التحليل المكاني للربط الكهربي بين جمهورية مصر العربية والمملكة العربية السعودية
" دراسة في الجغرافيا الاقتصادية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية"

د. محمد عزت محمد الشيخ

مدرس بقسم الجغرافيا، المعهد العالي للدراسات الأدبية

كينج مريوط، الإسكندرية

mohamed.elshiekh3@gmail.com

doi: 10.21608/jfpsu.2022.157014.1226

التحليل المكاني للربط الكهربي بين جمهورية مصر العربية والمملكة العربية السعودية

" دراسة في الجغرافيا الاقتصادية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية "

مستخلص

يندرج موضوع البحث ضمن الدراسات التطبيقية في الجغرافيا الاقتصادية، ويُعد الربط الكهربي نمطاً من أنماط الشراكة الاقتصادية والتكامل بين الدول.

وجاءت دولتا الدراسة أكبر دول الوطن العربي من حيث إنتاج الكهرباء واستهلاكها؛ الأمر الذي زاد من أهمية الربط بين منظومتي الكهرباء في البلدين. إلا أن توزيع محطات التوليد، وشبكة الكهرباء، والطاقة الكهربائية المستهلكة، اختلفت بين الأقسام الجغرافية في الدولتين، نتيجة لعوامل التوطين لمحطات التوليد، وللعوامل الجغرافية المؤثرة في مد الشبكة والاستهلاك. وتمثلت أهمية الربط الكهربي بين الدولتين تحديداً نتيجة لتباين فترات ذروة الاحمال الكهربائية بينهما، حيث جاءت بالسعودية نهاراً، وفي مصر ليلاً؛ وهو ما يُفعل أهمية الربط والتكامل الكهربي بين البلدين، وتنميتها مستقبلاً.

ويمتد خط الربط من المدينة المنورة حتى شمال شرق مدينة القاهرة المصرية، وجاء معظم الخط هوائياً باستثناء منطقة عبور خليج العقبة من جهة الجنوب بطول ٢٠ كم. وعلى الرغم من ارتفاع تكلفة الإنشاء، إلا أن الجدوى الاقتصادية زادت من أهميته.

الكلمات المفتاحية: الربط الكهربي ، النظام الكهربي، الجغرافيا الاقتصادية، الجدوى الاقتصادية، مسار الربط.

Spatial Analysis of the Electrical Interconnection between the Arab Republic of Egypt and the Kingdom of Saudi Arabia
A Study in Economic Geography Using Geographic Information Systems

Abstract

The subject of the research falls within the applied studies in geography, and the electrician knits the growth of economic partnership and integration between countries.

The two countries of the study were the largest in the nation in terms of electricity production and consumption; Which increased the salt between the two men and the news. However, the distribution of the generation stations, the electricity network, and the consumed electric energy, the geographical areas in the two countries differed, as a result of the localization factors of the generation stations, and the geographical factors affecting the network and consumption. and a third of that, they share the importance of gravity in electrophoresis; Which is what makes the relationship and electrical integration between the new, and its development in the future.

The link line extends from Madinah to the northeast of Cairo, and most of the line came over the Aqaba crossing area from the south, 20 km. Despite this, challenges have increased from the coast.

***Keywords*:** Electrical connection, electrical system, economic geography, economic feasibility, connection path.

تعمل الجغرافيا التطبيقية على رصد ووصف المشكلات الراهنة وتوصيفها، والتنبؤ بالمشكلات المستقبلية والمساهمة في اتخاذ القرارات ورسم السياسات, ثم إعداد ومراقبة وتقويم الخطط[١], وبذلك فالدراسات المتعلقة بالطاقة تأتي ضمن الدراسات التطبيقية النفعية, وتعد الطاقة الكهربائية (إنتاجا واستهلاكاً) بمثابة الركيزة الأساسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية[٢] فمتوسط نصيب الفرد من الكهرباء يعد مؤشراً علي مستوى معيشة السكان، إضافة لكونه مؤشراً على التقدم الاقتصادي وفقاً لمعدلات زيادته سنوياً, وتعد الطاقة الكهربائية من الصناعات التحويلية، وذلك بتغيير الطاقة الأحفورية التقليدية إلى صورة أخرى من الطاقة يسهل نقلها والتعامل معها واستخدامها في كافة الأنشطة الاقتصادية والخدمية حتى أصبحت عصباً للحياة اليومية، وهو ما يمثل أن انقطاعها هو توقف للحياة اليومية، بالإضافة لكونها من الطاقات النظيفة.

ويعد الربط الكهربي نمطا من أنماط الشراكة الاقتصادية والتكامل بين الدول، وهو هدف (أي التكامل الاقتصادي) تأمل الشعوب العربية تحقيقه بين دولها بصفته نمط من أنماط الوحدة بينها. ويعمل الربط الكهربي على الاستفادة من توفر مصادر الطاقة ببعض الدول ونقلها لأخرى، وبذلك فالدول المصدرة قد استفادت اقتصادياً من تشغيل أغلب القدرات المركبة، بالإضافة لبيع ما يفيض عنها من طاقة يصعب تخزين الفائض منها، كما تشكل استفادة الدول المستوردة للطاقة الكهربائية في حل مشكلات شبه دائمة نظراً لنقص مواردها في مجال الطاقة، وهو ما يجعلها تستفيد من الموارد المتاحة لدى الدول المجاورة أو حل مشكلات مؤقتة قد تحدث خلال أوقات معينة خلال شهور محددة لعام أو خلال فترات زيادة الأحمال على مدار اليوم الواحد.

تكمن أهمية وأسباب اختيار هذا الموضوع كونه يتناول بالدراسة أكبر دول الوطن العربي من حيث إنتاج الكهرباء واستهلاكها؛ الأمر الذي يزيد من أهمية دراسة الربط بين منظومتي الكهرباء في البلدين, كما يزيد من أهمية الدراسة محاولتها تقييم مسار خط الربط

(١) محمد أحمد مرعي، الجغرافيا بين النظرية والتطبيق، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، ٢٠١٤، ص ح.

(٢) محمد أحمد الشناوي، إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة الإسماعلية "دراسة في الجغرافيا الاقتصادية"، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، رسالة دكتوراه غير منشورة، جمهورية مصر العربية، ٢٠١٣م، ص ذ.

الكهربـي، ومـا إذا كانـت تواجهـه مشـكلات؛ وبالتـالي محاولـة الحـد منهـا، وهـو مـا يُفعـل الاستفادة من خط الربط خاصة، والامكانات المتاحة بمنظومتي الكهرباء بالدولتين عامة .

*** أهداف الدراسة: يوجد لهذه الدراسة عدة أهداف أهمها:**

١- التعرف علـى تـاريخ دخـول الكهربـاء للمملكـة العربيـة السـعودية وجمهوريـة مصـر العربية.

٢- التعرف على النظام الكهربي بالدولتين (انتاج، نقل وتوزيع، استهلاك).

٣- تحديد المشكلات التي تواجه النظام الكهربي بالدولتين ووضع حلول مقترحة.

٤- تقييم مسار خط الربط الكهربـي بين الدولتين، والتعرف علـى مدى مناسبته أم أن هناك مسارات أخرى أمثل.

٥-التعرف على الآثار الاقتصادية والسياسية للربط الكهربي بين البلدين.

*** مناهج وأساليب الدراسة:**

يُعد منهج النظم هو المنهج الأساسي في هذه الدراسة، وذلك بدراسة منظومة الكهرباء بأبعادها الثلاثة: الإنتاج، النقل والتوزيع، الاستهلاك، ولا يعني ذلك أن البحث يعتمد على منهج واحد، حيث سيستخدم الباحث المنهج المحصولي لاستنتاج العوامل الجغرافية المؤثرة في الكهرباء بالبلدين، والمدخل التاريخي الذي سيسهم في التعرف على الوضع الحالي للنظام الكهربي من خلال تتبع بدايات النظام الكهربي وتطوره زمنياً.

كما سيستعين الباحث بالأسلوب الكمي في تحليل البيانات، والأسلوب الكارتوجرافي ونظم المعلومات الجغرافية في إخراج الخرائط والتحليل المكاني لمواقع ومواضع المحطات والمسار الأمثل لخط الربط الكهربي. كما ان أداة البحث الرئيسة هي الخرائط متعددة المقاييس.

*** اقسام الدراسة:** تتألف الدراسة من ستة أقسام يسبقها مقدمة وتنتهي بخاتمة، وسيتضمن القسم الأول لمحة تاريخية عن الكهرباء في البلدين، ثم يستعرض القسم الثاني لإنتاج الطاقة الكهربائية بالبلدين، ويتطرق القسم الثالث لشبكة الكهرباء بالبلدين، وسيتناول القسم الرابع استهلاك الكهرباء بالبلدين، وبالقسم الخامس سيتم دراسة شبكة الربط، ويستعرض القسم السادس تقييم شبكة الربط، وتناول مشكلات الربط وكيفية علاجها.

الدراسات السابقة:

تعددت الدراسات الجغرافية التي تناولت موضوع الكهرباء بالبلدين، ويمكن تقسيمها إلى:

أ- دراسات جغرافية تناولت الطاقة الكهربائية، منها:

مجموعة دراسات لمحمد محمود الديب، منها: (١٩٧٦م، ١٩٧٧م) بعنوان: إنتاج واستهلاك الكهرباء في مصر [١][٢]، ثم سلسلة دراسات لسعيد أحمد عبده، الأولى (١٩٧٧م) عن: جغرافية الطاقة الكهربائية في جمهورية مصر العربية[٣]، والثانية (١٩٨٢م) عن: النقل وتوطن صناعة الكهرباء في مصر[٤]، والثالثة (١٩٨٣م) عن: الطاقة الكهربائية في الوطن العربي مع التطبيق على مصر[٥]، والرابعة (١٩٨٨م) عن: جغرافية الطاقة الكهربائية بجنوبي المملكة العربية السعودية[٦]، ثم دراسة خامسة لنفس الباحث (١٩٩٣م) بعنوان: تاريخ استخدام الكهرباء في مصر[٧]، ودراسة سادسة (٢٠٠٢م) بعنوان: تطور خريطة الطاقة الكهربائية في مصر[٨]، ودراسة سابعة (٢٠٠٣م) عن: مشروع توليد الكهرباء من منخفض القطارة، وآثاره البيئية المحتملة[٩]، ودراسة فائزة عبد الخالق (١٩٩١م) عن: إنتاج الطاقة الكهربائية واستهلاكها في المنطقة الغربية

(١) محمد محمود إبراهيم الديب، إنتاج واستهلاك الكهرباء في مصر، الجزء الأول، مجلة مصر المعاصرة، العدد ٣٦٦، القاهرة، ١٩٧٦م.

(٢) ــــــــــــــــــــــــــــــ، إنتاج واستهلاك الكهرباء في مصر، الجزء الثاني، مجلة مصر المعاصرة، العدد ٣٦٧، القاهرة، ١٩٧٧م.

(٣) سعيد أحمد عبده، جغرافية الطاقة الكهربائية في جمهورية مصر العربية-دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، ماجستير، غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس، القاهرة، ١٩٧٧م.

(٤) ــــــــــــــــــــــــــــــ، النقل وتوطن صناعة الكهرباء في مصر، المجلة الجغرافية العربية، العدد الرابع عشر، القاهرة، ١٩٨٢م.

(٥) ــــــــــــــــــــــــــــــ، الطاقة الكهربائية في الوطن العربي مع التطبيق على مصر، (جزءان)، مركز بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، القاهرة، ١٩٨٣م.

(٦) ــــــــــــــــــــــــــــــ، جغرافية الطاقة الكهربائية بجنوبي المملكة العربية السعودية، مجلة معهد البحوث والدراسات العربية، العدد السادس عشر، القاهرة، ١٩٨٨.

(٧) ــــــــــــــــــــــــــــــ، تاريخ استخدام الكهرباء في مصر، مجلة الكهرباء والطاقة، وزارة الكهرباء والطاقة، العدد الثامن، القاهرة، إبريل ١٩٩٣م.

(١) سعيد أحمد عبده، تطور خريطة الطاقة الكهربائية في مصر (١٨٩٢-١٩٩٢م)، المجلة الجغرافية العربية، العدد التاسع والثلاثون، الجزء الأول، القاهرة، ٢٠٠٢م.

(٢) ــــــــــــــــــــــــــــــ، مشروع توليد الكهرباء من منخفض القطارة وأثاره البيئية المحتملة- دراسة في جغرافية الطاقة، نشرة البحوث الجغرافية، العدد الثاني والعشرون، كلية البنات، جامعة عين شمس، ٢٠٠٣م.

بالمملكة العربية السعودية[١]، ودراسة خالد أحمد الأحمد (١٩٩٢) عن: الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية[٢]، ودراسة محمد عبد القادر رمضان (١٩٩٩م) عن: إمكانات توليد الطاقة الكهربائية من الموارد المائية غير المستغلة في مصر[٣]، ودراسة أخرى لكريمة محمد عبد الحليم (٢٠٠٠م) عن: إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في مصر[٤]، ودراسات عديدة لمحمد أحمد مرعي، الأولى (٢٠٠١م) عن: إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة دمياط[٥]، وأخرى (٢٠٠٣م) عن: كهربة الريف : المشكلات، الحلول، الآثار – دراسة في الجغرافيا التطبيقية[٦]، إلى جانب دراسة للباحث نفسه (٢٠٠٤م) بعنوان: الطاقة الكهربائية في محافظة الدقهلية[٧]، ودراسة لوفيق محمد جمال الدين (٢٠٠٢م) بعنوان: إنتاج الطاقة الكهربائية واستهلاكها في محافظة القليوبية[٨]، ودراسة فايز غراب (٢٠٠٢م) عن: الاستخدامات المنزلية للطاقة الكهربائية في محافظة المنوفية[٩]، ودراسة جيهان أبو بكر الصاوي (٢٠٠٣م) عن: إنتاج واستهلاك الكهرباء في محافظة البحيرة[١٠]، ودراستان لمحمد عزت الشيخ الأولى (٢٠٠٥م) عن إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة الدقهلية[١١]، والثانية (٢٠٠٩م) بعنوان: كهربة الريف بمركز

(٣) فائزة بنت محمد عبد الخالق، إنتاج الطاقة الكهربائية واستهلاكها في المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية-دراسة في الجغرافية الاقتصادية، دكتوراه، غير منشورة، كلية التربية للبنات، جده، ١٩٩١م.

(٤) خالد بن أحمد الأحمد، الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية " دراسة في الجغرافيا الاقتصادية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، كلية العلوم الاجتماعية، ١٩٩٢م.

(٥) محمد عبد القادر رمضان، إمكانات توليد الطاقة الكهربائية من الموارد المائية غير المستغلة في مصر، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية-فرع دمنهور، العدد الرابع، ١٩٩٩م.

(٦) كريمة محمد عبد الحليم، إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في مصر-دراسة في جغرافية الطاقة، ماجستير، غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس، القاهرة، ٢٠٠٠م.

(٧) محمد أحمد مرعي، إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة دمياط-دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية-فرع دمنهور، العدد السابع، ٢٠٠١م.

(٨) ــــــــــــــــــــــ، كهربة الريف: المشكلات، الحلول، الآثار-دراسة في الجغرافيا التطبيقية، حالة قرية الأبعادية البحرية-مركز الحامول، مجلة كلية الآداب، جامعة طنطا، العدد السادس عشر، ٢٠٠٣م.

(٩) ــــــــــــــــــــــ، الطاقة الكهربائية في محافظة الدقهلية-دراسة في جغرافية الطاقة، مجلة كلية الآداب، جامعة المنصورة، العدد الرابع والثلاثون، ٢٠٠٤م.

(١) محمد أحمد مرعي، إنتاج الطاقة الكهربائية واستهلاكها في محافظة القليوبية-دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، المجلة الجغرافية العربية، العدد التاسع والثلاثون، القاهرة،٢٠٠٢م.

(٢) فايز حسن غراب، الاستخدامات المنزلية للطاقة الكهربائية في محافظة المنوفية-دراسة في الجغرافية الاقتصادية، مجلة بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، القاهرة، ٢٠٠٢م.

(٣) جيهان أبو بكر الصاوي، إنتاج واستهلاك الكهرباء في محافظة البحيرة-دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية-فرع دمنهور، ٢٠٠٣م.

(٤) محمد عزت الشيخ، إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة الدقهلية-دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٥م.

المنصورة- محافظة الدقهلية[١]، ودراسة هاجر عكاشة (٢٠٠٦م) بعنوان: الطاقة الكهربائية والتنمية في مدن محافظة الغربية[٢]، ودراسة ياسر الجمال (٢٠٠٦م) عن الطاقة الكهربائية في محافظة دمياط[٣]، ودراسة محمد أحمد الشناوي (٢٠١٣م) بعنوان: إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة الإسماعيلية[٤]. ودراسة محمد ربيع محمد (٢٠١٧م) بعنوان: التحليل المكاني لأنماط استهلاك الطاقة الكهربائية بمحافظة الجيزة [٥]. ودراسة محمد عزت الشيخ (٢٠٢٠م) عن الكهرباء في محافظة الخرج – المملكة العربية السعودية[٦].

ب- دراسات جغرافية تطرقت لموضوع الربط الكهربي، وهي:

اقتصرت الدراسات الجغرافية التي تناولت الربط الكهربي بالدراسة -حسب علم الباحث- على دراستين لأحمد موسى خليل، الأولى (٢٠٠٨م) بعنوان: الربط الكهربي بين مجلس التعاون لدول الخليج العربية [٧]، وقد تناولت أهمية ربط مجلس التعاون لدول الخليج العربية بشبكة موحدة، والأهمية الاقتصادية والاجتماعية لهذا الربط، والدراسة الثانية (٢٠١٥م) بعنوان: الربط الكهربي بين دول الوطن العربي[٨]، وتطرقت هذه الدراسة للنظام الكهربي بدول الوطن العربي، وعرض لمشروعات الربط بالوطن العربي. وتختلف الدراسة بهذا البحث عن هاتين الدراستين بتناولها لمراحل النظام الكهربي بالعرض والتحليل

(٥) ـــــــــــــــــــــــــــــــ، كهربة الريف بمركز المنصورة (محافظة الدقهلية) -دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، ٢٠٠٩م.

(٦) هاجر سعد عكاشة، الطاقة الكهربائية والتنمية في مدن محافظة الغربية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية- دراسة تطبيقية في الجغرافيا الاقتصادية، ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٦م.

(٧) ياسر إبراهيم الجمال، الطاقة الكهربائية في محافظة دمياط-دراسة في الجغرافية الاقتصادية، دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنوفية، ٢٠٠٦م.

(٨) محمد الشناوي، إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة الإسماعيلية -دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، ٢٠١٣م.

(٥) محمد ربيع محمد، التحليل المكاني لأنماط استهلاك الطاقة الكهربائية بمحافظة الجيزة، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ٢٠١٧م.

(١٠) محمد عزت الشيخ، الكهرباء في محافظة الخرج - المملكة العربية السعودية – دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، العدد٥٩، ربيع الآخر ١٤٤٢

(٧) أحمد موسى خليل، الربط الكهربي بين مجلس التعاون لدول الخليج العربية "دراسة في جغرافية الطاقة"، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ١٣١، جامعة الكويت، ٢٠٠٨م.

(٨) ـــــــــــــــــــــــــــــــ، الربط الكهربي بين دول الوطن العربي "دراسة في جغرافية الطاقة"، المجلة الجغرافية العربية، العدد السادس والستون، ٢٠١٥م.

والتعليل، ودراسة خط الربط والتعرف على العوامل الجغرافية المؤثرة فيه، وتقييم مساره، والتعرف على الآثار الاقتصادية والسياسية لهذا الخط.

أولا: لمحة تاريخية عن الكهرباء في جمهورية مصر العربية والمملكة العربية السعودية:

سيتم البدء بدراسة التطور التاريخي للكهرباء في مصر نظراً لإنها الأقدم من حيث دخول الكهرباء، فتأتي **جمهورية مصر العربية** من أقدم دول العالم عامة، والدول العربية خاصة من حيث دخول الكهرباء، وذلك بإنارة مدينة القاهرة عام ١٨٩٢م من خلال القطاع الخاص الذي استحوذ على ترخيص بتوليد الكهرباء وتوزيعها بمدينة القاهرة في ٣ ديسمبر عام ١٨٩٢م، وذلك لشركة ليبون الفرنسية [١]. ثم تلي ذلك إنارة مدينة الإسكندرية في عام ١٨٩٣[٢]، وأعقب هذا التاريخ إنارة عدداً من المدن المصرية وهي: المنصورة (١٨٩٩م) وطنطا وحلوان (١٩٠١م) والسويس وبورتوفيق (١٩٠٢م) والإسماعيلية وبورسعيد (١٩٠٣م) [٣]؛ وكان السبب الرئيس في إنارة المدن السابقة هو زيادة عدد سكانها، حيث كان يراعى في إنارة المدن التي يزيد عدد سكانها عن عشرة آلاف نسمة؛ حتى يمكن تحقيق الجدوى الاقتصادية من إنارتها [٤].

وتوقفت الحكومة المصرية عن منح امتيازات خاصة للإنارة بالكهرباء، إلا في أحوال خاصة تتم فيها توسيع حدود مناطق أو امتيازات كانت قد أعطت من قبل؛ ويرجع السبب لأنه في عام ١٩٠٤م أخذت الحكومة المصرية على عاتقها توليد وتوزيع الكهرباء بإنشاء مصلحة البلديات التي أصبحت المسؤولة عن إضاءة المدن بالكهرباء، وتوالت إنارة المحلات العمرانية بمصر حتى بلغ عددها ٦٠ محلة عمرانية عام ١٩٣٧م [٥].

وشهدت الثلاثينيات من القرن العشرين دخول الكهرباء للصناعة والمرافق العامة، إلا أن أكثر القطاعات تأثراً بدخول الكهرباء خلال هذه المدة قطاع الزراعة، فقد تم إنشاء

(١) ماهر عزيز، مائة عام على الكهرباء في مصر، مجلة الكهرباء والطاقة، العدد الثامن، القاهرة، إبريل ١٩٩٣م، ص٤٢.

(٢) محمود سامي زنون، متي بدأ استخدام الكهرباء في مصر وكيف وأين كانت البداية؟، مجلة الكهرباء والطاقة، العدد السابع، القاهرة، سبتمبر ١٩٩٢م، ص٣٢.

(٣) سعيد أحمد عبده، تطور خريطة الطاقة الكهربائية في مصر (١٨٩٢-١٩٩٢م)، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٩، الجزء الأول، القاهرة, ٢٠٠٢م، ص ٢٠٦م.

