البحوث والدراسات

الربط الكهربائي بين مجلس التعاون لدول الخليج العربية: دراسة في جغرافية الطاقة

د. أحمد موسى محمود خليل*

ملخص:

يعد مجلس التعاون لدول الخليج العربية من أهم المنظمات الإقليمية العربية، ويأتي الربط الكهربائي بين دوله في أولويات أهداف التنمية المستدامة لهذه الدول، وهو يهدف إلى ربط كل دول المجلس بشبكة كهربائية واحدة لتقوية العلاقات الاقتصادية والاجتماعية والإستراتيجية بينها. وتركز الدراسة على أهمية الربط الكهربائي بين دول مجلس التعاون الخليجي من منظور جغرافي، ومن خلال إلقاء الضوء على النقاط التالية: أهمية الربط الكهربائي، إنتاج الكهرباء واستهلاكها بدول المجلس والفاقد منها وتكلفتها، الشبكة الكهربائية بدول المجلس، طرق الربط الكهربائي بين دول المجلس، الفوائد الاقتصادية والفنية والتشغيلية من إتمام منظومة الشبكة الكهربائية الموحدة لدول مجلس التعاون الخليجي.

مقدمة:

يعد مجلس التعاون الخليجي أحد أبرز التجمعات الإقليمية العربية، وقد أُسس في مايو ١٩٨١م، وتم التوقيع على الاتفاقية الاقتصادية بين دوله في نوفمبر من العام نفسه، وأنشئت منطقة التجارة الحرة بين الدول الأعضاء في مارس عام ١٩٨٣م، وفي ديسمبر عام ٢٠٠١م تم الإعلان عن قيام الاتحاد الجمركي للدول الأعضاء في المجلس، وبدأ العمل بهذا الاتحاد في يناير عام ٢٠٠٣م، وأصبحت الدول الأعضاء في المجلس منطقة جمركية واحدة، وأقر

* مدرس الجغرافية الاقتصادية، كلية الآداب، جامعة المنيا، جمهورية مصر العربية، وحالياً معار لكلية التربية لإعداد المعلمات بالمدينة المنورة، المملكة العربية السعودية.

المجلس إستراتيجية التنمية المستدامة **Sustainable development** بعيدة المدى في المجالات الزراعية والصناعية والسكانية والبنية التحتية **Infrastructure**.

وفي منتصف الثمانينيات من القرن العشرين بدأت دول مجلس التعاون الخليجي في إعداد الدراسات لربط النظم الكهربائية بينها، وأُجريت عدة دراسات أولية لهذا الغرض أعدها معهد البحوث بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن بالتعاون مع معهد الكويت للأبحاث العلمية، وبناء على النتائج الأولية لهذه الدراسة تم تكليف مجموعة استشارية عالمية هي: هيدروكوبيك إنترناشونال **Hydro- Quebec International** لتحديث تلك الدراسات، والقيام بدراسة تفصيلية واختيار أفضل البدائل للربط، واقتراح الهيكل التنظيمي والإطار القانوني وأسلوب التمويل وحصص الدول المشتركة في المشروع.

وتم الاتفاق على أن تكون سعة الربط الكهربائي المقترح لكل بلد كافية لتمكين كل نظام من النظم الكهربائية من تحقيق الفوائد المتوقعة منه، وبدأت كل دولة من دول مجلس التعاون بإعداد بدائل للربط وتطوير خطط التوسع في الأنظمة الكهربائية، بما يتناسب مع تنفيذ شبكة الربط.

ويتألف مجلس التعاون لدول الخليج العربية من ست دول هي: المملكة العربية السعودية، دولة الإمارات العربية المتحدة، سلطنة عمان، دولة الكويت، دولة قطر، مملكة البحرين، وتبلغ مساحة هذه الدول مجتمعة نحو ٢,٣ مليون كم٢، كما بلغ مجموع سكانها بحسب تقديرات عام ٢٠٠٣م نحو ٣٢,٣ مليون نسمة، والمملكة العربية السعودية أوسعها مساحة وأكثرها سكاناً (٨٥,٨ من المساحة، ٦٨,١ من جملة عدد السكان)، ومملكة البحرين أضيقها مساحة وأقلها سكاناً (٠,٠٣ من المساحة، ٢,١ من السكان)، وتسعى جمهورية اليمن إلى الانضمام إلى المجلس ليشمل المجلس كل شبه الجزيرة العربية.

مصطلحات الدراسة:

لما كانت دراسة جغرافية الطاقة من الموضوعات الحديثة نسبياً، وتعتمد على فهم بعض العلوم مثل الفيزياء والهندسة وعلوم الطاقة واستقائها بعض

المصطلحات والمفاهيم المستخدمة في هذه العلوم، أوجب ذلك تعريف وتوضيح لبعض هذه المصطلحات، ومنه:

- **الطاقة Energy:** القدرة على بذل الشغل، أو المقدرة **Capacity** الكامنة في أي مادة على أداء عمل.
- **القدرة Power:** هي الشغل المبذول في وحدة الزمن (أي معدل أداء الشغل)، ويقدر هذا المعدل بوحدات قدرة حصان (الكيلو وات ساعة = ١,٣٤ حصان ساعة ميكانيكي).
- **الشغل Work:** هو القوة **Force** على تغيير حالة جسم ما من سكون إلى حركة أو العكس أو تغيير شكله، ويقاس مقدار الشغل بوحدات (قدم – رطل).
- **القدرة المركبة Installed Capacity لمحطات توليد الكهرباء:** هي كمية الكهرباء المركبة التي يمكن توليدها من مولد واحد تحت الظروف التشغيلية العادية (١٠٠٪). وتعني مجموع طاقة المولدات الكهربائية بالمحطة، وتعطي فكرة عن حجم المحطة. وتقاس القدرة المركبة بالكيلو وات أو الميجاوات، وهو يساوي ١٠٠٠ كيلو وات.
- **القدرة الاسمية:** وتسمى القدرة التصميمية للمحطة، ويقصد بها القدرة التي صممت المحطة لإنتاجها خلال ساعة من الزمن إذا عملت بكامل طاقتها، وتساوي القدرة المركبة للمحطة ناقصاً فاقد قدرة التوليد التصميمي، وهو نسبة مئوية لتقدير القدرة الكهربائية غير المولدة – تحسب عند تصميم المحطة – بسبب: (الصيانة الدورية – التوقفات غير المخططة – التوقفات الجبرية – فاقد الأعطال).
- **كمية الكهرباء المرسلة (المصدرة):** وحدة عمل أو طاقة تعادل كيلوواتاً واحداً في ساعة واحدة (كيلو وات ساعة أو ك. و. س) وتساوي **قدرة التوليد الفعلية للمحطة** ناقصاً **الاستهلاك الداخلي للكهرباء** بالمحطة في الأغراض التالية (تشغيل المحطة – استهلاك السكن – تشغيل محطات التناضح العكسي – تشغيل محطات الضخ).

- **كمية الكهرباء المستهلكة** : وتساوي كمية الكهرباء المرسلة ناقصاً الفاقد من الكهرباء في خطوط النقل والتوزيع.
- **محطات توليد الكهرباء** : يتم تحويل الطاقة الكامنة في الوقود (فحم – بترول – غاز طبيعي) أو مساقط المياه في محطات توليد الكهرباء **Generating Plant** إلى طاقة كهربائية **Electricity** (تيار كهربائي)، وتشتمل محطات التوليد على مولد تربيني **Turbine** أو أكثر يطلق عليه (وحدة)، وتعاير المولدات بقيمة ما تنتجه من كيلو وات ذات الاستمرار المضمون. وتعمل **المحطات الغازية** على سحب الهواء من الغلاف الجوي، ثم يضغط الهواء إلى غرف احتراق الوقود فترتفع درجة حرارة الهواء ويخرج الخليط (هواء + منتجات الحريق) من غرفة الاحتراق في صورة غاز مرتفع الحرارة والضغط إلى «التوربينة» ليديرها مولداً الكهرباء، ويخرج العادم بعد أن يفقد جزءاً كبيراً من حرارته وضغطه إلى الغلاف الجوي. أما **المحطات البخارية** فتعتمد على توليد البخار، وذلك بتسخين الماء في غلايات أو مراجل ضخمة بحرق الوقود (غاز طبيعي أو منتجات بترولية)، ويسخن بخار الماء إلى درجات حرارة كبيرة لتحميصه (التأكد من فصل الماء المشبع ببخار الماء) وزيادة ضغطه، ثم يدفع بخار الماء بعد ذلك إلى التوربينة فيديرها مولداً الكهرباء، ويخرج بخار الماء من التوربينة منخفض الحرارة والضغط، وقد يُعاد استخدامه مرة أخرى برفع درجة حرارته وضغطه، أو يبرد بالمياه لتكثيفه وإنتاج مياه محلاة. أما **محطات الدورة المركبة** فهي وحدات غازية وغلاية ووحدات بخارية حيث يمكن الإفادة من التوربينة الغازية في تشغيل الدائرة البخارية من دون استخدام وقود إضافي أو باستخدام معدلات أقل من الوقود لتوليد الطاقة المطلوبة، وبهذه الطريقة يمكن زيادة كفاءة التوليد بنسبة ١٠٪، مع رفع الجودة الحرارية للمحطات إلى ٤٠ ٪– ٤٥٪ من دون استخدام وقود إضافي. وتعمل **محطات الديزل** على حرق الديزل (السولار) وتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركة تدير توربينات لتوليد الكهرباء. أما **محطات تحلية المياه** فقد

أُنشئت أساساً لتحلية مياه البحر، وتستفيد من حرارة بخار الماء وضغطه بعد تسخينه وقبل تكثيفه لإدارة توربينات لتوليد الكهرباء.

- **الاحتياطي الدوار Spinning Reserve**: تمتلك محطات الكهرباء وحدات احتياطية جاهزة للتشغيل حتى تستمر في إرسال الطاقة في حالة تعطل إحدى الوحدات العاملة، وفي حالة وضع الوحدة الاحتياطية في وضع التشغيل (أي الدوران بكامل سرعتها)، غير أنها لا تولد كهرباء بل تستهلك وقوداً في تعويض الفقد في الاحتكاك، ويمكنها توليد الكهرباء فوراً فتسمى **بالاحتياطي الدوار**.

أما إذا تركت المراجل ساخنة جاهزة لتشغيل التربينة (دون أن تكون في وضع التشغيل) فتسمى التربينة والمرجل في هذه الحالة **بالاحتياطي الساخن Hot Reserve**. أما وحدة **الاحتياطي البارد Cold Reserve**، فيكون المرجل الخاص بها بارداً، ويستدعي تشغيله وقتاً يزيد على ساعة كاملة لوضع وحدة التوليد احتياطياً دواراً.

- **الحمل الأقصى Peak Load**: هو أقصى قدرة كهربائية مطلوبة خلال فترة زمنية محددة (يومي – شهري – سنوي) ويعبر عنه بالكيلووات أو الميجاوات.
- **معامل الحمل Load Factor**: هو نسبة عدد الكيلووات ساعة المرسلة فعلاً إلى عدد الكيلوات ساعة، التي كان من الممكن إرسالها لو استمر إرسال الطاقة الكهربائية بمعدل أقصى حمل في فترة زمنية محددة (يوم – شهر – سنة) ويساوي معدل الحمل مقسوماً على أقصى حمل مضروباً في ١٠٠.
- **الوحدة الحرارية البريطانية British Thermal Units**: وتختصر **Btu**، وتساوي الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة واحدة فهرنهيتية أو ٩/٥ درجة مئوية. ويحتوي طن الغاز الطبيعي على ٩٠ مليون وحدة حرارية بريطانية، ويحتوي طن البترول على ٤٥ مليون وحدة حرارية بريطانية، ويحتوي طن الفحم على ٢٧ مليون وحدة حرارية بريطانية.
- **الجهد Voltage**: هو مقياس الضغط الكهربائي في الأسلاك (أو القوة

الدافعة الكهربائية)، فإذا رفع الجهد في سلك بمقطع معين يزيد من سعة هذا السلك في إرسال الطاقة، ويستخدم الجهد العالي **High Voltage** لنقل الطاقة الكهربائية لمسافات طويلة وبفاقد أقل.

- **الكيلو فولت (ك. ف.) Kilovolt**: وحدة قياس الجهد الكهربائي، ويساوي ١٠٠٠ فولت.
- **الكيلو فولت أمبير (ك. ف. أ.) Kilovolt ampere**: وحدة قياس قدرة محطات المحولات، وتساوي حاصل ضرب جهد المحول في أقصى تيار مار به. والأمبير **Ampere** هو وحدة قياس التيار الكهربائي.
- **الكيلو وات (ك. و.) Kilowatt**: وحدة قياس القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء، والميجاوات تساوي ١٠٠٠ ك. و.
- **الكيلو وات ساعة (ك. و. س.)**: هو وحدة قياس كمية الطاقة الكهربائية المرسلة أو المستهلكة.
- **تكلفة نقل الطاقة Energy Transport Cost**: وتعني كمية الطاقة المرسلة مضروبة في وحدات المسافة.
- **الموثوقية Reliability**: الوجود المستمر دون انقطاع.
- **المرونة Flexibility**: التنوع في أغراض الاستهلاك، مما يعني الطلب المتزايد والمستمر.(١)

---

(١) **لمزيد من التفاصيل انظر :**

١ – أسعد عبد المجيد الأوس، (١٩٨٨م)، معجم مصطلحات الهندسة الكهربائية الشامل، الدار العربية للعلوم، بيروت، لبنان.

٢– إدوارد فينا رد، ترجمة محمد عبد الرحمن الحيدر، (بدون تاريخ)، إدارة أعمال الطاقة الكهربائية، مطابع جامعة الملك سعود.

٣– سعيد أحمد عبده، (١٩٩٩م)، جغرافية الطاقة: مفهومها ومجالها ومناهجها، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٤، الجزء الثاني.

٤– محمد محمود إبراهيم الديب، (١٩٩٣م)، الطاقة في مصر : دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة الإنجلو المصرية، القاهرة.

منهج الدراسة:

تعد جغرافية الطاقة أحد فروع الجغرافية الاقتصادية الحديثة نسبياً، إذ يقترب عمرها من نصف قرن من الزمان، وتركز جغرافية الطاقة الاهتمام على توضيح الخصائص المكانية **Spatial Characteristics** لإنتاج الطاقة ونقلها وتوزيعها واستهلاكها. كما أن محطات الطاقة الكهربائية صناعة تخضع لقوانين التوطن الصناعي من حيث اختيار الموقع والموضع، والكهرباء سلعة اقتصادية تخضع للقوانين الاقتصادية.

واعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي لتفسير الاختلافات المكانية في إنتاج الكهرباء وتوزيعها واستهلاكها بدول المجلس. إضافة إلى دراسة وتحليل لمسار خط الربط الكهربائي المقترح بين دول مجلس التعاون والعوامل الجغرافية المؤثرة على اتجاهاته والآثار البيئية له.

مشكلة الدراسة:

على الرغم من مرور أكثر من ربع قرن على تأسيس مجلس التعاون لدول الخليج العربية، ومنذ منتصف الثمانينيات من القرن المنصرم أجريت دراسات أولية لربط النظم الكهربائية لدوله، كما بدأت بعض دول المجلس تعاني ارتفاع أسعار الكهرباء نتيجة لارتفاع أسعار الطاقة بصورة عامة. جاء هذا البحث للإجابة عن بعض الأسئلة في هذا الإطار، ومنها:

١ – ما الصورة الحالية لإنتاج الكهرباء واستهلاكها، بدول المجلس، وما حجم التطور وكميته في إنتاج الكهرباء بدول المجلس؟

٢ – هل هناك فروق إقليمية في إنتاج الكهرباء واستهلاكها، يمكن الاستفادة منها في حال الربط؟

٣ – ما الوضع الراهن للنظم الكهربائية بدول المجلس؟ وهل الشبكة الكهربائية بدول المجلس مهيأة للربط؟ ما معوقاتها؟ وكيف يمكن التغلب عليها؟

٤ – كيف يمكن الاستفادة من اختلاف تكاليف الإنتاج، واختلاف أسعار

الكهرباء؟ وهل يمكن توفير الطاقة الكهربائية وتبادلها بين دول المجلس في حالات الطوارئ والذروة والأعطال؟

٥ – أين يسير خط الربط الكهربائي (المزمع إنشاؤه) بين دول المجلس؟ وكيف يسير؟ وما العوامل الجغرافية المؤثرة في اتجاهه، والآثار البيئية المترتبة عليه؟ وكيف يمكن الحد منها؟

٦ – ما حجم الفوائد الاقتصادية، والسياسية، والاجتماعية، والبيئية لدول المجلس بعد إكمال هذا الربط؟

أدبيات الدراسة:

لم يحظ موضوع الربط الكهربائي بين مجلس التعاون لدول الخليج العربية بدراسة جغرافية مباشرة، ولكن تعرضت بعض الدراسات لهذا الموضوع من خلال دراسة موضوعات متعلقة بجغرافية الطاقة، والتطبيق على بعض دول مجلس التعاون الخليجي.

وتعد الدراسة التي أعدها **سعيد عبده (١٩٨٧م)** أولى الدراسات الجغرافية التي تناولت موضوع الطاقة الكهربائية بدولة الإمارات العربية المتحدة (إحدى دول مجلس التعاون الخليجي)، وتعرضت هذه الدراسة لإنتاج الكهرباء واستهلاكها بدولة الإمارات خلال الفترة (١٩٧٢م– ١٩٨٣م). كما قدم أيضاً **سعيد عبده (١٩٨٣م)** دراسة بعنوان الطاقة الكهربائية في الوطن العربي: مع التطبيق على مصر، وتعرضت هذه الدراسة لإنتاج الكهرباء واستهلاكها بالوطن العربي، وانتهت بتصور للربط الكهربائي بين الدول العربية المختلفة. وتعرضت دراسة **سعيد عبده (٢٠٠١م)** لإنتاج الكهرباء واستهلاكها في سلطنة عمان خلال الفترة (١٩٧٠م – ١٩٩٨م)، وألقت الضوء على التوزيع الجغرافي لمحطات الكهرباء بالسلطنة والاختلافات المكانية لإنتاج الكهرباء واستهلاكها فيها. في حين عالج **الطرزي (٢٠٠١م)** الطاقة الكهربائية في سلطنة عمان من وجهة نظر كمية، وأشار في توصياته إلى ضرورة ربط الشبكة الكهربائية العامة بالسلطنة بعضها ببعض، وربطها مع شبكة الكهرباء في كل من دولتي الإمارات واليمن. كما تعرض

أحمد موسى (٢٠٠٧م) لدراسة الطاقة الكهربائية بدولة الإمارات العربية المتحدة : في الربع الأخير من القرن العشرين، وأشار إلى أهمية الربط الكهربائي وفوائده، وإلى ضرورة الإسراع بتهيئة الشبكة الكهربائية بدولة الإمارات بالمواصفات الحديثة لربطها بباقي دول مجلس التعاون الخليجي.

إضافة إلى ما تقدم أُجريت عدة دراسات أولية للربط الكهربائي بين دول مجلس التعاون الخليجي أعدها معهد البحوث بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن بالتعاون مع معهد الكويت للأبحاث العلمية، وبناء على النتائج الأولية لهذه الدراسات تم تكليف مجموعة استشارية عالمية هي: هيدروكوبيك إنترناشونال **Hydro- Quebec International** (١٩٩٩م) لتحديث تلك الدراسات، والقيام بدراسة تفصيلية واختيار أفضل البدائل للربط، واقتراح الهيكل التنظيمي والإطار القانوني وأسلوب التمويل وحصص الدول المشتركة في المشروع.

وتجدر الإشارة إلى التقرير المقدم من اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الأمم المتحدة ١٩٩٩م) عن طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، وأشار هذا التقرير إلى ضرورة إكمال الربط الكهربائي بين دول مجلس التعاون الخليجي لربطها بباقي دول المشرق العربي (دول الإسكوا)، والتركيز على بعض الأهداف الرئيسية مثل: ضرورة تحديث المعلومات الخاصة بالشبكات الكهربائية، وتقديم الوضع الراهن، ودراسة بعض تجارب الدول في مجال الربط الكهربائي، واستخلاص الدروس منها وإمكانية تطبيقها.

هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى توضيح أهمية الربط الكهربائي بين دول مجلس التعاون الخليجي من منظور جغرافي، ومن خلال دراسة النقاط التالية:

١ – أهمية الربط الكهربائي.

٢ – تطور إنتاج الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون الخليجي.

٣ – التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون.
٤ – نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها.
٥ – التوزيع الجغرافي والقطاعي لاستهلاك الكهرباء.
٦ – متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية.
٧ – تكلفة إنتاج الكهرباء والفاقد منها.
٨ – التوزيع الجغرافي للشبكة الكهربائية بدول المجلس.
٩ – طرق الربط الكهربائي المقترحة بين دول المجلس.
١٠– العوامل الجغرافية المؤثرة على مسار شبكة النقل الكهربائي بين دول المجلس.
١١– الآثار البيئية لخطوط نقل الكهرباء.
١٢– الفوائد الاقتصادية للربط الكهربائي بين دول المجلس.
١٣– أهم نتائج البحث وتوصياته.

١– أهمية الربط الكهربائي:

يهدف الربط الكهربائي إلى تنظيم تغذية الأحمال الكهربائية بسعر منخفض واعتمادية **Reliability** جيدة، وتزداد اعتمادية النظم الكهربائية بربط محطات التوليد الكهربائية معاً لتشكل نظام قدرة كهربائية واحداً لتغذية الأحمال، يُعَوّض منه أي عطل أو فقدان أية وحدة من وحدات التوليد بزيادة التغذية من الوحدات الأخرى.

ويحقق الربط الكهربائي أهدافاً متعددة في الظروف المختلفة للنظم الكهربائية المرتبطة، فيُمكنُ من توفير الطاقة الكهربائية وتبادلها في حالات الطوارئ، كما يتم تبادل الاحتياطي الدّوار بين النظم المختلفة، ويُمَكنُ أيضاً من تبادل الطاقة الكهربائية الرخيصة بين المناطق التي تنخفض فيها كلفة الإنتاج والمناطق التي ترتفع فيها الكلفة، ويوفر التبادل الاقتصادي للطاقة والقدرة الكهربائية على اختلاف أوقات الذروة – ذروة الحمل الكهربائي – لتجنب مشكلات الأعطال الناجمة عن الخروج المفاجئ لبعض وحدات التوليد الكهربائي.

وجدير بالذكر أنّ للربط الكهربائي فوائد اقتصادية وتقنية وبيئية وسياسية، وتتعدد الفوائد الاقتصادية له من تخفيف احتياطي القدرات، إلى

الإفادة من اختلاف منحنيات الأحمال، ويتمثل ذلك في تخفيض هامش الاحتياط، **Decrease in Reserve margin** وذلك بتخفيض القدرة الاحتياطية المركبة في كل نظام كهربائي بمفرده، نتيجة إلغاء الحاجة إلى بناء محطات توليد كهربائية جديدة أو زيادة قدرة محطات كهربائية قائمة؛ مما يؤدي إلى تخفيض الاستثمارات الرأسمالية اللازمة لتلبية الطلب دون التأثير على الوثوقية (الاعتمادية)، إضافة إلى تخفيض تكاليف التشغيل والصيانة.

كما يساعد الربط الكهربائي على:

١ – الإفادة من اقتصاديات (وفورات) الحجم: **(Economic of scale)** إذ إن وحدات التوليد الكهربائية كبيرة القدرة تعد أكثر كفاءة من الوحدات الأصغر مما يؤدي إلى وفورات كبيرة في نفقات التأسيس والتشغيل.

٢ – تخفيض الاحتياطي الدوار: **Decrease of spinning reserve** حيث يؤدي إنشاء الشبكة الموحدة إلى تقليل عدد الوحدات الاحتياطية وقدرتها في كل منطقة على حدة، وهي تبلغ في الأحوال العادية من ٢٠ – ٣٠ من تكلفة إنشاء محطة التوليد، بينما في حالة ربط محطات التوليد يكفي تخصيص آلة أو اثنتين في إحدى المحطات لمواجهة ما قد يطرأ من خلل في جميع المحطات المتصلة بالشبكة، وينتج عن ذلك وفورات في رأس المال المستثمر تراوح بين ٢٠ ٪ –٣٠٪، مما يؤدي إلى خفض تكلفة إنتاج الكهرباء.(٢)

٣ – الإفادة من اختلاف منحنى الأحمال اليومي والأسبوعي والفصلي: **Benefits from seasonal, weekly and daily load diversities**

يفيد الربط الكهربائي في تقليل ذروة الحمل الكهربائي؛ وذلك لتفاوت حدوث تلك الذروة؛ مما يقلل من الحمل الواقع على المحطات منفردة من خلال

(٢) محمد محمود إبراهيم الديب، (١٩٩٣م)، الطاقة في مصر: دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مرجع سابق، ص ص ٥٤٤ – ٥٤٧.

التشغيل المشترك لتغطية إجمالي أحمالها، الذي يؤدي إلى تخفيض التكاليف وتحسين مردود محطات توليد الكهرباء بتشغيلها التشغيل الاقتصادي الأمثل.

٤ – الاستفادة من اختلاف تكاليف الإنتاج: **Benefits from differences in Production costs**

٥ – الإفادة من مصادر التوليد ذات التكلفة المنخفضة: **Benefits from low - cost generation sources**

وكذلك يمكن الربط الكهربائي من التخطيط المشترك المتكامل بين الأقاليم أو الدول ذات النظام الكهربائي المرتبط.(٣)

أما الفوائد التقنية للربط الكهربائي، فإنها تجعل من النظم الكهربائية المنفردة، نظاماً كهربائياً واحداً أكثر استقراراً، وذا جهد أكثر توازناً؛ مما يؤدي إلى زيادة الاستقرار **Stability** للنظم المرتبطة، وتحسين تنظيم الجهد لكل نظام منفرد، وإمكانية إجراء برامج صيانة وقائية بشكل أفضل.

