وضع المعايير الجغرافية لتحديد المواقع الملائمة لمكونات شبكة الكهرباء بمدينة بيلا-باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

إعداد

د. نورا محمد عرفات

مدرس الجغرافيا الاقتصادية

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب –جامعة الوادى الجديد

د.زمزم مرعي درويش

مدرس الجغرافيا الاقتصادية

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب –جامعة جنوب الوادى

الإستشهاد المرجعى:

نورا محمد عرفات، زمزم مرعي درويش (2023). وضع المعايير الجغرافية لتحديد المواقع الملائمة لمكونات شبكة الكهرباء بمدينة بيلا-باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. حولية كلية الآداب. جامعة بني سويف. مج12:ج3.- ص ص 1376-1317

المستخلص:

تهدف الدراسة إلى المساهمة في وضع أهم المعايير الجغرافية اللازمة لتحديد المواقع الأكثر ملائمة لمكونات شبكة الكهرباء بمدينة بيلا، وقد اعتمدت الدراسة علي جمع البيانات المكانية والوصفية

المتعلقة بمكونات شبكة الكهرباء والظاهرات الجغرافية المرتبطة بها بالمدينة من مصادر متعددة، وصممت قاعدة بيانات جغرافية لها، ثم استخدم المنهج الموضوعي في دراسة مكونات شبكة الكهرباء بمدينة بيلا ودراسة أهم العوامل الجغرافية المؤثرة على مدها، واستخدم المنهج التحليلي في دراسة التحليل المكاني لمكونات شبكة توزيع الكهرباء بالمدينة، واستنباط المعايير الجغرافية اللازمة لتحديد المواقع الملائمة لمكونات شبكة الكهرباء من خلال أدوات نظم المعلومات الجغرافية، وتوصل البحث إلى أن توزيع مكونات شبكة الكهرباء بالمدينة عشوائي ولا يأخذ في اعتباره المسافة بين مكونات الشبكة ولا مواقعها الحالية ولا عناصر المناخ كالحرارة الأمر الذي يزيد من تكلفة مدها والفقد الكهربي منها ومخاطرها، لذا أوصت الدراسة بضرورة أخذ العوامل السابقة بالإضافة لاستخدام الأرض، والمسافة إلى المناطق العمرانية والطرق، وحجم السكان والنشاط الاقتصادي والتربة – كمعايير عند تحديد مواقع مكونات شبكة الكهرباء بالمدينة واعتمادها لضمان موثوقية الجهد والتردد وتجنب الحاق الضرر بالبنية التحتية المكلفة من ناحية ولدعم اتخاذ القرار المكاني من ناحية أخرى.

الكلمات الدالة: شبكة الكهرباء– الجهد– التحليل المكاني– المعايير الجغرافية.

المقدمـة

مد شبكة الكهرباء بأي منطقة يتوقف بشكل رئيس على عدة عوامل منها مدى قرب أو بعد مكونات الشبكة من بعضها البعض، ومن شبكة الطرق الرئيسة والفرعية بالمكان، بالإضافة لطبيعة درجة الحرارة والرطوبة والمطر، ومدى تحمل التربة للأحمال الناتجة عن سرعة الرياح ووزن مكونات الشبكة عليها. وعدم أخذ العوامل الطبيعية والبشرية السابقة في الاعتبار عند مد شبكة الكهرباء ومحولاتها بالمدينة يؤدى إلى زيادة الفقد الكهربائي من جانب وزيادة تكاليف إنشاء الشبكة من جانب آخر؛ الأمر الذى دعي إلى تلك الدراسة والتي تهدف إلى المساهمة في وضع أهم المعايير الجغرافية التي يجب إدراجها عند اتخاذ قرارات تهدف إلى تنمية وتخطيط خدمة الكهرباء بالمدن وحل مشكلاتها مثل تحديد أنسب موقع لإنشاء محطة محولات كهربائية جديدة أو لوحات توزيع الجهد المنخفض، أو اختيار أنسب مسار

لشبكة الجهد المتوسط ..الخ، الأمر الذي يعظم الاستفادة التطبيقية والمشاركة الفعالة في دعم القرار المكاني Spatial Decision.

وتم اختيار مدينة بيلا لعدة أسباب منها عشوائية توزيع خطوط شبكة الكهرباء ومحولاتها بالمكان وهذا مؤشر على أن توزيعها غير مخطط، وزيادة الفقد الكهربي الناتج عن توصيل الكهرباء لأغلب محولات الجهد المنخفض من لوحات توزيع تبعد عنها مسافة كبيرة الأمر الذى يعنى أن موقعها الحالي غير مناسب لتوطنها إذ أنه لم يأخذ في اعتباره قربه من محولات التوزيع القائمة بالمنطقة، زد على ذلك زيادة المخاطر على شبكة الكهرباء الناتجة عن تخطى عشرة محولات الحمل الأقصى للتحميل نتيجة لعدم اخذ التوسعات المستقبلية للأحمال على المحولات في الاعتبار عند اختيار قدرات المحولات الحالية.

ونظرًا لأنه لم تحدد معايير الملائمة المكانية لمواقع مكونات شبكة الكهرباء بأي دراسة من قبل فقد اعتمدت الباحثة في وضع المعايير من خلال دراسة المواصفات الفنية لتركيب شبكة الكهرباء في مصر، والتي وضعت من قبل شركة مصر الوسطى لتوزيع الكهرباء، وربطها بنتائج التحليل المكاني لمنظومة الكهرباء بالمدينة.

وتنقسم هذه الدراسة إلى أربعة أجزاء رئيسة يسبقها مقدمة وتليها خاتمة، يتناول الجزء الأول التعريف بمنطقة الدراسة يليها مباشرة دراسة نظام شبكة توزيع الكهرباء بالمدينة، ويركز الجزء الثاني على دراسة التحليل المكاني لمكونات الشبكة، أما الجزء الثالث فيدرس العوامل الجغرافية المؤثرة على مد شبكة الكهرباء بالمدينة، وجاء الجزء الرابع ليتناول معايير تحديد مواقع مكونات شبكة الكهرباء بالمدينة.

ولأن القرار المكاني معقد ويحتاج للكثير من البيانات المكانية من مصادر مختلفة[1] فقد عملت الباحثة على إنشاء قاعدة بيانات جغرافية Geo Database لمدينة بيلا اعتمدت على بيانات مكانية ووصفية من مصادر متنوعة وهي: خريطة بيلا الطبوغرافية NH36-M3a بمقياس 1 : 50000، ومرئيات فضائية تغطى منطقة الدراسة بدقة مكانية عالية محملة من برنامج SAS Planet، ونموذج ارتفاع راداري رقمي (DEM – ASF PALSAR) بدقة 12,5متر، وخريطة بامتداد tiff عالية الدقة موزع عليها شبكة الكهرباء ذات الجهد المتوسط بالمدينة ومحولات توزيع الجهد المنخفض، بالإضافة لتقارير إحصائية عن قدرات محولات التوزيع ونسبة الأحمال عليها، وكذلك تقارير عن أطوال خطوط الجهدين المتوسط والمنخفض وغيرها من التقارير، كما استعانت الباحثة بنتائج تحاليل التربة الكيميائية لعدد 323 قطاعًا والميكانيكية لعدد 13قطاع سحبت من أراضي النواحي المجاورة لمدينة بيلا من قبل الجهاز التنفيذي لمشروعات تحسين الأراضي – في إنتاج خرائط توضح نوع التربة وخصائصها بالمدينة.

وتم معالجة البيانات السابقة باستخدام المُدخل الموضوعي في دراسة مكونات الشبكة والعوامل الجغرافية المؤثرة على مدها، كما استخدم المنهج التحليلي عند دراسة التحليل المكاني لمكونات شبكة الكهرباء بالمدينة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية GIS واستنباط معايير الملائمة المكانية منها.

---

[1] **R.s & J.D,(2011), Spatial Decision Support Systems Principles and Practices, Taylor & Francis Group, United States of America, P6.**

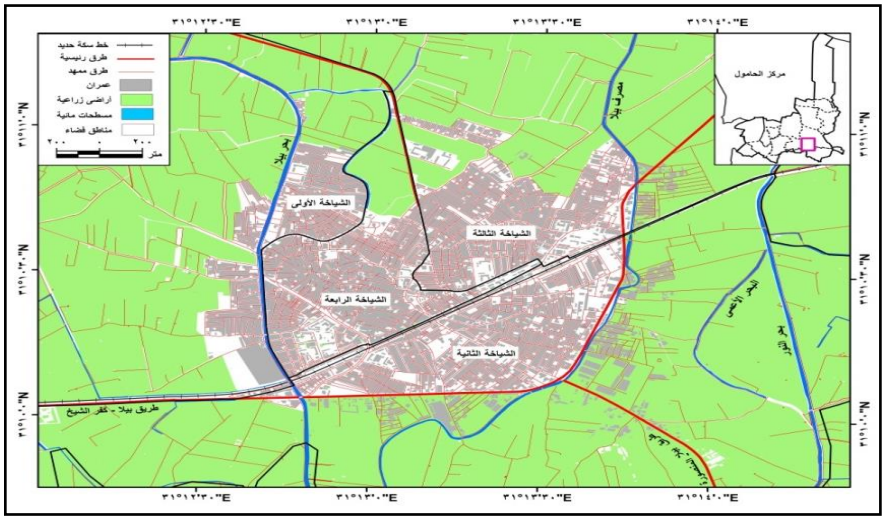
أولًا: خصائص منطقة الدراسة

تعد مدينة بيلا حاضرة مركز بيلا – محافظة كفر الشيخ، وتقع ما بين دائرتي عرض 5,8// 11/ 31[5] ، 56// 9/ 31[5] شمالًا وخطى طول 28// 12/ 31[5]، 55// 13/ 31[5] شرقًا، أي أن المنطقة تمتد ما بين 2/ عرضية و 27// 1/ طولية، وشكل المدينة مندمج أقرب ما يكون للمربع اذ بلغت قرينة الاندماج إلى 0,4 [(1)]، وقد أثر في ذلك تناثر بعض التجمعات العمرانية مثل مسجد أغا ومجزر بيلا وبعض المساكن مسافة عن كتلة المدينة ممتدة على طريق بيلا – المنصورة جنوب شرق المنطقة، وتبلغ مساحة الحيز العمراني بالمدينة إلى 2,8كم2 . وتحد المدينة من الشمال ترعة البحرين، ومن الشرق البحر الأعمى بعرض 7متر متفرعًا من بحر النور بعرض 10متر، ويحد المدينة من الغرب الظهير الزراعي ، ومن الجنوب الشرقي طريق بيلا – المنصورة ، والجنوب الغربي طريق بيلا– كفر الشيخ ، ومن الشمال الشرقي طريق بيلا – بلقاس(محافظة الدقهلية) والشمال الغربي طريق بيلا – قرية أبو بدوى (مركز بيلا).

---

(1) تم قياس الاندماج بتطبيق معادلة هاجيت التالية: دليل الشكل = (طول أطول محور داخل الشكل)2/(1,27 × مساحة المنطقة بكم2)، ويتراوح الناتج بين صفر و 1، كلما كان الناتج اقرب للصفر يعنى ان الشكل مندمج وقربها من الواحد يعنى عدم اندماج الشكل عن:

Haggett(1969), Locational Analysis in Human Geography, Edward Arnold, London, p5.



SAS Planetمن إعداد الباحثة بالاعتماد مرئيات برنامج.

شكل(1) موقع وموضع مدينة بيلا عام 2020/2019م.

وينصف خط سكة حديد بلقاس – كفر الشيخ المدينة إلى جزئين؛ الأول يضم ثلاثة شياخات هي الأولي والثالثة والرابعة والجزء الثاني يضم الشياخة الثانية فقط. وتربط أجزاء المدينة شبكة من الطرق الرئيسة والفرعية بلغ إجمالي أطوالها 139,5كم ، ويخترق مصرف بيلا الكتلة العمرانية ممتدًا من الشمال الشرقي للجنوب الشرقي بينما يمر بحر بيلا عبر الكتلة العمرانية للمدينة من الشمال الغربي للجنوب الغربي بإجمالي طول بلغ 5,1كم.

وتبلغ جملة سكان المدينة 80,97ألف نسمة، تمثل 27,2% من جملة سكان المركز، ويتنوع النشاط الاقتصادي للفئة العاملة من السكان والتي يبلغ عددها 22,2ألف نسمة بين النشاط الزراعي والخدمي فيعمل 4,5ألف نسمة من السكان بالنشاط الزراعي، وتسعة ألاف نسمة في النشاط الخدمي(صحى ، تعليمي ، أخرى)، ونحو 1,3 ألف نسمة في مجال التشييد والبناء بالإضافة لعدد 1,1 ألف نسمة في مجال النقل والتخزين[1].

[1] الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (2017)، التعداد العام للسكان والإسكان والمنشآت ، صفحات متعددة.

ثانيًا: نظام شبكة توزيع الكهرباء بالمدينة

تتكون منظومة شبكة التوزيع من ثلاثة عناصر أساسية هي محطة محولات التوزيع Distribution Substation ومهمتها خفض الجهد من مستوى الجهد العالي HV إلى مستوى جهد التوزيع الأولي المتوسط MV ؛لتغذية لوحات توزيع القدرة الكهربية[1]، والثانية محولات التوزيع التي تقوم بخفض الجهد المتوسط المرسل لها من لوحات التوزيع إلى مستوى أقل LV مناسب للتوزيع داخل المدينة[2]، أما العنصر الثالث فهو عبارة عن شبكة الخطوط الهوائية والكابلات (موصلات) التي تربط بين العنصرين السابقين لنقل التيار الكهربي وتوزيعه على المشتركين. ويتم توزيع القدرة الكهربائية بمدينة بيلا على مرحلتين: التوزيع الأولى (الابتدائي)Primary Distribution على جهود 11 ك.ف، والتوزيع الثانوي(المنخفض) Secondary Distribution على جهود الاستخدام 220و 380 فولت كما يأتي:-

أ- نظام شبكة التوزيع الأولي للكهرباء Primary Network System

يعتمد هذا النظام على ربط خطوط نقل الجهد المتوسط (المغذيات) في شبكة واحدة يتم تغذيتها عن طريق محطة محولات تُنقل الكهرباء لها عبر خطوط النقل ذات الجهود العالية. ويشمل النظام بذلك على محطات المحولات ولوحات التوزيع وخطوط نقل الكهرباء ذات الجهد المتوسط. وتُعد محطة محولات بيلا 11/66ك.ف المصدر الرئيس لتغذية المدينة

---

[1] هى أحد العناصر الأساسية في أى منظومة للتمديدات الكهربية، ومهمة اللوحة التحكم فى فصل وتوصيل التيار الكهربائى مع التشغيل الآمن لأى معدة أو جهاز، بالإضافة إلى حماية الأفراد والممتلكات من الأذى والوقاية من التيار الزائد، ومن تيارات العطل وكذلك التيارات الحرارية الناتجة من التشغيل أو عند الأعطال. للاستزادة راجع محمد منذر القادرى، أسس الكهرباء وطرق الحماية وعمل التمديدات الكهربائية، ص22. https://www.slideshare.net/munthear/ss-41883506

[2] محمد منذر القادري، المرجع السابق، ص13 .

بالكهرباء، وتقع المحطة جنوب شرق الشياخة الثانية بالمدينة عند تقاطع دائرة عرض 50// 9/ 31° شمالًا مع خط طول 57// 13/ 31° شرقًا، وتم إنشاؤها عام 1985م، وتبلغ قدرتها 145ميجاوات[1]، ومهمة المحطة هي خفض جهد التيار الكهربي من الجهد العالي 66ك.ف إلى الجهد المتوسط 11ك.ف وإرساله عبر خطوط الجهد المتوسط أو ما تسمى بالمغذيات إلى لوحات توزيع الكهرباء والتي تقوم بدورها باستقبال التيار الكهربي وتوزيعه على محولات التوزيع بمناطق الاستهلاك داخل المدينة، ويوجد بالمدينة لوحتي لتوزيع الكهرباء الأولى لوحة توزيع بيلا الجديدة بقدرة 47,7 م.ف.أ، والثانية لوحة توزيع بيلا القديمة بقدرة 30 م.ف.أ[2].

ويتفرع من محطة محولات بيلا كما موضح بالشكل(2) ثماني خطوط جهد متوسط أربعة منها عبارة عن كابلات تمتد جنوب شرق المحطة وبشكل متوازي؛ لتغذية لوحة توزيع بيلا الجديدة المتوطنة بالقرب منها، وبطول 340مترًا للخط الواحد ليصل بذلك إجمالي طول الخطوط إلى 1,4كم، أما الأربعة خطوط الأخرى فتمتد على الحد الشمالي الشرقي للمدينة لتغذية لوحة توزيع بيلا القديمة، بإجمالي طول بلغ 45,88كم، 18,9% من جملة خطوطها عبارة عن كابلات و81,1% عبارة عن خطوط هوائية تُحمل بواسطة 88 عمودًا و36 برجًا؛ نتيجة لبعد لوحة توزيع بيلا القديمة عن محطة المحولات نحو 1,5كم طولي.

