مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (1) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (1) 2018

Development of a Desktop Application (BM_GIS) for 3D Buildings management in Geographic Information System Environment

Dr. Fadi CHAABAN*

(Received 28 / 11 / 2017. Accepted 20 / 3 / 2018)

□ ABSTRACT □

3D modeling of cities is a graphical method to represent the real-world elements within a computer, which has become a very important and necessary for representing of contemporary cities, and doing different analyses. At present, many applications have been developed for 3D modeling of buildings around the world. However, GIS has proven to be one of the most important 3D modeling techniques of cities. The objects of 3D models represented in GIS can be associated with a set of queryable attributes, and this is not available in other 3D modeling software.

In first phase, this research aims to propose a methodology for 3D modeling of buildings, and to represent each apartment as an independent unit, and to build a geodatabase by integrating ESRI ArcGIS and 3D SketchUp software. The second phase aims to develop a separate application BM_GIS (Buildings Management by GIS), depending on the Arcobjects library, for managing apartments within buildings, BM_GIS provides accurate and detailed geographic information about buildings, apartments and owners, it offers numerous tools to query databases and display results: 3d spatial and attribute data. In addition, the user can view all documents of the apartment. The methodology used in this research shows the importance of GIS in 3D modeling, representing and managing of buildings.

Key Words: GIS, 3D modeling, Arcobjects library, ArcGIS, SketchUp.

* **Assistant Professor, Department of Topographical Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (1) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (1) 2018

تطوير تطبيق مكتبي BM_GIS لإدارة الأبنية ثلاثية الأبعاد في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية

د. فادي عزالدين شعبان*

(تاريخ الإيداع 28 / 11 / 2017. قُبِل للنشر في 20/ 3 / 2018)

□ ملخّص □

تعتبر النمذجة ثلاثية الأبعاد للمدن طريقة رسومية لتمثيل عناصر الواقع الحقيقي مكانياً ضمن جهاز الحاسب، وقد أصبحت مهمة جداً وضرورية لتمثيل المدن المعاصرة وإجراء التحليلات المختلفة. في وقتنا الحالي، تم تطوير العديد من التطبيقات لنمذجة الأبنية ثلاثية الأبعاد في جميع أنحاء العالم، ومع ذلك أثبتت أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) بأنها واحدة من أهم تقنيات النمذجة ثلاثية الأبعاد للمدن، حيث تتميز كائنات النماذج ثلاثية الأبعاد الممثلة في الـ (GIS) بارتباطها بمجموعة من البيانات الوصفية التي يتم استدعاؤها بسهولة، وهذا ما لا يتوفر في برامج النمذجة الأخرى.

يهدف البحث المقدم، في المرحلة الأولى، إلى النمذجة ثلاثية الأبعاد للأبنية وتمثيل كل شقة فيها كعنصر مستقل، وبناء قاعدة البيانات الجغرافية من خلال تكامل برنامجي ArcGIS و 3D SketchUp، كما يهدف في المرحلة الثانية إلى تطوير تطبيق مستقل BM_GIS (Buildings Management by GIS)، اعتمادا على مكتبة Arcobjects، لإدارة الشقق ضمن الأبنية. يوفر BM_GIS المعلومات الجغرافية الدقيقة والمفصلة عن: الأبنية، الشقق، المالكين، ويتميز بآليات للاستفسار عن كافة البيانات من خلال عرض فوري للمعلومات المكانية ثلاثية الأبعاد والمعلومات الوصفية المرتبطة بها. بالإضافة إلى تمكين المستخدم من الاطلاع على جميع الوثائق والصور الخاصة بالشقق. تُظهر المنهجية المتبعة في البحث أهمية استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية في نمذجة وتمثيل الأبنية ثلاثية الأبعاد وإدارتها.

الكلمات المفتاحية: أنظمة المعلومات الجغرافية، النمذجة ثلاثية الأبعاد، مكتبة Arcobjects، برنامج ArcGIS، برنامج SketchUp.

* مدرس – قسم الهندسة الطبوغرافية–كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مقدمة

يعد اتخاذ القرارات على أساس الموقع والمكان هو أساس للتفكير البشري. فمن خلال فهم الجغرافيا وعلاقة الناس بالمكان يمكننا اتخاذ القرارات حول الطريقة التي نعيش فيها على كوكبنا. يعتبر نظام المعلومات الجغرافية (GIS) علم قائم بحد ذاته يعتمد على أداة تكنولوجية تهدف إلى فهم الجغرافيا وتمثيل العالم الحقيقي ضمن جهاز الكمبيوتر وبالتالي محاكاة كافة الظواهر الموجودة على سطح الكرة الأرضية، مما يسمح باتخاذ قرارات ذكية متعلقة بهذه الظواهر [1].

يعتبر تطوير نماذج الأبنية ثلاثية الأبعاد للمدن (3D buildings) من أهم عناصر تمثيل المدن كونها تشكل الجزء الأساسي من مكوناتها. يوجد أنواع عديدة من النماذج التي يمكن تصميمها وخلقها، وغالباً ما نعتمد على متطلبات التطبيق المقصود وكيف سيتم استخدامها لاختيار أي من هذه النماذج سنصمم. تكون بعض نماذج الأبنية ثلاثية الأبعاد ليست أكثر من صور واقعية للمباني داخل منطقة جغرافية، وبالتالي فهي تقتصر على تزويد المستخدمين بالقدرة على تصور المدينة. هذا الحل جيد لتطبيقات العرض والإظهار البسيطة ولكنه غير كافي لأداء العديد من أنواع التحليل المكاني ثلاثي الأبعاد. ثمة احتمال آخر هو إنشاء نماذج بناء ثلاثية الأبعاد قوية ودقيقة، والتي قد لا تكون جذابة بصرياً مثل الصور الواقعية ولكن لديها القدرة على تمثيل هذه الأبنية هندسياً وبدقة عالية، مما يتيح مجموعة متنوعة من التحليلات المكانية[2] [3] .

غالباً وفي معظم برامج النمذجة، يتم نمذجة البناء كاملاً كعنصر مستقل، مما يسمح بإدارة الأبنية ككائنات منفردة ويتم تخزين البيانات المتعلقة بها ضمن جدول بحيث يرتبط كل بناء بسجل من الجدول، بينما في الواقع يتكون البناء من عدة شقق تمتلك مواصفات مختلفة (تقسيمات داخلية، مالكين، مستأجرين، وثائق، صور، وغيرها من البيانات).

سنعمل في هذا البحث على تقديم آلية لنمذجة كل شقة من شقق البناء كعنصر مستقل وربط بياناتها الوصفية بها مع مجموعة من الملفات الملحقة. سنعتمد على التكامل بين برنامج أنظمة المعلومات الجغرافية ArcGIS وبرنامج النمذجة 3D SketchUp من أجل الحصول على نماذج دقيقة من الناحية الهندسية وجذابة بصرياً بنفس الوقت. كما سنعمل على تطوير تطبيق نظام معلومات جغرافية مكتبي BM_GIS (Buildings Management by GIS) لإدارة نماذج هذه الشقق ضمن الأبنية من خلال واجهة سهلة وجذابة قادرة على البحث عن أي شقة من خلال رقمها، وعرضها مكانياً بالأبعاد الثلاثة وعرض كافة الملفات والصور المرتبطة بها.

