



المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة الملك سعود
عمادة البحث العلمي

مركز بحوث كلية الآداب



خصائص بناء نظم المعلومات الجغرافية بالأهداف الموجهة

Characteristics of Object-oriented
Geographic Information Systems (OOGIS)

إعداد

د. علي بن معاضه الغامدي

الاستاذ المشارك بقسم الجغرافيا

دراسة علمية محكمة

١٤٢٧هـ / ٢٠٠٦م

نشر هذا البحث على موقع نادي نظم المعلومات الجغرافية www.gisclub.net للغرض العلمي فقط، وغير جائز إطلاقاً إعادة طباعته لغرض تجاري أو بيعة أو تسويقه بأي وسيلة، ويجب عند الاقتباس منه الإشارة إلى ذلك.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة الملك سعود
عمادة البحث العلمي
مركز بحوث كلية الآداب

خصائص بناء نظم المعلومات الجغرافية بالأهداف الموجهة

*Characteristics of Object-Oriented
Geographic Information Systems (OOGIS)*

إعداد

د. علي بن معاضه الغامدي
كلية الآداب - قسم الجغرافيا
جامعة الملك سعود

جامعة الملك سعود، ١٤٢٨هـ / ٢٠٠٧م

ح

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

الغامدي ، علي بن معاضه

خصائص بناء نظم المعلومات الجغرافية بالأهداف الموجهة / علي بن معاضه

الغامدي - الرياض ، ١٤٢٧

١٢٣ ص . ١٧ × ٢٤ سم

ردمك : ٩٩٦٠-٥٥-٠٥٠-٨

١- التعليم الثانوي - السعودية - بحوث - أ- العنوان

١٤٢٨ / ٢١٦٥

ديوي ١٢٧٥٣١ ، ٢٧٣

رقم الإيداع : ١٣١٩ - ١٢٥٩

ردمك : ٩٩٦٠-٥٥-١٢٢-٩



خصائص بناء نظم المعلومات الجغرافية بالأهداف الموجهة

Characteristics of Object-Oriented Geographic Information Systems (OOGIS)

أولاً: موضوع الدراسة وأهميتها ومنهجيتها

إن تبسيط أو تجريد الواقع ما هو إلا عملية عقلية من قبل الإنسان لمحاولة استيعاب وفهم هذا الواقع الذي يراه ويحسه. وكلما كانت عملية التجريد -كعملية محاكاة نمذجية- تمثل الواقع الحقيقي، كلما كان فهم هذا الواقع أكثر صحة. فمن خلال تحديد عناصر النموذج والخصائص التفصيلية والعلاقات فيما بين هذه العناصر ومتطلباتها من البيانات مع تحديد الطرق الإجرائية الموضوعية التي تتعامل معها النظم الرقمية، يمكن عندئذ الحكم بشكل موضوعي أثناء التطبيق أو التنفيذ والإختبار على: أولاً، سلامة التصور أو النموذج المنطقي (Logical)؛ وثانياً، على سلامة الإجراءات التقنية والموضوعية لتنفيذ النموذج. لهذا لا غرابة في أن نجد أن النظم تتطور باستمرار بناءً على التقويم المستمر المبني بشكل أو بآخر على عنصري التقويم سالف الذكر.

يُعد تمثيل الواقع الجغرافي ونمذجته من أهم أهداف نظم المعلومات الجغرافية (GIS). ولهذا تأتي البيانات من أهم أركان هذه النظم، إذ تمثل نماذج البيانات (Data Models) الواقع في قلب النظام. وعليه فإن نجاح أي نظام معلومات جغرافية يعتمد على مدى قربها أو بعده من تمثيل

الواقع الذي يراه ويحسه المستخدم، بالإضافة إلى مدى كفاءة النظام تقنياً وسهولة استخدامه.

ما زالت كثيراً من نظم المعلومات الجغرافية تعتمد على نموذج الكيانات (الظواهر) العلائقية (Entity-Relationship Model –E-R) كنموذج للبيانات (Data Model) في تمثيل ومعالجة وتحليل البيانات الجغرافية. فهو نموذج لوصف وشرح الكيانات وعلاقتها داخل قاعدة بيانات علائقية (RDBM)، بحيث تمثل الظواهر (أو الكيانات) بما تحويه من خصائص (Attributes) وعلاقات في جداول (Tables) يربط فيما بينها بخصائص أو رموز تعريفية مشتركة. ورغم أن للنموذج هذا فوائد عديدة في إدارة البيانات الجغرافية، إلا أن القصور في بعض الجوانب – كما سنرى لاحقاً- أدى إلى تبني مفهوم وتقنية الأهداف الموجهة (Object-Oriented Technology). وتتميز هذه التقنية الجديدة في كونها تسمح بأن الواقع يُمثل في شكل أهداف (Objects) (ظواهر) كما يراها المستخدم في الواقع فعلاً، وذلك كون الهدف يشتمل على خصائص ووظائف أو سلوك (Behaviour) في آن واحد، بحيث يمكن بسهولة إدارتها وقبل ذلك استيعابها، مقارنةً بالنموذج العلائقي الذي لا يشمل التمثيل سلوك الظاهرة، بل يُنظر إلى الظاهرة على أنها نقاط أو خطوط أو مساحات موزعة في جداول عديدة، وليست كهدف قائم بذاته في شكل وحدة جامعة، غير منفصلة خصائصه عن سلوكه. إن نموذج البيانات الهديفي هذا جعل نظم المعلومات الجغرافية القائمة عليه أكثر إثارة وأكثر سهولة وتطويعاً (Scalable) بالنسبة للمستخدم ومطور النظام على حد سواء.

إن أكبر تكلفة يمكن أن تتحملها مؤسسة أو هيئة ترغب أن تستثمر في نظم المعلومات الجغرافية هي تلك التكلفة المتعلقة بالبيانات (إنشاءً وتحويلاً) والأجهزة والبرامج، خاصة تلك المتعلقة بالتطويع. لكن كما هو معروف الآن، لا يوجد نظام معلومات جغرافية يقوم بكل ذلك مئة في المئة، أو يقوم بذلك بكفاءة متساوية. غير أن أهم المتطلبات التي

يجب مراعاتها في اختيار نظام معلومات جغرافية معين، هو طريقة تركيب قواعد البيانات (Database Structure) الذي يقوم عليه النظام.

ولأهمية هذا الموضوع وقصور المكتبة العربية في مجال نظم المعلومات الجغرافية بشكل عام وفي موضوع تطبيق الأهداف الموجهة في التطبيقات المختلفة بشكل خاص، يأمل الباحث أن تكون هذه الدراسة مرجعاً مهماً، وكمقدمة للقارئ العربي إلى الجيل الجديد من نظم المعلومات الجغرافية، الذي يقوم على مبدأ التصميم والبرمجة بالأهداف الموجهة.

لا شك في أن أي دراسة أو عمل بحثي لا يخلو من بعض المشاكل. فبالنسبة لهذه الدراسة، فيجدر الإشارة إلى أن أهم مشكلتين واجهتا الباحث هما: الأولى، وتمثلت في اختلاف التعريفات والمفاهيم لهذه التقنية (الأهداف الموجهة) في المراجع الأجنبية نفسها، إذ أن القارئ لهذه المراجع يجد ذلك بسهولة وسيرى إقراراً صريحاً من قبل الباحثين في أن مفهوم وتطبيق الأهداف الموجهة لم يتفق عليه بعد في شكل تعريف وتطبيقات محددة، ومرد هذا إلى كون هذه التقنية كمفهوم وعلم وصناعة مازالت تحت التطوير – ولكنه تطويراً حثيثاً ومثيراً. أما المشكلة الثانية فهي مثل أي مشكلة يواجهها أي باحث يريد أن ينقل التقنية بلغته، فهناك مصطلحات قد أتفق عليها في المعاجم العربية التقنية المتخصصة، وهناك الكثير منها ما زال محل الغموض من قبل القارئ العربي، بالرغم من صحتها اللغوية. في حين أن هناك مصطلحات عربية شائعة ولكنها خاطئة لغوياً. لهذا فقد أجتهد الباحث في هذا البحث (وغيره) في أن يلتزم بسلامة الترجمة من الناحية اللغوية ما أمكن، بحيث لا يظهر المصطلح غريباً من ناحية، ومن ناحية أخرى لا يشذ عن قواعد التعريب، مع إيراد ترجمة ضمنية لبعض المصطلحات التي وجد الباحث صعوبة في قبول ترجمتها الحرفية. يأمل الباحث في أن يجد ملاحظات محددة من المختصين في هذا الجانب، خاصة وأن الباحث حرص على إدراج المصطلح الأجنبي، وذلك بهدف اعتماد تعريب موحد للمختصين بالذات في هذه

النظم. وبحكم تخصص الباحث، فقد تم عرض هذه التقنية الهدفية هو من وجهة نظر نظم المعلومات الجغرافية، وقد حرص الباحث أن يرجع إلى مراجع أساسية في هذه التقنية من منظور علوم الحاسب الآلي، والمراجع الأساسية التي تتناول تطبيقات التقنية الهدفية في نظم المعلومات الجغرافية، وعليه فإن الباحث يشكر كل من يصبو هذا البحث بشكل إيجابي لغرض الفائدة، خاصة في ظل افتقار المكتبة العربية للمراجع في هذا الجانب الحيوي المهم.

أهداف البحث ومنهجيته:

- يهدف البحث بشكل أساسي إلى تقديم ورقة مراجعة باللغة العربية لمفهوم وتطبيق التقنية الهدفية في نظم المعلومات الجغرافية. ويمكن عرض أهم أهداف البحث فيما يلي:
- 1- توضيح مفهوم التقنية الهدفية وتطبيقاتها من منظور النمذجة وقواعد البيانات ونظمها.
 - 2- عرض ومناقشة خصائص هذه التقنية وإيجابياتها وسلبياتها بشكل عام.
 - 3- تطبيق التقنية الهدفية في نظم المعلومات الجغرافية، وعرض مزايا ومشاكل هذا التطبيق.

تستخدم هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بهدف عرض خصائص الجيل الأحدث من نظم المعلومات الجغرافية، القائم على أسس وتطبيقات تقنية الأهداف الموجهة، ضمن ما أصبح يعرف بنظم المعلومات الجغرافية موجهة الأهداف - (Object-Oriented GIS) (OOGIS). ويرى الباحث من قبيل الاختصار للمصطلح، أن يطلق على هذه النظم بالعربية: نظم المعلومات الجغرافية الهدفية. وسوف يستعرض البحث خصائص ومزايا تقنية التوجيه الهدفية وتطبيقاتها في

نظم المعلومات الجغرافية، وما هي إيجابياتها وسلبياتها وماذا تحقق منها وما يمكن أن يتحقق في المستقبل.

ولأجل تقديم هذه التقنية بشكل منظم للقاريء المختص في نظم المعلومات الجغرافية فسوف تكون منهجية التقديم على النحو التالي وكما في الشكل (1):

1- يتناول الجزء الثاني (ثانياً) عرض لمفهوم وتقنية التوجيه الهدي بشكل عام، وما يميز به من خصائص وتقنيات بشكل عام في تمثيل ونمذجة البيانات وإدارتها.

2- يتناول الجزء الثالث (ثالثاً) بشكل موسع مفهوم وتطبيق تقنية الأهداف الموجة في نظم المعلومات الجغرافية، مع مقارنة بين نماذج البيانات التقليدية والهدفية مع عرض الإيجابيات وأوجه القصور بشكل عام لتطبيقات هذه التقنية في النظم، خاصة في مجال نظم إدارة قواعد البيانات (DBMS).

3- يشمل الجزء الرابع (رابعاً) عرض لتطبيقات خصائص هذه التقنية في نظم المعلومات الجغرافية مقارنة بالنظم السابقة، مع التمثيل على نظام ArcInfo من حزمة ArcGIS من شركة ESRI (1999-2003).

4- يقدم الجزء الخامس (خامساً) خلاصة لأهم ما تقدم مع إبراز أهم الجوانب التطويرية المتوقعة في المستقبل في نظم المعلومات الجغرافية الهدفية.

وأخيراً يود الباحث أن يتقدم بالشكر لمركز بحوث كلية الآداب بجامعة الملك سعود على دعم وتمويل هذه الدراسة.

أولاً: موضوع الدراسة وأهميتها ومنهجيتها
أهداف البحث ومنهجيته

ثانياً: مفهوم وتقنية الأهداف الموجهة
السمات الأساسية المميزة للأهداف الموجهة
العلاقات بين الأهداف
أوجه تقنية الأهداف الموجهة:
واجهة المستخدم هدفية التوجيه (OOUI)
نظم وبرامج البرمجة الهدفية (OOPS)
نظم إدارة قواعد البيانات الهدفية (OODBMS)
نمذجة النظم والبيانات المكانية هدفياً

ثالثاً: نماذج البيانات وقواعدها ونظمها من منظور نظم المعلومات الجغرافية
الهدفية والهدفية-العلائقية
نماذج وتراكيب قواعد البيانات المكانية:
نموذج الكيانات العلائقية Entity-Relationship Model
النموذج الهدفي لقاعدة البيانات (OODBM)
في نظم المعلومات الجغرافية

رابعاً: مثال تطبيقي على بناء نظام معلومات جغرافية بالأهداف الموجهة

نموذج "قاعدة البيانات الجغرافية" Geodatabase
موقع تركيب القاعدة في النظام
تركيب ومحتويات وخصائص قاعدة البيانات الجغرافية:
خاصية تعددية الشكل (Polymorphism) في النظام ونموذج قاعدة البيانات
الجغرافية
خاصية التغليف (Encapsulation) في بناء النظام ونموذج قاعدة البيانات
الجغرافية
خاصية التوريث (Inheritance) في النظام ونموذج قاعدة البيانات
الجغرافية
تطبيق لغة النمذجة الموحدة (UML) في نظام ArcInfo
تحديد العلاقات بين الأهداف بلغة النمذجة الموحدة
تطويع نظام ArcInfo ووظائفه:
أمثلة للتطويع

خامساً: خلاصة

سادساً: المراجع

سابعاً: الملاحق

شكل (1): مخطط هيكلية يبين تسلسل موضوع الدراسة.

ثانياً: مفهوم وتقنية الأهداف الموجهة Object Oriented Concept and Technology

لو نظرنا إلى حولنا لوجدنا أننا محاطون بظواهر أو كيانات (Entities) من الأشياء المختلفة. هذه الأشياء يمكن أن نطلق عليها أهدافاً (Objects) بحيث أن لكل هدف خصائص تشرح لنا بالتفصيل عن شكل ووظيفة ذلك الهدف وكيف يستخدم (Worboys, 1995; Rumbaugh, et al., 1991). إن كثيراً من الأفكار الرئيسية في الأهداف الموجهة قد قدمت في الستينيات من القرن الماضي في مجال هندسة وتطوير البرامج. وكانت البداية بلغة سيمولا (Simula) (Dahal and Nygaard, 1966). ولقد أنتج من ذلك الحين العديد من لغات البرمجة، مثل سي ++ (C++)، جافا (Java)، ذات خصائص مبنية على الأهداف الموجهة، والتي تقوم عليها معظم البرامج والأنظمة اليوم.

يعد مفهوم الهدف الأساس الذي تقوم عليه طريقة أو النموذج هدفي التوجيه (Object-Oriented Model). إذ تقوم الفكرة على الرغبة في ألا يُنظر أو يُتعامل مع البيانات كحالة جامدة، كجزء من المعلومات فقط، بل يتم التعامل مع الأهداف على أن لها سلوك ديناميكي في النظام المستخدم. وبما أن لكل هدف صفات (Attributes)، فهي إذن تعبر عن حالة (State) الهدف، تأخذ كل صفة أو خاصية قيمة (Value)، حسب طبيعة أو واقع تمثيل الهدف. فيمكن مثلاً أن تكون المدينة (City) هدفاً، لها صفات مثل الإسم (Name)، ومركز (Centre)، وسكان وغيرها، ولكل صفة قيمة معينة، فالإسم يمكن أن يكون "الرياض" مثلاً. لهذا فإن مجموع قيم خصائص هدف ما في فترة زمنية معينة تؤلف حالة الهدف. أما الحالة الوظيفية أو السلوكية (Function or Behaviour) الديناميكية للهدف يعبر عنها في شكل مجموعة من العمليات أو الطرق (Methods) التي يمكن أن ينفذها الهدف في ظل ظروف أو شروط مناسبة. فنجد مثلاً، أن الإقليم (Region) لا يُحدد فقط بمجموعة النقط

والخطوط التي تحدد حدوده، بل بالعمليات التي يمكن أو يتوقع أن يقوم أو يسمح الإقليم بها. وقد تشمل العمليات مثلاً، حساب المساحة (Area)، والحدود (Perimeter)، وإخراج أو رسم الإقليم على مقاييس رسم مختلفة أو على مستويات تعميم مختلفة، وإنشاء (Create) أو إلغاء أو حذف (Delete) الإقليم، والعمليات الخاصة بإعطاء معلومات عن طبيعة إنشاء هذا الإقليم ومقدار الصحة وغيرها من المعلومات (هذا النوع الأخير من المعلومات يسمى معلومات عن البيانات Metadata في نظم المعلومات الجغرافية). إذاً الفكرة الرئيسة لطريقة أو نموذج الأهداف الموجهة هي:

هدف = حالة (خصائص) + وظيفة (عمليات، قوانين أو أحكام، و علاقات)
Object = State (attributes) + Behaviour (Methods, Rules, Relationships)

يتم الإتصال بين الأهداف عن طريق طلب (Request)، وينفذ على شكل رسالة (Message) في النظام. أما الإجابة فتعتمد على ما تسمح به خصائص الهدف. فعلى سبيل المثال، نجد أنه عند إرسال طلب طباعة رسم أو شكل معين، فإن الإخراج يتم بناءً على مقياس رسم هذا الشكل وعلى حدوده أو أبعاده. لذا فمجموع الإجابات للرسائل الموجهة للهدف، هي التي تميز سلوك الهدف الوظيفي.

عند تطبيق الأهداف في الأنظمة المختلفة، نجد أن الهدف يأخذ رمزاً تعريفياً خاصاً به عند إنشائه كهوية للهدف ((Object Identity (OID)، بحيث لا يمكن أن يتغير ولا يمكن إلغائه إلا بإلغاء أو إسقاط الهدف نفسه. هذا الرمز يعد بالطبع من ضمن خصائص الهدف، وبمجرد إعطاء الهدف هذا الرمز أثناء تطبيقه في البرنامج، يتم تخزين الرمز في الحاسب. لهذا، فإن الهدف يحافظ على هويته حتى لو تغيرت كل قيم خصائصه أو متغيراته (Varibales). يمكن إذاً أن يُعرف الهدف، على أنه وحدة (Unit) توجد بوضوح وتفرّد (Unique) في مكان وزمان

محددین، بحيث يحتوي هذا الهدف على بيانات تبين الصفات والسلوك والعمليات الخاصة به (Hares, and Smart, 1993).

2-1: السمات الأساسية المميزة للأهداف الموجهة:

هناك العديد من السمات أو الخصائص لتقنية الأهداف الموجهة، لكن يمكن عرض أربع سمات مميزة لنموذج الأهداف الموجهة وبرمجتها وهي: تعددية الشكل Polymorphism؛ التغليف أو الإحتواء Encapsulation؛ التوريث Inheritance؛ والتجريد Abstraction المتمثل في التركيب الهرمي للفئات Classes.

1- تعددية الشكل Polymorphism:

تعد هذه السمة من أهم أسس بناء النظام (System Construct)، حيث تسمح بتنفيذ أو تطبيق (Implementation) نفس العملية أو السلوك الوظيفي في أشكال أو طرق (Methods) مختلفة، وذلك حسب طبيعة الفئات الهدفية. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تُطبق عملية حساب الحدود (Perimeter) في أشكال مختلفة من الطرق لفئات مختلفة من الأهداف مثل المربعات أو المثلثات أو الدوائر. إذًا، بالرغم من وجود أكثر من طريقة لتفسير وتنفيذ الطلب، فإن الحاجة فقط إلى أمر (Command) واحد يُرسل. تكون سمة التعددية الشكلية هذه أكثر قوة وكفاءة في وجود سمة التوريث. وتسهّل سمة التعددية تنفيذ عمليات المعالجة في نظم المعلومات الجغرافية، لأن عمليات التنفيذ مرتبطة بالتطبيق المطلوب أثناء العمل. ولتوضيح ذلك، نجد مثلاً أن عمليات الرسم (Draw) والإضافة (Add) والإلغاء (Delete) في نظم المعلومات الجغرافية، مثل حزمة ArcGIS، هي نفسها بغض النظر عما إذا كانت

الظواهر موجودة في قواعد بيانات جغرافية (Geodatabases) أو تغطية (Coverage) أو في ملف شكلي (Shapefile).

2- التغليف *Encapsulation*:

هذه السمة أيضاً خاصة ببناء النظام لكنها مفهوم برمجي. إذ أن أحد الدوافع الرئيسية وراء تصميم النظام الهدي الموجه هو إعادة الإستعمال (Reuse). فالفكرة هي أن الأنظمة تتطور بسرعة إذا أنشئت عن طريق ربط مجموعة مفهومة ومحددة من المكونات الفرعية مع بعضها البعض. لهذا فأساس إعادة الإستعمال الناجح هو أن تكون هذه المكونات تعمل في شكل تنبؤي في بيئة العمل، وهذا لا يتم إلا إذا كانت الأجزاء الداخلية معزولة أو مخفية عن البيئة الخارجية (أي بيئة الإستخدام الخارجي) (Weisfeld, 2004). هذا هو مبدأ الإحتواء الذي به تكون حالة الهدف وسلوكه أو طرقه تكون أثناء التطبيق غير مكشوفة خارجياً، إلا عن طريق توجهات صريحة ومحددة في تعريف الهدف. لهذا فإن ما يجري من عمل داخلي يكون محجوباً عن المستخدمين وعن الأهداف الأخرى. تسهم هذه الطريقة إذاً في حماية مكونات الأهداف الداخلية، وفي إعادة إستخدامها. فعلى سبيل المثال، لا يهتم سائق السيارة بحالة السيارة الداخلية طالما أنه حينما يضع قدمه على دواسة البنزين (يرسل رسالة) تزيد سرعة السيارة، فالتغيير في حالة السيارة الداخلية يؤدي إلى تغيير في الخصائص الظاهرية للهدف (السيارة). لهذا تكون الخصائص الظاهرية محل الإهتمام من وجهة نظر خارجية للهدف، لا يتم التعامل معها إلا عن طريق واجهة الهدف (Object Interface). وكل هدف في كل فئة واحدة للأهداف له نفس الواجهة. وبتطبيق ذلك في نظم المعلومات، نجد أن التفاصيل الداخلية لأهداف البيانات (Data Objects) تكون مخفية التفاصيل عن المستخدم إلا عن طريق واجهة برمجية قياسية (Standard Programming Interface). ومن خلال هذه الواجهة يمكن الوصول إلى التفاصيل

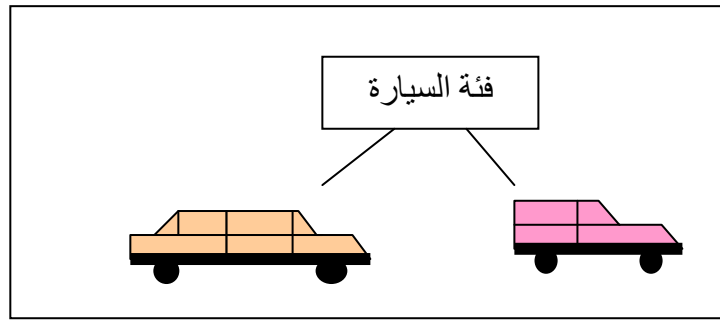
الداخلية، وهي صلاحية تمنح فقط للمستخدم الذي أنشأ الهدف سواءً كان الوصول إلى النص البرمجي (Code) أو البيانات (Data) داخل الهدف، كما يمنح الحق في الإنشاء والإلغاء ومعالجة الهدف (Bennett, 2003).

3- التوريث *Inheritance*:

يعد التوريث بناءً مهماً في النظام وفي الواقع. ويعد مبدءاً إعادة الإستعمال دافعاً رئيسياً لهذه السمة. ففي مجال أو قرينة النظام، يشمل التوريث إنشاء هدف (أو فئة أهداف) جديد عن طريق تعديل الهدف أو الفئة الموجودة. يشمل التوريث خصائص وسلوك الأهداف، فعلى سبيل المثال، نجد أن المثلث والمستطيل عبارة عن أنواع ثانوية (Subtypes) من المضلع أو الشكل المساحي (Polygon) الذي يعد الفئة العليا أو العامة (Supertype). ترث الأنواع الثانوية كل الصفات والعمليات من الفئة العليا، إضافة إلى الخصائص والعمليات الخاصة بها نفسها. قد يكون التوريث مفرداً (Single Inheritance) وقد يكون متعدداً (Multiple). ففي التوريث المفرد، يرث الهدف كل الخصائص والعمليات الخاصة بفئة أهداف واحدة، وربما يضيف الهدف بعض الصفات والعمليات الخاصة به. أما التوريث المتعدد فهو أن الهدف يرث خصائص وعمليات أكثر من فئة عليا. لهذا فالتوريث المتعدد يتطلب مساندة معقدة من النظام. وسوف نرى فيما بعد كيف أن خاصية التوريث تعد أساسية في تركيب وترتيب الأهداف والفئات وتحديد العلاقة فيما بينها عند الحديث عن التركيب الهرمي للفئات والأهداف.

4) التركيب الهرمي للأهداف والفئات *Hierarchy Structure*:

بما أن الأهداف قد تختلف وقد تشترك في بعض أو كل خصائصها، نجد أن الأهداف التي لها خصائص متشابهة تُضمّ تحت فئة (Class) معينة. تُحدّد الفئة خصائص ووظائف نوع معين من الأهداف، لهذا فأي هدف تحت هذه الفئة لابد أن تكون له نفس الخصائص. تُسمى الأهداف الثانوية التي تنتج من نفس الفئة العليا حالات (Instances) لهذه الفئة. في المثال التالي (شكل 2) نجد أن الفئة "سيارة" لها حالتان (سيارتان)، لهما نفس الخصائص العامة مثل الأبواب، العجلات، وغيرها، إلا أن السيارة الواحدة قد تكون بالطبع من موديل أو صنع معين.



شكل 2: إنشاء حالات هدفية من الفئة الهدفية العامة. (المصدر: ESRI, 1996)

يمكن ترتيب الفئات إذاً في شكل هرمي (Class hierarchy)، وذلك لتحديد العلاقة بين الفئات والأهداف، وبهذا فإن هذا التجريد أو التمثيل يقتضي بالضرورة أن يكون هناك فئات عليا (Super Classes) وفئات فرعية (Sub Classes). يكمن شرح أو وصف هذه العلاقة بثلاث طرق تمثل العناصر الأساسية التي تقوم عليها فكرة وعمل الأهداف الموجهة، وهي: التوريث؛ و التوليف (Composition)، ويشمل التوليف التجميع (Aggregation)، والتشارك (Association). لذلك، توضع

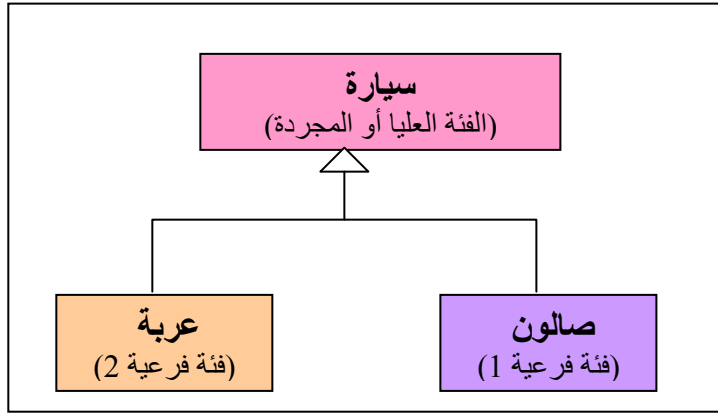
الأهداف في شكل هيكل تراتبي منظم يبين أنواع العلاقات بين الأهداف، وتسمى هذه الطريقة التوضيحية بهياكل نماذج الأهداف (Object Model Diagrams). تتكون هذه الهياكل التوضيحية من أشكال مضلعة أو صناديق بيانية (Boxes) يكتب داخلها أسماء الفئات أو الأهداف، ثم يرسم وصلات خطية في صور مختلفة توصل بين هذه الصناديق لتبين نوع العلاقة بين الفئات والأهداف المنتجة منها. قد نجد أن النماذج تشير إلى الأهداف على أنها فئات تكون فئات عامة أو عليا أو مجردة (Abstract)، مثل السيارة، النبات، الدراجة وغيرها، وفئات ثانوية أو دنيا لتشير إلى الهدف الملموس نفسه المنشأ حسب مواصفات الفئة العليا له، مثل سيارة من نوع كذا، أو نبات من فصيلة كذا. لقد تم اعتماد لغة النمذجة الموحدة (Unified Modelling Language - UML)، كلغة توصيفية للنمذجة فقط وليست للبرمجة الفعلية، تشرح بيانياً العلاقة بين الأهداف والفئات، وسيأتي شرحها وتطبيقها أكثر تفصيلاً فيما بعد. إذاً، يكون التركيب الهرمي شكلاً أو إطاراً أساسياً لترتيب وتركيب الفئات (التجريدات العامة (Abstractions) والأهداف (Booch, 1996).

2-1-1: العلاقات بين الأهداف:

أ) علاقة التوريث Inheritance:

تشير خاصية التوريث إلى العلاقة "نوع من" (*is a kind of*). ففي شكل (3) نرى أن "صالون" نوع معين من "السيارة" التي تعد الفئة العليا والتي تحدد خصائص محددة يمكن أن تشترك فيها كل السيارات بحيث تورثها إلى فئات دنيا أو ثانوية. تُحدّد الخصائص مرة واحدة في الفئة العليا في هذا الترتيب الهرمي. يمكن بعدئذ إضافة صفات خاصة بالفئات الثانوية. ونجد في شكل (3) أن الفئة الثانوية "صالون" ترث

صفات الفئة العليا، إلا أنه من المتوقع أن يكون لها صفاتها الخاصة بها تميزها من الفئة الثانوية الأخرى "عربة". ففي لغة النمذجة الموحدة، يُستخدم الخط مع رمز المثلث بإتجاه الفئة العليا ليعبر عن علاقة التوريث. لهذا فإن إمكانية توريث الخصائص تجعل عمليات التغيير والتحديث أكثر كفاءة وسهولة في النظام.



