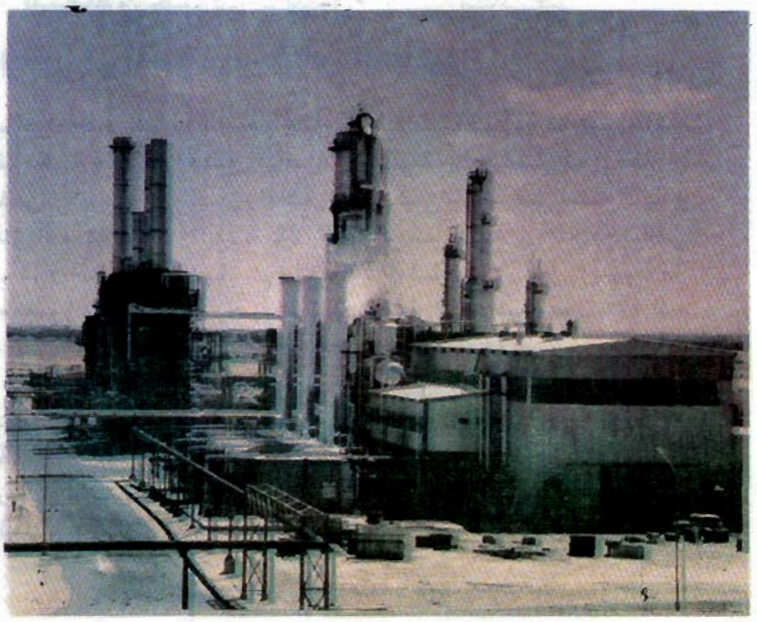
ترشيد إستهلاك الطاقة بالمصافى النفطية
خبرة مصفاة الزاوية

م . محمد ابوالقاسم حسن*

مقدمة

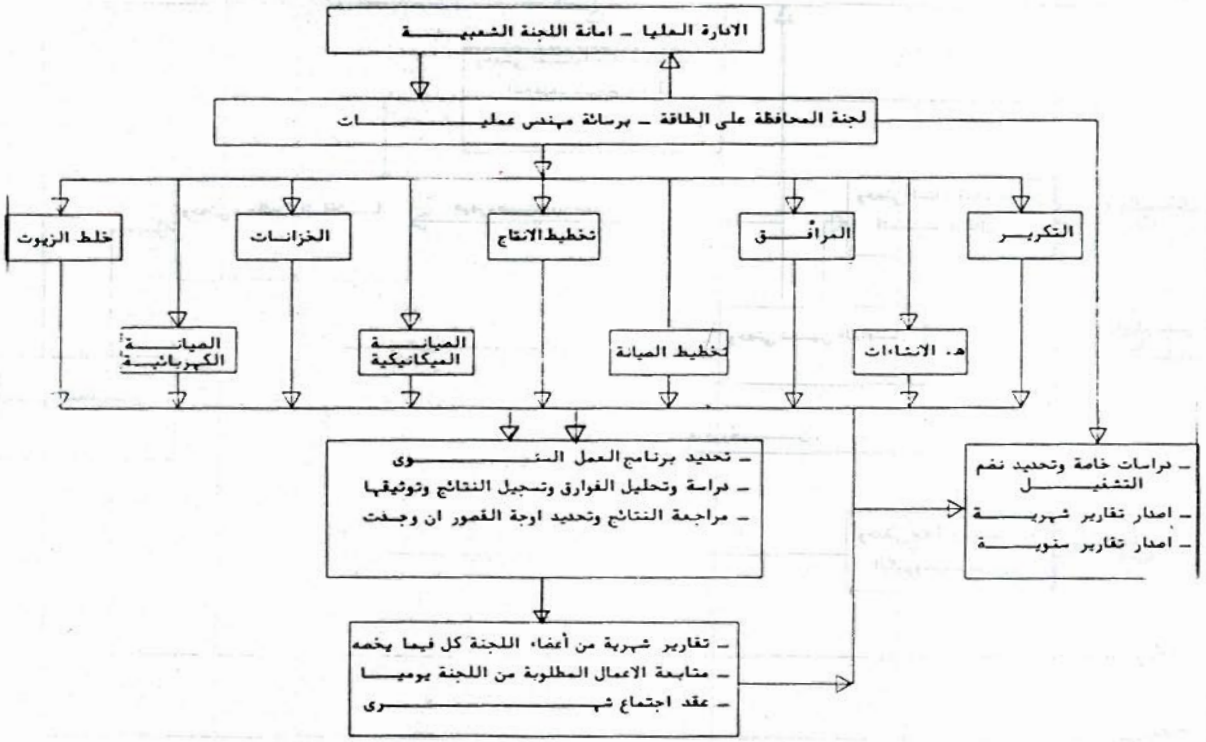
تعتبر مصافى النفط فى العالم من أهم مصادر انتاج الطاقة ولكنها تعتبر فى نفس الوقت من كبار المستهلكين للطاقة على المستوى الصناعى وذلك لتعدد وكثرة المرافق المصاحبة لعمليات التكرير من حيث الحاجة الماسة لكميات هامة بها من البخار للإستخدام فى العمليات الصناعية وكذلك الحاجة إلى مصادر توليد طاقة كهربائية دائمة لاستمرار عمليات التشغيل حيث غالبا مايتم الاعتماد على مصادر توليد خاصة ولايتم الاعتماد على الشبكة العامة إلا عند الضرورة وذلك لعدة معطيات أهمها عدم التحكم فى استمرارية التشغيل والتى تكلف المصافى اثمانا باهظة . ومن هنا أصبحت برامج الطاقة بالمصافى من أهم البرامج التى لها انعكاسات إقتصادية كبيرة حيث انها تؤدى فى معظم الاحوال إلى تحقيق وفورات كبيرة فى تكاليف التشغيل وتحسين فى المردود لكل برميل يكرر .



تتعرض هذه الورقة إلى التدرج الذى حدث نتيجة تطبيق برنامج للمحافظة على الطاقة بمصفاة الزاوية والذى نتج عنه انخفاض فى معدلات استهلاك الطاقة وتوفير مبالغ تقدر بحوالى مليونى دينار سنويا بسبب المتابعة الدقيقة لطرق التشغيل والاستخدام الأمثل لمصادر الطاقة المتوفرة واستخدام الوقود الاقل كلفة كلما أمكن ذلك وغالبا مايكون هذا الوقود عديم الثمن حيث انه اذا لم يستخدم فإنه يحرق فى الشعلة .