يضمن هذا التكامل الاستفادة من قوة أنظمة المعلومات الجغرافية في الربط بين البيانات المكانية والوصفية ومن إمكانيات البرنامج 3D Scketcup في إكساء هذه الشقق خارجياً وداخلياً، ورسم الواجهات الخارجية بدقة وبطريقة مشابهة للواقع، بالإضافة إلى أن واجهة BM_GIS سهلة الاستخدام وفعّالة في استدعاء البيانات وتعديلها وحفظها ضمن قاعدة البيانات.

أهمية البحث وأهدافه:

الهدف الرئيسي من هذه الورقة البحثية هو تقديم أداة قوية في تمثيل المدن بالأبعاد الثلاثة وإظهار أهميتها وقدرتها على محاكاة الواقع. وذلك من خلال تقديم منهجية تكاملية لنمذجة الشقق المرجعة جغرافياً بدقة في الفراغ ثلاثي

الأبعاد، والممتلكة للنسيج والتفاصيل المعمارية الأقرب للواقع، والمرتبطة بجدول للبيانات الوصفية الممكن استدعاؤها بسهولة من خلال واجهة سهلة الاستخدام، كل ذلك انطلاقاً من مجموعة من البيانات المتوفرة (بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية (2D) التقليدية) والمخزنة في قاعدة البيانات الجغرافية (Geodatabase).

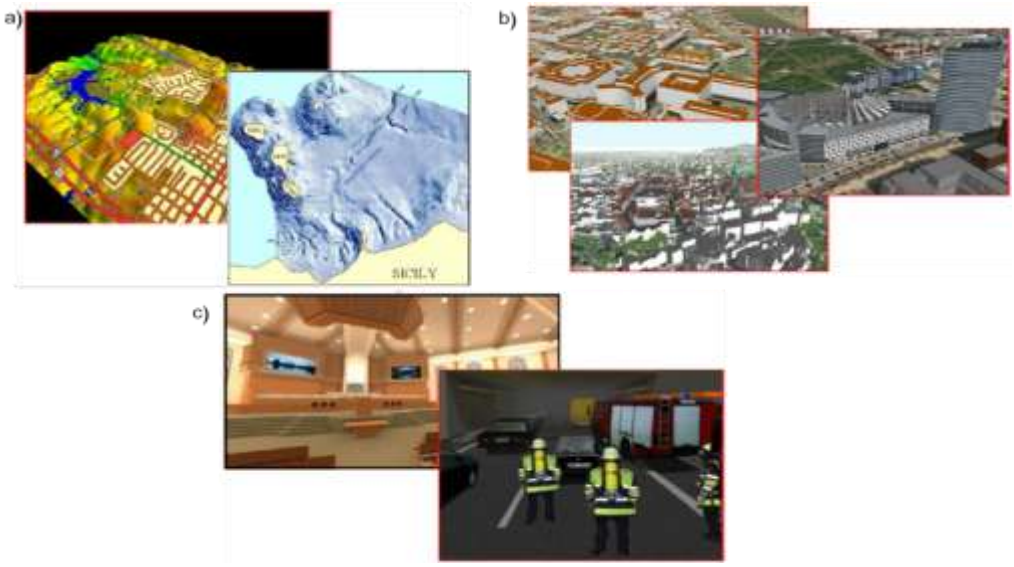
تكمن الأهمية الخاصة للبحث في إمكانية استفادة جميع المؤسسات الإدارية والتي تتعامل مع الأبنية والشقق من البرنامج، كالمصالح العقارية والبلديات على سبيل المثال، وبالتالي يمكن لكافة الجهات والمؤسسات الاستفادة من مشروع البحث، حيث يمكن تعديل البرنامج بما يتوافق مع المهام المحددة لكل جهة من الجهات. فالهدف الأساسي هو تقديم منهجية لإنشاء نماذج الشقق ثلاثية الأبعاد وتكوين البنية الهيكلية ومحرك العمل للتطبيق BM_GIS المطور، وتبقى مسألة الإظهار والتسميات والتقسيمات وأشكال التقارير الناتجة من التطبيق فيمكن تغييرها بسهولة ومرونة بعد اعتماده من مؤسسة محددة وفق مهامها.

بالإضافة إلى أهمية البحث في توفير أدوات ذات كفاءة عالية للمساهمة في إعادة الإعمار، حيث يمكن تطبيق المنهجية المتبعة في البحث والاستفادة منها لبناء نظام دعم قرار ذكي قادر على إدارة عملية إعادة الإعمار في سورية، يساعد على ربط الخطط بالواقع العملي ويسهل اتخاذ القرار وإدارة المشاريع وتنفيذها بدقة واحترافية، كل ذلك من خلال بناء قاعدة بيانات (3D) شاملة نستطيع من خلالها تمثيل ونمذجة المدن افتراضياً.

طرائق البحث ومواده:

1.1 النماذج ثلاثية الأبعاد

يمكننا تصنيف النماذج ثلاثية الأبعاد إلى ثلاثة أنواع حسب المقياس [5][4] . أولا: نماذج بمقياس صغير (Small Scale Models) كالنماذج الرقمية للتضاريس(DEM) بأشكال تخزينها المختلفة كخطوط التسوية (Contours) والصيغة المصفوفية (GRID) أو في شبكة مثلثات (TIN) والمستخدمة في التحليل الطبوغرافي (كحساب الانحدارات وخطوط الرؤية...الخ). ثانيا: نماذج بمقياس متوسط (Medium Scale Models) وتكون على مستوى المدن في تمثيلها وتستخدم في تخطيط المدن وتصميمها وفي عمليات الاستجابة السريعة لحالات الطوارئ. ثالثا وأخيراً نماذج بمقياس كبير (Large Scale Models)، وتكون على مستوى البناء والغرف وتستخدم في تصميم الديكور وبعض التحليلات وألعاب الفيديو (الشكل 1).

