ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

Geographic Analysis of the Components of the Electricity Transmission Network in Baghdad Governorate

Sarah Mohammed Abbas

Al-Bayariq High School for Gifted Students

Makki Ghazi Al-Muhammadi

University of Baghdad / Ibn Rushd College of Education for Humanities

* *Corresponding author: E-mail* : sarah.Abd2204p@ircoedu.uobaghdad.edu.iq

***Keywords*:**
Electrical networks,
systems,
power transmission,
insulators,
towers,
conductors.

A R T I C L E I N F O

Article history:
Received 10 Mar 2026
Received in revised form 4 Apr 2026
Accepted 6 Apr 2026
Final Proofreading 30 Oct 2026
Available online 31 Oct 2026
E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

A B S T R A C T

The cartographic analysis of the electric power transmission network in Baghdad governorate using Geographic Information Systems is one of the important studies that reveals the reality of the electric power transmission network in Baghdad governorate, given the importance of electric power in Baghdad governorate and its function in all areas of residential, economic and service life . Therefore, our study was based on the lack of accurate databases of the locations of the electric power transmission system and its directions. As for the research objective, it was determined by the definition of the various components of the electric power transmission system in Baghdad governorate. Building a geographical database on the components of the energy transmission system in Baghdad governorate using modern cartographic techniques is of comprehensive benefit that can be updated continuously.

-: The study reached the following main results . 1.Through the study, it appeared to us that there is a clear discrepancy in the distribution of electric power production stations in Baghdad governorate during 2024, as a cartography showed a discrepancy between the distribution of steam stations, production stations and diesel stations in the areas of Baghdad governorate, and this distribution is due to the discrepancy in the distribution of the governorate's population, which led to a discrepancy in the distribution of production quantities of electric energy.

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.33.10.2.2026.08

Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities

التحليل الجغرافي لمكونات شبكة نقل الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد

سارة محمد عباس/ ثانوية البيارق للمتفوقين

مكي غازي المحمدي/ جامعة بغداد/ كلية التربية ابن رشد للعلوم الانسانية

الخلاصة:

تعد دراسة التحليل الكارتوكرافي لشبكة نقل الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد باستخدام نظم المعلومات الجغرافية من الدراسات المهمة التي تكشف عن واقع شبكة نقل الطاقة الكهربائية في محافظة

بغداد ونظراً لأهمية الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد ووظيفتها في مجالات الحياة السكنية والاقتصادية والخدمية كافة . وعليه فقد جاءت دراستنا هذه مبنية على اساس وجود الافتقار إلى قواعد البيانات الدقيقة لمواقع منظومة نقل الطاقة الكهربائية واتجاهاتها.

اما هدف البحث فقد تحدد بالتعريف بالمكونات المختلفة لمنظومة نقل الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد. وبناء قاعدة بيانات جغرافية عن مكونات منظومة نقل الطاقة في محافظة بغداد باستعمال التقنيات الكارتوكرافي الحديثة ذو فائدة شاملة قابلة للتحديث باستمرار .

توصلت الدراسة الى اهم النتائج الآتية :

ظهر لنا من خلال الدراسة وجود تباين واضح في توزيع محطات انتاج الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد خلال عام ٢٠٢٤ ، ونجد تباين بين توزيع المحطات البخارية والمحطات الانتاجية ومحطات الديزل في مناطق محافظة بغداد ، وهذا التوزيع ناتج بسبب التباين في توزيع سكان المحافظة الامر الذي ادى الى وجود تباين في توزيع الكميات الانتاجية من الطاقة الكهربائية .

الكلمات المفتاحية : الشبكات الكهربائية ,المنظومات , نقل الطاقة, العوازل , الابراج , الموصلات .

المقدمـة

أصبحت الطاقة الكهربائية عنصراً اساسياً في حياة الانسان وتلبية متطلباته ولا يمكن الاستغناء عنها حيث تستخدم في الحياة المنزلية وتشغيل معظم الأجهزة للتسخين والتبريد والإنارة وفي جميع نواحي الحياة الاقتصادية والزراعية والحكومية بل واصبحت واحدة من أهم مقومات التنمية في مختلف القطاعات الاستهلاكية حيث يعتبر من اهم مؤشرات قياس درجة تقدم الامم من خلال اعتماد معيار معدل نصيب الفرد من استهلاك الطاقة الكهربائية.

تعد محافظة بغداد هي العاصمة السياسية والادارية وتتمتع بأهمية اقتصادية وسكانية وخدمية الأمر الذي يتطلب توفر كافة متطلبات انجاح المشاريع الاستثمارية والخدمية وذلك يتحقق عن طريق توفر القدر الكافي من الطاقة الكهربائية وباستقراريه عالية من اجل ضمان ديمومة الحياة .

تواجه منطقة البحث تحديات كبيرة في توفير خدمة نقل الطاقة الكهربائية للمشتركين فيها من المواطنين والوصول لمرحلة الاكتفاء الذاتي وقد مرت منظومة نقل الطاقة الكهربائية بمشاكل عديدة ابتداء من انهيارها عام ١٩٩١ وعمليات التخريب والارهاب التي طالت بنيتها الاساسية عام ٢٠٠٣، كما تواجه منظومة نقل الطاقة الكهربائية في بغداد الطلب المتزايد عليها نتيجة الزيادة السكانية التي تمثل ضغطاً كبيراً على مستويات الطلب الذي فاق العرض من الطاقة مما ترك عبئا كبيرا على وزارة الكهرباء للعمل في زيادة انتاج الطاقة الكهربائية.

أولا/ مشكلة البحث:

وتتمثل المشكلة الرئيسة بالآتي

١) ما اثر كفاءة مكونات منظومة نقل الطاقة على قدرتها التشغيلية في محافظة بغداد ؟

ثانياً/ فرضية البحث

تتمحور فرضية البحث بالاتي :-

١) تتأثر القدرة التشغيلية بمدى كفاءة منظومة نقل الطاقة الكهربائية بمحافظة بغداد بشكل مباشر بمواقع مصادر للوقود ومواقع المحطات ويتضح ذلك من وجود حقل شرق بغداد النفطي ومرور الخط الناقل للغاز الطبيعي من محافظة كركوك الى محافظة بغداد.

ثالثاً/ مبررات البحث

١) قلة الدراسات التي تناولت منظومة شبكة نقل الطاقة الكهربائية بمحافظة بغداد من الناحية الكارتوجرافية.

٢) أغلب الدراسات ركزت على الإنتاج والتوزيع، في حين دراستنا هذه اكدت على نقل منظومة الطاقة الكهربائية وابعادها وخصائصها بشكل مفصل.

رابعاً/ أهداف البحث:

١) التعريف بالمكونات المختلفة لمنظومة شبكة و نقل الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد.

٢) بناء قاعدة بيانات جغرافية عن مكونات منظومة نقل الطاقة في محافظة بغداد باستعمال التقنيات الكارتوكرافية الحديثة ذو فائدة شاملة قابلة للتحديث باستمرار.

٣) تحديد مواقع التوزيع المكاني لمنظومة نقل الطاقة في محافظة بغداد وبيان مدى كفاءتها.

خامساً/ الحدود المكانية لمنطقة البحث:

تقع منطقة الدراسة وسط العراق وتبلغ مساحتها (5169) كم^2 وتتألف من (11) أقضية و(32) ناحية، أما حدودها الإدارية فتضم محافظة بغداد (14) بلدية و (89) حي، يحدها من الشمال محافظتي صلاح الدين وديالى ومن الشرق محافظتي ديالى وواسط ومن الجنوب محافظة بابل أما من الغرب فتحدها محافظة الأنبار(١)وقد تم أدخال البيانات في جدول الخصائص وفق برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Catologe ينظر جدول(1) وخريطة (1)(2). يمتد الموقع الفلكي لمحافظة بغداد ما بين خطي طول (44°93′ E–43°85′E) ودائرتي عرض (32°81′ N–33°77′N)(٢) .

اما الحدود الزمانية للدراسة تمثل واقع شبكة الطاقة الكهربائية لمنطقة الدراسة خلال سنوات الدراسة ٢٠٢٢-٢٠٢٤ م ، وذلك بسبب توفر البيانات المتحصلة الدوائر الرسمية ذات العلاقة والدراسة الميدانية.

جدول (١) الوحدات الإدارية لمحافظة بغداد المدخلة في قاعدة البيانات الجغرافية 2019

المساحة كم^2	الناحية أو المركز	القضاء
33	**م. ق. الرصافة**	**ق. الرصافة**
49	**ن. الكرادة**	
111	**ن. بغداد الجديدة**	

المساحة كم^2	الناحية أو المركز	القضاء
28	ن. فلسطين	
29	م. ق. الأعظمية	ق. الأعظمية
138	ن. الراشدية	
62	ن. الزهور	
90	ن. الفحامة	
75	م. ق. الصدر الثانية	ق. الصدر الثانية
32	ن. ابناء الرافدين	
31	ن. المنورة	
64	م. ق. الصدر الأولى	ق. الصدر الأولى
53	ن. الصديق الأكبر	
29	ن. الفرات	
210	م. ق. المدائن	ق. المدائن
153	ن. الجسر	
890	ن. الوحدة	
32	م. ق. الكاظمية	ق. الكاظمية
361	ن. التاجي	
147	ن. ذات السلاسل	
68	م. ق. المحمودية	ق. المحمودية
436	ن. اليوسفية	
434	ن. اللطيفية	
311	ن. الرشيد	
411	م. ق. ابو غريب	ق. ابو غريب
262	ن. النصر والسلام	
288	م. ق. الطارمية	ق. الطارمية
45	ن. المشاهدة	
53	ن. العبايجي	
43	م. ق. الكرخ	ق.الكرخ
119	ن. المنصور	
82	ن. المأمون	
5169	مجموع المحافظة	

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية برنامج Arc map.

سادساً/ مناهج البحث

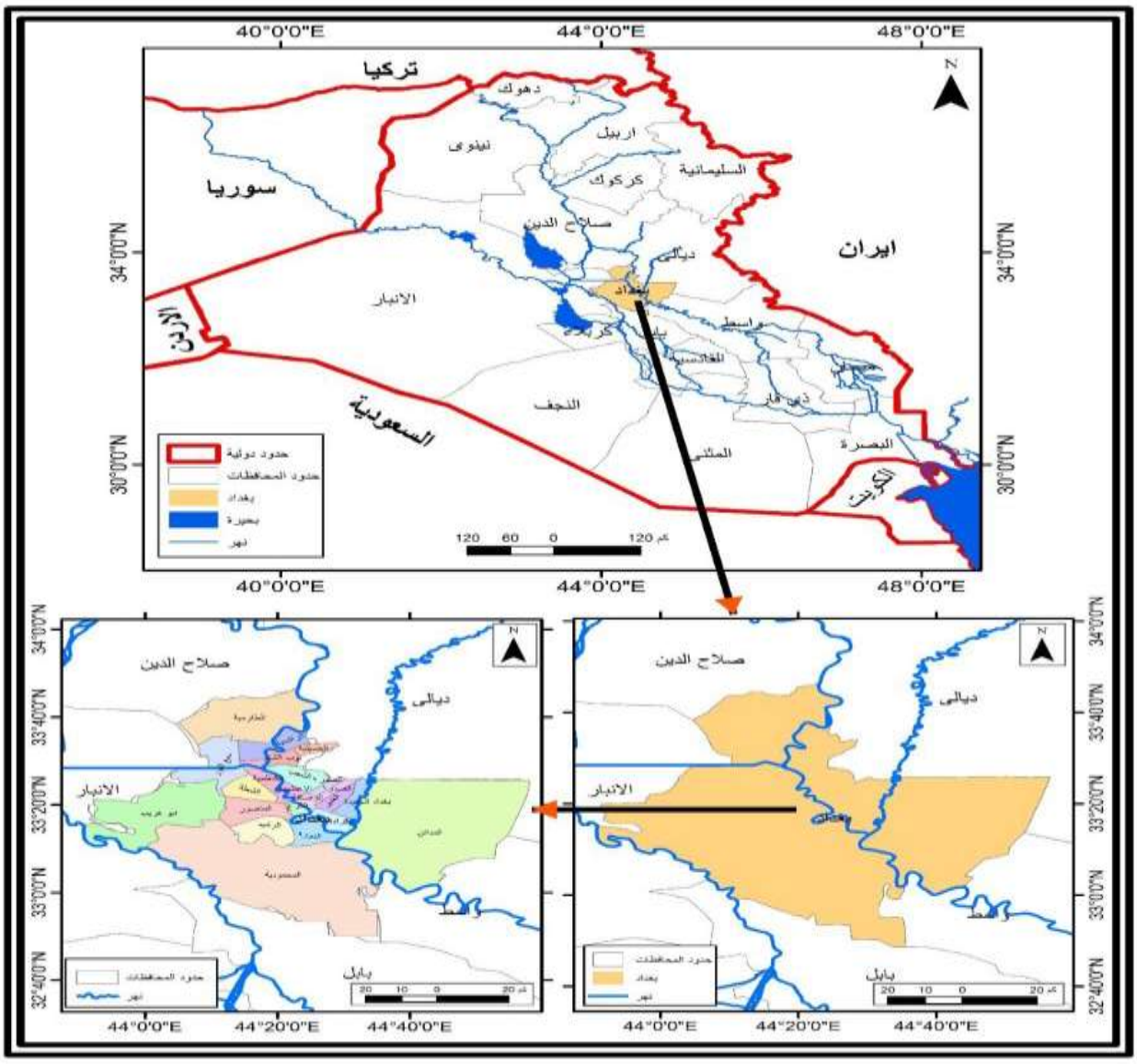
تعتمد الدراسة على المناهج الأتية لتحقيق اهدافها:

١) **المنهج الوصفي:** يعتمد هذا المنهج على وصف موضوع الدراسة بالاعتماد على المصادر المتاحة من الكتب والدراسات والأبحاث والمنشورات الحكومية ومواقع شبكة الأنترنت العالمية.