شكل 3: علاقة التوريث في الأهداف الموجهة. (المصدر: ESRI, 1996)

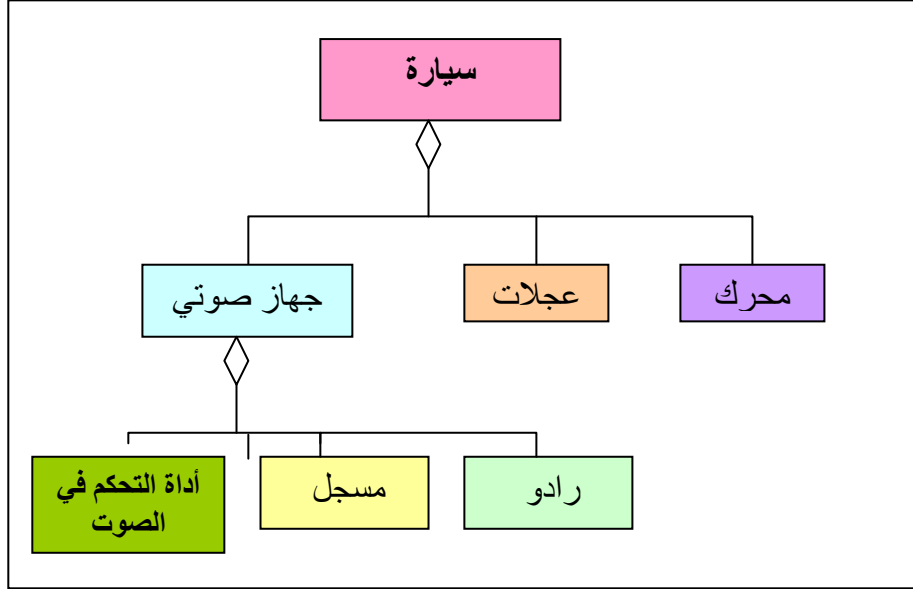
ب) علاقة التوليف *Composition*:

يُعد التوليف أو التكوين بناءً نظامياً، وكذلك بناءً واقعياً مهماً، إذ يسمح بنمذجة (Modeling) الأهداف، خاصة تلك الأهداف ذات التركيب الداخلي المعقد. أي كون الهدف يتكون في الواقع من أكثر من هدف، فالتلفزيون على سبيل المثال، مكون من أهداف مثل زر الإقفال أو الصوت أو تعديل الألوان وغيرها من الأهداف التي تُكون في النهاية ما نراه على أنه تلفزيون. ومن الأمثلة المشهورة التي عادة ما يستشهد بها في شرح الأهداف الموجهة، هدف "السيارة" - كما هو مثالنا هنا.

إن خاصية التوليف تمثل العلاقة "جزء من" (Mitrovic, *a part of*) (1996). ومن الأمثلة في نظم المعلومات الجغرافية، نجد أن المدينة مكونة من مساكن وطرق وحدائق وغيرها. يوجد هناك أشكالاً أو طرقاً مختلفة لتوليف هدف جديد من مجموعة من الأهداف، أهمها فيما يلي: التجميع (Aggregation)؛ والتشارك (Association).

التجميع (Aggregation):

يعد الهدف هدفاً متجمعاً إذا تألف من أهداف من فئات مختلفة. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يتكون هدف من نوع أو فئة (أ) من أهداف من نوع أو فئة (ب)، وفئة (ج). إن خاصية التجميع تشير إلى العلاقة "مؤلف من" (*composed of*). فالتجميع إذاً تركيباً أو بناءً يسمح بتجميع الأهداف المختلفة الأنواع بحيث أن تُجمع لتكون أهدافاً أخرى. وهذا الأمر مفيد جداً خاصة للأهداف ذات التركيب المعقد مثل، الشبكات الخطية (Network) الخاصة بالمياه أو الكهرباء. ففي مثال هدف "السيارة"، نجد أن السيارة مؤلفة من محرك، ومقاعد، وعجلات وغيرها (شكل 4). لهذا نجد أن هيكل النموذج قد يبين كثيراً من الأهداف من هذا النوع، وقد يقتصر على عرض أهم الأهداف والعلاقات بين الفئات فقط. أما الرمز المستخدم للتجميع فهو خط مقرون بشكل ماسي (Diamond) بإتجاه الفئة أو الهدف الأصلي. نجد في شكل (4) أن الجهاز الصوتي للسيارة يُؤلف بدوره من أهداف أخرى مثل، أداة التحكم في الصوت، ومسجل، ورادو، لهذا فالجهاز الصوتي يعد جزءاً من السيارة، لكن السيارة ليست جزءاً من الجهاز الصوتي.



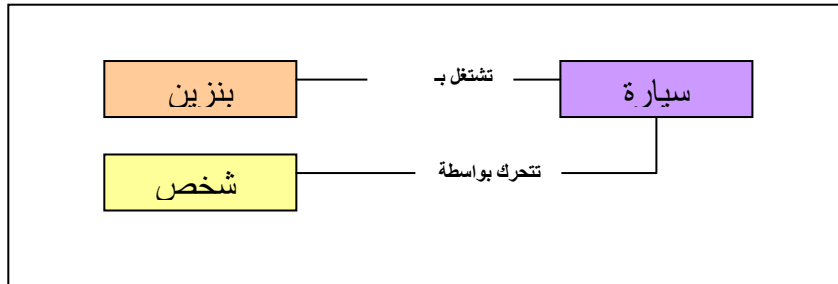
شكل 4: علاقة التجميع في الأهداف الموجهة (المصدر بتصرف: ESRI, 1996).

التشارك (Association):

إن التشارك (كنوع من الربط) يشير إلى نوع من العلاقة التي تختص بتحديد العلاقة بين الأجزاء العامة والخاصة (التفاصيل)، مقارنةً بخاصية أو علاقة التجميع التي تختص بالتكوين الكامل أو العام للعلاقة. فالتجميع يشير إلى أن الهدف المعقد مؤلف من أهداف أخرى، في حين أن خاصية أو علاقة التشارك تُستخدم عندما يكون الهدف يحتاج إلى أهداف أخرى للقيام بخدمة معينة (Weisfeld, 2004). إذاً، العلاقة في التشارك تختص بالربط بين أهداف مستقلة، حيث كل هدف يعد عضواً من هذه المجموعة من الأهداف. لهذا فالعلاقة هنا تشير إلى "عضو من" (*member of*)، وأقرب مثال على ذلك في نظم

المعلومات الجغرافية، ما يعرف بالجوار (Neighborhood) الذي يربط قطعة الأرض على سبيل المثال بالمساكن المجاورة لها (Egenhofer and Frank, 1992). كما أن هناك ما يعرف بالتشارك المرتب (Ordered Association). ويكون استخدام التشارك المرتب ملائماً عندما يكون ترتيب الأهداف المكوّنة في داخل مجموعة الأهداف مهماً. فنجد على سبيل المثال أن الأهداف النقطية مثل هدف "سلسلة نقطية" تُرَكَّب في شكل خطي ترتيبي (Linear-Ordering).

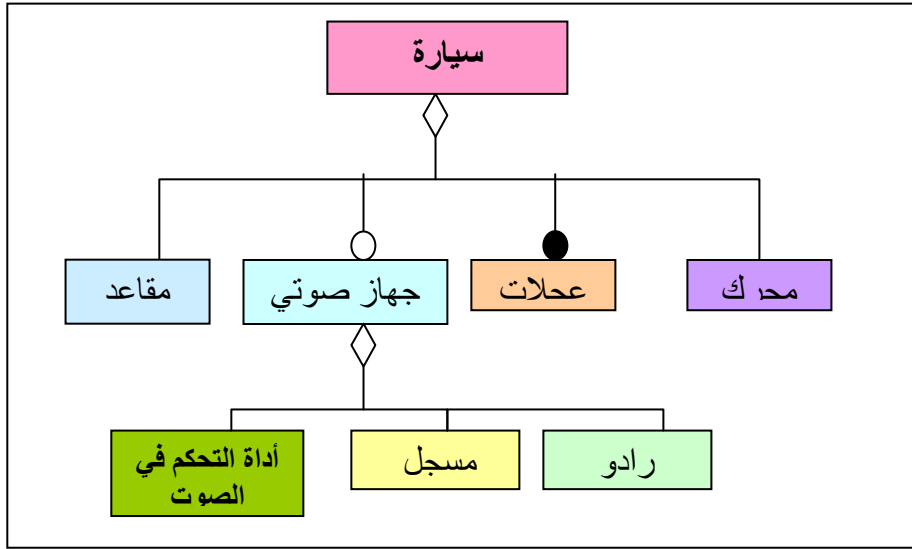
وبشكل عام، فإن خاصية التشارك تصف الإتصال الواقعي (المحسوس) بين الفئات والأهداف. ففي مثال السيارة، نجد أن السيارة تشتغل بالبنزين، وتتحرك بواسطة شخص أو سائق. ففي شكل (5) نجد أن هيكل النموذج يشمل كلمات معينة لشرح العلاقة مثل "تشتغل على" و "تتحرك بواسطة". تقرأ الروابط عادةً في إتجاه واحد مثل: السيارة تتحرك بواسطة شخص. لكن عكس العلاقة صحيح؛ مثل: الشخص يسوق سيارة.



شكل 5: علاقة التشارك في الأهداف الموجهة (المصدر: ESRI, 1996)

يوجد هناك رموزاً أخرى توضح إرتباط حالات هدفية أخرى لفئة هدفية معينة مع حالة واحدة من فئة أخرى. فنجد أن الخط الواحد يشير إلى الإتصال بهدف واحد، والدائرة المصمته تشير إلى العديد من

الأهداف (صفر أو أكثر)، والدائرة الغير مصمته تشير إلى أهداف إختيارية (إما لا شيء (صفر) أو واحد). ولكي يكون المثال السابق أكثر وضوحاً، نجد الهيكل النهائي يكون كما في شكل (6). فنجد أن السيارة مؤلفة من محرك واحد، وأربع عجلات، وإثنان أو أكثر من المقاعد، وإختيارياً، لها جهاز صوتي والذي بدوره يمكن أن يكون أو لا يكون له مسجل.



شكل 6: تصميم لهيكل يشرح العلاقات الهدفية المختلفة للهدف "سيارة" (المصدر: ESRI, 1996).

إذاً لدينا هياكل نماذج الأهداف العلاقات بين الفئات والأهداف. فبمجرد أن نفهم هذه العلاقات، نستطيع عندئذ التحكم في الأهداف التي تتصل أو تختص بفئة معينة. فعلى سبيل المثال، إذا أردنا أن نتحكم في صوت الراديو، لا بد أن نصل إلى الهدف العام وهو السيارة، ثم بعد ذلك نصل إلى الجهاز الصوتي، ثم إلى الراديو. لهذا، نجد أن برمجة الأهداف الموجهة تتطلب تحديد الفئة التي تضم هدف معين حتى يمكن إرسال طلب إلى ذلك الهدف لتنفيذ أمر أو مهمة أو وظيفة معينة مثل زيادة

صوت الرادو. ولتنفيذ طلب أو أمر معين، لا بد من التحديد الدقيق للهدف المطلوب. فلا يمكن مثلاً، أن نطلب من مقعد السيارة زيادة صوت الرادو، بل نسأل أن يرتخي أو يتحرك إلى الأمام أو الخلف طالما أن من خصائصه ومهامه الوظيفية أصلاً أن يسمح بهذه العمليات (أو أن الخصائص العامة للفئة لديها طلب لتنفيذ ذلك الأمر). وفي نظم المعلومات الجغرافية، لا يمكن أن نطلب حساب المسافة في هدف مساحي (Polygon) مثل المثلث، بل نتوقع أن الهدف لديه تعليمات من قبل مُنشئه بتنفيذ حساب المساحة (Area) فقط عند الطلب الصريح بحساب المساحة.

2-2: أوجه تقنية الأهداف الموجهة:

بعد تقديم مفهوم الأهداف الموجهة، نجد أنه من الضروري الإشارة إلى الأهداف الموجهة كتقنية كاملة تضم أوجه مختلفة من المجالات والتطبيقات، خاصة للتفريق بين ما هو نظام هدي التوجيه بشكل كامل أو جزئي. يجد المتابع لتقنية الأهداف أن هناك مصطلحات عديدة تترد في أدبيات وصناعة هذه التقنية، قد تسبب غموضاً حينما تعني تعريفات ومفاهيم متشابهة أو مختلفة. فعلى سبيل المثال، وجود أيقونات (Icons) هدفية في واجهة نظام (System) أو برنامج (Program)، لا يعني أن النظام قائم على تقنية الأهداف الموجهة، أو أن النظام أو البرنامج هدفياً تماماً¹. لهذا يمكن التفريق بين ثلاثة أشكال أو أوجه رئيسية بحيث لو اجتمعت كلها في نظام معلوماتي، فإنها تؤهله ليكون نظاماً هدفياً حقيقياً. وتعد هذه الأوجه مجال تقنية الأهداف الموجهة (Berry, 2004، وتشمل: 1) واجهة المستخدم هدفية التوجيه (Object-Oriented

1 عادة ما يكون النظام أكثر تفصيلاً وتعقيداً لخدم أغراضاً تطبيقية واسعة وكبيرة، في حين أن البرنامج يكون صغير الحجم والتعقيد لخدمة تطبيق أو تطبيقات محدودة. غير أن التفريق بين المصطلحين يستخدم بالتبادل في كثير من المراجع والمنتجات الحاسوبية.

(Object-User Interface -OOUI؛ 2) نظم البرمجة هدفية التوجيه (Object-Oriented Programming Systems -OOPS؛ و3) نظم إدارة قواعد البيانات هدفية التوجيه (Object-Oriented Database Management Systems -OODBMS). ويمكن استعراض هذه الأوجه بإختصار، في حدود ما تسمح به طبيعة هذا البحث.

2-2-1: واجهة المستخدم هدفية التوجيه (OOUI):

يجد المستخدم للنظام الذي يتصدره واجهة هدفية، أنه يمكن أن يتعامل مع النظام من خلال أيقونات بدلاً من سطور أوامر (Command Lines). فبمجرد أن يكبس المستخدم على الأيقونة، التي تمثل هدفاً ما، كما نراه في واجهات كثير من النظم والبرامج، فإن ذلك يعني أمراً لهذا الهدف أيّاً كان ليستجيب الهدف حسب طبيعة خصائصه وسلوكه التي تعد محجوبة عن المستخدم. فنرى المستخدم يستطيع على سبيل المثال أن يحرك ويسحب ويلغي الأيقونات التي على شاشة الكمبيوتر، أو قد يكبس أيقونة لتشغيل برنامجاً أو ليمسح أو يلغي ملفاً أو يصدر أمراً بالطباعة وهكذا. وهذا يشير إلى المصطلح المعروف "سهولة الإستخدام" (User Friendly)، وهذه الميزة عادة ما تكون أحد شروط المستخدم عند شراء نظام أو برنامج معين.

2-2-2: نظم وبرامج البرمجة الهدفية (OOPS):

إن البرمجة الهدفية تعد أساساً لكل تقنية الأهداف الموجهة. أما نظم البرمجة الهدفية (وتسمى أحياناً بالحزم (Packages)) فهي نظم لكتابة نصوص اللغة البرمجية (Codes) نفسها، وذلك بغرض إنشاء أو تطوير نظاماً أو برنامجاً تطبيقياً. وتسمح هذه الأنظمة للمبرمج باتباع رسم تخطيطي (Flowchart) لإنشاء شكل وطريقة تنفيذ النظام أو البرنامج

التطبيقي المراد، عن طريق الواجهات البيانية البرمجية (Widgets). فعند كتابة كل مرحلة، كل ما على المبرمج هو أن يتبع هذه الأهداف ليظهر له صندوق للتحوار، وبإكمال الكتابة في الصندوق يتم بعدئذ وبشكل تلقائي كتابة شفرة ملائمة لتحديد المرحلة هذه في ملف. ففي أنظمة لغة اليبسك المرئية (VB) أو لغة السي المرئية (VC) على سبيل المثال، يتم تخزين سلسلة من مدخلات صناديق التحوار في ملف عن طريق سجل أداء الأوامر (Command Log) أو باني الأوامر (Micro Builder) بحيث يمكن بعدئذ إعادة التنفيذ (Rerun) لإعادة العملية أو المعالجة (Processing). وبهذه الطريقة المنظمة، يمكن أن يجمع أو يطور البرنامج أو النظام التطبيقي بشروطه وآلياته في شكل بياني، وبهذا تكون البرمجة أكثر كفاءةً وسهولةً من وجهة نظر المبرمج، وذلك كونه يجمع بين الشكل المنطقي للبرنامج الذي يريد إنتاجه وبين النص البرمجي نفسه في آن واحد. إن البرمجة بهذه الطريقة بالطبع تقوم على أسس وخصائص الأهداف الموجهة آنفة الذكر؛ أي أن المبرمج يتعامل مع أهداف وفئات ورسائل وطرق وتغليف وتوريث وعلاقات وغيرها.

هناك أعداد خاصة من لغات البرمجة الهدفية التي تطبق في نظم المعلومات الجغرافية الهدفية، منها: MapX الخاص بنظام MapInfo؛ ArcObjects الخاص بنظام ArcInfo في حزمة ArcGIS؛ و Magik الخاص بنظام Smallworld. إن وجود هذه اللغات الهدفية يلغي وجود أو يهمل استخدام تلك اللغات الغير هدفية السابقة الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية السابقة الذكر، مثل لغة AML في نظام ArcInfo السابق، والتي عادة ما تعرف بلغات الأوامر (أو الماكرو). والسبب في ذلك، أن اللغات الخاصة هذه الغير هدفية لا تمكن المبرمج من الاستفادة من مفهوم التبادلية التشغيلية أو التشغيل البيئي (Interoperability) التي تستفيد من البيئة الهدفية التطبيقية المعروفة بـ "نموذج المكون الهدفي" (Component Object Model –COM)، وهي بيئة تقوم عليها معظم برامج تشغيل الكمبيوتر الآن مثل مايكروسوف

ويندوز. هذه البيئة تسمح بالتعامل مع أي برنامج هدي أي كان طالما أنه كتب بلغة برمجية هدية، إضافة إلى سهولة الاستخدام وسرعة التبادل والتطوير للبرامج والنظم. فنرى على سبيل المثال، أن المستخدم - ناهيك عن المبرمج- أن يطوع (Customize) أو يطور ويحدث (Update) نظام معلومات جغرافية كما في حزمة ArcGIS، حسب حاجته باستخدام بيئة لغة البيسك المرئية التطبيقية (VBA) مع لغة ArcObjects وذلك في زمن قياسي وبسهولة وكفاءة عاليتين مقارنة بلغة AML السابقة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن إعادة استخدام هذه العناصر أو الأهداف الجديدة والسابقة في برنامج أو نظام آخر طالما هو في بيئة عمل هدية. إن البرمجة بهذه الخصائص أحدثت ثورة في تطوير واستخدام نظم المعلومات الجغرافية مثلما أحدثته في النظم الأخرى. فمن خلال بيئة البرمجة الهدية والأهداف التي تم انشائها مسبقاً والأهداف القابلة للتطوير يتم انشاء وتطويع النظم حسب الحاجة، وهنا تبرز أهمية خاصة تمديد زمن أو عمر (Life cycle) البرنامج أو النظام، ليس هذا فحسب، بل يكون النظام أكثر سلامة وإنتاجية.

2-2-3: نظم إدارة قواعد البيانات الهدية (OODBMS):

يقوم هذا الجانب المهم للتقنية الهدية على أسس التوجيه الهدفي للتخزين والمعالجة والإستعلام للبيانات. فهي إذن نظم مثل نظم إدارة قواعد البيانات التقليدية الخاصة بالمهمات السالفة الذكر، غير أن آلياتها تسمح بالتعامل مع أهداف متكاملة وليست كيانات (Entities) وموزعة في جداول (Tables) برموز تعريفية (IDs) مشتركة، كما في النظام العلائقي (Relational Data Base Management System –RDBMS) المعروف. ففي نظم إدارة قواعد البيانات الهدية، يُتعامَل مع البيانات والعلاقات على أنها وحدة واحدة (Single Unit)، بما يسمى حزمة البيانات والجراءات (Data/Procedure Bundle)، على عكس النظام

العلائقي، الذي يتطلب تتوزع البيانات والعلاقات للظاهرة الواحدة في جداول عديدة متوزعة في النظام بحيث تتطلب تحديد آلية للربط فيما بينها داخل النظام. هذا النظام العلائقي يقود إلى بطيء في المعالجة والاستعلام عند الحاجة للدخول إلى الجداول (التي تمثل قاعدة البيانات) والربط (Join, Relate) فيما بينها من قبل المستخدم. إن النظم الهدفية هذه لا يعني أنها لا تستخدم الجداول، بل تستخدمها لكن الهدف هنا يمثل كوحدة متكاملة يشار له في الجداول برمز تعريفي مميز (OID). لهذا، يمكن وصف هذه النظم الهدفية لإدارة البيانات على أنها، بالإضافة إلى أنها تدعم كل الوظائف التقليدية السابقة في النظام العلائقي مثل الاستعلام (Query) والتبادل (Transaction) وعمليات الحفظ الاحتياطي (Backup) والإصلاح (Recovery)، فهي تقدم واجهات برمجية هدفية وأنواعاً إضافية للبيانات غير تقليدية يحددها المستخدم مثل، الصور، والأشكال، وغيرها، وتعرف بالأهداف الثنائية الكبيرة (Binary Large Objects – BLOB)، مع وجود رموز تعريفية للأهداف، إضافة إلى القدرة على إدارة الأهداف بشكل مثابر أو مداوم (Persistant). إذن، عندما تدمج قدرات قاعدة البيانات مع قدرات البرمجة الهدفية، ينتج لدينا نظام هدفية لإدارة قواعد البيانات. ولأن نظم إدارة قواعد البيانات الهدفية تسمح بتخزين الأهداف مباشرة دون بطيء في تحديد تراكيب البيانات المختلفة، على عكس النظام العلائقي، فإن هذا يسمح بسرعة وكفاءة الأداء. إن هذا التحديد الربطي أو الإتصالي بين مختلف البيانات والإجراءات في قاعدة البيانات يطلق عليه "تزاوج الإعاقة غير الملائم" (Impedance Mismatch)، وهي عملية سلبية، وذلك كونها تبطيء الأداء عند التعامل بالذات مع البيانات المعقدة التركيب (Complex Data Structure) وذلك أثناء عمليات الربط والتنقل بين أشكال تراكيب البيانات المختلفة، والتي تمثل في جداول، وبين أهداف أخرى مثل المرئيات والصور الفضائية والشبكات الخطية وأفلام الفيديو والنصوص. لا شك أن فائدة ذلك تظهر جلية في التطبيقات التي تتعامل مع أنواع وتراكيب مختلفة ومعقدة مثل البيانات الجغرافية في نظم المعلومات الجغرافية. ففي السابق كما في النظام

العلائقي، نجد أن التزاوج أو الربط المذكور أعلاه، بين لغة المعالجة (مثل SQL) وبين أي لغة برمجية تطبيقية، لا يتم إلا عن طريق كتابة نصوص برمجية خاصة عديدة، في حين أن هذه الخاصية يتم تجاوزها في النظم الهدفية لإدارة قواعد البيانات وذلك من خلال لغة برمجية هدفية موحدة تهتم بمعالجة البيانات ولغة التطبيق في آن واحد (McFarland, et al., 1997). وهذا بحد ذاته يعد من أهم مزايا النظم الهدفية بشكل عام.

يمكن تلخيص مزايا نظم إدارة قواعد البيانات الهدفية من خلال استعراض ما يمكن أن تشمله على الأقل من الناحية النظرية فيما يلي (Worboys, 1995, p. 92):

- 1- إدارة التخطيط التصميمي (Scheme Management)، لتشمل القدرة على إنشاء وتغيير تصميمات الفئات.
- 2- توفير بيئة استعلام قابلة للإستعمال، لتشمل استعلام آلي أمثل، ولغة استعلام تصريحية (Declarative) (مع ملاحظة أن الاستعلام الأمثل يعد عملية صعبة في ظل كثرة انواع الأهداف المعقدة في النظام).
- 3- إدارة التخزين والوصول إلى البيانات.
- 4- إدارة التبادل (Transaction)، لتشمل التحكم في الوصول المتزامن (Concurrent Access) وسلامة البيانات (Data Integrity) وحماية وأمن النظام (System Security)، وتعدد النسخ (Versioning).

هناك عدداً ليس كبيراً من نظم إدارة قواعد البيانات الهدفية، منها علي سبيل المثال: *ONTOS DB* من *ONTOS, Inc.* (Ontologic, 1991)؛ *ObjectStore* من *Object Design, Inc.* (Object Design, 1990b)؛ *O₂* من *O₂ Technology* (O₂ Technology, 1991b)؛ و *KE Texpress* من *KE Software* (KE Software, 2000). إن قلة عدد هذه النظم حالياً يرجع

إلى حقيقة كون هذه النظم الحديثة مثلها مثل أي منتج جديد يحتاج إلى فترة ليست بالقصيرة ليثبت فاعليته من خلال التطبيق الواسع والإختبار. كما أنه معروف أن أي تقنية جديدة تكون عادةً محفوفة بالقصور والإخفاقات وهذا سبب مهم في عدم انتشارها واعتمادها من مؤسسات وشركات كبيرة. كما أن التحول إلى اعتماد وتطبيق نظم جديدة خاصة من قبل المؤسسات الكبيرة يكون في الغالب أمراً وقراراً ليس بالسهل، وذلك لتبعاته التقنية والإقتصادية. ومن ناحية أخرى، فإن المشاكل المتعلقة بالنظم الجديدة الخاصة بزيادة كفاءة الإستعلام (Query Optimization) مازالت - على الأقل - غير مضمونة. والمشكلة هذه مرتبطة بطبيعة تعقيد البيانات نوعاً وتركيباً، إضافة إلى كون المشكلة متعلقة بمبدأ تغليف أو إخفاء المعلومات والبيانات في مجال التوجيه الهديفي. إن الأمر الذي يدعم حجة عدم تطبيق هذه الأنظمة بشكل واسع (على الأقل الآن وفي المستقبل القريب) هو أن التقنية الهديفية في مجال إدارة قواعد البيانات لا تقوم على أسس علمية صارمة (رياضياً) مجربة كما في النظام العلائقي، وهذا ما قاد كثير من نظم المعلومات الجغرافية الحديثة إلى التزاوج بين النظام العلائقي وتطبيقات مفهوم التوجيه الهديفي الأخرى، فأصبحت تعرف بنظم معلومات جغرافية هديفية-علائقية، كما في نظام ArcInfo في حزمة ArcGIS، وليست نظم معلومات جغرافية هديفية تماماً. لكن لا ننسى أن النظم العلائقية بدأت بمثل هذه الشكوك والإخفاقات، حتى أصبحت الآن واسعة الانتشار والتطور. أما القصور أو المشاكل التي تكتنف نظم إدارة قواعد البيانات الهديفية فيمكن إيجازها فيما يلي (Stajano, 1998):

1- إن إستخدام المؤشرات (Pointers) لربط الأهداف في النظام يقود إلى تطبيق الطريقة المرحلية (Procedural) في البحث عن عناصر البيانات، وهذه طريقة أو أسلوب يعد خطوة إلى الوراء من الطريقة التصريحية ذات المستوى الأعلى المتبعة في النظام العلائقي.

2- في حين أن خاصية التغليف تعد طريقة نمذجية قيمة، وذلك كون حالة الهدف الداخلية محجوبة ولا يمكن الإتصال بها إلا عن طريق الوظائف أو الطرق التي يسمح بها الهدف، إلا أن هذا قد يجلب بعض المشاكل. فعلى سبيل المثال، نجد أنه حتى إذا كانت فئة "الموظفين" تحتوي على طرق مثل "تغيير-الراتب"، و "إنهاء-عقد-الموظف"، إلا أننا قد لا نستطيع الإجابة عن سؤال بسيط مثل: من هو مدير هذا الموظف؟ إلا إذا كان هناك طريقة ملائمة قد حددت (كتبت بشكل صريح). لذا فهناك خياران، إما التخلي عن خاصية التغليف، وذلك بكشف كل حالات الهدف من خلال الطرق، أو بالسماح للإستعلام أن يتجاوز (Violate) التغليف في ظروف أو حالات معينة، وهذا بدوره سوف يقود إلى تقييد شديد للفئة من جانب الاستعلامات الممكنة – كما رأينا في المثال.

3- إن خاصية الإغلاق (Closure) في الجبر العلائقي والتي تعد خاصية مهمة، تُفقد في النظم الهدفية. وفي هذه الخاصية، نجد أن المعاملات تأخذ العلاقات كمتغيرات وبهذا تكون نتائج المعاملات علاقات، وهذا يسمح بالإستعلامات المتداخلة (Nested).

4- إن نظم إدارة قواعد البيانات الهدفية لا تقوم على قاعدة رياضية أصولية أو صارمة (Formal) مثل الأسس الجبرية العلائقية، أو المصفوفات العلائقية وغيرها، كما في النظم العلائقية. كما أن التقنية الهدفية مازالت غير ناضجة تماماً، وعليه فإنها مازالت غير قوية كأداة فعالة في المفهوم والبعد والتحليل والإستدلال.

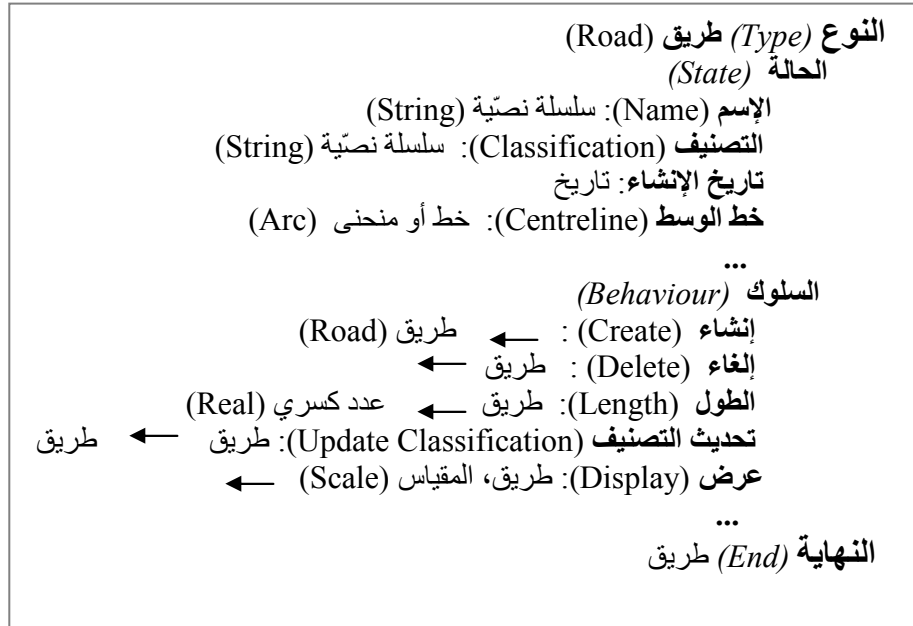
2-3: نمذجة النظم والبيانات المكانية هدفاً:

تتصف بعض التطبيقات، مثل التطبيقات المكانية، بأنها تتألف من كيانات² (Entities) مركبة تركيباً داخلياً ضخماً ومعقداً، مثل التركيب الهرمي. فنجد أن الأنظمة التقليدية، مثل النظام العلاقي، المستخدمة لهذه الأنواع والفئات المكانية المركبة غير ملائمة. لهذا نجد أن أحد المزايا المهمة للنمذجة بالأهداف، هو أن الأهداف نفسها يمكن أن تكون هي الأهداف الطبيعية التي نشاهدها مباشرة في الواقع. لذلك، نرى على سبيل المثال أن تقسيم مكان أو إقليم ما إلى مساحات معينة ما هو إلا نمذجة طبيعية في شكل تجميع للمساحات والخطوط والعقد. هذه الأشكال الثلاثة تعد فئات هدفية تمثل الأساس أو الأنواع العليا لأهداف أخرى أكثر تفصيلاً، مثل قطع الأراضي، المناطق الإدارية، والطرق. وكما تقدم، فإن الميزة الأخرى للنمذجة بالأهداف الموجهة، هي إمكانية نمذجة السلوك الوظيفي لهذه الأهداف. إذاً منهج النمذجة هنا قائم على الهدف (Object-centered) وليس على الشكل الهندسي (Geometric-centered)، كما هو الحال في النظام العلاقي. مع ملاحظة أن الهدف يمكن أن يحتوي على أكثر من شكل هندسي، فالمدينة مثلاً يمكن أن تحتوي على شبكات خطية للطرق، ونقاطاً تمثل خزانات المياه ومساحات تمثل الأحياء والمباني.