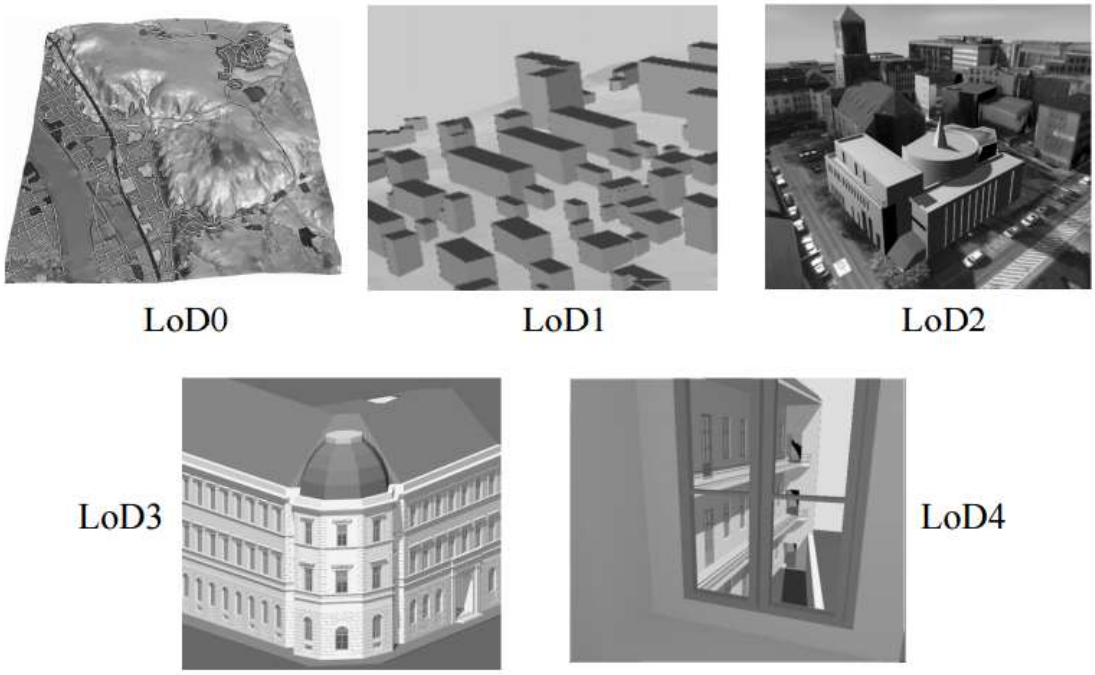


الشكل 1: أنواع النماذج ثلاثية الأبعاد: نماذج بمقياس صغير(a)، مقياس متوسط (b)، و مقياس كبير (c) [4]

كما تقسم النماذج ثلاثية الأبعاد حسب مستوى التفاصيل (LOD = Level of Detail) إلى خمسة مستويات [6] (الشكل 2):

المستوى 0 من التفاصيل (LOD 0): وتتمثل بالنماذج ذات المقياس الصغير وتكون على مستوى الإقليم ويطلق عليها أيضاً نماذج ذات بعدين ونصف (2.5 D).

المستوى 1,2,3 من التفاصيل (LOD 1, LOD 2, LOD 3): وتتمثل بالنماذج ذات المقياس المتوسط. المستوى 1 من التفاصيل (LOD 1) يسمح بتمثيل الأبنية ككتل من خلال بثقها حسب ارتفاعها دون أي تفاصيل خارجية للمبنى، المستوى 2 من التفاصيل (LOD 2) يمثل المستوى السابق من التفاصيل ويضاف عليه نسيج المبنى الخارجي وبنية السقف، يمكن من خلال المستوى 3 من التفاصيل (LOD 3) تمثيل المباني مع أدق التفاصيل الموجودة على الواجهات. أما المستوى 4 من التفاصيل (LOD 4) فيتمثل بالنماذج ذات المقياس الكبير والتي تختص بالتصميم الداخلي للشقق ونمذجة الكائنات الموجودة فيها.



الشكل 2: أنواع النماذج ثلاثية الأبعاد حسب مستوى التفاصيل (LOD = Level of Detail) (المصدر: [6])

تم تطوير عدد كبير من تقنيات التمثيل الثلاثي الأبعاد للمدن، حيث يوجد طرق سريعة لتكوين أبنية ثلاثية الأبعاد اعتماداً على الصور الحقيقية لهذه الأبنية، لكن هذه الطريقة محدودة الاستخدام وذلك لنقص الدقة المكانية للتفاصيل، على الرغم من أنها تعطي مظهر واقعي للمدن ولكنها غير مناسبة للتحليل المكاني ثلاثي الأبعاد.

تعتمد بعض الطرق على إنشاء الأبنية ثلاثية الأبعاد بدقة وبشكل منفرد أي كل مبنى لوحده، لكن هذه الطريقة تقريباً مستحيلة إذا كان الهدف إنشاء مدينة من 20000 بناء أو أكثر. كما توجد أيضاً طرق بديلة تعتمد على صور الاستشعار عن بعد عالية الدقة، مثل صور الليزر (LIDAR) لتحديد ارتفاع الأبنية، حجمها ومكانها، ومن ثم بعض الأتمتة تجعل إنشاء المدن الكبيرة حقيقي وممكن، ولكن هذه الطريقة ذات كلفة عالية مقارنةً مع غيرها من الطرق.

من التقنيات المهمة المستخدمة في التمثيل الثلاثي الأبعاد للمدن هي النمذجة الإجرائية [5] [7] [8] والتي تمكن من خلق المدن بالأبعاد الثلاثة افتراضياً ضمن جهاز الكمبيوتر، بوقت قصير وبفعالية، هذه الطريقة سهلة وفعالة عند إنشاء الأبنية المتشابهة معمارياً، ولكن عند اختلاف الواجهات أو عند تمثيل كل شقة بطريقة منفصلة فإنها تحتاج إلى المزيد من الجهد والوقت لكتابة قواعد التوليد المعماري لكل بناء وكل شقة مختلفة.

من هنا تأتي أهمية المنهجية المتبعة في هذا البحث من حيث تحقيق ثلاثة ميزات ترجح استخدامها (في حالة اختلاف التفاصيل المعمارية للمباني الممثلة) وهي:

1- الشقق المرجعة جغرافياً في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية.

2- التفاصيل المعمارية ونسيج المباني المطابق للواقع.

3- جداول البيانات الوصفية المرتبطة بكل شقة من الشقق.

منطقة الدراسة

تم اختيار منطقة تقع ضمن محافظة طرطوس وهي عبارة عن مجمع سكني تم تصميمه في بحث سابق [5]. تقع المنطقة شرق مدينة طرطوس بحوالي 3 كم، تمتد بين خطي الطول °35.9236، °35.93029 شرقا، وخطي العرض °34.8976، °34.8901 شمالاً (الشكل 3). وتمتد هذه المنطقة على مساحة (163000) متر مربع. يحوي المجمع السكني على 42 كتلة سكنية مؤلفة من أربعة طوابق، و8 كتل سكنية مؤلفة من تسعة طوابق، بالإضافة إلى مدرستين وروضتين للأطفال. تضم المنطقة مولات تجارية بمساحة طابقية مساوية 3600 متر مربع، وتحتوي على مجموعة من الحدائق، الملاعب والمسطحات المائية. وقد تمت عملية الرسم والتصميم في برنامج الـ (ArcGIS V4.1)، تم مراعاة مجموعة من القواعد في عملية التصميم كتوزع الخدمات الأساسية: كالتعليمية، التجارية والترفيهية بطريقة مناسبة للوحدات السكنية. ثم تم بناء قاعدة بيانات جغرافية (Geodatabase)، من خلال تقسيم فراغ المكان إلى مجموعة من الطبقات الأساسية والممثلة للتجمع السكني: الأبنية، شبكة الطرق، المولات، المدارس، رياض الأطفال، الحدائق، الملاعب، المسطحات المائية.... الخ، كما هو موضح في (الشكل 3).