٢) **المنهج الاقليمي:** دراسة منظومة نقل الطاقة الكهربائية داخل محافظة بغداد كمنطقة للدراسة.

٣) **المنهج التقاني الكارتوكرافي:** استخدم هذا المنهج من خلال تطبيق نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بالإضافة إلى الاسلوب الكارتوجرافي الذي يعتمد على تحليل العلاقات المكانية للظاهرات الجغرافية بالاعتماد على الخرائط والرسوم البيانية.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من العراق



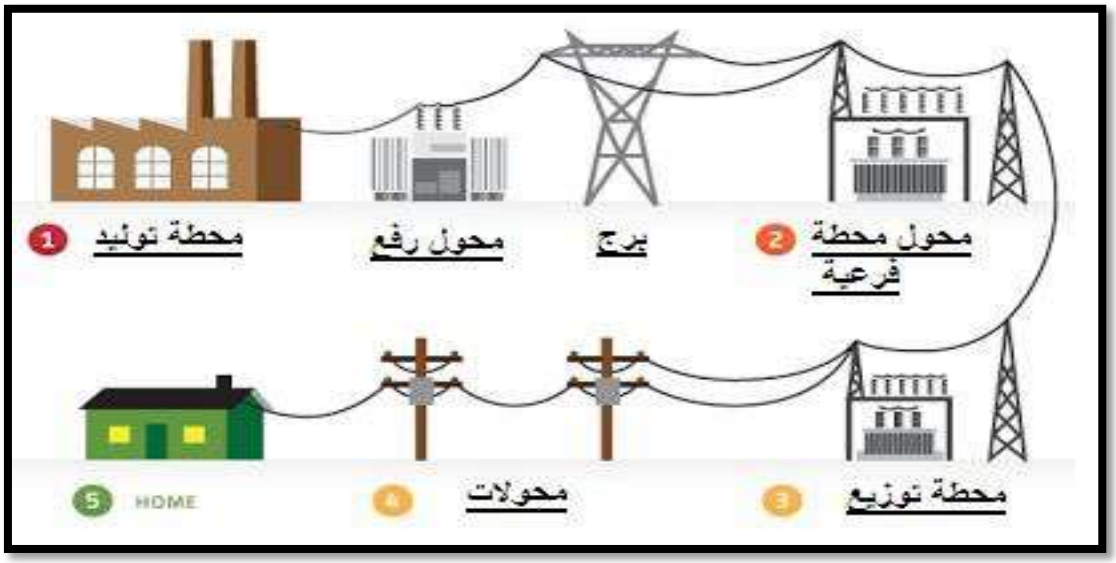
المصدر: الباحثة بالاعتماد على: أمانة بغداد، قسم التصاميم (GIS)، 2019. قاعدة البيانات الجغرافية لمنطقة الدراسة.

المبحث الاول :- مكونات شبكة الطاقة الكهربائية في محافظه بغداد

لا يمكن الحصول على الطاقة الكهربائية والاستفادة منها ما لم تكن هناك منظومة متكاملة تتألف من ثلاث وحدات رئيسة مترابطة وظيفيًا، هي: منظومة الإنتاج، ومنظومة النقل، ومنظومة التوزيع كما موضح في الشكل (١) وتُعد منظومة النقل بمثابة حلقة الوصل المركزية بين الإنتاج والتوزيع، إذ تتولى مهمة نقل الطاقة الكهربائية المنتجة من محطات التوليد إلى مراكز التوزيع، من خلال خطوط نقل تعمل على جهود عالية لضمان الكفاءة التشغيلية وتقليل الفواقد الفنية. تُنفذ هذه العملية عبر موصلات معدنية سلكية ذات أقطار وتصاميم مختلفة، تُحدد وفقًا لطبيعة الأحمال الكهربائية المنقولة، وبما يتلاءم مع متطلبات القدرة ونوع الجهد والمسافات الجغرافية. وتُعتبر هذه الموصلات جزءًا جوهريًا من البنية التحتية للمنظومة الكهربائية، وتخضع باستمرار إلى تحديثات وتغيرات هندسية تهدف إلى تحسين الأداء ومواكبة الطلب المتزايد على الطاقة. وفي محافظة بغداد، تُشرف الشركة العامة لنقل الطاقة الكهربائية/المنطقة الوسطى على عمليات نقل التيار الكهربائي من محطات الإنتاج إلى مديريات التوزيع داخل المحافظة، والتي تتبع إداريًا إلى الشركة العامة لتوزيع الطاقة الكهربائية. وتتولى هذه المديريات مهمة إيصال التيار الكهربائي إلى مختلف فئات المستهلكين (السكنية، الصناعية، التجارية، والخدمية).

وتمثل منظومه الطاقة الكهربائية في محافظه بغداد جزء لا يتجزأ من منظومة نقل الطاق في المنطقة الوسطى. التي تعد محورا أساسيا في الربط بين منظومتي الشمال والجنوب. ، علما ان المنظومة الطاقة في محافظه بغداد تتكون من ثلاث منظومات مترابطة، وتشمل الإنتاج والنقل والتوزيع وفيما يلي تحليل لهذه المنظومات:

الشكل (١) مخطط التوضيحي لتجهيز الطاقة



المصدر: حسن شناوه صالح، النمو السكاني وأثره في تجهيز الطاقة الكهربائية / دراسة حاله، الدبلوم العالي في تخطيط الاستراتيجي، جامعه بغداد، قسم إدارة الأعمال، ٢٠١٦. ص ١٢

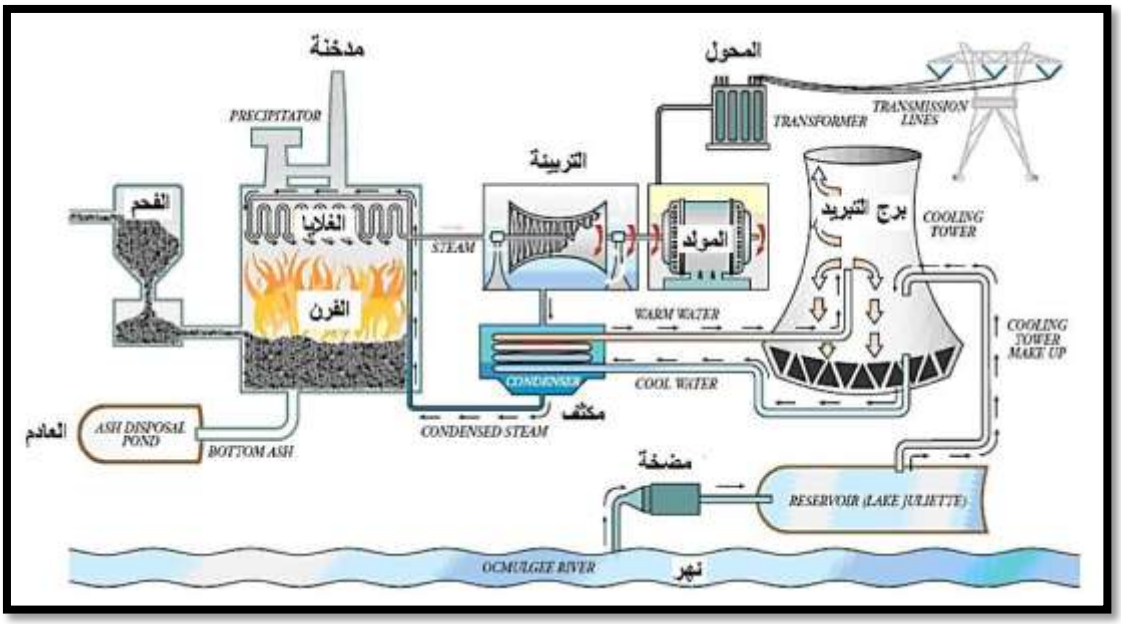
أولا/ منظومة الإنتاج في محافظه بغداد

تُعد منظومة الإنتاج في محافظة بغداد الجزء الأول والأساس في سلسلة المنظومة الكهربائية، حيث تُعنى بتوليد الطاقة الكهربائية من مصادر متعددة تشمل المحطات التقليدية والاستثمارية، بالإضافة إلى استيراد الطاقة من الشبكة الوطنية والخط الإيراني. وتُجهز هذه المنظومة بوحدات توليدية متنوعة تختلف من محطة إلى أخرى من حيث نوعها وآلية تشغيلها، بما يتناسب مع احتياجات المنظومة الكهربائية العامة.

المحطات البخارية (الحرارية) في إنتاج الطاقة الكهربائية

تُعد المحطات البخارية أحد أقدم وأهم أنماط محطات توليد الطاقة الكهربائية وأكثرها انتشارًا على مستوى العالم، وتمثل عنصرًا محوريًا في المنظومة الكهربائية العراقية، بما في ذلك محافظة بغداد. وقد استمر الاعتماد على هذا النوع من المحطات نظرًا لما تتميز به من قدرة إنتاجية عالية، واعتمادها على تقنيات راسخة توفر استقرارًا في التشغيل وكفاءة في تغطية الأحمال المستمرة. تعتمد المحطات البخارية في عملها على تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوقود الأحفوري إلى طاقة حرارية ثم ميكانيكية، وأخيرًا إلى طاقة كهربائية. ويتم ذلك من خلال سلسلة مترابطة من العمليات تبدأ بحرق الوقود داخل فرن الاحتراق، وتستمر بتحويل الماء داخل المرجل إلى بخار عالي الضغط والحرارة، ليُدفع إلى التوربين البخاري الذي يدور مولدًا الطاقة الميكانيكية، ثم يُحول هذا الدوران إلى طاقة كهربائية بواسطة المولد الكهربائي شكل (٢). بعد ذلك، يُعاد تكثيف البخار الخارج من التوربين داخل المكثف ليعود إلى حالته السائلة ويُعاد استخدامه في دورة مغلقة، فيما تُصرف الغازات الناتجة عن الاحتراق عبر المدخنة إلى الجو(١).

الشكل (٢) آلية عمل الإنتاج الطاقة الكهربائية في محطات التوليدية البخارية

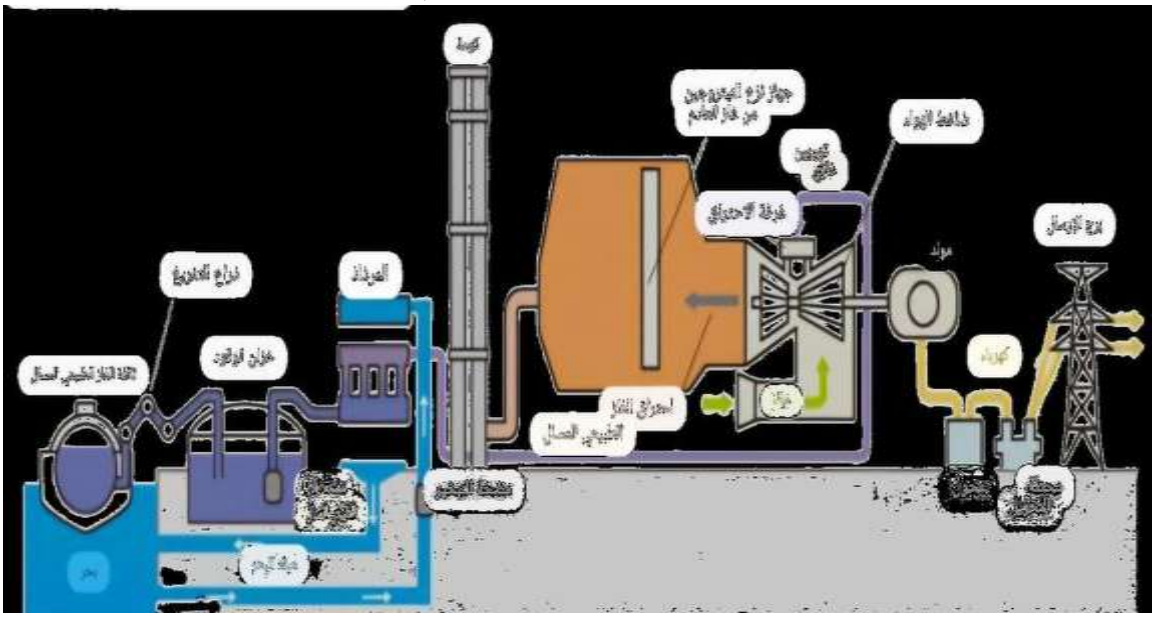


المصدر:, هندسة القوى الكهربائية (دراسات في توليد ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية) ط ١ ، ٢٠١٦ ص٥٩ محطات التوليد الغازية

تُعد المحطات الغازية من الوحدات المهمة في منظومة إنتاج الطاقة الكهربائية، إذ تعتمد في عملها على تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الوقود (مثل الغاز الطبيعي أو الديزل) إلى طاقة حرارية، وذلك من خلال احتراق الوقود داخل غرفة الاحتراق. تنتج عن هذه العملية غازات عالية الحرارة والضغط يتم ضخها عبر ضاغط هواء إلى التوربين الغازي، حيث تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية تعمل على إدارة التوربين المرتبط ميكانيكيًا مع المولد الكهربائي، مما يؤدي إلى تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة ميكانيكية ثم إلى طاقة كهربائية بفعل المجال المغناطيسي داخل المولد(2).

