مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (5) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (5) 2017

3D Spatial Visualization of Cadastral Plans

Dr. Ali Zobari[*]
Dr. Umar Al-khalil[**]
Hussein Assaf[***]

(Received 23 / 3 / 2017. Accepted 1 / 10 / 2017)

□ ABSTRACT □

The currently cadastral system used in Syria is tow dimensional (2D), where all cadastral property and rights are represented 2D by projection their external boundaries on 2D plan (X,Y) without attention to measuring the third dimension (Z or H).

This system is no longer able to manage and represent the complexity of the current reality where the representation of the cadastral elements, which are in 3D origin, on a 2D map puts us in front of cases of confusion and ambiguity of the legal and engineering terms.

This leads us towards developing the 2D cadastral system to 3D cadastral system, which represents the cadastral property and related rights in 3D.

The main aim of this research is designing an up-to-date 3D cadastral digital model, which is based on 3D parcel not on 2D parcel (flat piece of land).

To achieve this goal, we initially studied the basics of 3D cadastral modeling, and on the basis of this study it was stressed that this model as well as it is based on 3D parcel, It must represent two basic types of components, namely: the legal components and the physical components, then it was determined the data needed to represent these components in 3D space, then we defining the official sources of this data and later were defined programs and techniques to 3D representation of collected data and finally it was proposed method to visualize the data and connect them with each other.

Key words: 3D cadastral system, 3D parcels, legal components, physical components.

[*] **Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty ty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[***] **Postgraduate Student, department of topography engineering, Faculty of civil Engineering, Tishreen, University, Lattakia, Syria**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (39) العدد (5) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (39) No. (5) 2017

التمثيل المكاني ثلاثي الأبعاد للمخططات العقارية

الدكتور علي زوباري*
الدكتور عمر الخليل**
حسين عساف***

(تاريخ الإيداع 23 / 3 / 2017. قُبِل للنشر في 1/ 10 / 2017)

□ ملخّص □

يعتبر النظام العقاري المتبع حالياً في سورية ثنائي البعد، حيث تُمثل الممتلكات والحقوق العقارية بشكل ثنائي البعد عن طريق إسقاط حدودها الخارجية على المستوي(X,Y)، دون الاهتمام أبداً بقياس البعد الثالث(Z أو H).

لم يعد هذا النظام قادراً لتمثيل وإدارة واقعنا الحالي المعقد، حيث أن تمثيل هذه العناصر العقارية، والتي هي في الأصل ثلاثية الأبعاد، بشكل ثنائي الأبعاد يضعنا أمام حالات التباس وغموض من الناحيتين القانونية والهندسية.

وهذا يدفعنا باتجاه العمل على تطوير هذا النظام إلى نظام عقاري ثلاثي البعد (3D cadastral system) يقوم بتمثيل وإدارة الملكيات العقارية والحقوق المتعلقة بها في فضاء ثلاثي الأبعاد.

إن الهدف الرئيس من هذا البحث هو اقتراح منهجية لتصميم نموذج رقمي لمخطط عقاري ثلاثي الأبعاد قائم على أساس العقار ثلاثي الأبعاد (3D Parcel) وليس على العقار ثنائي البعد (قطعة الأرض المستوية).

ولتحقيق هذا الهدف، تم في البداية دراسة أساسيات النمذجة العقارية ثلاثية الأبعاد، وعلى أساسها تم التأكيد على أن هذا النموذج بالإضافة إلى أنه مبني على أساس العقار ثلاثي الأبعاد، فإنه يجب أن يمثل نوعين أساسيين من المكونات هما: المكونات التشريعية أو القانونية(Legal components) والمكونات الفيزيائية(Physical components)، ثم بعد ذلك تم تحديد البيانات اللازمة لتمثيل هذه العناصر المكانية في الفراغ، وتم أيضاً تحديد المصادر الرسمية التي تؤمن هذه البيانات، وبعد ذلك تم تحديد البرامج والتقنيات اللازمة لتمثيل هذه البيانات بشكل ثلاثي الأبعاد، وأخيراً تم اقتراح منهجية لعرض هذه البيانات مكانياً وربطها مع بعضها البعض.

الكلمات المفتاحية: نظام عقاري ثلاثي الأبعاد، عقار ثلاثي الأبعاد، المكونات التشريعية، المكونات الفيزيائية.

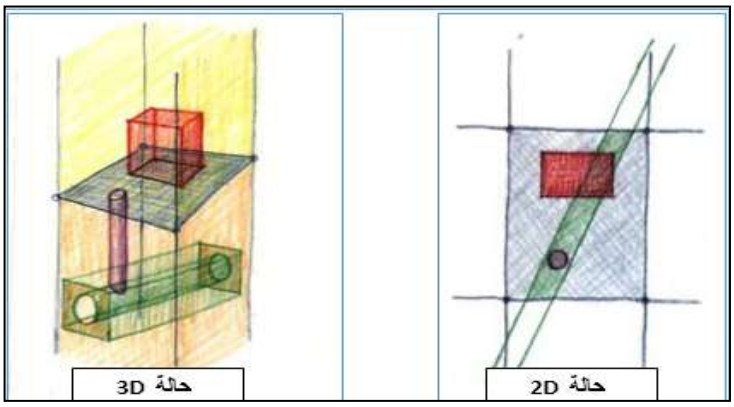
*أستاذ مساعد– قسم الهندسة الطبوغرافية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
**أستاذ مساعد– قسم الهندسة الطبوغرافية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
***طالب ماجستير–قسم الهندسة الطبوغرافية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مقدمة:

إن النظام العقاري المتبع حالياً في سورية نظام عيني مبني على أساس قطعة الأرض، خلافاً للأنظمة العقارية الشخصية السابقة. في هذا النظام يتم الاهتمام بقياس الإحداثيات (X،Y) فقط دون أخذ الإحداثي الثالث(Z أوH) بعين الاعتبار، مما يجعلنا نقول إن هذا النظام هو نظام عقاري ثنائي الأبعاد.

وهذا النظام قد أثبت فعاليته وقوته ومتانته خلال فترة زمنية طويلة. إلا أن الواقع الحالي مختلف تماماً عما كان عليه سابقاً، فنشاطات الإنسان حالياً لم تعد مقتصرة على استخدام سطح قطعة الأرض فقط، بل تعدى ذلك إلى الانتقال نحو البعد الثالث سواء فوق سطح الأرض (مثل تشييد المباني العالية متعددة الاستخدام الطابقي) أو تحت سطح الأرض (بناء الأقبية والمستودعات تحت أرضية، كراجات تحت الأرض، عناصر البنية التحتية) [1]. بالإضافة إلى أن التضخم السكاني المتزايد أدى إلى ظهور حاجة ملحة للاستخدام الأمثل لقطعة الأرض أو بمعنى أدق للفراغ القانوني ثلاثي الأبعاد المرتبط بها، فتم تشييد الكثير من المنشآت الهندسية المعقدة الشكل المعماري سواء بالاتجاه الأفقي (على سطح الأرض) أو بالاتجاه الشاقولي (فوق وتحت سطح الأرض)، وكانت هذه المنشآت في بعض الأحيان تتراكب وتتداخل فراغياً لتحقيق أقصى استفادة ممكنة من الفراغات ثلاثية الأبعاد المرتبطة بالعقار [2,3].

عدا عن ذلك كله هناك حقيقة هامة ومنطقية يجب ذكرها هنا، وهي أنه بالرغم من تمثيل الممتلكات العقارية بشكل ثنائي البعد في النظام الحالي، إلا أن هذه الممتلكات في الحقيقة دائماً تشغل حيزاً فراغيًّاً ثلاثي الأبعاد (وهذا بالتأكيد يتضمن الفراغ فوق سطح العقار وتحت سطح العقار) إذ يستحيل تماماً استخدام سطح العقار فقط بدون أي بعد ثالث (ارتفاع أو عمق) [1,4,3]. يوضح الشكل(1) الفرق في تمثيل الملكيات العقارية بشكل ثنائي البعد(النظام العقاري الحالي) وبشكل ثلاثي الأبعاد (الأقرب للحقيقة).



الشكل (1): الفرق في تمثيل الملكيات العقارية بشكل ثنائي البعد وثلاثي الأبعاد.

فهذا كله يدفعنا للقول بأن النظام العقاري ثنائي الأبعاد غير قادر على تمثيل وإدارة هذا الواقع المعقد [5]. وغير قادر على صيانة وحماية ملكيات المواطنين بالشكل المطلوب وخصوصاً في المدن الضخمة حيث أن الملكيات العقارية الطابقية (خصوصاً الشقق السكنية) أضحت هي الملكيات الأساسية للمواطنين، وقطع الأراضي غير المبنيَّة قلَّت بشكل كبير نتيجة للحركة العمرانية الضخمة؛ فتمثيل هذه الملكيات الطابقية ومختلف البنى التحتية بإسقاط حدودها الخارجية فقط على المستوي ثنائي البعد(مستوي الخريطة) يجعلنا غير قادرين على تعيين وتوصيف حدود هذه الملكيات بالشكل الدقيق وبالتالي عدم حمايتها أو صيانتها بالشكل الأمثل.

لذلك كان لابد من التفكير بتطوير المخطط العقاري ثنائي البعد إلى ثلاثي الأبعاد لمحاولة حل هذه المشاكل وبالفعل كثير من الدول مثل: هولندا، اليونان، السويد، والنروج بدأت بدراسة هذا الفكرة ومحاولة تطوير نظامها العقاري الحالي إلى نظام عقاري ثلاثي الأبعاد[6].