أما الفوائد البيئية للربط الكهربائي فتأتي من خلال خفض قدرة التوليد المركبة للمحطات؛ مما يؤدي إلى خفض حجم انبعاث الغازات الملوثة من نظم التوليد، والاختيار الأنسب لمواقع المحطات الكهربائية، والاستخدام الأفضل لمصادر الطاقة الأولية والمتجددة، ويسمح بالحد من الآثار البيئية لإنشاءات المحطة على المواقع المحيطة (الأرض – المياه) مع ضمان أقصى استمرارية لتوفير مصادر الطاقة الأولية.

وجدير بالذكر أن إمكانات ربط النظم الكهربائية معاً تتوقف على عدد من الخصائص والمعايير الفنية والاقتصادية التي يلزم توافرها في كل نظام منفرد لتحقيق الربط الكهربائي بين هذه النظم، وأهم تلك الخصائص والمعايير ما يلي :

١ – يجب أن يكون كل نظام من النظم الكهربائية المزمع ربطها قوياً وفق عدد من

(٣) الأمم المتحدة، (١٩٩٩م)، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، نيويورك، ص ٥.

محطات التوليد الكهربائية الموزعة في المواقع المختلفة للتمكن من إعداد الأحمال بالطاقة الكهربائية بشكل منسق ومنظم، ومن شبكة نقل كهربائية قوية ذات جهد عال أو فائق[٤] تصل بين محطات التوليد ومواقع الأحمال.

٢ – يجب أن يشتمل النظام الكهربائي على محطات تحويل (محولات) ذات جهد فائق أو عال وموزعة جغرافياً بشكل مناسب وفقاً لتوزع الأحمال الكهربائية، وتحتوي على نظم كهربائية حديثة.

٣ – يفضل أن يتم الربط الكهربائي بالقرب من محطات التوليد الرئيسية، ويجب نقل الطاقة الكهربائية في كلا الاتجاهين لتغطية الفاقد الناتج عن التوليد في كلا النظامين للمشاركة في الاحتياطي.

٤ – يجب أن تكون نظم الحماية الكهربائية المستخدمة في الشبكة الكهربائية نظماً جيدة وحديثة وذات مواصفات قياسية موحدة وملائمة لنظم الطاقة الكهربائية، وأن تكون المواصفات القياسية لمختلف التجهيزات الكهربائية في كل نظام كهربائي مواصفات قياسية موحدة وملائمة.

٥ – يجب أن تكون وثوقية (اعتمادية) النظام الكهربائي جيدة؛ بحيث لا يزيد معدل إمكان توقع غياب الحمل (انقطاع التيار) على ٦ ساعات / سنة وبمعدل نصف ساعة/شهر.

٦ – يجب أن يكون كل نظام كهربائي مزوداً بوسائل لتنسيق الحماية الكهربائية، وبمركز للمراقبة والتحكم، ومركز للاتصالات لسهولة نقل المعلومات وتلقيها والتحكم والمراقبة[٥].

---

(٤) الجهد الفائق ما زاد على ٣٠٠ ك. ف (٣٠٠ ك. ف، ٣٨٠ ك. ف، ٤٠٠ ك. ف، ٥٠٠ ك. ف) والجهد العالي ما زاد على ٣٣ ك. ف (٦٦ ك. ف، ١١٠ ك. ف، ١١٥ ك. ف، ١٣٢ ك. ف، ٢٢٠ ك. ف).

(٥) الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، المرجع السابق، ص ص ٤ – ٨.

وتجدر الإشارة أن للربط الكهربائي بدائل مختلفة تتوقف على الهدف الأساسي من الربط، وعلى خصائص النظم الكهربائية التي يتم ربطها، ومن أهم هذه الطرق:

١ – **الربط الكهربائي المفتوح**: ويستخدم عندما تكون قدرات الربط منخفضة، إذ يعاني عندها الربط الكهربائي مشكلات عدم الاستقرار، لذا يُترك هذا الربط مفصولاً ولا يتم الوصل إلا في حالات الطوارئ لتزويد المناطق التي يحصل فيها عطل بالطاقة الكهربائية.

٢ – **الربط الكهربائي المتزامن:** ويستخدم للنظم الكهربائية التي تعمل جميعها على تردد كهربائي واحد، وتستخدم أنظمة التحكم نفسها في التردد، ويتم ربط هذه النظم بجهود كهربائية عالية أو فائقة، تحدد قيمتها بحسب ما تقتضي الشروط الفنية والاقتصادية لهذا الربط الكهربائي.

٣ – **الربط الكهربائي غير المتزامن:** ويستخدم للنظم الكهربائية التي لها ترددات مختلفة، أو عندما تقتضي الضرورة التحكم في جريان الطاقة الكهربائية من نظام كهربائي إلى آخر، أو عندما تكون هناك رغبة في المحافظة على استقلالية التردد في الشبكات الكهربائية المرتبطة المختلفة. ويتم اللجوء في هذا النوع من الربط الكهربائي إلى استخدام وصلات للتردد العالي بتيار مستمر (HVDC links) متضمنة على التوازي محطات تقويم وتمويج. **Back - to - back inverter/ converter stations** لتحويل التيار الكهربائي المتناوب ٦٠ هرتزاً إلى تيار مستمر ثم إلى تيار متناوب بتردد ٥٠ هرتزاً.

٢ – تطور إنتاج الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون الخليجي:

شهد العقد الأخير من القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين طفرة كبيرة في إنتاج الكهرباء بدول مجلس التعاون الخليجي؛ حيث بلغ إجمالي الطاقة

الكهربائية المنتجة بدول المجلس عام ٢٠٠٤م نحو ٢٩٢,٨ مليون ميجاوات /ساعة، في حين كان عام ١٩٩٢م نحو ١٠٣,٧ مليون ميجاوات / ساعة، وبزيادة قدرها ١٨٩,١ مليون ميجاوات /ساعة في اثني عشر عاماً؛ أي بنسبة زيادة وصلت إلى ٦٥,٠٪، ومتوسط سنوي قدره ١٥,٨ مليون ميجاوات / ساعة كل عام.

جدول رقم (١)

تطور إنتاج الكهرباء بدول مجلس التعاون الخليجي ١٩٩٢/ ٢٠٠٤م

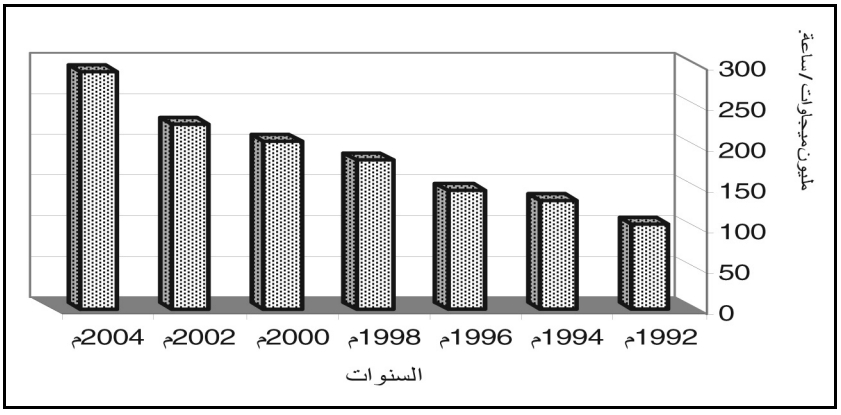
مليون ميجاوات / ساعة

السنة	١٩٩٢م	١٩٩٤م	١٩٩٦م	١٩٩٨م	٢٠٠٠م	٢٠٠٢م	٢٠٠٤م
الإنتاج	١٠٣,٧	١٣٢,٦	١٤٥,٨	١٨٣,٨	٢٠٦,٥	٢٢٧,٩	٢٩٢,٨

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على:

١- مجلس التعاون لدول الخليج العربية، الأمانة العامة، (٢٠٠٥م)، مركز المعلومات، قسم الإحصاء، النشرة الاقتصادية، أعداد مختلفة.

٢- الاتحاد العربي لمنتجي الكهرباء وناقليها وموزعيها، النشرة الإحصائية، العدد ١٤.



المصدر : من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الجدول رقم (١)

شكل رقم (١) – تطور إنتاج الكهرباء بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية ١٩٩٢ – ٢٠٠٤م

جدول رقم (٢)
تطور إنتاج الطاقة الكهربائية واستهلاكها بدول مجلس التعاون الخليجي بين عامي ١٩٩٤ – ٢٠٠٤م

الدولة	القدرة المركبة (ميجاوات)			حجم الاستهلاك (ميجاوات/ساعة)			متوسط استهلاك الفرد (ألف ك.و.س)		
	١٩٩٤	٢٠٠٤	نسبة النمو٪	١٩٩٤	٢٠٠٤	نسبة النمو٪	١٩٩٤	٢٠٠٤	نسبة النمو٪
السعودية	١٨٧٨٠	٣٠٦٢٥	٦٣,١	٨٩٦٢٠	١٤٥٤٦٩	٦٢,٣	٤,٧	٥,٨	٢٣,٤
الإمارات	٧٤٣٢	١٥٢٢٨	١٠٤,٩	١٩٩٦٣	٥٠٨٥٩	١٥٤,٩	٨,٣	١١,٤	٣٧,٣
الكويت	٦٨٩٨	٩٧٠٩	٤٠,٧	٢١٧٣٠	٣٥٦٣٢	٦٤,٠	١٢,٢	١٣,٢	٨,٢
البحرين	١٢٦٥	٣٠٢٧	١٣٩,٣	٤٧٤١	٧٥٢١	٥٨,٦	٧,٨	١٠,٣	٣٢,١
قطر	١٩٠٤	٢٨٢٩	٤٤,٨	٦١٤٤	١١٠٠١	٧٩,١	٩,٦	١٤,٩	٥٥,٢
عمان	١٧٧١	٢٧٨٨	٦٢,٩	٥٣٠٢	٧٩٨٢	٥٠,٥	٢,٤	٤,٥	٨٧,٥
الجملة	٣٨٠٤٠	٦٤٠٢٦	٦٨,٨	١٤٧٥٠٠	٢٥٨٤٦٤	٧٥,٢	٧,٠	٧,٣	١,٢

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على:
١ – الاتحاد العربي لمنتجي الكهرباء وناقليها وموزعيها، النشرة الإحصائية، العدد ١٤، ٢٠٠٥م.
٢ – اللجنة الإقليمية لنظم الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية (سيجرى)، النشرة الإحصائية لعام ١٩٩٥/٢٠٠٥م.

يتضح من الجدول رقم (٢) ما يلي:

زاد إنتاج الكهرباء واستهلاكها بدول مجلس التعاون الخليجي بين عامي ١٩٩٤ و٢٠٠٤م؛ حيث زادت القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء من ٣٨,٠٤ ألف ميجاوات عام ١٩٩٤م إلى ٦٤,٢ ألف ميجاوات عام ٢٠٠٤م، وبزيادة قدرها ٢٦,٢ ألف ميجاوات ونسبة زيادة ٦٨,٨٪[٦] عن سنة الأساس، كما زاد حجم

(٦) حُسِبَتْ نسبة الزيادة بين عامي ١٩٤٤ و ٢٠٠٤م على النحو التالي:

$$\frac{\text{قيمة الظاهرة في السنة الأخيرة – قيمة الظاهرة في سنة الأساس}}{\text{قيمة الظاهرة في سنة الأساس}} \times ١٠٠$$

الاستهلاك من ١٤٧,٥ ألف ميجاوات ساعة عام ١٩٩٤م إلى ٢٥٨,٥ ألف ميجاوات ساعة عام ٢٠٠٤م، وبزيادة قدرها ١١١,٠ ألف ميجاوات ساعة وبنسبة زيادة وصلت إلى نحو ٧٥,٢٪ من سنة الأساس. في حين ارتفع متوسط نصيب الفرد من ٧,٢ ألف ك. و. س إلى ٧,٣ ألف ك. و. س خلال الفترة نفسها.

وتميزت تلك الفترة بتطوير النظم الكهربائية بدول المجلس، وتضاعف الطلب على الكهرباء نتيجة لتزايد عدد السكان من جهة وارتفاع مستوى المعيشة من جهة أخرى، واتباع دول المجلس سياسة الانفتاح الاقتصادي، وتزايد عدد المشروعات الصناعية والاهتمام بتطوير البنية التحتية والعمل على إيجاد قاعدة صناعية متنوعة وعدم الاعتماد على مصدر الدخل التقليدي(البترول) لدول مجلس التعاون، خاصة أنه مورد غير متجدد، وترتفع أسعاره باستمرار.

وتفاوتت نسبة الزيادة في إنتاج الكهرباء واستهلاكها بين دول المجلس خلال الفترة من ١٩٩٤ – ٢٠٠٤م، بسبب الاختلاف في حجم السكان، وتباين مستوى المعيشة، ومعدل التنمية، فقد ارتفعت القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء إلى أكثر من الضعف في كل من البحرين (١٣٩,٣٪)، الإمارات (١٠٤,٩٪)، وأكثر من ثلاثة الأخماس في كل من السعودية (٦٣,١٪)، وعمان (٦٢,٩٪)، وما يزيد على الخمسين في قطر (٤٤,٨٪)، الكويت (٤٠,٧٪). أما حجم الاستهلاك من الكهرباء فقد سجل زيادة كبيرة في الإمارات بلغت نحو ١٥٤,٨٪ عن سنة الأساس، ونحو ٧٩,١٪ في قطر، ٦٤,٠٪ في الكويت، ٦٢,٣٪ في السعودية، ٥٨,٦٪، ٥٠,٥٪ لكل من البحرين وعمان على الترتيب.

ويوضح الجدول رقم (٣) توقعات الطلب على الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية حتى عام ٢٠١٥م.

جدول رقم (٣)
توقعات الطلب على الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون الخليجي عامي ٢٠١٠ – ٢٠١٥م.

ألف ميجاوات /ساعة

الدولة	٢٠٠٤م (١)	٢٠١٠م	٢٠١٥م	المتوقع الطلب عليه بين عامي	
				٢٠٠٤-٢٠١٥م	نسبة الزيادة ٪
السعودية	١٥٩,٩	٢٠٧,٠	٢٤٥,٦	٨٥,٧	٥٣,٦
الإمارات	٥٨,٥	١٠٤,٥	١٥٣,٥	٩٥,٠	١٦٢,٤
الكويت	٤١,٣	٦٨,٩	٩٦,٣	٥٥,٠	١٣٣,٥
عمان	١١,٥	١٨,٣	٢٦,٣	١٤,٨	١٢٨,٧
قطر	١٣,٢	١٧,٩	٢٠,٩	٧,٧	٥٨,٣
البحرين	٨,٤	١٢,١	١٦,٨	٨,٤	١٠٠,٠
الجملة	**٢٩٢,٨**	**٤٢٨,٧**	**٥٤١,٤**	**٢٤٨,٦**	**٨٥,٠**

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على:

١ – العمود (١) مستمد من الجدول رقم (٢).

٢ – العمودان (٣،٢) : اللجنة الإقليمية لنظم الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية (سيجرى)، النشرة الإحصائية، ٢٠٠٥م.

يتضح من الجدول السابق: أنه بحلول عام ٢٠١٥م يُتوقع أن يرتفع الطلب على الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون الخليجي إلى نحو ٥٤١,٤ ألف ميجاوات /ساعة، وبزيادة تقترب من الربع مليون ميجاوات ساعة (٢٤٨,٦ ألف ميجاوات ساعة) تشكل ما يزيد على أربعة أخماس (٨٥,٠٪) الطاقة الكهربائية المنتجة عام ٢٠٠٤م، ويتوقع ارتفاع الطلب على الكهرباء بكل دول المجلس بحلول عام ٢٠٠١٥م بنسب مختلفة تزيد على الضعف في كل من الإمارات، الكويت، عمان، البحرين، وأكثر من النصف في قطر والسعودية، عن سنة الأساس ٢٠٠٤م.

ويرى الباحث ضرورة البحث عن مصادر بديلة لإنتاج الطاقة الكهربائية – مصادر متجددة – كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، خاصة أن دول مجلس

التعاون لديها إمكانات وفيرة من الإشعاع الشمسي طوال العام، ويمر بها مدار السرطان، وتتعامد أشعة الشمس على أجزاء كبيرة منها في فصل الصيف، وشتاؤها مشمس، وتتوافر بها الإمكانات المادية والعلمية، وإنه من الممكن عملياً توفير كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية باستخدام الإشعاع الشمسي أو تسخين المياه مباشرة باستخدام الصفائح المسطحة أو المرايا العاكسة، ويمكن مساعدة السكان على استخدام الطاقة الشمسية في المجال التقني والمالي في تركيب الأجهزة العاملة على هذه الطاقة. كما يمكن استخدام الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء في الأماكن النائية التي لم تصلها الشبكة الكهربائية بدلاً من استخدام مولدات الديزل، وفي المزارع البعيدة. وتجدر الإشارة إلى أنه في المملكة العربية السعودية أجريت عدة أبحاث لإنتاج الطاقة الكهربائية من أشعة الشمس، وتوجد قرية خارج مدينة الرياض يتم تزويدها بالطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة الشمسية.(٧) كما يعد ساحل الخليج العربي من المناطق المناسبة لتوطن مزارع الرياح لإنتاج الطاقة الكهربائية، خاصة بالقرب من المدن الكبرى في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية، وبالقرب من المدن في باقي دول المجلس، لذا لابد من إعداد الدراسات الهندسية والجغرافية والاقتصادية لإقامة هذه المزارع.

وسيؤدي استخدام الطاقة البديلة ـ الطاقة المتجددة ـ لإنتاج الكهرباء إلى التقليل من استخدام الغاز الطبيعي والبترول ومشتقاته، خاصة بعد ارتفاع سعر الأخير، حيث قارب سعر البرميل منه مائة دولار وقابلة للزيادة، دع عنك انخفاض احتياطيه في بعض دول المجلس (مملكة البحرين). ويتساءل الباحث:

(٧) أحمد موسى محمود خليل، (٢٠٠٧م)، الطاقة الكهربائية في دولة الإمارات العربية المتحدة في الربع الأخير من القرن العشرين: دراسة في الجغرافية الاقتصادية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ١٢٤، جامعة الكويت، ص٢٥٧.

هل يمكن أن تدخل دول مجلس التعاون عصر إنتاج الطاقة الكهربائية النووية، خاصة بعد أن أوشكت دول الجوار على مراحلها الأخيرة (إيران)، وهاهي مصر تعلن صراحة[٨] دخولها عصر الطاقة النووية السلمية، ناهيك عن دول قريبة (إسرائيل، باكستان، الهند). ويرى الباحث أنه يمكن التخطيط ولو في المدى البعيد لإنتاج طاقة نووية سلمية بدول المجلس، وجميعها على علاقة جيدة بالمجتمع الدولي وحسنة السير والسلوك، ولديها علاقات تجارية وسياسية متميزة مع الدول المصدرة لتكنولوجيا الطاقة النووية، وتمتلك من المقومات المادية والجغرافية والسياسية ما يؤهلها لذلك، والأمر متروك لأولي الأمر ومتخذي القرار.

٣ – التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون:

يقوم بتوليد الكهرباء في دول مجلس التعاون الخليجي خمسة أنواع من محطات توليد الكهرباء هي: الغازية، البخارية، الدورة المركبة، الديزل، الكهرباء المنتجة من محطات تحلية المياه. إضافة إلى بعض المحطات الصغيرة التي تعتمد على الطاقة المتجددة (مثل الطاقة الشمسية)، وتستخدم على نطاق شخصي ولا ترتبط بالشبكة الكهربائية، ولا توجد محطات توليد كهرباء مائية لظروف مناخية، ولا محطات كهرباء نووية لأسباب تقنية وسياسية.

بلغت القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء بدول مجلس التعاون الخليجي عام ٢٠٠٤م نحو ٦٢٣٠٧ ميجاوات، تشكل المحطات الغازية ٤٦,٤٪، والمحطات البخارية ٤٠,٣٪، ومحطات الدورة المركبة ٦,٤٪، والقدرات المركبة لمحطات تحلية المياه ٤,٥٪، وأخيراً محطات الديزل ٢,٥٪. جدول رقم (٤) شكل رقم (٢).

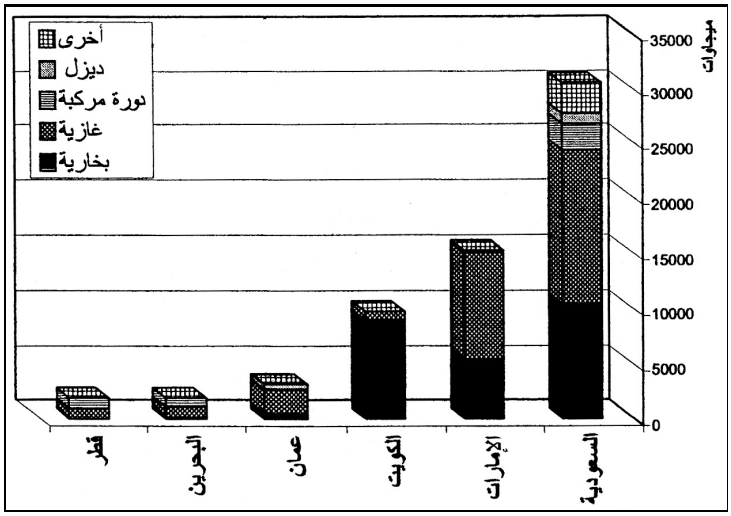
(٨) أعلنت الحكومة المصرية على لسان رئيس الدولة في شهر أكتوبر ٢٠٠٧م عن بدء برنامج نووي سلمي.

جدول رقم (٤)
القدرة المركبة لمحطات توليد الطاقة الكهربائية
بدول مجلس التعاون الخليجي ٢٠٠٤م.

ميجاوات

الدولة	بخارية		غازية		دورة مركبة		ديزل		أخرى		الجملة	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
السعودية	١٠٢٩٣	٤١,١	١٤٠١٣	٤٨,٥	٢٤٤٥	٦١,٢	٩٦٠	٦١,٨	٢٨١٥	١٠٠	٣٠٥٢٦	٤٩,٠
الإمارات	٥٣٤٠	٢١,٣	٩٧٨٣	٣٣,٩	–	–	١٠٥	٦,٨	–	–	١٥٢٢٨	٢٤,٤
الكويت	٨٩٧٠	٣٥,٨	٧٣٩	٢,٦	–	–	–	–	–	–	٩٧٠٩	١٥,٦
عمان	٣٦٠	١,٤	٢٣٤٨	٨,١	–	–	٤٥٨	٢٩,٥	–	–	٣١٦٦	٥,١
البحرين	١٠٠	٠,٤	١٠٢٩	٣,٦	٦٩٠	١٧,٣	٣٠	١,٩	–	–	١٨٤٩	٣,٠
قطر	–	–	٩٦٧	٣,٣	٨٦٢	٢١,٥	–	–	–	–	١٨٢٩	٢,٩
الجملة	٢٥٠٦٣	١٠٠	٢٨٨٧٩	١٠٠	٣٩٩٧	١٠٠	١٥٥٣	١٠٠	٢١٨٥	١٠٠	٦٢٣٠٧	١٠٠

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على الاتحاد العربي لمنتجي الكهرباء وناقليها وموزعيها، النشرة الإحصائية، العدد ١٤، ٢٠٠٥م.



شكل رقم (٢) – الطاقة الكهربائية المركبة بدول مجلس التعاون الخليجي بحسب نوع الإنتاج ٢٠٠٤م

تستحوذ السعودية على نصف القدرة المركبة لمحطات التوليد (٥٠,٠٪)، منها ٤٥,٩٪ محطات غازية، ٣٣,٧٪ محطات بخارية، ٩,٢٪ محطات ديزل، ٨,٠٪ محطات الدورة المركبة، ٣,١٪ قدرة محطات تحلية المياه. تأتي في المرتبة الثانية دولة الإمارات وتضم نحو ربع القدرة المركبة لمحطات الكهرباء بدول المجلس ٢٤,٤٪، منها ٦٤,٢٪ محطات غازية، ٣٥,١٪ محطات بخارية، ٠,٧٪ محطات ديزل، وتحتكر السعودية والإمارات نحو ثلاثة أرباع القدرة التوليدية لمحطات الكهرباء بدول المجلس (٧٤,٤٪)، تأتي بعد ذلك دولة الكويت وتضم ١٥,٦٪ من القدرة المركبة لمحطات التوليد، منها ٩٢,٤٪ محطات بخارية، ٧,٦٪ محطات غازية، وتخلو من محطات الدورة المركبة ومحطات الديزل. أما سلطنة عمان فتضم ٥,١٪ من إجمالي القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء بدول المجلس، منها ٧٤,٢٪ محطات غازية، ١٤,٥٪ محطات ديزل، ١١,٣٪ محطات بخارية. وتضم البحرين ٣,٠٪ من القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء بدول المجلس، منها ٥٥,٧٪ محطات غازية، ٣٧,٣٪ محطات الدورة المركبة، ٥,٤٪ محطات بخارية، ١,٦٪ محطات ديزل. وأخيراً تأتي دولة قطر، وتشكل القدرة المركبة لمحطات الكهرباء فيها ٢,٩٪ من القدرة المركبة لدول المجلس، ويقتصر إنتاج الكهرباء فيها على نوعين من المحطات، الغازية ٥٢,٩٪، ومحطات الدورة المركبة ٤٧,٩٪.