تتكون المحطة الغازية بشكل أساسي من غرفة الاحتراق، وضاغط الهواء، والتوربين الغازي، والمولد الكهربائي، إضافة إلى مجموعة من المعدات المساعدة كأنظمة التبريد، ومحركات كهربائية، وأجهزة قياس الجهد والتيار ودرجة الحرارة شكل(٣).

الشكل (٣) آلية عمل الإنتاج الطاقة الكهربائية في محطات التوليدية البخارية



المصدر :- محمود جيلاني، هندسة القوى الكهربائية (دراسات في توليد ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية) ط ١ ، ٢٠١٦،ص٥٩.

المحطات المركبة (ذات الدورة المركبة)

تُعد المحطات المركبة من الأنظمة المتقدمة والفعّالة في إنتاج الطاقة الكهربائية، حيث تجمع في تصميمها بين تقنيتي التوليد الغازي والبخاري، ما يمنحها ميزة استثمار أكبر للطاقة الحرارية الناتجة وتقليل الفواقد البيئية. ومن التسمية "المركبة" يتضح أنها تتكون من مزيج تقني لوحدتين رئيسيتين: وحدة توليد غازية، ووحدة توليد بخارية.

تبدأ آلية العمل بتشغيل الوحدة الغازية باستخدام الوقود (عادة الغاز الطبيعي)، حيث يتم حرقه لتسخين الهواء وضغطه، ثم توجيهه نحو التوربين الغازي لتدويره، الأمر الذي يؤدي إلى تشغيل مولد كهربائي مرتبط بهذه التوربينة. وعادةً ما تكون الغازات الساخنة الناتجة عن هذه العملية تُطرح إلى الجو مباشرة عبر المداخن، وهو ما يُسهم في زيادة التلوث الهوائي نتيجة انبعاث الأكاسيد والغازات الضارة.

إلا أن المحطات المركبة تعتمد مبدأ استغلال هذه الغازات بدلاً من طرحها، من خلال تمريرها إلى غلايات استرجاع حراري (HRSG: Heat Recovery Steam Generators) تقوم بتوظيف الحرارة المتبقية لتسخين الماء وتحويله إلى بخار. يُستخدم هذا البخار لتدوير توربينة بخارية ثانية، تكون مرتبطة بمولد كهربائي إضافي صورة (١)، مما يُسهم في رفع الكفاءة العامة للمحطة إلى مستويات قد تتجاوز ٦٠.% ومن الناحية البيئية(٣)، فإن هذه التقنية تُعد أكثر استدامة مقارنة بالمحطات الأحادية، كونها تُقلل من انبعاث الغازات الضارة وتحقق فائدة مزدوجة من الوقود المستخدم. كما أن اعتمادها يُسهم في تحقيق التوازن بين متطلبات النمو الكهربائي والحفاظ على البيئة.

صورة (١) آلية إنتاج الطاقة الكهربائية في محطات الدورة المركبة



المصدر :-الشركة العامة لإنتاج الطاقة الكهربائية المنطقة الوسطى.

ثانيا/ شبكة نقل الطاقة الكهربائية

تشكل عملية النقل مرحلة مهمة في صناعة الطاقة الكهربائية، وتعكس تطور هذه الصناعة وكذلك تطور منظومة شبكة نقل الطاقة الكهربائية، فالإنتاج لا قيمة له ما لم يصل إلى المستهلك. تشمل منظومة النقل نقل التيار الكهربائي من محطات التوليد (Generation plants) إلى شبكة التوزيع المحلية، ويتم ذلك عن طريق منشآت خاصة بعملية النقل، بواسطة خطوط تبدأ من محطات التوليد وتنتهي بالمحطات الرئيسية أو المحطات الثانوية(Substation Power) ، التي ترتبط بشبكات التوزيع عن طريق خطوط النقل, وبمعنى آخر؛ إن منظومة النقل تشكل حلقة الوصل بين مخرجات محطات الإنتاج والمستهلك (Compsmption)

ويجب أن تتوفر في منظومة النقل مجموعة من اعتبارات الإمكان أهمها(٤):

١) حساب الفواقد الكهربائية اثناء النقل
٢) الكلفة الاقتصادية
٣) مستوى الجهد الكهربائي للخط الناقل

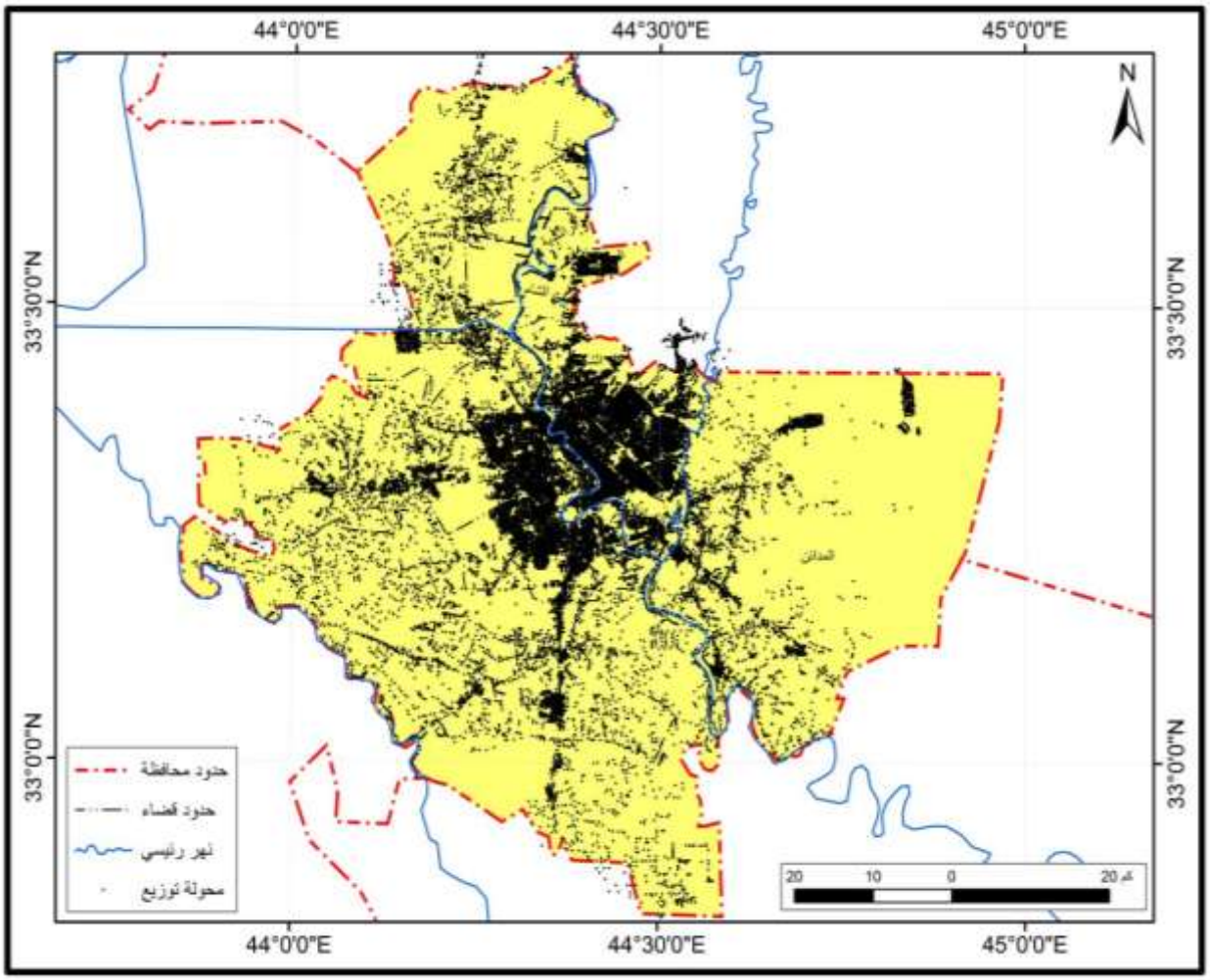
٤) مسافة بين مصادر التوليد ومراكز الاستهلاك

ثالثا/ منظومة التوزيع:(Distribution System)

تختص منظومة التوزيع بنقل الطاقة الكهربائية إلى المستهلكين النهائيين عبر شبكتي الجهد المتوسط والمنخفض تستخدم هذه المنظومة خطوط جهد متوسط بقيمة ٣٣/١١ كيلوفولت، وخطوط جهد منخفض بجهد ٤١٥/٢٤٠ فولت .خريطة (٢)، حيث يتم من خلالها تحويل وتوزيع الطاقة الكهربائية إلى مختلف مناطق الاستهلاك المحلي، سواء كانت سكنية، صناعية، أو تجارية. وتمثل هذه الشبكات الحلقة الأخيرة في منظومة الطاقة الكهربائية بمحافظة بغداد، إذ تستلم الطاقة ذات الجهد العالي، ثم تقوم بخفضه إلى مستويات جهد متوسط ومنخفض مناسبة للاستخدام اليومي للمستهلكين.

تسمح شبكة التوزيع بنقل الطاقة ضمن مسافات قصيرة نسبيًا، مما يضمن استقرار الجهد وتقليل الفاقد الكهربائي الناتج عن النقل لمسافات طويلة. تتألف هذه المنظومة من محطات خافضة للقدرة الكهربائية، بالإضافة إلى خطوط التوزيع التي تشمل الكابلات الأرضية والخطوط الهوائية، والتي تصنف إلى خطوط جهد ٣٣ كيلوفولت وخطوط جهد ١١ كيلوفولت. تغذي هذه الخطوط المحولات الصغيرة التي تعمل بجهد ١١/٠.٤ كيلوفولت، والمنتشرة في المناطق المختلفة، إلى جانب الخطوط التي تصل مباشرة إلى المستهلكين(٥)

خريطة (٢) التوزيع المكاني لمحولات التوزيع في محافظة بغداد ٢٠٢٤م



المصدر:-بالاعتماد على برنامج (Arc Gis 10.4).

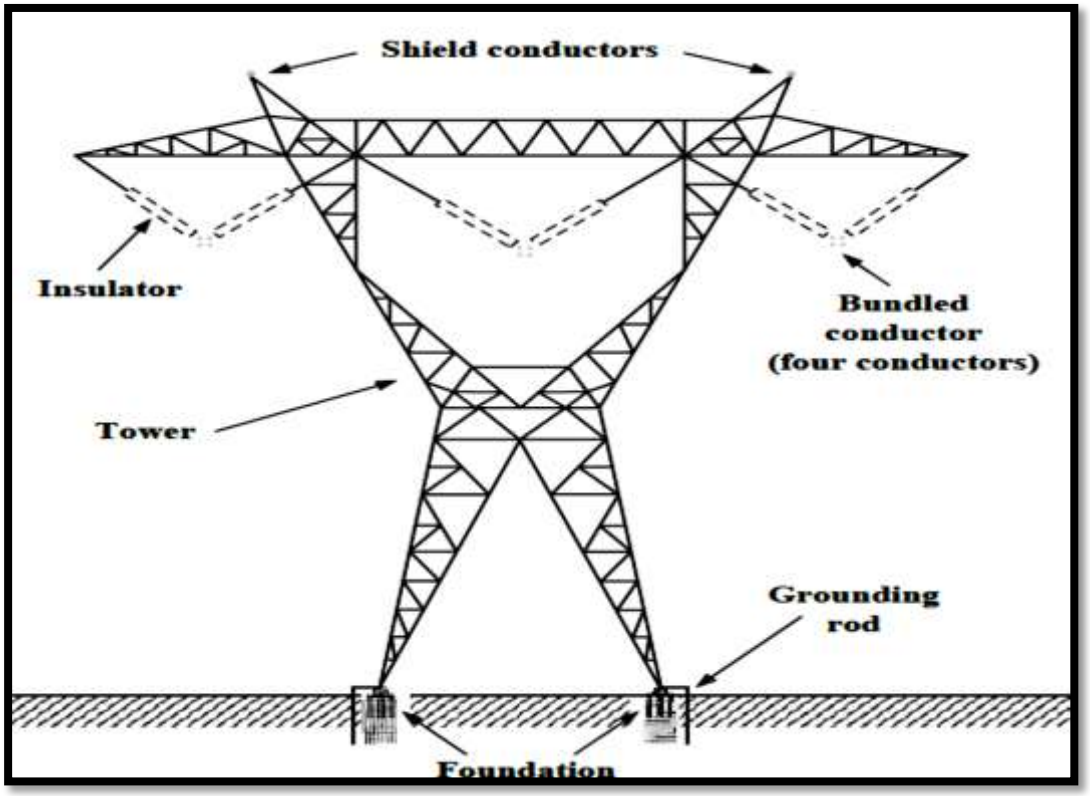
المبحث الثاني:- التحليل الجغرافي لمكونات شبكة نقل الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد

تعد شبكات صلة الوصل بين محطات التوليد ومحطات التوزيع، التي بدورها تمول المستهلكين بالتيار الكهربائي، وفق منظومة ذات كفاءة نقل عالية للطاقة الكهربائية في محافظة بغداد، وتتكون هذه المنظومة من مكونات عديدة مثل: العوازل، والأبراج، والموصلات، بالإضافة إلى محولات خفض الجهد الرئيسة والثانوية، كما تستخدم مكثفات أو متسعات للتخلص من الأحمال الحثية، كما تضم شبكات نقل الطاقة أعداداً كبيرة من مانعات الصواعق وخطوط التأريض لحماية الشبكات، وتخضع هذه المنظومة للمراقبة الإلكترونية من قبل مركز السيطرة(٦).

