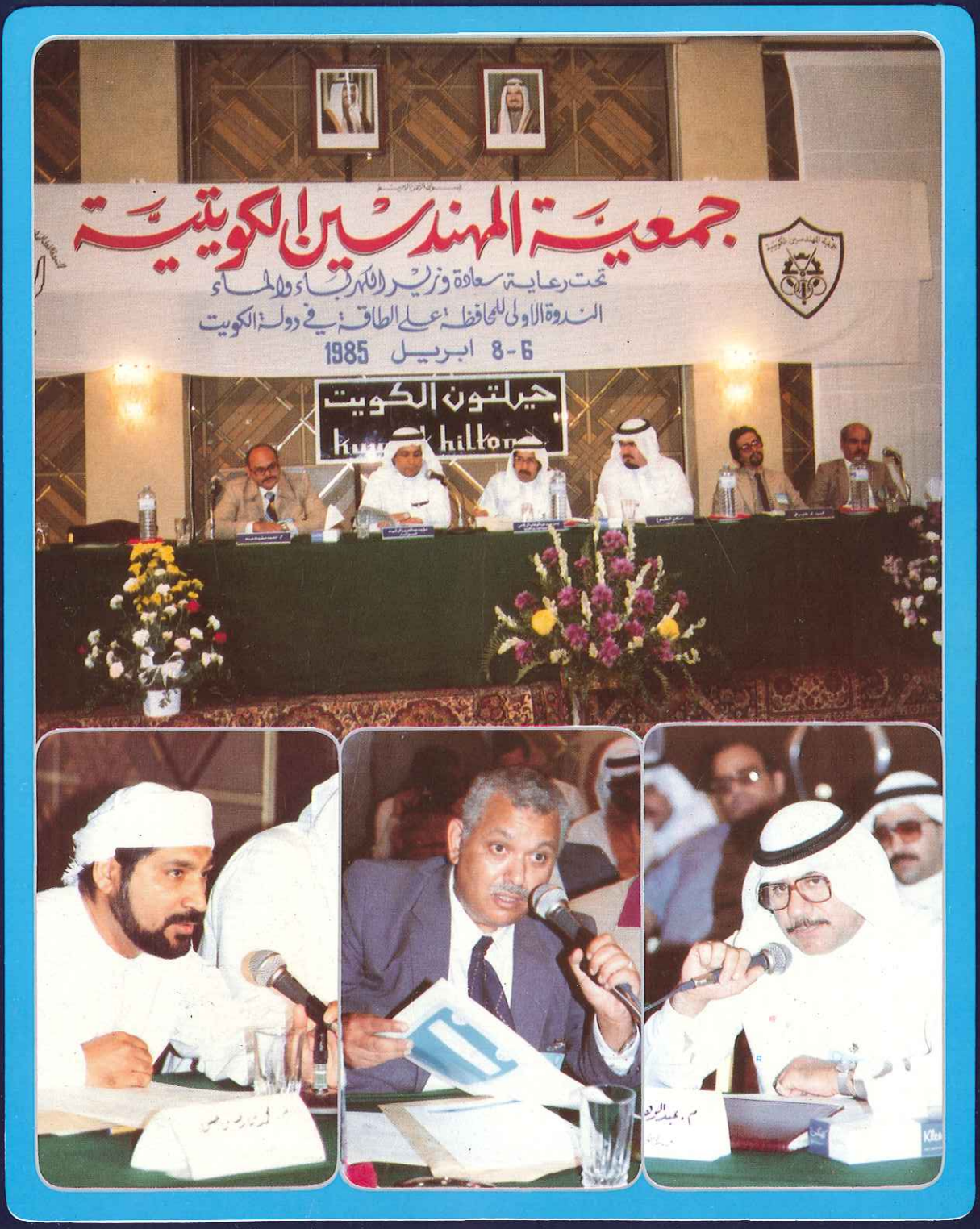
المهندسون

العدد (13) ابريل (نيسان) يونيو (حزيران) 1985م.

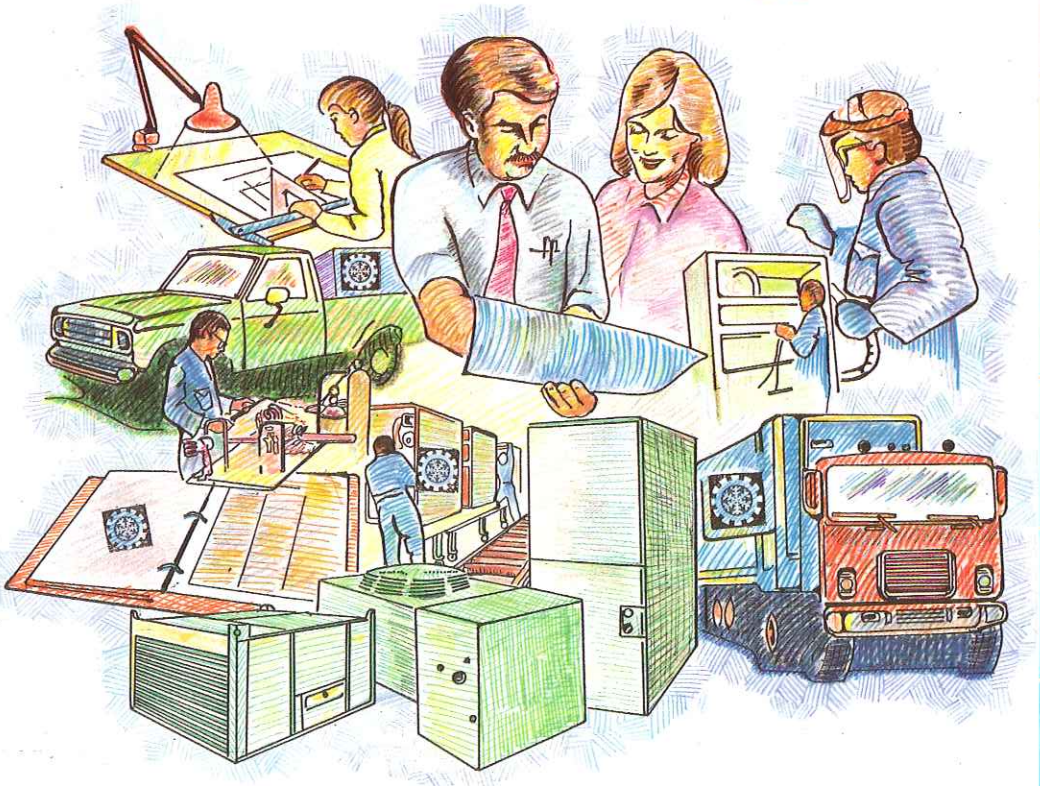


الندوة الأولى للمحافظة على الطاقة في دولة الكويت

شركة مخازن وصناعة التبريد (ش.م.ك)

REFRIGERATION INDUSTRY & COLD STORAGE CO.

RICSCO



مصنع أجهزة تكييف الهواء المركزية

Air conditioning Factory

Telephone: 870081 / 873506 / 870207

Telex: 44809 TABRID - 23033 TABRID

P.O.Box: 22261 Safat - Kuwait

تليفون: ٨٧٠٠٨١/٨٧٣٥٠٦/٨٧٠٢٠٧

تلكس: ٤٤٨٠٩ تبريد - ٢٣٠٣٣ تبريد

ص.ب: ٢٢٢٦١ صفاة - الكويت

المهندسون

مجلة دورية تصدرها جمعية المهندسين الكويتية

العدد (13) ابريل (نيسان) يونيو (حزيران) 1985م.

محتويات العدد

4 ـ كلمة العدد
رئيس التحرير

6 ـ استخدام مواد البلاستيك في التطبيقات الهندسية
الدكتور / عبدالرحمن رجب

21 ـ تأثير الاضاءة وتشغيل أجهزة تكييف الهواء على حفظ الطاقة في المباني المكتبية.
الدكتور /مازن كلو

36 ـ تغطية كاملة لوقائع وأعمال الندوة الاولى للمحافظة على الطاقة في دولة الكويت.

64 ـ النشاط الداخلي

67 ـ التدقيق على الطاقة بالمصانع الكيماوية
المهندس / علي بكري بدوي

84 ـ تطور حفظ الطاقة في الكويت
المهندس / يوسف محمد الهاجري

94 ـ استراحة مهندس

التصميم والتنفيذ والاعلان

مركز التسويق والدراسات الاعلامية...

ص.ب 3765 صفاة ـ كويت
برقياً: جولدن
هاتف: 418941, 418961, 410290
تلكس 44057 جولدن

الهيئة الادارية

المهندس/ بدر سعيد عبدالوهاب الرفاعي
الرئيس

المهندس/ عبدالعزيز يوسف الفليج
نائب الرئيس

المهندس/ وائل سليمان الصانع
أمين السر

المهندس/ عبدالله محمد المنيس
أمين الصندوق

المهندس/ مؤيد عبدالعزيز الرشيد

المهندس/ دعيج خليفة الجري

المهندس/ محمد عيسى العبدالجادر

المهندس/ د. حمود عبدالله الرقبة

المهندس/ أحمد عبدالله الغانم

المهندس/ سعدي محمد الحميدان

رئيس التحرير
مؤيد عبدالعزيز الرشيد

هيئة التحرير
(اللجنة الثقافية)

المهندس/ سعدي الحميدان
المهندس/ جميل بطرس
المهندس/ د. حسن السند
المهندس/ ماهر المطوع
المهندس/ علي بكري
المهندس/ عزيز ماموجي
المهندس/ محمد عوض

سكرتير التحرير
أسامة سليمان

المراسلات:
كافة المراسلات توجه باسم رئيس تحرير مجلة (المهندسون)

ص.ب 4047 الصفاة ـ دولة الكويت

كلمة العدد

بسم الله الرحمن الرحيم

ندوة الطاقة
بداية متواضعة لعمل طموح

من القراءة الاولى لاعمال ونتائج «الندوة الاولى للمحافظة على الطاقة في دولة الكويت» التي عقدت في ابريل الماضي، يظهر مدى النجاح الذي حققه هذا الملتقى العلمي الهام الذي يعتبر بحق الاول من نوعه في الكويت.

وقد كان الهدف من عقد مثل هذه الندوة، استقطاب اكبر عدد ممكن من الكفاءات المتخصصة في العمل والبحث والدراسة، رغبة في تسهيل تبادل الخبرات وتوسيع حدود الاتصال والمعرفة بين الجهات المعنية بشؤون الطاقة. من هنا كان مبدأ الحرص على دعوة وحضور هذا الحشد من الباحثين الذين يمثلون أهم المؤسسات العلمية والصناعية في الكويت، كما لم يفتنا بالتأكيد دعوة الجهات الرئيسية المعنية من دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، ايمانا منا بضرورة فتح باب النقاش وتطوير جوانبه على أوسع نطاق ممكن.

وقد كان حجم الحضور مشرفاً، ويتلاءم مع حجم الجهد المبذول في الاعداد والتنظيم. من ناحية أخرى، تخلل أعمال الندوة مناقشات هامة تستحق التنويه، اذ امكن بفضلها طرح مجموعة كبيرة من الآراء والأفكار، وبلورة سبل وامكانات مسألة المحافظة على الطاقة في الكويت. الأمر الذي يفتح آفاقا واسعة لوضع وتطوير برنامج عمل مستقبلي يمكن ان يعتمد التنسيق المشترك كاسلوب ومنهاج في العمل بين الجهات المهتمة بمسألة المحافظة على الطاقة في دولة الكويت ودول مجلس التعاون لدول الخليج العربية.

واذا كنا قد وفقنا في عقد الندوة الاولى للمحافظة على الطاقة في دولة الكويت، فاننا نأمل ان نواصل العمل بعقد ندوات أخرى، بحيث تتناول موضوعات محددة بعينها، كعقد ندوة متخصصة حول العوازل الحرارية وغيرها.

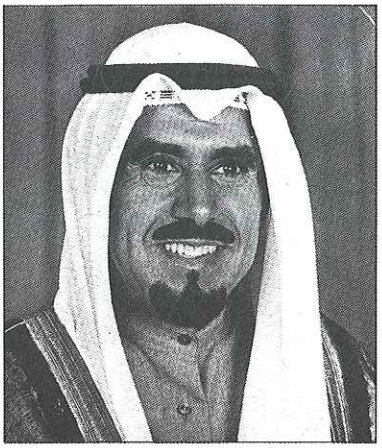
في كلمة أخيرة تجدر الاشارة الى ان العمل الجماعي والتنظيم كانا عنصرين أساسيين يعكسان حجم النجاح الذي تم انجازه في عقد ندوة الطاقة، التي جاءت في واقع الأمر خلاصة جهد وعمل قامت به مجموعة من الكفاءات المتخصصة، أمكن بفضلها وضع أساس عريض وبداية متواضعة لعمل طموح.

رئيس التحرير

بسم الله الرحمن الرحيم

«قل لن يصيبنا الا ما كتب الله لنا»

صدق الله العظيم



رئيس واعضاء مجلس ادارة

جمعية المهندسين الكويتية

وكافة المهندسين العاملين والمنتسبين

يحمدون الله سبحانه وتعالى على سلامة

حضرة صاحب السمو الأمير

الشيخ جابر الأحمد الجابر الصباح

ويتضرعون الى الله تعالى أن يحفظه راعياً لمسيرتنا

الرحمة للشهداء الأبرار، وحفظ الله الكويت وأميرها وشعبها من كل مكروه

استخدام مواد البلاستيك في التطبيقات الهندسية

الدكتور عبدالرحمن رجب

تطورت المواد التقليدية مثل المعادن وسبائكها خلال حقبة زمنية طويلة تعددت فيها تطبيقاتها الهندسية وتحددت خواصها الميكانيكية، حتى أصبحت في متناول المهندسين من خلال المراجع الفنية وكتب المواصفات القياسية الكثيرة المنشورة بعديد من اللغات. ولكن مع التطور التكنولوجي ظهرت مجموعة جديدة نسبيا من المواد، وهي المعروفة بمواد البلاستيك، تتميز بتنوعها والتزايد المستمر للتطبيقات الهندسية لها والتي جعلتها مواد منافسة للمعادن.

الدكتور عبد الرحمن رجب

* حصل على بكالوريوس الهندسة من جامعة القاهرة عام 1965.
* حصل على الماجستير والدكتوراه في الهندسة الميكانيكية من جامعة ماك ماستر بكندا عام 1973.
* عمل باحثا بجامعات كندا وفرنسا واستاذا مساعدا زائرا بجامعة متز بفرنسا.
* تدرج بسلك أعضاء هيئة التدريس الجامعي حتى حصل على لقب أستاذ بجامعة القاهرة في سنة 1984.
* أوكلت له عدة مهام استشارية علمية في مجالات تطبيقات الهندسة الميكانيكية، واشرف على عدد من رسائل الماجستير والدكتوراه في الهندسة الميكانيكية.
* له أكثر من ثلاثين بحثا علميا منشورا بالدوريات العلمية العالمية علاوة على كتاب مترجم وآخر مؤلف تحت الطبع.
* يعمل حاليا استاذا مساعدا بقسم الهندسة الميكانيكية، كلية الهندسة والبترول بجامعة الكويت.

و يرجع ظهور مواد البلاستيك الى عام 1860 بظهور مادة نترات السليلوز ثم مادة البكاليت (فينول فورمالدهايد) في عام 1910، ولكن يمكن القول بأن البدء في صناعة البلاستيك الحديثة يرجع الى العشرينات من هذا القرن حيث أنتجت ماكينات تصنيع الاجزاء المطلوبة من اللدائن بانتاج كبير ذي حجم اقتصادي. ومن الناحية الكيميائية فمواد البلاستيك هي مواد ذات طبيعة عضوية تخلق بالطرق المتبعة في صناعات البتروكيماويات وهذه المواد المخلقة Synthetics في صورتها الجزئية الكيمائية تسمى بالبلمرات Polymers. أما ما يطلق عليه تكنولوجيا بمواد البلاستيك فهي عبارة عن تلك البلمرات مضافا اليها مواد أخرى مثل المثبتات Stabilizers، والملونات Pigments، والمزلقات Lubricants، لتعطي الخواص المطلوبة للمنتج النهائي.

بصفة عامة يمكن تقسيم مواد البلاستيك الى قسمين رئيسيين وهما «المتلدنة بالحرارة» Thermoplastics و «المتصلده بالحرارة» Thermosets أما القسم الأول Thermoplastics فتتميز مواده بأنها تصبح لدنة بارتفاع حرارتها حتى تنصهر في شكل سائل مرتفع اللزوجة، ثم تتجمد وتزداد صلادة بالتبريد. و يمكن تكرار عملية الانصهار والتجمد في كل مرة يتم تسخينها وتبريدها دونما تغيير يذكر. ومثال المواد التي تقع في هذه المجموعة، النايلون البولي ستيرين ـ عديد كلوريد الفنيل ـ البولي اثيلين ـ الاكريليك.. الخ. وفي حين أن مواد هذه المجموعة تتميز بقابليتها للتشكيل والتصنيع بسهولة و بطرق متعددة فانه يعيبها بأنها تتزحف (creep) مع ارتفاع درجة الحرارة ومن ثم تفقد قدرتها على تحمل الاجهادات (Stresses) المطلوبة. اما القسم الثاني وهي المواد المتصلدة بالحرارة Thermosets فتتصف مواده بانه لا يمكن اعادة تشكيلها، حيث انها بمجرد اعطائها الشكل المطلوب تتصلب بالتسخين وتزداد صلادتها، ولا يمكن اعادة صهرها مرة اخرى. ومثال المواد التي تقع في هذه المجموعة هي: مجموعة الفينول ـ مجموعة الأوبكسي ـ والبوليستيرات الغير مشبعة... الخ.

وتتصف مواد البلاستيك بميزات عديدة منها خفة وزنها النوعي ومقاومتها الشديدة للتآكل الكيمائي، علاوة على سهولة تصنيعها وتشغيلها في أشكال متعددة بأساليب متنوعة ذات تكلفة اقتصادية منافسة. كذلك فان هناك مواد بلاستيكية تقاوم الصدمات وتمتص الاهتزازات كمخمدات Dampers، وأخرى تتميز بمعامل احتكاك ضئيل جدا بين سطوحها والسطوح الاخرى علاوة على كون مواد البلاستيك مواد عازلة حرارية وكهربائية مثالية. ومن ناحية اخرى فان مواد البلاستيك تتصف بخواص ميكانيكية (مقاومة الشد ـ الضغط ـ الكلل.. الخ) اضعف بكثير من تلك التي تميز السبائك المعدنية، كما ان مقاومتها الميكانيكية تتدهور بسرعة مع زيادة درجة الحرارة والتعرض لبعض العوامل الجوية مثل الرطوبة والاشعة فوق البنفسجية. و بالرغم من هذه العيوب فانه هناك تطبيقات متعددة تلائم استخدام مواد البلاستيك وتجعلها تمتاز عن المواد الاخرى.

و يبين جدول رقم 1 الاستهلاك العالمي لمواد البلاستيك في التطبيقات الشائعة المختلفة. و يجدر الذكر ان الاستهلاك السنوي العالمي لمواد البلاستيك قد يفوق الاستهلاك من المعادن (مقدرا بالحجم) وذلك خلال نهاية أعوام الثمانينات.

جدول رقم 1: الاستهلاك العالمي لمواد البلاستيك في عام 1978

الصناعة	الكمية (1000 طن)
صناعة التغليف والتعبئة	3565
صناعة الانشاء والتشييد	3160
صناعات الاثاث والادوات المنزلية	1030
صناعات السيارات	790
الصناعات الكهربائية والالكترونية	780
لعب الاطفال	285

التطبيقات الهندسية لمواد البلاستيك

تصل كمية مواد البلاستيك المستخدمة في التطبيقات الهندسية الى حوالي 25 ٪ من اجمالي انتاج هذه المواد. و يقصد بالتطبيقات الهندسية هي تلك التي تصمم فيها الاجزاء والمكونات بحيث تتحمل اجهادات واحمال خلال عملها

اسم المادة	الاختصار الشائع لاسم المادة	التطبيقات
عديد كلوريد الفنيل ومركباته	Polyvinylchloride P.V.C. (Rigid)	انابيب الكهرباء، انابيب المياه، الواح المباني.
	C.P.V.C.	انابيب المياه الحاره.
	P.V.C. (Plasticized)	شبكات الانابيب، الحشوات، مواد التنجيد، الاحذية، اللعب، واقيات السطوح المعدنية.
اكريلونتريل – بوتادين – ستيرين	Acrylonitrile - Butadine - Styrene A.B.S.	اجزاء كمالية للسيارات، بطانات للثلاجات، معدات الهواتف.
بولي بروبيلين	Polypropylene P.P.	المعدات والاجهزة المنزلية، بطانة الخزانات، مكونات الراديو والتلفزيون، الانابيب، الحبال والشباك، السجاد، الاكياس والعبوات المنسوجة.
بولي ايثيلين (عالي الكثافة)	Polyethylene P.E. (High density)	الافلام، المبيضات، القناني، الانابيب.
بولي ايثيلين (منخفض الكثافة)	Polyethylene P.E. (Low-density)	الافلام، الحاويات، عوازل الاسلاك، التغليف، الاغشية الرقيقة المضادة لعوامل الجو، القناني.
سيليلوز اسيتات	Cellulose Acetate C.A.	مقابض الابواب، كمامات، وادوات الاستعمال المنزلي.
نيلون	Nylon N66	المرتكزات، المسننات، المفصلات، الانسجة، الحدبات وقطع غيار السيارات، أدوات الاستعمال المنزلي، أجزاء صناعة السفن.
فينول فورمالدهيد ومركباته	Phenol-Formaldehyde Ph.F (no filter)	صمغيات، ازرار، وموصلات كهربائية.
	Phenol Formaldehyde Ph.F (Mica filled)	اجهزة ومعدات كهربائية، مواد حاكة الجلخ، بطانات الكوابح.
ميلامين فورمالدهيد ومركباته	Melamine Formaldehyde M.F. (no filler)	ازرار، الواح الديكور، المواد اللاصقة.
	Melamine Formaldehyde M.F.	ادوات المائدة والاوعية المنزلية، اجزاء النظم الكهربائية.
بولي استر	Polyester P. (woven cloth reinforced)	القوارب، هياكل السيارات، المسطحات والاغطية الكبيرة، الحوائط الفاصلة، خزانات الضغط العالي المصنوعة من البلاستيك المقوى بالنسيج.
ابوكس ومركباته	Epoxy (mineral filled)	الأدوات الكهربائية الخزفية، المواد اللاصقة.
	Epoxy (no filler)	المواد اللاصقة، الاغطية الرقيقة للسطوح.
(بولي ميتا ميثيل اكريلات)	PMMA (lucite or plexiglas)	زجاج السيارات، اشكال مموهة او خادعة، اشارات وعلامات المرور، ادوات صحية.
(اكريليك بلكس جلاس)	Cellelose Acetate butyrate	هياكل أجهزة القياس والعدادات، اللوحات المعرضة للجو، العدسات.
سليلوز اسيتات بوتيرات		اللوحات المعرضة للجو، العدسات.
بولي تترا فلورو ايثيلين تفلون	Polytetrafluaro - ethylene (Teflon)	الاسطح الغير اللاصقة، العوازل، المعدات الكهربائية، موانع التسرب ومواد الحشو.
بولستيرين ومشتقاته	Polystrene (general purpose)	حاويات الطعام، الواح الاضاءة، الافلام.
	Polystrene (High Impact)	ادوات الاستخدام المنزلي، الحقائب، الانابيب ولوازمها.
مطاط سيلكوني	Silicone Rubber (mineral-filled)	اجزاء الاجهزة الالكترونية، العوازل، موانع التسرب.

