تحليل الأحمـال ودورها فى ادارة الاحمال *

د . محمد على خلاط * ميلاد عبدالله الزائدى*
م . معمر محمد المدهون* سالم صالح بن نصير*

مقدمـــة

الحمل الكهربائى ماهو الا مجموع تلك القدرات الكهربائية «WATTS» اللازمة لتشغيل الأجهزة والمعدات الكهربائية الموصلة بالمنظومة الكهربائية فى آن واحد ، وحيث أنه لا يمكن حصر هذه الأجهزة والمعدات كما هو الحال فى أى مدينة أو بلد ، لذلك فانه لا يمكن اعتبار ـ بأى حال من الأحوال ـ أن اجمالى الحمل هو المجموع الجبرى للقدرات اللازمة لتشغيل كل من هذه الأجهزة والمعدات على حده وعليه فان اجمالى الحمل يعتبر متغيرا عشوائيا تحكمه بعض الظواهر والظروف وربما الأخطاء وبدرجة أكبر كلما أتجهنا نحو نقاط الأستهلاك النهائية أى نحو تلك الأجهزة والمعدات .

عموما فان أحمال الشبكة العامة تتخذ شكلا منحنيا يتغير بشكل سريع مع الزمن ، ونظرا لسهولة قياس هذه الأحمال من حين الى آخر فان شكل المنحنى الذى تمثله يصبح معروفا ، الا أن الحالة تختلف بالنسبة للمنحنيات التى تمثل أحمال كل نوع من أنواع المستهلكين بشكل دورى منتظم .

ونظرا لوجود عدد كبير من المستهلكين فى كل نوع من هذه الأنواع الأمر الذى يجعل أمكانية مراقبة أحمالهم صعبة جدا أن لم تكن مستحيلة ، لذلك فأنه من الضرورى أستخدام أسلوب العينات لمراقبة تذبذب تلك الأحمال وذلك بأخذ عينات (مجموعات صغيرة متباعدة) من كل نوع من أنواع المستهلكين ومراقبة تذبذب الحمل لهذه العينات على مدار سنة كاملة ومقارنة النتائج المتحصل عليها فى كل حالة ، وبهذا يمكن أستخلاص المعايير التى نستطيع من خلالها وصف منحنى الحمل الذى يمثل كل نوع من أنواع المستهلكين .

وعلى الرغم من النتائج الجيدة المتوقع الحصول عليها من نظرية أخذ العينات ، الا أن هناك بعض العوامل التى تؤثر على شكل المنحنى لكل نوع من أنواع المستهلكين ، هذه العوامل من شأنها أن تساعدنا فى التأكد من صحة نتائج هذه النظرية وأمكانية أعتبارها نهائية ، ونذكر من هذه العوامل هنا على سبيل المثال الطاقة المستهلكة سنويا ، وأقصى حمل ، وحمل كل نوع من هذه الأنواع أثناء حمل الذروة للشبكة لعامة

هذا وقد قمنا خلال هذه الدراسة بأخذ مجموعة من العينات لكل نوع من أنواع المستهلكين وحاولنا تجميع المعلومات المطلوبة حول كل عينة ، وحيث أن هذه المعلومات لم تكن متوفرة بالكامل ، كان لزاما علينا أعتماد طريقة ما للحصول على البيانات الموسمية والأسبوعية واليومية والتى قد توضح التباين فى خصائص الأحمال لكل نوع من هذه الأنواع ، ولتعويض هذا النقص فى المعلومات فقد قمنا بوضع تحليلا خاصا بتلك الخصائص فى مختلف مستويات محطات التوزيع التى أخذت منها العينات مع الأخذ فى الأعتبار الخليط بين المستهلكين الذين تتم تغذيتهم بالطاقة الكهربائية من كل محطة من هذه المحطات .

تعريف تحليل الاحمال

يمكن تعريف تحليل الاحمال الكهربائية بأنه تتبع كل وحدة من وحدات الطاقة «Kwh» تم انتاجها من المولد وعبر رحلتها داخل الشبكة الى ان يتم استهلاكها من قبل المستهلكين فى

* الشركة العامة للكهرباء

ورقة بحثية مقدمة فى ندوة إدارة الأحمال ودورها في ترشيد إستهلاك الطاقة
1995/06/08-07 طرابلس

نقاط الاستهلاك النهائية ، كل وحدة من هذه الوحدات سيتم توضيحها وتصنيفها الى وحدات تمت الاستفادة منها فعلا واخرى ذهبت كفاقد فى الشبكة ، كما سيتم تحديد مسئولية كل نوع من انواع المستهلكين على هذا الفاقد وبعد ذلك يتم تجميع هذه الوحدات وفقا لزمن ونوع استعمالها حتى نصل فى النهاية الى عدد من المعايير التى نستطيع من خلالها وصف خصائص الحمل لكل نوع من انواع المستهلكين .

فوائد تحليل الاحمال

تحليل الاحمال الكهربائية ليس غاية فى حد ذاته ولكنه احدى اهم الوسائل التى تساعد المشتغلين فى حقل انتاج ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية فى اتخاذ القرار السليم فى العديد من جوانب هذا الحقل والتى نذكر منها ما يلى : -

1 - تخطيط عمليات الانتاج

ان الانتاج الذى تقوم بانتاجه وبيعه شركات الكهرباء الطاقة الكهربائية يعتبر انتاجا من نوع خاص لكونه غير قابل للتخزين من ناحية ويجب انتاجه وتقديمه فورا وفقا لحاجة المستهلك اليه من ناحية اخرى ، بل واسواء من ذلك فانه لا يمكن تقديم طلب مسبق للحصول على هذا الانتاج ، فعندما يقوم احد الزبائن باستعمال أى من معداته او اجهزته التى تشتغل بالطاقة الكهربائية فانه بذلك يقوم بزيادة الحمل على الشبكة العامة ، الامر الذى يجعل شركة الكهرباء تقوم فورا بزيادة انتاجها بما يكفى لتشغيل تلك المعدة او الجهاز ويغطى الفاقد الفنى الناتج عن هذا التشغيل ، وهكذا كلما قام زبون بتشغيل معدة من معداته قامت الشركة بزيادة انتاجها من الطاقة الى ان يصل الحمل العام ذروته ، ولذلك نجد انه يجب على الشركة الاحتفاظ على الاقل بوحدات التوليد اللازمة لتغطية حمل الذروة فى حالة جيدة حتى وان كان هذا الحمل لا يتكرر الا لعدد محدود من الساعات خلال السنة .

مما سبق نستنتج ان تحليل الاحمال يساعد كثيرا فى وضع برنامج جيد لتشغيل وحدات الانتاج حيث انه باجراء تحليل الاحمال يمكننا معرفة عدد الساعات فى اليوم التى يمكن خلالها ايقاف بعض الوحدات لاجراء الصيانة السريعة (ساعات الحمل الادنى) ، كما يمكن معرفة ايام السنة التى يمكن خلالها ايقاف الوحدات التى بحاجة الى صيانات او عمرات جسيمة وهذا يعنى وضع خطة معينة لتشغيل وحدات الانتاج .

