تصميم نظام المعلومات الجغرافية

GIS

في مجال التخطيط الحضري

رسالة مقدمة
إلى مجلس كلية العلوم – جامعة بابل كجزء من متطلبات نيل
درجة الماجستير في علوم الحاسبات

من

آمنة عطية داود

ربيع الاول 1427 هـ

نيسان 2006
م

Implementing a Geographic Information System GIS In Urban Planning

A Thesis
Submitted to the council of college of science
University of Babylon

In partial fulfillment of the requirements for the degree of
Master of Science in computer science

By

Amina A. Dawood

Apral-2006 **Rabea Al-Awal-1427**

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿مَّا يَفْتَحِ اللَّهُ لِلنَّاسِ مِن رَّحْمَةٍ فَلَا مُمْسِكَ لَهَا وَمَا يُمْسِكْ فَلَا مُرْسِلَ لَهُ مِن بَعْدِهِ وَهُوَ الْعَزِيزُ الْحَكِيمُ﴾

صدق الله العلي العظيم

فاطر (2)

الإهداء

إلى عائلتي

إلى زوجي

مع خالص حبي

شكر وتقدير

من دواعي سروري أن أتقدم بشكري وامتناني إلى أستاذي ومشرفي **د. نبيل هاشم كاغد** لحسن توجيهه وإشرافه المتميز وسعة صدره وجهوده المتفانية خلال فترة البحث. كما اهدي شكري وتقديري إلى أستاذي **د. توفيق عبدالخالق.** والى **الست انتظار** من وزارة البلديات في بغداد لتزويدي بالمعلومات التي احتجتها في هذا البحث. وشكري الخاص إلى أخواتي وإخوتي، وكذلك شكري وامتناني إلى زوجي لوقوفه ومساعدته لي في بحثي هذا. وأخيرا شكري إلى جميع زملائي في مركز الحاسبة الالكترونية وزملائي في مرحلة البحث والى كل من مد لي يد المساعدة والعون خلال عملي هذا.

آمنة

تصميم نظام المعلومات الجغرافية GIS في مجال التخطيط الحضري

آمنة عطية داود

الخلاصة

تناول البحث بناء نظام المعلومات الجغرافية (GIS) من جانب التخطيط الحضري. وفيه تم تناول أتمتة العمليات الخاصة بالخرائط وكذلك دراسة الأساس النظري لقواعد البيانات المكانية والهياكل البيانية المستخدمة فيها يضاف لذلك الاستفسارات التي يمكن للنظام الإجابة عليها وهي الاستفسارات التقليدية بالإضافة إلى الاستفسارات ذات العلاقة بالخرائط .

كذلك تم في البحث بناء قاعدة بيانات تضم جداول البيانات المكانية والبيانات الغير مكانية وتوليد جداول العلاقات الطبولوجية التي تربط كلا النوعين.

القدرة في الحصول على الإجابة المباشرة على الأسئلة باستخدام قاعدة البيانات التي يوفرها النظام. وكذلك الاستفسارات من خلال استخلاص قاعدة المعرفة.

وتم في البحث بناء نوعين من الاستفسارات وهما:

1- استفسارات غير مكانية Non Spatial Queries
2- استفسارات مكانية Spatial Queries

يتم استخلاص قاعدة معرفة من هذين النوعين من الاستفسارات من خلال استخدام لغة SQL. ويتم عرض النتائج إما بهيئة جداول أو صور أو كلاهما معا.

تم استخدام لغة البرمجة Visual Basic 6 وقواعد بيانات Access وربطها بالبرنامج باستخدام معمارية ADO 2.8 (ActiveX Data Object) وعلى حاسبة بنتيوم 4.

Implementing a Geographic Information System GIS in Urban Planning

Amina A. Dawood

Abstract

Thus research deals with the construction of a geographic information system in urban planning point of view. In it we tack the automation of maps special operations, and the appropriate data structures used with them, in addition the queries that the system can answer, which are the traditional queries as well as the queries related to the map.

In the research a database was built containing spatial and non-spatial data tables, and generating topological relations tables that link the two types of data.

Two kinds of queries where built:

1- Non-Spatial Queries.
2- Spatial Queries.

The knowledge base are extracted from those two kinds of queries, by using SQL language. The results are displayed in tabular or graphical form or both.

أ.د. نبيل هاشم الأعرجي

مشرفاً

أ.م.د. توفيق عبدالخالق

رئيساً

أ.م.د. فاضل عبدالعباس

عضواً

أ.م. اسراء هادي

عضواً

الباحث

قرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة، نشهد بأننا قد اطلعنا على الرسال الموسومة بـ(نظام المعلومات الجغرافية GIS). وقد ناقشنا الطالبة (آمنة عطية داود) في محتوياتها وفيما له علاقة بها بتاريخ / /2006 و وجدنا أنها جديرة بالقبول بدرجة ( ) لنيل درجة ماجستير في علوم الحاسبات.

التوقيع:
رئيس اللجنة:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /2006

التوقيع:
عضو اللجنة:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /2006

التوقيع:
عضو اللجنة:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /2006

التوقيع:
عضو اللجنة (مشرفاً):
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /2006

مصادقة عمادة كلية العلوم

أصادق على ما جاء في قرار اللجنة أعلاه.

التوقيع:
الاسم:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: / /2006

توصية الأستاذ المشرف

اشهد إن إعداد هذه الرسالة الموسومة (نظام المعلومات الجغرافية GIS) قد جرى تحت إشرافي في قسم علوم الحاسبات- كلية العلوم- جامعة بابل وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الحاسبات.

التوقيع:
اسم المشرف: أ.د. نبيل هاشم كاغد
المرتبة العلمية: أستاذ
التاريخ: / /2006

توصية رئيس القسم

إشارة إلى التوصية أعلاه المقدمة من قبل الأستاذ المشرف أحيل هذه الرسالة إلى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.

التوقيع:
الاسم: د. عباس محسن
المرتبة العلمية: مدرس
التاريخ: / /2006

المحتويات

الفصل الاول:

1-1	المقدمة	1
2-1	اهداف البحث	4
3-1	الاعمال السابقة	5
4-1	هيكل البحث	7

الفصل الثاني: أدبيات عامة

1-2	مصادر المعلومات في نظام GIS	8
1-1-2	الاستشعار عن بعد	8
1-1-1-2	بيانات الاستشعار عن بعد بوصفها مستوى خلفياً ومصدراً للبيانات	9
2-1-2	الخرائط التخصصية	11
3-1-2	البيانات الجدولية	11
1-2-2	التصوير الجوي بوصفه خلفية للمعلومات	13
2-2-2	الصور الملونة أو الأسود والأبيض	15
3-2	خرائط صور الأقمار الصناعية	16
1-3-2	خصائص خرائط صور الأقمار الصناعية	17
2-3-2	معالجة الصور الرقمية	18
3-3-2	الاستشعار عن بعد بوساطة الأقمار الصناعية والخرائط الموضوعية	19
4-3-2	بيانات صور الأقمار الصناعية بوصفها خرائط أساس	20
4-2	التقييم الموضوعي لبيانات صور الأقمار الصناعية	20
5-2	التعامل مع الصور	21
6-2	المطابقة	22
7-2	الرقمنة	23
1-7-2	تمثيل الصور بوصفها كيانات مرقمنة	24
2-7-2	تمثيل الهيئة	24
1-2-7-2	صور المتجهات	25
2-2-7-2	صور الخلايا	26
8-2	البيانات المكانية	27
9-2	قواعد البيانات المكانية	30
1-9-2	أنواع الهياكل لقواعد البيانات المكانية	31
2-9-2	خصائص قواعد البيانات المكانية	34
10-2	الاستفسارات المكانية	35
1-10-2	أنواع الاستفسارات	36
11-2	العلاقات الطبوغرافية	38

الفصل الثالث: بناء نظام المعلومات الجغرافية

1-3	مقدمة	50
2-3	وصف مراحل عمل النظام	50
1-2-3	مدخلات النظام	51
2-2-3	التصحيح	54
1-2-2-3	توليد المراجع الجغرافية	55
2-2-2-3	التصحيح	57
3-2-3	الرقمنة	59
4-2-3	قاعدة البيانات	61

5-2-3 استخلاص قاعدة المعرفة 64
الفصل الرابع: تنفيذ نظام المعلومات الجغرافية
1-4 ميدان التنفيذ 68
1-1-4 الاستفسارات المكانية 68
2-1-4 الاستفسارات غير المكانية 73
2-4 الاستنتاجات 75
3-4 الأعمال المستقبلية 76

الفصل الأول

المقدمة

الفصل الثاني

أدبيات عامة

الفصل الثالث

بناء نظام المعلومات الجغرافية

الفصل الرابع

تنفيذ نظام المعلومات

الجغرافية

الفصل الأول

1-1 المقدمة Introduction

تعد نظم المعلومات الجغرافية(Geographic Information Systems(GIS)) إحدى التقنيات الحديثة التي تستخدم في البحوث التطبيقية في تخصصات عدة، وخاصة التي تعتمد على معلومات ذات بعد مكاني، ويمكن تعريفها بأنها برنامج حاسوبي يؤدي مجموعة من الوظائف تتيح إمكانيات متطورة في مجال تخزين ومعالجة وتحليل وعرض البيانات بأشكال مختلفة كالخرائط والجداول والتقارير والأشكال البيانية، أو تخزينها على الأقراص،أو عرضها على شاشة الكومبيوتر [1].

ومن مميزات نظام GIS إن له القدرة على معالجة كم كبير من البيانات المتنوعة الكمية والوصفية في آن واحد، وهذه القابلية لا تملكها البرامجيات الحاسوبية الأخرى، وعمل(GIS) لا يقتصر على تخزين خارطة أو صورة جوية فقط بل خزن معلومات يمكن بوساطتها رسم أي شكل يحتاجه الباحث على وفق التطبيقات التي يرغب بها.ويعد النظام احد الوسائل الضرورية في التخطيط والإدارة، بسبب الموثوقية والسرعة والشمولية التي يؤمنها [2].

تطور هذا النظام واتسع نطاق استخدامه في المجالات كافة بسبب التطور التكنولوجي الحديث الذي أسهم بشكل فاعل في تطور أساليب البحث العلمي وطرق تحليل البيانات باستخدام تقنيات البرامج المختلفة وظهور شركات ومؤسسات متخصصة في برامج تلك النظم منها على سبيل المثال (Environmental Systems Research Institute (ESRI) وتعني مؤسسة بحوث نظم البيئة والتي طورت عدة برامج لنظم المعلومات مثل ARC/INFO و ARC/VIEW وغيرها من البرامج[3].

وقد أسهمت عدة عوامل في تطور GIS منها ما يأتي:

1- الثورة التكنولوجية التي شملت كل مجالات الحياة والتي أسهمت بشكل فاعل في تطور أساليب البحث العلمي وطرق تحليل البيانات باستخدام التقنيات والبرمجيات المختلفة، حيث وفرت التقنيات الحديثة الفرصة للباحثين في توفير معلوماتهم بسرعة وبجهد ووقت مختصر مقارنة بالسابق، ومنها ما يأتي:

أ- الاستشعار عن بعد Remote Sensing ويعني الحصول على معلومات عن أية منطقة دون الوصول إليها بواسطة التصوير الجوي بواسطة الطائرات والتصوير الفضائي بواسطة الأقمار الاصطناعية والتصوير الفوتوغرافي بوساطة أجهزة تصوير ارضي عن بعد، حيث توفر الصورة الفضائية معلومات عن منطقة معينة وان ما تتضمنه الصورة من معلومات لا يمكن

للباحث من توفيرها إلا بعد فترة طويلة من الزمن قد تصل إلى سنة أو أكثر، مما زاد في أهمية تلك البيانات تطوير أجهزة وبرمجيات لها القدرة على تحويل بيانات تلك الصور من الأقمار الاصطناعية إلى برمجيات النظم بشكل مباشر فتقوم تلك البرمجيات بمعالجتها وتحليلها وتحويلها إلى بيانات كمية و وصفية يمكن استخدامها في مجالات متنوعة.

ب- نظام المواقع العالمي Global Positioning System (GPS) ويعمل هذا النظام على تحديد موقع الظواهر الطبيعية والبشرية على سطح الأرض حسب الإحداثيات الجغرافية أي خطوط الطول ودوائر العرض وارتفاعها عن مستوى سطح البحر والتوقيت الدولي عند ذلك الموضع، وتعتمد آلية النظام على وجود 24 قمرا اصطناعيا في الفضاء على ارتفاع يزيد على 20 ألف كم وتدور في ستة مدارات حول الأرض تغطي كل الكرة الأرضية وكل قمر يدور حول الأرض مرتين في اليوم، وبواسطة جهاز يشبه الهاتف النقال يمكن تامين الاتصال مع تلك الأقمار لتحديد موقع أي ظاهرة.

2- كفاءة أداء GIS، حيث أدركت العديد من الجهات الحكومية والمؤسسات والشركات المختلفة أهمية نظم المعلومات في مجال عملها لما توفره من بيانات ذات أهمية كبيرة في مجال الحياة العملية مثل التحليل الموقعي للخدمات والأسواق وإدارة السجلات العقارية وتحليل شبكة الطرق، والتخطيط العمراني والإقليمي ودراسة البيئة وإدارة الموارد الطبيعية والخدمات التحتية وغيرها من المجالات [4].

يتناول(GIS) جوانب عديدة مثل تحليل مواقع الخدمات لاختيار أفضل المواقع، وتحديد مواقع الحوادث وتوفير المعلومات المتعلقة بها، واستخدامات في مجال البيئة، وتطبيقات تجارية، وتحليل الأبعاد الثلاثية، وتحليل شبكات الطرق، والتخطيط الحضري، واستخدام (GIS) في العمليات العسكرية [5].

ويتناول البحث جانب التخطيط الحضري للمناطق الجغرافية(Urban Planning)، عن طريق التعامل مع الخرائط الجغرافية المأخوذة عن طريق الأقمار الصناعية. وهي تعد خلفية لبناء خارطة موضوعية من أربع طبقات رئيسة (الأحياء، وقطع الأراضي، والطرق، والأنهار). تعد هذه الطبقات الأربع أساساً لبناء وإظهار نتائج استفسارات مكانية أو غير مكانية. وتأتي هذه الخطوة بوصفها مرحلة أخيرة من مراحل تسبقها لتحضير هذه الخارطة الجغرافية كي تكون مناسبة لوضع الطبقات عليها. ومن المعالجات التي تجرى على صورة الأقمار الصناعية في هذا النظام (التصحيح والمطابقة، و الرقمنة، وبناء قاعدة بيانات).

2-1 أهداف البحث Thesis Objective

الهدف من البحث هو بناء نظام قادر على دمج اكبر كم من البيانات الكمية والوصفية والمعلومات الطبيعية وخزنها في قواعد بيانات(Database) إما على شكل بيانات مكانية (Spatial Data) أو على شكل بيانات وصفية غير مكانية(Attribute Data).

للنظام القدرة على الإجابة على الأسئلة التي يطرحها المستخدم بطريقتين أحداهما هي إعطاء الإجابة بصورة مباشرة على تلك الأسئلة من خلال قاعدة البيانات. والثانية الإجابة بصورة استنتاجات (Reasoning) عن طريق استخلاص قاعدة معرفة (Knowledge Base) من قاعدة البيانات بالربط بين البيانات المكانية وغير المكانية بوساطة العلاقات الطبولوجية (Topologic Relation) التي يتم توليدها مثل(الانتماء،التقاطع،التجاور....الخ)، ويتم هذا الاستنتاج من خلال مجموعة القواعد(Rules) المتوفرة في النظام أو تلك التي يضيفها المستخدم بحسب حاجته وإجراء عمليات البحث عليها باستخدام (SQL) لإعطاء النتائج التي تعرض إما بهيئة رسومية(Graphical) أو جداول(Tabular) أو بكليهما. ويوفر النظام للمستفيد إمكانية التعامل مع هذه القواعد بالإضافة والحذف والتعديل عليها بحسب متطلباته. ومن النتائج التي تم الحصول عليها هي الكشف والاستعلام عن المناطق السكنية والمناطق غير السكنية وتمييز المناطق التجارية والصناعية والزراعية والخدمية والموقع والمساحة والكلفة لكل منطقة ويتمكن النظام من إظهار الكثافات السكانية وبحسب تدرجات لونية معينة.علاوة على استخدام المخططات الإحصائية لإحصائيات معينة يتم عملها من خلال النظام.وهذا مما يساعد ذوي العلاقة باتخاذ القرار الصحيح وخاصة في مسوحات الاراضي وتخطيطها ومعرفة التجاوزات الحدودية للاراضي وتداخلات بعضها مع البعض الاخر.

3-1 الأعمال السابقة

ان الأعمال التي سوف تذكر أدناه تناولت موضوع التخطيط الحضري وبناء قاعدة البيانات ومعالجاتها الجغرافية بمساعدة الأدوات التي توفرها أنظمة مثل Arc/View و Arc/Gis لإنجاز الغرض المطلوب.

في سنة 1994 قام Krzysztof, K. و Jiawei, H. [6] ببناء قاعدة معرفة من خلال استخلاص العلاقات المكانية من محتويات قاعدة البيانات الموجودة، ويعد هذا البحث من البحوث الأولية في عمليات استخلاص القواعد الترافقية Association Rules من قيود جداول قاعدة بيانات.

وفي سنة 1997 قام Hanan, S. و Walid, G. [37] ببناء قاعدة بيانات مكانية تم التركيز فيها على نماذج البيانات ومعالجة الاستفسارات فيها وأنواع هذه الاستفسارات .

وفي سنة 1999 اقترح Scott Orford [7] نظاماً لتقييم أسعار العقارات. هذا البحث يوضح كيف يمكن تطوير نظام جغرافي للتطبيقات الحضرية عن طريق ربط البيانات بحسب مقاييس مكانية متعددة. تم في هذا البحث استخدام أدوات ARC/INFO لفك التعقيدات الحاصلة بعلاقة العقار بمواقع خارجية عنه. وهكذا اخذ البحث تقييم العقار بحسب علاقته بمعالم خارجية معينة مثل مستوى سهولة الوصول إلى الحدائق العامة، والمدارس وتأثير الأراضي المستخدمة لأغراض غير سكنية.

في سنة 1999 أجرى Tschangho,J.K. و Seung,K.L. [8] دراسة لبناء نظام متكامل لدمج التخطيط الحضري للأراضي وطرق النقل مع نظام المعلومات الجغرافية GIS. للحصول على نظام متكامل (LUTGIS).وتم إجراء هذه الدراسة وتطبيقها على بيانات مدينة(Seoul).

