أتمتة تحويل الخرائط الطبوغرافية بصيغة CAD إلى قواعد البيانات الجغرافية GIS *

م. أسامة درويش**

أ.د.م. رياض المصري*** أ.د.م. معن حبيب****

الملخص

تقدّم برمجيات أنظمة المعلومات الجغرافية GIS أدوات استيراد يدوية للخرائط التي تُنتج باستخدام برمجيات التصميم بمعونة الحاسب CAD لتحويلها إلى قاعدة بيانات جغرافية، لكن هذه العملية تحتاج إلى وقت وجهد كبيرين. لن يكون هذا التحويل مفيداً إلا بعد تحليل طبيعة العلاقة بين برمجيات CAD وبرمجيات GIS، خصوصاً في إعداد الخرائط. فهل هذه العلاقة ذات طبيعة تنافسية أو تكاملية؟ حاول هذا البحث الإجابة عن هذا التساؤل من خلال دراسة المحاور الآتية: النّمذجة، والسّمة المكانية، والمقياس، والتحليل المكاني وإدارة البيانات. تُظهر تجارب إعداد الخرائط كلّها أن هذه العلاقة ليست ذات طبيعة تنافسية على الإطلاق، بل لها طبيعة تكاملية، إذْ إنَّ برمجيات CAD تختص في إعداد المخططات التصميمية التقنية، في حين تتصدى برمجيات GIS لإعداد الخرائط العامة والفرضية. على أنه يمكن الإفادة من البيانات المكانية التي تُجمع باستخدام برمجيات CAD (خرائط طبوغرافية وتنظيمية وعقارية) من خلال "ترقيتها" إلى قاعدة بيانات جغرافية تعمل في بيئة GIS. تعتمد طرائق التحويل المتاحة منهجية يدوية، مما اقتضى البحث في منهجية آلية تلبي حاجات المستخدمين المختلفة. طُبقت هذه المنهجية في تحويل خرائط طبوغرافية منجزة بطرائق مساحية متعددة في بيئة CAD إلى بيئة GIS، وتُظهر النتائج أن المنهجية الآلية المقترحة تحقق النتيجة المرجوّة لعملية التحويل، وتوفر الوقت والجهد ولا تغفل أية طبقة مكانية موجودة في ملفات CAD، بعد الالتزام بالاشتراطات التي تتطلبها المنهجية المقترحة.

الكلمات المفتاحية: نظم معلومات جغرافية، نظم تصميم بمعونة الحاسب، نمذجة، طبولوجيا، غرضي، قواعد البيانات S المكانية العلائقية، تمثيل شعاعي، تمثيل مصفوفي، تحليل مكاني، لغة الاستعلام البنيوية، المنحنى

* أعد البحث في سياق رسالة الدكتوراه للمهندس أسامة درويش بإشراف الدكتور المهندس رياض المصري والدكتور المهندس معن حبيب.

** طالب دكتوراه في كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق– قسم الطبوغرافيا

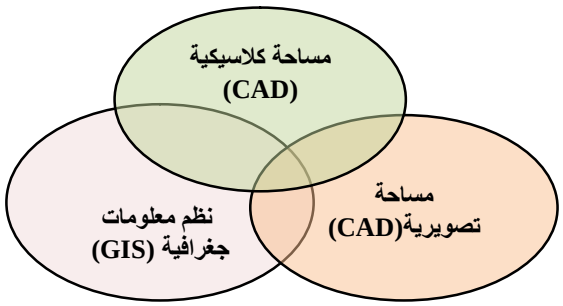
*** أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق- قسم الطبوغرافيا

**** أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنية جامعة دمشق- قسم الطبوغرافيا

1. المقدمة:

كانت الحوامل الورقية حتى ستينيات القرن الماضي هي الحامل الوحيد لتمثيل الرسومات والمخططات والخرائط، ومع التطور التقني والتكنولوجي وظهور الحواسب، كان لابدَّ من البحث عن الحوامل الرقمية لتمثيل السمات المكانية واللامكانية لما لها من ميزات كسهولة في الرسم والتبادل وعدم التأثر بالعوامل الجوية. فقد كان الظهور الأولي لحوامل الرقمية تطوراً كبيراً من خلال برمجيات تصميم بمعونة الحاسب **CAD** التي تبنت مفهوم تصميم العناصر(2 بعد،3 بعد) لتلبية حاجات المهندسين المختلفة (تصميم الأبنية، والمعدات الصناعية،..) الذي يتمتع بدقة عالية وأدوات تصميم احترافية ركزت على الشكل الهندسي للعنصر تركيزاً مطلقاً[11].

شهدت سنة 1960 ظهور الجيل الأول لنظم المعلومات الجغرافية في أوتاوا، كندا من قبل وزارة الاتحادية للمياه والغابات والتنمية الريفية، إذْ أسس **Dr. Roger Tomlinson** ما يعرف بنظام المعلومات الجغرافية كندا (**CGIS**) لتخزين البيانات وتحليلها ومعالجتها تلك البيانات التي جُمعت لحصر الأراضي وأرشفتها في كندا بمقياس **1:50000**. في بداية الثمانينيات، برز العديد من الشركات ومعاهد البحوث التي تبّنت مفهوم نظم المعلومات الجغرافية **GIS** مثل برمجيات (**ESRI/ArcGIS**) و(**Intergraph/Geomedia**)، كباعة تجاريين أساسيين لهذه البرمجيات، وقد تم بنجاح الجمع بين نهج الجيل الأول والثاني والوصول إلى الجيل الثالث الذي يتبنى قواعد البيانات المكانية العلائقية لتنظيم بيانات السمات مكانياً ووصفياً وسلوكياً [7]. حتى الآن تعدُّ برمجيات **CAD** المنصة الرئيسة لجمع البيانات المكانية الرقمية لإعداد المخططات والخرائط الطبوغرافية الرقمية بطرائق المساحية (الطبومترية والتصويرية)، ومن ثَمَّ تُؤَهَّلُ هذه الملفات (**File CAD**) إلى بيئة نظم المعلومات الجغرافية **GIS**. في المدة الأخيرة طورت العديد من شركات المطورة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية لتكون منصة رئيسة لإنتاج البيانات المكانية الرقمية مباشرة، انظر الشكل (1).