2 - تحديد تكلفة انتاج ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية

لكى تتمكن الشركات المنتجة والموزعة للطاقة الكهربائية من وضع سعر عاد - للطاقة الكهربائية لكل نوع من انواع المستهلكين ، عليها اولا ان تقوم بتحديد التكاليف التى تتكبدها لانتاج ونقل وتوزيع هذه الطاقة ، وحيث ان الاستهلاك يتغير بتغير الزمن فى اليوم والسنة فان التكاليف تتغير بالتالى مع الزمن ولذلك فانه على هذه الشركات ان تقوم باجراء تحليل الاحمال لمعرفة تغير هذه الاحمال مع الزمن ومن ثم معرفة التكاليف ووضع الاسعار العادلة .

3 - التخطيط التجارى

ولكى تتمكن شركات الكهرباء من وضع اسعار مستقرة وسليمة للطاقة التى تنتجها وتوزعها وتتمكن من تحديد اهدافها التجارية ووضع مخطط ناجح لدخلها ، على هذه الشركات ان تتعرف جيدا على المؤثرات التى قد تؤثر فى ذلك ، وهذه المؤثرات تتمثل فى : - الزيادة فى الحمل الاقصى والاستهلاك السنوى للطاقة والزيادة فى الاستهلاك لبعض الفترات الزمنية خلال اليوم والسنة بالاضافة الى مسئولية الحمل الاقصى لكل نوع من انواع المستهلكين ، وهذا يعنى اجراء تحليل للاحمال الكهربائية .

4 - توقعات الاحمال

ان اجراء التحليل الدورى المنتظم للاحمال الكهربائية يعطى فكرة جيدة عن التغيرات والتطورات التى تحدث على هذه الاحمال من سنة الى اخرى وهذا بدوره يمكننا من وضع توقعات جيدة للاحمال المستقبلية .

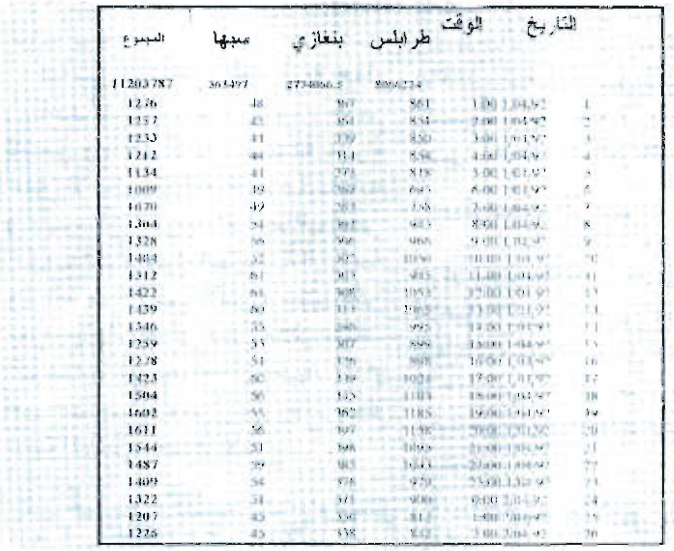
5 - التخطيط الفنى للمنظومة الكهربائية

نظرا للوقت الطويل الذى يستغرقه انشاء وحدات توليد جديدة واعتماد انشاء هذه الوحدات ، بالاضافة الى الارتفاع المستمر فى تكاليف انشاء هذه الوحدات ، فان الدعوة تصبح ملحة للتشغيل الاقتصادى لوحدات التوليد والترشيد المستمر للطاقة الكهربائية ، وعن طريق اجراء تحليل الاحمال الكهربائية والتوقعات المستقبلية للاحمال واستهلاك الطاقة يمكننا من وضع مخطط جيد للمنظومة .

6 - التخطيط المالى للشركة

واذا ما تمكن من وضع مخطط جيد للمنظومة الكهربائية ، فانه وباستخدام توقعات الاحمال والمبيعات المستقبلية للطاقة الكهربائية يمكن حساب التكاليف التى يمكن ان تتكبدها شركة الكهرباء لامداد انواع جديدة او انواع قائمة من المستهلكين بكميات جديدة من الطاقة ومعرفة هذه التكاليف يساعدنا كثيرا فى حساب الايرادات المطلوبة لانشاء وحدات التوليد ومد خطوط النقل والتوزيع اللازمة وبالتالى تحديد القروض

جدول رقم (1) قراءات التوليد لكل ساعة على مستوى الجماهيرية لسنة 92- 93



التاريخ	الوقت	طرابلس	بنغازي	سبها	المجموع
		886234	2734866.5	363497	1120378.7
	1	861	907	48	1236
	2	856	851	45	1257
	3	850	839	44	1233
	4	836	811	44	1212
	5	818	777	41	1134
	6	695	662	39	1009
	7	658	583	29	1070
	8	843	867	34	1364
	9	966	966	56	1328
	10	1096	907	52	1484
	11	985	913	61	1312
	12	1053	908	61	1422
	13	1065	913	63	1439
	14	992	846	55	1346
	15	899	807	55	1259
	16	908	836	51	1278
	17	1024	879	50	1423
	18	1103	915	56	1504
	19	1185	962	55	1602
	20	1195	897	56	1611
	21	1092	868	53	1544
	22	1033	885	59	1487
	23	979	854	54	1409
	24	909	871	51	1322
	25	811	856	43	1207
	26	842	838	43	1226

وسليمة يجب أن تكون المدخلات صحيحة أيضا ، وقد تم أستخدام الحاسب الآلى فى أجراء هذا التحليل وفقا للخطوات التالية : -

1 ـ **تجميع** البيانات الأساسية اللازمة لاجراء التحليل .

2 ـ معالجة وتجهيز البيانات الأساسية .

3 ـ استخلاص مدخلات برنامج الحاسب الآلى المستخدم فى اجراء التحليل .

4 ـ استخدام برنامج الحاسب الآلى .

5 ـ استخلاص النتائج .

هذا وسوف نستعرض فيما يلى هذه الخطوات بشيء من الأيجاز : -

اولا : ـ تجميع البيانات الأساسية اللازمة لاجراء التحليل

تتمثل هذه البيانات فى البيانات والمعلومات التى تم تجميعها حول الشبكة خلال السنة المالية (92 / 93) وهى على النحو التالى :

1 ـ قراءات التوليد (MW) لكل ساعة على مستوى الجماهيرية وعلى مدار السنة وهو ما مجموعه (8760) قراءة والجدول رقم (1) يمثل جزاء من هذه القراءات .

2 ـ الطاقة المباعة (MWH) لكل نوع من أنواع المستهلكين خلال هذه السنة كما هو موضح بالجدول رقم (2) .

المستقبلية ، وبعبارة اخرى يساعدنا فى وضع التخطيط المالى للشركة .

7 ـ وضع برنامج ادارة الاحمال الكهربائية

ومن خلال اجراء تحليل الاحمال الكهربائية يمكننا التعرف على منحنيات الاحمال للشبكة العامة ولكل نوع من انواع المستهلكين ومسئولية كل نوع عن حمل الذروة وبالتالى يمكننا وضع برنامج لادارة الاحمال الكهربائية وتحسين منحنى الحمل للشركة العامة .