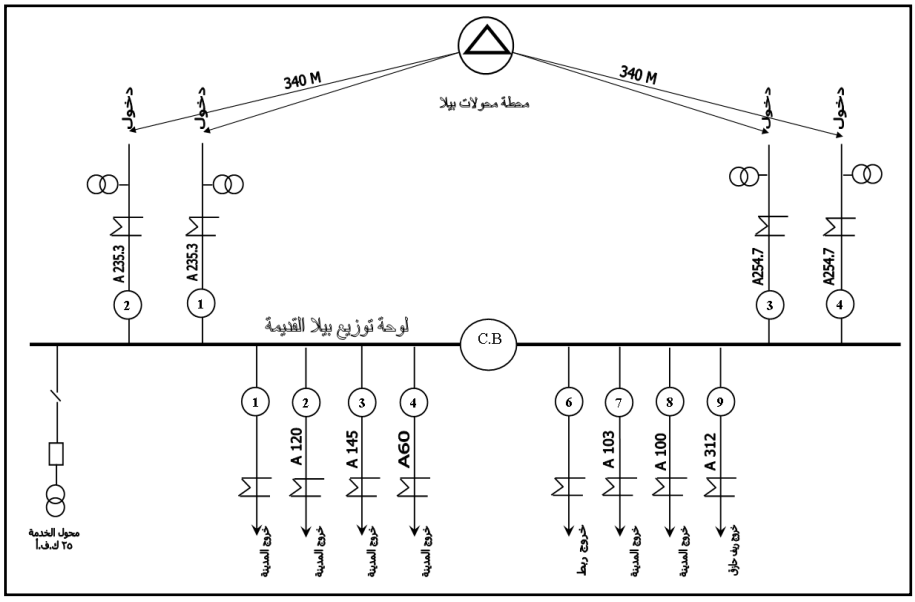
ويتفرع من لوحتي التوزيع السابقة تسعة مغذيات من خطوط الجهد المتوسط تمتد في شكل كابلات أرضية وفي اتجاهات شياخات المدينة الأربع لتغذية محولات الجهد المنخفض بالكهرباء. وبلغ إجمالي خطوط الجهد المتوسط التي تربط بين لوحتي التوزيع ومحولات توزيع الجهد المنخفض بالمدينة إلى 30,63كم. وتغذى لوحة توزيع بيلا الجديدة الشياخة الثانية عن

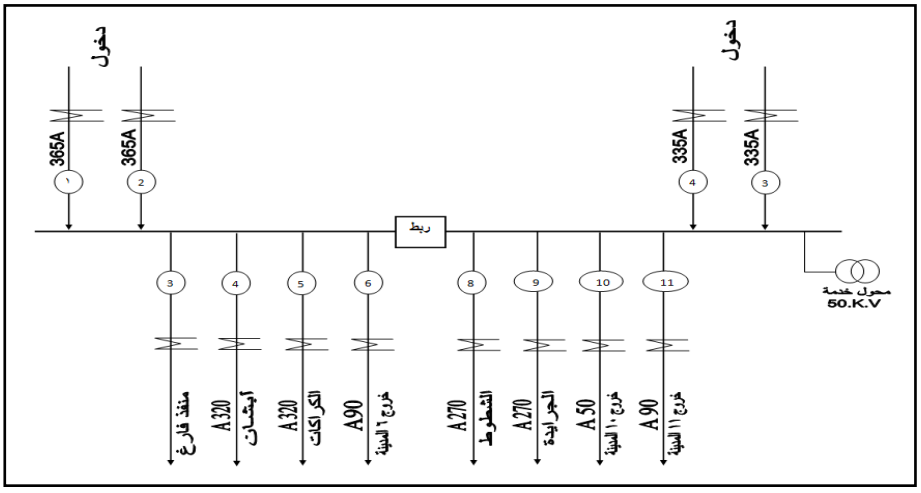
---

[1] من واقع الزيارة الميدانية لمحطة محولات بيلا 2020/1/22، الساعة 11 صباحًا.

[2] من حساب الباحثة بالاعتماد على شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء، قطاع كفر الشيخ ، هندسة كهرباء مركز بيلا، إدارة المشروعات، بيان عن قدرات المحولات المركبة على خطوط الجهد المتوسط، بيانات غير منشورة، 2020/2019م.

طريق ثلاثة خطوط هي(6 ، 10 ، 11)، أما لوحة توزيع بيلا القديمة فتغذى الشياخة الأولى والثالثة والرابعة عن طريق ستة خطوط متفرعة منها وهى خط (1، 2 ، 3 ، 4 ، 7 ، 8).





المصدر عن هندسة كهرباء مركز بيلا، إدارة المشروعات ، بيانات غير منشورة.

شكل(2) رسم توضيحي لمسارات خطوط الجهد المتوسط من وإلى لوحتي توزيع بيلا القديمة والجديدة عام 2020/2019.

ب- نظام شبكة التوزيع الثانوي للكهرباء Secondary Network System

يعمل هذا النظام عند جهد منخفض وهو جهد الاستغلال المسؤل عن تغذية كافة شياخات المدينة بالكهرباء، ويشتمل علي عنصرين أساسين هما محولات التوزيع وموصلات الجهد المنخفض Conductors [1]. وُتركب محولات التوزيع نهاية خطوط التوزيع الأولية لخفض التيار الكهربي من الجهد المتوسط 11ك.و إلى الجهد المنخفض (380 فولت – 220 فولت)، وتوزيعه على المستهلكين باختلاف أنواعهم وعلى جهود تتناسب مع أغراض الاستهلاك داخل المدينة. ويوجد بمدينة بيلا 84 محولًا لتوزيع الكهرباء على المستهلكين كلا حسب القدرة المتعاقد عليها، وتثبت المحولات إما داخل أكشاك أو حجرات موزعة في شوارع المدينة، وبإجمالي قدرات بلغت 35,6 مليون.ف.أ[2]. وتمتد شبكة الخطوط الهوائية ذات الجهد المنخفض لنقل الكهرباء من محولات التوزيع إلي المستهلكين، وتبلغ جملة أطوالها 642,8كم، تمثل 89,2% من جملة شبكة الكهرباء الممتدة بالمدينة.

---

[1] () الموصل هو سلك أو مجموعة أسلاك مجدولة وغير مجدولة تصنع من خامة لها خاصية التوصيلية الكهربائية العالية **High elect. Conductivity** وهى من النحاس أو الألمونيوم الإلكترونية النقي، وتكون درجة النقاوة لا تقل عن 99,5 %، ويتم سحب الأسلاك النحاسية أما على الساخن أو على البارد و أما أسلاك الألمونيوم فيتم سحبها على البارد فقط لان السحب على البارد يعطى قوة شد أعلى ونظرا لأن الموصلات الكهربية تتعرض إلى قوة شد وجهود ميكانيكية مختلفة نتيجة أوزانها نفسها وكذلك مدى القص الناتج من هبوب الرياح فإنه يتم تقويتها بأسلاك من الصلب المجلفن وتسمى في الحالة هذه موصلات ألمونيوم المقوى بالصلب **conductor steel reinforced** ، عن شركة مصر الوسطى لتوزيع الكهرباء، الإدارة الفنية، تقرير عن المواصفات الفنية لتركيب شبكة الجهد المتوسط والمنخفض، بيانات غير منشورة، ص16، www.meedco.gov.eg

[2] شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء، قطاع كفر الشيخ(2020/2019)، هندسة كهرباء بيلا، بيان عن قدرات وأحمال محولات توزيع مدينة بيلا، بيانات غير منشورة.

ثالثا: التحليل المكاني لشبكة توزيع الكهرباء بمدينة بيلا

أ- التحليل المكاني لخطوط الكهرباء

تبلغ جملة خطوط شبكة الكهرباء الممتدة بمدينة بيلا 720,7كم ، 10,8% من جملة الشبكة عبارة عن خطوط الجهد المتوسط التي تصل بين محطة محولات بيلا ومحولات التوزيع، و89,2% من جملتها عبارة عن خطوط الجهد المنخفض التي تربط بين محولات التوزيع والمستهلكين. وتتباين كثافة خطوط الكهرباء ذات الجهدين المتوسط والمنخفض مكانيًا من شياخة لأخرى بمدينة بيلا، وعند دراسة الجداول(1) والشكل(3) يتضح عدة حقائق تتمثل فيما يأتي:

1. بلغت جملة أطوال شبكة الجهدين المتوسط والمنخفض التي تنقل القدرة الكهربائية بمدينة بيلا إلى 720,7كم، وتصنف إلى نوعين الأول منها عبارة عن كابلات أرضية تمتد أسفل سطح الأرض بإجمالي طول بلغ 40,7كم تمثل 5,6% من جملة شبكة المدينة، أما النوع الثاني فهو عبارة عن خطوط هوائية بطول 680كم، تمثل 94,4% من جملة الشبكة، وتُحمل بواسطة أبراج وأعمدة من الصلب الأسود والمجلفن وموزعة بشوارع المدينة بإجمالي عدد بلغ 4305(4269عمودًا، 36برجًا) ؛ ويمكن إرجاع انتشار الخطوط الهوائية إلى تكلفتها الأقل بالإضافة لسهولة صيانتها وسهولة اكتشاف الأعطال بها وإصلاحها مقارنة بالكابلات، وفى الوقت نفسه تعد زيادة أطوال الخطوط الهوائية بالمدينة مؤشرًا لارتفاع التكاليف المتغيرة Running Cost الناتجة عن زيادة أعمال الصيانة الدورية لها.

2. تتوزع خطوط نقل الكهرباء الأولية ذات الجهد المتوسط بالمدينة بنسب غير متساوية على شياخاتها، فالشياخة الثانية تستحوذ على نحو 54,7% من جملة خطوط الجهد المتوسط الممتدة بالمدينة وهو ما يزيد عن الثلث بقليل، ويُغذى مستهلكي الشياخة بالكهرباء

عن طريق ثلاثة خطوط متفرعة لها من لوحة توزيع بيلا الجديدة وهما خطوط (6 ، 10 ، 11)؛ وتشغل الشياخة بذلك المرتبة الأولى مقارنة بالشياخات المجاورة. ؛ويرجع ذلك نتيجة لتوطن محطة محولات الجهد المتوسط 11/66 ك.ف ولوحة توزيع بيلا الجديدة بها، فخطوط الجهد المتوسط الثمانية التي تربط بين محطة المحولات ولوحتي التوزيع تمتد عبر حدود الشياخة الأمر الذى أدى إلى زيادة نسبتها من جملة خطوط الجهد المتوسط. كما تستحوذ الشياخة على 40,1% من جملة خطوط نقل الكهرباء الثانوية ذات الجهد المنخفض؛ كنتيجة رئيسة لاتساع مساحة المناطق العمرانية التي تخدمها شبكة الكهرباء بالشياخة إلى 549,4كم تمثل 54,6% من جملة نظيرها بالمدينة.

3. تأتى الشياخة الثالثة في المرتبة الثانية بنسبة بلغت 27,6% من جملة خطوط الجهد المتوسط بالمدينة، وتشغل المرتبة نفسها من حيث نسبتها من جملة خطوط الجهد المنخفض الممتدة بالمدينة بنسبة 28,3%؛ لتوطن لوحة توزيع بيلا القديمة بها وهي المصدر الرئيسي لتغذيتها بالكهرباء عن طريق أربعة خطوط جهد متوسط متفرعة منها وهى(1، 2، 4، 8)، زد على ذلك زيادة عدد سكان الشياخة إلى 21,8ألف نسمة، تمثل 26,9% من جملة سكان المدينة بالإضافة لتركز 24,6% من جملة مساحة المناطق العمرانية بها.

4. تشغل الشياختين الرابعة والأولى المرتبتين الثالثة والرابعة من حيث جملة خطوط الجهدين المتوسط والمنخفض بهما بنسب متقاربة ؛لعدة أسباب يأتي في مقدمتها بُعد الشياختين عن محطة محولات بيلا ولوحتي توزيع الكهرباء، بالإضافة لتطرف معظم مناطقها عن المتوسط الهندسي لمدينة بيلا، زد على ذلك تناقص مساحة المناطق العمرانية والسكان بالشياختين.

5. تزداد كثافة خطوط الكهرباء بالشياخة الثانية إلى 54,6 متر طولي/متر2، وتكاد تتوسط مع الكثافة العامة لخطوط الكهرباء بالمدينة بالشياخة الثالثة إذ بلغت 53,5

متر/متر2، وتقل إلى ما دون ذلك بالشياختين الرابعة والأولى إلى 36,6 و 33متر/متر2على الترتيب؛ ويرجع ذلك إلى زيادة عدد السكان ومساحة الحيز العمراني التي تخدمه الشياختين الثانية والثالثة فقد بلغت قيمة معامل الارتباط إلى (0,97)، زد على ذلك قرب الشياختين من محطة محولات بيلا ولوحات توزيع الكهرباء مقارنة بالشياخات الأخرى.

جدول(1) التوزيع الجغرافي لشبكة الكهرباء بمدينة بيلا عام 2020/2019[1].

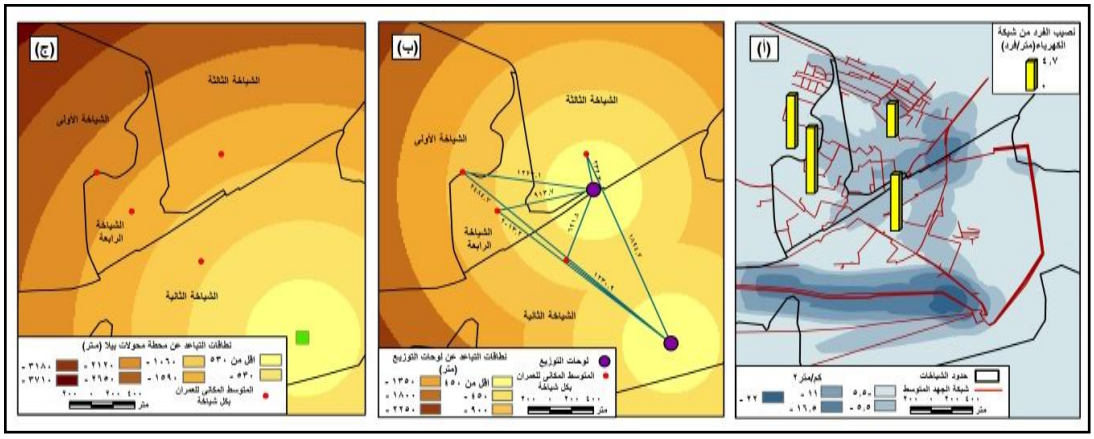
الأقسام الإدارية للمدينة	شبكة التوزيع الأولية (خطوط الجهد المتوسط)		شبكة التوزيع الثانوية (خطوط الجهد المنخفض الهوائية)		جملة شبكة الكهرباء		السكان		نصيب الفرد من خطوط الكهرباء	مساحة المناطق العمرانية (متر2)*	متر طولى /متر2	الطرق	
	الأطوال (متر)	%	الأطوال (متر)	%	الأطوال (متر)	%	العدد (ألف نسمة)	%				الطول (متر)	%
الشياخة الأولى	7097,4	8,6	77875	12,1	84972,4	12,1	15,4	19	5,5	257440	33	23655,3	17

[1] من إعداد الباحثة بالاعتماد على:

- شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء(2020/2019)، قطاع كفر الشيخ، هندسة كهرباء بيلا، بيان عن أطوال موصلات الجهد المتوسط بمدينة بيلا، بيانات غير منشورة.
- ———————، ———————— ، بيان عن أطوال موصلات الجهد المنخفض بكل محول توزيع على حدة، بيانات غير منشورة.
- ———————— ، وحدة نظم المعلومات الجغرافية، خريطة عن عناصر شبكة الجهد المتوسط بمدينة بيلا بمقياس 1: 15000، بيانات غير منشورة.
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء(2017)، التعداد العام للسكان والإسكان والمنشآت، صفحات متعددة.
- مساحة المناطق العمرانية وأطوال الطرق بكل شياخة ونصيب كل منها من خطوط الجهد المتوسط والمنخفض من حساب الباحثة بالاعتماد على المرئيات الفضائية التي تغطى منطقة الدراسة والمحملة من برنامج **SAS Planet** بدقة مكانية 3 متر وخريطة عناصر الشبكة السابق ذكرها، وذلك بعد تصحيحها جغرافيًا بالاعتماد على خرائط طبوغرافية مصححة للمكان من مديرية المساحة، وإنشاء قاعدة بيانات رقمية للمدينة تضم الطبقات التالية (الطرق، الترع، المصارف، التجمعات العمرانية، محولات التوزيع، خطوط الجهد المتوسط).

*عبارة عن مساحة الكتلة السكنية فقط ، ولا تضم مساحة الشوارع ولا مناطق الفضاء.

	الشياخة الرابعة	الشياخة الثالثة	الشياخة الثانية
77869,9	6676,6	21524,2	42571,7
100	9,1	27,6	54,6
642851	125537	181834	257605
100	19,5	28,3	40,1
720720,9	132213,6	203358,2	300176,7
100	19,2	28,8	39,8
81	15,2	21,8	28,6
100	18,8	26,9	35,3
8,9	8,7	9,3	10,5
1548015,1	360889,8	380225,9	549459,4
46,6	36,6	53,5	54,6
139498,3	29251,7	36306,8	50278,5
100	21	26	36



من إعداد الباحثة بالاعتماد على الجدول(1).

شكل(3) كثافة خطوط الجهد المتوسط الكهربي وبُعد لوحتي التوزيع ومحطة محولات بيلا عن المتوسط المكاني للتجمعات العمرانية بشياخات مدينة بيلا عام 2020/2019.

6- توطن لوحة توزيع بيلا القديمة في الشياخة الثالثة كما موضح بالشكل (2 – ب)، وقربها من الشياختين الأولى والرابعة إذ تبعد عنهما مسافة (1214 ، 904) مترًا على

التوالي مقارنة ببعد الشياختين عن لوحة توزيع بيلا الجديدة بمسافة (2484، 2013)مترًا على التوالي – كان له الأثر في تغذية الشياختين بالكهرباء من لوحة توزيع بيلا القديمة. كما أن قرب محطة محولات بيلا ولوحة توزيع بيلا الجديدة من المتوسط المكاني للمستهلكين بالشياخة الثانية (1230مترًا) مقارنة بالشياخات الأخرى كما موضح بالشكل (2 – ج) – ساعد على التوسع في استخدام الكهرباء بالشياخة وبالتالي زيادة كثافة الشبكة الممتدة بها. وما يؤكد ذلك ارتفاع نصيب الفرد من خطوط الكهرباء ليصل أقصاه 10,5متر بالشياخة الثانية، في حين يبلغ أدناه 5,5 متر بالشياخة الأولى للأسباب نفسها السابقة.

