

E

الأمم المتحدة

Distr.
LIMITED

E/ESCWA/ENR/1997/WG.2/3
17 November 1997
ORIGINAL: ARABIC

المجلس
الاقتصادي والاجتماعي



اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

اجتماع فريق خبراء بشأن فرص إنشاء شبكة إقليمية وأقليمية للطاقة الكهربائية

٢٥-٢٧ تشرين الثاني / نوفمبر ١٩٩٧

عمان

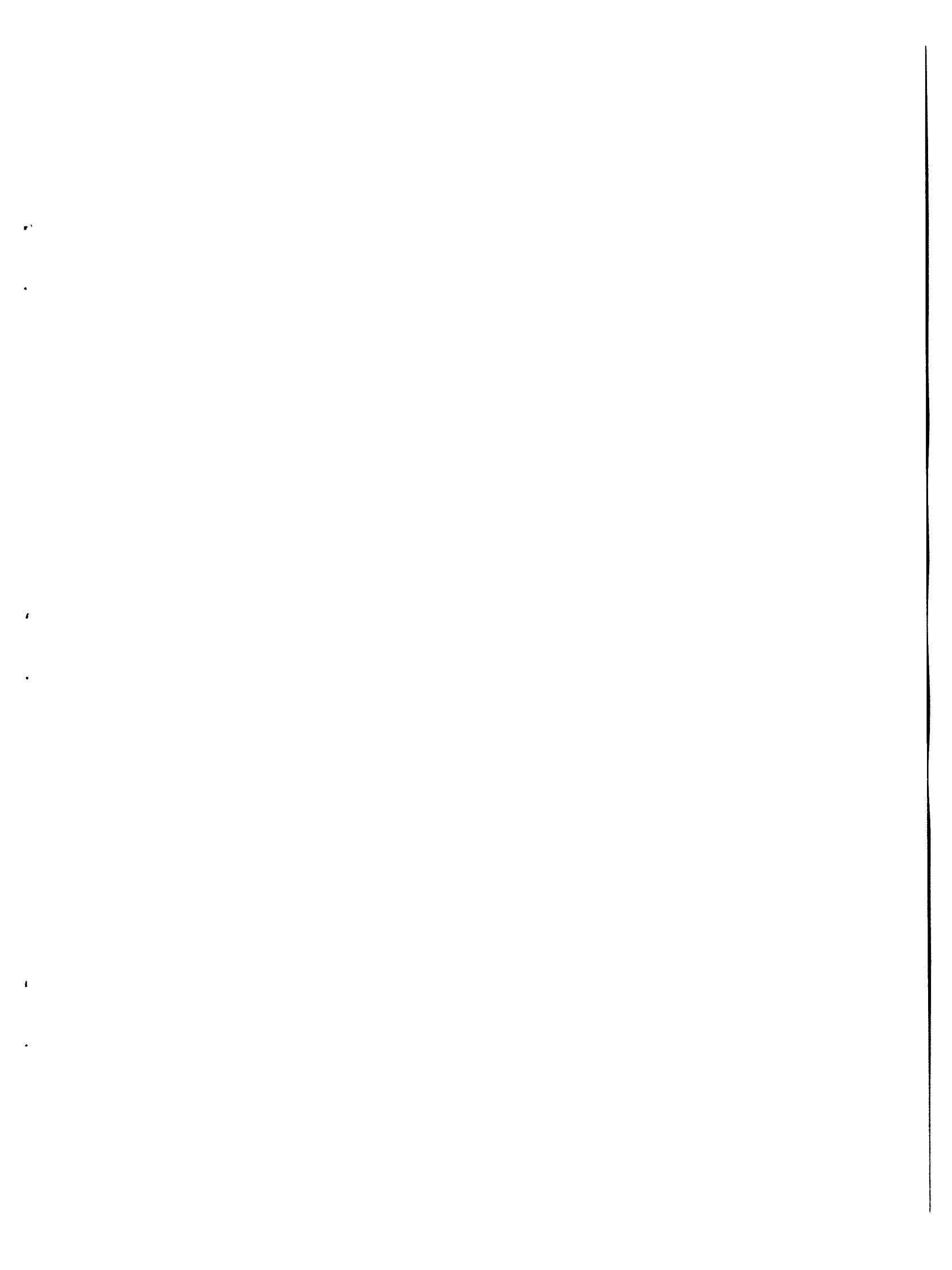
UN ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION
FOR WESTERN ASIA

٣١ - ٣٣ - ٢٠٠٣

LIBRARY & DOCUMENT SECTION

**مشروعات الربط الكهربائي
وفرص إنشاء شبكة كهربائية موحدة
بين الدول الأعضاء في الإسكوا**

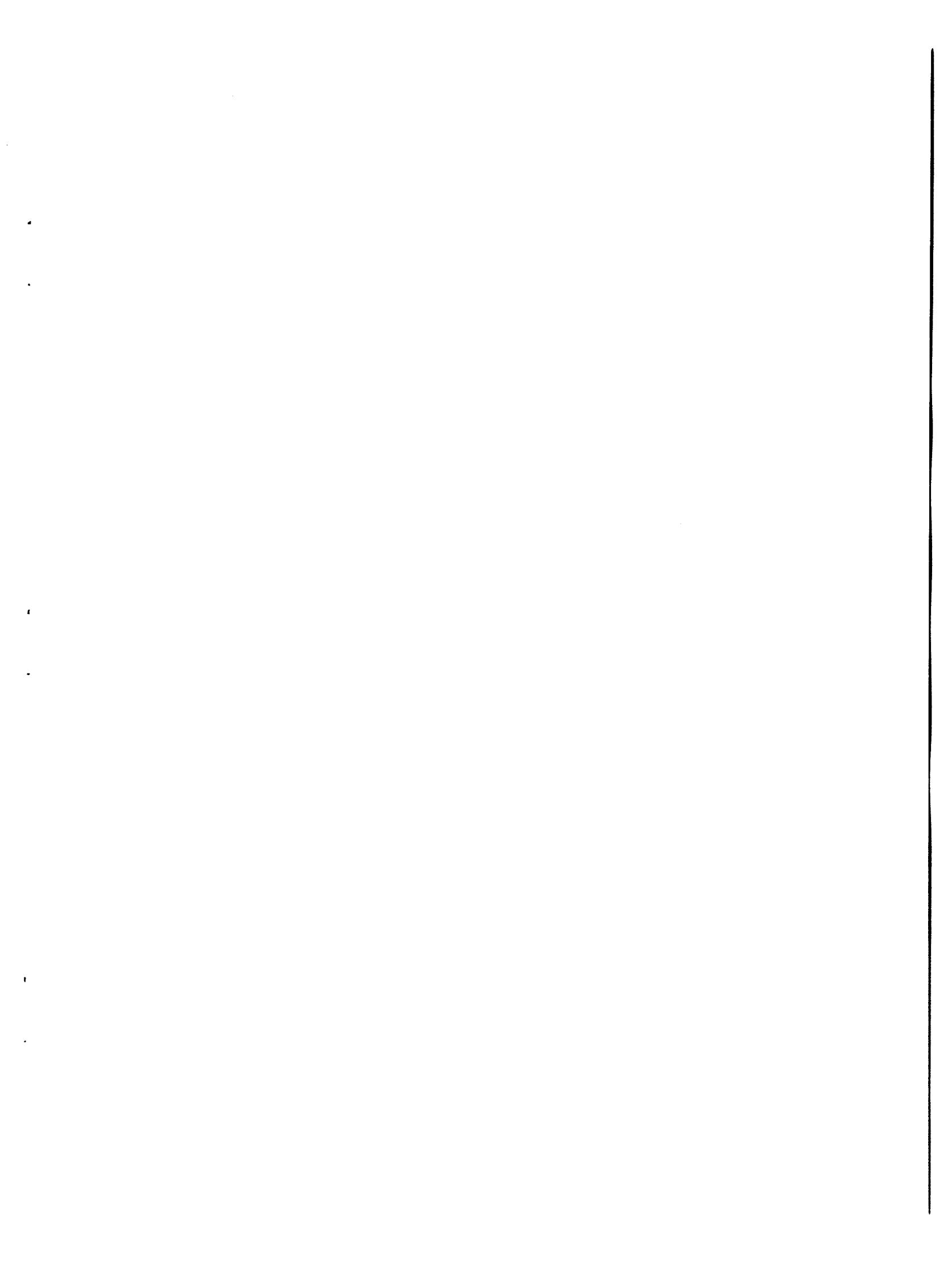
الدكتور / عماد الشرقاوي
رئيس الشعبة القومية المصرية لمجلس الطاقة العالمي



المحتويات

الصفحة

أولاً- مقدمة عن الربط الكهربائي	١
الف- الفوائد الاقتصادية	١
باء- الفوائد الفنية	٢
جيم- الفوائد البيئية	٢
DAL- معوقات ربط شبكات الكهرباء	٣
هاء- القيود الفنية والإقتصادية المتعلقة بربط الشبكات الكهربائية	٣
ثانياً- السمات الرئيسية لشبكات الكهرباء في دول الإسكوا	٣
ثالثاً- الربط الكهربائي في منطقة غربى آسيا	٥
الف- خطوط الربط القائمة	٥
باء- مشروعات الربط الجارى تنفيذها	٥
جيم- مشروعات الربط التي تم الإنتهاء من دراستها ولم يبدأ تنفيذها بعد	١٠
DAL- موجز دراسة ربط الشبكات الكهربائية لدول المشرق العربي	١٢
هاء- دراسة تقييم فوائد تجارة الطاقة الكهربائية	١٢
واو- الموقف التنفيذي لمشروعات الربط الكهربائي	١٣
رابعاً- آفاق الربط الكهربائي بين دول الإسكوا	١٥
الف- خلفية تاريخية	١٥
باء- الشبكة الإقليمية المقترحة لربط دول غربى آسيا	١٦
جيم- العلاقة بين الشبكة الإقليمية المتكاملة ومشروعات الربط الجارى تنفيذها والمقترحة	١٦
DAL- الفوائد الإقتصادية الناتجة عن الربط الإقليمي المتكامل لمنطقة غربى آسيا	١٦
خامساً- الخلاصة والتوصيات	١٩
الف- مقدمة	١٩
باء- الملامح المؤسسية للربط الإقليمي المقترح	١٩
جيم- تأسيس منظمة على غرار الاتحاد الأوروبي للتنسيق بين التوليد والنقل	٢٠
DAL- تشغيل شبكة الربط	٢٠