نجد أثناء برمجة فئة معينة من الأهداف، أن الفئة يحدد لها إسم معين وقائمة إختيارية من المتغيرات أو الصفات. يُحدد بعد ذلك -إختيارياً- تفاصيل التوريث، والحالة والسلوك، والقوانين (Rules). تتألف حالة الفئة أو نوع الفئة العام، من مجموعة من الخصائص أو الصفات، تصبح كل صفة هدفاً بحد ذاته عند تنفيذ البرنامج. أما السلوك فيتألف

² عادة ما يطلق على الظواهر الجغرافية في الواقع على أنها كيانات (Entities)، ويشار إليها في مفهوم الأنظمة والبرمجة في الحاسب على أنها أهداف (Objects). إلا أن التفريق بين المصطلحين في قرينة البحث وتقنية نظم المعلومات الجغرافية الهدفية يتطلب تعريف الكيانات على أنها ظواهر جغرافية ممثلة في الحاسب أو قاعدة البيانات دون أن تشمل سلوك للظاهرة في حين أن الأهداف تشمل الصفات والسلوك.

أيضاً من مجموعة من العمليات التي تسمح الأهداف داخل الفئة العامة بتنفيذها. تُطبَّق أو تُنفَّذ كل عملية كطريقة (Method) وتُنتج فئة هدفية (Object Class). فنجد في المثال التالي (شكل 7) إننا نبدأ بنمذجة الهدف من فئة "طريق" (Road) كالتالي:



شكل 7: نموذج لبناء هدف (المصدر: Worboys, 1995).

نجد في شكل (7) أن الهدف قد حُدد نوعه أو فئته العامة ليكون "طريق"، وحددت صفاته مثل الإسم والتصنيف وغيرها. نجد أن لكل صفة فئة هدفية (Object Class) حالة هدفية (Object Instance) متصلة بها، فمثلاً، يمكن أن يكون إسم الطريق "طريق سريع" كحالة هدفية متصلة بالفئة الهدفية "سلسلة نصية". نجد كذلك أن الطريق يرتبط بعمليات، مثل الطول، والتي تُنتج هدفاً (قيمة) من النوع الكسري بمجرد أن تُعطى حالة من فئة "طريق". وتحسب هذه القيمة باستخدام

طريقة مزودة خاصة بهذا النوع من الأهداف. قد يستمر هذا النموذج وذلك بتحديد أنواع فرعية للهدف، مثل "طريق مزدوج" له صفاته وعملياته الخاصة به، إضافة إلى تلك التي يرثها من الفئة أو النوع العام "طريق".

بعد أن استعرضنا مفهوم وتقنية التوجيه الهدي، نتطرق في الجزء التالي إلى تطبيقات هذه التقنية في نظم المعلومات الجغرافية.

ثالثاً: نماذج البيانات وقواعدها ونظمها من منظور نظم المعلومات الجغرافية الهدفية والهدفية-العلائقية

بناءً على ما تقدم، يمكن أن نعرف نظام المعلومات الجغرافية الهدي بأنه نظام يقوم نموذج بياناته المكانية على أسس وتقنية الأهداف الموجهة. أي أن الظواهر الجغرافية تمثل في شكل أهداف ذات تركيب معقد للبيانات قادر على تخزين البيانات مع المعلومات والإجراءات اللازمة لإنشاء وإلغاء ومعالجة الأهداف. كل هدف في نظم المعلومات الجغرافية يشتمل على بيانات خاصة بالموقع الجغرافي، والصفات والعلاقات مع الأهداف الأخرى. فعلى سبيل المثال، نجد أن هدف "مبنى" يحتوي على معلومات مكانية عن الموقع (إحداثيات)، وصفات خاصة بأبعاده وعدد الشقق والغرف بداخله، وغيرها من الصفات، إضافة إلى علاقات المبنى بالمباني الأخرى والحي الذي يوجد فيه والشارع الذي يمر به. وقد يكون المبنى هدفاً ثانوياً أو فئة ثانوية (فئة "مباني سكنية") من فئة أهداف عامة (مثل فئة "مدينة"). إن الأهداف لا تبني إلا من خلال نموذج تخطيطي فيما يعرف بالخطة أو التصميم (Schema)، وهي طريقة نمذجة أساسية في بناء الأهداف

(على أنها ليست مقصورة على تقنية الأهداف الموجهة). هذه الخطة بشكل عام، عبارة عن مجموعة من العناصر نستطيع من خلالها نمذجة جزء من الهدف أو كله كما نراه في الواقع. وبالنسبة لخطة قاعدة البيانات (Database Schema) فهي نموذج تصميمي يحدد نوع البيانات وشكل تمثيلها والعلاقات فيما بينها بحيث تمثل في النهاية مجموعة من الجداول المترابطة في قاعدة البيانات، والتي تمثل نموذجاً للظواهر في الواقع.

تشمل الخطة على معلومات عن أنواع البيانات (Data Types)، والترتيب أو التركيب الهرمي للأهداف، والعلاقات بين الأهداف. وتسمح الخطة بالتغيير في أي جزء من أجزاءها. كما تسمح بالحد من الأخطاء، من خلال استخدام طرق الإختبار أو ضبط الأداء (Validation Methods) المميزة في نماذج قواعد البيانات الهدفية. فعلى سبيل المثال، يمكن تحديد طبيعة العلاقة بين هدف وآخر من البداية، فلا يمكن للمستخدم أن يربط بين هدفين لا يتصلان أو يرتبطان. كما يمكن تحديد القيم المسموح والغير مسموح بإدخالها فيما بعد، فإذا حدد عرض هدف "أنبوب مائي" بـ 1.5 متر، فإن المستخدم بعدئذ لا يمكن أن يدخل قيمة أخرى للعرض.

هناك ثلاث مراحل لنمذجة الخطة (Schema Modelling): المرحلة الأولى، وهي المرحلة التصورية (Conceptual)، وهي تصور عام يُشكل قبل إدخال الخطة إلى الحاسب. وقد يطلق عليها بنموذج الواقع (Reality Model)، أي شكل الأهداف كما هي عليه في الواقع؛ المرحلة الثانية، وتسمى بالمرحلة المنطقية أو النموذج المنطقي (Logical Model)، وهي مرحلة تترجم النموذج التصوري للواقع (الأهداف أو الظواهر) حسب المتطلبات البنائية (Constructs) لقاعدة البيانات. ويشمل هذا، على سبيل المثال، تمثيل الفئات والقيم. أما المرحلة الأخيرة، فهي خاصة بترجمة أو تنفيذ النموذج المنطقي فعلياً في قاعدة البيانات داخل نظام إدارة قواعد البيانات، بعيداً أو خارج دائرة المستخدم؛ بمعنى كيف يعمل النموذج المنطقي داخل الحاسب. يتم في

هذه المرحلة تطبيق النموذج في شكل جداول فعلية تُدار وتُعالج داخل قاعدة البيانات. لذا، فإن نموذج قاعدة البيانات في نظم المعلومات الجغرافية الهدفية يقلص الهوة بين الواقع وتمثيله داخل الحاسب، وعليه يكون التعامل مع الواقع مألوفاً للمستخدم مثل مايراه ويتعامل معه فعلياً. إن نمذجة الأهداف بهذه الطريقة ينتج لنا نموذجاً هدفاً لقاعدة البيانات يختلف عن شكل وطريقة نموذج البيانات العلائقية (Entity-Relationships Model) السابق، والذي تقوم عليه نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية (RDBMS)، والذي تقوم عليه كثير من نظم المعلومات الجغرافية في السابق وحالياً.

3-1: نماذج وتراكيب قواعد البيانات المكانية:

يصادف القارئ في مجال نظم المعلومات الجغرافية مصطلحات، مثل نموذج البيانات (Data Model)، ونموذج تركيب قاعدة البيانات (Database Structure Model)، ونظام إدارة قواعد البيانات (DBMS). فكما أن التفريق بين هذه المصطلحات مهماً، إلا أنه ليس من السهولة التفريق بين المباديء أو الأسس التي تقوم عليها هذه المفاهيم. فنموذج البيانات (من منظور جغرافي أو مكاني) يشير إلى طبيعة وشكل وتركيب هذه البيانات، فقد تكون البيانات في شكل هندسي معين عادة ما يُؤلف من الخطوط أو النقاط أو المساحات، فيطلق عليه نموذج خطي (Vector). وقد يكون النموذج خلوي (Raster) حيث تمثل الظاهرة في شكل خلايا (Cells) مرتبطة بقيم خاصة بتلك الظاهرة، وهنا تكون الظاهرة في شكل سطح متصل بفضل هذه الخلايا المتجاورة. أما نموذج تركيب البيانات (المكانية) فيقصد به الطريقة أو الشكل الذي يأخذه تركيب أو تنظيم (Organisation) البيانات (أو نماذجها) داخل هذه القاعدة وداخل نظام إدارة قواعد البيانات. ولأن الحديث عن بيانات مكانية، فإن نموذج تركيب القاعدة لا بد أن يتميز بسهولة الوصول (Access) إلى بيانات القاعدة التي تتميز بأنها ذات

مرجع مكاني. نرى هنا التداخل بين شكل تركيب نموذج القاعدة وبين النظام الذي يدير هذه القاعدة. لهذا، فمن الطبيعي أن يكون هناك توافقاً بين تركيب القاعدة نفسها وبين متطلبات تركيب النظام الذي يتعامل أو يدير هذه القاعدة، مع التذكير بأن النظام مختص بإدارة ومعالجة وتخزين وغيرها من العمليات كما سبق الإشارة إليها في الجزء الأخير من الجزء السابق (ثانياً).

هناك أكثر من نموذج لتركيب قاعدة البيانات، فهناك نموذج الكيانات العلائقي (ER - Entity-Relationship)، سواء كان التقليدي منه أو المطور (Extended-EER)، وهذا هو النموذج السائد سابقاً في نظم المعلومات الجغرافية، وما زال يستخدم، ويدار بنظم إدارة قواعد البيانات العلائقية (RDBMS)، والهدفية - العلائقية (ORDBMS). وهناك نموذج قاعدة البيانات الهدفية (OODM) وقد يدار بنظم إدارة قواعد البيانات الهدفية (OODBMS)، أو بنظم إدارة قواعد البيانات الهدفية - العلائقية. وللقصور في (أو عدم انتشار) نظم إدارة قواعد البيانات الهدفية، يمكن أن تدار قواعد البيانات الهدفية بالنظم العلائقية المطورة (Extended-Relationship-E-RDBMS). وعلى هذا يتحدد فيما إذا كان نظام المعلومات الجغرافية هدفياً تماماً (OOGIS)، وذلك إذا كان كل من القاعدة والنظام هدفيين تماماً، أو يكون نظام المعلومات الجغرافية هدفياً-علائقياً (ORGIS)، إذا كانت القاعدة هدفية وكان نظام إدارة قواعد البيانات هدفية - علائقي.

هناك أنواع أخرى من نماذج تركيب قواعد البيانات والتي سبقت النماذج العلائقية والنماذج الهدفية. فهناك تركيب قاعدة البيانات الهرمي (Hierarchical Database Structure)، و تركيب البيانات الشبكي (Network Database Structure)، وهما من أوائل نماذج التركيبات المستخدمة في التعامل مع البيانات، بيد أنهما غير ملائمين للتعامل مع البيانات المكانية، وما يسببانه من زيادة مفرطة للبيانات (Data Redundancy)، وبطء تعاملهما، مع صعوبة في صيانة وتحديث

البيانات. هذه المشاكل وغيرها كانت سبباً قوياً في البحث عن تراكيب أفضل وهذا ما قاد أولاً إلى ظهور التركيب العلائقي في نظم إدارة قواعد البيانات التي تقوم على نموذج الكيانات العلائقي (E-R). وسوف نتحدث عن نموذج الكيانات العلائقية والنموذج الهدي بتفصيل أكثر.

3-1-1: نموذج الكيانات العلائقي Entity-Relationship Model

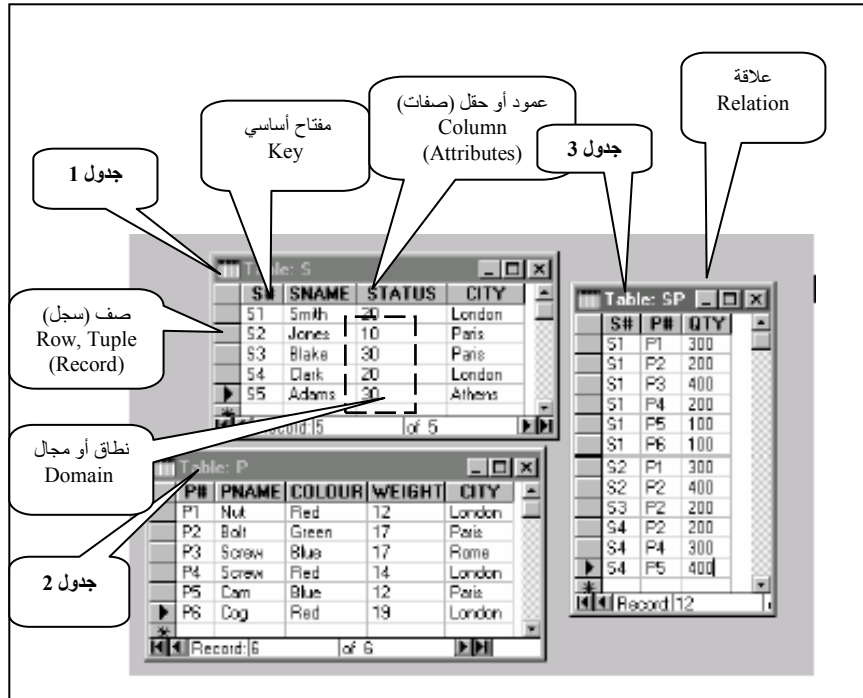
إن قاعدة البيانات العلائقية تقوم على "تركيب علائقي للبيانات، ولغة خاصة تعرف بلغة إدارة البيانات - Data Manipulation Language (DML)، ذات قدرة رياضية لا تقل عن الجبر العلائقي (Relational Algebra)" (Stajano, 1998, p. 4). إن لغة إدارة البيانات هنا تستخدم لشرح العمليات الخاصة بالتعامل مع قاعدة البيانات مثل الإستعلام والتحديث، فطلب معلومة أو بيانات معينة، على سبيل المثال، لا بد أن يترجم إلى هذه اللغة قبل أن ينفذ الطلب. إن نموذج البيانات العلائقي يعد تركيباً للبيانات، وتسمى كيانات (Entities)، وذلك لتمثيل المكان على أنه مجموعة من الكيانات الأساسية التي تتميز بأن لها علاقات مكانية (Spatial Relationships) (Chen, 1976). يمثل كل كيان ظاهرة مميزة في المكان، وكل كيان يمكن أن يحتوي على مجموعة من الصفات مخزنة في جداول مستقلة أو منفصلة. يمثل الكيان هدفاً في نظم المعلومات الجغرافية الهدفية، إلا أن من أهم الفروق الأساسية بين الهدف والكيان هي، أن الكيان لا يحتوي على السلوك، ولا يقوم على خاصية التغليف، وهذا ما يجعل الصفات مكشوفة. كما أن الكيانات التي تحمل صفات مشتركة، تجمع مع بعضها البعض لتكوّن مجموعة كيانات أو مجموعة علاقات. وهناك أربع مراحل أساسية لنمذجة الكيانات العلائقية، تمثل إنشاء الخطة (Heywood, et al., 1998) وهي:

- 1) تحديد الكيانات نفسها.
- 2) تحديد العلاقات بين الكيانات.
- 3) تحديد صفات الكيانات.
- 4) استخلاص أو إنتاج الجداول من بين المراحل الثلاث السابقة.

يوجد لكل كيان مجموعة من الصفات المميّزة الخاصة به، ولكل صفة رمز تعريفى مميز (Unique Identifier)، للتمييز بين كل كائن وآخر. أما نطاق (Domain) الكيان فهو مجموعة من القيم الممكنة لكل صفة للكيان، وتحدد بناءً على طبيعة الصفة، فعلى سبيل المثال، يجب أن يضع المستخدم أو المنشئ لقاعدة البيانات سلسلة نصية (String) لصفة "الإسم" (Name) أو "العنوان" (Address) وبقدر أو طول معين. أما العلاقات بين الكيانات فعادة ما توصف أو تُشرح في النموذج في شكل أفعال، فنقول مثلاً "المستأجر" يقطن في (reside-on) مبنى، والمبنى "مجاور لـ" (is-next-to) مسجد، وهكذا. هناك أربع أنواع من العلاقات: "واحد مع واحد" (one-to-one)؛ "واحد مع متعدد" (one-to-many)؛ "متعدد مع متعدد" (many-to-many)؛ و"متعدد مع واحد" (many-to-one). ففي علاقة "واحد مع واحد" نجد على سبيل المثال، أن "المنزل" يوجد في قطعة أرض واحدة، حيث نجد في معظم الأحيان أن منزلاً واحداً فقط يُبنى في قطعة أرض سكنية واحدة. وفي علاقة "واحد مع متعدد" فنجد على سبيل المثال، أن شركة كهرباء واحدة تخدم العديد من المساكن. وهكذا، نجد أن العلاقات بين الظواهر لا تخلو من هذه الأنواع الأربعة من العلاقات.

يُطبق النموذج في النهاية في شكل جداول في القاعدة، تحتوي على سمات خاصة لتشكيل وتنفيذ هذا النموذج العلائقي. ففي شكل (8)، نجد أن هناك جداول منفصلة، كما في قاعدة البيانات في برنامج Microsoft Access، كل جدول يحتوي على أعمدة أو حقول (Columns, or Fields) خاصة بالصفات، وصفوف أو حقول (Rows, or Tuples)، كما أن لكل عمود (يمثل صفة معينة) نطاق، يحدد طبيعة ومقدار القيم المسموح بها. أيضاً، هناك مفتاح أساسي (Primary Key) لكل جدول. نلاحظ في شكل (8) أن جدول (3) يمثل علاقة بين جدول (1) وجدول (2) بشرط وجود المفتاحين الرئيسيين في الجدولين (1، 2)، وهو ما يعرف بقوانين سلامة التحكم (Integrity Rules) في هذه الجداول في قاعدة

البيانات. لاحظ أن كل عمود أو حقل في الجدول يمكن أن يكون مفتاح أساسي عند الربط مع جدول آخر يحتوي على نفس العمود، وفي الجدول الثاني يسمى الحقل المشترك عندئذ بالمفتاح الخارجي (Foreign Key).

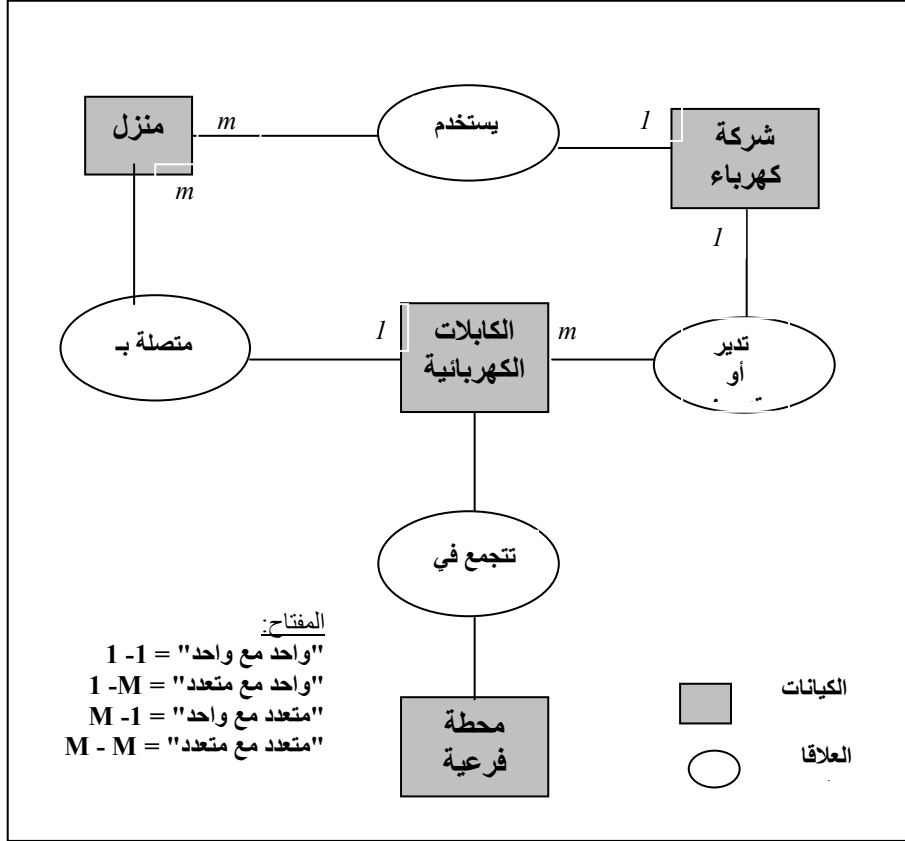


شكل 8: مثال على خصائص الجداول في قاعدة بيانات علائقية (المصدر بتصرف: Date, 2000).

بما أن نظام إدارة قواعد البيانات العلائقي يستخدم خطة هذا النموذج العلائقي، فإن الخطة تساعد في تحديد أي الجداول التي يجب أن

تحتويها قاعدة البيانات في النظام، وماهي طبيعة العلاقات التي توجد بين الجداول التي تمثل الظواهر. فبالنسبة للعلاقات، فعندما يكون هناك علاقة "واحد مع واحد" على سبيل، فإن الجداول لكل كيان يمكن أن تربط لتنتج جدولاً واحداً أو تبقى منفصلة، في حين أن علاقة "واحد مع متعدد"، تستلزم وجود جدولين يربط بينهما حقل مشترك (عمود يمثل صفة معينة) وذلك للسماح بالربط العلائقي (Relational Join)، ويسمى هذا الحقل بالحقل الأساسي (Key field, or Primary Key). أما علاقة "متعدد مع متعدد"، فإن الجداول تبقى منفصلة. وإذا كان هناك حقول أو أعمدة مكررة، فإن الجداول يمكن أن تقسم إلى جداول ثانوية وهذا ما يعرف بالتوزيع القياسي أو الأمثل (Normalisation) وذلك لتفادي الزيادة المفرطة للبيانات (Worboys, 1995). وبعد الإنتهاء من اختيار وتحديد الجداول في الخطة، يجب تحديد خصائص هذه الجداول مع تحديد الصفات الضرورية للظواهر، مثل الحجم والإسم والنطاق (Heywood, et al., 1998). تكون الخطة بعدئذ جاهزة للتنفيذ في قاعدة البيانات؛ أي إنشائها فعلياً في الحاسب من خلال النظام. يبين شكل (9) مثال نموذجي لخطة النموذج العلائقي.

يبين شكل (9) مثلاً لخطة قاعدة بيانات علائقية للظاهرة أو الكيان "منزل" وعلاقته مع شركة كهرباء. فنجد أن العلاقة بين شركة الكهرباء تكون "متعدد مع واحد"، لأن المنازل (متعددة) ترتبط طبيعياً مع شركة كهرباء واحدة. في حين أن شركة الكهرباء تتولى صيانة الكابلات (متعددة) لتكون علاقة الربط "واحد مع متعدد"، والكابلات تتجمع في محطة فرعية واحدة، وتكون العلاقة "متعدد مع واحد". لاحظ أنه يمكن أن تقرأ العلاقة بالعكس؛ "واحد مع متعدد" بين المحطة الفرعية والكابلات، على التوالي.



شكل 9: مثال نموذجي لخطة نموذج الكيانات العلائقية (المصدر بتصرف: (Chen, 1976).

بعد أن يتم تنفيذ الخطة في النظام الذي يدير القاعدة العلائقية، يبقى بالطبع تحميل (Load) البيانات أو إدخالها في أماكنها المخصصة في القاعدة. يستطيع المستخدم بفضل قدرات النظام أن يتعامل مع هذه القاعدة حسب طبيعة الاستخدام سواء كان معالجة أو إستعلام أو إنشاء علاقات جديدة بين الجداول ليخرج جداول علائقية تلبي طلبه من التحليل. يستخدم النظام لغة التعامل مع البيانات كما ذكرنا سابقاً، بواسطة الجبر العلائقي أو أي صيغة رياضية مناسبة أخرى، لينتج الجداول العلائقية الجديدة التي تلبي طلب المستخدم (Worboys, 1999).

ومن أشهر لغات الإستعلام التي يتعامل معها النظام، لغة الإستعلام المركبة (Structured Query language-SQL). ولأن قاعدة البيانات في النظام تستخدم مؤشرات (Pointers) للملفات (الجدول) في تركيبها الهرمي، فإن هذه المؤشرات يتم تداولها وتبادلها للتحكم في الزيادة المفرطة للبيانات، وذلك من خلال التعرف على الرموز التعريفية (ID) التي تميز السجلات (الصفوف) في كل ملف.

إن تركيب قاعدة البيانات العلائقية إيجابيات وسلبيات. فمن إيجابياته، أنه يعد تركيباً مرناً جداً، إذ يمكن التعامل مع الطلبات المختلفة من خلال الإستعلامات الغير نصية في شكل معاملات (Operands) رياضية جبرية، وتسمى المعاملات الشرطية مثل: "و" AND، "أو" OR، أو أي عمليات رياضية أخرى مثل المصفوفات العلائقية وغيرها من العمليات بنفس الكفاءة. وتعد هذه الطريقة الإستعلامية، طريقة سهلة ومرنة حيث أنها من اللغات العليا، وذلك لسهولة التعامل معها مثل لغة التخاطب، في حين أنها لغة تصريحية في نفس الوقت، فهي لا تقوم على مبدأ الإلتزام بالتسلسل الصارم أو الطريقة المرحلية (Procedural) الصارمة كما في لغات البرمجة المعروفة. وبهذا الأساس الرياضي القوي، فإن تركيب القاعدة يكون موثقاً فيه نظرياً وعملياً. إضافة إلى مزايا هذا التركيب، نجد أن إضافة أو حذف البيانات يمكن أن يتم بسهولة، وذلك من خلال حذف أو إضافة السجل أو الصف، بل إمكانية حذف كامل الملف أو الجدول. كما أن المستخدم يستطيع أن يستعلم من العديد من الجداول في وقت واحد، طالما أن هناك مفاتيح مشتركة (Worboys, 1999). أما القصور في هذا التركيب العلائقي، فتتمثل أساساً في صعوبة إجراء علاقة لبعض الأنواع من البيانات، خاصة المعقدة منها، مثل الصور والمرئيات الفضائية، وهذا مهم في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية. إضافة إلى ذلك، فإن عملية الربط العلائقي بين الجداول العديدة قد يأخذ زمناً طويلاً في الحاسب. ومن أمثلة هذه النظم التي تتعامل مع قواعد البيانات العلائقية:

.MS-ALLESS, SYBASE, INGRESS, ORACLE, DB2

3-1-2: النموذج الهدي لقاعدة البيانات (OODBM) في نظم المعلومات الجغرافية:

نظراً للقصور في تركيب قواعد البيانات العلائقية، وطبيعة البيانات الجغرافية، فقد أصبح اعتماد نموذج الأهداف الموجهة خياراً إستراتيجياً ملائماً لقواعد البيانات في نظم المعلومات الجغرافية. فنموذج القاعدة الهدي يقوم على أسس وخصائص تقنية الأهداف الموجهة. بدأ هذا التطبيق في التسعينات من القرن الميلادي الماضي، وزاد إنتشار هذا التطبيق في أواخر التسعينات وما زال يلقى رواجاً كبيراً بين المطورين والمستخدمين لنظم المعلومات الجغرافية. إن نموذج الأهداف الموجهة كما سبقت الإشارة إليه- يعد نموذجاً ملائماً لتصوير أو تمثيل الواقع بما يحتويه من ظواهر مختلفة، بدلاً من التعامل مع نموذج يمثل فقط الظواهر على أنها خطوط ومساحات ونقاط، مبروطة بجداول صفات. إن تركيب قاعدة البيانات الهدي من جهة نظر نظم المعلومات الجغرافية لا يتضمن فقط العلاقات بين الأهداف، بل يشمل سلوك هذه الأهداف (الظواهر)، وهو الذي لم تتضمنه التراكيب السابقة. كما أن التركيب الهدي لقاعدة البيانات يتضمن السرية المتميزة في تركيبها الهرمي والمرونة التي يتميز بها التركيب العلائقي، وذلك من خلال ترتيب البيانات مع التأكيد على الهدف نفسه، بدلاً من التركيز على وظائف المعالجة (Burrough and McDonnell, 1998).

نجد في تركيب قواعد البيانات الهدي أن البيانات تكون في شكل مجموعة من الأهداف المميزة، والتي تكون في شكل مجموعات من الأهداف المتماثلة أو المتشابهة المكونة للفئات الهديّة. تُكوّن العلاقات بين الأهداف والفئات باستخدام روابط (Links) صريحة (Bennett, 2003). تُغلف البيانات في هذا التركيب مع الأهداف، وتحدد في القاعدة بواسطة معرفّ مميز (OID) والذي يحدد ألياً من قبل نظام إدارة قواعد البيانات (Worboys, 1999). وبهذا، يتميز التركيب بالتركيز على

خصوصية وتميز الأهداف، فالمعرّف لا يتغير بغض النظر عن أي تعديل في قيم الصفات الخاصة بالهدف. كما أنه إذا حدث وانفصلت ظاهرة (هدف) ما إلى جزئين أو أكثر، على سبيل المثال، أو جمعت الظاهرة مع ظواهر أخرى، فإن المعرّف يتعدل أو يتكيف ليلائم التغيير في المعلومات المكانية (Bennett, 2003). نجد في هذا التركيب أن الفئات والحالات الهدفية تتصل فيما بينها بمؤشرات ربط (Pointers) وذلك لتحديد العلاقات المختلفة في الترتيب الهرمي والتفريعات لترتيب العلاقات. وبعد تحديد أو تشكيل هذا الترتيب الهرمي، فإن الصفات التي تمثل حالة الهدف والوظائف التي تمثل سلوكه، تُمرر إلى الأهداف ذات العلاقة من خلال خاصية التوريث. إن خاصية التوريث تجعل تشخيص صفات الأهداف وإستخراج الأهداف من قاعدة البيانات أكثر كفاءة وفعالية. وتتم عمليات التحديث والاستعلام للبيانات في قواعد البيانات الهدفية من خلال طلب يُنفذ يسمى بالرسالة ترسل إلى الهدف وتتم الإستجابة بناءً على صفات الهدف ووظائفه. وبفضل خاصية تعددية الشكل يمكن إرسال نفس الرسالة إلى أهداف أخرى.