كذلك في سنة 2000 أجرى JOSELI, M. [9] دراسة حول إمكانية إعادة توزيع مناطق سكنية عشوائية لمناطق(Curitiba, Brazil)، بحسب ضوابط عديدة منها طبيعة الأرض، والحقوق المدنية، والحماية البيئية، وقانون استخدام الأراضي والتطورات الاقتصادية .حيث صب البحث اهتمامه على التخطيط الحضري في السيطرة على انتهاك الأراضي في المناطق قيد الدراسة.وتم استغلال أدوات GIS لاستخدامها في هذا الجانب.

4-1 هيكل البحث Thesis Layout

يتكون البحث من أربعة فصول :-

- **الفصل الأول** من البحث يتناول المقدمة وهي تعريف لنظام GIS والمجالات التي يتعامل معها النظام، كما يحتوي الفصل الأول على أهداف البحث والأعمال السابقة.
- **الفصل الثاني** يوضح شرح عام عن ألـ(GIS) ومصادر معلوماته وأنواع الصور التي يتعامل معها وطرق معالجتها ، Rectification، قواعد البيانات Database والجداول وأنواعها ، والعلاقات الطبولوجية Topological relations، وتقنيات البحث المستخدمة في النظام مثل SQL .
- **الفصل الثالث(الجانب العملي)** ويشمل مخطط يوضح مراحل عمل النظام(تصميمه) وشرح لكل مرحلة، وكيف تم عملها والدوال والمعالجات الرياضية المستخدمة في العمل.
- **الفصل الرابع** ويشمل النتائج والاستنتاجات والأعمال السابقة.

الفصل الثاني
أدبيات عامة

1-2 مصادر المعلومات في نظام GIS

من أهم مصادر المعلومات في نظام GIS هي :

1-1-2 الاستشعار عن بعد Remote Sensing

يعرف الاستشعار عن بعد "بأنه وسيلة تقنية للحصول على خصائص جسم ما دون التماس المباشر معه" ، وتعد معطياته ذات أهمية كبيرة لنظام المعلومات الجغرافية بسبب التحديث الدائم، والدقة الجيدة ومساحات الرصد الكبيرة، حيث يتم الرصد بوساطة الأقمار الصناعية والطائرات والبالونات وغيرها من الوسائل[10]. ولهذه المعطيات أشكال متعددة منها :

أ- صور الأقمار الصناعية، التي تصل إلى المحطات الرئيسة على شكل رقمي (Digital) وتسجل على أشرطة ممغنطة أو أقراص. تتميز هذه الصور بكميات كبيرة من المعلومات ولمنطقة كبيرة نسبيا.

ب- الصور الجوية، تسجل على فلم تصوير فوتوغرافي ذي حساسية عالية. تتميز هذه الصور بالدقة حيث يمكنها تحسين دقة صور الأقمار الصناعية فيما إذا تم الربط بينهما، ولكن مساحة رصدها صغيرة نسبيا.

ت- صور الكاميرات الرقمية، إنها إحدى الوسائل الحديثة التي يمكن استخدامها من مسافة قريبة لأغراض البحث العلمي ولمقارنتها بالصور الفضائية، فالكاميرات تقوم بتسجيل الصور الملتقطة على شكل رقمي كما في صور الأقمار الصناعية، ولكن مازالت هذه الوسيلة محدودة الانتشار بسبب ارتفاع ثمن هذه الكاميرات.

ث- معطيات نظام تحديد المواقع الشامل (Global Positioning System G.P.S)، وهي وسيلة حديثة للتحديد الدقيق للمواقع وارتفاعها عن سطح البحر، ترتبط بنظام متطور محمل على عدد كبير من الأقمار الصناعية التي أطلقت لأجل هذه الأغراض.

يمكن الحصول من مجمل هذه الوسائل الخاصة بالاستشعار عن بعد على خرائط تخصصية تحمل تصانيف تخدم الهدف الموضوع للدراسة، وذلك بعد إجراء مجموعة كبيرة من

العمليات على هذه الصور من اجل تفسيرها وتصحيحها ومعالجتها وتحليلها بطرق مختلفة، وان مجموعة الخرائط الناتجة تشكل قاعدة عريضة ومهمة في نظام المعلومات الجغرافية[11].

1-1-1-2 بيانات الاستشعار عن بعد بوصفها مستوى خلفياً ومصدراً للبيانات

(Remotely sensed data as background layers and data sources)

يفترض بقواعد البيانات الجغرافية أن تكون نماذج للعالم الحقيقي، لكنها عادة تنتهي بان تكون نماذج متكونة من خرائط. وبالحقيقة، إن GIS هو نظام يتعامل مع خارطة مفردة تغطي المنطقة ذات الاهتمام كلها، وتكون هذه الخارطة عبارة عن عدة طبقات يمكن إظهارها أو إخفائها، ويمكن إضافة طبقات أو حذف بحسب الرغبة، وإعادة ترتيب الطبقات، والتكبير أو التصغير و التنقل داخل الطبقات، هذه الفوائد كلها غير متوافرة في الخرائط الورقية. لكن أشكال النقاط، والخطوط و المضلعات على الشاشة البيضاء للحاسبة تبدو إلى حد كبير مشابهة إلى الخارطة الورقية أكثر منه إلى العالم الحقيقي. لذا فانه بدلا من تمثيل الواقع، فإننا نحصل على ما هو أفضل، أي على خرائط ذكية. وهذا بالطبع خطوة إلى الأمام، و من الممكن أيضا إضفاء واقعية أكثر على GIS عند الحاجة إليها[12].

الطريقة الشائعة لأداء ذلك هي من خلال الحصول على تمثيل رقمي و مرئي لما موجود على الأرض. وهذا عادة ما يكون صورة جوية أو بيانات رقمية من قمر صناعي تمت معالجتها. عندما تكون هنالك حاجة إلى معلومات هذه الخلفية الصورية لسطح الأرض، يجب علينا العمل في منطقة تقاطع ثلاثة مجالات عملية: القياس الصوري Photogrammetry، والاستشعار عن بعد، و GIS [10].

القياس الصوري هو علم وفن لتمثيل وقياس العالم الحقيقي من خلال الصور (Photographs) التي تكون عادة مأخوذة من الطائرة، هذه الصور ربما تكون نبضية Analog (فلم Film) أو رقمية Digital. وربما تستعرض العالم بصور الأبيض والأسود أو صور ملونة وبعض الأحيان بالأشعة تحت الحمراء (Infrared radiation) [10]. **وأما الاستشعار عن بعد** تم التطرق له سابقا [10].

هذان المجالان يتطوران بصورة مستقلة وبتطورهما يتطور GIS، ويمكن استخدام منتجاتهما بسهولة في GIS إذا اتبعنا الخطوات الصحيحة في أطوار التخطيط والتصميم[10].

والسؤال الذي يطرح نفسه؛ هو أي البيانات تكون أكثر فائدة إذا كانت مستخلصة من بيانات الصور الرقمية (Digital background data) أو الصور الفوتوغرافية أو الصور الجوية أو بيانات الاستشعار عن بعد (Remotely sensed data)؟[12] .

بعض التطبيقات تحصل على فائدة قليلة من هذه المعلومات، مثلا إذا كان الغرض من استخدام الـ(GIS) هو التخطيط لطريق عربة من عنوان إلى عنوان عندها يكون وجود صور مفصلة عن البنايات، والأشجار، والسياجات وغيرها من التفاصيل ليس لها قيمة فعلية وسوف تبطئ من عمل النظام، لذا عند استخدام تطبيق GIS لتخطيط مسار استجابة فريق طوارئ إلى منطقة معينة قد لا يحتاج إلى هذا النوع من الخلفيات لكن عند وصول هذا الفريق إلى الموقع تبرز الحاجة إلى وجود صور جوية كخلفية للبيانات. كذلك أثبتت التجارب، حتى في التطبيقات التي لا تحتاج إلى وجود خلفية للعالم الحقيقي، إن المستخدمين يفضلون رؤية مثل هذه الصور لأنه يولد لديهم ثقة اكبر بالبيانات الموجودة على شكل نقاط وخطوط ومضلعات وما تمثله على سطح الأرض[13].

2-1-2 الخرائط التخصصية

هي مجموعة الخرائط التي تخدم موضوع الدراسة، كالخرائط الطبوغرافية، واستعمالات الأراضي، والتغطية النباتية، والمناطق السكنية والحدود السياسية والإدارية، يتم إدخال هذه الخرائط إلى قاعدة بيانات النظام عبر ترقيمها المباشر (Digitizing)[10] .

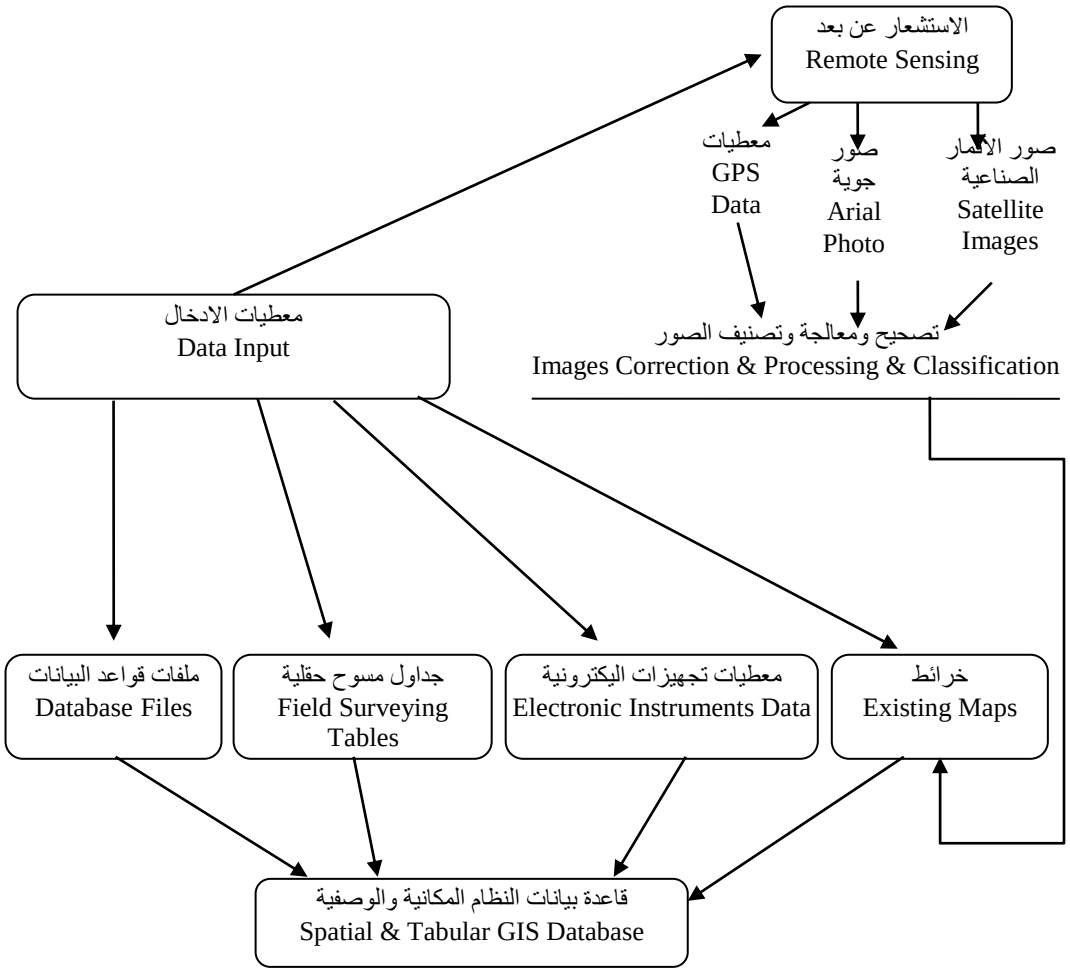
ثم يجري توحيد المقاييس والإسقاطات في مقياس واحد ونظام إسقاط واحد. إن نظام المعلومات الجغرافية يقدم تسهيلات كبيرة في هذا المجال ابتداء من دقة الإدخال وسهولته إلى إمكانية التحويل بين مختلف المقاييس والإسقاطات المعروفة عالميا [11].

3-1-2 البيانات الجدولية

هي عبارة عن مجمل البيانات الجدولية الناتجة عن مجموعة المسوح باستخدام مجموعة من الأدوات التقنية والتي تجريها فرق متخصصة كالمسوحات الطبوغرافية والإحصائية والتوصيفية المرتبطة بموضوع الدراسة [11].

الشكل (2-1) يوضح بعض المصادر الأساس العديدة للمعلومات في نظام المعلومات

الجغرافية.



الشكل (2-1) المصادر الأساسية للمعلومات في GIS [11]

1-2-2 التصوير الجوي بوصفه خلفية للمعلومات

(Arial photography as backdrop information)

تحويل صور الطائرة (Aril photography) إلى صور رقمية (Digital Orthophoto image) مصدر شائع للبيانات في العديد من تطبيقات GIS.

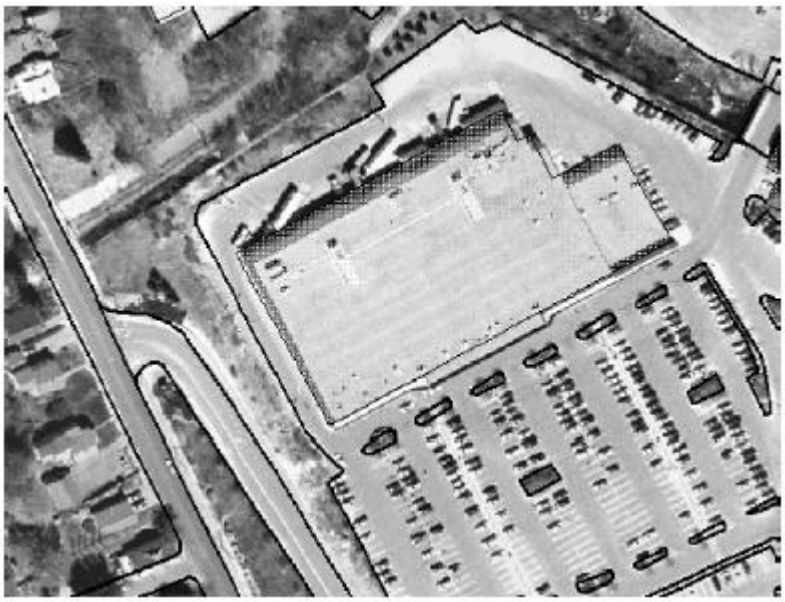
تؤخذ الصور الجوية بأنواع مختلفة من الأجهزة تتضمن صواري تلسكوبية (Telescoping mast)، ومناطيد جوية مسيطر عليها بالراديو، وهليكوبتر، أو الطائرات. اغلب أجهزة الارتفاع الواطئ تستخدم لتبين البنايات المنفردة أو المساحات الصغيرة ولا يمكن استخدامها خلفيات لتطبيقات GIS التي تغطي مساحات كبيرة[14].

كانت صور الطائرات مصدرا للبيانات للسنين الثلاثين أو الأربعين الماضية لمعظم الخرائط المرئية للطرق و حدود البنايات (Building outlines) والمساحات الخضراء و غيرها. ويعد إستحصال المعلومات من خلال الصور الفوتوغرافية ارخص من إستحصالها عن طريق المسح الأرضي (On the ground surveying). عند استخدام هذه الصور الجوية مع GIS فانه لا يتم إظهارها على الورق وإنما يتم التعامل رقميا مع هذه البيانات[15].

قبل دمج الصور الجوية مع GIS يجب تحويلها الى صور منظورية (Orthophotograph). ويتم الحصول على الصور المنظورية من البيانات الأصلية الممسوحة والتي تمت إضافة مرجع جغرافي إليها بحسب نظام إحداثي معين وتسقيطها على نموذج ارتفاعات رقمية (Digital Elevation Model (DEM) للمنطقة، يحوي معلومات الارتفاع. الهدف من هذا هو توليد صورة تشبه الخارطة، مصححة من أي تشويه حاصل بسبب العدسات، وموقع الكاميرا خلال الطيران واختلاف التضاريس. مقياس الرسم لا يكون ثابتاً بسبب أن المواقع في الارتفاعات العالية تبدو اقرب إلى الكاميرا من النقاط ذات الارتفاعات المنخفضة[16].

إن المعالجات الحسابية للحصول على الصور المنظورية معقدة وتحتاج إلى نموذج ارتفاعات رقمي يمثل تضاريس المنطقة المدروسة. عادة يتم جمع هذه المعلومات في وقت اخذ الصورة نفسه. وكذلك من الممكن استخدام نماذج متوفرة أصلا بوصفها بيانات مصدرية لتصحيح التضاريس (Terrain correction). تتضمن الحسابات الرياضية اخذ معدلات بقيم البكسلات مما يعني ضمنيا خسارة مباشرة لبعض البيانات لكن النتيجة هي صورة رقمية تظهر وكان الكاميرا كانت مسلطة بصورة عمودية على المنطقة بأكملها. وهذه هي ببساطة الصورة الجوية التي تمت معالجتها لكي تبدو كخريطة بعدها يمكن أن نرسم المعلومات المتجهة على مثل هذه الصورة (كما هي في الشكل 2-2)[17].

الشكل (2-2) صورة منظورية رقمية (Digital orthophoto) مع طبقة متجهات (Vector overlay)



2-2-2 الصور الملونة أو الأسود والأبيض

(Color or black and white photography)

عند اخذ القرار بالحصول على الصور الجوية يجب تحديد ما إذا كانت هذه الصور ملونة أو اسود وابيض. عند الاختيار بين الصور الملونة وصور الأسود والأبيض نضع في الاعتبار تكلفة الصور الملونة ومدى وضوح المعالم المراد تصويرها على الأرض، فالصور الجوية الملونة تكون أغلى بعدة مرات من صور الأسود والأبيض عند أخذها للمنطقة نفسها وبمقياس الرسم نفسه وبالدقة نفسها وكذلك تحتاج إلى معالجات طباعية أكثر وأيضا الأفلام الملونة تكون أغلى[18]. الشيء الثاني الذي يجب أخذه بالحسبان هو المقدرة على إبراز المعالم عند اخذ صور ملونة لها في المناطق التي تكون مغطاة بالأشجار بكثافة وقد تكون من ضمنها مناطق حضرية (Urban) أو ريفية (Suburban) فان هذا الغطاء الورقي سوف يغطي تقريبا المعالم جميعها المراد تصويرها. وهذا هو السبب في انه في مثل هذه المناطق يتم اخذ الصور الجوية لها عند تساقط الأوراق من الأشجار[19].