أنتجت محطات توليد الكهرباء بدول مجلس التعاون الخليجي ٢٩٢,٨ مليون ميجاوات /ساعة، تشكل أكثر من نصف إنتاج الوطن العربي ٥٥,٦٪، ويتفاوت إنتاج الكهرباء بين دول مجلس التعاون تبعاً لتباين عدد السكان وأهمية النشاط الاقتصادي والتركيبة الصناعية بكل دولة؛ فهناك عدة متغيرات تؤثر في توزيع إنتاج الكهرباء واستهلاكها بين الدول المختلفة، وكذلك بين أقاليم الدولة المتباينة. جدول رقم (٥)، شكل رقم (٣).

استأثرت السعودية بمفردها بما يزيد على نصف إنتاج دول مجلس التعاون ٥٤,٦٪، وما يقرب من ثلث إنتاج الوطن العربي ٣٠,٤٪، وهي أكبر دول المجلس سكاناً، وأوسعها مساحة، وبها قاعدة صناعية لا بأس بها في الدمام والجبيل بالمنطقة الشرقية، وفي الرياض بالمنطقة الوسطى، وفي جدة وينبع بالمنطقة الغربية، إضافة إلى المناطق المقدسة في مكة المكرمة والمدينة المنورة،

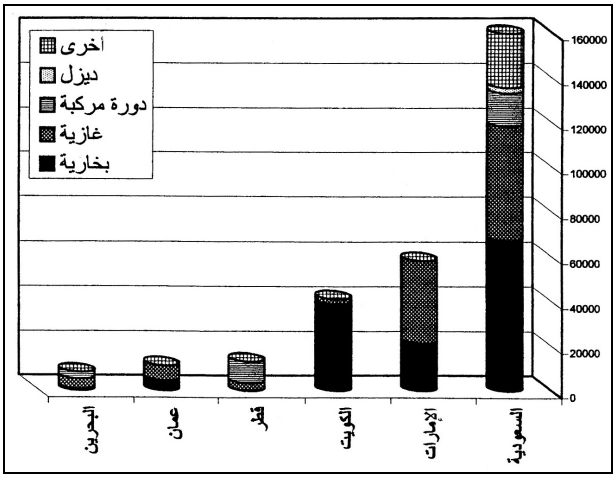
وما يرتبط بها من خدمات سياحية ضخمة متمثلة في أعداد كبيرة من الفنادق والشقق الفندقية والأعمال السياحية الأخرى.

جدول رقم (٥)
الطاقة الكهربائية المنتجة بدول مجلس التعاون الخليجي ٢٠٠٤م

ألف كيلووات / ساعة

الدولة	بخارية		غازية		دورة مركبة		ديزل		أخرى		الجملة	
	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪	الكمية	٪
السعودية	٦٧٣٣٥	٥٠,٥	٥١٢٦٨	٤٨,٨	١٤٨٧٢	٥٣,٦	٢٣٩٧	٨٨,٤٤	٢٤٠٦٣	١٠٠	١٥٩٨٧٥	٥٤,٦
الإمارات	٢١٥٠٠	١٦,١	٣٦٩٥٠	٣٥,٢	–	–	٣١	١,١٤	–	–	٥٨٤٨١	٢٠,٠
الكويت	٣٩٠٠٠	٢٩,٣	٢٢٥٦	٢,١	–	–	–	–	–	–	٤١٢٥٦	١٤,١
عمان	٤٧٢٤	٣,٥	٦٤٧٩	٦,٢	–	–	٢٨٢	١٠,٤٠	–	–	١١٤٨٥	٣,٩
البحرين	٧٤٦	٠,٦	٤٦٤٩	٤,٤	٣٠٥٣	١١,١	٠,٥	٠,٠٢	–	–	٨٤٤٨	٢,٩
قطر	–		٣٤٣٣	٣,٣	٩٧٩٩	٣٥,٣	–	–	–	–	١٣٢٣٢	٤,٥
الجملة	١٣٣١٩٥	١٠٠	١٠٥٠٥٣	١٠٠	٢٧٧٢٤	١٠٠	٢٧١٠,٥	١٠٠	٢٤٠٦٣	١٠٠	٢٩٢٧٧٧	١٠٠

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتمادًا على الاتحاد العربي لمنتجي الكهرباء وناقليها وموزعيها، النشرة الإحصائية، العدد ١٤، ٢٠٠٥م.



شكل رقم (٣) – الطاقة الكهربائية المنتجة بدول مجلس التعاون الخليجي بحسب نوع الإنتاج ٢٠٠٤م

وتأتي دولة الإمارات العربية المتحدة في المرتبة الثانية، وتنتج خمس الطاقة الكهربائية بدول المجلس (٢٠,٠٪، ويرجع ذلك إلى الأهمية التجارية والسياحية لدولة الإمارات في منطقة الخليج العربي ووجود عدة مناطق صناعية بها في جبل علي بدبي، وأبوظبي، الشارقة، علاوة على المستوى المعيشي المرتفع لدولة الإمارات، وبإضافة الإمارات إلى السعودية يصل نصيبهما معاً إلى ما يقرب من ثلاثة أرباع إنتاج الكهرباء بدول المجلس (٧٤,٦٪. وتحتل دولة الكويت المرتبة الثالثة وتنتج ١٤,١٪ من الطاقة الكهربائية. تأتي بعد ذلك كل من دولة قطر وسلطنة عمان وتنتج الأولى ٤,٥٪ والثانية ٣,٩٪. وأخيراً مملكة البحرين وتنتج ٢,٩٪ من إنتاج الكهرباء بدول مجلس التعاون الخليجي.

ويتركز إنتاج الكهرباء بدول مجلس التعاون في المحطات (الغازية، البخارية)، وتشكل معا ٨١,٩ ٪، من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة بدول المجلس – محطات غازية ٤٥,٥٪، وبخارية ٣٥,٩٪، أما محطات الديزل فلا تشكل سوى ٠,٩٪ فقط من إنتاج الكهرباء، وتمثل المحطات الدورة المركبة ٩,٥٪، أما الكهرباء المنتجة من محطات تحلية المياه فتشكل ٨,٢٪، وتتركز جميعها في المملكة العربية السعودية.

٤ – نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها:

يتم نقل الطاقة الكهربائية من محطات توليد الكهرباء إلى مناطق الاستهلاك بثلاث طرق هي: **الخطوط الهوائية Overhead Lines**. وتستخدم لنقل الكهرباء في المناطق غير المأهولة والمناطق الصحراوية، **الكابلات الأرضية Underground Cables**. وتستخدم لنقل الكهرباء في المناطق المأهولة والكثيفة سكانياً كالمدن والمناطق الحضرية، **الكابلات البحرية: Submarine Cables** وتستخدم لنقل الكهرباء عبر المسطحات المائية.(٩)

(٩) Vennard,E.M.(1979), Management of electrical energy bussiness, Mc Grow-hill, New York. p. 31.

ويتوطن بجوار محطات توليد الكهرباء محطات تحويل لرفع جهد التوليد **Step-up Substations** حتى يمكن نقل الكهرباء وإرسالها لمسافات بعيدة دون حدوث فقد كبير في الكهرباء المرسلة، حيث يقل الفاقد كلما زاد الجهد؛ فهناك علاقة عكسية بين الجهد والفاقد. وبالقرب من مناطق الاستهلاك تتوطن محطات أخرى لخفض الجهد الكهربائي **Step-down Substation** إلى جهود أقل تتناسب والغرض من الاستهلاك.

وتجدر الإشارة إلى أنه حتى وقت قريب لم يكن في استطاعة محطات الكهرباء وشبكات التوزيع أن ترسل الكهرباء لمسافة تزيد على ٣٠ كيلومتراً[١٠]، لعدم توافر التقنية الحديثة في شبكات النقل ومحطات التحويل. ومع التطور التقني في صناعة إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها يمكن نقل الكهرباء وإرسالها لمسافة تزيد على ١٠٠٠ كيلومتر، وفي المستقبل ربما تزيد المسافة على أضعاف هذا الرقم، خاصة أن الكهرباء عصب الحضارة الحديثة وشريان حياتها.

وتنتشر في مناطق الاستهلاك محولات لخفض الجهد الكهربائي المتوسط جهد ١١ كيلو فولت إلى جهد ٣٨٠ / ٢٢٠ / ١١٠ فولت (أكشاك التوزيع)، ويرتبط توزيع هذه المحولات بكثافة السكن والسكان والنشاط الاقتصادي، فلا يكاد يخلو حي من أحياء أي مدينة، أو قرية من القرى من وجود كشك توزيع (محول كهرباء) أو أكثر، فهي بمنزلة منفذ لتوزيع الكهرباء، أو بمعنى آخر (محل توزيع الكهرباء وبيعها بالتجزئة).

وقد بلغ إجمالي أطوال شبكات نقل الكهرباء وتوزيعها (الجهد العالي والفائق) بدول المجلس عام ٢٠٠٤م نحو ٣٥٧٢١ كم، منها ٦٧,٥٪ خطوط جهد ١٥٠/ ٦٠ ك. ف.، ١٨,٠٪ جهد ٢٣٠/ ٢٢٠ ك. ف.، ١٤,٥٪ جهد ٥٠٠/ ٤٠٠

(١٠) Estall, R.C. and Buchanan, R.O.(1968), Industrial activity and Economic-Geography, Huchinson Univesity, London, p 55.

ك. ف. وتوجد الأخيرة جميعها بالمملكة العربية السعودية. وتتوزع شبكة نقل الكهرباء بدول المجلس تبعا لمساحة كل دولة وقدرة محطات الكهرباء بها، وكثافة شبكة التوزيع وأحمالها.

جدول رقم (٦)
شبكة نقل الكهرباء وتوزيعها بدول مجلس التعاون الخليجي (الجهد العالي والفائق) ٢٠٠٤م.

(كيلو متر)

الدولة	جهد ١٥٠/٦٠ ك.ف.	جهد ٢٣٠/ ٢٢٠ ك.ف.	جهد ٥٠٠/٤٠٠ ك.ف.	الجملة	٪
السعودية	١٥٨١٥	٢٧٢٨	٥١٦٩	**٢٣٧١٢**	٦٦,٤
الكويت	٤٠١٤	٨٠٤	–	**٤٨٦٨**	١٣,٦
الإمارات	٢٢٨٦	٢١٠٨	–	**٤٣٩٤**	١٢,٣
قطر	١٤٩٥	٤٤٤	–	**١٩٣٩**	٥,٤
البحرين	٥١٧	١٥١	–	**٦٦٨**	١,٩
عمان(*)	–	١٤٠	–	**١٤٠**	٠,٤
جملة	**٢٤١٢٧**	**٦٤٢٥**	**٥١٦٩**	**٣٥٧٢١**	**١٠٠**

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على، الاتحاد العربي لمنتجي الكهرباء وناقليها وموزعيها، النشرة الإحصائية، مصدر سابق.

من الجدول رقم (٦) يتضح تركز شبكات نقل توزيع الكهرباء بالمملكة العربية السعودية، فيبلغ أطوال شبكات نقل وتوزيع الكهرباء بها ٢٣٧٢١ كم، تشكل ٦٦,٤٪ من إجمالي أطوال شبكات نقل وتوزيع الكهرباء وتوزيعها بدول المجلس، منها ٦٦,٧٪ جهد ١٥٠– ٦٠ ك. ف.، ٢١,٨٪ جهد ٥٠٠ – ٤٠٠ ك. ف.، ١١,٥٪ جهد ٢٣٠– ٢٢٠ ك. ف، ولا غرابة في ذلك؛ فالسعودية أكبر دول المجلس مساحة وسكاناً ومراكز حضرية.

(*) لا تتوافر بيانات تفصيلية دقيقة عن شبكة نقل الكهرباء وتوزيعها بسلطنة عمان.

تأتي في المرتبة الثانية دولة الكويت وتشكل شبكة نقل الكهرباء بها ١٣,٦٪ من إجمالي أطوال شبكات نقل الكهرباء بدول المجلس، ويرجع ذلك إلى كون دولة الكويت أكثر دول المجلس تطوراً حضرياً؛ فتعد دولة الكويت City State (المدينة الدولة)، وتتصل جميعها بشبكة كهرباء موحدة، وتتوزع هذه الشبكة على النحو التالي: ٨٢,٥٪ جهد ١٥٠– ٦٠ ك. ف.، ١٧,٥٪ جهد ٢٣٠– ٢٢٠ ك. ف.، ثم دولة الإمارات ١٢,٣٪، منها ٥٢,٠٪ خطوط جهد ١٥٠–٦٠ ك. ف، ٤٨,٠٪ خطوط جهد ٢٣٠–٢٢٠ ك. ف.، ثم قطر ٥,٤٪، فالبحرين ١,٩٪، وأخيرا عمان ٠,٥٪ وجميعها من خطوط الجهد العالي ٢٣٠ – ٢٢٠ ك. ف.

٥ – التوزيع الجغرافي والقطاعي لاستهلاك الكهرباء:

لكل قطاع مستهلك للكهرباء خصائصه التي تميزه عن غيره من القطاعات الأخرى، ولكل قطاع مسلكه المتغير في الطلب **Variation of demand**، وتسمى تلك بمنحنيات الحمولة **Load Curve**، فقطاع الصناعة أو منحنى الحمولة الصناعية يختلف من مصنع إلى آخر باختلاف نظام تشغيل المصنع (وردية واحدة – ورديتان – ثلاث ورديات)، وكذلك باختلاف الصناعات نفسها. أما منحنيات الحمولة للمناطق السكنية فتأخذ أشكالاً متباينة في أثناء الليل والنهار، وأيضاً في أثناء النهار تختلف صباحاً عنه ظهراً عن بعد الظهر لاختلاف الطلب على استخدام الأجهزة الكهربائية خلال ساعات النهار. وتختلف الحمولات الكهربائية خلال أيام الأسبوع (أيام العمل – العطلات). كما يتأثر الطلب على الكهرباء بالظروف المناخية (درجة الحرارة – الرطوبة – سطوع الشمس). وتجدر الإشارة إلى أن النوع الوحيد الذي لا توجد له ذروة من الحمل الكهربائي هو إنارة الشوارع، حيث تضاء مصابيح الشوارع مرة واحدة وتطفأ مرة واحدة، ويتزامن ذلك مع غياب الشمس وشروقها.

وقد بلغ إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة في دول مجلس التعاون

الخليجي عام ٢٠٠٤م ٢٥٨,٥ مليون ميجاوات / ساعة، ويختلف استهلاك الكهرباء من قطاع إلى آخر من قطاعات النشاط الاقتصادي وفقاً لطبيعة كل قطاع وخصائصه، كما يختلف من دولة إلى أخرى لتفاوت عدد السكان ولأهمية النشاط الاقتصادي وللتركيبة الصناعية لكل دولة، فهناك عدة متغيرات تؤثر في توزيع استهلاك الكهرباء بين الدول المختلفة، وكذلك داخل الدولة الواحدة.

جدول رقم (٧)

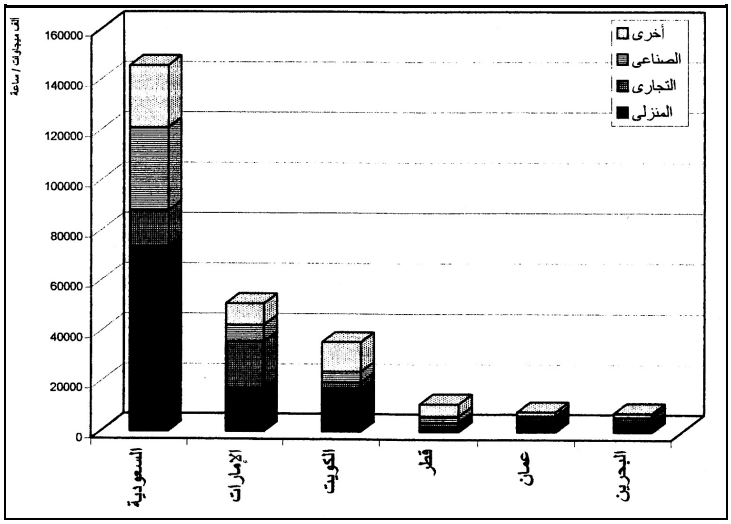
الطاقة الكهربائية المستهلكة بدول مجلس التعاون الخليجي ٢٠٠٤م

ألف كيلووات / ساعة

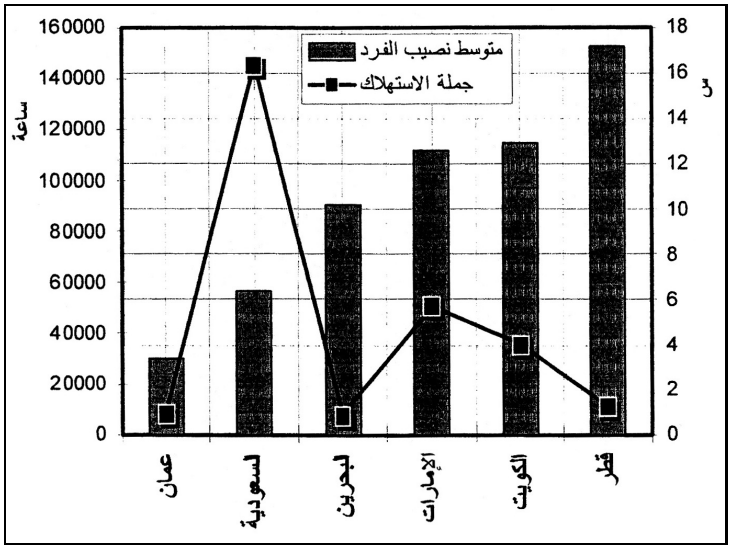
الدولة	المنزلي		الصناعي		التجاري		أخرى		جملة	
	كمية	٪	كمية	٪	كمية	٪	كمية	٪	كمية	٪
السعودية	٧٣٣٦٥	٦١,٩	٣٣٠٥٩	٦٨,٧	١٤٣٠١	٣٥,٥	٢٤٧٤٤	٤٨,١	١٤٥٤٦٩	٥٦,٣
الإمارات	١٧٤٦١	١٤,٧	٦٤٤٩	١٣,٤	١٨٤٧٦	٤٥,٩	٨٤٧٣	١٦,٥	٥٠٨٥٩	١٩,٧
الكويت	١٧١٠٣	١٤,٤	٤١٧٦	٨,٩	٢٤٩٤	٦,٢	١١٧٥٨	٢٢,٨	٣٥٦٣٢	١٣,٨
قطر	٢١٢٣	١,٨	٢٤٢٠	٥,٠	١٦٥٢	٤,١	٤٨٠٦	٩,٣	١١٠٠١	٤,٢
عمان	٤٥٩٩	٣,٩	٤٤١	٠,٩	١٢٩٣	٣,٢	١٦٤٩	٣,٢	٧٩٨٢	٣,١
البحرين	٣٩٣٥	٣,٣	١٤٩٣	٣,١	٢٠٥٧	٥,١	٣٧	٠,١	٧٥٢١	٢,٩
الجملة	١١٨٥٨٦	١٠٠	٤٨١٣٨	١٠٠	٤٠٢٧٣	١٠٠	٥١٤٦٧	١٠٠	٢٥٨٤٦٤	١٠٠

المصدر: من إعداد الباحث، اعتماداً على: الاتحاد العربي لمنتجي الكهرباء وناقليها وموزعيها، النشرة الإحصائية، مصدر سابق.

يتضح من الجدول رقم (٧) والشكل رقم (٤)، أن الاستهلاك المنزلي يستأثر بما يقرب من نصف الكهرباء المستهلكة بدول مجلس التعاون الخليجي (٤٥,٩٪)، ويرجع السبب في ذلك إلى المناخ الحار بها، ولا غنى عن أجهزة التبريد طوال فصل الصيف بالإضافة إلى المستوى الاقتصادي المرتفع، وكذلك فهي دول غير زراعية.



شكل رقم (٤) – الطاقة الكهربائية المستهلكة بدول مجلس التعاون الخليجي
بحسب نوع الاستهلاك ٢٠٠٤م



شكل رقم (٥) – متوسط نصيب الفرد من الكهرباء المستهلكة
بدول مجلس التعاون الخليجي ٢٠٠٤م

وتجدر الإشارة إلى أن أجهزة التكييف تستحوذ على ٦٠٪ – على الأقل – من الطاقة الكهربائية المنتجة في فصل الصيف في معظم دول المجلس، لذلك يجب ترشيد الاستهلاك للكهرباء باستخدام العوازل الحرارية في المباني، وحث وسائل الإعلام على نشر الوعي الاستهلاكي بين المواطنين باتخاذ التدابير اللازمة التي من شأنها الحد من إهدار الطاقة الكهربائية، (إغلاق أجهزة التكييف للغرف غير المستعملة، وفي أثناء وجود الأسرة خارج المنزل، استعمال أجهزة جيدة وصيانتها الدورية، إغلاق جميع الفتحات بالمنزل واستخدام عوازل ذات مواصفات جيدة في المباني الجديدة).

يأتي القطاع الصناعي في المرتبة الثانية من حيث استهلاك الكهرباء بدول مجلس التعاون الخليجي، حيث استهلك ٤٨١٣٨ مليون كيلووات ساعة. تشكل ما يقرب من خمس الكهرباء المستهلكة (١٨,٦٪)، ويختلف نصيب كل دولة من هذه النسبة؛ فتستحوذ السعودية على ٦٨,٧٪ من الكهرباء المستهلكة في الصناعة بدول المجلس، وتأتي في المؤخرة سلطنة عمان، وتستهلك ٠,٩٪ فقط، أما القطاع التجاري فقد استهلك ١٥,٦٪ من جملة الكهرباء المستهلكة بدول المجلس، وبلغ نصيب دولة الإمارات ٤٥,٩٪ من الكهرباء المستخدمة في القطاع التجاري، وهو ما يشير إلى أهمية هذا القطاع بدولة الإمارات، وبلغ نصيب السعودية ٣٥,٥٪، وتحتكر الاثنتان معاً ما يزيد على أربعة أخماس (٨١,٤٪) الكهرباء المستخدمة بالقطاع التجاري بدول المجلس، أما القطاعات الأخرى وتشمل القطاعات الحكومية والزراعية والفندقية والسياحية وإنارة الشوارع فقد حظيت بنحو خمس الكهرباء المستهلكة ١٩,٩٪، كان للسعودية النصيب الأكبر ٤٨,١٪ يليها دولة الإمارات العربية المتحدة ١٩,٧٪، ثم الكويت ١٣,٨٪ وتقترب حصص كل من قطر وعمان والبحرين من استهلاك الكهرباء في القطاعات كافة.

٦ – متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية:

يعد معدل نصيب الفرد من استهلاك الطاقة الكهربائية أحد المعايير المهمة

لقياس تقدم الدول المختلفة[١١]. وبلغ عدد سكان دول مجلس التعاون الخليجي في عام ٢٠٠٤م نحو ٣٣,٢ مليون نسمة، استهلكوا ٢٥٨,٥ مليون ميجاوات/ ساعة، وبلغ معدل نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء ٧,٩ آلاف ك. و. س سنوياً، وهو بذلك يزيد على ضعف متوسط نصيب الفرد في الوطن العربي، الذي يبلغ ٣,٣ آلاف ك. و. س.

جدول رقم (٨)

متوسط نصيب الفرد من الكهرباء في دول مجلس التعاون الخليجي عام ٢٠٠٤م

مليون ميجاوات/ ساعة

الدولة	عدد السكان «ألف نسمة»	استهلاك الكهرباء	متوسط استهلاك الفرد ألف ك. و. س
قطر	٧٢٤	١٠,٨	١٤,٩
الكويت	٢٤٨٤	٣٣,١	١٣,٢
الإمارات	٤٠٤١	٤٥,٧	١١,٤
البحرين	٦٨٩	٧,٢	١٠,٣
السعودية	٢٢٠٢٨	١٢٨,٤	٥,٨
عمان	٢٣٤١	١٠,٣	٤,٥
المجموع	**٣٢٣٠٧**	**٢٣٥,٥**	**٧,٣**

المصدر: الجدول من إعداد الباحث، اعتماداً على الجدول السابق.

من الجدول رقم (٨) والشكل رقم (٥) يتضح أن هناك تفاوتاً كبيراً بين متوسط نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء بدول مجلس التعاون الخليجي، نتيجة للتباين في عدد السكان، ودرجة التصنيع، والمستوى المعيشي؛ ففي قطر والكويت والإمارات والبحرين يرتفع متوسط استهلاك الفرد بها عن المتوسط العام لدول المجلس. في حين يقل في كل من السعودية وعمان.

(١١) سعيد عبده، (٢٠٠١م)، إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في سلطنة عمان (١٩٧٠م – ١٩٩٨م): دراسة في جغرافية الطاقة، المجلة الجغرافية العربية، العدد الثامن والثلاثون، القاهرة، ص ٧٣.

ويظهر التفاوت كبيراً بين كل من قطر وعمان؛ فالأولى يستهلك الفرد فيها نحو ١٧,١ ألف ك. و. س، وهو يزيد على ضعف المتوسط العام لدول المجلس، في حين يقل متوسط استهلاك الفرد في سلطنة عمان إلى ٣,٤ آلاف ك. و. س وهو يقل عن نصف المتوسط العام لدول مجلس التعاون الخليجي. أما السعودية فعلى الرغم من ارتفاع كمية الكهرباء المستهلكة فيها بصورة عامة فإن متوسط نصيب الفرد فيها يقل عن المتوسط العام في دول مجلس التعاون – عدا عمان – ومرد ذلك إلى زيادة عدد السكان بالسعودية، وانخفاض مستوى المعيشة نسبياً مقارنة بقطر أو الإمارات أو الكويت.