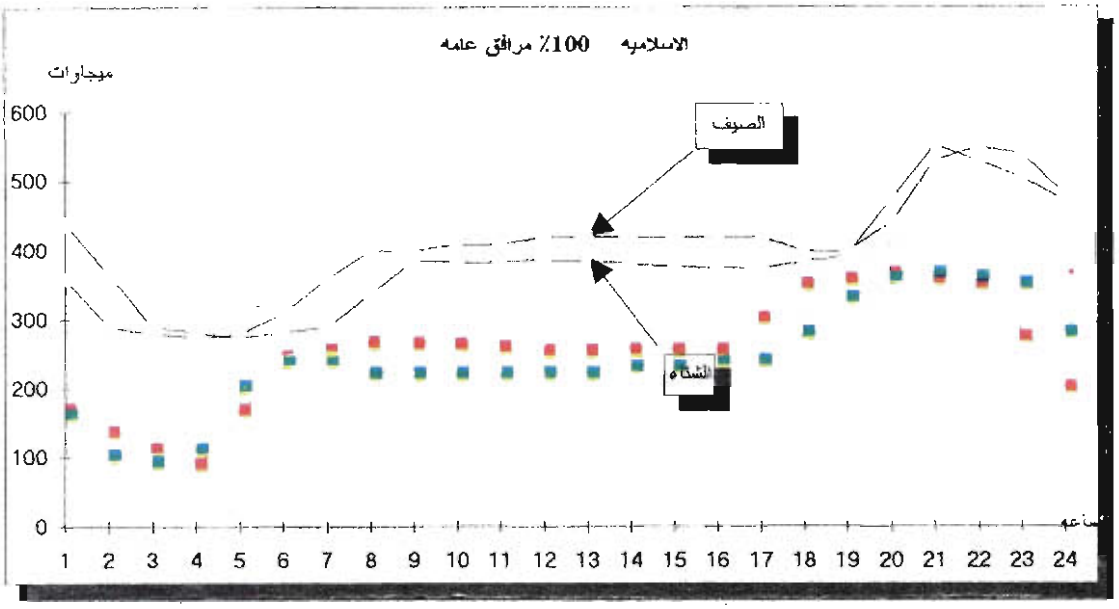
الخطوات العملية لاجراء تحليل الأحمال

ان استخدام الحاسب الآلى فى الحياة العملية يوفر كثيرا من الجهد والوقت ويعطى فى الوقت نفسه أدق النتائج التى يمكن الأعتماد عليها ، ولكننا يجب أن نذكر هنا أنه للحصول على نتائج دقيقة

جدول رقم (2) الطاقة السنوية المباعة لكل نوع من أنواع المستهلكين

مبيعات الطاقة — الشركة العامة للكهرباء (92 - 1993)

	صغار المستهلكين		كبار المستهلكين		
	طرابلس & سبها	بنغازي	طرابلس & سبها	بنغازي	المجموع
المنزلي	1.482.347	749.950	100.244	155.534	2.488.115
الزراعي	576.720	130.016	118.615	46.314	871.865
صناعي خفيف	39.216	16.974	318.192	81.188	455.570
شوارع عامة	117.481	94.755	310.450	302.462	
تجاري	24.869	80.203	262.379	228.094	623.949
مرافق شوارع					623.949
مجموع (المرافق + تجاري + انارة الشوارع)					1.987.777
مصارف الحديد والصلب			1.033.934		1.987.777
صناعي ثقيل	3	8.272	804.475	450.185	653.709
مجموع (مصارف الحديد + صناعي ثقيل)			1.838.379		2.296.838
					8.107.155

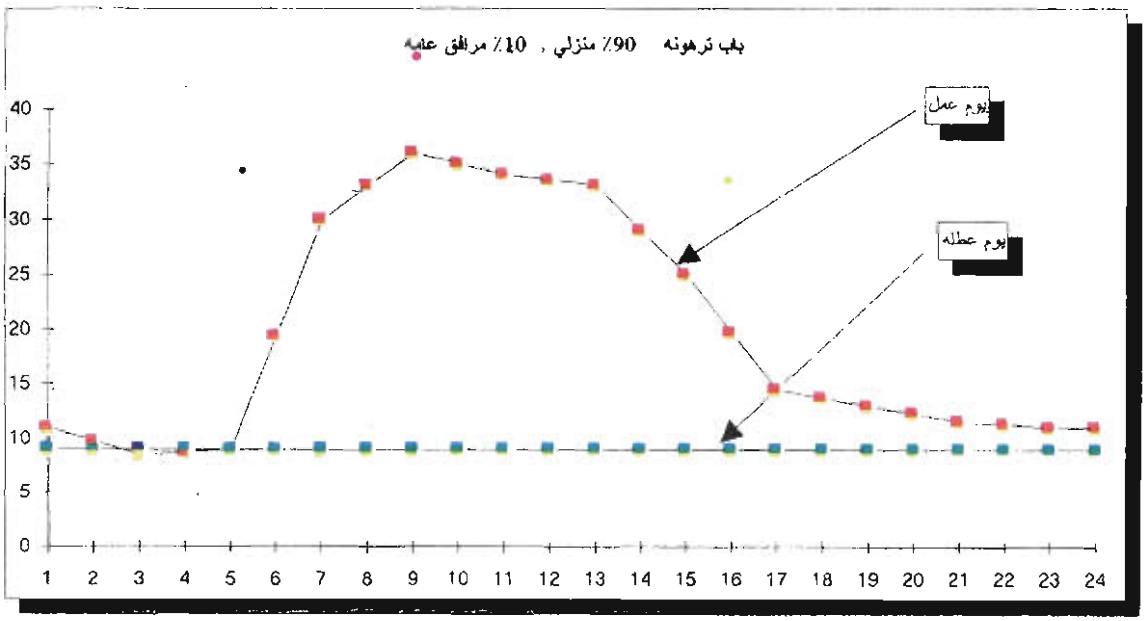


شكل (1-أ) منحنيات الأحمال اليومية لبعض انواع المستهلكين

3 ـ منحنيات الأحمال اليومية لكل نوع من أنواع المستهلكين ليوم عمل ويوم عطلة لكل فصل من فصول السنة وهى منحنيات العينات التى تم أختيارها لاجراء هذا التحليل ، شكل (1) يمثل عدد من هذه المنحنيات .

4 ـ البيانات الخاصة بمحطات التوليد وهى تتمثل فى : ـ

القدرة المركبة ـ القدرة المتاحة ـ الطاقة المولدة ـ الطاقة المرسلة ـ الطاقة المستهلكة ـ الوقود المستهلك فى كل محطة من محطات التوليد على حده ، جدول رقم (3) يوضح بيانات بعضا من هذه المحطات .