بصورة عامة صور الأبيض والأسود تعطينا تبايناً أعلى وتسمح بتمييز اكبر بين المعالم الطبيعية والاصطناعية. المناطق التي تكون بأغلبها مستغلة وتحتوي على غطاء طبيعي قليل تكون ملائمة للتصوير الملون وكذلك تكون الألوان جيدة في المناطق التي لا تحتوي على غطاء شجري كثيف.

الصور الملونة تبدو حقيقية أكثر لكن في اغلب الأحيان يمكن رؤية معلومات أكثر في صور الأسود والأبيض وبعد الحصول على صور منظورية بشكل رقمي يمكن للعديد من أنواع التحسينات مثل تحسين التباين وتغيير الإضاءة أن تؤدي إلى إبراز معالم معينة[20].
يتم اخذ الصور الرقمية الملونة من خلال ثلاثة متحسسات تسجل الشدة اللونية لحزم مختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي (احمر، اخضر، ازرق). هذه الحزم يتم دمجها لتوليد صورة ملونة. وتكون الصورة الناتجة اقرب إلى ألوان العالم الحقيقي. لكن الحاجة إلى أجهزة أكثر ومعالجة أطول وتكلفة خزن اكبر تعد مسائل مهمة لذا فان العديد من المنظمات تستخدم صور الأسود والأبيض بوصفها خلفية في تطبيقات GIS [21].

3-2 خرائط صور الأقمار الصناعية Satellite Image Maps (Thematic Maps)

خرائط الصور (image maps) تربط الصور المصححة (rectified image ((orthoimage) مع عناصر الخرائط (الأسماء،شبكة الخلايا ... الخ) وتعطي خريطة طبوغرافية(Topographic Map) بالهيئة نفسها[22] .

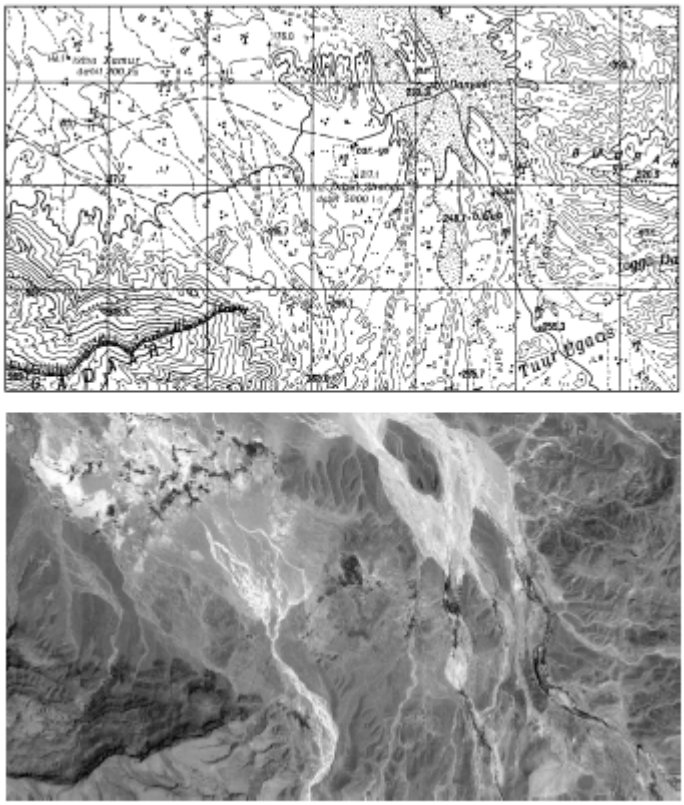
توفر بيانات صور الأقمار الصناعية إنشاء عصر جديد في إنتاج صور الخرائط. وبعد إطلاق القمر الصناعي Landsat 1 في صيف 1972 بدأت التجارب لتوليد خرائط صور الأقمار الصناعية من هذا المصدر الجديد للبيانات. ومنذ ذلك الوقت تم تطوير طرق معالجة فعالة، وقفزت البرامج خطوة كبيرة إلى الأمام. تستطيع صور الخرائط أن تزودنا بالمعلومات بطريقة واضحة جدا، حتى في المناطق التي من الصعوبة تصويرها بوساطة تقنيات رسم الخرائط (Cartographic) (مثل تشكيلات متموجة كالكثبان الرملية)[15].

1-3-2 خصائص خرائط صور الأقمار الصناعية (Thematic Maps)

لإنتاج خرائط صور الأقمار الصناعية يجب الاطلاع على الفرو قات الأساسية بين عَرض المنظر (Landscape) في الخرائط الطبوغرافية (Topographic map) و في صور الأقمار الصناعية.الخرائط الطبوغرافية تكون نتيجة لعمليتين من العمليات البشرية، وهي اختيار المعالم الطبوغرافية والتصميم الرسومي الذي يتم على يد راسم الخريطة (Cartographer).

العناصر الأساس للمواقع الطبوغرافية توصف بوساطة رموز خريطة موحدة. لا توجد رموز في الخريطة بدون تعريف جيد للمعنى، والكيانات المتشابهة يتم تمثيلها بأسلوب متشابه[23].

صور الأقمار الصناعية (والصور الجوية) هي نتيجة لمعالجات فيزيائية. لا يلاحظ المستخدم لصورة الخريطة رموزاً واضحة وإنما معالم مدمجة مع الخريطة بأكملها (كما هي في الشكل 2-3). قد يظهر معلم معين بصور مختلفة جدا، اعتمادا على البيئة (Environment)، والإضاءة (Illumination)، والموسم (Season) ... الخ. ويمكن لمترجم الخريطة أن يتبين هذه المعالم اعتمادا على الخبرة الشخصية أو على الاستنتاجات المنطقية. بعض المعالم ربما تكون غير مرئية، والأخرى ربما تكون غير قابلة للتفسير[24].



(a)

(b)

الشكل (2-3) المنظر نفسه (a) كخارطة طبوغرافية و (b) كصورة أقمار صناعية

2-3-2 معالجة الصور الرقمية Digital Image Processing (Thematic Maps)

للحصول على جودة عالية من خرائط صور الأقمار الصناعية يجب أن تطبق عليها إجراءات معالجة الصور الرقمية (Digital image processing). يتم مسح (Scan) الصور التناظرية للأقمار الصناعية وبعدها يمكن التعامل معها بطريقة التعامل نفسها مع البيانات التي يتم الحصول عليها رقميا (Digitally acquired data). إن استعمال طرق معالجة الصور الرقمية يغطي عملية الإنتاج كلها حتى توليد أفلام الماسح(Raster films) لعملية الطباعة على الورق[21].

نظام إنتاج خرائط صور الأقمار الصناعية، التي تطورت تقنياتها في جامعة برلين خلال ثمانينيات القرن الماضي، تتألف من حزم البرمجيات الآتية:

- المعالجة الأولية (Preprocessing) لبيانات الصورة.
- التركيب الهندسي لأجزاء المنظر (Mosaicking) و التصحيح (المطابقة Rectification).
- التركيب الراديومتري (Radiometric mosaicking).
- دمج البيانات متعددة المتحسسات (Multi-Sensoral data).
- العمليات المتعلقة برسم الخريطة.
- طباعة أفلام الماسح (Raster films).

وعلاوة على النقاط التقنية المذكورة أعلاه يجب الأخذ بالحساب بعض الصعوبات في تصميم الخرائط، مثال تعريف مقياس الرسم (Scale)، والتمثيل اللوني (Color rendition) وتكامل العناصر الرسومية [24].

2-3-3 الاستشعار عن بعد بوساطة الأقمار الصناعية والخرائط الموضوعية

(Satellite Remote Sensing For Thematic Mapping)

الخرائط الموضوعية بصورة عامة تبين بيانات ذات مرجع جغرافي (Geo-referenced data) بأنواع مختلفة من هيئات الخرائط. الاستشعار عن بعد بوساطة الأقمار الصناعية يمكن أن يدعم تصميم الخرائط الموضوعية بطريقتين مختلفتين[25] أولا الخارطة الأساس (Base map) لتصميم الخرائط الموضوعية يمكن أن تكون إما خارطة طبوغرافية، تم توليدها من بيانات صور الأقمار الصناعية، أو خارطة صورة الأقمار الصناعية مباشرة. ثانيا من الممكن استخلاص المعلومات الموضوعية (Thematic) جزئيا أو كليا من بيانات صورة الأقمار الصناعية[24].

2-3-4 بيانات صور الأقمار الصناعية بوصفها خرائط أساس

(Satellite Image Data as Base Maps)

تعمل الخارطة الأساس بطريقتين، تهيئة هيكل هندسي لعملية تصميم الخارطة الموضوعية، وجعل العلاقات المكانية (Spatial relationships) للمعلومات الموضعية قابلة للفهم. يجب أن توفر الخارطة الأساس تفاصيل طبوغرافية وافية. من السهولة نسبيا التعامل مع صورة رمادية قليلة التباين (Contrast) بوصفها خارطة أساس خلفية و إبراز البيانات الموضوعية باستخدام مساحات لونية (الشكل 2-4)[26].

الشكل (2-4) خارطة موضوعية (Thematic map) على اساس خارطة صورة اقمار صناعية

2-4 التقييم الموضوعي لبيانات صور الأقمار الصناعية (Thematic Evaluation of Satellite Image Data)

إن اشتقاق المعلومات الموضوعية من بيانات صور الأقمار الصناعية يتم غالبا من تعاون خبراء من علوم مختلفة. توجد طريقتان تستخدمان بكثرة لاستحصال المعلومات الموضوعية من التصوير بوساطة الاقمار الصناعية [23].

الطريقة الأولى هي التفسير التفاعلي بوساطة عامل بشري. فهو يرى في الصورة تباينات ضوئية، وشدة لونية، وحواف، وأنماط (Patterns) وأنسجة (Textures). وباستخدام خبرته الشخصية على الاستنتاج يستطيع تمييز معالم مثل الشوارع، والسهول الخضراء، والغابات ...الخ، واعتمادا على هذه المعرفة يقوم برسم استنتاجاته.

الطريقة الثانية هي التصنيف (Classification)، أي التحليل الرقمي لبيانات الصورة باستخدام محددات رياضية. التصنيف متعدد الأطياف (Multi-Spectral classification) يستخدم فروقات توزيع القيمة الرمادية في النطاقات (Bands) المتوفرة لغرض التعرف على معالم معينة، مثل أنواع طرق استخدام الأرض (Land-use categories). عادة يتم استخدام مناطق مرجعية بوصفها معلومات أولية لهذه العملية الالية.

ان نتائج معالجة بيانات الاستشعار عن بعد تكون على شكل عناصر رسومية مثل المضلعات (Polygons) أو بيانات ماسح (Raster data) [22] .

5-2 التعامل مع الصور (Dealing with Image)

بعد تحويل صور الأقمار الصناعية إلى صور رقمية (Digital) تكون هذه الصور،عادة، بهيئة ملفات TIFF (Tagged Interchange File Format)، تعد هذه الهيئة قياسية في حقول التصاميم الرسومية (Graphical design) والتصوير الرقمي (Digital photography). اذا تم استخدام هذه الملفات في GIS فانه سوف تكون هنالك إمكانية إضافة معلومات الموقع (Locational information) إلى هذا الملف[21].

ملفات TIFF، بحد ذاتها، ذات نظام إحداثي محلي حيث ان البكسل في الزاوية العليا اليسرى هو في الموقع (0,0). هذه الصورة الخام لا يمكن وضعها بصورة مناسبة او صحيحة خلف البيانات الخطية (Vector data) بدون وجود معلومات اضافية. هذه المعلومة تكون متوافرة في ملف مساعد (Associated file)، وفيما يخص ملفات TIFF يكون هذا الملف بامتداد TIFW (TIF World file) هذا الملف يحتوي على معلومات عن احداثيات الزاوية العليا اليسرى وبحسب نوع المسقط (Projection) الذي اخذت به الصورة وعدد الوحدات الحقيقية التي يغطيها كل بكسل في الاتجاه X (خط العرض Longitude) و Y (خط الارتفاع Latitude). دقة كل خلية مقيسة بوحدات المسافة لذلك المسقط تكون عادة (بالقدم Feet او المتر Meter).

الهيئات الرسومية الأخرى مثل (GIF) و (BMP)، والتي هي أيضا من الهيئات المستخدمة بصورة واسعة في التطبيقات الرسومية والتصوير الرقمي، لا تدعم هذه الملفات المرافقة[22].

6-2 المطابقة Rectification

عندما يتم اخذ الصورة الجوية وتحويلها إلى الخريطة,يجب التغلب على عدد من المشكلات والصعوبات المتعلقة بالتشويه والإزاحة, وهناك أكثر من طريقة يمكن إتباعها, ابسطها واقلها دقة تجاهل هذا التشويه. وإذا فعلنا هذا فإننا نقوم بعمل المصفوفة المناسبة من صور المنطقة التي نريد إنتاج خرائط لها, ويعاد تصويرها وتنتج بوصفها خرائط[24].

يمكن الحصول على صورة مستمرة لمنطقة ما عن طريق استخدام أجزاء معينة من كل صورة بعضها مع بعض, هذه الأجزاء غالبا ما تكون حول النقطة الأساس حيث يبلغ التشويه اقل نسبة, وعند القيام بهذه العملية ووضعها في اللوحة الخاصة بها فإننا نقوم بعمل مصفوفة غير متحكمة Uncontrolled Mosaic. هذا النوع من الخرائط يحتوي على عدد كبير من الأخطاء، فكل

صورة على حدة تحتوي على عدد من الأخطاء، وبما إن كل مصفوفة تحتوي على مجموعة من الصور فان هذا يؤدي إلى تجمع عدد كبير من الأخطاء في الخريطة, خصوصا إذا كانت تحتوي على عدد كبير من الصور، والمقياس غير ثابت في جميع أجزاء المصفوفة، لذا لا يمكن الاعتماد عليه في اخذ القياسات [27].

إذا أردنا الحصول على خرائط أكثر صحة فنستخدم طريقة أخرى أكثر دقة يطلق عليها اسم المصفوفة المتحكمة (Controlled Mosaic) وهذه الطريقة تتم عندما تكون هناك عدة نقاط على الصورة معروف موقعها بدقة يطلق عليها أيضا اسم نقاط التحكم (Control points) فنقوم بتحديد موقع كل نقطة على لوحة المصفوفة ونضع الصورة عليها بشكل يجعل كل ظاهرة تقع فوق النقطة التي تمثلها على اللوحة وتتميز هذه المصفوفة بمقياسها الصحيح، لذا فإنها تستخدم لأخذ القياسات منها. وفي ضوء الظروف المثالية من حيث استواء السطح والتكوين قليل الارتفاع والصورة المختارة بشكل دقيق نجد إن الخريطة المصورة تشبه الخريطة الطبوغرافية حيث أن التشويه بسبب الارتفاع سيكون قليلا جدا. أما في حالة وجود مناطق متباينة الارتفاع، والظروف غير مثالية، فإننا سنكون بحاجة إلى خرائط مصورة أكثر دقة لنتغلب على مشكلة التشويه الناتج من تباين التضاريس. وخرائط الصور Photo maps يمكن ان تكون مجرد صورة للمصفوفة الأصلية، إلا انه في حالات كثيرة نجد بعض المعلومات تضاف إليها مثل خطوط السكة الحديد أو الطرق أو حدود التجمعات السكنية أو أسماء الشوارع [28].

7-2 الرقمنة Digitization

هي عملية ترميز المعالم الجغرافية بشكل رقمي كإحداثيات X و Y والغرض من هذه الخطوة الحصول على بيانات مكانية بتحويل كيانات العالم الحقيقي Real world objects إلى ملف ثنائي Binary file تستطيع الحاسبة التعامل معه. تستطيع الأجهزة التي تستخدم في عملية Digitization انتزاع تمثيل جزئي للبيانات الأصلية فيجب أن نقرر أي البيانات مهمة لإجراء عملية Digitization للكيان لكي نحافظ على تلك المعالم**[1]**.

الخصائص التي نبحث عنها لنحافظ على الكيان مثلا في الصوت، الصور والصور المتحركة تكون مختلفة وتتضمن تقنيات وأجهزة مختلفة، ولكن على العموم تشترك جميعها بهدف واحد وهو الكيان المرقمن Digital object بأدق تصوير ممكن للأصل، أعلى مستوى من التفاصيل سوف يستغل اكبر حجم للملف الذي يحويها [18].

1-7-2 تمثيل الصور بوصفها كيانات مرقمنة

Representing Images as Digital Objects

لتمثيل العالم الحقيقي بهيئة رقمية Digital نحتاج إلى الإجابة عن ثلاث أسئلة

- كيف سيتم تمثيل الكيان؟
- كيف سيتم تمثيل ألوان الكيان؟

هذه الأسئلة الأساسية حول كيف، وبدقة، تستطيع صورة رقمية أن تمثل كياناً. والإجابة تكون بعدة طرق لكن كلها تحتاج إلى خزن حجم كبير من البيانات. ومن هذا يتولد السؤال الثالث؛

- كيف سيتم تمثيل الكيان في صورة باستخدام اقل كمية من البيانات؟[18].

2-7-2 تمثيل الهيئة Representing form

توجد طريقتان فقط لتمثيل هيئة الكيان Object في الحاسبة، وهما اما باستخدام المتجهات Vectors او بوساطة استخدام الخلايا Raster.

1-2-7-2 صور المتجهات Vector Images

تمثيل المتجه لأي كيان يكون مشابهاً لرسم الكيان نفسه بوساطة قلم رصاص. تكون الصورة مكونة فقط من خطوط واشكال ملونة كما في الشكل ادناه.

الشكل (2-5) (a) صورة جوية و (b) تمثيل المتجه لها.

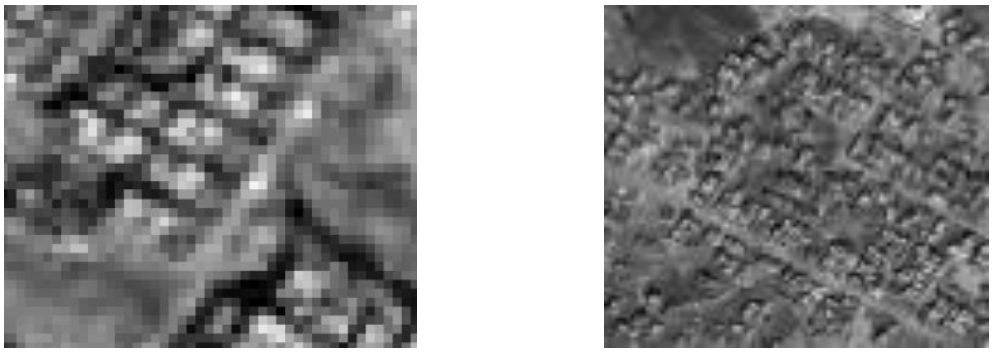
الجذور الأساس لهذه الطريقة تقع في المحاولات الأولى لتوليد صورة Picture بالحاسبة[29]. أجهزة الإخراج الصورية البدائية كانت مقتصرة على طريقة الرسم بوساطة اليد. الآلات الرئيسية للرسم هي الراسم (Pen Plotters) وتعطي هذه الأجهزة صورة بوساطة تحريك القلم حول الجزء المراد تحديده ورسم الخطوط حوله (الشكل 2-6).