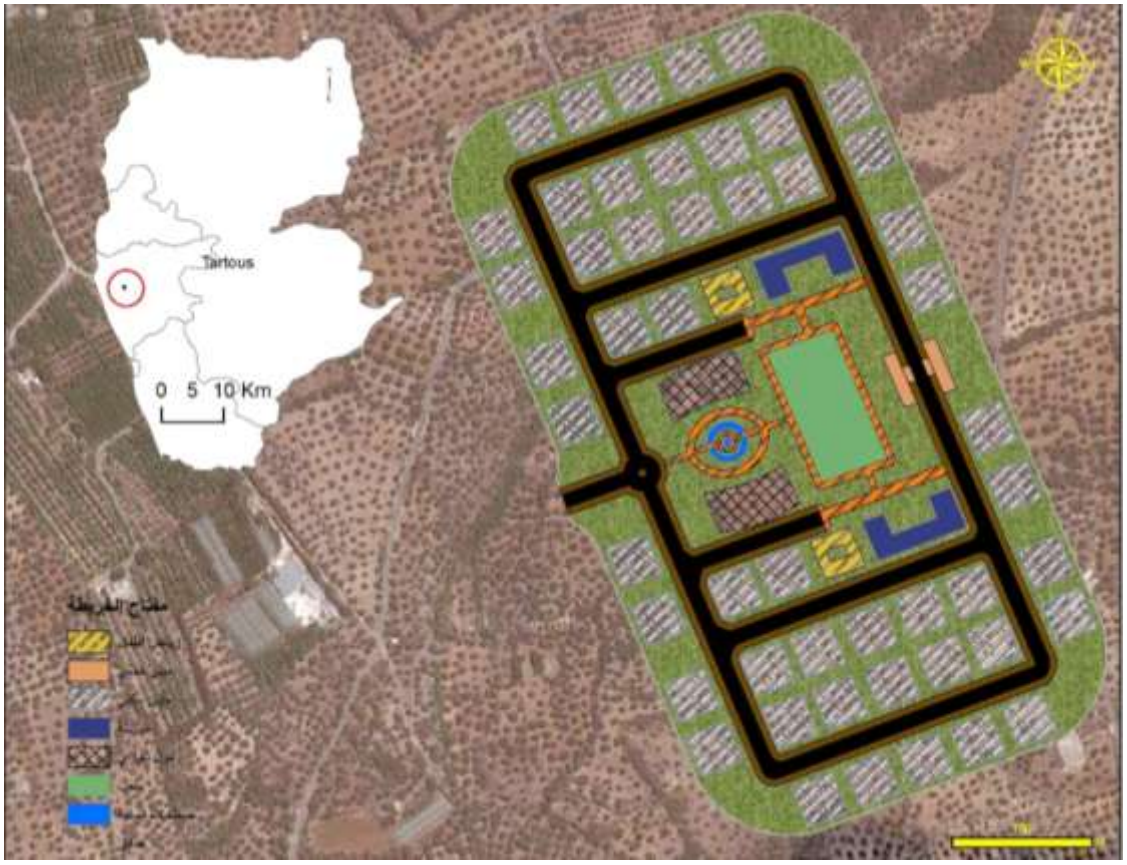
إن نظام الإحداثيات الجغرافية المعتمد هنا هو نظام إحداثيات ميركاتور المستعرض العالمي Zone 36N (UTM) (WGS 1984 World Mercator coordinate system) والمستند إلى الإهليلج العالمي (WGS 1984).

البرامج المستخدمة

برنامج ArcGIS: وهو عبارة عن برنامج متكامل من برمجيات أنظمة المعلومات الجغرافية والمطور من قبل شركة (Environmental Systems Research Institute) ESRI. ان ArcGIS المكتبي يتكون من أربعة تطبيقات متكاملة: ArcMap، ArcCatalog، ArcGlobe وArcScene. تتيح التطبيقات الأربعة السابقة بإنشاء وتخزين وتعديل وتحليل وإظهار البيانات المكانية والوصفية بشكل ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد.

برنامج SketchUp: كان يدعى سابقاً بـ Google SketchUp، وهو برنامج للنمذجة ثلاثية الأبعاد وإنشاء التصاميم 3D بسهولة وبراعة لمجموعة واسعة من تطبيقات الرسم مثل التصاميم المعمارية، التصميم الداخلي، تصميم عناصر المناظر الطبيعية وتصاميم الهندسة المدنية والميكانيكية، وحتى لتصميم الأفلام وألعاب الفيديو. حالياً شركة SketchUp مملوكة من قبل شركة Trimble Inc [9] [10].

يعتبر SketchUp من برامج الرسم الهندسي المتميزة والتي يسهل تعلمها والإبداع فيها، وفيه قابلية كبيرة على إنتاج رسوم هندسية ثلاثية الأبعاد بالغة الدقة وذات جودة فائقة، بالإضافة إلى قابليته على إنتاج رسوم ثلاثية الأبعاد بخطوات سهلة وسريعة، ويشمل البرنامج وظائف الرسم والتخطيط، حيث يحتوي على جميع الأدوات اللازمة للتصميم والرسم. ويسمح البرنامج بتبادل ومشاركة التصاميم مع عدد كبير من برامج الرسم الأخرى وبصيغ مشهورة منها (psd,jpg,png,3ds,tif,ddf,dxf,skp,tga,dwg). [11]



الشكل 3: مسقط أفقي للتجمع السكني المقترح والمصمم ضمن برنامج الـ ArcGIS

كائنات مكتبة الـ Arcobjects

يقدم معهد بحوث النظم البيئة ESRI مجموعة من مكونات الـ COM (Component Object Model) والتي تدعى ArcObjects، وعن طريق هذه المكونات يمكن برمجة أنظمة المعلومات الجغرافية. وتأتي أهمية تقنية الـ COM من اختصار الوقت والجهد اللازمين في البرمجة، حيث يمكن كتابة قطعة من التعليمات البرمجية مرة واحدة وإعادة استخدامها مراراً وتكراراً باستخدام مجموعة متنوعة من أدوات التطوير، بالإضافة إلى إمكانية استخدام كائنات الـ COM المكتوبة باللغات المختلفة مع أي لغة برمجة نريدها[13] [12] .