7- الارتباط القوى بين توزيع خطوط الجهدين المتوسط والمنخفض ومساحة الحيز العمراني الذى تخدمه وعدد السكان بكل شياخة بقيمة بلغت (0,97)، كما يرتبط أيضًا بمدى قرب أو بعد الشياخات من محطة محولات 11/66ك.ف من ناحية ولوحتى التوزيع من ناحية أخرى.

أ- التحليل المكاني لمحولات توزيع الجهد المنخفض

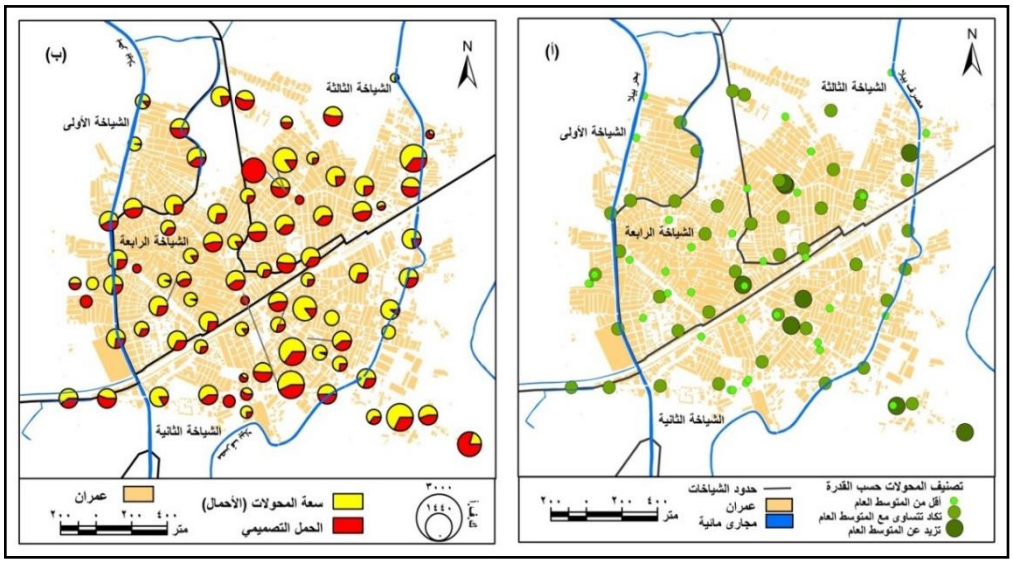
1- التوزيع الجغرافي لمحولات الجهد المنخفض

يُستخدم المحول لتخفيض الجهد إلى مستوى آمن للاستخدام وهو آخر عنصر يربط المستهلك بالشبكة. وتبلغ عدد محولات توزيع الجهد المنخفض على المستهلكين بمدينة بيلا 84 محولًا، بإجمالي قدرات تبلغ 35,6م.ف.أ ،ويبلغ الحمل التصميمي لها 52 م.ف.أ، في حين بلغ الحمل الفعلي على المحولات عام 2020/2019 إلى 32,7م.ف.أ لتصل بذلك نسبة التحميل على المحولات إلى 63% وهو مؤشرًا لإمكانية التوسع في استهلاك الكهرباء بالمدينة بشكل عام. وتوزع المحولات مكانيًا تبعًا لقدرتها والأحمال عليها بنسب مختلفة من شياخة لأخرى بالمدينة كما موضح بالجدول(2) والشكل(4) وعند دراستهما يتضح الآتي:-

جدول (2) توزيع محولات الجهد المنخفض وقدراتها والأحمال عليها عام 2019

الأقسام الإدارية للمدينة	المحولات					
	عدد المحولات	القدرة ك.ف.أ	% من القدرة	سعة المحولات ك.ف.أ	الحمل التصميمي ك.ف.أ	متوسط نسبة التحميل (%)
الشياخة الأولى	13	5150	14,3	5051	7416	68,1
الشياخة الثانية	29	13050	36,1	12294	18792	65,4
الشياخة الثالثة	24	10500	30,3	8682	15768	55,1
الشياخة الرابعة	18	6950	19,3	6733	10008	67,3
-	84	35650	100	32760	51984	63

من إعداد الباحثة بالاعتماد على ملحق(1) .



شكل (4) توزيع محولات التوزيع حسب القدرة ونسبة الحمل الفعلي من جملة الحمل التصميمي بمدينة بيلا عام 2020/2019

- يتركز 29 محولًا بالشياخة الثانية، بإجمالي قدرة بلغت 13م.ف.أ، تمثل 36,5% من جملة قدرات محولات المدينة، وبلغت جملة الأحمال على محولات الشياخة

12,3م.ف.أ، ونسبة تحميل بلغت 65,4%، وتعد الشياخة بذلك أكبر شياخات المدينة من حيث عدد المحولات وقدراتها وأقصى حمل عليها. ويرتبط توزيع المحولات ذات القدرات العالية التي تتراوح بين(500 – 1000) ك.ف.أ وعددها 17 محولًا – مع توزيع الشوارع الرئيسة بالشياخة وهما شارع عين شمس والجمهورية والمنصورة وبورسعيد والسويس ونهضة مصر؛ نتيجة لتركز 129منشأة قوى محركة[1] متنوعة بين محلات تجارية وورش لحام المعادن وورش البلاط والرخام بالإضافة للصناعات الغذائية والخشبية والورقية ومضرب أرز بيلا ومدشات الحبوب وطحن الغلال ومحطة للصرف الصحي، زد على ذلك زيادة عدد سكان الشياخة إلى 28,6ألف نسمة.

- تشغل الشياخة الثالثة المرتبة الثانية من حيث عدد المحولات وقدراتها وأقصى حمل عليها، إذ بلغ عدد المحولات بها 24 محولًا (8 محولات تقل قدراتها عن 300ك.ف.أ، و13 محولًا بقدرات 500ك.ف.أ ومحولين بقدرة 800ك.ف.أ ومحول بقدرة 1000ك.ف.أ) ليصل بذلك إجمالي قدرات المحولات إلى 10,5م.ف.أ، تمثل 29,4% من جملة قدرات المحولات بالمدينة، ويبلغ أقصى حمل للمحولات 8,7 م.ف.أ بنسبة تحميل بلغت 55,1%؛ ويعزى ذلك إلى تركز ثلاثة أحياء بالشياخة هي المشرفي ونافع والصنايع، كما تضم ثلاثة شوارع رئيسة هما شارع المستشفى والأهرام والثورة، ويتركز بهما 52 منشأة تجارية وصناعية تصنف ضمن القوى المحركة، بالإضافة لمحطة صرف التقوى وهندسة الري، وثلاثة مستشفيات هي الحميات والعام والحياة، ويعكس ذلك تركز 26,9% من جملة سكان المدينة بالشياخة، فهي ثاني أكبر شياخة من حيث عدد السكان.

- تناقص أعداد المحولات إلى 18 محولاً بالشياخة الرابعة كما تقل قدراتها عن

[1] يقصد بالقوى المحركة المنشآت التجارية والصناعية التي تزيد قدرتها التعاقدية عن 4 حصان، عن شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء(2020/2019)، قطاع كفر الشيخ، بيان قياسات معامل القدرة للقوى المحركة بيانات غير منشورة.

متوسط قدرة محولات شياخات المدينة إلى 6,9م.ف.أ، تمثل 19,5% من جملة نظيرتها بالمدينة، وأقصى حمل بلغ 6,7 م.ف.أ؛ نتيجة لتناقص أعداد السكان بها إلى 15,2ألف نسمة، تمثل 18,8% من جملة سكان المدينة، وكذلك تناقص الأهمية النسبية للأنشطة الاقتصادية بها والتي تقتصر على 26 منشأة ما بين محلات التجارية وورش التصنيع الصغيرة محدودة الاستهلاك مقارنة بالشياخات الأخرى، وما يعكس تناقص الطلب على الكهرباء بالشياخة زيادة أعداد المحولات التي تقل قدرتها عن 300ك.ف.أ بها إلى عشرة محولات وتتركز بالأحياء السكنية منها حي فرحات، وعلوانه، والثانوية، وأبو غنام، ومحدودية المحولات ذات القدرات الكبيرة لتصل إلى سبعة محولات بقدرة 500ك.ف.أ ومحول واحد بقدرة 1000ك.ف.أ وتتوزع بالشوارع الرئيسة بالمنطقة وهى شارع التحرير والسنترال وفلسطين.

- تشغل الشياخة الأولى المرتبة الأخيرة من حيث عدد المحولات بجملة 13 محولاً (8 محولات بقدرة 500ك.ف.ا، وخمس محولات بقدرات أقل من 300ك.ف.أ) لتبلغ جملة قدرات المحولات بذلك إلى 5,1 م.ف.أ، تمثل 14,4% من جملة نظيرها بالمدينة؛ ويرجع التناقص في القدرات لمحدودية الأنشطة الاقتصادية بالمنطقة فالمحولات تخدم مدرستي أحمد عبد العزيز الابتدائية والإعدادية بنات، بالإضافة لمحولين لتغذية محطة صرف أبو دشيش، ومحول لتغذية مصنع حسن خليفة لإنتاج الأعلاف على الحد الجنوبي للشياخة. أما باقي المحولات فتخدم الأحياء السكنية بالشياخة وهي حي أبو دشيش وأبو رخا والقشلان، زد على ذلك تناقص عدد السكان بهما إلى 15,4 ألف نسمة تمثل 19% من جملة سكان المدينة.

- الارتباط الطردي بين سعة محولات الكهرباء وكل من أعداد السكان ومساحة العمران بكل شياخة ، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (0,97 ، 0,98) على التوالي، الأمر الذى يعكس أثر توزيع كثافة السكان ومساحة الحيز العمراني على توزيع مكونات شبكة

الكهرباء بالمدينة.

أ- تصنيف المحولات

- **التصنيف حسب القدرة**

- تتراوح قدرات محولات التوزيع بالمدينة ما بين (100 – 1000) ك.ف.أ، ويمكن توزيع المحولات جغرافيًا حسب المتوسط العام لقدراتها البالغ (430ك.ف.أ) إلى ثلاث فئات هي:-

- محولات تزداد قدراتها عن المتوسط العام: وتضم ثماني محولات تمثل 9,5% من جملة محولات مدينة بيلا. أربعة منها بقدرات 800ك.ف.ا ، وأربعة أخرى بقدرات 1000ك.ف.ا، ليصل بذلك إجمالي قدراتها إلى 7,2 م.ف.أ، تمثل 20,2% من جملة قدرات محولات المدينة. وتوزع على ثلاثة شياخات (محولات البرى ومساكن مبارك والجمهورية والمجزر بالشياخة الثانية، ومحولين صرف التقوى ومحول هندسة الري بالشياخة الثالثة، ومحول التحرير بالشياخة الرابعة).

- محولات تكاد تتساوى قدراتها مع المتوسط العام: ويندرج بتلك الفئة عدد 41محولًا بقدرات 500ك.ف.ا للمحول الواحد، تمثل 48,8% من جملة عدد المحولات بالمدينة، وإجمالي قدرات بلغت 20,5 م.ف.أ ،تمثل 56,8% من جملة قدرات المحولات بالمدينة. وتوزع بنسب متباينة على الشياخات حيث يتركز 26 محولًا منها بإجمالي قدرات 13م.ف.ا، تمثل 57,5% من جملة قدرات محولات تلك الفئة بالشياخة الثانية والثالثة وتوزع مناصفة بينهما، في حين تقل إلى ثماني محولات بنسبة قدرات 19,5% بالشياخة الرابعة وسبعة محولات بنسبة17,1% بالشياخة الأولى.

- محولات تقل عن المتوسط العام: وتشمل على 35محولًا، تمثل 41,7% من

جملة محولات المدينة. وتصنف إلى سبع محولات بقدرات 100ك.ف.أ، وثماني محولات بقدرات 200ك.ف.أ، وسبع محولات بقدرات 250ك.ف.أ، و13 محولًا بقدرات 300ك.ف.أ، وتبلغ جملة قدرات المحولات إلى 7950ك.ف.ا، تمثل 22,3% من جملة قدرات محولات المدينة. 37,1% من جملة قدرات المحولات تتركز بالشياخة الثانية، و30,7% منها تتركز بالشياخة الرابعة، و17,6% بالشياخة الثالثة و14,5% بالشياخة الأولى.

- **التصنيف حسب الأحمال على المحولات**

تتباين نسبة التحميل على المحولات على حسب القدرة الاستيعابية لها والأحمال الفعلية عليها. ولكل محول حد أقصى للتحميل نسبته(85%) لا يجب أن يتخطاه تجنبًا لمخاطر زيادة الأحمال، ومن هنا تكمن أهمية هذا التصنيف في تحديد المحولات التي تخطت نسبة التحميل ودرجة خطورتها من ناحية وتصنيفها حسب أهميتها النسبية في حالة اختيار اقرب محول لتوصيل الكهرباء منه لأى منشأة جديدة، وعليه يمكن تصنيف محولات التوزيع تبعًا لدرجة خطورتها وأهميتها إلى الفئات التالية:-

- محولات تزيد أحمالها عن الحد الأقصى للتحميل(محولات تزداد درجة خطورتها وتقل أهميتها النسبية): وتشمل على عشرة محولات تمثل 11,9% من جملة عدد المحولات بالمدينة، وتصل جملة قدرات المحولات بها إلى 3,1م.ف.أ ، تمثل 8,7% من جملة قدرات محولات المدينة، وتبلغ طاقتها التصميمية 4,3 م.ف.أ، وطاقتها الفعلية 3,6 م.ف.أ ، وتتراوح نسبة التحميل على محولاتها بين(86 – 104)%، وتوزع بعدد محولين بالشياخة الأولى وهما محولي أحمد عبد العزيز والإعدادية بنات، ومحولات الصياد، والسلام، والمسلم والليثي بالشياخة الثانية، ومحولي السيد حجازى والتقوى بالشياخة الثالثة ومحولي الحجاز والسيد فرحات بالشياخة الرابعة. وتبلغ جملة موصلات الجهد المنخفض الهوائية المتفرعة من محولات تلك الفئة 79,5كم، تمثل 12,4% من جملتها بالمدينة، الأمر الذى

يتطلب ضرورة تنظيم حملات تفتيشية بمناطق تلك المحولات للحد من الأحمال الزائدة والتي أحيانًا ما تنتج عن الإضافات العشوائية من قبل أشخاص غير متخصصين بصورة مخالفة، وكذلك ضرورة استبدالها بمحولات ذات قدرات أكبر أو إضافة محولات جديدة لتخفيف الأحمال عليها تجنبًا للمخاطر التي قد تنتج عن زيادة الأحمال عن الطاقة الاستيعابية للمحولات مثل انقطاع التيار الكهربي واحتراق المحولات والكابلات الكهربائية.

- محولات تكاد تتساوى أحمالها مع الحد الأقصى للتحميل(محولات متوسطة الخطورة والأهمية النسبية): وتضم 14 محولًا، تمثل 16,7% من جملة محولات المدينة. وتبلغ جملة قدرات المحولات 6,1 م.ف.أ، وقدرتها التصميمية 7,35 م.ف.أ، في حين يبلغ الحمل الفعلي لها 7,1 م.ف.ا، وتتراوح نسبة التحميل على محولاتها بين(75 – 85%) بمتوسط نسبة تحميل 79%. وتوزع تلك المحولات على شياخات المدينة بنسب مختلفة، أربعة محولات منها تتركز بالشياخة الثانية وهى (البرى ، وفاطمة صالح، ومحطة صرف الكدن والمخبز الآلي)، وأربعة محولات بالشياخة الثالثة وهى (محول صرف التقوى، وأبو شقفه، والمشرفي ومستشفى الحياة)، بالإضافة لمحولي ابو دشيش والمركز القديم بالشياخة الأولى ومحولي زاوية حمادة وحماد العمدة بالشياخة الرابعة. وتبلغ جملة الموصلات المرتبطة بمحولات تلك الفئة 126,2كم، تمثل 19,6% من جملة نظيرتها بالمدينة.

- محولات تقل أحمالها عن الحد الأقصى للتحميل(محولات تقل درجة خطورتها وتزداد أهميتها النسبية): وبها 60 محولًا، تمثل 71,4% من جملة محولات المدينة، بإجمالي قدرات 26,5م.ف.أ، تمثل 74,4% من جملة قدرات المحولات بالمدينة، وتبلغ طاقتها الاستيعابية 37,1م.ف.أ، يُحمل على 22م.ف.أ من طاقتها، بنسبة تحميل تتراوح بين (10 – 74)%. 33,3% من جملة اعداد محولات تلك الفئة تقع بالشياخة الثانية، و28,3% منها تقع بالشياخة الثالثة، و21,7% تقع بالشياخة الرابعة و15% منها تقع بالشياخة الأولى.