أولاً - مقدمة عن الرابط الكهربائي

تعمل كل شبكات الكهرباء على توفير التغذية الكهربائية بأقل سعر ممكن وبقدر مقبول من الاعتماد عليها. وفي بداية التطور كانت محطات التوليد التي تعمل بالفحم والبترول؛ تغذى أحمال الصناعة المحلية؛ والإنارة العامة، والاستخدام المنزلي، عن طريق شبكات الجهد المنخفض. ومع إنشاء محطات التوليد المائية وتباعد مصادر الطاقة عن مراكز الأحمال، أنشئت خطوط الجهد العالي لنقل الطاقة المولدة - بأقل فقد ممكن - إلى مراكز الأحمال وأدى ربط محطات التوليد بمراكز الأحمال في شبكات مجمعة، إلى تحسين درجة الاعتماد على شبكات الكهرباء. وكان ذلك هو بداية تكوين منظومات الكهرباء الوطنية الموجودة الآن، ثم نتيجة للتطورات الاقتصادية والاجتماعية، امتد الرابط إلى خارج الحدود الوطنية لتكون شبكات دولية تتطور لتشمل أماكن كثيرة من العالم كأوروبا، وأمريكا الشمالية، ووسط وجنوب آسيا، ويوجد إتجاه الآن نحو توسيع دائرة الدول المشتركة في منظومات وشبكات الرابط الكهربائي.

وقد كان الهدف الرئيسي من هذا الرابط هو زيادة الاعتماد على شبكات الكهرباء بتجميع المصادر والاستفادة من تفاوت أوقات التحميل وسهولة تفادي الأضرار الناشئة عند التوقف الإلزامي لوحدات التوليد، وسرعان ما تبين أن تجمع الشبكات له مزايا اقتصادية هامة في التشغيل والوفر في الاستثمار نتيجة لاختلاف الأنماط والتفاوت الموسمي في التوليد والأحمال، خصوصاً إذا تكاملت مصادر القوى المائية الإقليمية في منظومات كبرى. وقد استجد أخيراً عاملان، هما التنافس المرتقب بين منظومات التوليد في خفض الأسعار، وتحبيذ الاتجاه نحو تكامل المنظومات. ويرد فيما يلي إيجاز لفوائد الرابط ومزاياه؛ ومعوقاته والقيود الفنية والاقتصادية المرتبطة به خلال التخطيط والتشغيل.

ألف- الفوائد الاقتصادية

- 1- الوفر المباشر الناتج عن تأجيل الحاجة إلى إنشاء محطات توليد جديدة أو توسيع المحطات القائمة، وتقليل هامش الاحتياطي لكل شبكة على حدة دون الإضرار بمدى الاعتماد عليها أو توافر التغذية منها، ثم تخفيض نفقات التشغيل والصيانة.
- 2- الوفر الناتج عن إنشاء وحدات توليد كبيرة الحجم ذات تكلفة نسبية أقل - لكل ميغاوات مولد وكفاءة أعلى بما يحقق وفرًا في تكاليف التشغيل والصيانة.
- 3- تخفيض الاحتياطي الدوار لكل شبكة على حدة اعتماداً على الاحتياطي الدوار لشبكات الرابط المجمع.
- 4- التفاوت الموسمي والأسبوعي واليومي للحمل يمكن كل شبكة منفردة في فترة حملها الأقصى من شراء الطاقة من شبكات تكون في فترة حملها الأدنى أو المتوسط.
- 5- اختلاف تكاليف الإنتاج الناتجة عن اختلاف وحدات التوليد وخصائص الوقود وتكليف التشغيل والصيانة وما إلى ذلك، تمكّن إنتقال القدرة بناء على فروض التكاليف الحدية رغم وجود ساعات توليد مناسبة تسمح بتغطية الأحمال.

٦- إنشاء محطات التوليد في الأماكن التي تصل تكاليف التوليد فيها إلى الحد الأدنى، كمصادر الطاقة المائية والنووية، مما يسمح بتصدير القدرة رخيصة التكاليف من شبكة إلى أخرى (غالباً في إتجاه واحد).

باء- الفوائد الفنية

- ١- مدى الاعتماد على الشبكة مقيساً بإنخفاض إحتمال، أو توقع، فقد التغذية.
- ٢- تحسين ضبط جهد الشبكة وتربيتها نتيجة خفض الاحتياطي الدوار لشبكة الربط المجمع.
- ٣- المساعدة المتبادلة عند حدوث عطل في إحدى شبكات أو خطوط الربط وتقليل إحتمال فصل بعض الأحمال.
- ٤- زيادة الاستقرار الديناميكي، حيث أن الشبكة المرتبطة أقدر من الشبكات المنفردة على إستعادة إستقرارها بعد الإضطرابات أو الحوادث الجسيمة.

جيم- الفوائد البيئية

ويمكن الحصول على المزايا الآتية نتيجة الربط الكهربائي:

- ١- تقليل الإنبعاث غير المباشر للغازات العادمة بإستخدام التوليد الأكثر كفاءة.
- ٢- إستخدام مصادر الطاقة المتجددة، خاصة الطاقة المائية التي تكون عموماً بعيدة عن مراكز الأحمال.
- ٣- تزايد فرصة اختيار أفضل المواقع لإنشاء محطات التوليد نتيجة توفر عدد أكبر من هذه المواقع.
- ٤- تقليل الإنبعاثات والغازات الملوثة للبيئة والأمطار الحمضية نتيجة لخفض قدرة التوليد ولتنمية مصادر جديدة مثل مصادر الطاقة المائية.

دال- معوقات ربط شبكات الكهرباء

وهي تشمل العقبات الطبيعية، ومنها الفوائل بين الشبكات المراد ربطها كالصحراء، وسلسل الجبال، ومناطق الأدغال الكثيفة، والمناطق القليلة الإستهلاك الكهربائي، والتي قد يتطلب إيجيابها آلاف الكيلومترات من خطوط التيار المتردد أو المستمر في ظروف طوبوغرافية بالغة الصعوبة. وعندما تكون هذه الفوائل بحرية فإنه يفضل إستخدام التيار المستمر في حالة تجاوز أطوال الكابلات البحرية عدة مئات من الكيلومترات.

ويلي ذلك العقبات السياسية التي قد تنشأ نتيجة لمرور خطوط الربط عبر الحدود المشتركة لأقطار مختلفة، ثم العقبات الناشئة عن اختلاف خصائص الشبكات المطلوب الربط بينها والتي قد يتربّط

عليها عدم التوازن بين الجهود الكهربائية، والمسافات، والقدرات المنقولة؛ وال الحاجة الى عدد كبير من محولات الربط. وعند إختلاف تردد الشبكات فلا بديل عن استخدام خطوط التيار المستمر، ويمكن من النواحي الفنية التغلب على مثل هذه العقبات ولكن بتكلفة كبيرة نسبياً.

هاء- القيود الفنية والإقتصادية المتعلقة بربط الشبكات الكهربائية

بجانب تلك المعوقات الفنية المشار إليها فإن هناك معوقات فنية إقتصادية يقتضي تجاوزها تحمل تكاليف مرتفعة إذا قيست بالفوائد المنتظرة كالحاجة إلى ما يلي:

- ١- عدد مناسب من خطوط الربط للحفاظ على التزامن والمساعدة في حالة الطوارئ.
- ٢- تجاشم خصائص التحكم الإبتدائي أو الثانوي لتفادي زيادة التحميل والأعطال وفصل الخطوط الرابطة وما إلى ذلك.
- ٣- معايير موحدة لملاءمة شبكات الكهرباء لتفادي إنتقال قدرة غير مخطط لها، ولعدم تكرار الأعطال الشديدة.
- ٤- تهيئة آليات لتحكم الجهد والقدرة غير الفعالة للقدرات الجديدة المنتظر إنتقالها، لتفادي هبوط الجهد أو إنهاياره.
- ٥- تنسيق منظومات الوقاية، والاتصالات، والخطط الوقائية، من أجل الحد من تتبع الحوادث والأعطال الناتجة عنها.

ثانياً- السمات الرئيسية لشبكات الكهرباء في دول الإسكوا

تمتد منطقة غربي آسيا من خليج عمان شرقاً إلى الحدود المصرية الليبية غرباً (٥٠٠ كم). ومن الجمهورية العربية السورية شمالاً إلى اليمن جنوباً (٢٥٠٠ كم). وهي تضم ١٣ قطراً، وتغطي حوالي ٥ ملايين كم^٢ معظمها صحراء قاحلة، ومع ذلك يعيش حوالي ١٥٠ مليوناً من البشر في جزء صغير من تلك المساحة. وقد أدخلت الكهرباء إلى بعض أجزاء المنطقة منذ حوالي مائة عام، وتمتلك بعض الدول الأعضاء شبكات كهربائية موحدة ذات تحكم مركزي؛ بينما البعض الآخر يمتلك أكثر من شبكة تغذي كل منها منطقة منفصلة من القطر.

