إدارة قواعد البيانات المكانية لشبكة الاتصالات الهاتفية باستخدام المعطيات الفضائية ونظم دعم القرار

أيمن اليوسف [1*]، حبيب سليم[2]، هناء عيسى[3]

[1]: باحث رئيسي– دكتوراه في الهندسة المدنية – المساحة التصويرية، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق، سوريا.
[2]: باحث رئيسي، – دكتوراه في الهندسة المدنية – المساحة التصويري،ة الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق، سوريا.
[3]: باحث مساعد، – ماجستير في الهندسة المدنية – المساحة، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق، سوريا
[*]: للمراسلة (د.م أيمن اليوسف) البريد الإلكتروني: alyousef.ayman@gmail.com

الملخص: يقدم هذا البحث طريقة من أجل نمذجة البيانات الجغرافية باستخدام نموذج البيانات الكينونة–علاقة الموَسع Extended Entity Relationship Model أو اختصاراً EER Model بهدف تصميم وبناء قاعدة بيانات جغرافية علائقية. تتضمن المنهجية المقترحة أولاً إنشاء النموذج الأولي لقاعدة البيانات الجغرافية Conceptual Data Model استناداً إلى نموذج البيانات الكينونة–علاقة الموَسع EER Model، ثانياً تصميم النموذج المنطقي Logical Data Model لقاعدة البيانات من خلال تطبيق خوارزمية التحويل Mapping Algorithm على النموذج الأولي للبيانات، ثالثاً يتم بناء النموذج الفيزيائي Physical Data Model لقاعدة البيانات الجغرافية وبالتالي تحقيق الوجود الفعلي لقاعدة البيانات الجغرافية العلائقية وذلك استناداً إلى مخطط قاعدة البيانات Database Schema الناتج عن النموذج المنطقي. تمت هذه الدراسة على شبكة الاتصالات الهاتفية لمركز اتصالات قرى الأسد بريف دمشق، حيث تم استخدام MS Visio من أجل تخطيط كل من النموذج الأولي والنموذج المنطقي لقاعدة البيانات الجغرافية العلائقية، بينما تم بناء النموذج الفيزيائي وتحقيق الوجود الحقيقي لقاعدة البيانات الجغرافية العلائقية للحالة المدروسة ضمن برنامج ArcMap. أظهر استخدام نموذج البيانات EER Model لبناء قاعدة البيانات الجغرافية العلائقية لشبكة اتصالات قرى الأسد مرونة وفاعلية كبيرة في تصميم مخططات قواعد بيانات دقيقة تعكس خصائص وقيود البيانات بشكل أكثر دقة الأمر الذي يؤدي إلى قاعدة بيانات جيدة الإنشاء وفعّالة من الناحية الوظيفية والتشغيلية.

الكلمات المفتاحية: Extended Entity Relationship Model, Conceptual Data Model, Physical Data Model, Database Schema

Managing Spatial Databases for The Telephone Communications Network Using Satellite Data and Decision Support Systems

[1*]Ayman Alyousef, [2] Habib Salim, [3] Hana Essa.

[1]: Main Researcher, PHD of Photogrammetry, GORS, Damascus Syria

[2]: Main Researcher, PHD of Photogrammetry, GORS, Damascus Syria

[3]: Assistant Researcher, PHD student of Photogrammetry, GORS, Damascus Syria.

[*]: Email pf correspondence author, [*]: DR.ENG. Ayman Alyousef, Email: alyousef.ayman@gmail.com

ABSTRACT: This research presents a method for modeling geographic data using the Extended Entity Relationship Data Model, or EER Model with the aim of designing and building a relational geographic database. The proposed methodology includes firstly creating Initial Model for geographic database Conceptual Data Model based on Extended Entity-Relationship Data Model (EER Model), secondly designing Logical Data Model for database by applying Mapping Algorithm to initial data model, thirdly, building Physical Data Model for geographic database, thus achieving the actual existence of relational geographic database based on Database Schema resulting from logical model. This study was carried out on telephone communications network of Qura Al-Assad Communications Center in Damascus countryside, where MS Visio was used to plan both initial and logical models of relational geographic database, while physical model was built and the real existence of relational geographic database was achieved within ArcMap program.

Keywords: Extended Entity Relationship Model, Conceptual Data Model, Physical Data Model, Database Schema

مقدمة:

أدت التطورات في نظم المعلومات الجغرافية GIS إلى التوجه نحو الاستخدام الفعال لقواعد البيانات من خلال تحديد العلاقة Relationship بين الكيانات Entities في العالم المدروس والذي يمكن أن يتحقق من خلال الاختيار الصحيح لنموذج البيانات Data Model من أجل تمثيل المحيط الجغرافي المدروس. هنالك العديد من الطرق التي يمكن من خلالها نمذجة العالم الجغرافي من حولنا حيث سيؤثر التمثيل الذي نختاره لنموذج البيانات على كيفية أخذ عينات من المحيط الجغرافي، وكيفية عرضها مرئياً، والعلاقات بين الكيانات التي يمكن تمثيلها، بالإضافة إلى عمليات الاستعلام والتحليل التي يمكن تطبيقها على البيانات. يمكن أن نلاحظ الجهود التي بذلت على مر السنوات لتطوير نماذج البيانات لملاءمة تعقيدات العالم الجغرافي الذي نعيشه حيث تم تقديم نموذج الكينونة –علاقة Entity–Relationship Model من قبل الباحث (Chen, 1976). أدخل الباحث (Smith, 1977) مفاهيم التعميم Generalization على نموذج الـ ER. في الدراسة المقدمة من قبل الباحث (Elmasri et al, 1980) تمت مناقشة القيود الممكنة على العلاقات بين الكيانات في العالم الجغرافي المدروس. اقترح الباحث (Hammer et all. 1981) نموذجا للبيانات قائم على مفهوم الكيان الأب والكيان الابن super class\sub class لتمثيل العلاقة بين الكيانات في العالم الجغرافي. كما تم دمج الصفات متعددة القيم والمركبة للكيانات ضمن نموذج ER في الدراسة المقدمة من قبل (Elmasri, R., and Larson. 1985). قدم الباحث (Eick, 1991) تصميم وتحويل مخططات النماذج الأولية لقواعد البيانات الجغرافية بما يلائم العمل في بيئة نظم المعلومات الجغرافية. عرض الباحث (Mylopoulos,2004) عدة استراتيجيات لبناء مخطط النموذج الأولي لقاعدة البيانات باستخدام نموذج EER. أوضح (Elsevier, 2012) أن الكيانات المكانية معقدة والهدف هو تبسيط عرضها في النماذج الأولية حيث قدم مجموعة من الرموز المقترحة إلى نموذج ER بحيث تلائم هذه النماذج البيانات المكانية. أوصى الباحث (Robson, et.al, 2012) بأن يتضمن مخطط نموذج البيانات بكافة التعريفات metadata التي تصف