الشكل (2-6) Pen Plotter

هذه الطريقة ما تزال تستخدم في العديد من التطبيقات الرسومية Graphics Packages وملائمة للتمثيلات الصورية مثل الصور Graphs، والمخططات Charts و التخطيطات Diagrams. وتملك العديد من الفوائد. وتقدم هذه الأجهزة دقة وموثوقية اكبر للبيانات المكانية Spatial data مثل الخرائط Maps، وتخطيط الأراضي Ground plans، وغيرها ونستطيع تحجيمها Zoom بدون فقدان تفاصيل (بيانات الخلايا Raster data تكون محددة في هذا الجانب). وتسمح بالتحليل المكاني Spatial analysis (مثلا الإحصاء المكاني Spatial statistics، والتحليل الشبكي Network analysis) [20] .

2-7-2-2 صور الخلايا Raster Images

في صور الخلايا يمكن تمثيل الكيان بوساطة شبكة من المربعات Grid of squares بمختلف الألوان. كل واحد من هذه المربعات يعرف كبكسل (اصغر عنصر في الصورة). نأخذ، مثلا، الصورة الموجودة في الشكل 2-7، الصورة الرقمية (على اليسار) و جزء مكبر جدا من هذه الصورة (على اليمين). نرى في الصورة التي على اليمين مربعات منفردة تكون الصورة التي نراها على الجهة اليسار. لذا فان الصورة بالحقيقة تتكون من مربعات صغيرة جدا، وكل واحد منها بتدرج لوني معين، لكن عندما نرى الصورة بوصفها كلاً، فإننا نرى صورة صافية بدون مربعات [16].



(b) **(a)**

الشكل (2-7) الصورة (a) تمثل صورة بحجم طبيعي والصورة (b) تمثل تكبيراً لجزء صغير من الصورة

8-2 البيانات المكانية Spatial Data

الخطوة الأولى لاستخدام GIS في أي تطبيق هي الحصول على معلومات مكانية ملائمة لاحتياجات المستخدم. هذه المعلومات يمكن الحصول عليها عن طريق الأقمار الصناعية لسطح الأرض، والصور الجوية التي يمكن من خلالها تتبع التغيرات التي تطرأ على الكيانات المكانية(Spatial Object) قيد الدراسة، وتقسم البيانات المكانية، إلى قسمين :-

- بيانات الموقع Locational Data
- بيانات وصفية Attribute Data

بيانات الموقع هي التي تحدد موقع الكيانات المكانية(Spatial Object) مثلا عنوان، أو خط طول وخط عرض، أو إحداثيات X, y..... وغيرها.

البيانات الوصفية هي التي تعطينا معلومات حول الكيانات المكانية عدا موقعها [30].

البيانات المكانية Spatial Data هي مجموع بيانات الموقع والبيانات الوصفية.البيانات المكانية تختلف عن باقي البيانات لاحتوائها على معلومات الموقع.والشكل (2-8) يبين مثالاً عن بيانات الموقع والبيانات الوصفية.

الشكل (2-8) مثال عن بيانات الموقع والبيانات الوصفية

X	Y	Store type	Phone number	Area (m^2)
206.9	204.0	Barber	5841-6225	38.6
275.7	167.2	Bookshop	5841-6273	54.4
337.8	142.1	Supermarket	5841-8521	1094.5
148.4	111.7	Bakery	5803-2540	61.1
121.3	156.6	Hotel	5804-3000	675.7
locational data (X-Y coordinates)		attribute data		

تخزن البيانات المكانية في GIS إما على هيئة بيانات الماسح Raster Data أو بيانات متجهة Vector Data .

Vector Data تمثل الكيانات المكانية بشكل سلسلة من (الرؤوس Vertices، والحواف Edges) مثل حدود الكيانات المكانية، شكل (2-9-b) . Raster Data تمثل الكيانات المكانية على شكل شبكة وإسناد قيم وصفية لكل خلية شكل(2-9-c) [29].

تكون صور الأقمار الصناعية عادة على شكل بيانات الماسح. يستخدم هذان النوعان من البيانات

(a) (b) (c)

شكل(2-9)هيئات البيانات في GIS (a)الخريطة الأصلية(b)البيانات المتجهة (c)بيانات الماسح.

بصورة واسعة في GIS. بصورة عامة يمكن القول إن البيانات المتجهة تكون مفضلة فيما يخص العلوم الإنسانية والاجتماعية بينما تستخدم بيانات الماسح عادة في العلوم الطبيعية مع ذلك يعتمد اختيار هيئة البيانات على الظروف المحيطة. إذا كان شكل الكيان المكاني (Spatial Object) يجب أن يوصف بدقة يفضل هنا استخدام البيانات المتجهة كما هو مبين في الشكل(2-9-b) أعلاه [30].

لا تعطي بيانات الماسح وصفاً وافياً لشكل الكيانات المكانية لأنه يعتمد على دقة الخلايا الموجودة في الصورة، من جهة أخرى تتطلب البيانات المتجهة مساحة اكبر ووقتاً أكثر لبنائها وإدارتها وتحليلها وإذا لم يتوافر الوقت والمساحة الكافية يتم تفضيل هيئة الماسح [29]. تحويل بيانات الماسح إلى متجهة يكون بصورة مباشرة بينما العكس يكون صعباً ومستحيلاً عملياً. بسبب عدم وجود خوارزمية جيدة للتحويل من البيانات متجهة إلى بيانات الماسح وقد يكون من الأفضل أداء هذا التحويل يدويا باستخدام إجراءات حسابية على الرغم من إن هذا يستغرق وقتا طويلا[1].

يمكن للنظام الجغرافي الربط بين هذين الشكلين من البيانات بوساطة برامج تدعى (Registering & Rectification and Resampling) لتعريف نقاط تحكم تقوم بالربط بين الصورة Image (Raster) و Coverage(Vector)، تستخدم هذه النقاط لحساب التحويل المناسب واللازم من اجل ربط الصورة Image بنظام الإحداثيات الحقيقية.

تلي هذه الخطوة خطوة أخرى بتحويل الصورة Image إلى الشكل الوسيط بين Raster و Vector وتدعى هذه العملية Image to Grid Conversion يستطيع المستثمر تحديد عدد الـ Pixels وكذلك ارتفاع كل Pixel وعرضه ثم تطبيق عملية Grid to Vector Conversion على الناتج من العملية السابقة. إن معظم البرمجيات الخاصة بنظام المعلومات الجغرافية تقدم هذه التسهيلات ومن المهم التنويه بان هذه العمليات ليست بالعمليات السهلة والممكنة دائما وهذا يعتمد على عدة أمور منها نوع النظام والدقة المراد الحصول عليها وكذلك سرعة وحجم التخزين المتاحين في النظام..... الخ [31].

2-9 قواعد البيانات المكانية Spatial Database

بسبب الأثر المهم الذي تؤديه البيانات المكانية وأهميتها في عملية صنع القرار(Decision Maker)، تبرز الحاجة إلى نموذج يتعامل مع هذا النوع من البيانات، وخاصة في التطبيقات الحديثة التي تكون فيها البيانات المكانية أساساً ولها أثر حرج في التخطيط ، والتحليل الحكومي، والرسم والرؤية من خلال الحاسبة(Computer Graphics and Vision)، وتمييز الأنماط(Patterns Recognition) ، والروبوت (Robotics)، وأنظمة إدارة قواعد البيانات (Database Management System)(DBMS)، ونظام المعلومات الجغرافية(GIS) ومعالجة الصور (Image Processing) [32].

تعد قواعد البيانات المكانية الموضع الطبيعي الذي يجب أن تكون فيه هذه البيانات. أنظمة إدارة قواعد البيانات المكانية(SDBMS) (Spatial Database Management System) نموذج قواعد بيانات ملائم (DB model) (Database model) للتعامل مع هذه البيانات. إن(SDBMS) مشتق من (DBMS) مع إضافة علاقات واستفسارات جديدة تخص العلاقات الطبوغرافية والطوبولوجية مثل علاقات الاحتواء (Containment) والتجاور(Adjacency) .[33]

2-9-1 أنواع الهياكل لقواعد البيانات المكانية

هناك ثلاثة أنواع من هياكل الملفات المستخدمة لتمثيل العلاقات بين جداول قواعد البيانات، وهي:

1- الملف الشبكي Spreadsheet File

وهو طريقة بسيطة لخزن البيانات. كل القيود في هذه الملفات تمتلك العدد نفسه من الحقول. القيد الواحد يمتلك بيانات مختلفة لكل حقل، مع وجود حقل واحد يستخدم بوصفه مفتاحاً رئيسياً لتحديد ذلك القيد (الشكل 2-10). عندما يكون عدد الحقول كبيراً تصبح الملفات الشبكية صعبة ومرهقة عند إجراء عمليات البحث [30]. وكذلك فان حقل المفتاح يتم اختياره بحسب محددات المبرمج وإذا احتاج المستخدم إلى محددات أخرى يؤدي إلى صعوبة البحث على المستخدم. وعلى الرغم من بساطة هيكل هذا النوع من قواعد البيانات، فان زيادة عدد حقول الملف يتطلب إعادة برمجة. وعلاوة على هذا، فان إضافة قيود جديدة تستهلك وقتاً أكثر، وخاصة عندما يكون هنالك كم هائل من الحقول. الطرق الأخرى توفر مرونة وسرعة استجابة اكبر فيما يخص GIS [31].

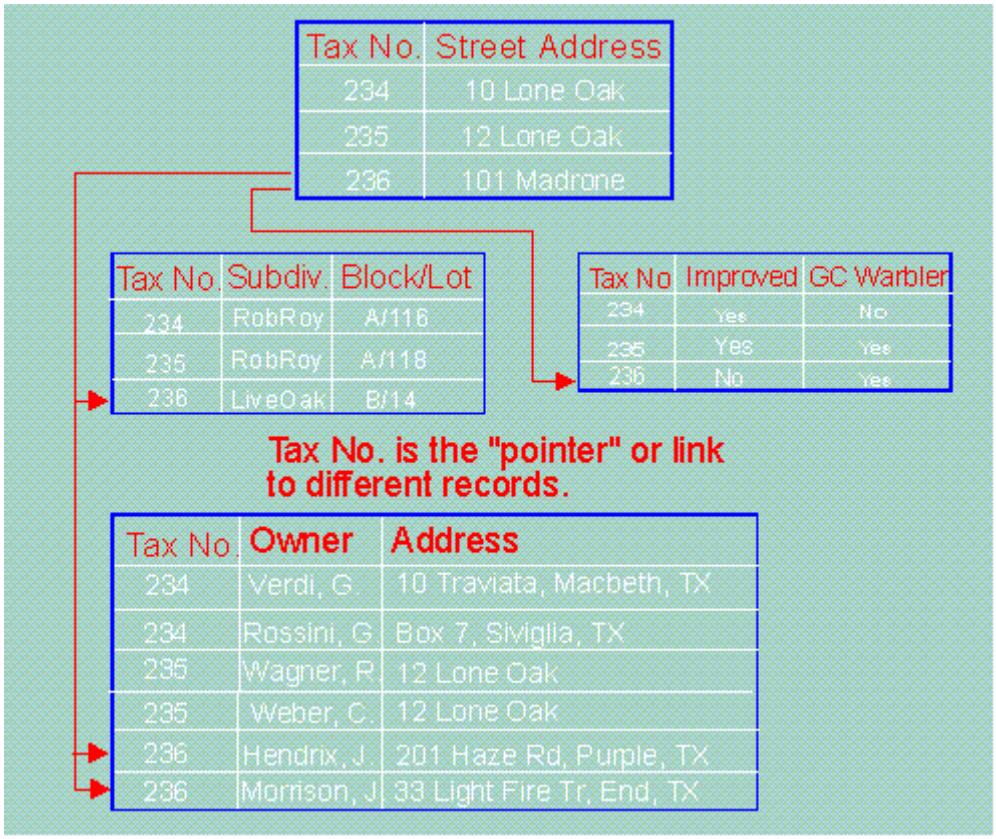
Tax No.	Street Address	Subdiv.	Block/Lot	Owner 1	Owner 2	Improved	GC Warbler
234	10 Lone Oak	RobRoy	A/116	Verdi, G.	Rossini, G.	Yes	No
235	12 Lone Oak	RobRoy	A/118	Wagner, R.	Weber, C.	No	Yes
236	101 Madrone	LiveOak	B/14	Hendrix, J.	Morrison, J.	Yes	Yes

الشكل (2-10) الملف الشبكي

2- الملفات الهرمية Hierarchical Files

في هذا النوع من الملفات يتم خزن البيانات في أكثر من نوع واحد من القيود. هذه الطريقة توصف عادة كعلاقة "أب-ابن Parent-Child، أو واحد-إلى-عدة One-to-Many" (الشكل 2-11).

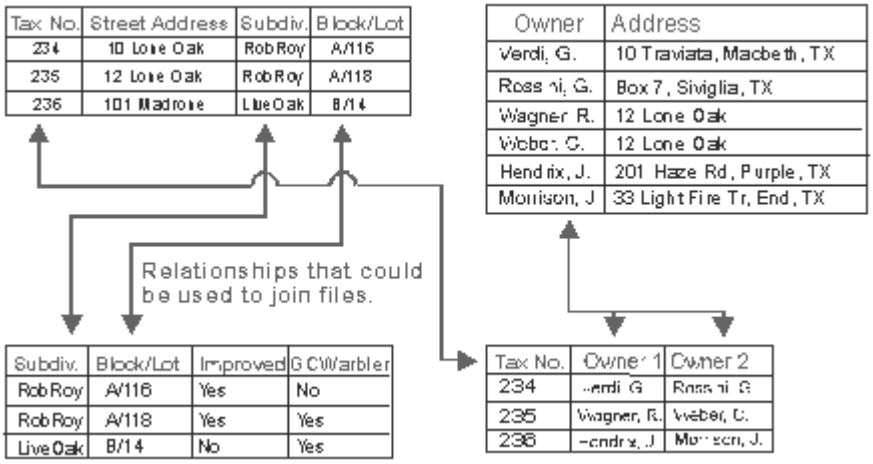
يوجد حقل واحد بوصفه مفتاحاً لكل القيود، لكن البيانات في أي قيد لا يشترط أن تكون متكررة في قيد آخر[30]. مثل هذا النظام يسمح للقيود ذات الخصائص المتشابهة بان ترتبط بعضها مع بعض. في هذا التمثيل كل قيد يؤدي إلى قيد أخر وهكذا بنمط تنازلي نسبيا. فائدة ذلك هي انه عندما تكون العلاقات معرفة بصورة صحيحة، والاستفسارات تتبع نسقاً قياسياً، نحصل على هيكل بيانات كفوء جدا. يتم ترتيب قاعدة البيانات بحسب طريقة استخدامها ونوعية احتياجاتها. بما إن الوصول يكون بحسب المفتاح الرئيس، فان معرفة وجود أي قيد تكون مباشرة عن طريق هذا المفتاح. الضعف في هذا النوع من الملفات هو وجوب الوصول إلى قيد رئيس Master Record، مع حقل المفتاح Key Field المحدد، لغرض الوصول إلى القيود الأخرى [32].



الشكل (2-11) الملفات الهرمية

3- الملفات العلائقية Relational Files

تـربط الملفـات العلائقيـة ملفـات مختلفـة أو جـداول (علاقـات) دون اسـتخدام مؤشرات داخلية Internal pointers أو المفاتيح (الشكل 2-12). وبدلا من ذلك يتم استخدام وصلة عامة Common link للبيانات لربط القيود. يتم استخدام مصفوفات من الجداول Matrices of tables لخزن المعلومات [33]. مادامت الجداول لديها وصلة عامة يمكن للمستخدم توحيدها لتشكيل استفسارات ونتائج بيانات جديدة. يعد هذا النوع من أكثر الأنظمة مرونة وملاءمة للغة SQL (Structured Query Language). تكون الاستفسارات غير محددة بنوعية معينة من هيكلية الملفات، لكنها مرتكزة على علاقات من نوع قيد معين إلى نوع قيد آخر يبنيه المستخدم. ولوجود هذه المرونة يعد هذا النوع من الملفات الأكثر شعبية لنماذج قواعد البيانات المستخدمة في GIS [32].



الشكل(2-12) الملفات العلائقية

2-9-2 خصائص قواعد البيانات المكانية Properties of spatial databases

للحصول على فهم أفضل لمتطلبات أنظمة قواعد البيانات المكانية (Spatial database systems) يجب فهم بعض خصائص البيانات المكانية (spatial data).

أولا: تمتلك البيانات المكانية هيكلا معقدا (Complex structure). الكيانات المكانية (Spatial objects) يمكن أن تكون نقطة (Point)، خطاً (Line)، أو مضلعاً (Polygon)، أو مزيجاً منها. وهذا واحد من الأسباب التي تجعل من الصعب خزن البيانات المكانية في قواعد بيانات علائقية (Relational databases)، تكون القيود فيها بحجم ثابت (Fixed tuble size)، كذلك العمليات التي تجرى على البيانات المكانية تكون أكثر تعقيدا وكلفة من تلك العمليات العلائقية القياسية[34].

ثانيا: البيانات المكانية تكون عادة متغيرة (dynamic). تضاف الكيانات وتحذف وتحدث ديناميكيا (Dynamically)، لذا فان هياكل الوصول إلى البيانات يجب أن تدعم هذه العمليات بكفاءة.