شكل (1-ب) منحنيات الاحمال اليومية لبعض أنواع المستهلكين

جدول رقم (3) بيانات محطات التوليد

اسم المحطة	سنة الانشاء	القدرة المركبة م.و	القدرة المتاحة م.و	النوع	1992 93 الطاقه المنتجه م . و . س	الطاقه المرسله م . و . س	الطاقه المستهلكه م . و . س	معامل السعه لسنة 92/93 ٪
الزويتينة	84-83	15	12	بخاريه	تستعمل للتدفيه فقط			
مصراته الحديد	89	507	480	بخاريه	2673640	2462138	211502	٪63.59
مكنوسة	81	30	12	ديزل	61628	59149	2479	٪58.63
طرابلس الغرب	75-6 (80-)	565	475	بخاريه	2407382	2226113	181269	٪57.86
جنزور	75-71	20	20	غازيه	99400	98461	939	٪56.74
درنة	85	200	170	بخاريه	838108	698157	139951	٪56.28
الخمس	82-81	480	480	بخاريه	2234686	2004595	230091	٪53.15
الكفرة	82	75	60	غازيه	247331	195893	51438	٪47.06
الجامعة	71	30	20	غازيه	81603	80878	725	٪46.58
سبها الغرب	81	24	12	ديزل	48344	45678	2666	٪45.99
لمنوده	75	32	25	غازيه	91455	90456	999	٪41.76
بنغازي	77	257	210	بخاريه	694097	582485	111612	٪37.73
اوباري	76	30	12	ديزل	33492	32225	1267	٪31.86
تراغن	81	15	12	ديزل	31094	29983	1111	٪29.58
السرير	80-75	119	70	غازيه	171748	170548	1200	٪28.01
سيمنو ديزل	89-83	70.4	50	ديزل	120785	116010	4775	٪27.58
زليتن	78-76	45	30	غازيه	69406	68882	524	٪26.41
ام الجداوي	78	30	30	ديزل	67311	64233	3078	٪25.61
ابو كماش	82	102	90	غازيه	185869	183653	2216	٪23.58
بنغازي الشمال	79-78	220	160	بخاريه	312991	260912	52079	٪22.33
جنزور	79 78	60	60	بخاريه	104667	100711	3956	٪19.91
مصراته الغازية	71	128	75	غازيه	127865	126308	1557	٪19.46
الهواري	75-74	65	40	غازيه	60610	59614	996	٪17.30
سرت	86	34	30	غازيه	45015	44549	466	٪17.13
سوسة	76	51	36	غازيه	50371	45133	5238	٪15.97
الزهراء	71	60	40	غازيه	55860	55322	538	٪15.94
المواينات	78	30	12	ديزل	15239	12773	2466	٪14.50
طرابلس الجنوب	76-73	120	40	غازيه	36100	35360	740	٪10.30
زوارة	75	30	20	غازيه	6185	5940	245	٪3.53
سيمنو الغازية	89	30	30	غازيه	6094	5859	235	٪2.32
		3404	2813	الاجمالي>	10978376	9962018	1016358	٪44.55
					٪ من الانتاج >		9.26٪	

5 ـ سريان الطاقة عبر شبكة الجماهيرية وهى تضم : الطاقة المرسلة ـ الفاقد الفنى ـ الطاقة المباعة فى كل مستوى من مستويات جهود التغذية فى الشبكة 11/0.4 KV/30/66 KV/220» «KV كما هو موضح بالجدول رقم (4) .

ثانيا : ـ معالجة وتجهيز البيانات الأساسية

قد يطول الحديث عن ما تم إجراءه من معالجة وتجهيز لهذه البيانات الا أننا سنقدم هنا ملخصا للخطوات العملية التى تم أتباعها لاستخراج مدخلات الحاسب الآلى المستخدم فى اجراء التحليل من البيانات الأساسية على النحو التالى : ـ

1 ـ قراءات التوليد :

تم من خلال هذه القراءات استخراج ما يلى : ـ

أ ـ منحنى أحمال اليوم الذى سجل فيه أقصى حمل خلال السنة .

ب ـ المنحنى الدورى لاحمال الشبكة (load duration curve) .

ج ـ منحنيات أحمال الشبكة ليوم عمل ويوم عطلة لكل فصل من فصول السنة .

وكل منحنى من هذه المنحنيات له استخداماته فى اجراء التحليل **واستخلاص عدد من مدخلات برنامج الحاسب الآلى على النحو التالى : ـ**

أ ـ منحنى أحمال اليوم الذى سجل فيه أقصى حمل خلال السنة

تم تحليل هذا المنحنى الى مكوناته المتمثلة فى منحنيات أحمال أنواع المستهلكين بالاضافة الى الفاقد الفنى كما هو موضح بالشكل (2) وذلك بأستخدام منحنيات الأحمال للعينات التى تم أختيارها والتى كانت ليوم عمل فى الشتاء بأعتبار أن أقصى حمل قد حدث فى يوم

جدول رقم (4) سريان الطاقة عبر شبكة الجماهيرية

الطاقة المستهلكة على مختلف مستويات الجهد		1992/1993 الفاقد	1992/1993 م.و.س	1992/1993 % من مستوى الجهد الاعلى
الطاقة المرسلة			9963384	
			10166300	
الفاقد في شبكة 220 ك.ف		٪1.00	99634	
الطاقة المرسلة خلال شبكة 220 ك.ف			9863750	
الطاقة المباعة للمستهلكين من شبكة 220 ك.ف			1033904	٪10.48
الطاقة المرسلة خلال شبكة 66-30 ك.ف			8829846	
الفاقد في شبكة 66 30 ك.ف		٪3.00	264895	
صافي الطاقة المرسلة خلال شبكة 66 30 ك.ف			8564951	
الطاقة المباعة للمستهلكين من شبكة 66-30 ك.ف			1237650	٪14.45
الطاقة المرسلة خلال شبكة 11 ك.ف			7327301	
الفاقد الفني في شبكة الجهد المنخفض 11 ك.ف		٪10.25	751048	
صافي الطاقة الموزعة عند 11 ك.ف			6576253	
الفاقد التجاري في هذا المستوى		٪15.00	986438	
صافي الطاقة المباعة من الجهد المنخفض مستوى شبكة 11 ك.ف و 380/220			5589815	
مجموع المبيعات			7861369	

عمل وفى فصل الشتاء (السبت 93/2/20) ، وقبل أن يتم أستخدام منحنيات الأحمال هذه العينات تمت معالجتها ووضعها فى حجمها الصحيح حتى تمثل كافة المستهلكين الذين يصنهم كل نوع من أنواع المستهلكين .

ومن خلال هذا التحليل تم تحديد حمل كل نوع من أنواع المستهلكين أثناء حمل الذروة بالنسبة للشبكة العامة والذى حدث عند الساعة (20) من ذلك اليوم (السبت 93/2/20) ، وبالتالى أمكن تحديد معامل الحمل وقت الذروة لكل نوع من هذه الأنواع وفقا للمعادلة الآتية :

معامل الحمل وقت الذروة =

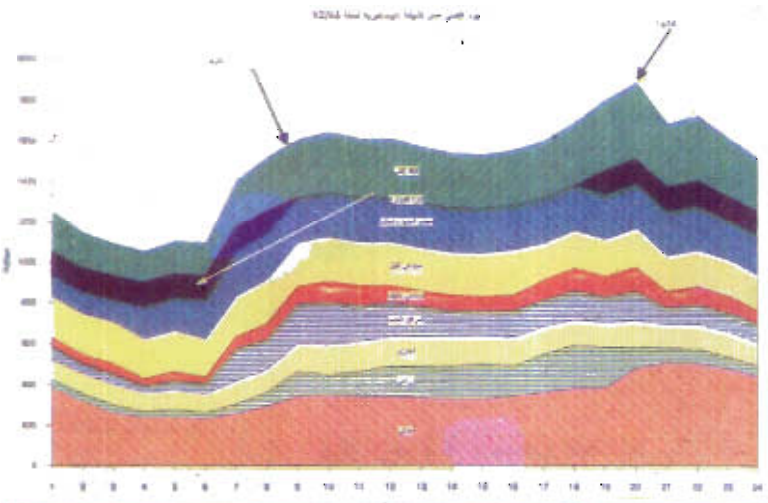
الطاقة المستهلكة خلال السنة

8760 * الحمل وقت الذروة

وكانت النتائج التالى :