تعد خصائص التوريث والتعليق وتعدد النسخ (Versioning, or Dataset Versioning)، وغيرها من الخصائص الهدفية، أساساً في نظم المعلومات الجغرافية الهدفية أو الهدفية-العلائقية. إلا أن خاصية تعدد النسخ تحتاج إلى مزيداً من الإيضاح لأنها مهمة جداً لحل مشكلة مألوفة في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية. فهي متعلقة بحل المشاكل المرتبطة بالتعامل مع تعدد أكثر من نسخة للبيانات وكيفية الحفاظ في نفس الوقت على سلامة البيانات واستخدامها من قبل أكثر من مستخدم في آن واحد. فعند وجود أكثر من نسخة للبيانات، وذلك لطبيعة عمليات التحديث أو إضافة بيانات جديدة من مصادر مختلفة، من قبل أكثر من مستخدم للبيانات وأكثر من مُدخّل أو مُعالج للبيانات من أقسام مختلفة، فإن عملية تعدد النسخ التي تنتجها هذه النظم الجديدة تسمح بإنتاج نسخة للمستخدم طالب التحديث للبيانات المطلوبة، دون عمل استنساخ (Cloning) لكامل البيانات كما في نظم المعلومات الجغرافية

السابقة (العلائقية)؛ بمعنى استصدار نسخة عمل مؤقتة وليس عمل نسخة أخرى للبيانات في النظام. وبهذا يمكن أن يكون هناك نسخاً للبيانات تستخدم في نفس الوقت، دون إحداث تغيير في البيانات الأصلية، وعليه يمكن تعديل هذه النسخ فقط ودمجها مع البيانات الكاملة الأصلية أنياً دونما حاجة إلى إعادة عمليات الربط والبناء والتأكد من فحص الأخطاء، كما في السابق. وهذا من جهة، لا يؤثر على عملية الوصول إلى البيانات الأصلية سواء من قبل المحدث أو المعالج للبيانات أو المستخدم العادي الذي يعمل أو يطبق على البيانات الموجودة في النظام. إن عملية تعدد النسخ، تسهم بشكل كبير في تحديث البيانات، وفي نفس الوقت تمنع وجود بيانات زائدة عن الحاجة وما يترتب عليها من كلفة وعمليات إجرائية لحل مشاكلها، كما في السابق. وتحتوي عملية تعدد النسخ ما يعرف بالتبادل طويل الأمد (Long Transaction)، والذي من خلاله يتم تغيير أو تحديث البيانات على فترة طويلة نسبياً (قد تمتد أياماً أو أسابيعاً، وربما سنوات). وكما هو متوقع، فإن مثل هذا التحديث طويل الأجل عادةً ما يترتب عليه تكلفة عالية ويكتنفه كثير من المشاكل في السابق، وذلك كون أن التحديث ما كان ليتحقق دونما تكرار ضخم للبيانات في شكل نسخ مماثلة. إن أحد الحلول لهذه المشكلة في النظم الجديدة، يتم عن طريق التفريع (Branching) والدمج (Merging) للبيانات. ففي البيانات الفرعية (Branch Dataset)، نجد أنها تمثل نسخة من البيانات تحتوي على العلاقة مع البيانات الأصلية، بحيث يستطيع المستخدم أن يحرر أو يصح هذه النسخة الفرعية. كما يمكن أن يكون هناك قيوداً تفرض من قبل منشئي البيانات لتحديد أي جزء من البيانات التي يجب أو لا يجب تغييرها أو تحديثها. وتعرف هذه القيود بإقفال البيانات (Data Locking)، وهي طريقة إجرائية يتم من خلالها منع الدخول أو الوصول المتعارض (المتزامن) (Conflicting Access) إلى البيانات عندما يطلب ذلك من قبل أكثر من مستخدم أو معالج للبيانات في وقت واحد (Bennett, 2003). بالرغم من أن عمليات تعدد النسخ ودعم التبادل طويل الأمد ليست مقصورة على تقنية الأهداف الموجهة، إلا أن تطبيق

هذه العمليات بطريقة الأهداف تقدم دعماً فعالاً كبيراً، خاصة في مجال دمج النسخ (Version Merging)، وهي العملية النهائية للتبادل طويل الأمد، والتي من خلالها تدمج التغييرات للنسخة الواحدة مع النسخ الأخرى. فالميزة بطريقة الأهداف تكمن في كون الأهداف المتماثلة تشترك في نفس رمز التعريف الهديفي، وبالتالي فإن العمليات أو الطرق الخاصة بالسلوك متوفرة لحل التضارب أو التعارض، وهذا يجعل دمج النسخ عملية سهلة التطبيق (Woodsford, 1995).

بالنسبة للربط البنائي (Topology)، فكما أنه أساس في أي نظام معلومات جغرافية، إلا أن الربط البنائي في نظم المعلومات الجغرافية الهدفية يكون أكثر سهولة وسرعة. ففي مجال الشبكات الخطية (Networks) على سبيل المثال، نجد أن الربط البنائي يتم ألياً مباشرةً بعد استخدام عملية تعدد النسخ. كذلك نجد أن الخطوط المشاركة في تحديد أكثر من ظاهرة واحدة تكون في نفس الوقت حدوداً أو أجزاءً للظاهرة أو للظواهر الأخرى دون حاجة إلى تعدد أو تكرار نفس الخطوط، طالما أنها في مكان واحد.

لقد رأينا أن نمذجة الكيانات في التركيب العلائقي تتم من خلال الهيكل التخطيطي المسمى بالخطة للكيانات العلائقية ليُنْفَذ بعدئذ في قاعدة البيانات، أما في قاعدة البيانات الهدفية فتتم الخطة بواسطة نمذجة الأهداف بلغة خاصة تم إعتماؤها لتلائم النموذج الهديفي، وهي كما أشرنا سابقاً، لغة النمذجة الموحدة (UML)، وسيتم الحديث عنها أكثر في الجزء الخاص بالمثل التطبيقي. وبهذه اللغة يمكن التخطيط لبناء قاعدة البيانات الهدفية، بواسطة رسومها التخطيطية التوصيفية (Notational) التي تأخذ في الإعتبار الصفات والسلوك والعلاقات بين الأهداف.

وبهذا، يكون لدينا في النهاية نموذج للبيانات قائم على الأهداف كما نراها في الواقع، وليس مجرد أشكال هندسية فقط كما في النموذج

العلائقي. إضافة إلى ذلك، فإن توظيف النموذج عملياً في قاعدة البيانات يقوم على أسس البرمجة الهدفية، ومُقدم للمستخدم في شكل أهداف محمية في نظام المعلومات الجغرافية. كما أن النظام بفضل هذا النموذج، يكون قابل للتطويع وذلك كون سلوك الأهداف تعد جزءاً من الخطة، وليس جزءاً من البرنامج التطبيقي، كما في السابق، وهذا في الواقع يسهم في سهولة صيانة النظام.

هذا بالنسبة لقاعدة البيانات وتركيبها من وجهة نظر علائقية أو هدفية، غير أن القاعدة ما هي إلا جزءاً واحداً من نظام المعلومات الجغرافي، ويبقى النظام الذي يدير هذه القاعدة. ولقد رأينا أن النظام يمكن أن يكون علائقي وقد يكون هدفي، مثل ما رأينا أن القاعدة قد تكون علائقية وقد تكون هدفية. بناءً على هذا، يمكن أن يكون نظام المعلومات الجغرافية هدفيًا تماماً متى ما كانت القاعدة ونظام إدارتها مبنية على الأسس الهدفية. أما إذا كانت القاعدة هدفية وكان النظام الأساس المستخدم علائقيًا، فإن نظام المعلومات الجغرافية يكون عندئذ هدفيًا-علائقيًا. إن القصور في أداء نظام إدارة قواعد البيانات الهدفي جعل الخيار الأمثل (أو الأسلم) هو بناء نظام معلومات جغرافية تكون قاعدة البيانات فيه هدفية تُنفذ وتدار بنظام إدارة قواعد بيانات هدفي - علائقي، وهذا التزاوج يجمع بين مزايا التقنية الهدفية والعلائقية. هناك طريقتان أساسيتان للربط بشكل عام بين التطبيقات الهدفية وقواعد البيانات (Lee and Wiederhold, 1994). الطريقة الأولى، وتسمى التخزين المباشر للهدف (*Direct Object Storage*)، وفيها يُستخدم نفس النموذج الهدفي للتطبيق ولقاعدة البيانات. أما الطريقة الثانية، فهي التخزين الغير مباشر للعلاقة القاعدية (*Indirect Base Relation Storage*)، وفي هذه الطريقة يُربط التطبيق الهدفي مع قاعدة البيانات العلائقية. لا شك أن فوائد الطريقة الأولى للربط واضحة، وذلك كون نموذج البيانات المستخدم (الهدفي) هو نفسه، وبهذا فإن مشكلة تزاوج الإعاقة غير الملائم (*Impedance Mismatch*) تم تفاديها. وقد تم اعتماد الطريقة الثانية (التخزين الغير مباشر للعلاقة القاعدية) في معظم نظم

المعلومات الجغرافية التي أعتمدت التطبيق الهدي في بنائها. لا شك أن مشكلة تزواج الإعاقة غير الملائم تكون هنا أكثر تعقيداً، وذلك تبعاً لإختلاف النماذج والتراكيب، والحاجة إلى ربط بعضها ببعض لتكون في توائم تنفيذي فعال. هناك منظوران لتحقيق الربط بهذه الطريقة (Lee and Wiederhold, 1994): الأول، منظور مرتكز على الهدف (Object-centered perspective)؛ والثاني، منظور مرتكز على العلاقة (Relation-centered perspective). إن الفرق بين المنظورين يكمن في مصدر البيانات الأساسي، ففي المنظور المرتكز على الهدف، تنتج الخطة العلائقية من توصيفات أو شروط الفئات، في حين يُفترض وجود الخطة العلائقية مسبقاً في المنظور الثاني (المرتكز على العلاقة)، ومنها يتم إشتقاق أو إستخراج توصيفات الفئات. فمن وجهة نظر تصميمية برمجية، عندما يُبنى التطبيق الهدي فوق نظام قاعدة بيانات علائقي، فإن المبرمج يحدد خصائص أو صفات الفئات، إضافة إلى تحديد طبيعة الربط بين الفئات والعلاقات، وبين صفات الفئات والعلاقات، أيضاً. وعند استحداث (Instantiate) أهداف من العلاقات، فإن المبرمج يجب أن يكتب تعريف معاين العرض (View) الذي يحتوي على البيانات اللازمة، وبهذا يكون هناك ثلاث مستويات في التصميم أو التركيب (Mitrovic and Kajan, 1996):

- 1- مجموعة علاقات قاعدية (قاعدة بيانات علائقية).
- 2- وسيط مؤلف من مولدات (Generators) ومجزئات (Decomposers) معاينات الأهداف (Object Views).
- 3- الأهداف نفسها.

إن مولدات معاينات الأهداف تقوم باستخلاص البيانات من قاعدة البيانات (العلائقية) ثم تُجمع في شكل أهداف. ويكون عدد المولدات فعلياً بقدر عدد الفئات في التطبيق (مثل، فئات الطريق والمباني وغيرها في نظم المعلومات الجغرافية). ويحتوي المولد على الاستعلام المطلوب لجمع البيانات من القاعدة، كما يشمل معلومات حول

العلاقات الخاصة بالبيانات ذات العلاقة وتعريفات الفئات بحيث يمكن بعدئذ إنشاء أهداف ملائمة. ويزداد تعقيد عملية الاستعلام الخاصة بإستحداث الأهداف الجديدة من العلاقات المماثلة، خاصة تلك الأهداف المعقدة التركيب، وهذا يرجع إلى عملية التوزيع العياري أو القياسي المطبق على العلاقات، وذلك كون المعلومات حول الهدف المكاني الواحد موزعة في علاقات عديدة.

لا شك أن ربط التطبيق الهدي بالقاعدة العلائقية من المنظور القائم على الهدف (Object-centered) يقدم حرية واسعة للمبرمج. غير أن الربط بالمنظورين يحققان الربط بين مزايا تقنية الأهداف الموجهة وقوة تركيب نظم قواعد البيانات العلائقي. من المفيد أن نشير إلى التطور في لغة ربط جديدة تجمع بين نماذج البيانات الهدفية والعلائقية بإسم SQL3، وهي لغة متكاملة لتعريف وإدارة الأهداف، وذلك كونها تحتوى على أنواع عامة أو مجردة للبيانات تسمح بالتعامل أو التشغيل البيئي والمشاركة للبيانات، وهذا مهم جداً في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (Mitrovic and kajan, 1996).

إن الطريقة الأوسع انتشاراً في منهجية المنظور القائم على الهدف، تعتمد على إنتاج لغات الربط (Wrappers) الهدفية لقواعد البيانات العلائقية، وهذا مهم في تطوير الأهداف الموجهة وللتطبيقات المختلفة لقواعد البيانات من قبل أكثر من مستخدم واحد. إن جاذبية لغات الربط الهدفية تكمن في السماح للتطبيقات الهدفية بأن تكتب على أسس قواعد البيانات الموجودة، وبهذا تكون طريقة التصميم الهدفي متوفرة للتطبيقات التجارية الهدفية، في الوقت الذي يكون استخدام قاعدة البيانات مكشوفاً (Transparent)، بحيث يكون المستخدم في هذه الحالة غير مدركاً لوجود طبقة أو وسيط إضافي بين التطبيق وقاعدة البيانات. كما أن الوسيط هذا يتميز بالإستقلالية للبيانات والتطبيقات (Leonid, et al., 1998). أما الطريقة الأشهر في المنظور القائم على العلاقة، تتألف من توسيع أو تحسين نظام قاعدة البيانات العلائقي، وهنا يصبح النظام

علائقي-هدفي قادر على توفير ودعم الأهداف لكثير من التطبيقات لقاعدة البيانات. أما إيجابيات النظم العلائقية-الهدفية فتشمل الحفاظ على الاستثمار السابق في قواعد البيانات العلائقية، وضمان السلامة والمراقبة المحكمة لقواعد البيانات. إضافة إلى ذلك، فإن هذه النظم تسمح بطرق التصميم الهدفية والتقليدية على حد سواء.

بعد هذا التقديم المختصر، يتضح أن نظم المعلومات الجغرافية تكون هدفية تماماً متى ما بنيت تماماً على أسس تقنية الأهداف الموجهة، إبداءً من واجهات المستخدم مروراً بنموذج البيانات الذي يُخزن ويُدار بنظام إدارة قواعد بيانات هدفية. أما إذا كان نموذج البيانات في نظم المعلومات الجغرافية وواجهات المستخدم هدفية، تقع فوق أي نظام إدارة قواعد بيانات علائقي، فإن الوصف أو المسمى الصحيح هو نظم معلومات جغرافية هدفية-علائقية، وليس نظم هدفية كما توحى أو يفهم من الإعلانات أو التسميات التي تطلقها بعض الشركات أو المؤسسات المصنعة لهذه النوع من النظم. ومن أمثلة النظم الهدفية (تماماً): LAMP من شركة LaserScan، ونظام Smallworld من شركة General Electric. ومن أشهر نظم المعلومات الجغرافية الهدفية العلائقية نظام ArcInfo في حزمة ArcGIS من شركة ESRI.

يمكن تلخيص مزايا هذا الجيل الجديد من نظم المعلومات الجغرافية (الهدفية والهدفية-العلائقية) في خصائص عامة فيما يلي:

1- يعد التصميم بالأهداف الموجهة أقرب للواقع الخارجي أو المشاهد لأنه يحتوى على مجموعات من الأهداف الذكية (Intelligent Objects)، كل هدف منها محدد بصفات وعلاقات وسلوك، بدلاً من الأشكال الهندسية من الخطوط والمساحات والنقاط المربوطة بجداول فقط، كما في نماذج البيانات التقليدية في نظم المعلومات الجغرافية. فلم تعد الظواهر تُحدد يدوياً داخل نظام المعلومات الجغرافية بشكل مستقل ثم تربط

- بحرص فيما بعد مع الصفات في جداول في نظام إدارة قواعد البيانات العلائقي بواسطة رموز تعريفية.
- 2- يتعامل نظام المعلومات الجغرافية الهديفي مع الأهداف حسب قواعد وشروط دقيقة، وبعلاقات مُتضمَّنة في مقدمة تصميم قاعدة البيانات. ولأن هذه القواعد تُخزن داخل نموذج بيانات نظام المعلومات الجغرافية الهديفي فإن تعقيد وعدد الإجراءات الخاصة ببرمجة التطويغ (Custom Programming) المطلوب كتابتها وتنفيذها (داخلياً) أصبحت قليلة جداً.
- 3- يمكن تخطيط وتصميم نموذج البيانات في هذه النظم من خلال أدوات هندسة البرامج الآلية (Computer -Aided Software Engineering Tools- CASE) باستخدام لغة مثل لغة النمذجة الموحدة (UML). وهذا يساعد المستخدمين في تصميم قاعدة البيانات آلياً، لينتج تصميم متكامل مُطوَّع يتضمن التخطيط لعمليات التطبيق أياً كانت، وبهذه الآلية يكون تطوير وتحسين النظام أسهل في كل مراحل التطوير.
- 4- إن الفئات المنشئة في هذه النظم مُصممة لتكون قابلة للإستخدام مرات عديدة، وهذا يسمح بتطويعها. كما أن الفئات بهذا الشكل تعد أكثر رصانة وثباتاً مما يجعل البرامج والنظم التي تستخدم هذه الفئات أقل عرضة للاخطاء أو الفيروسات (Bugs)، مقارنة بالنظم أو البرامج التي تبدأ من الصفر. إن هذه المكونات المجربة والموثوقة في بناء وتصميم النظام تجعل النظام عال الجودة. كما أن عملية صيانة هذه المكونات تعد أمراً سهلاً، لأن المبرمج المختص في الصيانة عادةً ما يغير وظيفة أو عملية معينة (Method) للفئة الواحدة في المرة الواحدة. كما أن الفئات هنا تكون مستقلة عن بيئات العمل (Platforms) والبرامج والأجهزة.
- 5- لأن نموذج البيانات في هذه النظم الهديفية يعد متصلاً (Seamless)؛ أي أن البيانات غير منفصلة أو موزعة في شكل إطارات مجزئة (Tiles) أو سلاسل شبكية (Grids)- كما في

السابق، فإن المستخدم يستطيع أن يحدث أو يصحح أي ظاهرة أو جزء منها في أي وقت، وذلك كون المناطق أو الظاهرة قيد التحديث ليست مقفلة (منفصلة) (Locked-out) أثناء التحديث، وهذا يسمح بإكمال التحديث بشكل أسرع. كما أن نموذج البيانات يسمح بعملية ربط الشبكات (Network Connectivity) لتتم أنياً (On-the-fly)، وليس في شكل متكرر أو في شكل عمليات معالجة إضافية (Post-processing) يدوية، كما في السابق.

6- تُعد إمكانية الربط بين نموذج البيانات الهدي في هذه النظم وبين نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية، أمراً في غاية الفائدة للأقسام التي تتعامل مع تقنية المعلومات (IT) في المؤسسات والهيئات الكبيرة التي أستثمرت وبتكاليف عالية في تشغيل وصيانة نماذج البيانات الخاصة (Proprietary) لنظم معلومات جغرافية تقليدية، والتي تجد، من ناحية أخرى، صعوبة في تغيير أو إستبدال نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية التي صرفت عليها الكثير في شرائها وصيانتها. إذ أن نموذج البيانات الهدي يقع ضمن نظام إدارة قواعد البيانات العلائقي، فجد على سبيل المثال، أن الفئة الواحدة الموجودة في القاعدة بالنظام يمكن أن تستخدم من قبل أكثر من مستخدم، في حين أن المستخدمين قادرين على الوصول إلى البيانات من خلال الطرق المسموح بها في الفئة، وهذا يضمن سلامة البيانات.

7- توفر النظم الهديفة سهولة المشاركة في البرامج المنتجة من قبل مصنعين مختلفين، خاصة من وجهة نظر المبرمجين. وبما أن المستخدم يفكر أو يركز من منظور هدي وأحداث (Events)، بدلاً من التركيز على التركيبات البرمجية التقليدية، فإن منهجية الأهداف الموجهة تساهم في إتصال أفضل بين المبرمجين.

رابعاً: مثال تطبيقي على بناء نظام معلومات جغرافية بالأهداف الموجهة

تعرض هذه الورقة مثالا على نمذجة البيانات الجغرافية بطريقة الأهداف الموجهة كما هي مطبقة في حزمة نظام المعلومات الجغرافية ArcGIS، المنتج حديثاً من شركة ESRI الرائدة في نظم المعلومات الجغرافية. أما المثال تحديداً فهو خاص بنظام "أرك إنفو" (ArcInfo)، أحد البرامج الرئيسية ضمن حزمة النظام الكامل (ArcGIS). تقدم الورقة في هذا الجزء بعض الخصائص العامة للنظام ولنموذج البيانات من وجهة نظر التقنية الهدفية، مع عرض لبعض الأمثلة في مجال تطويع بعض خصائص وطرق النظام بلغة الأهداف الموجهة الممثلة ببرنامج ArcObjects في بيئة البرمجة Visual Basic. يبقى بالطبع خصائص وجوانب عديدة لا يمكن تغطيتها في هذه الورقة، فمعلوم أن حزمة النظام عبارة عن نظام كبير متكامل، تأخذ شروحة التفصيلية مجلدات ليس مكانها في هذه الدراسة المحدودة بأحكام أهداف الدراسة وطبيعتها.

نجد في حزمة ArcGIS نموذجاً جديداً للبيانات يسمى "قاعدة البيانات الجغرافية" (Geodatabase). "يعد نظام المعلومات الجغرافية ArcGIS نظاماً هدفية التوجيه، وفي نفس الوقت يعد نظاماً هدفياً - علانقياً. فالتوجيه الهدفية يعني أن نموذج البيانات، وواجهات التطويع وأدوات التعامل مبنية بحيث تكون مكشوفة للمستخدمين والمطورين، وذلك باستخدام المفاهيم والأدوات والتقنيات الهدفية، كتلك الخاصة بالتغليف والتوريث وتعددية الشكل وغيرها من الخصائص والأسس في التقنية الهدفية. يتيح النظام للمطورين العمل والتطوير من خلال بيئات ولغات البرمجة الهدفية. أما كون النظام هدفياً - علانقياً، فهو أن البيانات تُخزن في نظام علانقي أو علانقي - هدفية لإدارة قواعد البيانات، مثل SQL Server, Oracle, DB2، وغيرها من النظم. ففي هذه النظم، تدمج البيانات مع سلوكها في ذاكرة الحاسب وتقدم إلى التطبيقات وبينها العمل كأهداف حقيقية. لقد تم تطبيق هذه الطريقة بحيث أن البيانات والسلوك لا تخزن معاً في نظام إدارة قواعد البيانات، لأن أداء نظم إدارة قواعد البيانات الهدفية مازال ضعيفاً، ولأن الشركات المنتجة لهذه النظم الهدفية مازالت مهنيماً محل شك. ولقد تم الربط بين نموذج البيانات ونظام إدارة قواعد البيانات في ArcGIS، بطريقة التخزين الغير مباشر لقاعدة العلاقة (IBRS)، ومن

المنظور القائم على العلاقة (R-CP) " (David Maguire, ESRI, Director of) Products: إتصال شخصي).

لقد بُني نظام ArcInfo بنموذج المكونات الهدفية (COM) الخاص بمايكروسفت، وهو نوع من المكونات البرمجية في هندسة البرامج، وهناك على سبيل المثال نماذج أخرى مثل COBRA و RMI، وكلها نماذج هدفية لبناء وتطوير البرامج. وتسمح بيئة العمل هذه عند البناء بتقسيم وظائف البرنامج إلى أجزاء منفصلة ومستقلة، بحيث يمكن اختبارها منفردة، ودمجها مع بعضها البعض في برنامج واحد. هذا ينتج نوعية عالية الجودة والأداء من البرامج، والقدرة على تطوير أو تحديث نسخ جديدة دون أن يؤثر ذلك على البرامج المثبتة مسبقاً؛ بمعنى ليس هناك حاجة إلى إنشاء (كتابة) كامل البرنامج من البداية عند التحديث. ويعد هذا أحد فوائد التوجيه الهدفية المميزة. وبما أن نظام ArcInfo يقوم على هذا الأساس، فإن إمكانية استخدام أي لغة برمجية هدفية في بيئة العمل الهدفية تسمح بتطوير النظام حسب متطلبات العمل التطبيقية، كما يمكن تطويع البرنامج أو وظائفه لتؤدي عملاً محدداً. لهذا فإن استخدام النماذج الهدفية (Object Models) من خلال المكونات الهدفية البرمجية ArcObjects، والمقدمة من شركة ESRI المنتجة ضمن حزمة ArcGIS، وباستخدام بيئة لغة برمجية مثل Visual Basic، يمكن أن ينتج أهدافاً ووظائفاً مطوّعة في بيئة عمل تشغيلية هدفية مثل مايكروسفت.

1-4: نموذج "قاعدة البيانات الجغرافية" Geodatabase:

هناك مفهومان أساسيان لنموذج قاعدة البيانات الجديد في هذا النظام، والذي أطلق عليه "قاعدة البيانات الجغرافية" (Geodatabase). الأول، وهو أن قاعدة البيانات الجغرافية تعد مكاناً لتخزين المعلومات الجغرافية داخل نظام إدارة قواعد البيانات. وثانياً، يتميز نموذج قاعدة

البيانات الجغرافية بأنه يسمح أو يدعم المعايير التداولية (Transactional views) للبيانات، تحت مصطلح "تعدد النسخ"، ويفيد ذلك في إمكانية إدخال ومعالجة وتصحيح البيانات من قبل أكثر من مستخدم في وقت واحد. وبما أن النموذج قائم على مبدأ الأهداف الموجهة، فهو يدعم التعامل مع الأهداف بخصائصها وسلوكها. يصف السلوك كل ما يتعلق بالأهداف من تصحيح وعرض وعلاقات وقوانين ضبط الأداء (Validation Rules) والفئات الفرعية (Subtypes) والقيم الافتراضية (Default Value). ويمكن تلخيص سمات نموذج قاعدة البيانات الجغرافية إلى ثلاث سمات رئيسية (ESRI, 2001):

- 1- إدارة مركزية لأنواع كثيرة من المعلومات الجغرافية في نظام إدارة قواعد البيانات.
- 2- تعدد النسخ، وهي الخاصية التي تسمح بالتصحيح أو التحرير في وقت واحد من قبل أكثر من مستخدم، من خلال معايير التداول لقاعدة البيانات.
- 3- يسمح النموذج بصياغة أو تطويع الظواهر في شكل ظواهر ذكية، بحيث يكون لها خصائص وسلوك وعلاقات معينة.

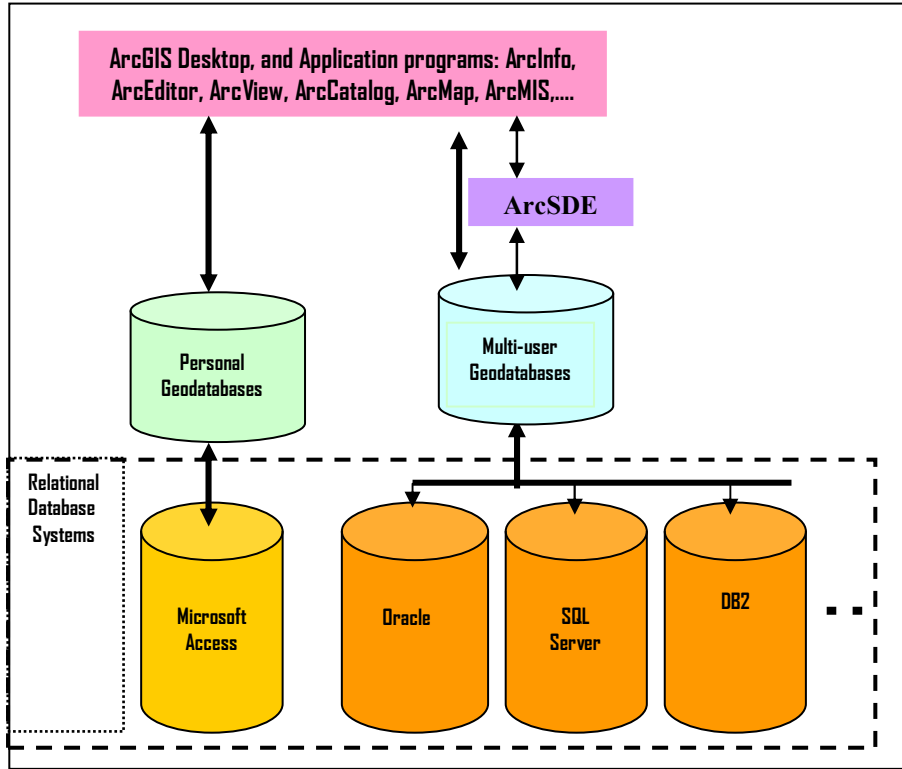
4-1-1: موقع تركيب القاعدة في النظام:

يبين شكل (10) موقع القاعدة الجغرافية في نظام ArcGIS. تقع القاعدة فوق أي نظام من نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية. فإذا كانت القاعدة محدودة الحجم (لا تزيد عن 2 جيجا بايت)، فإنها يمكن أن تستخدم Microsoft Access، وتسمى القاعدة هنا بقاعدة البيانات الجغرافية الشخصية (Personal Geodatabase). أما إذا كانت القاعدة كبيرة الحجم نسبياً، وتستخدم من قبل مستخدمين عديدين، فإنها تخزن في نظم إدارة قواعد بيانات كبيرة مثل، Oracle, SQL Server, DB2, Sybase. وتسمى القاعدة عندئذ، قاعدة بيانات متعددة الاستخدام (Multi-user Geodatabase)، أو قاعدة

بيانات ArcSDE. أما نظام ArcSDE، فهو عبارة عن وسيط مقدم من شركة ESRI خاص بالتعامل مع البيانات المكانية، من نواحي الإدارة والوصول والمعالجة بين برامج نظم المعلومات الجغرافية وبين نظم إدارة قواعد البيانات. ويمكن الوصول إلى قاعدة البيانات متعددة الاستخدام مباشرة، أو عن طريق ArcSDE. وعند إنشاء قاعدة بيانات جغرافية جديدة، فإن نظم إدارة قواعد البيانات تسمح بإنشاء نموذج للقاعدة الجديدة بالموصفات الجديدة الهدافية التي يقوم عليها النموذج. وعلى هذا فإن نظام المعلومات الجغرافية يستفيد من قدرات نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية، أو الهدافية - العلائقية، في حين يقدم نموذجاً هدفيماً للقاعدة، وبهذا فإن النظام يكون هدفيماً-علائقياً.