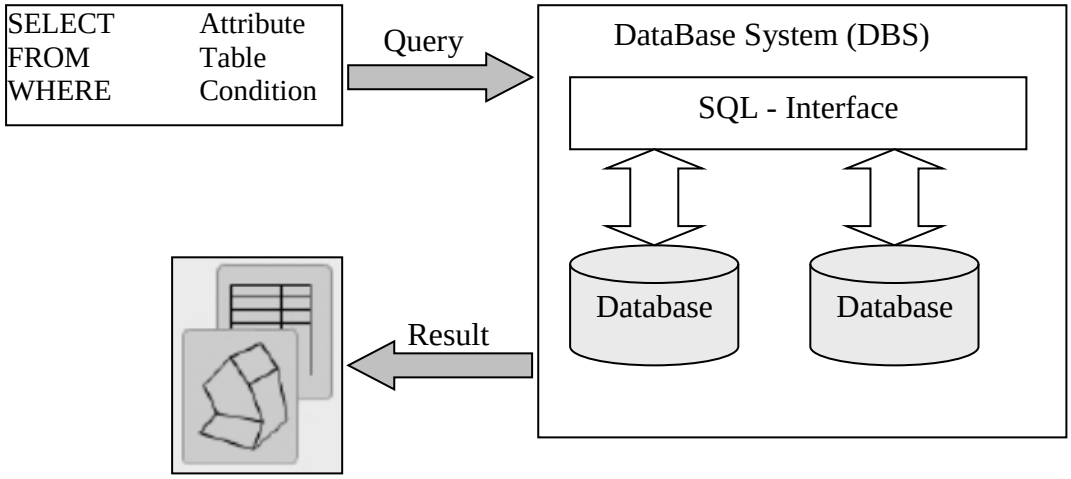
ثالثا: تميل البيانات المكانية أن تكون ضخمة جدا، لذا من الضروري أن يتم التعامل بصورة كفوءة مع عمليات تناقل البيانات بين وسائط الخزن[35].

رابعا: لا توجد علاقات جبرية قياسية (Standard algebra) على البيانات المكانية، وهذا يؤدي إلى انه لا توجد معايير قياسية لهذه البيانات. ومجموعة المعايير تعتمد بصورة كبيرة على التطبيق، وهذا لا يعني عدم وجود معايير عامة (مثل التقاطع).

خامسا: العديد من المعايير المكانية لا تكون مغلقة على نوع محدد، فعملية التقاطع، مثلا، المضلعات قد ترجع مزيج من النقاط، وقطع المستقيم، و المضلعات[36].

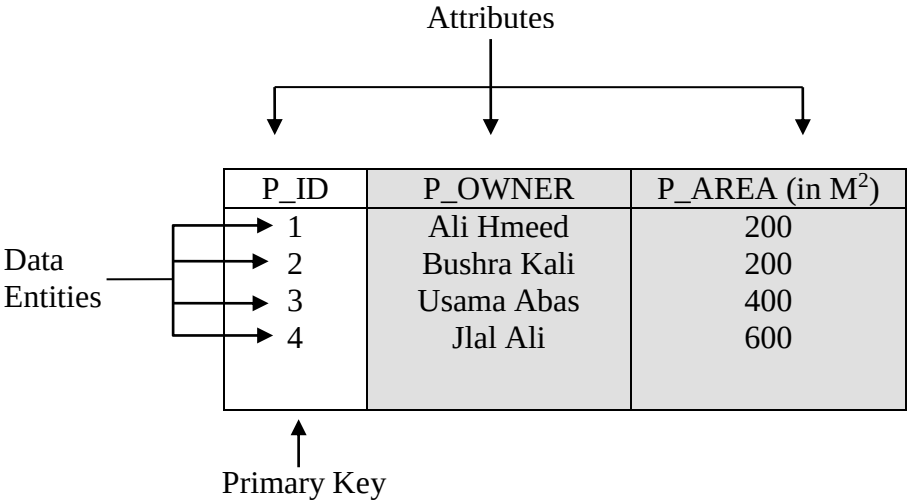
10-2 الاستفسارات المكانية (Spatial Queries)

الهدف من الاستفسارات المكانية وتحليلاتها هو لتحديد العلاقات المكانية(Spatial relations) بين الكيانات بحسب قاعدة معينة. نتائج هذه الاستفسارات تساعد على اتخاذ القرار الصحيح (Decision making)[35]. عملية جلب بيانات نتائج الاستفسار تكون حسب المخطط في أدناه



الشكل (2-13) هيكل قاعدة البيانات

Database Table = Parcels



الشكل (2-14) هيكل الجدول

2-10-1 أنواع الاستفسارات Types of queries

مثلما هو موجود في قواعد البيانات العلائقية، يوجد نوعان من المعايير التي تطبق على قواعد البيانات المكانية: الاختيار (Selection) و الربط (Join). ونجد في أدناه أمثلة على استفسارات الاختيار (Selection Queries).

- استفسار التطابق (Exact match query) أو استفسار الكيان (Object query) إذا علم الكيان **ك**، جد كل الكيانات التي لديها نفس الخصائص المكانية للكيان **ك**.
- استفسار النقطة (Point query) إذا علمت النقطة **ن**، جد كل الكيانات التي تحوي النقطة **ن**.
- استفسار المدى (Range query) أو استفسار النافذة (Window query) إذا كان لدينا المجال **م** المتعدد الأبعاد، جد كل الكيانات التي يكون لديها على الأقل نقطة واحدة مشتركة مع **م**.
- استفسار التقاطع (Intersection query) أو استفسار المنطقة (Region query) إذا كان لدينا المنطقة **ط**، جد كل الكيانات التي يكون لديها على الأقل نقطة واحدة مشتركة مع **ط**.
- استفسار التضمين (Enclosure query) إذا كانت لدينا المنطقة **ط**، جد جميع الكيانات التي تتضمن **ط**.
- استفسار الاحتواء (Containment query) إذا كان لدينا المنطقة **ط**، جد جميع الكيانات التي تحتوي عليها **ط**.
- استفسار التلاصق (Adjacency query) إذا كان لدينا الكيان **ك**، جد جميع الكيانات التي تلاصق **ك**.
- استفسار اقرب جار (Nearest neighbor query) إذا كان لدينا الكيان **ك**، جد جميع الكيانات التي تكون بأصغر مسافة عن **ك**. المسافة بين كيانين تعرف عادة بالمسافة بين اقرب نقطتين بينهما.

الربط المكاني (Spatial join) يجمع كيانات من اثنين من قواعد البيانات المكانية بحسب قاعدة اختبارية مكانية (Spatial predicate). في أدناه أمثلة على مثل هذه القواعد الاختبارية المكانية [36] [37]:

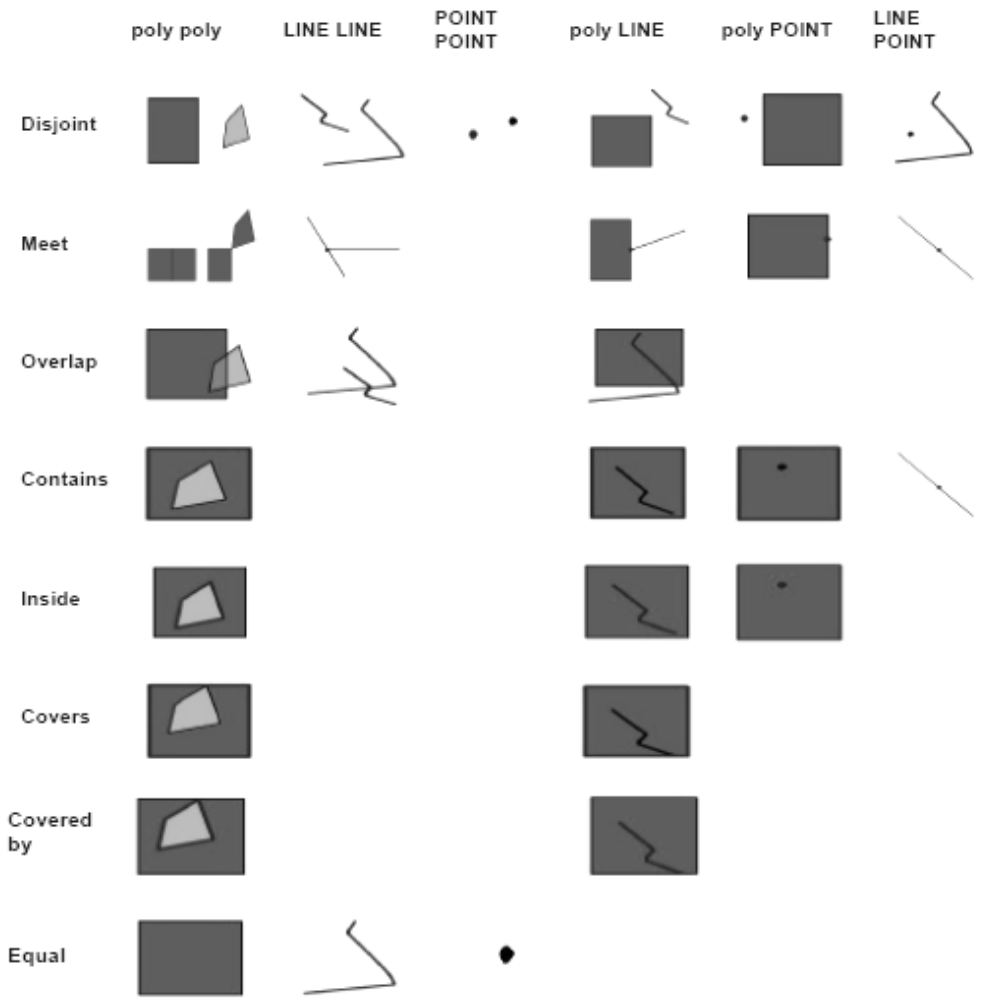
- Intersects(.)
- Contains(.)
- Is_Inclosed_by(.)

- Distance(.) ≤ q, q ∈ R
- Adjacent(.)

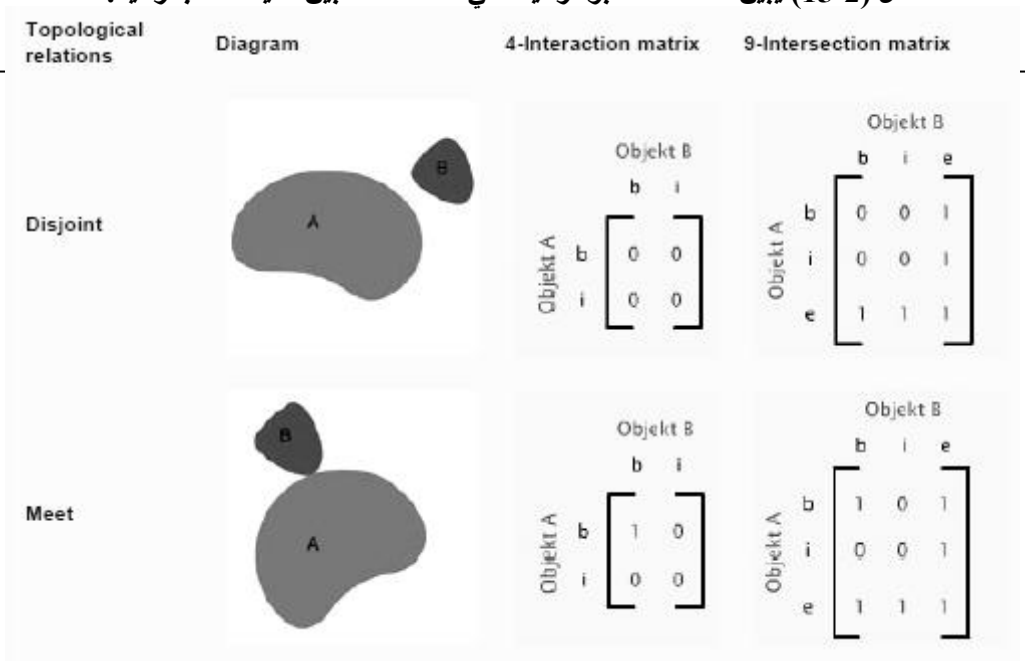
11-2 العلاقات الطبوغرافية Topological Relations

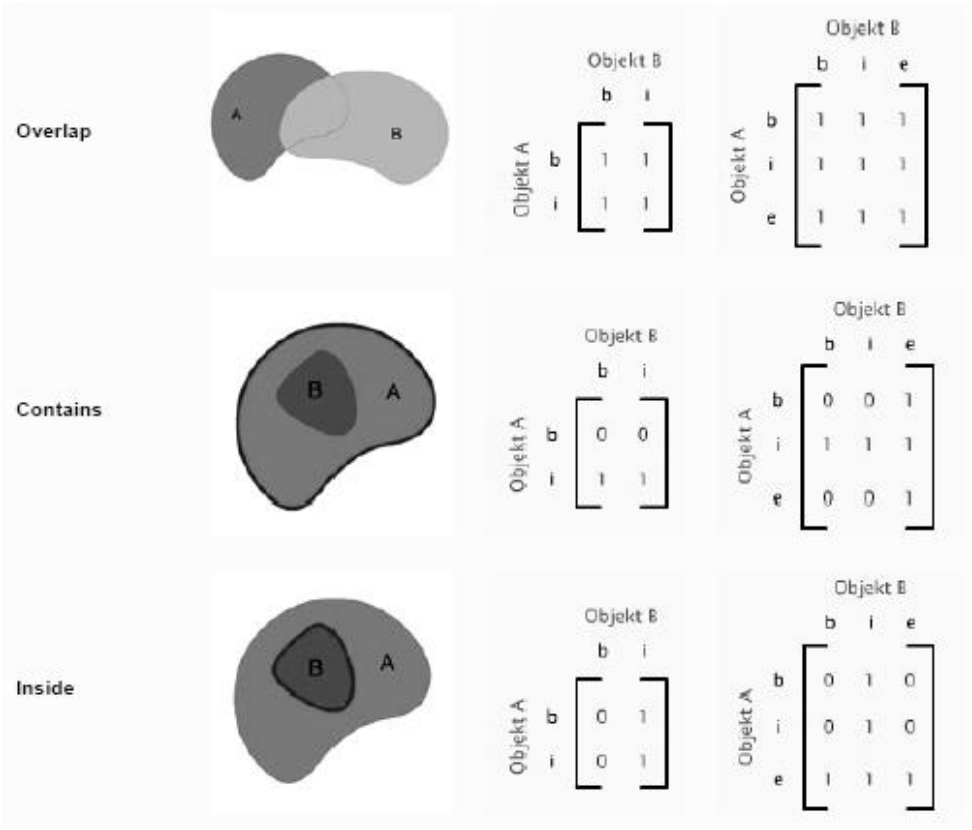
إن العلاقات الطبوغرافية من المكونات الأساس لدوال التحليل المكانية (Spatial analysis functions) في نظام GIS. بعض الأنظمة التجارية تستخدم جمل SQL لتمثيل الاستفسارات الطبوغرافية على قواعد البيانات الجغرافية (GeoDatabases). ومن الجدير بالذكر أن المعالجات الرياضية على هذه العلاقات تكون مخفية عن المستخدم[33].

الشكل (2-15) يبين العلاقات الطبوغرافية التي تحدث عادة بين الكيانات الجغرافية.

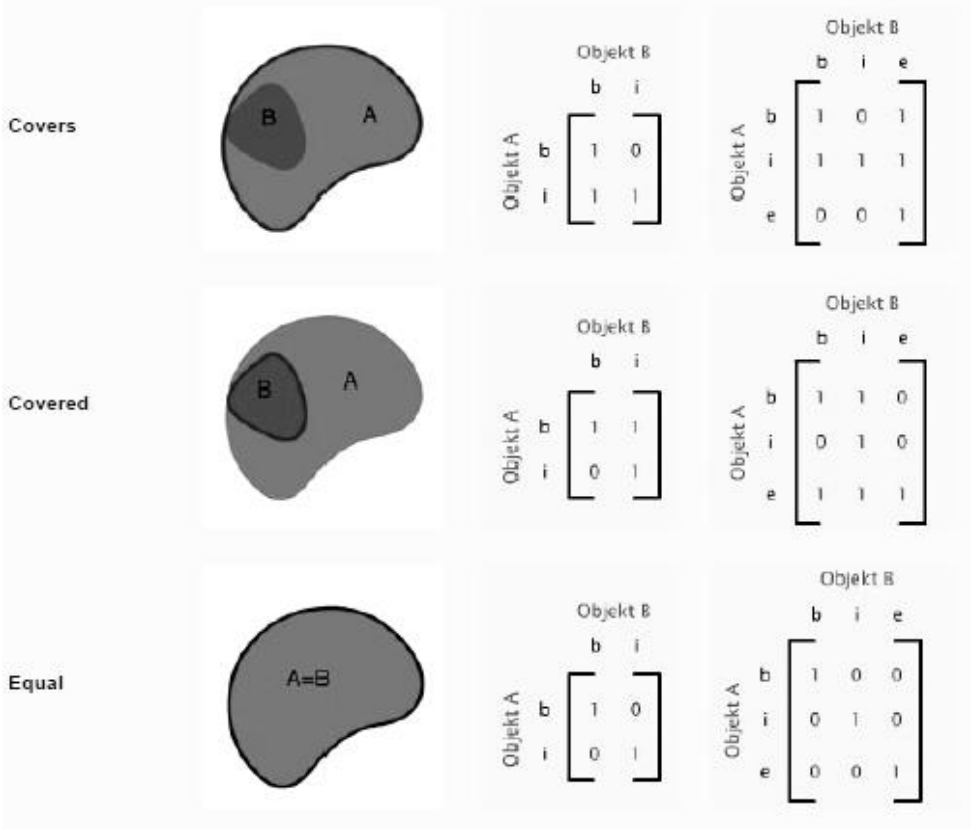


الشكل (2-15) يبين العلاقات الطبوغرافية التي تحدث عادة بين الكيانات الجغرافية.





الشكل (2-16) التمثيل الداخلي للعلاقات الطبولوجية



الشكل (2-16) تكملة

لتوضيح العلاقات الطبولوجية (Topological relations) الموجودة في الشكل (2-16) نفترض وجود كيانين نريد استخراج العلاقات الطبولوجية بينهما وهما الكيان A والكيان B ولكل واحد منهما ثلاثة مكونات وهي **i** (تعني داخل الشكل interior)، و **e** (خارج الشكل exterior)، و **b** (الحد الخارجي للكيان boundary). وقمنا بوضع الشروط لحساب هذه العلاقات حسب قاعدتين:

القاعدة الاولى: تسمى قاعدة التقاطعات الاربعة (4-I-Schema) 4 Intersections Schema. وتاخذ هذه القاعدة التقاطعات بين نقاط الحواف b للشكلين والنقاط الداخلية i لهما.

القاعدة الثانية: تسمى قاعدة التقاطعات التسعة (9-I-Schema) 9 Intersections Schema. وتأخذ هذه القاعدة التقاطعات بين نقاط الحواف b للشكلين والنقاط الداخلية i و النقاط الخارجية e لهما.

علما أن الاختيار بين هاتين القاعدتين يعتمد على السرعة والدقة، حيث نختار قاعدة 4-I-Schema للسرعة والقاعدة 9-I-Schema للدقة. حيث ان القاعدة 4-I-Schema تستطيع تمييز $2^4 = 16$ نوع علاقة للكيانين، بينما القاعدة 9-I-Schema تستطيع تمييز $2^9 = 512$ نوع علاقة للكيانين.