(٤) البيردره، انتشار الكهرباء في المدن المصرية، مجلة مصر الصناعية، القاهرة، العدد الثامن، يناير ١٩٣٩م، ص١٠.

(٥) محمد محمود الديب، الطاقة في مصر – دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة المصرية، القاهرة, ١٩٩٣م، صفحات متفرقة.

خطوط الجهد العالي (٣٣ك.ف) لتشغيل طلمبات الصرف بشمال الدلتا، وطلمبتا الري بهندستي ري أدفو وأسوان في الأحواض المنعزلة عالية المنسوب عن مستوى الماء في نهر النيل بجنوب الوادي [١].

وبلغت القدرة الإسمية لمحطات التوليد بمنتصف الثلاثينيات من القرن العشرين ١٩٥م.و، وبلغ عددها ٧٣ محطة لتوليد الكهرباء [٢]، إلا أن مصر شهدت عصر المحطات البخارية ذات القدرة الإسمية الكبيرة في الخمسينيات من القرن العشرين بإنشاء محطة توليد طلخا ودمنهور وشمال القاهرة. ودخل التوليد بالمحطات المائية بإنشاء محطة نجع حمادي عام ١٩٤٢م بقدرة إسمية ٥,٤ م.و، في حين بدأت مصر عصر توليد الكهرباء من المحطات المائية ذات القدرة الإسمية الكبيرة بإنشاء محطة خزان أسوان عام ١٩٦٠م بقدرة ٣٤٥م.و، وتبعها إنشاء محطة توليد السد العالي المائية عام ١٩٦٧م بقدرة إسمية بلغت ٢١٠٠ م.و، وقدسبق ذلك بعام حدث أثر في إنتاج الكهرباء وتوزيعها بالجمهورية، وذلك بإنشاء وزارة الكهرباء والطاقة عام ١٩٦٤م التي أشرفت على مراحل النظام الكهربي [٣] بالجمهورية. ونظراً لزيادة الطلب على الكهرباء بعد حرب أكتوبر عام ١٩٧٣م، وزيادة الأحمال بالشبكة الكهربائية؛ الأمر الذي أدى لدخول محطات التوليد الغازية؛ نظراً لسرعة تركيبها، حيث تم إنشاء عدة محطات بنهاية السبعينيات من القرن العشرين مثل: طلخا، وغرب القاهرة، ودمنهور، في حين شهدت فترة الثمانينيات الميلادية تركيب الدورة المركبة لزيادة الاستفادة من المحطات الغازية, وبالنسبة لشبكات الكهرباء، فقد شهدت تطوراً بتغير وزيادة القدرة الإسمية لمحطات التوليد, حيث اعتمدت علي الشبكة جهد ٣٣ك.ف في بداية الثلاثينيات من القرن العشرين الميلادي كما تبين سابقاً, في حين عرفت مصر الشبكة جهد ٦٦ ك.ف بإنشاء المحطات البخارية خلال الخمسينيات من القرن العشرين الميلادي ، وارتبط إنشاء شبكة ال٢٢٠ ك.ف ومحطات المحولات ٦٦/٢٢٠ ك.ف بدخول عدداً من المحطات البخارية ذات القدرة الإسمية الأكبر. وأخيراً ارتبط إنشاء خطوط الكهرباء جهد٥٠٠ ك.ف بإنشاء محطة توليد السد العالي المائية عام

(١) عبد العزيز أحمد، الخطوط العريضة في كهربة مصر، المطابع الأميرية، القاهرة,١٩٥٥م، ص١٦.
(٢) محمد محمود الديب، مرجع سابق، ص٨٠.
(٣) عز الدين إبراهيم، الطاقة الكهربائية في جمهورية العربية المتحدة، مجلة مصر الصناعية، العدد ٢، ١٩٦٥م، صفحات متفرقة.

١٩٦٧م[١]. وأخيراً عرفت مصر توليد الكهرباء باستخدام الرياح بإنشاء محطة الزعفرانة (٢٠٠٠-٢٠٠٦م) بسعة كلية ١٨٢م.و[٢].

أما عن دخول الكهرباء **للمملكة العربية السعودية**، فقد جاءت متأخرة نسبياً مقارنة بجمهورية مصر العربية، حيث تأثرت بدايات دخول الكهرباء بإعلان قيام المملكة العربية السعودية عام ١٣٥١هـ (١٩٣٢م). فقد جاءت بدايات دخول الكهرباء بالمملكة معتمدة على مصدرين فقط، وهما: مصانع الثلج ومطاحن الحبوب المنتشرة في ذلك الوقت، وكانت المحاولات الأولى لتوليد الطاقة الكهربائية بالمملكة خلال الأربعينيات الهجرية بمدينة مكة المكرمة بمصنع ثلج، حيث إعتمد على الكهرباء في صناعة الثلج وإنارة المحلات القريبة منه. أما البدايات الفعلية لتوليد الكهرباء باستخدام مولدات فكان من خلال شركة ستاندر أويل أوف كاليفورنيا الأمريكية، والتي حصلت على امتياز التنقيب والحفر واستخراج النفط وتصديره من المنطقة الشرقية، حيث اعتمدت الشركة على مولدات كهربائية متنقلة ذات قدرة إسمية محدودة لاستخدامها في عمليات الحفر والإنارة، وجاءت مدينة الظهران وميناء رأس التنورة من أولى المناطق من حيث دخول الكهرباء بالمملكة اعتماداً على مولدات الكهرباء بغرض الإنارة عام ١٩٣٩م عن طريق شركة ستاندر أويل أوف. وفي عام ١٩٤٥م مع زيادة إنتاج المملكة من النفط تم زيادة عدد المولدات بالمملكة لإنارة قصر الملك والأمراء وكبار الموظفين بالمملكة، بالإضافة لإنارة الحرمين الشريفين والمنازل المجاورة لهما. وشهد عام ١٩٤٦م إنشاء أولى شركات الكهرباء بالمملكة، وذلك بإنشاء شركة كهرباء مكة/الطائف. وفي عام ١٩٤٨ تم تركيب مولد كهربي تشرف عليه الشركة بقدرة أسمية ٦٠ ك.و، وعمل على تغذية ٢٥ مشتركاً [٣].

وفي عام ١٩٤٩م أنشئت شركتين كهربائيتين أخرتين، وهما شركة القوى الكهربائية لمقاطعة الظهران، وتتولى توليد الكهرباء وتوزيعها في كل من الظهران والخبر

(١) عز الدين إبراهيم، مرجع سابق، صفحات متفرقة.
(٢) أ-تفتيش عام التشغيل والمتابعة والاحصاء، الإدارة العامة بمركز المعلومات والوثائق، البيانات الفنية لخطوط الكهرباء جهد ٢٢٠, ٦٦, ٣٣ ك.ف، وزارة الكهرباء والطاقة المصرية، غير منشورة, ١٩٩٥ م، صفحات متفرقة.
ب-الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير الاحصائي السنوي لعام ٢٠٠٥/٢٠٠٦م، وزارة الكهرباء والطاقة المصرية، القاهرة, ٢٠٠٦م، ص٩.
(٣) خالد بن أحمد الأحمد، الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية " دراسة في الجغرافيا الاقتصادية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، كلية العلوم الاجتماعية، ١٩٩٢م، صفحات متفرقة.

والدمام بالمنطقة الشرقية، وشركة كهرباء المدينة المنورة وتتولى إنارة الحرم النبوي الشريف والمناطق المحيطة بالكهرباء. وفي عام ١٩٥٠م أنشئت شركتين أخرتين هما: الشركة السعودية الوطنية للقوى الكهربائية بجدة بالمنطقة الغربية، وشركة كهرباء الإحساء بالمنطقة الشرقية [١].

وفي عام ١٩٦٦م (١٣٨٦هـ) بلغت القدرة الإسمية الحكومية المركبة بالمملكة ١٣٠م.و، وجملة الطاقة المولدة ٣٧٦٧٩٢ م.و، في حين بلغت الطاقة المستهلكة ٣٠٦٠٧٥م.و، وعدد المشتركين ١٣٤٣٢٤ مشتركاً. وجاءت مدينة جدة أكثر مدن المملكة من حيث القدرة الإسمية (١٤٩,٩م.و)، والطاقة المولدة (١٣٥٨٣٤م.و)، والطاقة المستهلكة (١١٣٥١١م.و)، وعدد المشتركين (٢٢٦٠٩مشتركاً) [٢].

وزاد الاهتمام بقطاع الكهرباء خلال خطتي التنمية الأولي(١٩٧٠-١٩٧٥م) والثانية (١٩٧٥-١٩٨٠م)؛ بهدف التغلب على مشكلات انقطاع التيار الكهربي، وزيادة الطلب على الكهرباء، وتوفير الكهرباء بأسعار تساعد في تنمية القطاع الصناعي، وزيادة القدرات المركبة؛ الأمر الذي يحد من دور القطاع الخاص في توليد الكهرباء، وزيادة دور الكهرباء في دعم الصناعات الصغيرة، وتوحيد نظام الذبذبة والجهد بالمملكة [٣].

وشهد عام ١٩٧٤م (١٣٩٤هـ) قفزة في مكونات النظام الكهربي، وفي الطلب على الكهرباء، فقد بلغت القدرة الإسمية ١٢٣٦م.و، والقدرة الفعلية ١٠٢٢م.و، في حين بلغت الطاقة المولدة ٣٨٥٨٠٦٢ م.و.س، والطاقة المستهلكة ٣٤٠٠٠٠٠م.و.س، في حين بلغ عدد المشتركين ٣٠٤٠٠٠ مشترك؛ ويُرد زيادة عدد المشتركين خلال هذا العام نظراً لتراجع تعريفة بيع الكهرباء عام ١٩٧٢م؛ في ظل تشجيع الدولة للاعتماد على الكهرباء بكافة القطاعات كمصدر للطاقة [٤].

---

(١) المملكة العربية السعودية، وزارة الصناعة والكهرباء، وكالة الوزارة لشؤون الكهرباء، إدارة الدراسات والاحصاء، ١٤١٠ه، بيانات غير منشورة.

(٢) المملكة العربية السعودية، وزارة المالية والاقتصاد الوطني، مصلحة الاحصاءات العامة، الكتاب الاحصائي السنوي لعام ١٣٨٦ه، عدد ٣، الرياض، (١٣٨٧ه)، ١٩٦٧م، صفحات متفرقة.

(٣) أ-المملكة العربية السعودية، وزارة التخطيط (١٣٩٠ه)، خطة التنمية الأولي (١٩٧٠-١٩٧٥م)، الرياض، ص١٩٥، ١٩٦.

ب-المملكة العربية السعودية، وزارة التخطيط (١٣٩٥ه)، خطة التنمية الثانية (١٩٧٥-١٩٨٠م)، الرياض، ص ٢٣٨.

(٤) المملكة العربية السعودية، وزارة التخطيط (١٤١٠ه)، منجزات خطط التنمية: حقائق وأرقام ١٣٩٠-١٤٠٩ه، الرياض، صفحات متفرقة.

وفي عام ٢٠٠٠م تم إنشاء الشركة السعودية للكهرباء ضمن وزارة المياه والكهرباء السعودية، لتتولى الإشراف على توليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها بالمملكة، وبهذه الشركة تم دمج جميع الشركات السعودية المشرفة على الكهرباء في المناطق الوسطى والشرقية والغربية والجنوبية، والشركات العشر الصغيرة العاملة في شمال المملكة، ومشاريع الكهرباء التشغيلية التي تديرها المؤسسة العامة للكهرباء في شركة مساهمة واحدة هي الشركة السعودية للكهرباء [١].

ثانياً- التنظيم المكاني لمحطات إنتاج الكهرباء في مصر والسعودية:

يرتبط إنشاء محطات توليد الكهرباء بزيادة الطلب على الكهرباء، ووجود توجه من قبل الدولة في الاستثمار بهذا القطاع، إلا أن توزيع هذه المحطات يرتبط بعوامل توطن منها: الوقود، والسوق، والمياه، والمساحة، والعمر الافتراضي، والعوامل البيئية، ويمكن التعرف على التوزيع الجغرافي لمحطات إنتاج الكهرباء بالبلدين كالتالي:

أ- **التوزيع الكمي:**

نظراً لاختلاف طبوغرافية المملكة عن نظيرتها بمصر، وكذلك تباين توزيع عدد السكان (المناطق المأهولة)، بالإضافة لأثر عوامل توطين محطات توليد الكهرباء؛ الأمر الذي أثر في نمط توزيع هذه المحطات على أرجاء الدولتين، وللتعرف على شكل توزيع محطات إنتاج الكهرباء، سيتم تقسيم البلدين لقطاعات تتفق مع نظيرتها والمستخدمة من قبل الجهات المشرفة على هذا القطاع بالدولتين كالتالي:

(١) تأسست الشركة السعودية للكهرباء في ٢٠٠٠/٤/٥م كشركة مساهمة سعودية برأس مال قدره ثلاثة وثلاثون مليار ريالاً سعودياً، مقسم إلى (٦٧٥,١٧٢,٦٥٣) سهماً، وذلك بموجب قرار مجلس الوزراء رقم ١٦٩ وتاريخ ١٤١٩/٨/١١هـ، والذي قضى بدمج جميع الشركات السعودية للكهرباء في الشركة السعودية للكهرباء. المصدر على الإنترنت:
http://www.se.com.sa/SEC/Arabic/Menu/Corporate/EstablishAndHierarchy/

جدول (١) التوزيع المكاني لمحطات إنتاج الكهرباء بالمملكة العربية السعودية عام ٢٠١٧م [١].

القطاع	عدد المحطات (محطة)	% من جملة عدد المحطات بالمملكة
الشمالي الشرقي	١٧	٢٦,٩٨
الأوسط	١٣	٢٠,٦٣
الجنوبي	١٢	١٩,٠٥
الغربي	٢١	٣٣,٣٣
الجملة	٦٣	١٠٠

من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق، وشكل (١) عدة حقائق منها:

جاء القطاع الغربي الأكثر نصيباً بواقع ٢١ محطة، أي ثلث توليد الكهرباء بالمملكة، وبما يعادل ٣٣,٣٣% من جملة عدد محطات توليد الكهرباء بالمملكة (وهو ما يزيد عن المتوسط النظري ٢٥%/قطاع)؛ ويُرد ذلك إلى أن هذا القطاع يضم أكثر مناطق المملكة من حيث عدد السكان، وهى منطقة مكة المكرمة بواقع ٦,٩١ مليون نسمة، بالإضافة لرابع مناطق المملكة من حيث عدد السكان وهى منطقة المدينة المنورة بواقع ١,٧٧ مليون نسمة[٢]، ويحتوى هذا القطاع على أكبر مدن العالم من حيث الوظيفة الدينية، وهى: مكة المكرمة والمدينة المنورة، ويزيد استهلاك الكهرباء بالمدينتين بصورة بالغة أثناء الحج. إلى جانب أكبر موانئ المملكة وأكبر مدنها الساحلية بجدة، مع العلم بوجود العديد من الصناعات التي بلغ عددها ١٤٥٠ صناعة مرخصة عام ٢٠١٧م منها:

(١) أ-الشركة السعودية للكهرباء، البيانات الكهربائية ٢٠٠٠-٢٠١٦م، بيانات غير منشورة، الرياض ٢٠١٧م، ص ١٦.

ب-الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٧م، الرياض، ص ٢٣.

(٢) المملكة العربية السعودية، وزارة الاقتصاد والتخطيط، مصلحة الإحصاءات العامة، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان والمساكن ١٤٣١هـ (٢٠١٠م)، ص ١٧.

- لم يوجد تعداد للسكان بعد هذا التاريخ.

صناعة منتجات المطاط واللدائن (٢٢١ مصنعاً)، وصناعة منتجات المعادن اللافلزية الأخرى (٢٥٦ مصنعاً)، وصناعة المنتجات الغذائية (٢٠٧ مصنعاً)[١].

في حين جاء القطاع الشرقي بالمرتبة الثانية بواقع ١٧ محطة، أي ما يعادل ٢٦,٩٨% من جملة عدد محطات توليد الكهرباء بالمملكة (وهو يكاد يتساوى مع المتوسط النظري ٢٥%/قطاع)؛ ويُرد ذلك إلى أن هذا القطاع يحتوى على معظم وأكبر حقول إنتاج البترول بالمملكة والعالم (حقل الغوار، بواقع ٥ ملايين برميل من النفط يومياً)، ومعامل تكريره (معمل بقيق)[٢]، بالإضافة إلى أكبر محطات تحلية مياه البحر(محطة الجبيل)، إلى جانب العديد من المراكز الصناعية، والتي بلغ عددها 1539 صناعة مرخصة عام ٢٠١٧م منها: صناعة منتجات المعادن اللافلزية (٢٢١ مصنعاً)، وصناعة المواد الكيميائية والمنتجات الكيميائية (١٨٨مصنعاً)، وصناعة منتجات المطاط واللدائن (١٨٠مصنعاً) [٣].

وجاء القطاع الأوسط بالمرتبة الثالثة بواقع ١٣ محطة، أي ما يشكل ٢٠,٦٣% من جملة عدد محطات التوليد بالمملكة (وهو يقل عن المتوسط النظري ٢٥%/قطاع)؛ ويرجع ذلك إلى احتوائه على عاصمة المملكة وأكبر مدنها سكاناً وأكبر المراكز التجارية بالمملكة، في حين جاء القطاع الجنوبي الأقل نصيباً متأثراً بذلك بقلة عدد السكان، ونمط النشاط الاقتصادي بالقطاع. أما عن التحليل المكاني لتوزيع محطات التوليد بالمملكة فتمتد في صورة شكل متوازي يمتد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي، حيث بلغ معامل صلة الجوار ٠,٧٥، وهو ما يعنى أن المحطات تأخذ توزيعاً عشوائيا على أراضي المملكة، وقد جاءت محطة توليد مهد الذهب هي المحطة الوسطى (المركزية) بين المحطات المنشأة بالمملكة [٤].

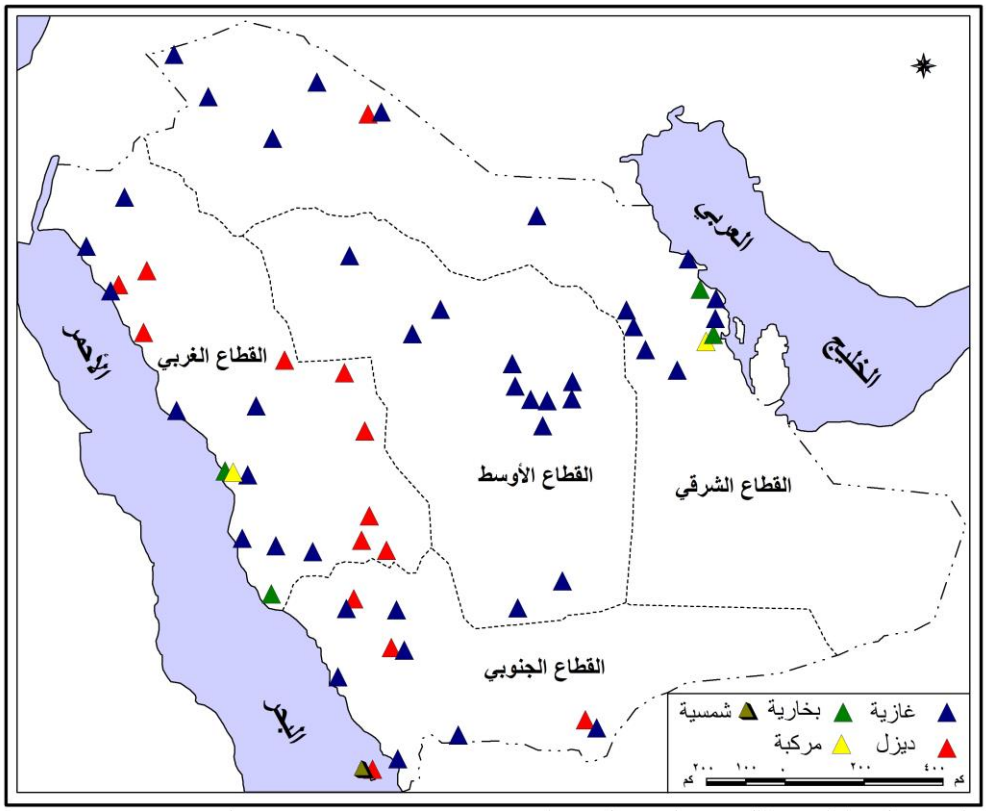
---

(١) المملكة العربية السعودية، وزارة الاقتصاد والتخطيط مصلحة الإحصاءات العامة (٢٠١٨م)، الموقع على الأنترنت:
http://www.cdsi.gov.sa/ybhtm7-12/Tabels/Chapter49

(٢) إنتاج المملكة من النفط لعام ٢٠١٢م، جريدة اليوم ال عدد٣، يونيو, ٢٠١٣م. الموقع على الأنترنت (تم مراجعة الموقع في: ٢٠١٤/١٢/٣٠م): http://www.alyaum.com/article/3084190
http://bit.ly/BT7HdE1

(٣) المملكة العربية السعودية، وزارة الاقتصاد والتخطيط مصلحة الإحصاءات العامة، مرجع سابق.

(٤) تم حساب اتجاه التوزيع، ومعامل صلة الجوار، والمحطة الوسطى، باستخدام برنامج Arc G.I.S10.8 .



المصدر: الشركة السعودية للكهرباء، البيانات الكهربائية ٢٠٠٠-٢٠١٧/١٦م، بيانات غير منشورة، الرياض، ص١٨.

شكل (١) محطات توليد الطاقة الكهربائية بالمملكة العربية السعودية عام ٢٠١٧م.

جدول (٢) التنظيم المكاني لمحطات إنتاج الكهرباء بجمهورية مصر العربية عام ٢٠١٧م (١).