جدول رقم 2: الاستخدامات المتعددة لمواد البلاستيك

اسم المادة	الاختصار الشائع لاسم المادة	التطبيقات
عديد كلوريد الفنيل ومركباته	Polyvinylchloride P.V.C. (Rigid)	انابيب الكهرباء، انابيب المياه، الواح المباني.
	C.P.V.C.	انابيب المياه الحاره.
	P.V.C. (Plasticized)	شبكات الانابيب، الحشوات، مواد التنجيد، الاحذية، اللعب، واقيات السطوح المعدنية.
اكريلونتريل ـ بوتادين ـ ستيرين	Acrylonitrile - Butadine - Styrene A.B.S.	اجزاء كمالية للسيارات، بطانات للثلاجات، معدات الهواتف.
بولي بروبيلين	Polypropylene P.P.	المعدات والاجهزة المنزلية، بطانة الخزانات، مكونات الراديو والتلفزيون، الانابيب، الحبال والشباك، السجاد، الاكياس والعبوات المنسوجة.
بولي ايثيلين (عالي الكثافة)	Polyethylene P.E. (High density)	الافلام، المبيضات، القناني، الانابيب.
بولي ايثيلين (منخفض الكثافة)	Polyethylene P.E. (Low-density)	الافلام، الحاويات، عوازل الاسلاك، التغليف، الاغشية الرقيقة المضادة لعوامل الجو، القناني.
سيليلوز اسيتات	Cellulose Acetate C.A.	مقابض الابواب، كمامات، وادوات الاستعمال المنزلي.
نيلون	Nylon N66	المرتكزات، المسننات، المفصلات، الانسجة، الحدبات وقطع غيار السيارات، أدوات الاستعمال المنزلي، أجزاء صناعة السفن.
فينول فورمالدهيد ومركباته	Phenol-Formaldehyde Ph.F (no filter)	صمغيات، ازرار، وموصلات كهربائية.
	Phenol Formaldehyde Ph.F (Mica filled)	اجهزة ومعدات كهربائية، مواد حاكة الجلخ، بطانات الكوابح.
ميلامين فورمالدهيد ومركباته	Melamine Formaldehyde M.F. (no filler)	ازرار، الواح الديكور، المواد اللاصقة.
	Melamine Formaldehyde M.F.	ادوات المائدة والاوعية المنزلية، اجزاء النظم الكهربائية.
بولي استر	Polyester P. (woven cloth reinforced)	القوارب، هياكل السيارات، المسطحات والاغطية الكبيرة، الحوائط الفاصلة، خزانات الضغط العالي المصنوعة من البلاستيك المقوى بالنسيج.
ابوكس ومركباته	Epoxy (mineral filled)	الأدوات الكهربائية الخزفية، المواد اللاصقة.
	Epoxy (no filler)	المواد اللاصقة، الاغطية الرقيقة للسطوح.
(بولي ميتا ميثيل اكريلات)	PMMA (lucite or plexiglas)	زجاج السيارات، اشكال مموهة او خادعة، اشارات وعلامات المرور، ادوات صحية.
(اكريليك بلكس جلاس)	Cellelose Acetate butyrate	هياكل أجهزة القياس والعدادات، اللوحات المعرضة للجو، العدسات.
سليلوز اسيتات بوتيرات		اللوحات المعرضة للجو، العدسات.
بولي تترا فلورو ايثيلين تفلون	Polytetrafluaro - ethylene (Teflon)	الاسطح الغير اللاصقة، العوازل، المعدات الكهربائية، موانع التسرب ومواد الحشو.
بولستيرين ومشتقاته	Polystrene (general purpose)	حاويات الطعام، الواح الاضاءة، الافلام.
	Polystrene (High Impact)	ادوات الاستخدام المنزلي، الحقائب، الانابيب ولوازمها.
مطاط سيلكوني	Silicone Rubber (mineral-filled)	اجزاء الاجهزة الالكترونية، العوازل، موانع التسرب.

جدول رقم 2: الاستخدامات المتعددة لمواد البلاستيك

و يرجع ظهور مواد البلاستيك الى عام 1860 بظهور مادة نترات السليلوز ثم مادة البكاليت (فينول فورمالدهايد) في عام 1910، ولكن يمكن القول بأن البدء في صناعة البلاستيك الحديثة يرجع الى العشرينات من هذا القرن حيث أنتجت ماكينات تصنيع الاجزاء المطلوبة من اللدائن بانتاج كبير ذي حجم اقتصادي. ومن الناحية الكيميائية فمواد البلاستيك هي مواد ذات طبيعة عضوية تخلق بالطرق المتبعة في صناعات البتروكيماويات وهذه المواد المخلقة Synthetics في صورتها الجزئية الكيمائية تسمى بالبلمرات Polymers. أما ما يطلق عليه تكنولوجيا بمواد البلاستيك فهي عبارة عن تلك البلمرات مضافا اليها مواد أخرى مثل المثبتات Stabilizers، والملونات Pigments، والمزلقات Lubricants، لتعطي الخواص المطلوبة للمنتج النهائي.

بصفة عامة يمكن تقسيم مواد البلاستيك الى قسمين رئيسيين وهما «المتلدنة بالحرارة» Thermoplastics و «المتصلده بالحرارة» Thermosets أما القسم الأول Thermoplastics فتتميز مواده بأنها تصبح لدنة بارتفاع حرارتها حتى تنصهر في شكل سائل مرتفع اللزوجة، ثم تتجمد وتزداد صلادة بالتبريد. و يمكن تكرار عملية الانصهار والتجمد في كل مرة يتم تسخينها وتبريدها دونما تغيير يذكر. ومثال المواد التي تقع في هذه المجموعة، النايلون البولي ستيرين – عديد كلوريد الفنيل – البولي اثيلين – الاكريليك.. الخ. وفي حين أن مواد هذه المجموعة تتميز بقابليتها للتشكيل والتصنيع بسهولة و بطرق متعددة فانه يعيبها بأنها تتزحف (creep) مع ارتفاع درجة الحرارة ومن ثم تفقد قدرتها على تحمل الاجهادات (Stresses) المطلوبة. اما القسم الثاني وهي المواد المتصلدة بالحرارة Thermosets فتتصف مواده بانه لا يمكن اعادة تشكيلها، حيث انها بمجرد اعطائها الشكل المطلوب تتصلب بالتسخين وتزداد صلادتها، ولا يمكن اعادة صهرها مرة اخرى. ومثال المواد التي تقع في هذه المجموعة هي: مجموعة الفينول – مجموعة الأوبكسي – والبوليستيرات الغير مشبعة... الخ.

وتتصف مواد البلاستيك بميزات عديدة منها خفة وزنها النوعي ومقاومتها الشديدة للتآكل الكيمائي، علاوة على سهولة تصنيعها وتشغيلها في أشكال متعددة بأساليب متنوعة ذات تكلفة اقتصادية منافسة. كذلك فان هناك مواد بلاستيكية تقاوم الصدمات وتمتص الاهتزازات كمخمدات Dampers، وأخرى تتميز بمعامل احتكاك ضئيل جدا بين سطوحها والسطوح الاخرى علاوة على كون مواد البلاستيك مواد عازلة حرارية وكهربائية مثالية. ومن ناحية اخرى فان مواد البلاستيك تتصف بخواص ميكانيكية (مقاومة الشد – الضغط – الكلل.. الخ) اضعف بكثير من تلك التي تميز السبائك المعدنية، كما ان مقاومتها الميكانيكية تتدهور بسرعة مع زيادة درجة الحرارة والتعرض لبعض العوامل الجوية مثل الرطوبة والاشعة فوق البنفسجية. و بالرغم من هذه العيوب فانه هناك تطبيقات متعددة تلائم استخدام مواد البلاستيك وتجعلها تمتاز عن المواد الاخرى.

و يبين جدول رقم 1 الاستهلاك العالمي لمواد البلاستيك في التطبيقات الشائعة المختلفة. و يجدر الذكر ان الاستهلاك السنوي العالمي لمواد البلاستيك قد يفوق الاستهلاك من المعادن (مقدرا بالحجم) وذلك خلال نهاية أعوام الثمانينات.

جدول رقم 1: الاستهلاك العالمي لمواد البلاستيك في عام 1978

الصناعة	الكمية (1000 طن)
صناعة التغليف والتعبئة	3565
صناعة الانشاء والتشييد	3160
صناعات الاثاث والادوات المنزلية	1030
صناعات السيارات	790
الصناعات الكهربائية والالكترونية	780
لعب الاطفال	285

التطبيقات الهندسية لمواد البلاستيك

تصل كمية مواد البلاستيك المستخدمة في التطبيقات الهندسية الى حوالي 25٪ من اجمالي انتاج هذه المواد. و يقصد بالتطبيقات الهندسية هي تلك التي تصمم فيها الاجزاء والمكونات بحيث تتحمل اجهادات واحمال خلال عملها

(Load- Carrying Applications). وهناك امثلة متعددة لتلك التطبيقات الهندسية يذكر منها على سبيل المثال:

- شبكات المواسير المصنوعة من عديد كلوريد الفنيل والبولي ايثيلين والتي يصل قطرها حتى 1500 مليمتر، واوعية تخزين السوائل المصنوعة من الاكريليك والبولي بروبيلين بسعات كبيرة حتى حوالي 50 متر مكعب.
- المسننات التي يتراوح حجمها من الصغير جدا مثل تلك المركبة في الساعات، والتي تصنع من البولي اسيتال، حتى تلك ذات الحجم المتوسط الذي يصل قطرها الى 350 مليمتر والمصنوعة من النايلون، لنقل قدرات تصل الى 50 حصانا ميكانيكيا والمسننات ذات الحجم الكبير جدا ذات قطر يصل الى 4500 ملليمترا والمصنوعة من النايلون بعرض حوالي 100 ملليمترا.
- المرتكزات والساندات المتعددة الاشكال في التطبيقات الهندسية الميكانيكية، أو المدنية والتي تصل حمولتها الى 1000 طن مثل مرتكزات الجسور، تصمم من الواح الصلب الغير قابل للصدأ، ووسائد من البولي تترا فلوريد الايثيلين (PTFE) ذات معامل الاحتكاك الضئيل.
- الهياكل والسطوح القشرية Shells مثل أجسام القوارب المصنوعة من البوليستر المقوى بالصوف الزجاجي (GRP) والتي يصل طولها الى 50 مترا.
- التطبيقات الكهربائية مثل عوازل الكابلات البحرية، مثل تلك المستخدمة في عزل كابلات الاتصالات الهاتفية في قاع المحيط الاطلسي والمعزولة بمادة البولي ايثيلين منخفض الكثافة (LDPE). و يبين جدول رقم 2 الاستخدامات المتعددة لمواد البلاستيك الشائعة.

الخواص الميكانيكية للبلاستيك:

مع تعدد التطبيقات الهندسية التي تستخدم فيها مواد البلاستيك فانه ينبغي على مهندس التصميم الحصول على بيانات وافية عن الخواص الميكانيكية لنوع البلاستيك الذي يختاره، في ضوء ظروف الاستخدام. وبصفة عامة تجري نفس اختبارات المواد (Material Testing) المتعارف عليها لاختبار المواد المعدنية في اختبار مواد البلاستيك مثل اختبارات الشد (Tension)، والثني (Bending)، والكلل (Fatigue)، والتزحف (Creep)، الصلادة (Hardness).. الخ، لتقدير وقياس الخواص الميكانيكية لمواد البلاستيك (انظر ملحق التعاريف والوحدات المستخدمة في تقدير الخواص الميكانيكية). ولكن ينبغي على المصمم تفهم مدى دلالة الارقام التي يحصل عليها من هذه الاختبارات بدقة وعناية طبقا لما يلي من اعتبارات:

أولا: تنص اختبارات المواد القياسية (Standard Material Testing) عادة على ظروف وطرق محددة معينة لاجراء كل اختبار، ومن ثم يجب معالجة النتيجة التي نحصل عليها واستخدامها في ضوء هذه الظروف فقط واعتبارها غير صالحة (أو محدودة الصلاحية) في أية ظروف استخدام Service Conditions قد تخالف ظروف الاختبار، حتى ولو بمقدار ضئيل. فعلى سبيل المثال فان التعرض لجو مشبع بالرطوبة يؤثر على نتيجة اختبار اجهاد الخضوع (Yield Stress) لمادة النايلون (N) وتنقص من قيمته بحوالي 25٪، كما يؤثر وجود ونوع التبريد الموجه لعينة من مادة الأكريليك (PMMA) اثناء اختبار الكلل بصورة واضحة على قيمة الاجهاد الذي تتحمله العينةعند الكسر، بحيث يزداد بمقدار 50٪ مع وجود تبريد بالهواء اثناء الاختبار.

يبين جدولي 3 و 4 بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية لمواد البلاستيك الشائعة بالاضافة لبعض المعادن والمواد الاخرى. وجدير بالذكر أن القيم الموجودة بهذه الجداول هي تقريبية و ينبغي استخدامها للاسترشاد والمقارنة النسبية فقط. كما تمثل الاشكال الموضحة بالأرقام 2 حتى 11 تمثيلا بيانيا لهذه الخواص بالمقارنة ببعض المعادن والمواد الأخرى، مع اعتبار أن خواص الالمونيوم اخذت كمربط للمقارنة حيث تمثل 100٪ ونسبت اليها خواص المواد الأخرى لتسهيل عملية المقارنة.

جدول 3: الخواص الفيزيائية الرئيسية لمواد البلاستيك الشائعة وبعض المواد الاخرى (قيم تقريبية للاسترشاد)

اسم المادة (بالعربية)	اسم المادة (بالانجليزية) واختصارها الشـــائع	الاختصار الشائع	الكثافة $\times 10^3$ كم/م3	درجة حرارة التشكيل م°	معامل التمدد الحراري م لكل درجة مئوية	معامل التوصيل الحراري واط/م2/م°/م
حديد صلب	Mild Steel	St.	7,80 - 7,83	1150 *	1,60	4,54
حديد زهر	Cast Iron	C.I.	7,03 - 7,13	1300 **		
نحاس وسبائكه	Copper	CU.	8,80 - 8,95	700 *	1,63	40,16
المونيوم وسبائكه	Aluminium	AL.	2,55 - 2,8	470 *	2,40	22,50
بولي فينيل كلوريد (جسىء)	Polyvinylchloride (Unplasticised)	P.V.C.	1,35 - 1,45	140 - 180	5,10	0,18
بولي فينيل كلوريد (كلورينتيد)	Chlorinated - Polyvinylchloride	C.P.V.C.	1,56	177 - 204	8,00	0,16
اكريلونيترايل ـ بيوتادين ـ ستيرين	Acrylonitrile - Butadine - Styrene	A.B.C.	1,01 - 1,15	150 - 315	10,00	0,19
بولي برو بولين	Polypropylene	P.P.	0,90 - 0,92	200 - 300	6,90	0,23
بولي ايثيلين (عالي الكثافة)	High density Polyethylene	H.D.P.E.	0,91 - 0,96	220 - 260	15,00	0,61
سيلولوز اسيتات	Cellulose Acetate	C.A.	1,26 - 1,34	130 - 255	9,56	0,23
النايلون	Nylon	N.	1,09 - 1,14	260 - 310	9,00	0,24
فينول ـ فورمالدهيد	Phenol - Formaldehyde	P.F.	1,25 - 1,30	140 - 180	0,51	0,19 ***
ميلامين ـ فورمالدهيد	Melamine - Formaldehyde	M.F.	1,47 - 1,52	140 - 190	2,55	0,32 ***
بوليستر	Polyester	P.	1,52 - 2,10	20 - 120	8,29	0,23
ابوكس	Epoxy	Ep.	1,15 - 1,25	121 - 166	5,10	0,31
ميكا	Mica					0,04
ألواح الاسبتوس	Asbestos Wool		2,5 - 3,3			0,01
صوف القطن	Cotton Wool					0,08
صوف زجاجي	Fiber Glass					0,005

* درجة حرارة الشق على الساخن..

** درجة حرارة التشكيل بالسك..

*** محشو بالسيلولوز..

ثانيا: يتعين على المهندس المصمم لاجزاء البلاستيك المستخدمة في التطبيقات الهندسية أن يتفهم الخواص الميكانيكية لهذه المواد حتى يستطيع استخدامها بكفاءة تحاشيا لعيوبها، واستفادة من مزاياها. فمثلا بالرغم أن أغلب مواد البلاستيك تتميز باجهاد مقاومة الشد الاعظم (Ultimate Tensile Strength) أقل بكثير من السبائك المعدنية الا أنه نتيجة لأن الوزن النوعي للبلاستيك هو أقل من المعادن بكثير، تصبح النسبة النوعية المؤلفة من اجهاد مقاومة الشد الى الوزن النوعي لمواد البلاستيك تقارب مثيلاتها لبعض المعادن مثل الالمونيوم بل قد تفوقها في بعض الاحيان. بالنظر الى جدول رقم 3 نجد أن الوزن النوعي لعديد كلوريد الفنيل (PVC) والألمونيوم هي تقريبا 2,801,4 وحدة على الترتيب، أي أن المادة الأولى ذات كثافة تقارب نصف مثيلتها لمادة الألمونيوم – في حين أن اجهادي مقاومة الشد الأعظم. Ultimate Tensile Strength لنفس المادتين هما 50، 100 وحدة على الترتيب كما هو موضح بجدول رقم 4.

من ذلك يتضح ان جزءا مصنعا من الألمونيوم يتحمل ضعف قوة الشد التي يتحملها نفس الجزء اذا ما صنع من عديد كلوريد الفنيل بنفس المقاسات، ولكن اذا اخذنا في الاعتبار الاختلاف في الكثافة بين المادتين فان المهندس المصمم يستطيع زيادة مقطع الجزء المصنع من (PVC) (وبالتالي حجمه) الى الضعف بحيث يتحمل نفس قوة الشد التي يتحملها جزء الألمونيوم، مع الاحتفاظ بوزن كليهما متساويا. وبنفس الطريقة يمكن ملاحظة ان معامل المرونة منسوبا لوحدة الوزن Modulus of Elasticity لمادة PVC يبلغ حوالي 10٪ من مثيله للصلب منخفض الكربون، وذلك يأخذ اختلاف الوزن النوعي للمادتين في الاعتبار. وكذلك فان طاقة مقاومة الصدمة Impact Strength لوحدة الوزن من مادة PVC تبلغ حوالي 50٪ من مثيلتها للحديد الزهر.

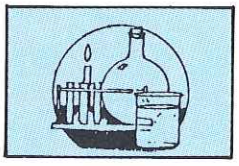
وتعطي المنحنيات الموضحة بالخطوط المنقطة في الاشكال رقم 6 حتى رقم 8 تمثيلا نسبيا للخواص المختلفة لعديد من مواد البلاستيك مثل النسب المؤلفة من اجهاد مقاومة الشد الأعظم، اجهاد مقاومة الضغط، معامل المرونة، طاقة مقاومة الصدمة كل منها منسوبة الى كثافتها مع مقارنة الناتج بالألمونيوم (باعتباره يمثل نسبة 100٪).

ثالثا: تعتمد الخواص الميكانيكية للسبائك المعدنية بصفة عامة على درجة الحرارة Service Temperature ومعدل الانفعال Deformation Rate الا أن هذا التغير يظل محدودا في أغلب الظروف المعتادة للتطبيقات الهندسية – اذا ما قورن بتغير خواص مواد البلاستيك نتيجة ارتفاع محدود في درجة الحرارة أو زيادة طفيفة في معدل الانفعال. ولتوضيح ذلك نذكر أن ارتفاع في درجة الحرارة من 20 الى 60 درجة مئوية يسبب انخفاضاً قدره 50٪ في الاجهاد المسموح به Allowable Stress في تصميم الأجزاء المصنوعة من البولي بروبيلين (PP) وكذلك فان معامل الثني Flexural Modulus المقاس خلال زمن تحميل لمدة دقيقة واحدة عند درجة 20° مئوية لمادة الأكريليك (PMMA) والذي يبلغ 3×10^6 (ميجابسكال) ينخفض الى 2×10^6 (ميجابسكال) (أي ينقص بمقدار 33٪) بعد مرور عشرة الاف ساعة من التحميل عند نفس درجة الحرارة.