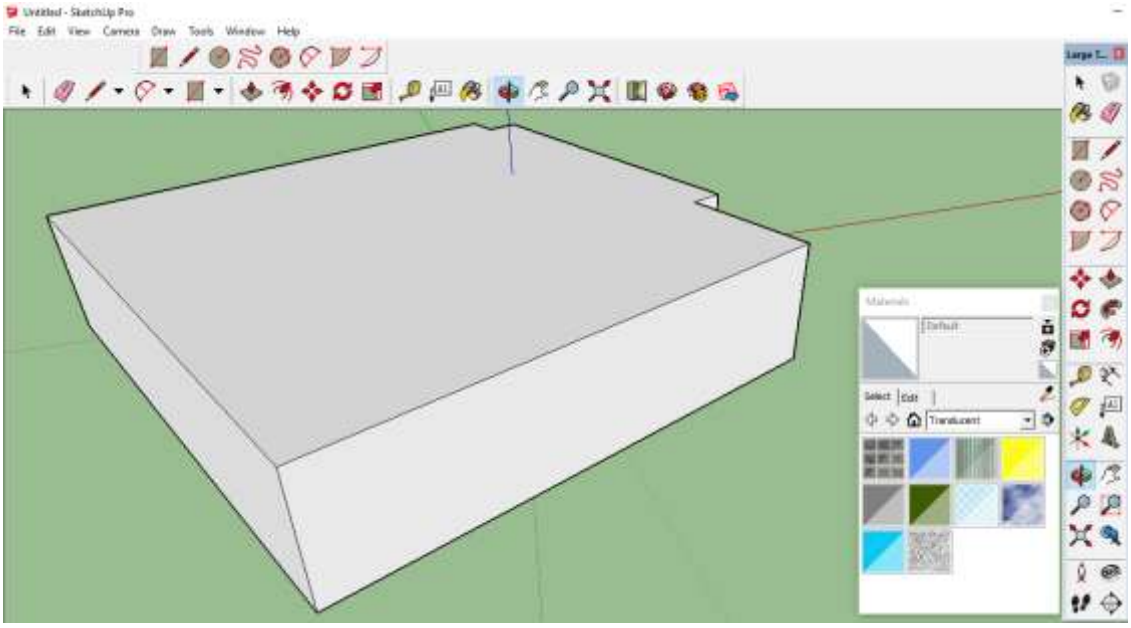
ويمكن تعريف الـ ArcObjects على أنها مجموعة من المنصات المستقلة، ونماذج البيانات الجغرافية المعتمدة على البرمجة كائنية التوجه والمكتوبة بالأساس بلغة C. ++. تقدم الـ ArcObjects خدمات لدعم وبناء حلول لأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS)، كما أنها تمثل الأساس في بناء كافة تطبيقات برنامج الـ ArcGIS، وقد تم تطويرها تدريجياً لتتناسب مع متطلبات مطوري أنظمة المعلومات الجغرافية ومستخدميه[14].

النتائج والمناقشة

مرحلة نمذجة الشقق ضمن ArcScene و Scketchup

تمت عملية النمذجة ثلاثية الأبعاد في البداية ضمن التطبيقَ ArcScene، حيث تم إضافة كافة البيانات ثنائية البعد المخزنة ضمن قاعدة البيانات المكانية وتم تحويل كافة الطبقات إلى طبقات ثلاثية البعد حسب الإحداثيات

(X, Y, Z)، وتم تصدير الشقق ثلاثية الأبعاد وغير المكسية بأي نسيج إلى البرنامج SketchUp عن طريق اللاحقة Collada. يوضح (الشكل 4) إحدى الشقق المستوردة من برنامج ArcGIS ، حيث نلاحظ بأنها عبارة عن بلوك مصمت لا يحتوي على أية تفاصيل معمارية أو نسيج، وهنا تأتي مهمة البرنامج SketchUp في رسم التفاصيل المعمارية وإضافة النسج للسطوح المختلفة.

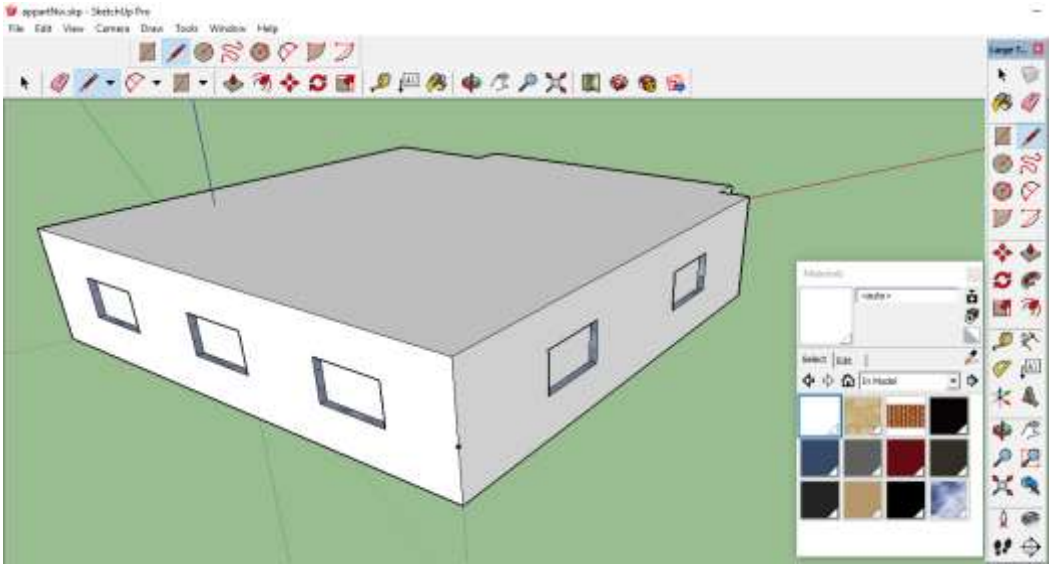


الشكل 4: الشقة المستوردة من برنامج الـ ArcGIS إلى البرنامج SketchUp

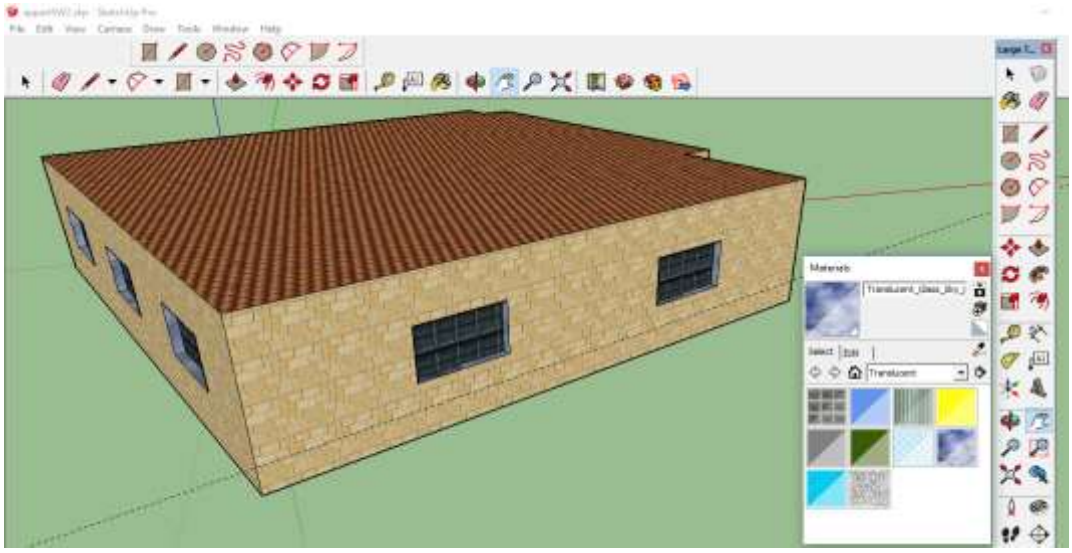
ويظهر (الشكلين 5 و 6) كيفية إضافة التفاصيل المعمارية للشقة وإضافة النسج المختلفة لإكساء سطوحها. كان من الممكن التركيز أيضاً على التفاصيل الداخلية وحتى تصميم الأثاث الداخلي، ولكن هدف البحث الحالي هو الإكساء الخارجي فقط ويمكن إضافته في أبحاث قادمة.