القطاع	عدد المحطات (محطة)	% من جملة عدد المحطات بالجمهورية
القاهرة الكبرى	١٣	١٨,٠٥
شرق الدلتا	٢١	٢٩,١٧
وسط الدلتا *	٩	١٢,٥
غرب الدلتا	١٢	١٦,٦٧
الوجه القبلي	١٧	٢٣,٦١
الجملة	٧٢	١٠٠

يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق وشكل (٢) عدة حقائق منها:

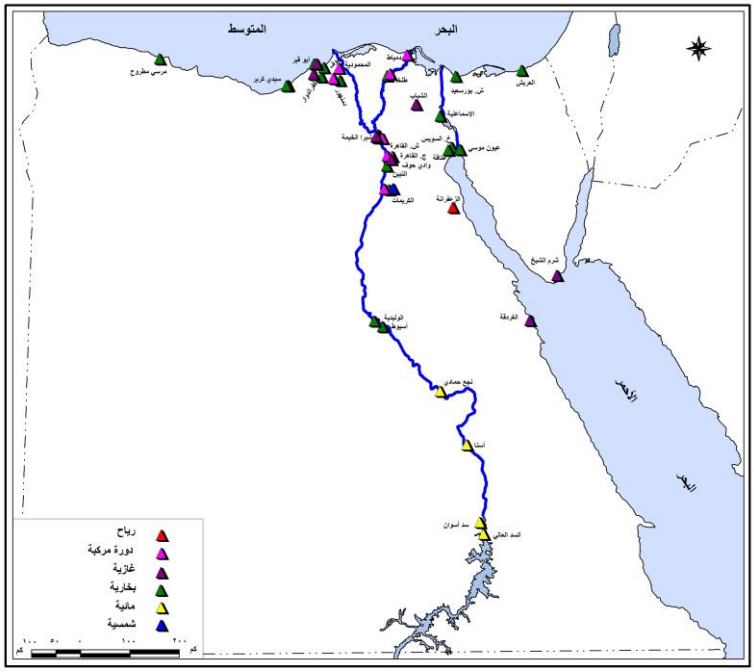
بلغ جملة عدد محطات توليد الكهرباء بجمهورية مصر العربية ٧٢ محطة، أي ما يعادل ١,١٤ مثل نظيرتها بالمملكة العربية السعودية، وعلى الرغم من ذلك فالقدرة الإسمية هي المعيار الأهم في الحكم على المرحلة الأولى من النظام الكهربي أكثر من معيار عدد المحطات، وهو ما سيتضح بالدراسة. وجاء شرق الدلتا والوجه القبلي الأكثر نصيباً من حيث عدد محطات التوليد (بما يزيد عن المتوسط النظري ٢٠%/قطاع)؛ مرتبطة في ذلك بتوفر مصادر المياه اللازمة لعملية التبريد بمحطات التوليد والتي تمثلت في مصدرين مياه نيلية وبحرية، بالإضافة لتوفر الأراضي المناسبة بهذه المناطق والتي تسمح بتوفير المساحات اللازمة لإنشاء هذه المحطات.

وجاء إقليم القاهرة الكبرى بالمرتبة الثالثة (أكثر مناطق الجمهورية تركزا سكانيا)، وغرب الدلتا في المرتبة الرابعة من حيث عدد المحطات. وأخيراً جاء وسط الدلتا الأقل نصيباً بواقع ٧ محطات؛ نتيجة لعدم توفر المساحات. وبالنسبة للتحليل المكاني لتوزيع محطات التوليد بمصر، فتمتد من الجنوب للشمال متماشية في ذلك مع توزيع المساحات المأهولة

(١) الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٨/٢٠١٧م، القاهرة، ٢٠١٨م، ص ٢١.

* يضم قطاع وسط الدلتا المحطات التي تقع بالقرب من فرعي دمياط ورشيد، وهي: طلخا، والعطف، والمحمودية، والنوبارية، وبنها.

بالوادي والدلتا وسيناء، حيث بلغ معامل صلة الجوار ٠,٩٧؛ وهو ما يعني أن توزيع محطات التوليد بمصر تأخذ توزيع عشوائي كامل، وجاءت محطة جنوب القاهرة هي المحطة المركزية بين باقي المحطات المنشأة بمصر (١).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على: الشركة القابضة لكهرباء مصر، مرجع سابق، ص ٢١.

شكل (٢) توزيع محطات توليد الطاقة الكهربائية بجمهورية مصر العربية عام ٢٠١٨/١٧م.

ب- التوزيع النوعي:

تعمل محطات توليد الكهرباء على تحويل مصادر عدة من الطاقة إلى طاقة كهربائية؛ لذا فأنواع محطات التوليد تتحدد وفقاً لمصدر الطاقة المستخدمة في التوليد، لذا فإن تصنيف محطات الكهرباء بالدولتين تبعاً لذلك، هي: محطات توليد الطاقة الشمسية، ومحطات التوليد بالرياح، والمحطات الكهروحرارية والتي بدورها تنقسم إلى: بخارية، وغازية، ودورة مركبة. ويمكن التعرف على التوزيع النوعي لمحطات الطاقة الكهربائية بالبلدين كالتالي:

(١) تم حساب اتجاه التوزيع، ومعامل صلة الجوار، والمحطة الوسطى، باستخدام برنامج Arc G.I.S10.8 .

جدول (٣) التوزيع النوعي لمحطات إنتاج الكهرباء بالمملكة عام ٢٠١٧م [١].

المحطة / القطاع	بخارية	غازية	غازية ذات دورة مركبة	ديزل	مائية	شمسية	رياح
الشمالي الشرقي	٢	١٣	١	١	٠	٠	٠
الأوسط	٠	١٢	١	٠	٠	٠	٠
الجنوبي	٠	٧	٠	٤	٠	١	٠
الغربي	٢	٩	١	٩	٠	٠	٠
الجملة	٤	٤١	٣	١٤	٠	١	٠

يتضح من تتبع وتحليل ارقام الجدول السابق، وشكل (٣) عدة حقائق منها:

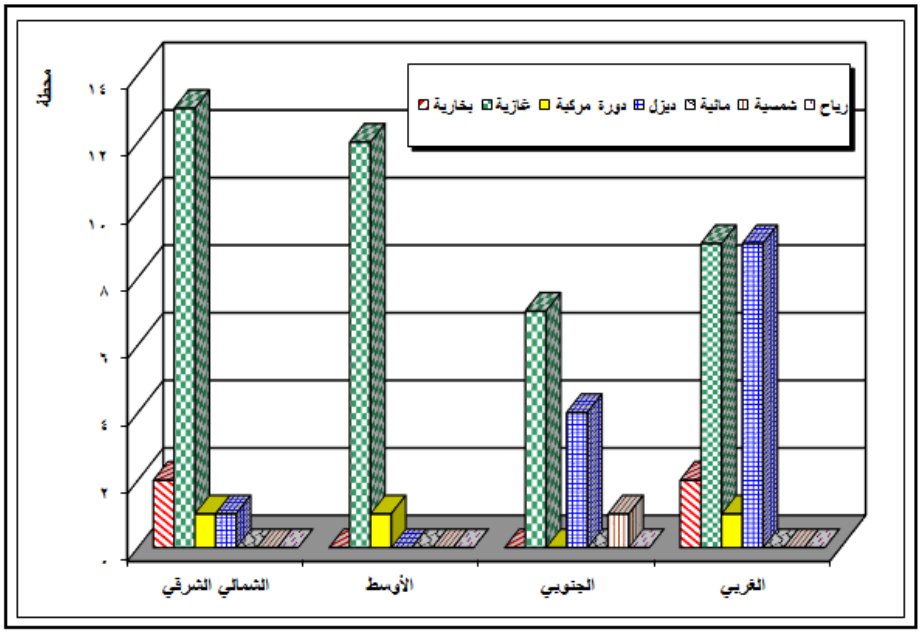
أن إنشاء محطات التوليد بالمملكة يتبع خطة لسد الحاجة من الطاقة الكهربائية دون النظر لتكلفة ك.و.س المولد حتى عام ٢٠١٧ م، حيث اقتصر عدد المحطات البخارية على ٤ محطات منها: محطتين بالقطاع الشمالي الشرقي، ومحطتين بالقطاع الغربي. واقتصرت الدورة المركبة على ثلاث محطات منها: محطة بالقطاع الشمال الشرقي، ومحطة بالقطاع الغربي حيث توجد مياه الخليج العربي شرقا والبحر الاحمر غربا، ومحطة بالقطاع الأوسط وهي المحطة التاسعة الغازية ذات الدورة المركبة، والتي تعتمد في دورة التبريد على بحيرة صناعية خاصة بذلك.

وعلى الرغم من أن تكلفة التوليد بالمحطة الغازية (بدون دورة مركبة) تعد أكثر تكلفة في التوليد (لارتفاع معدل استهلاكها من الوقود لكل ك.و.س مولد) مقارنة بالمحطات البخارية، فقد ازداد عددها بالمملكة بصفة عامة بواقع ٤١ محطة، أي ما يعادل

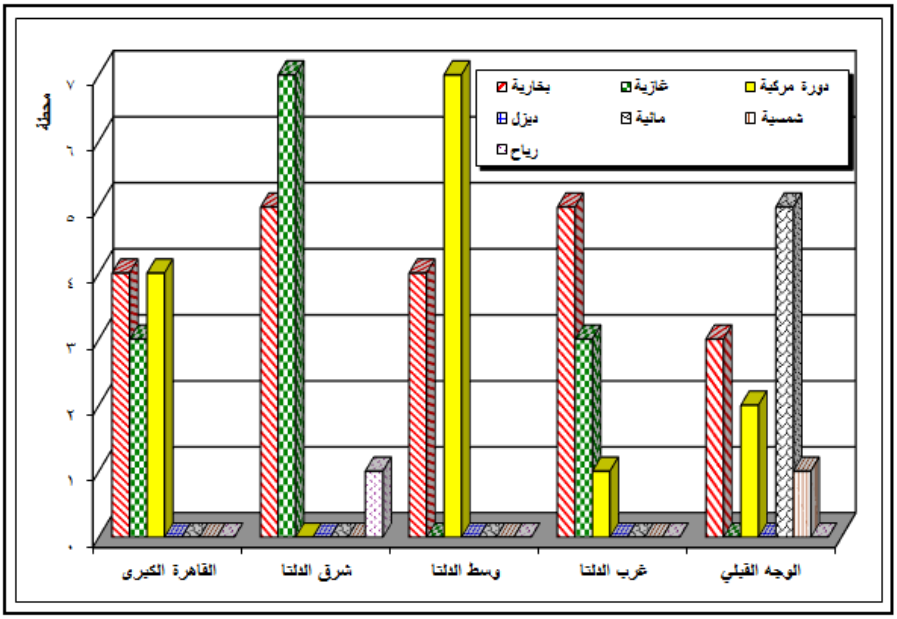
(١) أ-الشركة السعودية للكهرباء، البيانات الكهربائية ٢٠٠٠-٢٠١٧م، مرجع سابق، ص ١٢.
ب-ـــ، التقرير السنوي ٢٠١٧م، مرجع سابق، ص ١٠.

٦٥,٠٨% من جملة عدد محطات التوليد بالمملكة، وبالقطاع الشمالي الشرقي خاصة بواقع ١٣ محطة، أي ما يعادل ٣١,٧١% من عدد المحطات الغازية بالمملكة عام ٢٠١٧ م. واقتصر نصيب القطاع الأوسط على ١٢ محطة غازية.

وتولي المملكة العربية السعودية أيضاً أهمية في إنشاء محطات التوليد الديزل كحال المحطات الغازية، حيث بلغت ١٤ محطة، أي ما يوازي ٢٢,٢٢% من جملة عدد محطات التوليد بالمملكة عام ٢٠١٧، وجاء منها ٩ محطات بالقطاع الغربي؛ ويرد ذلك لسرعة تركيب المحطات الغازية (بدون الدورة المركبة) ومحطات الديزل مقارنة بالمحطات البخارية (علي الرغم من أنها أكثر كفاءة في التوليد)؛ الأمر الذي يعني أن قطاع التوليد بالمملكة يحتاج خطة لتفعيل دور هذا القطاع بدخول الدورة المركبة إلي جميع المحطات الغازية للاستفادة بزيادة القدرة المركبة دون الحاجة لوقود إضافي، إلي جانب الاعتماد علي المحطات الشمسية بالقطاع الأوسط والجنوبي للمملكة واللذان يعدا حقل مناسب لهذا النوع من المحطات، والتي اقتصر عددها علي محطة واحدة بالقطاع الجنوبي.



شكل (٣) التوزيع النوعي لمحطات إنتاج الكهرباء بالمملكة عام ٢٠١٧م.



شكل (٤) التوزيع النوعي لمحطات إنتاج الكهرباء بمصر عام ٢٠١٧م.

أما بالنسبة للتوزيع النوعي بمصر، فيمكن التعرف عليه من تحليل أرقام الجدول التالي:

جدول (٤) التوزيع النوعي لمحطات إنتاج الكهرباء بمصر عام ٢٠١٧ م[١].

المحطة / القطاع	بخارية	غازية	غازية ذات دورة مركبة	ديزل	مائية	شمسية	رياح
القاهرة الكبرى	٣	٧	٣	٠	٠	٠	٠
شرق الدلتا	٦	٨	٤	٠	٠	٠	٣
وسط الدلتا	١	١	٧	٠	٠	٠	٠
غرب الدلتا	٧	٣	٢	٠	٠	٠	٠
الوجه القبلي	٢	٦	٣	٠	٥	١	٠
الجملة	١٩	٢٦	١٩	٠	٥	١	٣

(١) الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٣/٢٠١٢م، القاهرة، ٢٠١٣م، ص ١٥.

يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق وشكل (٤) عدة حقائق أبرزها:

بلغ جملة عدد محطات التوليد بمصر ٧٢ محطة، إلا أن محطات التوليد بمصر جاءت متنوعة مقارنة بنظيرتها بالمملكة، فقد بلغ عدد المحطات الغازية ٢٥ محطة (مقارنة ب ٤١ محطة بالمملكة)، أي ما يعادل ٣٤,٧٢% من جملة عدد محطات التوليد بمصر عام ٢٠١٧ م (مع العلم بأن عدداً منها يندرج ضمن خطة لتركيب دورة مركبة)؛ نظراً لحاجة مصر لزيادة القدرات المركبة، حيث تتميز هذه المحطات بسرعة التركيب مقارنة بالمحطات البخارية، حيث حاذت المحطات البخارية على المرتبة الثانية بواقع ١٩ محطة، وجاءت بنفس المرتبة المحطات الغازية ذات الدورة المركبة بواقع ١٩ محطة أيضاً.

كما يتميز قطاع التوليد بمصر بالاعتماد على الطاقات الجديدة والمتجددة (مقارنة بالمملكة) بواقع خمس محطات توليد مائية ومحطة توليد شمسية ومحطة توليد بالرياح؛ الأمر الذي يعني أن قطاع الكهرباء بمصر يراعي التكلفة الاقتصادية للطاقة المولدة عند إنشاء المحطات مقارنة بالمملكة.

كما يتضح أن نمط توزيع المحطات البخارية متوازناً بين قطاعات الجمهورية في حين تتركز المحطات الغازية بالدلتا (١٣ محطة) وإقليم القاهرة الكبرى (٣ محطات). ونفس الأمر بالنسبة للدورة المركبة، حيث جاءت أغلبها بالدلتا وإقليم القاهرة الكبرى، إلا أن محطات التوليد المائية تركزت بالوجه القبلي متأثرة بوجود السدود بجنوب مصر على نهر النيل. وأخيرا جاءت محطة التوليد الشمسي بالوجه القبلي (حيث أفضل مناطق الجمهورية من حيث ساعات سطوع الشمس والإشعاع الشمسي)، ومحطة توليد الرياح بشرق الدلتا (أكثر المناطق بالجمهورية من حيث سرعة الرياح)

ثالثاً-القدرة الإسمية لمحطات التوليد في مصر والسعودية:

تُعد القدرة الإسمية المعيار الأمثل للحكم على المرحلة الأولى من النظام الكهربي، حيث أنها أفضل من عدد المحطات للحكم على كفاءة عملية التوليد، فكلما زادت القدرة الإسمية للمحطة كان استغلال أمثل لموقعها وموضعها، بالإضافة لارتفاع كفاءة تشغيلها، وللتعرف على القدرة الإسمية لمحطات التوليد بمصر والمملكة يمكن تتبع العرض التالي:

أ- الصورة العامة:

تعد دراسة الصورة العامة للقدرة الإسمية لتوليد الكهرباء بالبلدين من الأهمية بمكان، حيث توضح حجم المرحلة الأولى من النظام الكهربي وقدرتها على تلبية احتياجات الاستهلاك، وكذلك توضيح مدى أهمية الربط الكهربي بين بلدين تتصفان بزيادة حجم نظامهما الكهربي، وهو ما يتضح من تحليل أرقام الجدول التالي:

جدول (٥) القدرة الإسمية المركبة بمصر، والمملكة مقارنة بنظيرتها للوطن العربي عام ٢٠١٨/٢٠١٧م [١].

الدولة	القدرة الإسمية المركبة (م.و)	% من جملة القدرة الإسمية المركبة بالوطن العربي
المملكة العربية السعودية	٧٣٩٤٠	٢٤,٤٩
جمهورية مصر العربية	٥٥٤٣٩	١٨,٣٦
باقي دول الوطن العربي	١٧٢٥٥٦	٥٧,١٥
جملة الوطن العربي	٣٠١٩٣٥	١٠٠

يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق عدة حقائق منها:

تصدرت المملكة العربية السعودية المرتبة الأولى بين دول الوطن العربي من حيث القدرة الإسمية المركبة بواقع ٧٣٩٤٠ م.و عام ٢٠١٨/٢٠١٧م، واستأثرت وحدها بذلك بنحو ربع القدرة المركبة بالوطن العربي مع الأخذ في الاعتبار زيادة نسبتها تلك مستقبلاً، في ظل زيادة الاستثمارات المقدمة لهذا القطاع. وجاءت مصر بالمرتبة الثانية بين دول الوطن العربي بواقع ٥٥٤٣٩ م.و عام ٢٠١٨/٢٠١٧م، أي ما يمثل ١٨,٣٦% من جملة القدرة الإسمية المركبة بالوطن العربي، وبذلك توجد دولتين فقط تستأثر بأكثر من ثلث (٤٢,٨٥%) القدرة الاسمية المركبة بالوطن العربي.

ومما سبق يتضح ارتفاع نصيب السكان بالمملكة من القدرة المركبة بقطاع الكهرباء مقارنة بمصر، حيث بلغ متوسط نصيب السكان بالمملكة من القدرة المركبة ١

(١) الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على:
- الاتحاد العربي للكهرباء، النشرة الاحصائية ٢٠١٣م، العدد الثاني والعشرون، ص ٤.

م.و/ ٤٥٢ نسمة، في حين بلغ متوسط نصيب السكان بمصر ١ م.و/ ١٨٩١ نسمة [١]؛ وبذلك يشكل متوسط نصيب السكان بالمملكة من حيث القدرة المركبة بالمملكة ٤,١٨ ضعف نظيره بمصر؛ وهو ما يُرد لارتفاع معدل استهلاك السكان للكهرباء بالقطاع الخدمي، والمرافق العامة، وبباقي قطاعات النشاط الاقتصادي، في ظل ارتفاع مستوى المعيشة بالمملكة، وتوفير الدعم المخصص لهذا الجانب.

واتسمت القدرة الإسمية المركبة بالمملكة بزيادة المتوسط العام لكل محطة من القدرة المركبة بواقع ١١٧٣,٦٥م.و/محطة، في حين بلغت نظيرتها بمصر نحو ٧٦٩,٩٩م.و/محطة، وهو ما يعني أن التوليد بالمملكة يعتمد على زيادة القدرات الإسمية المركبة مقارنة بمصر، وهو ما يعنى أن قطاع التوليد بالمملكة يتسم بالاستغلال الأمثل لموقع وموضع المحطات، بالإضافة لتأثر هذا القطاع بمصر بوجود عدد من المحطات قديمة النشأة ذات القدرة المحدودة، والتي مازالت بالخدمة.

ب- القدرة الإسمية لمحطات التوليد حسب النوع في مصر والسعودية:

تعد أهمية توزيع القدرة الإسمية حسب النوع في كونها توضح مدى الاعتماد على النموذج الأمثل لقطاع التوليد بالدولة، وبالتالي التعرف على كفاءة نظام التوليد، وهو ما يتضح من تحليل أرقام الجدول التالي:

(١) -بلغ تقدير عدد السكان بجمهورية مصر العربية عام ٢٠١٧م ١٠٤,٨١ مليون نسمة، عن: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، الموقع على الأنترنت: http://www.capmas.gov.eg/

- بلغ تقدير عدد السكان بالمملكة العربية السعودية عام ٢٠١٧م ٣٣٤١٣٦٠٠ نسمة، عن: مصلحة الاحصاءات العامة، الموقع على الأنترنت: http://www.capmas.gov.eg/

جدول (٦) القدرة الإسمية لمحطات التوليد في مصر والسعودية، مقارنة بنظيرتها في الوطن العربي عام ٢٠١٨/٢٠١٧م [١]. (م.و)

الدولة	بخارية	غازية	دورة مركبة	ديزل	فحم	مائية	رياح	شمسية	أخري	جملة (م.و)
المملكة	٢٧٣٧٤	٢١٤٩٥	٢٤٨٨٣	١٨٥	٠	٠	٣	٠,٥	٠	٧٣٩٤٤
% من جملتها بالمملكة	٣٧,٠٢	٢٩,٠٧	٣٣,٦٥٦	٠,٢٥	٠	٠	٠,٠٠٤	٠	٠	١٠٠
مصر	١٥٤٤٨	٥٧٤٦	٣٠٠٣٠	٠	٠	٢٨٣٢	٩٦٧	١٩٠	٢٢٦	٥٥٤٣٩
% من جملتها بمصر	٢٧,٨٦	١٠,٣٦	٥٤,١٧	٠	٠	٥,١١	١,٧٥	٠,٣٤	٠,٤١	١٠٠
الوطن العربي	٧٣٢٢٠	٩١١١٥	١١٢٤٠٧	٥٢١٨	٤٢٨١	١٠٢٥١	٢٨٠٩	٢٢٥٤	٣٨٠	٣٠١٩٣٥

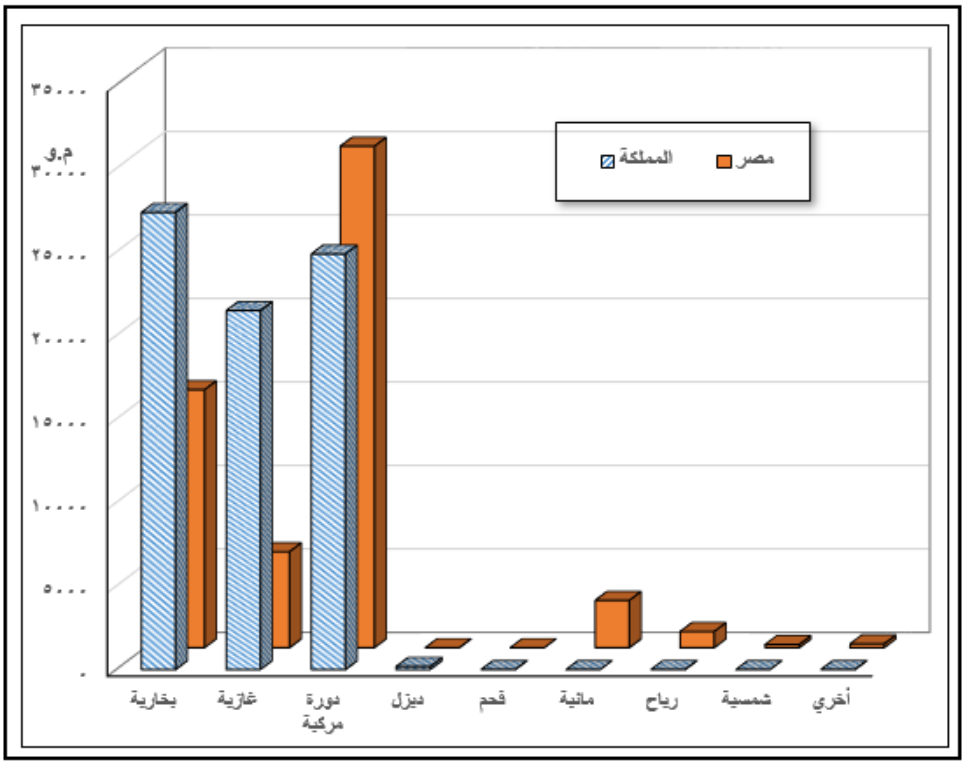
يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق وشكل (٥، ٦) عدة نتائج منها:

شكلت القدرة الإسمية لمحطات التوليد بالمملكة ١,٣٣ ضعف نظيرتها بمصر، وعلى الرغم من ذلك إلا أن نوع محطات التوليد اختلفت في نصيبها من القدرة الإسمية لمحطات التوليد بالدولتين. فقد جاءت المحطات البخارية الأكثر نصيباً بالمملكة بواقع ٣٧,٠٢% من جملتها بالمملكة، وما يعادل ٣٧,٣٩% من جملة نظيرتها بالوطن العربي؛ متأثرة بجغرافية المملكة في توزيعها بالقرب من السواحل لحاجتها لمياه دورة التبريد، والتي لا تتوفر بوسط المملكة العربية السعودية، وشغلت المحطات الغازية ذات الدورة المركبة المرتبة الثانية بنحو ٣٣,٦٥%، والمحطات الغازية المرتبة الثالثة بواقع ٢٩,٠٧%، والتي تأتي في توزيعها بداخل المملكة لقلة حاجتهما لمياه دورة التبريد.