أولاً/ الخطوط الهوائية

تعد الخطوط الهوائية من أشكال نقل وتوزيع القدرة الكهربائية الرخيصة، ويدخل في تصميم الخط الهوائي الناقل مجموعة من الضوابط الهندسية (كهربائية، ميكانيكية، مدنية)، التي تستند بدورها إلى مواصفات وقياسات عالمية تتمثل بـ (حجم الأسلاك، قوة الشد، المساحات للأرض، الاجهادات على الأبراج، القواعد الكونكريتية، مستوى العزل)، ينظر الشكل (٤) كما أن هذه الخطوط الهوائية يجب أن تعمل في ظروف جوية تشمل تغير في درجات الحرارة وسرعة الرياح وتأثير الثلوج، حيث أن تصميمها يجب أن يخضع إلى هذه المتغيرات أيضاً.

الشكل (٤) عناصر البرج



المصدر: محمود جيلاني، مصدر سابق، ص١٩٣.

العوازل المستخدمة في منظومة طاقة محافظة بغداد:

تستخدم في منظومة نقل الطاقة الكهربائية في العراق ومحافظة بغداد خصوصًا ثلاثة أنواع من العوازل بأحجام مختلفة، وتصنع هذه العوازل من مواد مختلفة كالزجاج والخزف والبوليمر ولكل منها خصائص مختلفة من حيث كفاءة العزل. ويستخدم الخزف في معظم الأحيان، كونه الأفضل من ناحية العزل ويتحمل الظروف الطبيعية كافة، وعمرها طويل إذا لم تتعرض للكسر، وتفيد العوازل في مرونة توزيع واستلام اسلاك الضغط العالي، حيث تقوم بعزل السلك ذو الضغط العالي ١٣٢ ك.ف عن الهيكل الحديدي لشبكة التوزيع(٧).

٢- الموصلات الكهربائية (Conductor):

الموصل مادة لها مقاومة نوعية صغيرة "موصلية عالية" تسمح بمرور التيار الكهربائي من خلالها بسهولة(٨). أي أنها تسمح بحركة الالكترونات على سطحها الخارجي، وهناك أنواع كثيرة من الموصلات ومنها: الفضـــة، النحـــاس، الألومنيـوم، الصلب المجلفن، نحاس كادميوم، ألمنيوم مقوى بفرده صلب، وتعد معادن الفضة والنحاس والألمنيوم من أفضل أنواع الموصلات، وأقلها مقاومة لمرور التيار الكهربائي عبرها(٩) جدول (٢).

وتتباين مقاومة المعادن ومنها الموصلات للتيار الكهربائي تبعاً لما يلي:

- مساحة مقطع الموصل: تزداد المقاومة بصغر مساحة المقطع وتقل بزيادتها.
- طول الموصل: تزداد المقاومة بازدياد الطول.
- درجة حرارة الموصل: إذا ارتفعت درجة حرارة الموصلات ارتفعت معها المقاومة الكهربائية.
- زيادة شدة التيار أو زيادة زمن مروره: تؤدي إلى زيادة ممانعة الموصل له والعكس صحيح.
- نوع مادة الموصل: تحدد المقاومة النوعية للموصل p ، إذ أن لكل مادة مقاومة نوعية تختلف عن الأخرى وتلعب دور كبير في تحديد خصائص الموصل من حيث التوصيل والمقاومة الكهربائية.

يستخدم النحاس والألمنيوم كموصلات في الكابلات الأرضية، وتصنف الفضة بأنها أقل موصل له مقاومة نوعية، ثم النحاس، ثم الألمنيوم من حيث ترتيب للموصلات وفق المقاومة النوعية الأقل فالأكثر، ولذلك فإن الفضة تستخدم في عمل شعيرات المصهرات، ولا يمكن استخدامها كموصل نظراً لارتفاع ثمنها. ويستخدم النحاس والألمنيوم فقط كموصلات للكابلات، ورغم ما يتميز به النحاس عن الألمنيوم كهربائياً فإن الألمنيوم شائع الاستخدام نظراً لرخص ثمنه وسهولة الحصول عليه وأيضا سهولة تشكيله(١٠).

ويكون الموصل إما مصمت أي شعرة واحدة، أو مجدول مكون من عدد من الشعيرات، ويتميز المجدول عن المصمت بالمرونة، وزيادة الأسطح، مما يجعله يتحمل تيار كهربي أكثر من المصمت، ولذلك يستخدم الموصل المجدول للمقاطع الكبيرة وللأحمال والجهود العالية على عكس المصمت، كما أنه من الممكن أن يكون الموصل إما دائري أو قطاعي الشكل حسب نوع الكابل والجدول ادناه يبين الفرق بين النحاس والألومنيوم مع توضيح مميزات وعيوب كل منهما.

جدول (٢) مقارنة بين كل معدني من النحاس والألمنيوم المستخدم لنقل الطاقة الكهربائية

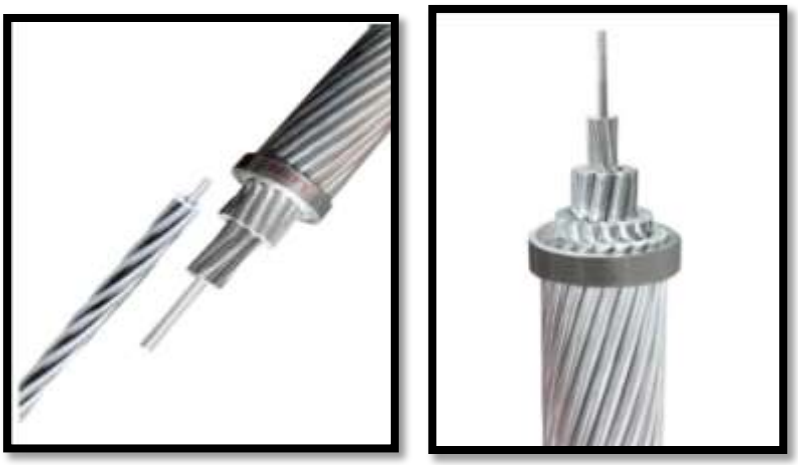
أوجه المقارنة	معدن النحاس	معدن الألمنيوم
النقاوة	99.98 %	99.5 %
درجة الانصهار	1083م°	660م°
الكثافة عند ٢٠ م°	8.9جم/سم^{٣}	2.7جم / سم^{٣}
المقاومة	0.0178 أوم . مم^{٢}/ م	0.0286أوم . مم^{٢}/ م
الموصلية	97 متر / أو م . مم ^{٢}	61 متر/ أو م . مم ^{٢}
الشد المسموح به	19كجم / مم ^{٢}	10كجم / مم ^{٢}
أقصى شد	40كجم / مم^{٢}	18كجم / مم^{٢}
قابلية التمغنط	غير قابل للتمغنط	غير قابل للتمغنط
قابلية الصدأ عند	يغطى بطبقة صدأ لونها أخضر من	يفقد لمعانة بسرعة ويغطى بطبقة من
التعرض للعوامل الجوية	أكسيد النحاس وهى مادة عازلة	أكسيد الألومنيوم وهى مادة عازلة
الاستخدام	خطوط هوائية – كابلات – سرافيل – كوس – كلبسات – قواعد مصهرات – بارات	خطوط هوائية – كابلات – سرافيل –كوس – كلبسات
المميزات	موصل جيد – يتحمل اجتهادات عالية	موصل جيد– طري– خفيف الوزن– رخيص الثمن
العيوب	ثقيل الوزن – غالى الثمن	سريع التأكسد مقاومة =١.٥ من مقاومة النحاس

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على: محمود جيلاني، التركيبات والتصميمات الكهربية الخبرة العملية والأسس النظرية، ط٣، د. ن، ٢٠١٩، ص١١٩.

قد تفقد المادة توصيلها الجيد عند درجة حرارة معينة، كما أن بعض المواد تقل مقاومتها مع هبوط درجة حرارتها حتى تصبح صفراً عند الصفر المطلق أو كلفن (-٢٧٣ م°) وهذا ما يسمى بفرط الإيصال Super Conductivity أو الموصلات الفائقة، ويعد الألمنيوم واحداً منها إذ يمكنه حمل تيارات كهربائية تساوي خمسة أضعاف الموصل النحاسي بنفس الإبعاد وبنسب فقد ضئيلة جداً.

تتميز موصلات الألمنيوم برخص أسعارها التي تصل إلى ثلث سعر موصلات النحاس، وخفة وزنها التي تقدر بحوالي ٥٠% من وزن النحاس، كما أن الألمنيوم مادة مقاومة للتآكل بفعل المؤثرات الكيمائية، لذا نلاحظ أن أغلب شبكات نقل الطاقة في محافظة بغداد تستخدم هذا النوع لاسيما موصلات سبيكة الألمنيوم All Aluminum Alloy Conductor والتي يرمز لها اختصاراً AAAC وهذه الموصلات يبلغ قطرها حوالي ٥٥١ ملم^{٢}، وتستخدم مع شبكة خطوط الجهد الفائق ٤٠٠kv وتكون على شكل جديلة مؤلفة من عدة أسلاك مبرومة على سبيكة صلبة مكونة من طبقات عدة لزيادة قابلية تحملها للشد الميكانيكي لأن الألمنيوم مادة قليلة الصلابة لكنه يمتلك درجة إنصهار عالية تبلغ ٦٥٨ م°، وتتحمل هذه الموصلات أحمال كهربائية تصل إلى ١٠٠٠ (MVA) وجهد ٤٠٠ (kv) صورة (٢).

الصورة (٢) موصلات سبائك الألمنيوم العارية (AAAC)



المصدر: شبكات النقل الكهربائية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، المملكة العربية السعودية، ص٤٨.

عندما يتم مد الموصلات بين الأبراج يجب مراعاة الترخيم أو نسبة تدلي الموصلات ينظر الجدول (٣)، ويجب ألا تقل المسافة عن ٦ م ويراعى مقدار الجهد المستخدم، ويؤخذ بالاعتبار فرق الطول بين الصيف والشتاء والناجم عن تمدد الموصلات وتقلصها وبشكل يمنع اقتراب الموصلات من أي حاجز على الأرض.

الجدول (٣) مسافة السماح في أبراج نقل الطاقة الكهربائية وفقاً للجهد

وصف قياسات السماحات	١١ ك.ف	٣٣ ك.ف	٦٦ ك.ف	١٣٢ ك.ف	٢٣٠ ك.ف	٤٠٠ ك.ف
السماحات الافقية:						
١. المساحات الافقية عن المنشآت	٣م	٣م	٣م	٤.٦م	٥م	٦م
٢. المساحات الافقية للأراضي خارج التنظيم	٢م	٢م	٣م	٤.٦م	٥م	٦م
المساحات العمودية:						
١- الارتفاع عن مستوى الارض الفضاء	٦م	٦م	٦م	٦.٣	٧م	٨م
٢- ارتفاع التقاطعات عن مستوى الطرق	٧م	٧م	٧م	١١م	١٢م	١٥م
٣- الارتفاع عن خطوط اخرى عند التقاطع	٢م	٢م	٣.٥م	٣.٥م	٣.٥م	٥م
٤- الارتفاع عن قمم الاشجار	٢م	٢م	٢.٥م	٣م	٣.٥م	٤.٥م
٥- الارتفاع عن سقف المنشآت القائمة	٣م	٣م	٤م	٤.٦م	٥م	٧.٦م

المصدر: جمهورية العراق ، وزارة الكهرباء، محافظة بغداد، دائرة التشغيل والتحكم، قسم دراسات المنظومة ، بيانات غير منشورة.٢٠٢٤.