2-1-4: تركيب ومحتويات وخصائص قاعدة البيانات الجغرافية:

لقد أسس نموذج القاعدة ليكون مكاناً فعلياً لتخزين البيانات المكانية. كما أن نموذج القاعدة يعد نموذجاً مطوراً يتضمن داخله القوانين والشروط لبنائه، وليس في البرنامج التطبيقي (ArcMap)، على سبيل المثال). وبالإضافة إلى إحتوائه لصفات الأهداف، فإنه يحتوي على سلوك هذه الأهداف، بما تشمله من قوانين ووظائف وعلاقات وطرق. يتميز نموذج القاعدة بأنه قابل للتكيف والتطوير (Cusomizable)، حسب حجم البيانات ومتطلبات العمل أو التطبيق.

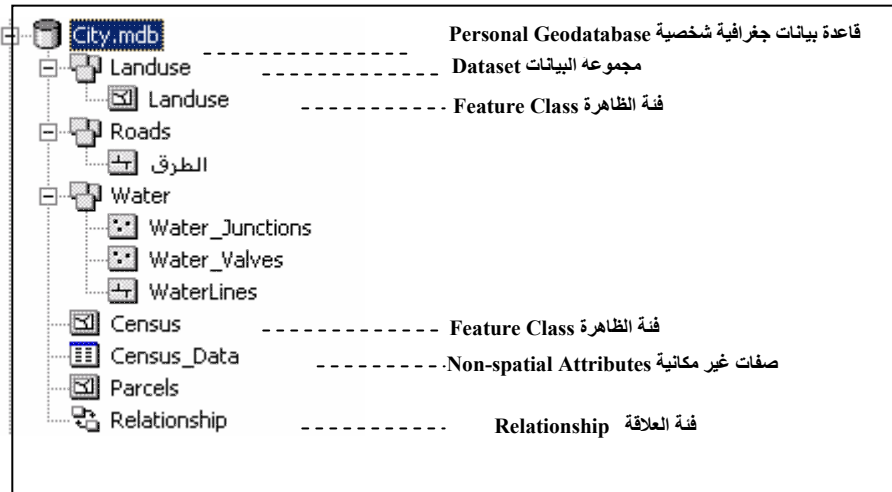


شكل 10: موقع قاعدة البيانات الجغرافية (Geodatabase) في ArcGIS. (المصدر: عمل الباحث).

كما أنه نموذج يستجيب لقواعد السلامة والإدارة في نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية. يمكن بناء النموذج حسب الخصائص الهدفية التي يتضمنها النموذج نفسه، وحسب متطلبات نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية.

يتكون نموذج قاعدة البيانات، كما في شكل (11)، من مجموعات البيانات (Datasets)، ويمكن أن تتكون كل مجموعة من مجموعة من فئات الظواهر (Feature Classes)، تتشارك في الربط البنائي (Topology)، والمرجع المكاني (Spatial Reference). فنجد في المثال

(شكل 11)، أن هناك ثلاث مجموعات للبيانات، تمثل إستخدامات الأرض، والطرق، وشبكة المياه. وكما أنه قد توضع فئات الظواهر داخل مجموعات البيانات، فقد توضع خارجها. ويمكن أن تشمل القاعدة على جداول، بحيث يمكن وضعها ضمن مجموعات الصفات أو خارجها. وقد تمثل هذه الجداول صفات مكانية (Spatial Attributes)، وهنا تكون ضمن فئات الظواهر، أو تكون صفات غير مكانية (Non-spatial Attributes)، كأن تكون سجلات شخصية، أو إحصاءات سكانية. وقد تكون جداول تمثل العلاقات، وتسمى بفئات العلاقات (Relationship Classes).



شكل 11: مثال لنموذج تركيب قاعدة بيانات جغرافية شخصية (Personal Geodatabase) لمدينة (City). (المصدر: عمل الباحث).

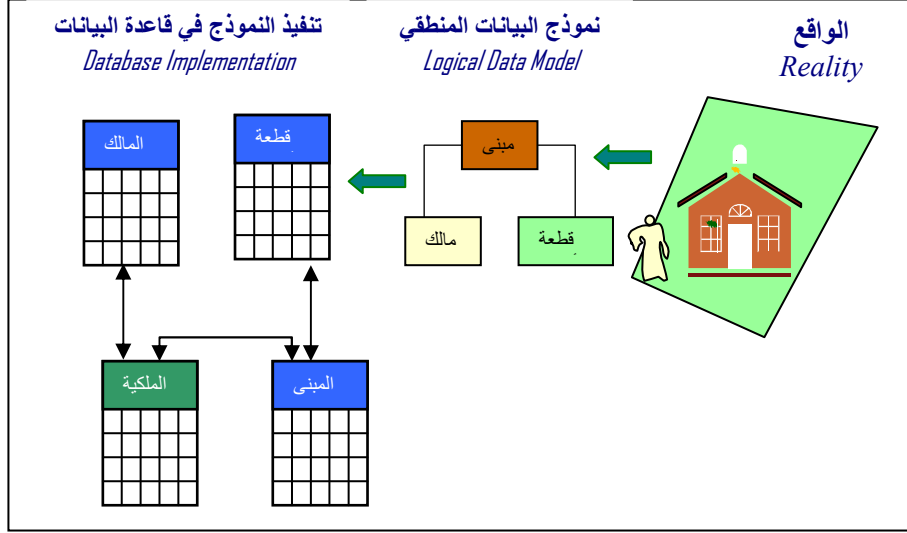
إن أهم ميزة لنموذج قاعدة البيانات الجغرافية، هي أنه نموذج لتمثيل فعلي (Physical) للبيانات، إضافة إلى أنه يسمح بتركيب البيانات بطريقة قريبة من نموذج البيانات المنطقي (Logical). هذا بالطبع يسهل عملية تنفيذ قاعدة البيانات في نظم إدارة قواعد البيانات العلائقية. فنموذج قاعدة البيانات المنطقي ما هو إلا تصويراً عاماً أو مجرداً

للأهداف التي نصادفها في تطبيق معين، حيث يمكن بعدئذ تحويل هذا التصور إلى عناصر قواعد بيانات. وبما أن النموذج يمكن بناءه ببرنامج ArcCatalog مباشرة ضمن حزمة ArcGIS، أو عن طريق استخدام هياكل نماذج التصميم بلغة مثل النمذجة الموحدة (UML)، فإن السؤال المتبادر إلى الذهن بعد إستخدام هياكل النمذجة الموحدة في بناء نموذج البيانات المنطقي، هو كيف تُمثل الأهداف والخصائص والفئات فعلياً في نظم إدارة قواعد البيانات؟ والجواب هو: أن التنفيذ يتم في شكل جداول، حيث تُمثل الظواهر على أنها أهداف في جداول. تمثل الجداول فئات الأهداف (Object Classes)، في حين يمثل الصف الواحد في الجدول هدفاً محدداً، أما العمود الواحد يمثل صفة محددة. لذلك، فإن عناصر نماذج قواعد البيانات المنطقية تطبق أو تنفذ كالاتي (شكل 12):

العناصر المنطقية Logical Elements	العناصر في قاعدة البيانات Database Elements
هدف Object	صف Row
خاصية Attribute	عمود، حقل Column, Field
فئة Class	جدول Table

شكل 12: تنفيذ عناصر البيانات المنطقية في قاعدة البيانات (المصدر: Zeiler, 1999).

نجد في شكل (12) كيف أن الواقع يُمثل في شكل نموذج منطقي للبيانات أولاً، ثم كيف ينفذ في قاعدة البيانات. بالرغم من أن قاعدة البيانات الجغرافية تُخزن وتُدار بطريقة علائقية، إلا أن الهدف الأساس لنموذج قاعدة البيانات الجغرافية هو القدرة على التعامل مع بيانات جغرافية معقدة (كبيرة ومختلفة) في نموذج متماثل أو موحد للبيانات (Unified Data Model)، بغض النظر عن قاعدة البيانات العلاقية داخل النظام.



شكل 13: تحويل الواقع إلى نموذج بيانات منطقي ثم تنفيذ النموذج المنطقي في قاعدة البيانات (المصدر: Zelier, 1999).

نرى في شكل (12) وشكل (13)، أن الهدف يُمثل بصف (أي ينفذ على شكل صف)، وتُمثل الخصائص في أعمدة، أما الفئة فتُمثل في شكل جدول. ولبيان النموذجين المنطقي والفعلي للبيانات بشكل أكثر وضوحاً، نجد مثلاً أن أيّاً من الأهداف التالية، "منزل" أو "بحيرة" أو "زبون"، يمثل وحدة أو كيان محدد في الطبيعة، فيُخزن الهدف في صف واحد، ولكل هدف مجموعة من الخصائص أو الصفات التي تميز أو تصف الهدف مثل، الاسم، القياس، التصنيف، ومفتاح أو معرف لهدف آخر. تُخزن هذه الخصائص في قاعدة البيانات في أعمدة أو حقول. لذلك، فالأهداف المتشابهة تمثل فئة واحدة، وكل هدف في هذه الفئة له نفس الخصائص ضمن هذه الفئة، وتمثل الفئة في جدول في قاعدة البيانات. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يخزن الجدول سجلات الأشخاص والمباني والطرق في جدول واحد، طالما أن هذه السجلات تشترك مع بعضها البعض لتكون ظاهرة أو هدفاً ما، بخلاف السابق، إذ لا بد من تخزين مثل هذه البيانات في جداول منفصلة. وبما أن

الصف في الجدول يمثل وحدة أساسية للمعلومات، فإنه يمثل هدفاً محدداً يشمل مجموعة من الخصائص. ولا بد أن يكون لكل الصفوف في الجدول الواحد مجموعة واحدة من تعريفات الخصائص (Property Definitions). أما العمود فيمثل كل الصفات للنوع الواحد، حيث أن الصفة ماهي إلا قيمة عند أي صف. ولكل عمود تعريفات للحقول (Fields)، وتشمل الأسم (مثل: Shape_Length)، ونوعه (Type) (مثل: شكل هندسي Geometry، أو معرف هدي OID، أو قيمة عددية كاملة Integer، أو قيمة عددية كسرية Real، أو نص Text، أو تاريخ Date، أو هدف كبير ثنائي BLOB - Binary Large Object، والأخير خاص بالصور والمرئيات الفضائية أو صور الفيديو). فالحقل ماهو إلا شرح للعمود. يمكن أن يحتوي الجدول على بعض الوظائف لفئات الظواهر (Feature Classes)، مثل الأنواع الثانوية (Subtypes)، ونطاقات الصفات (Attribute Domains)، والقيم المفترضة أو المعطاة (Default Values)، وقوانين العلاقات (Relationships Rules)، وقوانين الإتصالية (Connectivity Rules)، وأساليب التجزئة والدمج (Split/Merge Policy)، وقوانين التطويع (Custom Rules). وهذه الوظائف تمثل سلوك الظاهرة، أو الهدف.

يبين شكل (14) نموذجاً لجدول قاعدة بيانات شخصية منشئة بإسم "مدينة" (City). ويبين الشكل فئة ظاهرة الطرق، وما تحويه من خصائص وصفات، كما جاء شرحها أعلاه. لا حظ أن كل صف يمثل هدفاً داخلياً داخل القاعدة والنظام.

صف (لسجلات الظاهرة)
Row (for feature records)

عمود (لحقول الصفات)
Column (for attribute fields)

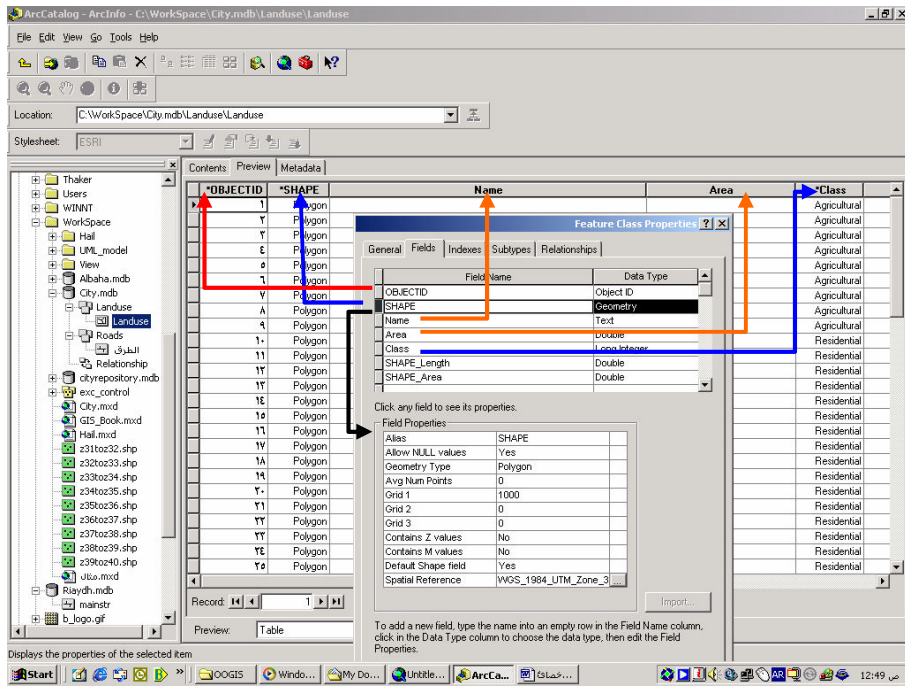
*OBJECTID	*SHAPE	SHAPE_Length	Name	*Class
٣	Polyline	١١٧٤١,٥٣٥٧٨٩	<Null>	Highways
٣	Polyline	٢٢٠٧٨,٩٢٤٢٤٣	<Null>	Highways
٤	Polyline	١٦١٠٥٩١٠٤٨٨	<Null>	Highways
٥	Polyline	١٣٩١١,٨١٩٦٤١	<Null>	Highways
٦	Polyline	١١٦٥٨,٣٥٦٠٥٦	<Null>	Highways
٧	Polyline	٧٠١٥٣,٢٣٥٩	<Null>	Major Roads
٨	Polyline	٦٦١٣,١١٦٦٩	<Null>	Major Roads
٩	Polyline	٨٦٠٩٠٠١٤٦٤٩	<Null>	Major Roads
١٠	Polyline	٤٩٠٨,٦٦٣٥١	<Null>	Major Roads
١١	Polyline	٥٥٩١,٦٠١١٩٣	<Null>	Major Roads
١٢	Polyline	٦٣٨١,٩١٤٤٨٤	<Null>	Major Roads
١٣	Polyline	١٣٥٧٩,٨٠١٨٠٦	<Null>	Major Roads
١٤	Polyline	٤١٩٨,٢٨٥٠٢١	<Null>	Major Roads
١٥	Polyline	٤٥٨٥,٨٢٣٨٧	<Null>	Major Roads
١٦	Polyline	٣٠٩٣,٢٣٣٩١١	<Null>	Major Roads
١٧	Polyline	٤١٩٣,٦١٦١٢٩	<Null>	Major Roads
١٨	Polyline	٢٣٤٦,٣٣٤٩٦	<Null>	Streets
١٩	Polyline	٢٣٤٦,٨٤٠٨٢١	<Null>	Streets
٢٠	Polyline	٥٥٠٢,٨٠٢١٨٧	<Null>	Streets

حقل صفة واحدة

شكل 14: نموذج لجدول فئة ظاهرة الطرق في قاعدة بيانات "المدينة" (City).
(المصدر: عمل الباحث).

ويبين شكل (15) كيفية إنشاء خصائص الظاهرة من خلال تعيين الصفات وأنواعها في برنامج ArcCatalog. ويشرح الشكل كيف تحدد هذه الخصائص (الواجهة الأمامية)، وكيف تظهر في الجدول (الواجهة الخلفية). يبين الشكل في الجزء الأعلى من الواجهة الأمامية جميع خصائص الظاهرة (إستخدامات الأرض)، وفي الجزء الأيمن من هذا الجزء، تُحدد أنواع هذه الخصائص من خلال الخيارات التي يتيحها نموذج القاعدة، كما في الجزء الأسفل من الواجهة الأمامية. فنرى على سبيل المثال، أن للظاهرة شكل هندسي، أما نوعه فهو مساحي (Polygon). لهذا، نجد أن كل عنصر من البيانات يُمثل هدفاً بذاته ويُمثل

في صف واحد، فنجد أن لكل عنصر خصائص تشمل: معرفٍ هُدفي (OBJECTID)، الشكل (Shape)، الإسم (Name)، المساحة (Area)، والفئة (Class)، والأخير يدل على أن لظاهرة إستخدامات الأرض فئات ثانوية (Subtypes).

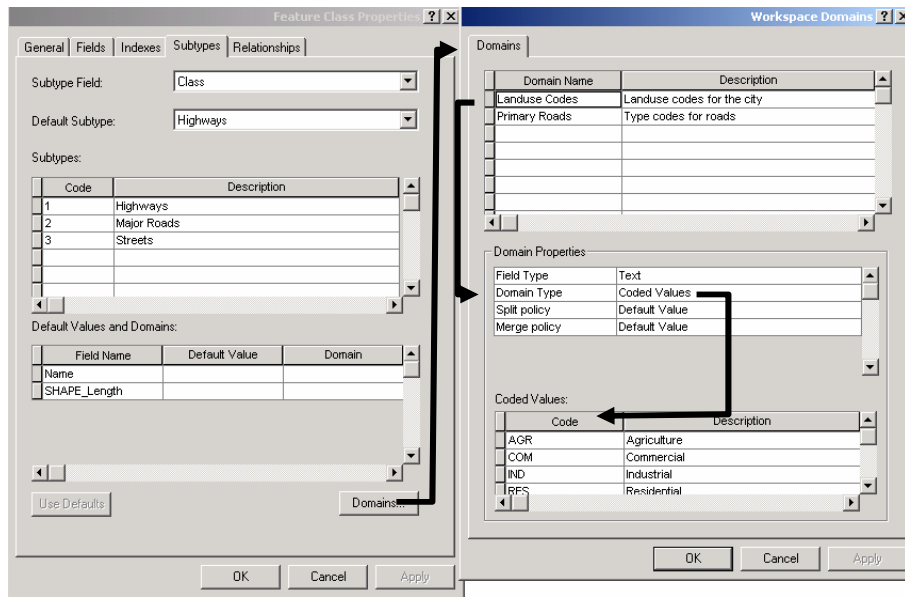


شكل 15: تحديد خصائص الظاهرة وتمثيلها في الجداول، في برنامج ArcCatalog. (المصدر: عمل الباحث).

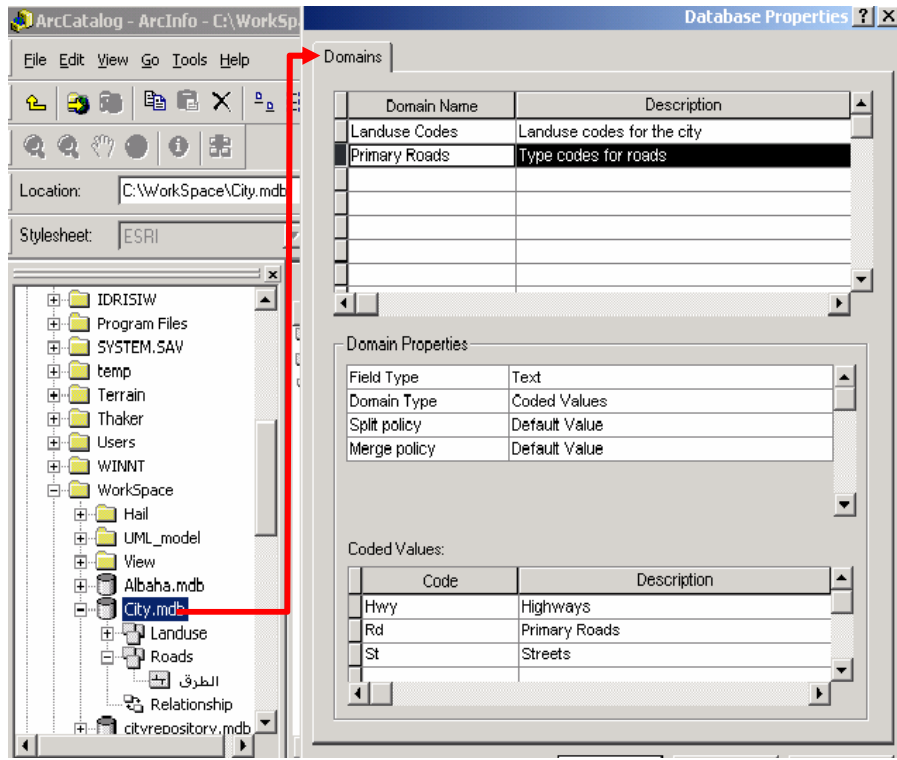
أما شكل (16)، فيبين كيف أن الهدف (الظاهرة) يمكن أن يحتوي على أهداف ثانوية تُحدد في خصائص فئة الظاهرة تحت مسمى: Subtypes. وكيف يمكن من خلال نطاقات الصفات (Attribute Domains) تحديد بعض الشروط والقوانين والصفات، كنوع من سلوك الظاهرة أو الهدف. وتعد نطاقات الصفات أحد أنواع قوانين ضبط الأداء (Validation Rules) التي تمثل السلوك، كما تمت الإشارة إلى ذلك

سابقاً. وتشمل صفات النطاق نوعين من القيم: قيم المدى (Range Values)، وقيم رمزية (Coded Values). فقيم المدى تشمل المدى الأقل (Minimum)، والمدى الأعلى (Maximum)، للقيم المسموح بها (Valid)، يحددها منشيء قاعدة البيانات، ليسجل بعد ذلك ألياً طريقة (Method) للإختبار أو فحص القيم المدخلة على ضوء ما تحدد مسبقاً. فإذا ما أراد المستخدم إدخال قيمة معينة، فإن الطريقة تستجيب لهذا الإدخال وتتأكد فيما إذا كانت القيمة المدخلة داخل أو خارج النطاق، وبناءً عليه تقبل أو ترفض هذه القيمة، وترسل رسالة إلى المستخدم تشير إلى أن القيمة خارج النطاق، أو غير مسموح بها (Not-Valid). أما قيم نطاق النوع الثاني (القيم الرمزية)، فتكون قيم عددية (Numeric). وتشير إلى صفات الفئات الثانوية للهدف، فقد يكون هدف أو ظاهرة "الطريق" مكون من فئات ثانوية لها صفات مثل: طريق مزفلت، طريق إسمنتي، وطريق ترابي، وكلها صفات تمثل سطح الطريق. وفي هذه الحالة، يوضع في النطاق الصفات أو القيم العددية لهذه الأنواع من الأسطح كالاتي: 1، 2، و3، على التوالي. ونجد في الجزء الأيسر من الشكل (16)، أن الفئات الثانوية قد حددت تحت مسمى أو خاصية Class، من نوع عدد كامل طويل (Long Integer)، يمكن أن يكون لها رموزاً (Codes) في شكل قيم عددية، وكل قيمة تعني فئة معينة، مثل Highways؛ Major Roads؛ وStreets. أما نطاق الصفات، فيتطلب تحديد اسم النطاق، وخصائصه، وقيم الرمزية (Coded Values)، وذلك عند تحديد نوع النطاق ليكون قيم رمزية. فنجد في الجزء الأيمن من الشكل، أن هناك نطاقان، الأول خاص بإستخدامات الأرض (Landuse)، والآخر خاص بالطرق. أما المعروف في الشكل، فهو نطاق إستخدامات الأرض، وتفاصيل النطاق من أنواع البيانات والصفات وأسماء الفئات الثانوية. لاشك، أن نمذجة القاعدة بهذه الطريقة، تعني أن الفئات الثانوية سترث الصفات والسلوك من الفئة العليا للظاهرة، بالإضافة إلى إمكانية تحديد سلوك وصفات خاصة لكل فئة ثانوية، على حدة. كما أن النمذجة بهذه الطريقة، تساعد بشكل كبير جداً في الحد من الأخطاء عند إدخال

البيانات، إذ لن يتم قبول بيانات من قبل المستخدم تختلف عما تم تحديده مسبقاً من قبل منشئ القاعدة بهذه الطريقة. وكما أنه يمكن أن تحدد النطاقات عند إنشاء كل فئة ظاهرة، فإنه يمكن أن تحدد النطاقات من البداية لقاعدة البيانات الجغرافية قبل إنشاء أي فئة، كما في شكل (17).



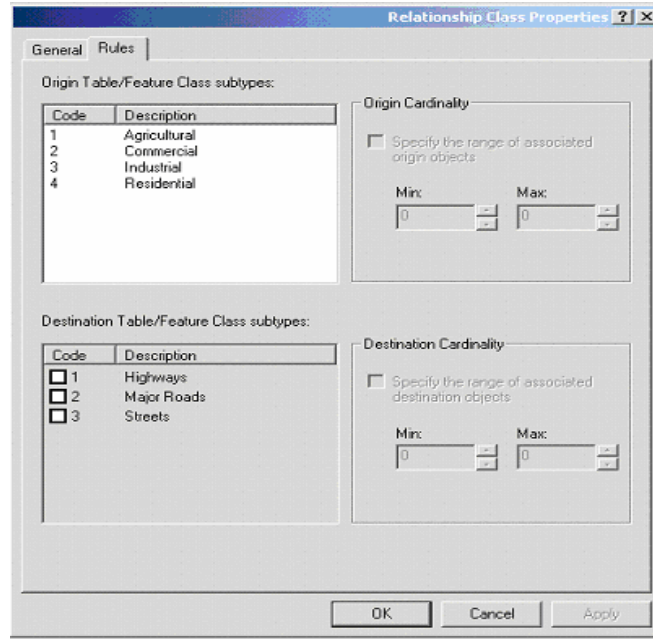
شكل 16: تحديد الفئات الثانوية والنطاقات لقاعدة البيانات الجغرافية في برنامج ArcCatalog. (المصدر: عمل الباحث)



شكل 17: تحديد نطاقات فئات الظواهر وخصائصها مباشرة في خصائص قاعدة البيانات الجغرافية في برنامج ArcCatalog. (المصدر: عمل الباحث).

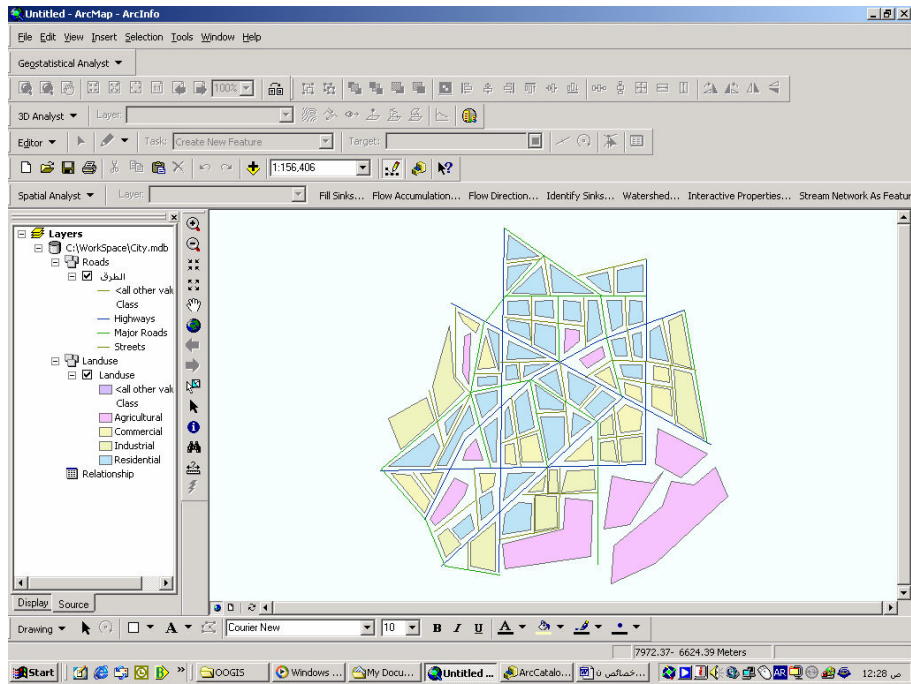
يبين شكل (18)، واجهة خصائص فئة العلاقات (Relationship Class) بين ظاهرة استخدامات الأرض والطرق في برنامج ArcCatalog. وتسبق هذه الواجهة، واجهات أخرى تساعد المستخدم أو منشئي القاعدة في تحديد اسم الفئة ونوع العلاقة فيما بين فئات الظواهر المراد عمل علاقات فيما بينها. نلاحظ في الشكل، أن العلاقة قد تتعامل مع الجداول وفئات الظواهر، ويمكن تحديد أو أنواع العلاقات، التي تم الحديث عنها سابقاً، والتي تشمل "واحد مع واحد"، "واحد مع متعدد"، "متعدد مع واحد"، و "متعدد مع متعدد". ويتم ذلك من خلال ما يعرف بخاصية العلاقة (Cardinality)، وهي تحديد كم عدد الأهداف من النوع أو الظاهره (أ) التي ترتبط بعدد من الأهداف من النوع (ب).

كما يمكن تحديد طبيعة العلاقة، وهي إما تكون بسيطة (Simple)، أو معقدة (Composite). ففي البسيطة، لا يرتبط وجود الهدف أو الظاهرة الثانية (Destination) بوجود الظاهرة أو الهدف الأول (Origin). أما العلاقة المعقدة، فتعني أن وجود الهدف الثاني مرتبط بوجود الهدف الأول، فإذا ألغيت الظاهرة الأولى، فسوف تُلغى الظاهرة الثانية أيضاً. هذا بالطبع يشرح أحد سلوك الظواهر في الواقع. لقد تم تحديد العلاقة في هذا المثال لتكون: "واحد مع متعدد" (1-M)، حيث أن استخدام الأرض الواحد "واحد" قد يرتبط مع أكثر من طريق "متعدد". أما طبيعة العلاقة فهي بسيطة، وذلك حتى لا يرتبط وجود أي ظاهرة بالأخرى.



شكل 18: واجهة خصائص فئة العلاقة بين استخدامات الأرض والطرق في قاعدة البيانات الجغرافية "المدينة". (المصدر: عمل الباحث)

يبين شكل (19) شكل تمثيل ظاهرة (أو هدف) "المدينة" في برنامج ArcMap، وهو البرنامج التطبيقي الذي يسمح بالتعامل النهائي مع قاعدة البيانات من خلال وظائف نظم المعلومات الجغرافية التحليلية المختلفة.



شكل 19: تمثيل قاعدة البيانات الجغرافية لظاهرة "المدينة" في برنامج ArcMap. (المصدر: عمل الباحث).