٧ – تكلفة إنتاج الكهرباء والفاقد منها:

بلغ حجم الكهرباء المنتجة بدول مجلس التعاون الخليجي عام ٢٠٠٤م نحو ٢٩٢,٨ مليون ميجاوات /ساعة، في حين كانت حجم الكهرباء المستهلكة ٢٥٨,٥ مليون ميجاوات /ساعة، والفرق بينهما ٣٠,٨ مليون ميجاوات /ساعة هو حجم الكهرباء المفقودة في عمليات النقل والتوزيع، وتشكل حجم الكهرباء المفقودة ١٠,٥٪ من إجمالي كمية الكهرباء المرسلة. ويتباين الفاقد من الكهرباء بين دولة وأخرى من دول المجلس، فيبلغ أعلاه في سلطنة عمان، حيث يبلغ ٣٠,٥٪ من إجمالي الكهرباء المرسلة بالشبكة الكهربائية بالسلطنة، تأتي بعد ذلك دولة قطر، وبلغت نسبة الفاقد من الكهرباء بشبكتها ١٦,٩٪، وهذه نسب مرتفعة، فيجب ألا تزيد نسبة الفقد عن ١٥٪ من الكهرباء المرسلة في الشبكة، ولو زادت فإنها تصبح مشكلة اقتصادية مؤثرة في عملية نقل الكهرباء وتوزيعها.[١٢] تأتي بعد ذلك الكويت، وبلغت نسبة الفقد الكهربائي في شبكتها

(١٢) محمد محمود إبراهيم الديب، (١٩٩٣م)، الطاقة في مصر: دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مرجع سابق، ص، ٥٤١.

١٣,٦٪ من الكهرباء المرسلة، فالإمارات ١٣,٢٪، ثم البحرين ١٠,٩٪، وأخيراً السعودية ٩,٠٪.

وترجع زيادة الفقد في الكهرباء إلى عوامل متنوعة، منها: طول شبكات النقل والتوزيع وتقادمها وتهالكها، وعدم تخطيطها بطريقة مناسبة، ارتفاع المقاومة في أسلاك الشبكة، انخفاض الجهود المستخدمة في عمليات النقل والتوزيع، إضافة إلى العوامل الطبيعية (كالمناخ) وما يترتب عليها من ترسيب على العازلات يعوق سريان الكهرباء ويزيد من فقد الكهرباء. لذلك يجب العمل على خفض نسبة الفقد إلى أدنى درجة بالدول التي تزيد فيها النسبة، وذلك بإعادة تجديد شبكات النقل وتطويرها، ورفع الجهود المستخدمة فيها، والصيانة الدورية لها، وبناء محطات للتقوية بوصفها جزءاً أساسياً في شبكات النقل والتوزيع لتقليل الفقد في الكهرباء المرسلة.

١/٧ – الوقود المستخدم:

بلغت كمية الوقود المستخدم في إنتاج الكهرباء بدول مجلس التعاون الخليجي عام ٢٠٠٤م (٨٧٤٣٦ ألف طن مكافئ نفط)، وتستخدم أنواع مختلفة من الوقود في إنتاج الكهرباء بدول المجلس، يكون الغاز الطبيعي ٦١,٢٪، منها، في حين يمثل البترول والمنتجات البترولية ٣٨,٨٪ (١٤,٦٪ وقود خفيف، ٢٤,٢٪ وقود ثقيل). جدول رقم (٩).

وتختلف كمية الوقود المستخدم من دولة إلى أخرى، كما تتباين نوعيته في الدولة الواحدة، وتتصدر السعودية دول المجلس في كمية الوقود المستخدم لإنتاج الكهرباء ٤٤,٨٪ من جملة الوقود المستخدم، منها ٥٠,٨٪ غاز طبيعي، ٢٧,٣٪ وقود ثقيل، ٢١,٩٪ وقود خفيف. يليها دولة الإمارات وتستخدم ٢٨,٨٪ من كمية الوقود المستخدم لإنتاج الكهرباء بدول المجلس، يشكل الغاز الطبيعي نحو أربعة أخماسها (٧٩,٠٪)، ١٦,٤٪ وقود خفيف، ٤,٦٪ وقود ثقيل.

جدول رقم (٩)
الوقود المستخدم في إنتاج الكهرباء
بدول مجلس التعاون الخليجي ٢٠٠٤م

ألف طن مكافئ نفط

الدولة	غاز طبيعي		وقود خفيف		وقود ثقيل		جملة	
	كمية	٪	كمية	٪	كمية	٪	كمية	٪
السعودية	١٩٩١٢	٣٦,٩	٨٥٩٤	٨٦,٤	١٠٦٩٢	٥٠,٦	٣٩١٦٨	٤٤,٨
الإمارات	١٩٨٦٢	٣٦,٨	٤١٢٣	٣٢,٣	١١٥٥	٥,٥	٢٥١٤٠	٢٨,٨
الكويت	٢١٩١	٤,١	٣٥	٠,٣	٩٢٨٥	٤٣,٩	١١٥١١	١٣,٢
عمان	٤٦٩٥	٨,٧	–	–	–	–	٤٦٩٥	٥,٤
قطر	٤٣٢٥	٨,٦	–	–	–	–	٤٣٢٥	٤,٩
البحرين	٢٥٦٨	٤,٦	–	–	–	–	٢٥٦٨	٢,٩
جملة	٥٣٥٥٣	١٠٠	١٢٧٥١	١٠٠	٢١١٣٢	١٠٠	٨٧٤٣٦	١٠٠
الوطن العربي	٨٥٩٨٢	–	٢٢٤٤٩	–	٣٤٢٥٩	–	١٤٢٦٩٠	–

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على: الاتحاد العربي لمنتجي الكهرباء وناقليها وموزعيها، مصدر سابق.

أما دولة الكويت فتستخدم ١٣,٢٪، يشكل الوقود الثقيل أكثر من أربعة أخماسها (٨٠,٧٪، والغاز الطبيعي ١٩,٠٪، ٠,٣٪ للوقود الخفيف. تأتي بعد ذلك كل من سلطنة عمان وقطر ومملكة البحرين، وتستخدم ٥,٤٪، ٤,٩٪، ٢,٩٪ على الترتيب، وتعتمد هذه الدول بصورة كاملة على الغاز الطبيعي في إنتاج الكهرباء.

وتجدر الإشارة هنا إلى القيمة الحرارية لأنواع الوقود المختلفة وأهميتها واقتصادياتها في إنتاج الكهرباء، فطن الفحم يحتوي على ٢٧ مليون وحدة حرارية بريطانية Btu، وطن البترول يحتوي على ٤٥ مليون وحدة حرارية بريطانية Btu، طن الغاز الطبيعي يحتوي على ٩٠ مليون وحدة حرارية بريطانية Btu، لذلك إن تساوت تكلفة الطن بالنسبة لأنواع الوقود فإن الغاز الطبيعي يكون أفضلها وأرخصها فعلياً؛ لأن الغاز الطبيعي فيه وحدات حرارية

ضعف ما في طن البترول، وقدر ما في طن الفحم ٣,٣ مرات.[١٣] لذلك يجب إحلال الغاز الطبيعي محل البترول في إنتاج الكهرباء بدول المجلس؛ لأن ذلك سيوفر كميات كبيرة من البترول يمكن تصديرها خاصة أن سعر البترول أعلى والإقبال عليه أكبر، كما تتعدد مشتقاته بعد تكريره، وستهدر بحرقها لإنتاج الكهرباء.

بلغ معدل توليد كيلو وات ساعة من الكهرباء بدول مجلس التعاون ٢٩٨ جراماً ك. و. س. [١] جدول رقم (١٠) مع الإشارة إلى أن المعدل العالمي ٢٠٨/ ٢٣٣ جرامات /ك. و. س. ويعني ذلك أن معدل استخدام الوقود يرتفع عن نظيره العالمي بكثير في محطات توليد الكهرباء بدول المجلس، ويزيد على ضعفه في محطات توليد الكهرباء بدولة الإمارات ٤٣٠ جرامات / ك. و. س، ويرتفع أيضاً المعدل كثيراً في عمان ٤٠٨ جرامات /ك. و. س، ويظهر الفرق شاسعاً في محطات التوليد بكل من قطر ٣٢٧ جرام /ك. و. س، البحرين ٣٠٤ جرامات ك. و. س.

جدول رقم (١٠)

معدل الوقود المستخدم في إنتاج الكهرباء بدول مجلس التعاون ٢٠٠٤م.

الدولة	جرام/ك.و.س	الدولة	جرام /ك.و.س
السعودية	٢٤٥	قطر	٣٢٧
الكويت	٢٧٩	عمان	٤٠٨
البحرين	٣٠٤	الإمارات	٤٣٠
		المتوسط	٢٩٨

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على جدول رقم (٥)، جدول رقم (٩)

وتبدي الكويت والسعودية انخفاضاً ملحوظاً في معدل استخدام الوقود عن المتوسط العام لدول المجلس ٢٧٩ جرام /ك. و. س للأولى، ٢٤٥ جراماً /ك. و. س للثانية، وإن كانت مازالت أعلى من المتوسط العالمي. الأمر الذي يوضح أن هناك

(١٣) محمد محمود إبراهيم الديب، (١٩٩٣م)، الطاقة في مصر: دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مرجع سابق، ص ٣٧٨.

إسرافاً في استخدام الوقود في توليد الكهرباء بدول مجلس التعاون، مما يعد إهداراً في عملية تحويل الوقود – أعني الطاقة غير المتجددة: الغاز والبترول – إلى كهرباء، وتدنياً في الجودة الحرارية للمحطات الكهربائية.

ويتوقف معدل استهلاك الوقود لإنتاج الكهرباء على عدة عوامل، منها: الكفاءة التحويلية للمعدات المستخدمة في توليد الكهرباء، والتقنية المتبعة، وعلى قدرات وحدات التوليد وحجمها ودرجة تقادمها، إضافة إلى نوعية الوقود المستخدم. لذلك يجب دراسة أسباب ارتفاع معدل الوقود المستخدم لتوليد ك. و. س في محطات توليد الكهرباء بدول مجلس التعاون والبحث عن أسباب ارتفاعها ورفع كفاءة التحويل بالمحطات الكهربائية لتوفير كميات الوقود التي تهدر في أثناء عمليات إنتاج (توليد) الكهرباء.

٢/٧ – تكلفة إنتاج (ك. و. س) من الكهرباء:

يعد الوقود المستخدم مقداراً ونوعاً وسعراً هو العامل الرئيسي الذي يؤثر على تكلفة إنتاج الكهرباء بدول المجلس، ولما كان الغاز الطبيعي والبترول هو الوقود الرئيسي المستخدم في توليد الكهرباء، فإن أسعارها وتوافرها هي ضوابط التكلفة، إضافة إلى عوامل أخرى لا تقل أهمية، كمستوى الدخل، والسياسة الحكومية، وعوامل رأس المال.

وبلغ متوسط تكلفة إنتاج (ك. و. س) من الكهرباء بدول مجلس التعاون ٣,١ سنت أمريكي (ما يعادل ١١,٧ هللة سعودية)، وتختلف تكاليف الإنتاج من دولة إلى أخرى فترتفع في الكويت إلى ما يقرب من ضعف المتوسط العام (٦,١ سنت أمريكي ك. و. س)، وتنخفض في السعودية إلى ١,٧ سنت أمريكي / ك. و. س، وفي عمان وقطر ٢,٧، ٢,٨ سنت أمريكي /ك. و. س، وتقترب من المتوسط العام لدول المجلس في الإمارات ٣,٢ سنت أمريكي /ك. و. س. وعند إتمام عملية الربط الكهربائي يمكن أن تستفيد الدول ذات الكلفة الأقل بتصدير

الكهرباء إلى الدول ذات الكلفة العالية، كما تستفيد الأخيرة بتوفير كميات من الطاقة المستخدمة في إنتاج الكهرباء لأغراض أخرى.

٨ – التوزيع الجغرافي للشبكة الكهربائية بدول مجلس التعاون الخليجي:

١/٨ – الشبكة الكهربائية في المملكة العربية السعودية:

أنشئت وزارة الصناعة والكهرباء بالمملكة عام ١٩٧٥ م، وفي إطارها تأسست وكالة الوزارة لشؤون الكهرباء لوضع الخطط والبرامج وتطويرها والتنسيق والإشراف على المشاريع الكهربائية، وفي عام ١٩٧٦م أنشئت المؤسسة العامة للكهرباء التي تولت إدارة المشاريع الكهربائية الحكومية، وخلال الفترة من ١٩٧٦م – ١٩٨١م تم تأسيس الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، وتضم تحت إدارتها خمس مناطق هي: الشرقية، الوسطى، الغربية، الجنوبية، الشمالية. وتغطي هذه الشبكات كل أنحاء المملكة، وجدير بالذكر أن المناطق الخمس السابقة لا تربطها شبكة كهربائية موحدة، ومازالت منفصلة، ولكل منطقة شبكتها الخاصة، عدا المنطقتين الشرقية والوسطى اللتين ترتبطان معاً، وفي الوقت نفسه هما منفصلتان عن باقي المناطق.

وبلغ إجمالي القدرة الفعلية لمحطات التوليد بالمملكة عام ٢٠٠٢م نحو ٢٥٤٥٧ ميجاوات، وبإضافة القدرات المتاحة من محطات تحلية المياه التي بلغت ٣٢٠٥ ميجاوات، يبلغ إجمالي القدرة المتاحة ٢٨٦٥٩ ميجاوات، ويتركز بالمنطقة الشرقية ٤٠,١٪ من إجمالي القدرة الفعلية بالمملكة، ٢٨,٠٪ بالمنطقة الغربية، ٢٠,٢٪ للمنطقة الوسطى، ٦,٣٪، ٥,٤٪ للمنطقتين الجنوبية والشمالية على الترتيب. وتشكل المحطات الغازية ٦٠,٣٪ من إجمالي القدرات الفعلية لمحطات الكهرباء بالمملكة، يليها المحطات البخارية وتشكل ٢٥,٧٪، ومحطات تحلية المياه ١٠,٧٪، ثم محطات الديزل ٣,٢٪.[١٤]

(١٤) المملكة العربية السعودية، (٢٠٠٣م)، الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي، صفحات مختلفة.

أما الطاقة الكهربائية المولدة (محطات توليد + محطات تحلية المياه) فقد بلغت عام ٢٠٠٢م نحو ١٤١,٧٪ مليون ميجاوات /ساعة، شكلت الكهرباء المولدة من محطات التوليد الغازية ٤٤,٠، ومن محطات التوليد البخارية ٣٤,٦٪، ١٩,٨٪ من محطات تحلية المياه، ١,٩٪ من محطات الديزل. وتستأثر المنطقة الشرقية بنحو ٤٦,٤٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة بالمملكة، يليها المنطقة الغربية ٢٦,٩٪، ثم المنطقة الوسطى ١٧,٠٪، وأخيراً المنطقة الجنوبية والشمالية، ولكل منهما ٦,٥٪، ٣,٢٪ على الترتيب.

أما الطاقة الكهربائية المستهلكة فقد بلغت بالمملكة عام ٢٠٠٢م نحو ١٢٨,٦ مليون ميجاوات / ساعة، استحوذ القطاع السكني على ٤٦,٩٪ من الطاقة الكهربائية المستهلكة، يليه القطاع الصناعي ٢٥,٤٪، ثم قطاع الخدمات الحكومية ١٧,٥٪، والقطاع التجاري ٨,٣٪، ثم أخيرا القطاع الزراعي واستهلك ١,٩٪ من جملة الكهرباء المستهلكة بالمملكة. ويتركز استهلاك الكهرباء في المنطقة الشرقية ٣٨,٣٪، ثم المنطقة الغربية ٢٦,٣٪، فالمنطقة الوسطى ٢٦,٢٪، وأخيراً المنطقة الجنوبية والشمالية وتستهلكان ٦,١٪، ٣,١٪ من جملة الكهرباء المستهلكة بالمملكة على الترتيب.

يتضح مما سبق تركز توليد الكهرباء وإنتاجها واستهلاكها بالمملكة العربية السعودية في ثلاث مناطق هي: الشرقية، الغربية، الوسطى. وتحتكر مجتمعة ٨٨,٣٪ من إجمالي القدرة الفعلية لتوليد الكهرباء، ٩٠,٣٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة، ٩٠,٨٪ من إجمالي الكهرباء المستهلكة، ويرجع ذلك إلى توطن أهم المناطق الصناعية بالمملكة في المنطقة الشرقية في الدمام والجبيل، إضافة إلى أنها – المنطقة الشرقية – أغنى مناطق المملكة في إنتاج النفط، وتتوطن صناعات مهمة بها مثل الصناعات البترولية والبتروكيماوية، وفي المنطقة الغربية يوجد عدة مناطق صناعية مهمة في جدة، ومنطقة ينبع الصناعية، إضافة إلى وجود المناطق المقدسة في مكة المكرمة والمدينة المنورة، وما ترتب عليها من وجود أعدادٍ كبيرة من الفنادق الضخمة لخدمة السياحة

الدينية. أما المنطقة الوسطى فتضم مدينة الرياض عاصمة البلاد، وأكبر تجمع سكاني، وأعلى مستوى معيشي، علاوة على وجود معظم الوزارات والهيئات الحكومية بهذه المنطقة.

ونظراً لاتساع مساحة المملكة العربية السعودية وتناثر مدنها وقراها، فقد تطلب ذلك إنشاء شبكات كهربائية واسعة ذات جهود عالية لنقل الكهرباء من مصادر توليدها لمسافات بعيدة ومن ثم توزيعها بحسب الجهود المختلفة وإيصالها إلى مناطق الاستهلاك. وبلغ إجمالي أطوال خطوط شبكات النقل والتوزيع بالمملكة عام ٢٠٠٢م نحو ٢٥٩٢١٨ كم، تشكل أطوال خطوط شبكات النقل ٣٨٠، ١١٠ كيلو فولت (جهد فائق) ٢٠١١٩ كم، تمثل ٧,٨٪ من إجمالي أطوال خطوط النقل والتوزيع بالمملكة، منها ١٨٤٤٩ كم خطوط هوائية تمثل ٩١,٦٪، ١٦٧٠ كم خطوط أرضية تشكل ٨,٤٪ من إجمالي أطوال خطوط النقل الجهد الفائق. كما بلغ إجمالي أطوال خطوط النقل على الجهد العالي (٦٩، ١٣,٨ كيلو فولت) ١١٥٩٩٦ كم، تشكل ٤٤,٧٪ من إجمالي خطوط النقل والتوزيع بالمملكة، تشكل الخطوط الهوائية منها ٦٣,٤٪، والخطوط الأرضية ٣٦,٦٪. أما الجهود المنخفضة (٣٨٠، ٢٢٠، ١٢٧ فولت)، – خطوط التوزيع – فبلغ إجمالي أطوالها ١٢٣١٢٣ كم تشكل ٤٧,٥٪ من إجمالي أطوال خطوط النقل والتوزيع بالمملكة، منها ٦٢,٢٪ خطوط أرضية، ٣٧,٨٪ خطوط هوائية.

كما يوجد بالمملكة ٣٥٧ محطة تحويل كهربائية ذات جهود مختلفة لتحويل الجهود الأعلى إلى جهود أقل، منها ٢٤ محطة تحويل جهد فائق (٣٨٠ كيلو فولت)، يتوطن ١٣ محطة منها في المنطقة الغربية، ٦ في المنطقة الوسطى، ٥ في المنطقة الشرقية. ويوجد ٣٠ محطة جهد عالٍ (٣٢٠ ك. ف.)، يوجد ٢٩ في المنطقة الشرقية، ومحطة واحدة في المنطقة الوسطى. ويوجد ١٧٥ محطة جهد (١٣٢ ك. ف.)، يتوطن منها ١٤١ محطة في المنطقة الوسطى، ٤١ محطة في المنطقة الجنوبية، ٣٠ في المنطقة الشمالية، ويوجد ٧٠ محطة تحويل جهد

(١١٥ ك. ف.) تتركز جميعها بالمنطقة الشرقية، إضافة إلى ١١٢ محطة تحويل جهد (١١٠ ك. ف.) تتوطن كلها في المنطقة الغربية.

وعلى الرغم من ضخامة إنتاج الكهرباء واستهلاكها بالمملكة العربية السعودية، وامتداد خطوط شبكات توزيعها، فإنها لاتزال غير مترابطة حتى الآن، ما عدا المنطقتين الوسطى والشرقية، اللتين تربطهما ثلاثة خطوط كهربائية هي:

١ – خط كهربائي جهد ٣٨٠ ك. ف: ويربط محطة فرس في المنطقة الشرقية بمحطة الخرج ثم الرياض في المنطقة الوسطى.

٢ – خط كهربائي جهد ٣٨٠ ك. ف: ويربط محطة شدقم في المنطقة الشرقية ومدينة الرياض في المنطقة الوسطى.

٣ – خط كهربائي جهد ٣٢٠ ك. ف: ويربط محطة فرس في المنطقة الشرقية ومدينة الرياض في المنطقة الوسطى.

في عام ١٩٩٣م وُضِعَتْ خطة طويلة الأجل لربط الشبكة الكهربائية بكل مناطق المملكة مداها ٢٥ عاماً، بدءاً من عام ١٩٩٥م حتى عام ٢٠٢٠ م، وبدأ العمل بتحضير الخطة الكهربائية طويلة الأجل في منتصف عام ١٩٩٣، وصدرت النتائج التفصيلية في عامي ١٩٩٥/١٩٩٦م، وتم تحديثها في عام ١٩٩٧م.(١٥)

وتتضمن هذه الخطة الشاملة عدداً من المشاريع والخطط الفرعية لتطوير النظم الكهربائية في مناطق المملكة الخمس، لتأمين الربط الكهربائي بين هذه المناطق والاستفادة القصوى من تبادل الطاقة الكهربائية بينها، وتضمنت هذه الخطة ما يلي:

١ – تدعيم الربط بين المنطقتين الشرقية والوسطى، وذلك بإضافة خط ربط كهربائي بطول ٧٧كم وجهد ٢٣٠ ك. ف. بين الوسيع في المنطقة الشرقية والرياض في المنطقة الوسطى وخط آخر بطول ٢٤٠ كم وجهد ٣٨٠ ك. ف.

(١٥) المملكة العربية السعودية، (٢٠٠٣م)، الشركة السعودية للكهرباء، مرجع سابق، صفحات مختلفة.

بين شدقم والرياض، وخط بطول ٢٦٦ كم وجهد ٣٨٠ ك. ف. بين محطة فرس في المنطقة الشرقية والرياض في المنطقة الوسطى.

٢ – إنشاء خط كهربائي مزدوج بطول ٢٧٥ كم وبجهد ٣٨٠ ك. ف. بين الشعَبْيَة في المنطقة الغربية والقنفذة في المنطقة الجنوبية.

٣ – إنشاء خط كهربائي مزدوج بطول ٩٠٠ كم وجهد ٣٨٠ ك. ف. بين مدينة الرياض في المنطقة الوسطى ومدينة جدة في المنطقة الغربية، وخط آخر بطول ٥٠٠ كم بين منطقة القصيم والمدينة المنورة في المنطقة الغربية.

٤ – إنشاء خط كهربائي مزدوج بطول ٢٣٠ كم وجهد ٣٨٠ ك. ف. بين حائل في المنطقة الشمالية والقصيم في المنطقة الوسطى.

٥ – ولما كانت المنطقة الشمالية تضم عدة نظم كهربائية منفصلة، لذلك شمل التخطيط أن تتضمن هذه المنطقة ثلاثة نظم كهربائية هي:

أ – ربط منطقة حائل بالمنطقة الوسطى.

ب – ربط مناطق، طريف، القريات، طبرجل، سكاكا، الجوف، عرعر، رفحا.

ج – ربط مناطق، حقل، ضباء، تبوك، القليبة، تيماء.

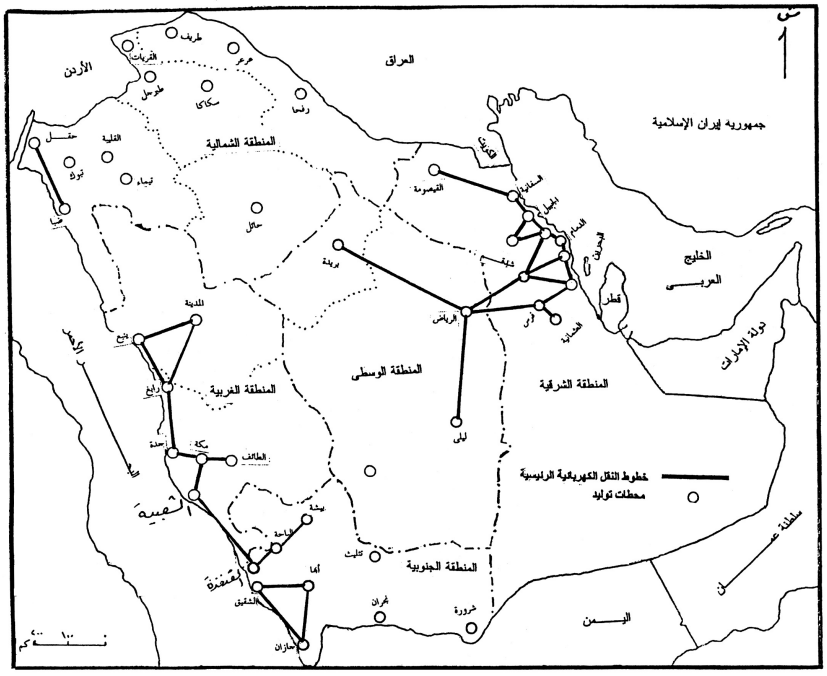
وستكون المنطقة الشرقية هي حلقة الوصل للربط بين الشبكة الكهربائية بالمملكة العربية السعودية، وباقي دول مجلس التعاون الخليجي. شكل رقم (٦)

٢/٨ – الشبكة الكهربائية في دولة الإمارات:

تعد دولة الإمارات العربية المتحدة حديثة العهد بالكهرباء، فقد دخلت عصر الطاقة الكهربائية في النصف الثاني من القرن العشرين، وكانت بدايتها متواضعة على يد القطاع الخاص في شكل محطات ديزل صغيرة متناثرة أُنشئت لأغراض الإنارة، وكانت السمة الغالبة على استخدام الكهرباء في تلك المرحلة هي إنارة المنازل وأماكن العمل، وكانت كل منطقة مستقلة في شبكاتها عن باقي المناطق.