تجدر الاشارة هنا انه وحتى عام 1985 لم يكن يوجد بالمصفاة برنامج للمحافظة على الطاقة وكانت المتابعة لهذا الجانب غير جيدة مما أعطى نتائج غير مرضية معظم الاحيان وفى عام 1985 اعتمد برنامج للمحافظة على الطاقة تحت

* شركة الزاوية لتكرير النفط



شكل (أ) الهيكل التنظيمى للجنة المحافظة على الطاقة بمصفاة الزاوية .

اشراف قسم هندسة العمليات وبالتعاون مع الاقسام ذات العلاقة بالمصفاة ، الأمر الذى ادى الى تحسن ، ومنذ بداية سنة 1991 أصبحت تقوم بمتابعة برنامج المحافظة على الطاقة بالمصفاة لجنة متخصصة برئاسة مهندس عمليات وعضوية جميع الأقسام التى لها علاقة بهذا البرنامج ـ ويبين الشكل (أ) الهيكل التنظيمى لهذه اللجنة .

نبذة مختصرة عن مصفاة الزاوية

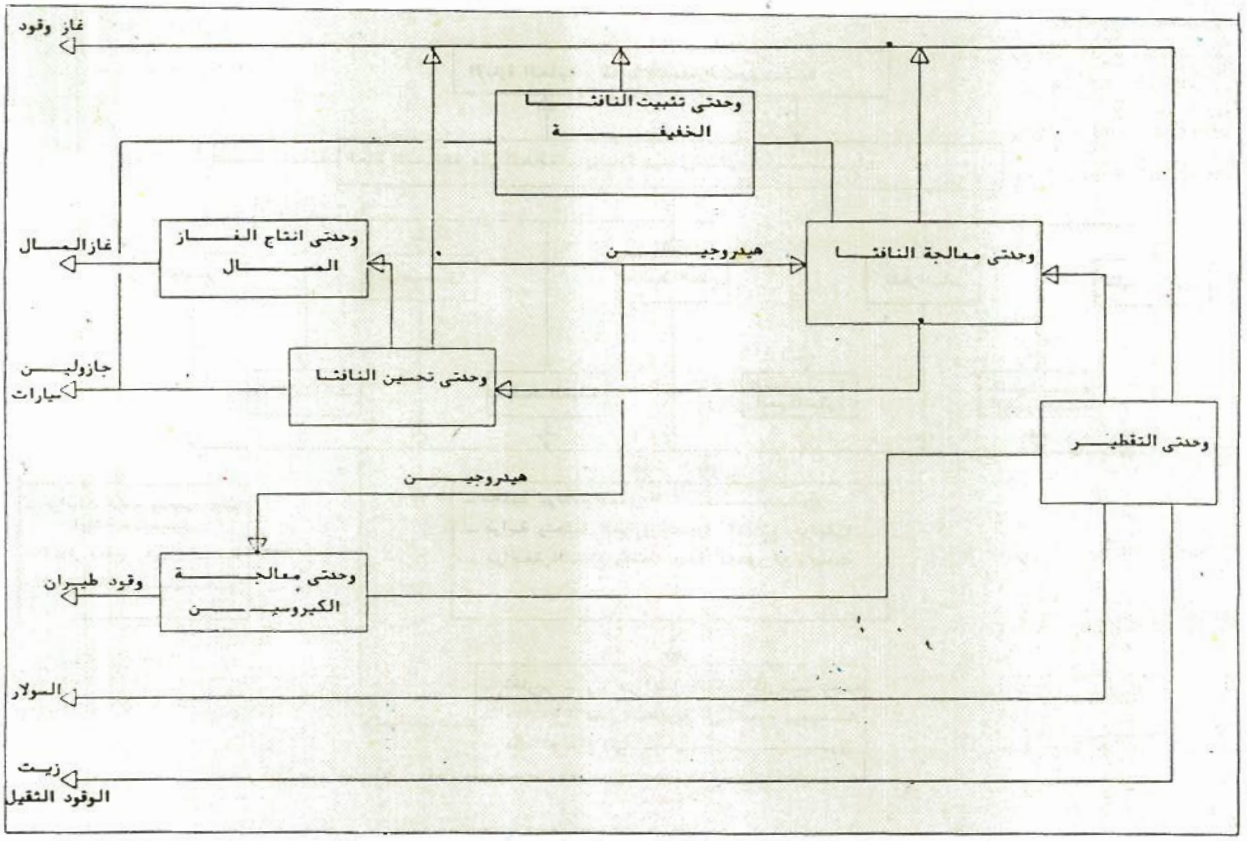
تقع المصفاة بمدينة الزاوية غرب مدينة طرابلس بحوالى (50كم) وقد بدأ تشغيل المرحلة الاولى من المصفاة سنة 1974 ، بطاقة انتاجية (60,000) برميل يوميا ونتيجة لزيادة الطلب على المنتجات النفطية بسبب خطط التحول السريعة تم مضاعفة الطاقة التكريرية للمصفاة حيث اصبحت (120,000) برميل يوميا سنة 1977 . تجدر الملاحظة هنا ان مصفاة الزاوية تعتبر من النوع البسيط نسبيا بمعنى انها لاتحتوى على وحدات تحويلية لزيت الوقود الثقيل الناتج من المصفاة والذى يشكل حوالى (45٪) من الانتاج وتجرى الآن الدراسات على امكانية انشاء مثل هذه الوحدات والتى من شأنها زيادة معدل الانتاج للمنتجات الخفيفة المطلوبة فى السوق المحلى وذلك على حساب زيت الوقود الثقيل وبدون زيادة الطاقة التكريرية للمصفاة .

والوحدات الموجودة حاليا هى :

- وحدتان للتقطير الجوى .
- وحدتان لمعالجة النافثا .
- وحدتان لتحسين النافثا .
- وحدتان لتثبيت النافتا الخفيفة .
- وحدتان لمعالجة الكيروسين .
- وحدتان لانتاج الغاز المسال .
- وحدة لانتاج الاسفلت . (شكل ب) .