نوع الأستهلاك	معامل وقت الذروة
منزلى	73.36
زراعى	117.81
تجارى	71.74
شعبى عام	73.69
صناعى خفيف	49.52
صناعى ثقيل	79.79
مجمع الحديد والصلب	55.44
أنارة الشوارع	48.41

وهذه المعاملات هى أحدى مدخلات الحاسب الآلى والتى يستخدمنها البرنامج



شكل رقم (2)

منحنى أحمال يوم أقصى حمل

لحساب أحمال كل نوع من أنواع المستهلكين عند كل مستوى من مستويات جهود الشبكة من التوزيع حتى التوليد .

ب ـ المنحنى الدورى للاحمال

ويمكن الحصول على هذا المنحنى بترتيب قراءات التوليد ترتيبا تنازليا ويوضح الشكل رقم (3) هذا المنحنى لشبكة الجماهيرية خلال سنة 93/92 بمعامل حمل سنوى قيمته 68.25 ٪ وقد تم استخدام هذا المنحنى لحساب بعض مدخلات الحاسب الآلى على النحو التالى : ـ

* حساب الفاقد الفنى فى القدرة

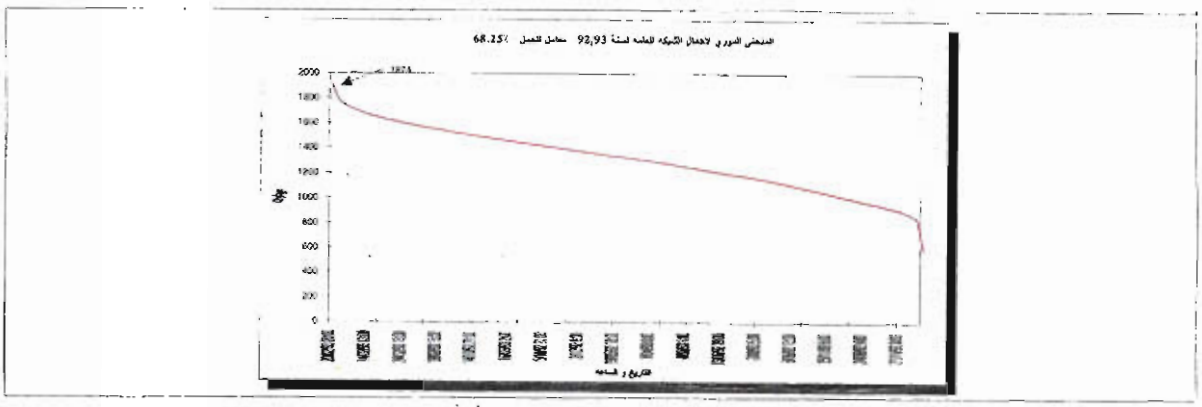
يوضح شكل (4) المنحنى الدورى للاحمال مقسما الى ثلاثة مساحات ، المساحة السفلى تمثل الطاقة المستهلكة من قبل المستهلكين ، والمساحة التى تليها تمثل حمالى الفاقد الفنى فى الطاقة المشبكة ، بينما تمثل المساحة العلوية اجمالى الطاقة المستهلكة فى المحطات ومجموع هذه المساحات يمثل طبعا اجمالى الطاقة المولدة .

ولتحديد قيمة «X» التى تمثل الفاقد فى القدرة اثناء الحمل الاقصى فقد تم استعمال طريقة نيوتن فى التكرار (Newton Iteration Method) واستخدام الحاسب الآلى ايضا لحل المعادلة الرياضية المستخدمة فى هذا الغرض ، وكانت النتيجة (X=36537) ، وحيث ان الفاقد الفنى فى القدرة يتناسب طرديا مع مربع الاحمال ، فإنه امكن بعد ايجاد قيمة «X» الحصول على هذا الفاقد عند أى ساعة ، وتجدر الملاحظة هنا انه عند قيامنا بتحديد قيمة «X» تم افتراض ان الشبكة تمثل جهدا موحدا وهو متوسط الجهود المختلفة هذا وقد تم استخدام هذه القيمة كاحدى مدخلات برنامج الحاسب الآلى لتوزيع هذا الفاقد على انواع المستهلكين وعند مستويات الجهود المختلفة .

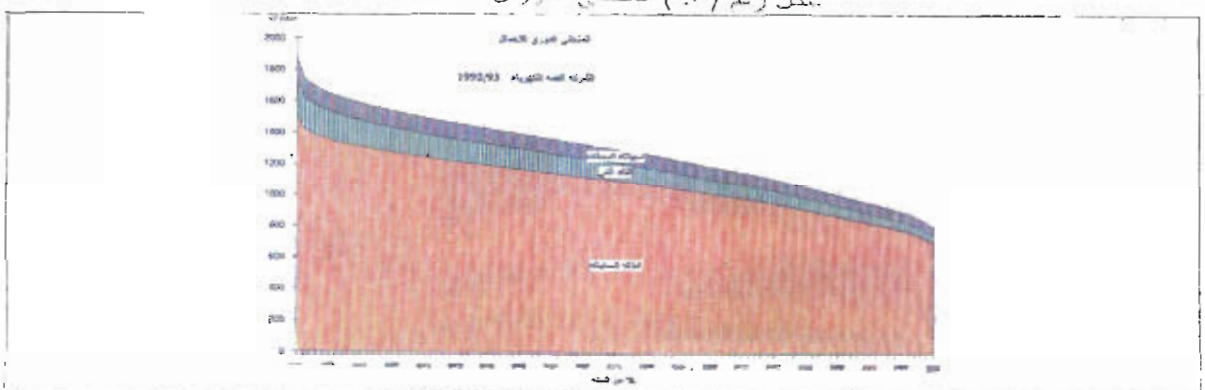
* تحديد فترات الانتاج

وهذا يعنى تحديد الفترات الزمنية التى يتم خلالها تشغيل كل نوع من انواع محطات التوليد المستخدمة فى الجماهيرية ، حيث انه لكل نوع من هذه المحطات تكلفة انتاج تختلف عن غيرها من الانواع الاخرى ، ويجب تشغيل المحطات الاعلى تكلفة اقل وقت ممكن حتى نتمكن من الوصول الى التشغيل الاقتصادى لمحطات التوليد .