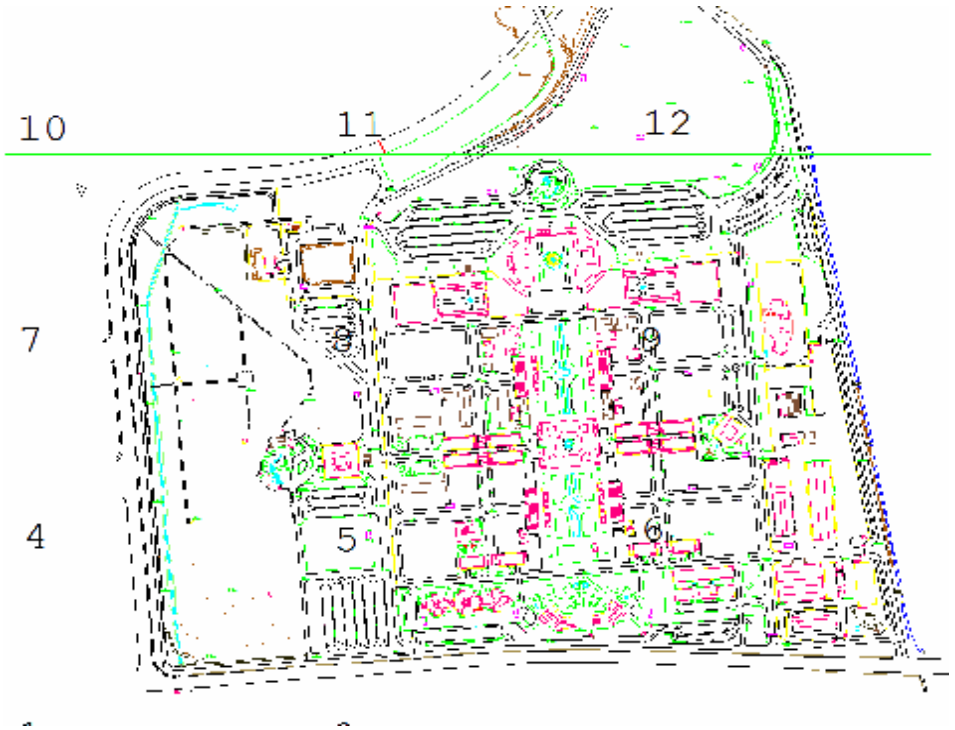


الشكل(1): **دور برمجيات CAD و GIS في الأعمال المساحية**

2. المعطيات المستخدمة في البحث:

- مشروع (1): مخططات طبوغرافية لمدينة دمشق ومحيطها الحيوي (**14000** هكتار) منجزة بطريقة المساحة التصويرية الرقمية في العام 2001، وهي عبارة عن بيانات رقمية ثنائية الأبعاد وبصيغة (**DWG**) مؤلفة من 65 طبقة وظيفية وبدقة مكانية 100 سم^2 وبعدد لوحات طباعية 255 لوحة بمقياس (**1:5000**).
- مشروع (2): مخططات طبوغرافية لمدينة المعارض والأسواق الدولية (120هكتاراً، إلى الجنوب من مدينة دمشق)، منجزة بطريقة المساحة التصويرية الرقمية في العام 2007وهي عبارة عن بيانات رقمية ثلاثية الأبعاد بصيغة (**DGN**) مؤلفة من 62 طبقة وظيفية، تعبّر كل طبقة عن نوع سمات متشابهة وبدقة مكانية 20 سم^2 وبعدد لوحات طباعية 12 بمقياس (**1:1000**) انظر الشكل رقم (2).
- مشروع (3): مخططات طبوغرافية لمدينة الحصن (721 هكتاراً، إلى الشمال الشرقي من

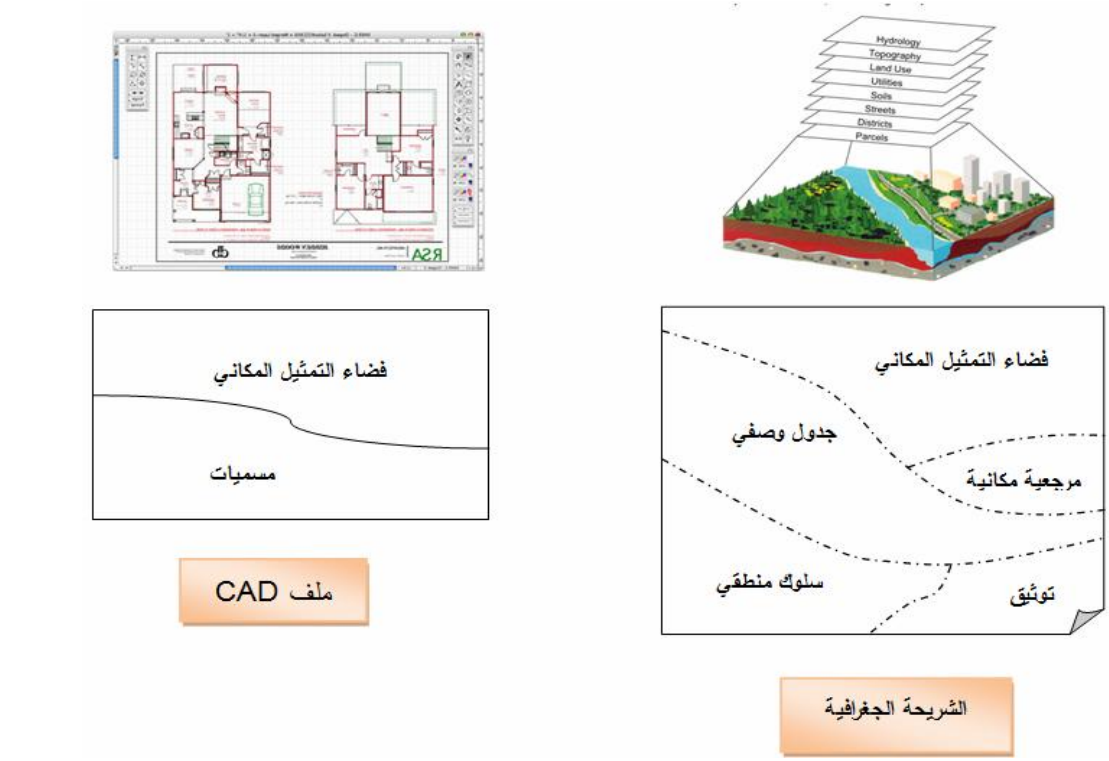
مدينة حمص) منجزة بطريقة المساحة الكلاسيكية، وهي عبارة عن بيانات رقمية ثنائية الأبعاد بصيغة (**DWG**)، مؤلفة من 45 طبقة وظيفية، وبدقة مكانية 40 سم^2 وبعدد لوحات طباعية 9 لوحات بمقياس (**1:2000**)



