خوارزمية تخطيط التطور متوسط الأمد لشبكات الربط القطرية لتغطية الأحمال المتزايدة

الدكتور نديم مخول
قسم الطاقة الكهربائية
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
جامعة دمشق

الدكتور مصطفى الحزوري
قسم الطاقة الكهربائية
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
جامعة دمشق

الملخص

تعد شبكات الربط من المواضيع الهامة عند دراسة شبكات نقل وتوزيع القدرة الكهربائية لما لها من فائدة كبيرة من الناحية الاقتصادية بحيث يمكن نقل احتياطي الطاقة من محطة توليد ما لسد الحاجة للكهرباء التي تتزايد تزايداً كبيراً، تبعاً للتطور التكنولوجي والنمو السكاني، إلى مكان آخر يكون فيه الاحتياطي غير كافٍ وذلك دون الحاجة لبناء محطات توليد جديدة، ومن هذا المنطلق كان موضوع البحث هو إيجاد خوارزمية تبين الحل الأمثل عند دراسة شبكات الربط من الناحية الفنية والاقتصادية؛ وذلك تمشياً مع المنحى الذي يسير فيه العالم نحو إنشاء شبكة عالمية موحدة غايتها الاستثمار الأمثل للطاقة الكهربائية الموادة من جهة، وتقليل استهلاك مصادر الطاقة الأساسية من جهة ثانية.

لقد تم في هذا البحث دراسة الجزء الأول من الخوارزمية المقترحة والذي يتضمن النقاط التالية:

- تطور الأحمال ورسم منحنيات الحمولة السنوية .
- تحديد أزمنة دخول خطوط الربط في الخدمة.
- تحديد أزمنة دخول المحطات الجديدة في الخدمة.

وتم أيضاً وضع برنامج على الحاسوب بلغةTP7، وتم التأكد منه واختباره من خلال مثال تطبيقي من واقع احدى الشبكات المحلية.

1- مقدمة Introduction:

من المعلوم أن استطاعة الأحمال الكهربائية تتطور باستمرار، وذلك تبعاً للتطور السريع الذي يحصل في مجال الخدمات الصناعية والسكانية، ويتطور منحني الحمولات بتطورها وسوف تأتي لحظة تصبح فيها الوحدات الحالية المركبة غير كافية لسد حاجات المستهلكين، لذلك كان من الضروري التفكير مسبقاً بتركيب وحدات جديدة خلال فترات معينة وفق برنامج زمني يتم تحديده بناءً على دراسات اقتصادية بحيث يكون اختيار هذه الوحدات اقتصادياً من حيث الإنشاء وكلفة الإنتاج للوحدات الجديدة والقديمة، إذ إن إيجاد مكان الوحدات الجديدة في منحنيات الحمولة المرتبة سوف يؤدي إلى تغير توزيع الإنتاج للوحدات القديمة، كما أن تحديد استطاعة الوحدة الجديدة المراد إضافتها يتم حسب معدل التطور للحمل ومقدار الفترة الزمنية المقترحة بين هذه الإضافة والإضافات التالية إلى وحدات جديدة، ويؤخذ بالحسبان عند تحديد استطاعة الوحدات المراد إضافتها استطاعة الوحدات القديمة القائمة بحيث لا تقل استطاعة الوحدة الجديدة عن استطاعة أكبر وحدة قديمة في المحطة.

لقد توصلت الهيئات الدولية المتخصصة في دراسة توليد الطاقة إلى حلول أكثر اقتصادية في مجال استثمار الطاقة، وذلك عن طريق ربط شبكات التوتر العالي بعضها ببعض آخذين بالحسبان العوامل الفنية والاقتصادية والبيئية،كما أن لهذا النوع من الربط فوائدَ كثيرةً في مجال توفير الطاقة نذكر منها:

- إمكانية إنشاء محطات توليد في المواقع ذات الجدوى الاقتصادية العالية نتيجة لقربها من مصادر الطاقة الأساسية،
- إمكانية تركيب محطات توليد باستطاعة كبيرة مما يؤدي إلى توفير في كلفة الوقود وتخفيض الكلفة الاستثمارية.
- التقليل من احتياطي التوليد، ومن ثم يمكن الاستفادة من عدم تطابق أوقات الذروة وكذلك يمكن تحسين مردود محطات التوليد المرتبطة بشبكة واحدة لنتمكن من الاستغناء عن محطات التوليد ذات الاستطاعات المنخفضة واستبدالها بمحطات ذات مردود أعلى.

تعد شبكات الربط من المواضيع الهامة عند دراسة تطور شبكات نقل وتوزيع القدرة الكهربائية لما لها من فائدة كبيرة من الناحية الاقتصادية بحيث يمكن نقل احتياطي الطاقة في محطة توليد ما لسد الحاجة للكهرباء التي تتزايد تزايداً كبيراً تبعاً للتطور التكنولوجي والنمو السكاني إلى مكان آخر يكون فيه الاحتياطي غير كافٍ، وذلك دون الحاجة لبناء محطات توليد جديدة.

ولما كان تصميم الشبكات الكهربائية من المواضيع الواسعة التي يصعب تغطية حسـاباتها الكهربائيـة والتخطيطية والاقتصادية والفنية كافة بالطرائق اليدوية والتحليلية؛ لذلك كـان لا بـد مـن الاسـتعانة بالحاسوب في هذا المجال لإجراء الحسابات الطويلة والمضنية؛ والتي تكاد تكون مستحيلة في ظل قدرة الإنسان على العمل المتكرر والطويل من جهة والحاجة الملحة لكسب الوقت من جهة ثانية.

من هذا المنطلق كان موضوع البحث إيجاد خوارزمية تبين الحل الأمثل عند دراسة شبكات الربط من الناحية الفنية والاقتصادية، وذلك تمشياً مع المنحى الذي يسير به العالم نحو إنشاء شبكة عالمية موحدة غايتها الاستثمار الأمثل للطاقة الكهربائية المولدة من جهة وتقليل استهلاك مصادر الطاقـة الأساسـية (فيول-غاز-فحم...) من جهة ثانية.

النقاط الرئيسة التي ستتم معالجتها في الخوارزمية المقترحة:

- دراسة تطور الأحمال في المناطق المدروسة ورسم منحنيات الحمولة السنوية والتـي علـى أساسها يتم تحديد قدرة النظام على تغذية هذه الأحمال وتحديد أزمنة دخول محطـات جديـدة لمواجهة هذا التطور، وتقديم توصيات لبدء الإنشاء في هذه المحطات وذلك لكي تكون جاهزة للاستثمار في الأزمنة المحددة.
- تحديد المحطات التي يجب ربطها بعضها ببعض سواء كان الربط بخطوط هوائية أم كابلية.
- إعداد دراسة كهربائية لهذه الخطوط تتضمن: تحديد التوتر، والمقطع الاقتصاديين، والاستطاعة المنقولة عبر خطوط الربط، ومردود النقل لهذه الخطوط.
- دراسة التصميم الميكانيكي لخطوط الربط الهوائية؛ وتحديد المنحنيات التصميمية، ومنحنيـات العمل لهذه الخطوط.
- دراسة التصميم الكهربائي لخطوط الربط الكابلية؛ وتحديد هبوط التوتر، وضـياعات النقـل، وتيار القصر لهذه الكابلات.
- دراسة استقرار الشبكة المقترحة.
- تحديد الأيام الحرجة على منحنيات الحمولة، وتحديد توزع محطـات التوليـد علـى منحنـي الحمولة اليومي، وذلك لتشمل الأحمال كافة الموجودة على هذا المنحني.