في هذا البحث سنقوم باقتراح منهجية لتمثيل المخططات العقارية الحالية (ثنائية البعد) بشكل ثلاثي الأبعاد بالاعتماد على البيانات المكانية المتوفرة حالياً وتشكيل نموذج عقاري رقمي ثلاثي الأبعاد.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث بشكل أساسي من كونه يسلط الضوء على فكرة جديدة ومطروحة بشكل متزايد على المستوى العالمي وهي فكرة تطوير نظام التسجيل العقاري ثنائي البعد (وهو النوع المتبع حالياً في سورية) إلى نظام عقاري ثلاثي الأبعاد، بحيث يتم أخذ البعد الثالث بعين الاعتبار في تمثيل الملكيات العقارية والحقوق الارتفاقية المترتبة لها أو عليها.

إن الحصول على مخطط عقاري رقمي ثلاثي الأبعاد من شأنه تمثيل الملكية العقارية والواقعة أساساً في فراغ ثلاثي الأبعاد بشكل تفصيلي وصحيح أكثر وأقرب إلى الحقيقة من حالة المخطط العقاري ثنائي البعد.

ونضيف إلى ذلك أن هذا المخطط العقاري المصمم هو بالأساس منتج (نموذج) ثلاثي أبعاد (3D Model) ولا يخفى على أحد أنَّ التمثيل والنمذجة ثلاثية الأبعاد باتت أموراً مطلوبة في هذه الأيام ولها أهميتها الكبيرة والمتزايدة في كثير من المجالات، خصوصاً في ظل وجود التكنولوجيا والتقنيات ثلاثية الأبعاد المتطورة التي تتيح عمل ذلك، لذلك من المتوقع أن يكون لهذا النموذج العقاري استخدامات أخرى إلى جانب استخداماته العقارية والحقوقية.

إن الهدف الرئيسي للبحث هو اقتراح منهجية لتصميم نموذج عقاري رقمي ثلاثي الأبعاد، يمثل نوعين أساسيين من المكونات المكانية هما: المكونات التشريعية (أو القانونية) والمكونات الفيزيائية المقابلة لها. إذاً، هذا البحث يدرس بشكل أساسي موضوع التمثيل المكاني ثلاثي الأبعاد للمخططات العقارية ولا يناقش موضوع إنشاء قواعد البيانات الوصفية للنظام العقاري التي سيتم استكمال دراستها في بحث لاحق انسجاماً مع هذا البحث، فالتمثيل المكاني بالتأكيد يعدّ خطوة أولى وهامة باتجاه تطوير نظامنا العقاري الحالي إلى نظام عقاري ثلاثي الأبعاد متكامل يضم البيانات المكانية والوصفية.

طرائق البحث ومواده:

1- مفهوم النظام العقاري ثلاثي الأبعاد:

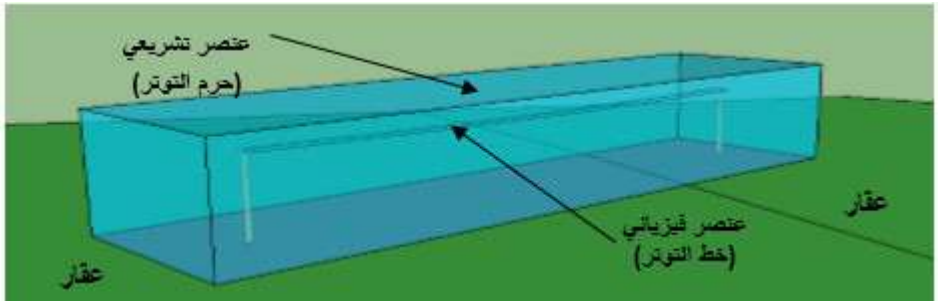
في الواقع، لقد حظي موضوع النظام العقاري ثلاثي الأبعاد باهتمام الباحثين من مختلف دول العالم وخصوصاً في الآونة الأخيرة لاسيما بعد تطور التكنولوجيا العلمية التي تساعد في تطبيق هذا النظام، و قد تم في هذا البحث الاعتماد على تعريف الباحث (AIEN, 2013)[2] والذي قام بتعريف النظام العقاري ثلاثي الأبعاد بالشكل التالي:

النظام العقاري ثلاثي الأبعاد: هو فرع من فروع نظام معلومات الأراضي (Land Information System-LIS) يقوم بتمثيل وإدارة كل من المكونات التشريعية (القانونية) والمكونات الفيزيائية المرتبطة بها، في فضاء ثلاثي الأبعاد، سواء كانت هذه العناصر على، فوق أو تحت سطح الأرض.

إنَّ النمذجة العقارية ثلاثية الأبعاد الصحيحة تفرض علينا تقسيم كل عقار3D إلى مكونين أساسيين هما: المكونات التشريعية (القانونية) والمكونات الفيزيائية المقابلة لها[7,2]. إن المقصود بالمكونات التشريعية في هذا البحث هي تلك الحيز الفراغي (الحجم) القانوني الذي يحق للمالك استخدامه. وهذه المكونات يعتمد تمثيلها على البيانات ذات الطابع التشريعي أو القانوني مثل بيانات الإفراز العقاري الطابقي، وهي في الواقع مكونات تخيلية وغير مرئية. أما المكونات الفيزيائية فهي تلك العناصر الذي يعتمد تمثيلها على بيانات المخططات التنفيذية والمعمارية وهي في الواقع عناصر فيزيائية مرئية وملموسة مثل عناصر الشقة السكنية (جدران، أبواب، نوافذ، ...الخ)[7] .

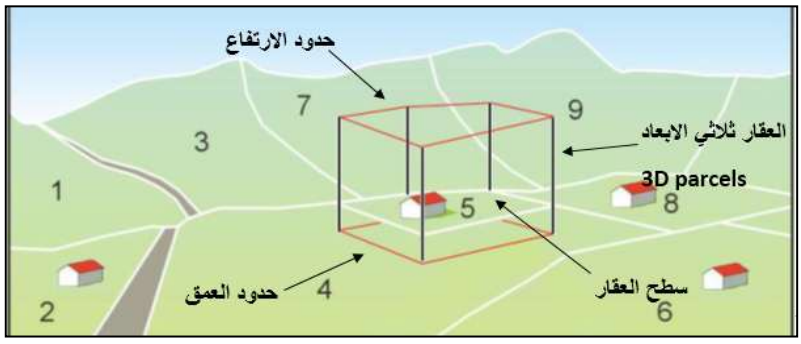
ولسهولة فهم الفرق بين العناصر التشريعية والفيزيائية نذكر المثال التالي:

لدينا في الشكل (3) خط توتر، ومن المعروف أنه حسب المخطط التنظيمي ونظام ضابطة البناء لهذا الخط حرم توتر بأبعاد معينة. إن هذا الحرم يمثل العنصر التشريعي كونه يعتمد تمثيله على التشريع والقانون الناظم وهو في الحقيقي عبارة عن فراغ هوائي غير مرئي وغير ملموس له مسقط محدد قانونياً على أرض الواقع. أما أسلاك التوتر فهي العناصر الفيزيائية المرتبطة بتلك العناصر التشريعية وهي عناصر مادية ملموسة.



الشكل(2): توضيح الفرق بين العناصر التشريعية والفيزيائية.

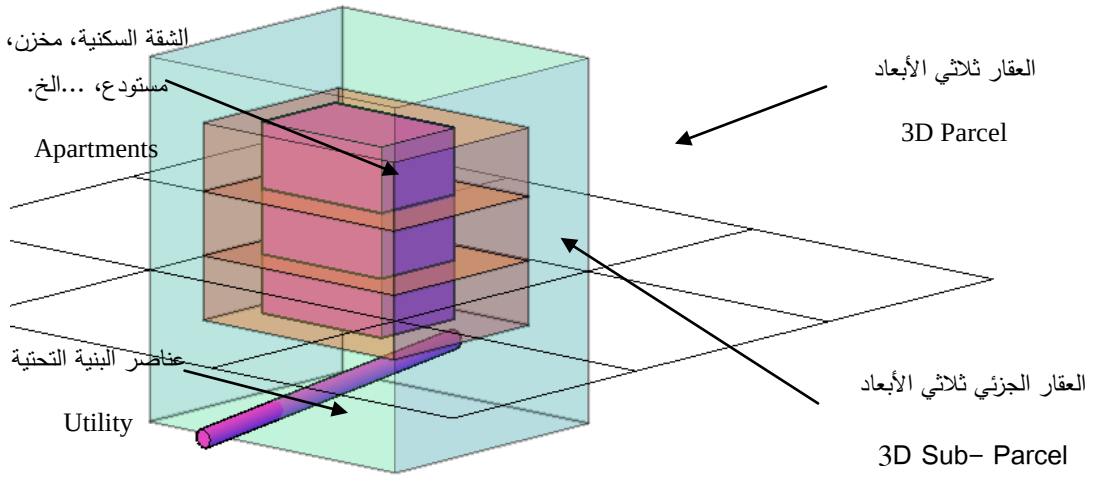
والجدير بالذكر أن هذا النظام العقاري ثلاثي الأبعاد يجب أن يكون مبنياً على أساس العقار ثلاثي الأبعاد وليس على أساس العقار ثنائي البعد (قطعة الأرض الأفقية)[2,3] . ويعرف العقار ثلاثي الأبعاد بأنه ذلك الفراغ المكاني (الحجم) الذي يحدده القانون والتشريعات الناظمة والممتد فوق سطح قطعة الأرض(العقار) حتى حدود ارتفاع معينة وتحت سطح قطعة الأرض(العقار) حتى حدود عمق معينة، الشكل(4).



الشكل(3): تعريف العقار ثلاثي الأبعاد.

2- المكونات الأساسية لنموذج المخطط العقاري المقترح:

من المهم تحديد المكونات المكانية الأساسية اللازم تمثيلها في هذا النموذج العقاري، وهذا بالتأكيد يعتمد على قاعدة البيانات المتواجدة حالياً، هذه المكونات المكانية موضحة في الشكل (5).