الشكل(2) مشروع رقم /2/، منطقة الدراسة بيانات الرفع الطبوغرافية (3 بعد)
لمدينة المعارض والأسواق الدولية بصيغة DGN في بيئة CAD

3. التمثيل المكاني الرقمي في CAD & GIS:

وجدت برمجيات الرسم والتصميم الهندسي بمعونة الحاسب **CAD** كبيئة لخلق رسومات هندسية تفصيلية عالية الدقة وإنشائها بشكل ثنائي وثلاثي الأبعاد، فهي ذات وظيفة تصميمية، تفيد في المجالات الهندسية التقنية (معمارية، وإنشائية، وميكانيكية) التي تدعم بقوة التمثيل الهندسي للعناصر من خلال بيئة رسم دقيقة مزودة بأدوات تصميم احترافية تناسب تفاصيل العناصر، الأمر الذي يجعلها منصة فعالة في المجالات الهندسية التصميمية، أمَّا البيانات الوصفية التي تعدُّ متممات توضيحية فتكتب بشكل مباشر ومستقل في بيئة الرسم**[1]**. لكن مع دخول الحاسوب بوصفه أداة تساعد في نمذجة الواقع الحقيقي ومحاكاته (مكانياً ووصفيا وسلوكيا) ظهرت برمجيات نظم المعلومات الجغرافية **GIS**، لأنَّها بيئة قادرة على جمع المعلومات المرتبطة بالمكان وتخزينها وتحليلها وعرضها، تأتي هذه القدرة من خلال الربط المباشر بين البيانات المكانية والوصفية وتحديد طبيعة علاقات الارتباط. فقد تبنَّت برمجيات **GIS** مفهوم الشريحة الجغرافية في قاعدة البيانات العلائقية التي تتسم بخمس صفات رئيسة: فضاء التمثيل المكاني(2بعد،3بعد) جدول وصفي، وسلوك منطقي، وجدول توثيقي، ومرجعية مكانية .انظر الشكل رقم (3).



الشكل(3) مقارنة تحليلية بين مكونات كل من الشريحة الجغرافية في GIS والطبقة الهندسية في CA

4. العلاقة بين برمجيات GIS وبرمجيات CAD:

إن البحث في طبيعة العلاقة بين برمجيات نظم المعلومات الجغرافية **GIS** وبرامج تصميم هندسي بمعونة الحاسب **CAD** قضية تصدى لها كثير من الباحثين وعلى عدة محاور، هل هي علاقة ذات طبيعة تنافسية أو تكاملية؟ ولذلك نُوقِشَتْ طبيعة هذه العلاقة من خلال المحاور الآتية:(**النمذجة، والسمة المكانية، والمقياس، والتحليل المكاني، وإدارة البيانات**). تساعد مناقشة هذه المحاور على تحديد طبيعة العلاقة بين برمجيات التصميم بمعونة الحاسب وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وكيفية التأهيل الآلي لملفات **CAD** إلى شرائح جغرافية في قاعدة البيانات المكانية العلائقية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

1.4. النمذجة:

يتعدى مفهوم نمذجة الواقع الحقيقي الشق المكاني للسمات المكانية (2 بعد، 3 بعد) إلى الشقين الوصفي المرتبط بالمكان والسلوك المنطقي للسمات. تتمتع برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بأدوات نمذجة معيارية تلبي مفهوم النمذجة الحقيقية للواقع الذي يتبنى المرجعية المكانية كأساس مكاني لتوضع البيانات، إذْ تُمكن المستخدم من الحصول عن إجابات عن أسئلة مركبة مكانية ووصفية [2]، في حين تستطيع برمجيات **CAD** أن تقدم تمثيلاً مكانياً مجرداً للواقع (2 بعد، 3 بعد)، مع العلم أن الوظيفة الأساسية لهذه الأنظمة هي التصميم الهندسي، في البداية تصدت برمجيات **CAD** لتمثيل المخططات والخرائط (الطبوغرافية، والعقارية، والتنظيمية) بشكل مكاني مجرد، انظر الجدول رقم (1)، ولتتغلب على محدودية التمثيل اعتمدت إضافة المسميات كمعلومات وصفية تضاف بشكل إظهاري وتبقى سمات توضيحية مستقلة غير مرتبطة بالسمات المكانية، فهي لا تستطيع إجابة المستخدم عن الأسئلة المركبة مكانياً ووصفياً، علماً أن كثرة المسميات سيؤدي حتماً إلى تشويش كاتوغرافي

للمخطط، ومن ثَمّ تؤدي إلى صعوبة قراءته وفهمه،في حين تعتمد برمجيات **GIS** نمذجة البيانات المكانية واللامكانية في قاعدة البيانات المكانية الوصفية العلائقية، بحيث تُخَزَّنُ البيانات كلّها في جداول وصفية مرتبطة بشكل مباشر مع السمات المكانية وتُظْهَرُ المعلومات صورياً وبشكل حركي نشيط بحسب الحاجة (العنونة الآلية الحركية)[11].

