هو موضح بالجدول التالي

- معادلة التوزيع التكراري المرجح= العدد x الأهمية النسبية.
- الوزن النسبي المرجح= التوزيع التكرار المرجح/ أجمالي التكرار المرجح.

تم التعويض بالمعادلات السابقة من خلال الحصول على نتائج تحليل الاستبيان للحصول على التوزيع التكراري المرجح الخاصة مراحل نمذجة معلومات البناء (CIM) للتحول لمدن ذكية ومستدامة وإعادة ترتيب المراحل من حيث الأهمية وكانت النتائج كالتالي:

جدول (٩) الوزن النسبي المرجح لمراحل وعناصر الإطار المقترح وإعادة ترتيبهم طبقا لأهميتهم من وجهة نظر المشاركين

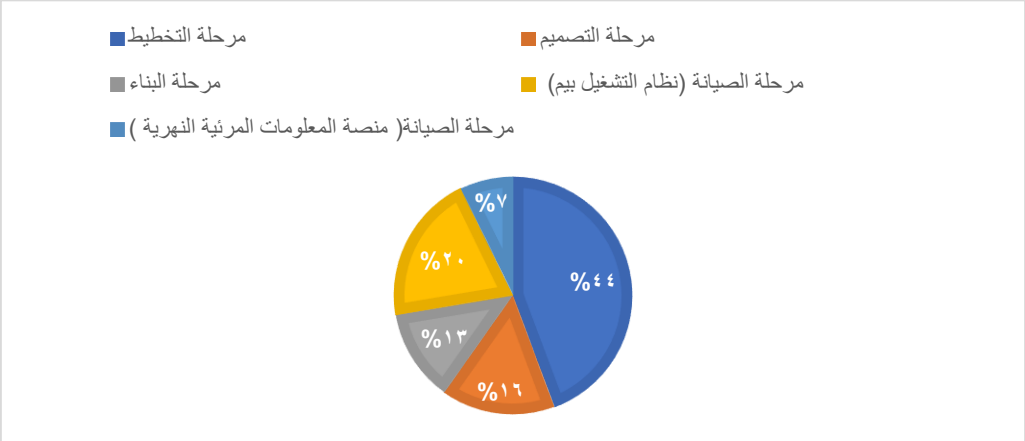
المراحل	تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)	التصور العام والرؤية المستقبلة لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية	الوزن النسبي المرجح	الترتيب وفقا للوزن النسبي
مرحلة التخطيط (44.32)	**تحليل الموقع البرمجة المعمارية مظاهرة المشروع**	١- مراقبة أداء المرافق الصحية في المنطقة ومراقبة قدرتها على استيعاب التدفق السكاني في المنطقة وتوزيع نقاط	8.20%	1