الشكل(4): المكونات الأساسية لنموذج المخطط العقاري المقترح.

وسوف نقوم بتعريف كل من هذه المكونات كما يلي:

العقار ثلاثي الأبعاد: تم تعريفه في الفقرة السابقة.

العقار الجزئي ثلاثي الأبعاد: إن العقار الأساسي ثلاثي الأبعاد يتم تقسيمه (أفقياً وشاقولياً) بعملية الإفراز الطابقي إلى عقارات جزئية. هذه العقارات الجزئية تمثّل في هذا البحث المقاسم الطابقية والحقوق الإرتفاقية الناتجين عن عملية

الإفراز الطابقي، وضمن مشروع الإفراز الطابقي يحدد لكل مقسم طابقي ناتج استخدام معين مثل: دار سكن (الشقة السكنية)، أو مستودع، أو مخزن، أو مكتب، ...الخ.

البنية التحتية: وتمثل مختلف عناصر ومكونات البنية التحتية الخدمية سواء فوق سطح الأرض أو تحتها مثل: عناصر الصرف الصحي ومياه الشرب والهاتف والكهرباء، .... الخ.

ويضاف إلى هذه المكونات الشوارع التنظيمية بأنواعها (العقارية، والتنظيمية، والإفرازية، وممرات المشاة، ...الخ) فهي عناصر هامة يجب تمثيلها في النموذج لكون نقطة المقارنة أو منسوب الترخيص للبناء، غالباً يتعلق بهذه الشوارع التنظيمية المقابلة للبناء.

بالنسبة للبيانات اللازمة لتمثيل هذه المكونات بشكل ثلاثي الأبعاد فهي ذات أشكال ومصادر متنوعة سنناقشها لاحقاً وبشكل مفصل في المثال التطبيقي ضمن نتائج هذا البحث.

3- البرمجيات المستخدمة في البحث:

تم استخدام البرمجيات الهندسية التالية لإنجاز هذا البحث:

-**AutoCAD Civil 3D**: وهو أحد برامج شركة Autodesk الشهيرة والمخصص للتصميم والتخطيط في مجال الهندسة المدنية، وتم استخدام هذا البرنامج بشكل رئيسي لتمثيل وعرض المكونات التشريعية للنموذج العقاري.

-**Autodesk Revit**: وهو برنامج لنمذجة معلومات المباني يعتمد على تقنية BIM (Building Information Modeling) ، يتميز هذا البرنامج عن غيره بقدرته العالية على التمثيل الثلاثي الأبعاد بمرونة وسهولة، حيث يسمح للمستخدم بتصميم المباني ومكوّناتها المعمارية المتعددة وتحويلها إلى نماذج ثلاثيّة الأبعاد وربط هذه

المكونات بقاعدة بيانات خاصة بالنموذج، تمكن من الحصول على معلومات تحليلية وتصميمية للمبنى. في هذا البحث تم استخدام هذا البرنامج بشكل رئيسي لتمثيل المكونات الفيزيائية (تشكيل النموذج ثلاثي الأبعاد للبناء المدروس).

-**Adobe Acrobat reader (Pro):** هو البرنامج المعروف المخصص في إنشاء وقراءة المستندات بصيغة الملفات المحمولة (PDF) تم استخدامه في هذا البحث لتصميم الملف 3D PDF والذي يستخدم لربط المكونات الفيزيائية مع المكونات التشريعية ضمن بيئة العمل الأساسية.

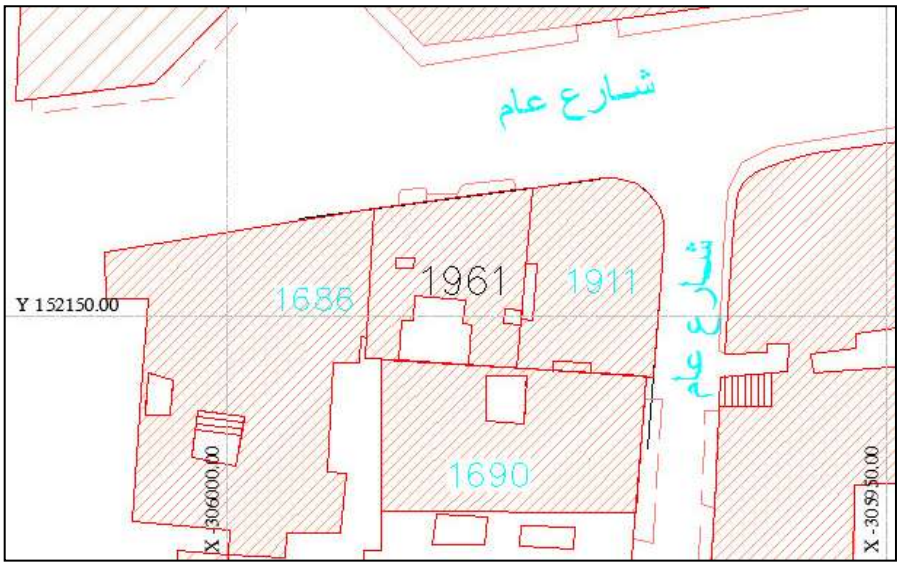
النتائج والمناقشة:

للحصول على نتائج البحث قمنا بدراسة العقار رقم 1691 في منطقة الشيخ ضاهر العقارية في مدينة اللاذقية، هذا العقار مشيد عليه بناء طابقي حديث مؤلف من قبو وطابق أرضي وطابق وسطي وطوابق متكررة كما يوضحه الشكل(5). علماً أننا حصلنا على كافة البيانات العقارية الخاصة بالعقار من مديرية المصالح العقارية في اللاذقية حيث أن السجل العقاري السوري يخضع لقاعدة الإشهار والعلانية، لذلك يمكن لأي شخص الاطلاع على المعلومات المدرجة في السجل بعد تأدية الرسوم القانونية.

الشكل(5): صور البناء المشيد على العقار1691.

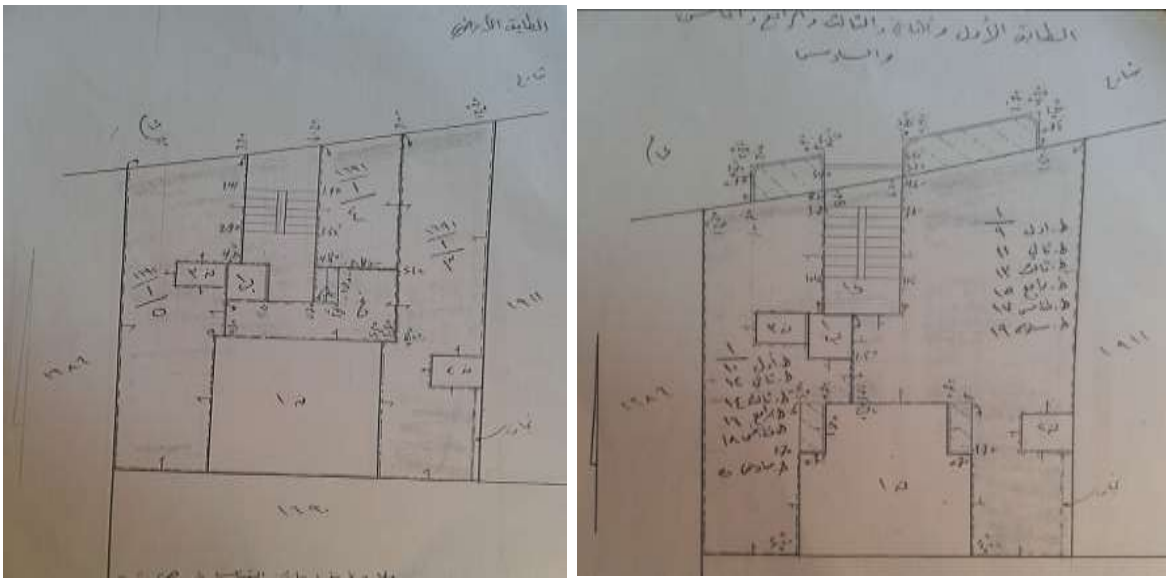
1- البيانات اللازمة ومصادرها:

✓ المخططات العقارية: وهي مخططات ذات صيغة ورقية غالباً، ويتم الحصول عليها بشكل رسمي من مديرية المصالح العقارية، الشكل (6) يوضح المخطط العقاري الرقمي منطقة العقار المدروس.



الشكل(6): مخطط عقاري موضح عليه العقار المدروس والعقارات المجاورة له.

✓ بيانات مشروع الإفراز الطابقي، الشكل (7): يتم الحصول عليها أيضاً من مديرية المصالح العقارية، وهي رسومات ورقية تعبر عن الوضع الراهن للعقار المبني، فهي تبين حدود المقاسم الطابقية والحقوق الارتفاقية المتعلقة بها مع توصيف هذه المقاسم والحقوق وتبيان كافة العناصر الفنية المقيسة (الأطوال غالباً) في كل طابق من البناء الذي يجب أن يكون مبني وفق الرخصة المعمارية المصدقة من قبل البلدية، هذا البحث لا يناقش حالات الأبنية المخالفة للرخصة المعمارية.



الشكل (7): مخططات الإفراز الطابقي للطابق الأرضي والمتكرر.