ومنطقة غربي آسيا غنية بمصادر الطاقة وبها كميات كبيرة من البترول والغاز، كما تتوافر في بعض الأقطار إمكانية توليد الطاقة من المصادر المائية. ويمثل التوزيع الجغرافي للموارد، والتتنوع اليومي والموسمي للطلب على الكهرباء، وتوافر مصادر الطاقة الأولية، قاعدة الإنطلاق لإنشاء شبكة كهرباء متكاملة لكل الدول الأعضاء في الإسكوا.

ويتضمن هذا الفصل موجزاً لحالة الطاقة الكهربائية بمنطقة غربي آسيا؛ وفقاً للبيانات المتاحة عن السنة ١٩٩٥/١٩٩٦ بشأن القدرة المولدة، والأحمال القصوى، وتعدد السكان، واستهلاك القطاعات في المنطقة وما إلى ذلك.

سلع الطاقة الكهربائية لدول الإسکوا

١- الوضع المؤسسي

تشرف على التوليد والنقل بكل دولة الإسکوا مؤسسات حكومية، أو مملوكة للدولة ومسئولة أمامها عن توفير التغذية بالكهرباء لكافة القطاعات الأخرى.

٢- القدرة المولدة

تتراوح القدرة المولدة بين ٦٩٩ ميغاوات، في اليمن؛ و ١٨٧٨٠ ميغاوات في المملكة العربية السعودية؛ (بخلاف القدرات المولدة من وحدات التحلية) وأغلبها من محطات توليد تعمل بتوربينات بخارية أو غازية. وأكبر الوحدات العاملة قدرتها ٦٠٠ ميغاوات في كل من المملكة العربية السعودية ومصر، ويجري حالياً إنشاء وحدات بنفس القدرة في الكويت.

٣- تنوع العمل

يختلف وقت حدوث الحمل الأقصى باختلاف البلدان. ففي عام ١٩٩٦، بينما كان توقيته هو شهر حزيران/يونيو في بعض الدول، فإنه حدث في أيلول/سبتمبر وكانون الأول/ديسمبر من نفس السنة في دول أخرى، وتراوح الحمل الأقصى بين ٤٩٠ ميغاوات في اليمن، و ١٨٠٠٩ ميغاوات في المملكة العربية السعودية.

٤- استهلاك الفرد سنوياً من الطاقة

يتراوح متوسط الاستهلاك السنوي للفرد من الطاقة بين ١٠٧ كيلووات ساعة/سنة في الدول الأقل نمواً، و ١٤٣٠ ك.و.س/سنة للدول المصدرة للنفط.

٥- الاستهلاك القطاعي للطاقة

يمثل القطاع المنزلي أكبر مستهلك للطاقة في معظم الدول الأعضاء، كما تعد دولة قطر الدولة الأكثر استهلاكاً في القطاع المنزلي الذي تبلغ نسبة الاستهلاك فيه ٦٥٨٪ من مجمل استهلاك الطاقة في دولة قطر.

٦- مستويات الجهود العالية والفاصلة

تحتلت جهود النقل من بلد آخر؛ فمستويات الجهود الفاصلة ٥٠٠ كيلوفولت، ٤٠٠ ك.ف..، ٣٨٠ ك.ف.، ومستويات الجهود العالية ٢٢٠ ك.ف..، ١٣٢ ك.ف..، ٦٦٦ ك.ف..، ٣٣٣ ك.ف..

ثالثاً - الربط الكهربائي في منطقة غربي آسيا

قام عدد من دول الإسكوا بربط شبكاتها الكهربائية عبر حدودها مع الدول المجاورة وكان ذلك غالباً بسبب قرب مراكز الأحمال من الحدود بحيث يكون الأفضل لها تغذية هذه الأحمال من البلد المجاور، وأحياناً يكون استخدام خطوط الربط قاصراً على التغذية في حالات الطوارئ.

ويوجد بالمنطقة فعلاً ربط كهربائي قائم بين الجمهورية العربية السورية والأردن، وآخر بين الجمهورية العربية السورية ولبنان؛ كما توجد بعض مشروعات الربط الجاري تنفيذها وقارب على الإنتهاء ومشروعات أخرى قيد الدراسة.

ألف- خطوط الربط القائمة

١- الجمهورية العربية السورية - الأردن

تم الربط بينهما سنة ١٩٧٧ بخط جهد ٦٦ ك.ف. يصل بين درعا في الجمهورية العربية السورية وإربد في الأردن بقدرة ١٠٠ ميجاوات أمبير؛ وبخط آخر عام ١٩٨١ جهد ٢٢٠ ك.ف.، يصل بين الشيخ مسكين في الجمهورية العربية السورية وإربد في الأردن بقدرة ١٠٠ م.ف.أ.، ولكنه متوقف عن التشغيل منذ عام ١٩٨٧.

٢- الجمهورية العربية السورية - لبنان

تم الربط الكهربائي بين الجمهورية العربية السورية ولبنان في عام ١٩٧٣ بخط جهد ٦٦ ك.ف. يصل بين حماة في الجمهورية العربية السورية والبقاع في لبنان بقدرة ٨٠ ميجاوات أمبير؛ وبخط آخر جهد ٢٢٠ ك.ف. يصل بين طرطوس في الجمهورية العربية السورية والبارد في لبنان بقدرة ١٨٠ م.ف.أ.، ولكن القدرة الفعلية المنقولة لم تتجاوز ٨٠ ميجاوات بسبب السعة المحددة لمحطات المحولات على الجانبين، وقد استفادت الجمهورية العربية السورية من الربط خلال حرب تشرين الأول/اكتوبر، ثم تغير الوضع ابتداء من سنة ١٩٧٧، حيث أصبح سريان القدرة في إتجاه واحد من الجمهورية العربية السورية إلى لبنان.

باء- مشروعات الربط الجاري تنفيذها

١- الربط بين مصر والأردن

يعد الربط بين مصر والأردن الخطوة الأولى في إتجاه الربط بين الدول العربية. ففي عام ١٩٧٧ وقع اختيار كل من هيئة كهرباء مصر وسلطة الكهرباء الأردنية (شركة الكهرباء الوطنية) على هيئة كهرباء فرنسا للقيام بدراسة الجدوية الفنية والإقتصادية لربط شبكة القطرين، ثم اختيار البديل الأمثل من بين عدة بدائل - الذي يحقق أفضل المزايا الفنية والإقتصادية.

ويصل خط الربط المقترن بين محطة محولات السويس الجديدة ومحطة توليد عيون موسى، ثم محطة محولات طابا على الجانب المصري بمحطة توليد العقبة الحرارية على الجانب الأردني، من خلال كابل بحري يعبر خليج العقبة.

(أ) بدائل الربط

تمت دراسة ستة بدائل للربط، ثلاثة منها بالتيار المتردد، وواحد بالتيار المستمر، وإثنان بالجمع بين التيار المتردد والمستمر، وكان ذلك على مرحلتين أخذت المرحلة في اعتبارها المقارنة بين سعات النقل الممكنة، والمكونات، والتكاليف الإستثمارية، والفقد لكل بديل الربط.

وخلصت المرحلة الأولى من الدراسة إلى أنه لكل بديل الربط سواء في الظروف العادية أو الطارئة يمكن لمصر أن تصدر عبر خطوط الربط ٦٠٠ م.و، وهي قدرة تعادل قدرة أكبر وحدة توليد بها، ويمكن للأردن أن تستورد ٢٠١ م.و، وهو ما يعادل قدرة أكبر وحدة توليد بها على أن يتم تركيب مكثفات سعتها ١٠٠ م.ف.أ. في الجزء الشمالي من الشبكة الأردنية (منطقة عمّان)، وفي حالة وجود أو إتمام ربط بين الأردن والجمهورية العربية السورية يمكن للنظامين معاً استيراد ٤٧٠ م.و، منها ١٢٠ م.و. للأردن و ٣٥٠ م.و. للجمهورية العربية السورية.

ثم انتهت هذه المرحلة إلى إستبعاد بديلين للربط المتردد أحدهما على جهد ٤٠٠ ك.ف. لارتفاع تكاليفه والثاني على جهد ٢٢٠ ك.ف. بسبب انخفاض سعاته التبادلية، كما تم إستبعاد البديل الثالث الذي يجمع بين التيار المتردد والمستمر على جهد ٤٠٠ ك.ف. لكونه أيضاً مرتفع التكلفة.

وبذلك ركزت المرحلة الثانية على المزيد من الدراسة للبديل الأفضل من بين البدائل الثلاثة التي أفرزتها المرحلة الأولى. ومن الناحية الفنية فقد تحققت هذه المرحلة من الدراسة من أن البدائل الثلاثة مقبولة سواء في الحالات العادية أو الطارئة، وعلى وجه التحديد ففي بديل الربط بالتيار المتردد على جهد ٥٠٠ ك.ف. يمكن أن تصدر مصر ٦٠٠ م.و. وأن تستورد الأردن ١٢٠ م.و. أو الأردن والجمهورية العربية السورية معاً ٤٧٠ م.و. بينما يمكن لخط الربط أن ينقل ٦٠٠ م.و. عند الربط بين الدول العربية باستخدام آلية إعادة توصيل الوجه الواحد للجزء الهوائي من الربط لتحسين توافقه عند حدوث أعطال عابرة.

أما بالنسبة لبدائل الربط بالتيار المستمر، فقد وجد أن الحوادث على إحدى الشبكتين ضئيلة التأثير على الشبكة الأخرى وأن الشبكتين قادرتان على الصمود في مواجهة تأثيرات أخطاء التشغيل في محطات توحيد التيار.

(ب) الدراسة الاقتصادية

تمت مقارنة استثمارات الوضع الأمثل للتخطيط والتشغيل لوحدات التوليد في المنظومتين بدون الربط بينهما ثم بإتمام الربط بافتراض سعة نقل تبادلية معينة، وأظهرت النتائج أن الربط يحقق نوعين من الفوائد:

-١- إنخفاض إجمالي التكاليف الإستثمارية.