٣- الأبراج Tower:

٣-١- المسافات في الأبراج:

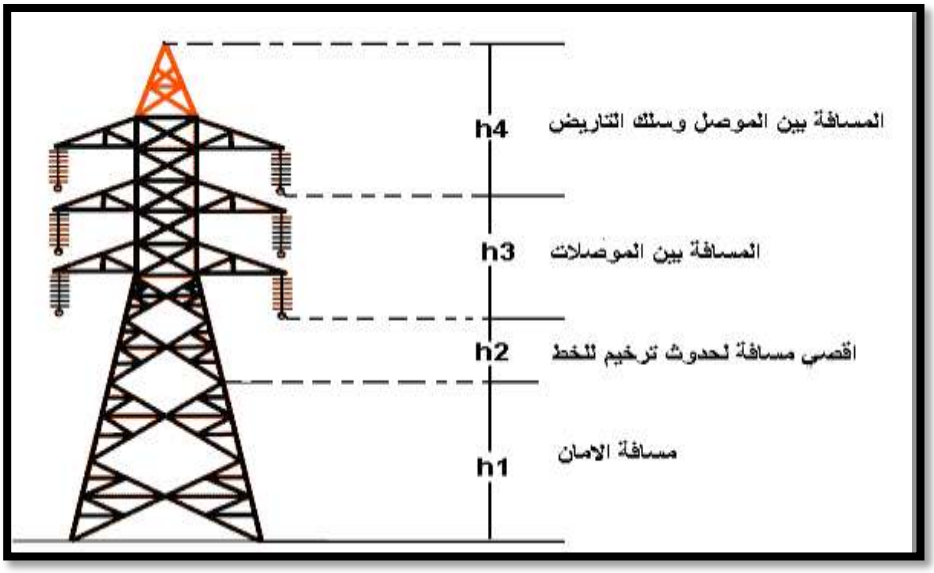
تعددت استخدامات الأبراج المستخدمة في منظومة نقل الطاقة حسب احجامها وارتفاعها والغرض التي تؤديه وهناك عدة مسافات تحتاج للتوصيف عند دراسة الأبراج منها:

- **ارتفاع البرج، والمسافة بين الموصلات والأرض:** تتراوح ارتفاعات الأبراج غالباً بين ١٥ – ٥٠ متر (باستثناء الأبراج الخاصة)، والعنصر الأساسي في المقارنة هو قيمة الجهد.
- **المسافة بين كل برج والبرج الذي يليه:** المسافة المثلى (Span) بين أبراج الجهد العالي الهوائية هي المسافة التي تعطي أقل تكلفة للخط مع توفير حدود الأمان المطلوبة. وتجري هذه الحسابات لكل كيلومتر بعد تحديد هل الخط (مفرد أم مزدوج) وهل سيوضع في أرض عادية ومنبسطة أم على أرض ذات تربة صخرية مثلا، ثم تحديد بعض المعطيات مثل قوة شد الموصلات في أدنى درجة حرارة لها، ينظر الشكل (٢) وتدلي هذه الموصلات Sag في أعلى درجة حرارة لها، ويؤخذ في الاعتبار أيضا ارتفاع الأبراج وطول سلاسل عوازل التعليق بالإضافة لحجم وتكاليف القواعد الخرسانية للأبراج والتأريض. وعادة تجري الحسابات باعتبار المسافة هي ١٠٠ متر مثلا بين كل برجين، ثم تزيد تدريجياً حتى ٥٠٠ متر ثم نختار المسافة التي تعطى أقل تكلفة.
- **مسافة حق طريق المرور Right of Way:** يجب أن يراعى وجود مسافة مناسبة لتباعد المباني والأشجار عن مسار الخطوط، وتحسب هذه المسافة بحيث إذا سقطت إحدى الأشجار لأي سبب من الأسباب فإنها لا تسقط على الخطوط، كما أن الخطوط يجب أن تكون أعلى من مستوى السيارات المارة تحتها لاسيما سيارات النقل حتى لا يتسبب انخفاضها في حوادث.
- **تقدير المسافات الآمنة من تأثير المجالات الكهربية والمغناطيسية:** تتميز خطوط القوى الكهربية بأن حولها مجالات كهربية ومغناطيسية، وتتوقف شدة وخطورة المجال الكهربائي على شدة الجهد، بينما تتوقف شدة المجال المغناطيسي على شدة التيار شكل (٥)، وتتوقف شدة المجال أيضا على مدى البعد عن الخط، وينصح بأن تكون أكثر من ١٠ متر لكل ١٠٠ كيلو فولت لتصبح بأمان(١١).

٣-٢ أنواع الأبراج

تصنع الأبراج الكهربية في الجهود العالية عادة من الصلب المجلفن Galvanized Steel . ويتحدد نوع البرج من طريقة تركيب العازل المركب عليه أو الوظيفة التي يؤديها، فإذا كان العازل معلقا يصبح نوع البرج برج تعليق وإذا كان العازل مشدودا يصبح نوع البرج برج شد، كما أن البرج الذى يعبر مانع مائي مثلا يسمى برج عبور، وهكذا(١٢).

الشكل (٥) المسافات في أبراج نقل الطاقة الكهربائية



المصدر : https://www.steeltowerchn.com

٣-٢-١ أبراج التعليق/ التثبيت (Suspen sion Towers): هو برج يستخدم لحمل المواصلات فقط، وتشكل هذه الأبراج حوالى ٨٠% من إجمالي عدد الأبراج في الخط، ولا يقع عليها قوى شد أفقية، تعتمد على ثابتها على قوتين للشد متساويتين على جانبي البرج ولو حدث وسقط موصل من أحدى الجهتين فسيتأثر الموصل وكذلك الموصلات على كافة ابراج التعليق المجاورة، ويمكن تمييز هذا البرج بوجود عازل واحد لكل موصل، ويختلف برج التعليق عن برج التثبيت في وضع الموصل بالنسبة إلى العازل، ففي برج التثبيت يكون العازل مثبتاً رأسياً لأعلى ويكون السلك فوق العازل١ن أما في برج التثبيت يكون العازل مثبتاً رأسياً لأسفل ويكون السلك معلقاً في أسفل العازل، وفي كلا النوعين لا يكون السلك مربوطاً في العازل(١٣).

٣-٢-٢ ابراج الشد (Tension Towers): ويمكن تمييز هذا البرج بوجود عازلين عند كل نقطة تثبيت، حيث يكون الموصل بينه وبين البرج الذي يسبقه مربوطاً بأحد العازلين والموصل بينه وبين البرج الذي يليه مربوطاً بالعازل الثاني، ويوضع هذا النوع بين كل عدة أبراج تعليق لتفادي سقوط السلك في حال حدوث قطع، فإذا كانت جميع الأبراج من نوع التعليق والتثبيت وحدث قطع في الموصل سيسقط من على جميع الأبراج، وبوجود أبراج الشد لن يسقط السلك إلا في المسافة بين برجي الشد الذي حدث القطع بينهما في الموصل. ويكون هذا البرج معرضاً لشدٍ متساوٍ من كلتا جهتيه(١٤).

٣-٢-٣ أبراج التبديل transposition towers: يتم تركيب هذا النوع من الأبراج بعد الثلثين الأول والثاني من مسافة الخط، وتقوم بتبديل مواقع الأوجه على الخط بعد كل ثلث لضمان تساوي التأثير السعوي Xc والحثي XL لكل وجه على طول الخط ويعتمد وجودها على طول الخط(١٥).

ثانياً/ المحولات الكهربائية:

المحولات الكهربائية هي أجهزة كهرومغناطيسية ساكنة، تقوم بتحويل القدرة الكهربائية للتيار المتناوب إلى قدرة كهربائية أخرى مختلفة الصفات والمميزات كالتوتر أو التيار أو التردد أو عدد الأطوار. أي أن مهمتها رفع أو خفض مستوى الفولتية، وتتألف كل محولة من ملف ابتدائي وآخر ثانوي يقترنان بشكل متبادل بدائرة مغناطيسية مشتركة[١٦].

وتكون عدد لفات الملف الابتدائي أقل منها في الملف الثانوي في محولات رفع الجهد (المحولات الذاتية) وهي محولات عملاقة تتطلب درجات عالية من العزل والتبريد وتكون مصاحبة لمحطات التوليد مهمتها رفع مستوى الجهد من قيم منخفضة إلى قيم عالية لتسهيل مهمة نقل الكهرباء لمسافات طويلة بتكلفة وخسائر أقل، ويتلخص عملها برفع الجهد وخفض التيار، ولولا هذه المحولات لما أصبح بالإمكان نقل الكهرباء لمسافات طويلة إذ يتطلب النقل بتيارات كهربائية عالية إلى موصلات عملاقة تفوق أحجامها وأوزانها حدود المعقول وربما تحتاج إلى أبراج خيالية لرفعها، أما في محولات خفض الجهد الكهربائي والمنتشرة في المحطات الرئيسية والثانوية، فيكون عدد لفات الملف الابتدائي أكثر منها في الملف الثانوي لخفض الجهد من مستويات عالية إلى مستويات أقل منها، وهنا تكون العلاقة عكسية بين الفولتية والتيار إذ يزداد الأخير، وهذه الخاصية تنفرد بها المحولات دون غيرها فمن المعروف أن علاقة الجهد بالتيار حسب قانون أوم المعروف هي علاقة طردية، وللمحولة Transformer مدخل واحد input ومخرج Output واحد أو أكثر من ذلك يسمى بالمغذي وقد تكون المحولات المستخدمة في المحطات أحادية الوجه ذات مغذي واحد ٣٣/١٣٢ kv –400/132kv وقد تكون من نوع ثنائية الأطوار ١٣٢kv/33/11 – ٤٠٠kv /132/33، وقد تكون ثلاثية الأطوار، وعادة ما يستخدم الزيت في كل أنواع المحولات لغرض العزل والتبريد وتجهز المحولات أيضاً بمراوح خارجية مخصصة للتبريد يتم تبديلها وصيانتها بصورة مستمرة.

١) المحولات الذاتية في محافظة بغداد

تعد المحولات الذاتية من العناصر الحيوية في شبكة نقل الطاقة الكهربائية في محافظه بغداد، لما لها من دور كبير في ربط مستويات الجهد المختلفة ضمن المنظومة الكهربائية الوطنية وتتميز هذه المحولات وتصميمها الذي يستخدم ملفا واحدا يعمل كمصدر وجهة للتحميل مما يجعلها اكثر كفاءه من المحولات التقليدية ذات الملفين من حيث الفاقد الكهربائي وتقليل حجم الكلفة، وبلغت عدد المحولات ٤٢ والسعة الكلية ١١،٥٠٠ ميغا واط/امبير.

يُظهر الجدول (٤) وخريطة (٣) الخاص بالمحولات الذاتية في محافظة بغداد لعام ٢٠٢٤ حجم البنية التحتية المتقدمة لنقل الطاقة الكهربائية، من خلال محطات التحويل ذات الجهد العالي التي تعتمد على المحولات الذاتية بنسبة تحويل قياسية (٤٠٠/١٣٢/١١) ك.ف. وتوزعت هذه المحولات على اثنتي عشرة محطة رئيسية في المحافظة، ليبلغ عدد المحولات الذاتية الكلي ٤٨ محولة، وهو رقم يعكس مدى كثافة الشبكة الكهربائية وامتدادها لتغطية مختلف المناطق. تتميز بعض المحطات مثل غرب بغداد ٤٠٠ والرشيد ٤٠٠ بعدد كبير من المحولات بلغ خمس محولات في كل محطة، مما يشير إلى أهميتهما كعقد رئيسية في نقل

الطاقة بين محطات الإنتاج ومراكز الاستهلاك. في المقابل، احتوت محطات أخرى مثل الصدر ٤٠٠ وبسماية الاستثمارية (١+٢) على محولتين فقط لكل منها، وهو ما قد يرتبط بحجم الطلب في المنطقة أو طبيعة الأحمال المرتبطة بها.

وتتقارب معظم المحولات في سعتها التصميمية، حيث تبلغ ٧٥/٢٥٠/٢٥٠ ميغا فولت أمبير، ما يعكس توحيدًا في المواصفات الفنية بما يسهّل أعمال الصيانة والتبديل عند الحاجة. غير أن محطات بسماية الاستثمارية في مراحلها المختلفة تميّزت باستخدام محولات ذات سعة أعلى تبلغ ١٥٠/٥٠٠/٥٠٠ ميغا فولت أمبير،. أما من حيث السعة الكلية للمحولات الذاتية في عموم محطات بغداد، فقد بلغت ١٢،٥٠٠ ميغا فولت أمبير، وهي سعة كبيرة تُمكّن شبكة النقل من التعامل مع الأحمال العالية التي تشهدها العاصمة، خصوصًا في ذروة الطلب الصيفي. أما فيما يخص منشأ المحولات، فقد تنوعت الشركات المصنّعة بين شركات عالمية معروفة مثل Mitsubishi وHyundai وALSTOM-GE وSchneider، فضلًا عن شركات كورية وفرنسية، وهو ما يعكس اعتماد وزارة الكهرباء العراقية على مصادر متعددة في تجهيز المعدات، بما يحقق المرونة في التوريد والتقنيات. ، يمكن الاستنتاج بأن منظومة المحولات الذاتية في محافظة بغداد تمثّل بنية تحتية استراتيجية تدعم استقرارية واستدامة الشبكة الكهربائية، وتسهم في تلبية الطلب المتزايد على الطاقة، لاسيما مع التوسع العمراني والنمو السكاني والصناعي المتسارع في العاصمة.

