إنشاء الخارطة الرقمية لشبكة نقل الطاقة بالتوتر (66kV) في محافظة اللاذقية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية

د. غسان حايك*

د. حسام شاهين**

د. مضر صارم***

معلا إبراهيم****

(تاريخ الإيداع 24 / 12 / 2020. قُبِل للنشر في 9/ 3 / 2021)

ملخّص

يُشكّل نظام الطاقة الكهربائية أحد أهم مرافق البنية التحية التي تدعم النمو الاقتصادي والتطور في المجتمعات الحديثة ويمثل معياراً هاماً لتطور المجتمع ورخاء الشعب. يؤدي فشل هذا النظام في تأدية وظائفه إلى حدوث أضرار اقتصادية كبيرة. لذلك فإنّ تخطيط وتصميم وتشغيل ومراقبة هذا النظام يتطلب توافر قواعد بيانات فعّالة ومحدّثة تمكن القائمين على إدارته من اتخاذ القرار المناسب في الوقت المناسب لضمان استمرار عمله بالشكل الأفضل. وبما أنّ هذا النظام يمتد على مساحات جغرافية كبيرة وله أبعاد مكانية، فإنّ قواعد البيانات التقليدية (الورقية أو الحاسوبية غير المرتبطة بالمكان) لا تقدم لمتخذي القرار الصورة الأفضل عن وضع النظام عند اتخاذ القرار. يعد نظام المعلومات الجغرافية (Geographic information System–GIS) من أهم أنظمة قواعد البيانات المرتبطة بالمكان. وبتكامل هذا النظام مع نظام تحديد المواقع العالمي (Global Positioning System–GPS) ونظام الاستتشعار عن بعد (Remote Sensing–RS)، يمكن إيجاد الحلول للمشاكل ذات البعد الجغرافي بفعالية ودقة وسهولة أكبر. يعرض هذا المقال كيفية بناء الخارطة الرقمية لشبكة نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية اعتماداً على التقنيات المذكورة أعلاه. ولبناء هذه الخارطة، تمّ بدايةً الحصول على بيانات تقنية (كهربائية) عن الشبكة في منطقة الدراسة تضمّنت بعض الخرائط الورقية للشبكة المذكورة ومجموعة من الجداول الورقية والإلكترونية لمعطيات هذه الشبكة. ثم تمّ استخدام جهاز الـ GPS لتحديد الإحداثيات الجغرافية لمحطات وابراج هذه الشبكة. لاحقاً قمنا ببناء شرائح الـ GIS للمحطات والأبراج والخطوط باستخدام برنامج (ArcGIS 10.3). بعد ذلك تمّ بناء قاعدة البيانات الرقمية (الجغرافية والكهربائية) لهذه الشبكة باستخدام نهج إدارة قواعد البيانات العلائقية وتم ربط هذه القاعدة مع شرائح الـ GIS. وقد أظهرت النتائج التي حصلنا عليها، أنّ الخارطة الرقمية توفّر إمكانيات كبيرة تتمثّل في حل عدد كبير من المشاكل المكانية مثل تحديد عدد ومواقع محطات التحويل ومكوناتها والأبراج ومسارات الخطوط وغيرها بشكل دقيق مما يُسهم في تعزيز وتسريع عملية اتخاذ القرار الدقيق المناسب.

الكلمات المفتاحية: الخارطة الرقمية، الاستشعار عن بعد، نظام المعلومات الجغرافية (GIS)، نظام تحديد المواقع العالم (GPS)، نظام الطاقة الكهربائية.

* أستاذ – قسم هندسة الطاقة الكهربائية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية –جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.

** أستاذ مساعد – قسم هندسة الطاقة الكهربائية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية –جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.

*** باحث رئيسي – الهيئة العامة للاستشعار عن بعد – فرع المنطقة الساحلية.

**** طالب دكتوراه – قسم هندسة الطاقة الكهربائية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية –جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.

Establishing the Digital Map of the Electric PowerTransmission Network (66kV) in Latakia Governorate Using Remote Sensing and Geographic Information System Techniques

Dr. Ghassan Hayek*
Dr. Husam Shaheen**
Dr. Mudar Sarem ***
Mulla Ibrahim****

(Received 24 / 12 / 2020. Accepted 9 / 3 / 2021)

□ ABSTRACT □

The electric power system is one of the most important infrastructure facilities that support the economic growth and development in modern societies and represents an important criterion for the development of society and the well-being of the people. The failure of this system to perform its functions causes great economic damage. Therefore, planning, designing, operating and controlling this system require the availability of effective and updated databases that enable the administrators of the system to take the appropriate decision at the right time to ensure that the system continues its work in the best way. Since this system extends over large geographical areas and has spatial dimensions, the traditional databases (non-spatial paper or computer-based databases) do not provide decision makers with the best view of the system when making their decisions. The Geographic Information System (GIS) is one of the most important spatial database systems. By integrating this system with the Global Positioning System (GPS) and the Remote Sensing system (RS), it is possible to find solutions to the problems with geographic dimension more effectively, accurately and easily. This article shows how to build the digital map of the 66kV electric power transmission network in Lattakia governorate based on the above-mentioned technologies. To establish this map, technical (electrical) data about the network was initially obtained for the study area including some paper-based maps of the mentioned network and a set of paper and electronic tables for the data of this network. Then, the GPS device was used to determine the geographical coordinates of the stations and towers of this network. Later, GIS files for stations, towers and lines were built using ArcGIS 10.3 software. Then, the digital (geographic and electrical) database for this network was built using a relational database management approach and this database was linked with the GIS files. The obtained results showed that the digital map provides great capabilities represented in solving a large number of spatial problems such as determining accurately the number and the locations of the substations and their components, the towers and the lines paths, etc., which contributes to enhance and speed up the accurate and suitable decision-making process.

Keywords: Digital map, Remote Sensing (RS), Geographic Information System (GIS), Global Positioning System (GPS), electric power system.