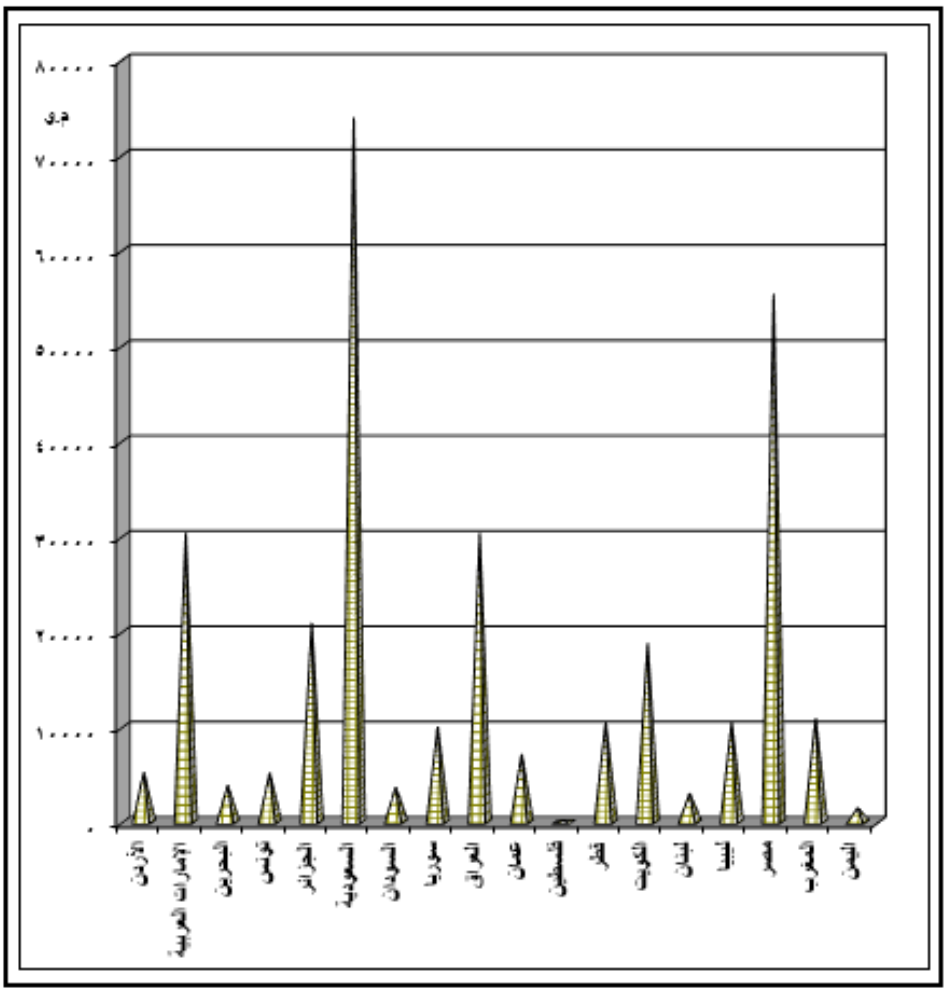
واختلف الأمر بمصر حيث جاءت المحطات الغازية ذات الدورة المركبة الأكثر نصيباً بنحو ٥٤,١٧% من القدرة الإسمية بمصر، تليها المحطات البخارية بواقع

(١) المصدر من إعداد الباحث اعتماداً على: الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، ص ٤.

٢٧,٨٦%؛ وهو يتأثر بدوره بالظروف الجغرافية لمصر حيث تتوفر مصادر المياه اللازمة لدورة التبريد. في حين قل نصيب المحطات الغازية (١٠,٣٦%)، وجاءت المحطات المائية بالمرتبة الرابعة بواقع ٥,١١% من القدرة الإسمية لمحطات التوليد بمصر، وبذلك شكلت المحطات التي تعتمد على المياه بدورة تبريد (البخارية، الدورة المركبة)، أو كمصدر للتوليد الرخيص (المحطات المائية) ٨٢,٠٣% من جملة القدرة الإسمية بمصر. وبصفة عامة يرجع قلة نصيب الطاقات الجديدة (الشمسية، الرياح) بالدولتين؛ الأمر الذي يعني أن اعتماد الدولتين على المصادر التقليدية في المقام الأول.



شكل(٥) التوزيع النوعي لمحطات توليد الطاقة الكهربائية بمصر والمملكة عام ٢٠١٨/١٧م.



المصدر من إعداد الباحث اعتماداً على: الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، ص ٤.

شكل (٦) توزيع القدرة الإسمية لمحطات توليد الطاقة الكهربائية بدول الوطن العربي عام ٢٠١٨/١٧م.

رابعا: تطور انتاج الكهرباء في مصر والسعودية:

يأتي تطور إنتاج الطاقة الكهربائية انعكاس لزيادة الطلب على الكهرباء بكافة قطاعات الاستهلاك، وبالإضافة لتطور القدرات المركبة التي تلبي ذلك، وهو ما يأتي لحجم الاستثمارات الموجهة لهذا القطاع، الأمر الذي يمكن تتبعه من تحليل أرقام الجدول التالي:

جدول (٧) إنتاج الكهرباء والقدرة الإسمية بالمملكة ومصر من ٢٠٠٩/٠٨ حتى ٢٠١٨/١٧م [١].

العام	المملكة العربية السعودية				جمهورية مصر العربية			
	القدرة الإسمية م.و	معدل التغير %	الإنتاج ج.و.س	معدل التغير %	القدرة الإسمية م.و	معدل التغير %	الإنتاج ج.و.س	معدل التغير %
٢٠٠٩/٠٨	٤٤٤٨٥	-	٢١١٦٦١	-	٢٣٥٠٦	-	١٣١٠٤٠	-
٢٠١٠/٠٩	٤٩١٣٨	١٠,٤٦	٢٣٤٣٧١	١٠,٧٣	٢٤٧٢٦	٥,١٩	١٣٩٠٠٠	٦,٠٧
٢٠١١/١٠	٥١١٤٨	٤,٠٩	٢٤٣٩٤٩	٤,٨٧	٢٧٠٤٩	٩,٣٩	١٤٦٧٩٦	٥,٦١
٢٠١٢/١١	٥٣٥٨٨	٤,٧٧	٢٦٤٨٥٣	٨,٥٧	٢٩٠٧٤	٧,٤٩	١٥٧٤٠٦	٧,٢٣
٢٠١٣/١٢	٥٨٤٦١,٥	٩,٠٩	٢٨٤٠٠١	٧,٢٣	٣١٠٣٩	٦,٧٦	١٦٤٦٢٨	٤,٥٩
٢٠١٤/١٣	٦٥٥٠٧	١٢,٠٥	٣١١٨٠٧	٩,٧٩	٣٢٢٤٦	٣,٨٩	١٦٨٠٥٠	٢,٠٨
٢٠١٥/١٤	٦٩١٥٦	٥,٥٧	٣٣٨٣٣٦	٨,٥١	٣٥٤٦٧	٩,٩٩	١٧٤٨٧٥	٤,٠٦
٢٠١٦/١٥	٧٤٧٠٩	٨,٠٣	٣٤٥١٠٤	٢	٣٩١٠٣	١٠,٢٥	١٨٦٢٧٨	٦,٥٢
٢٠١٧/١٦	٧٥٣١٠	٠,٨	٣٥٦٨٩0	٣,٤٢	٤٥٢٦٩	١٥,٧٧	١٨٩٥٥٠	١,٧٦
٢٠١٨/١٧	٧٣٩٤٠	١,٨٢-	٣٦٢٧١٥	١,٦٣	٥٥٤٣٩	٢٢,٤٧	١٩٦٧٦٠	٣,٨

يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق وشكل (٧) عدة حقائق منها:

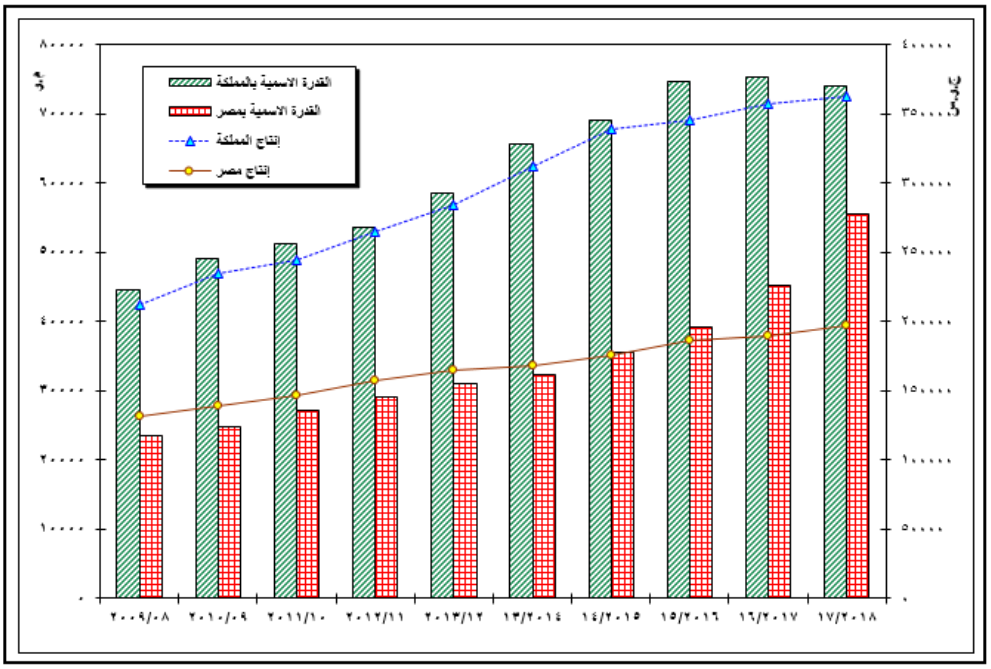
تزايد إنتاج المملكة من الكهرباء بشكل ملحوظ خلال المدة من عام ٢٠٠٩/٠٨م حتى عام ٢٠١٨/١٧م بمعدل تغير ٧١,٣٧% ومتوسط زيادة سنوية ٧,١٣%؛ وُيرد ذلك لتزايد القدرة الإسمية التي ازدادت بمعدلات فاقت نظيرتها للإنتاج خلال نفس المدة بواقع ٦٦,٢١% ومتوسط زيادة سنوية ٦,٦٢%، حيث بلغ معامل الارتباط بينهما ٠,٩٩٤ [٢]؛ وهو ما يعني وجود علاقة تامة موجبة بين الإنتاج والقدرة الإسمية ، واللذان يعدان نتيجة لتزايد الطلب على الكهرباء (وهو ما سيتضح بدراسة الاستهلاك).

(١) الجدول من إعداد الباحث اعتمادا على:

- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقارير الإحصائية السنوية من عام ٢٠٠٩/٠٨م حتى ٢٠١٨/١٧م، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، البيانات الكهربائية ٢٠٠٠-٢٠١٢م، مرجع سابق، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٧م، مرجع سابق، ص صفحات متفرقة.

(٢) تم حساب معاملات الارتباط باستخدام برنامج SPSS بدرجة ثقة في البيانات ٩٥%.

وعلى الرغم من تزايد إنتاج مصر من الطاقة الكهربائية خلال المدة من عام ٢٠٠٩/٠٨م حتى عام ٢٠١٨/١٧م بمعدل تغير ٥٠,١٥%، ومتوسط زيادة سنوية ٥,٠١%؛ وهو بذلك أقل من معدل تطور نظيره بالمملكة، إلا أن معدل تغير القدرة الإسمية بمصر خلال نفس المدة (١٣٥,٨٥%) جاء أكثر من نظيره للإنتاج؛ الأمر الذي يرجع لعمل قطاع الطاقة بمصر خلال مدة الدراسة لمجابهة زيادة الطلب على الكهرباء نتيجة للأحداث التي شهدتها الدولة خلال نفس المدة؛ وهو ما يعني وجود قدرة إسمية تزيد عن الحاجة من الإنتاج مقارنة بالمملكة، حيث بلغ معدل نمو القدرة الاسمية ثلاثة أضعاف نظيره للإنتاج. كما وجد ارتباط طردي قوي بين زيادة إنتاج الكهرباء والقدرة الإسمية بواقع ٠,٩٩١؛ الأمر الذي يعني أن زيادة الإنتاج يلبي الطلب على الكهرباء في ضوء زيادة القدرة الإسمية المتاحة.



شكل (٧) تطور إنتاج الطاقة الكهربائية مقارنة بالقدرة الإسمية في المملكة ومصر خلال المدة من ٢٠٠٩/٠٨ حتى ٢٠١٨/١٧م.

كذلك تبين أن إنتاج المملكة بلغ ١,٨٤ ضعف نظيره بمصر (على الرغم من أن عدد سكان مصر شكل نحو ٢,٨٩ مثل نظيره بالمملكة كما تبين سابقاً)، وكذلك بلغت القدرة الإسمية لمحطات التوليد بالمملكة ١,٣٣ ضعف نظيرتها بمصر؛ الأمر الذي يعكس ارتفاع مستوى المعيشة بالمملكة مقارنة بمصر استناداً لحجم قطاع الطاقة الكهربائية، وأن هذا القطاع بالمملكة يستند على رؤية لمواجهة تزايد الطلب على هذا القطاع في ظل توفر الإمكانات الاقتصادية.

وأخيراً جاء متوسط الطاقة المولدة من القدرة الإسمية بمصر 3.55 جيجا وات ساعة /ميجا وات، وهو أقل من نظيره للمملكة 4.9 جيجا وات ساعة /ميجا وات، وعلى الرغم مما سبق فإن نظام التوليد بمصر يتميز بالكفاءة مقارنة بنظيره بالمملكة فقد بلغت الكفاءة الحرارية لمحطات التوليد بمصر ٤٣,٥% مقابل ٣٢,٩% لمحطات التوليد بالمملكة(١)، كما بلغ معدل استهلاك الوقود بمحطات التوليد بمصر ١٨٩,٧٤جم مازوت معادل/ك.و.س في مقابل ١٦٨,٧٣ جم مازوت معادل/ك.و.س لمحطات التوليد بالمملكة عام ٢٠١٨/١٧م ؛ وهو معدل جيد بكلا الدولتين، وهو ما يرجع إلى الاعتماد في مرحلة التوليد على المحطات البخارية والدورة المركبة والمحطات المائية وقلة نصيب المحطات الغازية بمفردها بالآونة الأخيرة ؛ الأمر الذي يعني إمكانية زيادة التكامل بين مصر والمملكة في مجال الطاقة الكهربائية من خلال الاستفادة من مميزات قطاع التوليد بمصر من خلال إنشاء عدد من المحطات بمصر باستثمارات سعودية ونقلها للمملكة عن طريق خطوط الربط بين البلدين كخطوة على طريق التكامل الاقتصادي بينهما (٢).

(١) المصدر:

- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقارير الإحصائية السنوية من عام ٢٠٠٩/٠٨م حتى ٢٠١٨/١٧م، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، البيانات الكهربائية ٢٠٠٠-٢٠١٢م، مرجع سابق، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٧م، مرجع سابق، ص صفحات متفرقة.
- الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، ص ٦.

(٢) - جدول (٧).

- الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، ص ١٤.

خامسا: تطور استهلاك الكهرباء في مصر والمملكة:

يعد الطلب على الطاقة الكهربائية في تزايد مستمر، واستخداماتها تتعدد بتعدد مجالات الطلب عليها في مختلف نواحي النشاط البشري [١]. ومن هنا تأتي أهمية دراسة التطور الكمي لاستهلاك الكهرباء بالبلدين، وهو ما يتضح من تحليل أرقام الجدول التالي:

جدول (٨) استهلاك الكهرباء وأعداد المشتركين بالمملكة ومصر من ٢٠٠٩/٠٨-٢٠١٨/١٧م[٢].

العام	المملكة العربية السعودية				جمهورية مصر العربية			
	الاستهلاك ج.و.س	معدل التغير %	المشتركين (ألف مشترك)	معدل التغير %	الاستهلاك ج.و.س	معدل التغير %	المشتركين (ألف مشترك)	معدل التغير %
٢٠٠٩/٠٨	١٩٣٤٧٢	–	٥٧٠١	–	١١٢٦١٧	–	٢٤٦٩٣	–
٢٠١٠/٠٩	٢١٢٢٦٣	٩,٧١	٥٩٩٧	٥,١٩	١٢٠١٨٠	٦,٧٢	٢٥٦٥٦	٣,٩
٢٠١١/١٠	٢١٩٦٦١	٣,٤٩	٦٣٤١	٥,٧٤	١٢٦٩٣٤	٥,٦٢	٢٦٦٠٩	٣,٧١
٢٠١٢/١١	٢٤٠٢٨٨	٩,٣٩	٦٧٣٠	٦,١٣	١٣٥٨٣٨	٧,٠١	٢٨٠٦٤	٥,٤٧
٢٠١٣/١٢	٢٥٦٦٨٧	٦,٨٢	٧١٤٢	٦,١٢	١٤٠٩١٨	٣,٧٤	٢٩٧٠٠	٥,٨٣
٢٠١٤/١٣	٢٩٤٥٠٣	٦,٩٤	٧٦٠٣	٦,٤٥	١٤٢٩٣٥	١,٤٣	٣٠٦٠٠	٣,٠٣
٢٠١٥/١٤	٢٨٦٠٣٨	٤,٢٠	٨٠٤٩	٥,٨٧	١٤٥٩٤٦	٢,١١	٣١٤٢٠	٢,٦٨
٢٠١٦/١٥	٢٨٧٦٩٢	٠,٥٨	٨٥٨٩	٦,٧١	١٥٦٨٢٨	٧,٤٦	٣٢٤٣٠	٣,٢١
٢٠١٧/١٦	٢٣٨٥٣٧	١٧,١-	٩٠٥٠	٥,٣٦	١٥١٠٢٣	٣,٧-	٣٣٦٥٨	٣,٧٩
٢٠١٨/١٧	٢٥٢٤٨٥	٥,٨٥	٩٤١٤	٤,٠٢	١٥٧٦١٠	٤,٣٦	٣٥١٠٠	٤,٢٨

(١) علي كامل الحمامصي، الطلب على الطاقة الكهربائية مع إشارة خاصة لمصر، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الحقوق، جامعة الإسكندرية، ١٩٧٣م، ص١٥.

(٢) الجدول من إعداد الباحث اعتمادا على:

- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقارير الإحصائية السنوية من عام ٢٠٠٩/٠٨م- ٢٠١٨/١٧م، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، البيانات الكهربائية ٢٠٠٠-٢٠١٢م، مرجع سابق، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٨م، مرجع سابق، ص ٢٧.
- موقع الشركة القابضة لكهرباء مصر، تم مراجعة الموقع في ٢٠٢٠/٣/٢١م،الموقع على الأنترنت: http://www.egelec.com/statistics/distribution/nocustomers.htm20%of20
- الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، صفحات متفرقة.

يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق وشكل (٨) عدة حقائق منها:
تزايد استهلاك المملكة من الكهرباء بشكل ملحوظ خلال المدة من عام ٢٠٠٩/٠٨م حتى عام ٢٠١٨/١٧م من ١٩٣٤٧٢ ج.و.س إلى 252485 ج.و.س بمعدل تغير ٣٠,٥%؛ بمتوسط زيادة سنوية ٥٩٠١,٣ ج.و.س؛ ويرد ذلك لتزايد أعداد المشتركين التي ازدادت خلال نفس المدة من ٥٧٠١ ألف مشترك إلى 9414 ألف مشترك بمعدل تغير ٦٥,١٣%، حيث بلغ معامل الارتباط بين الاستهلاك وأعداد المشتركين بالمملكة ٠,٩٩٨[(١)]؛ وهو ما يعني وجود علاقة تامة موجبة بين الاستهلاك وأعداد المشتركين، في حين تزايد استهلاك مصر من الكهرباء خلال المدة من عام ٢٠٠٩/٠٨م حتى عام ٢٠١٨/١٧م من ١١٢٦١٧ ج.و.س إلى 157610 ج.و.س بمعدل تغير ٣٩,٩٥%؛ وبالنسبة لأعداد المشتركين فازدادت خلال نفس المدة من ٢٤٦٩٣ ألف مشترك إلى 35100 ألف مشترك بمعدل تغير ٤٢,١٤%، حيث بلغ معامل الارتباط بين الاستهلاك وأعداد المشتركين بمصر ٠,٩٩٦؛ وبذلك يتبين أن أعداد المشتركين من أهم العوامل تأثيراً في تطور الاستهلاك، وأن معدلات نمو الاستهلاك بالبلدين تقترب إلى حد ما، بخلاف معدلات تطور أعداد المشتركين التي زادت بالمملكة عن نظيرتها بمصر، وهو ما يعكس أن الطلب على الكهرباء بالمملكة يزيد عن نظيره بمصر.