وتعتبر المصفاة مكتفية ذاتيا من حيث متطلبات الطاقة فى معظم الاحيان حيث انه توجد بالمصفاة المرافق الآتية :

- عدد أربع غلايات بقدرة تصميمية (35 طن/ساعة) لانتاج البخار عالى الضغط (44كجم/سم²، 400م°) .
- عدد خمس وحدات تحلية لانتاج المياه المحلاة بطاقة تصميمية (20طن/ساعة) لكل وحدة .
- عدد ثلاثة مولدات بخارية بقدرة تصميمية (8 . 4) ميجاوات ساعة لكل مولد . وهى تشتغل بطريقة التكثيف الكلى والجزئى .



شكل (ب) شكل توضيحى لوحدات مصفاة الزاوية .

ـ عدد واحد مولد غازى بقدرة تصميمية (24) ميجاوات ساعة وهذا المولد مزود بنظام توليد البخار وهو مصمم على نوعين من الوقود الغازى ، أى الغاز الناتج من وحدات المصفاة بوزن جزىء محدد ـ أو الوقود السائل (الديزل) .

ـ بالاضافة الى بعض المرافق الأخرى اللازمة للعمليات الصناعية مثل ضواغط الهواء ـ وحدة انتاج النيتروجين . . الخ .

والشكل (جـ) يوضح توزيع كل هذه المرافق بالمصفاة حيث يمكن القول بأنه توجد مرونة تشغيلية كبيرة من حيث مصادر الطاقة بالمصفاة الا فى حالة توقف المولد الغازى فان هناك حاجة الى التزود من الشبكة العامة وذلك لتغطية بعض النقص الذى قد يحدث .

وكمدخل لبرنامج المحافظة على الطاقة يجدر التوضيح بأن نسبة الفاقد والمستهلك للمصفاة كانت تصل الى حوالى (5٪) بالوزن بالنسبة للخام المكرر منذ بداية تشغيل المصفاة عام 1974 ، وقد كان الهدف من استحداث برنامج المحافظة على الطاقة هو تقليل هذه النسبة الى أدنى حد ممكن .

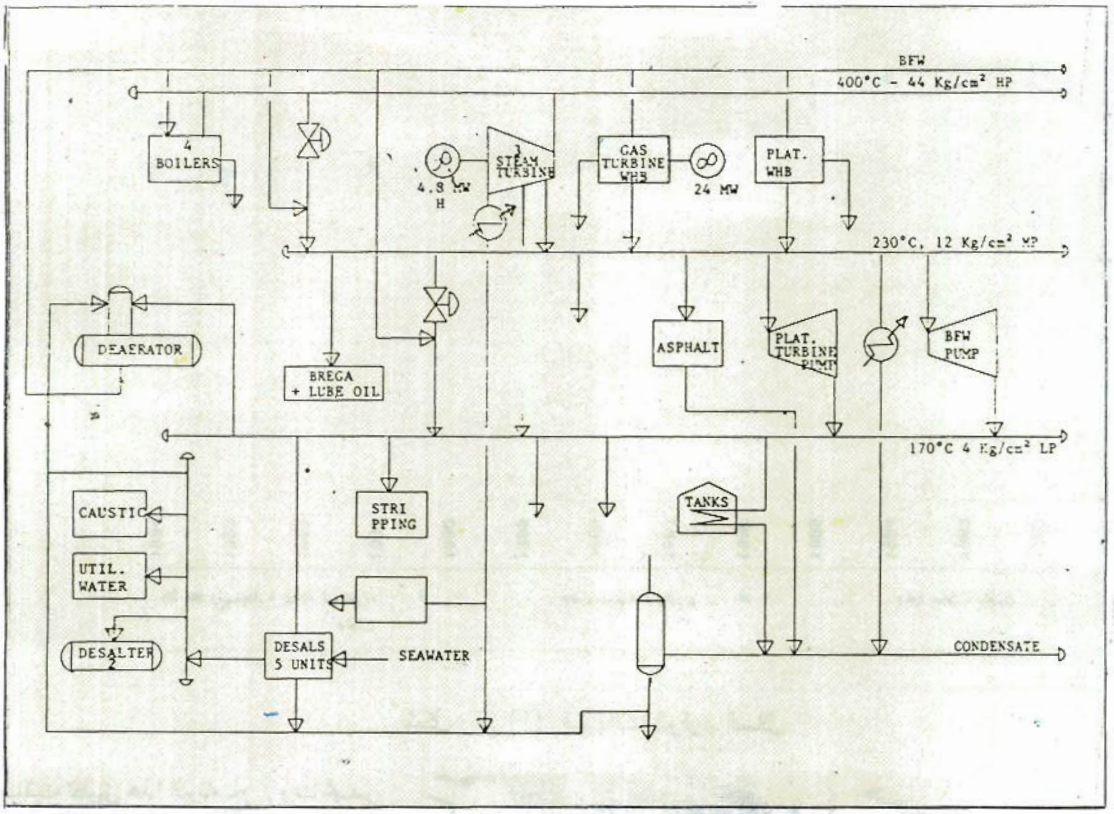
وفى هذا الصدد فإن الغازات المنتجة من المصفاة تعتبر الوقود الرئيسى بالمصفاة عند كل انماط التشغيل وعند تكرير مختلف الخامات ، إلا انه فى بعض الاحيان تكون هناك حاجة الى كميات من الوقود السائل (زيت الوقود الثقيل) وذلك عند تكرير خليط خامات لاتحتوى على كميات كافية من الوقود الغازى . والشكل (جـ) يبين رسما توضيحيا لتوزيع الوقود الغازى بالمصفاة .

الملامح العامة لبرنامج المحافظة على الطاقة

أ ـ تخفيض نسبة الفاقد والمستهلك الفعلى (شكل1)

يعتبر هذا المتغير من العوامل الرئيسية والمؤثرة على نتائج برنامج المحافظة على الطاقة ويتطلب جهودا كبيرة وبالرغم من أنه لايمكن تحقيق نفس المعدلات كل سنة إلا أنه من المهم التركيز على الحصول على أدنى المعدلات وتكثيف الجهود من أجل ذلك . والجدول (1) يوضح مقارنة متغيرات برنامج المحافظة على الطاقة بالنسبة لسنة 1993 .