المراحل	تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)	التصور العام والرؤية المستقبلة لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية	الوزن النسبي المرجح	الترتيب وفقا للوزن النسبي
(1)		الإسعاف حسب مناطق الكثافة السكانية وإمكانية الوصول في الوقت المناسب		
		٢- متابعة ورصد التقدم فى المستوى التعليمى والنشاطات الثقافية وجودتها وقدرتها على مواكبة وتغطية المنطقة وسكانها وحاجتهم للمرافق التعليمية والثقافية	8.14%	2
		٣- مراقبة الطرق والتقاطعات والاشارات المرورية للحد من الازدحام المروري وضمان استيعاب حركة المرور بصورة ذكية تتغير بتغير كثافة حركة المرور وساعات الذروة خلال اليوم	5.65%	4
		٤- مراقبة أداء شبكات المواصلات العامة ودراسة الحاجة للتوسع وأيهما أكثر فاعلية	7.33%	3
		٥- التحكم في شبكات المراقبة العامة وعمل تحليل دوري على مدار ساعات اليوم لتوزيع مراكز ودوريات الشرطة بحيث توفر تغطية كاملة حسب التغيرات المستمرة التي تطرأ على مستويات السكان الاجتماعية والاقتصادية والتعليمية ومتوسطات أعمارهم	4.94%	6
		٦- مراقبة مؤشرات النمو الاقتصادي والتغير في القيمة السوقية للأراضي وللمنطقة بصورة عامة ودراسة وتحليل المتطلبات المستقبلية المتوقعة بصورة تخدم السكان والدولة.	5.54%	5
		٧- دراسة وتحليل الموارد والتجارة المباشرة والتسوق الالكتروني ودراسة الحاجة إلى إقامة مناطق زراعية أو صناعية أو تجارية بحيث تخدم المنطقة.	4.52%	7
مرحلة التصميم (15.48) (3)	المشاركة قليلة في نظم المعلومات الجغرافية	١- مراقبة التطور والنمو السكاني والاقتصادي المتوالي ومدى جدوى التسع أفقيا وما هو شكل وحجم التوسع المنشود.	4.02%	2
		٢- مرقبة إشغال المرافق السياحية وتحليل الجهات والنشاطات الجاذبة للسياح حسب الموسم.	3.28%	3
		٣- مراقبة وتحليل ازدياد الحاجة للخدمات العامة الأخرى كالبريد والوزارات الخدمية الأخرى وقدرة السكان على التواصل معها آليا والحصول على الخدمات المطلوبة.	4.94%	2
		٤-تحليل كفاءة المرافق الترفيهية والرياضية للوفاء بمتطلبات السكان بمختلف أعمارهم وقياس مؤشرات الرضا.	3.24%	4
مرحلة البناء (12.56) (4)	مشهد التطبيق (مشروع إدارة البناء على نطاق واسع)	١- مراقبة حركة وسرعة واتجاه الرياح ودرجة التلوث في الهواء.	5.68%	2
	الأعمال الرئيسية (مراقبة الفيديو ، تنظيم التقدم المراقبة البيئية، مراقبة المعدات)	٢- مراقبة وتحليل التغيرات المستمرة التي تطرأ على مستويات السكان الاجتماعية والاقتصادية والتعليمية ومتوسطات أعمارهم.	6.88%	1
مرحلة الصيانة	مشهد التطبيق (إدارة صيانة المباني الشاهقة)	١- مراقبة الطرق والمرافق والخدمات العامة وتحديد الحاجة إلى الصيانة والتوسع.	5.12%	2
			5.23%	1

المراحل	تكامل نمذجة معلومات البناء (BIM) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)	التصور العام والرؤية المستقبلة لإسهامات نموذج معلومات المدن (CIM) في تطوير المدن الذكية	الوزن النسبي المرجح	الترتيب وفقا للوزن النسبي
(نظام تشغيل بيم) (20.42) (2)	الأعمال الرئيسية	٢- مراقبة مؤشرات الحرارة والانبعاثات الحرارية والغازية والكشف المبكر والوقاية من الحرائق.		
	العملية اليومية الأمور التجميعية تشغيل المعدات سياسة الجدولة	٣- مراقبة مؤشرات التلوث البيئي وأثر النفايات بكل أنواعها والتغير في كمياتها بتغير النشاطات في المنطقة ودراسة أفضل طرق تدوير هذه النفايات للاستفادة منها والتخلص من المتبقي مع مراعاة التحكم في الصناعات والنشاطات التي يزداد تأثيرها على المنطقة.	5.06%	3
		٤- مراقبة وتحليل كفاءة شبكات الكهرباء والشبكات الأخرى السلكية واللاسلكية كالاتصالات والكاميرات والاشارات المرورية وموجات البث وإضاءة الطرق ومدى تغطيتها للمناطق.	5.01%	4
مرحلة الصيانة (منصة المعلومات المرئية النهرية (3d (7.22) (5)	مشهد التطبيق (مشروع الحفاظ على المياه على نطاق واسع)	١- مراقبة إعداد شبكات المياه الداخلية ومياه الصرف وشبكات تصريف مياه الأمطار والتحكم فيها طيلة ساعات اليوم والعام.	3.10%	2
	الأعمال الرئيسية (تكامل بيانات BIM وتكامل التضاريس الدقيقة وإدارة مراقبة المعدات والمرافق)	٢- مراقبة موارد المياه والتغيرات المناخية ورصد كوارث متوقعة لعمل الإنذارات المبكرة.	4.12%	1
100%			100%	