من ذلك يتضح أنه يتحتم الحصول على بيانات وافية للخواص الميكانيكية للبلاستيك مقاسة على مجال متسع لدرجات الحرارة والفترات الزمنية التي سوف يتعرض الجزء خلالها لاجهادات فعلية، وحينئذ يمكن استخدام هذه البيانات في حسابات التصميم بطريقة مرشدة طبقا لما هو متعارف عليه في نظريات التصميم الميكانيكي، وذلك بتحديد العمر الافتراضي المطلوب للجزء عند درجة حرارة الخدمة وأقصى انفعال يسمح به.

تصميم الاجزاء المصنوعة من مواد البلاستيك:

عند تصميم اجزاء الماكينات او الهياكل المعدنية، تجري الحسابات عادة على اساس تحديد اقصى قيمة مسموح بها للاجهادات الناتجة عن تحميل الجزء باعتبار اجهاد الخضوع Yield or Rupture Strength او الانهيار للمادة



جدول رقم 4 الخواص الميكانيكية الرئيسية لمواد البلاستيك الشائعة وبعض المواد الأخرى (قيم تقريبية للاسترشاد)

اسم المادة انظر جدول رقم 3 (1)	اجهاد مقاومة الشد * ميجابسكال/ (2)	اجهاد مقاومة الشد منسوبا للكثافة × 10^3 ميجابسكال/ كجم/م^3 (3)	اجهاد مقاومة الضغط (4)	اجهاد مقاومة الضغط منسوبا للكثافة × 10^3 ميجابسكال/ كجم/م^3 (5)	معامل المرونة** 10^3 ميجابسكال (6)	معامل المرونة منسوبا للكثافة ميجابسكال/ كجم /م^3 (7)	طاقة تحمل الصدم نصف قطرالحز		طاقة تحمل الصدم منسوبة للكثافة × 10^3 (كيلوحول/م^2)/ (كجم/م^3) (9)	الصلادة مقاسة *** بطريقة برينيل ×10^1 نيوتن/م^2 (10)	اقصى درجة حرارة محتملة تحت الاجهاد المستمر م° (11)
							0,25مم	2مم (8)			
St.	350 - 455	52	375	48	200	25,6	900		115,2	120	600
C.I.	125 - 420	39	1070	151	100 - 155	18,0	300		42,4	100 - 300	550
CU.	150 - 476	36	340	38	120	13,5				45 - 100	500
AL.	91 - 210	56	214	80	73	27,3				50 - 120	350
P.V.C.	35 - 63	35	66	77	2,8 - 4,2	2,5	4,5	40	3,2	11	50 - 70
C.P.V.C.	50	32	107	69	2	1,3					60 - 120
A.B.S.	17 - 63	37	54	50	0,7 - 2,8	1,6	11,2	14	10,4	7	95
P.P.	25 - 42	37	58	64	0,7 - 1,4	1,2	10	17	11,0	4	90 - 120
H.D.P.E.	7 - 39	25	17	18	,3 - 1,1	0,7	33	50	35,3	12	60 - 105
C.A.	13 - 58	27	246	189	0,7 - 2,8	1,3		20		5	120
N.	49 - 84	60	81	73	0,8 - 2,8	1,6	3,5	32	3,1	فيكرز 124	120
P.F.	49 - 56	41	169	133	5,3 - 7	4,8	1,2		0,9	روكو يل 120	100
M.F.	49 - 91	47	210	140	1,1	0,7	1,3*		0,9	باركول 60	150 - 177
P.	70	39	182	101	2 - 4,4	1,8	1,2 **		0,7	روكو يل 95	120 - 290
EP.	49 - 91	58	163	136	2,5	2,1	1,3		1,1		

* اجهاد الكسر الاسمي تحت تحميل قصير المدى في درجة حرارة الغرفة.

** معامل الشد عند قيم الانفعال الصغير تحت تحميل قصير المدى في درجة حرارة الغرفة.

*** يسمح بوقت محدد قبل قياس علامة اختبار الصلادة.

* محشو بالسليلوز.

** مخلوط تشكيل الالواح في القوالب...

1) Material Abbreviation (Table - 3)

2) Tensile Strength MPa

3) Tensile Strength to weight Ratio 10^{-3} MPa/Kg/m3

4) Compressive Strength MPa

5) Compressive Strength to weight Ratio 10^{-3} MPa/Kg /m3

6) Modulus of Elasticity,E 10^3 MPa

7) Modulus of Elasticity to weight Raitio MPa/Kg/m3

8) Impact Strength KJ/m2 (Nothc Radius)

9) Impact Strength to Weight Ratio 10^{-3} (KJ/m2) / (Kg/m3)

10) B.H.N.X 10 N/mm2

11) Max. cont. Temperature under stress °C

مقسوما على معامل للامان Factor of Safety . ولكن عند تصميم الاجزاء المصنوعة من البلاستيك فان الاتجاه الشائع هو أن تتم حسابات التصميم بناء على تحديد أقصى قيمة يسمح بها للانفعال Maximum Allowable Deformation ، وهذا الاتجاه يتطابق مع الخاصية الميزة لمواد البلاستيك، وهي ان مقدار الانفعال الحادث بها نتيجة التحميل الخارجي يزداد مع مرور الزمن حتى ولو كان الحمل ثابتا، وهذا مايعرف بظاهرة التزحف. وتحديد الحد الأقصى لمقدار الانفعال يعتبر ضروريا لسلامة التصميم. لان تغيير شكل وابعاد الجزء قد يؤدي في النهاية الى صعوبة تجميع الاجزاء المختلفة مع بعضها البعض او الى تجاوز التسامحات المطلوبة بينها الى الحد الذي لا تؤدي فيه الماكينة او الهيكل الوظيفة الاساسية بصورة ملائمة.

كما سبق ذكره فانه ينبغي ان تتوفر للمصمم بيانات وافية عن الخواص الميكانيكية للمواد البلاستيكية المستخدمة في مجال درجات الحرارة ومعدلات الانفعال تحت تأثير الاجهادات المتوقعة على مدى الفترة الزمنية المطلوبة للعمر الافتراضي Life Expectancy . يبين شكل رقم 1 هذه البيانات لمادة عديد كلوريد الفنيل (PVC) عند درجتي الحرارة 20°، 60° مئوية واجهادي الشد 10، 20 ميجا بسكال على فترة زمنية اكبر من عشرةآف ساعة. مثال على ذلك تصميم مواسير البلاستيك (PVC) لمرور السوائل المضغوطة، نفترض انه من المطلوب تصميم ماسورة من عديد كلوريد الفنيل (PVC) بقطر 150 ملليمتر بحيث تتحمل ضغط المياه الذي يمر بداخلها والبالغ 0,7 ميجا بسكال (7ضغط جوي)عند درجة حرارة 20° مئوية، علما بان العمر المطلوب لهذه الماسورة هو 3 سنوات (26300 ساعة) وان أقصى انفعال مسموح به هو 0,6٪.

معادلات تحليل الاجهادات للمواسير المعرضة لضغط السوائل بداخلها:

Stresses in Pressurized Thin– Walled Tubes

بالرجوع الى معادلات تحليل الاجهادات في المواسير الاسطوانية ذات الجدار ذى السمك الرفيع والمعرضة لضغط الموائع بداخلها، فان الاجهاد الناشىء في جدار الانبوبة يمكن حسابه طبقا للمعادلة:

$$\text{أقصى قيمة للاجهاد} = \frac{\text{ضغط المياه} \times \text{قطر الأنبوبة}}{\text{ضعف قيمة سماكة جدار الانبوبة}} \quad (1)$$

وباستخدام الرموز الرياضية فان المعادلة تصبح،

$$\sigma_{maximum} = \frac{P \times D}{2h} \quad (2)$$

باعادة ترتيب المعادلة رقم 2 فان سمك الجدار (h) يصبح

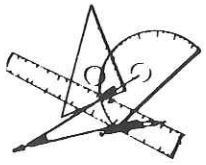
$$h = \frac{P \times D}{2\sigma_{max}} \quad (3)$$

حسابات التصميم باعتبار أقصى اجهاد مسموح به:

Maximum Allowable Stress Method

باتباع الطريقة التقليدية المستخدمة في تصميم الاجزاء المعدنية فان الاجهاد الأقصى o max يجب الا يزيد عن اجهاد مقاومة الشد الأعظم Utlimate Tensile Strength ، الذي تتحمله المادة مقسوما على معامل الأمان Factor of Safety . وبالنظر الى جدول رقم 4 نجد ان اجهاد مقاومة الشد الأعظم يصل الى حوالي 50 ميجابسكال عند درجة حرارة 20° مئوية. وباعتبار معامل امان 2,5 فان الاجهاد الأقصى المسموح به في التصميم هو 50 / 2,5 = 20 ميجا بسكال. وتصبح السماكة المطلوبة بجدار الماسورة طبقا لمعادلة رقم 3 هى:

$$h = \frac{0.7 \times 150}{(2,5 / 50) \times 2} = 2,625 \text{ ملليمترا}$$



عند الرجوع الى شكل رقم 1 نجد ان المنحنى المناظر لاجهاد 20 ميجا بسكال عند 20 درجة مئوية، يدل على حدوث انفعال مقداره 0,6٪ في زمن قدره 0,4 ساعة، اي 2,4 دقيقة فقط. وهذا لا يفي بالعمر الافتراضي المطلوب وهو 26300 ساعة، مما يشير الى عدم صلاحية هذه الطريقة للتصميم.

حسابات التصميم باعتبار أقصى انفعال مسموح به:

Maximum Allowable Deformation Method

باتباع الطريقة الأصح في تصميم الاجزاء المصنوعة من البلاستيك، والتي تحدد اقصى انفعال في الانبوبة بمقدار 0,7٪ عند درجة حرارة 20° مئوية، فان منحنى خواص مادة BVC المبين في شكل رقم 1 يحقق العمر الافتراضي المطلوب وهو 26300 ساعة، مع عدم تجاوز هذه النسبة اذا ما كان الاجهاد في جدار الانبوبة اقل من 10 ميجا بسكال. باستخدام هذه القيمة لأقصى اجهاد بالمعادلة 3 تعطى

$$h = \frac{0,7 \times 150}{10 \times 2} = 5,25 \text{ ملليمتر}$$

وعند مقارنة سماكة جدار الانبوبة الناتج من الطريقتين ب، جـ يتضح ان الطريقة الأخيرة تتطلب سماكة جدار تبلغ ضعف تلك التي نحصل عليها من اتباع طريقة التصميم التقليدية، والمستخدمة في المواد المعدنية.

حسابات التصميم عند درجة حرارة مرتفعة (60 مئوية):

اذا تعرضت الماسورة لنفس ضغط المياه (0,7 ميجا بسكال) عند 60° مئوية، فان شكل 1 يبين ان انفعالا مقداره 0,6٪ يحدث عند اجهاد 10 ميجا بسكال بعد ساعة ونصف فقط من بدء التشغيل، بالمقارنة بالعمر السابق 26300 ساعة بالتشغيل عند درجة 20° مئوية. في هذه الحالة لزيادة عمر التشغيل عند درجات الحرارة المرتفعة، يجب زيادة سماكة جدار الانبوبة او استخدام مادة اخرى مثل كلوريناتد عديد كلوريد الفنيل (CPVC).

و يلاحظ ان المواصفات القياسية البريطانية رقم BS 3503 : 1968 توصى باجهاد مساو 23 ميجا بسكال مع معامل امان 2,1 وذلك عند تصميم انابيب (PVC) المعرضة لضغوط الموائع بداخلها.

الخلاصة

من المثال السابق يتضح مدى العناية المطلوبة في دراسة العوامل المؤثرة على التصميم واعتباره بدقة في الحسابات لتحقيق العمر الافتراضي المطلوب للجزء.

ملحق التعاريف والوحدات المستخدمة في تقدير الخواص الميكانيكية للدائن:

1 ـ الكثافة: Density

كتلة المادة لوحدة الحجوم (كجم / متر 3) مقاسة في درجة حرارة قياسية.

2 ـ معامل التمدد الحراري:

Coefficient of Thermal Expansion

وهو التغير النسبي في طول عينه بسبب تغيير مساو لدرجة حرارة واحدة (لكل درجة مئوية)

3 ـ الاتصالية الحرارية: Thermal Conductivity

وهي معدل الوقت المستغرق لانتقال الحرارة عن طريق التوصيل خلال مادة معلومة المساحة والسماكة ولفرق معلوم في درجة الحرارة (واط / متر°. مئوية).

4 ـ معامل المرونة: Modulus of Elasticity

وهي النسبة بين الاجهاد (الاسمى) الى الانفعال المرافق له مقاسا في مجال التصرف المرن للمادة (ميجا بسكال).

5 ـ اجهاد مقاومة الشد: Tensile strength

وهو اعلى إجهاد اسمى لمقاومة التحميل بالشد عند حدوث اعلى مقاومة لاجهاد الشد على نقطة نهاية مجال المرونة يطلق عليها «اجهاد مقاومة الشد عند نهاية المرونة». (Tensile Strength at Yield).

وعند حدوث أعلى مقاومة لاجهاد الشد عند نقطة الكسر يطلق عليها «مقاومة الشد عند الكسر» (Tensile Strength at Rupture).

6 ـ اجهاد مقاومة الضغط:

Compressive Strength

وهي اجهاد مقاومة الضغط محسوبا بقيمة حمل الانهيار على المساحة لمقطع العينة المختبرة.

7 ـ طاقة مقاومة الصدم: Impact Strength

وهي مقدار الطاقة التي تتكسر من خلاله عينة الاختبار المحززة باستخدام مطرقة البندول (Charpy or Izod Test) ومقاومة الصدم عادة تحسب من المعادلة التالية:

مقاومة الصدم = الطاقة اللازمة للكسر / مساحة العينة في النقطة المحززة

(كيلو جول / م2)

8 ـ الصلادة: Hardness

وهي مقاومة المادة للاحتراق، او الخدش، او التشغيل، او البلى، او الخضوع. والصلادة تحسب من المعادلة التالية:

الصلادة = الحمل المؤثر على جزء الطرف الغائر / مساحة العلامة الغائرة في العينة

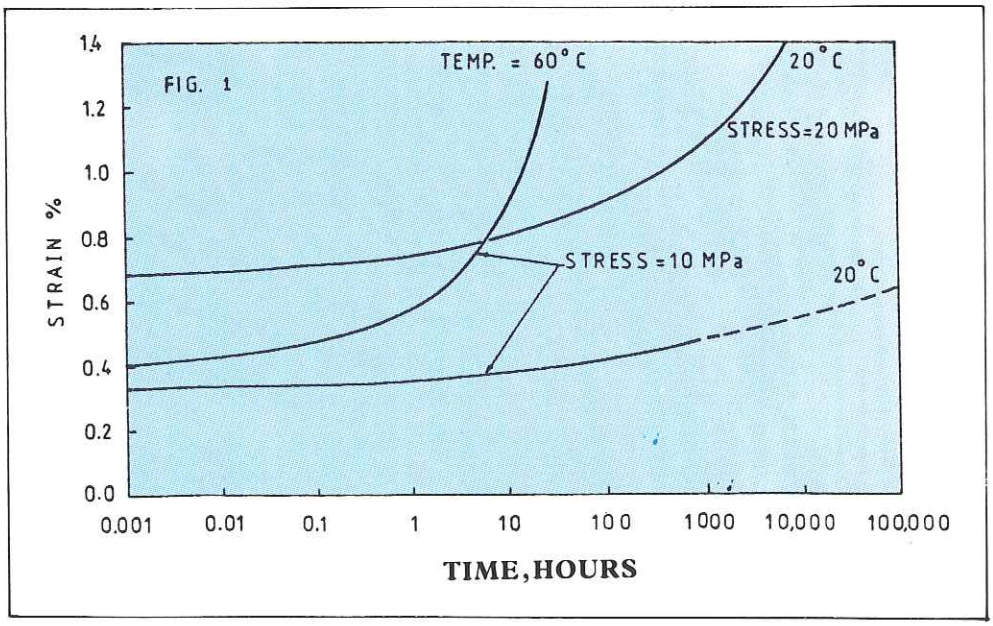
9 ـ التزحف: Creep

وهو حدوث الانفعال (تغيير المقاسات النسبي) بمرور الزمن لمادة ماتحت تأثير حمل ثابت.

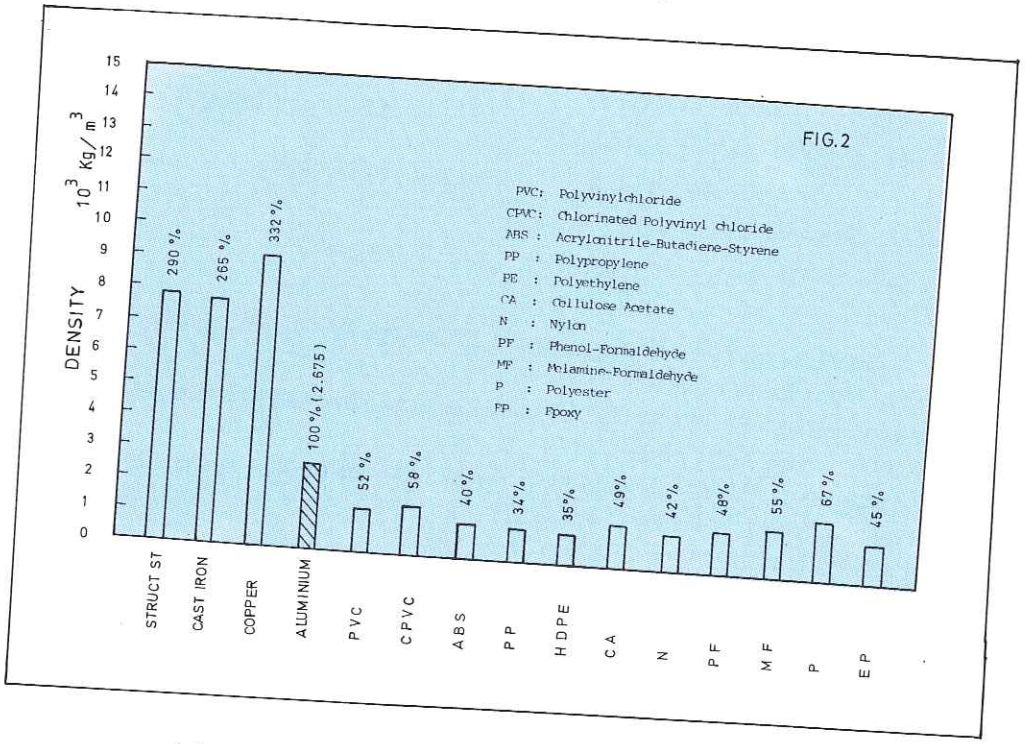
المراجع:

1. R.M.Ogorkiewicz (editor), Engineering Properties of Thermoplastics, John Wiley, InterScience, 1970.
2. B.S.Benjamin, «Structural Design with Plastics», 2nd edition, Van Nostrand Reinhold, New York, 1982.
3. R.J.Crawford, "Plastics Engineering", 1st edition, Pergamon Press, 1981.
4. «Plastics Products Design Handbook, Part A; Materials and Components," Edited by E.Miller, Marcel Dekker N.Y., 1981.
5. D.A. Chasis, « Plastic Pipeline Systems », Industrial Press Inc,. New York, 1976.
6. E.A.Avallone, T. Bauneister, 3rd edition, «Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers », McGraw Hill, 1978 (8th ed).
7. ASTM Annual Book of Standards, Part No. 35. and 36.
8. C.A. Harper, editor, «Handbook of Plastics and Elastomers" McGraw Hill, 1975.

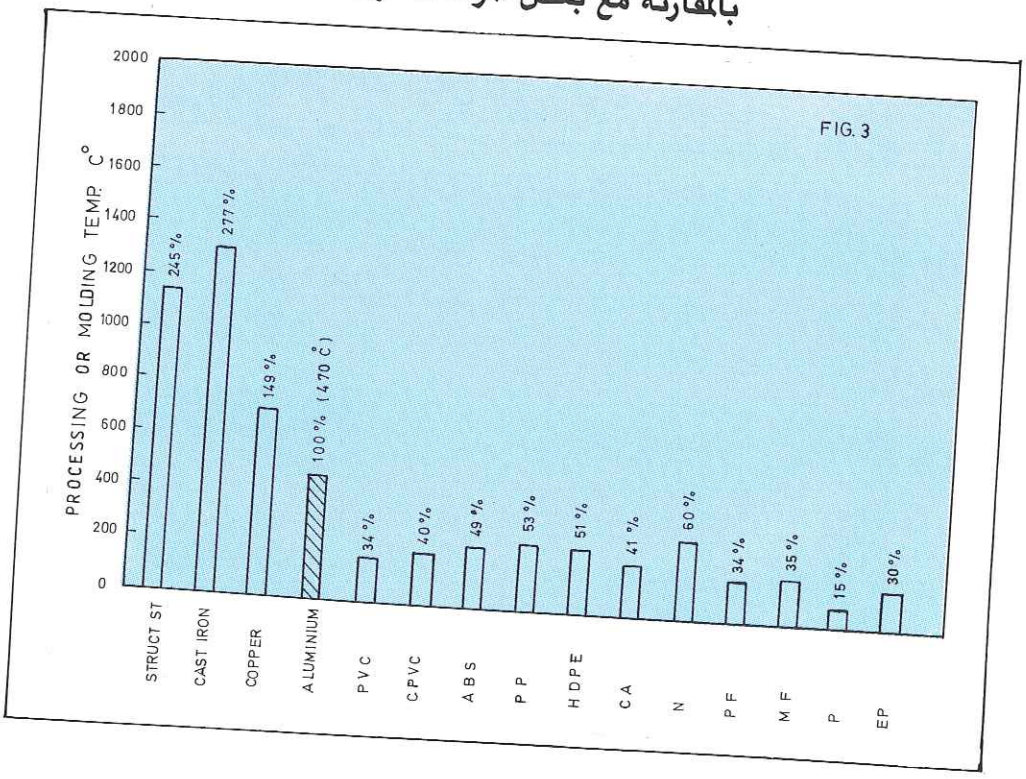
شكل (1) ـ منحنى تطور الانفعال مع الزمن عند اجهادين مختلفين للشد لمادة عديد كلوريد الفنيل الجسيء عند درجتي الحرارة 20°، 60° مئوية.