سوف نقتصر في هذه الورقة على تقديم الجزء الأول من الخوارزمية المقترحة؛ والذي يتضـمن فقـط النقاط المتعلقة بتطور الأحمال، ومنحنياتها السنوية واليومية، وتحديد الجداول الزمنية التي تبين دخـول

الخطوط الجديدة في الخدمة بالإضافة إلى المحطات المقترح إنشاؤها.

2-النموذج الرياضي Mathematical Model :

2-1 دراسة تطور الأحمال ومنحنياتها :

2 -1 -1: معدل التطور السنوي للأحمال:

إن استطاعة أحمال الذروة تتطور من سنة لأخرى وكذلك هذا التطور يختلف من منطقة لأخرى وذلك حسب طبيعة الحمل الموجود في كل منطقة.

يمكن حساب معدل التطور السنوي للأحمال وفق عدة طرائق نذكر منها الطريقة الأسية Exponential method التي تعتمد على العلاقة التالية.

$$P_t = p_o(1+\alpha)^t \qquad (1)$$

حيث: P_t–الاستطاعة المتوقعة في العام t

p_o -الاستطاعة المستهلكة في سنة الأساس.

α - ثابت يمثل معدل التطور السنوي للاستطاعة الكهربائية.

يمكن أن نحسب قيمة هذا الثابت α عند تحويل المعادلة السابقة إلى معادلة خطية كما يلي:

$$\text{Ln } P_t = \text{Ln } p_o + t \text{ Ln } (1+\alpha) \qquad (2)$$

إذا اعتبرنا أن:

$$A = \text{Ln po}$$

$$b = \text{Ln } (1+\alpha)$$

$$c = \text{Ln } P_t \qquad (3)$$

فإن المعادلة (1) تصبح على الشكل التالي :

$$C = a + b\,t \qquad (4)$$

لمعرفة قيمة الثابت α يمكن أن نكتب معادلات التنبؤ وفق الطريقة الأسية على الشكل التالي:

$$\sum_{i=1}^{n} P_i = n.a + b\sum_{i=1}^{n} t_i$$
$$\sum_{i=1}^{n} P_i.t_i = a\sum_{i=1}^{n} t_i + b\sum_{i=1}^{n} t_i^2 \qquad (5)$$

بحل هاتين المعادلتين وفقاً للقيم الإحصائية المأخوذة لكل منطقة من المناطق المدروسة يمكن أن نحصل على قيم الثوابت b،a، وبالاستفادة من العلاقة (3) يكون:

$$1 + \alpha = e^b$$
$$\alpha = e^b - 1 \qquad (6)$$

وهي قيمة التطور السنوي للاستطاعة الكهربائية، وبناءً على العلاقة (1) يمكن أن نتوقع قيم الاستطاعة المطلوبة خلال الفترة المستقبلية المدروسة(غالباً ما تكون 10 سنوات).

2-1-2 :الاستطاعة الجاهزة والاستطاعة المكفولة:

من المعلوم أنه لا يمكن اعتبار الاستطاعة المركبة التي تعطيها عدة مجموعات مربوطة مع بعضها إلى الشبكة هي الاستطاعة التي تعطيها دائماً؛ إذ من الممكن أن تخرج أكبر وحدة من مجموعة ما من الخدمة بسبب حدوث عطل طارئ أو بسبب الصيانة الدورية،لذلك يمكن حساب الاستطاعة الجاهزة بحذف أكبر وحدة من الاستطاعة المركبة . أما الاستطاعة المكفولة فيمكن الحصول عليها بفرض خروج أكبر وحدة عاملة متبقية من الخدمة ، إلا أن هذا الإجراء يكلف نفقات كبيرة في سبيل الحصول على وثوقية كبيرة؛ وهذا الإجراء هو المتبع في البلدان المتقدمة صناعياً التي تتطلب وثوقية عالية، على حين في البلدان النامية فليس من الضروري تأمين وثوقية عالية لذا يستخدم الإجراء التالي:

$$P_r = P \cdot 0.9 \qquad (7)$$
$$P_a = P_r \cdot 0.9 \qquad (8)$$

حيث:

P_r - الاستطاعة الجاهزة

P - الاستطاعة المركبة

P_a - الاستطاعة المكفولة

2-1-3 :ميزان الاستطاعة والخطط السنوية:

بعد حساب الاستطاعة المتوقعة في كل سنة من السنوات العشر القادمة لكل منطقة من المناطق المدروسة وفق العلاقة (1)، ومن معرفة الاستطاعة المكفولة وفق العلاقة (8) يمكن حساب ما يسمى ميزان الاستطاعة الذي يبين العجز أو الفائض في كل منطقة

$$\text{الفائض أو العجز} = P_a - P_t \qquad (9)$$

عندما تكون النتيجة بإشارة موجبة يكون هناك فائض في الاستطاعة، وعندما تكون بإشارة سالبة يكون هناك عجز في الاستطاعة.

كما ذكرنا سابقا: أن الدراسة متوسطة الأمد (عشر سنوات) فإنه يوجد لدينا عشر خطط سنوية، ولكل من هذه الخطط ميزان استطاعة يبين العجز والفائض لكل منطقة.

2-1-4 منحنيات الحمولة السنوية واليومية:

بناءً على جدول الاستطاعة المتوقعة وجداول ميزان الاستطاعة يمكن رسم منحنيات الحمولة السنوية لكل منطقة من المناطق ،كذلك يمكن وبشكل مباشر من هذه المنحنيات معرفة: هل هناك عجز في الطاقة، والمدة الزمنية التي يمكن أنْ يدوم فيها هذا العجز بالإضافة إلى قيمته؟

من خلال منحنيات الحمولة السنوية الناتجة يمكن أن نلاحظ أن قمم الحمل للمناطق المدروسة لا تظهر في اللحظة نفسها، وهذه إحدى الميزات الإيجابية لعملية الربط المشترك للمناطق ،إذ إن الفائض في إحدى المناطق سوف ينقل لتغطية العجز في حمل منطقة ثانية بدلاً من إنشاء وحدات جديدة في هذه المناطق وإيقافها عن العمل عند عدم الحاجة إليها ، وهذا ما يؤثر في اقتصادية عمل المحطة.