المصدر: (الباحث)

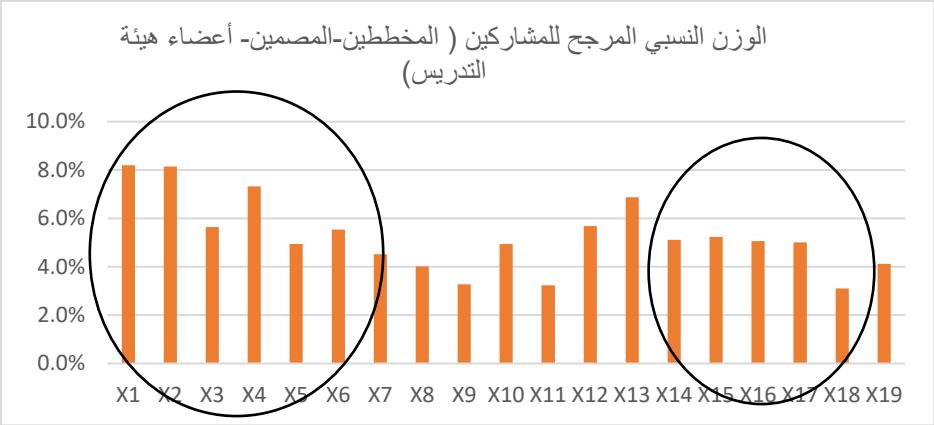
ومن خلال الدراسة التحليلية السابقة تم تحديد الأهمية النسبية لكل عنصر من عناصر مراحل نمذجة معلومات المدن (CIM) وإعادة ترتيبهم تبعا للأهمية النسبية الناتجة من استبيان المشاركين، وعليه تم ملاحظة الاختلاف في نتائج المراحل الخمسة وحصول كل من المرحلتين الأولى (مرحلة التخطيط) (٤٤,٣٢)، والمرحلة الرابعة (مرحلة الصيانة) (٢٠,٤٢)على نسبة أعلى من باقي المراحل كما هو موضح بالشكل التالي:



شكل (٢٧) يوضح الوزن النسبي المرجح لمراحل نمذجة عمليات المدن (CIM) من وجهة نظر المشاركين (المخططين- المصممين- الاستشاريين
المصدر: (الباحث)

وبالتالي توضح الدراسة السابقة أنه يجب إعادة ترتيب العناصر والمراحل تبعا لأهميتها، كما هو موضح بالجدول (٩)، للوصول إلى نموذج متكامل لنمذجة معلومات البناء(CIM)، وإعادة النظر في باقي المراحل

والاهتمام بها حيث في الدراسات المستقبلية من خلال تطوير التكامل بين كل من ال (BIM)، (GIS)، ذلك للوصول إلى نموذج نهائي يجمع بين مزايا النظامين.



شكل (٢٨) الوزن النسبي المرجح لجميع العناصر داخل مراحل ال (CIM) من وجهة نظر المشاركين (المخططين- المصممين- الاستشاريين)
المصدر: (الباحث)

وعليه توضح النتيجة السابقة نجاح التكامل بين نمذجة معلومات البناء (BIM) الذي يعتمد على عمليات الصيانة بشكل أكبر، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) الذي يعتمد على عمليات التخطيط بشكل أكبر، ونجاح التكامل بينهما لتحقيق باقي المراحل من البناء والتصميم وذلك للوصول إلى نموذج المدن الذكية والمستدامة.