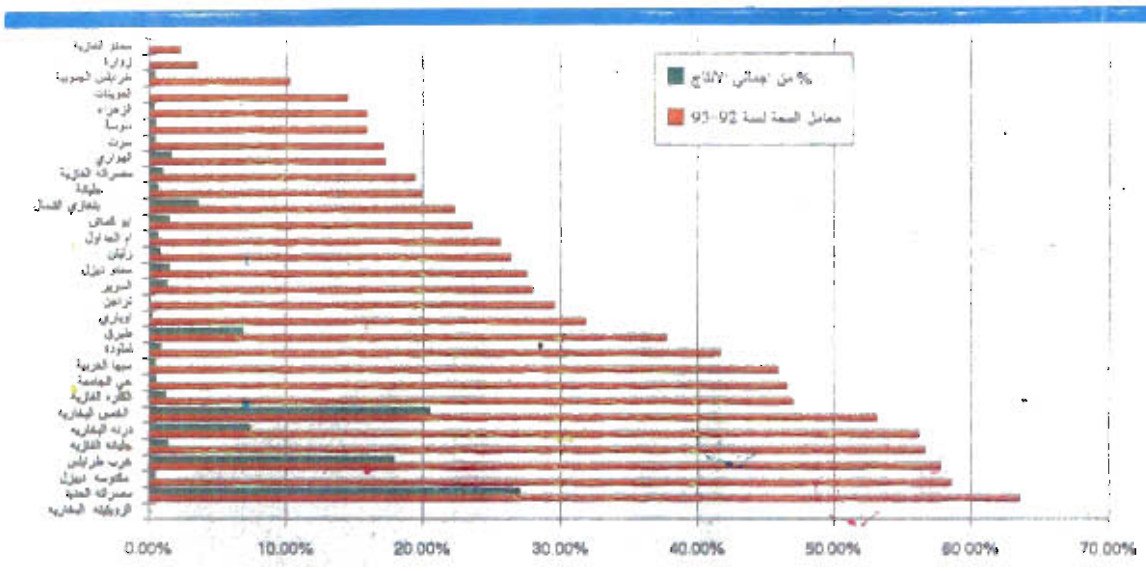
وتم تحديد هذه الفترات الزمنية بالاستعانة بمعاملات السعة والطاقة المولدة سنويا من كل محطة ، ويمكن حساب معامل السعة لكل محطة كالاتى : ـ



شكل رقم (3) المنحنى الدورى ل



شكل رقم (4) حساب الفاقد الفنى فى القدرة



شكل رقم (5) تحديد فترات الانتاج

معامل السعة = الطاقة المولدة سنويا / (8760 X القدرة المتاحة للمحطة)

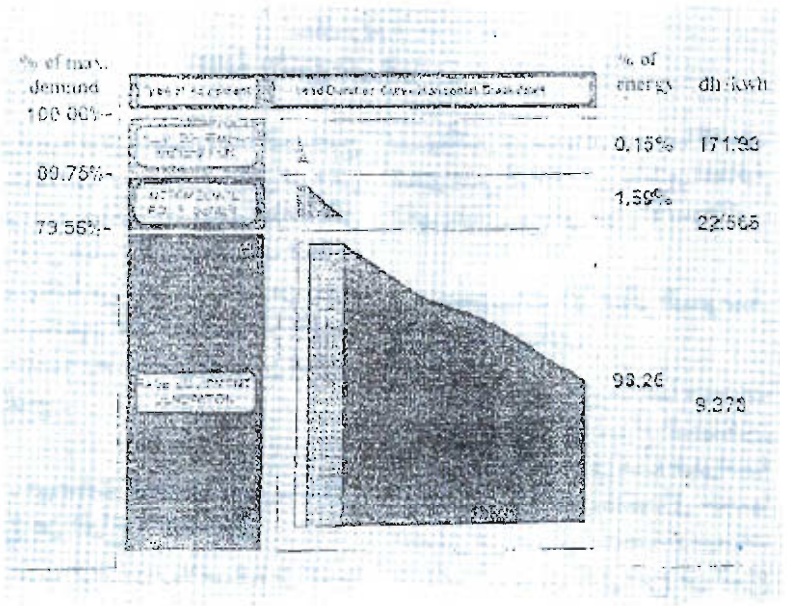
والجدول رقم (3) يحتوى على معاملات السعة لبعض المحطات بالجماهيرية وبترتيب معاملات السعة لكل المحطات ترتيبا تنازليا امكن الحصول على شكلا يشبه الى حد كبير المنحنى الدورى للاحمال شكل (5) ، وهذا الشكل امكن تقسيمه الى ثلاثة فترات زمنية طول الاولى 300 ساعة وهى تمثل فترة الحمل الاقصى ويتم تشغيل جميع انواع المطات خلالها ، وطول الثانية 1500 ساعة وهى تمثل فترة الانتاج المتوسطة ويتم خلالها تشغيل نوعين فقط من أنواع محطات الانتاج ، اما الفترة الاخيرة فكان طولها 6960 ساعة وهى تمثل فترة الانتاج القاعدة ويتم خلالها تشغيل نوع واحد فقط من محطات التوليد .

وعدد فترات التشغيل هذا هو أحد مدخلات برنامج الحاسب الآلى الذى يتم من خلاله حساب النسب المئوية من الحمل العام والطاقة المولدة التى يقوم كل نوع من أنواع محطات الانتاج بتغطيته وبمعرفة مصروفات التشغيل لكل نوع من هذه المحطات فانه يمكن حساب تكلفة الانتاج لكل نوع من هذه المحطات .

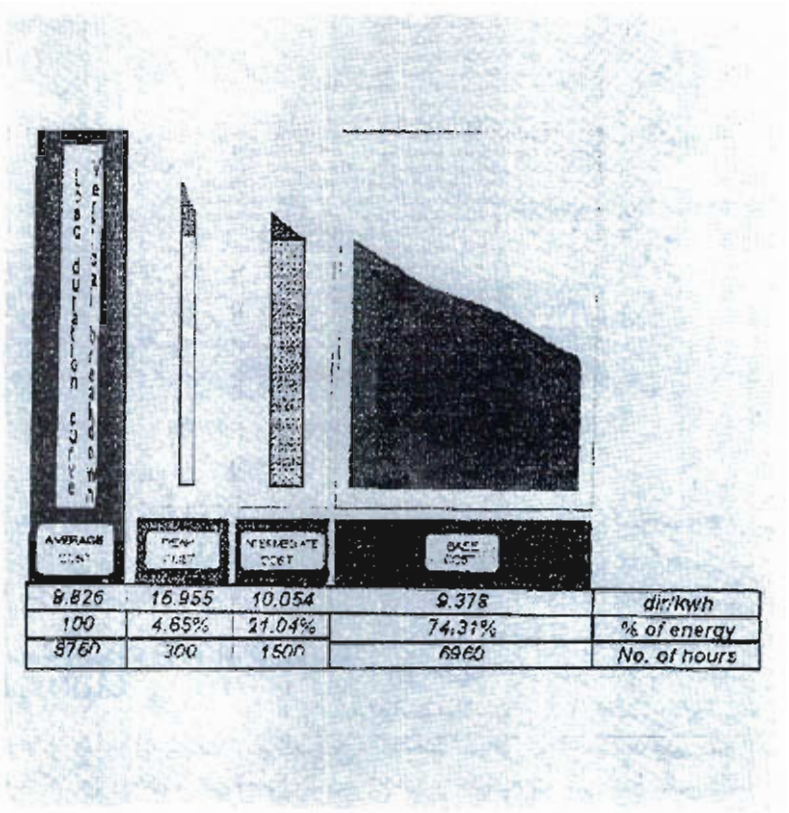
ويوضح الشكل رقم (6) النسب المئوية من الحمل والطاقة وكذلك تكلفة الانتاج لكل نوع من أنواع محطات التوليد وكل فترة من فترات الانتاج .