يتم تمثيل ناتج العلاقة بقيمة (0) إذا كان الناتج مجموعة فارغة؛ و (1) إذا كان الناتج مجموعة غير فارغة[33].

الان نفترض التالي:

مجموعة النقاط الموجودة **داخل** الكيان A	$\{A_i\}$
مجموعة النقاط الموجودة **داخل** الكيان B	$\{B_i\}$
مجموعة النقاط الموجودة على **حواف** الكيان A	$\{A_b\}$
مجموعة النقاط الموجودة على **حواف** الكيان B	$\{B_b\}$
مجموعة النقاط الموجودة **خارج** الكيان A	$\{A_e\}$
مجموعة النقاط الموجودة **خارج** الكيان B	$\{B_e\}$

1- علاقة الانفصال Disjoint

العبارة الشرطية التالية تتحقق من ان الكيانين A و B منفصلين:

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} = \emptyset$) — In 4-I-Schema

THEN

A Disjoint B

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$) — In 9-I-Schema

THEN

A Disjoint B

2- علاقة التلاقي Meet

العبارة الشرطية التالية تتحقق من ان الكيانين A و B متلاقيين:

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} = \emptyset$) — In 4-I-Schema

THEN

A Meet B

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$) — In 9-I-Schema

THEN

A Meet B

3- علاقة التقاطع Overlap أو Intersection

العبارة الشرطية التالية تتحقق من أن الكيانين A و B متقاطعين:

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$) — In 4-I-Schema

THEN

A Overlap B

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$*)*

In 9-I-Schema

THEN

A Overlap B

4- علاقة الاحتواء Contains

العبارة الشرطية التالية تتحقق من أن الكيان A يحتوي الكيان B:

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} = \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$ *)*

In 4-I-Schema

THEN

A Contains B

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} = \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$

In 9-I-Schema

AND $\{A_i\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_b\} = \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_i\} = \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset)$

THEN

A Contains B

5- علاقة داخل Inside

العبارة الشرطية التالية تتحقق من ان الكيان A داخل الكيان B:

IF $(\{A_b\} \cap \{B_b\} = \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset)$

In 4-I-Schema

THEN

A Inside B

IF $(\{A_b\} \cap \{B_b\} = \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_e\} = \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_e\} = \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset)$

In 9-I-Schema

THEN

A Inside B

6- علاقة يغطي Covers

العبارة الشرطية التالية تتحقق من ان الكيان A يغطي الكيان B:

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$)

In 4-I-Schema

THEN

A Covers B

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_e\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_e\} = \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$)

In 9-I-Schema

THEN

A Covers B

7- علاقة مغطى Covered

العبارة الشرطية التالية تتحقق من ان الكيان A يغطي الكيان B:

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$) — In 4-I-Schema

THEN

A Covered B

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_e\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_e\} = \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$
AND $\{A_e\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$) — In 9-I-Schema

THEN

A Covered B

8- علاقة التساوي Equal

العبارة الشرطية التالية تتحقق من ان الكيان A يساوي الكيان B:

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$
AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$
AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$) — In 4-I-Schema

THEN

A Equal B

IF ($\{A_b\} \cap \{B_b\} \neq \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_i\} = \emptyset$

AND $\{A_b\} \cap \{B_e\} = \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_b\} = \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_i\} \neq \emptyset$

AND $\{A_i\} \cap \{B_e\} = \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_b\} = \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_i\} = \emptyset$

AND $\{A_e\} \cap \{B_e\} \neq \emptyset$*)*

In 9-I-Schema

THEN

A Equal B

الفصل الثالث

بناء نظام المعلومات الجغرافية

1-3 مقدمة

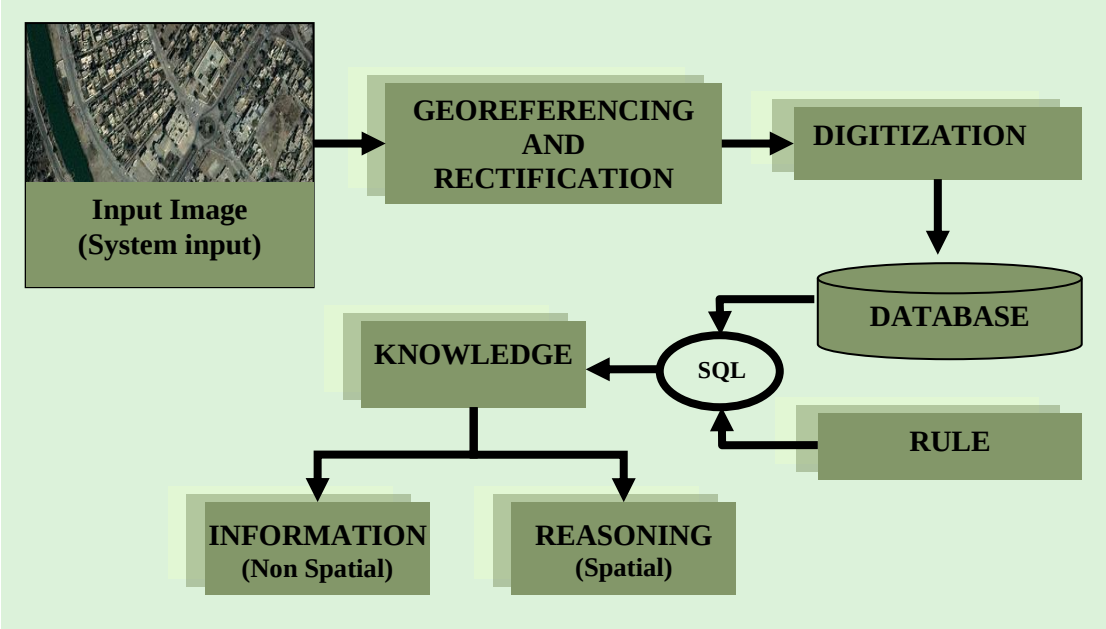
يقترح هذا البحث بناء نظام معلومات جغرافية قادر على التحاور مع المستفيد وإعطاء الاستنتاجات (Reasoning) على الأسئلة التي يطرحها المستفيد من خلال مجموعة القواعد(Rules) المتوافرة في النظام، ويوفر النظام للمستفيد إمكانية التعامل مع هذه القاعدة (Rule) بالإضافة والحذف والتعديل عليها بحسب متطلباته، كذلك تكون للنظام القدرة على الكشف والاستعلام عن المناطق السكنية والمناطق غير السكنية وتمييز المناطق التجارية والصناعية والزراعية والخدمية والموقع والمساحة والكلفة لكل منطقة ويتمكن النظام من إظهار الكثافات السكانية وبحسب تدرجات لونية معينة.ويمكن التعرف على تفاصيل كل جزء من الخريطة بالتأشير على ذلك الجزء أي يمكن التعامل مع كل جزء(منطقة) من الخريطة بوصفها وحدة مستقلة عن باقي أجزاء الخريطة.

2-3 وصف مراحل عمل النظام المقترح (Proposed system steps description)

يتكون النظام من مجموعة من العمليات (او المراحل)، وهي:

1. إدخال الصورة الجغرافية (المدخلات System inputs) .
2. المطابقة والتصحيح (Rectification).
3. تحديد حدود المناطق الجغرافية بطريقة رقمنة (Digitization) الصور .
4. إنشاء قاعدة بيانات لكل المناطق، والطرق والأنهار.
5. إجراء عملية البحث من خلال بناء القواعد (Rules) باستخدام لغة SQL.

هذه العمليات مبينة في الشكل (3-1) حيث يوضح المراحل الأساسية لعمل النظام المقترح.



الشكل (3-1) مخطط للنظام المقترح

3-2-1 مدخلات النظام (System Input)

الخلفية الأساس في النظام هي الصورة، والتي هي عبارة عن صورة لجزء من مدينة الحلة، وهذه الصورة مخزنة بصورة رقمية، وأبعاد الصورة هي (عرض 748 بكسل وطول 464 بكسل) تغطي جزء من منطقة حي بابل ويظهر بها كذلك كتف من شط الحلة. وكان مقياس الرسم هو 1:3940 أي انه كل 1 بكسل على الشاشة يقابله 39.40 متر على الخارطة.

ويخزن كل مشروع بحث لمنطقة على صيغة عدة ملفات يجمعها ملف واحد رئيسي (وهو الملف الذي يفتحه المستخدم)، ويوجد داخل هذا الملف اسم ملف الصورة واسم قاعدة البيانات وأسماء الملفات المكانية التي تخزن أشكال الكيانات التي سوف ترسم على الصورة. كما هو موضح بالخوارزمية:

Algorithm System_Input

Input: Project file

Begin

1. Load Project
2. Get image map information:

   a- Bounding box coordinates (in real word).

   b- Scale metric per pixel.

   c- Scale unit (Km, m, mile, …).

d- Backdrop image file name.

e- Database file name.

3. Load backdrop image.
4. Load database.

End.

المدخلات الأساس للنظام المقترح عبارة عن معلومات تبين موقع المعالم الجغرافية وشكلها وتخزن عادة في إحداثيات. تتمثل هذه البيانات في GIS إما على هيئة بيانات متجهة (Vector data)، وهي أشكال معرّفة هندسية وتتألف من (نقاط، وخطوط، ومضلعات)، أو على هيئة بيانات شبكية (Raster data أو Grid data)، وهي عبارة عن صورة جوية لمنطقة معينة، مأخوذة بوساطة الأقمار الصناعية (Satellite Image)، أو الطائرة الجوية (Arial photo) أو الصور الفوتوغرافية (Photographs)[1]. تخزن هذه الصور بعد معالجتها وإزالة التشوهات الحاصلة من الارتجاج أو العدسات أو أي ظرف جوي آخر على شكل ملفات وتكون ذات هيئات (Format) مختلفة مثل:

- (Graphics Interchange File) GIF
- (Joint Photographic Experts Group) JPEG
- (Tagged Image File Format) TIFF
- (Windows BitMaP) BMP

ولا بد من الإشارة هنا إلى أن الصور الجوية لابد أن تكون غير مضغوطة عند التعامل معها أو أن تكون مخزونة بخوارزمية ضغط غير فاقدة للبيانات Lossless.

هذه الهيئات تكون ذات استخدام عام، أي أن استخدامها في صور الخرائط ليس أساس هيئة الملف[29]. إلا انه توجد أنواع خاصة من ملفات الصور ذات استخدام خاص بصور الخرائط، هذه الأنواع الخاصة قامت بتطويرها شركات مختصة بالأعمال والمسوحات الجغرافية وتطبيقاتها على الحاسوب. مثل:

- IMG وهي ملفات للصور القادمة من القمر الصناعي LandSat التي طورتها مجموعة ERDAS. هذه الصور تكون بأحجام كبيرة لاحتوائها على عدة طبقات، كل طبقة تعد صورة بحد ذاتها، وهذه الطبقات المتعددة تكون لمجموعة من الأطياف الضوئية. وتكون مفيدة جدا لمراقبة الأغطية النباتية واستخدام الأراضي.

- SID وهي ملفات مضغوطة لصور خرائط كبيرة، أساس استخدامها هو للعرض على الأكثر، وذلك لان مستعرض الصورة يجب أن يتعامل مع طريقة الضغط التي ابتكرتها مختبرات "لوس الموس". وهذا يحدد من استخدام هذه النوعية من الملفات للتعامل المباشر، أي أن المستفيد يجب أن يمرر الصورة بمرحلة وسطية قبل أن يتعامل معها أو مع جزء منها، وذلك بتحويلها أولا إلى تنسيق TIFF، وبعد الحصول على هذه الصورة بهذا التنسيق يمكنه أن يحولها إلى تنسيق آخر أو التعامل المباشر معها (وهذا ما تم في هذا البحث، وذلك لصعوبة الحصول على صور بحسب الطلب)[23].

استخدمنا في بحثنا ملفات نوع BMP 24 بتاً غير مضغوطة وذلك لسهولة التعامل معه برمجيا ولشيوع الهيكل الداخلي لطريقة خزن راس الملف (File Header)، والقيم اللونية لبكسلات (Pixel Color Value) الصورة، وكذلك ملاءمتها للعمل على انظمة بيئة الوندوز (WINDOWS). حيث يمكن للنظام التعامل مع الصورة المدخلة بأكملها أو مع جزء منها (Region Of Interest).

وفي عملنا قمنا باخذ الصورة من خلال ملف صورة خارجي لمدينة الحلة (ALHILLAH.SID)، وبسبب عدم وجود توثيق لهيكل الملفات من هذا النوع، استخدمنا عارضاً خاصاً لملفات SID (MrSIDViewer)، وبعدها تم اقتطاع جزء من الصورة الكاملة لمدينة الحلة، وتحويلها إلى ملف بهيئة TIFF، ومن ثم تحويلها إلى ملف بهيئة BMP وذلك لسهولة التعامل مع هذا النوع من الملفات، وبعدها قمنا ببناء ملف خارجي لمعاملات معادلة التحويل من ملف SQL المصاحب لصورة SID، ووضع هذه البيانات في ملف بهيئة GPR تم بناؤه ليستخدمه النظام في عمليات التحويل وفتح ملفات البيانات المصاحبة. إن الصور التي يوفرها SID مسجلة (Registered) أصلا لذا لا نحتاج الى عملية التسجيل وسوف لن نعدها خطوة في مسار النظام.

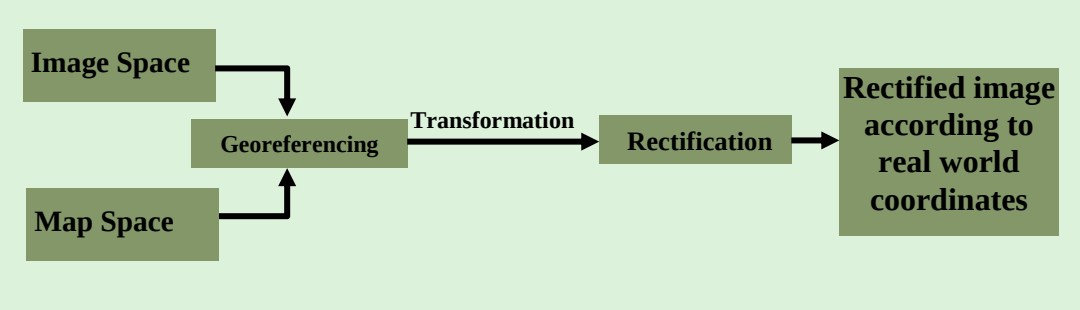
2-2-3 التصحيح (Georeferencing and Rectification)

وهي عملية تستخدم لتحويل فضاء الصورة المدخلة (ذات أبعاد غير حقيقية) إلى فضاء الخريطة بإحداثياتها الحقيقية. والجدير بالذكر ان عملية التصحيح في نظامنا المقترح لم تنفذ وذلك لان هذه العملية تحتاج الى تقنيات معقدة غير متوفرة لدينا أصلا إضافة إلى أن الصورة التي تم الحصول عليها كانت مصححة, والذي تم في عملنا هذا هو اقتطاع جزء من الصورة التي تم الحصول عليها .ولجعل إحداثيات هذا الجزء تقابل الإحداثيات الحقيقية للصورة وملاءمتها لإحداثيات الشاشة تم القيام بالعمليات التالية:-

1- توليد المراجع الجغرافية (Georeferencing)

2- التصحيح (Rectification)

والشكل (3-2) يوضح هذه العملية.



الشكل (3-2) التصحيح

3-2-2-1 توليد المراجع الجغرافية

وهي المرحلة الأولى من التصحيح التي يتم فيها الحصول على معاملات معادلة التحويل [29].

$$x' = Ax + By + C$$

$$y' = Dx + Ey + F$$

كما هو موضح في الخوارزمية التالية (3-1).....

Algorithm Georeferencing

Input: backdrop image data.

Output: Polynomial transformation

Begin

1. Input the control points coordinates.
2. Find the scale factor

$$X_Scale = \frac{\text{X_Distance from two CPs}}{\text{X_Distance of the corresponding points in the image}}$$

$$Y_Scale = \frac{\text{Y_Distance from two CPs}}{\text{Y_Distance of the corresponding points in the image}}$$

3. Find the rotation factor.

Rotation = angle between the CP and the corresponding image point

4. generate the polynomial transformation equation parameters (eq. 1-3).

End.

ويتم في هذه المرحلة بناء علاقة بين النظام الاحداثي للصورة (Row, Column) ويسمى فضاء الصورة (Image space)، والنظام الاحداثي للعالم الحقيقي (x, y) ويسمى فضاء الخارطة (Map space). وهنا نقوم بتوليد معاملات معادلة التحويل. عندها سوف تصبح الصورة بالفضاء نفسه للبيانات الجغرافية التي نريد إدخالها. هذه المعلومات يمكن أن تكون مخزونة داخليا في بعض هيئات ملفات الصور مثل ملفات ARC GRID (.GRD)، وملفات ERDAS IMAGINE (.IMG)، أو الشكل الحديث من ملفات TIFF المسمى GeoTIFF (.TIFF)، أو تكون المعلومات مخزونة في ملف خارجي مصاحب لملفات الصور، مثل ملفات العالم (World file) المصاحبة لملفات JPEG التي تحوي معلومات جغرافية. باستخدام هذه المعلومات يمكن تحويل الصورة بسهولة لرسم فضاء الخارطة للبيانات التي نريد[29].

3-2-2-2 التصحيح

وهي المرحلة التالية من التصحيح حيث يتم هنا اخذ المعطيات التي تم الحصول عليها من المرحلة السابقة والاستفادة منها لتدوير إحداثيات الصورة وجعلها محاذية إلى إحداثيات الخريطة. كما هو موضح في الخوارزمية التالية

Algorithm Rectification

Input: Polynomial transformation.

Output: Rectified image.

Begin

1. Recalculate the image pixels information:
   For each pixel in the image
      Perform the polynomial transformation (eq. 1-3).
2. Apply the changes to the image to get a raster image.
3. Show the rectified image.

End.

لجعل إحداثيات الصورة (Image axis) محاذية إلى إحداثيات فضاء الخريطة (Map-space axis)، يجب تصحيح الصورة وذلك بإعادة توليد مواقع بكسلات الصورة (Resampling) بالاعتماد على معلومات معادلة التحويل (Transformation) التي تم بنائها خلال عملية تسجيل الصورة (Registration). في عملية إعادة التوليد، يتم رسم شبكة على الصورة (Raster) ويتم إسناد قيمة لكل خلية بحسب القيمة التقريبية لمركز كل خلية في الصورة المدورة (الشكل 3-3). القيم التي سوف يتم إسنادها إلى الصورة الناتجة تتحدد بحسب طريقة إعادة التوليد المتبعة.