لقد تم تحقيق ادنى نسبة من الفاقد والمستهلك وهى (3.973) بالوزن



شكل (ح) شكل توضيحى لمصادر الطاقة والمياه بمصفاة الزاوية .

خلال سنة 1992 . مقارنة بالسنوات الماضية وكان ذلك ناتجا عن التعاون بين الجهات ذات العلاقة بهذا البرنامج الذى يشتمل على مايلى :

1) قياس الاستهلاك اليومى لكميات الوقود الغازى والسائل ومقارنة كميات استهلاك الوقود الغازى مع الكميات المنتجة منه وتجنب أى قصور قد يحدث فى هذا الجانب حيث ان الكميات التى لايتم استهلاكها توجه تلقائيا الى الشعلة بدون أى فائدة بل ربما يكون هناك استهلاك للوقود السائل للتعويض المطلوب لوحدات المصفاة .

2) الاختيار الأمثل لخليط الخامات المتوفرة بالمصفاة والتى تعطى المرونة التشغيلية من كمية الغازات المنتجة بحيث تكون فى حدود الاستهلاك المطلوب . حيث وجد أنه عند تركيز خام السدره بنسبة (100٪) يكون هناك فائض فى كمية الغازات المنتجة حتى وإن كان إستهلاك الافران والغلايات (100٪) وقودا غازيا . مما يؤثر سلبا على نتائج الفاقد والمستهلك . وفى الجانب الآخر عند تكرير خام الحمادة (100٪) وهذا نادر الحدوث وكذلك خليط خام الحمادة مع السدرة بنسبة (50٪) لكل منهما فإنه يوجد نقص فى كميات الغازات ولاتكون كافية للاستهلاك الامر الذى يؤدى الى زيادة نسبة إستهلاك الوقود السائل .

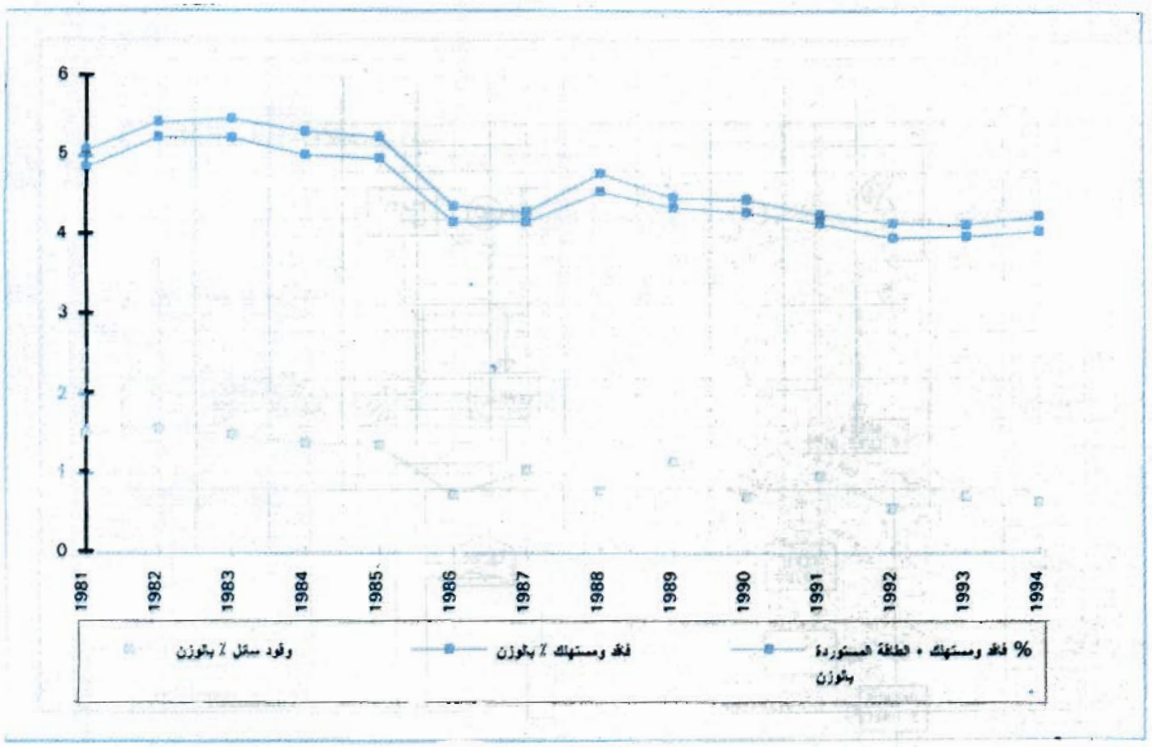
3) المتابعة الدقيقة لطرق تشغيل الافران والغلايات والعمل على تشغيلها تحت الظروف المطلوبة من حيث الكفاءة ونسب الهواء الزائد ودرجة حرارة العوادم ـ كل هذه المتغيرات لها تأثير مباشر على كميات استهلاك الوقود لاعطاء نفس القيمة الحرارية .

4) استخدام الوقود الغازى كلما امكن ذلك والذى من شأنه أن يمنع وجود فائض للوقود الغازى الذى قد يحرق فى الشعلة .

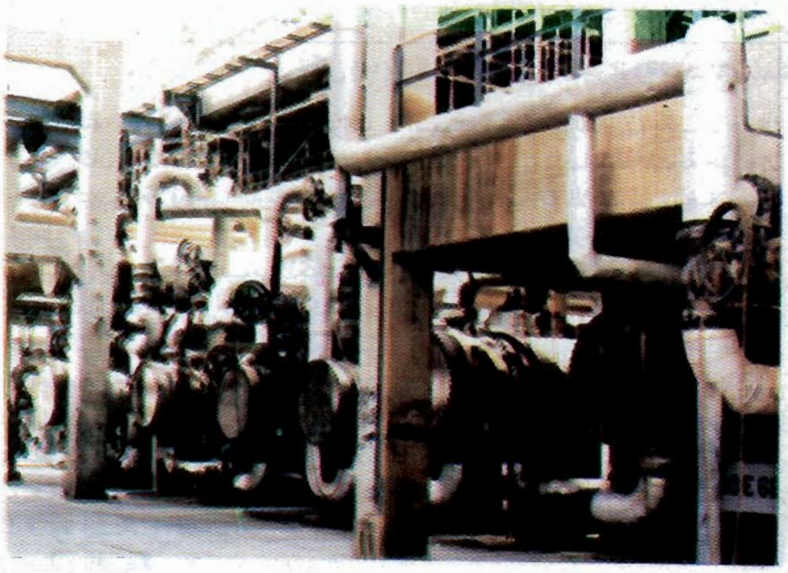
5) القيام بعمليات تكثيف لنسبة كبيرة من غاز البيوتان وتحويله كمنتج مع النافثا الخفيفة التى يتم خلطها لانتاج بنزين السيارات وذلك عند وجود فائض فى الوقود الغازى .