-٢ إنخفاض التكاليف الإجمالية للتشغيل وتكاليف عدم إمكانية التغذية.

كما أظهرت خطة التوليد الجديدة التي تفترض إتمام الربط أنه يمكن لمصر أن تستغني عن إنشاء توليد غازي بقدرة ١٠٠ م.و؛ ويمكن للأردن أن تستغني عن إنشاء توليد بخاري بقدرة ١٣٠ م.و..

(ج) القدرة المنقولة من خلال الربط

بإثناء فترات الأحمال القصوى، فإنه يمكن على مدار السنة أن تحل وحدات التوليد البخاري التي تعمل بالغاز الطبيعي في مصر محل التوليد المستغنى عنه في الأردن (١٣٠ م.و.). بل يمكن أن تحل محل وحدات التوليد قدرة ٦٦ م.و. في الأردن، بينما يمكن خلال الليل أن تحل الوحدات قدرة ١٣٠ م.و. في الأردن محل الوحدات البخارية في مصر والأكثر تكلفة بعض الشيء.

وبإضافة إلى ذلك يمكن إجراء كثير من تبادلات الطاقة في الإتجاهين في أوقات الذروة، وقد توصلت الدراسة الاقتصادية إلى أن تبادل ١٣٠ م.و. هو بالكاد ما يكفي لكي يعوض الورف في إستثمارات التكلفة الإضافية للتشغيل.

وتتحقق أقصى فائدة من الربط عندما تصل قدرة النقل التبادلية إلى ٤٠٠ م.و. حيث لا يتربّ على تجاوز هذه السعة أي مكاسب إضافية.

وتم حساب عوائد الربط بمقارنة التكاليف المخصومة في حالي وجود الربط وعدمه لبدائل الربط على جهد ٥٠٠ ك.ف. تيار متعدد و ٤٠٠ ك.ف. تيار مستمر ثم ٥٠٠ ك.ف. تيار متعدد/مستمر ولساعات نقل تبادلية ١٣٠ م.و.. و ٤٠٠ ك.و.، وتبين أن أعلى عائد اقتصادي يتحقق من الربط على جهد ٥٠٠ ك.ف. بالتالي المتعدد لكل الساعات ومن ثم تم اختيار هذا البديل كأفضل البدائل حيث أنه يحقق المزايا التالية:

(١) كفاية سعته التبادلية لتغطية أقصى طلبات الأحمال المتبادلة بين مصر والأردن، والمرحلة التالية للربط بين الدول العربية:

(٢) تحقيق أقصى عائد:

(٣) لا تكتنف تشغيله أية صعوبات:

(٤) يمكن عن طريقه تغذية جنوب سيناء بالطاقة الكهربائية.

(د) تمويل المشروع

تم توقيع إتفاقية قرض بين مصر والأردن من جانب، والمصدقون العربي للإنماء الاقتصادي والإجتماعي من الجانب الآخر، لتمويل المكون الأجنبي من تكاليف هذا المشروع وقدرها ١٥٠ مليون دولار أمريكي، وتشمل من الجانب المصري تكاليف إنشاء خط هوائي جهد ٥٠٠ ك.ف. بطول حوالي ٢٩٢ كم من محطة محولات السويس الجديدة جهد ٥٠٠ ك.ف. إلى محطة محولات طابا جهد

٥٠٠ ك.ف. عبر قناة السويس، وإنشاء محطة محولات طابا جهد ٤٠٠/٥٠٠ ك.ف.، ١٢٥٠ م.ف.أ. + ١٢٥٠ م.ف.أ.، وعلى الجانب الأردني تكاليف إنشاء خط هوائي جهد ٤٠٠ ك.ف. يصل بين خليج العقبة ومحطة توليد العقبة الحرارية، وتتكاليف إنشاء محطة محولات العقبة جهد ٤٠٠ ك.ف.، ١٣٢/٤٠٠ م.ف.أ.، ويقتسم الجانبان تكاليف إنشاء كابل بحري جهد ٤٠٠ ك.ف. بطول ١٣ كم لعبور خليج العقبة على عمق ٨٥٠ مترا.

٢- الربط الكهربائي الخمسي (مصر-العراق-الأردن-الجمهورية العربية السورية-تركيا)

في عام ١٩٨٩ أنسنت هيئات كهرباء الدول الخمس إلى المكتب الإستشاري الكندي أونتاريو هيدرو - هيدروكويبيك دراسة جدوى المشروع والتوصية بأكثر البدائل ملاءمة لتبادلات القدرة والطاقة عبر الشبكات الكهربائية الخمس والذي يمكن أن يؤدي إلى تحسين الاعتماد عليه ويحقق الوفر في القدرة المولدة تكاليف الإنتاج، وقد قسمت الدراسة إلى ثلاثة أجزاء رئيسية على النحو التالي:

- دراسة تخطيط الشبكة للتحقق من السعات التبادلية المجدية، وتكاليف المهام، ومعالمة التصميم الرئيسية، ومراجعة تنبؤات الأحمال وخطة التوليد، وتحديد الفوائد الناتجة عن برامج التوليد وسعات التبادل؛

- دراسة النقل لتصميم خطوط الربط وتحديد تكاليفها؛

- دراسة التعريفة والسياسات التي تقدم الأسس الرئيسية المستخدمة في تطوير ممارسات التخطيط والتشغيل.

(أ) بسائل الربط

وقد تناول الجزء الأول من الدراسة المقارنة بين سبعة بسائل للربط، ثلاثة منها بالتيار المتردد، وأربعة بالجتمع بين التيار المتردد والتيار المستمر. وفي الجزء الثاني استخلصت الدراسة مرحلة ابتدائية للربط مشتركة بين ثلاثة بسائل اختيار لتجري دراستها بالتفصيل، ولكل من هذه البدائل التي درست بالتفصيل، أظهر تحليل امكانية الاعتماد على شبكة الربط أن الوفورات الناشئة عن تخفيض التوليد تفوق ما يلزم لتبسيير تكاليف أي من هذه البدائل. وقد أخذت الدراسة في الإعتبار برنامجين للتوليد، برنامج أساسي وهو المطلوب لتغذية الأحمال بدرجة مناسبة من الاعتماد عليه بدون ربط؛ وبرنامج توليد مخفض يعتمد على المساعدة المتاحة من الربط لتخفيض القدرة المولدة، وتبين من تحليل تكاليف الإنتاج للمرحلة الإبتدائية والبدائل الثلاثة، أن الوفر في تكاليف الإنتاج يتوقف على برامج الصيانة التي تتبعها المؤسسات، وعلى بديل الربط، والمتوقع أن يتراوح الوفر عام ٢٠٠٠ ما بين مليون وستة ملايين دولار أمريكي.

(ب) المرحلة الإبتدائية

إضافة إلى خط الربط بين مصر والأردن، تتضمن هذه المرحلة خطوط الربط جهد ٤٠٠ ك.ف. الآتية:

(١) خط ربط طوله ٢١٠ كم بين شمال عمان في الأردن وعدرا في الجمهورية العربية السورية:

(٢) خط ربط طوله ١٦٥ كم بين دير الزور في الجمهورية العربية السورية وبين القائم في العراق:

(٣) خط ربط طوله ١٢٤ كم بين حلب في الجمهورية العربية السورية وبيرجيك في تركيا:

(٤) خط ربط طوله ١٢٩ كم بين سizar في تركيا وزاخو في العراق.

بالإضافة إلى خطين داخليين جهد ٤٠٠ ك.ف. أحدهما يصل بين جنوب وشمال عمان في الأردن بطول ٤٠ كم، والأخر من حماة إلى ديرالزور في الجمهورية العربية السورية بطول ٣٨٠ كم.

وتصل السعة المتبادلة عبر دول الربط في المرحلة الإبتدائية إلى ٣٠٠ م.و.. فيما عدا بين العراق وتركيا حيث تصل إلى ٤٠٠ م.و.. وتبلغ تكاليفها جميعها حوالي ١٨٥ مليون دولار أمريكي.

ولرفع السعة المتبادلة من ٣٠٠ م.و.. إلى ٦٠٠ م.و.. تمت دراسة ثلاثة بدائل يعد كل منها إمتداداً للمرحلة الإبتدائية المشتركة، إثنان منها للربط عن طريق التيار المتعدد والثالث عن طريق التيار المستمر.

وللتحول من المرحلة الإبتدائية إلى البديل الأول، يتم إضافة خطين جهد ٤٠٠ ك.ف. أحدهما من شمال عمان في الأردن إلى معربة في الجمهورية العربية السورية بطول ١٠٠ كم، والأخر من محطة توليد العقبة الحرارية إلى شمال عمان داخل الأردن بطول ٣٤٥ كم، وتبلغ التكلفة الإجمالية لهذا البديل ٢٨١ مليون دولار.

وللانتقال من المرحلة الإبتدائية إلى البديل الثاني، يتم إضافة خط جهد ٤٠٠ ك.ف. من شمال عمان في الأردن إلى سد القادسية في العراق بطول ٧٢٠ كم، مع تركيب مهمات لتعويض القدرة غير الفعالة التي من المتوقع أن تنتج عن مثل هذا الخط الطويل، وخط آخر جهد ٤٠٠ ك.ف. من (محطة العقبة الحرارية) إلى شمال عمان داخل الأردن بطول ٣٤٥ كم وتبلغ التكلفة الإجمالية لهذا البديل ٣٦٧ مليون دولار أمريكي.

ويحتاج للانتقال من المرحلة الإبتدائية إلى البديل الثالث إضافة المهام الآتية:

أ- خط تيار متعدد جهد ٥٠٠ ك.ف. من عيون موسى إلى طابا في مصر بطول ٢٤٠ كم؛

ب- خط تيار متعدد جهد ٤٠٠ ك.ف. من محطة العقبة الحرارية إلى شمال عمان في الأردن بطول ٣٤٥ كم؛

ج- محطة توحيد بشمال عمان بقدرة ٤٠٠ م.و..؛

د- محطة توحيد في سد القادسية بقدرة ١٢٠٠ م.و..