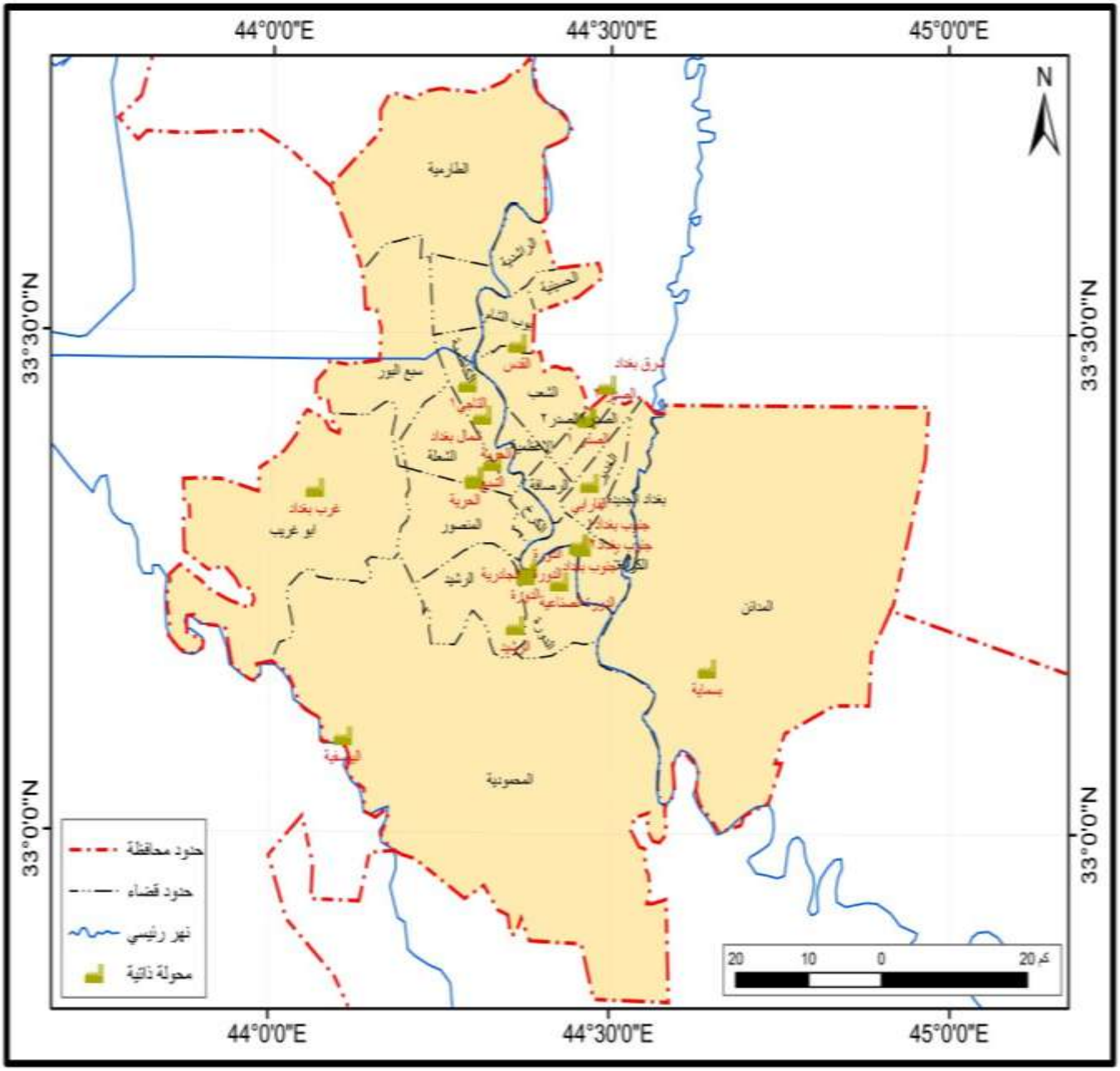
الجدول (٤) المحولات الذاتية في محافظة بغداد ٢٠٢٤م

اسم المحطة	رقم المحطة ببرنامج PSS®E	عدد المحولات	نسبة التحويل (KV)	سعة المحولة (MVA)	السعة الكلية (MVA)	المنشأ	عدد المحولات المؤرضة
غرب بغداد ٤٠٠	١٦٤٠٧ ، ١٦٣٠٨	٥	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	١٢٥٠	Mitsubishi	٥
بسماية الاستثمارية) ١ + ٢	١٦٤٠٢ ، ١٦٣٩٧ ، ١٦٧٠٢، ١٦٩٠٢	٢	١١/١٣٢/٤٠٠	١٥٠/٥٠٠/٥٠٠	١٠٠٠	–	٢
بسماية الاستثمارية المرحلة الثالثة	١٦٤١٠ ، ١٦٣٣٦	٢	١١/١٣٢/٤٠٠	١٥٠/٥٠٠/٥٠٠	١٠٠٠	–	٢
جنوب بغداد ٤٠٠	١٦٤١٩	٣	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	٧٥٠	hyundai	٣
شرق بغداد ٤٠٠	١٦٤٢٨ ، ١٦٣٢٩	٤	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	١٠٠٠	Mitsubishi	٤
شمال بغداد ٤٠٠	١٦٤٣٦ ،	٤	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	١٠٠٠	hyundai	٤

اسم المحطة	رقم المحطة ببرنامج PSS®E	عدد المحولات	نسبة التحويل (KV)	سعة المحولة (MVA)	السعة الكلية (MVA)	المنشأ	عدد المحولات المؤرضة
	١٦٣٣٧						
تاجي ٤٠٠	١٦٤٠٨	٤	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	١٠٠٠	ALSTOM-GE	٤
الامين ٤٠٠	١٦٤٤٣ ، ١٦٣٦٥	٤	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	١٠٠٠	Schneider	٤
الرشيد ٤٠٠	١٦٤٧٠ ، ١٦٣٧١	٥	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	١٢٥٠	Mitsubishi (5)/ france	٥
الصدر ٤٠٠	١٦٤٠٣	٢	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	٥٠٠	–	٤
شرق الرصافة ٤٠٠	١٦٤٩٢ ، ١٦٣٠٠	٤	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	١٠٠٠	كوري	٤
القدس ٤٠٠	١٦٤٤٢	٣	١١/١٣٢/٤٠٠	٧٥/٢٥٠/٢٥٠	٧٥٠	المحولة (٣) GE	٣

المصدر: جمهورية العراق ، وزارة الكهرباء، محافظة بغداد، دائرة التشغيل والتحكم، قسم دراسات المنظومة ، بيانات غير منشورة.٢٠٢٤.

خريطة (٣) التوزيع المكاني للمحولات الذاتية في محافظة بغداد ٢٠٢٤م



المصدر:-بيانات جدول (٤) و برنامج (Arc Gis 10.4)

٢- المحولات الرئيسية النفطية والصناعية في محافظه بغداد:

تعد محولات الرئيسية النفطية من اهم مكونات منظومة نقل الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد كونها تستخدم لنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية الى المنشآت الكبرى مثل مصانع المصافي النفطية، المناطق الصناعية الثقيلة، وبلغ اجمالي عدد المحولات الرئيسية (٢٠٧) موزعة (٦٩) محطة في ارجاء المناطق الادارية للمحافظة وبلغت السعة الكلية (١٤،١٥٦) ميغا واط/ امبير تُعد محطات التحويل الثانوية ذات الجهد (١١/٣٣/١٣٢) ك. ف في محافظة بغداد من البُنى التحتية الحيوية التي تسهم في استقرار منظومة الطاقة الكهربائية، حيث تربط بين محطات التوليد ومراكز الأحمال الصناعية والنفطية والسكنية. وتتميز هذه المحطات بكونها مراكز

توزيع رئيسية للطاقة، مما يمنحها دورًا محوريًا في دعم التنمية الاقتصادية والصناعية، إضافة إلى أهميتها في تغذية المنشآت النفطية الحيوية التابعة لوزارة النفط. وقد بلغ عدد المحطات المشمولة بالجدول أكثر من سبعين محطة رئيسية تعمل بجهد ١٣٢ ك.ف، وتمثل تنوعًا جغرافيًا وتوزيعيًا يغطي جميع مناطق بغداد. من خلال تحليل البيانات يتضح أن عدد المحولات في كل محطة يتراوح غالبًا بين ٢ إلى ٤ محولات، وتتنوع نسب التحويل المستخدمة بين ١٣٢/٣٣ و١٣٢/٣٣/١١ ك.ف، ما يعكس مرونة في التوزيع بحسب طبيعة الأحمال. أما سعات المحولات فتتراوح غالبًا بين ٥٠ إلى ٩٠ MVA، وتصل السعة الكلية لبعض المحطات إلى ٢٧٠ MVA كما في محطات الزعفرانية، الكاظمية الجديدة، جميلة الجديدة، والرصافات، مما يدل على أنها محطات محورية عالية التحميل ومخصصة لتغذية مناطق ذات كثافة استهلاكية عالية. ويُلاحظ أن بعض المحطات تحتوي على محولات ذات سعات متعددة (مثل ٦٣/٥٠/٢٥ MVA) مما يشير إلى وجود تجهيزات مختلفة لمستويات استهلاك متنوعة داخل المحطة الواحدة ينظر الجدول (٥)و خريطة (٤)..

تشير بيانات المنشأ إلى تنوع كبير في مصادر المعدات بين شركات عالمية مثل Siemens، ABB، Alstom، TOSHIBA، وMitsubishi، فضلًا عن شركات يابانية وتركية ونمساوية، اما بالنسبة للمحطات التي تُغذي المنشآت النفطية، فتتمثل أهمها في محطة ماء الكرخ، محطة الجادرية (توليد)، محطة الحقل النفطي، جنوب بغداد الحرارية، اسكان الخر، والمشتل، إذ تخدم هذه المحطات مواقع مصافي النفط، محطات التوليد العاملة بالوقود، ومستودعات الوقود التابعة لشركات التوزيع. وتتميز هذه المحطات بارتباطها بمحولات ذات جودة عالية ومنشأ أوروبي أو ياباني لضمان أداء مستقر.

أما بالنسبة للقطاع الصناعي، فتمثل محطات أبو غريب، النهروان، الدورة الصناعية، التاجي الجديدة، الوزيرية الجديدة، الغزالي، والراشدية المحطات الأهم، حيث تقع قرب مجمعات صناعية كبيرة وتخدم معامل حكومية وأهلية، وتتميز هذه المحطات بتجهيزها بمحولات عالية التحمل وسعات كافية لتغطية متطلبات الأحمال الصناعية. ويتضح من خلال المحطات الواقعة في المناطق الصناعية مثل الدورة الصناعية وأبو غريب أنها مصممة لتحمل أحمال صناعية كثيفة ومتغيرة.

يتضح كذلك أن هناك توسعًا في إنشاء محطات جديدة ذات سعات عالية مثل بسماية T1 والصدر الثانوية، لتلبية النمو العمراني والصناعي في شرق بغداد، إضافة إلى مشاريع إعادة التأهيل التي أُدخلت على محطات مثل جميلة الجديدة واليرموك الجديدة، ما يعكس جهود وزارة الكهرباء في مواجهة الاختناقات وتحسين مستوى الخدمة.

الجدول (٥) المحولات الرئيسية النفطية والصناعية في محافظة بغداد ٢٠٢٤م

اسم المحولة	رقم المحطة برنامج SS®E	عدد المحولات	نسبة التحويل (KV)	سعة المحولة (MVA)	السعة الكلية (MVA)	المنشأ	عدد المحولات المؤرضة
ماء الكرخ	١٦٣٠١	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	فرنسي Alstom	١
نصر	١٦٣٠٢	٤	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	٢٥٢	ABB	١