في حال كانت واجهة الشقق متشابهة، كما هو الحال في المبنى الحالي، نقوم بإكساء أربع شقق فقط من الجهات الأربعة (شمالية غربية، شمالية شرقية، جنوبية غربية، جنوبية شرقية)، أما في حال وجود اختلافات ولو بسيطة يتم نمذجة كل شقة بشكل مستقل حتى ولو الاختلاف بسيط.

في المرحلة التالية تم تصدير الشقق المكسية إلى برنامج ArcGIS واستبدال كل شقة غير مكسية بالشقة المكسية والمعدلة ببرنامج SketchUp، بحيث تقع في مكانها الحقيقي في الفراغ ثلاثي الأبعاد.

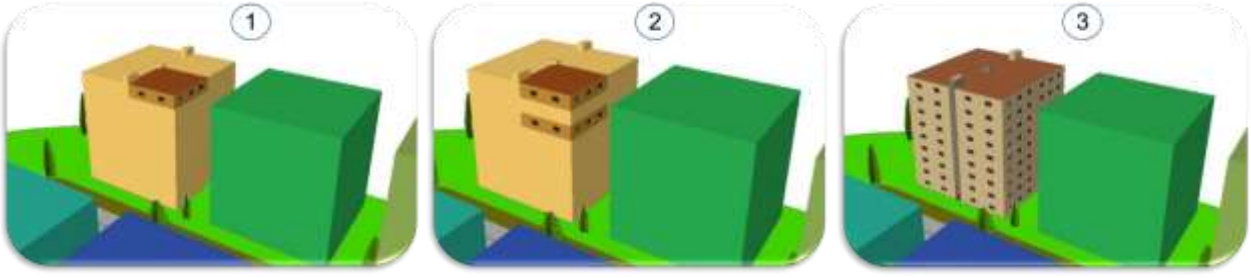


الشكل 5: رسم التفاصيل المعمارية للشقة المستوردة من برنامج الـ ArcGIS إلى البرنامج SketchUp



الشكل 6: إضافة النسج المختلفة لسطوح الشقة المستوردة من برنامج الـ ArcGIS إلى البرنامج SketchUp

وبعد الانتهاء من عملية النمذجة وإضافة كافة التفاصيل المعمارية والنسج المختلفة ووضعها في مكانها الصحيح وفق جملة إحداثيات ثلاثية الأبعاد حصلنا على النموذج النهائي (الشكل 7). تم اعتماد هذا النموذج كقاعدة بيانات مكانية ثلاثية الأبعاد للتطبيق BM_GIS الذي تم تطويره في المرحلة الثانية من هذا البحث لإدارة البيانات ثلاثية الأبعاد.



الشكل 7: نموذج ثلاثي الأبعاد النهائي لشقق مبنى سكني

تطوير التطبيق BM_GIS والواجهة الرئيسة

في هذه المرحلة تم تصميم الواجهة الأساسية للبرنامج، ومن ثم كتابة التعليمات البرمجية لتنفيذ الأوامر الأساسية. يمثل التطبيق BM_GIS الناتج نظام معلومات جغرافية مكتبي لإدارة الشقق بالأبعاد الثلاثة، ووسيلة فعالة لعرض البيانات والاستعلام عنها. وهو سهل الاستخدام ويقدم للمستخدمين العاديين وغير المحترفين بأنظمة المعلومات الجغرافية إمكانيات البحث، الاستفسار والاستعلام، وتعديل البيانات.

تم تصميم واجهة المستخدم الأساسية لتكون بسيطة وجذابة وتعمل بطريقة مشابهة لبرامج أنظمة المعلومات الجغرافية (الشكل 8)، أي تحتوي على الإمكانيات الأساسية لأي برنامج GIS، وهي تتألف من مجموعة أقسام: قسم لعرض الخريطة، وقسم لعرض جدول المحتويات الذي يبين مجموعة الطبقات المضافة إلى الخريطة. بالإضافة لمجموعة من الأدوات المنظمة ضمن ثلاث علامات تبويب. ويوجد قسم لإجراء عمليات البحث والاستعلام، وجدول لتحميل البيانات الوصفية أسفل الخريطة.

الشكل 8: الواجهة الرئيسة للتطبيق BM_GIS

تحتوي أشرطة الأدوات على مجموعة من الأيقونات والتي تمثل الوظائف الأساسية لأي برنامج GIS. حيث تحتوي علامة التبويب الأولى "تصفح *الخريطة*" (الشكل 8) على كافة الأدوات القادرة على إنجاز الوظائف الأساسية لتصفح البيانات الجغرافية، كأداة التنقل ثلاثي الأبعاد، أداة للتكبير وأخرى التصغير، وأداة للتكبير والتصغير بنفس الوقت، أداة تحريك الخريطة، أداة للعرض الكامل للبيانات.

كما توجد أداة تسمح بالطيران والتحليق فوق المشهد، حيث يمكن أن نطير في أي اتجاه والتحرك إلى الأمام أو الخلف بسرعات مختلفة وبحسب اتجاه مؤشر الماوس.

إن الأداة الممثلة بالشكل (Center On Target) وكما يوحي اسمها، فإنها تعمل مباشرة للتركيز على الموقع المستهدف، وسيظل موقع المراقب كما هو وسيركز رؤيته على الموقع الجديد. ويشبه الوقوف في نفس المكان وتحويل الرأس للنظر في شيء مختلف.