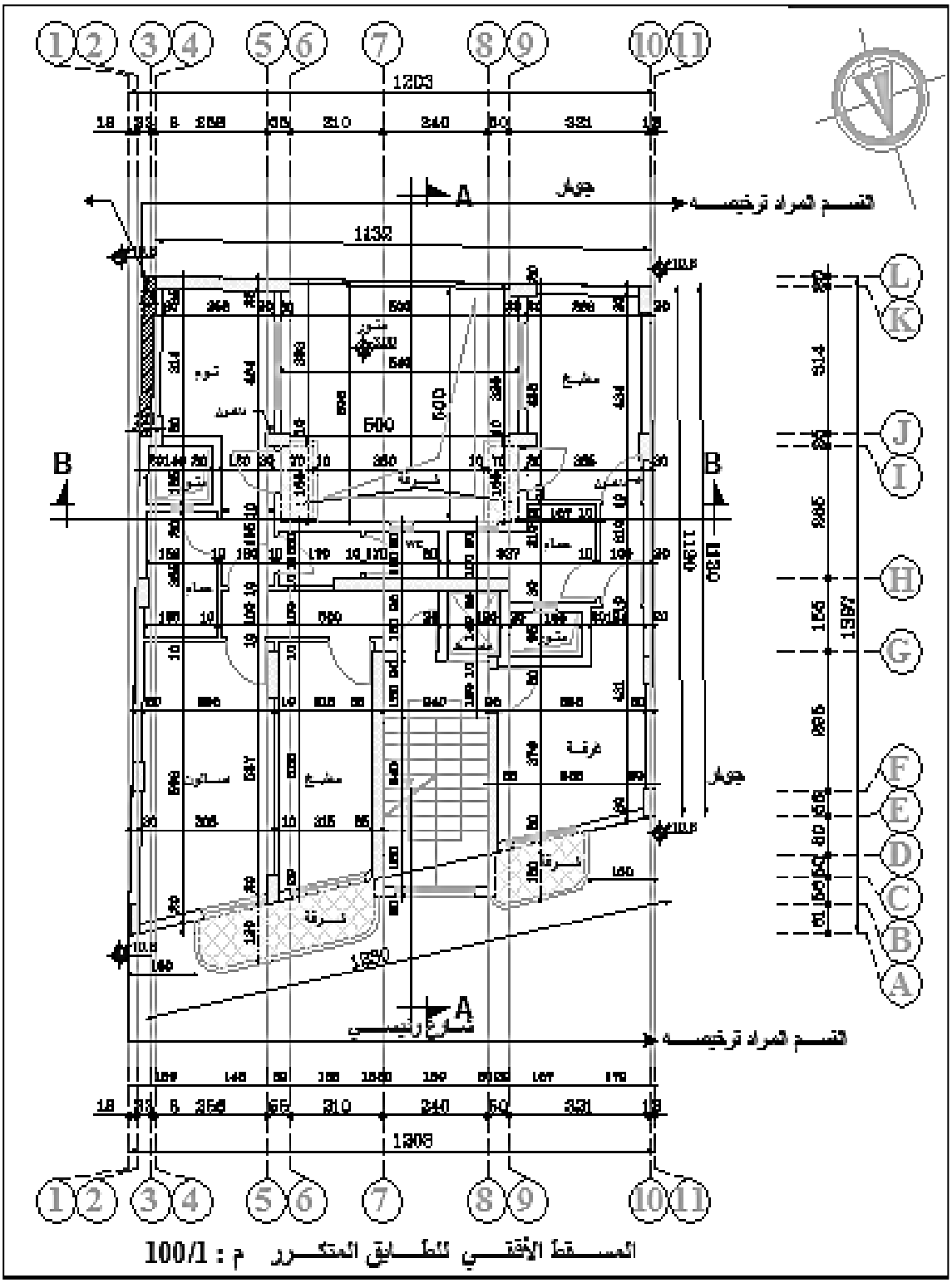
✓ بيانات رخصة البناء: وهي عبارة عن مخططات ورقية (وتوجد منها نسخ رقمية) يتم الحصول عليها من الوحدات الإدارية(البلديات) تضم: المساقط التفصيلية المعمارية لكل طابق من البناء مع توضيح جميع الأبعاد الجزئية لكل العناصر المعمارية والواجهات والمقاطع، ومناسيب وارتفاع كل طابق وفق نقطة المقارنة، وتضم أيضاً

مخططات تنفيذية(إنشائية) تبين التسليح وغير ذلك من متطلبات الترخيص. يوضح الشكل(8) المسقط الأفقي للطابق المتكرر، والشكل (9) يبين المقطع A–A للبناء المدروس.

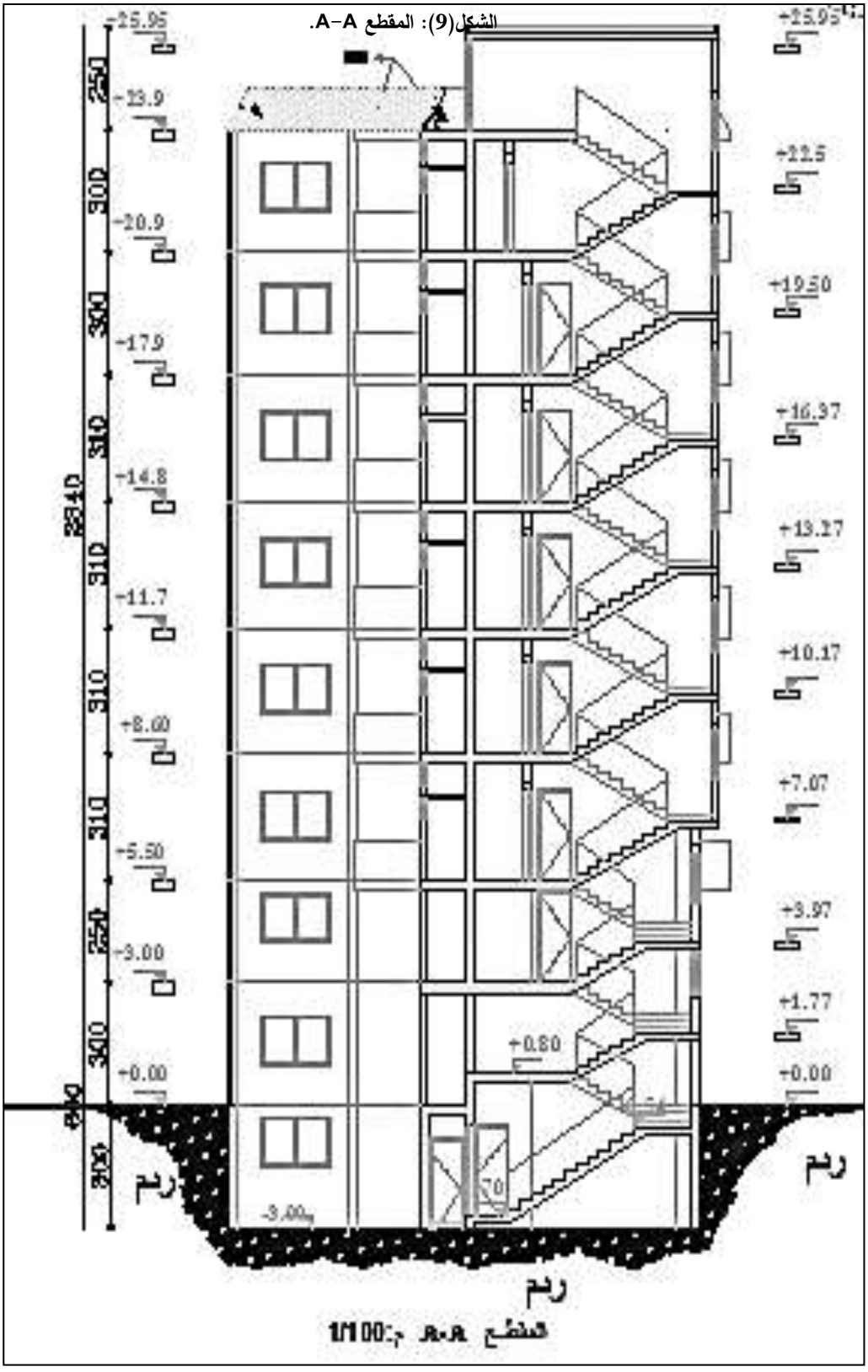
- ✓ البيانات التنظيمية والعمرانية للعقارات، وتضم: المخطط التنظيمي التفصيلي، ونظام ضابطة البناء ونحصل على هذه البيانات أيضاً من الوحدات الإدارية (البلديات) حسب المنطقة عقارية التابعة لها.

الجدول(1): بعض البيانات الخاصة بنظام ضابطة البناء للعقار المدروس.

رقم العقار	1691
عدد الطوابق المسموحة	قبو– أرضي– نصاصي– أول –ثاني– ثالث رابع –خامس– سادس – بيت الدرج.
ارتفاع الطابق	4 متر
الشريحة التنظيمية	تجارة وسكن.