أما من منحنيات الحمولة اليومية فيمكن أن نحصل على أخفض قيمة للاستطاعة المستهلكة في كل منطقة، ومن ثم يمكن أن نحدد أكبر قيمة للفائض في الاستطاعة، وعلى أساسها تتم دراسة خطوط الربط في أسوأ الحالات للعام المدروس.

2-1-5: تحديد شبكة الربط الكلية:

بعد رسم منحنيات الحمولة السنوية واليومية لكل منطقة وتحديد خط الاستطاعة المكفولة وتحديد قيمة الفائض والعجز ،يمكن عندئذ تحديد المناطق التي يجب ربطها مع بعضها لتغطية العجز الحاصل في منطقة ما خلال العام المدروس دون الحاجة لإضافة وحدات جديدة ودون وجود أي عجز في النظام.

وفق هذا الأسلوب يمكن تحديد جدول يبين الخطوط الجديدة المقترحة كافة للدخول في الخدمة ضمن نظام القدرة الكهربائية مع تاريخ دخولها، وتحديد نوعها هل هي هوائية أم كابلية؟

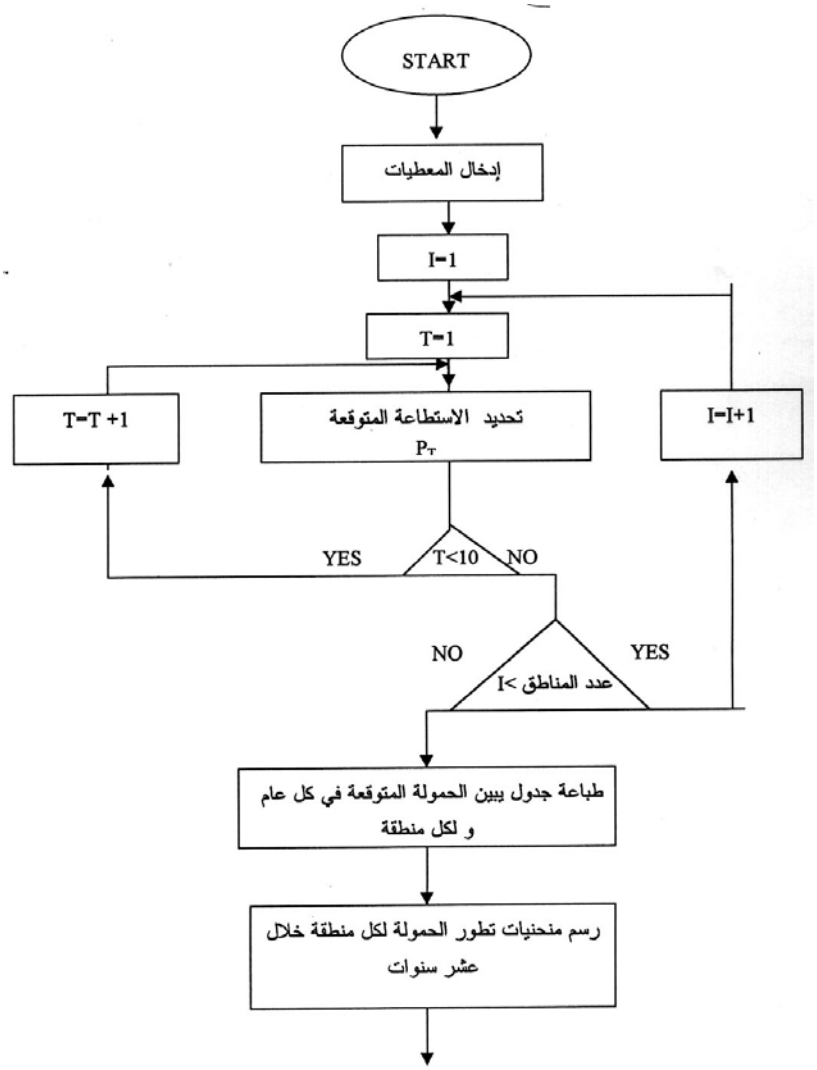
6-1-2 :تحديد التوسع في الوحدات القديمة ودخول وحدات جديدة:

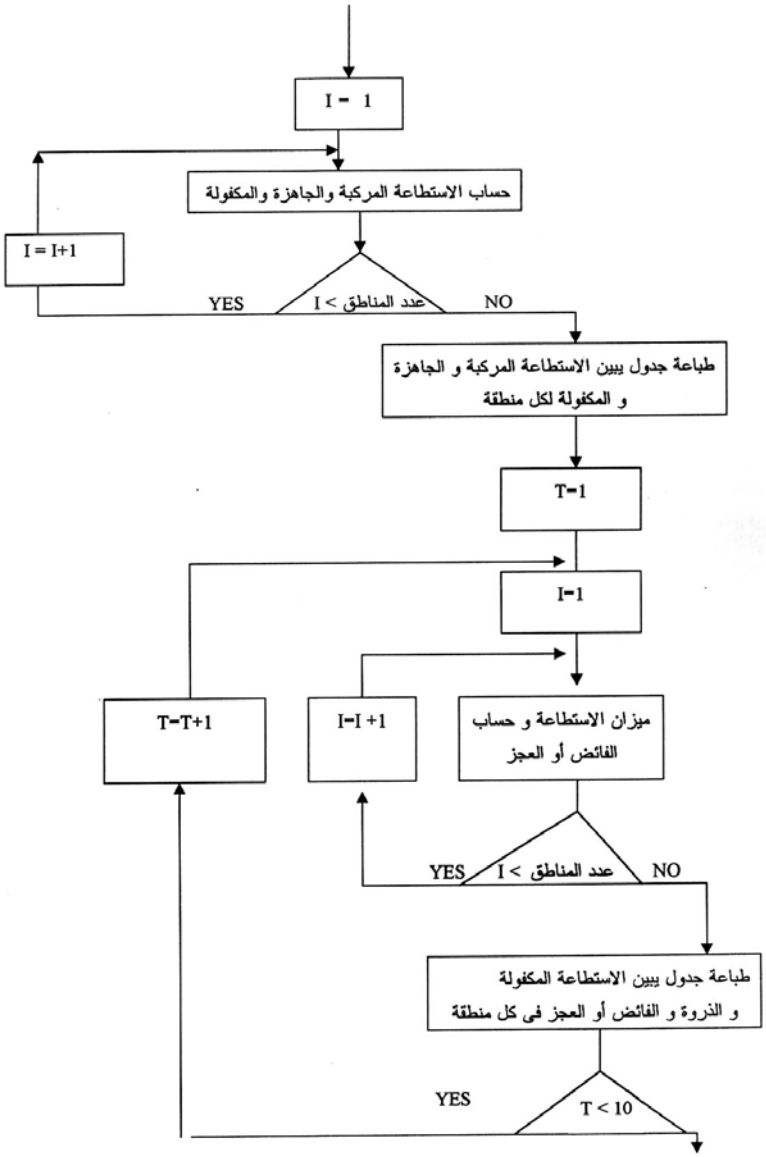
من خلال جداول ميزان الاستطاعة يمكن أن نلاحظ أنه إذا زاد العجز عن (10%) من استطاعة الذروة في منطقة ما دون وجود فائض يذكر في المناطق الأخرى فإنه لا بد في هذه الحالة من التوسع في المحطات القابلة للتوسع وذلك بإضافة وحدات جديدة، ومن الأفضل أن نتوسع بهذه المحطات لتغطية الأحمال في مناطقها في المستقبل عندما تزداد استطاعة الأحمال عن الاستطاعة المكفولة لهذه المحطات، وبناءً عليه يجب تحديد المحطة الجديدة مع تاريخ دخولها في الخدمة، ويجب المباشرة بإنشاء هذه المحطة قبل أربع سنوات على الأقل من تاريخ دخولها في الخدمة.