يتم خزن الصور بشكل مصفوفات من الخلايا (البكسلات Pixels) ويمكن عرضها بحسب النظام الاحداثي للخريطة. صور المناطق الجغرافية تكون لديها دوال تحويل للعرض(Display transformation)، وهي التي تحول وحدات الخلايا (Cell units) إلى إحداثيات الخريطة (Map coordinates)[29].

$$x' = Ax + By + C$$
$$y' = Dx + Ey + F$$

معادلة (3-1).....

حيث:

x: رقم العمود (Column) في فضاء الصورة.

y: رقم الصف (Row) في فضاء الصورة.

x': قيمة الاحداثي الأفقي في فضاء الخريطة.

y': قيمة الاحداثي العمودي لفضاء الخريطة.

A: عرض الخلية بوحدات الخريطة.

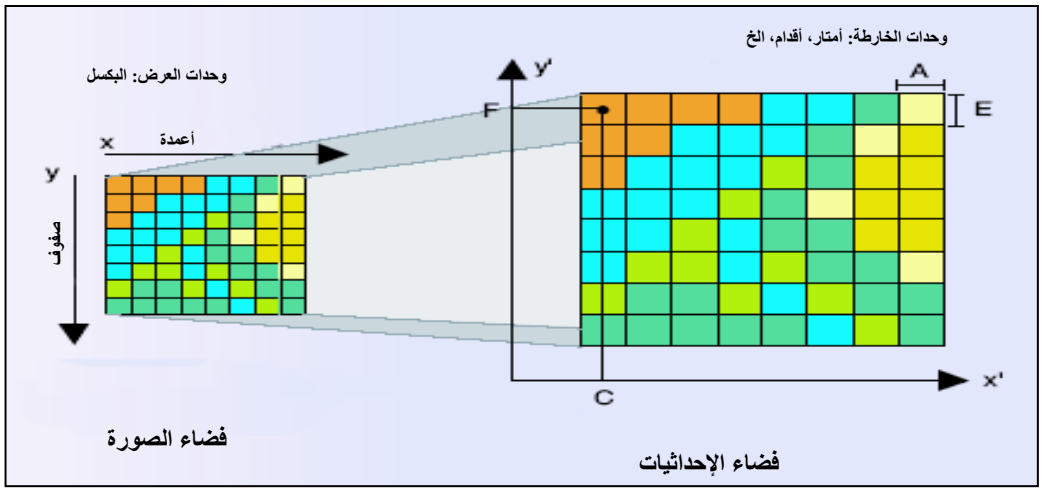
B: هو حد تدوير.

C: هو قيمة x' لمركز الخلية العليا اليمنى.

D: هو حد تدوير.

E: هو ارتفاع الخلية بوحدات الصورة.

F: هو قيمة y' لمركز الخلية العليا اليمنى.



الشكل (3-3) عملية التصحيح

3-2-3 الرقمنة Digitization

وهي عملية تحديد أجزاء الخريطة وبيان المعالم الجغرافية (Geographic features). وهذا التحديد يتم من خلال استخدام الأشكال الهندسية (النقاط Points، والخطوط Lines، والمضلعات Polygons). كما هو موضح في الخوارزمية التالية

Algorithm Digitization

Input: Georeferenced and rectified image.

Output: Vector layers.

Begin

1. Process input shape

   Begin

   a. Get shape.
   b. IF shape = Point THEN store in points layer.
   c. IF shape = Line THEN store in lines layer.
   d. IF shape = Polygon THEN store in polygons layer.

   End.
2. Store shape points in it's corresponding table.
3. get shape thematic informations

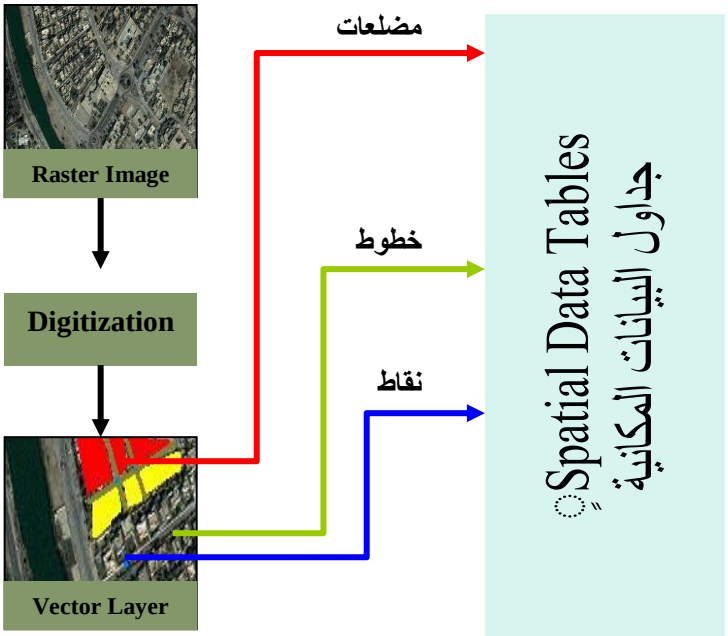
   Begin

   a. get border color.
   b. Get fill color (for polygons only).
   c. Get symbol (for points only).
   d. Get anotation (Text).

   End.

End.

وهذه العملية تتم من خلال اختيار نوع الشكل (Shape) المطلوب (نقطة، أو خط، أو مضلع) وبعدها رسم الشكل على الصورة، بعد أن تم رسم الشكل يخزن مع بياناته (نوعه، ورقمه، وإحداثيات نقاطه الحقيقية، ولونه) وكذلك بيانات المَعلَم التي يعبر عنه هذا الشكل لخزنه داخل جدول يسمى جدول البيانات المكانية (Spatial Data Table) (الشكل 3-4).



الشكل (3-4)

4-2-3 قاعدة البيانات (Database)

في هذه الخطوة يتم بناء الجداول التي سوف تمثل الطبقات التي تمثل الخريطة ووضعها بهيكل قاعدة بيانات علائقية. كما هو موضح في الخوارزمية التالية

Algorithm Database

Input: Vector layers.

Output: Database.

Begin

1. Build tables

   For each layer

   Begin

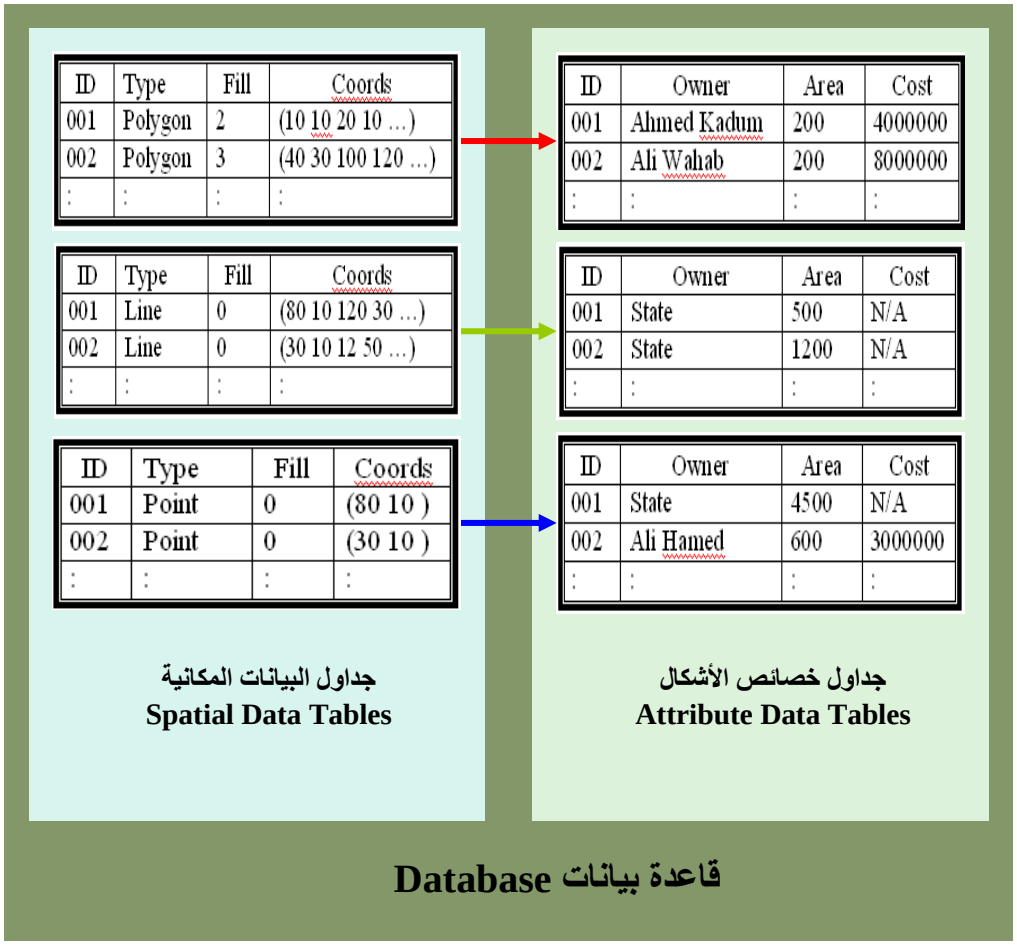
   a. Create the table representing the layer.
   b. Acquire table data from the user.
   c. Store the data table.

   End.

2. Collect the tables and store them in one database.

End.

وبعد إجراء عملية الرقمنة Digitization يتم بناء قاعدة بيانات من النوع العلائقي، بعد تقسيم صورة الخريطة على عدة طبقات (Layers)، كل طبقة يتم تمثيل معلوماتها بوساطة جدولين الأول مكاني ويتم فيه خزن إحداثيات النقاط التي تكون شكل الكيان (كان يكون مضلعاً، أو خطاً، أو نقطة). والجدول الثاني يخزن معلومات عن الكيان (Attribute data)، مثل اسم الحي، واسم المنطقة أو الطريق أو النهر، واسم المالك، والكلفة، والمساحة، والكثافة السكانية، وطبيعة الاستخدام ... الخ. ويكون الربط بين هذه الجداول عن طريق الرمز التعريفي للشكل (Shape-ID) الذي يمثل فهرس العلاقة. (الشكل 3-5).



الشكل (3-5)

الشكلان (3-6) و (3-7) يوضحان أمثلة لواجهات الإدخال لمعلومات قطعة ارض (Parcel) وواجهة إدخال معلومات طريق (Road)، وهناك واجهات إدخال أخرى مثل واجهة إدخال

معلومات الأحياء التي ترتبط بواجهة إدخال معلومات قطعة ارض بوساطة اسم الحي، وواجهة إدخال معلومات الأنهار.

الشكل (3-6) واجهة إدخال معلومات قطعة ارض.

الشكل (3-7) واجهة إدخال معلومات طريق.

5-2-3 استخلاص قاعدة المعرفة (Knowledge Base)

في هذه المرحلة يتم استخلاص قاعدة المعرفة من خلال مجموعة القواعد (Rules) التي تطبق على قاعدة البيانات. كما هو موضح في الخوارزمية التالية

Algorithm Knowledge_Base

Input: Database.

Output: Query results.

Begin

1. Prerequisits for each query session.
    a. Get database tables (Spatial and Non-Spatial).
    b. Insert the tables into the Topological Relations Generator.
    c. Get the resulting tables and append them to the database.
2. Get a query from the user.
3. Build a SQL statement from the query by the SQL Statement Builder.
4. Validate the query with the database.
5. Get results.
6. Show results either tabular or graphical or both.

End.

تتم هذه العملية من خلال بناء قاعدة Rule معينة، والبحث عن مطابقات Matches لهذه القاعدة Rule من خلال استخدام SQL. فبعد أن يتم إكمال إدخالات جداول قاعدة البيانات الأساس والجداول المكانية (Spatial tables) التابعة لها، تدخل قاعدة البيانات هذه إلى مولد الجداول الطبولوجية (Topological Relations Generator)، وهذا المولد عبارة عن إجراءات متتابعة لتوليد جداول لعلاقات طبولوجية معينة تم اختيارها لربط القيم المكانية مع القيم غير المكانية ودوال أخرى (مثل المسافة الاقليدية، ونقاط التقاطع لفضاء 2D، ومساحة مضلع غير منتظم، أو إيجاد انتماء نقطة إلى مضلع)، بعد توليد هذه الجداول يتم تضمينها داخل قاعدة البيانات وربطها من خلال فهارس إلى توابعها من الجداول غير المكانية الأخرى، مع ملاحظة

إن جداول العلاقات الطبولوجية، على عكس الجداول غير المكانية الأخرى، التي يتم تحديثها تلقائيا داخل قاعدة البيانات كلما حصل أي تغيير أو تحديث لجداول قاعدة البيانات الأخرى (مثل إضافة منطقة جديدة، أو تغيير خصائص استخدام منطقة ... الخ)، ولكن توجد بعض التغييرات التي تحصل على جداول قاعدة البيانات ولا تستوجب تحديثاً للجداول المكانية مباشرة (مثل تغيير اسم مالك قطعة معينة، أو تغير الكثافة السكانية لحي أو قطعة وغيرها من التغييرات التي لا تؤثر في الثبات الموضوعي لصحة تلك العلاقات). الشكل (3-8) يبين أسماء الجداول المكانية وغير المكانية وجداول العلاقات الطبولوجية لقاعدة بيانات النظام. عندما يتم مولد جداول العلاقات الطبولوجية عمله تكون قاعدة بيانات النظام جاهزة لكي يتم استجوابها (Query).

يكون استجواب قاعدة البيانات من خلال استفسارات مضمنة بوساطة لغة استفسار قواعد البيانات (SQL). يتم تحويل الاستفسار الذي يدخله المستخدم إلى لغة SQL بوساطة باني جمل SQL (SQL Statements Builder). وتم بناء عدة قواعد استفسار لفحص مرونة قاعدة البيانات وتصميمها بتقبل استفسارات تخص الجداول المضمنة داخلها، وربط نتائج الاستفسار مكانيا برسمها على صورة الخارطة المستخدمة بوصفها مدخل للنظام (Graphical method) أو بصورة جدولية بإظهار النتائج على شكل جدول (Tabular method).

الجداول غير المكانية (Non-Spatial Tables)

Blocks	**جدول يخص بيانات عامة عن الحي.**
Parcels	**جدول يخص بيانات المناطق.**
Roads	**جدول يخص بيانات الشوارع.**
Rivers	**جدول يخص بيانات الانهار.**

الجداول المكانية (Spatial Tables)

Polygons	**جدول يخص احداثيات الاحياء والمناطق.**
Lines	**جدول يخص احداثيات الطرق و الانهار.**
Points	**جدول يخص احدثيات نقاط معالم معينة.**

جداول العلاقات الطوبولوجية (Topological Relations Tables)

Intersect	**جدول علاقة التقاطع.**
Inside	**جدول علاقة الانتماء.**
Disjoint	**جدول علاقة تحدد ان الكيانين لا تربط بينهما أي نقطة مشتركة.**
Closeto	**جدول علاقة القرب من (ومنها يمكن اشتقاق علاقة التجاور).**

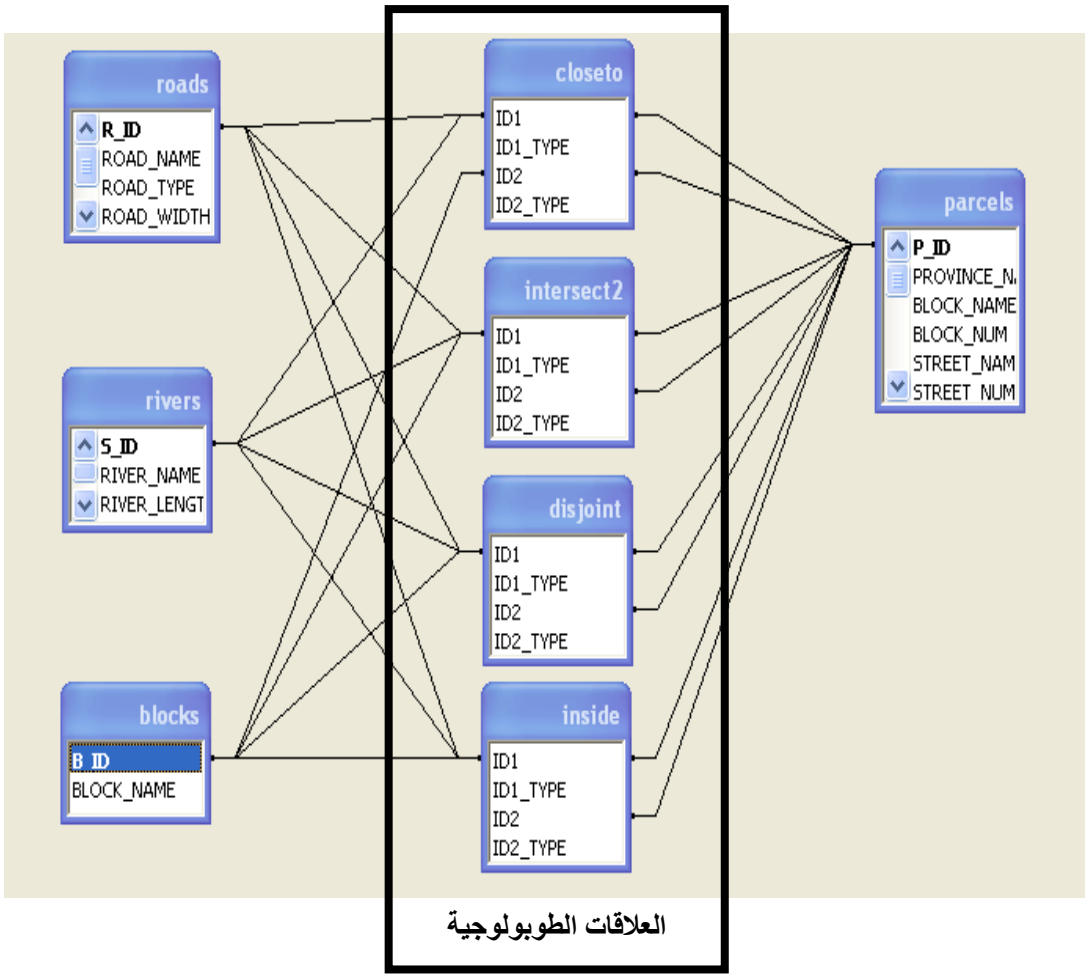
الشكل (3-8)

يتيح النظام نوعين من الاستفسار على قاعدة البيانات:

1- استفسار قاعدة البيانات مباشرة على الجداول غير المكانية (Information)، دون استخدام جداول العلاقات الطبولوجية (Non-Spatial Query)، وتكون واجهة الاستفسار مشابهة لما هو موجود في تطبيقات مثل ARC View و ARC GIS. يكون الاستفسار هنا عن جدول واحد (Layer) فقط، ودون ربط مع الجداول الأخرى (وذلك لان الربط بين جداول GIS يكون عبر العلاقات الطبولوجية فقط، والتي تكون غير موجودة في هذا النوع من الاستفسارات).