الكيانات والعلاقات والقيود التي تحكمها وقواعد التكامل والتحقق و...إلخ وذلك لتسهيل مهمة صيانة وتحديث قاعدة البيانات لاحقا. ينظم مؤتمر لنشر نتائج البحوث المتعلقة بنماذج البيانات بشكل منتظم ودوري منذ عام 1979 وحتى يومنا هذا حيث يعرف المؤتمر حاليا باسم **المؤتمر الدولي للنمذجة الأولية للبيانات** وقد عُقد المؤتمر في دورته 39 في عام 2020 في فيينا في استراليا، كما ناقشت ورشات عمل دولية مرافقة للمؤتمر الدولي للنمذجة الأولية للبيانات مسألة دمج مفاهيم نماذج البيانات الأولية في نظم المعلومات الجغرافية (SECOGIS2009, 2010, 2012, 2013, 2014). يهدف هذا البحث إلى تصميم وبناء قاعدة بيانات جغرافية لأحد محاور شبكة الاتصالات الهاتفية في مركز اتصالات قرى الأسد بريف دمشق. تم استخدام نموذج البيانات الكينونة – علاقة الموسع Extended Entity–Relationship model أو باختصار EER model لبناء قاعدة البيانات الجغرافي للحالة المدروسة. في هذا البحث يتضمن المقطع الثاني عرض منطقة العمل (بلدة قرى الأسد في ريف دمشق)، يبين المقطع الثالث الطرائق والمواد المستخدمة لبناء قاعدة البيانات الجغرافية لمنطقة العمل. يتضمن المقطع الرابع التطبيق العملي ونتائج استخدام نموذج البيانات EER Model. يسرد المقطع الخامس الخلاصة والتوصيات وفي نهاية البحث قائمة المراجع.

1. مشكلة البحث:

غالباً ما يتم تنفيذ مشاريع إدارة قواعد البيانات دون تصميم النموذج الأولي للحالة المدروسة مما قد يتسبب بنقص في تشخيص هذه الحالة بما تحتويه من سمات وكائنات وعلاقات، وهذا بدوره ينعكس على النموذج المنطقي المحوسب والنموذج الفيزيائي النهائي من حيث إغفال عوامل قد يكون لها وزنها في عملية دعم صناعة القرار.

2. مبررات وأهمية البحث:

تكمن أهمية ومبررات هذا البحث من خلال تقديمه لدراسة منهجية عن إدارة قواعد البيانات المكانية من حيث مراحل العمل لتصميم هيكلية قواعد البيانات بناءً على تحليل واقعي

للحالة المدروسة ومن ثم تصميم النموذج الاولي للحالة وفق مخططات منهجية ورموز معتمدة للكائنات والصفات والعلاقات بكافة أنواعها، ومن ثم تطبيق الخوارزميات المعتمدة لتحويل النموذج الأولي إلى نموذج منطقي يحاكي لغة الحاسب وصولاً إلى النموذج الفيزيائي والذي يعتبر المنتج النهائي لعملية إدارة قواعد البيانات المكانية. من خلال هذه المنهجية يتم تلافي أي ثغرات تعترض عملية التوصيف الدقيق للحالة المدروسة مقارنة بالطرق الأخرى المتبعة.

3. منطقة العمل

تقع منطقة العمل ضمن مدينة ريف دمشق بلدة قرى الأسد ويتركز العمل على مواقع عناصر شبكة الاتصالات الهاتفية لأحد محاور الكوابل الرئيسة ومساراته الفرعية وكذلك مواقع الكبائن والعلب الهاتفية على طول هذا الخط. يوضح الشكل (1) الصورة الفضائية لمنطقة العمل.

الشكل (1): صورة فضائية لمنطقة العمل – بلدة قرى الأسد

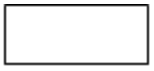
4. المواد والطرائق

1.4. نموذج الكينونة – علاقة الموسع Extended Entity–Relationship model (EER model)

يستخدم نموذج الكينونة–علاقة الموسع EER Model في هذا البحث في بناء النموذج الأولي لقاعدة البيانات الجغرافية العلائقية للحالة المدروسة. يتميز نموذج الـ EER Model بقدرته على التعامل مع البيانات المعقدة (المركبة) والتي تتألف من مستويات متعددة، السمات المكانية القياسية الموجودة في نظم المعلومات الجغرافية، التمثيلات المتعددة للسمات المكانية، والطبولوجيا (العلاقات المكانية) بين السمات. هذه الميزات تجعل من نموذج الـ EER قادرا على تجاوز النقص في تمثيل العناصر الجغرافية والمتطلبات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية في نماذج البيانات التقليدية والتي تنفع في الغالب لأغراض تصميم وبناء قواعد بيانات تجارية. يستخدم نموذج البيانات الـ EER مجموعة من الأدوات و**المفاهيم** والرموز التخطيطية والتي تشكِّل بمجموعها ما يُسمَّى بـ EER Diagram والذي يعبر عن مكونات العالم الجغرافي المدروس والعلاقات التي تحكمها بطريقة تخطيطية. فيمايلي أهم هذه المفاهيم:

1. الكيان أو الكينونة (Entity):

هو الوحدة الأساسية التي يتم تمثيلها في مخطط الـ EER، ويشير هذا الكيان إلى "شيء" حقيقي في منطقة الدراسة سواء كان له وجود فعلي مثل (عقار، مالك، ...الخ)، أو وجود منطقي مثل (مُلكية، مقرر، ...الخ). ويتم تمثيل الكيان باستخدام شكل مستطيل يكتب داخله اسم الكيان أو الكينونة، كذلك يمكن أن يحتوي المستطيل على معلومات إضافية تشير إلى النوع المكاني للكيان (نقطة أو خط أو مضلع) ورمز يشير إلى الطبولوجيا (العلاقة المكانية) ورمز يشير إلى ترميز الكيان المكاني بالإحداثيات، الشكل (2).