يدعم نموذج قاعدة البيانات الجغرافية التركيب البنائي (Topology) في مجموعات بيانات الظواهر (Feature datasets) لربط الظواهر هندسياً. فبدعم النموذج الربط البنائي ذي البعدين (Two-dimensional)، في حالة وجود ظواهر تشترك مكانياً في أبعادها الهندسية المستوية (Planar geometry). ولتحقيق هذا الربط، لا بد أن تكون الظواهر المشتركة في

مجموعة بيانات واحدة. ولضمان صحة الربط في مثل هذه الحالة، فإن استخدام الأمر "إجمع أو ضم" (*Integrate*)، الموجود في نظام ArcInfo أو ArcEditor، ينتج بناءً هندسياً نظيفاً أو محكماً للظواهر داخل مجموعة البيانات. وعندما يكون هناك حدود مشتركة بين الظواهر في فئة ظواهر واحدة، فإنه يمكن استخدام أداة (أو الأمر): *Shared Edit* في برنامج ArcMap. وبهذا فإن الشكل الهندسي للظاهرة المشتركة في الحد (*Edge*)، تُحدَّث بشكل تلقائي. فعلى سبيل المثال، لو أراد المستخدم أن يحدِّث شكل ظاهرة "وادي" (خط)، بحيث أن الوادي ضمن مجموعة بيانات مثل المحافظات (مساحة)، والأحياء (مساحة)، وأراد المستخدم أن يحدِّث حدود المحافظات والأحياء في نفس الوقت، فإنه يقوم بضم هذه الظواهر الثلاث باستخدام الأمر "*Integrate*"، ليستعمل بعد ذلك أداة الضلع المشترك (*Shared Edge*)، لتحديث الوادي، وسوف يتم تحديث الأشكال الهندسية للظاهرتين الأخيرتين (المحافظات والأحياء) تبعاً آلياً، دون الحاجة إلى تحديثهما على انفراد، كما في السابق. بالإضافة إلى ذلك، فإنه أصبح بالإمكان الحد من مشاكل ربط الظواهر الشبكية الخطية، مثل الطرق والمجاري المائية، والتي أصبحت تُمثل بنموذج أكثر تطوراً في قاعدة البيانات الجغرافية، إذ أن نموذج القاعدة يضمن التخطيط المنظم الفعال المسبق، والذي يمثل الظاهرة الشبكية الخطية فعلياً كما هي عليه في الواقع، من خلال إحتواء النموذج للصفات والسلوك معاً. بل أصبح بالإمكان إنشاء نماذج (*Models*) بناء لمثل هذه الظواهر لتكون جاهزة وقابلة للتطبيق، بخلاف ما كان يتم في السابق وما كان يكتنف ذلك من معاناه في ربط عناصر الشبكة وتحديثها، وكتابة نصوص برمجية طويلة ومعقدة بغرض الربط والمعالجة والتحليل (ESRI, 1999, 2001). لاحظ، أن الربط البنائي في السابق لا يتم إلا باستخدام أحد أمري الربط (*Clean, Build*)، بعد إنشاء التغطيات (*Coverages*) (نوع طبقة الظواهر في ArcInfo أو في ArcEditor)، كل تغطية على حدة، في الوقت الذي لا يعني أن هناك إرتباط بين الطبقة الواحدة والأخرى مكانياً (أي من الناحية الهندسية). الجدير بالذكر أن الأوامر والوظائف أو الطرق التي كانت

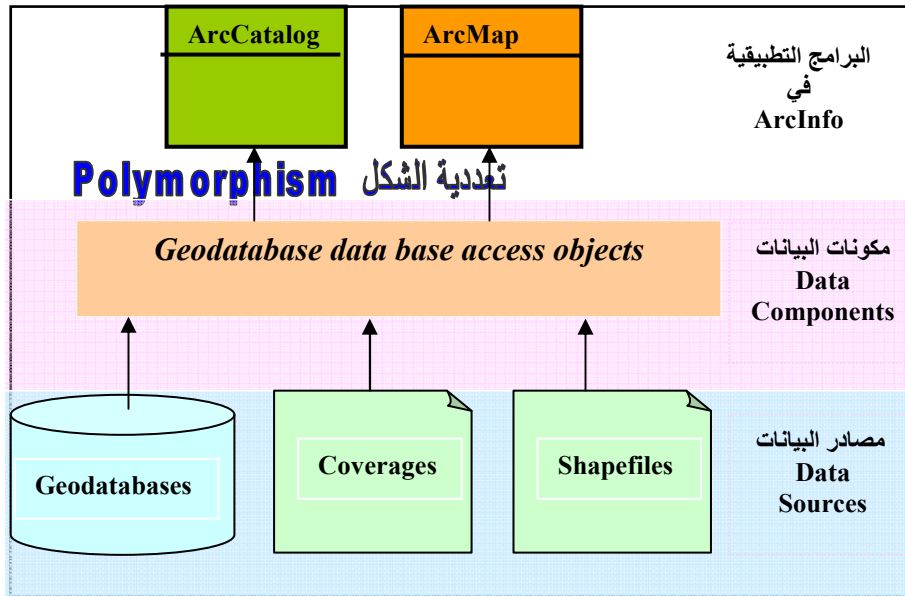
تستعمل في نظام ArcInfo مازالت تُدعم (موجودة)، فالتغطيات ما تزال تستخدم في النظام، ولا بد من ربطها بنائياً عن طريق الأمرين: **Build** و **Clean**. ويبين جدول (1) مثلاً على السلوك المتمثل في القوانين سالفة الذكر، كنوع من السلوك البسيط، لفئة الهدف الثانوية: "طريق مزفلت" من الظاهرة الهدفية العامة: "الطرق". نرى أنه يمكن تحديد قيم معطاة أولية، وتحديد نطاق الصفات، وقوانين الدمج والتجزئة، وقوانين الإتصالية، وقوانين العلاقة. فلضمان سلوك محكم لهذه الفئة، لا بد من تحديد طبيعة وأنواع القيم والشروط من خلال هذه القوانين قبل وأثناء إنشاء الفئة في شكل واجهات كل واجهة تمثل مجموعة من القوانين كما في الجدول. لا شك أن بناء الشبكات الخطية بهذه الطريقة يسهل عملية الإنشاء ويضمن وجود نموذج واقعي للظاهرة الشبكية، غير أن الشبكات ذات السلوك المعقد قد تستلزم كتابة نصوص برمجة بأحد اللغات الهدفية باستخدام المكونات الهدفية اللغوية للنظام المعروفة بـ **ArcObjects**، حيث أنه من الطبيعي أن تختلف الشبكات في طبيعة تكوينها وتطبيقاتها التحليلية.

الفئة Class	القيم المعطاة Default Values	نطاق الصفات Attributes Domain	قوانين الدمج والتجزئة Merge/Split Policy	قوانين الإتصالية Connectivity Rules	قوانين العلاقة Relationship Rules
طريق مزفلت	يعطى الطريق المزفلت قيمة عرض 35 قديماً.	قيم العرض المسموح بها للطرق المزفلته: 30، 35، 40، 45. أما أعداد المسارات المسموح بها فهي: 1، 2، و4.	يأخذ الطريق المزفلت المدمج قيمة معطاة للمسارات.	يمكن أن يتصل الطريق المزفلت ذو المسارين مع طريق آخر مزفلت ذو مسارين، فقط.	يمكن ربط الطرق المزفلتة مع الجسور والأنفاق.

جدول (1): مثال على قوانين ضبط الأداء (Validation Rules)، لسلوك الأهداف في قاعدة البيانات الجغرافية (المصدر بتصريف: Zelier, 1999).

4-1-3: خاصية تعددية الشكل (Polymorphism) في النظام ونموذج قاعدة البيانات الجغرافية:

يسمح النظام من خلال إطار أو بيئة من الفئات الهدفية البرمجية الموجهة تُسمى "أهداف الوصول إلى بيانات قاعدة البيانات الجغرافية" (Geodatabase Data Access Objects (GDAO))، وذلك للوصول إلى أهداف البيانات (Data Objects). ويعد هذا الإطار البرمجي، جزءاً من ArcObjects، وهي المكونات البرمجية الهدفية (Object Components) كُتبت بلغة C++، والتي بواسطتها تم بناء نظام ArcInfo الجديد، وبرامجه التطبيقية مثل ArcMap، و ArcCatalog. تُؤلف هذه الأهداف الموصلة (GDAO) برنامجاً تسمح تقنيته بوصول متماثل إلى البيانات الجغرافية من عدة مصادر للبيانات مثل، قواعد البيانات الجغرافية (Geodatabase)؛ تغطيات (Coverages)؛ وملفات الأشكال (Shapefiles). يتعامل المطور أو المبرمج في نظام ArcInfo مع البيانات من خلال مجموعة من عناصر البيانات مثل: مجموعة البيانات والجداول، وفئات الظواهر، والصفوف، والأهداف، والظواهر. كل هذه العناصر تُؤلف مرئياً أو معانياً (View) موحداً ومنتظماً للبيانات الجغرافية. وبهذا النموذج الموحد للبيانات، يستطيع مستخدم نظام ArcInfo أن يشتغل على العناصر آنفة الذكر بنفس الطريقة (أنظر شكل 20). إن نموذج البيانات الموحد يبسر على المستخدمين العمل على البيانات مباشرة، وذلك بالتركيز على الخصائص الرئيسة للبيانات، بغض النظر عن مصادرها وأشكال تمثيلها. وبهذه الخاصية، فإن سلوك وطرق أي فئة هدفية تتكيف مع أنواع وخصائص الأهداف. فعلى سبيل المثال، نجد أن سلوك الظواهر الأساسية مثل عمليات "أرسم" (Draw)، "أضف" (Add)، و "أحذف أو ألغ" (Delete)، هي نفسها (أي بمسمياتها) بغض النظر عما إذا كانت الظواهر في شكل قاعدة بيانات جغرافية، أو تغطية، أو ملف شكلي، غير أنها تتكيف مع طبيعة وخصائص الهدف قيد التنفيذ أو المعالجة.



شكل 20: تضمين خاصية تعددية الشكل في نظام ArcInfo . يضمن النظام بهذه الخاصية بأن السلوك والطرق للفئة الهدفية تتكيف (Adapt) مع أنواع الأهداف، أيًا كان مصدرها وشكلها، وذلك من خلال مكونات الوصول الهدفية إلى البيانات. (المصدر: Zelier, 1999).

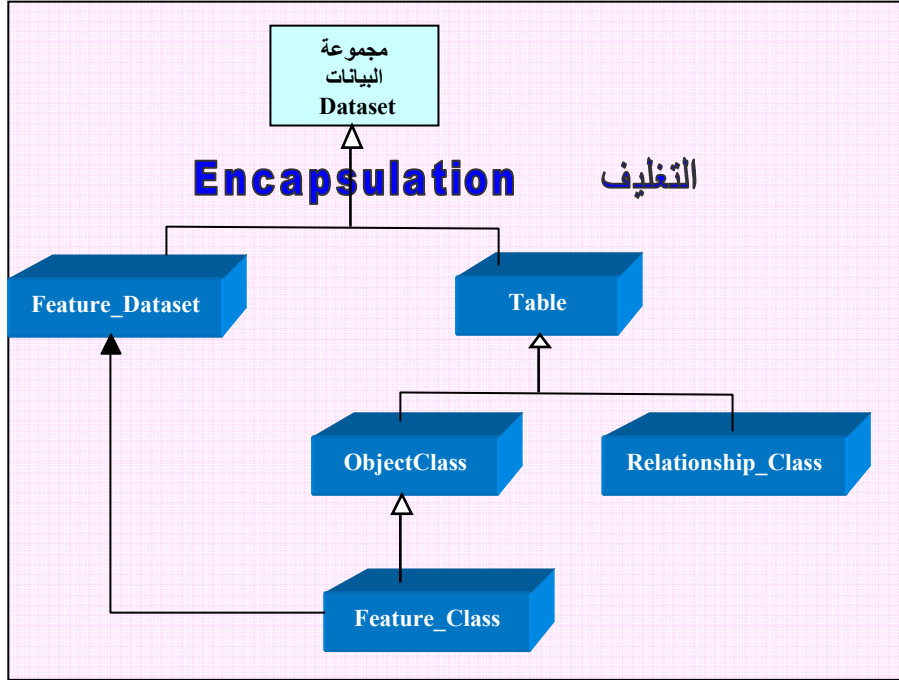
ومن الأمثلة الأخرى، نجد عمليتي حساب المساحة (Area)، وحساب المسافة (Length)، تتكيف مع طبيعة الهدف، فإذا كان الهدف في شكل خطي فلا يمكن حساب المساحة، فالنظام يقوم عملياً بإرسال رسالة للهدف، ويكون التنفيذ حسب خصائص الهدف وبما يسمح به من سلوك.

4-1-4: خاصية التغليف (Encapsulation) في بناء النظام ونموذج قاعدة البيانات الجغرافية:

يتمثل تطبيق خاصية التغليف في بناء النظام ونموذج القاعدة في أن الهدف يمكن الوصول إليه من خلال مجموعة من الطرق البرمجية، عبر واجهات برمجية (Software Interfaces). فالفئات البرمجية المسماة بأهداف الوصول إلى قاعدة البيانات الجغرافية (GDAO)، تحجب التفاصيل الداخلية لأهداف البيانات (Data Objects)، وتقدم للمستخدم واجهة برمجية قياسية يمكن من خلالها فقط أن يتعامل المستخدم مع التفاصيل الداخلية. يبين شكل (21) كيفية تضمين خاصية التغليف في مظهر البيانات الهدفي. فيبين الشكل، نموذج البيانات من منظور هدف، وفيه تظهر علاقة التفاصيل الداخلية للمحتويات الهدفية بمجموعة البيانات، حيث أنه في الوقت الذي يستطيع أن يرى المستخدم نموذج مجموعة البيانات في شكل تركيبي عالي المستوى؛ أي قريب من نموذج البيانات التصوري عند المستخدم، غير أن المستخدم لا يستطيع أن يرى تنفيذ التركيب الداخلي الهدفي لهذا البناء والعمليات والطرق، إذ أن التفاصيل محجوبة عنه. كل ذلك لضمان صحة وسلامة بناء القاعدة. فهذه الخاصية، لا يمكن الوصول إلى الطرق والوظائف السلوكية للهدف إلا عن طريق واجهات تسمح للمستخدم والأهداف الأخرى بالتعامل مع ذلك الهدف. فالعمليات الداخلية للهدف تكون محجوبة عن المستخدم وعن الأهداف الأخرى، في حين أن الوصول إلى هذه التفاصيل العملية الداخلية لا يُمنح إلا لمنشيء الهدف أو المبرمج أو المطور من خلال واجهة برمجية قياسية.

إن نموذج قاعدة البيانات الجغرافية، نموذجاً هدفيًا مغلفاً، بحد ذاته. إذ يحتوي النموذج على بيانات ومعلومات مكانية وغير مكانية، بحيث لا يمكن الوصول إليها إلا من خلال أوامر وطلبات محددة وفي ضوء خاصية تعددية الشكل، التي تعد أحد الخصائص المهمة في تقنية

الأهداف الموجهة، وهنا نرى أهمية تكامل توظيف الخاصيتين
الهدفيتين في البناء الهدفي.

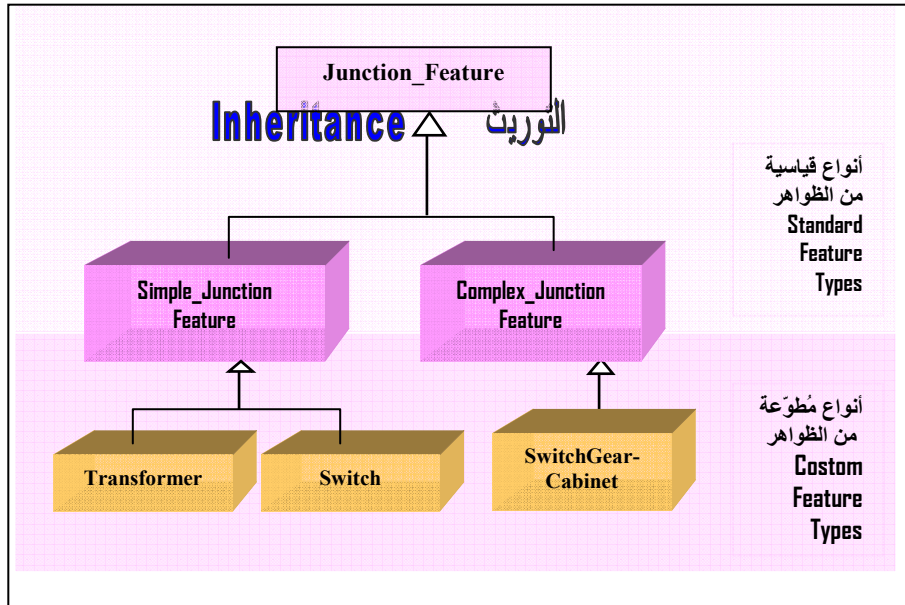


شكل 21: تضمين خاصية التغليف لنموذج البيانات من منظور هدف في قاعدة
البيانات الجغرافية. تفاصيل عمل النموذج الداخلية محجوبة عن المستخدم.
(المصدر: Zelier, 1999)

5-1-4: خاصية التوريث (Inheritance) في النظام ونموذج قاعدة البيانات الجغرافية:

لقد رأينا أهمية خاصية التوريث، سواء في الأجزاء السابقة أو بشكل
غير مباشر في هذا الجزء، غير أنه من المفيد عرض تضمين هذه
الخاصية في بناء قاعدة البيانات الجغرافية، بشكل مختصر على الأقل،

بغية عدم التكرار، خاصة وأن ما تم شرحه يفي بالغرض ويتداخل مع أي تفصيل حول هذه الخاصية. نجد في التوريث، أن الفئة الهدفية عندما تُحدّد، تترث وتورث سلوكها من وإلى الفئات الفرعية لهذه الفئة العامة أو العليا. فعند إنشاء ظواهر جديدة أو مطوّعة، فإنه يمكن توريث سلوك وصفات الظواهر القياسية (Standard Features)، وهي الظواهر العامة أو المألوفة التي تستخدم كثيراً في نظم المعلومات الجغرافية. فعلى سبيل المثال كما في شكل (22)، نجد أن الهدف "محوّل" (Transformer) في شبكة الكهرباء، يمكن أن يُطوّر أو يتفرع من (Subtyped) الظاهرة الهدفية القياسية "مفصل بسيط" (Simple Junction). ويتم هنا توريث سلوك وصفات الهدف "مفصل بسيط" لهدف "المحوّل"، بالإضافة إلى إمكانية تحديد سلوك وصفات خاصة فقط بالموحّل.



شكل 22: تضمين خاصية التوريث في نموذج قاعدة البيانات بنظام ArcInfo. تترث الفئات الثانوية صفات وسلوك الفئات العليا من الأهداف، ويمكن أن تُصاغ أو تُطوّر فئات جديدة تترث صفات وسلوك فئاتها العليا المباشرة. (المصدر: (Zelier, 1999)

4-2: تطبيق لغة النمذجة الموحدة (UML) في نظام ArcInfo:

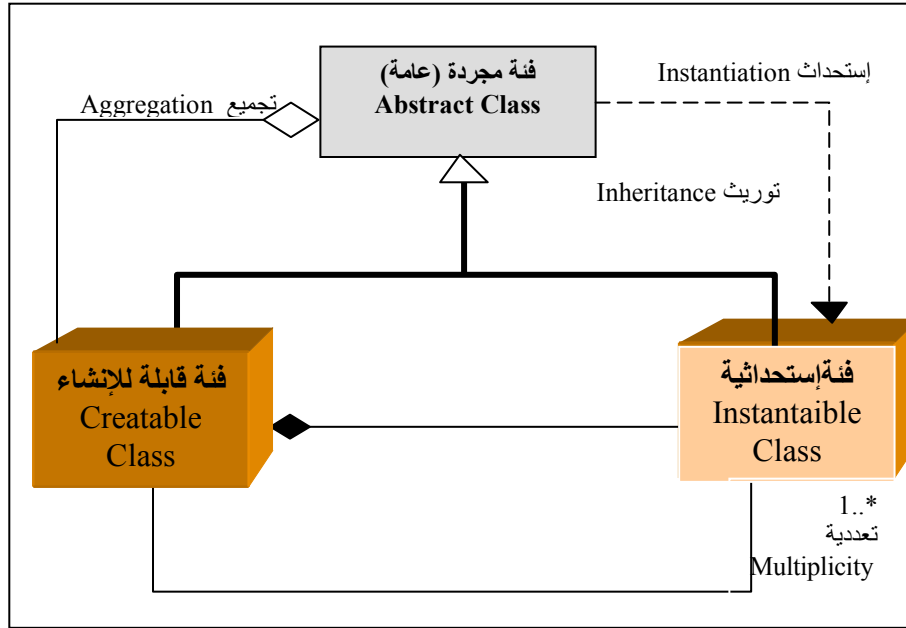
لقد مر معنا سابقاً أن لغة النمذجة الموحدة (UML) تُستخدم لشرح وتصميم نماذج الأهداف. يمكن للمبرمج أو المطور باستخدام هذه اللغة أن يبين سير عمليات البيانات واستخدامها وعلاقتها حسب السمات الأساسية لتقنية الأهداف الموجهة. وتعد هذه اللغة طريقة قياسية هيكلية (Diagramming Standard) لتصميم وتحليل الأهداف الموجهة (Elien, 1993; Flower and Scott, 1997b). لهذا تعد هذه الهياكل معلومات مكتملة ومهمة للمعلومات المستقاة من مستكشف (Browser) الأهداف الموجودة في النظام. لذلك فبيئة التطوير أو البرمجة التي يسمح بها النظام، مثل بيئة البرمجة بلغة البيسك المرئية تقدم قائمة بكل الفئات وأعضائها من الأهداف التي يقدمها النظام في شكل أهداف برمجية بلغة ArcObjects، لكن لا تشير إلى التركيب الداخلي لهذه الفئات، وهي بذلك تسهّل مهمة العمل من خلال التركيز على الخصائص العامة لشكل التركيب والعلاقات بين الأهداف. كما أن هذه اللغة تعد الخيار الثاني، والذي يعد أكثر إحكاماً، في بناء قواعد البيانات الجغرافية، خاصة تلك القواعد الكبيرة التي تتطلبها المؤسسات الكبيرة، في حين أن الخيار الآخر يتمثل في إنشاء القاعدة مباشرة، خاصة الشخصية منها، ببرنامج ArcCatalog. مثل هذه اللغات تدعمها برامج بيانية خاصة بالتعامل مع مكونات وخصائص هذه اللغات البرمجية بحيث يقوم البرنامج بعملية التخطيط لمكونات قاعدة البيانات ورسم العلاقات بيانياً. من أمثلة هذه البرامج، برنامج Visio، من شركة مايكروسفت، وهذه البرامج تُصنّف في إطار ما يعرف بأدوات هندسة البرامج الآلية المساعدة (Computer-Aided Software Engineering Tools- CASE).

نجد أن هناك ثلاثة أنواع من الفئات موضحة في هياكل لغة النمذجة الموحدة طُبقت كدليل لمكونات نظام ArcInfo: (1) الفئات المجردة (العامة) (Abstract Classes)؛ (2) فئات قابلة للإنشاء (Creatable Classes)؛ و (3) فئات استحداثيّة أو استدراجية (Instantiable Classes).

إن الفئة المجردة هي تلك التي لا تُستخدم فعلياً لإنشاء أهداف جديدة، لكنها تعد مواصفات عامة لفئات ثانوية. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون "خط" (Line) فئة مجردة عامة لفئات أخرى مثل "خط أساس" (Primary line) و "خط ثانوي" (Secondary line). أما الفئة القابلة للإنشاء مباشرة، فهي تمثل الأهداف التي يمكن إنشائها مباشرة أثناء كتابة الأوامر التصريحية (Declaration) للأهداف وذلك في بيئة العمل البرمجية. ففي لغة البيسك المرئية، يأخذ الأمر أحد الصيغتين التاليتين:

CreateObject(<object>) أو *Dim As New <object>*

أما الفئة الإستحداثية، فهي لا تسمح مباشرة بإنشاء أهداف جديدة، لكن يمكن أن تُنشأ أهدافها، كخاصية لفئة أخرى، أو تُنشأ بواسطة وظائف أو أوامر من فئة أخرى. يمكن معاينة هذه الفئات فقط في نظام ArcInfo عن طريق متصفح الأهداف الخاص بلغة البيسك المرئية. فنرى على سبيل المثال، وجود عدد كبير من هذه الفئات في شك فئات برمجية في ArcObjects، تستخدم عند تطوير أو تطوير النظام أو التطبيقات المختلفة للنظام. يوضح شكل (23) مفتاح لهيكل نموذج الأهداف بلغة النمذجة الموحدة كما استخدم في نظام ArcInfo، فيظهر الشكل أنواع الفئات المذكورة آنفاً، ويبين بعض سمات الأهداف الموجهة وأنواع العلاقات فيما بينها.



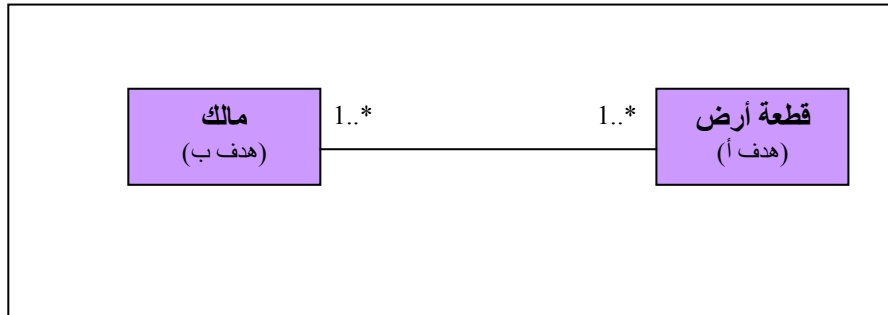
شكل 23: نموذج لمفتاح هيكل لغة النمذجة الموحدة (UML) (المصدر: Zeiler, 1999).

4-2-1: تحديد العلاقات بين الأهداف بلغة النمذجة الموحدة:

عند نمذجة الواقع في شكل أهداف بهذه الطريقة التخطيطية لا بد من تحديد العلاقات بين الظواهر من منظور هدي. فهناك عدد من أنواع العلاقات بين الفئات الثلاثة السابقة من الأهداف. فنجد أن علاقة التوريث، وهي كما جاء في عرضها في الجزء الثاني من الدراسة، يرمز لها بمتثلث مفتوح في أحد طرفي الخط، كما في شكل (23)، (أنظر أيضاً الأشكال السابقة في الجزء الثاني من البحث). نلاحظ في

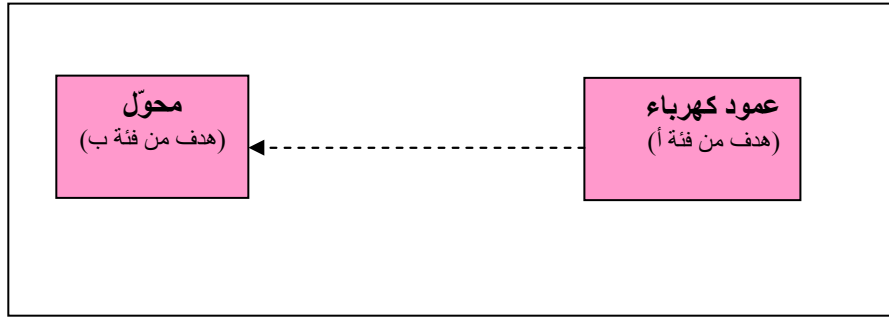
شكل (23)، أن الفئات القابلة للإنشاء والفئات الإستحداثية عبارة عن أنواع فنوية ثانوية ترث خصائص الصفات والسلوك من الفئة المجردة أو العامة. كما أن هناك علاقات روابطية (Associations) بين الأهداف وتبين التعددية (Multiplicity) في كلا الإتجاهين. فنجد مثلاً، أن شخصاً ما يمكن أن يملك قطعة أرض واحدة أو أكثر، في حين أن قطعة الأرض يمكن أن يملكها شخص واحد أو أكثر (شكل 24). أما التعددية فهي عنصر أو عامل مُحد أو مُقيّد (Constraint) لعدد الأهداف التي يمكن أن ترتبط بهدف آخر. فيمكن أن يكون الترميز لهذه التعددية كما يلي:

- إذا كان في نهاية الخط الرقم (1) فيدل على أن التعددية إختيارية ويعني أن الهدف مرتبط بهدف واحد فقط أيضاً، وإذا لم يوجد رقم فإنه يعني ضمناً أن الهدف مرتبط بهدف واحد.
- صفر أو واحد (0..1)
- من عدد معين إلى عدد آخر (M..N)
- من صفر إلى أي عدد (* or 0..*)
- من واحد إلى أي عدد (1..*)



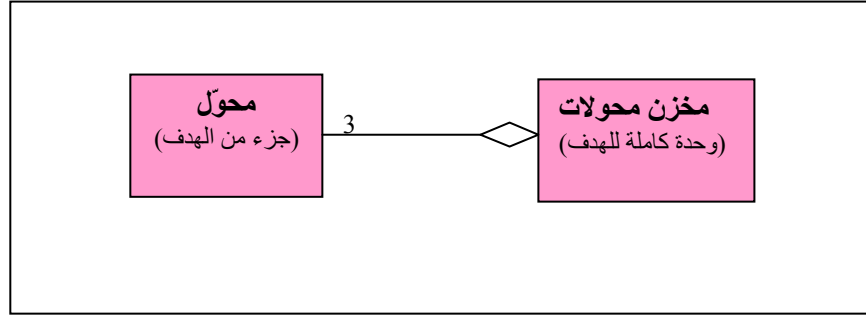
شكل 24: تحديد التعددية عند توضيح علاقة الارتباط بين الأهداف. يشير الرمز 1..* إلى أن الهدف (أ) يمكن أن يرتبط بواحد أو أكثر من الهدف (ب)، والعكس صحيح (المصدر: Zeiler, 1999).

أما علاقة الإستحداث (Instantiation) والمبينة بالخط المتقطع مع إشارة السهم في الشكل (25) توضح أن لهدف ما من فئة معينة طريقة (Method) يمكن أن تنشئ هدفاً معيناً من فئة أخرى. فنجد مثلاً أن هدف "عمود كهرياء" يمكن أن يحتوي طريقة لإنشاء هدف "المحول".



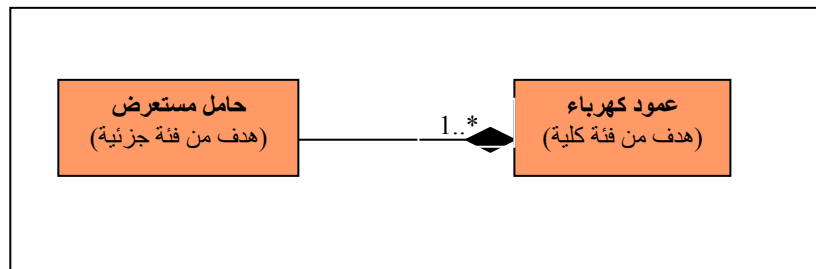
شكل 25: علاقة الإستحداث (Instantiation) لشرح الارتباط بين الأهداف، في كيفية إستخدام طريقة في هدف من فئة معينة لإنشاء هدف من فئة أخرى (المصدر: Zeiler, 1999).