الجدول (1) مستوى النمذجة في كل من برمجيات CAD وGIS

الواقع الحقيقي	شوارع المدينة	عقارات المدينة
الغرض	شوارع	عقار
البيانات المكانية	سمة خطية	سمة مساحية
المعلومات الوصفية	اسم الشارع تصنيف الشارع السرعة الاستثمارية	رقم العقار اسم المالك ..
السلوك	اتجاه السير	تحديد طبيعة الجوار

CAD

GIS

مستوى النمذجة

كما تتمتع برمجيات **GIS** بإمكانية نمذجة الواقع في الحالتين الساكنة والحركية، لأنَّها تعتمد نمذجة سلوك العنصر، فعند تعرّضه لأي مُؤثر خارجي سوف يتصرف برد فعل حقيقي يتناسب مع شدة المؤثر واتجاهه وطبيعته، فهي برمجيات تجيب عن سؤال ما يحدث لو؟ أي بكلام آخر تقدم سطوحاً تَنَبُؤ تساعد صاحب القرار على اختيار الحل الأمثل، فمثلاً نستطيع نمذجة ظاهرة انتشار التلوث التي تُعد ظاهرة ديناميكية تتأثر بشدة واتجاه الرياح بشكل أساسي من خلال توليد سطوح جيو إحصائية استقرائية تعبّر عن الظاهرة المتغيّرة [12]. من خلال ما تقدم يلاحظ أن مستوى النمذجة التي تعتمدها برمجيات**GIS** يؤهلها كأداة تفاعلية بين أيدي المخططين وصنّاع القرار داخل المؤسسة من أجل حساب المؤشرات واتخاذ القرارات عن طريق بناء العديد من السناريوهات الافتراضية بالشروط والقيود اللازمة.

2.4.السمة المكانية:

تتشابه برمجيات **GIS** و**CAD** في بيئة الرسم من خلال تبني السمات المكانية (نقطة، وخط مستقيم، ودائرة، قوس، وخط متعدد القطع، ونص، وعناصر تجميعية، وأبعاد) وكلاهما يدعمان مفهوم الطبقات، إذْ تتمتع برمجيات **CAD** بأدوات الرسم والتعديل التفصيلي المباشر على العنصر بحرفية ومرونة لأنَّها تركز على الخصائص الهندسية للسمة، لكن هذه السمات تبقى مستقلّة مكانياً غير مرتبطة بعضها ببعض، فلا تدعم علاقات الجوار بين السمات المكانية، مما يفقدها القدرة على نمذجة سلوك العنصر المكاني فهي تكتفي بالتمثيل الرسومي الهندسي للعنصر[4].، أمَّا برمجيات**GIS** فهي مزودة بأدوات رسم وتعديل تفصيلي جيدة ومباشرة على السمة التي تدعم مفهوم الرقمنة، ولكنها تتفوق على برمجيات **CAD** بتبني توابع رسومية فعالة وسريعة (وظائف تحليل مكاني) التي تتعامل مع مجموعات كبيرة

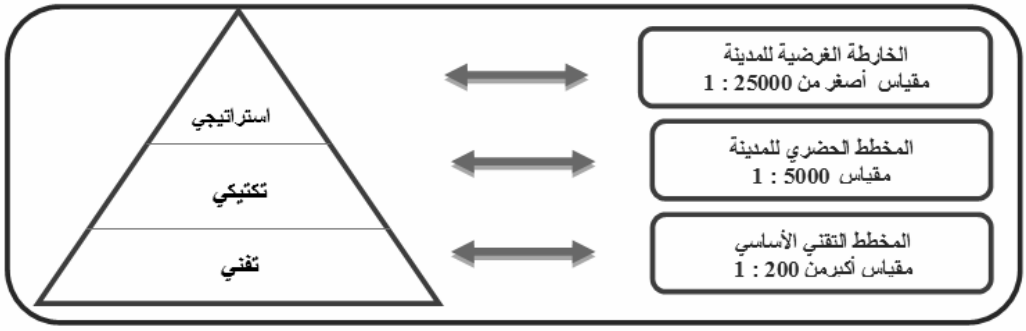
من السمات وبشروط مختلفة في الوقت نفسه (مثال: إنشاء حرم متعدد لمسيلات مائية، يُنجز في بيئة **CAD** كل سمة على حدة، أمَّا في بيئة **GIS** فَيُنْجَزُ دفعة واحدة وتعليمة واحدة). كما تتبنى برمجيات **GIS** خاصية الارتباط المكاني (الطبولوجيا) الذي ينعكس بدوره سلوكاً منطقياً على تصرف السمات أو ما يعرف بالمحاكاة، مما يتيح للمستخدم إجراء مساءلات مكانية شرطية (مكانية ووصفية وسلوكية)[11]. تستخدم برمجيات **GIS** الشرائح الجغرافية الغرضية لنمذجة بيانات مكانية، إذْ إنَّ كل طبقة غرضية تحوي نمطاً هندسياً واحداً فقط (شريحة نقط، وشريحة خطوط، وشريحة مضلعات، وشريحة مجسمات) ولا يمكن رسم نمطين مختلفين هندسياً في الطبقة نفسها، فهي أنظمة تدعم مفهوم الفصل الغرضي الوظيفي للعناصر على عكس برمجيات **CAD** التي لا تجبر المستخدم على هذا الفصل[11].

الجدول (2) السمات الهندسية في برمجيات CAD وما يقابلها في برمجيات GIS

سمات GIS GIS Features	سمات CAD CAD Features	
Geo_Data .Shp	DWG and DXF	DGN
نقطة Point	نقطة Point	خط بطول صفري Zero-length line
خط Line (مستقيم،قوس دائري،دائري،قطع ناقص ،منحني بيزيه) _خط متعدد القطع مغلق أو مفتوح)	خط (مستقيم،قوس دائري،قطع ناقص ،المنحني Spline) خط متعدد القطع مغلق أو مفتوح Polyline, line, arc, circle, or ellipse ,SP line	خط (مستقيم،قوس، منحني) خط مؤلف من سلسلة متعددة القطع Complex chain, line, arc, or curve
مضلع Polygon	خط متعدد القطع مغلق Closed Polyline	شكل مركب ومغلق Complex shape
مسميات Annotation	نص Text	نص Text

3.4.المقياس:

تعدُّ بيئة الرسم التي تتيحها كل من برمجيات **CAD** وبرمجيات **GIS** بيئة رسم مفتوحة من ناحية مقياس تمثيل العناصر المكانية. اقُترح هرم مؤلف من ثلاثة مستويات قياسية تبعاً لمقياس تمثيل البيانات المكانية، التي بدورها حددت مستوى القرار الذي يرتبط بدقة تمثيل البيانات المكانية [5]. انظر الشكل رقم (4).