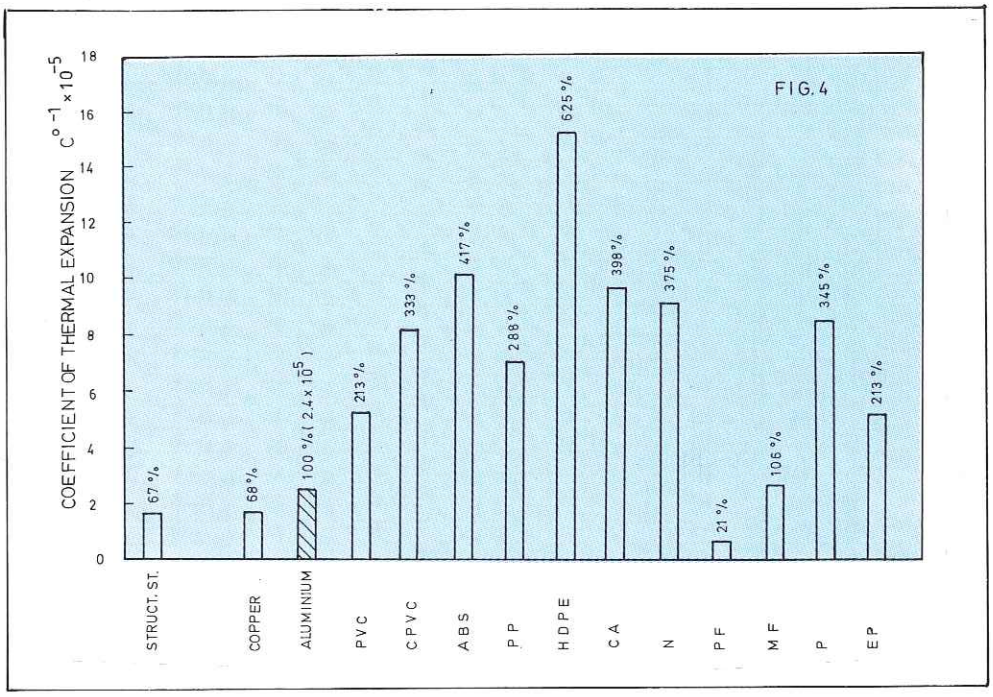
شكل (2) ـ كثافة عدد من مواد البلاستيك الشائعة الاستخدام
بالمقارنة مع بعض المواد الاخرى.



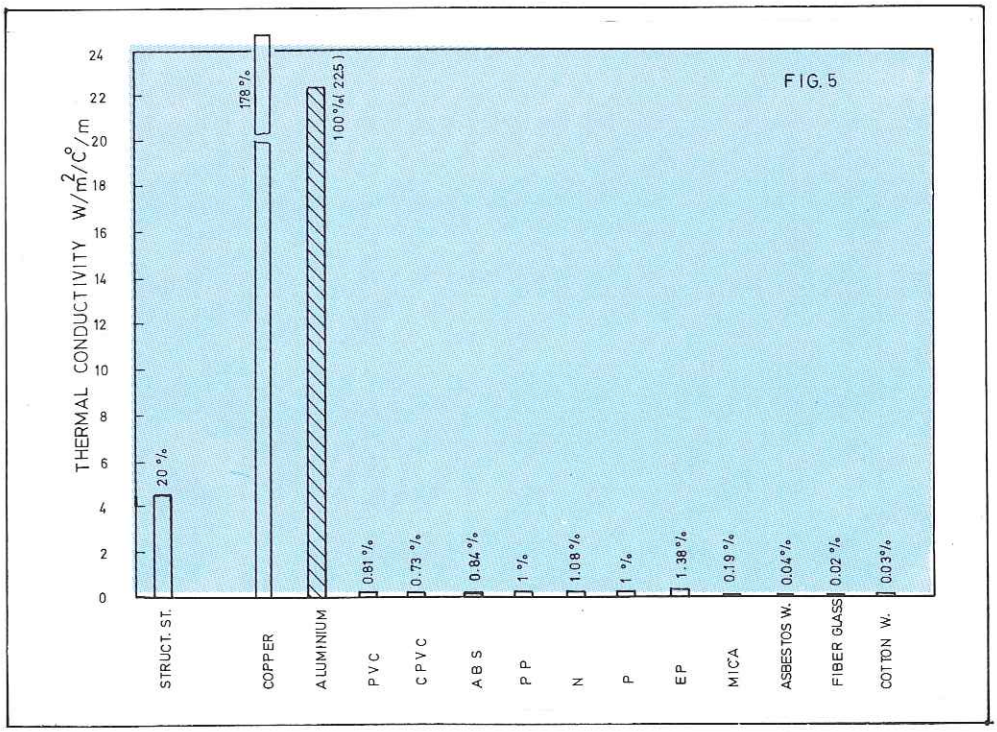
شكل (3)درجة حرارة التشكيل لبعض أنواع البلاستيك
بالمقارنة مع بعض المواد الاخرى.



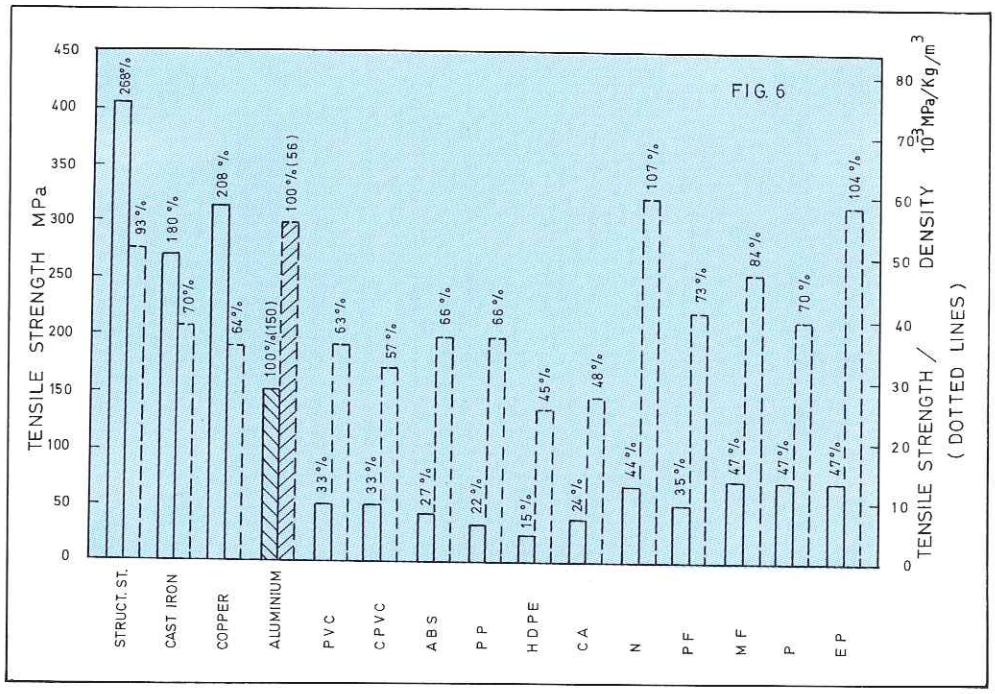
شكل (4) ـ معامل التوصية الحراري لبعض انواع البلاستيك
بالمقارنة مع بعض المواد الأخرى.



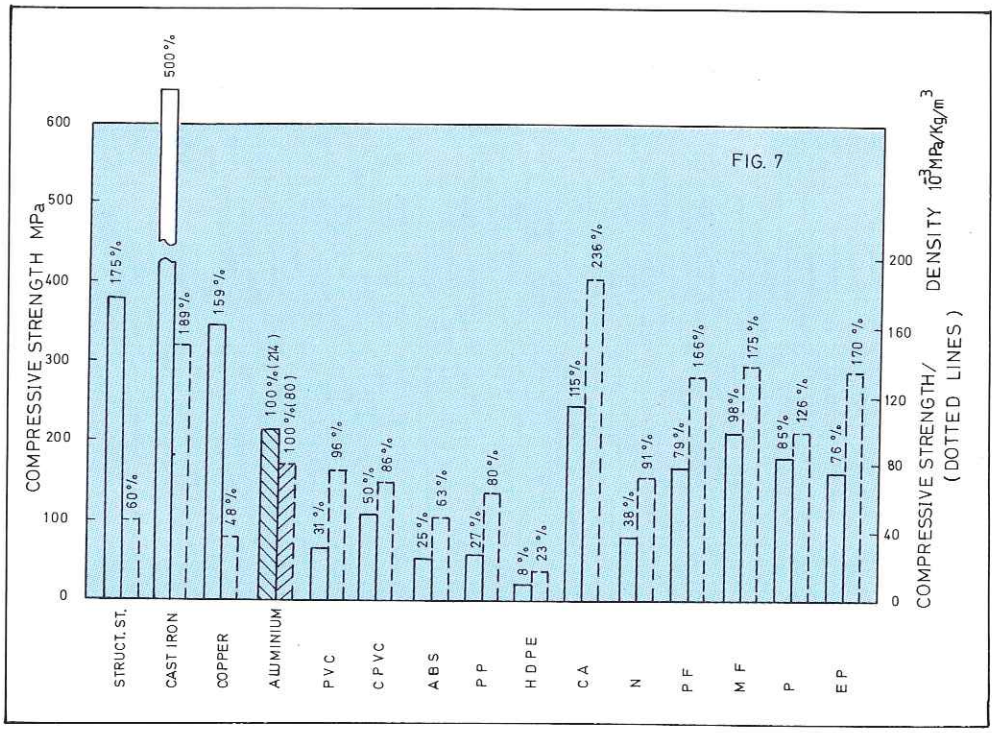
شكل (5) ـ معامل التوصيل الحراري لبعض انواع البلاستيك
بالمقارنة مع بعض المعادن والمواد العازلة.



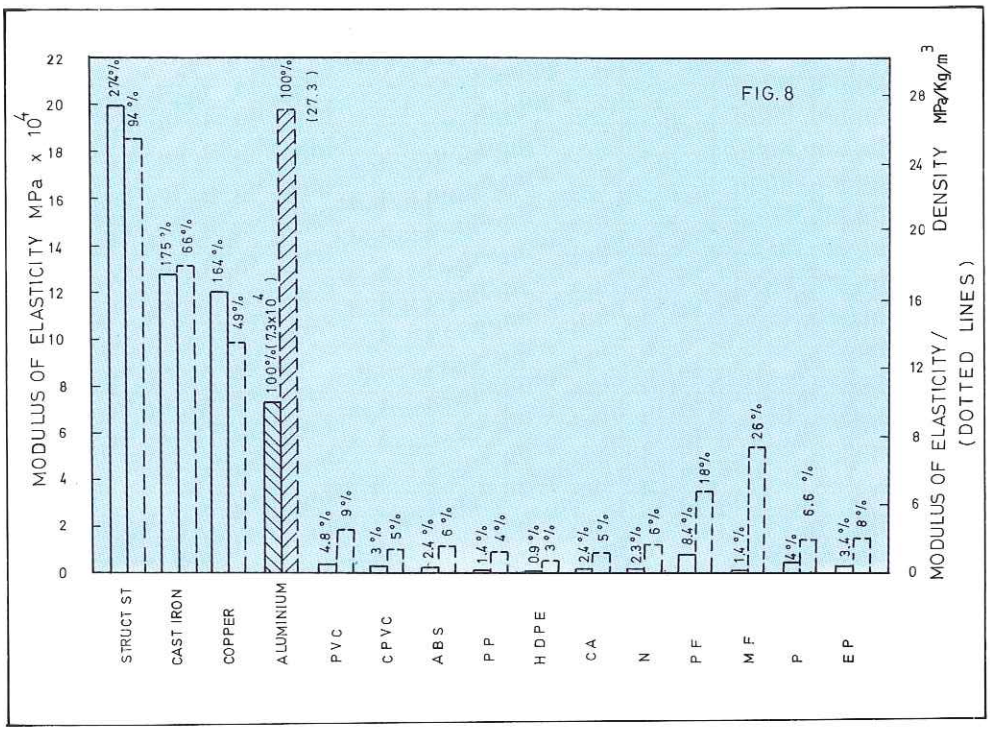
شكل (6) اجهاد مقاومة الشد (خطوط كاملة) ـ اجهاد مقاومة الشد منسوبا للكثافة (خطوط منقطه باعتبار الالمونيوم يمثل 100٪).



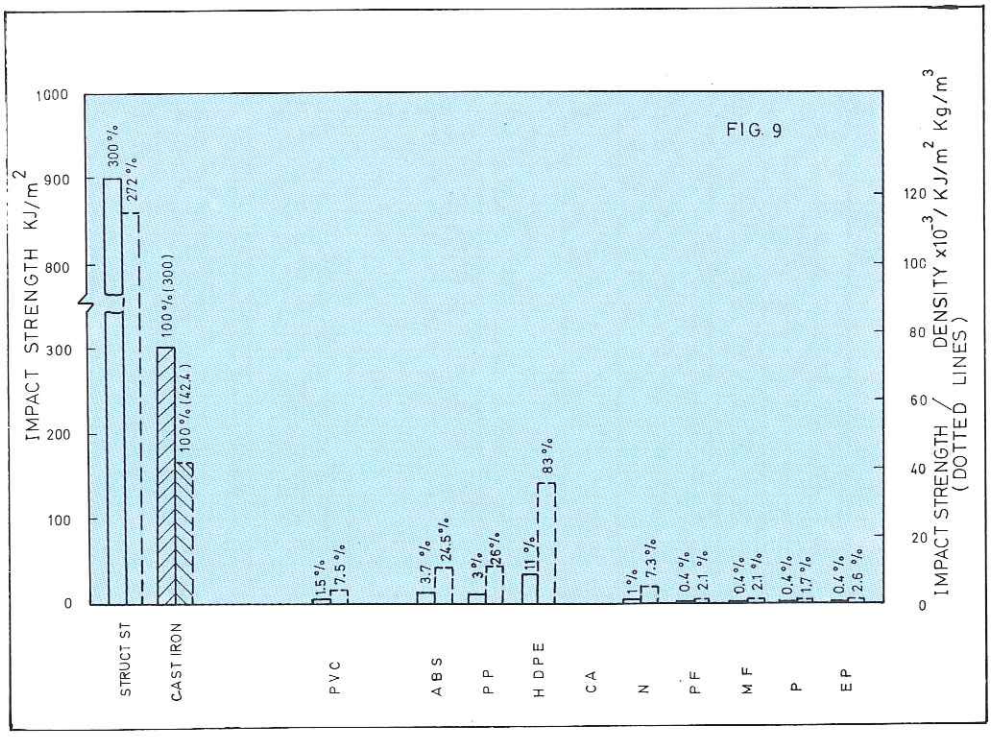
شكل (7) ـ اجهاد مقاومة الضغط لبعض مواد البلاستيك (خطوط كاملة) ـ اجهاد مقاومة الضغط منسوبا للكثافة (خطوط منقطه) باعتبار الالمونيوم يمثل 100٪.



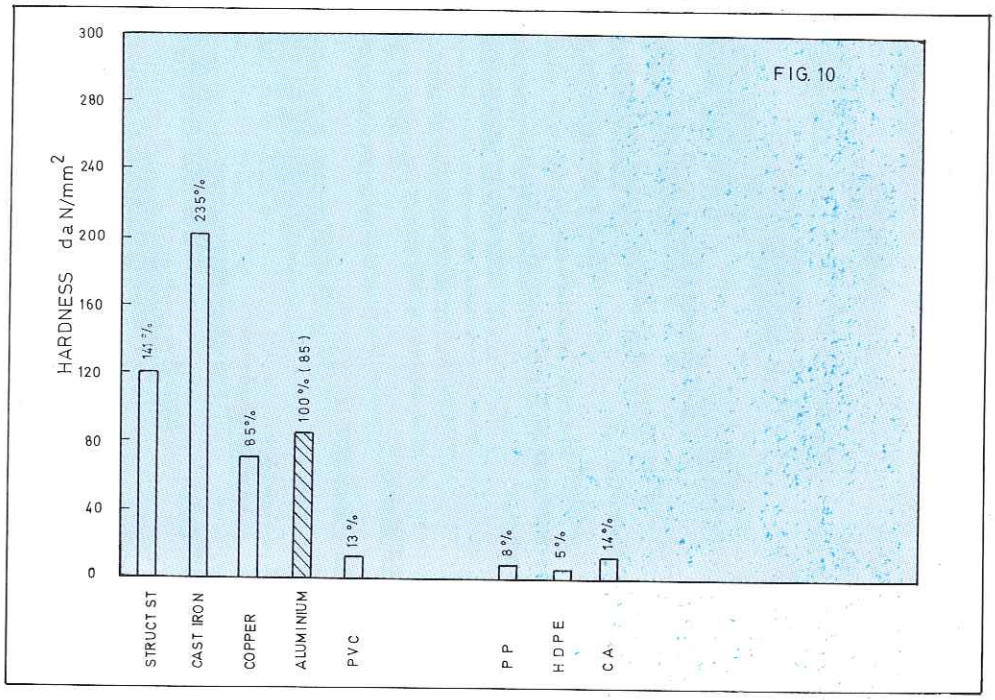
شكل (8) ـ معامل المرونة لبعض انواع البلاستيك (خطوط كاملة) ـ نسبة معامل المرونة الى الكثافة (خطوط منقطة) (باعتبار الالمونيوم يمثل 100٪).



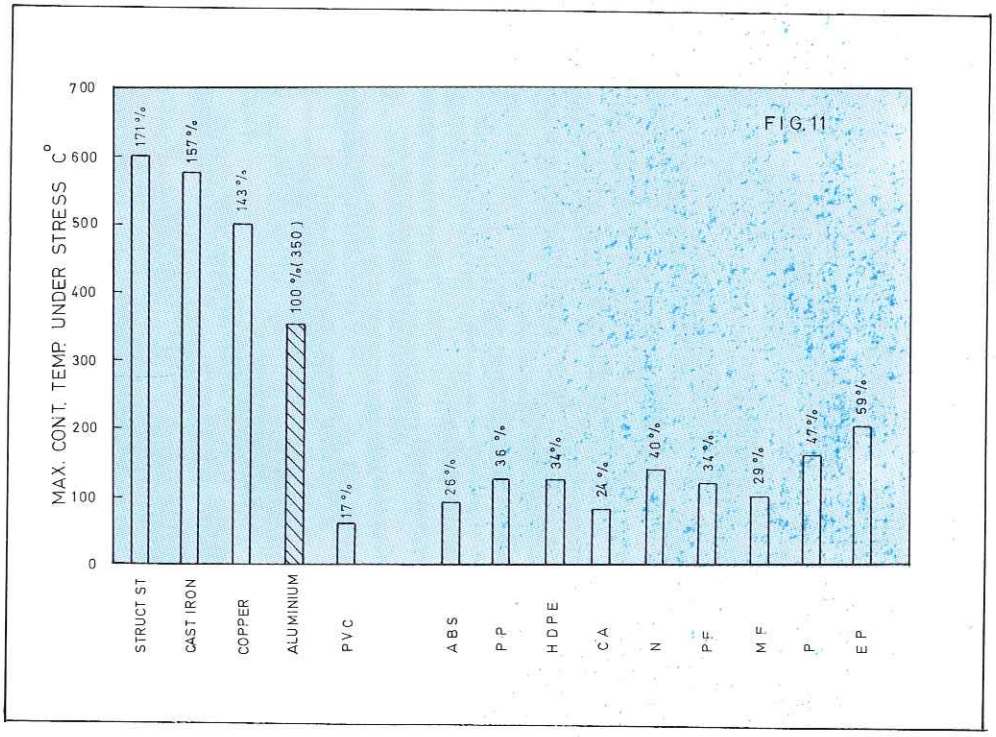
شكل (9) ـ طاقة مقاومة الصدمة لبعض انواع البلاستيك (خطوط كاملة ـ نسبة طاقة مقاومة الصدم الى الكثافة) (خطوط منقطة)، باعتبار الالمونيوم يمثل 100٪.



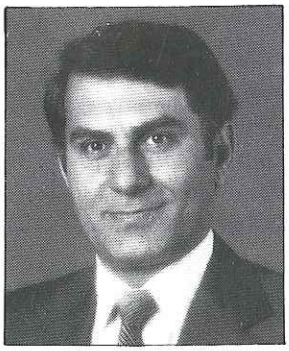
شكل (10) ـ الصلادة لبعض أنواع مواد البلاستيك.



شكل (11) ـ اقصى درجة حرارة تحت الاجهاد التي تتحملها بعض مواد البلاستيك بالمقارنة ببعض المواد الأخرى.