أما علاقة التجميع (Aggregation) فتبين ارتباطاً غير متماثل، حيث تشير إلى أن هدفاً من فئة واحدة يُعد الوحدة الكاملة أو الكلية (Whole)، أما الأهداف من الفئة الأخرى فتعد أجزاء (Parts). ففي الشكل (26) نجد أن مخزن المحولات مثلاً، به ثلاث محولات. هذه العلاقة تشير إلى أن المحولات ترتبط بمخزن المحولات، لكن يمكن أن تكون هذه المحولات موجودة حتى لو حُذف مخزن المحولات.



شكل 26: علاقة التجميع (Aggregation) لشرح الارتباط بين الأهداف. ترتبط الأهداف بعضها ببعض، لكن العلاقة لا تحدد مصير وجود الأهداف، فإذا ألغي هدف "مخزن المحولات"، كما في المثال، فإن ذلك لا يقود إلى إلغاء الأهداف المرتبطة به (المحولات) (المصدر: Zeiler, 1999).

أما علاقة التوليف (Composition) فهي أقوى من علاقة التجميع. فنجد في هذه العلاقة أن الأهداف من الفئة الكلية تتحكم بوجود الأهداف من الفئة الجزئية. فعلى سبيل المثال، نجد أن عمود الكهرباء كما في شكل (27) يحتوي على "ذراع أو حامل مستعرض" واحد أو أكثر، لكن لا يمكن إعادة استخدام الذراع عند إلغاء "عمود الكهرباء"؛ بمعنى أن هدف "عمود الكهرباء" يتحكم بوجود هدف "حامل مستعرض"، فإذا ألغي العمود ألغي الحامل. (لا حظ، أن هذا يعكس النموذج الواقعي المنطقي لطبيعة العلاقات بين الظواهر).



شكل 27: علاقة التوليف (Composition) لشرح العلاقة بين الأهداف. إلغاء الهدف من فئة كلية يلغي الأهداف من الفئة الجزئية (المصدر: Zeiler, 1999).

3-4: تطويع نظام ArcInfo ووظائفه:

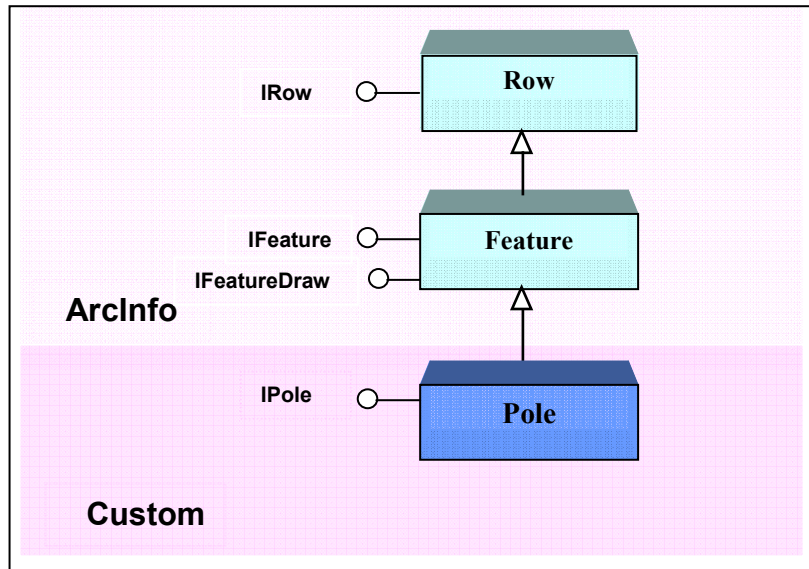
ذكرنا سابقاً أنه من وجهة نظر برمجية، يستطيع المطور أو المبرمج أن يصل إلى البيانات في قاعدة البيانات الجغرافية في نظام ArcInfo عن طريق المكونات الهدفية البرمجية المسماة بـ: ArcObjects. وكما أن هذه المكونات الهدفية هي التي أستخدمت في بناء النظام وبرامجه التطبيقية، فإن هذه المكونات تستخدم أيضاً في صياغة (Customizing) أهداف جديدة، ضمن بيئة برمجية بأحد لغات البرمجة الهدفية مثل فيجول بيسك. إن أعلى شكل أو درجة من درجات التطويع في نظام ArcInfo، هي إنشاء ظواهر مُطوّعة. فمن المعلوم أن السلوك المعقد لبعض الظواهر، مثل التحرير أو التصحيح المُطوّع (Custom editing)، وضبط الأداء المعقد (Complex validation)، والرسم الأكثر إختصاصاً (Specialized drawing)، والتحليلات المتقدمة (Sophisticated analysis)، لا يمكن أن يُشرح أو يُعبر عنها بقوانين (Rules) فقط. هناك بعض المفاهيم الهدفية الأساسية التي تُؤخذ في الإعتبار عند برمجة سلوك معقد للأهداف وفئاتها والظواهر في نظام ArcInfo. فالهدف يمثل كيان (ظاهرة)، مثل "منزل"، أو "زبون". ويُخزّن هذا الهدف كصف في جدول، ومرتبب به سلوك مُعبّر عنه بمجموعة واحدة أو أكثر من الطرق. ومن الناحية البرمجية، فإنه من الطبيعي أن يكون لكل طريقة إسم، ومجموعة من المتغيرات المُدخلة، ومتغيرات مُخرجة، ونتيجة مُرجعة (Return type). تُدعى المجموعة الواحدة من الطرق بإسم: تعشيق برامجي (Software Interface)، أو إختصاراً، تعشيق. يقوم المبرمج للهدف بكتابة شفرة البرنامج (النص البرمجي) (Software Code) لتنفيذ الطرق. ويقوم النظام بإستدعاء هذه الطرق، لتنفيذ السلوكيات المعقدة للأهداف. وتمثل الفئة الهدفية (Object Class) مجموعة من الأهداف التي تشترك في نفس النوع، أما السلوك فيُنقذ كفئة سلوكية (Behaviour Class) حيث تُخزن في شكل ملفات من نوع (DLL) - إختصاراً لـ: Dynamic Link Library، متوافقة مع تركيب نموذج مايكروسفت لمكونات الأهداف (COM).

ويقدم نظام ArcInfo مجموعة من الفئات الهدفية جاهزة للإستخدام (ذكرنا سابقاً، إنها قياسية) مرتبة هرمياً، وتشمل: هدف (Object)؛ ظاهرة (Feature)؛ ظاهرة مفصل أو ملتقى بسيط (Simple Junction Feature)؛ ظاهرة ملتقى معقد (Complex Junction Feature)؛ ظاهرة حد بسيط (Simple Edge Feature)؛ وظاهرة ذات حد معقد (Complex Edge Feature). تشمل الفئات الهدفية في النظام عدد من الحقول المحددة مسبقاً (Predefined Fields)، مثل معرفّات الأهداف (OIDs)، والأشكال الهندسية (Geometries)، وهي من الخصائص، التي سبق الحديث عنها، بأنها تمثل جزءاً من مواصفات ومكونات جداول تمثيل الظواهر. (أنظر على سبيل المثال، إلى وجود الحقليين عند إنشاء الظواهر في قاعدة البيانات الجغرافية: OBJECTID، و Shape Geometry). تحدد هذه الحقول الخصائص أو المواصفات للأهداف في هذه الفئات التي يدعمها النظام، ويمكن إضافة حقول مُطوّعة إضافية بواسطة مُنمذج البيانات (Data Modeler).

كل فئة من فئات الأهداف المطوّعة هذه تنفذ (Implement) مجموعة من عمليات التعشيق أو التواصل التداخلي، بحيث أن كل عملية تشمل مجموعة من الطرق المترابطة (أي ذات علاقة بالأهداف) لإجراء عمليات مثل: التخزين؛ التصحيح؛ الإستعلام؛ وضبط أداء الأهداف (Zeiler, 1999). وبالرغم من أن فئة النظام الهدفية تقدم تنفيذ أو تطبيق مُعطى (Default Implementation) لكل عملياتها التعشيقية بحيث يمكن استخدامه لنمذجة السلوك الخاص (الجديد)، إلا أن المطور أو المبرمج يمكن أن يتجاوز بشكل إختياري التطبيق التنفيذ المُعطى لتعشيق معين، وهذا أمر طبيعي، لأن ما يمكن أن يصيغه أو يطوّعه المطور من فئات هدفية جديدة يحتاج إلى تحديد طبيعة التنفيذ، تبعاً لخصائص وسلوك هذه الفئات الهدفية الجديدة.

يوفر نظام ArcInfo أداة التطوير الخاصة بهندسة البرامج الحاسوبية المساندة (CASE)، كإطار عمل بياني (Graphical) توضيحي لتطوير أو زيادة (Extend) الفئات الهدفية القياسية في النظام. يسمح هذا الإطار بإنتاج آلي لخطة (Schema) الفئات الهدفية الجديدة، مع إنتاج النص البرمجي الأصلي الخاص بقوالب فئات السلوك (Behaviour class templates). بما أن الظواهر يمكن أن تكون أكثر إختصاصاً، من خلال التطوير، فهذا يعني أنه بالإمكان إنشاء نوع جديد للظاهرة المُطوّعة، إذ أنها في الوقت الذي تحتوي على كل الصفات والسلوك لظاهرة أخرى، بفضل خاصية التوريث، فإنها يمكن أن تشمل سلوك وصفات جديدة إضافية. تُعد الظواهر في النظام أهدافاً متوافقة مع نموذج مكونات الأهداف (COM)، وهو إطار أو بنية تحتية لبناء مكونات برمجية على نموذج التوريث، قائم على التعشيقات. إن هذا التعشيق ما هو إلا إتفاق بين مقدم أو مُوفر (Server) و زبون أو مستخدم (Client) لتقديم خدمات محددة مثل، الرسم؛ والإختيار. فعلى سبيل المثال كما في شكل (28)، نجد أن ظاهرة "عمود الكهرباء" (Pole) المُطوّعة، تطبق أربعة تعشيقات: IPole، IFeatureDraw، IFeature، و IDraw. فنجد في الشكل (28)، أن عمود الكهرباء المُطوّع يتوافق ويعمل بدقة كظاهرة، فيضيف سلوكه المُطوّع من خلال تعشيق IPole (المشار إليه بدائرة صغيرة والمرتبطة بخط، على يسار الشكل). وفي الوقت الذي نرى أن هذه الظاهرة (العمود) أحتوت على الخصائص السابقة من خصائص الظواهر وتمثيلها القياسي في النظام (ArcInfo)، من خلال خاصية التوريث، فإن العمود فعلياً لديه ثلاث تعشيقات أخرى: الأول منها (IRow) يسمح له بتمثيله في شكل صف في جدول قاعدة البيانات ليصبح هدفاً مُطوّعاً، والثاني (IFeature) يسمح بتمثيله في شكل ظاهرة، كنوع من الصف الذي يخزن الشكل الهندسي (Geometry) في عمود جدول، والثالث (IFeatureDraw) يسمح بإضافة السلوك للتفاعل ورسم الظاهرة. وبهذا، يكون الهدف المُطوّع مؤلفاً من جدول في قاعدة البيانات و نص برمجي مترجم (Compiled) إلى DLL. تُنفذ أو تطبق الظاهرة (أو الهدف) الجديدة داخل النظام في شكل جدول فئة

الظاهرة (Feature Class Table)، وكفئة للسلوك مخزنة في شكل (ملف) من نوع : DLL، وكمعرّف مميز عام (Global Unique Identifier) في سجل بيئة وندوز (Windows Registry)، التي تربط فئة الظاهرة مع فئة سلوكها. وفي مثال عمود الكهرباء، فقد يكون إسم فئة السلوك: ElectricUtil.dll.



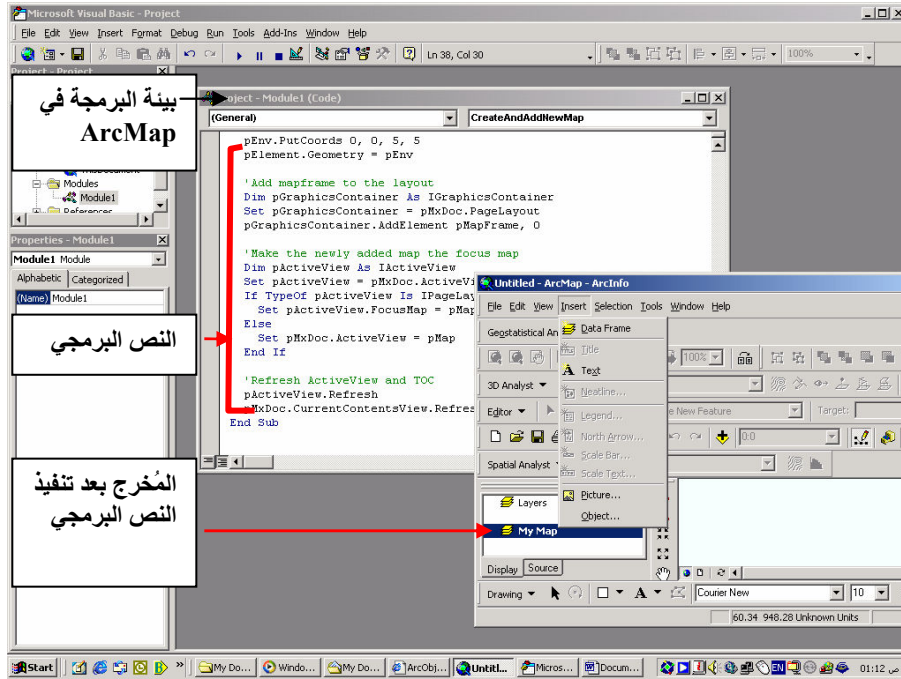
شكل 28: إنشاء هدف مُطوِّع بواسطة تطبيق توريث النوع (Type Inheritance)، باستخدام تعشيقات نموذج المكونات الهدفية (COM Interfaces) (المصدر: Zeiler, 1999).

4-3-1: أمثلة للتطويع:

في هذا الجزء الأخير، بعض الأمثلة كتوضيح تطبيقي على التطويع لبعض وظائف النظام، من خلال البرمجة بـ ArcObjects وباستخدام لغة البرمجة Visual Basic. يمكن أن تتم البرمجة داخل البرامج التطبيقية (مثل ArcMap، أو ArcCatalog) في حزمة ArcGIS، وقد تتم في بيئة اللغة البرمجية Visual Basic مباشرة، بحيث يمكن بعدئذ إستيراد النص البرمجي إلى البرنامج التطبيقي.

المثال الأول:

نجد في المثال الأول (شكل 29) أنه يمكن أن ننشئ إطاراً جديداً (NewFrame) للطبقات في برنامج ArcMap، بإسم: My Map، وهذا يماثل عمل: Data Frame، من قائمة: Insert، في برنامج ArcMap (أنظر النص البرمجي (أ) في الملحق (1)). ولمزيد من الإستفادة، يمكن للقارئ أن ينفذ النصوص البرمجية الثلاثة كما هي في ملحق (1)، ويلاحظ الصياغة البرمجية بلغة Visual Basic، ويلاحظ المكونات الهدفية والمتغيرات الخاصة بـ ArcObjects.

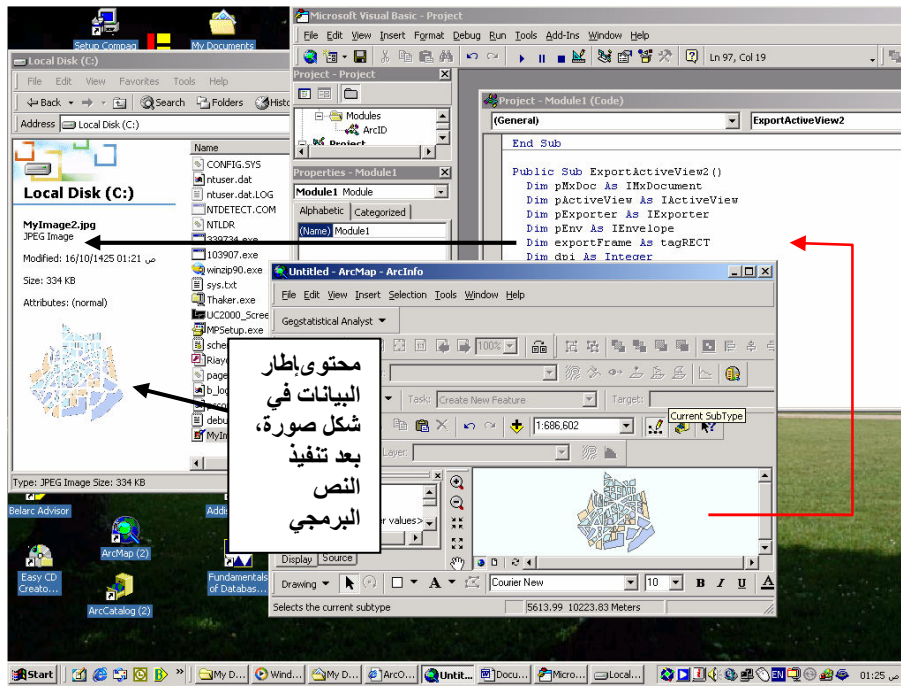


شكل 29: مثال على إنشاء إطار جديد (NewFrame) بإسم: My Map في ArcMap، باستخدام البرمجة بـ ArcObjects و Visual Basic. (المصدر: عمل الباحث، و 2001-2000، ESRI).

المثال الثاني:

نجد في المثال الثاني (شكل 30)، أنه بالإمكان حفظ الظواهر الموجودة في واجهة العرض في برنامج ArcMap كصورة في هيئة: *JPG*، بحيث يمكن استخدامها في أي برنامج آخر في الحاسب (أنظر النص البرمجي (ب) في ملحق (1)). يقوم النص البرمجي بنسخ الموجود من أشكال الظواهر الممثلة في واجهة العرض فقط، دون نسخ كل شيء في واجهة البرنامج وشاشة العرض، وهذا يسهل عملية نسخ الأشكال الموجودة، دون حاجة إلى وضع الظواهر في إطار

عرض كارتوجرافي ثم نسخها، أو نسخ الشاشة (Print Screen) بكامل تفاصيلها.

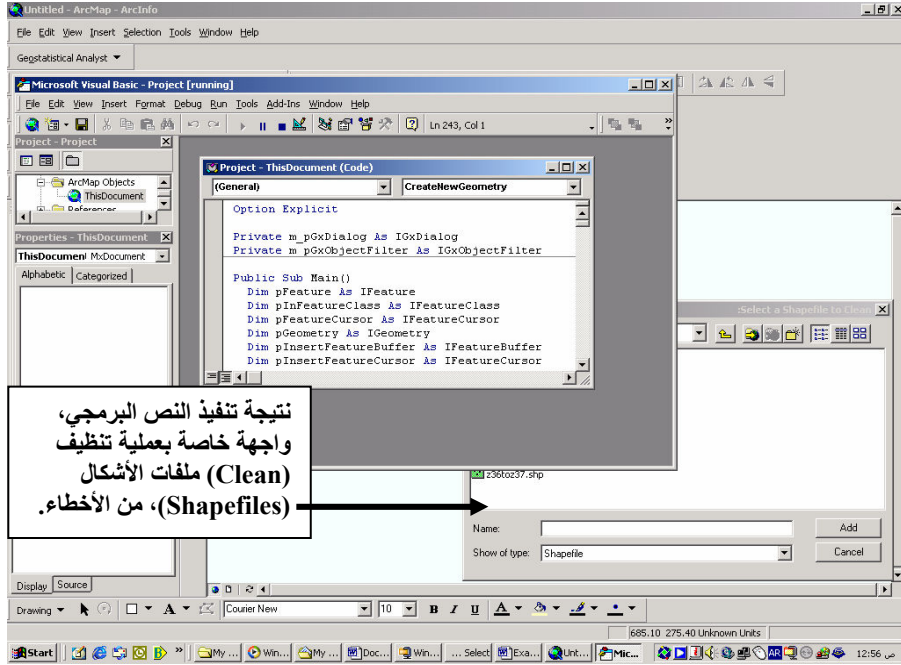


شكل 30: مثال على إنشاء ملف في شكل صورة في هيئة: JPG، للظواهر الممثلة في واجهة العرض في برنامج ArcMap، باستخدام البرمجة بـ ArcObjects و Visual Basic. (المصدر: عمل الباحث، و ESRI، 2000-2001).

المثال الثالث:

يبين المثال الثالث (شكل 31)، كيفية إنتاج وظيفة خاصة بتنظيف أو تصحيح (Clean) الأخطاء في الظاهرة الممثلة في هيئة ملفات الأشكال

(Shapefiles)، مثل الأخطاء المتمثلة في عدم إقفال الشكل المساحي، أو زيادة مفرطة في نقاط الترقيم والتي تؤدي عادة إلى بروز أشكال مدببة أو تقاطعات في الخط. وتعد هذه الوظيفة وظيفاً جديدة ومميزة لتصحيح هذا النوع من هيئات تمثيل الظواهر الجغرافية، فمعلوم أن هذا الأمر أو الوظيفة عادة ما ترتبط بالظواهر الممثلة في شكل تغطيات (Coverages)، في نظام ArcInfo، في حين أن ملفات الأشكال مرتبطة ببرنامج ArcView. وتظهر الوظيفة هنا في شكل إطار ووظائف ثانوية يتعامل معها المستخدم دون الحاجة لأن يشغل أي برنامج من برامج حزمة ArcGIS (أنظر النص البرمجي في (ج) في ملحق (1)). لا حظ طول النص البرمجي نسبياً لهذه الوظيفة، وذلك كونها تتطلب إخراج الوظيفة في شكل واجهة مستقلة ومتكاملة، تحتوي على عدد من الأوامر (وظائف ثانوية)، والمتغيرات والمعطيات التي يتطلبها المستخدم لإنجاز هذه المهمة أو الوظيفة، فالمستخدم يحتاج إلى اسم الملف وموقعه، ويحتاج إلى حفظ النتيجة، في حين أن تنفيذ العمليات الداخلية تكون محجوبة بالطبع عن المستخدم، لكن لا بد من تحديدها من خلال المكونات الهدفية أثناء كتابة النص البرمجي.



شكل 31: واجهة متكاملة ومستقلة خاصة بعملية تنظيف (Clean) ملفات الأشكال (Shapefiles) من الأخطاء، تحتوي على عدد من المتغيرات والمعطيات والأوامر باستخدام البرمجة بـ ArcObjects و Visual Basic. (المصدر: عمل الباحث، و 2000-2001، ESRI).

خامساً: خلاصة

يعد نموذج البيانات (Data Model) ركناً أساساً في أي نظام معلومات جغرافية. وبالرغم من أن نموذج الكيانات العلائقية (E-R Model) ما زال يستخدم الآن، وربما في المستقبل المنظور لتمثيل الظواهر الجغرافية في نظم المعلومات الجغرافية، إلا أن نموذج البيانات ذو التوجيه الهدي (Object-Oriented Data Model) يعد الخيار الأحدث والأكثر فاعلية في تمثيل الظواهر الجغرافية. فالنموذج الهدي يتميز بكفاءته العالية في تصوير (Abstraction) وإستيعاب الواقع كما هو، مقارنةً بالنموذج العلائقي، بالإضافة إلى كونه نموذجاً أكثر قوة وكفاءة من الناحية التقنية. فنجد أن النموذج الهدي يتعامل مع الظواهر ويعالج بياناتها بشكل حدسي من خلال ترتيب وتنظيم البيانات بأسلوب مماثل للكيفية التي يتعامل بها الشخص (المستخدم) في إستيعاب وفهم الظواهر كما هي عليه في الواقع، فالشخص يشير إلى الطرق والمباني والمجاري المائية، على سبيل المثال، على أنها ظواهر وأهداف، وليست كنقاط وخطوط ومساحات؛ بمعنى أشكال هندسية مجردة.

يتعامل النموذج الهدي مع الظواهر على أنها وحدات متكاملة تضم خصائص مميزة من الصفات والسلوك. فالنموذج يسمح بضم وجمع الظواهر المتشابهة في فئات هدفية عامة ذات صفات وسلوك يمكن مشاركتها وتوريثها إلى أهداف ثانوية. فالتركيب الهرمي للفئات الهدفية يسمح بإنتاج فئات جديدة للظواهر، بالإضافة إلى إمكانية تحديد وتغيير الإختلافات الداخلية فيما بينها من خلال الخطة التصميمية (Schema). نجد في هذا النموذج، أن سلوك الظواهر يُغلف في البيانات وليس في برامج تطبيقية منفصلة، فمن خلال تحديد فئات الظواهر، يمكن تحديد أنواع القيم والسلوك الخاص بها. وبفضل خاصية تعددية الشكل، يمكن للسلوك والطرق أن تستجيب للأوامر بشكل ملائم في إطار ما تسمح به خصائص الفئات الهدفية التي تم تحديدها مسبقاً. تعد إذن قدرة

الأهداف المختلفة في تفسير الأوامر بشكل مميز وملائم لطبيعة كل منها أداة قوية جداً. لقد رأينا أن مفاهيم الطرق والتبادل وتعدد النسخ في النموذج الهدي، على سبيل المثال، لم يكن بمقدور النموذج العلائقي أن يحققها. فالنموذج الهدي لديه القدرة على تحديد العلاقات بين الظواهر دون تكرار للبيانات، بخلاف النموذج العلائقي عند إجراء علاقات بين الظواهر، وذلك أن العلاقة تُحدد من البداية كسلوك، دون حاجة إلى إنشاء علاقات مختلفة للظاهرة الواحدة (الهدف الواحد) مما ينتج عن ذلك فائضاً من البيانات (جداول جديدة) يصعب التحكم به، وبهذه الطريقة يقل تدخل المستخدم وتقل إمكانية حدوث الأخطاء. لقد أصبحت الظواهر بهذا التمثيل أكثر ذكاءاً، وهذا في الحقيقة يعني أن التركيب أصبح أكثر تعقيداً، بيد أن طريقة إنشائه واستخدامه تتميز بالسهولة والرصانة وأقل عرضة للأخطاء، من خلال قوانين ضبط الأداء، كما رأينا في نموذج البيانات الجغرافية (Geodatabase) في نظام ArcInfo من شركة ESRI.

لقد رأينا أن نظم إدارة قواعد البيانات (DBMS) المستخدمة في تخزين ومعالجة بيانات نظم المعلومات الجغرافية ما زالت في معظمها نظماً علائقية (RDBMS). وذلك لأسباب ذكرنا أن أهمها هو، أن هذه النظم تقوم على أساس رياضي قوي ومجرب، غير أنها طورت وحسنت لتصل إلى مستوى هجين (Hybrid) يتضمن مفاهيم ووظائف هدفية كي يصبح التعامل مع نموذج البيانات الهدي أكثر سهولة، وبهذا أصبحت تدعى هذه النظم نظماً هدفية - علائقية (ORDBMS)، كما هو الحال في نظام Oracle 8، على سبيل المثال. ومع ذلك، ما زال التكامل الأمثل هو أن تتطور نظم إدارة البيانات لتصبح نظماً هدفية (OODBMS)، للتعامل مع نماذج البيانات الهدفية بكل كفاءة. وفي ظل غياب النظم الهدفية لأسباب تقنية وتكلفة الانتقال من النظم العلائقية إلى نظم هدفية محدودة الانتشار، فإن الخيار الحالي هو تبني النظم العلائقية الهدفية. غير أنه من المتوقع في خلال العشر سنوات القادمة أن تتطور هذه النظم لتصبح هدفية تماماً. وعلى هذا الأساس، نجد أن معظم نظم المعلومات

الجغرافية الحالية تعد نظاماً هدفية علائقية (ORGIS) وليست هدفية تماماً (OOGIS).

لا شك في أن بناء نظم المعلومات الجغرافية بالتقنية الهدفية الحالية ساعد في إمكانية تطوير برامج هذه النظم من ناحية تصميمية، وكذا الحال بالنسبة للفئات الهدفية والطرق الممثلة لسلوكها، طالما أنها قائمة على مفاهيم وأسس التوجيه الهدفية وكتبت في بيئة وبلغة برمجية هدفية. فأصبح بالإمكان أن تتم عملية التطوير بسهولة وبرصانة عاليتين، بدلاً من تبدأ عمليات التصميم والتحديث أو التطوير من الصفر، كما في السابق. فلقد أصبح بمقدور المطور بل والمستخدم أن يطورا عمل النظام أو أحد برامج أو وظائفه بإستخدام المكونات الهدفية البرمجية المعطاة من خلال بيئة برمجية هدفية مألوفة مثل الفيجول بيسك. بالإضافة إلى أنه أصبح بالإمكان تبادل العديد من البيانات المختلفة بنفس التركيب دون حاجة إلى كتابة برامج خاصة لتحويل هيئات الملفات وتراكيب البيانات، وهذا بفضل تطور نظم إدارة البيانات في مجال التشغيل البيئي (Interoperability)، وبفضل تطور نموذج البيانات وتصميم نظم المعلومات الجغرافية الجديدة، بحيث يمكن أن تتوافق مع متطلبات نظم إدارة البيانات الجديدة الهدفية العلائقية، وذلك لضمان سلامة ربط البيانات وتخزينها والتعامل معها مع المحافظة على تركيبها وسلامة تبادلها. وبهذه الميزة، فقد أصبحت نظم المعلومات الجغرافية أكثر إنتشاراً وتعاملاً في المؤسسات الكبيرة بالذات، والتي كانت تجد صعوبة في توظيف قواعد بياناتها بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية كأحد التطبيقات المهمة.