رابعًا: العوامل المؤثرة على مد مكونات شبكة توزيع الكهرباء بمدينة بيلا

اتضح من نتائج تحليل توزيع مكونات شبكة الكهرباء على مستوى شياخات المدينة أن امتدادها يتأثر بعدة عوامل بشرية مثل النمو السكاني ومساحة الكتلة العمرانية التي تخدمها الشبكة بالإضافة لقرب أو بعد الشياخات من محطة محولات بيلا11/66ك.ف ولوحتي التوزيع مصدر تغذيتها بالكهرباء. وبالإضافة للعوامل السابقة توجد عوامل أخرى طبيعية وبشرية تؤثر على مد الكهرباء بمدينة بيلا يمكن حصرها فيما يأتي:-

أ- العوامل البشرية

- **المسافة بين مكونات الشبكة**

تُعد المسافة بين مكونات الشبكة عاملًا مؤثرًا على مدها بالمدينة فنقل الكهرباء لمسافة بعيدة يترتب عليه تناقص في الجهد وزيادة الفقد في القدرة حيث يفقد 10% من الطاقة تقريبًا كل مائة ميل[1] ، وكلما بعدت المسافة بين مكونات الشبكة كلما زادت تكلفة إنشاؤها كالمسافة بين محطة المحولات، ولوحات توزيع الكهرباء خاصة وأن محطات محولات 11/66 ك.ف تتوطن خارج النطاق العمراني للمدينة، كذلك الحال بالنسبة للمسافة بين لوحات التوزيع ومحولات توزيع الجهد المنخفض بمناطق الاستهلاك، زد على ذلك أن زيادة المسافة تحدد نوع الموصلات ذات الجهد المتوسط فالخطوط الهوائية تركب مع المسافات البعيدة والكابلات تركب داخل المدن.

وتحدد المسافة أيضًا مساحة مقاطع الموصلات التي تركب على خطوط الجهد

---

[1] **Sagers et al. (1982), Spatial efficiency in Soviet electrical Transmission, Geographic Review, Vol. 72, No.3, p295.**

المتوسط الرئيسة والفرعية فتركب الموصلات12/70مم2 و 6/35مم2 للخطوط التي يقل أطوالها عن 15كم، والموصلات 25/150مم2 للخطوط التي تتراوح أطوالها بين 15- 20كم كحد أقصى[1]. كما توضع المسافة شرطًا أساسيًا عند مد موصلات الجهد المنخفض فيراعي عند مدها أن لا تقل عن 1 متر من حوائط المباني و1,5 متر عن فتحات البلكونات والشبابيك، أما لوحات التوزيع فيراعى أن تتوطن خارج الكتلة السكنية وبمراجعة الشكل(5) يتضح التالي:

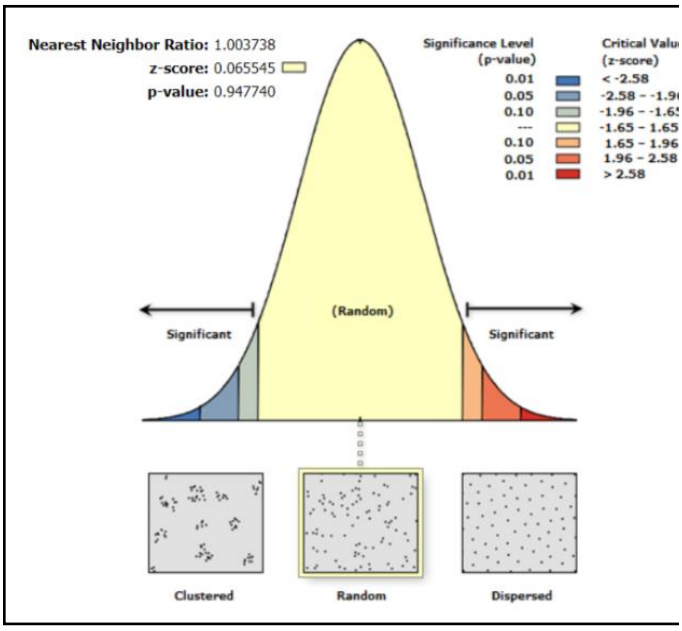
- تبعد لوحة توزيع بيلا القديمة مسافة 1,5كم عن محطة محولات بيلا 11/66ك.ف ، في حين تبعد لوحة توزيع بيلا الجديدة مسافة 0,076كم، أي أن تكلفة مد الموصلات اللازمة لتغذية اللوحة القديمة بالقدرة الكهربية أعلي من تكلفة نظيرتها باللوحة الجديدة.

- يتبين عند قياس المسافة بين محولات التوزيع بالمدينة البالغ عددها 84محولًا وبين لوحتي توزيع الكهرباء بالمدينة – أن محولات(مساكن مبارك، والمجزر، وطريق المنصورة وقسم الشرطة الجديد) تُعد الأقرب إلى لوحة توزيع الكهرباء الجديدة مسافة تتراوح بين(261 – 610,5) متًرا، في حين أن الثمانين محولًا الأخرى أقرب للوحة توزيع بيلا القديمة في مسافة تتراوح بين(145 – 1817)مترًا. وفى الواقع نجد أن لوحة توزيع بيلا الجديدة تغذى 32 محولًا عبر ثلاث خطوط تمتد منها كما سبق الإشارة، وبقدرات تتراوح بين(100 – 1000) ك.ف، أربعة محولات منها تعد الأقرب لها و 28 محولًا أقرب للوحة توزيع بيلا القديمة، أي أن التيار الكهربي الذى يغذى أغلب المحولات يُنقل له من مسافات بعيدة وهذا يعنى أن احتمالية نقص الجهد وزيادة الفقد أكبر مقارنة بالمحولات الأقرب، وهذا

[1] شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء(2020/2019)، قطاع كفر الشيخ، بيان عن مقاطع موصلات خطوط الجهد المتوسط بمدينة بيلا، هندسة بيلا، بيانات غير منشورة.

مؤشر لأمرين الأول أن محولات التوزيع لم يُحدد موقعها تبعًا لمصدر تغذيتها الأقرب، والثاني أن موقع لوحة توزيع بيلا الجديدة الحالي إن اكتسب ميزة قربة من محطة محولات بيلا إلا انه أبعد وأعلى تكلفة في تغذيته لنحو 87,5% من جملة محولاته؛ لان خطوط التغذية الثلاث التي تخرج منه لتمد تلك المحولات تقطع مسافة أطول.

- عشوائية
- نمط توزيع محولات الجهد المنخفض بالمدينة اذ بلغت قيمة الجار الاقتراب average nearest neighbor إلى واحد صحيح كما موضح بالشكل (6) ويرجع تشتت توزيع المحولات بالمدينة إما لتوطن بعضها بالقرب من المحولات القائمة بالفعل لتخفيف الأحمال عنها بدلًا من استبدالها بمحولات أكبر مثل محولي صرف الكدن ومحولي صرف أبو دشيش ومحولي صرف التقوى – أو نتيجة تشتت توزيع بعض منشآت الأنشطة الاقتصادية على اطراف الكتلة السكنية الأمر الذى أدى إلى تركز محولات الكهرباء بالقرب منها لتغذيتها بالكهرباء مثل محولي المجزر والشرطة المتوطنة خارج الكتلة السكنية شمال شرق المدينة ومحول النجارة الذى يمد ورش اللحام وتصنيع الأثاث المتوطنة على طريق بيلا – كفر الشيخ جنوب غرب



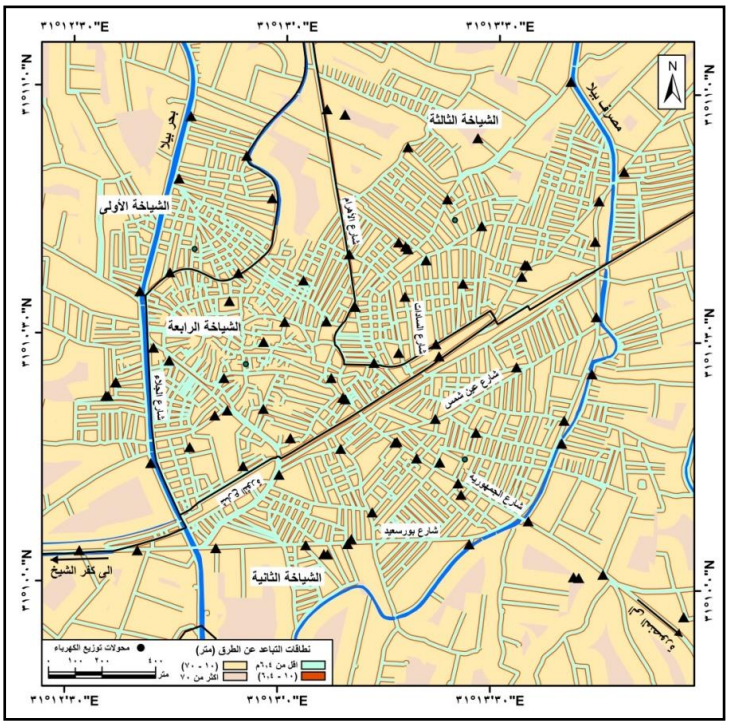
ناتج تطبيق الأداة Average Nearest Neighbor علي برنامج Arcgis10.5

شكل (6) نمط توزيع محولات الكهرباء بالمدينة.

المدينة بالإضافة لمحول حسن خليفة الخاص بمصنع الأعلاف على الطريق نفسة، أو لأن أغلب المحولات وزعت تبعًا لقربها من خطوط الجهد المتوسط دون الأخذ في الاعتبار المسافة التي يبعدها كل محول عن الآخر فالمسافة بين محولي فودافون والتحرير الجديد بالشياخة الرابعة تبلغ 12مترًا والمسافة بين محول التحرير القديم والجديد تبعد حوالى 85 مترًا رغم أن الثلاث محولات تتغذى من ثلاثة خطوط مختلفة، والمسافة بين محولي جبريل ش. ب ومسلم ش.ب بالشياخة الثانية تبلغ 44 مترًا، ويبعد محولي عبد الحليم منصور ومحمود حمزة بالشياخة نفسها مسافة 23مترًا، ويعد هذا مؤشرًا إلى أن إنشاء المحولات بالمدينة لم يأخذ في اعتباره معيار القرب أو البعد من المحولات القائمة بالمدينة.

1- شبكة الطرق

يرتبط توزيع خطوط شبكة الكهرباء بالمدينة ببعدها أو قربها من شبكة الطرق الرئيسة الممتدة بها ومدى اتصالها بالمراكز المجاورة، فخطوط الكهرباء تمتد على جوانب الشوارع الرئيسة والفرعية وبمحاذاتها حتى يسهل الوصول لها وقت الصيانة. ويمتد بالشياخة الثانية عدد من الشوارع الرئيسة مثل شارع بورسعيد ، والجمهورية، والسويس ، وعين شمس بالإضافة لإشرافها على الطرق التي تربط المدينة بالمراكز المجاورة لها، فالحد الجنوبي الشرقي للشياخة يتفرع منه طريق بيلا – المنصورة، ومن حدها الجنوبي الغربي طريق بيلا – كفر الشيخ. الأمر الذى أدى إلى زيادة نصيبها من شبكة الطرق إلى 36% من جملة أطوال شبكة الطرق بالمدينة من جانب، وسهولة مد خطوط الكهرباء بها من جانب آخر، وانعكس ذلك على زيادة نصيبها من شبكة الكهرباء لتبلغ 39,8% من جملتها بالمدينة.



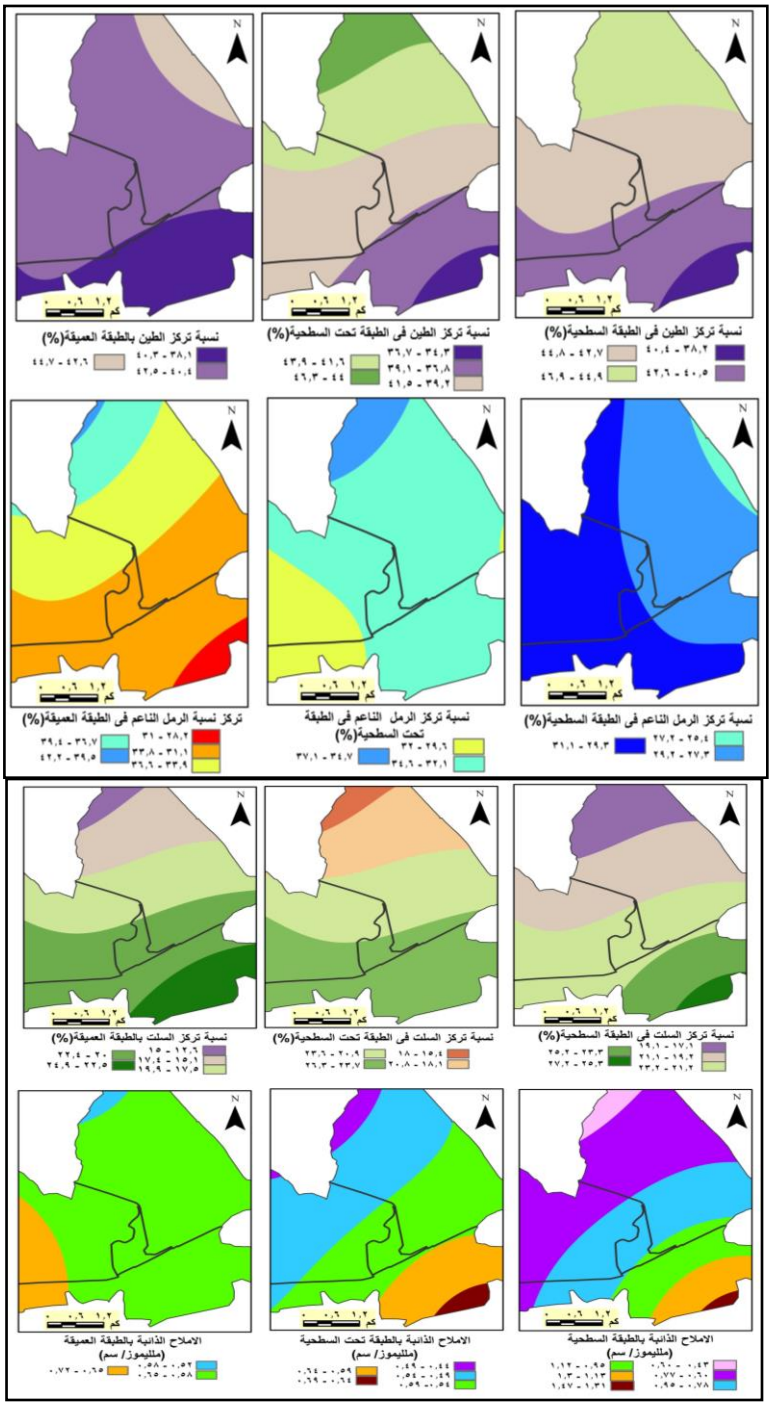
Arcgis10.5 من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج

شكل(7) نطاقات التباعد عن الطرق حسب المتوسط العام لبعد محولات توزيع الكهرباء عنها بمدينة بيلا عام 2019.

وتزيد نسبة أطوال الطرق والكهرباء بالشياخة نفسها إلى 21% و 28,8% من جملتها بالمدينة، وبذلك ترتبط كثافة خطوط الكهرباء بالشياخات التي تزيد كثافة الطرق بها، اذ بلغت قيمة معامل الارتباط (0,97). وما يؤكد العلاقة بين المتغيران في أنه وضع شرطًا أساسيًا عند مد شبكة الجهد المتوسط أن تمتد بموازاة الطرق وبعيدة عن حرمها، أما خطوط الجهد المنخفض بالمدينة فيشترط ألا تقل المسافة بين خطوط الشبكة وأقرب طريق عن 1,5مترًا؛ للتقليل من المخاطر التي قد تنتج عن أي أخطاء بالشبكة كتسرب التيار الكهربي وزيادة الترخيم.

وعند دراسة العلاقة بين مواقع محولات التوزيع وشبكة الطرق على اعتبار أنها

المصدر الرئيس لتغذية شبكة الجهد المنخفض بالكهرباء كما موضح بالشكل(7) – تبين أن أغلب المحولات تتوطن بشكل عام على حدود حرم الشوارع الرئيسة بالمدينة فمثلًا شارع الجمهورية يتوزع على امتداده ست محولات، وتوزع تسع محولات أخرى بالقرب من حرم شارع بورسعيد. وتبعد محولات توزيع المدينة البالغ عددها 84 محولًا عن أقرب طرق لها مسافة تتراوح بين (1 – 69,5)مترًا بمتوسط 6,4مترًا، يتوطن 64 محولًا منها على بعد أقل من المتوسط العام وهى ما تمثل 76% من جملة أعداد المحولات بالمدينة الأمر الذى يؤكد ارتباط توزيع المحولات بالطرق، ويكاد يتوسط سبع محولات منها مع المتوسط العام وهما محول الحميات، وصرف التقوى وبنك الإسكان ومجارى2 بالشياخة الثالثة، ومحولي زوبة وصرف ابودشيش بالشياخة الأولى2، ومحول مساكن مبارك بالشياخة الثانية، في حين يبعد أربعة عشر محولًا عن المتوسط العام مسافة تتراوح بين (10 – 69,5)مترًا، عشرة محولات منها تتركز داخل الكتلة السكنية على مسافة تتراوح بين (10– 14)مترًا وأربعة تتراوح بين (20– 69,5)مترًا وهى التي تتركز على حواف الكتلة السكنية بالمدينة وهما محولي صرف الكدن أقصى جنوب المدينة، ومحولي قسم الشرطة الجديد ومحول المجزر على طريق بيلا – المنصورة جنوب شرق المدينة بالشياخة الثانية ومحول أبو غنام بالشياخة الرابعة.



من إعداد الباحثة بالاعتماد على نتائج الدراسات الحقلية والمعملية لجهاز تحسين الأراضي، مرجع سابق.