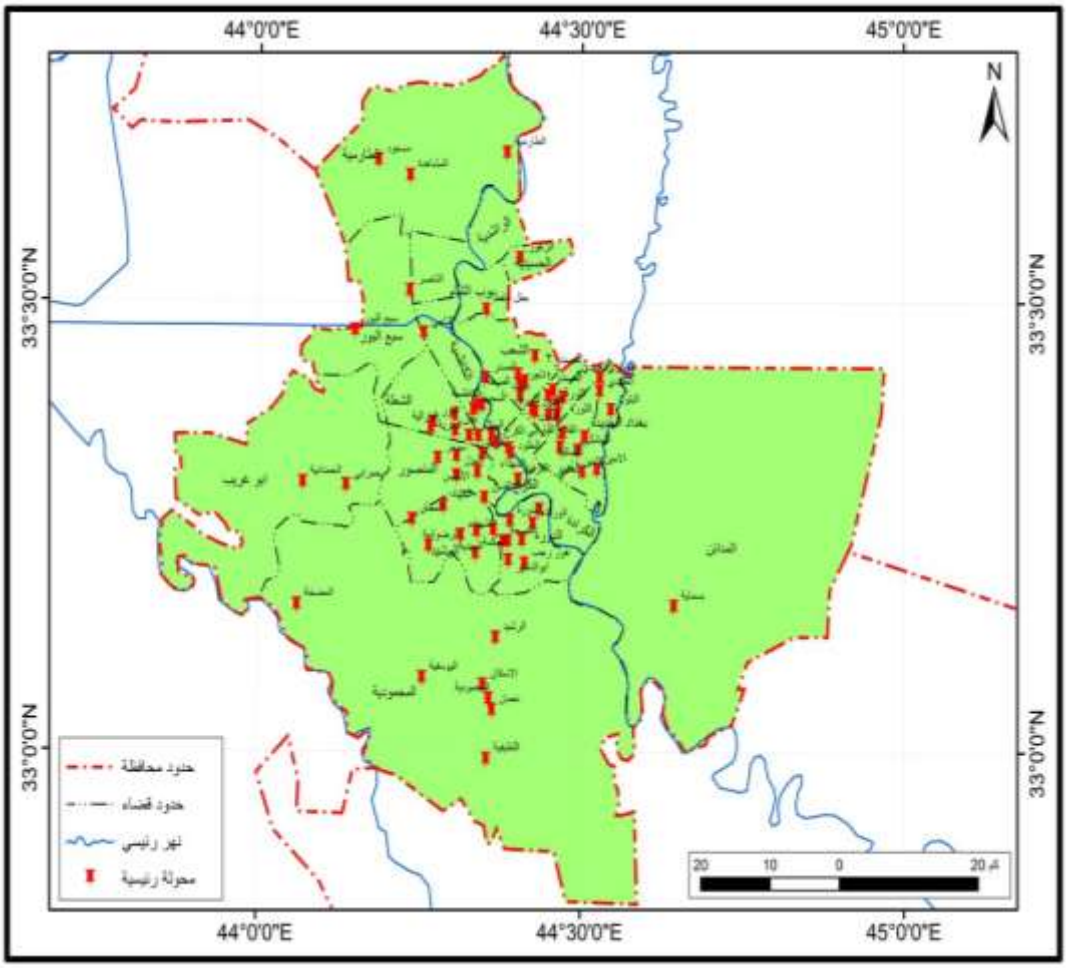
اسم المحولة	رقم المحطة برنامج SS®E	عدد المحولات	سبة التحويل (V	عة المحولة (MVA	السعة الكلية (MVA)	المنشأ	عدد المحولات المؤرضة
تاجي الجديدة	١٦٣٠٣	٤	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	٢٥٢	IMENES:ABB+E GB	١
شمال بغداد ١٣٢ (توليد)	١٦٣٠٤	٤	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	٢٥٢	medenshia	١
الحرية	١٦٣٠٦	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	medenshia	١
الجامعة	١٦٣٠٩	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	EFG سويسريه	١
يرموك القديمة	١٦٣١٠	٣	٣٣/١٣٢	٢(٥٠)،١(٦)	١٧٦	–	١
المعري	١٦٣١١	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	٢ edenshia+BES	١
الجزائر	١٦٣١٢	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	IITSEBOSHE+2 TALIA	١
المنصور	–	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	BEST	١
الجادرية (توليد)	١٦٣١٤	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	france alistom	١
اسكان الخر	١٦٣١٥	١	١١/١٣٢	٦٣	٦٣	–	١
		٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	iemens:best+1J APAN	١
دورة التوسعية (توليد)	١٦٣١٦	٤	٣٣/١٣٢	٥٠	٢٠٠	ABB	١
		١	٣٣/١٣٢	٩٠	٩٠		١
اليوسفية	١٦٣١٧	٣	١١/٣٣/١٣٢	١(٢٥/٥٠/٥٠) ، ٢(٢٥/٥٠/٦٣)	١٧٦	٢ EST+MEDENSH IA	١
كصيبة الجديدة	١٦٣١٨	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	siemens	١
الصمدية	١٦٣٢١	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	TOSHIBA	١
		١	٣٣/١٣٢	٦٣	٦٣		١
النهروان	١٦٣٢٣	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	meidEN france	١
جنوب بغداد الحرارية	١٦٣٢٤	١	١١/٣٣/١٣٢	١٦/٤٠/٥٠	٥٠		١
		٢	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٢٦		١
المسبح	١٦٣٢٥	١	٣٣/١٣٢	٦٣	٦٣		١
		٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	Mitsubishi	١
المشتل	١٦٣٢٦	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	TOSHIBA	١
الفارابي القديمة (توليد)	١٦٣٢٧	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	medenshia	١

اسم المحولة	رقم المحطة برنامج SS®E	عدد المحولات	سبة التحويل (V	عة المحولة (MVA	السعة الكلية (MVA)	المنشأ	عدد المحولات المؤرضة
الغزالي	١٦٣٣٠	٣	٣٣/١٣٢	٥٠	١٥٠	medenshia	١
المثنى	١٦٣٣١	٢	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٢٦	JABAN	١
		١	٣٣/١٣٢	٦٣	٦٣		١
وزيرية الجديدة	١٦٣٨٠	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	siemens:best	١
جميلة	١٦٣٣٣	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	MEID تركي+ياباني +ايطالي	١
الثورة	١٦٣٣٤	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	ديالى	١
الراشدية	١٦٣٣٥	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	ياباني	١
ابو غريب	١٦٣٣٨	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩	EBG نمساوي	١
الحقل النفطي	١٦٣٣٩	٢	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٢٦	ايطالي	١
الطارمية	١٦٣٤٠	٣	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	١٨٩		١
الاعظمية	١٦٣٣٤	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	medenshia	١
الاعظمية الجديدة	١٦٣٣٤	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩		١
رصافات الفاربي (حطين+نصر +أوبرا)	١٦٣٨١ ، ١٦٣٨٢ ، ١٦٣٦٦	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	france alistom	١
رصافات جميلة (المدائن+الطب +الصرافية)	١٦٣٦٧ ، ١٦٧٧٦	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	meidEN japan	١
رصافات المثنى (محمد القاسم+الامانة)	١٦٣٦٨ ، ١٦٣٨٣ ، ١٦٣٨٤	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	france alistom	١
لجعيفرات (١+ ٢+ ٣	١٦٣٦٩	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠		١
دورة الصناعية	١٦٣٧٤	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	siemens	١
عكركوف	١٦٣٧٦	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	siemens	١
الوشاش	١٦٣٧٥	٤	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	٢٥٢	EBG نمساوي	١
فارابي الجديدة	١٦٣٧٢	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	heidEN indonsia	١
جميلة الجديدة	١٦٣٧٣	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	indonsia	١
الحسينية	١٦٣٩٠	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	siemens:best	١
الزعفرانية	١٦٣١٩	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	siemens	١
اللطيفية	١٦٣٤١	٣	٣٣/١٣٢	٦٣،٥٠،٢٥	١٣٨	٢ Asea+Union Trafo	١

اسم المحولة	رقم المحطة برنامج SS®E	عدد المحولات	سبة التحويل (V	عة المحولة (MVA	السعة الكلية (MVA)	المنشأ	عدد المحولات المؤرضة
ابودشير	١٦٣٩٢	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	siemens	١
ماء الرصافة	١٦٣٩١	١	٣٣/١٣٢	٦٣	٦٣	siemens	١
العبيدي	١٦٣٤٦	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	siemens	١
التأميم	١٦٣٩٣	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	siemens	١
بسماية T1	١٦٣٩٦	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	كوري	١
الكاظمية الجديدة	١٦٣٠٥	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	siemens	١
يرموك الجديدة	١٦٣٨٥	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	siemens	١
الامين الثانوية	١٦٣٢٢	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	siemens	١
'B	١٦٣٥٧ ، ١٦٣٤٢ ، ١٦٣٤٣	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠		١
الغزالي الجديدة	١٦٣٩٨	٢	٣٣/١٣٢	٩٠	١٨٠		١
الشعب	١٦٣٣٢	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩	LS كوري	١
سلمان باك	١٦٣٥٤	٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠		١
الصابيات	١٦٣٩٩	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩		١
الصحفيين	١٦٣٥٢	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩		١
البلديات	١٦٣٥١	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩		١
العماري	١٦٣٥٣	٢	٣٣/١٣٢	٦٣	١٢٦		١
الزوراء	١٦٦٠٦	٤	٣٣/١٣٢	٦٣	٢٥٢	هنكاري	١
زيونة	١٦٧٩٥	١	٣٣/١٣٢	٩٠	٩٠		١
الشعلة	١٦٣٨٩	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩		١
التراث	١٦٣٠٨	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩		١
الربيع	١٦٣٤٤	٣	٣٣/١٣٢	٦٣	١٨٩		١
سبع البور	١٦٣٨٨	١	١١/٣٣/١٣٢	٢٥/٥٠/٦٣	٦٣		١
بوب الشام		٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠		١
العدالة		٢	٣٣/١٣٢	٩٠	١٨٠		١
الصدر الثانوية		٣	٣٣/١٣٢	٩٠	٢٧٠	GE	١

المصدر: جمهورية العراق ، وزارة الكهرباء، محافظة بغداد، دائرة التشغيل والتحكم، قسم دراسات المنظومة ، بيانات غير منشورة.٢٠٢٤.

خريطة (٤) التوزيع المكاني للمحولات الرئيسية النفطية والصناعية في محافظة بغداد ٢٠٢٤م



المصدر:-بيانات جدول (٥) و برنامج (Arc Gis 10.4).

ثالثاً/ المكثفات أو المتسعات الكهربائية

المتسعات الكهربائية عبارة عن أجهزة تستخدم في الدوائر الكهربائية تتشكل من موصلين يفصل بينهما مادة عازلة، وتزداد قيمة المتسعة مع زيادة مساحة الموصلين وصغر المسافة العازلة بينهما والعكس صحيح، كما تزداد قيمة المتسعة مع تزايد الفولتية وزمن عبورها في الموصلات، وحساب السعة يشكل النسبة بين الشحنة وفرق الجهد وتعد خطوط النقل عبارة عن متسعات كهربائية إذ تتكون متسعة أولى بين الموصل الأول والأرض التي تكون بمثابة موصل كبير، كما تتكون متسعة ثانية بين الموصل الأول والثاني ومتسعة ثالثة بين الموصل الثاني والثالث وهكذا، ويمثل الهواء عازلاً بين هذه المتسعات علماً أن قيم المتسعات جميعاً غير متساوية مع بعضها، وتتكون متسعات الخط عند مرور الفولتية بين طرفي الموصلات المتوازية المعزولة عن بعضها بواسطة الهواء، وتنعدم هذه المتسعات وتصبح قيمتها صفراً في حالة غياب القوة المؤثرة لوجودها (الفولتية) التي ينشأ عن مرورها طاقة كهربائية مؤثرة تعرف بالمجال الكهربائي الذي يكون بمثابة طاقة مخزنة في المتسعة ، علماً أن المتسعة المناسبة لا تستهلك أي مقدار من الطاقة ويمكن إعادة طاقتها، ويظهر تأثير متسعات الخطوط مع زيادة مسافة الخط وتصبح أساساً في حسابات الخط عندما يزيد طوله على ١٠٠ كم

ويتجاوز جهده ٣٠٠ كيلوفولت، حيث تتناسب قيمة المتسعة مع مربع جهد النقل ويتم إهمال متسعة الخط C إذا كان طوله أقل من ٨٠ كم، وعندما يكون الفرق في الجهد عالياً بين الموصلات المتوازية يمر تيار إزاحة عبر الهواء بين الأرض والموصلات يسمى بتيار الشحن وهو تيار متسرب على أوجه الموصلات وتعتمد قيمته على طول الخط وجهد النقل، وتتأثر قيمته بدرجة عالية بالمناخ ولاسيما الرطوبة والتلوث الجوي، ويتم إهمال قيمته في الأحوال المناخية الاعتيادية لقلة قيمته وضعف تأثيره.

يتم استخدام المتسعات المصنعة (المكثفات) لتحسين أداء شبكة النقل ومعالجة الأحمال الحثية (VAr) صيفاً ويتم عزلها عن المنظومة عندما يكون الحمل من النوع المقاومي ولاسيما في فصل الشتاء.

بلغ عدد المتسعات في محافظة بغداد (١٧٦) متسعة لعام ٢٠٢٤م موزعة على ٨ محطات، وبلغت سعتها الكلية التصميمية (١٨٧٠.٥) MVAR، بسعات تتراوح بين (٥-٣٠) MVAR، وبجهد (١١-٣٣-١٣٢) KV .

رابعاً/ منظومة الحماية والسيطرة

١) منظومة الحماية الأرضية (التأريض)

تشتمل منظومة القدرة الكهربائية بأجزائها (التوليد والنقل والتوزيع) التي تمتد لمئات الكيلومترات على مئات الأجزاء والمعدات والأجهزة المرتبطة ببعضها التي تعمل بترتيب وتناغم، وللحفاظ على سلامة وأمن النظام الكهربائي وضمان استمرارية تدفق الطاقة الكهربائية للمستهلكين، ونظراً لارتفاع تكاليف منظومة نقل الطاقة الكهربائية وحفاظاً على أمان وسلامة العاملين بها لابد من توفير منظومة حماية لها(١٧).

فالتأريض هو عمل اتصال مباشر بين الجسم المراد حمايته وكتلة الأرض. ويستخدم التأريض على نطاق واسع في منظومة القوى الكهربائية، بدءاً من محطة التوليد وصولاً إلى المستهلك، فهو عبارة عن إيجاد مسار ذو مقاومة صغيرة للأرض، لتفريغ الشحنات الكهربائية والتيارات العالية جداً الناتجة عن الصواعق(١٨).