ج ـ منحنيات الاحمال اليومية للشبكة العامة

وتمثل هذه المنحنيات ايام العمل والعطلات فى كل فصل من فصول السنة وتم استخلاص هذه المنحنيات من قراءات التوليد بمساعدة احدى قدرات برنامج (EXCEL 4.0) وهى (Crostabs) وذلك عن طريق حساب متوسط قراءات التوليد لايام العمل والعطلات من كل فصل ، وهذه المنحنيات التى تم الحصول عليها هى احدى مدخلات البرنامج المستخدمة



شكل رقم (6 - أ)
تكلفة الانتاج لكل نوع من أنواع محطات التوليد



شكل رقم (٥ - ٦)
تكلفة الانتاج لكل فترة من فترات الانتاج

الرئيسية والتى سيقوم هذا البرنامج باستخدامها مع نظائرها لكل نوع من انواع المستهلكين ومبيعات الطاقة لكل نوع من هذه الانواع لحساب الطاقة المستهلكة من قبل كل نوع من انواع المستهلكين عند مستويات الجهود المختلفة وعند كل فترة من فترات الانتاج .

2 ـ مبيعات الطاقة السنوية لكل نوع من انواع المستهلكين

هذه البيانات بالاضافة الى كونها احدى المدخلات الرئيسية لبرنامج الحاسب الآلى كما ذكرنا فى الفقرة السابقة ، فهى تستخدم لمعالجة منحنيات احمال العينات التى تم اختبارها من المستهلكين ووضعها فى حجمها الفعلى الذى يمثل كافة . . هلكين للطاقة الكهربائية فى نوع من انواع الاستهلاك .

3 ـ منحنيات الاحمال اليومية لانواع المستهلكين

هذه المنحنيات هى خلاصة منحنيات احمال العينات من انواع المستهلكين الذين تم اختيارهم فى هذه الدراسة وذلك بعد معالجتها ووضعها فى حجمها الفعلى عن طريق استخدام مبيعات الطاقة السنوية لكل نوع من انواع المستهلكين كما ذكرنا فى الفقرة السابقة ، وهذه المنحنيات بحجمها الفعلى وشكلها النهائى هى احدى مدخلات برنامج الحاسب الآلى الذى يقوم من خلالها بحساب الطاقة المستهلكة لكل نوع من انواع المستهلكين فى مستويات الجهود المختلفة وعند كل فترة من الفترات الزمنية للانتاج .

4 ـ البيانات الخاصة بمحطات التوليد

هذه البيانات تم استخدامها كما ذكر فى تقسيم المنحنى الدورى للاحمال الى ثلاثة فترات زمنية للانتاج .

5 ـ سريان الطاقة عبر شبكة الجماهيرية

من خلال هذه البيانات تم حساب اجمالى الفاقد الفنى فى الطاقة الذى استخدم بدوره فى حساب الفاقد الفنى فى الذروة عند اقصى حمل وهذا الاخير هو احد مدخلات البرنامج المستخدم كما ذكرنا آنفا .

ثالثا : ـ استخلاص مدخلات برنامج الحاسب الآلى

فيما يلى قمنا باستعراض طريقة استخلاص العديد من مدخلات برنامج الحاسب الآلى ، الا ان هناك عددا آخرا من هذه المدخلات موجود فى صورته الجاهزة ويمكن ادخاله الى برنامج الحاسب مباشرة مثل الطاقة المستهلكة فى محطات التوليد وعدد ايام العمل والعطلات فى كل فصل من فصول السنة وغيرها،عموما يمكن سرد مدخلات هذا البرنامج على النحو التالى : ـ

1 ـ مبيعات الطاقة السنوية لكل نوع من انواع الاستهلاك ، « ميجاوات . ساعة » .

2 ـ معامل الحمل وقت الذروة ومعامل الحمل الاقصى لكل نوع من انواع المستهلكين .

3 ـ اقصى حمل للشبكة «1874» ميجاوات .

4 ـ اجمالى الطاقة المولدة خلال السنة

(780 203 11) ميجاوات / ساعة .
5 ـ الفاقد الفنى فى القدرة عند اقصى حمل (365 . 37) ميجاوات .
6 ـ اجمالى الفاقد الفنى فى الطاقة (1877 . 88) ميجاوات ـ ساعة .
7 ـ الطاقة المستهلكة فى محطات التوليد (761857) ميجاوات ـ ساعة .
8 ـ عدد الفترات الزمنية وطول كل فترة .
9 ـ عدد ايام العمل والعطلات فى كل فترة .
10 ـ الفاقد فى مكونات الشبكة مثل محولات التوزيع وخطوط الضغط المتوسط والمنخفض ، وقد تم استخدام النسب القياسية المعمول بها دولياً .

رابعا : ـ استخدام الحاسب الآلى فى اجراء تحليل الاحمال الكهربائية

برنامج الحاسب الآلى الذى تم استخدامه فى اجراء تحليل الاحمال لشبكة الجماهيرية لهذه السنة هو برنامج (EPECU/PC) وهو من اعداد وتصميم هيئة الكهرباء الكندية (هيدروكيبك) ، وهذا البرنامج حديث جدا ومن مميزاته انه برنامج بسيط سهل التشغيل يشتغل على برنامج اكسل 0 . 4 ويعطى نتائجه خلال فترة وجيزة جدا تتراوح بين (15 ـ 60) ثانية ويعتمد ذلك على عدد انواع المستهلكين وعدد الفترات الزمنية للانتاج كما يعتمد طبعا على سرعة الجهاز المستخدم .

خامسا : ـ نتائج تحليل الاحمال

تتمثل هذه النتائج فى مخرجات برنامج (EPECU/PC) وهى الطاقة المستهلكة واقصى حمل وحمل وقت الذروة والفاقد الفنى فى القدرة والطاقة لكل نوع من انواع المستهلكين فى كل مستوى من مستويات جهود التغذية وعند كل فترة من فترات الانتاج كما هو موضح بالجداول المرفقة بالملحق ، بينما يمثل شكل (7) الطاقة المستهلكة من قبل كل نوع من انواع المستهلكين فى كل فترة من فترات

* تحليل الاحمال ودوره فى ادارة الاحمال **

يتمثل دور تحليل الاحمال فى برنامج ادارة الاحمال فى تحديد مسئولية كل نوع من انواع المستهلكين عن الحمل الاقصى وبالتالى تحديد انواع المستهلكين الذين يمكن تطبيق برنامج ادارة الاحمال عليها ، وتقديم كافة البيانات والمعلومات الفنية عن هؤلاء المستهلكين والتى من شأنها ان تساعد فى وضع برنامج ناجح لادارة الاحمال .