وتعد مدينة دبي أول مدينة دخلتها الكهرباء في دولة الإمارات، وكان ذلك

على يد القطاع الخاص؛ فقد تم تأسيس شركة كهرباء دبي في ١٥ مايو ١٩٥٩م، وتم إنتاج الكهرباء في ١٩٦١/٦/٢٣م.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على:

١ – المملكة العربية السعودية، (٢٠٠٤م)، الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي.

٢ – الأمم المتحدة، ١٩٩٩م، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، نيويورك، ص١٠.

شكل رقم (٦) – خطوط نقل الكهرباء الرئيسية ومحطات التوليد بالمملكة العربية السعودية

ومنذ قيام الاتحاد عام ١٩٧١م بين إمارات الدولة السبع (أبوظبي، دبي، الشارقة، رأس الخيمة، عجمان، أم القوين، الفجيرة)، بدأت الدولة تولي اهتماماً كبيراً بقطاع الكهرباء، خاصة بعد ارتفاع أسعار النفط، والاستفادة من عوائده في تحسين البنية التحتية، إضافة إلى الطفرة الاقتصادية والاجتماعية التي شهدتها الدولة خلال

الربع الأخير من القرن العشرين؛ حيث زاد إنتاج الدولة من الكهرباء من ٥٣٣,٥ مليون ك. و. س عام ١٩٧٢م إلى نحو ٥٠٧٢,٤ مليون ك. و. س عام ١٩٧٩م، وتوالت الزيادة، فوصل إنتاج الكهرباء بالدولة إلى ١٨٦٩٠ مليون ك. و. س عام ١٩٩٢م، وتضاعف إلى نحو ٣٩٩٤٤ مليون ك. و. س عام ٢٠٠٠م. ثم إلى ٥٨٤٨١ مليون كيلووات /ساعة عام ٢٠٠٤م؛ أي أن الإنتاج تضاعف أكثر من مائة مرة (١٠٩ أضعاف) بين عامي ١٩٧٢م و٢٠٠٤م.

وبلغ إجمالي عدد محطات توليد الكهرباء في دولة الإمارات العربية المتحدة نحو ٢٩ محطة، وبلغ إجمالي قدرتها المركبة نحو ١٥٢٢٨ ميجاوات، تشكل المحطات الغازية منها ٦٤,٢٪، والمحطات البخارية ٣٥,١٪، ومحطات الديزل ٠,٧٪.

تتبع وزارة الكهرباء والماء من هذه المحطات ١٣ محطة تنتشر في إمارات عجمان وأم القوين ورأس الخيمة والفجيرة، ويتبع الدوائر المحلية ١٧ محطة تنتشر في ثلاث إمارات هي أبو ظبي ودبي والشارقة، وهي مفصولة عملياً بعضها عن بعض وعن محطات الوزارة – حتى الآن.

وتستأثر إمارة أبوظبي بنحو ٤٦,٣٪ من القدرة المركبة لمحطات توليد الطاقة الكهربائية بدولة الإمارات، ٤٧,٩٪ من إنتاج الكهرباء، يليها إمارة دبي وتضم ٢٧,٢٪ من إجمالي القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء بالدولة، ٢٩,٨٪ من جملة الإنتاج، وتحتكر الإمارتان معاً ٧٣,٥٪ من القدرة المركبة، ٧٧,٧٪ من إنتاج الكهرباء، ومرد ذلك إلى أن أبوظبي العاصمة السياسية للدولة وأكبر الإمارات في الدولة مساحة (٨٦,٦٪ من مساحة الدولة)، أكثرها سكاناً (٣٨,٢٪ من جملة السكان)، إضافة إلى أنها أغنى إمارات الدولة إنتاجاً للنفط.

أما دبي فتعد العاصمة التجارية والسياحية، وأكبر الموانئ التجارية في الخليج العربي، كما يسكنها نحو ٢٩,٤٪ من جملة عدد السكان.

تغذى الطاقة الكهربائية في دولة الإمارات العربية المتحدة من خلال أربع

شبكات كهربائية معزولة عملياً بعضها عن بعض حتى الآن وتتبع لأربع هيئات كهربائية مستقلة هي:(١٦)

١ – وزارة الكهرباء والماء: وهي المسؤولة عن توليد الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها في الإمارات الشمالية الأربع من الدولة هي: إمارة أم القوين، وإمارة عجمان، وإمارة رأس الخيمة، وإمارة الفجيرة.

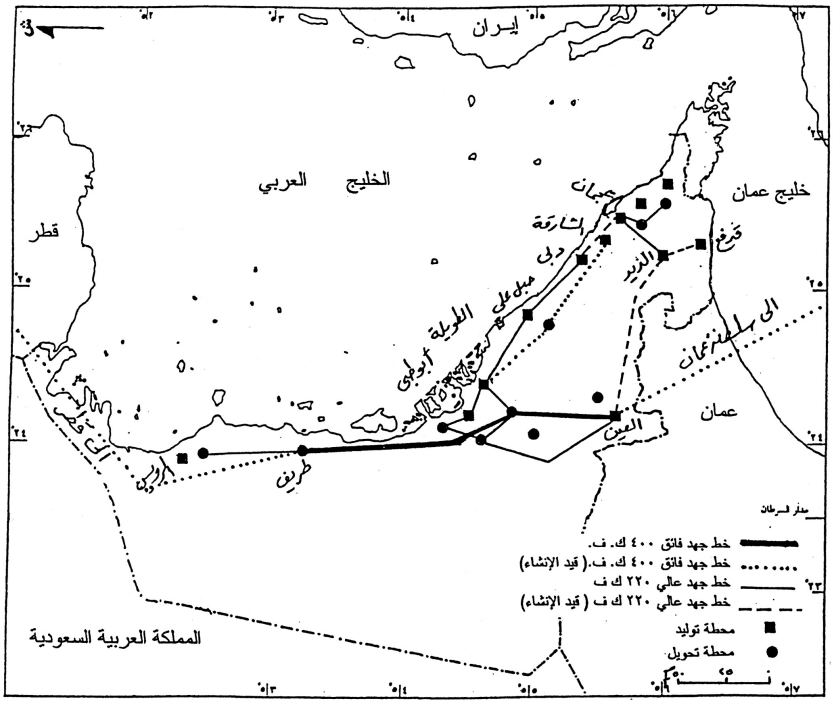
٢ – هيئة كهرباء ومياه أبو ظبي: وهي مسؤولة عن توليد الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها في إمارة أبو ظبي.

٣ – هيئة كهرباء ومياه دبي: وهي مسؤولة عن توليد الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها في إمارة دبي.

٤ – هيئة كهرباء ومياه الشارقة: وهي مسؤولة عن توليد الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها في إمارة الشارقة.

ويتم ربط الشبكات الكهربائية للإمارات التابعة لوزارة الكهرباء والماء وفق خطة تقوم بها الوزارة على الجهد ١٣٢ ك. ف و٢٢٠ ك. ف، حيث سيتم ربط أم القوين وعجمان بخط كهربائي هوائي ذي جهد عال مقداره ١٣٢ ك. ف.، كما سيتم ربط أم القوين ورأس الخيمة بخط كهربائي ذي جهد عال مقداره ٢٢٠ ك. ف.، وربط أم القوين إلى الذيد بخط كهربائي ذي جهد عالٍ مقداره ٢٢٠ ك. ف. وسيتم ربط الذيد بمنطقة المدام بخط كهربائي جهد ١٣٢ ك. ف، وربط الشبكة الغربية بالشرقية بربط الذيد والفجيرة. ويخطط لربط طريف/ العين بخط كهربائي جهد فائق ٤٠٠ ك. ف وذلك من خلال مشروع الربط الكهربائي لدول الخليج العربي. شكل رقم (٧).

(١٦) أحمد موسى محمود خليل، (٢٠٠٧م)، الطاقة الكهربائية في دولة الإمارات العربية المتحدة في الربع الأخير من القرن العشرين: دراسة في الجغرافية الاقتصادية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، مرجع سابق، ص ٢٥٢.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على:

١ – دولة الإمارات العربية المتحدة، (٢٠٠٠م)، وزارة الكهرباء والماء، إدارة التخطيط، دبي.

٢ – الأمم المتحدة، ١٩٩٩م، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، نيويورك، ص٢٥.

شكل رقم (٧) – شبكة الكهرباء العامة بدولة الإمارات
(المحطات الرئيسية والخطوط عالية الجهد)

٣/٨ – الشبكة الكهربائية في سلطنة عمان:

تأسست وزارة الكهرباء والمياه في سلطنة عمان عام ١٩٧٨م، وتعد الوزارة مسؤولة عن إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها على ست محافظات هي: مسقط، الباطنة والظاهرة، الشرقية، الداخلية، الوسطى، مسندم. أما محافظة ظفار فيتولى إدارة الكهرباء بها محافظة ظفار، ويتولى إدارة الكهرباء بمنطقة صحار مكتب تطوير صحار التابع لديوان البلاط السلطاني.

وتعد مدينة مسقط عاصمة السلطنة أول مدينة دخلتها الكهرباء على يد القطاع الخاص؛ حيث أنشئت أول محطة لتوليد الكهرباء بها في منطقة ريام عام ١٩٦٣[١٧]، وكان الطابع الغالب على استخدام الكهرباء هو إنارة المنازل وأماكن العمل وبعض الاستخدامات الحكومية.

وقد شهد العقد الأخير من القرن العشرين طفرة كبيرة في إنتاج الكهرباء وتوزيعها واستهلاكها بسلطنة عمان، بسبب التطورات الاقتصادية والاجتماعية التي شهدتها السلطنة خلال تلك الفترة، حيث زاد الإنتاج من ٥,١ ملايين ميجاوات /ساعة عام ١٩٩٢ إلى ١١,٥ مليون ميجاوات /ساعة عام ٢٠٠٤، في حين تضاعف الاستهلاك من ٣,٩ ملايين ميجاوات/ساعة إلى ٨,٨ ملايين ميجاوات/ساعة خلال الفترة نفسها.

جدول رقم (١١)
تطور إنتاج الكهرباء واستهلاكها في سلطنة عمان
خلال الفترة ١٩٩٢ – ٢٠٠٤م.

مليون ميجاوات.ساعة

السنة	الإنتاج	التوزيع	الاستهلاك	الاستهلاك ٪ من الانتاج
١٩٩٢	٥,١	٤,٨	٣,٩	٧٦,٥
١٩٩٤	٦,٢	٥,٩	٤,٩	٧٩,٠
١٩٩٦	٦,٨	٦,٥	٥,٣	٧٧,٩
١٩٩٨	٨,٢	٧,٨	٦,٢	٧٥,٦
٢٠٠٠	٩,١	٨,٩	٦,٨	٧٤,٧
٢٠٠٢	١٠,٣	٩,٩	٧,٧	٧٤,٨
٢٠٠٤	١١,٥	١١,٠	٨,٨	٧٦,٥

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على، سلطنة عمان، وزارة الاقتصاد الوطني، الكتاب الإحصائي السنوي، أعداد مختلفة.

(١٧) سعيد أحمد عبده، (٢٠٠١م)، إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في سلطنة عمان(١٩٧٠–١٩٩٨) : دراسة في جغرافية الطاقة، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٨، الجزء الثاني، القاهرة، ص ٤١.

ويتضح من الجدول رقم (١١)، التطور الكبير في إنتاج الكهرباء واستهلاكها في سلطنة عمان خلال العقد الأخير من القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين، ويرجع ذلك إلى الجهود الكبيرة التي تبذلها السلطنة في إيجاد بنية أساسية جيدة، والتوسع في شبكات الكهرباء في مختلف المناطق لتغطية الزيادة السكانية والنمو العمراني، ولتذويب الفروق الحضارية، وإيجاد توازن اقتصادي واجتماعي بين الأقاليم المتباينة جغرافياً واقتصادياً.

ويتضح من الجدول رقم (١٢) تركز إنتاج الكهرباء بسلطنة عمان في ثلاث مناطق هي: مسقط، الباطنة، الظاهرة، وتستأثر معاً بنحو ٧١,٤٪ من إنتاج الكهرباء.

جدول رقم (١٢)

التوزيع الجغرافي للطاقة الكهربائية في سلطنة عمان ٢٠٠٤م

مليون ك. وس

المناطق	الإنتاج		الاستهلاك	
	كمية	٪	كمية	٪
مسقط	٣٩٧٨	٣٤,٦	٣٧٠٤	٣٣,٨
الباطنة والظاهرة	٤٢٣٤	٣٦,٨	٤٠٥٢	٣٧,٠
الشرقية	١٣٢٢	١١,٥	١٢٩٣	١١,٨
الداخلية	١١٥٩	١٠,١	١١٢٤	١٠,٣
ظفار	٦٢٥	٥,٤	٦١٨	٥,٦
مسندم	١٥١	١,٣	١٤٠	١,٣
الوسطى	٣٠	٠,٣	٢٨	٠,٢
المجموع	**١١٤٩٩**	**١٠٠**	**١٠٩٥٩**	**١٠٠**

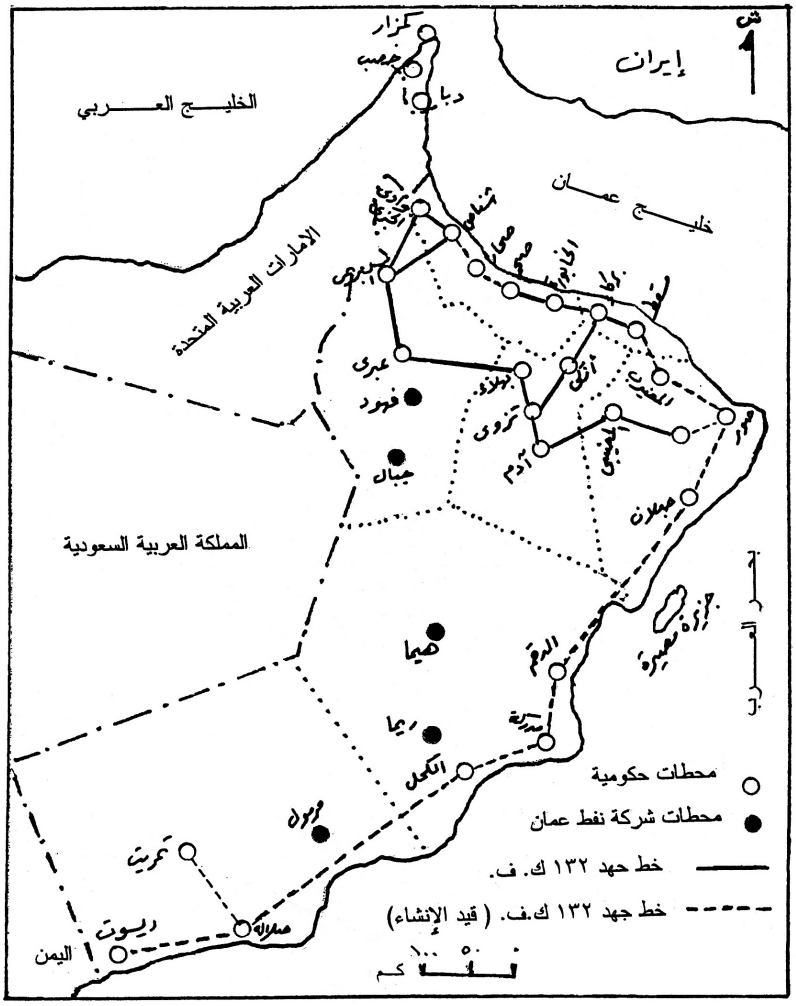
المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على، سلطنة عمان، أكتوبر (٢٠٠٥م)، وزارة الاقتصاد الوطني، الكتاب الإحصائي السنوي، صفحات مختلفة.

ويرجع ذلك إلى أن محافظة مسقط تضم العاصمة، ويتركز فيها أكثر من ربع سكان السلطنة (٢٧٪ من إجمالي السكان)، كما يتركز فيها معظم الوزارات

الحكومية، وفيها ميناء قابوس الميناء التجاري الأول في البلاد، ومطار السيب الدولي، إضافة إلى ارتفاع مستوى المعيشة. وفي منطقة الباطنة تتوطن أكبر منطقة صناعية بالدولة بمنطقة صحار، إضافة إلى توطن مصنع النحاس (وهي من الصناعات التي تتطلب كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية)، وتضم أيضاً سهل الباطنة المنطقة الزراعية الكبرى.وفي منطقة الظاهرة تتوطن محطة كهرباء جبال، اكبر محطة كهرباء، وتتبع شركة تنمية نفط عمان، وتسهم بنحو ٢٠٪ من إجمالي الكهرباء المنتجة بالبلاد، كما يعد حقل جبال من أكبر حقول النفط والغاز في سلطنة عمان.

وعلى الرغم من التطور الكبير في إنتاج الكهرباء بسلطنة عمان، فإن الشبكة الكهربائية فيها لا تزال غير مترابطة، ولكل منطقة محطاتها وشبكة النقل والتوزيع الكهربائية الخاصة بها. وهناك خطة لإنشاء شبكة كهربائية موحدة لتحقيق الفوائد الفنية والاقتصادية والسياسية والبيئية للشبكات الموحدة، وقد تم اتخاذ بعض الخطوات في هذا المجال منها ربط شمال منطقة الباطنة بشبكة كهرباء وادي الجزى، كما تم ربط منطقة الظاهرة بشبكة كهرباء وادي الجزى عن طريق محطة كهرباء ديزل في منطقة الغياء لتغذية بعض المناطق الحدودية، وتم ربط المنطقة الداخلية بشبكة كهرباء مسقط عن طريق محطتي كهرباء فنجا وسمائل.

ويجري حالياً الربط الكهربائي بجهد ١٣٢ ك. ف. (وهو أعلى جهد بالسلطنة) على طول الساحل من المُسنْا في منطقة مسقط إلى صحار في وادي جزى، كما سيتم ربط محطة تحويل عبري بمحطة تحويل بهلاء، ومحطة توليد الكهرباء في منح إلى المضيبي ثم إلى المضيريب وصولاً إلى صور. وتهدف هذه المشروعات إلى إنشاء شبكة موحدة بالسلطنة وإعدادها فنياً واقتصادياً، تمهيداً لربطها بالشبكة الكهربائية الموحدة لدول مجلس التعاون الخليجي. شكل (٨)



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على:

١ – سلطنة عمان، (٢٠٠٥م)، وزارة الاقتصاد الوطني، الكتاب الإحصائي السنوي، الإصدار الثالث والثلاثون.

٢ – الأمم المتحدة، ١٩٩٩م، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، نيويورك، ص٢٧.

شكل رقم (٨) – شبكة الكهرباء العامة ومحطات توليد الكهرباء الرئيسية بسلطنة عمان

٤/٨ – الشبكة الكهربائية في دولة الكويت:

عرفت الكويت الكهرباء في بداية القرن العشرين – عام ١٩١٣م – على يد مهندس هندي / بريطاني اسمه N.S.Bayankar الذي أنشأ أول ماكينة كهربائية تعمل بالكيروسين بقصر السيف بلغت تكلفتها حينذاك ٧٠٠٠ روبية، وكانت كافية لتشغيل ٤٠٠ لمبة.(١٨)

وفي عام ١٩٣٤م شهدت الكويت البداية الحقيقية لإنتاج الكهرباء حيث قامت شركة الكهرباء الأهلية بإنشاء أول محطة كهرباء صغيرة لتوليد التيار المستمر، واحتوت هذه المحطة على مولدين قدرة كل منهما ٣٠ كيلووات وبجهد ٢٠٠ فولت، وكان عدد المشتركين ٦٠ مشتركاً. وفي عام ١٩٤٠م ارتفعت قدرة هذه المحطة إلى ٣٤٠ كيلووات، زاد عدد المشتركين إلى ٧٠٠ مشترك. وكان الطابع الغالب على استخدام الكهرباء في تلك الفترة هو إنارة بعض المنازل وأماكن العمل وبعض الاستخدامات الحكومية، أما باقي الدولة فكانت تعتمد على مصابيح الكيروسين، أو حرق بعض الزيوت والشحوم القابلة لإعطاء طاقة ضوئية.

في عام ١٩٤٩م قامت شركة الكهرباء الأهلية بإنشاء محطة توليد في منطقة المرقاب، واشتملت على مولدين، قدرة كل منهما ٢٠٠ كيلووات، وبدأ تدريجياً إلغاء نظام التيار المستمر وأدخل نظام التيار المتردد بجهد ٣٨٠ / ٢٢٠ فولت وتردد ٥٠ هرتزاً، وفي عام ١٩٥٠م أوقفت الشركة العمل نهائياً بنظام التيار المستمر وأضافت للمحطة مولداً ثالثاً بقدرة ٢٠٠ كيلووات،

(١٨) دولة الكويت، (٢٠٠٥م)، وزارة الطاقة (الكهرباء والماء)، التقرير السنوي، صفحات مختلفة.

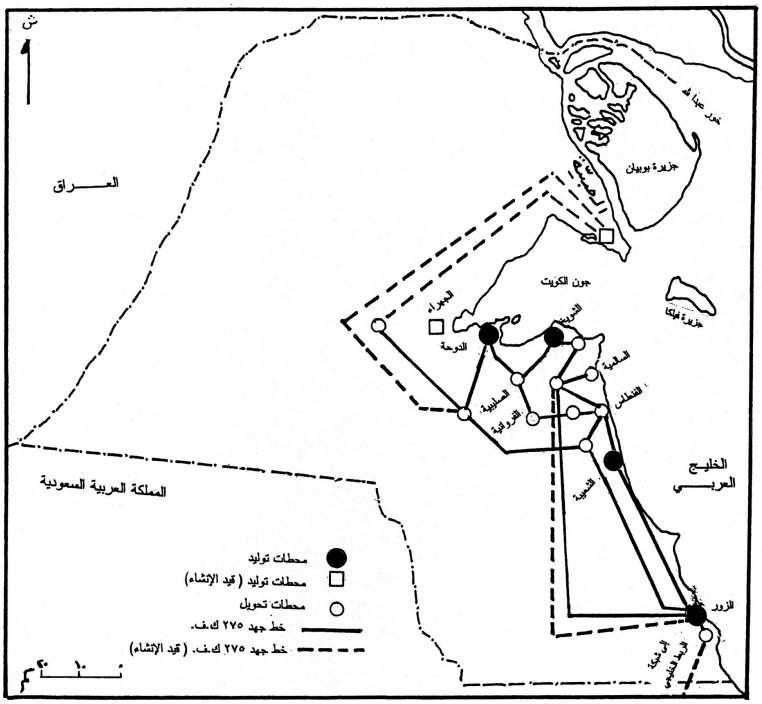
ونتيجة للطلب المتزايد على الكهرباء حصلت الشركة على مولد مستعمل بقدرة ٥٠٠ كيلووات من شركة نفط الكويت، وبدأ تشغيله في أوائل عام ١٩٥١م، وبلغت القدرة الإجمالية للمحطة آنذاك ١١٠٠ كيلووات (١,١ ميجاوات).

في منتصف عام ١٩٥١م اشترت الحكومة الكويتية أسهم شركة الكهرباء الأهلية، وتم تأسيس **دائرة الكهرباء العامة**، والتي أُوكل إليها مسؤولية إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها بدولة الكويت منذ ذلك التاريخ.[١٩] ثم تحولت بعد ذلك إلى وزارة الكهرباء والماء.

وكان لاكتشاف النفط في الكويت – الذي لايزال يشكل المصدر الأساسي للدخل القومي – أثر كبير في بداية النهضة الحضارية بالبلاد، وأدت الطاقة الكهربائية دوراً أساسياً في هذه النهضة، ونتيجة للطلب المتزايد على الكهرباء قامت الحكومة بإنشاء عدد من محطات التوليد (البخارية والغازية)، وتدعيم خطوط النقل والتوزيع بين مناطق الدولة المختلفة.

بلغت كمية الكهرباء المنتجة بدولة الكويت عام ٢٠٠٣م م نحو ٣٨,٦ مليون ميجاوات ساعة تمثل ١٤,٠٪ من كمية الكهرباء بدول مجلس التعاون، وتستهلك ٣٣,١ مليون ميجاوات /ساعة. ويتركز إنتاج الكهرباء بدولة الكويت في ٦ محطات كهربائية كبيرة هي: شكل رقم (٩).

(١٩) دولة الكويت، (٢٠٠٥م)، مرجع سابق، صفحات مختلفة.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على:

١ – دولة الكويت، (٢٠٠٥م)، وزارة الطاقة (الكهرباء والماء)، التقرير السنوي.

٢ – الأمم المتحدة، ١٩٩٩م، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، نيويورك، ص١٥.