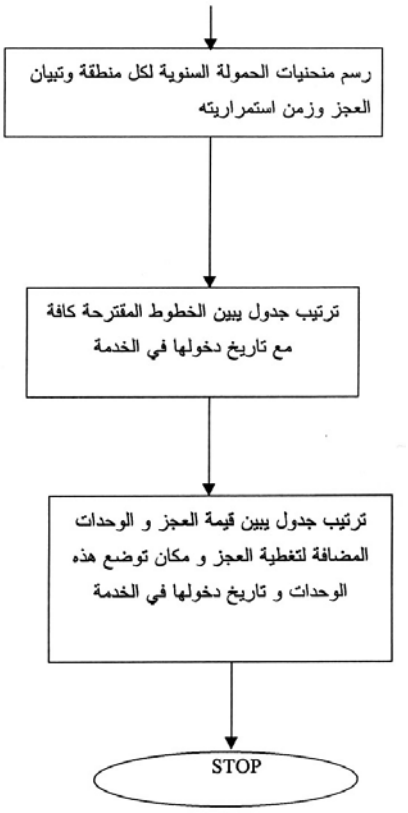
بعد الحصول على قيمة الذروة النظرية من جداول ميزان الاستطاعة وعلى قيمة الذروة الفعلية من منحنيات الحمولة السنوية يمكن أن نرتب جدولاً يبين لنا قيمة العجز السنوي والوحدات المضافة لتغطية هذا العجز ومكان توضع هذه الوحدات على المخطط الجغرافي بالإضافة إلى تاريخ دخولها في الخدمة.

3- الخوارزمية المقترحة Algorithem:

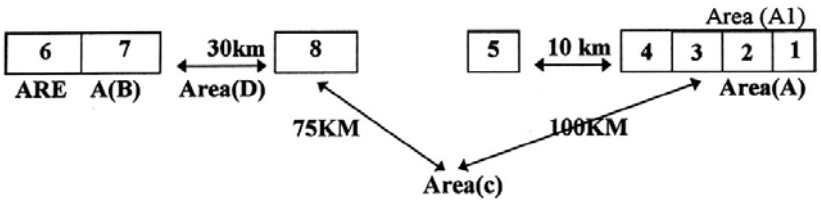
يمكن أن نعبر عن ا لخوارزمية المقترحة بالمخطط التالي الذي يبين تتابع العمليات الحسابية المتبعة مراحل النموذج الرياضي كافة المعمول به في هذا البحث:


START
إدخال المعطيات
I=1
T=1
T=T +1
تحديد الاستطاعة المتوقعة
P_T
I=I+1
YES
T<10
NO
NO
YES
عدد المناطق >I
طباعة جدول يبين الحمولة المتوقعة في كل عام
و لكل منطقة
رسم منحنيات تطور الحمولة لكل منطقة خلال
عشر سنوات


I = 1
حساب الاستطاعة المركبة والجاهزة والمكفولة
I = I+1
YES
I < عدد المناطق
NO
طباعة جدول يبين الاستطاعة المركبة و الجاهزة
و المكفولة لكل منطقة
T=1
I=1
T=T+1
I=I +1
ميزان الاستطاعة و حساب
الفائض أو العجز
YES
I < عدد المناطق
NO
طباعة جدول يبين الاستطاعة المكفولة
و الذروة و الفائض أو العجز فى كل منطقة
YES
T < 10



4-مثال حسابي ونتائج Example and results،Program



يبين المخطط التالي التوضع الجغرافي لجزء من محطات التوليد في القطـر، حيـث إن المحطـات (4,3,2,1) مربوطة مع بعضها بشبكة 66kv وتغذي منطقة الاستهلاك (A)، والمحطة (5) تغـذي حمولة سكنية في المنطقة (A1) وتبعد 10km عن المنطقة (A)، في حين المحطات (6,7) مربوطة بشبكة كابلية 66kv وتغذي منطقة الاستهلاك (B)، المحطة (8) تبعد 30 km عن المحطـة (6,7) وتقوم بتغذية محطات ضخ بشبكة 66/20kv في المنطقة (D)، في حين المنطقة (C) تحتوي أحمالاً صناعية وأحمالاً ذات طابع مدني.

المطلوب هنا إنشاء شبكة ربط ذات توتر عالٍ تقوم بربط المجموعات الثلاث بعضها مع بعض لتغذيـة الحمولة المقترحة في المنطقة (C) مستقبلاً.

المعطيات العائدة للمحطات هي التالية:

رقم المحطة	الاستطاعة المركبة Mw	رقم المحطة	الاستطاعة المركبة Mw
1	3*30+10=100	5	4*12.5=50
2	2*15=30	6	3*25=75
3	2*60=120	7	4*25=100
4	3*15=45	8	3*25=75

المعطيات العائدة للأحمال هي التالية:

المنطقة	الحمل Mw
A	185
A1	37
B	95
C	55
D	30

بالإضافة إلى ذلك تعطى عوامل الحمولة الشهرية واليومية في الجدولين التاليين:

جدول عوامل الحمولة الشهرية %

Area	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
A,B	92	85	89	85	80	80	90	92	96	73	90	100
C	85	100	90	78	83	72	60	70	88	86	90	100
D	45	68	78	82	98	87	90	95	100	85	60	50

جدول عوامل الحمولة اليومية %

Area	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
A,B	55	47	45	47	70	80	75	78	82	93	100	52
C	32	61	93	91	100	100	87	72	30	40	30	20
D	90	67	60	65	70	78	82	79	85	100	96	72