*Professor, Department of Electrical Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
** Associate Professor, Department of Electrical Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
*** Main Researcher, the General Organization of Remote Sensing (GORS), Costal Branch.
****Postgraduate Student (Ph.D.), Department of Electrical Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تتصف أنظمة الطاقة الكهربائية بأنها من أكثر أنظمة البنى التحتية تعقيداً في أي بلد. يأتي هذه التعقيد من العدد الكبير لمكونات هذه الأنظمة وتجهيزاتها المختلفة وأماكن إنتشارها وتشعباتها الواسعة انطلاقاً من محطات التوليد ومروراً بشبكات النقل وانتهاءً بشبكات التوزيع التي تغذي المستهلكين. يضاف إلى ذلك، الكم الهائل من البيانات الناتجة عن مكونات هذه الأنظمة في حالات التشغيل الطبيعية والديناميكية (بيانات كهربائية وبيانات جغرافية). على سبيل المثال، قيم التوترات والاستطاعات ووضعيات تفريعات المحولات وقراءات المقاييس ووضعيات أجهزة التحكم (كأمثلة على البيانات الكهربائية) وأماكن وجود الأبراج والعمر الزمني لها ومحطات التحويل وتواريخ وضعها بالخدمة ومسارات الخطوط وأنواعها (كأمثلة على البيانات الجغرافية). انطلاقاً مما سبق، فإنّ أي تخطيط أو تصميم أو تشغيل وتحكم أو إدارة لمكونات هذه الأنظمة يتطلب التعامل مع كم هائل من البيانات من خلال جمع وتخزين ومعالجة وتحليل هذه البيانات ثم اتخاذ القرار المناسب. لا تقدّم أنظمة تخزين البيانات التقليدية، سواء الورقية منها أو حتى الحاسوبية، المرونة اللازمة لجمع وتخزين ومعالجة وأظهار البيانات بأنماط وأشكال وخرائط حقيقية وذلك لافتقارها للبعد الجغرافي. يتميّز نظام المعلومات الجغرافية (Geographic Information System – GIS) [1] ومن خلال تكامله مع نظام المواقع العالمي (Global Positioning System – GPS) [2] وتقينات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing–RS) [3] بالقدرة على جمع وتخزين ومعالجة وتحليل البيانات واستكشاف العلاقات بينها وإظهارها على شكل خرائط تفاعلية تتطابق مع الواقع وتُظهر على صورة فضائية للواقع الحقيقي كما هو وبدقة كبيرة.

لذلك يُعدّ مثل هذا النظام نظاماً فعّالاً ومناسباً جداً لنمذجة أنظمة الطاقة الكهربائية (كنموذج أحادي الطور بالواقع الحقيقي وليس الافتراضي) وبناء قواعد بيانات لها (قابلة للتحديث إما يدوياً أو آلياً بشكل دوري أو بشكل آني) على شكل خرائط تفاعلية تُظهر جميع مكونات هذه الأنظمة وتعطي تفاصيل كثيرة وبدقة عالية عن هذه المكونات تساعد أصحاب القرار في اتخاذ القرار المناسب المدعوم بالبيانات على شكل رسوم بيانية أو جداول أو خرائط. كما يكمن ربط قواعد البيانات هذه ببرمجيات الطاقة الكهربائية وإجراء التحليل المناسب وإظهار نتائج هذه التحليلات على خارطة الشبكة الرقمية التفاعلية مما يعطي صاحب القرار صورة واضحة مرئية عن حالة النظام. كل ذلك يؤمّن لمخططي ومصممي ومشغلي هذه الأنظمة القدرة الكبيرة على اتخاذ القرارات الصحيحية والمناسبة في الوقت المناسب.

تبيّن الدراسة المرجعية التي قمنا بها وجود العديد من الأبحاث العلمية المنشورة عالمياً في مجال نمذجة أنظمة الطاقة الكهربائية باستخدام نظام الـ GIS لتحقيق عدد كبير من الأهداف مثل تنفيذ الاستعلامات المطلوبة لتحقيق الإدارة الأفضل لمكونات وأصول هذه الأنظمة بشكل فعّال واتخاذ القرار المناسب بذلك. كذلك الأمر تخطيط أنظمة الطاقة الكهربائية وإدارة شبكات النقل والتوزيع وإدارة الحمل وتقليل ضياعات أنظمة الطاقة وتحديد المسارات الأمثل لخطوط شبكات أنظمة الطاقة والتنبؤ بالحمولات الكهربائية وتنفيذ الصيانات الدورية والطارئة بكفاءة وفعّالية أكبر، إلخ.

فقد استخدمت تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتحديد المواقع العالمي على نطاق واسع في نمذجة أنظمة الطاقة الكهربائية، أي بمعنى رسم خرائط تفاعلية لهذه الأنظمة وإنشاء واجهات رسومية للبيانات الكهربائية والجغرافية الخاصة بها توفّر وتسهل ربط هذه البيانات مع الموقع الجغرافي واستشكاف العلاقات بين هذه البيانات [4–7]. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ هذه التقنيات كاملت بين خرائط الشبكات الكهربائية والخرائط الأرضية وذلك بهدف التخطيط الاستراتيجي لأنظمة الطاقة [8–9] وإدارة مكونات هذه الأنظمة وتحليل البيانات وتشكيل بيئة مساعدة لدراسات

كهربائية متقدمة في هذه الأنظمة مثل سريان الاستطاعة [10–11] والتنبؤ بالأحمال [12] والاستقرار العابر وكشف الأعطال وتحديد أماكنها وكذلك تحليل الدارة القصيرة وغيرها [13–16].

كما استخدمت تقنيات نظام الـ GIS في تشكيل خرائط آلية تُنتج خرائط اتصال كهربائية أحادية الطور، حيث تم تطوير خوارزمية تشكيل الخرائط الآلية لتلبّي المتطلبات الفنية لشبكات التوزيع الكهربائية [17]. كما تم تصميم وتطوير تطبيقات مواقع إنترنت لنظام الطاقة الكهربائي تُظهر البيانات الكهربائية والجغرافية لهذا النظام بالاعتماد على تقنيات الـ GIS [18–19]. كذلك الأمر استُخدم نظام الـ GIS في تطوير نظام يملك القدرة على إظهار المعطيات الكهربائية من هبوط توتر وضياعات استطاعة في شبكات التوزيع للمستهلكين عبر خارطة رقيمة تفاعلية [20]. وتم ابتكار طرق لتحديد المسار الأمثل لخطوط شبكات التوزيع بالتوتر المتوسط وكذلك الموقع الأمثل لمحطات التحويل في هذه الشبكات اعتماداً على خوارزميات الحل الأمثل التي تساعد في اتخاذ القرار المناسب مع الأخذ بالحسبان جميع القيود البيئية والمناخية التي تؤثر على هذه المسارات والمواقع [21–22]. ولتحسين الأداء التجاري والمالي لأنظمة التوزيع الكهربائية، فقد تم اتخاذ عدد من الخطوات مثل تقليل الضياعات الفنية والتجارية، وتحسين إدارة الحمل وعمليات القياس وإصدار الفواتير، وتعزيز ثقافة جودة الطاقة كل ذلك بمساعدة خرائط أنظمة الـ GIS. حيث تُظهر المراجع [23–24] الدور الذي يلعبه نظام الـ GIS في عمليات تصميم وتنظيم وإدارة وصيانة وتشغيل شبكات التوزيع عن طريق بناء قاعدة بيانات كهربائية ذات بعد مكاني كون نظام الطاقة ذو بعد مكاني بحد ذاته. كما استخدمت أنظمة الـ GIS وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظام المواقع العالمي في تحديد المسارات الأمثل للوصول إلى المحطات الكهربائية والأبراج التي تحتاج اصلاح أو صيانة وتنظيم خطط الاستجابة الطارئة لحدوث العطل في الشبكات الكهربائية [25–26]