١٤,١ النتائج

- سيساهم اعتماد نموذج معلومات المدينة (CIM) كنظام إدارة متكامل عالي الكفاءة ومتعدد الوظائف، على تحقيق مشاركة المعلومات والتعاون متعدد الخدمات والمجالات، وتحقيق مجموعة كاملة من المدينة الذكية (الرقمية) للإدارة الأفقية والرأسية، وتحسين الكفاءة الكلية للإدارة الحضرية.
- هناك محاولة جيدة لدمج IFC وCityGML لعمل اتحاد جيد للمعلومات الهندسية ومعلومات البناء التفصيلية، حيث يعد تكامل IFC وCityGML ضروريًا للغاية على المدى الطويل.
- من خلال مراجعة الأدبيات الخلفية في هذا البحث، تمت تجربة طرق مختلفة لتكامل IFC وCityGML، ومع ذلك لا توفر المناهج الحالية تكاملاً كاملاً لأنها تميل إلى تقديم تحويل أحادي الاتجاه بشكل أساسي من IFC إلى CityGML، بالإضافة إلى ذلك فإن عدد النماذج الدلالية التي تدعم هذا التكامل صغير نسبيًا مقارنة بعدد النماذج الهندسية.
- يمكن لنموذج معلومات المدينة (CIM) أن يجمع بين جوانب معلومات المدينة، مثل المعلومات الجغرافية والمباني والبنية التحتية ومعلومات الممتلكات وما إلى ذلك، وبالتالي يمكن دمج مجموعة متنوعة من مصادر البيانات المتباينة عن طريق إنشاء مجموعة متكاملة وقابلة للتشغيل المتبادل في مجموعات البيانات مختلفة.
- ما يجب التأكيد عليه هو أن CIM هو إطار لتكامل المعلومات، والذي يعتمد على نموذج التحسين لنموذج المدينة الرقمية، **وعليه يمكن استخدامه كوسيلة لإيجاد حلول فعالة ومبتكرة للمشكلات التي تعاني منها الدول وخاصة الدول النامية** كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول (١٠) الفوائد والحلول المبتكرة للمشكلات التي تعاني منها الدول النامية من خلال استخدام نمذجة معلومات المدن

المشكلات	الفوائد والحلول المبتكرة
استجابة الحريق والطوارئ	١-تقييم عدد رجال الإطفاء المتفرغين والمتطوعين بالمدينة بمجرد إطلاق النار. ٢-يمكن لنموذج CIM إنشاء استجابة زمنية سريعة عن طريق الخرائط من المكالمة الأولى، مع مراعاة جزء كبير من العقبات الحقيقية والمتغيرات، وبالتالي يمكن أن تساعد هذه البيانات مدير المدينة في التعامل مع تهديدات أمن وسلامة المواطنين.
الترفيهية	١- حساب مساحة أماكن الترفيه العامة الداخلية والخارجية لنصيب الفرد الواحد، ويعتب هذا الجانب مهم جدا في البلدان النامية، مما يعزز رفاهية المواطنين واستدامة المجتمع. ٢-يمكن تحديد هذه المناطق باستخدام التصوير الجوي و / أو استخدام خرائط الأراضي ، كما ذكرنا سابقًا، وسيحتوي نموذج CIM على تقسيم خرائط المدينة وجميع الممتلكات العامة على غرار جيد.