وتبلغ التكلفة الإجمالية لهذا البديل ٧٨٢ مليون دولار أمريكي.

(ج) التحليل الاقتصادي

بالنسبة للمرحلة الإبتدائية، تم حساب الفوائد الناتجة عن الربط على أساس أن هدف كل من الشبكات المشتركة في الربط هو تحقيق مستوى من الاعتماد عليها يصل بإحتمال فقد التعذية إلى يوم واحد كل ثلاثة سنوات.

(د) تخفيض القدرة المولدة

نتيجة للربط، فإن تخفيض هامش الاحتياطي بنسبة ٥ في المائة لكل من منظومات الربط يحقق وفرًا في السعة الاحتياطية يصل إلى ٥٠٠ م.و. لمصر، ٦٠٠ م.و. للعراق، ٢٠٠ م.و. للجمهورية العربية السورية، و ٦٩٠ م.و. لتركيا بإجمالي ١٩٩٠ م.و.، وبالنسبة للأردن فإنه سيكون قد سبق لها فعلاً الاستفاداة من الوفر في السعة الاحتياطية نتيجة للربط الأردني المصري ولن تحصل من الربط الخماسي على المزيد.

ولحساب العائد المتوقع للمرحلة الإبتدائية مقارنا بالتكليف، اتخد الأساس تكاليف التوربينات الغازية، وقدرت هذه التكاليف بمبلغ ٥٠٠ دولار/كيلووات، وبمعدل خصم ١٠ في المائة، ودخل في حساب الفوائد الوفر في التكاليف الاستثمارية، وتكاليف التشغيل والصيانة نتيجة الربط، وتكاليف الرأسمالية، وتكاليف التشغيل والصيانة لمهمات الربط، وفي هذه المرحلة تحقق كل من مصر والعراق والأردن وتركيا عائدًا يزيد عن ١٠٠ في المائة بينما تحقق الجمهورية العربية السورية عائدًا يزيد عن ١٧ في المائة.

٣- الربط المصري الليبي

يجري حالياً الربط بين مصر وليبيا بخط هوائي جهد ٢٢٠ ك.ف. يصل من السلوى في مصر إلى طبرق في ليبيا، لنقل حوالي ٢٠٠ م.و. في هذه المرحلة، ويمكن زيادة القدرة المنقوله في مرحلة لاحقة، على اعتبار أن المرحلة القادمة ستكون على جهود فائقة ٤٠٠ - ٥٠٠ ك.ف.

جيم- مشروعات الربط التي تم الإنتهاء من دراستها ولم يبدأ تنفيذها بعد

١- ربط دول مجلس التعاون الخليجي

بدأت في عام ١٩٨٠ دراسة الربط الكهربائي لدول المجلس الست وهي: الإمارات العربية المتحدة، البحرين، عُمان، قطر، الكويت والمملكة العربية السعودية، وتم تحديث الدراسة في عام ١٩٩٠، حيث أوصت بتنفيذ الربط على ثلاثة مراحل على النحو التالي:

المرحلة الأولى: لربط شبكات دول الخليج الشمالية: (البحرين، قطر، الكويت والمملكة العربية السعودية):

المرحلة الثانية: لربط شبكات دول الخليج الجنوبية: (الإمارات العربية المتحدة وعُمان):

المرحلة الثالثة: لربط شبكات الشمال الى شبكات الجنوب.

على أن يبدأ تنفيذ المرحلة الأولى في عام ١٩٩٨، والثالثة في عام ٢٠٠٣. وينتظر أن تتحقق الفائدة القصوى من الرابط بحلول عام ٢٠١٠.

وأجريت دراسات تخطيط التوليد لكل دولة، بالربط وبدونه، مع إفتراض إمكانية إضافة توليد جديد لتحقيق درجة الاعتماد المقيسة بتوقع فقد التعذية، والذي اتفق على ألا يتجاوز ٥ ساعات في السنة، أو نصف ساعة في الشهر، وأن تأخذ كل دولة في اعتبارها أن يكون لديها التوليد الذي يحقق هذا الشرط.

وتقييت دراسة الرابط بألا يقل إحتياطي أي دولة بعد الرابط عن نصف الإحتياطي الذي كان لازماً قبل الرابط، واقتصرت شبكة نقل تتواءم مع الرابط ألا تتجاوز القدرة التبادلية ٣٠ في المائة من الحمل الأقصى سنة ٢٠١٠.

(ا) بدائل الرابط

نظراً لأن تردد الشبكة السعودية هو ٦٠ ذبذبة (هرتز) في الثانية، فمن المتعدد ربطها مع شبكات الدول المجاورة باستخدام التيار المتردد، وبناء على ذلك تمت دراسة أربعة بدائل للربط يدخل في كل منها الرابط بالتيار المستمر من الجانب السعودي. وقد اختير البديل الثاني كأفضل البدائل فنياً، وهو يتلخص في ربط الشبكات ذات تردد ٥٠ هرتز لكل من الكويت والبحرين وقطر، والشبكة المستقبلية للإمارات العربية المتحدة بخط جهد ٤٠٠ ك.ف. ثم ربط عُمان مع الإمارات العربية المتحدة مستقبلاً بخطوط جهد ٢٧٥ ك.ف. أو ٢٨٠ ك.ف. ومن نقطة تجمع يتم الرابط بالمملكة العربية السعودية عن طريق محطة موحدات، تيار مستمر، وبسعة تبادلية ١٨٠٠ م.و. ويحقق هذا البديل المزايا التالية:

- (١) يسمح بتبادل القدرة مباشرة بين أي دولة وأخرى دون حاجة لطرف ثالث;
- (٢) يحتوي على أقل ما يمكن من مهام التيار المستمر؛
- (٣) لا يتطلب إضافة مستويات جهود أعلى مما هو موجود فعلاً بالمنطقة؛
- (٤) أقل تأثيراً بمشاكل التلوث الموجودة بالمنطقة؛
- (٥) المرونة بما يكفي لمواومة تغيرات الحمل وتتطور التشغيل؛
- (٦) يشمل مركز تحكم لتبادل القدرة للمنطقة بكمالها يمكن توسيعه مستقبلاً عند الحاجة.

(ب) الفوائد الاقتصادية للربط

سبقت الإشارة الى المعايير التي تقيّم على أساسها فوائد الرابط، وباعتبار أفق الدراسة سنة ٢٠١٠، فمن المنتظر أن تتحقق المرحلة الأولى عائداً يصل الى ١٤١ في المائة من تكاليف الربط بمعامل خصم ٦ في المائة وأن تتحقق المرحلة الثالثة ١٤٤ في المائة، وتتجاوز القيمة الحالية للفوائد المتراكمة الناتجة عن التوفير في إستثمارات محطات التوليد تكاليف مشروع الرابط خلال أربع سنوات من تنفيذ المرحلة الأولى وخلال سنتين من تنفيذ المرحلة الثانية.

٢- ربط دول المشرق العربي

تشمل دول المشرق العربي كلاً من: الأردن، الإمارات العربية المتحدة، البحرين، الجمهورية العربية السورية، العراق، عُمان، قطر، الكويت، لبنان، مصر، المملكة العربية السعودية واليمن.

ونتيجة لتنوع مصادر الطاقة وإختلاف أنماط الأحمال لهذه الدول، أجريت دراسة لجدوى الربط الكهربائي لشبكاتها، مؤلها الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والإجتماعي، واشترك في إجرائها معهد الأبحاث التابع لجامعة الملك فهد للبترول والمعادن، ومؤسسة الكويت للبحث العلمي، مع بيت خبرة ايرلندي، واختتمت الدراسة في عام ١٩٩٢ بإثبات جدوا المشروع والفوائد الناشئة عن الربط. ثم تبعتها دراسة لتقييم فوائد التبادل التجاري للطاقة بين دول المشرق العربي نشرت في عام ١٩٩٤.

دال- موجز دراسة ربط الشبكات الكهربائية لدول المشرق العربي

إذا تم ربط دول المشرق العربي، يمكن أن تتحقق وفورات ملموسة نتيجة لتخفيض القدرة المولدة والإحتياطي الدوار، ولتجارة الطاقة. وقد تم فحص عدة تصورات من أجل اختيار سعات نقل وأشكال ربط تجمع بين الأسلوب التحديدي، وتم باستخدام الأسلوب الإحتمالي تحديد سعات النقل التي تتحقق أقصى إستفادة من تخفيض القدرة المولدة، وافتراض الأسلوب التحديدي أن تحصل أي شبكة على مساعدة تعادل سعة أكبر وحدتين في سنة ٢٠١٥. وأكثر من ذلك، أن تكون هذه السعة متاحة عقب فقد أحد خطوط النقل الرئيسية، وقد راعت الدراسة عدداً من المعايير كتحسين توقيع فقد التعذية إلى ٢٪ يوم في السنة، وخفض هامش الإحتياطي إلى ١٠٪ في المائة، وألا يتجاوز توقع فقد التعذية خمسة أيام في السنة لأي دولة منفردة. واقتصرت الدراسة أن يتم الربط الكهربائي للمشرق العربي على مرحلتين، يتم في المرحلة الأولى إنشاء شبكات إقليمية قوية تضم عدداً صغيراً من الدول؛ وفي المرحلة الثانية يتم الربط بين الشبكات الإقليمية لتكوين الربط الشامل للمشرق العربي.

هذا، ويتراوح الوفر في قدرات التوليد نتيجة لربط دول المشرق العربي، بين ٢٠٠٠ م.و. و ٢٠١٨ م.و. سنة ٢٠١٧ م.و. وبين ٢٠١٥ م.و. سنة ٢٠١٥ م.و. ويتراوح العائد من الربط بين ٦٪ في المائة و ٢٠٪ في المائة، وقد رجحت الفوائد التكاليف في كل الحالات تقريباً عند معامل خصم معين.