بما أن التوجيه الهدفية يعد منهجية كاملة يمكن تطبيقها في كل مراحل تصميم وتنفيذ النظم والبرامج المعقدة، فإن نظم المعلومات الجغرافية المستقبلية تعد مجالات ملائمة لتطبيق مفاهيم تقنية التوجيه الهدفية في مجالات التصميم والتطوير أو التحديث والتطبيق والصيانة. ويمكن عرض نقاطاً مهمة مختصرة لجوانب التقنية الهدفية في المجالات

أعلاه من وجهة نظر المطورين والمستخدمين لنظم المعلومات الجغرافية (Egenhofer, 1992):

- 1- تعد آليات التجريد هدفية التوجيه ضرورية لنمذجة الظروف والحالات المعقدة، مثل الأهداف الهندسية والتي عادةً ما تتغير من فترة زمنية إلى أخرى. فتعقيد الأهداف المكانية يتطلب طرقاً (Methods) لتحديد وإستخدام الأنواع والعمليات المناسبة للبيانات المكانية، إذ أن النموذج الهدفية الموجه يدعم هذه المهمات من خلال آليات تجريد ملائمة. فخاصية التوريث على وجه الخصوص، تتضمن تعريفات منتظمة ودقيقة للخصائص، مثل الشكل والأبعاد الهندسية والرسوم البيانية والثبات (Persistence)، كما أن تراكيب البيانات تكون ضرورية للتعريفات أو التحديدات الهدفية المتكررة (المعاودة) (Recursive)، مثل تقسيم المناطق أو المساحات إلى مساحات أصغر وعمليات الإقفال الإنتقالية.
- 2- تعد لغات البرمجة الهدفية لغات تطبيقية عالية الكفاءة لنمذجة أهداف الواقع الحقيقية وعملياتها في نظم المعلومات الجغرافية. ولا شك في أن هذا التطبيق يعد ملائماً للأهداف الهندسية المعقدة، وبذلك يصبح تصميم نماذج البيانات الهدفية بهذا الشكل أكثر مرونة وملائمة لهذه الأهداف في وصف وتمثيل تراكيب بياناتها المعقدة.
- 3- بالرغم من محدودية إنتشار وتطبيق نظم إدارة قواعد البيانات الهدفية حالياً، إلا أنه وبناءً على ملائمتها لنماذج البيانات الهدفية، يجب أن تطبق في المستقبل للإستفادة من قدراتها النمذجية (Modeling) وأدائها في إدارة وإسترجاع البيانات المكانية. إن نظم المعلومات الجغرافية سوف تفيد من إستعمال نظم إدارة البيانات الهدفية في جوانب عدة (منها: 1) ستكون هندسة نظم المعلومات الجغرافية أكثر وضوحاً، إذ أن صيانة برامجها ستكون أكثر سهولة،

وسيكون عمرها الإفتراضي أطول؛ 2) لن يقلق المبرمجون على الجوانب الخاصة بمواقع البيانات الفعلية في النظام، إذ توفر مجموعة موحدة من الأوامر المهام الوظيفية للتخزين وإسترجاع البيانات؛ 3) إن إستخدام النظام الهدي لإدارة البيانات، يسمح بمعالجة البيانات من خلال خصائصها، إذ أن طريقة التوجيه الهدي تجمع أو تضم هذه الخصائص لتكون أهدافاً معقدة بكل عملياتها المرتبطة.

من خلال ما تقدم، يمكن للقاريء أن يطرح أسئلة معينة تساعده في تحديد فيما إذا كان نظام معلومات جغرافية معين يعد تقليدياً، أم هدياً جزئياً أو تاماً:

1- هل يخزن النظام الأهداف كوحدة أساسية في قاعدة البيانات دون حاجة إلى تجزئتها في إطارات؛ أي يكون الهدف (الظاهرة) متصلاً؟ فإذا كان الجواب بنعم، فإن هذا يعني أن النظام مبنياً على الهدف (Object-based System)، لكن لا يعني هذا أن نقول بأن النظام هدي التوجيه (Object-Oriented System).

2- هل نموذج البيانات في النظام قائماً أو مرتكزاً على هدف حقيقي في الواقع (Real world object-centered)، وليس نموذجاً مرتكزاً على الشكل الهندسي (Geometry-centered)؟ إن الإجابة الدقيقة على هذا السؤال ليس لها صلة بما إذا كان النظام هدياً التوجيه أم لا. ومرد ذلك ببساطة هو أن النظام يقوم على أسس تصميمية وتطبيقية

- أخرى، لا يكفي أن يكون نموذج البيانات هو الجانب الوحيد الذي يحدد مقدار هدفية التوجيه للنظام.
- 3- هل يقدم النظام بيئة برمجية هدفية التوجيه تدعم خصائص التوريث والتغليف وتعددية الشكل؟
- 4- هل يوفر النظام مجموعة من الفئات القياسية التي يمكن تطويرها أو تطويعها من قبل المستخدم أو المستفيد؟
- 5- هل يوفر النظام نظاماً أو نموذجاً لقاعدة البيانات يدعم كل المفاهيم الهدفي السابقة؟

قد يبدو أن الإجابات على الأسئلة السابقة تساعد في تحديد مدى تطبيق تقنية التوجيه الهدفي بشكل أو بآخر في النظام قيد التقويم، غير أن المستخدم النهائي الذي يجلس أمام النظام قد لا تعني الاختلافات له الشيء الكثير، على عكس المطور أو المبرمج الذي يهمله مدى سهولة تطويع وصيانة النظام. وبالتالي فإن فائدة هذا بالنسبة للمستخدم هو أن يرى توفر إصدارات جديدة لبرامج النظام التطبيقية خالية من الفيروسات والمشاكل بشكل أكثر سرعة وكفاءة في النظام الهدفي التوجيه.

بالرغم من أن فوائد تطبيق التوجيه الهدفي في النظام، خاصة في مجال تقليل أو الحد من مشكلة تزاوج الإعاقه غير الملائم (Impedance Mismatch)، إذ يسهم ذلك في دعم إستخدام نفس النموذج في مراحل تطوير البرنامج المختلفة، إلا أن نظم المعلومات الجغرافية تحتاج إلى تخزين ثابت للأهداف كما هي. لهذا كان من الأنسب أن تستخدم نظم إدارة قواعد البيانات الهدفية (OODBMS) لهذا التخزين، غير أن نظم إدارة البيانات الهدفية ما زالت في طور التجربة، على أقل تقدير، وعليه فإنه من المتوقع أن تبقى نظم إدارة البيانات العلائقية-الهدفية، كحل عملي حالياً وفي المستقبل القريب لتخزين وإدارة هذه الأهداف، ولكن بآلياتها العلائقية.

ومن منظور مستقبلي، يمكن القول أن ما حدث من تطور تقني في نظم المعلومات الجغرافية وفي نظم إدارة قواعد البيانات ينبىء بتطورات أكبر يمكن إختصارها فيما يلي:

- 1- تحسين وتطوير القصور في نماذج البيانات الهدافية، لتصبح أكثر قرباً من الواقع ومن تصور المستخدم. بل يتوقع أن تكون أكثر تعقيداً داخلياً (في النظام) دون أن يؤثر ذلك على سهولة التعامل معها من جهتي نظر المطور والمستخدم.
- 2- تحسين وتطوير التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية بمكوناتها الهدافية وبين نظم إدارة قواعد البيانات، بما قد يسفر عن إيجاد حلول شاملة ونهائية لكل مشاكل تزاوج الإعاقة غير الملائم، بدلاً من الحد منها، بين أجزاء ومكونات النظم جميعها. ولا شك أن هذا يعني تطوير نظم إدارة قواعد البيانات الهدافية، بحيث أن الأنظمة تصنع بمفاهيم وآليات موحدة وتكاملية كل في مجال تخصصه وتطبيقاته.
- 3- يُتوقع أن تكون نظم المعلومات الجغرافية الهدافية أكثر سهولة في التعامل والتطويع وأكثر رصانة في الأداء. فعلى سبيل المثال، يتوقع أن تزيد عدد الفئات القياسية التي يمكن تطويرها وتطويعها، بخلاف العدد الموجود والمحدود منها حالياً.
- 4- يُتوقع أن يزيد إنتشار تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، خاصة إذا أخذنا في الإعتبار أن كثيراً من البيانات ذات إرتباط مكاني. فبدلاً من أن تكون هذه النظم خياراً عند بعض المؤسسات التي تتعامل مع قواعد بيانات ضخمة، فإن النظم الجديدة ستوفر مجالاً أرحب وأسهل لتوظيف هذه البيانات وتحليلها جغرافياً، وذلك بفضل خاصية التكامل

والتشغيل البيئي بين النظم المختلفة. هذا بحد ذاته يشكل قوة وتعزيز للجغرافيا بشكل عام.

5- يُتوقع أن يسهم التطور في إيجاد حلول لبعض المشكلات التي صعب حلها بالطرق التقليدية. إذ توفر نماذج البيانات الهدافية، بفضل تركيبها وتصميمها، مجالات عديدة للتطبيق من وجهة نظر هدفية، إذ أصبح تمثيل الظواهر أكثر ذكاءً وديناميكية مكانياً وزمانياً. هذا سوف يوفر أملاً لحل مشاكل التعميم الخرائطي الآلي، وهي العملية الأكثر تعقيداً في الخرائط، والتي ما زالت حبيسة ذهن الخرائطي المتمرس. وبذلك تخرج العملية من المنظور الشخصي (Subjective) إلى منظور نظامي (Objective) يمكن التحكم به وإعادته وصياغته منهجياً بطرق رياضية وبرمجية.

سادساً: المراجع

Bennett, J., 2003. *Conceptual and Application Issues in the Implementation of Object-Oriented GIS*.

Unpublished Masters Thesis, West Virginia university, Dept of Geology and Geography, Morgantwon, Virginia, USA.

Berry, J., 2004. *Map Analysis – Online Book*. (Topic 1: Object-Oriented Technology and its GIS Expressions). Brass Press, Colorado, USA.

<http://www.innovativegis.com/basis/MapAnalysis/Default.html>

Booch, G., 1996. *The Best of Booch: Designing Strategies for Object Technology*. New York: SIGS Box.

Burrough, P., and McDonnell, R., 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, Oxford, England, UK.

Chen, P., 1976. The Entity-Relationship Model – Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems*. Vol.1, No. 1, pp. 9-36.

Dahal, O., and Nygaard, k., 1966. SIMULA- An Algol-Based Simulation Language. *Communications of the ACM*, Vol.9 No. 9, pp. 671-678.

Date, C., 2000. *An introduction to database systems*. 7th ed., Addison Wesley Longman, Inc.

Egenhofer, M., and Frank, A., 1992. Object-Oriented Modeling for GIS. *URISA Journal*, Vol. 4, No. 2, pp. 3-19.

Eliens, A., 1994. *Principles of Object-Oriented Software Development*. (Second Edition). Addison-Wesley, Reading, MA.

ESRI, 1996. *Avenue - customization and application development for Arcview GIS*. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), Redlands, CA, U.S.A.

ESRI, 1999. ArcInfo 8: A New GIS for the New Millennium. *An ESRI White Paper* . Environmental System Research Institute, Inc., (ESRI), Redlands, CA, U.S.A.

ESRI, 2001. ArcGIS One World One GIS, 2001. *An ESRI White Paper* . Environmental System Research Institute, Inc., (ESRI),

Redlands, CA, U.S.A.

ESRI, 2000-2001. Online ArcObjects Code Samples:
<http://arcobjectsonline.esri.com>. Environmental
System Research Institute, Inc., (ESRI),
Redlands, CA, U.S.A.

Flower, M., and Scott, K., 1997b. *UML Distilled –
Applying the Standard Object Modelling Language*.
Addison-Wesley, Reading, MA.

Hares, J., and Smart, J., 1993. *Object Orientation,
Technology, Techniques, Management and
Migration*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, U.K.

Heywood, I., Cornelius, S., and Carver, S., 1998. *An
Introduction to Geographical Information Systems*.
Addison Wesley Longman Ltd. Essex, England.

KE Software Pty Ltd., 2000. Carlton Victoria,
Australia.

Lee, B., and Wiederhold, G., Outer Joins and Filters
for Instantiating Objects from Relational Database
through Views. *IEEE Transactions on Knowledge
and Data Engineering*, Vol.6, No. 1, pp. 108-119.

Leonid, S., Mitrovic, A., Kajan, S., and Petkovic, M., 1998. An Object –Relational Environment for Developing OOGIS Applications. In: *Proceedings of the 16th JASTED International Conference of APPLIED INFORMATICS*, Garmisch-Partenkirchen, Feb. 1998. pp. 168-171.

McFarland, G., Rudmik, A., and Lange, D., 1997. *Object-Oriented Database Management Systems Revisited*. An Updated DACS State-of-the-Art Report. Contract No: SP0700-98-4000. Air Force Research Laboratory –Information Directorate (AFRL/IF), DoD Data & Analysis Centre for Software (DACS), NY, USA.

Mitrovic, A., and Kajan, S., 1996. OO Paradigm meets GIS: a new era in spatial data management. In *Proceedings of YUGIS'96*, Yugoslavia, March 1996. pp. 141-148.

O₂ Technology, 1991b. “The O₂ User’s Guide”. Version 2.2, May 1991.

Object Design, 1990a. “*ObjectStore Reference Manual*”. Release 1.0, October 1990.

Ontologic, 1991. “*ONTOS Developer’s Guide*”. Version 2.0, February 1991.

Rigaux, P., Scholl, M., and Voisard, A., 2002. *Spatial Databases with Applications to GIS*. Academic Press, CA, USA.

Rumbaugh, J., et al., 1991. *Object Oriented Modelling and Design*. Prentice Hall, Englewood, NJ.

Stajano, F., 1998. A Gentle Introduction to Relational and Object-Oriented Databases. *ORL Technical Report: TR-98-2*. The OILIVETTI & ORACLE RESEARCH LABORATORY, Cambridge, U.K., 1998. p.27.

Weisfeld, M., 2004. *The Object-Oriented Thought process*. Second Edition, Sams Publishing, Indiana, USA.

Woodsford, P., 1995. The Significance of Object – Orientation for GIS. In *Proceedings of IUSM Working Group on GIS/LIS*, Hannover, Germany, Sept. 1995. pp. 25-28. (see the paper, also in : *Technical Papers*, LaserScan Ltd., Cambridge, UK).

Worboys, M., 1995. *GIS – A Computing Perspective*. Taylor & Francis Ltd., London, U.K.

Worboys, M.F., 1999. Relational databases and beyond. In: P.A. Longley, M.F. Goodchild, D.J.

Maguire and D.W. Rhind, eds. *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. 2nd edition. Chichester: John Wiley, 373-84.

Zeiler, M., 1999. *Modelling our World, The ESRI Guide to Geodatabase Design*. Environmental System Research Institute, Inc., (ESRI), Redlands, CA, U.S.A.

سابعاً: الملاحق

ملحق 1 (أ): نص برمجي لإنشاء إطار جديد للبيانات في برنامج ArcMap، باستخدام ArcObjects و Visual Basic (المصدر: (ESRI, 2000-2001).

```
Private Sub CreateAndAddNewMap()  
    Dim pMxDoc As IMxDocument  
    Set pMxDoc = ThisDocument  
  
    'Create a new map  
    Dim pMap As IMap  
    Set pMap = New Map  
    pMap.Name = "My Map"  
  
    'Create a new MapFrame and associate map with it  
    Dim pMapFrame As IMapFrame  
    Set pMapFrame = New MapFrame  
    Set pMapFrame.Map = pMap  
  
    'Set the position of the new map frame  
    Dim pElement As IElement  
    Dim pEnv As IEnvelope  
    Set pElement = pMapFrame  
    Set pEnv = New Envelope  
    pEnv.PutCoords 0, 0, 5, 5  
    pElement.Geometry = pEnv  
  
    'Add mapframe to the layout  
    Dim pGraphicsContainer As IGraphicsContainer  
    Set pGraphicsContainer = pMxDoc.PageLayout  
    pGraphicsContainer.AddElement pMapFrame, 0  
  
    'Make the newly added map the focus map  
    Dim pActiveView As IActiveView  
    Set pActiveView = pMxDoc.ActiveView  
    If TypeOf pActiveView Is IPageLayout Then  
        Set pActiveView.FocusMap = pMap  
    Else  
        Set pMxDoc.ActiveView = pMap  
    End If  
End Sub
```

```

End If

'Refresh ActiveView and TOC
pActiveView.Refresh
pMxDoc.CurrentContentsView.Refresh 0
End Sub

```

ملحق 1 (ب): نص برمجي لتصدير الظواهر الممثلة في إطار العرض في برنامج ArcMap إلى ملف من نوع JPEG، باستخدام ArcObjects و Visual Basic (المصدر بتصريف: ESRI, 2000-2001).

```
Option Explicit
```

```

Public Sub ExportActiveView()
    Dim pMxDoc As IMxDocument
    Dim pActiveView As IActiveView
    Dim pExporter As IExporter
    Dim pEnv As IEnvelope
    Dim exportFrame As tagRECT
    Dim hdc As Long
    Dim dpi As Integer

    Set pMxDoc = Application.Document
    Set pActiveView = pMxDoc.ActiveView
    Set pExporter = New JpegExporter
    Set pEnv = New Envelope

    'Setup the exporter
    exportFrame = pActiveView.exportFrame
    pEnv.PutCoords exportFrame.Left, exportFrame.top,
    exportFrame.Right, exportFrame.bottom
    dpi = pExporter.Resolution 'default screen resolution
    is usually 96

    With pExporter
        .PixelBounds = pEnv
        .ExportFileName = "d:\MyImage.jpg"
        .Resolution = dpi
    End With

```

```

'Do the export
hdc = pExporter.StartExporting
pActiveView.Output hdc, dpi, exportFrame, Nothing,
Nothing
pExporter.FinishExporting

End Sub

Public Sub ExportActiveView2()
    Dim pMxDoc As IMxDocument
    Dim pActiveView As IActiveView
    Dim pExporter As IExporter
    Dim pEnv As IEnvelope
    Dim exportFrame As tagRECT
    Dim dpi As Integer
    Dim xMin As Double
    Dim yMin As Double
    Dim xMax As Double
    Dim yMax As Double
    Dim hdc As Long

    Set pMxDoc = Application.Document
    Set pActiveView = pMxDoc.ActiveView
    Set pExporter = New JpegExporter
    Set pEnv = New Envelope

'Do the export
    exportFrame = pActiveView.exportFrame
    pEnv.PutCoords exportFrame.Left, exportFrame.top,
    exportFrame.Right, exportFrame.bottom
    dpi = 300 'set a higher resolution

    With pExporter
        .PixelBounds = pEnv
        .ExportFileName = "d:\MyImage2.jpg"
        .Resolution = dpi
    End With

'Recalc the export frame to handle the increased number
of pixels
    Set pEnv = pExporter.PixelBounds
    pEnv.QueryCoords xMin, yMin, xMax, yMax
    exportFrame.Left = xMin
    exportFrame.top = yMin
    exportFrame.Right = xMax
    exportFrame.bottom = yMax

'Do the export

```

```

hdc = pExporter.StartExporting
pActiveView.Output hdc, dpi, exportFrame, Nothing,
Nothing
pExporter.FinishExporting

End Sub

```

ملحق 1 (ج): نص برمجي لتنظيف وتصحيح ملفات Shapefiles من الأخطاء في حزمة ArcGIS ، باستخدام ArcObjects و Visual Basic (المصدر: ESRI, 2000-2001).

```
Option Explicit
```

```

Private m_pGxDialog As IGxDialog
Private m_pGxObjectFilter As IGxObjectFilter

Public Sub Main()
    Dim pFeature As IFeature
    Dim pInFeatureClass As IFeatureClass
    Dim pFeatureCursor As IFeatureCursor
    Dim pGeometry As IGeometry
    Dim pInsertFeatureBuffer As IFeatureBuffer
    Dim pInsertFeatureCursor As IFeatureCursor
    Dim pOutFeatureClass As IFeatureClass
    Dim pProgressDlgFact As IProgressDialogFactory
    Dim pProgressDialog As IProgressDialog2
    Dim pStepProgressor As IStepProgressor
    Dim pTopoOperator As ITopologicalOperator2
    Dim pTrackCancel As ITrackCancel

    Dim bContinue As Boolean
    Dim lFeatureCount As Long

```

```

Dim lTotalFeatureCount As Long
Dim lEmptyFeatureCount As Long
Dim sFinalMessage As String

On Error GoTo ErrorHandler

Set pInFeatureClass = GetShapefile
If pInFeatureClass Is Nothing Then
    MsgBox "Error selecting Shapefile. Exiting."
    Exit Sub
End If

'Exit if featureclass has no shapes
lTotalFeatureCount =
pInFeatureClass.FeatureCount(Nothing)
If lTotalFeatureCount = 0 Then
    MsgBox "No features found in shapefile. Exiting"
    Exit Sub
End If

'Create a new Shapefile
Set pOutFeatureClass =
CreateNewShapefile(pInFeatureClass)
If pOutFeatureClass Is Nothing Then
    MsgBox "Error creating new Shapefile, check folder
permissions."
    Exit Sub
End If

'Show a progress dialog while we cycle through the
features
Set pTrackCancel = New CancelTracker
Set pProgressDlgFact = New ProgressDialogFactory
Set pProgressDialog =
pProgressDlgFact.Create(pTrackCancel, 0)
pProgressDialog.CancelEnabled = True
pProgressDialog.Title = "Exporting and Cleaning
Shapefile"
pProgressDialog.Animation = esriProgressGlobe
bContinue = True

'Set the properties of the Step Progressor
Set pStepProgressor = pProgressDialog
pStepProgressor.MinRange = 0
pStepProgressor.MaxRange = lTotalFeatureCount
pStepProgressor.StepValue = 1

'Create an insert cursor

```

```

Set pInsertFeatureCursor =
pOutFeatureClass.Insert(True)
Set pInsertFeatureBuffer =
pOutFeatureClass.CreateFeatureBuffer

'Loop through all features in the feature class,
correcting each one,
'and write it out to the new shapefile
Set pFeatureCursor = pInFeatureClass.Search(Nothing,
False)
Set pFeature = pFeatureCursor.NextFeature
Do While Not pFeature Is Nothing
'Update progress dialog
lFeatureCount = lFeatureCount + 1
pStepProgressor.Message = lFeatureCount & " of " &
lTotalFeatureCount & " Features processed"
'Stop processing features if 'Cancel' button is
selected
bContinue = pTrackCancel.Continue
pStepProgressor.Step
If Not bContinue Then Exit Do

'If the feature has an invalid shape, create a new
empty one
If pFeature.Shape Is Nothing Then
Set pFeature.Shape =
CreateNewGeometry(pOutFeatureClass)
End If
'Simplify each feature and insert into new feature
class
Set pTopoOperator = pFeature.Shape
pTopoOperator.IsKnownSimple = False
pTopoOperator.Simplify
InsertFeature pInsertFeatureCursor,
pInsertFeatureBuffer, pFeature, pTopoOperator
'Count number of empty features
Set pGeometry = pTopoOperator
If pGeometry.IsEmpty Then
lEmptyFeatureCount = lEmptyFeatureCount + 1
End If
'Retrieve next feature
Set pFeature = pFeatureCursor.NextFeature
Loop

pProgressDialog.HideDialog

Set pInsertFeatureBuffer = Nothing
Set pInsertFeatureCursor = Nothing

```

```

'Recreate indexes on new Shapefile
CreateIndexes pInFeatureClass, pOutFeatureClass

'Create summary report message
If bContinue Then
    sFinalMessage = "Operation completed successfully." &
vbLf & vbLf
Else
    sFinalMessage = "Job cancelled." & vbLf & vbLf
End If
sFinalMessage = sFinalMessage & lFeatureCount & "
Features processed." & vbLf
If Not lEmptyFeatureCount = 0 Then
    sFinalMessage = sFinalMessage & vbLf &
lEmptyFeatureCount & " Features were found to have no
shape."
End If

MsgBox sFinalMessage

Set m_pGxObjectFilter = Nothing
Set m_pGxDialog = Nothing

Exit Sub 'Exit to avoid error handler

ErrorHandler:
MsgBox "An unexpected error occurred." & vbLf & vbLf &
-
    lFeatureCount & " Features processed." & vbLf
End Sub

Private Function GetShapefile() As IFeatureClass
Dim pEnumGxObject As IEnumGxObject
Dim pFeatureClass As IFeatureClass
Dim pGxDataset As IGxDataset

On Error GoTo ErrorHandler

'Have the user select a shapefile
Set m_pGxDialog = New GxDialog
Set m_pGxObjectFilter = New GxFilterShapefiles

Set m_pGxDialog.ObjectFilter = m_pGxObjectFilter
m_pGxDialog.Title = "Select a Shapefile to Clean:"
If m_pGxDialog.DoModalOpen(0, pEnumGxObject) Then
    pEnumGxObject.Reset
    Set pGxDataset = pEnumGxObject.Next

```

```

        Set pFeatureClass = pGxDataset.Dataset
    End If
    Set GetShapefile = pFeatureClass

    Exit Function

ErrorHandler:
    Set GetShapefile = Nothing
End Function

Private Function CreateNewShapefile(pInFeatureClass As
IFeatureClass) As IFeatureClass
    Dim pClone As IClone
    Dim pFeatureWorkspace As IFeatureWorkspace
    Dim pFields As IFields
    Dim pGxFile As IGxFile
    Dim pNewFeatureClass As IFeatureClass
    Dim pWorkspaceFactory As IWorkspaceFactory

    On Error GoTo ErrorHandler

    m_pGxDialog.Title = "Enter New Output Shapefile:"
    If m_pGxDialog.DoModalSave(0) Then
        Set pGxFile = m_pGxDialog.FinalLocation
    Else
        Set CreateNewShapefile = Nothing
        Exit Function
    End If

    Set pWorkspaceFactory = New ShapefileWorkspaceFactory
    Set pFeatureWorkspace =
pWorkspaceFactory.OpenFromFile(pGxFile.Path, 0)
    Set pClone = pInFeatureClass.Fields
    Set pFields = pClone.Clone
    Set pNewFeatureClass =
pFeatureWorkspace.CreateFeatureClass(m_pGxDialog.Name,
pFields, Nothing, Nothing, esriFTSimple,
pInFeatureClass.ShapeFieldName, "")
    Set CreateNewShapefile = pNewFeatureClass

    Exit Function

ErrorHandler:
    Set CreateNewShapefile = Nothing

End Function

```



```

Private Sub InsertFeature(pInsertFeatureCursor As
IFeatureCursor, pInsertFeatureBuffer As IFeatureBuffer,
pOrigFeature As IFeature, pGeometry As IGeometry)
    Dim pFields As IFields
    Dim pField As IField
    Dim pPoint As IPoint
    Dim FieldCount As Integer

    'Copy the attributes of the orig feature the new
feature
    Set pFields = pOrigFeature.Fields
    For FieldCount = 0 To pFields.FieldCount - 1 'skip OID
and geometry
        Set pField = pFields.Field(FieldCount)
        If Not pField.Type = esriFieldTypeGeometry And Not
pField.Type = esriFieldTypeOID _
            And pField.Editable Then
            pInsertFeatureBuffer.Value(FieldCount) =
pOrigFeature.Value(FieldCount)
        End If
    Next FieldCount

    Set pInsertFeatureBuffer.Shape = pGeometry
    pInsertFeatureCursor.InsertFeature pInsertFeatureBuffer

End Sub

```

```

Private Sub CreateIndexes(pInFeatureClass As
IFeatureClass, pOutFeatureClass As IFeatureClass)
    Dim pClone As IClone
    Dim pOutIndexes As IIndexes
    Dim pIndex As IIndex
    Dim pNewIndex As IIndex
    Dim iIndexCount As Integer
    Dim pFields As IFields

    Set pClone = pInFeatureClass.Indexes
    Set pOutIndexes = pClone.Clone

    For iIndexCount = 0 To pOutIndexes.IndexCount - 1
        Set pNewIndex = pOutIndexes.Index(iIndexCount)
        Set pFields = pNewIndex.Fields
        pOutFeatureClass.AddIndex pNewIndex
    Next iIndexCount

End Sub

```

```
Private Function CreateNewGeometry(pFeatureClass As
IFeatureClass) As IGeometry
    Select Case pFeatureClass.ShapeType
        Case esriGeometryPoint
            Set CreateNewGeometry = New Point
        Case esriGeometryMultipoint
            Set CreateNewGeometry = New Multipoint
        Case esriGeometryPolyline
            Set CreateNewGeometry = New Polyline
        Case esriGeometryPolygon
            Set CreateNewGeometry = New Polygon
    End Select
End Function
```

خصائص بناء نظم المعلومات الجغرافية بالأهداف الموجهة

Characteristics of Object-Oriented Geographic Information Systems (OOGIS)

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم مدخل إلى مفهوم النمذجة بالأهداف الموجهة (Object-Oriented Modelling) من وجهة نظر نظم المعلومات الجغرافية (GIS). ولأهمية هذا الموضوع، وعدم توفر مراجع باللغة العربية في هذا الموضوع بالذات، رأى الباحث أنه من الضروري تقديم هذه الدراسة للمهتمين والمختصين في نظم المعلومات الجغرافية. فالدراسة عبارة عن مراجعة مختصرة للنمذجة بالأهداف الموجهة وتطبيقاتها في نظم المعلومات الجغرافية. إن تطبيق هذا المفهوم برمجياً في نظم المعلومات الجغرافية يعد أهم حدث خلال العشر سنوات السابقة في مسيرة تطور نظم المعلومات الجغرافية. ولعل أول فائدة في هذا المجال هو أن نموذج البيانات (Data Model) أصبح متركزاً على الهدف (Object-centred) وليس على الشكل الهندسي (Geometry-centred)، كما كان عليه الحال في السابق. لقد ارتبط ظهور فكرة الأهداف الموجهة بتجريد البيانات (Data Abstraction) التي عادة ما تتعامل مع برمجيات (Algorithms) تتطلب تراكيب معقدة للبيانات. لهذا، لم يعد تمثيل الواقع يأخذ أشكالاً هندسية منفصلة مرتبطة بمجداول معينة، بل أصبحت الظواهر تمثل كما هي عليه صفاتها وسلوكها وعلاقتها في الواقع لتدخل مهما كان تعقيدها كفتة هدفية واحدة داخل قاعدة البيانات.

تقدم الدراسة هذا الموضوع في شكل مستويات متدرجة التفصيل، حيث تبدأ بشرح فكرة الأهداف الموجهة نفسها، يلي ذلك تقديماً أكثر تفصيلاً لمبادئ ومفاهيم خاصة بالأهداف الموجهة مع من منظور نظم المعلومات الجغرافية، وأخيراً فقد تم اختيار نموذج قاعدة البيانات الجغرافية (Geodatabase) المقدم من شركة إزري (ESRI)، الرائدة في مجال نظم المعلومات الجغرافية، كمثال خاص على تطبيق مفهوم الأهداف الموجهة في نظم المعلومات الجغرافية. وشملت الدراسة تحديد مزايا وقدرات النمذجة بالأهداف الموجهة في نظم المعلومات الجغرافية، مع الإشارة إلى بعض جوانب القصور التي تكتنف هذه التقنية، والآفاق التي تفتحها في مجال التطوير والحلول لبعض المشاكل في هذه النظم وتطبيقاتها.

خصائص بناء نظم المعلومات الجغرافية بالأهداف الموجهة

Characteristics of Object-Oriented Geographic Information Systems (OOGIS)

Abstract

This Study aims at presenting an introduction to the Object-Oriented Modelling from the GIS perspective. Based on the significance of this subject, and lack of references in Arabic, the author believes that it is necessary to present an introduction to the subject for GIS students as well as specialists. It is recognised that the development of Object-Oriented GIS data model is regarded as the most significant advancement in GIS technology in the last ten years. With Object-Oriented concept and methodology, *Data Model* has become object-centred, not geometry-centred. Unlike traditional GIS models, the *OO* design more closely mirrors the real world, because it features a series of intelligent objects that have predefined properties, behaviour, and relationships - instead of lines, nodes, polygons, and points accompanied by a series of related tables.

The paper presents this subject in three levels of varying details. It begins first, by introducing the concept of *OO* itself, then it presents, in a greater detail, the principles and characteristics of Object-Oriented Modelling and technology, with some reference to GIS. At the third level, the paper presents the *Geodatabase* model, produced by ESRI, as an example. The paper includes advantages of applying *OO* in GIS, along with current difficulties and expected future developments.