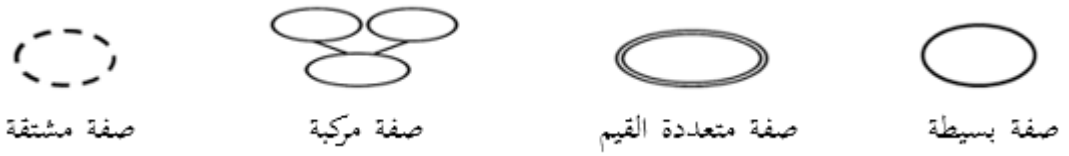


الشكل (2): الكيان في مخطط EER

2. الصفة (Attribute):

تَصف الكيان وتكون تابعة له في مخطط EER، مثل (مساحة عقار)، (عنوان المالك)،...الخ، كل صفة تتبع كيان معين ولا تتبع كيان آخر. الصِّفة يمكن أن تكون بسيطة (simple attribute) أو مركبة (composite attribute). يمكن أن تكون أحادية القيمة أو متعددة القيم (multivalued attribute). كذلك الصِّفة المشتقة

(derived attribute) والتي هي صفة بسيطة يمكن الحصول عليها من صفة بسيطة أخرى بالطرق الحسابية المعروفة. يتم تمثيل الصَّفة في مخطط EER باستخدام شكل بيضاوي، الشكل (3).



الشكل (3): الصفة في مخطط EER

3. مفتاح الكيان (Entity Key):

صفة خاصة تميز كل كيان عن غيره أي تُعرِّف الكيان بطريقة وحيدة تُسمَّى المفتاح الأساسي Primary key(PK) ونُميزَه في مخطط EER بوضع خط مستمر تحته، الشكل (4).

الشكل (4): المفتاح الأساسي في مخطط EER

4. العلاقات Relationship

العلاقة (R) بين مجموعة من الكيانات (E1,E2,... En) تُمثِّل الارتباطات بين هذه الكيانات في منطقة الدراسة التي تمثلها قاعدة البيانات. تنقسم العلاقات ضمن قاعدة البيانات الجغرافية إلى:

- علاقات عادية: علاقة واحد-إلى-واحد (one-to-one) 1:1
- علاقة واحد-إلى-كثير (one-to-many)
- 1:N وعلاقة كثير-إلى-كثير (many-to-many) أو M:N.

يتم تمثيل هذه العلاقات في مخطط EER باستخدام شكل المُعيَّن والذي يرتبط مع الكيانات بخطوط مستقيمة، ويكتب داخل المُعيَّن اسم العلاقة بصيغة فعل مضارع (غالباً)، ويمكن أن تتحول العلاقة فيما بعد إلى حقل في جدول ويمكن أن تصاغ كجدول منفصل.

- علاقات مكانية: يتم تحديدها من خلال تعريف العلاقات الطبولوجية (الاتصال، الجوار، الاحتواء، ...إلخ) بين الكيانات الجغرافية. يتم تمثيل العلاقات الطبولوجية في مخطط

EER باستخدام شكل سداسي الأضلاع يرتبط مع الكيانات بخطوط مستقيمة الشكل (5).

الشكل (5): العلاقة المكانية في مخطط EER

إن أهم مايميز نموذج البيانات EER Model عن غيره من نماذج البيانات التقليدية والتي تجعله فعالاً في تمثيل العناصر الجغرافية ومواجهة المتطلبات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية:

1. مفهوم الكيان الأب/الابن Super\Sub Class والعلاقة الرابطة بينهما والتي تدعى الميراث Inheritance والتي تشير إلى آلية وراثة الكيانات الأبناء الصفات والعلاقات من الكيانات الآباء في مخطط EER.
2. مفهوم التخصيص/التعميم Specialization\Generalization إذ يشير التخصيص إلى الآلية التي يتم من خلالها إنشاء كيانات أبناء ترتبط بالكيان الأب (التعميم هو العملية المعاكسة للتخصيص) ويتم تنفيذ ذلك استناداً إلى صفة محددة أو نوع علاقات معين.

2.4. خوارزمية تحويل نموذج البيانات Data Model Mapping Algorithm

تطبق خوارزمية التحويل في هذا البحث على مخطط EER الأولي وذلك بهدف الحصول على النموذج المنطقي للبيانات والذي يمثل بنية قاعدة البيانات الجغرافية العلائقية كما يجب أن تنفذ ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية. تتألف خوارزمية التحويل من الخطوات التالية:

1. تحويل الكيانات (الكينونات) والصفات:

تحويل كل كيان إلى جدول يتكوَّن من الحقول الَّتي تقابل صفات ذلك الكيان. يتمُّ تحديد أحد صفات الكيان وتسميته بالمفتاح الرئيسي Primary Key (PK).

2. تحويل العلاقات الثنائية من النَّوع 1:1

تتم عملية التَّحويل وفق عدَّة خيارات أشهرها خيار يُسمَّى بطريقة المفتاح الأجنبي foreign key (FK) وفيها يُضاف المفتاح الرَّئيسي لأحد الجدولين المرتبطين إلى الجدول الآخر كمفتاح أجنبي.