تأثير الاضاءة وتشغيل أجهزة تكييف الهواء على حفظ الطاقة في المباني المكتبية



الدكتور مازن كلو

الخلاصه

يقدم هذا التقرير تقييما لانماط استهلاك الطاقة في مباني المكاتب التابعة لمعهد الكويت للابحاث العلمية ومدى التوفير الممكن تحقيقه بواسطة اجراء التغييرات الملائمة في تشغيل أجهزة التكييف والاضاءة. ويتضمن التقرير دراسة تحليلية للطلب على الطاقة في احدى هذه المباني وتقييما لآثار استراتيجيات التحكم المختلفة في نظم التكييف والاضاءة على التوفير المرتقب في استهلاك الطاقة. وقد تعرضت التجارب العملية لاستقصاء استهلاك الطاقة اليومي في ستة مبان في المعهد اثناء وخارج ساعات الدوام الرسمي لحساب التوفير الفعلي في الاستهلاك الناجم في استخدام المبرمجات اليومية وضابطات الحرارة المبرمجة للتحكم في تشغيل وايقاف اجهزة التكييف حسب جدول معد سلفا. وتشير النتائج العملية الى ان بالامكان تحقيق وفر في استهلاك الطاقة وتحسين ظروف الراحة داخل المبنى في ذات الوقت.

د. مازن كلو

* بكالوريوس هندسة ميكانيكية ـ عام 1966 ـ من جامعة لندن.
* دكتوراه في علوم الحراريات ـ عام 1969 ـ من جامعة بيرمنجهام.
* عمل كباحث ومحاضر في جامعة ماكجيل ـ مونتريال ـ كندا ـ لمدة عامين.
* التحق بمعهد هيدرو ـ كويبك للابحاث ـ حيث تدرج من باحث الى مدير برنامج دراسة الخصائص الحرارية للاجهزة الكهربائية.
* التحق بمعهد الكويت للابحاث العلمية في سبتمبر 1980 حيث يعمل كباحث اول في دائرة الهندسة.
* له عدة دراسات وابحاث في مجال انتقال الحرارة وترشيد استهلاك الطاقة، ونشرت هذه الابحاث في العديد من المجلات العلمية والتقارير الفنية، هذا عدا اعتماد نتائج بعض هذه الدراسات في التطبيقات العملية.

مقدمـــة

يتكون استهلاك الطاقة في المباني المكتبية، في الغالب، من الطاقة اللازمة للحفاظ على ظروف الراحة الملائمة من حيث مستوى الاضاءة ودرجة الحرارة في الحيز المشغول. أما الطاقة المستهلكة بواسطة المعدات المكتبية وسخانات الماء فانها تشكل الجزء الآخر، وهي جزء بسيط نسبيا من الاستهلاك الكلي للمبنى. وعلى ذلك فان الحفاظ على الطاقة في مثل هذه المباني تقتضي النظر بجدية في الاجراءات الكفيلة بتقليل استهلاك الطاقة لأغراض التكييف والاضاءة. وهناك عدة اجراءات يمكن القيام بها لتقليل الاستهلاك، كما جاء في تقرير (كلو، وعياش ـ 1984) وأكثر هذه الاجراءات تأثيراً وسهولة في التطبيق هو التحكم بمستويات الاضاءة والتكييف خلال ساعات اليوم. ويتلخص هذا مبدئيا في تغيير استراتيجية التحكم لأوقات مختلفة من اليوم والأسبوع طبقا للحاجة.

تكون المباني المكتبية مشغولة عادة خلال ساعات العمل الرسمي وتشكل هذه جزءا صغيرا من اليوم وجزءا أصغر من الأسبوع. ومع ذلك فان أنظمة تكييف الهواء والاضاءة المستخدمة في مثل هذه المباني تعمل على الحفاظ على ظروف الراحة الملائمة طوال الوقت، أثناء الدوام وخارجه. وهذه الممارسة تمثل استهلاكا للطاقة غير ضروري ويمكن تجنبه من خلال التحكم بعل المكيفات أثناء ساعات اليوم. ومع أنه يمكن تحقيق هذا التحكم بتشغيل ووقف المعدات يدويا إلا أن هذه الممارسة غير سائدة ويعود سبب ذلك عادة الى عدم وضوح المسؤولية، أو عدم الاكتراث من قبل مستخدمي المبنى أو نتيجة لخطأ انساني. وعوضا عن ذلك فان التحكم بالتكييف والاضاءة يمكن تحقيقه تلقائيا عن طريق ساعات مبرمجة أو ضابطات حرارية مبرمجة ذات مراحل متعددة. والهدف من هذه هو استمرارية التحكم في ظروف الراحة خلال ساعات العمل مع خفض استهلاك الطاقة خلال فترة عدم شغل المبنى. يتناول التقرير جوانب ترشيد وتوفير الطاقة من خلال تطبيق اجراءات التحكم السالفة ويهدف الى تقدير توفير الطاقة في عدة مباني في معهد الكويت للأبحاث العلمية، حيث تم تطبيق هذه الاجراءات.

ويمثل هذا العمل جزءا من خطوة طبيعية لنشاطات معهد الكويت للابحاث العلمية في مجال الحفاظ على الطاقة في المباني. فقد بدأت نشاطات المعهد في هذا المجال عام 1980 بتعاونها مع وزارة الكهرباء والماء لتطوير قوانين ممارسة مفصلة للحفاظ على الطاقة في المباني (وزارة الكهرباء والماء 1983 (أ). وتمثلت مساهمة المعهد في صياغة نظرية واستخدامها في تحليل متطلبات الحمل الاقصى واجمالي الطاقة المستهلكة لانواع مختلفة من المباني المستخدمة وغير المستخدمة لوسائل الحفاظ على الطاقة. وقد تركزت الجهود على الاجراءات السلبية التي يمكن دمجها مباشرة في بنية المبنى مثل التوجيه، عزل الحائط والسطح، واستعمال الزجاج العازل والتظليل. وقد ساهمت نتائج التحليل للاستخدام الامثل لوسائل حفظ الطاقة في وضع دليل المواصفات للاحمال الكهربائية القصوى للاضاءة والتكييف لمباني مختلفة الأنواع. وساهم المعهد أيضا في وضع المواصفات لمختلف مواد البناء لمطابقة دليل الأحمال الكهربائية. ومتابعة لهذا العمل تم تقديم اقتراح لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي ووزارة الكهرباء والماء للتحقيق العملي لأنظمة حفظ الطاقة ومطابقتها لدليل الأحمال الكهربائية.

وفي محاولة لتوسيع جهود المعهد من ناحية الحفاظ على الطاقة في المباني، فقد أعطيت أنظمة المباني الفعالة ونماذجها في حفظ الطاقة والوسائل العملية في خفض استهلاك الطاقة اعتبارا ملحوظا. وتشير دراسة أجريت حول ترشيد استخدام الطاقة في المباني (كلو، وآخرون 1983) الى عدة طرق لتحقيق الاقتصاد في الطاقة والتي يمكن أن تصنف تحت تصميم الأنظمة، اختبار وتطوير المعدات للأفضل، معالجة الحمل التبريدي، والتحكم في تشغيل المعدات. وبعض هذه الطرق هي الآن قيد الدراسة التفصيلية. ويتناول هذا التقرير احدى هذه الطرق التي تمثل محاولة مبدئية للحفاظ على الطاقة من خلال تغيير استراتيجية التحكم بأجهزة التكييف والاضاءة. ويجري بشكل مواز معالجة أساليب ووسائل أخرى مثل:

ـ معالجة حمل التبريد بواسطة خزان التبريد لتخفيض الحمل الأقصى واجمالي الطاقة المستهلكة في المباني. وسيطرح هذا الموضوع في ورقة أخرى في هذا المؤتمر.

ـ استخدام وسائل المراجعة الحسابية والتدقيق في استهلاك الطاقة والتقييم العملي لأداء نظم المباني

الكبيرة لتطوير أو تغيير معايير التصميم الملائمة لأنظمة المباني في الكويت.

تقدم الدراسة الحالية تقييما تحليليا لامكانية توفير الطاقة من خلال التحكم بعمل المكيفات أثناء ساعات اليوم وتقدم نتائج تجريبية حول امكانات التوفير الممكن تحقيقها في عدة مباني في المعهد. إن هذه الدراسة تتخطى حدود التوفير في الطاقة وتستقصي إمكانية تحسين ظروف الراحة الملائمة من خلال ادخال تغييرات مناسبة في نوع ومكان ضابطات الحرارة وتغيير مستويات الاضاءة.

إمكانية التوفير في الطاقة من خلال التحكم بتشغيل الأجهزة والمعدات أثناء ساعات اليوم

إن إمكانية التوفير في الطاقة بواسطة تغيير استراتيجية التحكم في الاضاءة وأجهزة تكييف الهواء يمكن تقديرها بصورة فعالة باستخدام طرق المحاكاة بالحاسب الآلي لتحليل استهلاك الطاقة في المباني. وتوجد عدة طرق تستخدمها مكاتب التصميم لتحليل الحمل الأقصى. واحدى هذه الطرق هي برنامج (DOE - 2) الذي تم تطويره في مختبر لورنس بيركلي (1980) والذي تبناه المعهد وعدله لاستخدامه في حساب حمل المباني وتحليل الطاقة. وقد استخدمت هذه الطريقة في الدراسة الحالية لتقييم مدى إمكانية التوفير في أحد المباني في المعهد. وقد تم تفصيل هذه الطريقة في تقرير (كلو، 1984).

تم استخدام مبنى الحاسب الآلي / الهندسة في المعهد في عملية المحاكاة، ويتكون المبنى الاسمنتي من طابقين وهو معزول بشكل جيد. وهذه بعض مواصفات المبنى:

المبني على عدد من المكاتب والمختبرات. وتبلغ مساحة المختبرات، بما في ذلك غرفة الحاسب الآلي، 11,576 قدم مربع (1076 م2) ويتم التحكم باضاءة

المساحة المكيّفة	35,374	قدم مربع (3288م^2)
الحجم المكيّف	390,526	قدم مكعب (11,067م^3)
مساحة الحائط (الخارجية)	18,709	قدم مربع (1,739م^2)
مساحة السطح	23,658	قدم مربع (2,199م^2)
مساحدة النافذة	2,421	قدم مربع (225م^2)
(13% من مساحة الحائط الخارجي)		
نوع النافذة		اطار ألمنيوم محكم الاغلاق يشمل شريحة زجاج واحدة مطلية بمادة عاكسة للضوء.
قيمة معامل الانتقال الحراري للحائط		0,1-0,09 وحدة حرارية بريطانية/قدم^2 . ساعة . ف°.
قيمة معامل الانتقال الحراري للسقف		0,09 وحدة حرارية بريطانية/قدم^2 . ساعة . ف°.
نوعية الإضاءة		فلورسنت في معظم الأماكن ومصابيح عادية في الممرات
حمل الإضاءة		1,3 واط/ قدم^2 (14 واط/ م^2)
عدد الموظفين		85 شخص (اشغال تام)
جدول استخدام المبنى أيام العمل		8-12 صباحاً ، 1-5 مساء 100%
		1-12 مساء ، 5-6 مساء 10%
عطلة نهاية الأسبوع		0%

المختبرات بواسطة مفاتيح كهربائية موضعية مما يفترض أن يتطابق جدول استخدام المصابيح الكهربائية مع جدول شغل المختبرات. وأما المكاتب والممرات فيتم التحكم باضاءتها بواسطة عدد محدود من المفاتيح الكهربائية المركزية بحيث لا يتمكن شاغلي المبنى في التدخل بجدول الاضاءة. في هذه الحالة، يقوم الحارس الليلي عادة باطفاء كافة الأنوار في الساعة التاسعة مساء و يعيد انارتها في الساعة السابعة صباح اليوم التالي. وتستخدم 11 وحدة تكييف مركزية للحفاظ على درجة الحرارة المطلوبة داخل المبنى صيفا وشتاء، وتستخدم ضابطات حرارة اعتيادية (فتح / قفل) للتحكم بتشغيل وحدات التكييف. وتقوم هذه الضابطات بالحفاظ على درجة الحرارة داخل المبنى عند مستوى 72 ف°.

التحكم في تكييف الهواء :

تم استخدام التفاصيل الانشائية للمبنى والبيانات المناخية لسنة كاملة للكويت في اجراء تحاليل هندسية لتحديد منحنى الحمل الكهربائي واجمالي الطاقة المستهلكة بافتراض استراتيجيات مختلفة للتحكم بالتكييف والانارة. والمنحنى في شكل (1) نتج عن تحليل النموذج اليومي للطاقة الكهربائية المستخدمة في تكييف الهواء. إن المنحنى يمثل المتوسط الشهري لشهر أغسطس للقيم الساعية لأيام العمل فقط. و يشير المنحنى الى وجود ذروة ملحوظة للفترة بين 2 ـ 8 مساء. وتنتج هذه الذروة عن ارتفاع حمل المبنى التبريدي بسبب شغل المكان والارتفاع في درجة الحرارة والاشعاع الشمسي. ومع أن معدل اكتساب الحرارة يصل ذروته في الساعات الأولى بعد الظهر، إلا أن الكتلة الحرارية لهيكل المبنى تسبب خفض الحمل التبريدي الذروي وتأخير موعد حصوله ونشره على فترات زمنية أطول.

بما أن المبنى يكون مشغولا بين الساعة الثامنة صباحا والرابعة والنصف مساء. فان تشغيل أجهزة التكييف ليس ضروريا أثناء ما تبقى من الوقت. لذلك فان الطاقة اللازمة لتكييف الهواء خارج أوقات شغل المبنى تمثل طاقة مهدورة و يمكن توفيرها من خلال التحكم بتشغيل المكيفات أثناء اليوم. وتمثل المساحة المظللة في شكل (1) مقدار هذه الطاقة وتقدر بـ 1778 كيلواط ساعة أو 56,8٪ من اجمالي الاستهلاك اليومي الذي تمثله المساحة الكلية تحت المنحنى. وإذا أخذنا في الاعتبار أن المبنى لا يكون مشغولا يومي الخميس والجمعة، فان إمكانية التوفير تزداد وتشكل 66,4٪ من متوسط الاستهلاك الأسبوعي في هذه الحالة.

إن المنحنى اليومي للحمل الكهربائي لأجهزة التكييف يختلف باختلاف أوقات السنة كما هو موضح في الشكل (2). إن هذه المنحنيات تمثل المتوسطات الشهرية لمنحنيات الأحمال اليومية لأيام الدوام الرسمي فقط لأشهر مايو وأغسطس ونوفمبر. و يوضح الشكل منحنيات ثلاثة أشهر فقط زيادة في الايضاح مع أن هذه المنحنيات تمثل بشكل جيد منحنيات الاستهلاك لباقي الأشهر التي يتم فيها استخدام التبريد (وهي من ابريل الى نوفمبر)، إذ تبين أن المنحنيات اليومية لأشهر الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس وسبتمبر) متماثلة ومتطابقة تقريبا بينما يماثل منحنى شهر أكتوبر منحنى شهر مايو، وشهر نوفمبر مماثل لشهر ابريل. إن الشكل (2) يبين بوضوح أن إمكانية توفير الطاقة من خلال التحكم بتشغيل المكيفات وقت الدوام الرسمي تكون أكبر ما يمكن خلال أشهر الصيف وتنقص باعتدال الطقس. و يرجع هذا الى حقيقة أن الحمل الداخلي يشكل نسبة متزايدة من حمل المبنى التبريدي مع اعتدال درجة حرارة الهواء الخارجي. وبما أن الحمل الداخلي يتزامن مع فترة احتلال الحيز، فان جزءا أكبر من طاقة التبريد يستهلك خلال تلك الفترة. ومع ذلك فان إمكانية توفير الطاقة كنسبة من اجمالي الاستهلاك في أيام العمل تبقى مرتفعة وتبلغ هذه النسبة 53٪ في مايو، و 49,9٪ في نوفمبر، وتبلغ القيم المناظرة للاستهلاك الأسبوعي 60,7٪ و 55,8٪.

إن ما سبق ذكره هو مجرد تقدير مبدئي لامكانية توفير الطاقة حيث أنه لا يأخذ بعين الاعتبار تأثير توقف أجهزة تكييف الهواء عن العمل على حمل المبنى التبريدي. و يؤدي هذا التوقف بالتأكيد الى ارتفاع درجة حرارة هيكل المبنى. وتساهم الحرارة المخزونة في هيكل المبنى عندئذ في زيادة الحمل التبريدي عند تشغيل الأجهزة مرة أخرى. وعليه يجب أن تعمل الأجهزة قبل شغل المبنى ببعض الوقت

للتأكد من الحصول على الظروف الملائمة للراحة. و ينتج عن ذلك أن الطاقة اللازمة للتبريد خلال فترة شغل المكان في ظل استراتيجية التحكم المقترحة تكون أكبر من تلك المطلوبة لنفس الفترة في ظروف التشغيل الاعتيادية وبالامكان الحصول على تقدير أكثر دقة باجراء عملية محاكاة تقوم على أساس حساب الطاقة المطلوبة مع استخدام المبرمجات. ونقدم نتائج عملية المحاكاة هذه للفترة بين الساعة 7 صباحا و 5 مساء لشهر أغسطس المبين في شكل (3). وقد أضيف الى الشكل (3) المنحنى الموجود في شكل (1) تسهيلا للمقارنة. إن الطاقة اللازمة في هذه الحالة تصل الى 1717 كيلواط ساعة وتمثلها المساحة تحت المنحنى. وبالمقارنة مع نتائج الأداء بدون استخدام المبرمجات يتبين أن مقدار التوفير في الطاقة باستخدام المبرمجات يصل الى 1414 ك و س لكل يوم عمل أو 45,2٪ من الاستهلاك اليومي الاجمالي بدون أجهزة التوقيت. وتبلغ القيم المناظرة على أساس أسبوعي 11560 ك و س 57,4٪ وهذه القيم هي أدنى قليلا من قيم إمكانية التوفير المقدرة آنفا. ومع ذلك ما تزال ذات أهمية كبيرة.

إن استخدام ضابطات الحرارة المبرمجة ذات المراحل المتعددة بدلا عن أجهزة التوقيت المبرمجة لن يؤثر بصورة ملحوظة على مقدار توفير الطاقة إذا ما بقي برنامج شغل المكان كما هو، وإذا عدلت درجة حرارة الضابط خارج أوقات الدوام الى درجة عالية لا يمكن تحقيقها. إن برنامج المحاكاة يبقى بالضرورة كما هو فيما عدا تغييرات بسيطة في استراتيجية التحكم، كما جاء آنفا، والتي تكون ذات نتائج طفيفة بالنسبة لمقدرتها على توفير الطاقة، مع أنها مهمة في توفير ظروف الراحة الملائمة.

التحكم في الاضاءة (أو الانارة):

إن التوفير في الطاقة عن طريق التحكم في الاضاءة يتم اما بواسطة التأكد بأن الأنوار مطفأة عند عدم الحاجة إليها أو عن طريق تخفيف حمل الاضاءة. إن الطريقة صعبة التحقيق في غياب وجود مفاتيح موضعية للتحكم في إنارة المصابيح. واما تقليل حمل الاضاءة فيمكن تحقيقه باستخدام وحدات إنارة أكثر كفاءة، أو باستخدام وسائل خفض شدة الاضاءة، أو تقليل العدد والقدرة الكهربائية لوحدات الانارة المستخدمة. وفي أي من هذه الوسائل فان إمكانية توفير الطاقة المباشر سيتناسب طرديا مع تقليل عدد ساعات التشغيل وقدرة وحدات الانارة.

ان تقليل حمل الاضاءة له أثر كمي على حمل تكييف الهواء حيث ان الطاقة المستهلكة في الاضاءة تظهر كطاقة حرارية. وفي محاولة للبحث في هذه العلاقة تم اجراء عدة عمليات محاكاة متكررة للظروف القائمة في المبنى مع خفض حمل الاضاءة الى 1,17 واط/ قدم2 (أي خفضه بمعدل 10٪) بينما بقي برنامج الاضاءة كما كان عليه. وقد نتج عن التقليل في حمل الاضاءة خفض بمقدار 4,6 كيلواط في اجمالي حمل المبنى للاضاءة. وتشير النتائج الى ان نموذج الطاقة اللازمة للتكييف مطابقا تقريبا لقرينه في الشكل (1) غير انه أقل منه بقليل. و يبلغ مقدار الخفض الناتج خلال فترة الحمل التبريدي الاقصى 2 كيلواط، و يبلغ التوفير اليومي في طاقة التبريد 32ك و س. ان هذا لا يشكل توفيرا ذا قيمة كبيرة لكنه لا يزال يمثل جزءا من التوفير الكلي الذي يمكن تحقيقه.

التوفير الفعلي في استهلاك الكهرباء في مباني معهد الكويت للابحاث العلمية

تم اجراء تجارب عملية للتحقق من امكانات توفير استهلاك الكهرباء بواسطة استخدام المبرمجات اليومية. وقد أجريت التجارب على أجهزة التكييف في ستة مباني في المعهد. والمباني المذكورة مكيفة بأجهزة تكييف من نوع التمدد المباشر المبردة بالهواء، وهي من نوع الأجهزة شائعة الاستعمال في الكويت. وتستخدم ضابطات حرارة للتحكم بتشغيل وايقاف الاجهزة المذكورة. وتقوم ضابطات الحرارة بالتحكم بدرجة حرارة المباني ضمن نطاق ضيق من الدرجة المطلوبة على مدار الساعة. والواقع ان طريقة تشغيل أجهزة التكييف هذه تشكل مرجعا ملائما جدا لتقييم امكانات المبرمجات اليومية على توفير استهلاك الكهرباء. وندرج في الجدول (1) تفاصيل المباني ونظم التكييف العاملة فيها.