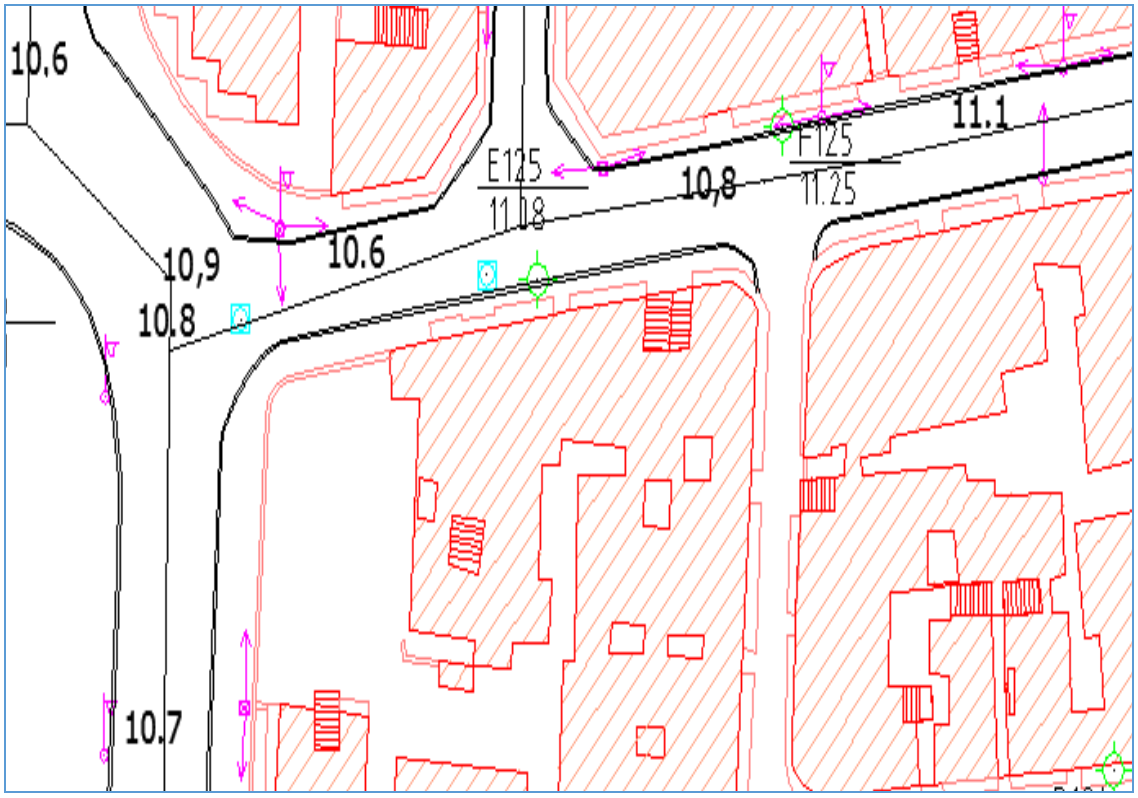


الشكل(8): المسقط المعماري الأفقي للطابق المتكرر.



الشكل(9): المقطع A–A.

- ✓ بيانات البنية التحتية (الصرف الصحي، الكهرباء، الهاتف، مياه الشرب، ...الخ) وتضم: المخططات التنفيذية لمشاريع البنى التحتية، وكافة المعلومات الهندسية والفنية الخاصة بعناصر البنية التحتية وفي هذا البحث سيتم اقتراح تمثيلها دون الدخول في تفاصيلها فهذه مهمة هندسية أكثر من كونها مهمة بحثية.
- ✓ مخططات طبوغرافية: وهي المصدر الأساسي لجمع البيانات الارتفاعية وخصوصاً بما يتعلق بتمثيل الشوارع والطرقات بشكل ثلاثي الأبعاد باستخدام مناسيب الطرق الحقيقية المقيسة كما يوضح الشكل(10).
- ✓



- ✓

الشكل(10): المخطط الطبوغرافي موضحاً عليه مناسيب الشوارع.

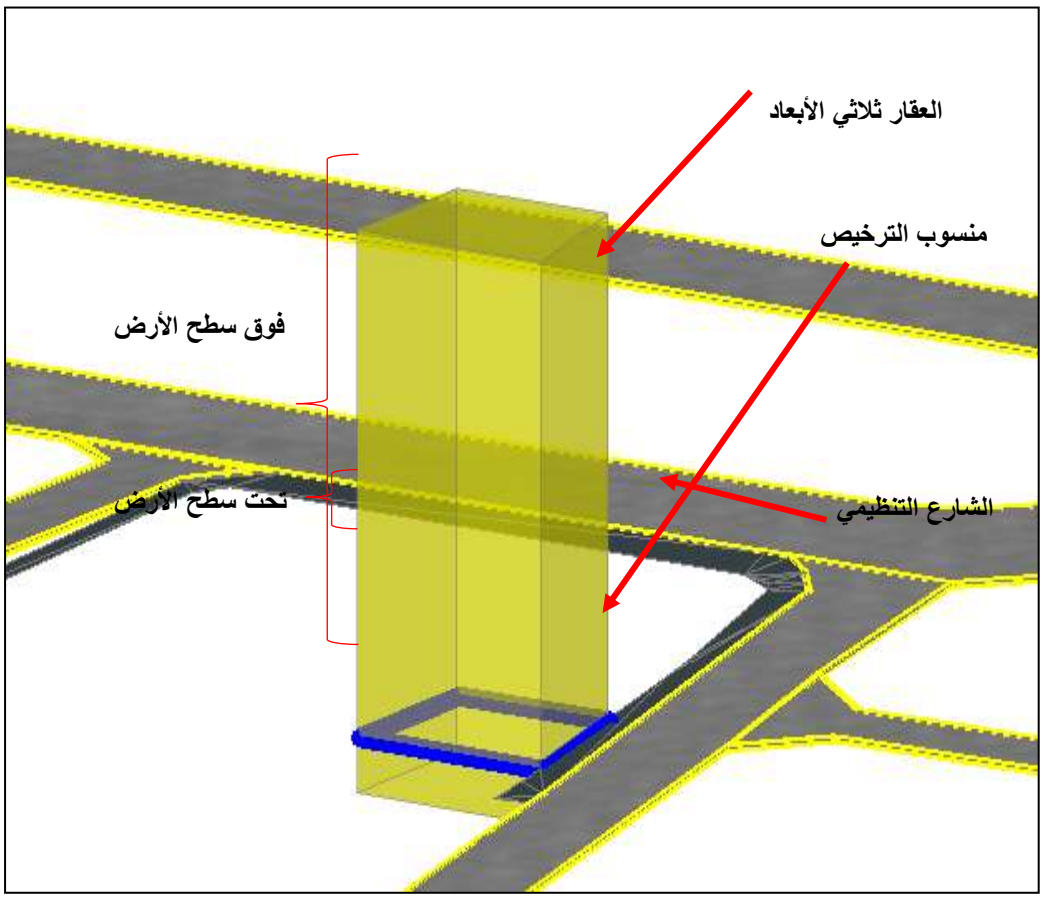
2- تمثيل العناصر المكانية بشكل ثلاثي الأبعاد

أ- تمثيل المكونات التشريعية:

لتمثيل هذه المكونات بشكل ثلاثي الأبعاد تم استخدام تقنية التصميم بمعونة الحاسب(CAD) وذلك باستخدام البرنامج (AutoCAD Civil 3D)، ونشرح باختصار كيفية التمثيل.

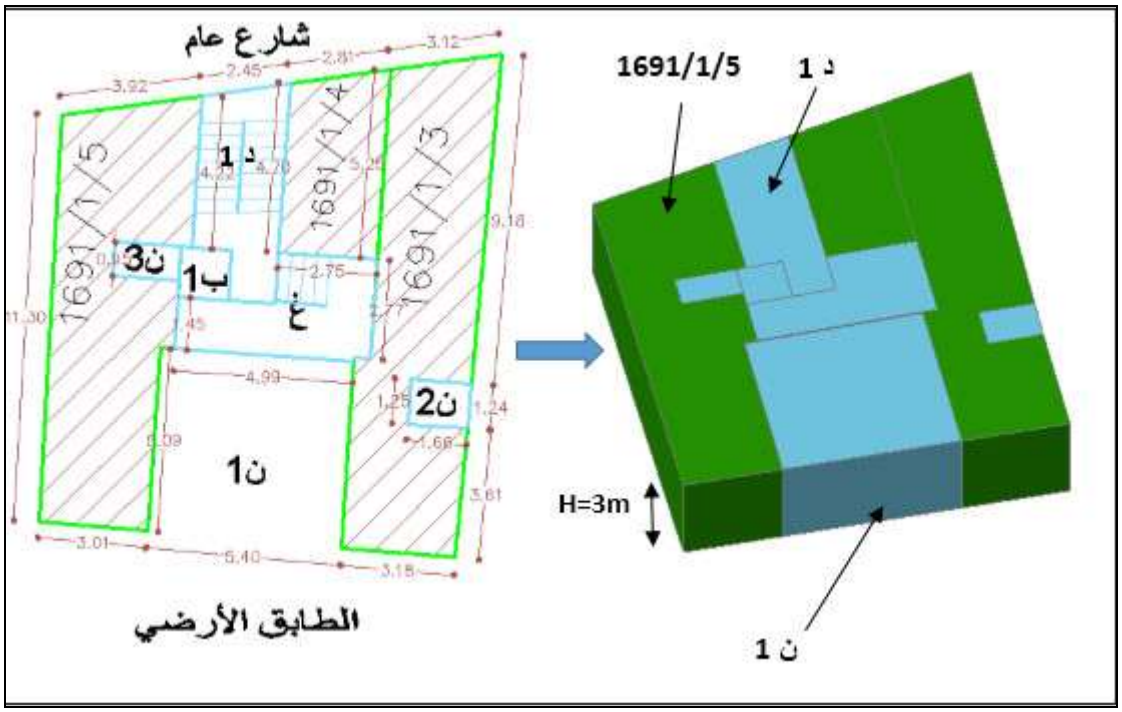
العقار ثلاثي الأبعاد: إن فكرة تمثيل العقار ثلاثي الأبعاد المتبعة في هذا البحث قائمة بشكل أساسي على معطيات نظام ضابطة البناء ومنسوب ترخيص البناء، حيث أنه في نظام ضابطة البناء وحسب كل شريحة تنظيمية تعطى عدة معلومات تنظيمية منها عدد الطوابق المسموحة والارتفاع الأعظمي للبناء. وهذا يحدد الفراغ القانوني ثلاثي الأبعاد الذي يحق استخدامه من قبل مالك العقار ضمن حدود عقاره، مع مراعاة منسوب الترخيص المعطى له من قبل البلدية. ولتمثيل هذا العقار مكانياً يتم أولاً تحديد منسوب الترخيص المعماري في شبكة التسوية العامة للدولة (غالباً يتم تحديد هذا المنسوب نسبة للشارع التنظيمي المقابل للبناء)، ثم يتم تحويل حدود العقار ثنائي البعد إلى كتلة حجمية 3D Solidتعبر عن العقار ثلاثي الأبعاد حسب قيمة الارتفاع الأعظمي للبناء المحدد في نظام الضابطة بمراعاة منسوب

الترخيص المعطى والذي تم اعتباره أيضاً هو المنسوب أو المعيار الذي يحدد الطوابق فوق الأرض والطوابق تحت سطح الأرض، الشكل(11).