فمن اهم النتائج التى يمكن الحصول عليها من برنامج الحاسب الآلى والتى لها علاقة وطيدة بموضوع ادارة الاحمال ـ معامل الحمل الاقصى .

$$\text{معامل الحمل الاقصى} = \frac{\text{الطاقة المستهلكة سنويا}}{8760 \times \text{الحمل الاقصى}}$$

$$\text{معامل الحمل وقت الذروة} = \frac{\text{الطاقة المستهلكة سنويا}}{8760 \times \text{الحمل وقت الذروة}}$$

وتتمثل العلاقة بين هذين المعاملين فى احدى الاحتمالات الاتية :ـ

1 ـ معامل الحمل وقت الذروة < معامل الحمل الاقصى

وهذا يعنى ان حمل هذا النوع من المستهلكين وقت الذروة اقل من حمله الاقصى ، او بمعنى آخر فان الحمل الاقصى لهذا النوع من المستهلكين لا يحدث اثناء الحمل الاقصى للشبكة العامة وبالتالى فإن مسئولية هذا النوع من المستهلكين عن الحمل الاقصى للشبكة العامة تكون قليلة ، وكلما زاد الفرق بين هذين المعاملين لاى نوع من أنواع المستهلكين كلما قلة مسئولية مسئولية ذلك النوع عن حمل الذروة او الحمل الاقصى للشبكة العامة .

2 ـ معامل الحمل وقت الذروة = معامل الحمل الأقصى

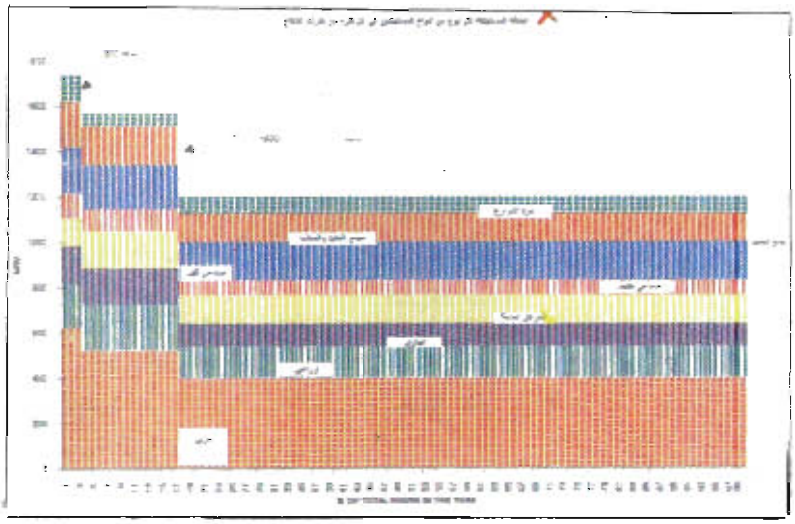
وهذا يعنى أن حمل نوع ما من المستهلكين وقت الذروة يساوى حمله الأقصى ، أو بمعنى أن الحمل الاقصى [redacted] الاقصى للشبكة العامة ، وبذلك تكون مسئوليته عن الحمل الأقصى للشبكة العامة مسئولية كبيرة .

3 ـ معامل الحمل وقت الذروة > معامل الحمل الأقصى

وهذا يعنى أن حمل نوع ما من المستهلكين فى زمن الذروة للشبكة العامة اكبر من حمله الاقصى وهذا لا معنى له لانه لايوجد حمل أكبر من الحمل الأقصى .

ولذلك فانه بالنسبة لاى نوع من أنواع المستهلكين أما أن يكون معامل حمله وقت الذروة يساوى معامل حمله الأقصى أو أكبر منه فاذا كان هذان المعاملان متساويين لاى نوع من أنواع المستهلكين تكون مسئولية ذلك النوع عن الحمل الاقصى للشبكة كبيرة وتقل هذه المسئولية بزيادة الفرق بين هذين المعاملين .

وبهذا نجد أنه عند وضع أى برنامج



شكل رقم (7) الطاقة المستهلكة من كل نوع من أنواع المستهلكين في كل فترة من فترات الانتاج

** أولويات أدارة الأحمال **

لادارة الأحمال يجب التركيز بالدرجة الأولى على تلك الأنواع من المستهلكين الذين تتساوى معاملات أحمالهم وقت الذروة مع معاملات أحمالهم القصوى .

من خلال نتائج تحليل الأحمال نورد فيما يلى معاملات الأحمال وقت الذروة ومعاملات الأحمال القصوى لكافة أنواع المستهلكين بالجماهيرية والتى كانت على النحو التالى :

نوع الأستهلاك	(1) معامل الحمل وقت الذروه	(2) معامل الحمل الأقصى	(2) - (1) الفرق بين المعاملين
منزلـــــى	73.36 %	71.14 %	2.22
زراعـــــى	117.81 %	34.69 %	83.12
تجـــارى	71.74 %	57.93 %	13.81
شعبى عـــام	73.69 %	49.61 %	24.08
صناعى خفيـف	49.52 %	27.27 %	22.25
صناعى ثقيـل	79.79 %	72.43 %	7.36
مجمع الحديد والصلب	55.44 %	53.08 %	2.36
أنارة الشـوارع	48.41 %	48.41%	0

ومن خلال هذا الجدول يمكننا تحديد أولويات تطبيق برنامج أدارة الأحمال على أنواع المستهلكين وفقا للترتيب التالى :

نوع الأستهلاك	الفرق بين معاملى الحمل وقت الذروه - الأقصى	أولويات أدارة الأحمال
أنـارة الشـوارع	0	1
منزلـــــى	2.22	2
مجمع الحديد والصلب	2.36	3
صناعى ثقيـل	7.36	4
تجـــارى	13.81	5
صناعى خفيـف	22.25	6
شعبى عـــام	24.08	7
زراعـــــى	83.12	8

** ادارة الأحمال ودورها فى ترشيد أستهلاك الطاقة **

يتضح من الشكل رقم (7) أن تكلفة الأنتاج للمحطات التى يتم تشغيلها لتغطية أحمال فترة الحمل الأقصى (فقط 300 ساعة خلال السنة) هى 171.93 درهم/ك . و . س ، حيث كانت الطاقة المولدة بواسطة هذه المحطات ما يمثل نسبة 0.15 ٪ من أجمالى الطاقة المولدة أى ما يعادل 16806 ميجاوات ساعة ، وبذلك يكون أجمالى تكلفة تشغيل هذه المحطات 2 889 399 د.ل ، وهذا يعنى أنه لو قمنا بتخفيض الحمل الاقصى بما يكفى فقط الاستغناء عن تشغيل هذه المحطات فأننا سنوفر ما يقرب من ثلاثة مليون دينار سنويا ، وهذا مثال بسيط قدمناه فقط لابراز أهمية أدارة الأحمال فى ترشيد الأستهلاك ودعم الاقتصاد الوطنى .●

المراجـــع :

1 – Load Management
National Association of Regulatory utility Commisioners – Feb – 1982 –

2 – Load Reserch Manual –
Association of Edision Illuminating Companies – 1990 .

3 – Load Analysis and Cost per Class of use
General Electric Company of Libya Nov 1994.

4 – Summary of Load Analysis Methods in use
ta[illegible] Quebec . – 1993