قمنا كخطوة أولى بتركيب عدادات كهربائية لقياس استهلاك المباني المختلفة من الكهرباء، وكان يتم اخذ القراءات في الساعة الثامنة صباحا والساعة الرابعة والنصف بعد الظهر من كل يوم عمل. واعتمادا على هذه القراءات تم حساب المتوسطات

اليومية والاسبوعية والشهرية لمقادير الاستهلاك خلال ساعات الدوام وخارجها. ونقدم نتائج الحسابات السالفة في الجدول (2). وقد تم تقدير امكانات التوفير في استهلاك الكهرباء اعتمادا على البيانات المذكورة وهي مدرجة في الجدول (2) ايضا. وقد تم تقدير التوفير المتوقع الحصول عليه بافتراض ان استخدام المبرمجات سيؤدي الى توفير كل الطاقة الكهربائية المستخدمة خارج ساعات الدوام. وتشير البيانات المتعلقة بتقديرات التوفير الى ان بالامكان تحقيق وفر في استهلاك الطاقة يزيد عن 60٪ خلال أشهر الصيف من يونيو وحتى سبتمبر، وذلك بايقاف المكيفات عن العمل خارج اوقات الدوام. وقد أشارت النتائج الخاصة بشهر يونيو الى ان بالامكان تحقيق وفر اكبر وذلك لأن جزءا من الشهر المذكور تزامن مع شهر رمضان حيث ساعات العمل اقل من الايام الاعتيادية. وعند المقارنة بنتائج الدراسة النظرية اعلاه لمبنى الهندسة / الحاسب الالي يتبين بأن هناك تطابقا معقولا بين التقديرات المعتمدة على القراءات العملية وتلك الناتجة من استخدام برامج الحاسب الآلي. وتعود الفروقات بين التقديرات السالفة الى حقيقة ان البيانات الفعلية المتعلقة باستخدام المباني وأجهزة التكييف والاضاءة والتغير في الأحوال المناخية تختلف بعض الشيء عن تلك المفترضة في برامج الحاسب الآلي.

كانت الخطوة التالية هي القيام بالقياسات الفعلية لمقدار التوفير في استهلاك الكهرباء الناتج عن استخدام المبرمجات وعلى ذلك قمنا بتركيب مبرمجات اسبوعية للتحكم بتشغيل ضابطات الحرارة ومن خلالها التحكم بتشغيل أجهزة التكييف. وكان اسلوب عمل المبرمجات يقوم على أساس السماح لضابطات الحرارة بتشغيل أجهزة التكييف اثناء ساعات الدوام. وتم برمجة عمل الاجهزة بحيث تبدأ في السابعة صباحا وتقف عن العمل في الخامسة مساء. وتم تزويد المبرمجات بمفاتيح يدوية بحيث تسمح بتشغيل أجهزة التكييف خارج ساعات الدوام اذا ما تطلب الامر ذلك.

تم الانتهاء من تركيب المبرمجات في اواسط شهر يوليو حيث بدأ بعدها تسجيل نتائج التجارب. وكان اسلوب التجارب يقوم على أساس تشغيل المبرمجات لمدة أسبوع وتوقيفها من العمل خلال الاسبوع اللاحق وذلك لمقارنة النتائج وحساب التوفير في استهلاك الكهرباء باستخدام المبرمجات. وقد تم اجراء القياسات السالفة على خمسة مبان واتبع اسلوب قياس آخر في المبنى السادس. وندرج في الجدول (3) نتائج استهلاك الكهرباء مع وبدون المبرمجات. و يشمل الجدول ايضا على نتائج التوفير كنسبة مئوية من جملة الاستهلاك القاعدي (بدون مبرمجات). وتشير النتائج الى ان نسبة التوفير في الاستهلاك بلغت 40 ـ 50٪ من الاستهلاك القاعدي خلال شهري أغسطس وسبتمبر وانها انخفضت عن ذلك خلال شهر اكتوبر. ومن الواضح ان مقادير التوفير الفعلية أصغر من توقعات برنامج الحاسب الآلي. ومع ذلك فان الوفر الناتج كبير وعلى جانب كبير من الاهمية.

يمكن ملاحظة ان نسبة التوفير في المبنى رقم (4) كانت أصغر من التوفير في المباني الاخرى. و يعود السبب الاساسي في ذلك الى اسلوب الاستخدام غير الصحيح للمبرمج ذلك انه لوحظ مرارا ان المقيمين في المبنى لم يلتزموا بتعليمات تشغيل المبرمج خاصه عندما كان بعضهم يضطر للعمل خارج ساعات الدوام. و يلاحظ أيضا ان مقدار التوفير في الاستهلاك قد انخفض مع اعتدال الطقس الامر الذي يتفق مع واقع أن مقدار التبريد المطلوب والكهرباء اللازمة تعتمد على الاحوال المناخية بالدرجة الاولى.

وفيما يختص بالمبنى رقم (6) فقد استخدمنا ضابطات حرارية متعددة المراحل و يمكن برمجتها اسبوعيا. وتقوم ضابطات الحرارة «الذكية» هذه بوظائف الضابطات الاعتيادية والمبرمجات معا. و يمكن برمجة الضابطات الذكية للاحتفاظ بحرارة المبنى عند درجات مختلفة حسب جدول الدوام وشغل المبنى. وتتمتع ضابطات الحرارة الذكية بمزايا عديدة أخرى مثل التحكم بمعدل تدفق الهواء الخارجي النقي وامكانية برمجتها لفترات زمنية مختلفة وظروف تشغيل مختلفة. وكان من المتوقع ان يؤدي استخدام الضابطات الذكية الى تحسين عملية التحكم بالظروف البيئية داخل المبنى وتحسين امكانات التوفير في استهلاك الطاقة. وكذلك فقد وفر استخدام

الضابطات الذكية الفرصة لتغيير مواقع ضابطات الحرارة واختيار مواقع افضل بديلة وتقييم أثر ذلك على ظروف الراحة داخل المبنى.

تقييم ظروف الراحة داخل المبنى (6)

ان تغيير التحكم بالتكييف والاضاءة لتوفير الطاقة يؤثر بالضرورة على مستوى ظروف الراحة. ولذلك فمن الضروري التأكيد على أن أي تغيير في عملية التحكم يجب أن لا يغير من مستوى ظروف الراحة داخل المبنى بل أن يحسنها ان امكن ذلك. وفي محاولة لتقييم اثار التغيير في عملية التحكم بالتكييف والاضاءة في المبنى (6) فقد قمنا باجراء تقييم لظروف الراحة قبل وبعد تغيير عملية التحكم.

درجة الحرارة داخل المبنى:

لقد تم استبدال كافة ضابطات الحرارة الاعتيادية في المبنى بضابطات مبرمجة، عدا الضابطة الموجودة في غرفة الحاسب الالي. وحيث ان استخدام الضابطات الجديدة يحسن من امكانية التحكم بدرجة الحرارة داخل المبنى فقد كان من الضروري تقييم ملائمة مواقع الضابطات لتحقيق التحكم المنشود ومستوى الراحة المطلوبة. وقد قمنا باستفتاء العاملين في الدور الاول من المبنى للحصول على وجهة نظرهم فيما يتعلق بمستويات الراحة ومدى ملائمة مستويات الاضاءة ومواقع الضابطات. وتبين من الاستفتاء ان هناك ملاحظات عديدة حول هذه العوامل الامر الذي شكل حافزا لتحسين ظروف الراحة من خلال تغيير مستوى الاضاءة ومواقع ضابطات الحرارة.

وقمنا، قبل ادخال التغييرات بتسجيل توزيع درجة الحرارة في الطابق الاول من المبنى. ونقدم في الشكل (4) عينة لقياسات درجة الحرارة في مواقع مختلفة. وجدير بالاشارة انه يستخدم جهازي تكييف لتبريد هواء الطابق الاول بحيث يمول احدهما الجزء الشمالي و يمول الاخر الجزء الجنوبي للطابق. وتشير نتائج القياسات الى ان درجة الحرارة تتفاوت بشكل واضح وكبير من منطقة الى اخرى اذ انها تتفاوت ما بين 66 - 68° ف الى 74 - 76° ف في اماكن مختلفة من نفس الطابق. وكان هذا الاختلاف باعثا للشعور بعدم الراحة لدى الموظفين مما كان يدفعهم الى تغيير مستوى درجة التحكم في الضابطات الاعتيادية.

وكذلك كانت طريقة التحكم بالضابطات الاعتيادية تؤدي الى ايقاف مروحة دفع الهواء حين يتوقف الضاغط عن العمل مما كان يؤدي الى خلق أجواء خانقة في الاماكن مرتفعة الحرارة نسبيا داخل المبنى. وكان هذا يدفع بالعاملين في هذه الاماكن الى تغيير درجة التحكم الى درجة أصغر مما كان يضطر العاملين في الاماكن الباردة الى اغلاق جزء من فتحات الهواء أو اعادة تغيير درجة حرارة ضابطات الحرارة. وقد اتضح هذا الواقع في نتائج الاستفتاء الذي قمنا به حيث ذكر 16٪ من المستفتين بأن مستوى درجة الحرارة مقبول بينما ذكر 35٪ انها باردة جدا وذكر 39٪ ان درجة الحرارة لا تثبت على حال.

تبين من الاستفتاء ان مواقع ضابطات الحرارة غير ملائمة للتحكم الامثل بدرجة الحرارة، فقد كان واضحا ان بعض الضابطات لا تتأثر بدرجة حرارة هواء جهاز التكييف المفترض ان تتحكم تلك الضابطات بتشغيلها. ففي احدى الحالات تم تركيب ضابطة الحرارة بالقرب من السلم وقريبا من احدى النوافذ المفتوحة مما يعني ان ضابطة الحرارة تتأثر بحرارة مزيج من هواء التكييف والهواء الخارجي. وفي الحالة الاخرى كانت ضابطة الحرارة موجودة داخل غرفة صغيرة بعيدة عن التأثر بهواء المكيف المفترض ان تتحكم بتشغيله.

من الواضح انه كان ضروريا تغيير موضع ضابطات الحرارة. وقد اخترنا المواقع الجديدة الموضحة في الشكل (5) بعد القيام ببعض التجارب المتعلقة بحركة الهواء وتوزيع درجة الحرارة في كل منطقة من الطابق الاول، مع اخذ العوامل التالية بعين الاعتبار:

- قرب الموقع من فتحة رجوع الهواء الى المكيف.
- وجود حركة واضحة للهواء في الموقع الجديد وعدم وجود عوائق في طريقه.
- التأكد من عدم وجود أجهزة مولدة للحرارة قرب الموقع.
- وضع الضابطة في منطقة مكيفة كليا بواسطة جهاز التكييف المعني.
- ان تكون درجة الحرارة في موقع الضابطة ممثلة لمتوسط الحرارة في الاحياز المكيفة بالمكيف المعنى.

وبناء على ذلك تم تركيب ضابطات الحرارة في المواقع الجديدة وجرى برمجتها للقيام بعملية التحكم التالية:

- الاحتفاظ بدرجة الحرارة 76° ف للتبريد و 72°ف للتدفئة خلال ايام العمل (السبت الى الاربعاء) من الثامنة صباحا وحتى الرابعة والنصف بعد الظهر.
- الاحتفاظ بدرجة الحرارة عند 90° ف للتبريد و 55°ف للتدفئة خارج اوقات الدوام وخلال عطلة نهاية الاسبوع.

يبين الشكل (5) توزيع درجة الحرارة في الطابق الاول من المبنى بعد استعمال ضابطات الحرارة الجديدة. ويتضح من الشكل ان توزيع درجة الحرارة اصبح اكثر تجانسا. وقد ادى تشغيل مروحة دفع الهواء بشكل دائم اثناء فترة شغل المبنى الى تحسين ظروف الراحة في الاماكن ذات درجة الحرارة المرتفعة نسبيا. وقد اتضح الشعور بتحسين ظروف الراحة من خلال استفتاء قمنا به بعد اسبوعين من بدء عملية التحكم الجديدة. وتشير نتائج الاستفتاء المدرجة في الجدول (4) الى ان حوالي 50٪ من المستفتين كانوا راضين عن مستوى درجة الحرارة في المكاتب وغرف الاجتماعات بينما وجدت غالبية باقي المستفتين ان الجو بارد او حار قليلا. واما الذين افادوا بان درجة الحرارة متقلبة فكانوا نسبة ضئيلة.

تشير النتائج السالفة الى حصول تحسن واضح ومؤكد في الاحتفاظ بظروف الراحة داخل المبنى نتيجة تغيير نوع ضابطات الحرارة المستخدمة وتغير مواقعها. وليس واضحا بعد مساهمة كل عامل في التغييرات الحاصلة. غير ان بالامكان القول ان تغيير موقع الضابطات ادى الى حصول تجانس افضل في توزيع درجة الحرارة بينما ادى تغيير نوع ضابطات الحرارة الى ضبط درجة الحرارة بشكل افضل عند المستويات المطلوبة. ومن المتوقع ان يؤدي استخدام الضابطات الجديدة الى تحسين امكانات التوفير في استهلاك الطاقة غير انه لم تتح الفرصة للتأكد من ذلك بسبب ضيق الوقت وبداية الطقس المعتدل، وسنقوم بالمهمة المذكورة في خلال صيف 1985.

مستوي الاضاءة:

تم اجراء القياسات على مستويات الاضاءة بهدف تقييم مطابقتها للمعايير المعمول بها وتقدير امكانية تغييرها لتلائم مستويات الراحة المقبولة. وقد استخدم مقياس اضاءة لقياس شدة الاضاءة على ارتفاع المكاتب في الايام الصحو. ويبين الشكل (6) نتائج القياسات في الدور الاول من المبنى. وتدل النتائج على ان شدة الاضاءة في المكاتب المواجهة لجهة الجنوب كانت تفوق 1500 لوكس بالنسبة للمكاتب ذات الستائر المفتوحة. وبالنسبة للمكاتب ذات الستائر المغلقة جزئيا فقد تراوحت شدة الاضاءة بين 1000 ـ 1500 لوكس. وفي المكاتب المواجهة لجهة الشمال فقد كان مستوى الاضاءة مرتفعا أيضا اذ تراوح بين 1000 ـ 1500 لوكس. واما في المكاتب الداخلية فقد تراوح بين 500 ـ 1000 لوكس. ومن الواضح ان مستويات الاضاءة السالفة، باستثناء المكاتب الداخلية، تعتبر مرتفعة جدا وأعلى بكثير من توصيات وزارة الكهرباء والماء في الكويت (و ك م 1983 ب). ان توصيات الوزارة بالنسبة لمستويات الاضاءة تشير الى المقادير التالية:

ـ المكاتب	500 لوكس
ـ غرف الاجتماعات	ـ
ـ المستوى العام	300 لوكس
ـ اللوحة الايضاحية	500 لوكس
ـ الممرات	100 لوكس
ـ السلالم والدرج	150 لوكس

من الواضح ان بالامكان تخفيض مستويات الاضاءة دون احداث تأثير سلبي على ظروف الراحة داخل الاحياز المعنية. وحيث ان مصادر الاضاءة كانت تتشكل من وحدات تضم كل منها مصباحين من الفلورسنت، فقد وفر ذلك امكانية تخفيض مستوى الاضاءة وذلك بفصل بعض المصابيح بشكل انتقائي. ويبلغ عدد مصابيح الفلورسنت المستخدمة في الطابق الاول 272 مصباحا ويبلغ حملها الكهربائي 18 كيلواط. وقد تم فصل 63 مصباحا وتركز ذلك على الممرات والمداخل والسلالم. وفيما يتعلق بمستويات الاضاءة في المكاتب فقد تم فصل بعض المصابيح بعد اخذ موافقة الموظفين المعنيين. وقد ادى ذلك الى تخفيض حمل الاضاءة بحوالي 4 كيلواط او ما يعادل 32٪ من الحمل الاصلي. ولم تؤثر الاجراءات المذكورة على مستويات الاضاءة في المكاتب بشكل كبير وانما خفضت مستويات الاضاءة في المداخل والممرات الى

250 ـ 500 لوكس. وتوضح اجابات الموظفين على اسئلة الاستفتاء والمدرجة في الجدول (4) الى ان الموظفين المعنيين كانوا راضين عن مستويات الاضاءة الجديدة. ومع ان مستويات الاضاءة الحالية ما زالت اعلى من التوصيات الرسمية فان عدم الرضى من جانب البعض يعود الى التعود على مستويات الاضاءة العالية او نتيجة للشعور النفسي الناتج عن وجود مصباح مطفأ.

النتائج

نخلص من الدراسة الى النتائج الاساسية التالية:

ـ تشير الدراسة الى أن بالامكان تخفيض استهلاك الكهرباء في عملية تكييف المباني موضع الدراسة باكثر من 50٪ خلال أشهر الصيف الحارة باستخدام المبرمجات، وان نسبة التوفير تنخفض مع اعتدال الجو.

ـ ادى استخدام المبرمجات لايقاف أجهزة التكييف خارج اوقات العمل الى توفير يتراوح بين 33 ـ 53٪ من جملة الاستهلاك القاعدي في شهري أغسطس وسبتمبر. واما في شهر اكتوبر فقد انخفضت نسبة التوفير نتيجة اعتدال الجو.

ـ يؤدي تخفيض مستويات الانارة وعدد ساعات اشعال المصابيح الى توفير في استهلاك الكهرباء يتناسب مع الجوانب الكمية للاجراءات المتبعة. ويمكن تحقيق وفر مهم في الاستهلاك دون التأثير على مستويات الراحة داخل المباني. و يعتمد هذا الى حد كبير على التصميم الاولي لنظام الانارة.

ـ يمكن تحسين ظروف الراحة داخل المباني باختيار ضابطات الحرارة الملائمة واختيار مواقعها بصورة صحيحة والتحكم بمستويات الانارة واعداد المصابيح المستخدمة.

المراجع

Kellow, M., S. Ayyash, G. Fadel, M. Absi Halabi and M. Sulaiman. 1983
Energy Management in Buildings - A Special Study. Technical Report, KISR 995, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

Kellow, M. 1984. Energy Conservation in Kuwaiti Buildings: Technical and Economic Avaluation. Conference on Therrnal Insulation and Energy Conservation in Buildings. Bahrain Society of Engineers, Bahrain.

Ministry of Electricity and Water. 1983 a. Code of practice for Energy Conservation in Kuwait Buildings - with Six Appendices, MEW/R-6, 1st Edition, State of Kuwait.

Ministry of Electricity and Water. 1983b. Regulations for Electrical Installations, MEW/R-1, 4th Edition, State of Kuwait.

مازن كلّو ، سعود عياش ، 1984. ترشيد استهلاك الطاقة في المباني في الكويت ، المهندسون، عدد 18 ص 16، جمعية المهندسين الكويتية ، الكويت .

جدول (1) معلومات اساسية عن المباني موضع الدراسة

رقم المبنى	نوع البناء	المساحة المكيفة	عدد وحدات التكييف	القدرة التبريدية الاسمية (طن)
1	مبنى جاهز من دور واحد	450 م²	2	35
2	مبنى جاهز من دورين	1730 م²	6	135
3	مبنى اسمنتي من دورين	1050 م²	6	72
4	مبنى جاهز من دور واحد	560م²	2	35
5	مبنى جاهز من دور واحد	680 م²	2	35
6 *	مبنى اسمنتي من دورين	3288 م²	11	230

* يشير المبنى رقم (6) الى مبنى الهندسة / الحاسب الالي في المعهد .