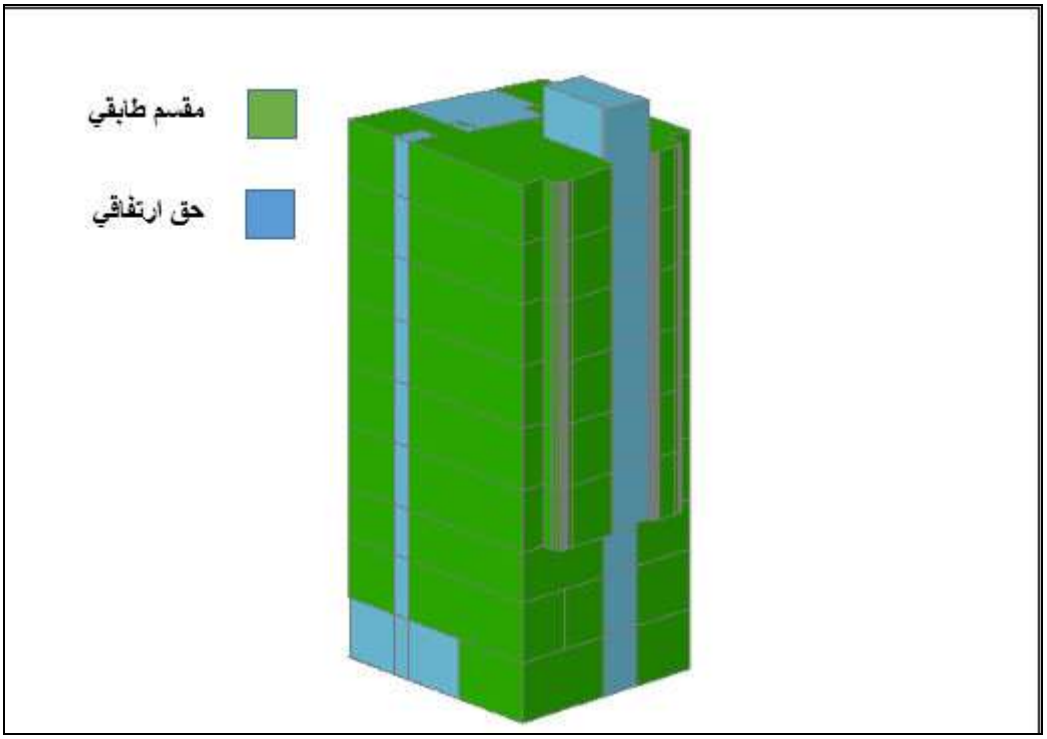


الشكل(11): العقار 1691 ممثل بشكل ثلاثي الأبعاد.

العقارات الجزئية ثلاثية الأبعاد: نقصد بهذه العقارات، كما ذكر سابقاً، بأنها المقاسم الطابقية والحقوق الارتفاقية أي نواتج الإفراز الطابقي للبناء، فقمنا أولا بتحويل مخططات الإفراز الطابقي من الصيغة الورقية إلى الصيغة الرقمية، ثم من خلال عملية الـ Extrude. (البثق) بقيمة ارتفاع الطابق حسب ما جاء في رخصة البناء، تم تحويل كل عقار جزئي (مقسم طابقي أو حق ارتفاقي) إلى بنية هندسية ثلاثية الأبعاد من النوع (3D Solid)[8] . الشكل(12) يوضح تنفيذ هذه الخطوات بالنسبة للطابق الأرضي، والشكل(13) يوضح النموذج التشريعي ثلاثي الأبعاد النهائي.



الشكل(12): تمثيل المقاسم الطابقية والحقوق الارتفاقية للطابق السفلي.

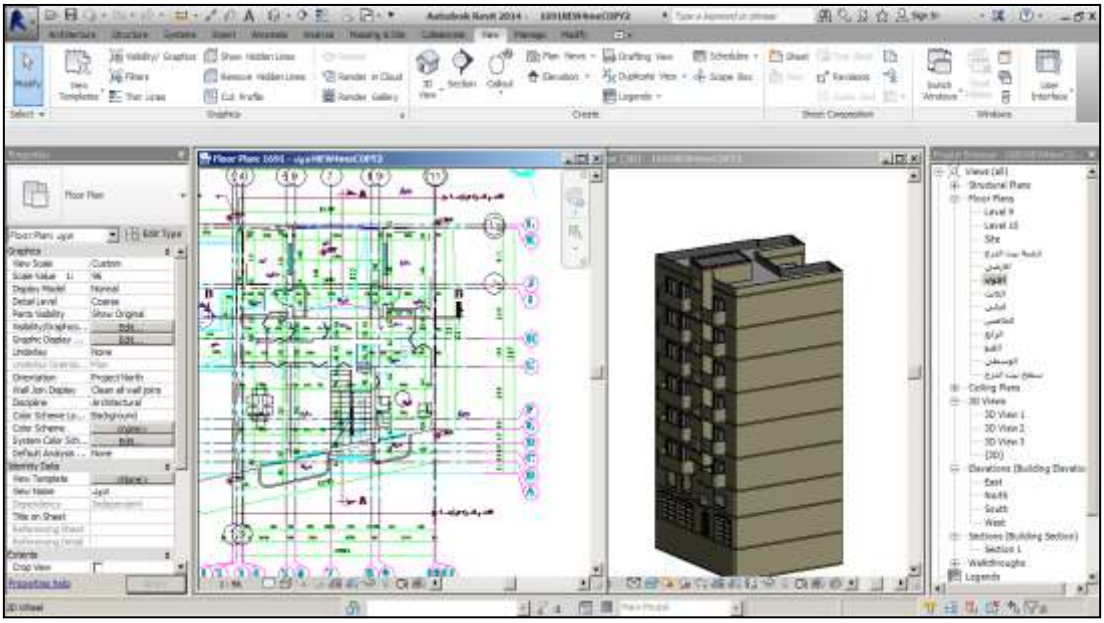


الشكل(13): النموذج التشريعي ثلاثي الأبعاد النهائي للبناء.

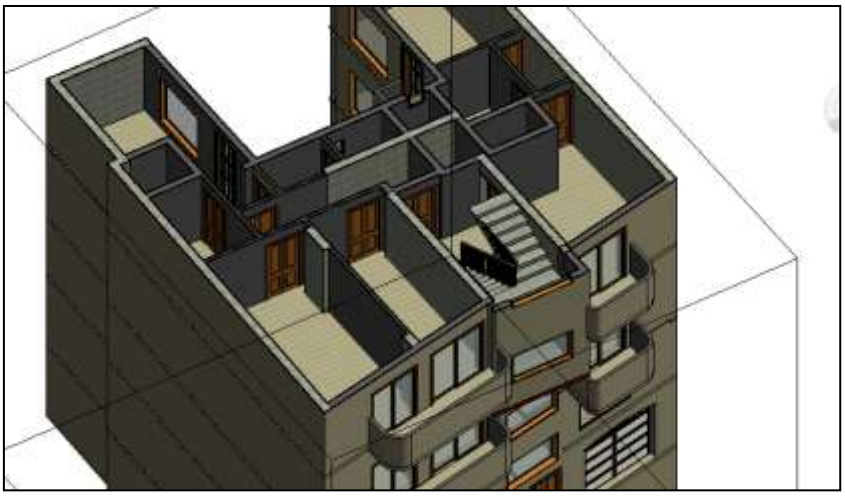
ب- تمثيل المكونات الفيزيائية (الشقق السكنية):

تم الاعتماد على تقنية BIM في بناء نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد للبناء اعتماداً على رخصة البناء، وقد استخدم برنامج Revit كأحد البرامج التي تعتمد هذه التقنية. فهذا البرنامج لديه قدرة كبيرة ومرونة عالية في بناء النماذج ثلاثية الأبعاد والتعامل معها، يوضح الشكل(14) النموذج الثلاثي الأبعاد للبناء ضمن واجهة برنامج Revit.

والجدير بالذكر أنه من أجل نمذجة عقارية صحيحة يجب علينا تمثيل تفاصيل البناء من الداخل والخارج وليس فقط من الخارج[7]، لأنه من المهم رؤية التفاصيل الداخلية للبناء من قبل كثير من المستخدمين ولأغراض مختلفة الشكل(15) يوضح لقطة منظورية تبين التفاصيل الداخلية للبناء.



الشكل(14): النموذج الثلاثي الأبعاد للبناء ضمن واجهة برنامج Revit.