من خلال الدراسة المرجعية السابقة، يمكن أن نخلص إلى أنّ تقنيات الـ (RS) المعتمدة على معالجة الصور الفضائية بدقتها العالية في الوقت الراهن وبتكاملها مع أنظمة الـ (GIS) والـ (GPS) تعد إحدى أهم الأدوات لحل المشاكل ذات البعد المكاني المعقدة التي تتصف بها أنظمة الطاقة الكهربائية بسرعة وفعالية كبيرة. حيث بيّنت نتائج الأبحاث والدراسات السابقة أنّ هذه التقنيات تلعب دوراً هاماً في جميع مراحل التخطيط والتصميم، والتحليل، والإدارة والتشغيل لمشاريع وأنظمة الطاقة الكهربائية وخصوصاً الحديثة منها.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى بناء الخارطة الرقمية لشبكة نقل الطاقة بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية اعتماداً على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظامي الـ (GIS) والـ (GPS). وتأتي أهمية البحث من أنّ بناء هذه الخارطة الرقمية يمكن أن يوفّر صورة شاملة وواضحة عن جميع مكونات هذه الشبكة. يُضاف إلى ذلك، تأمين قاعدة بيانات دقيقة وقابلة للتحديث تساعد في إجراء عدد كبير من الاستعلامات عن الشبكة وتؤمن معطيات كافية لأيّة برمجيات كهربائية أخرى لإجراء دراسات كهربائية تتعلق بالتخطيط والتصميم والتحليل وغيرها.

وقد افترضنا في هذا البحث أنّ استخدام تقنيات الـ (RS) ونظامي الـ (GIS) والـ (GPS) يمكن أن يساعد في الوصول إلى الأهداف المنشودة.

طرائق البحث ومواده:

1. شبكة نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية:

تتم تغذية محافظة اللاذقية بالطاقة الكهربائية عن طريق ثلاث محطات تحويل (230/66kV) رئيسية ومحطة عبور (400/230kV) وهي:

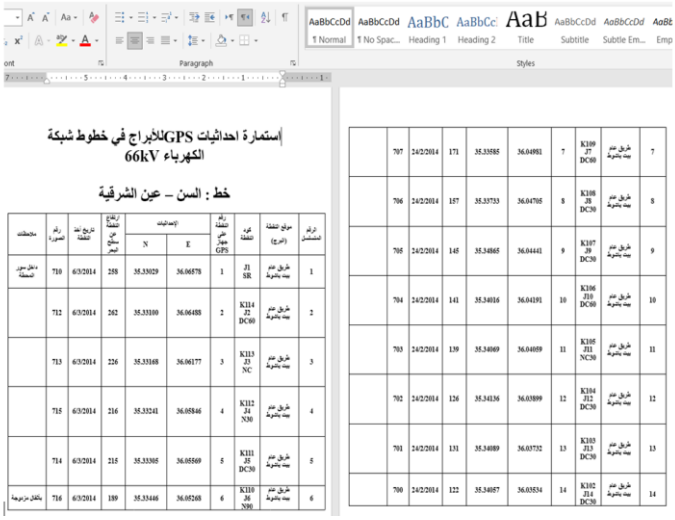
- المحطة الرئيسية (الأولى): وتسمى محطة تحويل اللاذقية الأولى وهي تستقبل الطاقة الكهربائية من محطة توليد بانياس في طرطوس وتوزعها على محطة عبور المرفأ ومحطة تحويل سقوبين.
- محطة تحويل جبلة: تستقبل الطاقة الكهربائية) عبر خط مزدوج) من محطة توليد بانياس في طرطوس وتوزعها لمحطة عبور المرفأ.
- محطة عبور المرفأ: تستقبل الطاقة الكهربائية من محطة تحويل اللاذقية الأولى ومن محطة تحويل جبلة.
- محطة تحويل سقوبين: تستقبل الطاقة الكهربائية من محطة تحويل اللاذقية الأولى ومن محطة عبور المرفأ. بالإضافة لخط من محطة توليد زيزون (التغذية متوقفة حالياً فيه).

تشكل المحطات الثلاث حلقة الوصل بين شبكة نقل الطاقة بالتوتر 230kV وشبكة نقل الطاقة بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية.

2. جمع البيانات الجغرافية والكهربائية للشبكة:

1) جمع البيانات الجغرافية:

لجمع البيانات الجغرافية المتعلقة بالشبكة (مثل إحداثيات مواقع الأبراج ومواقع المحطات والارتفاع عن سطح البحر وغيرها)، كان لابد بدايةً من تصميم استمارات جمع بيانات للإحداثيات الجغرافية وكذلك تصميم استمارات لجولات حقلية من أجل جمع البيانات. كما تم تصميم جداول برموز المحطات والخطوط من أجل سهولة استخدام البيانات لاحقاً. وبعد ذلك تمت عملية جمع البيانات من خلال جولات حقلية شملت جميع محطات وخطوط (أبراج الشبكة). تمّت هذه الجولات بالتعاون والتنسيق مع شعبة الصيانة في دائرة نقل الطاقة – فرع المنطقة الساحلية. يظهر الشكل (1) نموذج من استمارات جمع البيانات الجغرافية لأبراج خطوط الشبكة ومحطاتها بعد إملائها. كما تم استخدام كاميرة رقمية لأخذ صور لبعض أقسام المحطات وجميع أبراج الخطوط.