الشكل (4) العلاقة بين مقياس التمثيل المكاني وسوية القرار

في بداية العمل الرقمي في مجال التمثيل المكاني تصدت برمجيات **CAD** لأنواع المخططات والخرائط كلّها (تقنية، وطبوغرافية، وتخطيطية، وعقارية) وذلك بغياب برمجيات **GIS**. تعدُّ المخططات والخرائط التي مقياس تمثيلها أصغر من **1: 500** لا تكتفي بالتمثيل المكاني ذات الطبيعة الإظهارية والكارتوغرافية لتمثيل السمات المكانية، إنما تحتاج إلى مفهوم النمذجة الكاملة المكانية والوصفية والسلوكية؛ وذلك من أجل فهم العلاقات الناظمة بين السمات المكانية وحسن استثمارها وإداراتها وتوظيفها بالشكل الأمثلي. وقد وُظِّفت برمجيات **CAD** لتبلي حاجات المخططات التنظيمية والطبوغرافية والعقارية بطرائق يدوية (تجميع السمات، وبناء مساحات من خطوط مغلقة، ورسم بالإزاحة لتوليد الحرم). لكن مع ظهور برمجيات **GIS** وتطورها ودعمها لأدوات التحليل المكاني مكنت المشغل من إنجاز عمليات رسم بالمقاييس التي تناسب إعداد المخططات والخرائط وتصميمها في المجالات الطبوغرافية والتخطيطية والعقارية. أمَّا المخططات التي مقياس تمثيلها أكبر من **1: 500**التي تعدُّ مخططات تقنية تصميمية (معمارية، وإنشائية، وميكانيكية) فبقيت برمجيات **CAD** تسيطر عليه بشكل كامل من خلال أدوات تصميم وتعديل تناسب احتياجات المخططات التقنية [6]. انظر الجدول رقم (3).

الجدول (3) مجال عمل كل من برمجيات CAD و GIS تبعاً لمقياس تمثيل السمات المكانية

مقياس المخطط < 1 : 5000		مقياس الخريطة (عامة_غرضية) 1 : 5000 =>
مقياس تقني=> 1 : 500 (معماري، انشائي، ميكانيكي ...)	مقياس حضري= 1 : 500 > (طبوغرافي، تخطيطي، عقاري)	
CAD	GIS	

4.4. التحليل المكاني:

يشمل التحليل المكاني التقنيات الأساسية التي تدرس الكيانات بالاعتماد على خصائصها المكانية والطوبولوجية، وذلك باستخدام مختلف الأساليب التحليلية والتطبيقية في مجالات متنوعة. إن النمذجة الرياضية التي يحتاج إليها التحليل المكاني تتطلب الأدوات الأساسية للتحليل والكشف عن مدى تعقيد المجال المكاني وفهمه بشكل أعمق لتحديد الخيارات الأكثر ملاءمة. يقدم التحليل المكاني إجابة عن الأسئلة حول العالم الحقيقي بما في ذلك الوضع الحالي والتغييرات المحتملة،

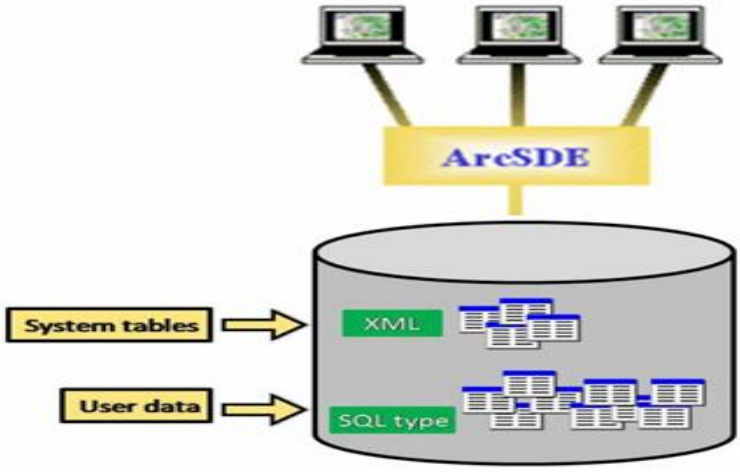
إذْ تعتمد عملية التحليل المكاني على صيغ البيانات المكانية الممثلة بالشكلين (الشعاعي"**Vector**"، المصفوفي"**Raster**") ولكل صيغة ميزات محددة لا تتسحب على الصيغة الأخرى [10]. وانطلاقاً من خصائص التحليل المكاني يتبيّن لنا أن برمجيات **GIS** هي البيئة الحاضنة والمناسبة لمعظم تطبيقات التحليل المكاني الذي يعتمد اعتماداً أساسياً على التمثيلين (الشعاعي والمصفوفي) للبيانات المكانية[11]، في حين برمجيات **CAD** التي تعتمد الصيغة الشعاعية لتمثيل البيانات المكانية فقط، فمثلاً عند انتخاب أرض مثلى تناسب إنشاء مجتمع عمراني جديد تُحْتَرَمُ المحددات كلّها (طبيعة الأرض، وأسس التخطيط العمراني ومعاييره) أو عند انتخاب ممرات طرقية تحقق الاشتراطات الهندسية والبيئية والصحية والتنموية المناسبة، بحيث تُعْرَضُ نتائج التحليل على شكل خرائط ومخططات غرضية .

5.4.إدارة البيانات:

تعتمد برمجيات **GIS** مفهوم قاعدة البيانات المكانية العلائقية(**RDBMS:** Relational Database Management System) وهي عبارة عن سلسلة من جداول (أعمدة وحقول) والفهارس وكائنات قاعدة البيانات الأخرى،هذا النموذج يتعامل مع السمات المكانية (إدخال - وتخزين - وعرض)، فهي تفيد من نقاط القوة في نظام إدارة قواعد البيانات الأساسية العلائقية، إذْ تستخدم جداول مخصصة لتخزين البيانات المكانية (**X,Y,Z**) وجداول بسيطة لتخزين المعلومات الوصفية، كما تتبنى ميزات قواعد البيانات كلّها من لغة الاستعلام الهيكلية (**SQL:** Structured Query Language)، وسلسلة من المهام ذات العلاقة [11]. تتبنى برمجيات **GIS** مفهوم الشريحة الجغرافية النسخية لإدخال تعديل البيانات المكانية، فهذه البرمجيات تفصل بين بيئة تخزين الشريحة الجغرافية في قاعدة البيانات العلائقية وبيئة عرضها، وهنا تنفرد هذه البرمجيات عن برمجيات **CAD** بميزة المشاركة المتزامنة والمدارة من العديد من المستخدمين على الشريحة نفسها، وحل التعارضات كلّها بين المستخدمين من خلال صلاحيات التعديل، الأمر الذي يزيد عدد المدخلين من ثَمَّ يُوَفِّرُ الوقت والجهد، بمعنى آخر هي برمجيات ذات طبيعة مؤسساتية انظر الشكل رقم (5)، تساعد على جمع وكم ضخم من البيانات وتدقيقها بأشكالها كلّها. [11] .