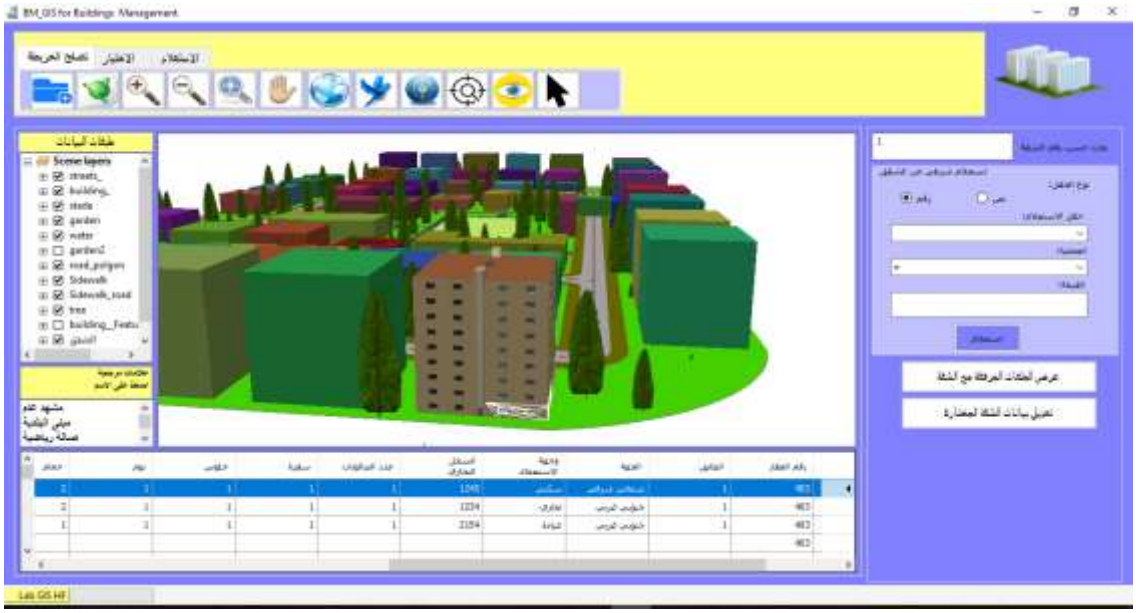
أما الأداة (Zoom To Target) فمهمتها التركيز على الهدف والتقريب عليه.

كما تعمل الأداة على التحكم مباشرة بموقع المراقب، عند النقر على العرض ثلاثي الأبعاد لتعيين موقع جديد للمراقبة، ستتحرك الكاميرا بحيث يتم عرض موقع الهدف نفسه من موقع المراقب الجديد. بالإضافة لأداة اختيار أي عنصر من الخريطة الممثلة بأيقونة السهم.

تحتوي علامة التبويب الثانية "*الاختيار*" على وظائف الاختيار بالنقر على أي كائن أو عن طريق رسم مربع يغطي الكائنات المراد اختيارها، وتتضمن علامة التبويب الثالثة "*الاستعلام*" على أداة للاستعلام عن أي كائن فبمجرد النقر عليه تظهر نافذة بالبيانات الوصفية المرتبطة به.

يحتوي الجزء اليميني من الواجهة على مجموعة من الأزرار والقوائم المنسدلة والتي تتيح عمليات البحث وكتابة العبارات الشرطية (الشكل 8).

يمكن البحث عن أي شقة بكتابة رقمها أو جزء من الرقم فتظهر نتيجة البحث ويتم تحميل كافة الشقق التي تحمل الرقم ضمن جدول البيانات الوصفية، كما نلاحظ في (الشكل 9) فبمجرد كتابة الرقم 1 في صندوق البحث تم تحميل بيانات كل الشقق في الجدول أسفل الخريطة، وعند النقر على أي سجل من الجدول يتم اختيار الشقة على الخريطة والتقريب عليها.

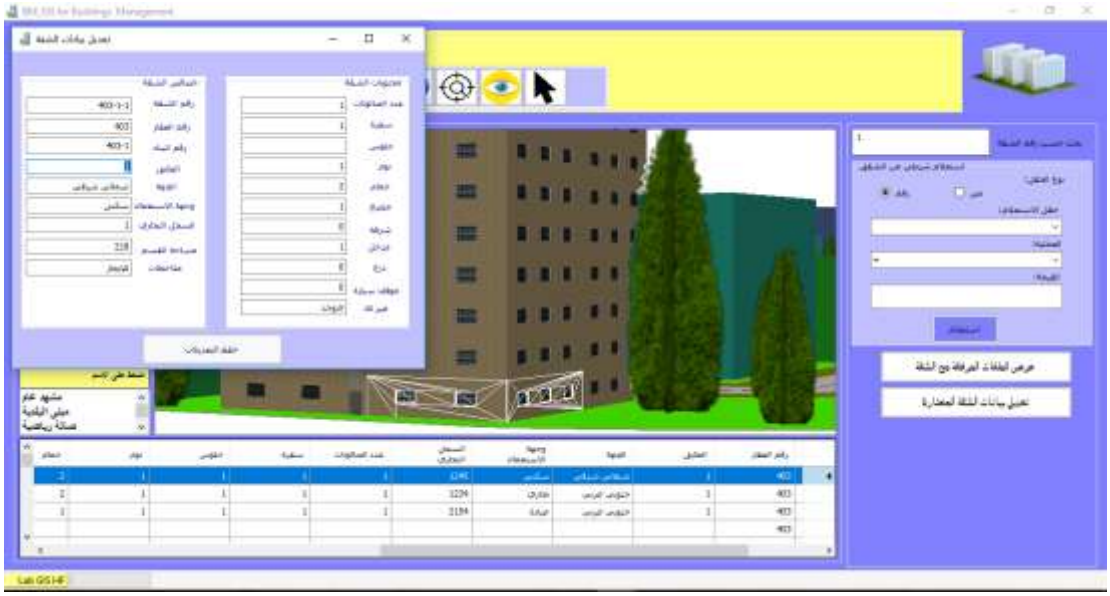


الشكل 9: عملية البحث عن شقة بإدخال رقم الشقة

بعد اختيار الشقة على الخريطة والتقريب عليها يمكن إظهار كافة الوثائق والصور المرتبطة بها بالنقر على الزر (عرض الملفات المرفقة مع الشقة) (الشكل 9)، فتظهر نافذة جديدة (الشكل 10) تحتوي على قائمة بالصور والوثائق المرتبطة بالشقة وباختيار أي منها يتم عرض محتواه ضمن عارض خاص بالملفات سواء كانت صور بلواحق مختلفة أو ملفات pdf وغيرها من الملفات. يمكن إضافة أي ملفات جديدة من خلال النقر على الزر (إضافة ملف مرفق للشقة)، كما يمكن حذف أي منها بتعليمه أولاً ضمن القائمة ومن ثم الضغط على (حذف ملف مرفق للشقة).

الشكل 10: عرض الملفات المرتبطة بكل شقة

يمكن تعديل بيانات الشقة أو إضافة البيانات الناقصة عن طريق الضغط على الزر (تعديل بيانات الشقة المختارة) فتظهر نافذة جديدة كما في الشكل 11، تمكننا هذه النافذة من تعديل البيانات أو إكمالها وتحتوي على كافة البيانات الوصفية المرتبطة بالشقة كعدد الأقسام الداخلية للشقة بأنواعها المختلفة (صالون، نوم، سفرة، حمامات.....الخ)، بالإضافة لخصائص الشقة من رقم العقار ووجهة الاستعمال ورقم الطابق والجهة وغيرها من البيانات.



الشكل 11: تعديل البيانات الوصفية للشقة

يوجد في الجزء اليساري من الواجهة الرئيسية للتطبيق وأسفل جدول المحتويات قائمة لعرض المشاهد المرجعية (bookmarks) المخزنة ضمن الملف وبالنقر على أي منها يتم الذهاب إلى المشهد المخزن وعرضه على الشاشة.