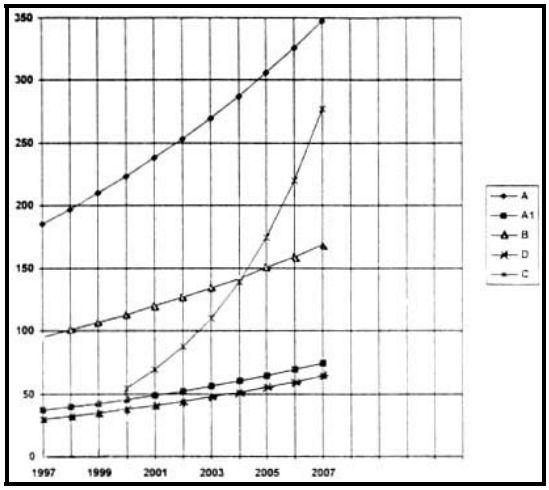
إذ إن حمل المنطقة (c) يبدأ في العام 2000 ويتضاعف خلال ثلاث سنوات وبناءً على هذه المعطيات فإن نتائج البرنامج تكون على الشكل التالي:

- **الجدول 1:** يبين معدل التطور السنوي لكل منطقة من المناطق المدروسة.
- **الجدول 2:** يبين حمل الذروة لكل منطقة خلال العشرة أعوام القادمة.
- **المنحني1:** يبين منحنيات الحمولة المتوقعة لكل منطقة خلال العشرة أعوام القادمة.
- **الجدول 3:** يبين الاستطاعة المركبة والجاهزة والمكفولة لكل من المناطق.
- **الجدول 4:** يبين ميزان الاستطاعة لعام 1997 لكل منطقة.

من هذا الجدول نلاحظ أن هناك عجزاً في المنطقة A1 بمقدار 12mw، وعجزاً آخـر فـي المنطقة D بمقدار 5mw لذلك من الأنسب ربط المنطقة A1 مع المنطقة A لتغطية العجـز وكذلك ربط المنطقة D مع المنطقة B لتغطية العجز الحاصل في المنطقة D

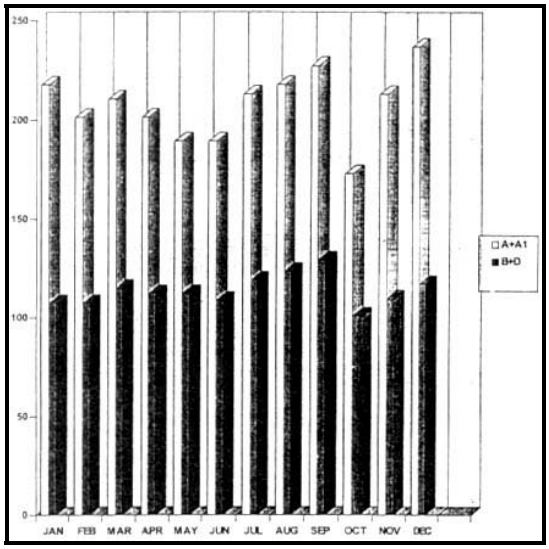
- **الجدول 5:** يبين ميزان الاستطاعة لعام 1997 بعد عمليات الربط المذكورة.

من هذا الجدول نجد أن هناك فائضاً كبيراً وقدره 144mw.

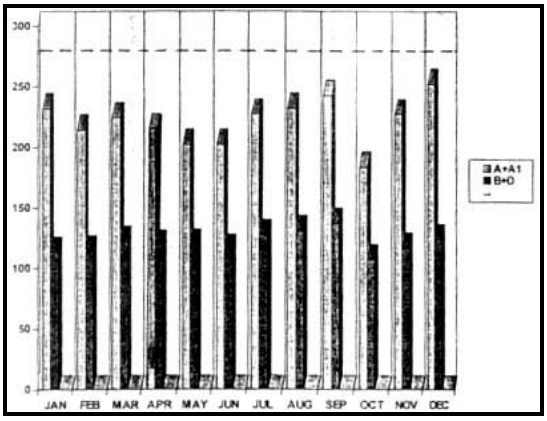


الشكل (1) منحني يبين: تطور الأحمال المتوقع لكل منطقة في 10 أعوام

- **الجدول 6:** يبين ميزان الاستطاعة لعام 1998 كذلك نلاحظ من هذا الجدول أن الفائض قدره 112mw، ولا توجد حاجة لعمليات ربط جديدة في هذا العام.
- **الجدول 7:** يبين ميزان الاستطاعة لعام 1999 الفائض في هذا العام قدرة 88mw كـذلك لا توجد حاجة لعمليات ربط جديدة في العام المذكور.



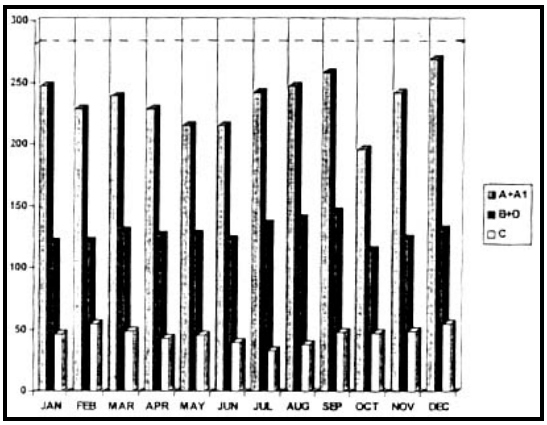
الشكل (2) منحني الحمولة السنوي لعام 1998



الشكل (3) منحني الحمولة السنوي لعام 1999

- **الجدول 8:** يبين ميزان الاستطاعة لعام 2000 .

في هذا العام تكون المنطقة (C) قد دخلت بالخدمة، ونلاحظ من الجـدول أن هنـاك عجـزاً بمقدار 55mw- لذلك يجب أن نربط المنطقة (C) مع المنطقة(D) لكي يتم نقل الفائض الذي قدره51.8.Mv إلى المنطقة (C) لتغطية العجز المذكور في تلك المنطقة ويبقى هناك عجـز قدره 6%، إلا أنه من منحنيات الحمولة السنوية المبينة على الشكل رقم (4) نلاحظ أن قمـم الحمل للمناطق الثلاث (B,C,D) لاتظهر في اللحظة نفسـها، إذ إن ذروة (B+D) تظهـر خلال شهر أيلول وقيمتها 146mw، في حين حمـل المنطقـة (C) خـلال الشـهر نفسـه 48.4mw، ومن ثم مجموع الحمولة في هذا الشهر أقل من الاسـتطاعة المكفولـة البالغـة 202.5mw، ومن ثم ليس هناك ضرورة لربط (B+D+C) مع (A) بسبب الكفاية الذاتيـة في المناطق الثلاث.