استمارة احداثيات GPSللأبراج في خطوط شبكة الكهرباء 66kV

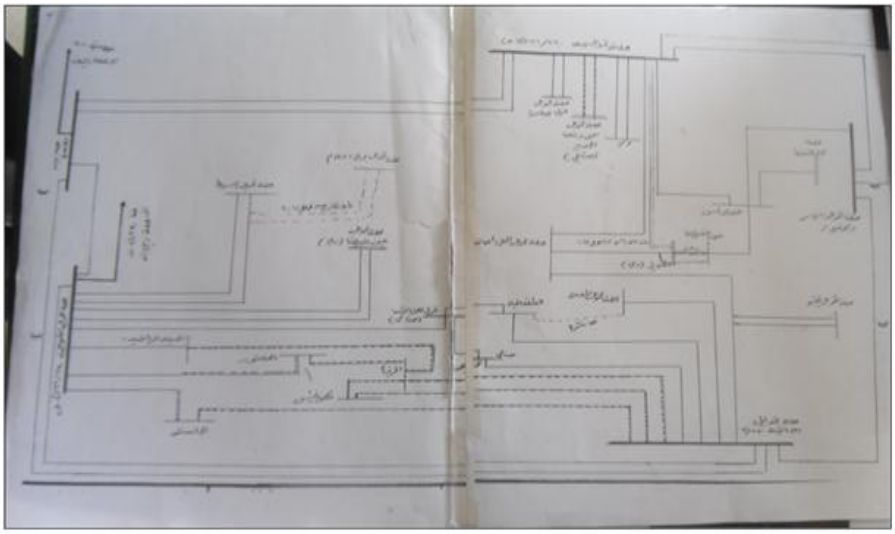
خط : السن – عين الشرقية

الرقم المتسلسل	موقع المحطة (اسم)	رمز المحطة	رقم المحطة على جهاز GPS	الإحداثيات N	الإحداثيات E	الارتفاع عن سطح البحر	تاريخ أخذ القطعة	رقم الصورة	ملاحظات
1	شارع عام بيته بالشوك	J1 SR	1	35.33029	36.06578	258	6/3/2014	710	داخل سور المحطة
2	شارع عام بيته بالشوك	K114 J2 DC60	2	35.33100	36.06488	262	6/3/2014	712	
3	شارع عام بيته بالشوك	K113 J3 NC	3	35.33168	36.06177	226	6/3/2014	713	
4	شارع عام بيته بالشوك	K112 J4 N30	4	35.33241	36.05846	216	6/3/2014	715	
5	شارع عام بيته بالشوك	K111 J5 DC30	5	35.33305	36.05569	215	6/3/2014	714	
6	شارع عام بيته بالشوك	K110 J6 N90	6	35.33446	36.05268	189	6/3/2014	716	بالقرب مزرعة
7	شارع عام بيته بالشوك	K109 J7 DC60	7	35.33585	36.04981	171	24/2/2014	707	
8	شارع عام بيته بالشوك	K108 J8 DC30	8	35.33733	36.04705	157	24/2/2014	706	
9	شارع عام بيته بالشوك	K107 J9 DC30	9	35.34865	36.04441	145	24/2/2014	705	
10	شارع عام بيته بالشوك	K106 J10 DC60	10	35.34016	36.04191	141	24/2/2014	704	
11	شارع عام بيته بالشوك	K105 J11 NC30	11	35.34069	36.04059	139	24/2/2014	703	
12	شارع عام بيته بالشوك	K104 J12 DC30	12	35.34136	36.03899	126	24/2/2014	702	
13	شارع عام بيته بالشوك	K103 J13 DC30	13	35.34089	36.03732	131	24/2/2014	701	
14	شارع عام بيته بالشوك	K102 J14 DC30	14	35.34057	36.03534	122	24/2/2014	700	

الشكل (1) نموذج استمارة إحداثيات الـ GPS لأبراج خطوط الشبكة: خط السن – عين الشرقية بعد أخذ الإحداثيات بجهاز الـ GPS

2) جمع البيانات الكهربائية:

لجمع البيانات الكهربائية المتعلقة بالشبكة. قام فريق البحث بعدة زيارات ميدانية لدائرة نقل الطاقة – فرع المنطقة الساحلية وشبعة الصيانة التابعة للفرع. حيث تم تزويد فريق البحث ببعض البيانات الورقية ومجموعة من البيانات الرقمية المتعلقة بالشبكة (مثل ذاتية مجموعة من المحطات حيث تتضمن ذاتية المحطات معلومات عن مكان وجود المحطة وتاريخ وضعها في الخدمة وأقسام المحطة (مثل قسم الـ 66 ك.ف وقسم الـ 20 ك.ف وقسم المساعدات وقسم القيادة والتحكم) ومجموعة من الجداول المتعلقة بهذه المحطات وبعض المعطيات الاخرى. يظهر الشكل (2) نموذج من البيانات الكهربائية الورقية والرقيمة (ملفات word) التي تم جمعها.



(a)

(b)

(c)

الشكل (2) نماذج من البيانات الكهربائية الورقية التي تم الحصول عليها من دائرة نقل الطاقة: (a) صورة عن مخطط ورقي للشبكة، (b) جدول ورقي لمحطات التحويل في الشبكة، (c) جدول ورقي لخطوط التوتر 66kV في الشبكة.

3. بناء قاعدة البيانات الرقمية لشبكة نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية:

1.3. تصميم قواعد البيانات الجغرافية للشبكة:

بعد أن تم جمع البيانات الجغرافية المتعلقة بالشبكة، تم البدء ببناء قاعدة البيانات الجغرافية الرقمية للشبكة وقد تضمنت هذه المرحلة مايلي:

1- تفريغ محتويات جهاز الـ GPS (إحداثيات الطول والعرض والارتفاع) بشكل دوري في جداول ورقية للمحطات والأبراج وكذلك بشكل رقمي على جهاز الحاسوب ليتم ربطها لاحقاً مع شرائح الـ GIS.

2- تفريغ محتويات الكاميرة المستخدمة بشكل دوري في ملفات رقمية (على الحاسوب) حسب المحطات والأبراج.

3- تحويل جميع البيانات الجغرافية التي تم جمعها في الاستمارات الورقية (للمحطات والأبراج) إلى بيانات رقمية (جداول Excel).

4- تصميم جدول بجميع الرموز المستخدمة في هذه المرحلة من أجل تسهيل عملية الربط مع قواعد البيانات الأخرى.

2.3. تصميم قواعد البيانات الكهربائية للشبكة:

قبل البدء بتصميم قواعد البيانات الكهربائية للشبكة، كان لابد بدايةً من إعادة ترتيب البيانات الرقمية المقدمة من دائرة نقل الطاقة في محافظة اللاذقية وهي على شكل ملفات word وتحويلها إلي جداول excel. تم تصميم مجموعة من جداول الإكسل شملت جداول إكسل لمحطات تحويل الشبكة ومحتوياتها المختلفة مثل جداول إكسل لأقسام الـ 66kV والـ 20kV وأقسام التحكم والقيادة والمساعدات وخطوط الشبكة. بالإضافة إلى تصميم جداول الإكسل لمكونات المحطات التي تم الحصول على ذاتياتها، تم تصميم مجموعة من الجداول الخاصة بالرموز المستخدمة للبيانات الكهربائية من أجل تحقيق عملية ربط قواعد البيانات هذه مع شرائح نظام الـ GIS.

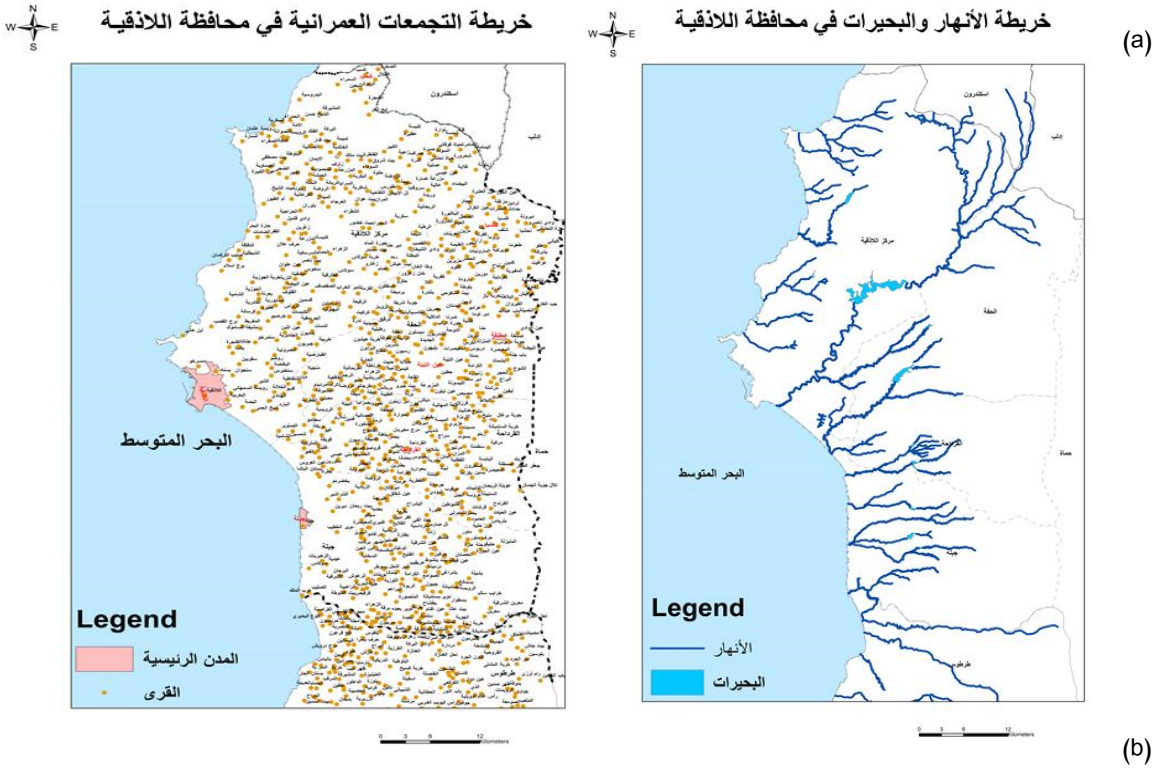
ثم تم بعد ذلك بناء قواعد البيانات الكهربائية للمحطات والخطوط والأبراج وفقاً للمعطيات المتوافرة على شكل جداول إكسل باستخدام منهجية إدارة قواعد البيانات العلائقية.