ب ـ استهلاك الوقود السائل (شكل 1)

يلاحظ انه بعد تطبيق برنامج المحافظة على الطاقة تم تحقيق معدلات تعتبر جيدة وكلها أدنى من المعدلات التى



شكل رقم (1) إستهلاك الوقود السائل



سبقت تطبيق هذا البرنامج . وهنا تجدر الاشارة الى انه يمكن الحد من استهلاك الوقود السائل فى السنوات التى لاتوجد بها عمرة سنوية للمصفاة أكثر من السنوات التى بها عمرة سنوية كما هو مبين بالشكل (1) وإذا تمت مقارنة معدل استهلاك الوقود السائل لسنة 1993 . وهو 0.707 بالوزن مع معدل عام 1982 والذى كان اعلى معدل استهلاك للوقود السائل نجد أن هذا المعدل انخفض بنسبة 47.10٪ .

أما اذا تمت المقارنة بمعدل سنة 1985 . وهى أول سنة من تطبيق برنامج المحافظة على الطاقة فيلاحظ أن هذا المعدل انخفض بنسبة 38.90٪ أنظر جدول رقم(1) . وهذا الانخفاض فى استهلاك الوقود السائل راجع الى الاهتمام الذى توليه الجهات المشرفة على هذا البرنامج فى سبيل زيادة استهلاك الوقود الغازى ـ وقد تم التمكن من تشغيل الغلايات على الوقود الغازى فقط ولفترات طويلة ومتواصلة . كذلك تشغيل المولد الغازى على الوقود الغازى بعض الاحيان .

جـ ـ مجموع الطاقة المستهلكة كيلو كالورى / كجم من الخام (شكل 2)

هذا المؤشر يأخذ فى الاعتبار كل أنواع

الوقود بما فى ذلك الطاقة المستوردة (زيت وقود ثقيل + ديزل + طاقة مستوردة) بينما لايأخذ فى الاعتبار الوقود الغازى على أساس أنه فى حالة عدم استهلاكه فانه سوف يحرق بالشعلة وبناء عليه تم تحقيق نتائج جيدة وكلها أفضل من السنوات التى سبقت تطبيق برنامج المحافظة على الطاقة ـ حيث ان المعدل الذى تم تحقيقه عام 1993 كان 74 . 80 كيلو كالورى / كجم من الخام المكرر . وهذا يعتبر أفضل معدل بالنسبة للسنوات التى كانت بها عمرة سنوية هذا المؤشر يبين تحسنا بنسبة 90 . 98٪ مقارنة بسنة 1982 . وبنسبة 2 . 80٪ مقارنة بسنة 1985 .

ويعتبر هذا المؤشر أحد المتغيرات الأساسية التى تعود بالفائدة مباشرة وخاصة من الناحية المادية حيث أن نقصا بمقدار 10 كيلوات كالورى لكل كجم من الخام المكرر يكافىء وفرا قدره حوالى 5200 طن من زيت الوقود الثقيل سنويا بالنسبة لمرفق كمصفاة الزاوية قدرتها 5 مليون طن سنويا .

د ـ الفاقد والمستهلك + الطاقة المستوردة (شكل رقم1)

نتيجة للمعطيات المذكورة سابقا فإن هناك حاجة الى تعويض بعض النقص الذى قد يحدث بالنسبة للطاقة الكهربائية والذى يتم الحصول عليه من الشبكة العامة . وعند دراسة هذا المتغير الذى يعتبر شاملا لكل الاعتبارات ذات العلاقة ببرنامج المحافظة على الطاقة تم التوصل الى نتائج معقولة بالنسبة لمرفق كمصفاة الزاوية وان المحافظة على هذا النمط مع تقادم عمر المصفاة يعتبر جيدا الى حد ماحيث يلاحظ ان معدل الانخفاض فى هذا المتغير فى السنوات الاخيرة مقارنة بنسبة 1993 يعتبر بسيطا كما هو موضح بالجدول رقم(1) .

هـ ـ المتوسط الشهرى للطاقة المستوردة (شكل رقم3)