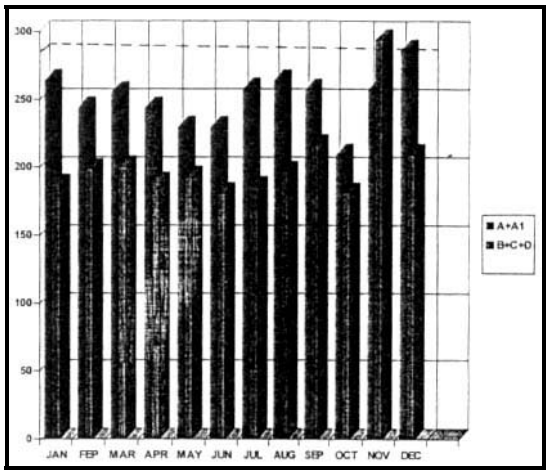
الشكل (4) منحني الحمولة السنوي لعام 2000

- **الجدول 9:** يبين ميزان الاستطاعة للعام 2001.

من هذا الجدول نلاحظ أن هناك عجزاً في المنطقة (A) بمقدار 7.5mw وكذلك هناك عجز في المنطقة (B+D+C) بمقدار27 Mw

من الشكل (5) الذي يبين منحنيات الحمولة السنوية لهذا العام نلاحظ أن العجز يظهر خـلال شهري أيلول – كانون الأول بالنسبة للمناطق (B+D+C) وتكون نسبته خلال شهر أيلـول 3.4%، أما بالنسبة للعجز في المنطقة (A) فإنه يظهر خلال شـهر كـانون الأول بمقـدار

7.5mw ، لذلك يجب أن نربط المناطق الثلاث (B+D+C) مع (A) عندها يصبح هنـاك عجز بمقدار 1.6% لشهر أيلول و2.8% لشهر كانون الأول.



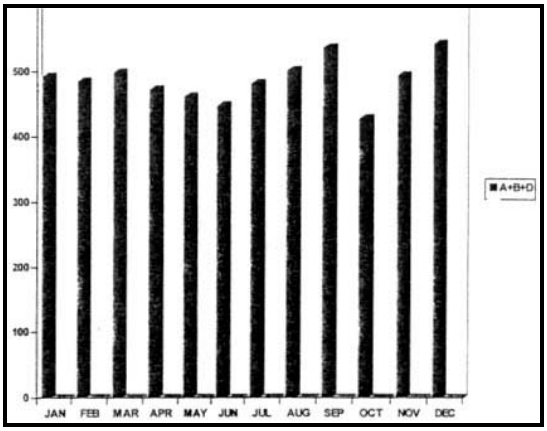
الشكل (5) منحني الحمولة السنوي لعام 2001

من خلال منحنيات الحمولة اليومية لكل من شهر أيلول وشهر كانون الأول نلاحظ أن أحمال الذروة لا تظهر مع بعضها بعضاً لذلك يمكن الاستفادة من فائض استطاعة منطقة في منطقة أخرى دون الحاجة لإضافة محطات جديدة، وكذلك نلاحظ أن العجز بشكل إجمالي في هذا العام لا يظهر في أي وقت من أوقات السنة، أي أن شبكة الربط المقترحة قد أمنت لنا تغطية كاملة للحمولة دون وجود أي عجز فـي النظام.

في عام 2002 يكون هناك عجز قدره 82mw منه 26.4mw في المنطقة (A) و55.4mw فـي المنطقة (B+D+C) وهذا العجز كبير جداً لذلك يجـب أن نتوسـع بالمحطـات لتغطيـة الأحمـال المستقبلية. وبناءً عليه لابد من دخول محطة جديدة في الخدمة هذا العام.

من الشكل (6) الذي يبين منحنيات الحمولة لعام 2002 نلاحظ أن الذروة الفعليـة 540mw، ومـن جدول ميزان الاستطاعة لهذا العام نلاحظ أن الذروة المكفولة هي 482mw؛ ومن ثم هناك عجز قدره 58mw هذا العجز يمكن تغطيته عند تركيب وحدة جديدة100mw وباستطاعة مكفولة 81mw فـي المنطقة (C) باعتبار أن الجزء الأكبر من العجز يوجد في هذه المنطقة وكذلك باعتبـار أن الحمولـة

تتطور تطوراً سريعاً في تلك المنطقة ويبقى لدينا فائض بالاستطاعة قدره 23 mw.

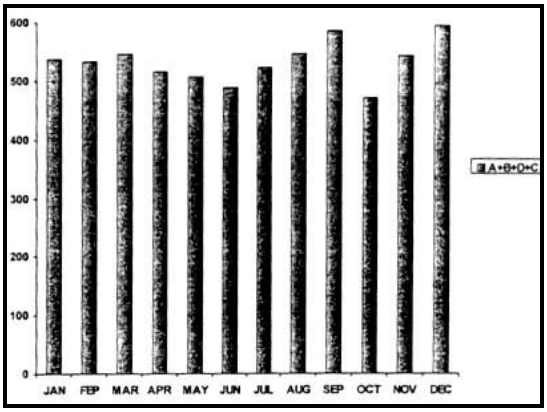


الشكل (6) منحني الحمولة السنوي لعام 2002

بالنسبة لبقية السنوات في الفترة المدروسة فإن البرنامج يقوم بإظهار الجدول التالي:

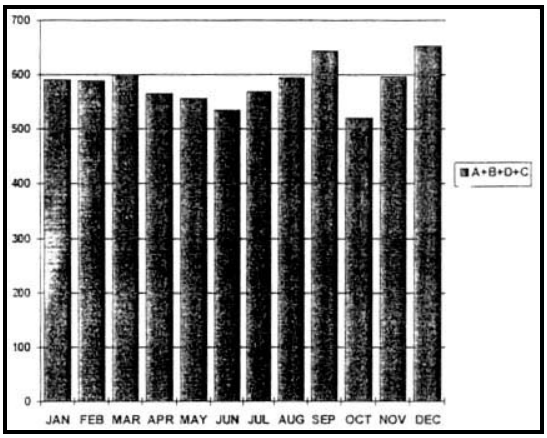
العام	الذروة الفعلية Mw	العجزMw	استطاعة الوحدة المركبة Mw	المكان	الفائض
2002	540	-58	81	C	23
2003	592	-52	48.5	A	19.5
2004	651	-59	48.5	B	9
2005	720	-69	81	C	21
2006	800	-80	81	C	22
2007	892	-92	81	C	11

في عام 2003 ومن الشكل (7) الذي يبين منحنيات الحمولة للعام المذكور نلاحظ أن الـذروة الفعليـة 592mw ومن ثم هناك عجز إضافي قدره 52 mw،سوف تتم تغطية 23mw منه مـن الفـائض السابق ويبقى فقط 29mw يمكن تغطيتها عند تركيب وحدة جديدة في المنطقة (A) باستطاعة مكفولة 48.5mw باعتبار أن لدينا عجزاً فيها بمقدار 46.6mw ويبقى لدينا فائض قدره 19.5mw.