4. الخارطة الرقمية لشبكة نقل الطاقة بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية:

تم إنشاء الخارطة الرقمية لشبكة نقل الطاقة بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية بالاعتماد على تقنيات الـ (RS) والـ (GIS) والـ (GPS) والمعلومات المقدمة من دائرة نقل الطاقة– فرع المنطقة الساحلية والجولات الحقلية على محطات وأبراج وخطوط الشبكة. وقد تضمنت هذه المرحلة مجموعة من الخطوات نُلخصّها بما يلي:

- رسم خريطة لمحافظة اللاذقية على شكل شريحة (GIS) تُظهر مركز المدينة مع المناطق الأربعة الرئيسية فيها.
- إنشاء الشرائح التالية:
  - شريحة GIS للحدود الإدارية في المحافظة.
  - شريحة GIS للطرقات الرئيسية والفرعية في المحافظة.
  - شريحة GIS لمنحنيات التسوية في المحافظة.
  - شريحة GIS للمسيلات المائية في المحافظة.
  - شريحة GIS للتجمعات العمرانية في المحافظة.
  - شريحة GIS لاستعمالات الأراضي في المحافظة.
  - شريحة GIS لجميع محطات الشبكة اعتماداً على الإحداثيات الجغرافية المأخوذة مسبقاً بجهاز الـ GPS.
  - شريحة GIS لجميع أبراج الشبكة اعتماداً على الإحداثيات الجغرافية المأخوذة مسبقاً بجهاز الـ GPS.

- شريحة GIS لجميع خطوط الشبكة الهوائية التي تربط بين محطات الشبكة.
- تخزين الصورة الفضائية لمحافظة اللاذقية على شكل شريحة GIS.
- ربط شرائح الـ GIS للمحطات والأبراج والخطوط بقواعد البيانات الرقمية (الجغرافية والكهربائية) المصممة مسبقاً.
- مطابقة الخارطة الرقمية مع شريحة الصورة الفضائية لمحافظة اللاذقية. يظهر الشكل (3) بعض شرائح الـ GIS لمكونات الخارطة الرقمية للشبكة المدروسة.



الشكل (3) نماذج من شرائح الـ GIS: (a) شريحة (خريطة) التجمعات العمرانية في محافظة اللاذقية (b) شريحة (خريطة) الأنهار والبحيرات في محافظة اللاذقية

تعد الخارطة الرقمية التي حصلنا عليها خارطة تفاعلية تحوي إحداثيات حقيقية ودقيقة للمواقع الجغرافية وبيانات كهربائية دقيقة لمختلف مكونات الشبكة.

يمكن تحديث قاعدة البيانات لهذه الشبكة بشكل يدوي دوري. وفي حال كانت محطات الشبكة تحوي على نظام جمع بيانات وتحكم إشرافي (Supervisory Control and Data Acquisition–SCADA)، فيمكن ربط هذا النظام مع قاعدة البيانات المصممة لتحديث هذه القاعدة بشكل آلي.

النتائج والمناقشة:

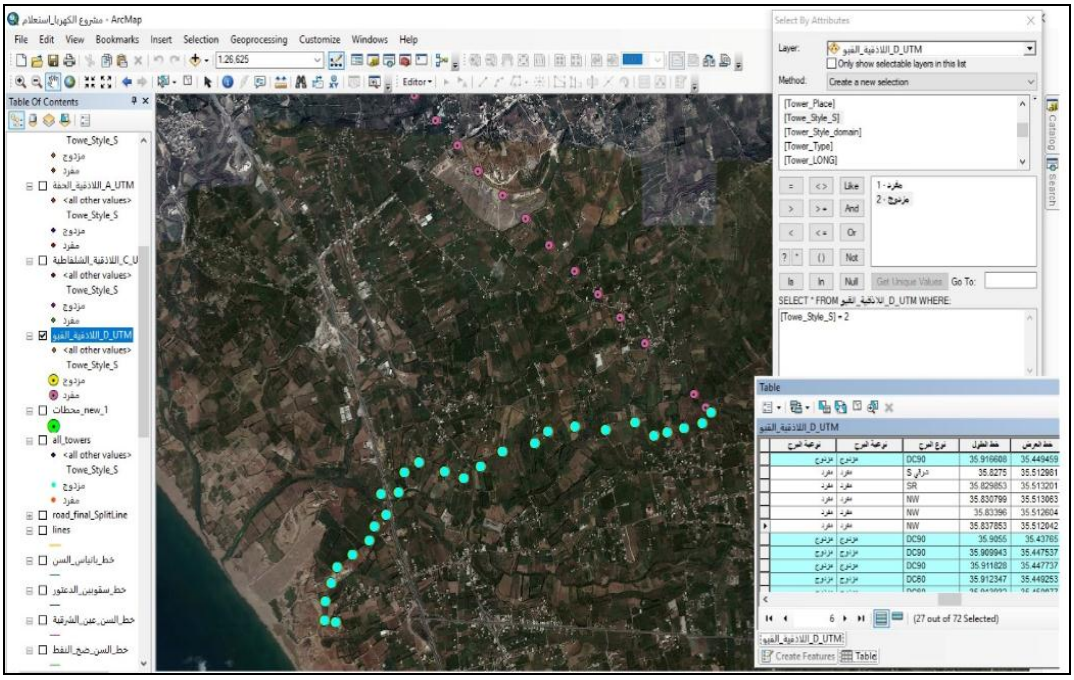
بعد أن تم رسم الخارطة الرقيمة لشبكة نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية على شكل شرائح GIS وربطها مع قواعد البيانات الجغرافية والكهربائية التي تم تصميمها مسبقاً ضمن برنامج ArcGIS 10.3، أصبح بالإمكان استخدام هذه الخارطة الرقمية لإنجاز عدد كبير من المهام المتعلقة بإدارة الشبكة وبالاخص عمليات الاستعلام

عن مكونات الشبكة مما يسهل عملية اتخاذ القرارات المتعلقة بتشغيل وصيانة الشبكة بشكل كبير. حيث توفّر هذه الاستعلامات معلومات دقيقة وواضحة عن أي مكون من مكونات الشبكة سواء من الناحية المكانية أو من الناحية الكهربائية الوصفية.