(١) تم حساب معاملات الارتباط باستخدام برنامج SPSS بدرجة ثقة في البيانات ٩٥%.

شكل (٨) تطور استهلاك الطاقة الكهربائية وأعداد المشتركين بالمملكة ومصر خلال المدة من ٢٠٠٩/٠٨ حتى ٢٠١٨/١٧م.

كما يتضح ان استهلاك الكهرباء بالمملكة عام ٢٠١٨/١٧م بلغ ١,٦ ضعف نظيره بمصر، إلا أن أعداد المشتركين بمصر بلغت ٣,٧٤ ضعف نظيرتها بالمملكة؛ الأمر الذي يعكس قلة متوسط نصيب الفرد من الكهرباء بمصر مقارنة بالمملكة، فقد بلغ المتوسط النظري لنصيب الفرد من الكهرباء بالمملكة ٧٥٥٦ ك.و.س/فرد/سنة مقابل ١٥٠٣ ك.و.س/فرد/سنة بمصر، وبذلك يبلغ نصيب الفرد بالمملكة ٥,٠٣ أضعاف نظيره بمصر عام ٢٠١٨/١٧م [١]، وهو ما يُرد لارتفاع مستوى المعيشة بالمملكة، لكن للتعرف على أهم القطاعات المستهلكة للكهرباء، والمؤثرة في جملة استهلاك الدولتين يمكن تتبع وتحليل أرقام الجدول التالي:

(١) متوسط نصيب الفرد من الكهرباء = كمية الكهرباء المستهلكة (ك.و.س) ÷ عدد السكان (نسمة).

جدول (٩) توزيع الكهرباء المستهلكة قطاعياً بمصر والمملكة عام ٢٠١٨/١٧م [١].

القطاع	المملكة العربية السعودية		جمهورية مصر العربية	
	كمية الاستهلاك ج.و.س	% من جملة الاستهلاك	كمية الاستهلاك ج.و.س	% من جملة الاستهلاك
سكني	١٢٥٦٨٧	٤٩,٧٨	٦٦٨٠٩	٤٢,٣٩
تجاري	٤٢٨٢١	١٦,٩٦	١٩١٧٩	١٢,١٧
صناعي	٤٠٨٠١	١٦,١٦	٤٣٦٢٣	٢٧,٦٨
أخرى	٤٣١٧٥	١٧,١٠	٢٧٩٩٩	١٧,٧٦
دول الربط BOOT	٢٦	٠,٠١	٣٤٤	٠,٢٢
الجملة	٢٥٢٤٨٥	١٠٠	١٥٧٦١٠	١٠٠

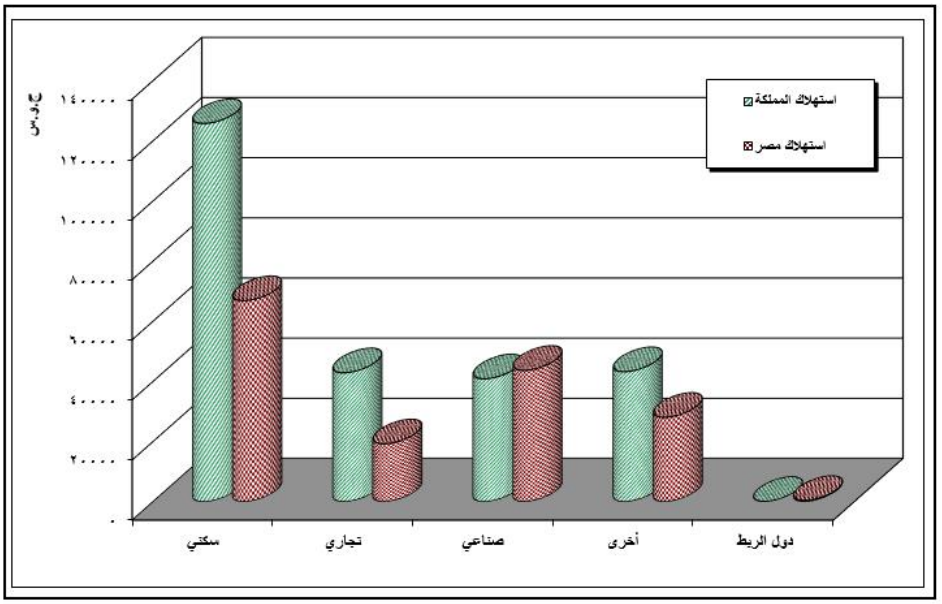
يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق وشكل (٩) عدة نتائج منها:

شغل الاستهلاك السكني المرتبة الأولى بين قطاعات الاستهلاك بما يعادل ٤٩,٧٨% من جملة استهلاك المملكة، وما يمثل 42.39% من جملة استهلاك مصر عام ٢٠١٨/١٧م، إلا أن الاستهلاك السكني بالمملكة بلغ ١,٨٨ ضعف نظيره بمصر، وهو ما يعني أن أغلب استهلاك الطاقة بالبلدين ترفيهي، لكن الأمر يزداد بالمملكة، ويُرد ذلك لظروف مناخ المملكة الذي يزيد من الاعتماد على أجهزة التكييف، بالإضافة لارتفاع مستوى المعيشة الذي أثر في زيادة الاعتماد على الإنارة المنزلية، واستخدام الأجهزة المنزلية؛ والتي بدورها ساعدت في زيادة كمية الكهرباء المستهلكة بهذا القطاع. ويتضح ذلك أيضاً من استهلاك القطاع التجاري الذي شكل ١٦,٩٦% من جملة استهلاك المملكة، وما يمثل 12.17% من جملة استهلاك مصر عام ٢٠١٨/١٧م؛ الأمر الذي يعني أن أغلب الاستهلاك بالبلدين خدمي ترفيهي.

(١) الجدول من إعداد الباحث اعتمادا على:
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير الإحصائي السنوي لعام ٢٠١٨/١٧م، مرجع سابق، ص ٦٠.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير الإحصائي السنوي لعام ٢٠١٨/١٧م، مرجع سابق، ص ٦٠.
- الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، ص١٨.

ونظراً لأن الصناعة تُعد مؤشراً على مدى تقدم الدولة وثقلها الاقتصادي، وحجم استهلاكها من الطاقة يُعد مؤشراً على حجمها، فقد جاء استهلاك هذا القطاع في المرتبة الثانية بين قطاعات الاستهلاك، إلا أن نسبة هذا القطاع جاءت أكثر بمصر بما يوازي 27.68% من جملة استهلاكها في مقابل ١٦,١٦% من جملة استهلاك المملكة عام ٢٠١٨/١٧م؛ وهو ما يعني أن الصناعة لها دور جيد بالاقتصاد المصري نسبياً، ولكن من ناحية الكم أقترب نسبياً استهلاك هذا القطاع بالمملكة من حجم استهلاك نظيره بمصر؛ الأمر الذي يعني أن القطاع الصناعي بالمملكة قد يضاهي نظيره المصري وفقاً لحجم الطاقة المستهلكة بهذا القطاع بالبلدين.

أما عن حجم الكهرباء المرسلة من خلال الربط الكهربي فقد بلغت بالمملكة العربية السعودية ٢٦ ج.و.س، وهي كمية قليلة مقارنة بنظريتها لجمهورية مصر العربية (٣٤٤ ج.و.س)، وبذلك تبلغ الكهرباء المرسلة بالربط الكهربي من مصر ١٣,٢٣ ضعف نظيرتها بالمملكة؛ وهو ما يعني أن التبادل الكهربي بشبكة الربط في مصر أكثر تبادلاً وفاعلية، لأختلاف التوقيت والأوضاع الاقتصادية بين الدول المربوطة بالشبكة الموحدة منها.



شكل (٩) توزيع الكهرباء المستهلكة قطاعياً بمصر والمملكة عام ٢٠١٨/١٧م.

سادساً: الفائض والعجز في الكهرباء بمصر والسعودية:

تعد الكهرباء من الطاقات ذات الاستخدام الآني؛ لذا زيادة الفائض منها يشكل طاقة مهدرة، لكنه يمثل احتياطي من جهة أخرى به يمكن مواجهة أي زيادة طارئة في الأحمال من ناحية، ومن ناحية أخرى يوضح كمية الطاقة التي يمكن الاستفادة من بيعها عبر خطوط الربط الدولي –خاصة خط الربط الكهربي المصري– مع العلم أن حجم الفرق بين إنتاج الطاقة المولدة والمستهلكة بالبلدين قد لا يمثل طاقة فائضة، فقد يكون في أغلبه الطاقة المفقودة بالشبكة، وللتعرف على العجز والفائض في الطاقة الكهربائية بالبلدين يمكن تتبع وتحليل أرقام الجدول التالي:

جدول (١٠) إنتاج الكهرباء واستهلاكها، والفائض منها في المملكة ومصر خلال المدة من عام ٢٠٠٩/٠٨– ٢٠١٨/١٧م [١].

العام	المملكة العربية السعودية			جمهورية مصر العربية		
	الإنتاج ج.و.س	الاستهلاك ج.و.س	الفائض والعجز ج.و.س	الإنتاج ج.و.س	الاستهلاك ج.و.س	الفائض والعجز ج.و.س
٢٠٠٩/٠٨	٢١١٦٦١	١٩٣٤٧٢	١٨١٨٩	١٣١٠٤٠	١١٢٦١٧	١٨٤٢٣
٢٠١٠/٠٩	٢٣٤٣٧١	٢١٢٢٦٣	٢٢١٠٨	١٣٩٠٠٠	١٢٠١٨٠	١٨٨٢٠
٢٠١١/١٠	٢٤٣٩٤٩	٢١٩٦٦١	٢٤٢٨٨	١٤٦٧٩٦	١٢٦٩٣٤	١٩٨٦٢
٢٠١٢/١١	٢٦٤٨٥٣	٢٤٠٢٨٨	٢٤٥٦٥	١٥٧٤٠٦	١٣٥٨٣٨	٢١٥٦٨
٢٠١٣/١٢	٢٨٤٠٠١	٢٥٦٦٨٧	٢٧٣١٤	١٦٤٦٢٨	١٤٠٩١٨	٢٣٧١٠
٢٠١٤/١٣	٣١١٨٠٧	٢٧٤٥٠٣	٣٧٣٠٤	١٦٨٠٥٠	١٤٢٩٣٥	٢٥١١٥
٢٠١٥/١٤	٣٣٨٣٣٦	٢٨٦٠٣٣٨	٥٢٢٩٨	١٧٤٨٧٥	١٤٥٩٤٦	٢٨٩٢٩
٢٠١٦/١٥	٣٤٥١٠٤	٢٨٧٦٩٢	٥٧٤١٢	١٨٦٢٧٨	١٥٦٨٢٨	٢٩٤٥٠
٢٠١٧/١٦	٣٥٦٨٩٠	٢٣٨٥٣٧	١١٨٣٥٣	١٨٩٥٥٠	١٥١٠٢٣	٣٨٥٢٧
٢٠١٨/١٧	٣٦٢٧١٥	٢٥٢٤٨٥	١١٠٢٣٠	١٩٦٧٦٠	١٥٧٦١٠	٣٩١٥٠

(١) الجدول من إعداد الباحث اعتمادا على: جدول (٧)، وجدول (٨).

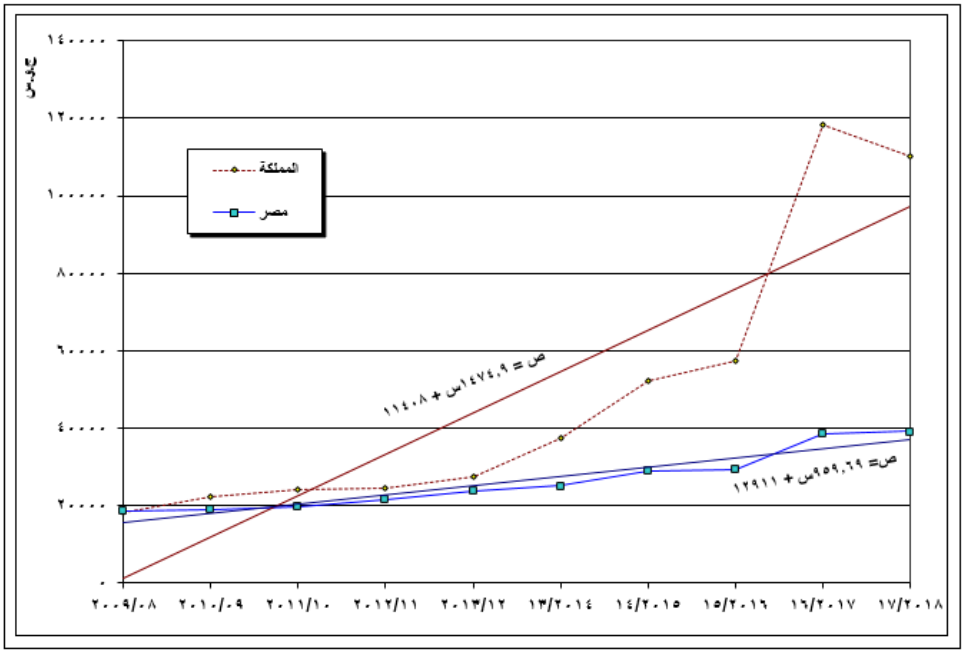
يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق وشكل (١٠) عدة حقائق منها:

تزايد الفارق بين الطاقة الكهربائية المولدة والمستهلكة بالمملكة خلال الفترة من ٢٠٠٨-٢٠١٨م (من ١٨١٨٩ إلى 110230 ج.و.س) بمعدل تغير ٥٠٦,٢٦%، مقابل معدل تغير ١١٢,٥١% بمصر (من ١٨٤٢٣ إلى 39150 ج.و.س) خلال نفس المدة؛ ويُرد ذلك لتزايد الطاقة المولدة والمستهلكة بالبلدين، فقد بلغ معامل الارتباط بين الإنتاج والفائض في الكهرباء بالمملكة ٠,٩٨، مقابل ٠,٩٥ بمصر [١]؛ وهو ما يعني وجود علاقة طردية قوية جداً بين تطور الطاقة المولدة والفائض في الطاقة الكهربائية.

ونظراً لتزايد معدلات نمو الطاقة الكهربائية المولدة والمستهلكة بالمملكة مقارنة بنظيرتها بمصر (كما تبين سابقاً)؛ الأمر الذي أثر في زيادة حجم الفارق بالمملكة خلال مدة الدراسة. فقد بلغ الفارق بالمملكة ٣,٨٢ أضعاف نظيره بمصر عام ٢٠١٨/١٧م؛ وهو ما يرجع لتزايد معدلات الطلب على الطاقة الكهربائية بالمملكة، وزيادة الاستثمارات المقدمة في هذا القطاع مقارنة بمصر.

ولكن يجب الإشارة أن أهمية هذا الفارق بين التوليد والاستهلاك بالبلدين تتوقف على نسبة الطاقة المفقودة بالشبكة، والتي بلغت ٩,٥% بالمملكة (٢٣٩٨٦,٠٧ ج.و.س)، مقابل ١٧,٣% في مصر (٢٧٢٦٦,٥٣ ج.و.س) عام ٢٠١٨/١٧م [٢]؛ وبالتالي فإن كفاءة تشغيل شبكة نقل وتوزيع الكهرباء بالمملكة أفضل من نظيرتها بمصر خلال عام ٢٠١٨/١٧م، ونخلص بذلك أن الفائض في الطاقة الكهربائية بالشبكة في المملكة بدون الطاقة المفقودة ٨٦٢٤٣,٩٣ج.و.س، مقابل ١١٨٨٣,٤٧ج.و.س بمصر خلال نفس العام، وهي الطاقة التي يمكن تبادلها حسب فترات الذروة بالبلدين، كما أن هذا الفائض بالشبكة إلى جانب القدرة المركبة الاحتياطية تبين مدى استعداد النظام الكهربي للزيادات الطارئة في الأحمال على المدى القريب، وتحديد حجم الاستثمارات المطلوبة بالقطاع على المدى البعيد.

(١) تم حساب معاملات الارتباط باستخدام برنامج SPSS بدرجة ثقة في البيانات أكثر من ٩٥%.
(٢) الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، ص ٢٠.



شكل (١٠) الفائض من الطاقة الكهربائية في المملكة ومصر خلال المدة من عام ٢٠٠٩/٠٨ -٢٠١٨/١٧م.

سابعا: ذروة الاحمال(الاستهلاك) في مصر والسعودية:

تتباين أحمال الاستهلاك من شهر لآخر على مدار العام، وعلى مدار اليوم الواحد، حيث تتسم بعض الشهور بارتفاع الأحمال، وكذلك عدد من ساعات اليوم متأثرة بالظروف المناخية، وأنماط الاستهلاك ومواسم استهلاكها من الكهرباء، وتكمن أهمية دراسة الأحمال في توضيح مدى تباين فترات الذروة بالبلدين؛ وبالتالي مدى الاستفادة من تبادل الطاقة الكهربائية بين السعودية ومصر، وللتعرف على تطور الأحمال بالبلدين يمكن تتبع أرقام الجدول التالي:

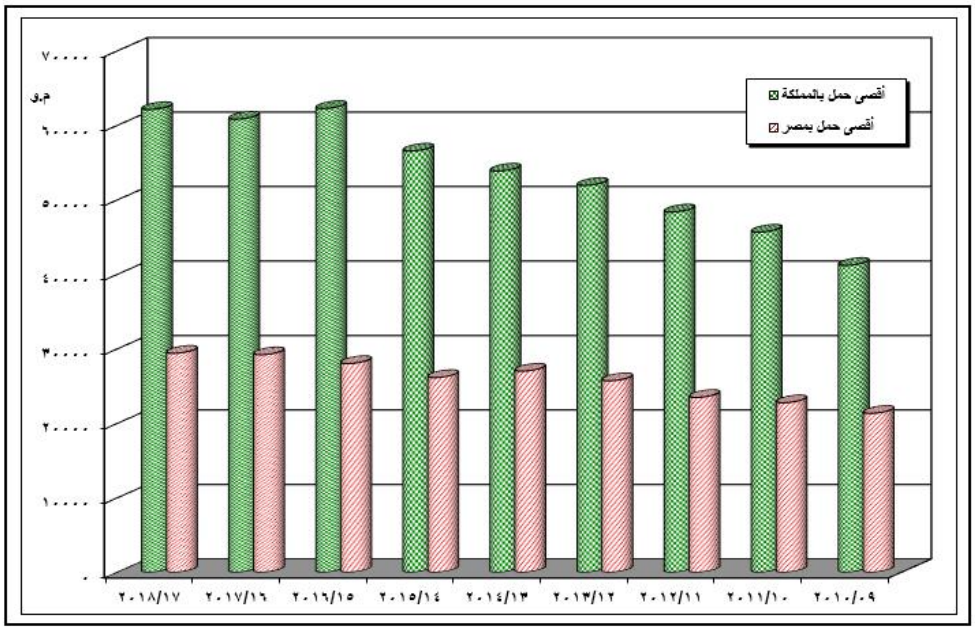
جدول (١١) ذروة الاحمال بالمملكة ومصر خلال المدة من عام ٢٠٠٩/٠٨ حتى ٢٠١٨/١٧م [١].

العام	المملكة العربية السعودية		جمهورية مصر العربية	
	اقصى حمل (م.و.س)	معدل التغير %	اقصى حمل (م.و.س)	معدل التغير %
٢٠٠٩/٠٨	٤١٢٠٠	–	٢١٣٣٠	–
٢٠١٠/٠٩	٤٥٦٦١	١٠,٨٣	٢٢٧٥٠	٦,٦٦
٢٠١١/١٠	٤٨٣٦٧	٥,٩٣	٢٣٤٧٠	٣,١٦
٢٠١٢/١١	٥١٩٣٩	٧,٣٨	٢٥٧٠٥	٩,٥٢
٢٠١٣/١٢	٥٣٨٦٤	٣,٧١	٢٧٠٠٠	٥,٠٤
٢٠١٤/١٣	٥٦٥٤٧	٤,٩٨	٢٦١٤٠	٣,١٩-
٢٠١٥/١٤	٦٢٢٦٠	١٠,١	٢٨٠١٥	٧,١٧
٢٠١٦/١٥	٦٠٨٢٨	٢,٣-	٢٩٢٠٠	٤,٢٣
٢٠١٧/١٦	٦٢١٢١	٢,١٣	٢٩٤٠٠	٠,٦٨
٢٠١٨/١٧	٦١٧٤٣	٠,٦١-	٣٠٨٠٠	٤,٧٦

يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق وشكل (١١) عدة حقائق منها: زاد الحمل الأقصى للكهرباء خلال المدة من عام ٢٠٠٩/٠٨م حتى ٢٠١٨/١٧م بنحو ٤٩,٨٦% بالمملكة، وحوالي ٤٤,٤٠% بمصر؛ الأمر الذي أدى إلى تزايد الضغط على منظومة الكهرباء بالبلدين خلال مدة الدراسة، وأن كانت معدلات تزايد الأحمال تزيد

(١) الجدول من إعداد الباحث اعتمادا على:
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقارير الإحصائية السنوية من عام ٢٠٠٩/٠٩م حتى ٢٠١٨/١٧م، مراجع سابقة، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، البيانات الكهربائية ٢٠٠٠-٢٠١٢م، مراجع سابقة، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٨م، مرجع سابق، صفحات متفرقة.
- الاتحاد العربي للكهرباء، التقارير الإحصائية السنوية من عام ٢٠١١ حتى ٢٠١٨م، مراجع سابقة، صفحات متفرقة.

بالمملكة كمياً عن نظيرتها بمصر، إلا انها تقترب نسبياً من بعضهما في المتوسط العام لمعدل النمو السنوي.



شكل (١١) ذروة الاحمال (الاستهلاك) بالمملكة ومصر من عام ٢٠٠٩/٠٨ حتى ٢٠١٨/١٧م.