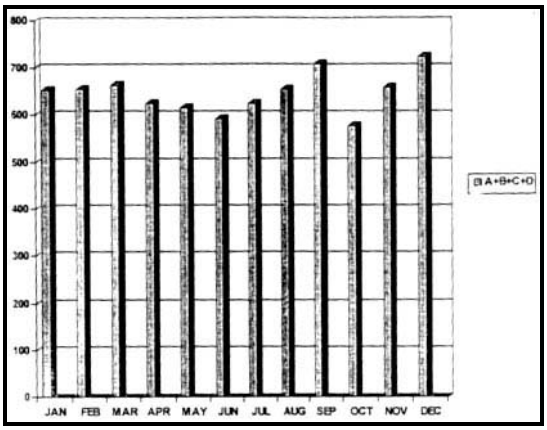
الشكل (7) منحني الحمولة السنوي لعام 2003

من الشكل (8) الذي يبين منحنيات الحمولة لعام 2004 نلاحظ أن الذروة الفعلية 651mw ومن ثـم سوف يظهر عجز قدره 59mw يغطي منه 19.5mw من الفائض السابق ويبقى 39.5mW؛ لذلك يتم تركيب وحدة جديدة في المنطقة (B) باستطاعة مكفولة 48.5mw باعتبار أن تركيبها في المنطقة (A) ونقلها إلى المنطقة (C) مكلف جداً ويترافق بضياعات إضافية، هذه المحطة سوف تغطي العجز ويبقى فائض بمقدار 9mw.



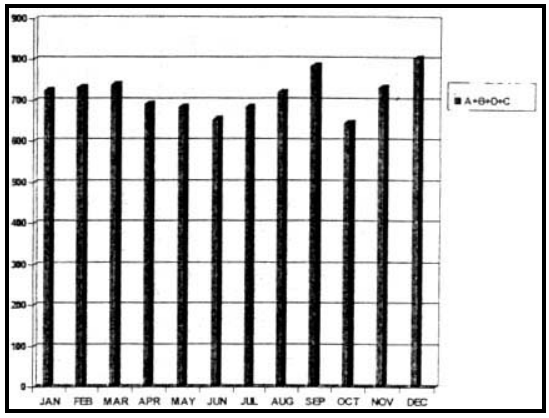
الشكل (8) منحني الحمولة السنوي لعام 2004

من الشكل (9) الذي يبين منحنيات الحمولة لعام 2005 نلاحظ أن الذروة الفعلية 720mw ومن ثـم سوف يظهر عجز قدره 69mw يغطي منه 9mw من الفائض السابق ويبقى 60mw لـذلك نقـوم بتركيب وحدة جديدة باستطاعة مكفولة 81mw في المنطقة ،(C) ويبقى لدينا فائض قدره 21mw.



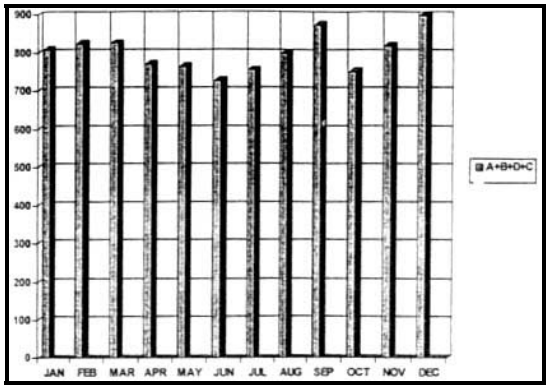
الشكل (9) منحني الحمولة السنوي لعام 2005

من الشكل (10) الذي يبين منحنيات الحمولة لعام 2006 تكون الذروة الفعلية 800mw، ومن ثم فإن العجز قدره 80mw سوف يغطى منه 21mw من الفائض السـابق، ويبقـى 59mw لـذلك نقـوم بتركيب وحدة جديدة باستطاعة مكفولة 81mw في المنطقة (C) ويبقى لدينا فائض قدره 22mw.



الشكل (10) منحني الحمولة السنوي لعام 2006

من الشكل (11) الذي يبين منحنيات الحمولة لعام 2007 نلاحظ أن الذروة الفعليـة هـي 892mw، ومن ثم فإن العجز الجديد هو 92mw يغطى منه 22mw من فائض العام الفائت، ويبقى عجز قـدره 70mw يغطى عن طريق تركيب وحدة جديدة باستطاعة مكفولة قدرها 81mw فـي المنطقـة (C) ويبقى لدينا فائض قدره 11mw.



الشكل (11) منحني الحمولة السنوي لعام 2007

بعد انتهاء الفترة المدروسة تظهر الجداول التالية:

جدول خطوط الربط وأزمنة دخولها في الخدمة

الخط	المنطقة	المنطقة	الطول Km	تاريخ دخوله في الخدمة
1	A	A1	10	1997
2	B	D	30	1997
3	D	C	75	2000
4	A	C	100	2001

جدول استطاعة المحطات الجديدة المركبة وأزمنة دخولها في الخدمة

العام	الاستطاعة المركبة Mw	مكان تركيبها
2002	100	C
2003	60	A
2004	60	B,D
2005	100	C
2006	100	C
2007	100	C

لابد من الإشارة هنا إلى أن جميع النتائج التي حصلنا عليها هي نتائج البرنامج الذي تمت كتابته بلغة T p 7 وفق الخوارزمية المقترحة في البند السابق

من الجدير ذكره أن الجداول (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) هي جداول ميزان الاستطاعة للأعوام من 2002 وحتى 2007 قبل وبعد عمليات إدخال المحطات الجديدة في الخدمة، ويجب أن نشير أيضاً إلى البرنامج يعتمد على قيمة الذروة الفعلية المأخوذة من المنحنيات البيانية وليس على قيمة الذروة النظرية الموجودة في جداول ميزان الاستطاعة، وكما هو ملاحظ: إن قيمة الذروة الفعلية دائماً أصغر من قيمة الذروة النظرية.

الجدول(1-1) معدل التطور السنوي لكل منطقة

اسم المنطقة	معدل التطور السنوي %
A	6.5
A1	7.2
B	5.9
D	8
C	26

الجدول (2-1) حمل الذروة لكل منطقة خلال العشرة أعوام القادمة

العام	A	A1	B	D	C	الإجمالي
1997	185	37	95	30	0	347
1998	197.06	39.66	100.61	32.4	0	369.73
1999	209.82	42.52	106.54	34.99	0	393.87
2000	223.47	45.58	112.83	37.79	55	474.67
2001	237.99	48.86	119.84	40.21	69.3	516.21
2002	253.47	52.38	126.53	44.07	87.32	563.77
2003	269.94	56.51	134	47.6	110.02	627.71
2004	287.47	60.2	141.4	51.42	138.63	679.62
2005	306.17	64.53	150.28	55.52	174.67	751.17
2006	326.08	69.8	159.14	59.96	220.08	834.44
2007	347.27	74.16	168.53	64.76	277.3	932.02

الجدول (3-1) الاستطاعة الجاهزة والمكفولة لكل منطقة

المحطة	A	A1	B	D	المجموع
المركبةMw	295	50	175	75	595
الجاهزةMw	265.5	37.5	150	50	503
المكفولةMw	-238.95	25	125	25	413.95