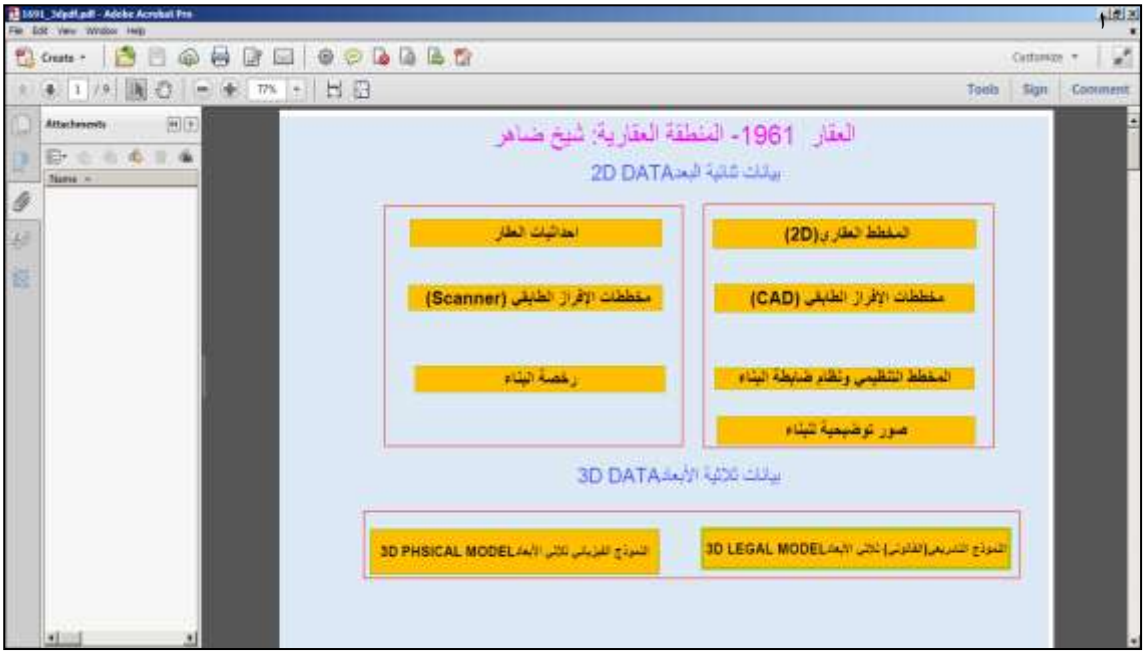
الشكل(15): لقطة توضح التفاصيل الداخلية للبناء.

3- ربط المكونات التشريعية مع المكونات الفيزيائية الموافقة وكافة البيانات اللازمة الأخرى.

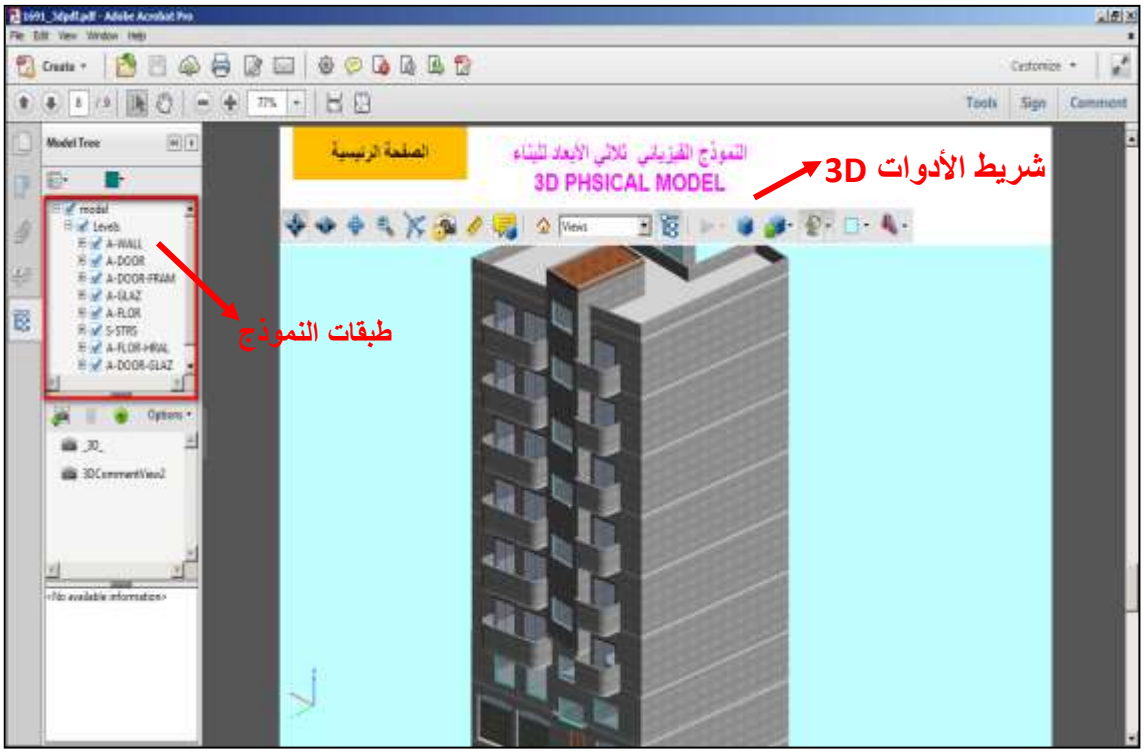
إن تمثيل كل المكونات الفيزيائية والتشريعية لعقار ثلاثي الأبعاد في بيئة عمل واحدة (مثلا بيئة برنامج AutoCAD Civil 3D) يعتبر عمل صعب ومعقد نوعاً ما وينتج عنه حالات عدم فهم للوضع التشريعي للعقار[7]. بالإضافة إلى ذلك يصبح لدينا كماً ضخماً من البيانات يصعب معالجتها وعرضها بمرونة وسرعة من قبل البرنامج المستخدم. لذلك تم في هذا البحث اعتماد منهجية تقضي بتمثيل العناصر التشريعية فقط (العقار ثلاثي الأبعاد والعقارات الجزئية ثلاثية الأبعاد) ضمن بيئة AutoCAD Civil، أما العناصر الفيزيائية (النموذج ثلاثي الأبعاد للبناء الذي تم بناءه باستخدام برنامج Revit) يتم اعتبارها كمصادر بيانات خارجية يتم ربطها بعملية(Hyperlinks) بالعناصر التشريعية الموافقة لها.

إن برامج التمثيل والنمذجة ثلاثية الأبعاد متعددة ومتنوعة اليوم، وكل منها يتعامل مع صيغ بيانات معينة لتخزين المعلومات ثلاثية الأبعاد، فنحن استخدمنا برنامج (Revit) مثلاً، ولكن شخص آخر يستخدم برنامج (Sketchup أو 3d Max)، بعض هذه البرامج لها قدرة قوية على التخاطب مع بعض البرامج الأخرى من خلال صيغ بيانات معينة وبعضها الآخر لا يملك هذه الخاصية، لذلك إن هذه المنهجية المتبعة تفرض علينا اختيار صيغة بيانات ثلاثية الأبعاد موحَّدة لعرض جميع البيانات الفيزيائية من خلال برنامج موحَّد، ويفضل أن يكون هذا البرنامج متمتعاً بالمرونة وسرعة المعالجة وسهولة الاستخدام، وأن يكون معروف من قبل عامة المستخدمين إلى جانب امتلاكه إمكانيات قوية ومفيدة في عرض وتمثيل البيانات ثلاثية الأبعاد.

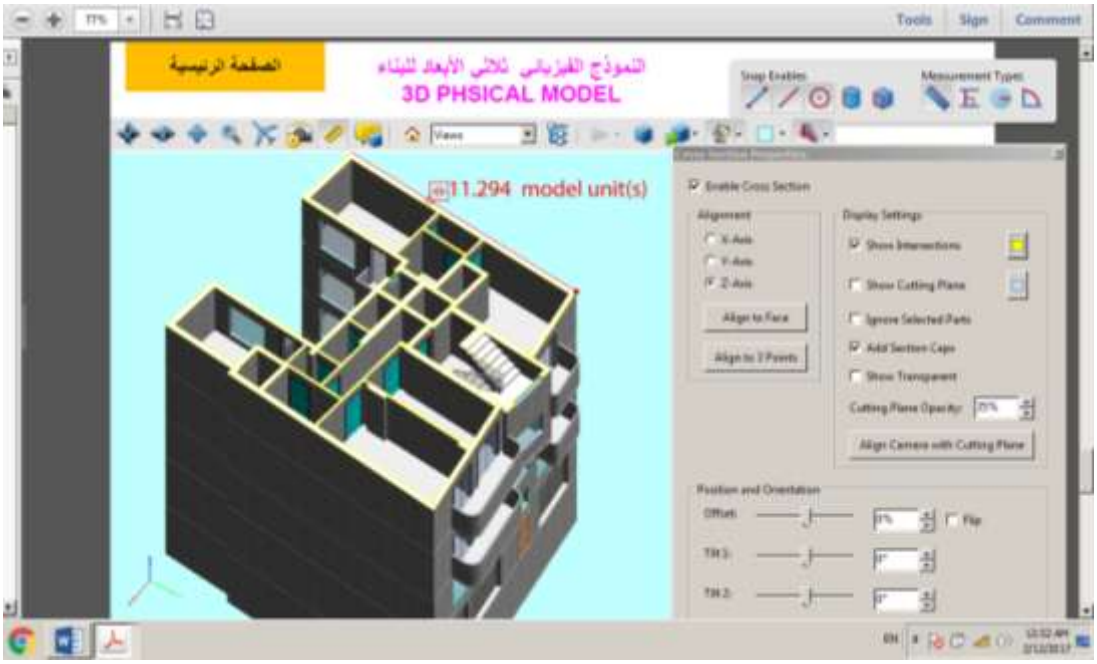
وقد تم في هذا البحث اختيار 3D PDF كصيغة بيانات ثلاثية الأبعاد موحَّدة. حيث أصبح بإمكاننا عرض البيانات ثلاثية الأبعاد عن طريق ملفات 3D PDF، ومن إيجابيات هذه الملفات أنها مألوفة كثيراً بالنسبة للمستخدمين، والبرنامج الذي يتعامل معها هو البرنامج (Adobe Acrobat Pro) وهو مجاني ومعروف وسهل استخدامه[7,9]. ومن المزايا الأخرى أنه من خلال ملفات 3D PDF يمكن عمل تكامل في عرض أنواع مختلفة من البيانات في نفس الملف بالإضافة إلى البيانات ثلاثية الأبعاد، مثل: صور، مقاطع فديو، نصوص وكتابات توضيحية، رسومات رقمية ثنائية البعد،...إلخ [7,9,10]، قتمَّ استغلال هذا الأمر في تشكيل ملف واحد وشامل يحوي جميع البيانات الخاصة بالعقار وهذه البيانات كافية لتوصيف وشرح حالة أي عقار، وهذا يجنبنا من تعدد وتداخل الملفات، الشكل(16) يعرض الصفحة الأولى من ملف 3D PDF الخاص بالعقار المدروس، هذه الصفحة تم تصميمها كواجهة برمجية تحوي جميع البيانات المتعلقة بالعقار المدروس سواء ثنائية البعد أو ثلاثية الأبعاد، والشكل(17) يوضح نموذج البناء ثلاثي الأبعاد ضمن البرنامج مع شريط الأدوات الخاصة بـ 3D . إضافة لذلك إن3D PDF لها قدرة كبيرة على التعامل مع البيانات ثلاثية الأبعاد ويمكن عمل كثير من المهمات التي لها فائدة في الأغراض العقارية من خلال برنامج Adobe Acrobat Pro، نذكر على سبيل المثال: خيارات كثيرة في طريقة عرض وإظهار البيانات (Render Options, Creating Views, Rotate, Slice, Scaling)، عمل مقاطع عرضية (Cross Section) في أي جزء من البناء حسب مستويات مختلفة وبخيارات متعددة، إجراء القياسات داخل البرنامج (حجوم، مساحات، أطوال، زوايا) [10]، يوضح الشكل(18) إجراء بعض هذه المهمات.