وسنستعرض فيما يلي عدد من الأمثلة عن عمليات الاستعلام التي يمكن إجراؤها على الشبكة باستخدام الخارطة الرقيمة:

1- الاستعلام عن أماكن الأبراج المزدوجة الموجودة في خط اللاذقية – القبو:

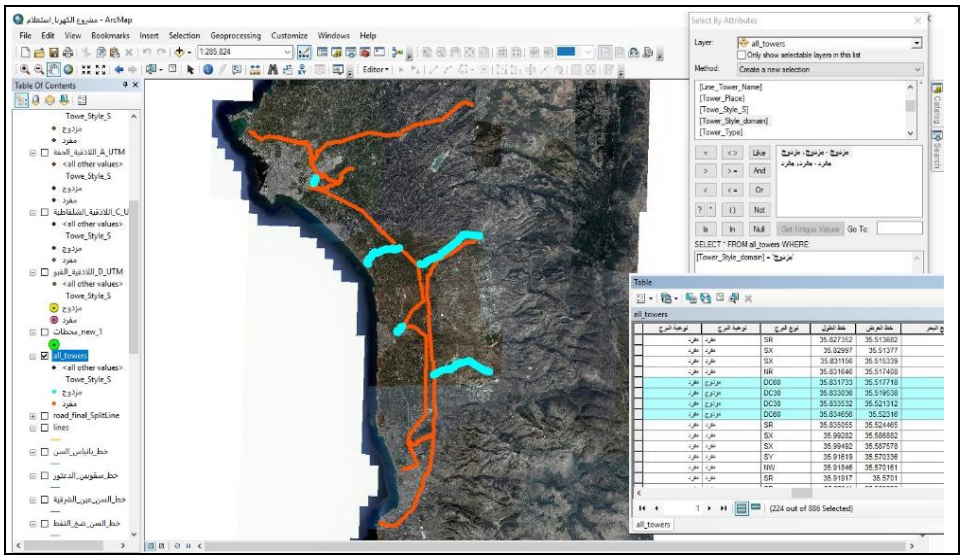
يُظهر الشكل (4) نتائج الاستعلام عن الأبراج المزدوجة وأماكن توضعها (وفقاً للإحداثيات الجغرافية الحقيقية) في خط نقل الطاقة الكهربائية (اللاذقية – القبو) الذي يعمل بالتوتر 66kV. حيث يظهر على الشكل أماكن توضع الأبراج باللون الفيروزي.



الشكل (4) يمثل جزء من شريحة GIS تُظهر الاستعلام عن أماكن توضّع الأبراج المزدوجة الموجودة في خط (اللاذقية – القبو)

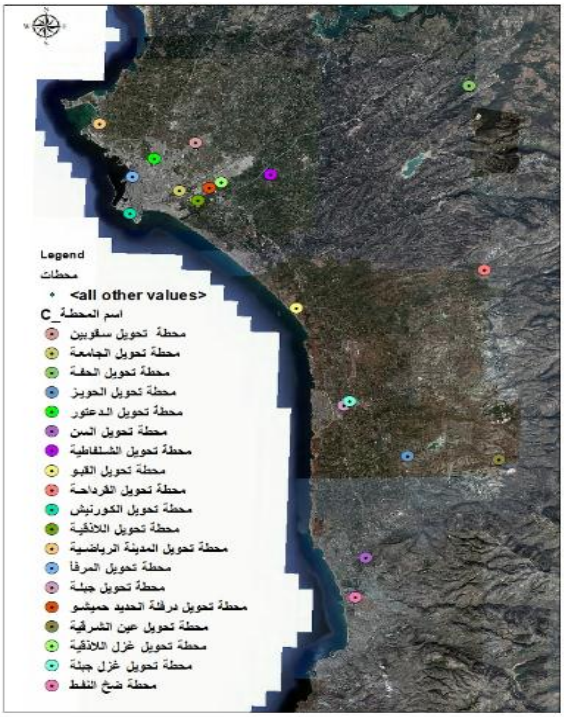
2- الاستعلام عن أماكن توضّع جيمع الأبراج المزودجة الموجودة في شبكة نقل الطاقة بالتوتر66kV في محافظة اللاذقية:

يُظهر الشكل (5) نتائج الاستعلام عن أماكن توضّع جيمع الأبراج المزدوجة (وفقاً للإحداثيات الجغرافية الحقيقية) الموجودة في شبكة نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية. تظهر الأبراج المزدوجة على الشكل باللون الفيروزي.



الشكل (5) يمثل شريحة GIS تُظهر الاستعلام عن أماكن توضّع جميع الأبراج المزدوجة الموجودة في شبكة نقل الطاقة الكهربائية

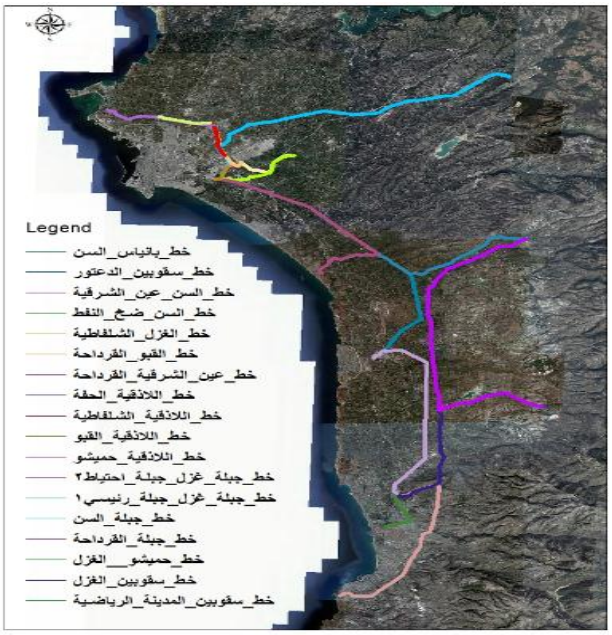
3- الاستعلام عن أماكن وجود جميع محطات التحويل في شبكة نقل الطاقة بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية: يُظهر الشكل (6) نتائج الاستعلام عن أماكن وجود جميع محطات التحويل (وفقاً للإحداثيات الجغرافية الحقيقية) في شبكة نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية. حيث تظهر أماكن وجود هذه المحطات وفقاً للالوان الموضحة على الشكل.