الجدول(4-1) ميزان الاستطاعة قبل الربط بين A وA1 وبين B وD

المحطة	A	A1	B	D	المجموع
المكفولةMw	238.95	25	125	25	413.95
الذروةMw	185	37	95	30	347
الفائضMw	53.95	-12	30	-5	66.95

الجدول (5-1) ميزان الاستطاعة بعد ربط A1 مع A وB مع D

المحطة	A+a1	B+d	المجموع
المكفولةMw	279.45	202.5	482
الذروةMw	222	125	347
الفائضMw	-57.45	77.5	-143.95

الجدول (6-1) ميزان الاستطاعة لعام 1998

المحطة	A+a1	B+d	المجموع
المكفولةMw	279.45	202.5	482
الذروةMw	222	133	369.72
الفائضMw	57.45	69.49	112.22

الجدول(7-1) ميزان الاستطاعة لعام 1999

المحطة	A+a1	B+d	المجموع
المكفولةMw	279.45	202.5	482
الذروةMw	252.34	141.53	393.87
الفائضMw	27.11	60.97	88.13

الجدول(8-1) ميزان الاستطاعة لعام 2000

المنطقة	A+a1	B+d	C	المجموع
المكفولةMw	279.45	202.5	0	482
الذروةMw	269.05	150.62	55	474.6

الفائضMw	10.4	51.88	-55	7.28

الجدول(9-1):ميزان الاستطاعة لعام 2001

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	279.45	141.75	60.75	0	482
الذروةMw	286.8	119.48	40.21	69.3	516.45
العجزMw	-7.41	22.27	19.94	-69.3	-34.45

الجدول(10-1) ميزان الاستطاعة لعام 2002

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	279.45	141.75	60.75	0	482
الذروةMw	305.85	126.53	44.07	87.32	563.75
العجزMw	-26.4	15.22	16.68	-87.32	-81.85

الجدول (11-1) ميزان الاستطاعة لعام 2002 بعد إضافة الوحدة

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	279.45	141.75	60.75	81	563
الذروةMw	305.85	126.53	44.07	87.32	564.77
العجزMw	-26.4	15.22	16.68	-6.32	-1.8

الجدول (12-1) ميزان الاستطاعة لعام 2003

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	279.45	141.75	60.75	81	563
الذروةMw	326.09	134	47.6	110.2	617.7
العجزMw	-46.64	7.75	13.15	-29.2	-54.7

الجدول(13-1) ميزان الاستطاعة لعام 2003 بعد إضافة الوحدة

المنطقة	A	B	D	C	المجموع

المكفولةMw	328.05	141.75	60.75	81	611.55
الذروةMw	326.09	134	47.6	110.2	617.7
العجزMw	1.96	7.75	13.15	-29.2	-6.15

الجدول(14-1) ميزان الاستطاعة لعام 2004

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	328.05	141.75	60.75	81	611.55
الذروةMw	347.6	141.4	51.4	138.63	679.1
العجزMw	-19.62	0.35	9.33	-57.63	-67.55

الجدول(15-1) ميزان الاستطاعة لعام 2004 بعد إضافة الوحدة

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	328.05	190.35	60.75	81	660.15
الذروةMw	347.67	141.4	51.42	138.62	679.1
العجزMw	-19.62	48.95	9.33	-57.62	-18.95

الجدول(16-1) ميزان الاستطاعة لعام 2005

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	328.05	190.25	60.75	81	660.15
الذروةMw	370.7	150.28	55.52	174.67	751.2
العجزMw	-42.65	40	5.23	-93.67	-91.05

الجدول (17-1) ميزان الاستطاعة لعام 2005 بعد إضافة الوحدة

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	328.05	190.35	60.75	162	741.15
الذروةMw	370.7	150.28	55.52	174.67	751.14
العجزMw	-42.65	40	5.23	-12.67	-10

الجدول (18-1) ميزان الاستطاعة لعام 2006

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	328.05	190.35	60.75	162	741.15
الذروةMw	395.88	159.14	59.96	220.08	835
العجزMw	-67.83	31.06	0.79	-58.08	-93.85

الجدول (19-1) ميزان الاستطاعة لعام 2006 بعد إضافة الوحدة

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	328.05	190.35	60.75	243	822.15
الذروةMw	395.88	159.14	59.96	220.08	835
العجزMw	-67.83	31.06	0.79	22.92	-12.85

الجدول(1-20) ميزان الاستطاعة لعام 2007

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	328.05	190.25	60.75	243	822.15
الذروةMw	421.43	168.53	64.76	277.3	932
العجزMw	-93.38	21.72	-4.01	-34.3	-109.85

الجدول (21-1) ميزان الاستطاعة لعام 2007 بعد إضافة الوحدة

المنطقة	A	B	D	C	المجموع
المكفولةMw	328.05	190.25	60.75	324	903.15
الذروةMw	421.43	168.53	64.76	277.3	932
العجزMw	-93.38	21.72	-4.01	46.7	-28.88

5- الاستنتاجات: Conclusion:

تم في هذا البحث تصميم الخوارزمية الأولى المقترحة لحل مسألة تخطيط التطور متوسط الأمد لشبكات

الربط القطرية من أجل تغطية الأحمال المتزايدة والتي شملت الخطوات التالية:

1- دراسة تطور الأحمال في المناطق المدروسة.

2- رسم منحنيات الحمولة السنوية.

3- تحديد أزمنة دخول الخطوط الجديدة.

4- تحديد أزمنة دخول المحطات الجديدة.

وقد تم ذلك من خلال برنامج مكتوب بلغة باسكال يعطي نتائج على شكل مذكرة حسابية بالإضافة إلـى إظهار المنحنيات البيانية تخطيطياً.

لقد تم اختبار البرنامج من خلال المثال التطبيقي السابق ، وقد أعطى نتائج دقيقة وسليمة لدى تـدقيقها بالحسابات اليدوية.إن البرنامج السابق يفيد في تنفيذ الحسابات بصورة سريعة ودقيقة .

المراجع

1- Walter l. Weeks: tarnsmission and distribution of electrical energy mc-graw hell , New York 1981.

2- J.-p. Barret P. Bornard B.meyer : power system simulation London 1997.

3- 3-tadeusz kahl: sieci elektroenergetyczne, warszawa, poland, wnt 1984.

4- Rryszard matla: gospodarka elektroenergetyczna wroclAw, poland, Wnt 1983.

5- 5-n. Makhol, m. Al- hazzouri: load forecasting in Syrian power network according to stochastic methods by using computer، Damascus university journal for the engineerig sciences, vol.13, no.2 1997.

6- د. شوقي البطل، تصميم الشبكات الكهربائية، منشورات جامعة دمشق 1993.

7- د.هاشم أبو الخير، اقتصاديات نظم القدرة الكهربائية، جامعة دمشق 1990.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 1999/12/13.