- **مقارنة**:

بعد أن دُرِسَتْ وحُلِّلَتْ طبيعة العلاقة بين تقنيتي CAD وGIS وهل هي ذات طبيعة تكاملية أو تنافسية؟ وذلك من خلال البحث في المحاور الآتية: (النمذجة، والسمة المكانية، والمقياس، والتحليل المكاني وإدارة البيانات)، يمكننا أن نلخص نتائج المقارنة في الجدول رقم (4)، الذي يظهر أن العلاقة بين البرمجيتين ليست تنافسية، فكل برمجية تتمتع بخصائص تحدد مجال العمل المناسب (برمجيات CAD: مخططات تصميمية تقنية، وبرمجيات GIS: مخططات وخرائط)، الأمر الذي ينفي أن تكون العلاقة ذات طبيعة تنافسية لا بل هي يمكن أن تكون ذات طبيعة تكاملية، بحيث يمكن الإفادة من البيانات المكانية التي تجمع باستخدام برمجيات CAD وتجري ترقيتها إلى قاعدة بيانات مكانية علائقية.



الشكل(5) هيكلية قاعدة البيانات و مفهوم المشاركة المدارة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية المدعومة في برمجيات ArcGIS بتقنية محرك قاعدة البيانات المكاني ArcSDE(Spatial Data Engine)

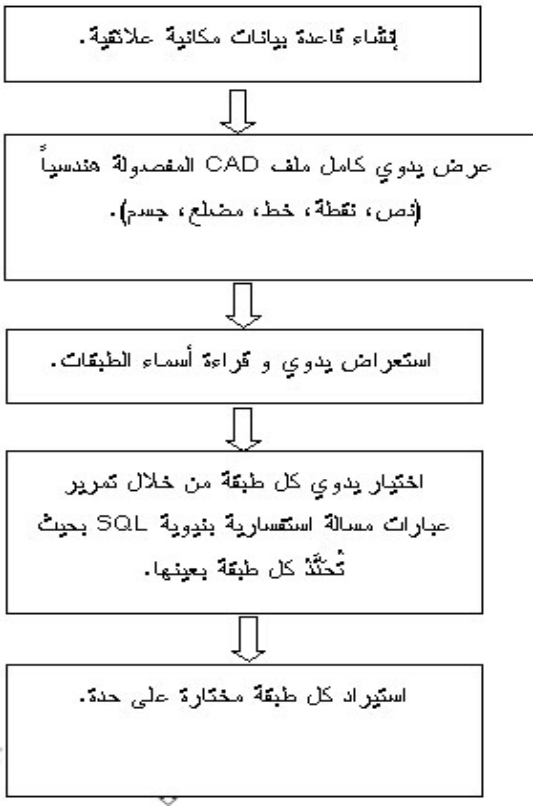
Source : www.esri.com

الجدول (4): المقارنة بين برمجياتCAD وبرمجياتGIS

برمجيات GIS	برمجيات CAD
أولوية تنظيم المعلومات والبناء الهندسي للبيانات المكانية (قاعدة البيانات العلائقية) وظائف إدارة وتحليل	أولوية التمثيل المكاني للبيانات من خلال أدوات الرسم (ملف رسومي)
حجوم تخزين ضخمة من البيانات والمعلومات	حجوم تخزين بسيطة
يخزن و يوثق ويحلل البيانات بالصيغتين (الشعاعية، المصفوفية) ذات المرجعية الجغرافية	يخزن البيانات بالصيغة الشعاعية
يدعم التحليل المكاني	_
مجال العمل : مخططات وخرائط / شرائح جغرافية /	مجال العمل : مخططات تصميمية تقنية /طبقات هندسية /
يناسب أطر التخطيط العمراني والإقليمي والوطني والدولي	يناسب العمل الهندسي الذي يعتمد المقياس التقني
توصيف السمات و نمذجة سلوكها وربطها بالسمة المكانية	تمثيل السمات المكانية
يدعم علاقات الجوار المكانية (**Topology**)	لا يدعم علاقات الجوار المكانية (**Topology**)
الفصل الهندسي الإجباري للعناصر بحسب النمط الهندسي	لا يوجد فصل إجباري
إظهار كاتوغرافي صوري احترافي	إظهار كارتوغرافي رسومي بسيط
تخزين البيانات الوصفية في الجداول الوصفية	تخزين البيانات الوصفية البسيطة في بيئة الرسم
أدوات ووظائف رسم مكاني احترافية (2 بعد) وتمثيل (2.5 بعد، 3 بعد)	أدوات هندسية احترافية مباشرة (2 بعد، 3 بعد) للتصميم والتمثيل
دعم المشاركة المتزامنة والمدارة لإدخال المعلومات والبيانات	عمل فردي
أداة فعالة تمثيل وتحليل وعرض تساعد على اتخاذ القرار	أداة فعالة في التصميم الهندسي
نمذجة البيانات في المستويين المكاني والغرضي	نمذجة في المستوى المكاني فقط

5.الانتقال من CAD إلى GIS بالشكل الآلي:

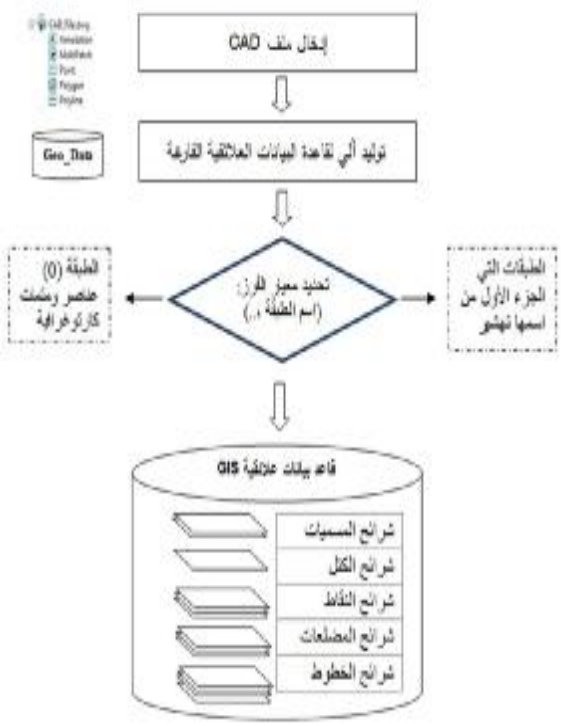
أتاحت برمجيات **GIS** أدوات استيراد يدوية لاستقبال بيانات **CAD** المكانية تتطلب كثيراً من الوقت والجهد، الأمر الذي من أجله طُوِّرَتْ إجرائية برمجية تعمل في بيئة **GIS** تساعد على التأهيل الآلي لملفات **CAD** إلى قاعدة بيانات مكانية علائقية تعمل في بيئة نظم المعلومات الجغرافية. من خلال ما تقدم نجد أن شرائح البيانات المكانية الممثلة في بيئة **CAD** تحتاج إلى تأهيل لاستخدامها كأساس مكاني في قاعدة البيانات المكانية العلائقية في بيئة **GIS**. تعتمد **CAD** طبقات هندسية محددة لتمثيل السمات المكانية (مسقفات، وشوارع، وأشجار، وأعمدة إنارة، وجور الصرف الصحي...)، حيث تُسْتَخْدَمُ هذه الطبقات وتُؤَهَّلُ في بيئة **GIS** لاستثمارها لاحقاً في عملية نمذجة حقيقية للوسط الحضري. فقد قدمت العديد من برمجيات **GIS** أدوات استيراد لملفات **CAD**[8]،[9]، إلا أن هذه الأدوات اعتمدت الطريقة اليدوية لفرز هذه الطبقات في شرائح جغرافية داخل قاعدة البيانات العلائقية؛ وذلك وفق المخطط الانسيابي الآتي، انظر الشكل رقم (6):



الشكل (6) مخطط انسيابي يبين المنهجية اليدوية لتأهيل ملفات CAD إلى بيئة نظم المعلومات الجغرافية

ونظراً إلى ذلك طُوِّرَتْ خوارزمية تعتمد المنهجية الآلية تحت منصة برمجية هي **ArcObject** لبرنامج **ArcGIS 9.3** تعتمد على لغة البرمجة (**VBA**: Visual Basic for Application)، تقوم هذه الخوارزمية بما يأتي، انظر الشكل رقم (7):

- قراءة ملف **CAD** بعناصره كلّها من خلال فصل هندسي يعتمد على نوع السمة (نص، ونقطة، وخط، ومضلع، وجسم).
- توليد آلي لقاعدة البيانات المكانية العلائقية.
- تحديد معيار الترشيح (حقل أسماء الطبقات) ومن ثَمَّ استيراد آلي لطبقات ملف **CAD** ذات السمات الهندسية



الشكل (7) مخطط انسيابي للمنهجية الآلية المقترحة لأتمتة تأهيل ملفات CAD إلى بيئة نظم المعلومات الجغرافية

التي تحقق معيار الترشيح المعتمد(إهمال الطبقة رقم (0)، وإهمال سمات التهشير،..) كشرائح جغرافية أساسية ضمن قاعدة البيانات المكانية العلائقية، لها أسماء الطبقات المنشأة في برمجيات **CAD**، انظر الشكل(9).

بعد إجراء اختبار الطريقة الآلية المقترحة للخوارزمية المطورة في تأهيل شرائح **CAD** لبيانات مشاريع الرفع الطبوغرافي الثلاثة ومقارنتها بالطريقة اليدوية المستخدمة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية **GIS** من ناحية الزمن اللازم لإنجاز هذا التأهيل، باستخدام الحاسوب نفسه يتبين مايأتي: الطريقة الآلية أسرع بنحو 12 ضعفاً من الطريقة اليدوية، ولأنَّ العمل آلي لا يمكنه إغفال أي طبقة دون تأهيلها في قاعدة البيانات المكانية العلائقية.

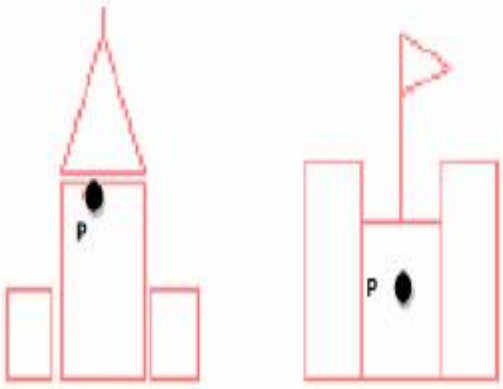
الجدول (5): نتائج المقارنة بين الطريقة اليدوية والطريقة الآلية المقترحة من نواحي الزمن والجهد

	الطريقة اليدوية			الطريقة الآلية		
	زمن المعالجة الوسطي للوحة (دقيقة)	عدد اللوحات	الزمن الكلي للتأهيل (ساعة)	زمن المعالجة للوحة (دقيقة)	عدد اللوحات	الزمن الكلي للتأهيل (ساعة)
مشروع 1 / DWG /	13	255	55.25	1.1	255	4.675
مشروع 2 / DGN /	14	12	2.8	1.2	12	0.24
مشروع 3 // DWG	12	9	1.8	1	9	0.15

تتطلب هذه الخوارزمية المطورة محددات ومعايير يجب الالتزام بها في أثناء إعداد ملفات **CAD**، بحيث تكون هذه البرمجيات أداة تجهيز شرائح جغرافية وإعدادها وتأهيلها آلياً في قاعدة البيانات المكانية العلائقية في بيئة نظم **GIS**، ويمكن تلخيص هذه المعايير على النحو الآتي:

- الرسم بالمرجعية المكانية المطلقة (جملة إحداثيات العامة).