يمكن كتابة عبارات شرطية للبحث ضمن معيار محدد ضمن نافذة (استعلام شرطي عن الشقق)، حيث نختار نوع الحقل في البداية نصي أو رقمي وعند الاختيار يتم تحميل الحقول حسب نوع الحقل المختار ضمن القائمة المنسدلة، فنقوم باختيار الحقل الذي نريد الاستعلام عنه، كأن نختار مثلاً البحث حسب مساحة الشقة(القسم) كما هو موضح في الشكل 12، نختار بعدها العملية ضمن القائمة المنسدلة المحتوية على عدة عمليات (أكبر، أصغر، مختلف عن، يساوي وغيرها من العمليات)، ونكتب القيمة المراد البحث عنها ضمن مربع القيمة أو يمكن اختيار قيمة من القيم المحملة ضمن قائمة (القيمة) والتي تم تحميلها تلقائياً من جدول البيانات الوصفية بعد اختيار حقل محدد في قائمة (حقل الاستعلام).

الشكل 12: الاستعلام الشرطي

ويظهر الشكل 13 نتائج العبارة الشرطية (مساحة الشقة = 219 م^2)، حيث تم تحميل كل الشقق التي تحقق المساحة المحددة ضمن جدول البيانات الوصفية أسفل الخريطة، وعند تحديد سجل شقة محددة ضمن الجدول يتم التقريب إليها.

الشكل 13: نتائج الاستعلام الشرطي

الاستنتاجات والتوصيات

قدمنا في هذا البحث منهجية تكاملية لنمذجة الأبنية وتمثيلها بشكل ثلاثي الأبعاد باستخدام برنامجي ArcGIS و SketchUp، كما تم تطوير تطبيق BM_GIS بواجهات مستخدم بسيطة وفعالة لإدارة الأبنية والشقق ثلاثية الأبعاد. حققت المنهجية المقدمة في هذا البحث والتطبيق المطور مجموعة من النقاط التي رجحت أهميتها وأفضليتها ومن أهم هذه النقاط:

1- المظهر الواقعي للأبنية والمطابق تقريباً لشكلها الحقيقي من خلال مجموعة من النسج وأدوات الإكساء.

2- بناء قاعدة بيانات مكانية تربط بين البيانات المكانية ثلاثية الأبعاد ومجموعة من البيانات الوصفية المرتبطة مع كل كائن رسومي.

3- تمثيل الشقق ككائنات مستقلة بحد ذاتها، حيث غالباً ما يتم تمثيل البناء ككائن واحد.

4- واجهة تسهل عملية الاستفسار والبحث واستدعاء المعلومات بسهولة وعرض مجموعة كبيرة من البيانات الوصفية والملفات من الأنواع المختلفة كالصور بلواحق مختلفة، ملفات تطبيقات الأوفيس، فيديوهات وغيرها من الملفات المرتبطة مع الشقق.

تبيّن أنّ التكامل بين برنامج ArcGIS وبرنامج SketchUp يمثل واحداً من أكثر الحلول المناسبة لإنشاء نماذج للأبنية والشقق بالأبعاد الثلاث. تعطي هذه الطريقة مرونة وسهولة في خلق المحتوى 3D، وتتميز الكائنات الناتجة بتصميم هندسي دقيق وشكل معماري واقعي. كما يمثل التطبيق المطور BM_GIS أداة هامة وفعالة في إدارة الشقق بالأبعاد الثلاثة واستدعاء كافة البيانات المرتبطة فيها وتعديل بياناتها بسهولة.

يمكن تطبيق المنهجية المتبعة في البحث لتوليد نماذج للمدن ومن ثم استخدامها لمزيد من أغراض التحليل والتخطيط، وإدارة المدن وحتى في عمليات التقييم العقاري والبيع والشراء. كما يمكن استخدام هذه المنهجية في إعادة الإعمار وتتبع حالة الأبنية والشقق المنجزة، قيد الإنجاز أو غير المنجزة ونسب الإنجاز وغير ذلك من الاستعلامات والتحليلات اللازمة.

سنحاول تطوير البحث من خلال إضافة نماذج لكافة عناصر البنى التحتية وشبكات الخدمات وتمثيلها بشكل متكامل مع المباني والشقق فوق الأرض، لتكوين منصة شاملة ممثلة للمدن بكافة تفاصيلها، تكون خطوة أولى باتجاه اعتماد مفهوم المدن الذكية مما يسهل عملية الإدارة ودعم اتخاذ القرار وتحقيق التنمية المستدامة. بالإضافة لذلك سيتم محاولة لتطوير البرنامج بحيث يسمح بتعديل البيانات المكانية ضمنه، والعمل على استخدام مكتبات وبرامج حرة ومفتوحة المصدر.

المراجع

[1] درويش، حنان. محمد، عدنان. نظم المعلومات الجغرافية GIS: الجزء النظري. منشورات جامعة البعث، كلية الهندسة المدنية 2017-2018. 450 صفحة.

[2] ZLATANOVA S, RAHMAN A, PILOUK M. *3D GIS: current status and perspectives*. International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2002. 34(4):66-71.

[3] EDVARDSSON KN. *3D GIS modelling using ESRI's CityEngine: a case study from the University Jaume I in Castellon de la Plana Spain*. 2013 (Doctoral dissertation).

[4]GUERRERO I "*3D GIS Techniques an overview*" in Available at: https://c.ymcdn.com/sites/www.gita.org/resource/collection/1FC89597-61A2-4524-AFB0-33BD3B505B7D/Guerrero_3D_GIS_Techniques.pdf [Accessed: May 1, 2017]

[5] درويش، حنان. شعبان، فادي. *النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد للمدن في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية باستخدام ESRI CityEngine*. مجلة جامعة البعث.2017. المجلد 39 العدد 11، 81-109.

[6] KOLBE TH, GRÖGER G, PLÜMER L. *CityGML–Interoperable access to 3D city models*. Geo-information for disaster management. 2005. 21:883-899.

[7] PARISH YI, MÜLLER P. *Procedural modeling of cities*. InProceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques 2001 Aug 1 (pp. 301-308). ACM.

[8] WATSON B, MÜLLER P, VERYOVKA O, Fuller A, WONKA P, Sexton C. *Procedural urban modeling in practice*. IEEE Computer Graphics and Applications. 2008 May;28(3).

[9] *"Trimble Navigation to Buy Google's SketchUp"*. Reuters. 26 April 2012. https://www.reuters.com/article/us-trimble-google/trimble-navigation-to-buy-googles-sketchup-idUSBRE83P0V820120426 [Accessed: July 10, 2017].

[10] BACUS, J. *A New Home for SketchUp*. Blog.SketchUp.com. April 26, 2012. [Accessed: July 10, 2017].

[11] "*Features: Context Modeling*". SketchUp.com. Trimble Navigation. *2015*. [Accessed: July 10, 2017].

[12] BURKE, R.. *Getting Started with ArcObjects*, ESRI Redlands, California,2004. pp. 1-62.

[13] BURKE P. R. *Getting to Know ArcObjects*, Esri Press, 2003. 436p.

[14] JACKSON B. J. *Exploring ArcObjects*, ArcUser April-June 2000, 28–31.