هاء- دراسة تقييم فوائد تجارة الطاقة الكهربائية

نتيجة للفارق في تكاليف إنتاج الطاقة، تبرز هنا إمكانية لتجارة تبادل الطاقة بين مؤسسات الكهرباء بالمنطقة، وقد بني تقييم تجارة الطاقة الكهربائية على نتائج دراسة ربط المشرق العربي. ومن بين أنواع مختلفة من التجارة تناولت الدراسة "التبادل الاقتصادي" الذي يقوم على تبادل الطاقة بناء على فروق التكلفة والإختلافات الموسمية، ويمتد أفق الدراسة إلى عام ٢٠١٥ بأسعار عام ١٩٩٤ بالدولار الأمريكي، وبمعامل خصم ٦٪ في المائة، وبالأسعار العالمية للوقود دون تدرج زيادتها لمقابلة التضخم.

وتقارن الدراسة بين تكاليف الإنتاج بدون تبادل الطاقة، وتكاليف الإنتاج في حالة تبادل الطاقة. وقد إفترضت قيام كل دولة بتعطية أحمالها حتى عام ٢٠١٥، وتم تمثيل تشغيل منظومة وسيطة تغطي فيه كل دولة أحمالها، وثم تقوم بتبادل الطاقة مع الدول الأخرى لتخفيض تكاليف إنتاجها إلى أقل حد

ممكن. وبالمقارنة بين تكاليف الإنتاج بدون تبادل الطاقة، وتكاليف الإنتاج مع تبادل الطاقة، تبين أنه يمكن عن طريق التبادل الاقتصادي للطاقة أن تتحقق فوائد إقتصادية لكل دولة، وللمشرق العربي بالكامل.

وللحصول على الفوائد الكاملة للتبادل الاقتصادي، فإلى جانب السعات المحددة لخطوط الربط التي تحد من التبادل، توجد معوقات خاصة بالتشغيل قد تحد من إمكانية تحقيق الإستفادة الكاملة من الحد الأقصى للقدرة التبادلية. وتتجذر الإشارة إلى أن التبادل الاقتصادي ليس مؤمناً، فقد يوقف المورد التبادل إذا طرأ ما يوجب قصر التغذية على شبكته، وقد تؤدي السعة الكاملة للإسْتِيراد والتصدير بين المنظومات إلى معامل سعة أقل في بعض المنظومات كما لا تستطيع الوحدات الكبيرة التي تعمل عند معاملات قدرة منخفضة أن تزيد من قدرة خروجها بسرعة، كما لا يمكن تغطية فَقَدْ هذه القدرات في وقت معقول عن طريق مولدات المنظومة المستوردة. وقد أثبتت هذه العوائق إلى تبني سياسة الاحتياطي الدوار حيث لا تتجاوز القدرة المتباينة سعة أكبر وحدتين في تلك السنة، وهو الحل الأمثل الذي يحقق أقصى فائدة عملية من التبادل.

واو - الموقف التنفيذي لمشروعات الربط الكهربائي

١- مشروع ربط الدول الخمس: مصر، الأردن، الجمهورية العربية السورية، تركيا والعراق

(أ) مصر: تم تشغيل محطة محولات السويس ٢٢٠/٥٠٠ ك.ف.، والإنتهاء من تنفيذ الخط الهوائي السويس- طابا جهد ٥٠٠ ك.ف.، فيما عدا الجزء العابر لقناة السويس والذي ينتظر الإنتهاء من تنفيذه في تشرين الثاني/نوفمبر عام ١٩٩٧. وتم التعاقد على إنشاء محطة محولات طابا، وينتظر الإنتهاء من تنفيذها في نهاية عام ١٩٩٧. وجارى حالياً تنفيذ الكابل البحري العابر لخليج العقبة، وينتظر الإنتهاء من تنفيذه في تشرين الأول/أكتوبر عام ١٩٩٧؛

(ب) الأردن: تم الإنتهاء من تنفيذ محطة محولات العقبة والخط الهوائي من العقبة إلى عمان، وتشترك الأردن مع مصر في تنفيذ الكابل البحري عبر خليج العقبة؛

(ج) الجمهورية العربية السورية: تم التعاقد على خطوط الربط بين الجمهورية العربية السورية وكل من الأردن وتركيا، وينتظر الإنتهاء من تنفيذها في عام ١٩٩٨. وقد تأخر تنفيذ خط الربط بين الجمهورية العربية السورية والعراق بسبب صعوبات في الشبكات الداخلية؛

(د) تركيا: تم التعاقد في الرابع الأخير من عام ١٩٩٦، وينتظر الإنتهاء من التنفيذ في حزيران/يونيو ١٩٩٨؛

(ه) العراق: سيتم تنفيذ خط الربط مع الجمهورية العربية السورية بتمويل ذاتي. وبالنسبة لتركيا فإن الموعد المخطط لإتمام الربط هو عام ٢٠٠٢، ويجري التفاوض بشأن إنشاء خط جهد ٤٠٠ ك.ف. يمتد من الموصل في العراق إلى الحدود التركية.

٢- مشروع الربط الكهربائي بين مصر وليبيا

(أ) مصر: ينتظر الإنتهاء من تنفيذ الجزء الواقع في الأراضي المصرية من الخط الهوائي السلوم- طبرق في أيلول/سبتمبر ١٩٩٧؛ ومحطة محولات السلوم في كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٧.

(ب) ليبيا: ينتظر الإنتهاء من تنفيذ الجزء الليبي من الخط الهوائي طبرق-السلوم في كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٧.

٣- اتفاقيات الربط الخماسي

تم توقيع الإتفاقية التجارية العامة للربط بين الدول الخمس في عمان بالأردن، في حزيران/يونيو ١٩٩٣. وتم توقيع إتفاقية الربط في مصر سنة ١٩٩٦ بين الأعضاء المعندين، لإنشاء وتشغيل وصيانة شبكات الربط، وتبادل القدرة والطاقة الكهربائية مباشرة، أو بطريق غير مباشر، مع الشبكات الأخرى. وقد أوصت الإتفاقية بتشكيل اللجان الدائمة للإدارة الفنية الاقتصادية للربط على النحو التالي:

اللجنة التوجيهية: تتكون من مسؤول قيادي من كل دولة لتنسيق تخطيط وتشغيل شبكة الربط.

لجنة التخطيط: تتكون من إثنين من كل دولة من ذوي الخبرة الفنية العالية، للتنسيق بين مخططى الشبكات في الدول الأعضاء بغرض إعداد تخطيط متكامل للشبكات المنفردة وشبكة الربط يحقق مستوى الاعتماد المتفق عليه في مدى عشر سنوات.

لجنة التشغيل: تتكون من عضوين من كل دولة لتشكيل لجنة تشغيل ثنائية لكل قطرين متحاورين، للتحقق من توريد القدرة والطاقة وتحصيل رسومهما.

كما شملت الإتفاقية تنظيم تبادلات الطاقة في الظروف العادية والطارئ، وسريان القدرة الفعالة وغير الفعالة وتشغيل أجهزة الربط وتنسيق برامج الصيانة، وتصنيف التبادلات وتحصيل الرسوم، كما حددت نقط التوريد والقياس لكل دولة وطريقة حساب التكاليف التي يتحملها كل عضو نتيجة الربط والتكاليف التي يتسبب الربط في إعفائه منها.

وقد صنفت الإتفاقية القدرة والطاقة المبيعة من طرف آخر، من حيث النوع، والتوقيت، ودرجة الالتزام بتوفيرها، وطريقة حساب تكاليفها وتحصيلها، وشروط تبادلها وشروط إيقاف التبادل وكيفية إحتساب الفقد، وطريقة إحتساب ما تستحقه وما تتحمله كل منظومة عند نقل القدرة من منظومة إلى أخرى عن طريق طرف ثالث.

كما وصفت الإتفاقية آليات التحكم الآلي في التوليد لكل دولة بما يحقق إلتزاماتها نحو تغطية كل من أحmalها والأحمال المتفق على تبادلها، والمساهمة في ضبط التردد. واتفق على الإسترشاد بالقواعد التنظيمية لمجموعة دول اتحاد أوروبا الغربية لتنسيق انتاج الكهرباء ونقلها (UCPTE) في تشغيل الربط الخماسي.

ونصت الإتفاقية على أن تلتزم كل دولة بتشغيل شبكتها وتخطيط برامج صيانتها، مع مراعاة ألا يتجاوز إحتمال فقد التغذية ٤٪/يوم في السنة؛ وعلى أن تراعي كل دولة في تشغيل شبكتها المحافظة على مستوى الجهود في حدود مقبولة، وأن يتولى المسؤولون عن تشغيل كل شبكة مراقبة الجهود وإتخاذ ما يلزم من إجراءات تصحيحية للحفاظ على الجهود في الحدود المسموح بها؛ وتشمل هذه الإجراءات زيادة أو إنقاص القدرة غير الفعالة؛ وتشغيل وفصل خطوط التقل؛ وتخفيض التبادلات؛ وتخفيض الأحمال؛ أو فصل وحدات التوليد.