3. تحويل العلاقات الثنائية من النَّوع 1:N

يُنشَأ جدولين لتمثيل الكيانين المرتبطين، على أن تُطبق طريقة المفتاح الأجنبي السَّابقة، وذلك بإضافة المفتاح الرئيسي للجدول من جهة العلاقة (1) إلى الجدول المرتبط بالعلاقة (N).

4. تحويل العلاقات الثُّنائية من النَّوع M:N

يُستخدم في هذا النَّوع من العلاقات جدول جديد، وبالتالي يكون ناتج هذه العلاقة ثلاثة جداول. جدولين لتمثيل الكيانين المرتبطين ويضمُّ الجدول الثَّالث حقلين كمفتاحين أجنبيين يمثِّلان المفتاحين الرئيسيين في الجدولين المرتبطين، ويمكن إضافة أي حقل آخر يكون له مغزى، كأن تكون العلاقة لها صفة بذاتها فتتحول الصِّفة إلى حقل في الجدول الجديد.

من حيث المعطيات المستخدمة في العمل فقد تم استخدام مشهد فضائي لبلدة قرى الأسد مأخوذ من التابع الصنعي IKONOS في العام 2002 بقدرة تمييز مكانية (1) متر، ومخطط تنظيمي ورقي للبلدة المذكورة يتضمن مسارات خطوط الاتصالات الهاتفية ومواقع الكبائن و العلب الهاتفية يتم الاستناد عليه لبناء كافة الكينونات الجغرافية ومن خلال زيارات ميدانية لمنطقة العمل تم تحديد الاحتياجات والمتطلبات وبالتالي جمع كافة البيانات الوصفية اللازمة لبناء قاعدة البيانات الجغرافية المراد تصميمها في هذا البحث.

5. مراحل العمل والنتائج

1.5 فهم هيكل المؤسسة وتحليل آلية العمل

تم إنجاز هذه المرحلة من خلال الخطوات التالية:

1. التعرف إلى الهيكل التنظيمي للمؤسسة.
2. تحديد المهام التي تقوم بها المؤسسة.

3. من أجل كل مهمة تم تحديد جميع أنواع ومصادر البيانات اللازمة لإنجاز هذه المهمة وذلك من خلال جرد لجميع أنواع البيانات التي تحتفظ بها المؤسسة.
4. تنظيم البيانات (الوصفية والمكانية) في مجموعات منطقية.

تم تنفيذ زيارة ميدانية إلى موقع العمل – مركز اتصالات قرى الأسد، وبنتيجة الزيارة تبين ما يلي:

تم تصنيف البيانات كما يلي:

- بيانات مكانية لعناصر الشبكة متوفرة بشكل ورقي على المخطط التنظيمي للبلدة.
- بيانات وصفية لمواصفات عناصر الشبكة ولكتها تحتاج إلى توثيق بشكل يخدم العمل من خلال تفريغها بشكل كتابي إما على الحاسب أو على الورق.

تبدأ شبكة الاتصالات من غرفة التجربة والتي تحتوي على تجهيزات وتوصيلات يتم من خلالها التحكم بكافة عناصر الشبكة.

تتصل غرفة التجربة بغرفة الزيرو والتي تنطلق منها شبكة الاتصالات إلى مناطق التغطية المختلفة عبر عدة محاور كل محور متمثل بكبل لتمر عبر كبائن تخدم عدة علب لتنتهي الشبكة الهاتفية بالمشتركين.

2.5 إنشاء النموذج الأولي لقاعدة البيانات الجغرافية (مخطط EER)

يتم تحويل نتائج المرحلة الأولى المتمثلة باستخلاص البيانات والمتطلبات الخاصة بالمستخدمين إلى مخطط رسومي له بنية مفهومة وسهلة يسمى النموذج الأوَّلي لقاعدة البيانات حيث يتميز هذا النَّموذج بأنه مستقل عن طبيعة البيانات وخصائصها وكذلك عن الطَّريقة الَّتي ستتمُّ فيها عملية التَّنفيذ. أُنشئ النموذج الأولي لقاعدة البيانات الجغرافية باستخدام نموذج البيانات EER وفق االخطوات التالية:

1. تحديد الكينونات Entities ضمن منطقة الدراسة. وهو إما أن يكون كيان عادي بسيط (non-geographic) أو أن يكون كيان جغرافي (geographic) حيث يرافق عملية تحديد الكينونات:

- تحديد النوع المكاني Spatial type للكيانات الجغرافية.

– تعريف العلاقات الطبولوجية topology بين الكيانات الجغرافية.

– تعريف العلاقات العادية Relationship التي تربط بين الكينونات على أرض الواقع ضمن منطقة الدراسة.

2. تحديد صفات Attribute كل كيان بسيط أو جغرافي.

3. تطبيق مفهوم التخصيص على الكينونات ضمن منطقة الدراسة. يتضمن ذلك تحديد:
– الكيانات الأبناء Subclass لكل كيان أب Superclass
– الصفات الخاصة بكل كيان ابن والتي تميزه عن غيره من الكيانات الأبناء (لنفس الأب) .
– العلاقة بين الكيان الابن والكيانات الأخرى ضمن منطقة الدراسة (حيث أن الكيان الابن يمكن أن يرث من الكيان الأب علاقته بالمحيط المدروس).
– الأنواع الفرعية Subtypes لكل كيان أب أو ابن.
عند تطبيق التخصيص على الكيانات نحن أمام أهم قرارات التصميم حيث أنه من الضروري في بعض الأحيان إنشاء فئات إضافية من الكيانات (كيانات أبناء) إما بسبب سمات إضافية محددة أو بسبب أنواع علاقات معينة وفي أحيان أخرى يتوجب أن يبقى الكيان وحدة واحدة إنما ينطوي على أنواع فرعية subtype.

4. تحديد المفتاح الرئيسي لكل كيان(أب/ابن) Primary Key (PK)

يبين الجدول (1) كافة مكونات هيكلية قواعد البيانات المنشودة مع صفاتها وارتباطاتها ومفاتيحها الرئيسية و الأجنبية.