شكل رقم (٩) – شبكة الكهرباء العامة ومحطات توليد الكهرباء الرئيسية بدولة الكويت

١ – **محطة الشويخ**: في عام ١٩٥٢م تم إنشاء أول محطة بخارية لتوليد الكهرباء بدولة الكويت في منطقة الشويخ على ساحل الخليج العربي للاستفادة من توافر المياه في عمليات التبريد، وكانت تضم ثلاث وحدات بخارية صغيرة، قدرة كل منها ٧٥٠ كيلوات، وفي عام ١٩٥٤م استبدلت بهذه المحطات ثلاث أخرى: المحطة (أ) في عام ١٩٥٤م/ ١٩٥٥م، بقدرة ٣٠ ميجاوات، المحطة (ب) في عام ١٩٥٨م بقدرة ٤٠ ميجاوات، وخرجت هذه المحطة من الخدمة في عام ١٩٧٨ م، والمحطة (ج) في عام ١٩٦٢م بقدرة ٩٠ ميجاوات. وفي عام ١٩٧٧م تم إنشاء خمس

وحدات توليد غازية، قدرة كل منها ٤٠,٨ ميجاوات، وفي عام ١٩٨٩م خرجت أربع وحدات توليد بخارية من الخدمة، قدرة كل منها ٧٥ ميجاوات، إضافة إلى وحدة غازية قدرتها ٤٠,٨ ميجاوات، بسبب تدني كفاءتها وانعدام الجدوى الاقتصادية من إصلاحها أو إعادة تشغيلها.

٢ – **محطة الشعيبة الشمالية:** في عام ١٩٦٥م أنشئت منطقة صناعية جديدة بمنطقة الشعيبة الشمالية، فتزايد الطلب على الكهرباء، فأُنشئت محطة بخارية جديدة بمنطقة الشعيبة وكانت تضم وحدة توليد بخارية واحدة، وقد توسعت هذه المحطة وأصبحت تتكون من خمس وحدات توليد بخارية، قدرة كل منها ٧٠ ميجاوات، إضافة إلى وحدتي توليد غازيتين قدرتهما ٥٠ ميجاوات، وتبلغ قدرة هذه المحطة ٤٠٠ ميجاوات، وبلغ إنتاجها من الكهرباء ٤١٦ مليون كيلو وات / ساعة.

٣ – **محطة الشعيبة الجنوبية:** مع استمرار التطور العمراني والصناعي بدولة الكويت برزت الحاجة إلى المزيد من الطاقة الكهربائية، فأنشئت محطة جديدة في منطقة الشعيبة الجنوبية، وتضم ستة مولدات، قدرة كل منها ١٣٤ ميجاوات، وبدأ تشغيل هذه المحطة في عام١٩٧٠م، وبلغت الطاقة المركبة لهذه المحطة عام ٢٠٠ نحو ٨٢٩ ميجاوات – ٨٠٤ مولدات بخارية + ٢٥ ميجاوات مولدات غازية –، وبلغ إنتاجها من الكهرباء ٣٠٢٢ مليون كيلو وات / ساعة.

٤ – **محطة الدوحة الشرقية:** في عام ١٩٧٧م أنشئت محطة الدوحة الشرقية، وكانت تضم سبعة مولدات، قدرة كل منها ١٥٠ ميجاوات، وفي عام ١٩٨١م أضيفت ستة مولدات غازية، وتبلغ قدرة هذه المحطة حالياً ١١٥٨ ميجاوات، وتنتج ٤٦٣٠ مليون كيلو وات/ ساعة.

٥– **محطة الدوحة الغربية:** في عام ١٩٨٤م أنشئت محطة الدوحة الغربية، وتضم ثمانية مولدات بخارية، قدرة كل منها ٣٠٠ ميجاوات، وتبلغ القدرة الإجمالية لهذه المحطة ٢٤٠٠ ميجاوات، وتنتج ١١٠١٠ ملايين كيلو وات/ ساعة.

٦ – **محطة الزور:** في منطقة رأس الزور وبالقرب من ميناء سعود، أنشئت

محطة عملاقة لإنتاج الطاقة الكهربائية، تتكون من ثمانية مولدات بخارية، قدرة كل منها ٣٠٠ ميجاوات، إضافة إلى محطة توربينات غازية بقدرة ١١١ ميجاوات، وتبلغ القدرة الإجمالية لهذه المحطة ٢٥٢٢ ميجاوات، وتنتج ١٠١٢١٢ مليون كيلو وات / ساعة، ويجرى حالياً تطوير هذه المحطة وربطها بخط مزدوج بباقي محطات التوليد بالدولة، وإعدادها فنياً وتشغيلياً لربطها بالشبكة الموحدة لدول مجلس التعاون الخليجي.

٨/٤/١ – نقل الكهرباء بدولة الكويت:

أنشئت أول شبكة كهربائية بدولة الكويت عام ١٩٣٤م، وكانت خطوطاً هوائية من أسلاك نحاسية على أعمدة خشبية بجهد ٢٠٠ فولت (تيار مستمر). وفي عام ١٩٤٩م، وبعد أن زادت قدرة المحطات، واتسعت المساحة الجغرافية التي تغذيها الشبكة، عُدل جهد الشبكة إلى ٣٨٠ / ٢٢٠ فولت بتيار متردد (٥٠ هرتز).[٢٠]

وفي عام ١٩٥١م وبعد انتقال ملكية شركة الكهرباء إلى **دائرة الكهرباء العامة** التابعة للحكومة، وإنشاء محطات توليد كهرباء كبيرة، تم رفع جهد الشبكة من ٣٨٠ فولت إلى ١١ كيلو فولت، وترتب على ذلك إنشاء محطات أخرى لخفض الجهد ١١ ألف / ٣٨٠ فولت. ونتيجة لتوسع الشبكة الجغرافي وإنشاء محطات توليد جديدة، ورفع قدرة المحطات القديمة وتحسين كفاءتها، تم إنشاء شبكة نقل جهد ٣٣ كيلو فولت، واشتملت على خطوط أرضية وهوائية، وأنشئت محطة تحويل جهد ٣٣/١١ كيلو فولت في مدينة الكويت والسالمية، ليتسنى نقلها إلى أكشاك التوزيع ١١ كيلو فولت / ٣٨٠، ثم إلى ٢٢٠ فولت (الاستخدام المنزلي).

ونتيجة لتزايد قدرات التوليد بمحطات الكهرباء وتزايد الطلب على الكهرباء تم توسيع شبكة النقل جهد ٣٣ كيلو فولت عام ١٩٦٢م، وإنشاء محطات تحويل إضافية ٣٣ / ١١ كيلو فولت في مناطق حولي والجهراء. وفي عام ١٩٦٤م تم إنشاء أول خط نقل جهد عالٍ ١٣٢ كيلو فولت من مدينة الكويت إلى الشعيبة، كما تم إنشاء محطة تحويل الدائري الخامس الرئيسية جهد ١٣٢ / ٣٣ كيلو فولت، لنقل الكهرباء إلى منطقة الشعيبة والفحيحيل لحين إتمام محطة توليد الشعبية.

---

(٢٠) دولة الكويت، (٢٠٠٥م)، مرجع سابق، صفحات مختلفة.

وتتابعت أعمال توسيع شبكة النقل ١٣٢ كيلو فولت وتقويتها بعد إنشاء محطات توليد جديدة في الشعيبة الشمالية والجنوبية، وأصبحت الكهرباء تنقل عبر شبكة النقل ١٣٢ كيلو فولت وإلى محطات تحويل ١٣٢ / ٣٣ كيلو فولت، ١٣٢ / ١١ كيلو فولت إلى عدة مناطق في دولة الكويت.

وبتزايد الحمل الكهربائي، وارتفاع قدرات التوليد، وزيادة إنتاج الكهرباء واستهلاكها أنشئت شبكة نقل الجهد الفائق ٣٠٠ كيلو فولت، وتقوم هذه الشبكة بربط محطات التوليد الكهربائية فيما بينها، وبين محطات التحويل الرئيسية جهد ٣٠٠ كيلو فولت، وتوطنت هذه المحطات في مناطق: الجابرية، السالمية، العمرية، الفنطاس، الشعبية، الدائري الخامس، الشويخ، جنوب السرة، المدينة، جنوب صباح السالم، والقبيلية، الجهراء. وقد بلغ عدد محطات التحويل بدولة الكويت عام ٢٠٠٠ نحو ٢١٠ محطات، منها ١٣ محطة جهد فائق (٣٠٠ كيلو فولت)، ١٩٧ محطة جهد عالٍ (١٣٢ كيلو فولت).

وتغطي دولة الكويت شبكة كهربائية موحدة تربط بين محطات توليد الكهرباء ومحطات التحويل، بلغ إجمالي أطوالها ٤١١٣ كم، منها ٨٨١ كم خطوط نقلٍ جهد فائق (١٩,٧٪ من إجمالي أطوال الشبكة)، ٣٢٣٢ كم جهد عالٍ (٧٩,٣٪). ونظرا لكثافة العمران بدولة الكويت، وخطورة مرور خطوط النقل على مناطق سكنية، تشكل خطوط النقل الأرضية ٥٣,٣٪ من جملة أطوال الشبكة، وهي نسبة عالية مقارنة بدول أخرى، ترتفع نسبتها في خطوط الجهد العالي (١٣٢ كيلو فولت) إلى ٦٠,٦٪.

ويجرى حالياً إنشاء محطة الصبية إلى الشمال من خليج الكويت، لتخدم المنطقة الشمالية من الدولة، ولتزايد الطلب على الكهرباء، وتضم هذه المحطة ثمانية مولدات بخارية، قدرة كل منها ٣٠٠ ميجاوات، وتبلغ قدرتها الإجمالية ٢٤٠٠ ميجاوات. كما يخطط لتطوير محطة الزور وربطها بخط مزدوج بباقي محطات التوليد بالدولة،[٢١] وإعدادها فنياً وتشغيلياً لربطها بالشبكة الموحدة لدول مجلس التعاون الخليجي.

(٢١) دولة الكويت (٢٠٠٥م)، وزارة الطاقة (الكهرباء والماء)، مرجع سابق.

٨/٥ – الشبكة الكهربائية بمملكة البحرين:

دخلت مملكة البحرين عصر الكهرباء عام ١٩٣١م، حيث أُنشئت أول محطة لتوليد الطاقة الكهربائية بمنطقة رأس رمان بقدرة ٢٠٠ كيلووات. وفي عام ١٩٣٢م أُسست إدارة الكهرباء ضمن إدارات وزارة الكهرباء والماء، وتولت الإدارة مسؤولية توليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها بمملكة البحرين.(٢٢)

بلغ إجمالي قدرة التوليد الكهربائية بمملكة البحرين عام ٢٠٠٤م نحو ١٦٠٩ ميجاوات، توزعت قدرة التوليد الكهربائية بين المحطات الغازية ٨٦٪، والمحطات البخارية ١٠,٣٪، ومحطات الديزل ٣,٧٪. كما بلغ إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في العام نفسه ٧٧٨٦ مليون ك. و. س. ويوجد بالمملكة خمس محطات لإنتاج الكهرباء هي: شكل رقم (١٠)

١ – **محطة الحد (١)، (٢)** : وتعد أكبر محطات إنتاج الكهرباء بالمملكة، وأنشئت في عام ١٩٩٩ بقدرة ٢٧٢ ميجاوات، زادت في عام ٢٠٠٣م إلى ٦٩٠ ميجاوات، وتنتج هذه المحطة ٢٧٧٦,٧ مليون ك. و. س. تشكل ٣٥,٧٪ من إنتاج الكهرباء بالمملكة.

٢ – **محطة الرفاع (١)، (٢):** وتنتج ٢٧٥٢,١ مليون ك. و. س. بنسبة ٣٥,٤٪؛ أي يتركز ما يقرب من ثلاثة أرباع الكهرباء٧١,١٪ المنتجة بمملكة البحرين في محطتين فقط هما، الحد، الرفاع.

٣ – **محطة سترة** : وتنتج ٩٢٠,٥ مليون ك. و. س.

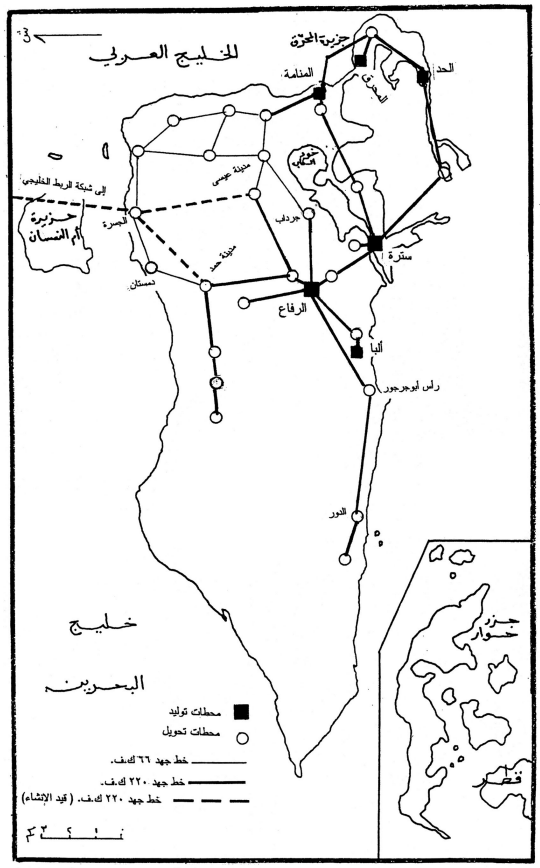
٤ – **محطة المنامة**: وتنتج ١٧٢,٥ مليون ك. و. س.

٥ – **وأخيرا محطة المحرق**: وتنتج ٠,٨ مليون ك. و. س. وترتبط الشبكة الكهربائية العامة بالمملكة منذ عام ١٩٩٤م بشبكة كهرباء خاصة هي شبكة **شركة كهرباء ألومنيوم (ألبا)**، وتصدر الأخيرة لشبكة الوزارة نحو ١١٤٥ مليون ك. و. س / سنوياً، وترتبط هذه المحطة بالنظام الكهربائي الأساسي للمملكة بخطي ربط كهربائيين، أحدهما جهد ٢٢٠ ك. ف والآخر جهد ٦٦ ك. ف.

كما بلغت كمية الكهرباء المستهلكة بمملكة البحرين عام ٢٠٠٤م نحو ٧,١

(٢٢) مملكة البحرين، (٢٠٠٥م)، وزارة الكهرباء والماء، التقرير السنوي، صفحات مختلفة.

ملايين ميجاوات ساعة، يستهلك القطاع المنزلي أكثر من النصف (٥٢,١٪)، يليه القطاع التجاري ويستهلك ٢٨,٤٪، ثم القطاع الصناعي ويستهلك ٢٠,٠٪، ثم أخيراً القطاع الزراعي ويستهلك ٠,٥٪ فقط من إجمالي الطاقة المستهلكة بمملكة البحرين.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على:

١ – مملكة البحرين، (٢٠٠٥م)، وزارة الكهرباء والماء، التقرير السنوي.

٢ – الأمم المتحدة، (١٩٩٩م)، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، نيويورك، ص١٧.

شكل رقم (١٠) – شبكة الكهرباء العامة ومحطات توليد الكهرباء الرئيسية بمملكة البحرين

يبلغ مجموع أطوال خطوط شبكة النقل الكهربائي بمملكة البحرين عام ٢٠٠٤م نحو ٦٠٧ كم، منها ١١٣ كم خطوط نقل جهد ٢٢٠ ك. ف. وجميعها خطوط أرضية، ٤٤٥ خطوط نقل جهد ٦٦ ك. ف. منها ٤٢٣ خطوط أرضية، ٢٢ كم خطوط هوائية، ٤٩ كم خطوط نقل جهد ٣٣ ك. ف، منها ٣٦ كم خطوط أرضية، ١٣ كم خطوط هوائية. كما يوجد بالمملكة ٧٦ محطة تحويل كهربائية مختلفة الجهود، لربط خطوط شبكة النقل بعضها ببعض وربطها بمحطات التوليد.

تقوم وزارة الكهرباء بتنفيذ خطة من ثلاث مراحل لتقوية شبكات نقل وتوزيع الكهرباء وتطويرها بالمملكة، لمواجهة الطلب المتزايد على الكهرباء، وزيادة اعتمادية الشبكات وتأهيلها للربط بالشبكة الكهربائية لدول المجلس:

المرحلة الأولى: مشروع تطوير شبكات النقل جهد ٢٢٠ ك. ف خلال الفترة ٢٠٠٥– ٢٠٠٩م وتشمل إنشاء محطتين جديدتين جهد ٢٢٠ ك. ف في منطقتي المنامة، العزل، والتوسع في محطتي البستين والجسرة، وإعداد الأخيرة فنياً وتهيئتها لتكون محطة الربط مع الشبكة الموحدة لدول مجلس التعاون الخليجي.

المرحلة الثانية: إنشاء ثلاث محطات جهد ٢٢٠ ك. ف في مرفأ البحرين المائي، بوقوة، سترة، وتطوير شبكات نقل جهد ٢٢٠ ك. ف، وتم الاتفاق مع شركة استشارية إيرلندية، لتنفيذ هذه المهمة. إضافة إلى إنشاء أربع محطات جهد ٦٦ ك. ف، ومد كابلات أرضية وتوصيل هذه المحطات بالشبكة العامة للمملكة.

المرحلة الثالثة: وتتضمن إنشاء ١٥ محطة جهد ٦٦ ك. ف، وتوصيلها بالشبكة الكهربائية العامة، إضافة إلى توسعة ١٤ محطة جهد ٦٦ ك. ف قائمة. كما تشمل الخطة تحديث نظم التحكم والاتصالات لتكون متوافقة مع باقي أنظمة دول المجلس استعداداً لربطها بالشبكة الموحدة لدول مجلس التعاون الخليجي.

٦/٨ – الشبكة الكهربائية في دولة قطر:

تتولى وزارة الكهرباء في دولة قطر، إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها بالدولة، وشهد قطاع الكهرباء بالدولة تطوراً كبيراً في السنوات السابقة، وتأتي دولة قطر في المرتبة الأولى من حيث نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء بين دول مجلس التعاون، وهو ما يشير إلى أهمية هذا القطاع بالدولة.

بلغت قدرة توليد الكهرباء المركبة بدولة قطر عام ٢٠٠٤م نحو ١٨٢٩ ميجاوات، تتوزع بين محطات غازية وتشكل ٥٣,٤٪، ومحطات دورة مشتركة وتشكل ٤٦,٦٪، وتم الاستغناء عن محطات الديزل تماماً، وإن وجدت فهي تمثل مولدات صغيرة تعمل أوقات الطوارئ في بعض المرافق مثل المستشفيات والثلاجات.

ويوجد بدولة قطر خمس محطات لتوليد الكهرباء، تتوطن في مناطق: رأس عبود، رأس أبو فنطاس، الوجبة، السيلية، جنوب الدوحة، أكبرها محطة رأس أبو فنطاس وتنتج ٦١,١٪ من إنتاج الكهرباء بالدولة.[٢٣]شكل (١١).

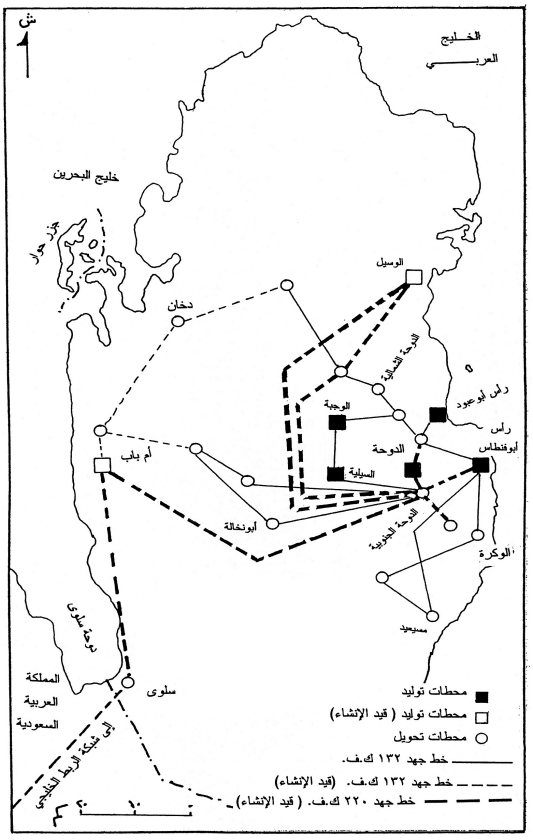
وبلغ إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة بدولة قطر عام ٢٠٠٤م نحو ١٣,٠ مليون ميجاوات / ساعة، تنتج المحطات الغازية ٢٥,٨٪، ومحطات الدورة المشتركة ٧٤,٢٪. كما بلغ إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة ١١,٠ مليون ميجاوات / ساعة، يستهلك القطاع الحكومي والخدمات العامة أكثر من خمسي الطاقة الكهربائية المستهلكة ٤٣,٦٪، يليه القطاع الصناعي ويستهلك ٢٢,٨٪، ثم القطاع المنزلي ١٩,١٪، فالقطاع التجاري ١٤,٥٪.

يبلغ مجموع أطوال شبكات نقل الكهرباء وتوزيعها بدولة قطر ١٩٧٤ كم، منها ٤٣٦ كم خطوط نقل جهد ٢٢٠ ك. ف (٤٦ كم خطوط هوائية، ٣٩٠ كم كبلات أرضية)،٧٤٤ كم خطوط نقل جهد ١٣٢ ك. ف (١١٥ كم خطوط هوائية، ٦٢٩ كم كبلات أرضية)، ٧٩٤ كم خطوط نقل جهد ٦٦ ك.ف (٤٠٠ كم خطوط هوائية، ٣٩٣ كبلات أرضية). كما يوجد بالدولة ٨٥ محطة تحويل، منها ٦ محطات جهد ٢٢٠ ك. ف، ٢٤ محطة جهد ١٣٢ ك. ف، ٥٥ محطة جهد ٦٦ ك. ف.

تقوم وزارة الكهرباء بتنفيذ عدة مشاريع جديدة لتأهيل شبكة الكهرباء لربطها بشبكة دول المجلس ومن هذه المشاريع: إقامة مركز جديد ومتطور للمراقبة والتحكم، تطوير شبكة تقل جهد ٢٢٠ ك. ف، كما يجري تنفيذ مشروع محطة أبو فنطاس (ب) لزيادة قدرة الشبكة. وتقترح الوزارة مع تنفيذ شبكة الربط الكهربائي لدول المجلس إقامة محطة ضخمة لتوليد الكهرباء (وتحلية المياه)، لتزويد باقي دول

(٢٣) دولة قطر، (٢٠٠٤م)، مجلس التخطيط، الأمانة العامة، النشرة السنوية لإحصاءات الطاقة والصناعة، العدد ٢٣، صفحات مختلفة.

المجلس بكهرباء أرخص نظراً لتوافر كميات ضخمة من الغاز الطبيعي، ويمكن الاستفادة منها في توليد الكهرباء مما يرفع من قيمتها بدلاً من تصديرها، إضافة إلى ارتفاع القيمة الحرارية للغاز الطبيعي مقارنة بالبترول.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على:

١ – دولة قطر، (٢٠٠٥م)، وزارة الكهرباء والماء، إحصاءات الكهرباء والماء، المجموعة الإحصائية.

٢ – الأمم المتحدة، (١٩٩٩م)، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، نيويورك، ص٢٠.

شكل رقم (١١) – شبكة الكهرباء العامة وخطوط نقل الكهرباء الرئيسية بدولة قطر

٩- طرق الربط الكهربائي المقترحة بين دول مجلس التعاون الخليجي:

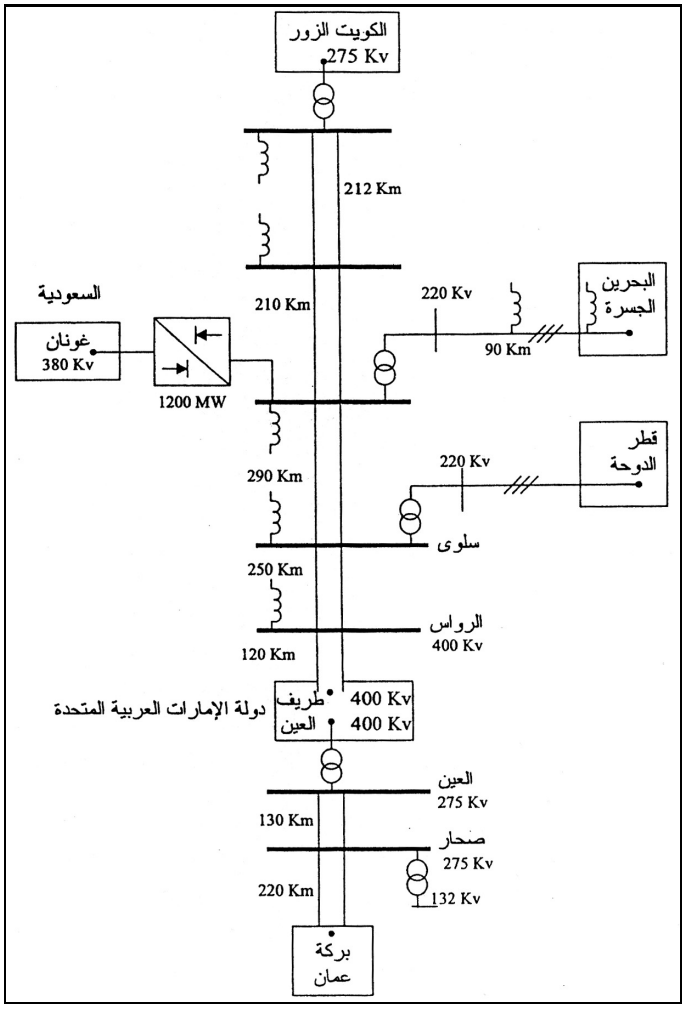
نظراً لاختلاف التردد الكهربائي للنظم الكهربائية في المملكة العربية السعودية - ٦٠ هرتزاً - عن التردد الكهربائي للنظم الكهربائية في الدول الخمس الأخرى - ٥٠ هرتزاً - فإن الربط الكهربائي بين المملكة العربية السعودية وأي من الدول الأخرى يجب أن يكون ربطاً غير متزامن.