شكل(8) توزيع خصائص التربة الميكانيكية والكيميائية بمدينة بيلا عام 2005/2004

أ- العوامل الطبيعية

1- التربة

تعد خواص التربة الميكانيكية والكيميائية من العوامل المؤثرة على مد شبكة الكهرباء بالمنطقة، ففيها يتم تثبيت الأعمدة والأبراج والكابلات وفيها يتم تسريب التيار الكهربي الزائد. واتضح من دراسة النتائج الحقلية والمعملية التي أعدها الجهاز التنفيذي لمشروعات تحسين الأراضي ضمن خطة الدراسات بنواحي مركز بيلا[1] والموزعة على الخرائط بالشكل(8) – عدة حقائق هي:-

- يتنوع نسيج تربة منطقة الدراسة بين النسيج الثقيل أي الطيني الخفيف في الطبقة السطحية التي يتراوح عمقها بين (0 – 30) متر اذ يبلغ تركز نسبة الطين بها ما بين(40,5 – 44,8)% ، أما الطبقة تحت السطحية التي يتراوح عمقها بين(30 – 60) متر فيسود بها القوام الطيني أيضًا وان كانت يسود بها القوام الطيني الطميى في بعض القطاعات، أما الطبقات العميقة التي يتراوح عمقها بين(60 – 110)مترًا فنسيجها متوسط أي طينية طميية.

- تصنف تربة المنطقة من حيث التماسك والاندماج بأنها متماسكة في طبقاتها السطحية، بناؤها كتلى ومتوسطة النفاذية للماء، إذ تتراوح السعة التشبعية للتربة بالماء بين 60- 75%، حيث تسود نسبة الطين بها بين 40,5- 44,8%. في حين تكون الطبقات تحت السطحية بين المتماسكة والمندمجة وبناؤها كتلي ضعيف والتربة بهذا النطاق متوسطة

---

[1] وزارة الزراعة ولاستصلاح الزراعي(2005/2004)، الهيئة العامة للجهاز التنفيذي لمشروعات تحسين الأراضي، الإدارة المركزية للدراسات والتخطيط والتقييم، بيان عن النتائج الحقلية والمعملية لعدد 336قطاعًا بأراضي مركز بيلا والمطبقة على مستوى النواحي، بيانات غير منشورة ، بالإضافة للتقرير الفني عن نتائج دراسات أراضي محافظة كفر الشيخ، بيانات غير منشورة، المرجع السابق.

النفاذية للماء، والسعة التشبعية للتربة بالماء ونسبة الطين تقل بها مقارنة بالطبقة السطحية. كذلك الحال بالنسبة للطبقات العميقة اذ يتدرج قوامها ما بين الطيني والطيني الطميي.

- يظهر مستوى الماء الأرضي بعد مرور 24 ساعة من حفر القطاعات الأرضية بالمنطقة – على عمق متوسط يتراوح بين 70 – 120سم دون مستوى سطح الأرض؛ نتيجة انخفاض سطح المنطقة ليتراوح بين 2 – 3 متر فوق مستوى سطح البحر.

- قدرت نسبة الأملاح الذائبة في التربة عن طريق قياس درجة التوصيل الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة للتربة Electrical Conductivity في درجة حرارة 25 درجة مئوية وتبين منه أن درجة توصيل التربة للتيار الكهربي في كل طبقاتها يقل عن 1,1 ملليموز/سم وأن نسبة تركز الأملاح الذائبة في طبقات التربة تقل عن 0,26% لذا تصنف ضمن الأراضي العادية منخفضة الملوحة[1].

وتحدد نوع التربة وخصائصها كمية الخرسانة اللازمة لتثبيت الأعمدة والأبراج ونوع العوازل اللازمة لحمايتها. فطبقًا للمواصفات الفنية فان عمق حفر القواعد الخرسانية اللازمة لتثبيت أبراج الجهد المتوسط تتراوح بين 1,9 – 2,2مترًا، أما أعمدة الجهد المنخفض فتثبت على عمق 1,2متر، ومع طبيعة تربة منطقة الدراسة الطينية التي يزيد منسوب الماء الأرضي بها كما سبقت الإشارة فإن تثبيت الأعمدة والأبراج بها يتطلب مواد خرسانية إضافية لتصمد مع الأحمال التي قد تتعرض لها نتيجة الوزن الزائد والرياح الزائدة والشد الزائد من ناحية ، ومواد كيماوية لحمايتها من التآكل والصدأ من ناحية أخرى. وتحدد نوع التربة أيضًا نوع

[1] تصنف التربة حسب تركز الأملاح الذائبة بها إلى أربعة أنواع وهي تربة طبيعية تقل الأملاح بها عن 0,2%، و تربة متوسطة الملوحة بين (0,2 – 0,5)%، وتربة مرتفعة الملوحة بين (0,5 – 1)% وعالية الملوحة تزيد الأملاح بها عن 1%، كما أن التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة للتربة اذا قل عن 4 ملليموز/سم تعد تربة عادية، عن الجهاز التنفيذي لمشروعات تحسين الأراضي، المرجع السابق.

العمالة والماكينة اللازمة لحفر القواعد الخرسانية وبالتالي تحديد التكلفة، حيث يُعتمد على العمالة العادية والأدوات البسيطة في الحفر بالأراضي الطينية والرملية كما هو الحال بمنطقة الدراسة أما التربة الصخرية والأسفلتية فيعتمد على جاكوش يعمل بضغط الهواء وعمالة مدربة الأمر الذى يرفع من تكلفة الإنشاء[1].

وتحدد نوع التربة أيضًا تكلفة مد كابلات الجهد المتوسط بها، فتكلفة مد الكابل بخندق أبعاده 40*80سم يبلغ في التربة الرملية 20جنيه/متر، وفى التربة الطينية 40جنيه/متر، وفي التربة الصخرية والأسفلتية أو الخرسانية 55جنيه/متر[2].

كما أن نوع التربة يُحدد نوع التأريض(الأرضي Earthing) [3] المركب على خطوط الجهد المتوسط والتي تقوم بتسريب التيارات الزائدة بالشبكة عن طريق تفريغها إلى الأرض لحماية الشبكة والأشخاص من مخاطرها، فالتربة الرطبة كالسائدة بمدينة بيلا يستخدم بها أرضى دائم مثبت في الأرض، أما التربة الرملية والصخرية يستخدم بها الأرضي الهوائي المثبت على الأبراج Temporary Earthing. كما أن عدد القضبان المستخدمة في التأريض وأطوالها وأبعادها تعتمد على المقاومة المطلوبة لتحقيق أفضل تفريغ للتيار الزائد

---

[1] شركة مصر الوسطى لتوزيع الكهرباء، مرجع سابق، ص26.

[2] شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء(2020/2019)، أدارة الشئون الفنية، بيان عن تكلفة مد كابلات الجهد المتوسط واكشاك الكهرباء حسب نوع التربة، بيانات غير منشورة.

[3] منظومة التأريض(الأرضي) **Earthing or grounding System** عبارة عن موصلات معدنية تربط مكونات الشبكة بقضيب من النحاس مدفون تحت الأرض لتفريغ الشحنات الكهربية الزائدة بها. وهو إجراء أمان يستخدم لحماية الأشخاص من خطر التعرض لتيارات القصر، بالإضافة لكونه يؤمن الحماية للمعدات والأجهزة الكهربائية من خلال منع التيارات الزائدة من المرور في الدارات، ويساعد فى منع نشوب الحرائق الناتجة عن تيارات التسريب، وحماية المنشآت من تيارات الصواعق العالية جدًا وتسريبها في الأرض. وتعتبر الأرض ناقلا جيدا يسمح بمرور التيار الكهربي فيها بكل سهوله لتصريفه بشكل آمن. للاستزادة راجع محمد توفيق الزهيري (2016)، التمديدات الكهربائية للأبنية والمنشآت، المكتبة الوطنية، المملكة الأردنية، ص ص348 – 353.

المار بالشبكة إلى الأرض. والمقاومة المطلوبة تعتمد على قيمة المقاومة الكهربائية النوعية للتربة Soil Resistivity[1].

وعدم توافر مقاومة نوعية منخفضة مناسبة للتربة يترتب عليه ارتفاع التكاليف اللازمة لمعالجة التربة المحيطة بالقضبان كيميائيًا أثناء التأريض إما باستخدام الأملاح أو الفحم أو زيادة عدد القضبان[2] لتوفير بيئة مناسبة لتفريغ الشحنة الزائدة. ولأن مدينة بيلا قوامها يتدرج بين الطينى والطيني الطميي فإن مقاومتها متوسطة للكهرباء الأمر الذى يوفر من تكاليف معالجة التربة لتقليل مقاومتها. وللأسباب السابقة لابد من اعتماد التربة كمعيار أساسي عند مد مكونات شبكة الكهرباء بالمدينة.

2- عناصر المناخ

تعد عناصر المناخ المتمثلة في الحرارة والأمطار والرياح والرطوبة أكثرها تأثيرًا على مد شبكة الكهرباء بمدينة بيلا. وقد بلغ متوسط كمية الأمطار التي سقطت على مدينة بيلا كما موضح بالجدول (3) خلال المدة من(2010-2019) إلى 6,4مم/يوم، بلغت أقصاها خلال فصلى الخريف والشتاء، أما سرعة الرياح فبلغت أقصاها بالمدينة خلال المدة نفسها فتتراوح بين 6,1كم/ساعة و 28,1كم/ساعة ، أي أن الرياح بمنطقة الدراسة تتدرج من النسيم الخفيف التي تتراوح سرعة الرياح به بين (5,2 – 11,8)كم/ساعة والنسيم المعتدل التي تتراوح سرعة رياحة بين(20-30)كم/ساعة وهى سرعات ينتج عنها تحرك الدخان تبعًا لاتجاه

---

[1] تتراوح المقاومة الكهربية في التربة الطينية بين (20 – 100)أوم/متر، والتربة الطينية الرملية بين (50-500)أوم/متر والرملية بين (200 – 3000)أوم/متر، وتتفاوت من نوع لآخر تبعًا لرطوبتها ودرجة ملوحتها ومساميتها، عن محمد توفيق، المرجع السابق.

[2] منذر القادري، مرجع سابق، ص69ص – 71.

الرياح وتحرك أوراق الشجر وتمايل الأغصان وايثار الغبار[1]. والرياح السائدة على مصر هي الشمالية(شمالية شرقية وشمالية غربية) ورياح الخماسين فهي رياح محلية (جنوبية شرقية وجنوبية غربية). أما نسبة بخار الماء للهواء فتزيد عن 50% طوال المدة أي أن الهواء متوسط الرطوبة بمنطقة الدراسة[2]. وعن درجة حرارة المدينة فتتراوح بين (8,8 – 30,9)^{5}م بفصلي الشتاء والخريف، وتزيد عن ذلك في الربيع والصيف.

جدول(3) التوزيع الفصلي لبعض عناصر المناخ خلال المدة (2010– 2019).

فصول السنة / عناصر المناخ		شتاء	ربيع	صيف	خريف	متوسط سنوي
كمية الأمطار(مم/يوم)		9,7	3,5	0,15	12,2	6,4
الرطوبة النسبية(%)		63,58	56,85	58,86	65,63	61,23
الحرارة	اعلى	26,1	36,5	35,64	30,9	32,3
(5 م)	اقل	8,81	13,68	22,2	11,9	14,1
سرعة الرياح (كم/ساعة)	أعلى سرعة	27,2	28,1	24,8	24,5	26,1
	أقل سرعة	6,1	6,4	6,7	7,1	6,6

من تجميع الباحثة بالاعتماد على ملحق(2).

وتؤدى زيادة سرعة الرياح بالمنطقة بشكل عام إلى تلوث مكونات الشبكة الناتج عن

---

[1] محمود عبد الفتاح محمود عبد اللطيف(2010) ، مناخ شرقي دلتا النيل وآثاره البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ص400.

[2] يعتبر الهواء جافا اذا انخفضت رطوبته النسبية الى ما دون(50%)، أما اذا تراوحت بين (50:70)% فيعتبر الهواء متوسط الرطوبة، واذا زادت عن 70% يعتبر الهواء عالي الرطوبة عن جودة حسنين(2004)، الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ ونبات قارات أوربا وآسيا وافريقيا ومناخ العالم العربي، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية، ص2015.

ترسب الأتربة على لوحات التوزيع والعوازل ومانعة الصواعق وغيرها، الأمر الذى يتطلب صيانتها بشكل بدوري. كما أن تراكم الأتربة والرواسب التي تحملها الرياح مع الأمطار الساقطة يتطلب تركيب لوحات توزيع ذات درجة حماية عالية ضد الأتربة وقطرات المياه الساقطة Dust–proof and water proof الأمر الذى يزيد من تكلفة تركيب اللوحة وملحقاتها بشكل خاص والشبكة بشكل عام[1]، ولأن لوحات التوزيع تقوم بتنظيم جهود الكهرباء الموزعة على مراكز الاستهلاك فإن تركيبها مع درجة حماية تتناسب وحجم الأتربة وقطرات المياه في المدينة يضمن عدم حدوث أعطال أثناء التشغيل لتلك المراكز والعكس صحيح.

زد على ذلك أن تراكم الأتربة والرواسب على عوازل الكهرباء[2] يحدث خدوش وثقوب تؤدى إلى تسرب التيار إلى مدد متباينة وبشدات مختلفة فتحدث ظاهرة الوميض العابر Flash Over [3]وتكرارها يساعد على شرخ العازل، كما أن زياده سرعة الرياح بالمكان يترتب عليه زيادة التكاليف الناتجة عن تجهيز الأعمدة بقواعد خرسانية تدعم تثبيت وحدات الموصلات والعوازل وحواملها وغيرها التي تحملها الأعمدة بمعامل أمان مناسب تحت أحمال الرياح الزائدة، وقد يترتب على سرعة الرياح بدون تجهيز القواعد المناسبة إلى هبوط الأبراج والأعمدة في الأرض أو الانفلات من القواعد وميلها.

وتؤثر الرطوبة الناتجة عن ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة العالية بالسلب على

---

[1] منذر القادرى، مرجع سابق ، ص 23.

[2] عبارة عن قرص مصنع من البورسلين أو الخزف أو الزجاج مهمته منع اتصال الموصلات بالأبراج والأعمدة لعدم حدوث تيار القصر ومن خصائصه المقاومة العالية للكهرباء، ومقاومة التغير في درجات الحرارة، ومنع امتصاص الرطوبة والمياه أثناء سقوط الأمطار.

[3] محمد محمود ابراهيم الديب(1993)، الطاقة في مصر – دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ص ص 607–608.

جودة العوازل. فتسرب الرطوبة داخل العوازل يساعد على ظهور ظاهرة التشجير المائي Water Treeting [1]، وهى عبارة عن شقوق تشبه الخيط الرفيع تتكون داخل العازل أو على أطرافه، ويؤدى زيادة تفرعاتها في جميع الاتجاهات إلى زيادة تسرب التيار وانهيار العازل. كما تؤثر الحرارة على مد الشبكة فزيادة درجة الحرارة تساعد على زيادة الترخيم Sag في الموصلات بين الأعمدة والأبراج لتزيد عن الحد المسموح به (6 متر)[2] الأمر الذى ينتج عنه العديد من المخاطر.

وللأسباب السابقة تتحكم درجة الحرارة ورطوبة الجو في تحديد نوع العوازل المستخدمة وتكلفتها، فعوازل البولي فينيل كلورايد PVC تستخدم مع درجات الحرارة المنخفضة لذا تقل تكلفة شراءها، أما البولي ايثيلين XLPE يتميز بمقاومة عالية للرطوبة ودرجات الحرارة المرتفعة بالإضافة لتحمل حالات القصر والحمل الزائد، والعوازل المطاطية مثل الايثيلين بروبلين EPR يتميز بمقاومة عالية للمياه. وتحديد نوع عوازل لا تتلائم مع ظروف المكان ينتج عنه تعرض العازل للإجهاد الكهربائي وضعف مقاومته وتسرب التيار وحدوث تشققات وفقدانه لخاصية العزل وتحوله إلى موصل مما يؤدى إلى انهياره.

وعند قياس أثر عناصر المناخ على توزيع مكونات الشبكة بمدينة بيلا، طبق الإشعاع الشمسي كنموذج باعتباره المسئول عن جميع الظواهر المناخية في الغلاف الجوي؛ فاختلاف توزيعه من منطقة لأخرى ينتج عنه تباين عناصر المناخ في المناطق نفسها كالحرارة والرطوبة النسبية بالجو، وكلما زادت كمية الإشعاع الشمسي ارتفعت درجة الحرارة

---

[1] منذر القادري، ص42

[2] الترخيم هو المسافة المسموحة بين المستوى الافقى للموصل بين برجين واقل نقطة للموصل، عن شركة مصر الوسطى لتوزيع الكهرباء، مرجع سابق ،ص 30.