2- الاستنتاج (Reasoning) وهو استفسار قاعدة البيانات بمساعدة جداول العلاقات الطبولوجية أو (Spatial Query). ويتم فيه الربط بين الجداول المكانية وغير المكانية بوساطة العلاقات الطبولوجية الآتية (التقاطع، والاحتواء، والانتماء، والتجاور (قريب من، التلاصق)، والبعد عن).

والشكل 3-9 يوضح الربط بين الجداول.



الشكل (3-9) مخطط للعلاقات بين الجداول.

الفصل الرابع

تنفيذ نظام المعلومات الجغرافية

1-4 ميدان التنفيذ

الحالات الرئيسة التي تمت دراسة نتائجها في هذا البحث هي :

1- إمكانية إجراء استفسارات مكانية اعتمادا على جداول علاقات مكانية مثبتة نتائجها على شكل جداول داخل قاعدة البيانات، مثل:

(ماهي أفضل قطعة ارض غير مستخدمة تابعة للدولة وقريبة من شارع فرعي داخل حي الأساتذة يمكن أن تبنى بها مدرسة)

2- إمكانية النظام لعمل استفسارات عامة على الجداول غير المكانية (جداول الصفات Attribute tables)، مثل:

(بين مكان الأراضي التي تكون الكثافة السكانية لها اكبر من 10 أشخاص/م^2)

تعرض النتائج لكلا الحالتين بهيئة جدولية و/أو رسومية.

1-1-4 الاستفسارات المكانية Spatial Queries

وتتضمن الاستفسارات الآتية:

1. إيجاد أفضل قطعة ارض غير مستخدمة تابعة للدولة وقريبة من شارع فرعي داخل حي معين يمكن أن تبنى بها مدرسة، أو مع تغيير بعض محددات الأراضي لإمكانية بناء (مستشفى، أو مصنع، أو سوق ...الخ).
2. إيجاد اقرب سوق تجاري لمنطقة معينة.
3. بناء أسواق في المناطق ذات الكثافة العالية.
4. إيجاد قطعة ارض تصلح أن تكون داراً سكنية.

هذه الاستفسارات مثبتة داخل النظام، وللنظام القابلية على الاستجابة لاستفسارات جديدة غير مثبتة يمكن أن يضيفها مستخدم النظام، وبحسب احتياجاته.

الصورة التالية تمثل صورة الخارطة بأكملها قبل إجراء الاستفسار.

ولتطبيق القاعدة رقم (1) في أعلاه على خارطة الصورة المعطاة. لنأخذ مثلا اختيار أفضل مكان لبناء مدرسة، علما إننا أخذنا المحددات الآتية:

أ- أن تكون قطعة الأرض داخل الحي السكني المراد بناء المدرسة فيه (R1)

ب- أن تكون غير مستخدمة (R2)

ت- أن تكون محددة لاستخدام (خدمي) في المخطط الحضري (R3)

ث- أن تكون قريبة من شارع فرعي وبمسافة لاتزيد عن 50م (R4)

بعد اخذ المحددات، يتم بناء القاعدة من هذه المحددات:

RULE : School(x, block):- belong(x,block), ------- R1

unused(x), ------- R2

land_type(x,'Service area') ------- R3

closeto(x,road,sub_road,50) ------- R4

يتم إدخال هذه المحددات إلى مولد القواعد المكانية (Spatial Rule Engine) ليولد لنا جملة SQL تكون مشابهة إلى:

SELECT parcel.ID

FROM parcel

WHERE ((parcel.block_name = *given block_name*)

AND (parcel.land_use = *UnUsed*)

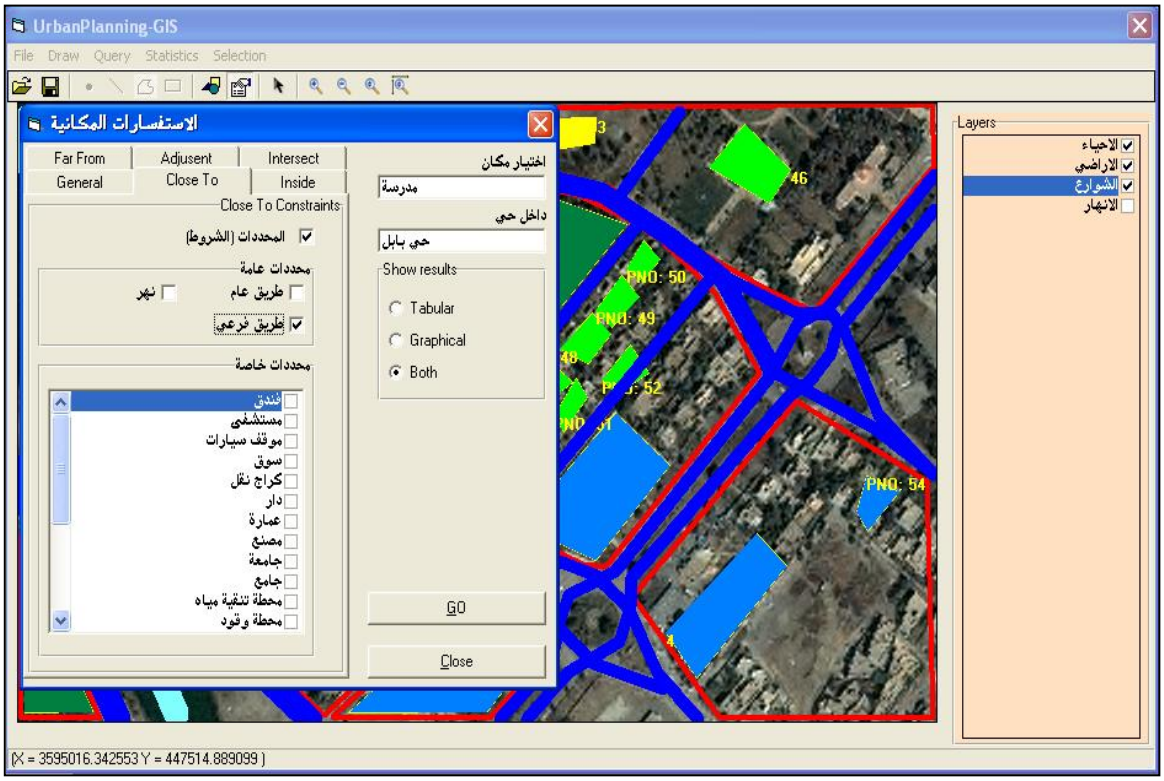
AND (parcel.land_type = *Service_area*

AND (close to(parcel, road))

AND (road.type = *SubRoad*)

AND (distance(parcel, road) <= 50) **)**

والشاشة في أدناه تمثل واجهة الاستفسارات المكانية. من خلال هذه الشاشة يتم إدخال بيانات المثال في أعلاه حيث البحث عن مدرسة يتم من خلال اختيار المكان، وتحديد اسم الحي فقط أما باقي المحددات فتكون محددة داخل النظام ويمكن أن يحددها النظام، مع ترك الحرية للمستخدم بتعديل القاعدة العامة، بإلغاء شرط معين أو إضافة محدد جديد. هذه الشاشة توضح استخدام علاقة Close To و Inside ، ولكل علاقة من العلاقات المبينة في الشاشة محددات قد تتشابه مع محددات باقي العلاقات، أو تختلف عنها.



يتم التنفيذ للاستفسار من خلال الزر (GO). بعد تنفيذ هذا الاستفسار وإيجاد مطابقات له، نفحص إذا ما كانت هنالك أكثر من مطابقة واحدة، ففي حالة وجود مطابقة واحدة يتم تمييز المنطقة المطابقة على الخارطة وإظهار جدول لبياناتها، أما إذا كانت هنالك عدة مطابقات فنميز القطعة الأقرب إلى الطريق الفرعي. لنحصل على الناتج التالي، ويكون على شكل جدولي أو رسومي أو كليهما. حيث يمثل الجدول معلومات تخص القطعة من حيث الاسم والمساحة وغيرها من المعلومات، ثم يظهر رقم القطعة مع حدودها، مميزة على الخارطة بشكل رسومي.

النتائج

	PROVINCE_NAME	OWNER_NAME	PARCEL_NUM	LAND_TYPE	LAND_USE	PUB	PARCEL_AREA	COST_REAL	COST_ESTM
▶	حي بابل	حكومية	5655	خدمي	غير مستخدم	0	200	25000000	25000000

2-1-4 الاستفسارات غير المكانية Non-Spatial Query

تتضمن هذه الاستفسارات العبارات الآتية:

1- إيجاد عدد قطع الأراضي التي يملكها شخص معين.

2- إيجاد قطعة الأرض الأعلى كثافة سكانية.

3- إيجاد كلفة قطعة معينة.

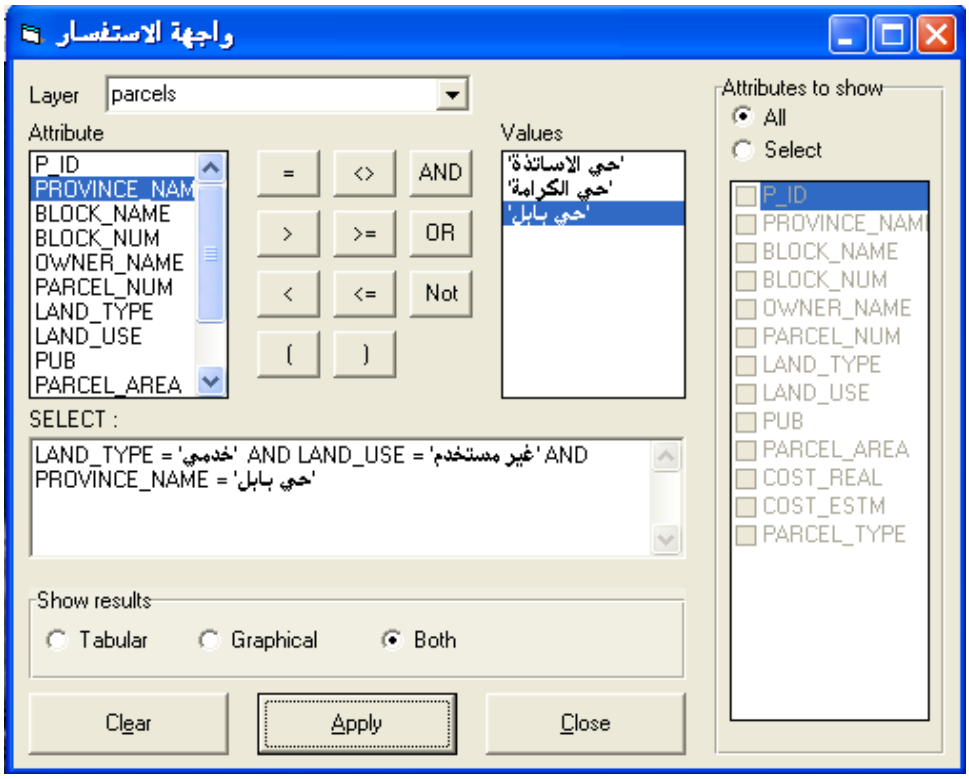
4- إيجاد المساحة لقطعة معينة أو لمجموعة قطع.

5- إظهار الأراضي بحسب نوع استخدامها.

6- تمييز المناطق بحسب نسبة الكثافة السكانية.

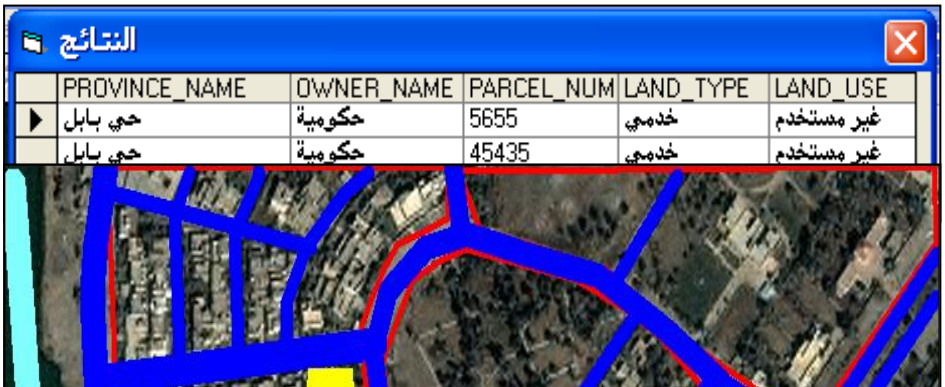
وغيرها من الاستفسارات التي يرغب المستخدم في طرحها.

والشاشة الآتية تمثل واجهة الاستفسارات غير المكانية



المبين في الشاشة السابقة أعلاه هو طريقة إيجاد قطعة ارض غير مستخدمة في حي بابل وتكون ذات استخدام خدمي. البحث هنا يتم مباشرة على جدول الصفات دون تدخل العلاقات الطبولوجية بنتيجة الاستفسار، أي انه استفسار مباشر على الجدول.

ويكون الناتج في هذا المثال بشكل جدولي ورسومي:



2-4 الاستنتاجات Conclusions

نظام المعلومات الجغرافية المقترح استطاع:

1- خلق علاقات غير منظورة يمكن ترجمتها الى اشكال بيانية ومخططات هندسية يسهل فهمها.

2- قدرة النظام على دمج اكبر كم من البيانات المكانية والوصفية ومعالجتها داخل قاعدة البيانات .

3- عرض المعلومات الجغرافية بصورة مترجمة على الخريطة والتي من خلالها يستطيع المستخدم من تحليلها وتفسيرها.

4- استخلاص قاعدة معرفة من الكم الهائل من البيانات المخزنة في قاعدة البيانات.

5- الحصول على نظام تحاوري قادر على الاستفسار والاستنتاج من قاعدة المعرفة باستخدام مجموعة القواعد(Rules) التي يوفرها النظام مما يساعد في اتخاذ القرار الصحيح.

3-4 الأعمال المستقبلية Future Works

1. استخدام تحليل الأبعاد الثلاثية في وصف ومعالجة المعلومات المكانية للخرائط الجوية.
2. استخدام البعد الزمني إضافة إلى البعد المكاني في وصف المعلومات المكانية لبعض الخرائط الجوية.
3. استخدام نظام الاوتوكاد في بناء منظومة تكاملية في وصف بعض المعلومات المكانية المبهمة لأجل اتخاذ قرار خاص بها.
4. بناء منظومة معلومات جغرافية تعتمد على اسلوب الصور المتحركة في وصف المواقع المكانية من تضاريس وشبكات طرق وأية معلومات مكانية أخرى.

المصادر

1. John, E. H. and Steven J. A., "The Design and Implementation of Geographic Information System", (2003).
2. Chandler, A., D. foley, and A. M. hafez, "Federal Geographic Data Committee(FGDC)", university of Louisiana, (1999)
3. Fraser, B., and M. Gluck. "special section -usability of geospatial metadata or space- time Matters". (1999).
4. Harrington, J. L. "Relational Database Design Clearly Explained", AP professional: San Diego, CA, (1999).
5. Konkel, G. "Final Completion Report: Snohomish basin literature review and GIS data acquisition project", Washington department of transportation environmental affairs office: Olympia, WA, (1999).
6. Krzysztof, K. and Jiawei, H., "Discovery of Spatial Association Rules in Geographic Information Database", (1994).
7. Scott, O., "Valuing Location in an Urban Housing Market", (1999).
8. Tschangho, J.K. and Seung,K. L.," AN INTEGRATED URBAN SYSTEMS MODEL WITH GIS",(1999).
9. Joseli, M., "Land Use Policies and Urbanization of Informal Settlements: Planning Initiatives for Environmental Protection Areas in Curitiba, Brazil", (2000).
10. ESRI Documents, (1991).
11. Antennucci, J.C., Brown, K., Croswell, P.L., Kevany, M.J., "Geographic Information Systems", (1991).
12. Huxhold, W. E. and A. G., "Managing Geographic Information System Projects", (1995).
13. Korte, G. E., "The GIS Book", (2001).
14. Bartelme, N., "The Basic Components of the Geographical

Information", (2002).

15. Jorg, A. and Albert, W., "Topographic and Thematic Mapping From Satellite Image Data", (1998).
16. Burrough, P.A., "Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment", (1986).
17. Walker, J.D., Black, R.A., Linn, J.K., Thomas, A.J., Wiseman, R., and D'Attilio, M.G., "Development of Geographic Information Systems-Oriented Database for Integrated Geological and Geophysical Applications", (1996).
18. Yukio, S., "Construction of Spatial Database from Old Maps and Documents", department of urban engineering, university of Tokyo,(July 2001)
19. Von Meyer, N. R. and Oppman, R. S., "Urban and Regional Information Systems Association", (1999).
20. Huxhold, W.E., "An Introduction of Urban Geographic Information Systems", (1991).
21. Smits, J. "digital cartographic materials", (1999).
22. Lillesand, T. M. , and R. W. Kiefer "remote sensing and image interpretation", (2000)
23. Bennion,F. "the features of geographical information system", the computer bulletin magazine, (1989).
24. Bartelme, N., "Geo Computer Science- Models, Structures, Functions", (2000).
25. Carter, D. J., "The Remote Sensing Sourcebook, (1986).
26. Longley, P. A. and D. W., "Geographic Information System and Science", (2001).
27. Elmasri, R., "Fundamentals of DATA", (2003).
28. Koeln, G.T., Cowardin, L.M., Strong, L.L., "Geographic information

systems. in T.A. Bookhout, ed. Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats", (1994).

29. Michael, Z., "Modeling our World", (1999).
30. Octavian, P. "data structures for spatial database systems", (may 1997).
31. Aref, W. G & samet, H. "extending a DBMS with spatial operations in Advances in spatial database, (1991)
32. Kenneth, E. and Donald, J., "Database Consepts", (2000).
33. Laurini, R. and Millert- Raffort, F. "topological reorganization of inconsistent geographical database, a step toward their certification", computer and graphics vol. 18, No. 6, PP.803-813, (1994).
34. Octavian, P., "Data Structures for Spatial Database Systems", (1997).
35. Carosio, "Introduction to Spatial Queries", (2000).
36. Nebiker, S., "DBMS Models", (2002).
37. Hanan, S. and Walid, G. A., "Spatial Data Models and Query Processing", (1997).