المشكلات	الفوائد والحلول المبتكرة
	٣- يمكن لنموذج CIM أن يقوم بمعالجة جميع المناطق الترفيهية وتقديم بيانات مناسبة ودقيقة لهذه المؤشرات.
الأمان	١-عدد ضباط الشرطة وجرائم القتل والجرائم ضد الممتلكات وكذلك وقت الاستجابة لقسم الشرطة من المكالمة الأولية. ٢ مؤشرات الأطروحات يعكس الشعور بالسلامة الشخصية ويمكن أن يؤثر على الاستثمارات. ٣-على غرار موضوع "الاستجابة للحريق والطوارئ"، سيسمح نموذج CIM إنشاء خرائط الاستجابة الزمنية من قبل مؤسسة الشرطة، بالإضافة الى إمكانية الإبلاغ عن بيانات جرائم القتل، وخاصة مواقع الجريمة. ٤-مباشرة نموذج CIM لمواقع الجريمة في جميع أنحاء المدينة وحتى الرد على أربعة من المؤشرات الخمسة الواردة في هذا القسم.
النفايات الصلبة	١- الجمع المنتظم للنفايات الصلبة، وكذلك إنتاج وإعادة تدوير النفايات الخطرة، ويرجع ذلك إلى مساهمة أنظمة النفايات الصلبة في الصحة العامة المحلية. ٢- يمكن أن توفر نماذج BIM معلومات حول نفايات المبنى الصلبة، والإجابة على ثلاثة مؤشرات للموضوع، وسوف يستجيب CIM إلى المؤشرات السبعة الأخرى.
الاتصالات والابتكار	١-من خلال تحليل عدد اتصالات الإنترنت والهواتف المحمولة والخطوط الأرضية، حيث تعكس هذه الجوانب اتصال المدينة على المستوى العالمي، والتي يساهم بشكل كبير في التنمية الاقتصادية. ٢-تحتفظ الشركات بسجلات خدمات الإنترنت والخطوط الأرضية التي تقدم هذه الخدمات، والتي يمكن أن توفر لنموذجCIMجمع المعلومات وبالتالي تحسين وقت تنفيذ هذا المعيار.
مواصلات	١-التحكم في حجم شبكات النقل وعدد السيارات والدراجات النارية وكمية رحلات النقل العام ووسائل النقل. ٢- كفاءة أنظمة النقل وحركة المرور والازدحام وسهولة استخدام وسائل النقل العام والشكل الحضري. ٣-سيتيح CIM نمذجة البنية التحتية للنقل في المدينة.
التخطيط العمراني	١-تحديد المساحات الخضراء، عدد الأشجار المزروعة، مناطق الممتلكات غير النظامية و / أو غير القانونية. ٢-يمكن استخدام CIM كمصدر بيانات لتقييم المؤشرات، ويمكن زراعة الأشجار. وتسجيلها في نموذج CIM. ٣-تحديد هوية المنشآت بالصور الجوية وخرائط استخدامات الأراضي، ويتم حساب تلك المناطق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS.

المصدر: (الباحث)

١٥,١ التوصيات

بالنظر إلى المساهمات المحتملة لـ CIM في الإدارة الحضرية، فمن المقترح أن في المستقبل يجب أن تكثف الدراسات والمناقشات التي تسعى لاستكشاف تفاصيل هذا النموذج الجديد من الاندماج بين منهجية BIM مع GIS (نظام المعلومات الجغرافية)، واعتماد بروتوكولات المشاركة والتمثيل الحالية، وذلك من خلال اتباع ما يلي:

- تطبيق استخدام النمذجة الذكية لتطوير وإدارة المدينة بالكامل ورقمنه البنية التحتية مما يفتح فرصا جديدة لربط التخطيط مع التصميم الحضري لتوفير محاكاة لتدفق العديد من المجالات (حركة المرور والازدحام واستخدام الطاقة وتوفيرها وإمداد الشبكات الذكية .... إلخ).
- السماح لإدارة البنية التحتية الحضرية الحصول على بيانات دقيقة وجغرافية مما يسهل عملية تحديد الأسباب الجذرية للعديد من المشاكل الحضرية ويؤدي إلى المزيد من الإجراءات الحازمة لتحسين النظم الفرعية للبنية التحتية الحضرية، وبالتالي سيقلل من الحاجة إلى عمليات الصيانة، وتحقيق وفورات في الموارد للمدن.