وتم دراسة أربعة بدائل لهذا الربط الكهربائي، وصممت جميعها لإتاحة الدرجة المطلوبة من الاعتمادية المحددة في الدراسة، وقد أعطي اهتمام خاص للمستوى العالمي لتلوث البيئة في منطقة الخليج العربي في أثناء تصميم خطوط النقل ومحطات التحويل الكهربائية.

وبينت الدراسة أن البدائل الأربعة المقترحة ممكنة فنياً[٢٤]، كما أنها مجدية اقتصادياً، وبعد إجراء مقارنة فنية لبدائل الربط الأربعة تم ترجيح البديل الثاني لكونه الأفضل فنياً واقتصادياً مقارنة بالبدائل الأخرى، وفيه يتم ربط الشبكة الكهربائية لكل، من الكويت والبحرين وقطر ودولة الإمارات العربية المتحدة وعمان بخط نقل كهربائي مزدوج بجهد ٤٠٠ ك. ف، وجميعها ترددها ٥٠ هرتزاً. وتبدأ من منطقة الزور في الكويت إلى سلوى في قطر، ثم ربطها بخط كهربائي بحري إلى منطقة الجسرة في البحرين، ثم إلى منطقة طريف في الإمارات، ثم يتم ربط شبكتي الإمارات وعمان بخط نقل كهربائي بجهد ٢٧٥ ك. ف. بين منطقتي العين وصحار، وذلك بعد الربط الكهربائي الداخلي في كل من الإمارات وعمان، أما شبكة كهرباء الشرقية في المملكة العربية السعودية والتي ترددها ٦٠ هرتزاً، فيتم ربطها بتركيب محطة لتحويل التيار المتردد ٦٠ هرتزاً إلى تيار مستمر ثم تيار

(٢٤) لمزيد من التفاصيل عن هذه البدائل وجدواها الفنية والاقتصادية انظر:
-Preliminary Project Definition Of the Arabian Gulf states. Electriacal power system Interconnection Report No. 59202-8 February, 1992 Hydro - Quebec International.

تردد ٥٠ هرتزاً وذلك في منطقة غونان، ثم ربطها بباقي الشبكة لدول مجلس التعاون الخليجي. شكل رقم (١٢).



المصدر: الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، مرجع سابق، ص٤٩.

شكل رقم (١٢) – نموذج شبكة الربط الكهربائي المقترحة بين دول مجلس التعاون الخليجي

مراحل المشروع:

يتم تنفيذ المشروع على ثلاث مراحل كما يلي:

(أ) **المرحلة الأولى:** تهدف هذه المرحلة إلى تحقيق الربط الكهربائي لدول شمال مجلس التعاون الخليجي، وتضم الكويت والسعودية وقطر والبحرين، وتتكون مما يلي:

١ – إقامة خط نقل كهربائي بجهد ٤٠٠ ك. ف من منطقة الزور في الكويت إلى غونان في السعودية.

٢ – إقامة محطة تحويل كهربائية لتحويل التيار الكهربائي المتناوب بتردد ٦٠ هرتزاً إلى تيار مستمر ثم تيار متناوب بتردد ٥٠ هرتزاً، قدرتها الكهربائية ١٨٠٠ م. و. في منطقة غونان بالمنطقة الشرقية في المملكة العربية السعودية.

٣ – إقامة محطة تحويل كهربائية في منطقة غونان لتحويل الجهد من ٤٠٠ ك. ف إلى ٢٢٠ ك. ف، ومد خط نقل كهربائي بجهد ٢٢٠ ك. ف إلى منطقة الجسرة في البحرين.

٤ – إقامة خط نقل كهربائي مزدوج بجهد ٤٠٠ ك. ف من غونان إلى سلوى في قطر. وإقامة محطة تحويل كهربائية لتخفيض الجهد من ٤٠٠ ك. ف إلى ٢٢٠ ك. ف. في سلوى، ومد خط نقل كهربائي بجهد ٢٢٠ ك. ف من سلوى إلى جنوب الدوحة في قطر، وسوف تستغرق المرحلة الأولى ست سنوات.

(ب) **المرحلة الثانية:** وتتعلق بالربط الكهربائي الداخلي في كل من دولة الإمارات العربية المتحدة وسلطنة عمان، ويتم بعدها تنفيذ الربط بين الدولتين، وذلك بهدف تحقيق شبكة كهربائية داخلية قوية في كل منهما يمكن ربطها بشبكة دول الخليج العربية.

(ج) **المرحلة الثالثة:** ويتم خلالها ربط النظام الكهربائي لدول شمال مجلس التعاون بالنظام الكهربائي لدول جنوبه، وتتكون مما يلي:

١ – إقامة خط نقل كهربائي مزدوج بجهد ٤٠٠ ك. ف من سلوى في قطر إلى الرويس، ثم إلى طريف في دولة الإمارات.
٢ – إقامة محطة تحويل كهربائية لتخفيض الجهد من ٤٠٠ ك. ف إلى ٢٧٥ ك. ف في العين في دولة الإمارات، ومد خط نقل كهربائي مزدوج بجهد ٢٧٥ ك. ف إلى منطقة بركة في مسقط / سلطنة عمان مروراً بصحار.

١٠ – العوامل الجغرافية المؤثرة على مسار شبكة النقل الكهربائي بين دول المجلس:

هناك مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية التي تؤثر على مد شبكات نقل الكهرباء وتشغيلها، منها: الظروف المناخية، والتضاريس، ونوع التربة، وشبكة البنية التحتية (طرق النقل، المطارات، التليفونات، ومحطات الإذاعة..)، فضلاً عن المراكز العمرانية (القرى والمدن)، والمناطق الصناعية. لذلك فإنه يلزم عند إنشاء خطوط الشبكة الكهربائية وتصميمها بيانات تفصيلية (جغرافية، جيولوجية، مساحية، مناخية، بيئية) على طول مسار خط الربط الكهربائي، ومواقع محطات التحويل، والانعطاف. كذلك دراسات ميدانية تفصيلية على المناطق التي ستسير فيها الخطوط، وكل ذلك يستلزم إنشاء قاعدة بيانات كاملة للمناطق التي ستمر عبرها خطوط الكهرباء بحسب جهد كل خط، لتحديد أقصر المسارات وأقلها تكلفة.

١٠/١ – العوامل الطبيعية:

١– الظروف المناخية:

تُعد الرياح، والرطوبة، ودرجة الحرارة (المتوسط والمدى)، وكمية الأمطار، والعواصف، ونسبة الأملاح في الهواء من أهم العوامل المناخية التي تؤثر على خطوط نقل الكهرباء. فهي تؤثر على الأبراج وارتفاعها والمسافة بينها ومدى ارتخاء الأسلاك وشدها كما تؤثر على العازلات والموصلات ومستوى العزل.

وتُعد الخطوط الهوائية هي الأكثر تأثراً بالعوامل المناخية، فتصمم شبكات الكهرباء على أساس سرعة الرياح القصوى واتجاهها وترددها؛ فأبراج الجهد

العالي تصمم على أساس أقصى سرعة للرياح لا تزيد على ١٣٠ كم / ساعة، والجهد المتوسط ٨٦,٥ كم / ساعة، ولو زادت سرعة الرياح عن السرعة التي صممت على أساسها الشبكة، فإن الأسلاك تتأرجح بشدة، ويرتطم بعضها ببعض، وتحدث قفلة **Short** في الدوائر الكهربائية وينقطع التيار.[٢٥] وتجدر الإشارة إلى أنه كلما زادت سرعة الرياح زادت تكاليف إنشاء شبكة الكهرباء والعكس.

ونظراً لأهمية عامل الرياح في تصميم الشبكة الكهربائية فالأمر يقتضي بيانات عن المناخ لفترة زمنية طويلة، وتصمم خطوط نقل الكهرباء بمواصفات قياسية أعلى من المتوقع تحسباً لحدوث تغيرات مناخية مفاجئة – أعاصير مثلاً – كما حدث في سواحل سلطنة عمان حيث ضرب إعصار(جونو) سواحلَ السلطنة في أوائل شهر يونيو ٢٠٠٧م، وأدى إلى تدمير البنية التحتية في كثير من المناطق، وقطع التيار الكهربائي عنها.

ويختلف اتجاه الرياح السائدة على دول مجلس التعاون الخليجي وسرعتها صيفًا وشتاء: ففي فصل الصيف تسود الرياح الشمالية والشمالية الشرقية، نتيجةً لوجود منطقة من الضغط المنخفض على وسط آسيا وشمال غرب الهند وباكستان وإيران وتمتد غرباً لتشمل منطقة الخليج العربي. كما تهب في هذا الفصل الأعاصير الرملية التي تصل سرعتها إلى نحو ٥٥–٦٠كم/ساعة، ويمكنها رفع الرمال إلى نحو ألف متر عن سطح الأرض، ويكثر في هذا الفصل هبوب العواصف بين شهري مارس وأغسطس. وفي فصل الشتاء تتعرض منطقة الخليج العربي للرياح الشمالية الباردة، نتيجة لتأثر المنطقة بنطاق الضغط المرتفع على وسط آسيا، كما تتعرض لمرور بعض الانخفاضات الجوية القادمة من منطقة البحر المتوسط، التي تؤدي إلى جذب الرياح من جميع الاتجاهات، وحدوث عدم استقرار في الطقس، ونشوء عواصف وأعاصير تحدث رياحاً محلية

(٢٥) محمد محمود إبراهيم الديب، (١٩٩٣م)، الطاقة في مصر: دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مرجع سابق، ص ٦٠٤.

شديدة مثل: رياح السموم، ورياح الطوز التي تهب على الكويت وتكون متربة تمنع الرؤية وتعوق حركة النقل؛ ومن ثم تؤثر على خطوط نقل الكهرباء.

لذا يجب قبل تصميم الشبكة الكهربائية وإنشائها، وتحديد اتجاه مسار الخطوط، دراسة تفصيلية للرياح السائدة (سرعتها، اتجاهها، ترددها، الرياح المحلية) وأثر الرياح المحملة بالأتربة على موصلات خطوط النقل الكهربائي على طول مسار الخط على أن تستمر القراءات لخصائص الرياح السائدة والمحلية لمدة ٥ سنوات على الأقل – إن لم تتوافر بيانات تفصيلية سابقة – قبل إنشاء الشبكة.

كما تؤثر الصواعق الرعدية على الشبكة الكهربائية؛ فالسحب تحمل شحنة كهربائية (سالب، وموجب) وأخطر الصواعق هي التي يحدث فيها تفريغ للشحنة الكهربائية بين السحابة والأرض، لذلك توضع عند قمة الأبراج موصلات تصل بين الأبراج وبعضها وبين البرج والأرض تعمل على تفريغ أي شحنة كهربائية للأرض مباشرة، وتتعرض دول مجلس التعاون للعديد من العواصف الرعدية على فترات مختلفة.

ويتميز مناخ دول مجلس التعاون الخليجي بارتفاع الرطوبة النسبية بصورة عامة صيفًا وشتاءً: فتصل معدلاتها إلى نحو ٧٠٪ في فصل الشتاء، ونهايتها العظمى إلى ٩٥٪. وتزيد في فصل الصيف نتيجة لزيادة التبخر من مياه الخليج العربي الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة، فتصل إلى ١٠٠٪ في رأس تنورة، ٨٤٪ في الظهران، ٩٠٪ في دبي، ٩٠٪ بقطر.

ويُعد ارتفاع نسبة الرطوبة في الهواء هو المسؤول عن زيادة معدل التآكل في خطوط نقل الكهرباء، إضافة إلى أن الخطوط القريبة من المسطحات المائية تترسب على عازلاتها ذرات من أملاحٍ الصوديوم التي تذوب في بخار الماء، ونتيجة لانخفاض درجة الحرارة صباحًا وتكون قطرات من الندى على العازلات ولاسيما في فصل الشتاء، تتكون عجينة لزجة من الأتربة والأملاح والرمال بعد اختلاطها بقطرات الندى، وتكرار تكون اللزوجة وجفافها يؤدي إلى تشقق

العازلات وتلفها ومن ثم تغييرها؛ مما يزيد من تكلفة الإنشاء. كما يؤدي تكون هذه الملوثات (وهي موصلة للكهرباء) على أسطح العازلات إلى تسرب التيار الكهربائي وحدوث ظاهرة الوميض الكهربي **Flash over** (البرقي)، فتضعف العازلات وتعجز عن منع تسرب التيار الكهربائي إلى الأرض.

وفي مثل هذه الحالات لابد أن تحتاج الشبكة الكهربائية والعازلات لعملية تنظيف دورية، وهي تتم يدوياً، وتحتاج لأيد عاملة كثيرة ومدربة، وتتم في مناطق بعيدة ومتناثرة، وبتكاليف مرتفعة، كما أن نتائجها ليست ناجحة تماماً، فسرعان ما تتراكم الرواسب من جديد، لذا لابد من البحث والدراسة عن أفضل الحلول للتخلص من هذه المشكلة، مثلاً: أن تكون الدوائر الكهربائية مزدوجة، وذلك لاستخدام أحد الخطين عندما يكون الخط الآخر تحت التنظيف والصيانة، ولا شك ستكون التكاليف الإنشائية عالية، أو يمكن تشحيم العازلات لمنع تراكم الرواسب، أو استخدام مواد عازلة لا تقبل الترسيب، والأمر متروك للمتخصصين في هذا المجال.

وإضافة إلى التأثير السلبي لارتفاع نسبة الرطوبة على خطوط الكهرباء في دول مجلس التعاون الخليجي، هناك تأثير سلبي على العمال المكلفين أعمال الصيانة، خاصة في فصل الصيف، حيث تقترن نسبة الرطوبة العالية بارتفاع في درجة الحرارة، مما يزيد إحساسهم بالإرهاق والتعب، ويقل إنتاجهم، مع ملاحظة أن جميع أعمالهم لابد أن تتم في وضح النهار، وفي الخلاء، وفي مناطق صحراوية مكشوفة.

ويتضح تأثير درجة الحرارة على مسار شبكة نقل الكهرباء من خلال التباين في درجات الحرارة من منطقة إلى أخرى، وهو ما ينعكس على تباين الأحمال، كما تؤثر درجة الحرارة المرتفعة المقرونة بارتفاع نسبة الرطوبة على إحساس العمال بالخمول والكسل وتعرضهم لضربات الشمس؛ مما يؤثر على إنتاجيتهم ويزيد من تكاليف الإنشاء وأعمال الصيانة، ويتميز مناخ دول مجلس

التعاون الخليجي بالتطرف الحراري، وارتفاع المدى، فيصل متوسط درجة الحرارة إلى ٤٥ درجة مئوية صيفاً، بينما ينخفض شتاء إلى نحو ١٥ درجة مئوية؛ مما يزيد المدى الحراري إلى ٣٠ درجة مئوية.

٢- التضاريس والتربة:

تعد التضاريس أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على مسار الشبكة الكهربائية، وذلك من حيث المنسوب والتكوين الصخري، وخصائصه، والكثبان الرملية وحركتها.

ويتضح تأثير عامل التضاريس على مسار خط الربط الكهربائي بين دول مجلس التعاون من خلال مرور هذا الخط بالقرب من ساحل الخليج العربي حيث سهول الإحساء، وتتميز هذه المنطقة باستواء السطح خاصة المسافة الممتدة بين محطة الربط في الكويت (الزور) إلى محطة الربط في السعودية (غونان) وهي مسافة كبيرة(٤٠٠ كم)، لذا فعامل المسافة هنا هو العامل الحرج في تحديد مسار وتكلفة خط الربط الكهربائي، وستكون خطوط النقل في هذه المسافة ذات جهد فائق ٤٠٠ك. ف. للتقليل من الفاقد، لأنه كلما زاد الجهد قل الفاقد، ويفضل أن تكون خطوط الربط هوائية للتقليل من التكاليف، حيث تزيد تكاليف الكيلومتر الأرضي بين ١٢ -١٦ مرة قدر نظيرتها للكيلومتر الهوائي. لذلك يصعب جعل الجهد الفائق أرضياً إلا لمسافات قصيرة للغاية ولأغراض خاصة جداً. ويستحسن أن تسير خطوط نقل الكهرباء محاذية لطرق مرصوفة أو ممهدة أو على مقربة منها، وعندما يبتعد يجب ألا يكون بأكثر من (٢-٥) كم لسهولة الاتصال به لمواجهة الطوارئ في أقصر وقت ممكن وبأقل التكاليف، إضافة إلى سهولة الحراسة والصيانة المستمرة، ويمكن للتغلب على ذلك بتمهيد طريق بري كامل بصورة مقبولة على طول خط الربط، ويمكن الاستفادة من هذا الطريق في مشاريع تنمية أخرى.

وإضافة إلى تأثير تضاريس السطح تؤثر صلابة التكوينات الصخرية أو ليونتها على تكاليف إنشاء الأبراج الحاملة؛ فالأرض الصلبة ترفع التكاليف

والعكس صحيح. كما تؤثر نوعية التربة من حيث خصائصها الميكانيكية والكيميائية على خط نقل الكهرباء، ففيها تثبت الأبراج وعبرها يستكمل التيار الكهربائي دورته، لذلك يجب دراسة نوعية التربة دراسة تفصيلية وميدانية لاختيار أنسب المواضع للأبراج وأقلها تكلفة مع مراعاة العوامل الأخرى.

أما خط الربط الكهربائي بين محطة غونان في المملكة العربية السعودية، ومحطة الجسرة في مملكة البحرين، الذي يبلغ طول مساره ٩٠ كم، فيتكون من عدة أجزاء: خط نقل كهربائي هوائي طوله ٤٤كم في الأراضي السعودية، وكبل أرضي طوله ٤٦ كم، منه ٣٩ كم كبل مائي سيمر عبر الخليج العربي. وتم اقتراح أربع طرق لإجراء هذا الربط: ١- كبل مطمور في طريق الملك فهد وفي هيكل الجسر الإسمنتي. ٢- خط نقل هوائي مع بناء أبراج على طول الطريق والجسر. ٣- خط هوائي بعيداً عن الطريق المعبد بنحو (٥٠٠م) ومن جهة اليمين - يمين الجسر للمتجه من السعودية إلى البحرين، يمر خلال مياه الخليج، ويثبت على قواعد مانعة للمياه. ٤- كبل بحري بعيداً عن الطريق المعبد ومن جهة اليمين.(٢٦)

واتضح من مقارنة التكاليف التأسيسية أن خط النقل الهوائي هو أقلها، وأنه ممكن التنفيذ من الناحية الفنية، إضافة إلى سهولة صيانته واكتشاف أعطاله، ولكن يجب مراعاة عامل التلوث للعازلات والتآكل للأبراج في الخط الهوائي نظراً لارتفاع نسبة الرطوبة والحرارة. لذلك يراعى عدم استخدام الفولاذ المجلفن في بناء الأبراج لقابليتها للتآكل بسرعة، أو الفولاذ المكسو بالألومنيوم لمقاومتها الكهربائية العالية، والبحث عن سبائك أو مواد أخرى لها قدرة على مقاومة التآكل.

---

(٢٦) الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية الاجتماعية لغربي آسيا، (١٩٩٩م)، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، الأمم المتحدة، نيويورك، ص ٦٢.

٢/١٠ – العوامل البشرية:

هناك عدد من العوامل البشرية التي تحدد مسار خطوط شبكات الربط الكهربائي واتجاهها، منها: المحلات العمرانية، المناطق الصناعية، المطارات، وطرق النقل، أعمدة الهاتف، والمزارع، ومناطق التعدين (حقول البترول، ومعامل التكرير)، ومناطق المحميات الطبيعية، إضافة إلى الثكنات العسكرية، والقواعد الجوية.

خط الربط الكهربائي هو مشروع هندسي، لذلك فهو يسير في خطوط مستقيمة لتقصير المسافات، ولتقليل عدد الأبراج، خاصة في مناطق الانعطاف، ومن ثم تخفيض تكلفة الإنشاء. وخط الكهرباء عكس الطريق المرصوف في أثره على قيمة وسعر الأراضي التي سيمر عبرها، فمرور خطوط الضغط العالي في منطقة ما يعمل على تقليل قيمتها، ودلت التجارب في أستراليا أن مرور خط الضغط العالي أدى إلى خفض قيمة الممتلكات في المناطق التي يمر عبرها بنسبة تراوح بين ٣٠ ٪– ٤٠ ٪ من أصلها تحت خط الكهرباء وفي المناطق المجاورة.(٢٧)

ويتضح تأثير مرور خط الربط الكهربائي على المراكز العمرانية بالمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، وهو المسار الممتد من منطقة الزور في الكويت إلى عونان بالسعودية وقد حُدد مسار الخط إلى الداخل قليلاً بعيداً عن ساحل الخليج العربي، بحيث تكون خطوط النقل الكهربائية لشركة كهرباء الشرقية بالمملكة العربية السعودية (جهد ٣٨٠ ك. ف.، ٢٣٠ ك. ف.) إلى الشرق من شبكة الربط الكهربائية الخليجية، وحددت مواقع لمحطات تحويل في غزلان، الجبيل، ورأس الزور، السفانية.(٢٨)

وتقع مدن مهمة على طول هذا الخط بداية من مدينة الخفجي، السفانية، منيفة، النعيرية، طفيح، الجبيل، الدمام، الظهران، الخبر. كما توجد بعض المناطق

---

(٢٧) محمد محمود إبراهيم الديب، (١٩٩٣م)، الطاقة في مصر: دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مرجع سابق، ص ٥٩٤.

(٢٨) الامم المتحدة، (١٩٩٩م)، اللجنة الاقتصادية الاجتماعية لغربي آسيا، مرجع سابق، ص ٥٩.

الصناعية المهمة في هذه المنطقة مثل: منطقة الجبيل والدمام والظهران. إضافة إلى وجود أهم حقول إنتاج النفط بهذه المنطقة، دع عنك الثكنات والقواعد العسكرية. لذلك يفضل أن يكون خط الربط الكهربائي بعيداً بمسافة كافية عن المدن والمناطق الصناعية تحسباً للتوسع العمراني والصناعي، ولو استدعت الظروف مرورها بالقرب منها يفضل أن تكون خطوط (كابلات) أرضية.

أما عن المطارات فتقضي هيئة الطيران المدنية الدولية أن تكون زاوية انعطاف الطائرة أو انحرافها في اقترابها للأرض من الهبوط في حدود١:١٠٠. ولهذا السبب تمنع هيئات الطيران المدني اقتراب شبكات الكهرباء من مهابط الطائرات خشية اصطدام الطائرات بالأبراج. ويوجد عدة مطارات في مسار خط الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي، لذلك يجب أن يبتعد خط النقل الكهربائي بمسافة كافية عن المطارات، وأن يوضع في الحسبان إنشاء مطارات في المستقبل أو توسيع المطارات الحالية أو نقلها، كما تطلى الأبراج بألوان واضحة لتنبيه الطائرات، أو يوضع ضوء أحمر في أعلى البرج أو أي إشارة ضوئية.

كما يراعى أن تبتعد مسارات شبكة الكهرباء عن عبور الطرق البرية السريعة، وإن استدعى الأمر فلابد أن تكون المسافة الرأسية بين الأسلاك والطريق مسافة كافية – والحد المسموح به هو ما لا يقل عن ٨ أمتار – كذلك الحال بالنسبة لخطوط الهاتف، كما يجب مراعاة تباعد مسارات خطوط نقل الكهرباء عن محطات إرسال الراديو والتلفزيون لتجنب (التشويش) التداخل بين خطوط نقل الكهرباء ومحطات الإرسال وأجهزتها.

وتحدد الحكومات حرماً لمسارات خطوط نقل الكهرباء، على أساس أنها أحد مقومات البنية الأساسية للدولة، لذلك فإن للحكومات الحق في نزع ملكية أراضي الأهالي التي تقع في مسار الخط أو حوله (في حرمه)، ولا بد أن تُدفع تعويضات عادلة لأصحابها، لذلك لابد من مراعاة أن تسير خطوط النقل في أرض قليلة القيمة بقدر الإمكان، مع مراعاة العوامل الأخرى، منعاً لارتفاع تكاليف الإنشاء، كما تعمل على منع التعديات أو إزالتها من مسار الخط.

١١- الآثار البيئية لخطوط نقل الكهرباء:

على الرغم من أن استخدام الطاقة الكهربائية قد أسهم في تحسين البيئة الطبيعية والحد من التلوث خاصة فيما يتصل بتلوث الهواء، فإن هناك بعض الآثار الجانبية لمحطات إنتاج الكهرباء ووسائل نقلها: فمحطات توليد الكهرباء هي مصانع لإنتاج الطاقة الكهربائية مدخلاتها (وقود + مياه للتبريد + شحوم وزيوت) ومنتجاتها (سريان تيار كهربائي+ مخلفات احتراق الوقود + ارتفاع درجة حرارة مياه التبريد)، ويمكن الحد من عوادم تلوث احتراق الوقود، باستخدام الغاز الطبيعي بدلاً من البترول، خاصة أن طاقته الحرارية أعلى، أو استخدام مرشحات للعادم للتقليل من التلوث. وفي محطات توليد الكهرباء البخارية تحتاج المحطة إلى كميات كبيرة من المياه، وهو ما يفسر توطنها بالقرب من مصادر متجددة للمياه، وتستخدم المياه في التبريد وبعد أن تأخذ المياه دورتها بداخل المكثف تُعاد مرة أخرى إلى المجرى المائي الذي أخذت منه، ولا تسبب هذه العملية تلوثاً للمياه (كيميائياً أو بيولوجياً). ولكن ترفع درجة حرارة المياه من ١٥- ٢٠ درجة فهرنهيتية في المنطقة القريبة من المحطة.[٢٩] ويؤدي رفع درجة حرارة المياه بهذه القيمة إلى التأثير على الكائنات الحية التي تعيش في المياه بالمنطقة المحيطة بالمحطة. كما يحدث تلويث للتربة من الزيوت التي تتسرب من شبكات نقل الكهرباء وتوزيعها، وبصفة خاصة من محطات التحويل[٣٠] التي تنتشر على طول مسار خط الربط.