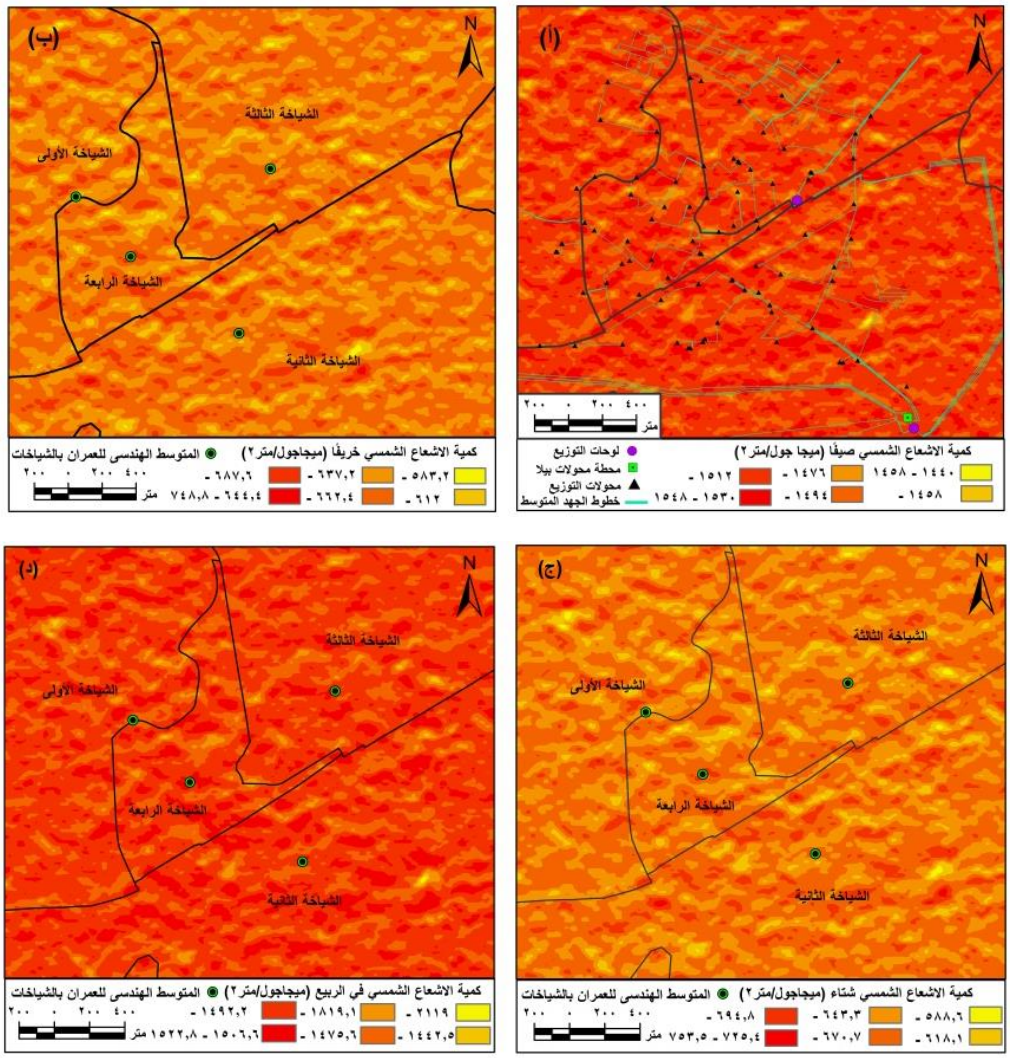
وانخفضت الرطوبة النسبة والعكس صحيح[1]؛ الأمر الذى يؤثر على مد مكونات الشبكة كما سبقت الإشارة، وتم حساب إجمالي كمية الإشعاع الشمسي الكلى الواصلة إلى سطح أرض المدينة خلال فصول العام [2]، والتي تبين من دراسة نتائجها الموضحة بالشكل(9) أن توزيع كمية الإشعاع الشمسي تتباين مكانيًا وزمنيًا بشياخات المدينة، وأن فصل الصيف سجل به أعلى قيم إشعاع وصلت إلي سطح المنطقة تتراوح كميتها بين 1440 – 1548ميجاجول/متر2، وبمتوسط 1499ميجاجول/متر2.

---

[1] مسعد سلامة مسعد (2012)، الإشعاع الشمسي في مصر، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنصورة، ص ص 181،203.

[2] نظرًا لعدم وجود محطات مناخية أو زراعية بمنطقة الدراسة من ناحية وصغر الوحدة المساحية للمدينة والحاجة لرصد التباين في الحرارة والرطوبة على مستوى شياخات المنطقة من ناحية أخرى– فقد اعتمدت الباحثة علي حساب كمية الإشعاع الشمسي التي تصل للمدينة عوضًا عنها من خلال الأداة **The solar radiation** والتي تحسب كمية الإشعاع بتطبيق نموذج **The hemispherical viewshad** ، والذى طوره **Fu and Rich** ، ومن المدخلات الرئيسة للنموذج درجة عرض المكان ونموذج الارتفاع الرقمي **DEM**، للاستزادة راجع:–

- **Fu & Rich. (2002), A Geometric Solar Radiation Model with Applications in Agriculture and Forestry, Computers and Electronics in Agriculture.**
- **Fu & Rich. (2000), The Solar Analyst 1.0 Manual. Helios Environmental Modeling Institute (HEMI), USA.**



شكل (9) التوزيع الفصلي لمتوسط لإشعاع الشمسي بمدينة بيلا عام 2019.

وعند الربط بين خريطتي توزيع مكونات الشبكة وكمية الإشعاع الساقطة على سطح المدينة صيفًا يتضح أن سبع محولات لتوزيع الجهد المنخفض تتوطن بمناطق تقل كمية الإشعاع الشمسي بها عن متوسط الكمية الساقطة بالمنطقة خلال فصل الصيف في حين يتوطن 77 محولًا بمناطق تتراوح كمية الإشعاع بها بين (1501,2 – 1534,7) ميجاجول/متر2، وهو ما يزيد عن متوسط الكمية الساقطة بالمنطقة. كما أن لوحة توزيع بيلا

القديمة تتوطن بمنطقة تزيد كمية الإشعاع بها إلى 1516,3 ميجاجول/متر2، وتقل عند موقع لوحة توزيع بيلا الجديدة إلى 1506,2 ميجاجول/متر2، وتبين أيضًا أن خطوط الكهرباء ذات الجهد المتوسط بالمدينة لا تمتد مساراتها بالمناطق التي تستقبل كمية إشعاع شمسي أقل وانها تمتد عبر كافة النطاقات الحرارية بالمنطقة.

ويتضح بذلك أن الحرارة كعامل مؤثر في مد شبكة الكهرباء لم تؤخذ في الاعتبار عند إنشائها بالمنطقة. وما يؤكد ذلك أن العلاقة بين أطوال خطوط شبكة الكهرباء بشياخات المدينة وكمية الإشعاع الشمسي المحسوبة عند المتوسط الهندسي للحيز العمراني بكل شياخة – محدودة إذ بلغت قيمتها (0,43)، بالإضافة لتركز أغلب محولات التوزيع بمناطق تزيد كمية الإشعاع الشمسي بها.

ويتضح من العرض السابق لتأثير عناصر المناخ على مد مكونات شبكة الكهرباء ضرورة وضع درجة الحرارة والرطوبة والرياح كمعايير رئيسة عند مد مكونات شبكة الكهرباء بالمدينة.

3- طبوغرافية السطح

يعد عنصري المنسوب والانحدار عاملان يؤثران في تخطيط شبكة الكهرباء بالمدينة، فإنشاء مكونات الشبكة بمناطق مستوية تقل درجة انحدار سطحها يترتب عليه تناقص تكاليف الإنشاء بالمقارنة بالمناطق الأخرى، ومدينة بيلا تقع شمال الدلتا على منسوب يتراوح بين 2 – 3 متر فوق مستوى سطح البحر، ويتدرج انحدارها بين 1 – 13 درجة، وهى بذلك تمتد في منطقة سهلية منخفضة ومتوسط الانحدار [1].

[1] الانحدار الخفيف قيمته 10 درجات والمتوسط 20 درجة والانحدار الشديد 45 درجة عن أحمد أحمد مصطفى(1987) ، الخرائط الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، ط2، ص79

خامسًا: معايير تحديد مواقع مكونات شبكة الكهرباء بالمدينة

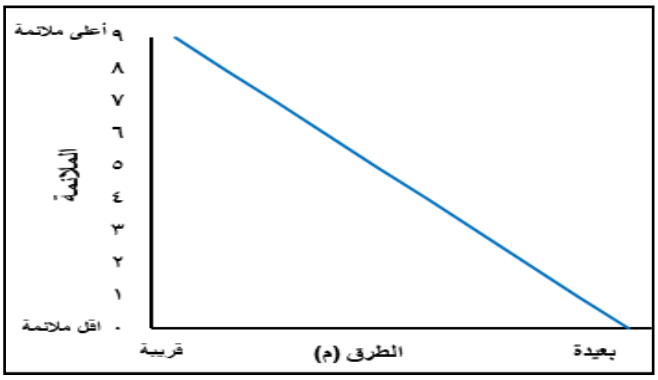
من واقع دراسة نتائج التحليل المكاني السابقة لمكونات شبكة الكهرباء بمدينة بيلا وأهم المتغيرات سواء كانت الطبيعية أم البشرية المؤثرة على مدها بالمكان – يمكن تعيين المعايير اللازمة لبناء نماذج الملائمة المكانية Suitability Modeling في تحديد أفضل مواقع الإنشاء، على أساس أن تحديد الموقع Site Selection يعد أحد أنواع دعم اتخاذ القرارات المكانية[1] مثل تحديد أفضل مكان لإنشاء لوحة توزيع أو آخر لإنشاء محولات جديدة ...الخ، وبِناء النماذج التطبيقية لتحليل الملائمة يعتمد على التكامل بين اسلوب التحليل متعدد المعايير Multicriteria Analysis، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) [2]. وتم هيكلة النموذج في بيئة نظم المعلومات الجغرافية بتحديد معايير مد مكونات شبكة الكهرباء بالمدينة، وتصنيف قيم كل معيار إلى عدة فئات، ثم أعطت لكل فئة قيمة تتدرج من 1 إلى 9 حسب مدى ملائمتها لمد شبكة الكهرباء بالمنطقة، وتوحيد كل المعايير علي هذا المقياس Standardize the factors، ثم تحويل المعايير وتصنيفاتها إلى خرائط تمثل مُدخلات النماذج المكانية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، فمثلا اذا أخذنا الطرق كعامل مؤثر ومعيار أساسي عند تحديد المكان الأنسب لإنشاء لوحة توزيع جديدة بالمدينة فانه يحدد حرم Buffer بعرض 1,5 مترًا حول طبقة الطرق بالمنطقة؛ لأنه من شروط مد الشبكة أن تبعد عن الطريق مسافة لا تقل عن 1,5 متر وهى المنطقة المحظور إنشاء أي مكونات كهربية بها Restricted، ثم تقسم المساحات حول الطرق وحتى حدود المدينة إلى عدة نطاقات حسب بعدها أو قربها من هذا الحرم، وتحدد مقياس ملائمتها Define a scale of suitability وذلك بإعطاء درجة أعلى للنطاقات القريبة من حرم الطرق، ودرجة أقل

---

[1] Kemp& Karen (2008), Encyclopedia of geographic information science, SAGE Publications, p407.

[2]Mierzwiak &Calka(2017), Multi-Criteria Analysis for solar farm location suitability , Reports on Geodesy and Geoinformatics journal, vol. 104/2017; pp. 20-32.

للنطاقات البعيدة؛ على اعتبار أن النطاقات الأقرب من حرم الطريق هي الأكثر ملائمة لمد خطوط الكهرباء More suitable والعكس هو الأقل ملائمة Least Suitable كما موضح بالشكل(10)، وفيما يلي تحديد لمعايير الملائمة المكانية لمكونات شبكة الكهرباء بالمدينة:-

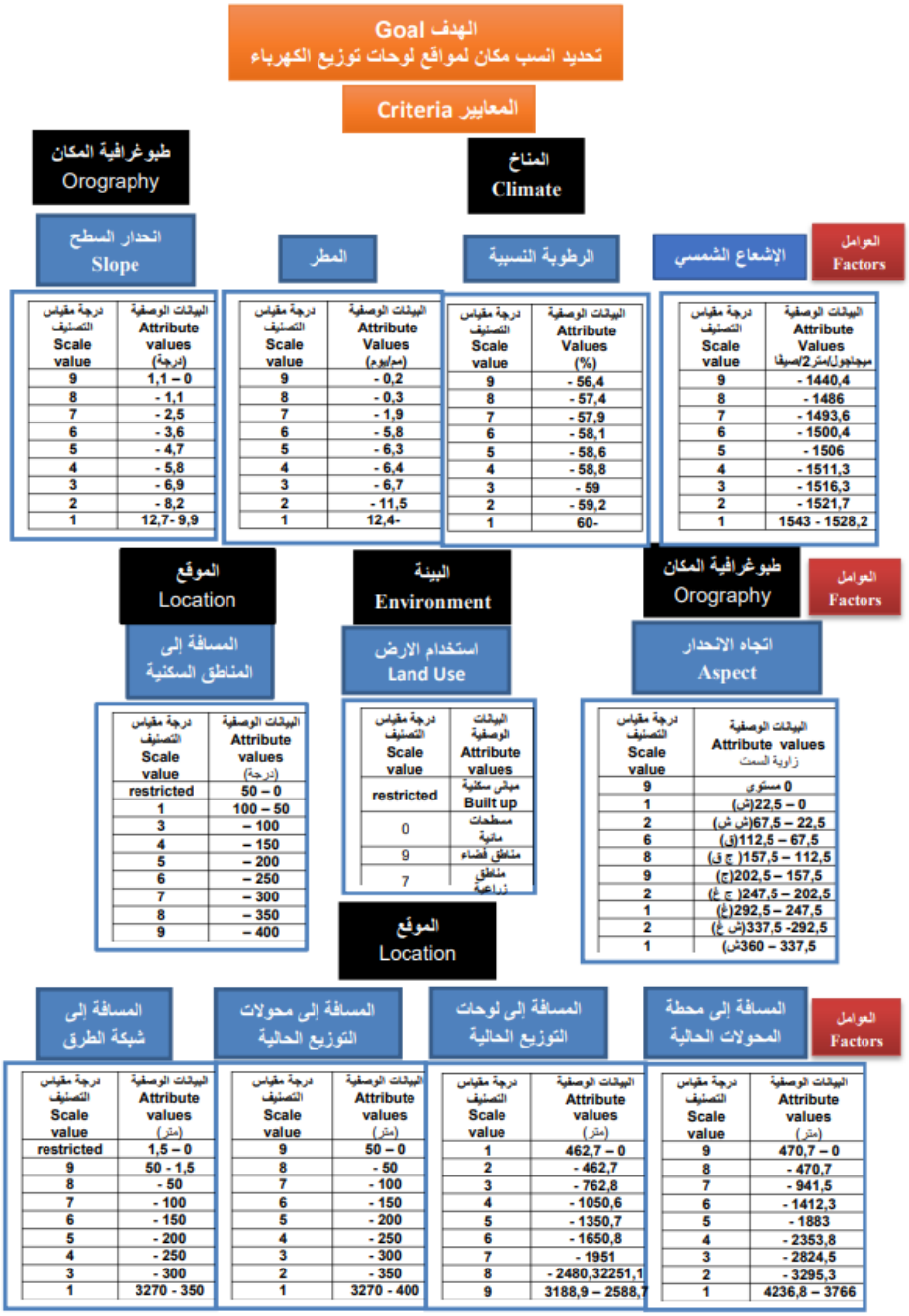


شكل(10) تصنيف الطرق حسب درجة ملائمتها

أ- معايير تحديد مواقع لوحات توزيع الكهرباء وخطوطها

تحديد المواقع الملائمة لإنشاء لوحات توزيع الكهرباء(الهدف) يتطلب بناء نموذج يأخذ في اعتباره قرب المكان من محطة المحولات مصدر تغذيتها بالكهرباء، وأن يكون بعيدًا عن لوحات التوزيع القائمة وعن المناطق السكنية، وأقرب ما يكون من شبكة الطرق، وبمنطقة خالية تكاد تكون مستوية للتقليل من تكاليف الإنشاء وبعيدة عن المناطق السكنية، وأقرب ما يكون من محولات التوزيع التي تخدمها والمناطق التي تنخفض كمية الإشعاع الشمسي بها والرطوبة النسبية والمطر، ويمكن تعريف محددات النموذج وتصنيف كل عنصر على حدة حسب مدى ملائمته للإنشاء (مقياس الملائمة) كما موضح بالشكل(11). ويراعى عند اختيار انسب مسار لمد خطوط الجهد المتوسط الأسس نفسها التي وضعت عند اختيار أنسب مكان للوحات التوزيع فيما عدا معيار المسافة إلى لوحات توزيع الكهرباء القائمة حيث تعطى قيمة أعلى للنطاقات القريبة من اللوحات والعكس صحيح، ومعيار المسافة إلي المناطق

السكنية حيث تعطى درجة ملائمة أعلى للنطاقات القريبة وأقل للنطاقات البعيدة.