الشكل (6) يمثل صورة فضائية لمحافظة اللاذقية يظهر عليها أماكن توضّع محطات التحويل في شبكة نقل الطاقة الكهربائية

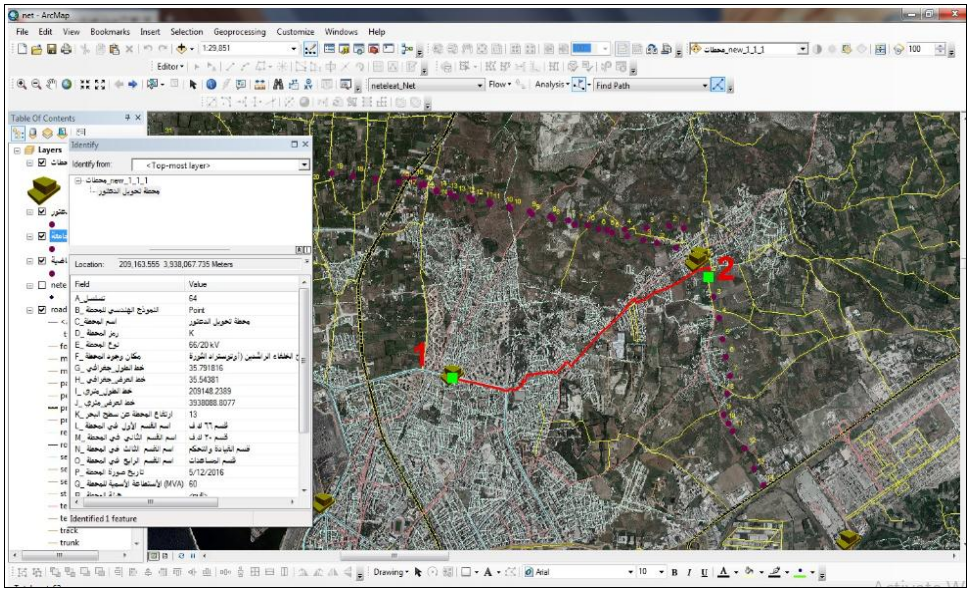
4- الاستعلام عن خطوط شبكة نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية: يُظهر الشكل (7) نتائج الاستعلام عن خطوط شبكة نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر 66kV في محافظة اللاذقية. حيث تظهر على الصورة

الفضائية لمحافظة اللاذقية خطوط نقل الطاقة الكهربائية المختلفة كما هي على أرض الواقع. تظهر الخطوط بألوان مختلفة وفقاً للشكل.



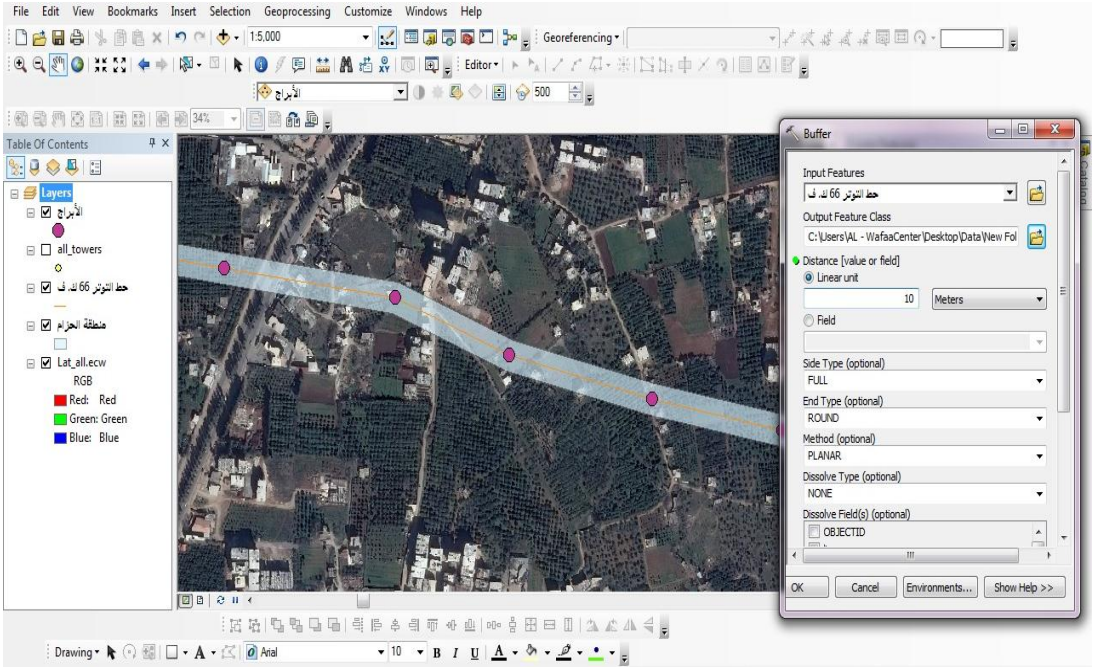
الشكل (7) يمثل صورة فضائية لمحافظة اللاذقية تظهر عليها خطوط شبكة نقل االطاقة الكهربائية بالتوتر 66kV.

5- الاستعلام عن أقصر طريق من محطة تحويل الدعتور إلى محطة تحويل سقوبين: يُظهر الشكل (8) نتائج الاستعلام عن أقصر طريق يربط بين محطة تحويل الدعتور (النقطة 1 على الشكل) ومحطة تحويل سقوبين (النقطة 2 على الشكل). حيث يظهر هذا الطريق باللون الأحمر أما المحطات فتظهر باللون الفوسفوري.



الشكل (8) يمثل جزء من شريحة GIS تظهر الاستعلام عن أقصر طريق من محطة تحويل الدعتور (النقطة 1) إلى محطة تحويل سقوبين (النقطة 2) ضمن شبكة نقل الطاقة الكهربائية (بالتوتر 66kV) في محافظة اللاذقية

6- الاستعلام عن منطقة حزام تأثير الحقل الكهرطيسي لجزء من خط شبكة التوتر 66kV (سقوبين – المدينة الرياضية) في محافظة اللاذقية بعرض 10 متر على يمين ويسار الخط. حيث يُظهر الشكل (9) الحزام باللون الأزرق الفاتح وتظهر الأبراج باللون البنفسجي والخط باللون البرتقالي داخل منطقة الحزام.



الشكل (9) يمثل جزء من شريحة GIS تظهر الاستعلام عن منطقة حزام تأثير الحقل الكهرطيسي على خط سقوبين – المدينة الرياضية شبكة نقل الطاقة الكهربائية (بالتوتر 66kV) في محافظة اللاذقية

الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال نتائج هذا البحث يمكن أن نخلص إلى الاستنتاجات والتوصيات التالية:

الاستنتاجات:

- يمكن أن تلعب تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلوماتية الجغرافية دوراً هاماً في إدارة وتشغيل شبكة نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر (66kV) في محافظة اللاذقية بشكل أكثر فعالية.
- ينعكس استخدام هذه التقنيات إيجاباً على سرعة وفعالية اتخاذ القرار في إدارة هذه الشبكة مما يساعد في عملية تشغيلها بشكل أمثل.