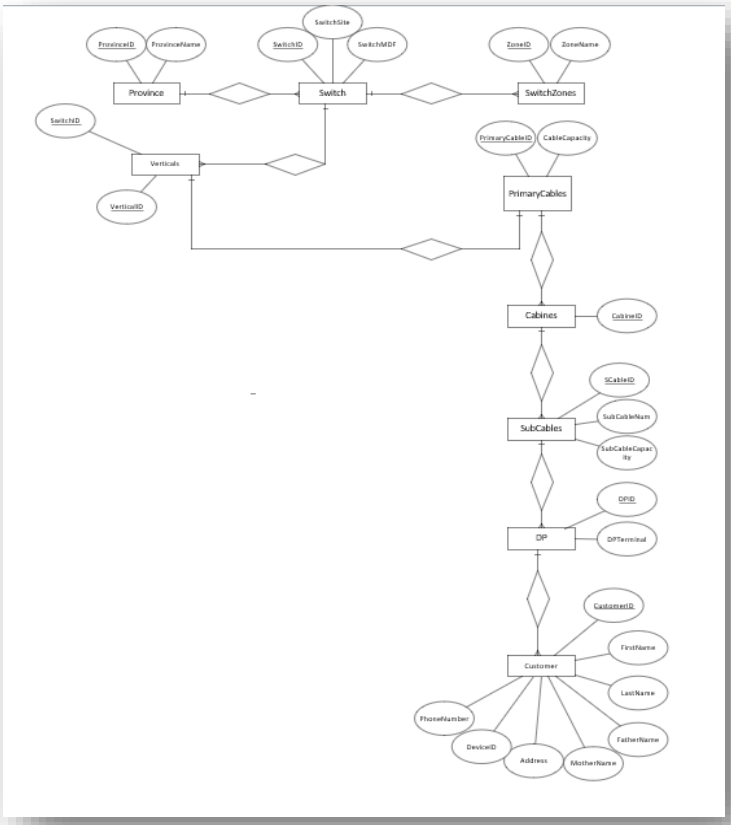
الجدول (1) مكونات هيكلية قواعد البيانات

المكون	الصفات	يرتبط مع	المفتاح الأجنبي
المحافظة (Proviance)	الاسم –الرمز (المفتاح الرئيسي)	المقسم	

المقسم (Switch)	الاسم –الرمز (المفتاح الرئيسي)	المحافظة	رمز المحافظة
الموقع (Switch zone)	الاسم –الرمز (المفتاح الرئيسي)	المقسم–االتجربة	رمز المقسم
التجربة (موجودة داخل المقسم)	الرمز (المفتاح الرئيسي)	المقسم–القائم	رمز المقسم
القائم (Vertical)	الرقم –الرمز (المفتاح الرئيسي)	التجربة–الرئيسي على القائم	رمز التجربة
الرئيسي على القائم (جزء من القائم)	الرمز (المفتاح الرئيسي)	القائم–الكبل الرئيسي	رمز القائم
حالة الرقم	ACTIVE – FREE– FAULTY –RESERVED	الرئيسي على القائم	رمز الرئيسي على القائم
الكبل الرئيسي(Primary Cable)	الرقم –الرمز (المفتاح الرئيسي)	الرئيسي على القائم–المجموعة	رمز الرئيسي على القائم
المجموعة (Cabinet)	الاسم –الرمز (المفتاح الرئيسي)	الكبل الرئيسي–الرئيسي على المجموعة	رمز الكبل الرئيسي
الرئيسي على المجموعة (امتداد الكبل الرئيسي)	الرمز (المفتاح الرئيسي)	المجموعة–الفرعي على المجموعة	رمز المجموعة
الفرعي على المجموعة (Sub Cable)	الرمز (المفتاح الرئيسي)	الرئيسي على المجموعة –الكبل الفرعي قي المحموعة	رمز الرئيسي على المجموعة
الكبل الفرعي قي المجموعة (امتداد الفرعي على المجموعة)	الاسم –السعة–الرمز (المفتاح الرئيسي)	الفرعي على المجموعة –علبة التوزيع	رمز الفرعي على المجموعة
علبة التوزيع (DP)	الرمز (المفتاح الرئيسي)	الكبل الفرعي قي المحموعة –التيرمينال على علبة التوزيع	رمز الكبل الفرعي قي المجموعة
التيرمينال على علبة التوزيع (جزء من علبة التوزيع)	الاسم –الرمز (المفتاح الرئيسي)	علبة التوزيع –المشترك	رمز علبة التوزيع

المشترك (Customer)	الاسم– رقم الاشتراك –تجهيزة رقم الاشتراك –العنوان–الرقم الوطني (المفتاح الرئيسي)	التيرمينال على علبة التوزيع	رمز التيرمينال على علبة التوزيع

كما يبين الشكل (6) النموذج الأولي لنظام إدارة قواعد البيانات المكانية في مركز اتصالات قرى الأسد ضمن محافظة ريف دمشق.



الشكل (6) النموذج الأولي لنظام إدارة قواعد البيانات المكانية في مركز اتصالات قرى الأسد

3.5. تصميم النموذج المنطقي لقاعدة البيانات الجغرافية (مخطط قاعدة البيانات Database Schema

تم في هذه المرحلة تطوير مخطط تدفق flowchart يشمل وصفاً لبنية قاعدة البيانات الجغرافية كما يجب أن تُنفذ ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية يسمى مخطط قاعدة البيانات Database schema ناتج عن معالجة خاصة لمخطط EER الناتج من المرحلة السابقة (النموذج الأولي). يبين مخطط قاعدة البيانات مجموعات البيانات والعلاقات والهيكل التنظيمي والتدفق ضمن قاعدة البيانات الجغرافية العلائقية. تم إنشاء مخطط قاعدة البيانات الجغرافية (النموذج المنطقي) استنادا إلى مخطط EER على مرحلتين:

1.3.5 تخطيط قاعدة البيانات المكانية:

أنشئ مخطط قاعدة البيانات المكانية باعتماد أسس التصنيف التالية للكيانات المعرفة ضمن النموذج الأولي:

- تصنيف الكيانات في النموذج الأولي إلى طبقات مستقلة feature classes حيث تُعرَّف الطَّبقة بأنَّها تصنيف منفصل لنوع من السِّمات feature المكانية (نقطة، خط، مضلع).
- تنظيم الطبقات ضمن مجموعات feature dataset بحيث أن:

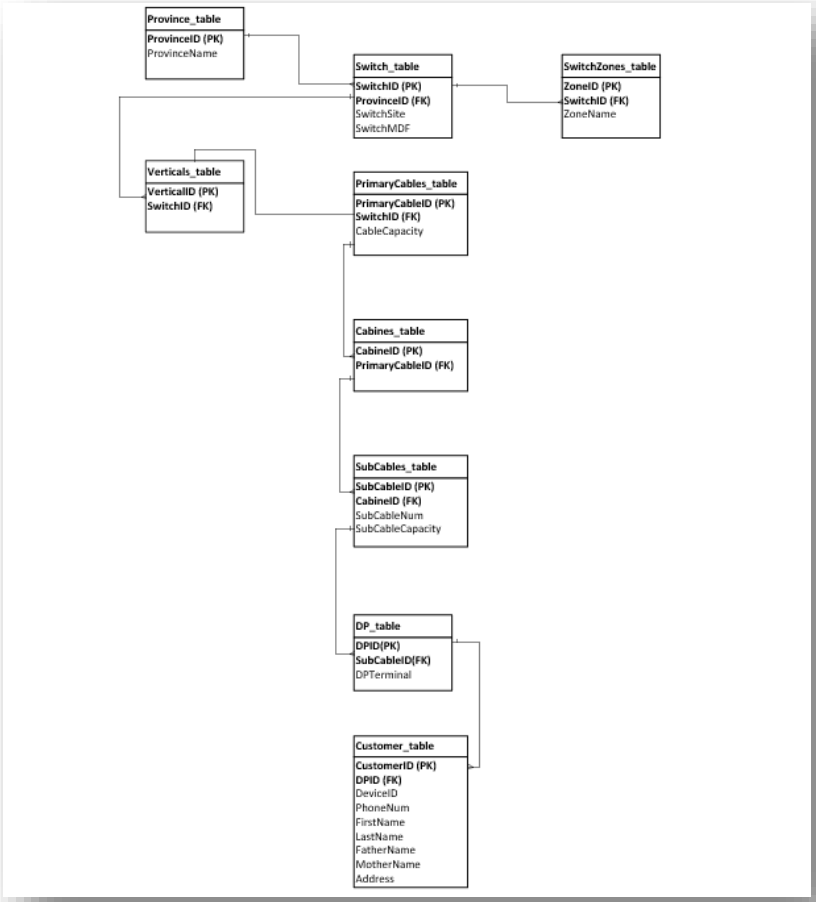
– كل شبكة من شبكات البنية التحتية (الطرق، الكهرباء، **الهاتف**، ...إلخ) تجمع العناصر (السمات) المكونة لها feature class ضمن مجموعة واحدة.

– يمكن أن نجمع الكيانات التي تتشارك بعلاقات مكانية (طبولوجية) ضمن مجموعة واحدة.

– الكيانات الفردية التي لا ترتبط بأي علاقات مكانية أو لاتنتمي إلى أي من شبكات البنية التحتية يمكن أن تجمع في مجموعة واحدة (على الرغم من اختلاف نوعها المكاني)

2.3.5 تخطيط قاعدة البيانات العلائقية:

تم الحصول على مخطط قاعدة البيانات العلائقية (المرتبطة بالطبقة المكانية) من تطبيق خوارزمية التحويل على مخطط EER، الشكل (7).



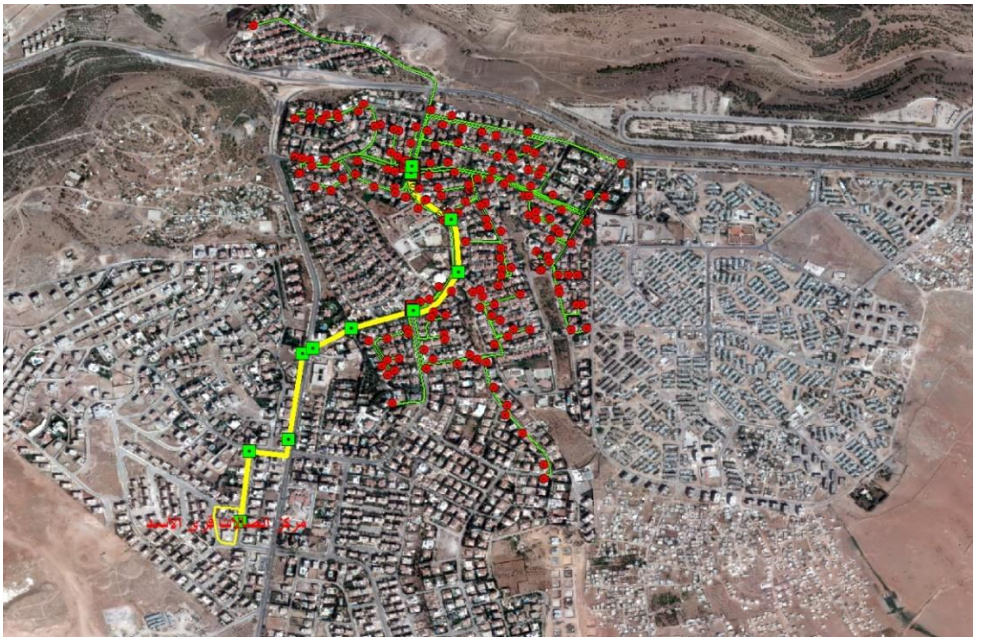
الشكل (7) النموذج المنطقي لنظام إدارة قواعد البيانات المكانية في مركز اتصالات قرى الأسد

إن اجتماع مخطط قاعدة البيانات المكانية ومخطط قاعدة البيانات العلائقية يشكل مخطط قاعدة البيانات الجغرافية كما يجب أن تنفذ ضمن بيئة عمل نظم المعلومات الجغرافية GIS.