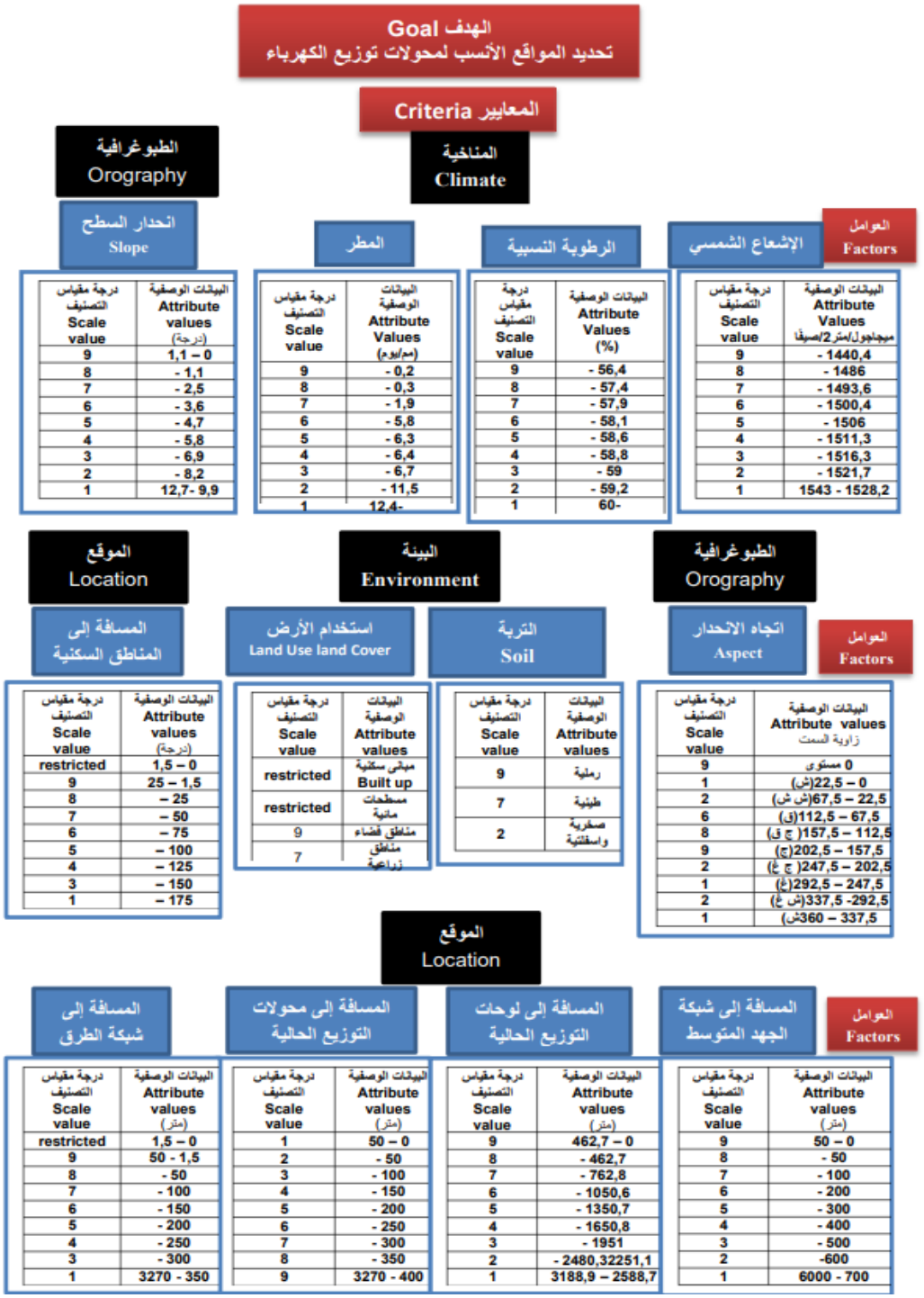


شكل(11) معايير تحديد مواقع لوحات توزيع الكهرباء

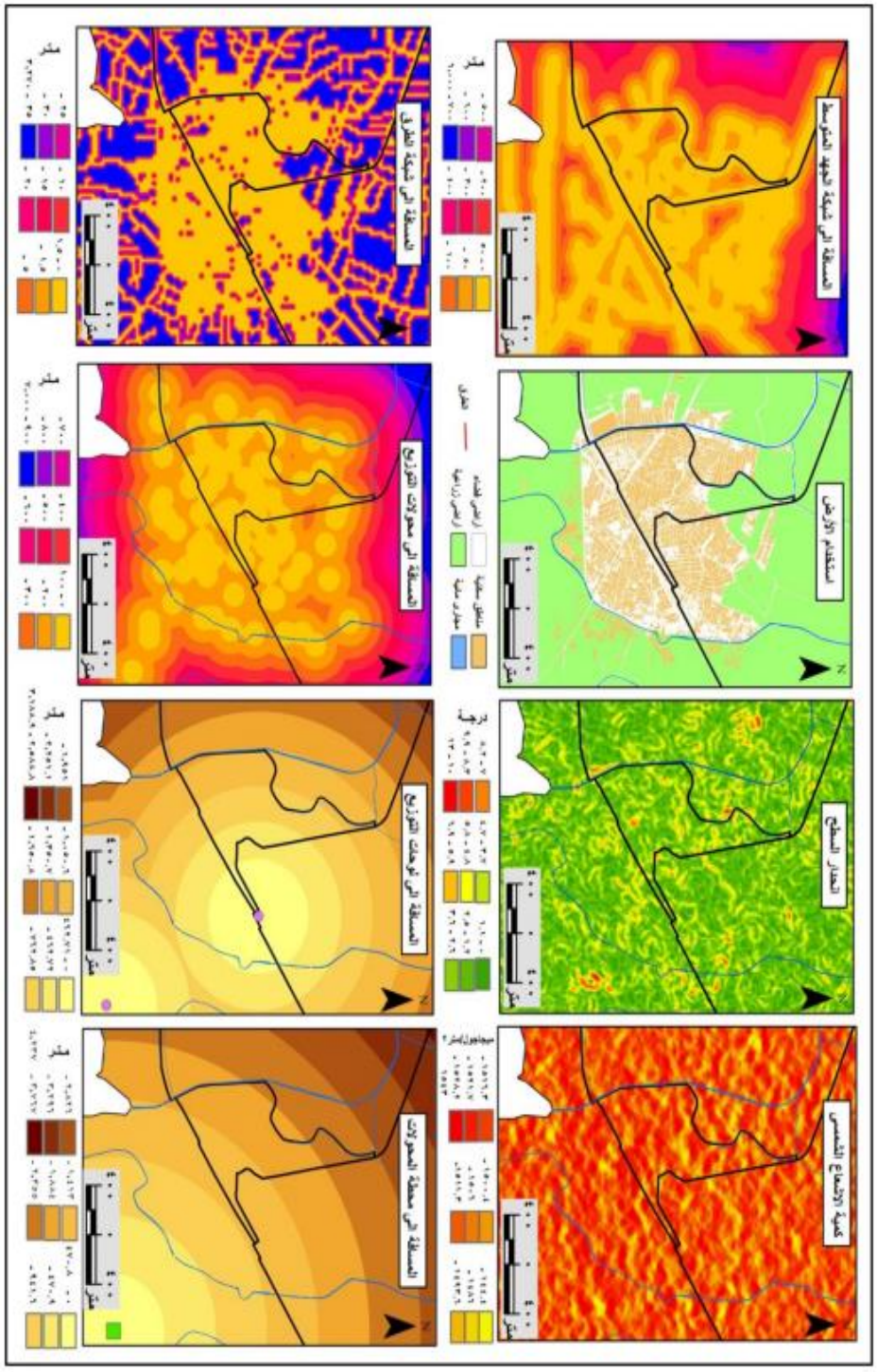
أ- معايير تحديد مواقع محولات توزيع الكهرباء

يتطلب إنشاء محولات توزيع الجهد المنخفض توافر عدة معايير منها أن تكون قريبة من خطوط الجهد الكهربي المتوسط، وأقرب ما تكون من لوحات التوزيع التي تغذيها، ومن شبكة الطرق والتجمعات السكنية التي تمدها بالكهرباء، وبعيدة عن محولات التوزيع الحالية بالمكان، ومتوطنة بالمناطق المستوية التى تقل درجة حرارتها ورطوبتها وفى اتجاه معاكس للرياح، ويمكن حصرها مجتمعة كما موضح بالشكل(12).

وبعد حصر المعايير يتم تجميع البيانات المكانية والوصفية المرتبطة بها من الجهات والهيئات المختلفة وتصمم قاعدة بيانات Geo-Database لها مكونة من عدة طبقات بعضها بيانات مكانية اتجاهية Vector Data Model كطبقة الطرق وشبكة الكهرباء ومكوناتها، والأخرى في صورة بيانات نقطية Raster Data Model كنموذج الارتفاع الرقمي والمرئيات الفضائية، ويشتق من قاعدة البيانات السابقة خريطة لكل معيار باستخدام أدوات التحليل المكاني مثل Feature to Raster, Slope, Solar Radiation، Euclidian Distance ، بعد ذلك يعاد تصنف كل خريطة إلى عدة فئات باستخدام الأداة Reclass على أن يوحد مقياسها حسب درجة ملائمتها ليتراوح بين 1 – 9 كما موضح بالشكلين (11، 12)، ونتائج تلك المرحلة موضحة بالشكل(13)، والتي تتفق جميعًا في كونها بيانات مكانية نقطيةٌ Raster تعد المدخلات الأساسية لبناء نماذج الملائمة المكانية لمواقع مكونات شبكة الكهرباء بالمدينة.



شكل(12) معايير تحديد مواقع محولات توزيع الكهرباء



من إعداد الباحثتين بالاعتماد على الشكلين(11)و(12) وباستخدام برنامج Arcgis10.5.

شكل (10) أهم المعايير المكانية لتحديد مواقع مكونات شبكة الكهرباء بمدينة بيلا.

النتائج والتوصيات

تبين من هذه الدراسة عدة نتائج يمكن حصر أهمها فيما يأتي:-

- يرتبط توزيع خطوط شبكة الكهرباء بشياخات المدينة بكبر أو صغر المساحة التي تخدمها من ناحية، وعدد السكان بها من ناحية أخرى حيث بلغت العلاقة بين المتغيرات(0,97)، أي تكاد تقترب من الارتباط التام. كما يؤثر قرب أو بعد مراكز الاستهلاك من محطة محولات 11/66 ك.ف، وكذلك قربها أو بعدها من لوحات تنظيم التيار الكهربي – على مدى التوسع في استخدام الكهرباء بالمكان وتكاليف مدها فزيادة المسافة تعنى زيادة في أطوال الخطوط الكهربية وارتفاع التكاليف والعكس صحيح. الأمر الذى يعني ضرورة إضافة العوامل الأربع كمعايير أساسية عند مد شبكة الكهرباء لمناطق الاستهلاك بالمدينة.

- تتركز المحولات ذات القدرات العالية بالشياختين الثانية والثالثة بمدينة بيلا؛ لزيادة عدد السكان بهما من ناحية بالإضافة لتنوع الأنشطة الاقتصادية التي يمارسها السكان بها والتي تُزيد من استهلاكها للكهرباء من ناحية أخرى؛ وهذا ما يفسر تركز ستة محولات تخطت الحد الأقصى للتحميل بالشياختين تمثل 60% من عدد المحولات التي تخطت الحد الأقصى للتحميل بالمدينة، كما أن توزيع المحولات تتوطن بالشوارع الرئيسة بالمدينة. وهذا يعنى أن تحديد أنسب مكان لمحولات الكهرباء بالمدينة لابد أن يأخذ في اعتباره عدة معايير منها قربه من الشوارع الرئيسة حتى يسهل الوصول له وأيضًا قربه من كافة المشتركين المطلوب مدهم بالكهرباء لتقليل تكاليف مد خطوط الجهد المنخفض المتفرعة منه إلى كل مشترك، كما أن تحديد قدرة المحولات التصميمية لابد أن تُحدد حسب نوع نشاط المشترك(سكنى – تجارى – صناعي) وقدرته الحالية والمتوقعة مستقبليًا قبل تركيبها. أما في حالة توصيل الكهرباء لمشترك جديد من المحولات الحالية المركبة بالمدينة فيراعي أن تعطى درجة ملائمة أقل للمحولات التي تخطت الحد الأقصى للتحميل.

- زيادة التكاليف الناتجة عن بُعد لوحة توزيع بيلا القديمة عن محطة محولات بيلا 11/66ك.ف مسافة 1,5كم مقارنة بلوحة توزيع بيلا الجديدة التي تبعد عنها مسافة 75متًرا فقط ، وتوصيل الكهرباء لعدد 28 محولًا من لوحة توزيع بيلا الجديدة جنوب شرق المدينة رغم قربهما من لوحة توزيع بيلا القديمة شمال شرق المدينة، لذا يجب أن يراعى عند اختيار مواقع لإنشاء لوحات توزيع الكهرباء قربها من محطة المحولات11/66ك.ف، ويراعى عند اختيار مواقع محولات التوزيع بالمدينة قرب المحول من المتوسط المكاني لمواقع الأنشطة الاقتصادية المراد توصيل الكهرباء لها من جانب وقربها من لوحة التوزيع التي تغذيها بالكهرباء من جانب آخر بالإضافة لبعدها من محولات التوزيع القائمة بالمدينة؛ لتقليل أطوال الموصلات وخفض التكاليف النهائية للتوصيل.

- تمتد خطوط الكهرباء بمحاذاة شبكة الطرق بالمدينة، كما تتوطن محولات توزيع الكهرباء بالقرب من الشوارع الرئيسة بالمدينة؛ حتى يسهل الوصول اليها وقت الصيانة الأمر الذى يعني ضرورة القرب من شبكة الطرق الرئيسية والفرعية كمعيار أساسي عند مد مكونات الشبكة.

- تؤثر التربة على مد مكونات الشبكة بالمدينة، فقد أوضحت نتائج التحاليل الميكانيكية والكيميائية للتربة بالمدينة ارتفاع مستوى الماء الباطني بها على عمق 70 مترًا من سطح الأرض، وأن نسيجها ثقيل تزيد به نسبة الطين، وأن نسبة الأملاح بها منخفضة كما أن توصيلها للتيار الكهربي طبيعي ومقاومتها النوعية تتدرج ما بين العادية والمتوسطة؛ الأمر الذي يتطلب تأمين كابلات الكهرباء التي تمتد أسفل السطح بعوازل لحمايتها من التآكل ، وتدعيم قواعد الأعمدة الخرسانية بمواد إضافية لتثبيتها ضد الأحمال الزائدة، كما تبين أيضًا أن التربة تؤثر على تكلفة مد كابلات الجهد المتوسط فتزيد في التربة الصخرية، وتتوسط تكلفتها بالتربة الطينية، وتقل بالتربة الرملية، كما أن نوع التربة يحدد نوع التأريض، الأمر

الذى يحتم وضعها في الاعتبار عند مد مكونات شبكة الكهرباء.

- ارتفاع أو انخفاض الحرارة والرطوبة بالجو بالإضافة لزيادة سرعة الرياح وكمية المطر الساقطة يؤثرا على مد شبكة الكهرباء بالمدينة من حيث مدى تلوث مكوناتها بالغبار وارتفاع أو انخفاض تكلفة مدها التي تنتج عن تأمينها بمواد عازلة تتناسب وطبيعة المناخ بالمنطقة؛ بهدف حمايتها من خطر الأحمال الزائدة وتسرب التيار، وتلف مكونات الشبكة. وأوضحت الدراسة أن أغلب مكونات الشبكة توجد بالمناطق التي تستقبل كمية إشعاع شمسي أكبر الأمر الذى يجعل موصلات الكهرباء بين الأعمدة أكثر عرضة لزيادة الترخيم بها، بالإضافة لزيادة التكاليف الناتجة عن استخدام مواد عازلة تقاوم الحرارة المرتفعة، الأمر الذى يعنى ضرورة أخذ عناصر المناخ كمعيار عند مد مكونات الشبكة بالمدينة بحيث تمتد في المناطق التي تقل بها درجة الحرارة والرطوبة والمطر وتُوطن عكس اتجاه الرياح.

- استخدام أدوات التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية تُمكن من استنتاج العلاقات المكانية بين مكونات الشبكة، والعوامل الجغرافية المؤثرة عليها، وتحديد معايير مد شبكة الكهرباء بمدينة بيلا من خلال تفسير هذا الارتباط.

- ضرورة اعتماد عوامل المسافة بين مكونات الشبكة، ومدى القرب أو البعد عن كل من: خطوط الكهرباء، ولوحات ومحولات التوزيع الحالية، والطرق والكتلة السكنية، بالإضافة لعوامل استخدام الأرض، وطبوغرافية المكان، وتوزيع السكان، وحجم النشاط الاقتصادي، وعناصر المناخ والتربة – كمعايير عند تحديد مواقع مكونات شبكة الكهرباء بالمدينة لتقليل الفقد والتكلفة والحد من مخاطر تسرب التيار وإتلاف الشبكة المكلفة.

قائمة المصادر والمراجع

أ- العربية

1- أحمد أحمد مصطفى(1987) ، الخرائط الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، ط2.

2- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء(2017)، التعداد العام للسكان والإسكان والمنشآت.

3- جودة حسنين(2004)، الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ ونبات قارات أوربا وآسيا وإفريقيا ومناخ العالم العربي، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية.

4- شركة الكهرباء الوسطى لتوزيع الكهرباء(بدون تاريخ)، إدارة الشؤن الفنية، التقرير الفني لتنفيذ شبكة الكهرباء، عن موقع الشركة www.meedco.gov.eg

5- شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء(2020/2019)، قطاع كفر الشيخ، هندسة كهرباء بيلا، بيان عن أطوال موصلات الجهد المتوسط بمدينة بيلا، بيانات غير منشورة.

6- ————————، بيان قياسات معامل القدرة للقوى المحركة بيانات غير منشورة.

7- شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء(2020/2019)، إدارة الشئون الفنية، بيان عن تكلفة مد كابلات الجهد المتوسط وأكشاك الكهرباء حسب نوع التربة، بيانات غير منشورة.

8- ————————، بيان عن أطوال موصلات الجهد المنخفض بكل محول توزيع على حدة، بيانات غير منشورة.

9- ــــــــــــــــــــــــ ، بيان عن مقاطع موصلات خطوط الجهد المتوسط بمدينة بيلا، هندسة بيلا، بيانات غير منشورة، 2020/2019م.

10- ــــــــــــــــــــــــ ، وحدة نظم المعلومات الجغرافية، خريطة عن عناصر شبكة الجهد المتوسط بمدينة بيلا بمقياس 1: 15000، بيانات غير منشورة.

11- محمد الخزامي عزيز(بدون تاريخ)، استخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية في مجال ترشيد خدمات الطاقة الكهربائية فى مدينة الدوحة، دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد 79.

12- محمد توفيق الزهيري (2016)، التمديدات الكهربائية للأبنية والمنشآت، المكتبة الوطنية، المملكة الأردنية، ص ص348 – 353.