جدول (2)

قياسات استهلاك اجهزة التكييف من الطاقة الكهربائية اثناء ساعات الدوام، يوميا واسبوعيا والامكانات المتاحة للتوفير في الاستهلاك يوميا ، واسبوعيا (ك و س)

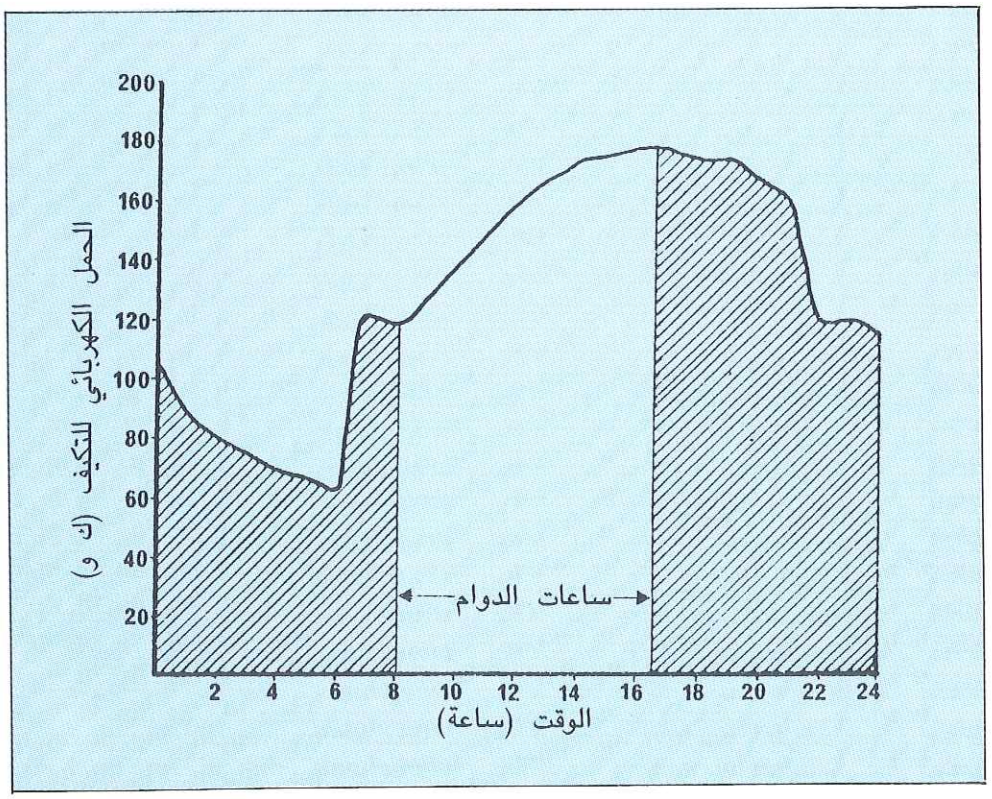
رقم المبنى	الشهـر	متوسط الاستهلاك اليومي اثناء ساعات الدوام	اليـوم	متوسط الاستهلاك الاسبوعي اثناء ساعات الدوام	الاسبـوع	نسبة التوفير الممكنة يوميا	اسبوعيا
1	مايو	162	235	808	1438	31	44
	يونيو	95	291	504	1788	67	72
	يوليو	173	343	868	2093	50	59
2	يونيو	347	853	1733	5364	59	68
	يوليو	552	1241	2763	7377	56	63
3	مايو	361	773	1806	4643	53	61
	يونيو	215	807	1079	5070	73	79
	يوليو	421	971	2106	7118	57	70
4	مايو	250	522	1251	3162	52	60
	يونيو	178	477	890	3278	63	73
	يوليو	330	668	1649	5273	51	69
5	يونيو	105	299	525	2097	65	75
	يوليو	182	412	911	2766	56	67
6	يوليو	1041	2373	5232	15822	56	67
	اغسطس	906	1922	4882	12687	53	62
	سبتمبر	1006	1990	5029	12466	49	60
	اكتوبر	740	1342	4542	10275	45	65

جدول (3) قياسات استهلاك اجهزة التكييف من الطاقة الكهربائية مع وبدون استخدام المبرمجات

رقم المبنى	الشهـر	متوسط الاستهلاك الاسبوعي من الطاقة الكهربائية ونسبة التوفير الاستهلاك		
		بدون مبرمج	مع مبرمج	التوفير الفعلي (٪)
1	اغسطس	1902	904	52,5
	سبتمبر	1659	892	46,2
	اكتوبر	1090	757	30,6
2	اغسطس	6203	3717	40,1
	سبتمبر	7104	4040	43,1
	اكتوبر	4463	3095	30,7
3	اغسطس	5583	3038	45,6
	سبتمبر	5516	3135	43,2
	اكتوبر	3842	2467	35,8
4	اغسطس	3761	2490	33,8
	سبتمبر	3179	2110	33,6
	اكتوبر	2737	1942	29,1
5	اغسطس	2216	1154	47,9
	سبتمبر	1902	1184	37,8
	اكتوبر	1100	950	13,6

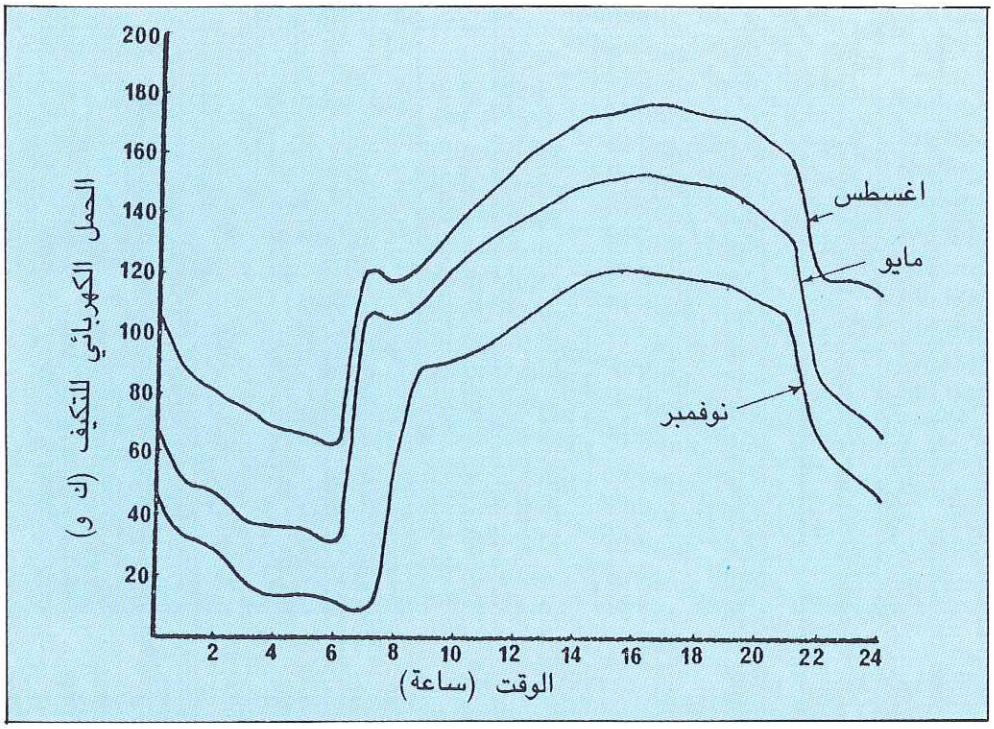
جدول (4)
نتائج الاستفتاء حول ظروف الراحة بعد تغيير نوع ومواقع ضابطات الحرارة وخفض مستوى الاضاءة

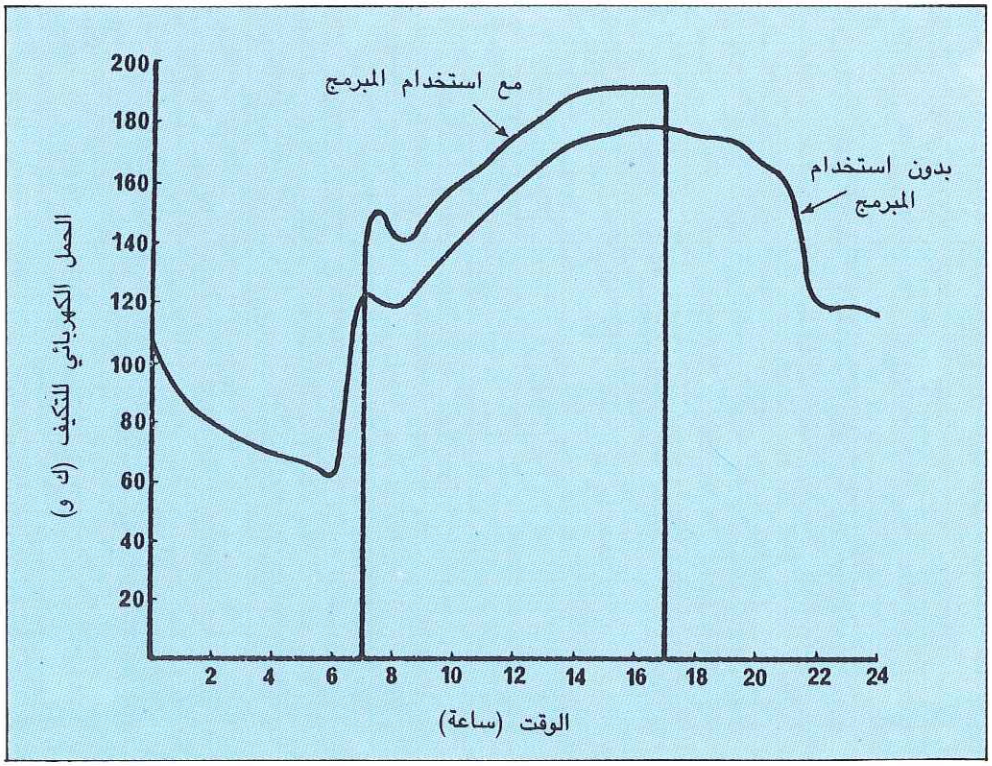
ظروف الحيـــز	موقع الحيز	توزيع الاجابات بالنسبة المئوية				
		منخفض جدا	منخفض باعتدال	مريح	مرتفع باعتدال	مرتفع جدا	متقلب
درجة الحرارة من حيث البرودة والدفء والتقلب	مكاتب	-	19,4	45,2	22,6	-	12,8
	غـرف اجتماعات	-	29,2	50,0	8,3	-	12,5
	مداخل	-	3,7	85,2	7,4	3,7	-
التهوية وحركة الهواء	مكاتب	6,4	29,0	55,0	6,4	3,2	-
مستوى الاضاءة وشدتها من حيث شدة الوهج او انخفاضه	مكاتب	3,3	26,7	70,0	-	-	لا ينطبق
	غرف اجتماعات	-	13,0	87,0	-	-	= =
	مداخل	-	30,8	69,2	-	-	= =



شكل (1): المنحنى اليومي للحمل الكهربائي المطلوب لتكيف مبنى الهندسة/ الحاسب الآلي في المعهد ويمثل المنحنى متوسط الحمل الكهربائي ايام العمل خلال شهر اغسطس

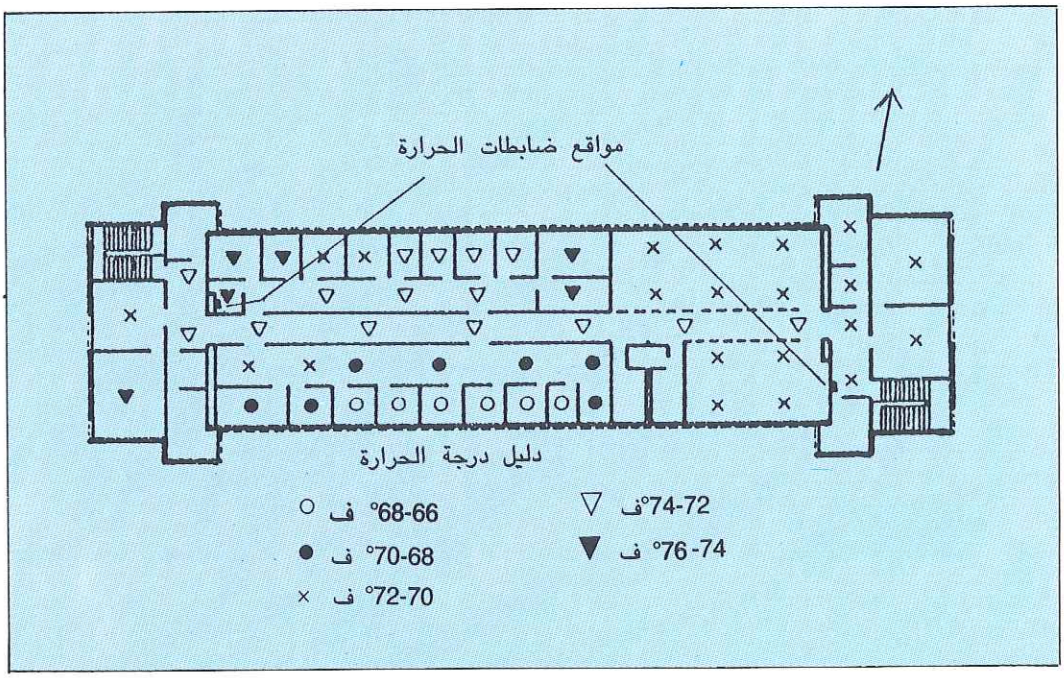
شكل (2): المنحنى اليومي للحمل الكهربائي المطلوب للتكيف في أشهر مايو واغسطس ونوفمبر وتمثل المنحنيات متوسط الحمل في ايام العمل

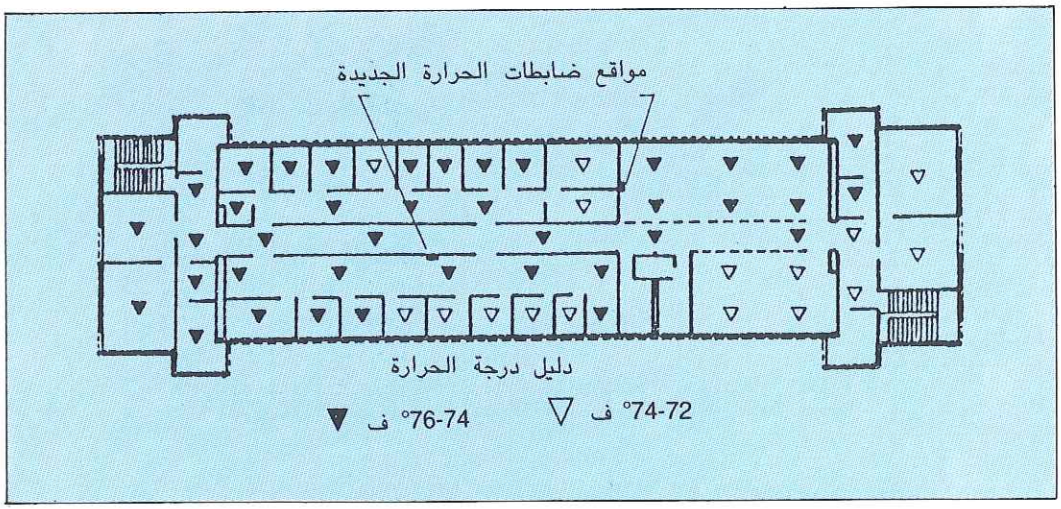




شكل (3): المنحنى اليومي للحمل الكهربائي المطلوب للتكيف مع وبدون استخدام المبرمجات

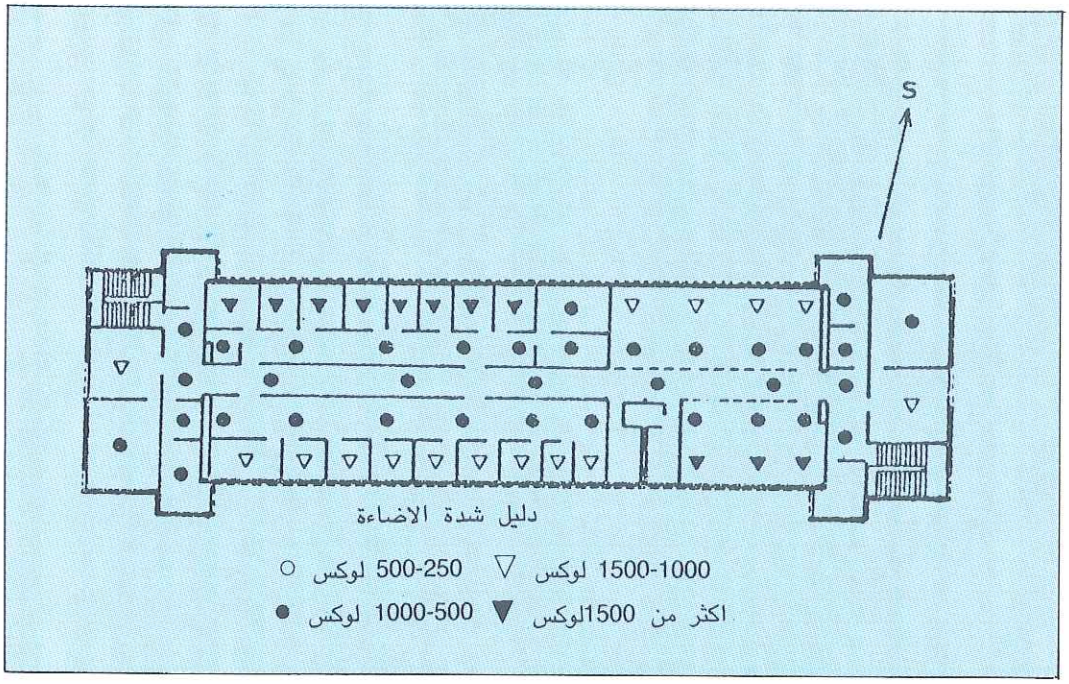
شكل (4): توزيع درجة الحرارة في الطابق الأول من مبنى الهندسة/الحاسب الآلي في المعهد الناتج عن استخدام ضابطات الحرارة الاعتيادية في المواقع المشار لها



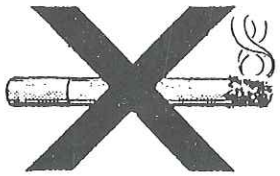


شكل (5): توزيع درجة الحرارة بعد تغيير نوع ومواقع ضابطات الحرارة

شكل (6): تغيير شدة الاضاءة في الطابق الأول من المبنى الناتج عن وحدات الاضاءة الأصلية



ان مضار التدخين



اقتصادية وصحية،

علاوة على كونه من

الخبائث المكروهة

الى درجة التحريم من الناحية الشرعية.

ناشيونال
National
National
تعالوا إلى واحة.. ناشيونال
ناشيونال
National
الوكيل العام عيسى حسين اليوسفي
الشويخ - ت: ٨٤٥١٨٧ ~ ٨٤٣٧٠٧

المهندس محمد السيد عبد المحسن الرفاعي وزير الكهرباء والماء يلقي الكلمة

كلمة الوزير

والقى وزير الكهرباء والماء السيد المهندس محمد السيد عبد المحسن الرفاعي كلمة الافتتاح في المناسبة وفيما يلي نص الكلمة.

بسم الله الرحمن الرحيم

أيها الاخوة والاخوات

يطيب لي أن أرحب، باسمكم جميعا، بالسادة المشاركين في هذه الندوة و يسعدني أن يكون بيننا اخواننا ممثلوا الجمعيات الهندسية بدول مجلس التعاون والهيئات المدعوة، الذين نتمنى لهم طيب الاقامة بيننا، كما أود أن اسجل شكري وتقديري لجمعية المهندسين الكويتية وللهيئات المشاركة على جهودهم في تنظيم هذه الندوة والدعوة لها، وفي تحضير البحوث والدراسات.

و يسعدني أن أقوم ـ نيابة عن حكومة دولة الكويت وباسم جمعية المهندسين الكويتية والهيئات المشاركة ـ بافتتاح ندوة «المحافظة على الطاقة في دولة الكويت» متمنيا لكم كل نجاح وتوفيق في مداولاتكم، ومتطلعا الى خروج ندوتكم هذه بنتائج وتوصيات ايجابية تعود علينا جميعا بالنفع العميم.

أيها الأخوة والأخوات،

ان الطاقة، بشتى اشكالها، عنصر اس
كل انسان في مختلف المجتمعات، ولا تق
الضرورات الأخرى من مأكل ومشرب وم
لاسيما في عصرنا الحاضر حيث تلعب
متزايدا في انتاج وتوفير جميع احتياجا
الأساسية والكمالية على حد سواء، وفي
الراحة والرفاهية له وتحريره من الاعم
ومن بذل اي مجهود عضلي حتى اوصلته
المجتمعات ـ الى حالة الاتكال والكسل.

ومن الملاحظ ان معظم المجتمعات
تتنبه في الماضي الى محدودية مصادر الط
تعتبر استمرار توفرها أمرا بديهيا والح
باسعار رخيصة امرا مسلما به ومضمونا
على انماط مسرفة في استهلاك الطاقة تصل
حد سوء الاستخدام. وكان سبب ذلك هو ت
لفترة طويلة باسعار زهيدة جدا وبك
محدودة حين كانت الهيئات صاحبة الا
باستغلال المصادر الطبيعية ـ ومنها الطا
ضوابط او حدود، هادفة فقط الى تحقي
السريعة ودون الالتفات الى مصالح المجتمعا
هذه المصادر أو الى الصالح الانساني العام.

ومن المؤسف ان بعض مجتمعاتنا في منطقة الخليج تميزت عن غيرها في انماط الاستهلاك المسرف، لاسيما في القطاع السكني، أولا بسبب توفر مختلف اشكال الطاقة باسعار زهيدة مدعومة من الحكومات، وثانيا بسبب قسوة الظروف المناخية وما يترتب على ذلك من ضرورة تلطيف الاجواء الداخلية في المباني الحديثة، وثالثا بسبب اغفال تطبيق اسس الحفاظ على الطاقة في المباني في غمرة الطفرات الانشائية السريعة، وغيرها من الاسباب الاجتماعية والاقتصادية التي تتميز بها هذه المنطقة. أقول من المؤسف لان دول منطقة الخليج لها علاقة وثيقة خاصة بالطاقة، وبالذات النفط الذي يشكل المصدر الرئيسي للدخل العام فيها، وحرى بها لذلك أن تكون احرص من غيرها في المحافظة على هذا المصدر وفي اطالة امده قدر الامكان.

أيها الأخوة ولأخوات،

بحكم كوني وزيرا للكهرباء والماء، فانني انظر الى موضوع استهلاك الطاقة في الكويت من منظار استهلاك الكهرباء والماء اللذين يتطلب انتاجهما استهلاك أكثر من نصف اجمالي استهلاك الكويت المحلي من النفط ومشتقاته. فقد بلغ استهلاك وزارة الكهرباء والماء من الوقود خلال العام الماضي 1984 حوالي 36 مليون برميل من النفط اي بمتوسط قدره حوالي مائة الف برميل في اليوم من النفط المكافيء، وهذا يشكل حوالي 10٪ من معدل الانتاج من النفط. فلو استمر نمو الاستهلاك بنسبة 7٪ فقط سنويا، فان احتياجات الوزارة من الوقود عام 2000 ستصل الى حوالي ثلاثة اضعاف المستوى الحالي، اي حوالي ثلاثمائة الف برميل في اليوم من النفط المكافيء، وهذه الكمية تشكل 30٪ من معدل الانتاج الحالي وتبلغ قيمتها التصديرية أكثر من مليونين ونصف مليون دينار يوميا بالاسعار السائدة في الوقت الحاضر. ونفقات الوقود ـ مع كونها باهظة ـ الا انها ليست الاعباء المالية الوحيدة المترتبة على انتاج وتوزيع الكهرباء والماء، بل هناك ايضا التكاليف الانشائية الضخمة اللازمة لاقامة محطات التوليد ووحدات التقطير واقامة شبكات نقل وتوزيع الكهرباء والماء بالاضافة الى المصاريف العائدة للتشغيل والصيانة والادارة. ولبيان احجام هذه الاعباء المالية اوجز لكم بعض الارقام العائدة لموازنة الوزارة لعام 84 ـ 1985، والتي تضمنت 330 مليون دينار لنفقات استهلاك الوقود، 405 مليون دينار للتكاليف الانشائية، 64 مليون دينار لمصاريف التشغيل والصيانة والادارة. وبالمقابل تبلغ الايرادات الاجمالية المقدرة من مبيع الكهرباء والماء خلال السنة 84 ـ 1985 حوالي 51 مليون دينار فقط. وغنى عن البيان ان الفجوة بين الاعباء المالية وبين الايرادات واسعة جدا، وهي آخذة في الاتساع بسبب التضخم النقدي وارتفاع الاسعار وازدياد مقدار الاستهلاك.