أما الأضرار البيئية الناتجة عن نقل الكهرباء، فخطوط نقل الكهرباء تحدث حولها مجالاً كهربائياً مغناطيسياً، موجات كهرومغناطيسية **Electro-Magnetic Waves**، تؤدي إلى تغيرات إيكولوجية خطيرة تمتد إلى مسافة عدة أمتار من خط

---

(٢٩) إدوارد فينارد، ترجمة محمد عبد الرحمن الحيدر، (بدون تاريخ)، إدارة أعمال الطاقة الكهربائية، مطابع جامعة الملك سعود، ص ٤٠٣.

(٣٠) سعيد/ أحمد/ عبده، (٢٠٠٧م)، جغرافية النقل: مغزاها ومرماها، مكتبة الإنجلو المصرية، القاهرة، ص ٢٢٢.

نقل الكهرباء، ويختلف هذا المجال من جهد إلى آخر، يصل إلى أكثر من عشرة أمتار في خطوط الجهد الفائق والعالي، ويؤدي هذا المجال إلى إصابة أي كائن حي يعيش تحت هذا الخط أو بالقرب منه بأضرار صحية خطيرة بسبب الإشعاع، إضافة إلى أضرار قد تصيب الجهاز السمعي بسبب الطنين (الزن) الناتج عن سريان الكهرباء في الأسلاك.

ويحدث سريان التيار الكهربائي في خطوط نقل الكهرباء ظاهرة تسمى (تأين الهواء)، وينتج عنها انتشار أيونات في الهواء لمسافة يصل قطرها نحو ٢٠٠ متر حول خطوط الجهد الفائق والعالي، وتخترق هذه الإيونات أي جسم يدخل هذا المجال، وينتج عنها تفاعلات خطيرة في الدم والأنزيمات مسببة أمراضاً صحية خطرة مثل إصابة المخ والعضلات بضمور وخمول، وتشوه الأجنة. وقد أجريت دراسة في السويد كشفت عن ارتفاع نسبة المصابين بالعقم، وكذلك العيوب الخلقية للأجنة والأطفال الذين يعيشون تحت خطوط نقل الكهرباء ذات الجهد الفائق وحولها عن الذين يعيشون بعيداً عنها.(٣١)وقد أصدرت منظمة الصحة العالمية بياناً تحذر فيه من الاقتراب من خطوط الجهد الفائق والعالي، وحددت مسافة حرجة للاقتراب والسكن أو إقامة منشآت تستدعي الإقامة لمسافة من ٥٠٠م إلى ١٠٠٠م من خطوط الجهد العالي.

كما أن خطوط الجهد العالي والفائق بأبراجها وأسلاكها تترك أثراً سيئاً على الناحية الجمالية للمناطق التي تمر بها، خاصة بالقرب من المراكز العمرانية، إضافة إلى شكل محطات التحويل بأجزائها المعدنية وأسلاكها وتشعب الخطوط الخارجة والداخلة منها وإليها، والتقاء وافتراق الأبراج والخطوط عندها، مما يترك منظراً سيئاً على طول مسار خطوط نقل الكهرباء، ويرى الباحث أنه يمكن التغلب على هذه المشكلة، بتصميم نماذج من الأبراج يكون مظهرها جميلاً وفي الوقت نفسه تفي بالمواصفات الكهربائية المطلوبة. وتتناسب أشكالها مع كل منطقة تمر بها.

(٣١) محمد محمود إبراهيم الديب، (١٩٩٣م)، الطاقة في مصر: دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مرجع سابق، ص ٥٩٠.

لذلك يجب تشكيل لجنة من خبراء متعددي التخصصات لدراسة المناطق التي ستمر بها الشبكة الكهربائية، وتحديد أفضل المسارات لخطوطها، على أن يصاحب ذلك دراسة ميدانية مكثفة لاختيار عدة مسارات والمفاضلة بينها، بشرط أن تفي بالشروط الفنية، وتحد من الآثار البيئية، وترفع من درجة الأمان والموثوقية.

١٢- الفوائد الاقتصادية للربط الكهربائي بين دول مجلس التعاون الخليجي:

قُدّرت التكاليف الرأسمالية الإجمالية لمشروع الربط الكهربائي بين مجلس التعاون لدول الخليج العربية بنحو ٢٤٦٤ مليون دولار أمريكي. وتم تحديد معايير توزيع التكاليف وفقاً لحجم القيمة المضافة الصافية ولحجم القدرة الكهربائية الإضافية التي يتم توفيرها بعد الربط من قبل كل دولة مشاركة.

وقدرت الدراسات الاقتصادية أن الفوائد الإجمالية الناتجة عن الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي سوف تبلغ قيمتها نحو٣٥٥٣ مليون دولار أمريكي / سنوياً، وهي ٣٣٤٢ مليون دولار ناتجة عن المشاركة في الاحتياطي ووفر في التكاليف الاستثمارية وتكاليف التشغيل والصيانة، وأنه سيكون هناك عوائد قيمتها ٢١١ مليون دولار / سنوياً ناتجة عن استغلال الاحتياطي الدوار، وعوائد تبادل الطاقة.

جدول رقم (١٣)

القيمة المضافة الصافية لدول مجلس التعاون بعد انتهاء مشروع الربط الكهربائي

مليون دولار

الدولة	العائد	٪	الدولة	العائد	٪
السعودية	١١٢٢,٧	٣١,٦	قطر	٤١٥,٧	١١,٧
الكويت	٩٤٨,٧	٢٦,٧	البحرين	٣١٩,٨	٩,٠
الإمارات	٥٤٧,١	١٥,٤	عمان	١٩٩,٠	٥,٦
			الجملة	٣٥٥٣	١٠٠

المصدر: الأمم المتحدة، ١٩٩٩م، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، نيويورك، ص ص ٦٧-٦٨.

من الجدول رقم (١٣) يتضح: أن للملكة العربية السعودية النصيب الأكبر من عوائد الربط الكهربائي؛ حيث سيعود عليها ما قيمته ١١٢٢,٧ مليون دولار / سنوياً، بنسبة ٣١,٦٪، يليها الكويت وسيبلغ حصتها ما يزيد على الربع ٢٦,٧٪، ثم الإمارات ١٥,٤٪، ثم قطر والبحرين ١١,٧٪، ٩٪، وأخيراً سلطنة عمان بنسبة ٥,٦٪ من إجمالي عوائد الربط الكهربائي.

كما سيترتب على الربط الكهربائي بين دول مجلس التعاون الخليجي عدة فوائد إستراتيجية وفنية وتشغيلية واقتصادية، منها:

١ – تقليص حجم الاستثمارات اللازمة لإنشاء محطات توليد جديدة نتيجة لتخفيض الاحتياطي الثابت بكل دولة نظراً لاشتراكها في الاحتياطي نفسه، حيث سيعمل الربط على توفير قدرة توليد مقدارها ٣٠٢٧ ميجاوات لدول المرحلة الأولى، تبلغ تكلفتها ٢٧٢٤ مليون دولار أمريكي؛ أي ما يعادل ١٠٢١٥ مليون ريال سعودي، منها ١١٨٢ ميجاوات توفير للمملكة العربية السعودية بتكلفة مقدارها ١٠٦٤ مليون دولار أمريكي (٣٩٩٠ مليون ريال سعودي).

٢ – تخفيض الاحتياطي الدوار المطلوب لكل نظام كهربائي من نظم الدول المشاركة، حيث سيعمل الربط على تخفيض الاحتياطي من ٢٩٪ إلى ١٨٪ لدول المرحلة الأولى.

٣ – تخفيض تكاليف التشغيل والصيانة نتيجة للتبادل الاقتصادي للطاقة التي ستصل خلال الفترة من عام ١٩٩٨م حتى عام ٢٠٢٧م إلى ٤٤٦ مليون دولار أمريكي (١٦٧٣ مليون ريال سعودي) لدول المرحلة الأولى.

٤ – سوف يؤمن الربط بين دول المجلس التغطية الكهربائية الإستراتيجية لكل بلد في حالات الطوارئ، وعدم القدرة على توليد الكهرباء وإنتاجها لأسباب خارجية.

٥ – تحقيق عامل الوفر الاقتصادي الناتج عن التبادل التجاري للطاقة الكهربائية بين دول المجلس، ويقدر هذا الوفر في حال الانتهاء من

المشروع بنحو ٩٥٠ مليون دولار أمريكي (٣٥٦٣ مليون ريال سعودي) لدول المرحلة الأولى، ويتوقع أن يكون نصيب المملكة العربية السعودية من هذا الوفر نحو ٣٥٤ مليون دولار (١٣٢٨ مليون ريال سعودي).

٦ – تقليص الحاجة لإنشاء خطوط نقل كهربائية جديدة، وتتركز هذه الفائدة في توفير يصل إلى ٥ ملايين دولار.

٧ – تحسين الاعتمادية والموثوقية لدى جميع نظم الطاقة الكهربائية بكل دول المجلس.

٨ – كما سيؤدي ربط الشبكات الكهربائية بدول مجلس التعاون إلى تهيئتها للربط بالأنظمة الكهربائية المجاورة، (الربط السداسي: مصر، الأردن، العراق، وسوريا، لبنان)، ومن ثم الربط بالشبكة الأوربية عبر تركيا.

٩ – القضاء على الأعطال الكهربائية نتيجة الأحمال الزائدة في بعض الدول خاصة في فصل الصيف.

١٠– جذب ونمو بعض الصناعات القائمة أساساً على الطاقة الكهربائية كصناعة الألومنيوم، وصهر المعادن.

١١– كما أن هناك فوائد غير مباشرة للربط الكهربائي بين دول مجلس التعاون تتمثل في: تنمية بعض الصناعات المكملة مثل صناعة الأبراج، والمعدات الكهربائية، والكابلات الكهربائية، وقطع الغيار والصيانة.

١٣ – أهم نتائج البحث وتوصياته:

من الدراسة السابقة يمكن استخلاص مجموعة من النتائج والتوصيات توجز فيما يلي:

١ – أُسس مجلس التعاون لدول الخليج العربية في مايو ١٩٨١م، ومنذ ذلك التاريخ تطورت العلاقات الاقتصادية والسياسية بين دوله ويأتي الربط الكهربائي في أولويات التنمية المستدامة لها، وفي منتصف الثمانينيات من القرن المنصرم أُعدت دراسات لربط النظم الكهربائية بين دول

المجلس الست لتقوية العلاقات الاقتصادية والإستراتيجية والاستفادة من العوائد الفنية للنظم الكهربائية الموحدة.

٢ – شهد العقد الأخير من القرن العشرين طفرة كبيرة في توليد الكهرباء وإنتاجها بدول المجلس، حيث زاد الإنتاج من ١٠٣,٧ ملايين ميجاوات / ساعة عام ١٩٩٢م إلى ٢٩٢,٨ مليون ميجاوات / ساعة عام ٢٠٠٤م؛ أي تضاعف الإنتاج إلى ما يقرب من ثلاث مرات في اثني عشر عاماً، وهو ما واكب الطفرة الاقتصادية والاجتماعية التي تشهدها دول المجلس منذ اكتشاف النفط وارتفاع أسعاره واستثمار عوائده في إيجاد بنية تحتية جيدة حتى الوقت الحالي.

٣ – بلغت القدرة المركبة الإجمالية لمحطات توليد الكهرباء بدول المجلس عام ٢٠٠٤م نحو ٦٢٣٠٧ ميجاوات، تشكل أكثر من نصف القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء بالوطن العربي ٥٤,٥٪، ويقوم بتوليد الكهرباء خمسة أنواع من محطات التوليد هي: المحطات الغازية وتشكل ٤٦,٤٪، المحطات البخارية ٤٠,٣٪، محطات الدورة المركبة ٦,٤٪، محطات تحلية المياه ٢,٥٪، وأخيراً محطات الديزل ٢,٥٪.

٤ – بلغت كمية الكهرباء المنتجة بدول مجلس التعاون ٢٩٢,٨ مليون ميجاوات/ ساعة، تشكل ٥٥,٦٪ من جملة إنتاج الوطن العربي من الكهرباء، ويتفاوت الإنتاج بين دول المجلس؛ فتستأثر السعودية بأكثر من نصف الإنتاج (٥٤,٦٪)، وللإمارات الخمس (٢٠,٠٪)، والاثنتان معاً نحو ثلاثة أرباع الإنتاج (٧٤,٦٪، ولا يتوزع الربع الباقي بالتساوي بين أربعة أعضاء في المجلس، للكويت ١٤,١٪، ٤,٥٪ لقطر، ٣,٥٪ لعمان، ٢,٩٪ للبحرين.

٥ – استهلكت دول المجلس ٢٥٨,٥ مليون ميجاوات /ساعة من الكهرباء عام ٢٠٠٤م، تشكل نحو ثلث الطاقة الكهربائية المستهلكة بالوطن العربي ٣٣,٢٪، كان للاستهلاك المنزلي النصيب الأكبر ٤٥,٩٪، يليه القطاع

الصناعي ١٨,٦٪، ثم القطاع التجاري ١٥,٦٪، واستهلكت القطاعات الأخرى وتضم الخدمات الحكومية وإنارة الشوارع ١٩,٩٪.

٦ – بلغ متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية المستهلكة بدول المجلس ٧,٩ آلاف كيلو وات/ ساعة، وهو بذلك يزيد على ضعف متوسط نصيب الفرد في الوطن العربي الذي يبلغ ٣,٣ آلاف ك. و. س، يرتفع المتوسط في قطر إلى ١٧,١ ألف ك. و. س، ويقل في سلطنة عمان إلى ٣,٤ آلاف ك. و. س.

٧ – بلغت كمية الفاقد من الكهرباء في عمليات النقل والتوزيع بدول المجلس نحو ٣٠,٨ مليون ك. و. س، تشكل ١٠,٥٪ من كمية الكهرباء المرسلة، وهو ما يقترب من إنتاج ثلاث دول من الكهرباء هي:(قطر، عمان، البحرين)، ويتباين الفاقد من الكهرباء بين دول المجلس فيبلغ أعلاه في عمان ٣٠,٥٪، ويقل في السعودية إلى ٩,٠٪، لذلك يجب العمل على خفض نسبة الفقد إلى أدنى درجة بالدول التي تزيد فيها النسبة. وذلك بإعادة تجديد شبكات النقل وتطويرها، ورفع الجهود المستخدمة فيها، والصيانة الدورية لها.

٨ – أوضحت الدراسة أن هناك إسرافاً في استخدام الوقود لإنتاج الكهرباء بدول المجلس، حيث بلغت كمية الوقود المستخدم ٧٨٤٣٦ ألف طن نفط مكافئ (أو ما يعادل ٣٩٣٤٦٢٠٠٠ مليون وحدة حرارية بريطانية Btu)، شكل الغاز الطبيعي أكثر من ثلاثة أخماسها (٦١,٢٪)، ومنتجات البترول ٣٨,٨٪، ويرتفع معدل استخدام الوقود بدول مجلس التعاون الخليجي ويبلغ ٢٩٨ جرام /ك. و. س عن المتوسط العالمي (الذي يبلغ ٢٠٨ / ٢٣٣ ك. و. س)، يرتفع هذا المعدل كثيراً في دول: الإمارات، عمان. لذلك يجب دراسة أسباب ارتفاع معدل الوقود المستخدم لتوليد ك. و. س في محطات توليد الكهرباء بدول مجلس التعاون، والعمل على الوصول بها إلى المعدل العالمي، لرفع كفاءة التحويل وتوفير كميات كبيرة من الوقود تهدر أثناء عمليات التحويل.

٩ – نظراً لاختلاف التردد الكهربائي للنظم الكهربائية في المملكة العربية السعودية (٦٠هرتزاً) عن التردد الكهربائي للنظم الكهربائية في باقي دول المجلس (٥٠هرتزاً)، فسيتم ربط الشبكة الكهربائية لكل من الكويت، البحرين، قطر، والإمارات، عمان بخط نقل كهربائي مزدوج جهد ٤٠٠ ك. ف وعلى تردد (٥٠ هرتزاً)، ثم يتم ربطها بالشبكة الكهربائية للمملكة العربية السعودية عن طريق تركيب محطة تحويل للتيار المتردد ٦٠ هرتزاً إلى تيار مستمر ثم إلى تيار متردد ٥٠ هرتزاً (ربط غير متزامن) للتغلب على هذا الاختلاف. وسوف يتم الربط على ثلاث مراحل.

١٠– تقدر الفوائد الاقتصادية الناتجة عن الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون بنحو ٣٥٥٣ مليون دولار أمريكي، إضافة إلى الفوائد الفنية والتشغيلية والإستراتيجية للنظم الكهربائية الموحدة. لذلك يجب العمل بجدية والإسراع في عملية الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي.

وتقترح الدراسة بعض التوصيات، يمكن إيجازها فيما يلي:

١ – ترشيد استهلاك الكهرباء بدول مجلس التعاون عن طريق نشر الوعي الاستهلاكي بين السكان، واستخدام العزل الحراري في المباني، وصيانة الأجهزة الكهربائية (خاصة أجهزة التكييف). والبحث عن مصادر بديلة لإنتاج الكهرباء (مصادر متجددة) الطاقة الشمسية / طاقة الرياح، وتشجيع الأبحاث في هذا المجال، التخطيط ولو في المدى البعيد لاستخدام الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء، (إعداد كوادر بشرية، اختيار مواقع ومواضع للمحطات، إعداد البرامج، تهيئة الظروف السياسية.)

٢ – التقليل من الفاقد في الكهرباء في عمليات النقل والتوزيع إلى أقصى حد، بتحديث شبكات النقل وصيانتها الدورية، ورفع الجهود المستخدمة فيها. كما يجب الحفاظ على أجزاء شبكة النقل وأهمها محطات التحويل وزيادة موثوقيتها.

٣ – العمل على رفع كفاءة التحويل (أعني التقليل من معدل استخدام الوقود)

بمحطات توليد الكهرباء، وذلك بتحديث المعدات (المولدات)، وإخراج المتهالك منها من الخدمة وإبدالها بمعدات حديثة والصيانة الدورية لها.

٤ – يجب زيادة موثوقية (اعتمادية) النظم الكهربائية بدول المجلس، وأن يكون كل نظام كهربائي مزوداً بمركز للمراقبة والتحكم، ومركز للاتصالات لنقل المعلومات وتلقيها.

٥ – يجب الإسراع في ربط الشبكة الكهربائية الموحدة بكل دولة من دول المجلس أولاً وتهيئتها فنياً وتشغيلياً لربطها بباقي الدول.

٦ – تشجيع شركات الكهرباء بدول المجلس للاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية GIS، وإنشاء قواعد بيانات (مناخية، سكانية، اقتصادية، بيئية) وتسجيل البيانات وتحديثها دورياً.

٧ – ضرورة إيجاد قنوات للتعاون بين شركات الكهرباء بدول المجلس ومراكز البحوث والجامعات، لتنسيق الجهود وتبادل الخبرات والمعلومات ونتائج الأبحاث وإجراء المزيد من البحوث العلمية والعملية في مجال الكهرباء وما يرتبط بها. كما يمكن الاستفادة من خبرات دول ومناطق أخرى لديها خبرة في مجال الربط الكهربائي وتعرف المشكلات التي واجهتها وكيف تغلبت عليها.

٨ – التخطيط لربط الشبكة الكهربائية الموحدة بدول المجلس بدول المشرق العربي وأوربا؛ مما سيؤدي إلى خفض التكاليف الرأسمالية وتبادل الخبرات التشغيلية والعلمية وأيضاً عوائد اقتصادية.

٩ – يجب تشكيل لجنة من خبراء متعددي الاختصاصات لدراسة المناطق التي ستمر بها الشبكة الكهربائية بين دول المجلس لتحديد أنسب المسارات لخطوطها، وإجراء دراسات ميدانية مكثفة لاختيار أفضل المسارات التي تفي بالشروط الفنية، وتقلل من تكاليف الإنشاء، وترفع من درجة الأمان وموثوقية التيار، وتقلل من الآثار الجانبية (البيئية) إلى أدنى حد.

المراجع

أولاً – المراجع العربية:

- الأمانة العامة للاتحاد العربي لمنتجي الكهرباء وناقليها وموزعيها، (٢٠٠٥م)، مجلة كهرباء العرب، العدد ١١، عمان، الأردن.
- الاتحاد العربي لمنتجي الكهرباء وناقليها وموزعيها، (٢٠٠٥م)، النشرة الإحصائية، العدد الرابع عشر، عمان، الأردن.
- الأمم المتحدة، (١٩٩٩م)، طرائق التعاون في مجال ربط الشبكات الكهربائية بين الدول الأعضاء في الإسكوا، نيويورك.
- اللجنة الإقليمية لنظم الطاقة الكهربائية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية (سيجرى)، النشرة الإحصائية لعام ١٩٩٥م.
- إدوارد فينارد، ترجمة محمد عبد الرحمن الحيدر، (بدون تاريخ)، إدارة أعمال الطاقة الكهربائية، مطابع جامعة الملك سعود.
- أسعد عبد المجيد الأوس، (١٩٨٨م)، معجم مصطلحات الهندسة الكهربائية الشامل، الدار العربية للعلوم، بيروت، لبنان.
- أحمد موسى محمود خليل، (٢٠٠٧م)، الطاقة الكهربائية في دولة الإمارات العربية المتحدة في الربع الأخير من القرن العشرين: دراسة في الجغرافية الاقتصادية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ١٢٤، جامعة الكويت.
- المملكة العربية السعودية، (٢٠٠٣م)، الشركة السعودية للكهرباء، التقرير السنوي.
- دولة الإمارات العربية المتحدة، (٢٠٠٥م)، وزارة التخطيط، الإدارة المركزية للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية.

- دولة الكويت، (٢٠٠٥م)، وزارة التخطيط قطاع الإحصاء والتعداد، إحصاءات الكهرباء والماء.
- دولة الكويت، (٢٠٠٥م)، وزارة الطاقة (الكهرباء والماء)، التقرير السنوي.
- دولة قطر، (٢٠٠٤م)، مجلس التخطيط، الأمانة العامة، النشرة السنوية لإحصاءات الطاقة والصناعة، العدد ٢٣.
- دولة قطر، (٢٠٠٥م)، وزارة الكهرباء والماء، إحصاءات الكهرباء والماء، المجموعة الإحصائية.
- سلطنة عمان، (٢٠٠٥م)، وزارة الاقتصاد الوطني، الكتاب الإحصائي السنوي، الإصدار الثالث والثلاثون.
- سعيد أحمد عبده، (١٩٩٩م)، جغرافية الطاقة: مفهومها ومجالها ومناهجها، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٤، الجزء الثاني.
- سعيد أحمد عبده، (٢٠٠١م)، إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في سلطنة عمان، (١٩٧٠م – ١٩٩٨م): دراسة في جغرافية الطاقة، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٨، ج٢.
- سعيد أحمد عبده، (٢٠٠٧م)، جغرافية النقل: مغزاها ومرماها، مكتبة الإنجلو المصرية، القاهرة.
- سعيد أحمد عبده، (٢٠٠٢م)، تطور خريطة الطاقة الكهربائية في مصر، (١٩٨٢م–١٩٩٢م)، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٩، ج ١.
- سعيد أحمد عبده، (١٩٨٣م)، الطاقة الكهربائية في الوطن العربي: مع التطبيق على مصر، مركز بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، القاهرة.
- سعيد أحمد عبده، (١٩٨٧م)، إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في دولة الإمارات العربية المتحدة (١٩٧٢–١٩٨٣م)، دراسة في جغرافية الطاقة، معهد البحوث والدراسات العربية، سلسلة الدراسات الخاصة رقم (٢٣)، القاهرة.

- عبد الله حماده الطرزي، (٢٠٠١م)، الطاقة الكهربائية في سلطنة عمان: دراسة في الجغرافيا الكمية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ١٠٠، السنة ٢٧، جامعة الكويت.
- فضل الله أحمد الزهار، (١٩٩٦م)، إنتاج واستهلاك الطاقة في محافظة البحيرة، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٢٨، القاهرة.
- مجلس التعاون لدول الخليج العربية، الأمانة العامة، (٢٠٠١م)، النشرة الاقتصادية، العدد ١٦.
- محمد محمود إبراهيم الديب، (١٩٧٧م)، توزيع واستهلاك الطاقة الكهربائية في مصر، مجلة مصر المعاصرة، العدد ٣٦٧، القاهرة.
- محمد محمود إبراهيم الديب، (١٩٩٣م)، الطاقة في مصر: دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة الإنجلو المصرية، القاهرة.
- محمد محمود إبراهيم الديب، (٢٠٠٦م)، الجغرافيا الاقتصادية: منظور معاصر، مكتبة الإنجلو المصرية، القاهرة.
- مملكة البحرين، (٢٠٠٥م)، وزارة الكهرباء والماء، التقرير السنوي.

ثانياً ـ المراجع الأجنبية:

- Chapmen, J.D. (1989), Geography and Energy, Longman, Hong Kong.
- Estall, R.C., and Buchanan, R.O. (1986), Industrial activity and Economic Geography, Huchinson Univesity, London.
- Mannars, G. (1968),The Geography of Energy, Hutchinson University, London.
- Preliminary Project Definition Of the Arabian Gulf states. Electriacal power system Interconnection Report No. 59202-8, February, 1992 Hydro - Quebec International.
- Vennard,E.M. (1979), Management of electrical energy bussiness, Mc Growhill, New York.