ويوصي البحث بتقسيم العمل الإضافي المتعلق بـ CIM إلى جزأين:

- تعيين واجهة بيانات متاحة لجميع أنواع الموضوعات التي يمكن تضمينها في معلومات المدينة في المستقبل، حيث يجب أن يكون CIM منصة لإدارة المدينة، وسيساعد المديرين على الإشراف على المدينة وإدارتها مثل (إدارة المرافق العامة للمدينة)، لذلك يجب أن نضع قاعدة بيانات لدمج تنسيق البيانات المختلفة أو حتى نماذج مختلفة في العمل المستقبلي.
- الحاجة إلى جمع معلومات من مجالات مختلفة ثم بناء نماذج أو الكتابة في CIM، ويجب أن تكون منصة CIM سهلة التشغيل والتواصل.

References المراجع

Amirebrahimi, S., Rajabifard, A., Mendis, P. & Ngo, T. (2015). A Data Model for Integrating GIS and BIM for Assessment and 3D Visualization of Flood Damage to Building. In B. Veenendaal, A. Kealy (Eds), Proceedings of Research@Locate, the academic research stream at Locate: Vol. 1323 (pp. 78-89). http://ceur-ws.org/Vol-1323/paper27.pdf

Amorim, A. L. (2015). *Discutindo City Information Modeling (CIM) E conceitos Correlatos. Gestão & Tecnologia de Projetos*, 10(2), 87-100. DOI: https://doi.org/10.11606/gtp.v10i2.103163.

Batty, M. (2013). Big Data, Smart Cities and City Planning. *Dialogues in Human* Geography, 3(3), 274-279. DOI: https://doi.org/10.1177/2043820613513390.

Couclelis, H., (2003). *The Certainty of Uncertainty: GIS and the Limits of Geographic Knowledge*. Transactions in GIS. *7* (2), 165–175. doi:10.1111/1467-9671.00138. ISSN 1361-1682.

De Laat R., Van Berlo L. (2011) Integration of BIM and GIS: The Development of the CityGML GeoBIM Extension. In: Kolbe T., König G., Nagel C. (eds) Advances in 3D Geo-Information Sciences. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12670-3_13.

Deng, Y., Cheng, J. C. P., & Anumba, C. (2016). Mapping between BIM and 3D GIS in Different Levels of Detail Using Schema Mediation and Instance Comparison. Automation in Construction, 67, 1–21.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.03.006

Donkers , S .(2013). Automatic Generation of CityGML LoD3 Building Models from IFC Models. Master Thesis, Delft University of Technology. The Netherlands.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. New Jersey: John Wiley & Sons. DOI: http://dx.doi.org/10.1002/9780470261309

El-Mekawy, M., Östman, A., & Hijazi, I. (2012). An Evaluation of IFC-CityGML Unidirectional Conversion. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*.3(5),159-171.DOI:https://doi.org/10.14569/IJACSA.2012.030525.

Fosu, R., Suprabhas, K., Rathore, Z., & Cory, C. (2015). Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information Systems (GIS) – a Literature Review and Future needs.in: Proceedings of the 32nd International Conference of CIB W78, 27-29 October 2015(pp. 196– 204). Eindhoven, The Netherlands.

Gorge, G., Gosé , B., Nuno, M., Gose, D. (2010). Assessing Computational Tools for Urban Design: Towards a City Information Model. In:Future City, 28th eCAADe Conference, 15-18 September 2010 (pp.361-369). Zurich (Switzerland): ETH Zurich.

Gröger, G., & Plümer, L. (2012). CityGML - Interoperable Semantic 3D City Models. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 71, 12–33. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.04.004.

Hingmire, V., & Thomas, N. (2017). GIS & BIM in Construction – A Timeline Study and the Way Forward, 975– 982.

Holm, U., & Johansson, S.(2015). *City Information Model-CIM, The Benefits with an Integrated CIM in the Area of Social Studies and Analysis*. Västerås: School of Business, Society and Engineering. Mälardalen University.