وبلغ الحمل الأقصى بالمملكة ٦٢٢٦٠ م.و عام ٢٠١٥/١٤م، أي ما يعادل ٩٠,٠٣% من القدرة الإسمية بالمملكة، في حين بلغ نظيره بمصر ٣٠٨٠٠ م.و عام ٢٠١٨/١٧م، أي ما يوازي ٥٥,٥٦% من القدرة الإسمية بمصر خلال نفس العام؛ وبذلك بلغ الحمل الأقصى بالمملكة ٢,٠١ ضعف نظيره بمصر عام ٢٠١٨/١٧م، وكذلك جاء معامل الحمل الأقصى [١] أكبر من نظيره بمصر، الأمر الذي يعني أن المنظومة الكهربائية بالمملكة تحتاج إلى الربط الكهربي مع مصر، إلى جانب حاجتها لاستثمارات تزيد عن نظيرتها بمصر.

وعلى الرغم من وجود فائض في القدرة الإسمية عام ٢٠١٨/١٧م بواقع ١٦,٥% في المملكة وقت الحمل الذروي مقابل ٤٤,٤٤% في مصر، إلا أن هذا الفائض لا يشكل

(١) معامل الحمل الأقصى = (الحمل الذروي ÷ القدرة السمية المركبة) × ١٠٠

قدرة احتياطية في أغلب الأمر، فقد تكون محطات خارج نطاق الخدمة للصيانة الدورية او الطارئة، ولذلك فاقتراب أقصى حمل من القدرة الإسمية الكلية قد يؤدي لانقطاع جزئي أو كلي بالشبكة مع تزايد الأحمال. وبالتالي الحمل الذروي مؤشر على حجم الاستثمارات اللازمة في قطاع التوليد خاصة وبالمرحلة الثانية والثالثة من النظام الكهربي بصفة عامة.

وعلى الرغم من أن الحمل الذروي بالشبكة بالمملكة ومصر يحدث خلال إحدى شهور الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر)[١]، إلا أن ما يزيد من أهمية الربط الكهربي بين مصر والمملكة هو اختلاف وقت الحمل الذروي على مدار اليوم، فتحدث فترة الذروة بالمملكة من الساعة ١ – ٤ ظهراً، في حين تحدث نظيرتها بمصر من الساعة ٦ – ١٠ مساءً[٢]؛ الأمر الذي يعني أن الربط الكهربي بين مصر والمملكة الأفضل من حيث التكامل، واستخدام الفائض في الطاقة المولدة بين البلدين كذلك فإن فرق التوقيت بين البلدين من العوامل الإيجابية التي تعظم فوائد الربط.

ثامنا: شبكة نقل الكهرباء في مصر والسعودية:

تمثل شبكة الكهرباء المرحلة الثانية من النظام الكهربي، والتي تُعد المسئولة عن نقل الكهرباء من أماكن توليدها إلى مراكز استهلاكها، وبين مراكز الاستهلاك وبعضها البعض[٣]، ويتسم نقل الكهرباء لأماكن استهلاكها بنظام يتباين عن الوسائل الأخرى لنقل الطاقات الأخرى، ولكنه يعد الأيسر[٤]، وتتألف المرحلة الثانية من العديد من المكونات، حيث ترتبط هذه الشبكة في حجمها وتطورها بالمرحلتين الأولى والثالثة من النظام الكهربي : فتبدأ شبكة الكهرباء من محطات التوليد حيث محطة محولات لرفع الجهد وتقع بجوار كل من محطة التوليد؛ لرفع جهد الكهرباء المولدة، بما يسمح في نقل الكهرباء لمسافات طويلة، ثم شبكة نقل الكهرباء إلى مراكز الاستهلاك حيث توجد محطات لتحويل الجهد

(١) -الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقارير الإحصائية السنوية من عام ٢٠٠٩/٠٨م حتى ٢٠١٨/١٧م، مراجع سابقة، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، البيانات الكهربائية ٢٠٠٠-٢٠١٢م، مراجع سابقة، صفحات متفرقة.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٨م، مرجع سابق، صفحات متفرقة.
- الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، صفحات متفرقة.

(٢) وزير الكهرباء والطاقة المصري، قناة On T.V التليفزيونية، ٢٠١٤/٨/١م، الساعة السادسة والنصف مساءً.
(٣) سعيد أحمد عبده، جغرافية نقل الطاقة في مصر، مرجع سابق، ص١١٥.
(٤) سعيد أحمد عبده، جغرافية الطاقة الكهربائية بجنوبي المملكة العربية السعودية، مرجع سابق، ص٦٨.

العالي إلى جهد أقل، وتسمى محطات خفض الجهد، ومنها يتم توزيع الكهرباء بخطوط التوزيع الأولية إلى محولات الجهد المتوسط، ومنها يتم توزيع الكهرباء على المستهلكين بواسطة شبكة التوزيع الثانوية؛ للاستخدام المباشر في كافة الأغراض[١]. وللتعرف على مكونات شبكة الكهرباء يمكن تتبع العرض التالي:

جدول (١٢) مكونات شبكة الجهد العالي بالمملكة ومصر عام ٢٠١٨/١٧م [٢].

محطة محولات (السعة م.ف.أ)		٤٠٠ – ٥٠٠ ك.ف	٢٢٠ ك.ف	١٣٢ ك.ف	٦٦ ك.ف	٣٣ ك.ف	الإجمالي
المملكة	السعة (م.ف.أ)	٢١٨١١١	٢٢٢٩٨	١٦٦٣٣٥	–	–	٢٠٣٠٠٦
مصر	السعة (م.ف.أ)	١٤٩٢٥	٤٨٨٢٣	٣٤٩١	٥١٣١٥	١٦٠٦	١٢٠١٦٠
خطوط (ك.ف)	٥٠٠	٤٠٠	٢٢٠	١٣٢	٦٦	٣٣	الإجمالي
المملكة (كم)		٢٣٢٢٧	٥٣٨٩	٣٨٢٦٧	–	–	٦٦٨٨٣
مصر (كم)		٤١١٠,٣	١٨٤٦٥,١	٢٤٨٥,١	٢٠٠١٨,٥	١٨٠٦,٥	٤٦٨٩٠

يتضح من تتبع وتحليل أرقام الجدول السابق وشكل (١٢) عدة حقائق منها:

بلغت السعة الكلية لمحطات محولات الجهد العالي بالمملكة 406.7 ألف م.ف.أ، في حين بلغت بمصر 120.16 ألف م.ف.أ، وبذلك شكلت سعة محولات الجهد العالي بالمملكة 3.38 أضعاف نظيرتها بمصر عام ٢٠١٨/١٧م؛ الأمر الذي يُرد ويتوافق مع زيادة حجم المرحلة الأولى والثالثة من النظام الكهربي بالمملكة (تبين ذلك سابقاً)؛ وبذلك بلغ المتوسط العام لنصيب السكان من سعة محولات الجهد العالي بالمملكة ١م.ف.أ/ ١٦٥ نسمة مقابل ١م.ف.أ/ ٨٧٢ نسمة بمصر [٣]، وبالتالي يمثل متوسط نصيب السكان من

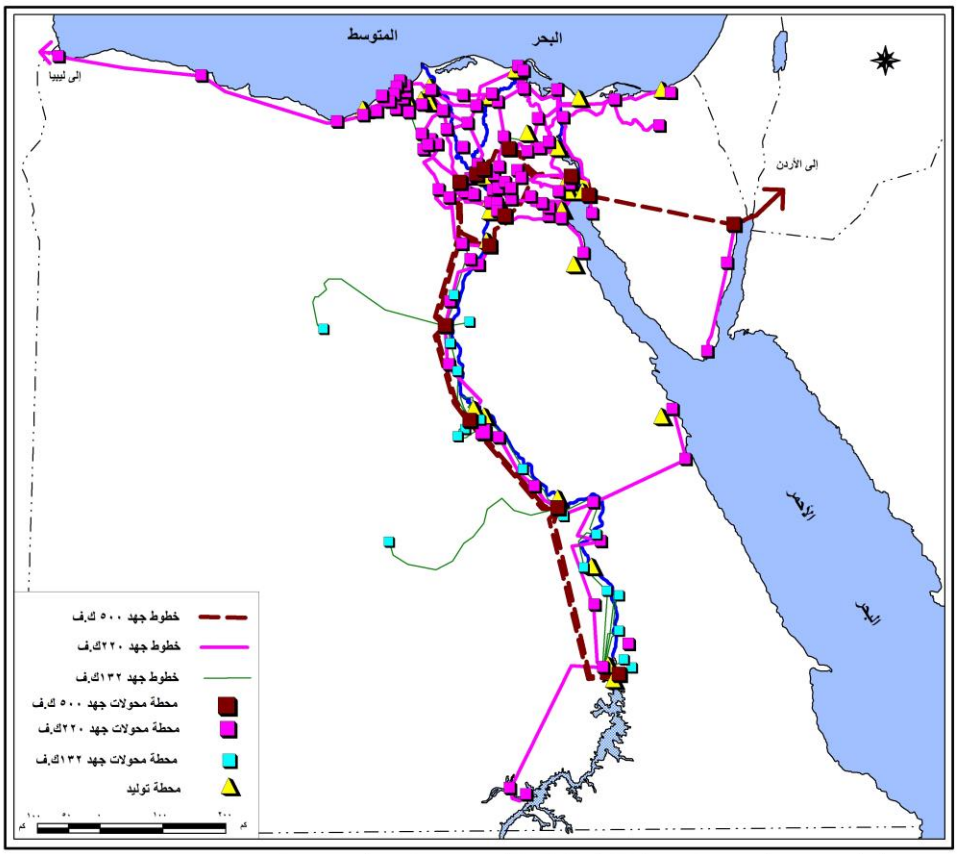
(2) Pansini, Anthony J. (2005). *Guide to Electrical Power Distribution Systems* (6th ed.), Lilburn: The Fairmont Press, pp. 1-4.

(٢) الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على:

- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير الإحصائي السنوي لعام ٢٠١٨/١٧م، مرجع سابق، ص ٤٣،٤٤.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٨م، مرجع سابق، صفحات متفرقة.
- الاتحاد العربي للكهرباء، التقرير الإحصائي السنوي لعام ٢٠١٨/١٧م، مرجع سابق، ص١٢، ١٣.

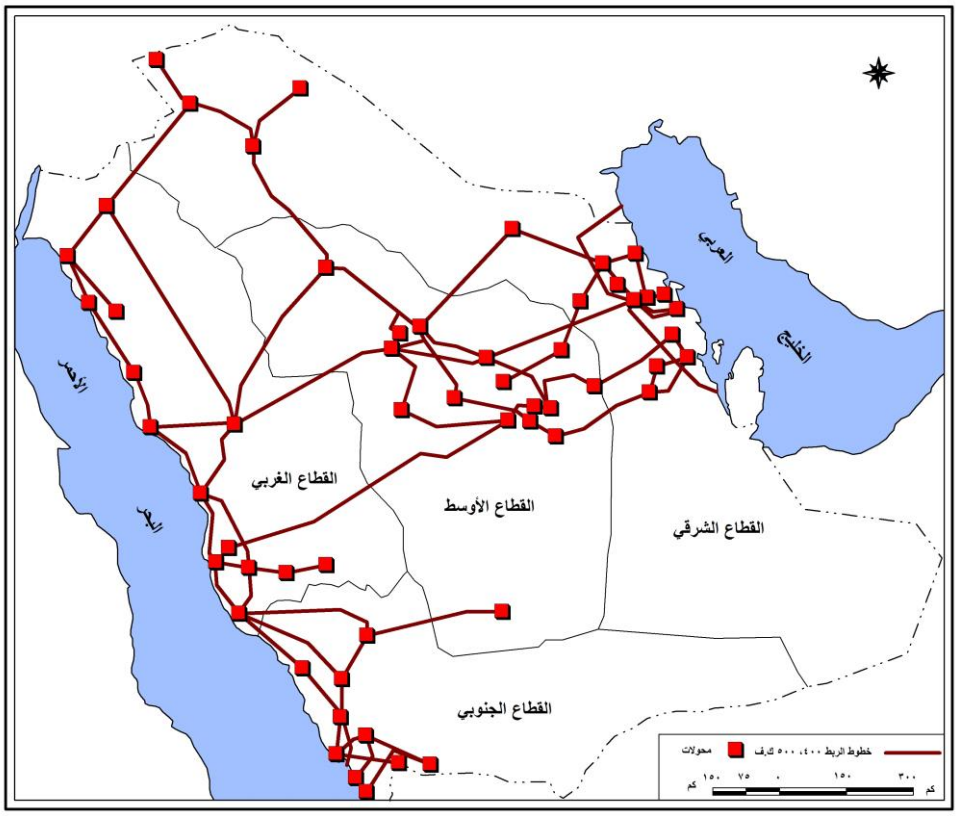
(٣) متوسط نصيب السكان من سعات محولات الجهد العالي=جملة سعات محولات الجهد العالي ÷عدد السكان

سعة محطات الجهد العالي بالمملكة ٦,١١ أضعاف نظيره بمصر؛ الأمر الذي يعني قلة نصيب الفرد من سعة محولات الجهد العالي ومتوسط استهلاكه من الكهرباء (كما تبين سابقاً) بمصر مقارنة بالمملكة، نتيجة لارتفاع مستوى المعيشة بالمملكة؛ وهو ما أثر على قطاع الكهرباء بالدولة.



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على: وزارة الكهرباء والطاقة، مرجع سابق، ص ١٥.

شكل (١٢-أ) شبكة الجهد العالي بمصر عام ٢٠١٨/١٧م.



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على: الشركة السعودية للكهرباء، مرجع سابق، ص ١٢.

شكل (١٢–ب) شبكة الجهد العالي بالسعودية عام ٢٠١٨/١٧م.

وجاءت محطات المحولات جهد ١٢٣ ك.ف بالمرتبة الأولى (٤٥,٧٦% من جملة سعة المحطات بالمملكة)؛ لاستخدامها في تغذية المناطق السكنية بالكهرباء، تليها المحطات جهد ٤٠٠ و٥٠٠ ك.ف.أ؛ نظراً لاتساع مساحة المملكة، والاعتماد على نظام فائق الجهد لنقل وربط المناطق بعضها البعض بين شمال وجنوب وشرق وغرب المملكة، ولم تعتمد المملكة على المحطات دون جهد ١٣٢ ك.ف.أ لعدم كفاءتها بالمناطق الشاسعة.

وتباينت سعة وترتيب محطات المحولات بمصر عن المملكة، حيث جاءت بالمرتبة الأولى المحطات جهد ٦٦ ك.ف.أ (٤٢,٧% من سعة محطات الجهد العالي)، وذلك لاستخدامها في ربط المراكز الإدارية داخل المحافظات حيث تتسم بقرب المسافة، في حين جاءت بالمرتبة الثانية محطات المحولات جهد ٢٢٠ ك.ف.أ (٤٠,٦٣% من

سعة محطات الجهد العالي)؛ نظراً لاستخدامها في ربط محطات التوليد والمحافظات الإدارية بالجمهورية، وجاءت المحطات جهد ٥٠٠ ك.ف.أ في المرتبة الثالثة لاستخدامها في ربط ونقل الكهرباء بين جنوب مصر بالقاهرة الكبرى والوجه البحري.

أما عن خطوط الجهد العالي، فقد بلغت جملة أطوالها بالمملكة ٦٦٨٨٣ كم دائري، في حين بلغت بمصر ٤٦٨٩٠ كم دائري عام ٢٠١٨/١٧م، وبذلك شكلت خطوط الجهد العالي بالمملكة ١,٤٣ ضعف نظيرتها بمصر؛ ويرجع ذلك إلى أن مساحة المملكة ١,٩٥ ضعف مساحة مصر(١)، وبذلك فخطوط الجهد العالي بالمملكة الأقل نصيباً بين مكونات النظام الكهربي بالمملكة، إلا أن زيادة أطوالها مقارنة بمصر يُرد إلى أن المراكز العمرانية تتوزع بجميع أرجاء المملكة، حيث تستخدم هذه الخطوط في الربط بينها ونقل الكهرباء إليها، في حين تتركز مراكز الاستهلاك في مصر بالوادي والدلتا، إلا أن زيادة عدد المراكز العمرانية أدى للحاجة بزيادة أطوال هذه الخطوط حتى يمكن وصول الكهرباء لأغلب مراكز الاستهلاك.

وجاءت خطوط الكهرباء جهد ١٣٢ ك.ف بالمرتبة الأولى للاعتماد عليها في نقل الكهرباء بين المراكز العمرانية داخل المناطق الإدارية بالمملكة، يليها خطوط الكهرباء جهد ٤٠٠ و٥٠٠ ك.ف للربط بين المناطق الإدارية بالمملكة. وشغلت خطوط الكهرباء جهد ٦٦ ك.ف المرتبة الأولى بمصر، يليها خطوط الكهرباء جهد ٢٢٠ ك.ف؛ وذلك للأسباب سابقة الذكر بمحطات المحولات.

وبالنسبة الكثافة العامة لشبكة الجهد العالي، فبلغت بالمملكة ١ كم دائري/ ٢٩,٩ كم^{٢}، مقابل ١ كم دائري/ ٢١,٣٣كم^{٢}؛ الأمر الذي يعني أن التغطية العامة للشبكة في مصر أفضل من نظيرتها بالمملكة، متأثرة في ذلك باتساع مساحة المملكة مقارنة بمصر(٢).

(١) -بلغت مساحة جمهورية مصر العربية عام ٢٠١٣م ١٠٠١٤٥٠ كم^{٢}، عن: الهيئة المصرية العامة للمساحة، الموقع على الأنترنت: http://www.esa.gov.eg/

– بلغت مساحة المملكة العربية السعودية عام ٢٠١٣م ١٩٥٠٠٠٠ كم^{٢}، عن: هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، المملكة العربية السعودية "حقائق وأرقام"، الطبعة الأولى، ١٤٣٣هـ-٢٠١٢م، ص ١٤.

(٢) الكثافة العامة لخطوط الجهد العالي = جملة أطوال شبكة الجهد العالي ÷ المساحة

أما عن **شبكة توزيع الكهرباء** بالبلدين، فهي تحتاج دراسة خاصة، وغير مطلوبة بالدراسة الحالية.

تاسعا: شبكة الربط والعوامل المؤثرة في مدها بمصر والسعودية:

يُعد الربط الكهربي بين مصر والمملكة أحد أشكال التكامل الاقتصادي والسياسي بين البلدين، وهو يمثل محور للتكامل بين العديد من الدول، خاصة بأن مصر والمملكة أكبر دول الوطن العربي في النظام الكهربي (كما تبين سابقاً)، وقد سبق إنشاء العديد من خطوط الربط بين البلدين ودول الجوار، فقد ارتبطت المملكة مع دول مجلس التعاون الخليجي عام ١٩٩٨م، في حين ارتبطت مصر مع الأردن في ٢١ نوفمبر ١٩٩٨م، وتم ربط مصر مع ليبيا اعتباراً من مايو ١٩٩٨م(١). وبالمقارنة بمشروعات الربط السابقة فإن مشروع الربط الكهربي بين المملكة ومصر قد جاء متأخراً إلى حد ما.

وقد بدأت الاجتماعات الخاصة بدراسة مشروع الربط وإعداد الدراسات الفنية والاقتصادية فيما بين ١٨-٢٢ نوفمبر ٢٠٠٨م، وتم الانتهاء من الدراسات الخاصة بذلك في شهر مارس ٢٠٠٨م. وتم توقيع اتفاقية الربط الكهربي بين مصر والمملكة في شهر يونيو ٢٠١٣م. وتم طرح مشروع الربط في النصف الأول من عام ٢٠١٤م(٢). وهو بذلك جاء متأخراً في التنفيذ عما كان مقرراً له، بأن يتم الانتهاء من المرحلة الأولى فيما بين عامي ٢٠١٢-٢٠١٤م، والاستفادة من نقل ١٥٠٠م.و، ثم الانتهاء من المرحلة الثانية خلال عام ٢٠١٥م، وأن يكون الخط بكامل طاقته (٣)، وتم الاتفاق مع إحدى الشركات

(١) المصدر: وزارة المياه والكهرباء السعودية، تم مراجعة الموقع في: ٢٠١٨/٩/١٨م. الموقع على الأنترنت: www.mow.gov.sa/Arabic/electricityResearches.aspx#1

(٢) وزير الكهرباء المصري، تكلفة الربط الكهربائي بين مصر والسعودية، تم مراجعة الموقع في: ٢٠١٨/٩/١٩م الموقع على الأنترنت: http://yhoo.it/FndzNS1

(٣) المصدر:

- Feasibility study of interconnecting the electrical networks of the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt, Economic Study – Phase Economic Study – Phase I, March 2008, Multiple Pages.
- Feasibility study of interconnecting the electrical networks of, the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt Economic Study – Phase II, March 2008, Multiple Pages.
-Technical and economical feasibility of the electrical interconnection between Saudi Arabia & Egypt, March 2008, Multiple Pages.

الكندية لتنفيذ مشروع الربط [١]، وقد سبق ذلك إجراء الدراسة الفنية والاقتصادية، وتم الانتهاء منها في شهر فبراير ٢٠٠٨م، حيث أسندت لشركتي Tractelel وCest السويدية للأعمال الهندسية [٢].