4.5 إنشاء قاعدة البيانات الفيزيائية

يتحول التركيز الآن إلى تحقيق وجود فعلي لمخطط قاعدة البيانات الجغرافية ضمن بيئة عمل GIS وهذا يتطلب فهم مكونات ووظائف نظم المعلومات الجغرافية من جهة وخبرة في نمذجة قواعد البيانات الجغرافية بالإضافة إلى امتلاك تقنيات إدارة البيانات من جهة أخرى. أُنشئت قاعدة البيانات الجغرافية الفيزيائية ضمن برنامج ArcMap استناداً إلى النموذج المنطقي (مخطط قاعدة البيانات) الناتج في المرحلة السابقة وفق الخطوات التالية:

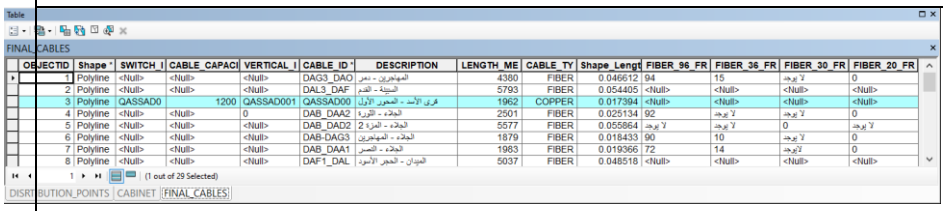
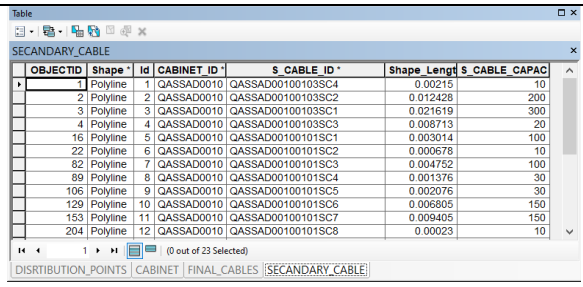
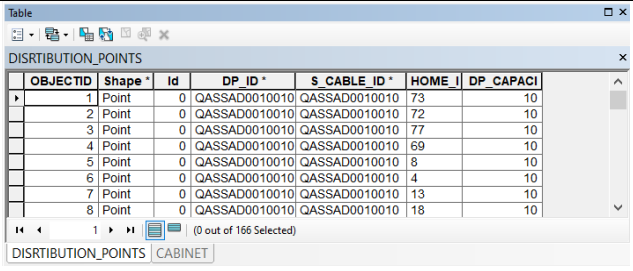
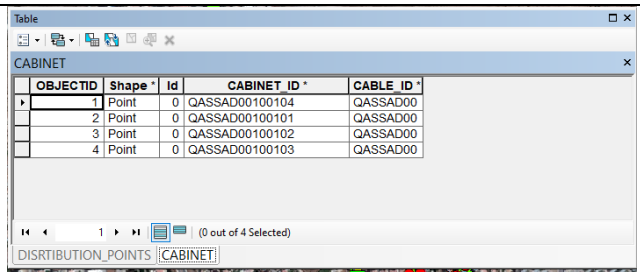
1. إنشاء الطبقة المكانية وفق البنية المحددة لها في مخطط قاعدة البيانات. لأجل ذلك تم استخدام جميع مصادر البيانات المكانية المتوفرة، حيث استخدمت معطيات الاستشعار عن بعد (الصورة الفضائية) كذلك تم استخدام المعطيات المكانية المتوفرة لدى مركز اتصالات قرى الأسد (مسارات الكابلات الرئيسية والثانوية ومواقع الكبائن والعلب الهاتفية) الشكل (8).



الشكل (8): الطبقة المكانية لشبكة اتصالات مركز قرى الأسد – المحور الأول

2. إنشاء الجداول وفق البنية المحددة لها في مخطط قاعدة البيانات وهي إما أن تصف كيان جغرافي وتكون تابعة له أو أن تكون جداول فردية ترتبط بعلاقة مع الكيانات الجغرافية، الجدول (2).

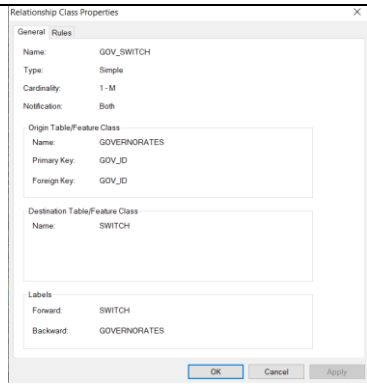
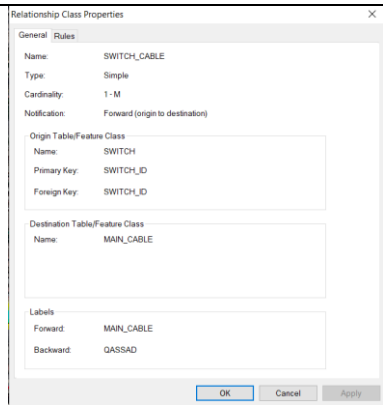
الجدول (2): توصيف بعض الكائنات الجغرافية

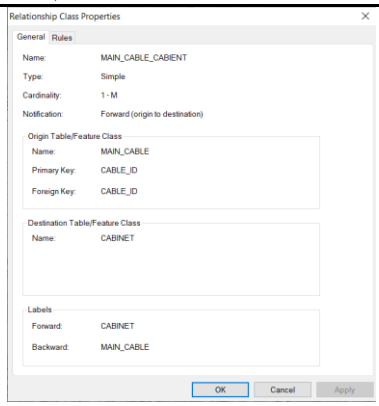
الكائن	الصفات
الكابلات الرئيسية	
الكابلات الثانوية	
نقاط التوزيع	
الكبائن	

الشكل (9):

3. إنشاء العلاقات relationship class المعرّفة بين الكيانات وذلك استناداً إلى مخطط قاعدة البيانات حيث يلعب المفتاح الرئيسي (في الجدول الأصل) والمفتاح الأجنبي (في الجدول الوجهة) دورا مهماً وأساسياً في تعريف تلك العلاقة الرابطة بين الكيانات على اختلاف أنواعها، الجدول (3).