تعمل قضبان التأريض على تأمين الخطوط الكهربائية بالخط الأرضي، فإذا ضربت الصاعقة فإنها تضرب إما البرج أو الخط الأرضي، وفي هذه الحالة فإن مسار الشحنات إلى الأرض يكون من خلال البرج للأرض أو من خلال الخط الأرضي في الاتجاهات العكسية من نقطة الضرب، لذلك فإن الخط الأرضي يقلل من الجهد اللحظي لأعلى البرج حيث يكون مسار الصاعقة في ثلاث اتجاهات. تستخدم قضبان بقطر ١٥ مم وبطول بين ٢.٥-٣ م، ويزداد في الأرض الصلبة إلى ٥٠م، وتصنع من الحديد المجلفن أو النحاس. كما يمكن استخدام أسلاك الموازنة العكسية Counter Poise Wires وتدفن هذه الأسلاك بعمق بين ٠.٥-١ م موازياً لخطوط النقل الكهربائي وتوصل بأرجل الأبراج، طول هذه الأسلاك بين ٥-١٠٠م، ووجد بأنها ذات فعالية أكثر من القضبان الأرضية، حيث تقل قيمة مقاومة الصاعقة بفعالية يمكن أن تصل إلى ٢٥Ω(١٩).

يتم تزويد المحطات وأجهزتها وأبراج خطوطها في محافظة بغداد بموصلات معدنية تمتد إلى الأرض بواسطة قضبان من النحاس أو الألمنيوم تعمل اتصالاً مع كتلة الأرض، وتزود المنظومة بمجموعة من مانعات

الصواعق نصبت في مواقع متعددة من المحطات وفي أعالي الأبراج، وتكون موصلات دائرة التأريض معزولة عن الموصلات الهوائية لدائرة الخط الناقل ينظر الصورة (٣) ..

وتستخدم منظومة التأريض لتحقيق ما يلي:

- تسريب الشحنات الكهربائية إلى الأرض عند انهيار منظومات العزل لحماية الأجهزة وتأمين سلامة الأشخاص من التماس الكهربائي.
- توفر هذه الدائرة حماية المعدات والأشخاص من الصواعق الناجمة عن اضطراب الأحوال الجوية .
- حماية المعدات من ضرر التغيرات المفاجئة والكبيرة في جهد التغذية Voltage Surges.
- يسهم التأريض الجيد في زيادة كفاءة تشغيل الأجهزة الكهربائية .
- لموصلات دائرة التأريض مهمة أخرى تتمثل بإرسال إشارة الاتصالات إلى مركز السيطرة والمراقبة المتمثل بمركز السيطرة.

الصورة (٣) مانعات الصواعق المستخدمة في منظومة الكهرباء بمحافظة بغداد



المصدر: من تصوير الباحثة لمنطقة الدراسة بتاريخ ١٣-٤-٢٠٢٤.

٢) منظومة السيطرة

إن جميع عمليات المراقبة والسيطرة لأداء شبكات وخطوط نقل الطاقة الكهربائية تتم عن طريق منظومة سيطرة الكترونية مزودة بأجهزة اتصالات سلكية ولاسلكية وحاسبات وشاشات عرض تعرض صوراً حية للشبكة يطلع عليها الكادر الفني المتخصص بهذه العملية في مركز السيطرة(٢٠)ينظر الصورة (٤) .

ترتبط الحاسبات الرئيسية في المركز بحاسبات فرعية للمشغلين، وهذه الأخيرة تتولى عملية الإرسال المباشر للبيانات إلى مركز السيطرة ، وتكون هذه البيانات على شكل صورة رقمية حية متواصلة وآنية للشبكة الكهربائية بجميع أجزاءها بواسطة برنامج الشبكات الكهربائية NETWORK MANAGER إذ تنقل المعلومات من جميع المحطات إلى مركز السيطرة وتعرض على شاشات كبيرة، ويتم اتخاذ الإجراءات الفورية من قبل المختصين لمعالجة المشاكل الفنية الطارئة التي تخص الوضع التشغيلي لجميع مفاصل منظومة

الطاقة الكهربائية ، وتتم عملية المراقبة المستمرة للشبكة عن طريق استخدام أجهزة اتصالات ونقل المعلومات المنتشرة في جميع محطات المنطقة الوسطى بواسطة منظومة RTU Remote Terminal Units.

الصورة (٤) مركز سيطرة كهرباء المنطقة الوسطى



المصدر: من تصوير الباحثة لمنطقة الدراسة بتاريخ ٢٠٢٤/٩/٤.

النتائج

١. تتكون منظومة نقل الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد من مجموعة من مكونات المادية كالموصلات والعوازل وابراج منظومات الحماية والمكثفات واجهزة القياس والسيطرة والتحكم هذه بمجملها تؤثر على الاداء التشغيلي لمنظومة النقل وتحدد مدى كفاءتها.

٢. كثرة اعداد المتنقلات يعطي مؤشرا واضحاً بعدم قدرة محطات التحويل الحالية على خدمة نطاقها الجغرافي ومن الواجب وجود هذه المتنقلات للحالة الطارئة ينبغي لا تستمر لمدة طويلة من الزمن ذلك لربطها بشكل غير نظامي خارج السيطرة الكترونية وكذلك قدم بعض المحطات والخطوط ينعكس على حجم الطاقة المنقولة ويسبب الحوادث والمشاكل في فصل الصيف.

٣. وجود عدة اختناقات على الخطوط والمحطات ما يتطلب ابدال الخطوط او اعادة تأهيلها وزيادة عدد محولات تحويلية لبعض المحطات او بناء محطات تحويلية جديدة لجهد ١٣٢ kv وعديد من مناطق تاجي ووجود تباين في توزيع نقل الطاقة الكهربائية في محطات محافظة بغداد وذلك من خلال وجود (٢٣) خط ناقل للطاقة موزع بشكل متباين واكثره موزع في محطة شمال بغداد التي تبلغ فيها الخطوط (٧) خطوط ناقلة بسبب الزيادة في اعداد السكان وتوسعها ..

٤. اتضح لنا من الدراسة وجود تباين جغرافي في توزيع القابلوات الارضية ١٢٣KV لخطوط الكهرباء في محافظة بغداد ، غذ توزعت بين (٣٤) حط شملت جميع مناطق المحافظة ، وهذا يدل على

شمول جميع مناطق المحافظة بخطوط النقل للقابلوات ، فضلاً عن التحليل المدمج لخطوط الكهرباء ١٣٢ ك . ف الذي شمل (٧٣) محطة في المحافظة .

التوصيات

١. ضرورة المتابعة وفرض القوانين والحد من التجاوزات على منظومة نقل الطاقة والحاق اشد العقوبات على المتجاوزين.
٢. تعزيز ثقافة المستهلك ترشيد الاستهلاك الطاقة بواسطة المؤسسات الاعلامية والأكاديمية والحث على الاستفادة من الطاقة المتجددة في شتى الاستخدامات وخاصة المنزلية منها ودعم اسعار منظومتها والترويج لها في السوق المحلية العراقية.
٣. تضمين البعد الزمني: عبر نمذجة التغير في المعايير خلال السنوات القادمة (النمو الحضري، تغيرات شبكة النقل، الاستهلاك).
٤. ضرورة التنسيق بين وزارة الكهرباء والوزارات الأخرى لتنظيم عمل وديمومة الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد وترشيد استهلاكها .
٥. ضرورة الاستفادة من الدراسات والبحوث العلمية الخاصة بمجال الطاقة الكهربائية من قبل الدوائر ذات العلاقة بالدراسة لان النهوض بالمشكلة وحلولها يتم من خلال الدراسات العلمية ذات الاختصاص .

المراجع بالانكليزي:-

1. Field Study: Personal interview with Engineer Jawad Kadhim, Assistant Chief Engineer, South Baghdad Power Plant, March 3, 2024.

2. Ministry of Electricity, General Company for Electric Power Production, Central Region. Training Curricula for Engineers and Technicians: South Baghdad Gas Power Plant No. 1, 2022.

3. Field Study: Personal interview with Engineer Saif Al-Din Zuhair, Bismayah Power Plant, Ministry of Electricity, August 5, 2025.

4. Republic of Iraq, Ministry of Planning and Development Cooperation, Central Statistical Organization. Statistical Atlas of the Census of Buildings, Establishments, and Households in Iraq, 2017, p. 13.

5. Republic of Iraq, Ministry of Water Resources, General Commission for Surveying. Map of Baghdad Governorate, 2017, scale 1:1,000,000.

6. Personal interview with Engineer Jasim Khudair Abbas, General Company for Electric Power Transmission, Central Region, June 2, 2024.

7. Personal interview with Engineer Abbas Ghalib Omar, Operations and Monitoring Department, Central Region Power Transmission Directorate, Ministry of Electricity, August 4, 2024.

8. Drozdov and Nikolin. Electrical Properties of Conductors and Insulators. Mir Publishers, Moscow, 1973, p. 6.

9. Electrical resistance is the result of collisions between electric charges themselves or between electric charges and the atoms of the conductor's metal. The electrical resistance of a single-phase electrical circuit is calculated using the following equation:

\[R=P\times\left(\frac{L}{A}\right) \]

Where:

R = Electrical resistance (ohms per square meter, Ω m).

P = Resistivity of the conductor material (ohm/square millimeter, Ω m^2).

L = Length in meters (m^2).

A = Cross-sectional area of the conductor in square millimeters (m m^2).

10. Raad Hamdan Dhahir. Electric Circuits. 1st ed., Dar Al-Maseera, Amman, 2009, p. 54.

11. Mahmoud Jilani. Electrical Power Engineering, op. cit., pp. 194–198.

12. Mahmoud Jilani. Electrical Power Engineering, op. cit., p. 200.

13. Electric Power Transmission Networks. General Organization for Technical and Vocational Training, General Administration for Curriculum Design and Development, Kingdom of Saudi Arabia, p. 57.

14. Ibid., p. 59.

15. Haidar Nasser Shaddad Al-Jubarah, op. cit., p. 29.

16. Hakob Boghos and Hashem Warquzuq. Electrical Transformers (Electrical Machines – 2). Damascus University Publications, Damascus, 2003, p. 41.

17. Yasser Al-Turki. “The Electric Power Transmission System.” Science and Technology Magazine, Issue 95, Riyadh, 2010, p. 26.

18. Samer Azmi Abdul-Jawad. High-Voltage Technology. 1st ed., Arab Community Library for Publishing and Distribution, Amman, 2014, p. 155.

19. Electric Power Transmission Networks, op. cit., pp. 157–158.

20. Haidar Nasser Shaddad Al-Jubarah. The Electric Power Transmission System in Basra Governorate: A Study in Transport Geography. PhD dissertation, University of Basra, 2022, p. 42.

Second: References

I. Arabic-Language Books

1. Al-Turki, Yasser. “The Electric Power Transmission System.” Science and Technology Magazine, Issue 95, Riyadh, 2010.

2. Jilani, Mahmoud. Electrical Power Engineering: Studies in the Generation, Transmission, and Distribution of Electric Power. 1st ed., 2016.

3. Dhahir, Raad Hamdan. Electric Circuits. 1st ed., Dar Al-Maseera, Amman, 2009.

4. Abdul-Jawad, Samer Azmi. High-Voltage Technology. 1st ed., Arab Community Library for Publishing and Distribution, Amman, 2014.

5. Drozdov, Nikolin. Electrical Properties of Conductors and Insulators. Mir Publishers, Moscow, 1973.

6. Boghos, Hakob, and Hashem Warquzuq. Electrical Transformers (Electrical Machines). Damascus University Publications, Damascus, 2003.

II. University Theses and Dissertations

Al-Jubarah, Haidar Nasser Shaddad. The Electric Power Transmission System in Basra Governorate: A Study in Transport Geography. PhD dissertation, University of Basra, 2022.

III. Government Departments and Official Data Sources

1. Baghdad Municipality, Design Department (GIS). Geographic Database of the Study Area, 2019.

2. Republic of Iraq, Ministry of Planning and Development Cooperation, Central Statistical Organization. Statistical Atlas of the Census of Buildings, Establishments, and Households in Iraq, 2017.

3. Republic of Iraq, Ministry of Water Resources, General Commission for Surveying. Map of Baghdad Governorate, 2017, scale 1:1,000,000.

4. Source: Republic of Iraq, Ministry of Electricity, Baghdad Governorate, Operations and Control Directorate, System Studies Department. Unpublished Data, 2024.

5. Electric Power Transmission Networks. General Organization for Technical and Vocational Training, General Administration for Curriculum Design and Development, Kingdom of Saudi Arabia.

6. Ministry of Electricity, General Company for Electric Power Production, Central Region. Training Curricula for Engineers and Technicians: South Baghdad Gas Power Plant No. 1, 2022.

IV. Personal Interviews

1. Personal interview with Engineer Jasim Khudair Abbas, General Company for Electric Power Transmission, Central Region, June 2, 2024.

2. Personal interview with Engineer Abbas Ghalib Omar, Operations and Monitoring Department, Central Region Power Transmission Directorate, Ministry of Electricity, August 4, 2024.

3. Personal interview with Engineer Jawad Kadhim, Assistant Chief Engineer, South Baghdad Power Plant, March 3, 2024.

4. Personal interview with Engineer Saif Al-Din Zuhair, Bismayah Power Plant, Ministry of Electricity, August 5, 2025.