Isikdag, U. and Zlatanova, S. (2009). Towards Defining a Framework for Automatic Generation of Buildings in CityGML Using Building Information Models. In: Lee J., Zlatanova S. (Eds.), *3D Geo-Information Sciences (Lecture Notes in Geoinformation and Cartography)* (79-96) . Berlin: Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-87395-2_6.

Karan, E. P., & Irizarry, J. (2012). Optimizing Location of Tower Cranes on Construction Sites Through GIS and BIM Integration. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 17(17), 351–366. https://www.itcon.org/2012/23

Kolbe, T. H. (2008). Representing and Exchanging 3D City Models with City GML. In: J. Lee, & S. Zlatanova (eds) 3D Geo-Information Sciences. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography (pp. 15-31). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-87395-2_2

Lima, M.Q.C. (2016). Limits and Possibilities of City Information Modeling (CIM) in urban Planning. In: IV Meeting of the National Association for Research and Graduate Studies in Architecture and Urbanism, 25-29 July 2016 (pp.103-110). Porto Alegre. Blucher Engineering Proceedings.

Mignard, C., & Nicolle, C. (2014). Merging BIM and GIS using ontologies application to Urban Facility Management in Active3D. Computers in Industry, 65(9), 1276–1290. https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.07.008.

Ma, Z., & Ren, Y. (2017). Integrated Application of BIM and GIS: An Overview. Procedia Engineering, 196(June), 1072– 1079. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.064

Nisbet, N., & Dinesen, B. (2010). Constructing the Business Case: Building Information Modeling. British Standards Institution and BuildingSMART, UK.

Niu, S., Pan, W., & Zhao, Y. (2015). A BIM-GIS Integrated Web-based Visualization System for Low Energy Building Design. Procedia Engineering, 121, 2184–2192. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.09.091.

Postranecky, M. and Svitek, M. (2017). Smart City near to 4.0 - An Adoption of Industry 4.0 Conceptual Model.in: 2017 Smart Cities Symp Prague (SCSP), 25-26 May 2017 (pp.1-5). Prague, Czech Republic: IEEE.
DOI:10.1109/SCSP.2017.7973870

Siountri, K., Skondras, E., Mavroeidakos, T., & Vergados, DD. (2020). Developing Smart Buildings Using Blockchain, Internet of Things, and Building Information Modeling. *International Journal of Interdisciplinary Telecommunications and Networking (IJITN)*. 12(3), 1-15.DOI: https://ideas.repec.org/s/igg/jitn00.html

Stojanovski, T. (2013). City Information Modeling (CIM) and Urbanism: Blocks, Connections, Territories, People and Situations. In: Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture & Urban Design, 7-10 April 2013 (pp. 86-93). San Diego: Society for Computer Simulation International.

Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for Existing Buildings - Literature Review and Future Needs. Automation in Construction, *Hong Kong Polytechnic University Department of Building and Real Estate Hung Hom*,38,109–127.DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023.

Wang, X., Love, P. E. D., Kim, M. J., Park, C. S., Sing, C. P., & Hou, L. (2013). A Conceptual Framework for Integrating Building Information modeling with augmented reality. *Automation in Construction*. *34*, 37-44.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.012

Wu, C. & Hsieh, S. (2007) Transformation from IFC Data Model to GML Data Model: Methodology and Tool Development. Journal of the Chinese Institute of Engineers. 30(6), 1085-1090. DOI: 10.1080/02533839.2007.9671335.

World Health Organization. (2012). Global Strategy for Dengue Prevention and Control 2012-2020. World Health Organization. DOI: https://apps.who.int/iris/handle/10665/75303

Xu X., Ding L., Lou H. & Ma L. (2014). *From Building Information Modeling to City Information Modeling*. Journal of Information Technology in Construction (ITcon) Vol. 19, p 292-307. Retrieved February 14, 2021, from https://www.itcon.org/2014/17