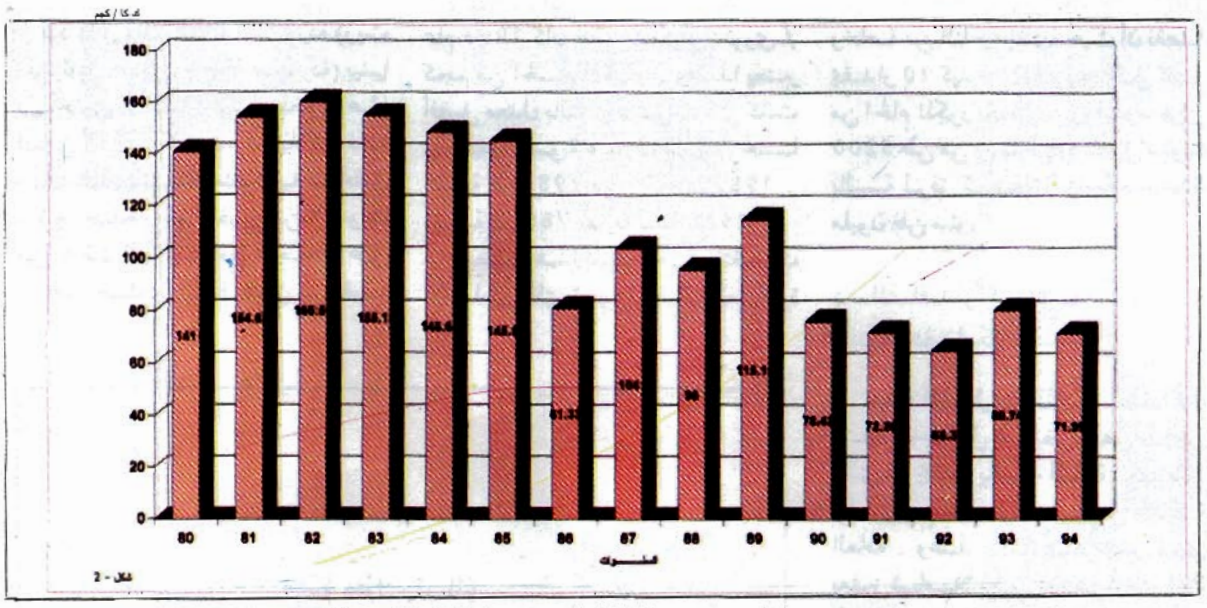
من خلال الامكانيات المتاحة لتوليد الطاقة الكهربائية فإن برنامج المحافظة على الطاقة يولى هذا الجانب أهمية كبيرة بغية الوصول الى الاعتماد الكامل على مصادر التوليد المتوفرة بالمصفاة . بل وحتى إلى تصدير الطاقة الكهربائية الى الشبكة العامة فى المستقبل وذلك اذا ماتم التمكن من استمرارية تشغيل المولد الغازى بصورة دائمة . ويلاحظ انه بعد تطبيق برنامج المحافظة على الطاقة تم الحصول على معدلات أفضل مقارنة بالسنوات التى سبقت تطبيق البرنامج وذلك كما هو موضح بالجدول (1) .

(جدول رقم 1)

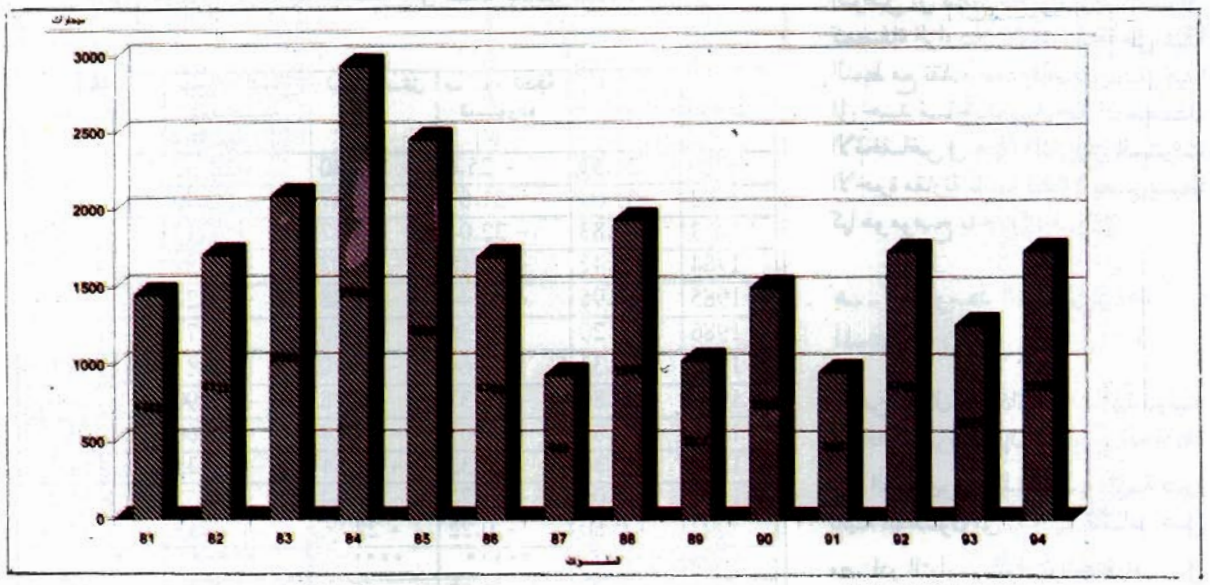
(مقارنة متغيرات برنامج المحافظة على الطاقة بالنسبة لسنة 1993)

السنوات	ف / م (٪)	ف / م+ الطاقة المستورده (٪)	الوقود السائل (٪)	مجموعة الطاقة المستهلكة ك.ح/ كجم (٪)	الطاقة المستوردة (٪)
1981	- 21.59	- 25.6	- 112.30	- 91.52	- 14.32
1982	- 31.09	- 31.07	- 110.47	- 98.90	- 34.70
1983	- 30.83	- 32.04	- 110.47	- 92.13	- 65.07
1984	- 25.42	- 28.18	- 95.33	- 84.10	- 132.02
1985	- 24.96	- 26.44	- 90.38	- 80.21	- 34.15
1986	- 4.20	- 5.36	- 3.39	- 0.73	- 34.15
1987	- 4.33	- 3.64	- 47.10	- 28.81	+ 25.88
1988	- 13.83	- 15.37	- 9.48	- 18.90	- 53.03
1989	- 8.83	- 8.01	- 61.24	- 42.66	+ 18.57
1990	- 7.30	- 7.33	+ 01.41	+ 5.35	- 18.72
1991	- 3.09	- 28.71	- 35.64	+ 10.50	+ 24.31
1992	+ 0.60	- 0.22	+ 22.06	+ 19.12	- 37.14
1993	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••
1994	- 1.48	- 2.39	+ 11.17	+ 10.84	- 37.38

(ف / م = الفاقد والمستهلك)



شكل رقم (2) مجموع الطاقة المستخدمة (كيلوكالوري/كجم)