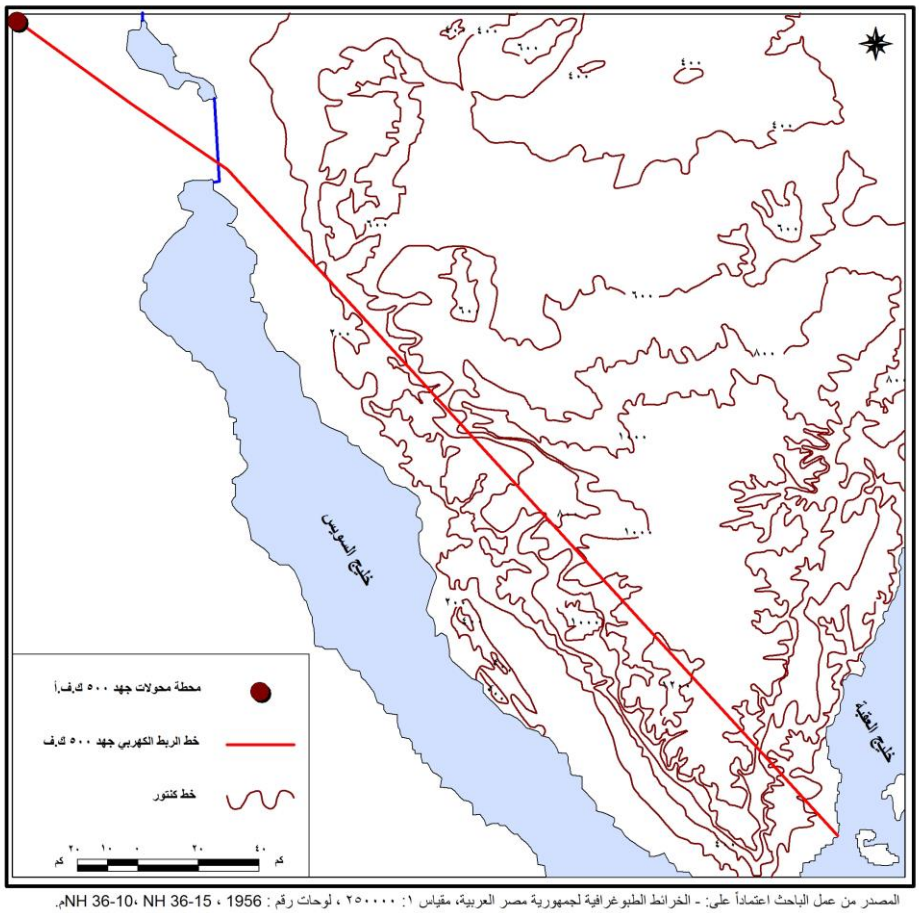
- **مسار ومكونات شبكة الربط بين مصر والسعودية:**

تتألف شبكة الربط بين المملكة ومصر من: شبكة هوائية، وكابلات بحرية، و٣ محطات محولات للربط بين النظامين الكهربيين بالبلدين، ***وهي كالتالي*** [٣]:

- يبلغ إجمالي طول الخط ١٣٠٠كم منها ١٢٨٠كم شبكة هوائية و٢٠كم كابلات، وبالنسبة للخطوط الهوائية فيقع منها بمصر ٤٥٠كم، وبالمملكة ٨٣٠كم. ويبدأ الخط المصري بين مدينة السويس وأبو زعبل (مركز الخانكة – محافظة القليوبية)، بمدينة القاهرة الجديدة، بشمال شرق مدينة القاهرة العاصمة المصرية، فيبدأ من محطة محولات سيتم إنشائها بغرض الربط، ويمتد ليقطع شبة جزيرة سيناء من الجهة الشمالية الغربية من شمال خليج السويس حتى جنوب خليج العقبة شمال مدينة شرم الشيخ [٤] (شكل١٣). ويعد العامل الرئيس وراء اختيار هذا المسار تقليل الطول؛ وبالتالي قلة التكلفة في المد والإنشاء بقدر الإمكان.

(١) وليد أبوالخير، دراسة الربط الكهربي في مراحلها النهائية، مجلة الشرفة الإلكترونية، تم مراجعة الموقع في: ٢٠١٨/١٢/٢٦م، الموقع على الإنترنت:
al-shorfa.com/ar/articls/meii/features/main/2012/06/23/feature-01
(2)-Technical and economical feasibility of the electrical Interconnection between Saudi Arabia & Egypt, march 2008, Multiple Pages.
(4)-Feasibility Study of interconnecting the electrical networks of the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt, Technical Study, march 2008, Multiple Pages.
- Feasibility study of interconnecting the electrical networks of the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt, Executive Summary, March 2008, Multiple Pages.

(٤) مجلة الشرفة الإلكترونية، مرجع سابق.

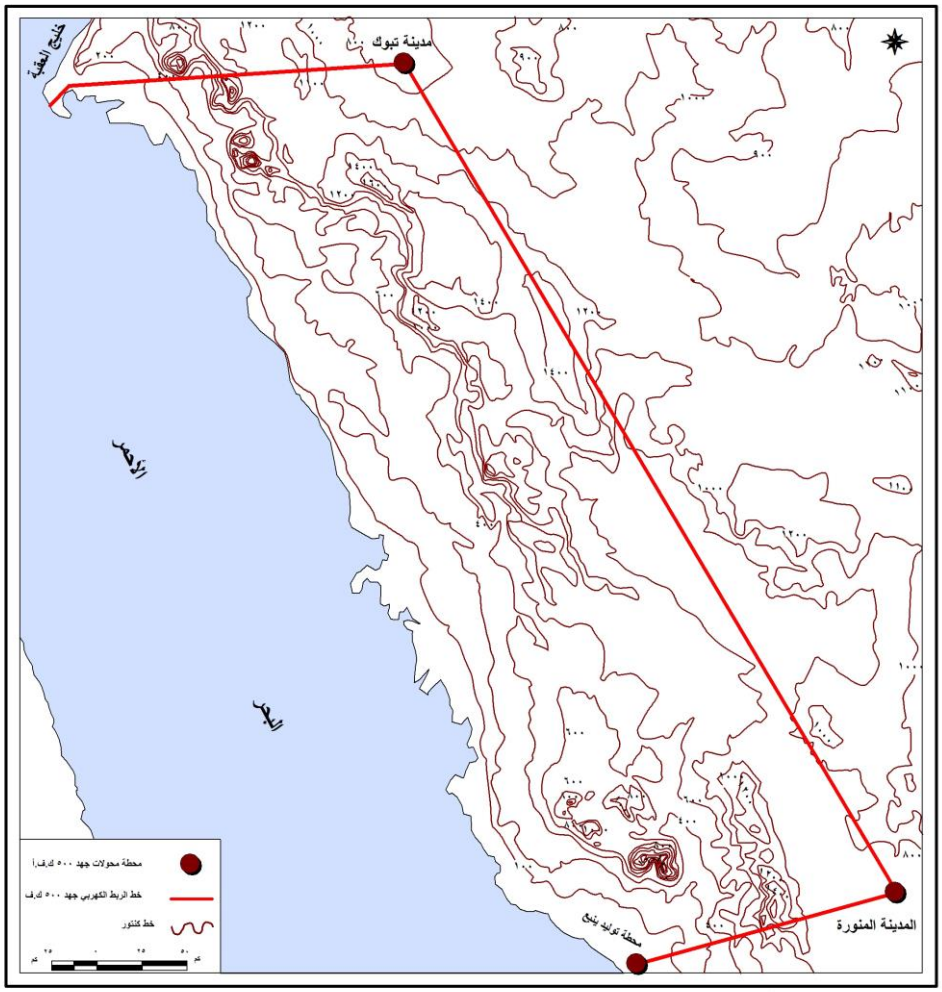


المصدر من عمل الباحث اعتماداً على: - الخرائط الطبوغرافية لجمهورية مصر العربية، مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠ ، لوحات رقم : 1956 ، NH 36-15، NH 36-10م.

Technical and economical feasibility of the electrical Interconnection between Saudi Arabia & Egypt, march 2008

شكل (١٣) مسار خط الربط الكهربي بمصر عام ٢٠١٨م.

أما خط الربط السعودي فيبدأ من جنوب خليج العقبة ليتجه شرقاً ناحية مدينة تبوك، ثم المدينة المنورة، وينتهي بمحطة توليد ينبع (شكل١٤).

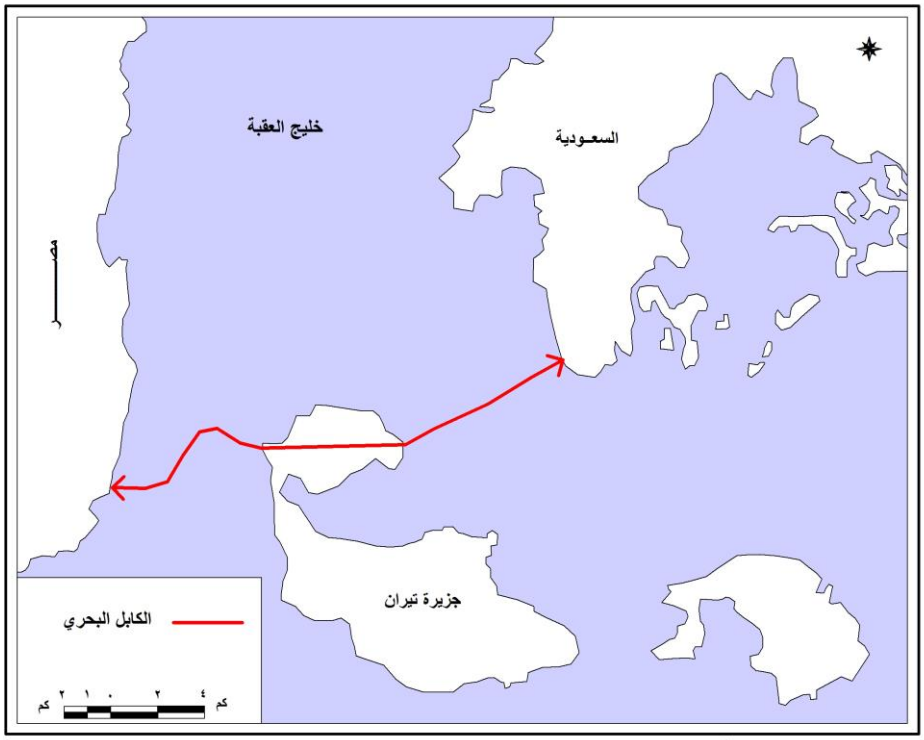


المصدر من عمل الباحث اعتماداً على: - المملكة العربية السعودية، الإدارة العامة للمساحة العسكرية، الخريطة الطبوغرافية للمملكة مقياس ١: ٢٠٠٠٠٠٠، الطبعة الأولي، ٢٠٠٥م.

Technical and economical feasibility of the electrical Interconnection between Saudi Arabia & Egypt, march 2008

شكل (١٤) مسار خط الربط الكهربي بالسعودية عام ٢٠١٨م.

- أما عن الكابلات فيبلغ طولها نحو ٢٠ كم (شكل١٥)، وتمتد من جنوب خليج العقبة إلى الشمال من مدينة شرم الشيخ لتعبر خليج العقبة بالمرور بجزيرة تيران للجهة الشرقية من الخليج، حيث تُعد هذه المسافة الأقل بين شاطئا خليج العقبة، وتم اختيارها في المقام الأول لتقليل تكلفة الإنشاء؛ نظراً لارتفاع أسعار كابلات الجهد العالي عامة، والكابلات البحرية خاصة (وهو ما سيتضح فيما بعد).



المصدر من إعداد الباحث اعتماداً على:

Technical and economical feasibility of the electrical Interconnection between Saudi Arabia & Egypt, march 2008

شكل (١٥) مسار الكابل البحري بخليج العقبة عام ٢٠١٨م.

- وبصفة عامة يتكون خط الربط (هوائي، كابلات) من قطبين (دائرتين) قدرة كل واحد ١٥٠٠م.و. إلا أن كل قطب (دائرة) من الكابلات تحتوي على ٣ كابلات فرعية، سعة كل واحد ٥٠٠م.و، أي دائرتين × ٣ كابلات (٥٠٠م.و). ويعمل خط الربط بنظام التيار الثابت (HVDC)، وهو النظام الأمثل للربط بين نظامي الكهرباء بين الدولتين، حيث يُعد الأفضل من حيث التكنولوجيا القياسية.
- ومن أهم مميزات خط الربط مراعاة العوامل الطبيعية، فنوع الكابلات والأسلاك الهوائية من نوع AC التي من شأنها تتميز بقلة الفقد الكهربي؛ لإنها الأفضل من حيث مقاومة أو سريان التيار الكهربي بالخط. كما تتميز بقدرتها على مقاومة البرق وعلى تفريغ الشحنات الكهربية عن طريق الأقطاب الأرضية المزود بها الخطوط. كما أن الشركة المنفذة للمشروع تمتلك تقنية إنشاء الخطوط وأعمدة الشبكة بالأراضي الصخرية الصلبة، وقد شملت تكلفة مشروع الربط تباين التربة، وصلابة الأرض على

طول خط الربط، وكذلك استخدام أنواع الكابلات AC البحرية المقاومة للملوحة، بالإضافة لمتانتها، وهو ما أثر على تكلفة المد والإنشاء، كما سيتضح خلال العرض الاحق.

- أما عن محطات المحولات: فنتيجة لاختلاف النظام الكهربي بين البلدين، حيث تعتمد مصر على نظام ARE (تردد ٥٠ هرتز) بالشبكة الموحدة، في حين تعتمد المملكة على نظامين في نقل الكهرباء بشمال وغرب المملكة – حيث نهاية خط الربط – وهما: نظام NWOA (تردد ٦٠ هرتز، وجهد ٣٨٠ك.ف) ويعتمد عليه بشمال غرب المملكة حيث تقع مدينة تبوك، والثاني نظام WOA (تردد ٦٠ هرتز، وجهد ٤٠٠ك.ف) حيث تقع المدينة المنورة؛ الأمر الذي تطلب إنشاء ثلاث محطات محولات ربط، ومحطة محولات رفع الجهد، كالتالي: المحطة الأولى، وتقع بمصر بالقاهرة الجديدة فيما بين مدينة السويس ومحطة محولات أبو زعبل جهد ٥٠٠ك.ف، وخط كهرباء التبين/أبو زعبل جهد ٥٠٠ك.ف. أما المحطة الثانية فتعرف بوسطية الحنفية، وتقع بمدينة تبوك (شكل ١٤)، ويبلغ سعتها ٢×٥٠٠م.و، وتعد حلقة الربط بين شبكة شمال غرب المملكة مع خط الربط الكهربي. والمحطة الثالثة بالمدينة المنورة، وتبلغ سعتها ٢×١٥٠٠م.و، ويتمثل دورها كحلقة ربط بين خط الربط الكهربي وشبكة كهرباء غرب المملكة. وأخيراً محطة تحويل لرفع جهد الكهرباء (SVC) بسعة ٦٠٠م.ف.أ لرفع جهد الكهرباء المولدة من محطتي توليد رابغ وينبع بالمملكة، والاستفادة من أرسالها عبر خط الربط إلى المدينة وتبوك (شكل ١٤).
- وتعد أهم العوامل المؤثرة في اختيار مواقع ومواضع محطات المحولات هي القرب أو الوقوع بمراكز الاستهلاك، في حين سعاتها تتوافق مع الكهرباء المتبادلة عبر خط الربط.
- أما مراحل نقل الطاقة بالخط، فمن المخطط الانتهاء من المرحلة الأولى من الخط عام ٢٠١٥م يتم نقل نحو ١٥٠٠م.و، وفيما بين ٢٠١٥–٢٠٢٠م يتم نقل أكثر من ٢٠٠٠م.و، وفي المدة من ٢٠٢٠–٢٠٢٥م يتم نقل نحو ٢٥٠٠م.و، ثم بعد ٢٠٢٥م يتم نقل حوالي ٣٠٠٠م.و.

العوامل المؤثرة في مد الشبكة

تتعدد العوامل المؤثرة في مد خط الربط وكفاءة تشغيلة وصيانته، ومنها:

– ***طبوغرافية المنطقة التي يمر بها الخط***: ففي مصر يبدأ خط الربط من المنطقة الواقعة بين مدينة السويس ومحطة محولات أبو زعبل ليعبر قناة السويس بكابل بحري عند دائرة عرض ٣٠ ° شمالا، وبذلك يمتد الخط من شمال مدينة السويس متجها لجنوب خليج العقبة ليعبره عند دائرة عرض ٢٨ ° شمالاً، ونظراً لإن خط الربط يتبع أقرب مسار فإنه يقطع المنطقة الجبلية الواقعة بين خليج السويس وخليج العقبة ابتداء من منسوب ٥٠م فوق سطح البحر بشمال شرق خليج السويس ليمتد بمناطق جبلية تتجاوز ١٠٠٠م فوق منسوب سطح البحر أثناء امتداده بجنوب سيناء نحو جنوب خليج العقبة(١).

ويمتد المسار ما بين منطقة الدرع أو المثلث الجنوبي من سيناء، وهو يتألف من صخور قاعدية معقدة ليقطع أجزاء من هضبة التيه والعجمة، وهي أغلب صخورها طباشيرية؛ ولذلك فإن خط الربط يمر بأراضي صخرية على طول امتداده بشبه جزيرة سيناء (٢).

ويبدأ خط الربط الكهربي بالمملكة العربية السعودية من نهاية الكابل البحري بخليج العقبة (خط كنتور صفر) ليعبر أراضي متباينة المنسوب حتى يصل لمدينة تبوك عند منسوب ٨٠٠م فوق سطح البحر؛ ويعد ارتفاع سطح الأرض من الأسباب الأساسية التي حتمت أن يكون خط الربط هوائي. ثم يتجه جنوبا ناحية المدينة المنورة ويتماشى بمحاذاة سلسلة جبال مدين بمنطقة حرات بركانية ومن أشهرها حارة عويض؛ وبذلك يمتد بمناطق يتراوح ارتفاعها من ٨٠٠م، ويتجاوز منسوبها ببعض المناطق ١٧٥٠ م فوق سطح البحر بحرة عويرض(٣). ويعد مسار الخط بين مناطق مرتفعة عقبة أمام الأعمال المدنية الخاصة بإنشاء الخط، وكذلك في التشغيل وصيانة الخط من خلال صعوبة الوصول للمسار واستخدام تقنيات عالية التكلفة للقيام بذلك.

(١) الخرائط الطبوغرافية لجمهورية مصر العربية، مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠، لوحات رقم: NH36-10، NH36-15 ، ١٩٥٦م.

(٢) محمد صبري محسوب، جغرافية الصحاري المصرية، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٨٩م، صفحات متفرقة

(٣) المملكة العربية السعودية، الإدارة العامة للمساحة العسكرية، الخريطة الطبوغرافية للمملكة مقياس ١: ٢٠٠٠٠٠٠، الطبعة الأولي، ٢٠٠٥م.

التربة: فيقل سمك التربة بمسار خط الربط بسيناء، حيث المناطق المرتفعة، وهي تربة موضعية نشأت من الصخور النارية، ويقل بها نسبة الأملاح والكربونات، وتفتقر لوجود الماء الأرضي [١]. وبالنسبة للتربة بمسار خط الربط بالمملكة، فأنها تربة موضوعية تكونت من المرتفعات الصخرية حيث تنتشر بمنطقة تبوك والمدينة المنورة، وهي تربة حصوية في أغلب الأمر، ومن سماتها أنها خفيفة الملوحة فلا تتجاوز ٨ ملليموس/ سم، ومن خصائص هذه التربة افتقارها للماء الأرضي، كما توجد التربة البركانية بمناطق الحرات، مثل حرة خيبر والعويرض، وهي تتالف من ٨٠% حمم بركانية و٢٠% خليط من الصخور، كما أن نسبة الملوحة بها منخفضة مثل سابقتها وكذلك افتقارها للماء الأرضي [٢]. وعلى الرغم من أن افتقار التربة بمسار الخط بالبلدين للماء الأرضي وقلة الملوحة؛ وهو ما يؤثر إيجابا على كفاءة القواعد الخرسانية للأبراج بالخط، إلا أن نوع التربة والصخور القاعدية في أغلب المسار كما تبين سابقا يرفع تكلفة حفر القواعد الخرسانية بنسبة ٦٥٠% مقارنة بنظيرتها بالأراضي الرملية [٣].

المناخ: فقد بلغ متوسط سقوط الأمطار بمنطقة مسار الخط بسيناء (محطة أرصاد شرم الشيخ) ٠,٨ ملم خلال شهر يناير، وجاء اتجاه الرياح شمالية إلى شمالية شرقية، وتراوحت سرعة الرياح بين ١٣ عقدة/ ساعة بشهر يناير، و١٩ عقدة/ ساعة خلال شهر سبتمبر [٤]. ولم يختلف الأمر كثيراً بالمملكة العربية السعودية، فقد اقتصر سقوط الامطار بمنطقة تبوك والمدينة المنورة على خمسة شهور خلال عام ٢٠١٨م، فبلغ أعلى معدل لسقوط الأمطار خلال شهر إبريل بواقع ٢٠ملم، وتراوحت الرطوبة النسبية بين ١١% خلال شهر يونيو و٣٥% خلال شهر يناير؛ وهو ما يعني أن الجفاف هو الغالب خلال العام، وجاء اتجاه الرياح غربية طوال العام باستثناء شهري نوفمبر وديسمبر فجاءت شرقية، أما عن

(١) محمد صبري محسوب، مرجع سابق، صفحات متفرقة

(٢) عبد العزيز محمد السويلم، منطقة المدينة المنورة "دراسة في الجغرافيا الإقليمية"، رسالة ماجستير غير منشور، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، ١٩٨٨م، صفحات متفرقة.

(٣) الشركة المصرية لنقل الكهرباء، الإدارة المدنية، تكلفة الأعمال المدنية بخطوط الجهد العالي، بيانات غير منشورة، ٢٠١١/٢٠١٠م.

(٤) الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية، المعدلات المناخية خلال المدة من ١٩٨٠-٢٠١٠م، بيانات غير منشورة.

-http://www.climate-charts.com/world-index.html

سرعة الرياح فتراوحت بين ٥- ١٤ عقدة/ ساعة [١]؛ وبذلك لا يؤثر عنصر الرياح على كفاءة تشغيل الخط نظراً لقلة سرعتها بصفة عامة بمسار الخط بمصر والمملكة، خاصة مع مواصفات إنشاء شبكة الجهد العالي؛ والتي تراعي أن سرعة الرياح قد تصل إلى ١٣٠ كم / ساعة[٢]. وفي ظل قلة معدل سقوط الأمطار بمسار الخط وزيادة عدد شهور الجفاف؛ الأمر الذي يؤثر في حدوث ظاهرة الوميض الكهربي، والتي تزداد بالقرب من المناطق الساحلية لخليجي السويس والعقبة حيث زيادة الرطوبة النسبية [٣]، وهو ما يتطلب تكثيف الصيانة لرفع كفاءة الخط خلال تشغيله. إلا أنه تبين سابقاً أن من مميزات خط الربط مراعاة الظروف المناخية، فنوع الكابلات والأسلاك الهوائية من نوع AC، وهذا النوع من شأنه يتميز بقلة الفقد الكهربي؛ لإنها الأفضل من حيث مقاومة أو سريان التيار الكهربي بالخط. كما تتميز بقدرتها على مقاومة البرق، وعلى تفريغ الشحنات الكهربية عن طريق الأقطاب الأرضية المزود بها الخط. كما يراعي بالتصميم وجود مسافة فاصلة بين الاقطاب الكهربائية بالخط تبلغ ٢,٥ متر، تفادياً لأثر الرياح في تأرجح الأسلاك على الرغم من وقوع الخط بمنطقة تقل بها سرعة الرياح.