13- محمد زهيرة وآخرون(2004)، دراسة تجريبية للتربة المحلية المغلفة لكابلات الطاقة الكهربائية الأرضية، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية– سلسلة العلوم الهندسية، المجلد 26، العدد2.

14- محمد محمود ابراهيم الديب(1993)، الطاقة فى مصر – دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

15- محمد منذر القادري(بدون تراريخ)، أسس الكهرباء وطرق الحماية وعمل التمديدات الكهربائية.

16- 41883506https://www.slideshare.net/munthear/ss

17- مسعد سلامة مسعد(2012)، الإشعاع الشمسي في مصر، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنصورة.

18- وزارة الزراعة ولاستصلاح الزراعي(2005/2004)، الهيئة العامة للجهاز

التنفيذي لمشروعات تحسين الأراضي، الإدارة المركزية للدراسات والتخطيط والتقييم، بيان عن النتائج الحقلية والمعملية لأراضي مركز بيلا والمطبقة على مستوى النواحي، بيانات غير منشورة.

19- _____ ، تقرير عن نتائج دراسات أراضي محافظة كفر الشيخ، بيانات غير منشورة.

ب- الأجنبية

1- Fu & Rich (2000), The Solar Analyst 1.0 Manual. Helios Environmental Modeling Institute (HEMI), USA.

2- Fu & Rich (2002), A Geometric Solar Radiation Model with Applications in Agriculture and Forestry, Computers and Electronics in Agriculture.

3- Kemp & Karen (2008), Encyclopedia of geographic information science, SAGE Publications.

4- Mierzwiak& Calka(2017), MULTI-CRITERIA ANALYSIS FOR SOLAR FARM LOCATION SUITABILITY, Reports on Geodesy and Geoinformatics journal, vol. 2017/104.

5- Haggett(1969), Locational Analysis in Human Geography, Edward Arnold, London.

6- R.s & J.D(2011), Spatial Decision Support Systems Principles and Practices, Taylor & Francis Group, United States of America.

7- Sagers et al.(1982), Spatial efficiency in Soviet electrical Transmission, Geographic Review, Vol. 72, No.3.

ملحق (1) قدرة محولات التوزيع ونسبة التحميل عليها بمدينة بيلا عام 2020/2019[1]

م	اسم المحول	قدرة المحول* (ك.ف.أ)	طريقة التركيب		الأحمال**				نسبة التحميل ***
			كشك	حجرة	N	T	S	R	
1	محول الاسكان	500	✓		25	378	398	375	%54
2	محول المستشفي الجديد	500	✓		12	532	540	528	%75
3	محول المستشفي الداخلي	500	✓		11	350	330	310	%46
4	محول المستشفي القديم	100	✓		8	80	76	81	%57
5	محول هندسة الري	1000	✓		11	910	940	900	%64
6	محول السيد الشيخ	500	✓		9	377	297	352	%47
7	محول ابوشقفة	500	✓		18	490	544	597	%76
8	محول المشرفى	800	✓		32	900	930	950	%91
9	محول التدريب المهنى	500	✓		25	549	545	570	%78
10	محول الصنايع الداخلى	200		✓	11	140	144	136	%50
11	محول سالم	300	✓		10	310	315	305	%73
12	محول انارة الطريق	100	✓		11	98	100	95	%70
13	محول فودافون	100	✓		8	41	43	39	%30
14	محول بدر	500	✓		11	440	445	450	%60
15	محول السمنودى	500	✓		11	380	350	366	%51
16	محول السماحى	500	✓		9	385	380	400	%54
17	محول ابوغنام	300	✓		23	271	280	275	%66
18	محول المركز القديم	500	✓		21	540	537	530	%75
19	محول زوبة	500	✓		9	384	377	398	%54
20	محول القشلان	500	✓		11	368	455	415	%58
21	محول ابودشيش	500	✓		9	505	515	530	%72
22	محول محطة صرف	200		✓	11	140	144	138	%50

[1] شركة شمال الدلتا لتوزيع الكهرباء(2020/2019)، قطاع كهرباء كفر الشيخ، هندسة كهرباء بيلا، بيان قدرات وأحمال محولات توزيع الجهد المنخفض بمدينة بيلا، بيانات غير منشورة.

** عبارة عن قراءات فازات المحول ولحساب الأحمال الفعلية منها يتم تطبيق المعادلة التالية:-

سعة المحولات = اجمالى قراءة فازات المحولات (R+S+T+N)÷3

*** نسبة التحميل = سعة المحولات على المحولات/ الحمل التصميمي ×100، علمًا بأن الحمل التصميمي = قدرة المحول ×1,44(ثابت).

	ابودشيش1								
23	محول محطة صرف ابودشيش2	200		✓		–	–	–	%0
24	محول الثقافة	250	✓		13	261	249	284	%75
25	محول المحمول	100	✓		11	77	88	98	%63
26	محول التحرير الجديد	1000	✓		13	826	813	800	%57
27	محول فلسطين	500	✓		8	538	523	510	%73
28	محول المساكن	500	✓		9	470	488	500	%68
29	محول الجبانة	500	✓		6	538	523	510	%73
30	محول علوانة	300	✓		11	295	290	300	%69
31	محول السنترال	500	✓		8	520	515	510	%72
32	محول عبدالعليم رزق	500	✓		9	435	455	450	%62
33	محول مستشفي الحياة	300		✓	11	333	347	350	%80
34	محول الاهرام	300	✓		8	310	300	305	%71
35	محول التحرير القديم	500		✓	9	420	425	430	%59
36	محول زاوية حماد	300	✓		11	355	360	355	%83
37	محول حماد العمدة	300	✓		11	361	354	370	%85
38	محول الاعدادية بنين	500	✓		9	480	454	467	%65
39	محول الحجاز	250	✓		8	320	350	360	%96
40	محول فرحات	250	✓		11	350	340	330	%94
41	محول الثانوي	300		✓	18	263	250	220	%45
42	محول مجاري 1	100	✓			–	–	–	%0
43	محول العطافي	500	✓		19	536	504	532	%74
44	محول مجاري 2	100	✓			–	–	–	%0
45	محول صرف التقوي 1	800		✓	11	963	977	980	%85
46	محول صرف التقوي 2	800		✓		–	–	–	%0
47	محول التقوي	500	✓		11	283	399	332	%94
48	محول القطعة	500	✓		23	520	510	500	%72
49	محول الفالوجا	500	✓		18	450	433	400	%60
50	محول احمد عبدالعزيز	250	✓		26	305	365	358	%90
51	محول الاعدادية بنات	250	✓		11	339	398	379	%104
52	ابو رخا	500	✓		13	374	398	279	%49
53	محول الاسكان	800	✓		23	221	230	228	%20
54	محول المنصورة	500	✓		40	380	410	371	%53
55	محول الاستاد	500	✓		40	308	406	332	%48
56	محول المسلم	300	✓		9	410	405	400	%94
57	محول جبريل	300		✓	8	325	315	310	%74
58	وجدي صقر	500	✓		40	344	315	350	%49
59	محول صرف الكدن	200		✓	9	221	205	220	%76

	(1)							
60	محول صرف الكدن (2)	200		✓		–	–	%0
61	محول الكدن	500	✓		50	453	405	394	%58
62	محول المخبز الآلي	500	✓		11	600	604	590	%83
63	محول المرور	500	✓		8	490	495	500	%69
64	محول المحكمة	500	✓		11	422	433	440	%60
65	محول الجمهورية	1000	✓		18	950	922	905	%65
66	محول البنك الاهلي	300	✓		13	306	310	302	%72
67	محول الليثي	250	✓		11	310	305	300	%86
68	محول الزراعة	250	✓		9	265	250	257	%72
69	محول حسين خليفة	500	✓		11	428	432	422	%60
70	مركز الشرطة	300	✓		18	277	265	280	%65
71	محول السلام	250	✓		33	340	370	350	%101
72	محول مصطفي شعيشع	500	✓		9	488	498	502	%69
73	محول الصياد	500	✓		11	633	642	666	%90
74	محول ام عيسى	500	✓		9	510	508	505	%71
75	محول البري	800	✓		18	995	970	0	%85
76	محول التعاون	500	✓		9	510	505	500	%71
77	محمود حمزه (خاص)	200		✓	8	110	120	120	%41
78	المجزر (خاص)	1000	✓		20	1000	920	980	%68
79	محول عبدالحليم منصور(خاص)	100		✓	15	50	43	45	%35
80	طريق الساعي	100	✓			–	–	–	%0
81	تحسين جهد الدميري	200	✓		18	220	211	185	%73
82	تحسين جهد ابو دشيش	200	✓		15	200	215	195	%72
83	تحسين جهد المشرفي	200	✓		20	199	205	220	%75
84	محول فاطمة صالح	500	✓		18	575	555	550	%79

ملحق (2) التوزيع الموسمي لبعض عناصر المناخ بمدينة بيلا خلال المدة (2010- 2019)[1]

عناصر المناخ	السنة / الشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونية	يولية	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الأمطار مم/اليوم	2010	3.55	7.73	0.64	0.3313	0	0	0	0	0	1.72	0.98	9.03
	2011	19.4	5.18	7.06	13.05	0.05	0	0	0	0.03	1.55	26.7	4.37

[1] من اعداد الباحثة بالاعتماد على موقع https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer

الرطوبة النسبية (%)	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010		2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
	68.26	65.23	63.87	68.5	64.51	66.21	66.24	60.49		0.45	1.08	5.8	20.42	30.66	5.4	36.82	21.58
	66.61	62.99	63	69.65	63.02	62.92	62	52.33		0.41	0.29	6.63	3.64	19.21	34.544	5.21	19.71
	60.84	57.43	61.47	59.47	53.01	61.5	59.43	56.73		0.83	0.07	0.4	10.56	2.98	7.22	0	12.64
	57.68	50.85	56.65	55.24	53.68	50.31	54.25	50.33		0.14	0.19	30.6	2.72	33.68	0.36	0.23	0.01
	50.77	49.66	52.99	50.29	50.83	50.02	52.55	48.74		0	0	0	0	2.03	2.36	4.87	0.48
	51.72	49.36	54.93	51.79	51.59	52.38	54.66	51.34		0	0	14.68	0	0	0	0	0
	53.81	55.21	53.51	55.65	56.16	53.08	54.23	57.92		0	0.11	3.13	0	0	0	0	0
	56.37	57.73	54.08	57.45	55.81	50.95	55.73	58.82		0	0	0	0	0	0	0	0
	57.44	56.52	55.83	56.79	56.94	57.2	56.92	56.81		0	0	0	0.54	0	0.89	0	0
	62.38	62.52	61.54	61.76	56.95	60.51	56.34	57.9		0.31	0.44	61.35	61.05	14.76	6.11	0.05	1.19
	64.43	59.69	66.28	62.74	60.41	62.41	63.33	63.81		0.01	0.75	20.49	8.1	27.32	12.68	0.93	8.91
	68.91	67.75	66.4	63.13	63.87	61.79	67.98	61.89		1.06	0.76	6.27	79.73	14.14	0.65	27.87	16.43

درجة الحرارة الصغرى ^{5}م				درجة الحرارة العظمى ^{5}م									
2013	2012	2011	2010	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2019	2018
10.09	9.36	12.09	11.72	18.23	18.87	17.4	17.89	18.42	20.31	19.11	17.19	19.39	21.68	60.2	68.94
10.89	9.56	11.4	12.22	19.69	21.34	19.14	22.45	18.79	20.2	20.96	18.27	20.22	22.75	63.58	66.96
12.74	10.73	11.98	13.33	21.61	26.13	22.58	23.91	22.91	23.14	25.05	20.6	22.15	24.71	62.35	53.3
14.73	14.36	14.37	15.2	24.89	27.9	25.9	29.83	25.19	27.48	26.26	27.68	25.73	27.5	56.85	53.9
19.03	18.42	17.62	18.09	32.16	32.08	30.93	30.66	30.37	30.68	32.09	31.28	28.98	30.92	46.96	52.54
21.31	21.62	20.42	21.48	33.93	33.81	33.73	35.3	31.78	33.54	33.56	34.18	32.24	33.83	53.77	50.46
22.39	24.21	22.57	23.05	35.2	35.14	35.95	34.7	34.65	34.28	33.51	36.31	35.23	34.09	53.63	55.3
23.49	24.55	23.32	24.72	35.64	34.42	34.91	34.53	36.48	35.09	35.11	36.03	34.57	36.37	54.52	58.62
22.34	22.4	22.61	23	32.54	33.42	32.87	32.88	34.87	32.93	32.51	32.78	33.23	33.49	58.86	57.65
18.78	21.16	19.84	21.54	30.27	29.59	28.35	29.86	29.89	29.11	28.34	30.36	28.61	30.88	61.76	59.26
17.36	18.31	15.18	17.82	27.44	25.33	23.92	25.5	24.89	24.62	26.27	26.07	22.47	27.29	59.48	62.12
11.86	12.97	12.2	13.68	20.9	20.22	21.27	18.66	20.39	22.21	19.93	20.93	20.04	22.8	65.63	66.86

						أقل سرعة للرياح متر/الدقيقة										أقصى سرعة للرياح متر/الدق
2014	2015	2016	2017	2018	2019	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2010
11.38	10.15	10.36	9.41	11.25	8.81	2.58	2.04	3.42	2.62	1.8	3.33	2.63	2.72	3.22	3.27	6.33
11.26	9.94	11.82	10.28	12.11	9.99	2.74	2.66	2.93	2.4	2.28	3.05	2.21	2.34	1.7	2.65	6.74
12.35	12.43	13	12.46	13.69	11.52	2.77	3.01	3.21	2.79	2.38	2.35	2.85	2.63	2.15	2.63	6.91
15.22	13.41	16.16	14.25	15.63	13.68	2.42	2.27	1.98	3.08	2.01	2.61	2.41	2.58	2.32	2.36	6.5
18.65	17.85	18.65	18.38	19.96	18.18	2.13	2.16	1.78	2.01	2.26	2.27	2.67	2.23	2.42	2.27	6.74
21.27	20.64	22.29	21.52	22.26	22.52	2.13	2.53	2.18	2.41	2.36	2.34	2.47	2.44	2.15	2.18	7.13
22.82	22.69	23.67	24.01	23.86	23.85	2.78	2.53	2.41	3.19	2.51	2.07	2.59	2.62	2.43	2.55	6.64
24	25.41	23.84	24.39	24.36	24.23	2.27	2.27	1.9	2.37	2.5	2.26	2.38	2.32	2.42	2.17	6.47
22.96	24.42	22.9	22.26	23.39	22.75	2.31	1.87	2.42	2.37	1.89	2.42	2.17	2.51	2.62	2.5	6.38
19.89	21.55	20.71	19.31	20.95	21.22	2.74	2.34	1.95	3.18	2.16	2.33	2.51	2.91	2.5	2.3	6.49
16.8	17.78	17.29	15.87	17.53	18.03	2.28	2.58	2.2	2.24	2.68	2.59	3.05	2.36	1.96	2.73	5.23
13.17	13.66	11.87	14.03	13.25	13.23	2.94	2.68	2.72	2.34	2.38	2.74	3.14	2.72	3.24	3.43	6.54

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	5.57	7.3	6.69	4.93	6.91	6.32	5.96	7.29	7.56	
	6.77	7.38	6.48	5.68	7.08	6.28	5.58	5.37	6.42	
	6.85	7.55	7.33	6.63	6.62	7.13	6.86	6.32	7.14	
	6.96	6.54	7.77	6.47	7	6.59	6.71	6.47	6.99	
	7.04	6.52	6.59	6.96	6.91	7.62	7.12	7.2	7.02	
	7.01	6.59	6.98	7.27	7.3	6.7	6.58	6.9	6.9	
	6.55	6.44	7.08	6.9	6.68	6.86	6.52	6.89	6.78	
	6.73	6.21	6.52	6.8	6.5	6.74	6.48	6.76	6.49	
	6.1	6.1	6.83	6.52	6.48	6.6	6.32	6.28	6.38	
	6.27	5.71	6.94	5.88	5.95	6.13	6.12	6.43	6.21	
	5.69	5.61	5.48	6.3	5.82	6.11	5.46	5.06	6.11	
	5.77	6.36	6.01	5.28	5.91	6.66	5.88	6.46	6.89	

Abstract:

The research aims to contribute to developing the most important geographical criteria for determining the most suitable locations of network components in Beila. Spatial and descriptive data on the city's electricity grid components and geographic phenomena have been compiled from various sources, a geographical database was designed for it. The topical approach was used to study the components of the Beila electricity grid then, study the most important geographical factors affecting its extend. The analytical approach was used to examine the spatial analysis of the components of the city's electricity distribution network, and to develop the geographical criteria for determining the suitable location of the components of the electricity grid.

The study concluded that the distribution of the electricity grid components in the study area is random and does not take into consideration the distance between the network components, their current sites and climate elements such as solar radiation, which increases the cost of their construction, electrical loss, and risks. The study recommended that the previous factors, in additions to, landuse, Distance from roads and urban areas, population size, economic activity size, and soil, should be taken as approved criteria when locating the city's electricity grid components to keep voltage and frequency and avoid damaging costly infrastructure, as well as, supporting spatial decision-making.

Descriptors: Electricity Network, Voltage, spatial Analysis, Geo-Criteria

Identify geo-criteria to determine the suitable location of the electrical grid components in Beila city - using GIS

By

D.Noura Mohamed Arafat,

Lecturer of Economic Geography and GIS,
Department of Geography and GIS, Faculty of Arts,
New Valley UN.

D.Zamzam Mari Darwish

Lecturer of Economic Geography and GIS,
Department of Geography and GIS , Faculty of Arts,
South Valley UN.