رابعاً- آفاق الربط الكهربائي بين دول الإسكوا

ألف- خلفية تاريخية

نوقش الربط الكهربائي بين شبكات الدول العربية خلال الاجتماعات الأولى للمؤتمرات الهندسية العربية التي عقدت في الفترة من ١٩٤٦ إلى ١٩٦٤. وعرضت أبحاث عن الربط الكهربائي تتضمن دراسة إنشاء شبكة موحدة للأردن والجمهورية العربية السورية ولبنان والعراق؛ ودراسة أخرى لربط الكويت بالعراق والمملكة العربية السعودية. وأوصى المؤتمر بإنشاء لجنة دائمة لجمع البيانات وإعداد دراسات الربط، وإنشاء صندوق عربي لتمويل مشروعات الربط. وتشكلت لجان لمتابعة مشاريع الربط، وظل موضوع الربط محل اهتمام المجلس. وفي عام ١٩٧٤، نوقش الإعداد لشبكة كهربائية موحدة، وصدق مجلس الجامعة العربية على التوصيات. وفي عام ١٩٧٦، نوقش تنفيذ الربط بين الجمهورية العربية السورية ولبنان، وبين الأردن والجمهورية العربية السورية، ثم نوقش موقف شبكة الربط الكهربائي للدول العربية في مؤتمر الطاقة العربي الثاني الذي عقد في الدوحة بقطر، في عام ١٩٨٢، حيث أوصى بتشكيل مجموعة عمل لدراسة وسائل التعاون لربط شبكات الدول العربية. وبناء على التوصيات اجتمعت مجموعة من الخبراء في عام ١٩٩٣ وأقرت الخطوات التي اتخذت بين دول مجلس التعاون الخليجي في مجال الطاقة الكهربائية، وقررت أن تمتد الدراسة لتشمل دولاً عربية أخرى بالشرق، كما أوصت أن يواصل الصندوق العربي ووكالات التمويل الأخرى دعم المشروعات المقترحة، وأن تنظر الدول العربية عند إعداد خططها الإستراتيجية المستقبلية في إمكانية الربط الكهربائي. وعرضت المجموعة خلال المؤتمر العربي الثالث عام ١٩٨٥، تصوراً لربط الدول العربية، وبعدها اتخذت خطوات عملية لتحقيق الربط العربي الشامل.

باء- الشبكة الإقليمية المقترحة لربط دول غربي آسيا

من المقترح أن يتحقق ربط دول غربي آسيا على مرحلتين:

المرحلة الأولى: إنشاء شبكات شبه إقليمية قوية تضم عدداً قليلاً من الدول الأعضاء على النحو التالي:

الدول الشمالية، وهي: مصر والأردن ولبنان والجمهورية العربية السورية حتى عام ٢٠٠٠، ثم العراق في عام ٢٠٠٢.

شبكة المملكة العربية السعودية، وتشمل ربط شبكات المناطق الأربع بالمملكة العربية السعودية (الشرقية والغربية والوسطى والجنوبية) حتى عام ٢٠٠٠.

شبكة مجلس التعاون الخليجي وتشمل شبكات الكويت والمملكة العربية السعودية، (المنطقة الشرقية) والبحرين، وقطر، والإمارات العربية المتحدة، وعمان؛ ويتم ربط البحرين والكويت وقطر والمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية حتى عام ١٩٩٩؛ ثم إنسجام الإمارات العربية المتحدة وعمان حتى عام ٢٠٠٣.

شبكة اليمن وترتبط بين الشبكات الرئيسية للمناطق الشمالية والجنوبية لقطر، مع إمكانية الربط شمالاً بالمنطقة الجنوبية للمملكة العربية السعودية، وشرقاً بعمان في المستقبل.

المرحلة الثانية: ربط الشبكات الإقليمية لتكوين شبكة شبه إقليمية المتكاملة المقترحة.

جيم- العلاقة بين الشبكة الإقليمية المتكاملة ومشروعات الربط الجاري تنفيذها والمقترحة

بناءً على الموقف التنفيذي لمشروعات الربط المختلفة، فإن شبكات دول الشمال سيتم تنفيذها وتشغيلها بين نهاية عام ١٩٩٧ وبداية عام ١٩٩٨؛ كما سيتم ربط شمال وجنوب اليمن في عام ١٩٩٧، بينما شبكة المملكة العربية السعودية وشبكة دول مجلس التعاون الخليجي لم يبدأ تنفيذهما بعد.

دال- الفوائد الاقتصادية الناتجة عن الربط الإقليمي المتكامل لمنطقة غرب آسيا

١- الوفورات الرأسمالية

بوجه عام، فإن خطط توليد المنظومة المتكاملة تشتمل على توليد أقل من مجموع التوليد الذي تشمل عليه خطة توليد كل دولة على حدة، مما يحقق وفراً. كما أن إحتمال فقد التغذية يصبح أقل، مع مراعاة الضوابط التالية:

(أ) التأكد من أن توقع فقد التغذية لن يكون مرتفعاً بدرجة غير معقولة عند فقد كل خطوط الربط؛

(ب) توقع فقد التغذية لكل شبكة بعد الربط يساوي، أو يقل عن، توقع فقد التغذية للشبكة الأصلية المنفردة ٢٠٪ يوم/سنة؛

(ج) توقع فقد التغذية لأي شبكة بعد الربط، يساوي توقع فقد التغذية للشبكة الأصلية المنفردة، وهو ٢٠٪ يوم/سنة أو يقل عنه؛

(د) لا يقل هامش الاحتياطي لأي شبكة عن ١٠٪ في المائة أو قدرة أكبر وحدة منفردة، أيهما أكبر؛

(ه) لا يتجاوز إحتمال فقد التغذية لأي شبكة، بفرض إنعزالها تماماً، عن ٥ أيام في السنة.

وبناءً عليه فإن إجمالي الوفر في سعات التوليد لدول غربي آسيا والنتائج من فرق التوليد لكل دولة بدون الربط قدر بين ٢٠١٥ م.و. عام ٦٥٢٠ و٢٠٠٠ م.و. عام ٢٥٢٠.

٢- الوفر في تكاليف التشغيل والصيانة

نتيجة لانخفاض مجموع قدرات التوليد بعد الربط، تنخفض تكاليف تشغيل وصيانة التوليد، ويُنتظر أن يتراوح بين ٤٧٨ مليون دولار أمريكي عند بداية القرن القادم، و١٢٣ مليون دولار أمريكي عام ٢٠١٥ باعتبار تكاليف التشغيل ١٩ دولار/كيلووات في العام للمولدات البخارية والغازية وذات الدورة المركبة.

٣- الوفر في الاحتياطي الدولار

على اعتبار وجود إحتياطي دوار لكل شبكة يغطي فقد أكبر وحدة، فإنه يكفي بعد الربط أن تغطي المنظومة المتكاملة فقد أكبر هذه الوحدات بما يتحقق وفراً يتراوح بين ٢٢ مليون دولار أمريكي عند بداية القرن القادم و ٤٤ مليون دولار أمريكي عام ٢٠١٥.

٤- اقتصاديات تبادل الطاقة

تمتلك دول غربي آسيا قدرًا كبيراً من مصادر الطاقة المتنوعة ما بين إحتياطيات الوقود الحفري وبعض مصادر الطاقة المائية؛ ونتيجة فروق تكاليف الإنتاج تبرز إمكانية التبادل التجاري للطاقة بين مؤسسات الكهرباء بالمنطقة.

وحيث دراسات تكاليف الإنتاج مستويات إنفاق الطاقة بين الدول المشتركة في الربط، ومن ثم قدرت الوفر الناشئ عن التبادل الاقتصادي للطاقة، والذي يتفاوت بين دولة وأخرى. ويبلغ متوسط الوفر السنوي للدول الأعضاء ٧٠ مليون دولار أمريكي. ورغم فوائد الربط، توجد مشاكل فنية واقتصادية ينبغي دراستها والوصول إلى حلول مناسبة لها.

٥- الاعتبارات المؤسسية

عند ربط شبكات القوى تنشأ كثير من المواقف نتيجة اختلافات الهياكل المؤسسية للأعضاء، ويعتمد تبادل الطاقة بين الأعضاء على اعتبارات اقتصادية. وتضم اللجنة الاقتصادية والإجتماعية لغربي آسيا ١٣ دولة، وتمتلك الحكومة أو هيئات القطاع العام شتى المرافق وهي التي تقوم بتشغيلها، بما في ذلك توليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها.

وتبعاً للإتجاه العالمي لتقسيم مؤسسات الكهرباء، قامت بعض مؤسسات الكهرباء بالمنطقة بفصل نشاط توزيع الكهرباء عنها، وكانت الصدار في ذلك لمصر والأردن، كما يجري التعاقد مع موردين مستقلين لمعدات الطاقة لإنشاء محطات توليد وفقاً لاقتصاديات السوق، وكانت عُمان رائدة في هذا المجال. كما تم ربط محطات مزدوجة الغرض، لتحلية المياه، وإنتاج الكهرباء، بمحطات التوليد بمعظم دول الخليج العربية، وكثير من هذه المحطات تعمل كمصدر مستقلة لتوريد الطاقة بالتعاقد مع المؤسسات الوطنية للكهرباء.

وعند إستقلال مؤسسات الكهرباء بالمنطقة وإمكانية ربطها مستقبلا، فإن التحدي الذي يواجه الدول الأعضاء في الإسکوا سيكون هو التنسيق السليم بين هذه المؤسسات ذات السياسات المختلفة.

٦- تخطيط التوليد لدعم التكامل

لكي يمكن الإستفادة من خفض مناسب في إحتياطي التوليد نتيجة للربط، فإنه يلزم عند التخطيط أن تراعي إقتصاديات حجم التوليد، حيث تحل وحدات كبيرة تدريجيا محل الوحدات الصغيرة في المنظومة المتكاملة وبذلك يزداد اعتماد المؤسسات الصغيرة على المؤسسات الكبيرة كمصدر دائم تقريبا للحصول على تغذية إقتصادية.

وللتناسق بين فوائد الربط للمنظومة المتكاملة ولكل منظومة على حدة، فإنه يلزم إما أن تكون هناك مركزية في التخطيط، أو أن يتم التنسيق بين المنظومات المختلفة خلال إعداد خطط التوليد، وهذا يمثل تحديا لا بد من مواجهته.