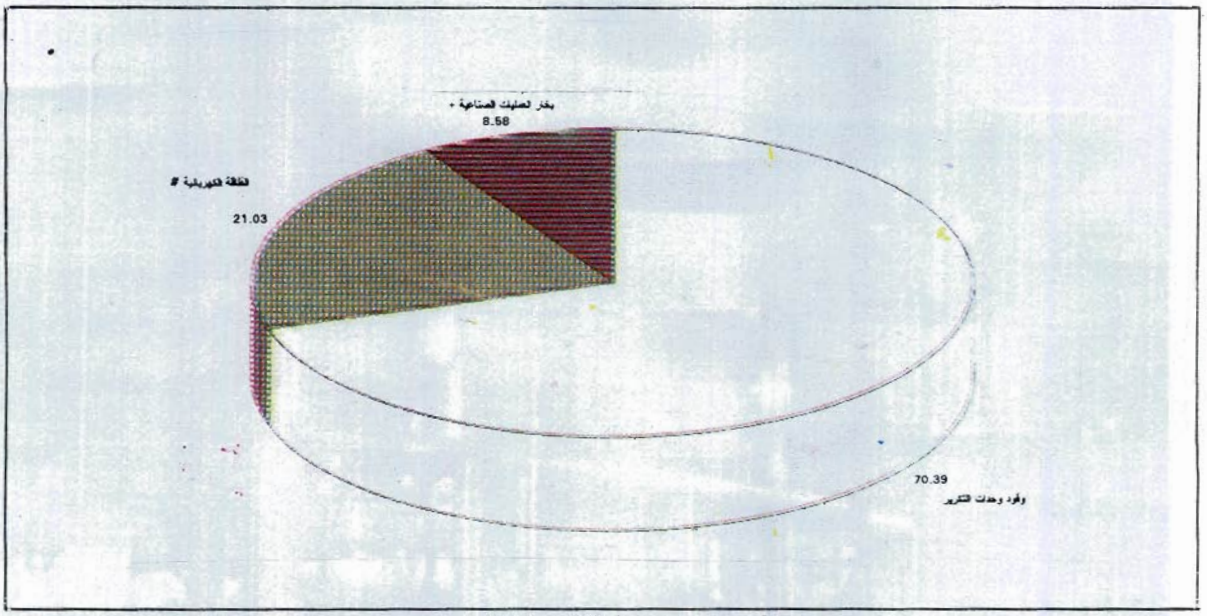
شكل رقم (3) متوسط الطاقة المستوردة (ميجاوات)

العمل على تحسين مستوى الاداء بالمصفاة

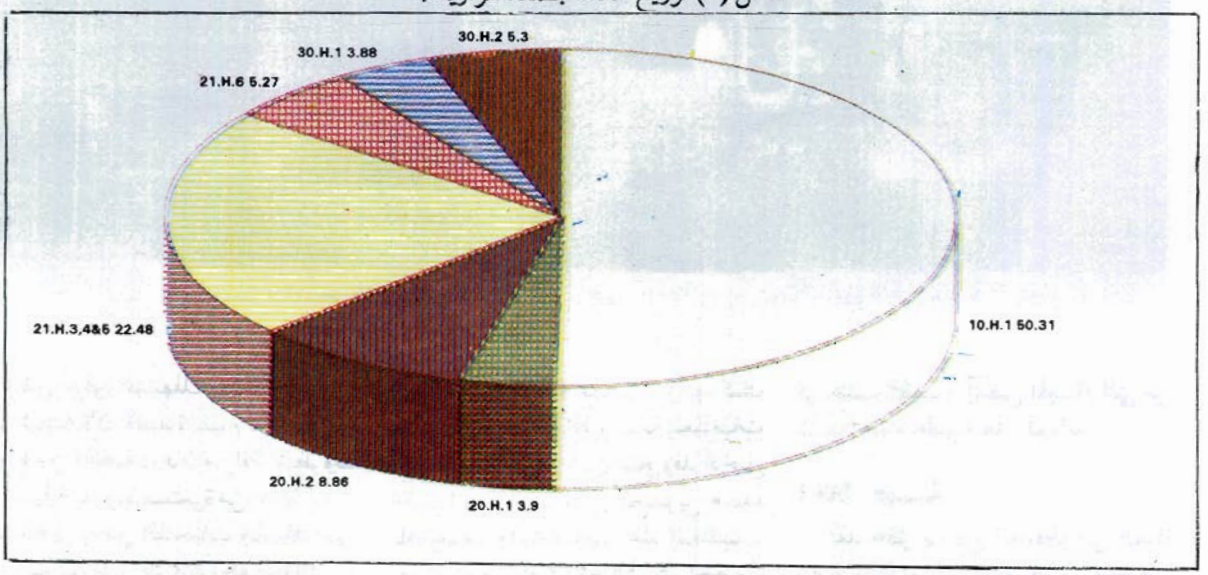
يهتم برنامج المحافظة على الطاقة بالعمل على تحسين مستوى الاداء لمختلف العمليات المستخدمة للطاقة كمايلى :

1ـ محاولة انتاج البخار اللازم للعمليات الصناعية واستخدامه بالطريقة المثلى حيث يلاحظ من الشكل (د) أن توزيع استخدام الطاقة لإنتاج البخار اللازم للعمليات الصناعية وانتاج الكهرباء اللازمة يمثل حوالى (30٪) من مجموع الطاقة المستخدمة بالمصفاة ككل ، عليه فى هذا المجال يتم اتباع الخطوات الآتية :

ـ متابعة كميات البخار المنتجة وكذلك أماكن استخدام هذه الكميات ومراقبة معدل التغير ومعالجة أوجه القصور حيثما كانت . فمثلا يتم انتاج البخار من الغلايات بضغط مرتفع يستخدم لتشغيل المولدات البخارية لتوليد الطاقة الكهربائية بطريقة التكثيف الجزئى والبخار المنتج منها يستخدم مرة ثانية فى



شكل (٤) توزيع الطاقة بمصفاة الزاوية .



شكل يبين توزيع الوقود الغازى بمصفاة الزاوية .