التوصيات:

- تعميم هذا البحث بحيث يشمل شبكات نقل الطاقة الكهربائية بالتوتر العالي والمتوسط والمنخفض على كامل مساحة محافظة اللاذقية وعلى كامل مساحة الجمهورية العربية السورية أيضاً.
- إنشاء إدارات لنظم المعلومات الجغرافية في جميع دوائر وشركات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية في المحافظة وتعيين موظفين يملكون الكفاءة في استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في هذه الإدارات. كما ينبغي تشجيع تدريب موظفي قسم المعلومات الجغرافية وخاصة في مجالات المعرفة الحاسوبية واستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية.
- الاستفادة من قواعد البيانات الجغرافية والكهربائية في تحليل عمل الشبكة في ظروف التشغيل الطبيعي والطارئ.

References:

[1] What is ArcGIS? GIS by ESRI, ESRI, 2004, 125.
[2] ELLIOTT, K.; CHRISTOPHER, H. *Understanding GPS: Principles and Applications*. 2nd. ed., Artech House, 2005, 726.
[3] Remote Sensing Tutorial, *Fundamental of Remote Sensing*, A Canada Centre for Remote Sensing, 2007, 258.
[4] PHILIP, H. S. *Electrical Distribution Modeling: An Integration of Engineering Analysis and Geographic Information Systems*, Master thesis, Blacksburg, Virginia, 2005, 60
[5] Wu, L.; Lin, Y.; Pang, W. *Distribution Network Topology Modelling and Automatic Mapping Based on CIM and GIS*. IEEE 4th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC), Chongqing, China, 2018, 1-5.
[6] Li, Y.; Zhang, H.; Zhou, G.; Liu, G.; Feng, Z.; Meng, Q. *Real-time synchronous data visualization for wide area power systems*. IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Beijing, 2017, 1-6.
[7] MITJA, A.; MAJA, M.; BOŠTJAN, B. *Development of distribution network model in OpenDSS using Matlab and GIS data*. 7th International Youth Conference on Energy (IYCE), Bled, Slovenia, Slovenia, 2020, 1-6.
[8] WIERNES, P. E.; VAN BRACHT, N.; Moser, A. Bohlen, S. *A novel geo-spatial clustering tool applied to power system strategic planning*. Modern Electric Power Systems (MEPS), Wroclaw, 2015, 1-6.
[9] KUIHUA, W.; DONGLEI, S.; XUELIANG, L.; ZHONGFU, J.; XINSHENG, N.; JINHONG, Y. *Study of GIS-oriented graphical management system for power grid planning based on cloud service*. IEEE 2nd International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis (ICCCBDA), Chengdu, China, 2017, 504-508.
[10] SURYAWATI, I.; PENANGSANG, O.; SUYANTO. *Online power flow management based on GIS for active distribution network management*. International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS), Sanur, 2017, 149-152.
[11] KAIPPILLY, K.; RADHAKRISHNAN, J.; MOIRANGTHEM, J.; PANDA, S. K.; AMARATUNGA, G. *GIS Integrated Automation of a Near Real-Time Power-Flow Service for Electrical Grids*. IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 54, No. 6, 2018 5661-5670.
[12] SOOPPASEK, K.; SOMCHAT, J. *Electricity Load Forecasting Based on a Geographic Information System*. 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST), Luang Prabang, Laos, Laos, 2019, 1-4.
[13] RIHAN, M.; KUMAR, V. *GIS aided PMU placement for dynamic state measurement in power grid: A case study.* International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA), Noida, 2016, 945-948.
[14] FADHEL, A. A.; ZAINAB AL, Z.; EBAA AL, N.; HAWRAA, A.; REEM, A. *A Fault Location System Using GIS and Smart Meters for the LV Distribution System*. International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT), Sakhier, Bahrain, Bahrain, 2020, 1-6.
[15] XINHUA, D.; CHAO, Z.; LIANGXIAO, H.; JIAN, H.; YUDUN, L. *GIS-integrated analytical model for fault diagnosis of power distribution network.* 2019 Chinese Automation Congress (CAC), Hangzhou, China, China, 2020, 2494-2499.
[16] VEGA-FUENTES, E.; YANG J.; LOU, C. *Power Flow Visualization in DER-Rich Low Voltage Networks*. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT-Europe), The Hague, Netherlands, 2020, 735-738.

[17] TOMISLAV, A.; TOMISLAV, C.; MATIJA, Z.; JOŠKO, G.; ANTON, M. *Integrated Distribution Network Planning Tool Supported by Geographical Information System*. IEEE Sustainable Power and Energy Conference (iSPEC), Beijing, China, China, 2020, 2270-2275.

[18] AKBAR, F.; TIROZI; S.; SURYAMEN, H. *Web-Based Mapping of Electric Customer Distribution of Pln Sub-District Sawahlunto*. International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), Bandung - Padang, Indonesia, 2020, 204-210.

[19] ZHENGRONG, W.; YAOWEN L.; JIE, D.; CHANGFEI, X; LIBIN, Y.; YAN, H. *Fast GIS Browsing Services Based on In-Memory Database for Large-scale Distribution Power Grids*. IEEE 5th International Conference on Computer and Communications (ICCC), Chengdu, China, China, 2020, 1821-1825.

[20] BEYHAN, H.; YALÇIN M.; KOCAMAZ, A. F. *Matching Voltage Drop and Power Losses with GIS In Middle Voltage Electric Distribution Network in Diyarbakır*. International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP), Malatya, Turkey, 2019, 1-6.

[21] SOROUSH, V.; MAHDI, B.; MOHSEN, A. *GIS-Based Substation Expansion Planning*. IEEE Systems Journal (Early Access), 2020, 1-12.

[22] TARIFE, R. P.; NAKANISHI, Y.; BONDAUG, J. V.; IROSIDO, R.; TAHUD, V. A. P.; ESTOPEREZ, N. R. *Optimization of Electric Transmission Line Routing for a Renewable Energy Based Micro-Grid System using Geographic Information System (GIS) Spatial Analysis*. 9th International Conference on Renewable Energy Research and Application (ICRERA), Glasgow, United Kingdom, 2020, 215-220.

[23] GUILHERME, C.; TRINDADE, F. C. L.; KYRIACOS, P.; LUIS, F. O. *An Advanced GIS-based Tool for the Analysis of Future Distribution Networks*. IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference - Latin America (ISGT Latin America), Gramado, Brazil, Brazil, 2020, 1-6.

[24] WENSI, H.; CHAOWU, D.; YINGWEI, X.; XUE, Z.; JIAYI, W.; HONGJUN, G. *Design and Implementation of Distribution Network Planning System Based on GIS Automatic Drawing Technology*. IEEE 3rd Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Changsha, China, China, 2020, 971-975.

[25] ZHENGHAO, Q.; CHANGHUA, H. *Optimal Path Selection for Fault Repair Based on Grid GIS Platform and Improved Fireworks Algorithm*. IEEE 3rd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC), Chengdu, China, China, 2019, 2452-2456.

[26] QIAN, Z.; WU, L. *Research on Emergency Repair Scheme of Grid Power System Using GIS*. 12th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA), Phuket, Thailand, Thailand, 2020, 226-230.