الجدول (3): توصيف بعض العلاقات

العلاقة	التوصيف
المحافظة مع مركز الاتصالات	
مركز الاتصالات مع الكابلات الرئيسية	

الكابلات الرئيسية مع الكبائن	

6. الخلاصة والتوصيات

تم في هذا البحث نمذجة البيانات الجغرافية لشبكة الاتصالات الهاتفية في أحد مراكز الاتصالات من خلال تصميم وبناء قاعدة بيانات جغرافية علائقية استناداً إلى نموذج البيانات الكينونة – علاقة الموَسع EER Model. وبناءً على ماأنجز في هذا البحث فإنه يمكن تصنيف نموذج البيانات EER Model في المقدمة عند تصميم قواعد البيانات الجغرافية العلائقية كونه يوفِّر كافة الأدوات للتَّعبير عن الكينونات وصفاتها والعلاقات فيما بينها، قادر على التعبير عن مستويات عدة من الكيانات وبالتالي مستويات متعددة من الصفات والعلاقات، بإمكانه التعامل مع السمات المكانية القياسية الموجودة في نظم المعلومات الجغرافية والتمثيلات المتعددة للسمات المكانية والطبولوجيا (العلاقات المكانية). ومن جهة أخرى، يتيح نموذج البيانات EER Model عرض قاعدة البيانات بالكامل وتقييم كيفية تفاعل الجوانب المختلفة منها وبالتالي فإنه يؤدي إلى قاعدة بيانات جيدة الإنشاء وفعالة من الناحية الوظيفية والتشغيلية الأمر الذي يؤدي إلى زيادة المرونة في استرجاع البيانات وتحليلها، القابلية للتوسع التي تتلاءم بسهولة مع الوظائف المستقبلية، وتقليل تكرار البيانات ...إلخ. استنادا إلى ماأنجز في هذا البحث فإنه يوصى بالاهتمام بعملية التصميم لقواعد البيانات الجغرافية حيث أن إنفاق الوقت والمال لتحديد مشكلات التصميم وحلها مبكراً يوفر الحاجة إلى إنفاق موارد أكبر لاحقاً في محاولة لحل ما قد يصبح مشكلات لا

يمكن التغلب عليها، كذلك التأكيد على أهمية التوثيق لقاعدة البيانات من خلال إنشاء كتالوج قاعدة البيانات كونه حجر الأساس في تطوير قواعد البيانات الحديثة مقارنةً بالنظم القديمة الَّتي لم تكن تستخدم هذه التِّقنية. في الدراسات المستقبلية من أجل تصميم وبناء قاعدة بيانات جغرافية فإنه يمكن إدخال عامل الزمن **t** إلى قواعد البيانات الجغرافية وذلك لتحقيق المرونة في إدارة التغيرات مع الزمن لكل من البيانات الوصفية والمكانية.

7. المراجع:

Chen, P, 1976— *The Entity Relationship Mode—Toward a Unified View of Data*, Center for Information Systems Resear Cambridge, Massachusetts, 68p.

Eick, C. 1991, *A Methodology for the Design and Transformation of Conceptual Schemas*, Proceectings of the 17th International Conference on Very Large Data Bases

[1] Elmasri, R., and Wiederhold, G— 1980, *Structural Properties of Relationships and Their Representation*, NCC, AFIPS, 49.

[2] Elmasri, R., and Larson, J. 1985— *A Graphical Query Facility for ER Databases*, in ER Conference.

[3] Elmasri, R., Weeldreyer, J., and Hevner, A. 1985— *The Category Concept: An Extension to the Entity- Relationship Model*, DKE, 1:1, May 1985.

[4] Elmasri, R. and Shamkant B., 2016— *Fundamentals OF Database Systems*, seventh edition, chapter 4, The Enhanced Entity–Relationship (EER) Model, Library of Congress,1273.

[5] Elsevier Ltd.2012—*Entity-relationship and object-oriented formalisms for modeling spatial environmental data*, Environmental Modelling & Software 33 (2012) 80-91

[7] Hammer, M., and McLeod, D. 1981— *Database Description with SDM: A Semantic Data Model*, TODS, 6:3, September.

[8] Hugh W. Calkins 1996— *Entity Relationship Modeling of Spatial Data for Geographic Information Systems*, International Journal of Geographical Information Systems

[9] John M., 2004— *Conceptual Modeling with the (Extended)Entity-Relationship Model. ECS-165A WQ'11*

[10] Parent C., and Spaccapietra, S. 1985— *An Algebra for a General Entity-Relationship Model*, TSE, 11:7, July 1985

[11] Robson do N. Fidalgo, Elvis Maranhão, Sergio España, Jaelson Castro, Oscar Pasto, 2012— *EERMM: A Metamodel for the Enhanced Entity-Relationship Model International Conference on Conceptual Modeling*

[12] Shashi S., Ranga R.V., Sanjay C., and Thomas E. B. *2000—Spatial Pictogram Enhanced Conceptual Data Models and Their Translation to Logical Data Models.*

[13] Silvia G. and Robert L., 2001— *Conceptual Modeling of Geographic Applications*, advanced geographic information systems – vol. i - conceptual modeling of geographic applications,

[14] Smith J. and Smith D., 1977— *Database Abstractions: Aggregation and Generalization*, TODS, 2:2, June.

[15] Soutou, G. 1998— *Analysis of Constraints for N-ary Relationships*, in ER98 conference.