- فصل وظيفي من خلال رسم العناصر المتشابهة في طبقة واحدة (طبقة شوارع، وطبقة أرصفة، وطبقة مقاسم،...) مع التقيد برسم عناصر السمة المكانية كلّها.
- تسمية الطبقات بأسماء نصية صريحة تعبّر عن محتواها المكاني.
- إهمال الطبقة رقم (0) التي تحتوي العناصر الكاتوغرافية الإظهارية كلّها (شبكة تربيع، وسهم الشمال، وشريط المقياس،..).
- تجنب استخدام المنحنى **SP_line** أو تحويله في بيئة **CAD** إلى خط متعدد القطع **Polyline**.
- الاهتمام بموقع نقطة الإقحام (insertion base point) للعناصر المجمعة ككتلة واحدة لأنَّها تعدُّ سمة نقطية باستخدام سمات خطية وضع كلمة رمز قبل اسم الطبقة الوظيفي، انظر الشكل رقم (8).



الشكل (8) تأثير موقع نقطة الإقحام(P) لشكل تجميعي في بيئة CAD في تمثيل رمز معين الذي سيعدُّ نقطة في بيئة GIS

- كل سمة خطية مغلقة في **CAD** تعدُّ سمات مضلعية مغلقة.
- إهمال التهشيرات الكارتوغرافية كلّها لأنّها تعدُّ سمات مضلعية مغلقة.
- تجنب استخدام خاصية تجميد الطبقات.

الشكل (9): واجهة التطبيق المطور للمنهجية الآلية المقترحة

6. الخلاصة:

في ستينيات القرن كان الظهور الأولي لحوامل الرقمية تطوراً كبيراً من خلال برمجيات تصميم بمعونة الحاسب **CAD** التي تبنت مفهوم تصميم العناصر (2 بعد، 3 بعد) الذي يلبي حاجات المهندسين المختلفة من تصميم الأبنية أو المعدات الصناعية الذي يتمتع بدقة عالية وأدوات تصميم احترافية إذْ إنَّه يركز على الشكل الهندسي للعنصر تركيزاً مطلقاً. في نهاية الثمانينيات كان الظهور الحقيقي والفعال لبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية إذْ تصدت كل من التقنيتين لإنجاز المخططات والخرائط والتعامل معها بمختلف المقاييس، وفي المدة الأخيرة بدأت برمجيات نظم المعلومات الجغرافية تحتل المكان الحقيقي لها في هذا المجال لما تقدمة من نمذجة ومحاكاة حقيقية للواقع ،لذلك كان لابَّد من البحث في طبيعة العلاقة بين هاتين التقنيتين، وهل هي ذات تكاملية أم تنافسية؟ وذلك من خلال البحث في المحاور الآتية: (النمذجة، والسمة المكانية، والمقياس، والتحليل المكاني، وإدارة البيانات). أظهرت نتائج المقارنة أن طبيعة العلاقة بين البرمجيتين ليست تنافسية، فكل برمجية تتمتع بخصائص تحدد مجال العمل المناسب (برمجيات **CAD**:

بئية تصميم لمخططات تقنية بمقاييس أكبر من 1:500، برمجيات **GIS**: بيئة نمذجة وتصميم تناسب المخططات والخرائط الطبوغرافية والعقارية والتنظيمية)، لكن هي ذات طبيعة تكاملية ويمكن أن تكون برمجيات **CAD** بيئة لجمع البيانات المكانية بالمقاييس الطبوغرافية والتخطيطية. ونتيجة تحديد طبيعة هذه العلاقة جرى البحث في تطوير إجرائية برمجية تعمل في بيئة **GIS** تساعد على التأهيل الآلي والفعال لملفات **CAD** إلى قاعدة بيانات مكانية وصفية علائقية تعمل في بيئة نظم المعلومات الجغرافية. أظهرت النتائج أن الطريقة الآلية المقترحة تتمتع بخصائص وميزات من ناحيتي توفير الوقت والجهد وتقليل الخطأ في أثناء عمليات التأهيل، التي كانت تجري بطريقة يدوية، واختبرت الطريقة الآلية المقترحة على بيانات حقيقية، وكانت النتائج جيدة وذلك بالالتزام بمحددات الطريقة ومعاييرها.

المراجع*

[1]. Pu, S. and Zlatanova, S., 2006. Integration of GIS and CAD at DBMS level. In: Fendel, E. and Rumor, M. (Eds.), Proceedings of UDMS '06 25th Urban Data Management Symposium (pp. 9.61-9.72). Delft: Urban data management society.

[2]. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W., 2001. Geographic Information Systems and Science. West Sussex, England, 454 pp.

[3]. Oosterom, van P., Stoter, J. and Jansen, E., 2006. Bridging the worlds of CAD and GIS. In: Zlatanova and Prosperi (Eds.) Large-scale 3D Data Integration: Challenges and Opportunities, CRCpress, pp. 9-36.

[4]. CHEVALIER J.,1990. Implantation d'un SIRS en milieu municipal : problème d'informatisation ou problème d'organisation ? in : Actes du colloque : La géomatique, Association de géomatique ,municipale du Québec.

[5]. N. R. Brisaboa1, J. A. Cotelo-Lema1, A. Fari~na1, M. R. Luaces1, J. R. Parama1, and J. R. R. Viqueira2 ., 2006. Collecting and publishing massive geographic data, 15071 A Coruna, Spain,pp.2-5

[6]. J.R. Davis. IBM's DB2 spatial extender: Managing geo-spatial information within the DBMS. Technical report, International Business Machines Corporation (IBM), 1998.

[7]. NPS Spatial Data Specifications **2005** : CAD TO GIS: Using AutoCAD 2002 (AutoDesk) and ArcGIS 8.3 (ESRI)

[8]. Data Capture/Data Automation Using GeoMediaProfessional/CAD into GeoMedia Pro.2002

[9]. Burrough, P.A. and McDonnell, R.A., 1998, Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press ,pp 149

[10]. Pullar, D, Egenhofer, M ,.1988, Towards formal definitions of topological relations among spatial objects. Proc. of the 3rd. International Symposium on Spatial Data Handling. Sydney, Australia, pp. 225-242

[11]. Zeiler,M ., 1999. Modeling Our World: The ESRI Guide to Geodatabase Design , ISBN 1-879102-62-5,PP,4,7,50,51,66,68,70,103,104, 105 -125

[12]. Kevin Johnston, Jay M. VerHoef, Konstantin Krivoruchko, and NeilLucas.,2003.Using ArcGIS Geostatistical Analyst,pp,2 -9,18.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2013/4/28