الشكل(16): الصفحة الأولى ضمن ملف 3D PDF.



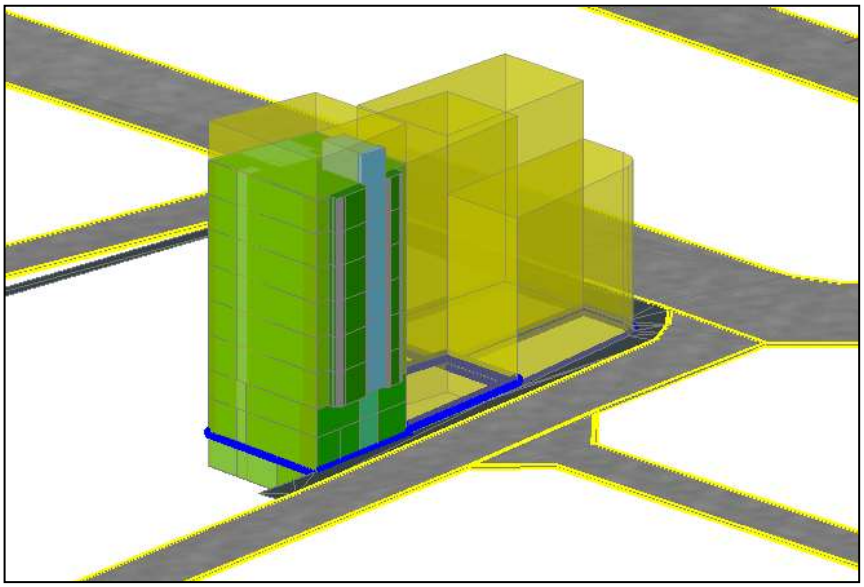
الشكل(17): نموذج البناء ثلاثي الأبعاد كأحد مكونات ملف 3D PDF.



الشكل(18): إمكانية إجراء المقطع العرضي والقياسات لنموذج البناء داخل ملف 3D PDF.

4- تجميع وتنظيم كل هذه المكونات ضمن بيئة العمل وتشكيل النموذج النهائي.

بعد أن يتم تمثيل جميع المكونات السابقة يتم تجميع المكونات القانونية ضمن بيئة عمل واحدة (بيئة برنامج Civil 3D)، ومن ثم يتم ربطها عن طريق الأمر Hyperlink مع ملف 3D PDF الذي تم تصميمه سابقاً كما يوضح الشكل(19).



الشكل(19): تجميع المكونات القانونية ضمن بيئة عمل واحدة وربطها بمكوناتها الفيزيائية الخارجية.

الاستنتاجات والتوصيات:

في نهاية البحث يمكن تقديم مجموعة من الاستنتاجات.

1-بعد أن كان محتوى المخطط العقاري يقتصر فقط على تمثيل المكونات العقارية بشكل ثنائي الأبعاد، أصبح ممكناً تمثيل هذه المكونات بشكل رقمي ثلاثي الأبعاد أقرب للواقع.

2-إن النموذج العقاري الناتج يعتمد على تمثيل كل من المكونات القانونية والفيزيائية الموافقة لها وهي بيانات ضخمة من مصادر متعددة، وبالتالي يمكن اعتباره قاعدة بيانات مكانية أساس يستفاد منها في مختلف المشاريع الهندسية.

3-قدم البحث مثالاً عملياً عن إمكانية الاستفادة من البرامج والتقنيات العلمية المتوفرة وخصوصاً في مجال النمذجة والعرض في بيئة 3D والتي أصبح استخدامها أمراً أساسياً في ظل تطور التكنولوجيا الرسومية.

4-إن الملف 3D PDF الذي تم اقتراح استخدامه ضمن منهجية البحث يساعد بشكل كبير على الأرشفة الرقمية للبيانات المختلفة المتعلقة بالعقار، حيث أن تضمين كل بيانات العقار المتنوعة (من ناحية المصادر والبنية الهندسية) ضمن ملف واحد يساهم بعملية أرشفة وصيانة البيانات من جهة، وسهولة تداولها من جهة أخرى.

يمكن تقديم مجموعة من التوصيات اللازمة لاستكمال الأبحاث في مجال هذا البحث.

1-تحديث وتطوير التشريعات والقوانين الناظمة لنظام التسجيل العقاري الحالي بحيث يمكن الانتقال نحو النظام العقاري ثلاثي الأبعاد مستقبلاً (تعريف العقار ثلاثي الأبعاد قانونياً وهندسياً). علماً أن هذا لا يعني الاستغناء عن النظام العقاري الحالي ثنائي البعد بكافة مكوناته والذي أثبت قوته ومتانته، حتى بعد الانتقال نحو النظام العقاري ثلاثي الأبعاد، لأن عملية الانتقال هذه ستحتاج حتماً إلى وقت طويل وجهد كبير على الصعيد التشريعي، والمؤسساتي والتكنولوجي حتى نحصل على نظام عقاري ثلاثي الأبعاد متكامل يغطي معظم المتطلبات. فالمخططات العقارية الحالية تعتبر إرثاً ثميناً يجب الحفاظ عليه مهما جرى من تطوير وتحسين على نظام التسجيل العقاري.

2-إيجاد طريقة فعالة ومرنة تسمح بتشارك البيانات وتبادلها بين الجهات ذات الصلة، فهذه الفكرة تعتبر مفتاح التطوير لأي عمل هندسي متكامل على مستوى الدولة.

3-رقمنه وأرشفة البيانات النصية، فالصيغة الورقية الحالية والقديمة تشكل أحد المعوقات أمام عجلة التطوير المعلوماتي والتكنولوجي (وهذا لا يعني إلغائها فهي تشكل إرثاً معلوماتياً ثميناً).

المراجع:

1. YING, S;GUO, R; LI, L. *Building 3D Cadastral System Based on 2D Survey Plans with SketchUp*, Geo-spatial Information Science,Vol.14,No.2, June 2011,129-136.

2. AIEN, A. *3D Cadastral Data Modelling*, The University of Melbourne, AUSTRALIA,2013.474.

3. Stoter, J.E, *3D Cadastre*, PhD thesis, TU Delft, 2004, 344 pp.

4. OOSTEROM, P. V; STOTER, J; LEMMEN. *Modelling of 3D Cadastral Systems*, TU Delft, 2006, 14.

5. AIEN, A; RAJABIFARD, A; KALANTARI, M; WILIAMSON, I. *Aspects of 3D Cadastre- A Case Study in Victoria*, FIG Working Week 2011, Marrakech, Morocco, 18-22 May 2011, P 15.

6. PARK, S; LEE, J; LI, H. *3D Cadastre Data Model in Korea ; based on case studies in Seoul*, The Journal of GIS Association of Korea, Vol. 17, No. 4, December 2009, 469-481.

7. SHOJAEI,D. *3D Cadastral Visualization: Understanding Users' Requirements*, The University of Melbourne,AUSTRALIA,2014,352.

8. KITSAKIS, D; DIMOPOULOU, E, *Contribution of Existing Documentation in 3D Cadastre*, 4th International Workshop on 3D Cadastres, Dubai, United Arab Emirates, 9-11 November 2014,18.

9. FRÉDÉRICQUE, P; RAYMOND, K; PROOIJEN, K, *3D GIS as Applied to Cadastre – A Benchmark of Today's Capabilities*, FIG Working Week 2011, Marrakech, Morocco, 18-22 May 2011,14.

10. VANDYSHEVA,N; IVANOV, A; PAKHOMOV, S ; SPIERING,B; STOTER,J; ZLATANOVA,S; OOSTEROM,V, *Design of the 3D Cadastre Model and Development* of the Prototype in the Russian Federation, 2nd International Workshop on 3D Cadasters, Delft, the Netherlands, 16-18 November 2011,22.