٧- إنشاء شبكة الربط

توجد صعوبة في التنبؤ بطلبات الأحمال في المستقبل، بسبب عدم وجود تصور لمعدلات التطور الإقتصادي للدول الأعضاء، وسياسات التخطيط، والتشغيل، وتوافر التمويل اللازم لتنفيذ مكونات الربط في الوقت المناسب. وفي ظل هذه الظروف إما أن يتم تنفيذ الربط ببطء أو يتم إيجاد حلول مناسبة للمواءمة بين سرعة التنفيذ وتكليف معقول في مواجهة التطورات غير المتوقعة.

ومن هنا يجب أن تتواءم شبكة الربط مع أنماط مختلفة للتحميل وتنوع الطلب على الأحمال، وأن تكون قادرة على إستيعاب القدرات المتبادلة وقت الأحمال القصوى وحالات الطوارئ، مع الإحتفاظ بالجهود في الحدود المسموح بها.

٨- العوامل المؤثرة على بدائل الجهد

سبقت الإشارة إلى مستوى الجهد بالمنطقة، وقد تقرر الحد من مستويات الجهد في نطاق أقل، وفقاً للمستويات القياسية للجنة الدولية الكهروتقنية (IEC)، بالإضافة إلى الحاجة إلى مستوى جهد فائق أعلى للربط، مع مراعاة إتخاذ الاحتياطيات اللازمة لتشغيل هذا الجهد في منطقة يغلب عليها المناخ الصحراوي.

٩- تشغيل منظومة الربط

فيما يتعلق بتجارة الطاقة وتكليف المرور، فإن التبادلات الإقتصادية تشمل نقل الطاقة من منظومة لأخرى نتيجة فروق التكاليف التي تعتمد على المعدلات الحرارية للوحدات وتكليف الوقود والتشغيل والصيانة، وكذلك نتيجة لتفاوت الموسمى للأحمال. ورغم توحد سعر الوقود عالمياً فإن التكاليف الفعلية تختلف من بلد آخر في الدول الأعضاء، فبعضها يصدر الوقود وبعضها يستورده. كذلك تختلف تكاليف الإنتاج من بلد آخر، ويلزم لنجاح الربط مستقبلا أن يتم حساب تكاليف الإنتاج للدول الأعضاء والمقارنة بينها على أساس موحدة وثابتة.

١٠- التحكم في شبكة الربط

تعتبر الشبكات المقترحة لربط دول الإسکوا من أكبر الشبكات من حيث المسافة التي تغطيها، وإجمالي القدرات المولدة التي ينتظر أن تصل من ٨٦ غيغاوات في ١٩٩٥ إلى ١٨٦ غيغاوات في ٢٠١٥ نتيجة زيادة الطلب بمعدلات مرتفعة. أما استخدام منظومات مركبة أو لا مركبة للتحكم فهو يتوقف على الهيكل المؤسسي للربط، وعلى ما إذا كانت الدول الأعضاء ستحتفظ بالتوازن بين التغذية والأحمال، أو ستتوافق على سياسة مركبة للتحكم في التوليد.

ويُمكن أن تدار شبكة الربط إما من خلال إدارة هرمية تتأكّد من توازن الحمل والتغذية للشبكة ككل، مع وجود تحكم مركزي مجمع كما هو متبع في ربط أوروبا الشرقية، أو بدون تحكم مركزي كما في أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية، حيث يتم تحديد التبادلات والتحكم في التردد حسب قواعد وتوصيات يتفق عليها الأعضاء، بحيث يقوم كل عضو بموازنة الحمل مع التغذية داخل حدوده الجغرافية، مع مساهّمته في ضبط القدرة والتردد، ويتم توزيع الاحتياطي الإبتدائي بين الأعضاء بنسب من الأحمال متفق عليها، ويجب مراجعة وفحص منظومة تحكم وحدات التوليد قبل إنشاء شبكة الربط المتكامل، خصوصاً بالنسبة للشبكات الصغرى حيث قد لا يكون التحكم الإبتدائي متاحاً بها.

خامساً - الخلاصة والتوصيات

الف- مقدمة

رغم الفوائد الفنية والإقتصادية التي خلصت إليها دراسات الجدوى لكافية مشروعات الربط الكهربائي بمنطقة غربى آسيا، فإن الموقف التنفيذي لهذه المشروعات يبدو غير مواكب لتواريخ التنفيذ المستهدفة، ولذا يجب إحاطة الجهات العليا بمدى أهمية تنفيذ هذه المشروعات في تحقيق التنمية والتطور الإقتصادي والإجتماعي لمنطقة غربى آسيا.

باء- الملامح المؤسسية للربط الإقليمي المقترن

- ١ مراجعة القوانين واللوائح الحالية;
 - ٢ تحديد الحد الأدنى من المتطلبات وفقا لرؤية مشغلي ومخ
 - ٣ قدرة المؤسسات الوطنية على تقديم المعونة المطلوبة؛
 - ٤ التوصية بتنظيم إدارية ومؤسسية جديدة؛

٥- تحديد الأسلوب والبروتوكول الإقليمي الأمثل في مجال الصيانة، وخطة تقادم وحدات التوليد، وتطور التوليد الإقليمي، وإمكانيات استخدام الوقود المزدوج، وهامش الاحتياطي، وإقتصاديات الماء والكهرباء مزدوجة الغرض؛

٦- إستكشاف التبادلات المثلثى للطاقة عن طريق التشغيل الاقتصادي من خلال مركز تحكم إقليمي موحد، مقابل تشغيل لا مرکزي بإستخدام برامج منسقة للدول المتراكبة.

جيم- تأسيس منظمة على غرار الاتحاد الأوروبي للتنسيق بين التوليد والنقل

تشمل الشبكة الإقليمية المقترحة لمنطقة الإسكوا مؤسسات من أكثر من ١٣ دولة، تضم بعضها أكثر من مؤسسة. ومؤسسات الكهرباء في معظم دول الإسكوا تابعة للحكومة، بينما في دول أخرى تعمل كبلديات أو شركات قطاع عام. وكثير من هذه الدول تتجه نحو الخصخصة وتشجيع قيام القطاع الخاص بتوليد الكهرباء، كما سبقت الاشارة، ولذلك فإن توحيد هذه المجموعة من المنظمات لتعمل بنظام واحد لن يكون بالأمر الهين.

ولا يدخل في نطاق إختصاصات مؤسسات الكهرباء بمنطقة الإسكوا تشغيل شبكة ربط متكاملة، كما لا توجد منظمة أخرى مسؤولة عن التنفيذ التدريجي للربط الشامل وعن تنسيق وتشغيل الشبكات المرتبطة بمنطقة الإسكوا، ولذا يجب مواجهة هذا الموقف والبدء في إنشاء التنظيمات التي يناظر بها التنسيق ووضع الأسس والحلول.

هذا، وقد أوصى مؤتمر CIGRE الإقليمي الأول للدول العربية الذي عقد بالقاهرة عام ١٩٩٥، بتأسيس منظمة إقليمية، على غرار الاتحاد الأوروبي، للتنسيق بين توليد الكهرباء ونقلها، والذي يربط بين التوليد والنقل في ١٢ دولة أوروبية من خلال شبكة كهربائية ذات جهد فائق مربوطة عن طريق التيار المستمر بشبكة اسكندنافية، كما تم مدتها لتشمل نظم كهرباء دول وسط وشرق أوروبا.

وسوف تكون هذه المنظمة العربية - إضافة إلى اتباع أهداف وأسس التشغيل المتبعة في الاتحاد الأوروبي - مسؤولة عن إجراء حصر شامل لمعالم تطور شبكة الربط الموحدة في المنطقة العربية، كما ستكون المنظمة المقترحة مسؤولة عن بدء دراسة شاملة لإنشاء نظام قوي متكامل في المنطقة العربية، وستضم مجموعة من الخبراء يتم تشكيلها لتنظيم شبكة قوية متكاملة ولوضع خطة طويلة الأجل للربط النهائي لنظم الكهرباء بالمنطقة العربية، إلى جانب بحث إمكانيات وخطط تطوير الصناعات الكهربائية بالمنطقة وإيجاد التمويل اللازم لها.

على أن الدراسات الفنية والإقتصادية للربط الكهربائي بمنطقة الإسكوا، وإن كانت قد أوصت ببدائل مختلفة للربط، لم تتعرض للنواحي السياسية والقانونية الخاصة بتبادلات الطاقة إلا في حالة دراسة الربط الخامي.

دال- تشغيل شبكة الربط

لضمان التشغيل الآمن لشبكة الربط الإقليمية المقترحة لمنطقة الإسكوا لا بد من إجراء دراسة متأنية تشمل إنشاء مركز تحكم رئيسي يكون مسؤولاً عما يلي:

- ١ ضمان أمان تشغيل الربط;
- ٢ تحديد قواعد تنظيم التردد والتبادلات;
- ٣ التحكم في الدخول على شبكة الربط;
- ٤ برمجة التبادلات;
- ٥ تنسيق التشغيل، بما في ذلك برمجة الصيانة؛
- ٦ تسجيل التبادلات وتحصيل مقابل التبادل؛
- ٧ تمكين المنظمة المقترحة من أداء مهمتها بكفاءة.

ومما لا شك فيه أن العمل بالتوصيات الواردة في التوقيت المناسب سوف يساهم في التشجيع على بدء تنفيذ الشبكة الموحدة المقترحة لدول الإسکوا، وسوف يمثل خطوة إيجابية نحو تنفيذ الربط العربي الشامل الذي سوف يساهم بدوره في التنمية الاقتصادية والإجتماعية الشاملة للدول العربية ويفتح الآفاق أمام هيئات الكهرباء بالدول العربية لتصدير الطاقة الكهربائية إلى دول جنوب أوروبا في المستقبل القريب.