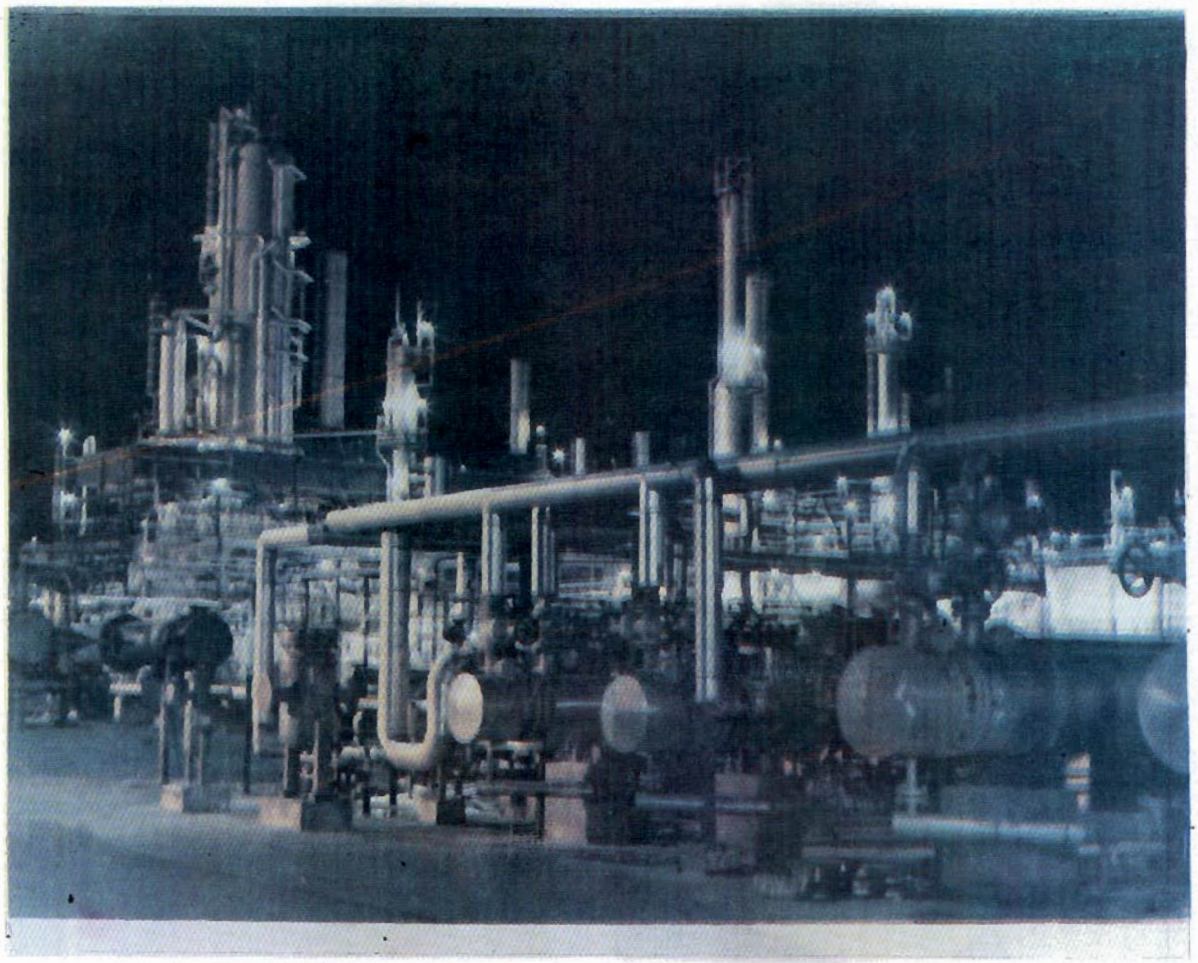
العمليات الصناعية .

- الاستفادة القصوى من حرارة العوادم فى وحدات التحسين والمولد الغازى وذلك لتوليد كميات كبيرة من البخار بضغط متوسط له استخدامات متعددة بالمصفاة .

- مراقبة شبكات توزيع البخار واصلاح أى أماكن للتسرب مما يخفض فى نسب الفاقد بصفة عامة .

- تخفيض استخدام البخار لغرض التسخين فى فصل الصيف عنه فى فصل الشتاء .

2- مراقبة كفاءة الافران والغلايات بالمصفاة حيث يتم الكشف بصفة دورية عن الكفاءة التشغيلية لكل الافران والغلايات الموجودة بالمصفاة ومراقبة نسب الاكسجين فى الغازات الناتجة من عوادم هذه الافران والغلايات والعمل على المحافظة على النسب المطلوبة للتشغيل والتى من شأنها المحافظة على تشغيل هذه الأفران والغلايات تحت ظروف تشغيلية وجيدة وتخفيض نسب الوقود اللازم للحصول على نفس القيمة الحرارية مما له تأثير ايجابى من حيث



تخفيض الوقود المستهلك بصفة خاصة .

3ـ نتيجة لأن المصفاة تقوم بتكرير عدة أنواع من الخامات فان مراقبة الظروف التشغيلية بصورة مستمرة من شأنها تحقيق زيادة فى بعض المنتجات وذلك على حساب كميات الغازات الخفيفة والتى قد تفقد مع الغازات المحروقة وخاصة عند حالات تكرير الخامات التى يكون انتاجها من الوقود الغازى أكثر من المطلوب للاستهلاك .

توثيق المعلومات والاستفادة من النتائج المحققة

نظرا لوجود برنامج المحافظة على الطاقة منذ 1985 بمصفاة الزاوية كان هناك اهتمام بعملية توثيق كافة المعلومات التى لها علاقة بهذا البرنامج وقد أدخل اخيرا الحاسب الآلى لتخزين هذه المعلومات واستخدامها عند الطلب . حيث يتم مقارنة النتائج التى يتم الحصول عليها شهريا بهدف الوصول الى الافضل ، وذلك فى تقارير شهرية تصدر عن منسق لجنة المحافظة على الطاقة بعد مناقشتها من قبل اعضاء اللجنة خلال اجتماعهم الشهرى . وتوزع على مختلف الجهات ذات العلاقة والجدير بالملاحظة هنا ان هذه التقارير تحظى باهتمام الادارة العليا ويتم مراجعتها بدقة مع ابداء العديد من الملاحظات حولها بالاضافة الى طلب القيام ببعض المهام التى من شأنها اعطاء الحيوية لهذا البرنامج .

الخلاصة

لقد حقق برنامج المحافظة على الطاقة بمصفاة الزاوية نتائج جيدة بتخفيض الاستهلاك بنسبة هامة الأمر الذى كان له انعكاسات اقتصادية ايجابية بالاضافة الى تحسين مستوى التشغيل واكتساب الخبرات ومن المهم المضى قدما فى تنفيذ هذا البرنامج بصفة مستمرة والسعى من خلاله الى تحقيق افضل وادخال معدات جديدة تساعد على مراقبة ومتابعة المتغيرات التى من شأنها التأثير على برنامج المحافظة على الطاقة . ■