العوامل البشرية: فيقتصر على أثر الممر الملاحي لقناة السويس في تحويل الخط من هوائي إلى كابلات أسفل القناة. فمسار خط الربط الذي يراعي أقرب مسار؛ جعله لا يراعي في مده القرب من شبكة الطرق –التي تسهل الوصول للخط وبالتالي الصيانة–ولا يمر بالمناطق العمرانية سوي بمناطق الربط بمحطات المحولات المنشأة لهذا الغرض بالبلدين (شكل: ١٣، ١٤).

(١) المصدر: weather underground، تم مراجعة الموقع في ٢٠١٩/١/٢م، الموقع على الإنترنت:
https://www.wunderground.com

(٢) محمد محمود إبراهيم الديب، الطاقة في مصر، مرجع سابق، ص ٦٠٥، ٦٠٤.

(3)- Grivet F. , " The physics of transmission lines at high and very high free quinces, long man , New York , 1980 , P . 70 .

- الوميض الكهربي ظاهرة تنتج عن الحرارة والرطوبة والرياح المتربة، تؤدي لتقليل كفاءة العازلات، وتؤثر على سريان التيار بخطوط الشبكة، عن:

-Mayerhoff, E. (2007). High Voltage Connection, Corona and its Effects, p.1. www.Highvoltageconnection.com Last retrieved 4th September 2013 Available at:

عاشراً: تكلفة الربط وجدواه الاقتصادية:

١- تكلفة الربط:

قدرت الدراسات الاقتصادية للربط الكهربي بين المملكة ومصر، وتم الاتفاق مع الشركة الكندية المنفذة للمشروع أن تكلفة إنشاء خط الربط الكهربي بين مصر والمملكة كالتالي [١]:

- تبلغ التكلفة الكلية ما يُعادل ١٩٧٥ مليون دولار، وتنقسم التكلفة بين البلدين بأن تتحمل مصر ٦٧٠ مليون دولار أي ما يعادل ٣٣,٩٢% من التكلفة الكلية، والباقي (١٣٠٥ مليون دولار) تتحمله المملكة، حيث يتحمل كل جانب تكلفة الإنشاءات الخاصة بالربط على أرضه.
- وجاءت التكلفة الخاصة بمكونات الشبكة كالتالي: ٦٣٢ مليون دولار لإنشاء خط الربط الهوائي ثنائي القطبين، و١٢٨ مليون دولار لإنشاء الكابل البحري بخليج العقبة، ثم باقي التكلفة (٦١,٥٤% من التكلفة الكلية) تتمثل في إنشاء محطات المحولات: بالقاهرة الجديدة وتبوك والمدينة المنورة ومحطة محولات رفع الجهد (SVC) للكهرباء المولدة من محطة توليد رابغ وينبع، بالإضافة لتكاليف تشغيل الخط في البداية.
- وقدرت تكلفة التشغيل والصيانة السنوية للخط، ومحطات المحولات بنحو ٢% من تكاليف الاستثمار بالشبكة.

أما عن آلية تمويل التكلفة اللازمة لإنشاء الخط: فسوف تغطى التكلفة بالجانب السعودي كاستثمارات مباشرة من قبل الشركة السعودية للكهرباء، في حين تغطى التكلفة الخاصة بالجانب المصري من خلال اتفاقيات تمويل مقترح إبرامها مع الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي وعدد من الصناديق المصرية والعربية، كما أبدى البنك

(١) المصدر:

- Feasibility study of interconnecting the electrical networks of the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt, Economic Study – Phase Economic Study – Phase I, March 2008, Multiple Pages.
- Feasibility study of interconnecting the electrical networks of, the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt Economic Study – Phase II, March 2008, Multiple Pages.

الدولي، وبنك التعمير الألماني، وبنك الاستثمار الأوربي، وهيئة التنمية الفرنسية، وصندوق الجوار الأوربي استعدادهم لذلك (١).

٢- الجدوى الاقتصادية من مشروع الربط الكهربي (٢):

- فتتمثل في كفاءة نقل الطاقة، حيث تقدر بأكثر من ٩٩%، لذا تقل نسب الفقد في الطاقة المتبادلة خلال الخط.
- تقدر متوسط القيمة السنوية للعائد من خط الربط ١٥,٤% من التكلفة الكلية لخط الربط في حال التشغيل بأقصى قدرة؛ لذا يمكن استرداد تكلفة الخط في مدة – مقرر لها– ٩ سنوات من بداية تشغيله.
- استغلال الفائض من الطاقة المتاحة والاحتياطية بالشبكة بين البلدين بصفة عامة، وخاصة بفترات ذروة الأحمال مع اختلاف منحنى الأحمال بين البلدين.
- معظم وحدات التوليد بمصر تعمل بالغاز الطبيعي، في حين الوحدات بالمملكة تعمل بالنفط الخام الثقيل، وهو ما يسمح بتصدير الطاقة الرخيصة من مصر إلى المملكة والاستفادة من نظام المحطات الغازية ذات الدورة المركبة بمصر، حيث تقدر تكلفة التوليد بمصر من ٦٠–٧٥ دولار/ م.و مقابل ١٠٠ دولار/م.و بالمملكة في المنطقة الغربية والشمالية الغربية منها.
- تبادل الطاقة بحجم ٣٠٠٠م.و هو الأمثل من الناحية الاقتصادية، حيث يمثل نحو ١٠% من القدرة المركبة بمصر، وحوالي ٥,٥٨% من القدرة المركبة بالمملكة.

---

(١) جريدة صوت الأمة الإلكترونية، توقيع اتفاقيات تمويل مشروع الربط الكهربائي بين مصر والمملكة، الموقع على الأنترنت: http://www.soutalomma.com/articles/155733 ، تم مراجعة الموقع في: ٢٠١٨/٣/٢٤م.

(٢) المصدر:

- Feasibility study of interconnecting the electrical networks of the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt, Economic Study – Phase Economic Study – Phase I, march 2008, Multiple Pages.
- Feasibility study of interconnecting the electrical networks of, the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt Economic Study – Phase II, march 2008, Multiple Pages.
-Technical and economical feasibility of the electrical interconnection between Saudi Arabia & Egypt, march 2008, Multiple Pages.

- بالانتهاء من الخط وتشغيله يمكن الحد من الحاجة لإنشاء القدرة المركبة في كلا البلدين بنحو ٣٥٠٠م.و، حيث حددت تكلفة إنشاء الميجا وات وفقاً للعقود المبرمة في مصر عام ٢٠١٣/١٢م نحو ٨٠٠ ألف دولار؛ أي أن الخط سوف يوفر استثمارات في قطاع التوليد تعادل ٢,٨ مليار دولار لكل من البلدين(١).

الخاتمة:

أ- مشكلات الربط وكيفية علاجها:

توجد عدة مشكلات تواجه الربط الكهربي بين المملكة العربية السعودية ومصر، وتتمثل أهمها في:

- مشكلات تتعلق بمد شبكة الربط: وجاءت نتيجة لاتباع أقرب مسار في مد الخط لذا فأن أغلب أطوال الخط تمتد بمناطق وعرة يزيد منسوب بعضها عن ١٢٠٠م فوق مستوى سطح البحر، وكذلك مد الخط في أغلبه بمناطق صخرية، وهو ما يرفع التكلفة. ويمكن التغلب على هذه المشكلة بأن يتماشى مد الخط مع جوانب الأودية وتفادي قمم المرتفعات. كما أن مشكلة مد الخط بمناطق صخرية وعرة تعوق الأعمال المدنية، فقد أسند العمل لشركة سويدية -كما تبين سابقا بالدراسة- متخصصة في ذلك، وكذلك أسند مد الكابلات البحرية بخليج العقبة ومجري قناة السويس لشركة متخصصة؛ وهو ما أدي للتغلب على هذه العقبة.
- مشكلات تتعلق بصيانة شبكة الربط، حيث وقوع مسار الخط بمنطقة جافة أغلب شهور العام، وهو ما يؤدي لحدوث ظاهرة الوميض الكهربي، وتزيد المشكلة بمسار الخط بمناطق وعرة وهو ما يصعب عملية الصيانة. وحل هذه المشكلة يكمن في اتباع نظام الصيانة والغسيل الجاف للخط باستخدام الطيران. وهو تقنية متبعة ببعض خطوط الجهد العالي بمصر.
- مشكلات تتعلق بأسعار الكهرباء: فتكلفة توليد ال ك.و.س تختلف بين البلدين وكذلك تختلف تعريفة بيع الكهرباء بين قطاعات الاستخدام. ويمكن حل هذه المشكلة باستخدام التعريفة الدولية لبيع وتبادل التيار بين الدول، والاستفادة من

(١) الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير الإحصائي السنوي لعام ٢٠١٣/١٢م، مرجع سابق، ص ١٢.

تجربة مصر مع الأردن، ومصر مع ليبيا، والاستفادة من تجربة الربط بين دول مجلس التعاون الخليجي.

- مشكلات فنية: تعد أهم هذه المشكلات هو اختلاف نظام نقل التيار بالبلدين حيث تبين أن المملكة تعتمد في نقل التيار على تردد ٥٠ و٦٠ هرتز في حين تعتمد مصر في نقل التيار على تردد ٥٠ هرتز. وتم التغلب على هذه المشكلة باقتراح إنشاء ثلاث محطات للربط وتبادل الكهرباء بين الشبكة الموحدة بالبلدين.
- مشكلات تتعلق بتمويل الخط من الجانب المصري، فعلى الرغم من تعدد الجهات المقترحة لتمويل الجانب المصري، إلا أن أكثرهم جدية البنك الدولي، الذي طلب حقوق في إدارة الخط تضمن استرجاع حقوقه المالية، إلا أن الجانب المصري رفض. وحل هذه المشكلة يكمن في توفير التمويل من الجانب السعودي، ووضع برنامج لاسترجاع حقوق المملكة من إيرادات تشغيل الخط. حيث تبين أنه تجري مفاوضات بين المسؤولين بالجانبين بهذا الخصوص [١].
- واخيراً مد الخط فردي ثنائي القطبين يشكل ميزة وعيب في نفس الوقت، فإنشاء الخط فردياً ويحمل قطبين بنفس القدرة لنقل الكهرباء قلل التكلفة لإنشاء خطين موازيين كلٍ منهما أحادي القطب. لكنه مثل مشكلة قد تؤدي لتوقف تشغيل الخط في حال تعرضه للخطر، مثل الأعمال التخريبية. وحل هذه المشكلة يكمن في البحث عن خطوط ربط أخرى يمكن رفع قدرتها في النقل للتوافق مع نظام تشغيل خط الربط بين مصر والسعودية، حتى يمكن الاعتماد عليه في نقل جزء من الطاقة خلاله أثناء فترات الطوارئ.

(١) من واقع المقابلات الشخصية مع المسؤولين بالشركة السعودية للكهرباء، خلال المدة من ١-٢٠١٥/٥/٢٩م.

ب- التوصيات:

بعد دراسة الربط الكهربي بين مصر والمملكة واستعراض أهم نتائجه، يمكن الأخذ بعدة توصيات لتفعيل الاستفادة من الربط بين البلدين:

- ضرورة الإسراع بالانتهاء من الأعمال الخاصة بإنشاء وتشغيل الخط.
- زيادة التكامل بين قطاعي الطاقة بالبلدين، من خلال الاستفادة من مميزات قطاع التوليد بمصر، وذلك بإنشاء محطات باستثمارات سعودية يتم نقل إنتاجها للمملكة عن طريق خطوط ربط أخرى يمكن إنشائها بعد الانتهاء من هذا الخط.
- ضرورة التنسيق بين الجانبين في حل مشكلات الخط خاصة فيما تعلق بتمويل الجانب المصري.
- ضرورة الاستفادة من خطوط الربط بالدول المجاوره لتقليل مشكلة فردية الخط، مثل خط الربط بين مصر والأردن جهد ٤٠٠ك.ف، من خلال رفع كفاءته وزياده جهد النقل من خلاله، حتى يصبح بديل لنقل الكهرباء بين مصر والسعودية في حال تعرض خط الربط بينهما لأي أخطار تؤدي لتوقفه عن التشغيل؛ وهو ما يعمل على تحقيق التكامل بين دول الوطن العربي في مجال الطاقة، ويقلل من التكلفة الازمة لجعل خط الربط بين مصر والسعودية مزدوجاً.

المراجع والمصادر

أولا: مراجع باللغة العربية:

- البيردره، انتشار الكهرباء في المدن المصرية، مجلة مصر الصناعية، القاهرة، العدد الثامن، يناير ١٩٣٩م
- خالد بن أحمد الأحمد، الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية " دراسة في الجغرافيا الاقتصادية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، كلية العلوم الاجتماعية، ١٩٩٢م.
- سعيد أحمد عبده، جغرافية نقل الطاقة في مصر، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٨٦م.
- سعيد أحمد عبده، جغرافية الطاقة الكهربائية بجنوبي المملكة العربية السعودية، مجلة معهد البحوث والدراسات العربية، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، المجلد السادس عشر، ١٩٨٨م، ص٦٨.
- سعيد أحمد عبده، تطور خريطة الطاقة الكهربائية في مصر (١٨٩٢-١٩٩٢م)، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٩، الجزء الأول، القاهرة، ٢٠٠٢م.
- عبد العزيز أحمد، الخطوط العريضة في كهربة مصر، المطابع الأميرية، القاهرة، ١٩٥٥م.
- عبد العزيز محمد السويلم، منطقة المدينة المنورة "دراسة في الجغرافيا الإقليمية"، رسالة ماجستير غير منشور، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، ١٩٨٨م.
- عز الدين إبراهيم، الطاقة الكهربائية في جمهورية العربية المتحدة، مجلة مصر الصناعية، العدد ٢، ١٩٦٥م.
- علي كامل الحمامصي، الطلب على الطاقة الكهربائية مع إشارة خاصة لمصر، رسالة دكتوراه، غير منشوره، كلية الحقوق، جامعة الإسكندرية، ١٩٧٣م.
- ماهر عزيز، مائة عام على الكهرباء في مصر، مجلة الكهرباء والطاقة، العدد الثامن، القاهرة، إبريل ١٩٩٣م.

- محمد أحمد الشناوي، إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة الإسماعلية "دراسة في الجغرافيا الاقتصادية"، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، رسالة دكتوراه غير منشورة، جمهورية مصر العربية. ٢٠١٣م.
- محمد أحمد مرعي، الجغرافيا بين النظرية والتطبيق، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، ٢٠١٤م.
- محمود سامي زنون، متي بدأ استخدام الكهرباء في مصر وكيف وأين كانت البداية؟، مجلة الكهرباء والطاقة، العدد السابع، القاهرة، سبتمبر ١٩٩٢م.
- محمد صبري محسوب، جغرافية الصحاري المصرية، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٨٩م.
- محمد محمود الديب، الطاقة في مصر – دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة المصرية، القاهرة, ١٩٩٣م.
- وفيق محمد جمال الدين، إنتاج الكهرباء واستهلاكها في محافظة القليوبية "دراسة في الجغرافيا الاقتصادية"، المجلة الجغرافية العربية، العدد التاسع والثلاثون، الجزء الأول القاهرة، ٢٠٠٢م.
- ياسر إبراهيم الجمال، الطاقة الكهربائية في محافظة دمياط–دراسة في الجغرافية الاقتصادية، دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنوفية، ٢٠٠٦م.

ثانياً: المصادر:

- الاتحاد العربي للكهرباء، النشرة الاحصائية ٢٠١٣م، العدد الثاني والعشرون.
- تفتيش عام التشغيل والمتابعة والاحصاء، الإدارة العامة بمركز المعلومات والوثائق، البيانات الفنية لخطوط الكهرباء جهد ٢٢٠, ٦٦, ٣٣ ك.ف، وزارة الكهرباء والطاقة المصرية، غير منشورة, ١٩٩٥م.
- الشركة السعودية للكهرباء، البيانات الكهربائية ٢٠٠٠–٢٠١٢م، بيانات غير منشورة، الرياض، ٢٠١٣م.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٣م، الرياض ٢٠١٣م.

- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٤م، الرياض ٢٠١٤م.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٥م، الرياض ٢٠١٥م.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٦م، الرياض ٢٠١٦م.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٧م، الرياض ٢٠١٧م.
- الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي ٢٠١٨م، الرياض ٢٠١٨م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠٠٣/٠٢م، القاهرة، ٢٠٠٣م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠٠٤/٠٣م، القاهرة، ٢٠٠٤م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠٠٥/٠٤م، القاهرة، ٢٠٠٥م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير الاحصائي السنوي لعام ٢٠٠٥/٢٠٠٦م، القاهرة، ٢٠٠٦م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠٠٧/٠٦م ، القاهرة، ٢٠٠٧م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠٠٨/٠٧م ، القاهرة، ٢٠٠٨م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠٠٩/٠٨م ، القاهرة، ٢٠٠٩م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٠/٠٩م ، القاهرة، ٢٠٠١٠م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١١/١٠م ، القاهرة، ٢٠١١م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٢/١١م ، القاهرة، ٢٠١٢م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٣/٢٠١٢م، القاهرة ٢٠١٣م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٤/٢٠١٣م، القاهرة ٢٠١٤م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٥/٢٠١٤م، القاهرة ٢٠١٥م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٦/٢٠١٥م، القاهرة ٢٠١٦م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٧/٢٠١٦م، القاهرة ٢٠١٧م.
- الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٨/٢٠١٧م، القاهرة ٢٠١٨م.
- الشركة المصرية لنقل الكهرباء، الإدارة المدنية، تكلفة الأعمال المدنية بخطوط الجهد العالي، بيانات غير منشورة، ٢٠١١/٢٠١٠م.
- المملكة العربية السعودية، وزارة الاقتصاد والتخطيط، مصلحة الإحصاءات العامة، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان والمساكن ١٤٣١هـ (٢٠١٠م).

- المملكة العربية السعودية، وزارة التخطيط (١٣٩٠هـ)، خطة التنمية الأولي (١٩٧٠-١٩٧٥م), الرياض.
- المملكة العربية السعودية، وزارة التخطيط (١٣٩٥هـ)، خطة التنمية الثانية (١٩٧٥-١٩٨٠م), الرياض.
- المملكة العربية السعودية، وزارة التخطيط (١٤١٠هـ)، منجزات خطط التنمية: حقائق وأرقام ١٣٩٠-١٤٠٩هـ، الرياض.
- المملكة العربية السعودية، وزارة الصناعة والكهرباء، وكالة الوزارة لشؤون الكهرباء، إدارة الدراسات والاحصاء، ١٤١٠هـ، بيانات غير منشورة.
- المملكة العربية السعودية، وزارة المالية والاقتصاد الوطني، مصلحة الاحصاءات العامة، الكتاب الاحصائي السنوي لعام ١٣٨٦هـ، عدد ٣، الرياض، (١٣٨٧هـ)، ١٩٦٧م
- الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية، المعدلات المناخية خلال المدة من ١٩٨٠-٢٠٠٠م، بيانات غير منشورة.
- هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، المملكة العربية السعودية "حقائق وأرقام"، الطبعة الأولى، ١٤٣٣هـ-٢٠١٢م
- وزير الكهرباء والطاقة المصري، قناة On T.V التليفزيونية، ٢٠١٤/٨/١م، الساعة السادسة والنصف مساءً.

ثالثا: مواقع على الأنترنت:

- إنتاج المملكة من النفط لعام ٢٠١٢م، جريدة اليوم ال عدد٣، يونيو, ٢٠١٣م. الموقع على الأنترنت:

http://www.alyaum.com/article/3084190
http://bit.ly/BT7HdE1

- جريدة صوت الأمة الإلكترونية، توقيع اتفاقيات تمويل مشروع الربط الكهربائي بين مصر والمملكة، الموقع على الأنترنت:

http://www.soutalomma.com/articles/155733 ، تم مراجعة الموقع في: ٢٠١٤/٣/٢٤م.

- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، الموقع على الأنترنت:

http://www.capmas.gov.eg/ –

– الشركة السعودية للكهرباء:

http://www.se.com.sa/SEC/Arabic/Menu/Corporate/EstablishAndHierarchy/

– مصلحة الاحصاءات العامة، الموقع على الأنترنت:

http://www.capmas.gov.eg/

–المعدلات المناخية لمصر، الموقع على الأنترنت:

http://www.climate-charts.com/world-index.html

– المملكة العربية السعودية، وزارة الاقتصاد والتخطيط مصلحة الإحصاءات العامة (٢٠١٤م)، الموقع بالأنترنت:

http://www.cdsi.gov.sa/ybhtm7-12/Tabels/Chapter49

– موقع الشركة القابضة لكهرباء مصر، الموقع على الأنترنت:

http://www.egelec.com/statistics/distribution/nocustomers.htm20%of20

– الهيئة المصرية العامة للمساحة، الموقع على الأنترنت: http://www.esa.gov.eg/

– وزارة المياه والكهرباء السعودية، الموقع بالأنترنت:

www.mow.gov.sa/Arabic/electricityResearches.aspx#1

– وزير الكهرباء المصري، تكلفة الربط الكهربائي بين مصر والسعودية، الموقع بالأنترنت:

http://yhoo.it/FndzNS1

– وليد أبوالخير، دراسة الربط الكهربي في مراحلها النهائية، مجلة الشرفة الألكترونية، الموقع على الإنترنت:

al-shorfa.com/ar/articls/meii/features/main/2012/06/23/feature-01

رابعاً-مصادر خرائطية:

– الخرائط الطبوغرافية لجمهورية مصر العربية، مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠، لوحات رقم: NH36-10، NH36-15 ، ١٩٥٦م.

– المملكة العربية السعودية، الإدارة العامة للمساحة العسكرية، الخريطة الطبوغرافية للمملكة مقياس١: ٢٠٠٠٠٠٠، الطبعة الأولي، ٢٠٠٥م.

خامساً: مراجع باللغة الإنجليزية:

- Grivet F., "The physics of transmission lines at high and very high free quinces, long man, New York, 1980, P. 70.
- Pansini, Anthony J. (2005). Guide to Electrical Power Distribution Systems (6th ed.), Lilburn: The Fairmont Press, pp. 1-4.
- Feasibility study of interconnecting the electrical networks of the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt, Economic Study – Phase Economic Study – Phase I, March 2008.
- Feasibility study of interconnecting the electrical networks of, the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt Economic Study – Phase II, March 2008.
- Feasibility Study of interconnecting the electrical networks of the Kingdom of Saudi Arabia and the Arab Republic of Egypt, Technical Study, March 2008.
- Mayerhoff, E. (2007). High Voltage Connection, Corona and its Effects, p.1. Last retrieved 4th September 2013 Available at: www.Highvoltageconnection.com
- Technical and economical feasibility of the electrical interconnection between Saudi Arabia & Egypt, March 2008.
- Technical and economical feasibility of the electrical Interconnection between Saudi Arabia & Egypt, March 2008.