ولهذا، بدأت الوزارة منذ عدة سنوات بادخال برامج مركزة للحفاظ على الطاقة الكهربائية في المباني، شاركت فيها الوزارات والهيئات المعنية بتصميم وانشاء المباني، واستحدثت انظمة محددة لاستخدام المواد العازلة وأسس ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في المباني. وقد بدأت هذه البرامج والانظمة تعطي ثمارها خلال السنوات الاخيرة اذ كان لها أثرا ملحوظا ـ وان كان ليس بمستوى الطموح ـ الا انه على أية حال ساعد الى حد ما على تخفيض نسبة النمو السنوي للحمل الكهربائي. ومع ان النتائج التي تحققت حتى الآن ليست مرضية تماما، فاننا نتطلع الى نتائج أفضل واعمق مع ازدياد وانتشار وعي المستهلكين. هذا وتسعى الوزارة، بالتنسيق مع وزارات الكهرباء والماء والطاقة في دول مجلس التعاون، الى تعديل أسعار مبيع الكهرباء والماء بشكل يضيق الفجوة بين الاعباء والايرادات من ناحية، ويحث على ترشيد الاستهلاك ويشذبه من الاسراف والهدر، وبدون أية أعباء مالية اضافية تصيب ذوي الدخول المحدودة.

أيها الأخوة والأخوات،

اني على يقين ان البحوث التي ستناقش في ندوتكم هذه ستعالج افضل السبل والوسائل الهندسية والعلمية والعملية، للحفاظ على الطاقة في الكويت بمختلف اشكالها وليس فقط للطاقة الكهربائية. وآمل ان تحظى البحوث التي ستناقش في ندوتكم وكذلك مداولاتكم وملاحظاتكم عليها اوسع قدر من التغطية الاعلامية، حتى تصل الى جميع فئات المستهلكين كي تعم الفائدة.

وفي الختام، ارحب بكم مرة اخرى، وأدعو الله ان يكلل جهودكم بالنجاح والتوفيق للاسهام في تحقيق الاهداف الرامية الى تقدم ورفعة شأن هذا البلد العزيز في ظل توجيهات قائد مسيرة النهضة والبناء سمو الامير وولي عهده الامين.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

المهندس بدر الرفاعي رئيس جمعية المهندسين الكويتية يلقي الكلمة

كلمة رئيس جمعية المهندسين

والقى المهندس بدر السيد عبد الوهاب الرفاعي رئيس جمعية المهندسين الكويتية كلمة شكر فيها وزير الكهرباء والماء على رعايته للندوة. وتناول في كلمته عرضا لنشاطات الجمعية واهتمامها بتشجيع البحوث العلمية عن طريق عقد مثل هذه الندوات، ونشاطاتها على الصعيد الداخلي والخارجي وفيما يلي نص ما جاء فيها.

«بسم الله الرحمن الرحيم»

سعادة وزير الكهرباء والماء
السادة اعضاء الوفود من دول مجلس التعاون
سيداتي، سادتي
حضرات الضيوف الكرام

يسعدني ان اتقدم بالشكر والتقدير لسعادة وزير الكهرباء والماء الاخ الزميل المهندس محمد السيد عبد المحسن الرفاعي، الذي سوف يتفضل بافتتاح «الندوة الاولى للمحافظة على الطاقة» التي تنظمها وتديرها جمعية المهندسين الكويتية، كما يسعدني ان ارحب بكم جميعا في بلدكم الكويت. ولا يفوتني في هذه المناسبة الا ان اعبر عن عميق الشكر والتقدير لوزارة الكهرباء والماء، وكذلك وزارة الشؤون الاجتماعية والعمل للدعم الذي قدم لهذه الندوة.

حضرات السادة..

ان جمعية المهندسين في سعيها لخدمة المهنة الهندسية تركز اهتمامها على كافة الأنشطة الثقافية والاجتماعية سواء على الصعيد الداخلي أو الخارجي. ففي المجال الداخلي تنظم الجمعية المحاضرات والدراسات والندوات، وتدعو اليها المختصين، وذلك لالقاء الضوء على اهم القضايا الهندسية ومواكبة التطور المستمر بالنسبة لهذه المهنة. وتدعيما لهذا الهدف تقوم الجمعية بتنمية رصيد مكتبتها باستمرار عن طريق تزويدها بكل ما هو جيد وجديد من الكتب والمراجع والمجلات الهندسية والدوريات لتوفير المراجع

المتخصصة. واستمرارا في اداء رسالة الجمعية بالنسبة للمهنة الهندسية قمنا بدراسة المواضيع الفنية ذات العلاقة بالمهندسين والمكاتب الهندسية، ومنها تعديل الاتفاقية بين المالك والمستشار، وادخال التعديلات اللازمة على بنود مشارطة التحكيم لتتمشى مع قانون المرافعات المدنية بدولة الكويت، اضافة الى تعديل سلم الاتعاب نظير الاستشارات ليتناسب مع المستوى الحالي للخدمات الاستشارية المطلوبة ومستوى التكاليف السائدة.

وفي مجال التعاون مع وزارات الدولة تقوم الجمعية بدور هام مع وزارة العدل في اعمال التحكيم في المنازعات، كما تتولى تقييم ومعادلة شهادات المهندسين الذين يرغبون الالتحاق بالدوائر الحكومية والمؤسسات الأهلية بغية المحافظة على مستوى مهني وفني جيد في وطننا. وقد تبنت جمعية المهندسين الكويتية مشروعا يعمم المصطلحات الهندسية، منذ بداية نشأة هذه الفكرة الى حين انجاز هذا المشروع الذي عهد به الى احدى المؤسسات الكويتية لطباعته ونشره. وبالنسبة لرعاية المهندسين، قامت الجمعية باعداد مشروع كادر مطور، لرواتب المهندسين العاملين في الدولة ومؤسساتها بالتشاور مع مجلس الخدمة المدنية حيث صدر قراراً رسميا باعتماد هذا الكادر بما يضمن حقوق المهندس ويحافظ على مستوى المهنة الهندسية في هذا البلد.

ومن النشاطات البارزة للجمعية ما تقوم به من ندوات موسعة تعالج المواضيع الاساسية المتعلقة بالتنمية والتطور، مثل ندوة الصناعة التي قامت بها جمعية المهندسين الكويتية بالتعاون مع وزارة التجارة والصناعة، التي حضرها المسؤولين عن الشؤون الصناعية بدول الخليج العربي.

ومن المنجزات الداخلية مشروع دراسة لمشكلة الاسكان في الكويت الذي تولت الجمعية اعداده بتكليف من الجهات العليا، تضمن هذا المشروع دراسة شاملة وقدم اقتراحات بالحلول الملائمة لطبيعة هذه المشكلة. ولمواكبة الزيادة المطردة في المنشآت كما ونوعا أصبح ضروريا توحيد الأسس المتبعة في تصميم وتنفيذ المشروعات. لذلك شكلت لجنة لمتابعة تطبيق كود الخرسانة المسلحة وجمع وتنقيح الملاحظات التي ترد اليها من المؤسسات العامة والخاصة، والافراد، ورفع ما تراه مناسبا من تعديلات الى اللجنة العلمية التي شكلها المكتب التنفيذي لاتحاد المهندسين العرب، لمتابعة تطبيق كود الخرسانة المسلحة. وقد رأت الهيئة الادارية لجمعية المهندسين الكويتية ان يكون تطبيق الكود تدريجيا لحين توفر الشروط الكفيلة بالتطبيق الالزامي، مع تشجيع المؤسسات العامة والخاصة لاستعمال هذا الكود. واستكمالا لاهتمامات الجمعية بالنشاطات الداخلية، حرصت الادارة على رعاية النشاط الاجتماعي، نظراً للازدياد المطرد في عدد الأعضاء الذي بلغ حاليا اكثر من 7500 مهندسا، كما ان النشاط الرياضي، بعد عمل التجديدات الشاملة في جميع مرافق النادي، أصبح متنوعا ومناسبا لحاجات الأعضاء.

حضرات السادة

ان هذا العرض الموجز يوضح اهداف وبرامج جمعية المهندسين الكويتية في خدمة المهنة الهندسية. واليوم اذ نقوم بتنظيم هذه الندوة للمحافظة على الطاقة في الكويت نأمل بتطوير النقاش فيها بما يسهل فتح باب التعاون العلمي على كافة المستويات.

ان الموضوعات والبحوث التي ستناقش في هذه الندوة تغطي النواحي التطبيقية من واقع المشروعات التي نفذت في الصناعات البتروكيماوية ومصافي النفط ومحطات تقطير المياه وتوليد الكهرباء في الكويت. وفي المجال الأكاديمي شاركت جامعة الكويت بعدة دراسات مميزة بالاضافة الى البحوث المقدمة من معهد الكويت للأبحاث العلمية.

ان مشاركة هذه النخبة من المهندسين والباحثين العرب في هذه الندوة دليل واضح يعبر عن مدى الاهتمام والتشجيع لعمل الدراسات والبحوث المتعلقة بترشيد استهلاك الطاقة والتوفير في استخدامها، وذلك محافظة على ثروتنا القومية والاستفادة منها بالطرق الفنية لترشيد الاستهلاك وفق المعايير الاقتصادية.

وفي ختام هذه الكلمة اتوجه باسمى آيات الشكر لصاحب السمو امير البلاد الشيخ جابر الاحمد الجابر الصباح لرعايته لكافة الأنشطة العلمية والتقنية وللاهتمام والتشجيع من سمو ولى العهد الشيخ سعد العبد الله الجابر الصباح لاقامة مثل هذه الندوات العلمية في الكويت لافساح المجال لتطوير هذه الأنشطة.

وفقنا الله لخدمة هذا البلد الطيب ولنهضة امتنا العربية.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

المهندس مؤيد عبدالعزيز الرشيد
المنسق العام للندوة

كلمة المنسق العام

وألقى المهندس مؤيد عبد العزيز الرشيد المنسق العام «للندوة الاولى للمحافظة على الطاقة في دولة الكويت» كلمة شكر فيها بدوره وزير الكهرباء والماء على رعايته للندوة ورحب بالضيوف الوافدة من دول مجلس التعاون، وأشار الى أهمية مسألة المحافظة على الطاقة والأهداف المرجوة من عقد هذه الندوة. وفيما يلي نص الكلمة.

بسم الله الرحمن الرحيم

سعادة وزير الكهرباء والماء
السادة ضيوفنا الكرام
الاخوة الزملاء

باسم اللجنة الثقافية بجمعية المهندسين الكويتية، يطيب لي ان أتوجه بالشكر الى سعادة وزير الكهرباء والماء المهندس محمد السيد عبد المحسن الرفاعي لتفضله بافتتاح هذه الندوة ورعايته لها، كما يسعدني أن أتوجه بالود والامتنان الى الاخوة أعضاء وفود دول مجلس التعاون والجمعيات الهندسية، راجيا لهم طيب الاقامة واجتماعا ناجحا ان شاء الله، آملا ان نوفق في ان نكون عند حسن ظنكم وأن تكون الترتيبات التي اتخذت لاعداد هذه الندوة مناسبة لكم، ونعتذر سلفا عن أي تقصير غير مقصود قد يحدث.

ان الطاقة هي نبض التقدم في عالمنا المعاصر، والاداة الأساسية في تنمية الاقتصاد العالمي، يشهد على ذلك مظاهر التقدم والارتقاء الباهر التي تنعم بها البشرية. ولا شك ان النهضة التي تشهدها دول مجلس التعاون هي أحد ثمار الطاقة التي حباها الله بها، ولكن محدودية كمياتها على وفرتها يفرض علينا تنمية وتطوير مصادرها، مع المحافظة عليها بترشيد استهلاكها. وكما تعلمون فان العالم منذ أوائل السبعينات يمر بمرحلة انتقال من عهد الطاقة الزهيدة الغير مكلفة الى عهد الطاقة النادرة والمكلفة، مما يدعونا نحن أبناء هذه المنطقة الى الالتفات الى ما في أيدينا من مصادر لهذه الطاقة والمحافظة عليها وتنمية استقلالها بالصورة المثلى.

ولا يخفى علينا ان خطط التنمية في دولنا قامت، وتقوم على التصنيع المبني على استغلال الغاز الطبيعي ومشتقات النفط كمادة خام، وكوقود في نفس الوقت بصورة مباشرة، او عن طريق توليد الطاقة الكهربائية. واذا نظرنا حولنا نجد ان الماء الذي نشربه يعتمد أساسا على توفر هذه الطاقة، يدل على ذلك وجود أكبر محطات لتحلية المياه عرفها العالم في المنطقة.

كل ذلك دعانا في جمعية المهندسين الكويتية الى المبادرة في الاعداد والدعوة لهذه الندوة عملا على تحقيق الأهداف التالية:

- تسليط الضوء على موضوع المحافظة على الطاقة لأهميته في الاقتصاد الوطني.
- تلمس الجوانب المختلفة التي نحافظ على الطاقة من خلالها.
- ابراز المشاكل والمعوقات التي تواجه برامج المحافظة على الطاقة.
- تقييم الأساليب المتبعة للمحافظة على الطاقة في الكويت.
- تبادل الخبرات في مجال المحافظة على الطاقة بين الهيئات والمؤسسات الوطنية.
- وضع تصور لمستقبل المحافظة على الطاقة في الكويت.

وقد قامت اللجنة الثقافية منذ أكثر من عام، بصياغة هذه الأهداف الستة وقامت بعرض موضوع الندوة وأهدافها على سعادة وزير الكهرباء والماء، الذي أبدى ترحيبه وأبدى استعداد الوزراة لتقديم كل دعم ومساندة لها. وعلى أثر ذلك تم تشكيل لجنتين انبثقتا عن اللجنة الثقافية، احداهما ادارية مهمتها اعداد البرامج واجراء الاتصالات والتنسيق مع الجهات المعنية، وهي وزارة الكهرباء والماء، وزارة الشؤون الاجتماعية والعمل، معهد الكويت للأبحاث العلمية، جامعة الكويت، معهد الكويت للتكنولوجيا التطبيقية، شركة صناعة الكيماويات البترولية، شركة البترول الوطنية الكويتية، بالاضافة الى اعداد الدعوات الى الوفود والوزارات والشركات والمؤسسات المحلية. ولجنة فنية تقوم باستلام البحوث والأوراق وتنسيق اعدادها ومراجعتها والاشراف على طباعتها.

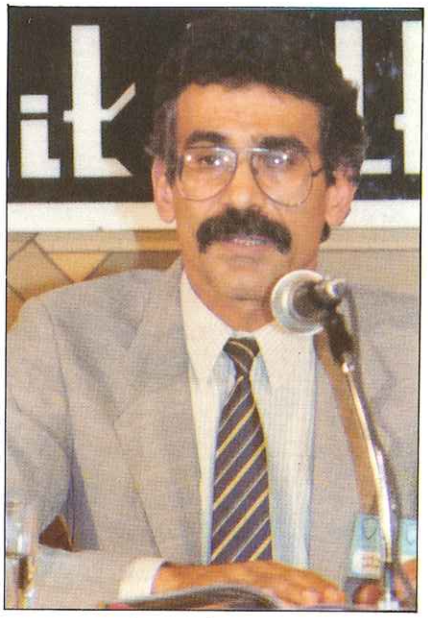
ان ما يبعث على الثقة و يغمر القلب سرورا هو الالتزام باعتبار اللغة العربية شرطا أساسيا في تقديم أبحاث هذه الندوة، وهي إثناعشر بحثا يشارك فيها نخبة من الاساتذة والمهندسين العاملين في مجالات توليد وانتاج الطاقة ومن المستهلكين لها العاملين في المجالات الصناعية، بالاضافة الى المختصين في البحث العلمي بجامعة الكويت ومعهد الكويت للأبحاث العلمية، ومعهد الكويت للتكنولوجيا التطبيقية في دولة الكويت.

اسمحوا لي في الختام ان أتوجه بالشكر الى الوزارات والهيئات التي ساهمت في عقد هذه الندوة. وأتوجه بالشكر والامتنان الى زملائي المهندسين أعضاء اللجنة الثقافية الذين ساهموا بالجهد الوفير للاعداد والتحضير لهذا الملتقى الخليجي الهام. كما أود ان أنوه بأهمية المناقشات والحوار المثمر الذي نتوقعه من جميع المشاركين بهدف تبادل الأفكار والخبرات واغتنام فرصة تواجد هذا الحشد الكبير من المختصين والعاملين في المجالات المختلفة. وتعميما للفائدة سيتم تجميع خلاصة الأفكار والأبحاث والمناقشات التي يتم طرحها خلال أيام الندوة لطبعها في كتيب يوزع على المشاركين في وقت لاحق.

والله أسأل أن يوفقنا جميعا لخدمة وطننا وأمتنا العربية.

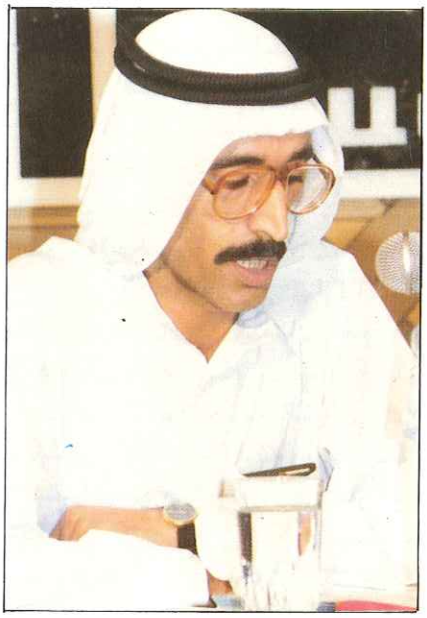
والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

لقطة من المؤتمر



د . عدنان شهاب الدين
رئيس الجلسة الاولى

م . حسن علي البصيري
مقرر الجلسة الاولى



م . يوسف محمد الهاجري

ترشيد استهلاك الطاقة
اليوم الأول

عقدت اجتماعات الجلسة الأولى «للندوة الاولى للمحافظة على الطاقة في دولة الكويت» تحت عنوان «ترشيد استهلاك الطاقة»، برئاسة الدكتور عدنان شهاب الدين، والمهندس حسن البصيري مقررا للجلسة التي اشتملت أعمالها على ثلاثة بحوث.

قدم البحث الأول المهندس يوسف الهاجري، من وزارة الكهرباء والماء، بعنوان «تطور ترشيد استهلاك مرفقي الكهرباء والماء في الكويت».

يتناول البحث تطور الطلب على مرفقي الكهرباء والماء واهتمام وزارة الكهرباء والماء في الكويت بهذه الظاهرة، بهدف الحد من معدل الارتفاع في الطلب ومحاولة تخفيضه الى معدلات معقولة، وكذلك الحد من الهدر والاسراف في استخدام الطاقة والمياه الناجمين عن رخص هاتين الخدمتين. و يوضح البحث ان الوزارة قامت في عام 1979 بوضع خطة للترشيد اعتمدت على عدة منطلقات أساسية، هي كما يلي:

أولا: خطة اعلامية لتوعية جمهور المستهلكين لأهمية هاتين الخدمتين، ضرورة الحفاظ على الثروة القومية بصفة عامة.

وبدأت الوزارة تنظيم حملات اعلامية منذ عام 1980، وقد استندت هذه الحملة الى القنوات التالية للوصول الى المستهلك.

1 ـ وسائل الاعلام المختلفة من اذاعة وتلفزيون وصحافة.
2 ـ الملصقات والكتيبات الارشادية، والتي تهدف الى توعية المستهلك بأهمية المحافظة على الطاقة والمياه.
3 ـ الندوات واللقاءات والمسابقات، بالتنسيق مع المؤسسات والوزارات كوزارتي التربية والشؤون الاجتماعية والعمل.

ثانياً: استخدام العزل الحراري في البيوت والمنشآت الجديدة بهدف التقليل من الحاجة الى الطاقة، مع الابقاء على مستوى جيد من الخدمة. وقد رفعت الوزارة نتائج دراساتها بهذا الخصوص الى مجلس الوزراء، وتعاقدت مع معهد الكويت للأبحاث

العلمية لوضع الدراسات التكميلية. كما قامت الوزارة في 1981 باصدار ارشادات بشأن تطبيق استخدام العازل الحراري في المباني لحين استكمال الدراسة.

وقد أنهى معهد الكويت للأبحاث العلمية دراسته التكميلية حيث قامت الوزارة على أثرها في عام 1983 باصدار الارشادات العامة بشأن تطبيق وسائل العزل الحراري مع التعليمات الخاصة بتقنين الطاقة وخواص العزل الحراري وطرق تركيبه.

ثالثاً: وسائل الحفاظ على الطاقة الأخرى، والتي من الضروري ان يتم اظهارها لتدخل حيز التطبيق، وذلك بالتنسيق مع الجهات المختلفة ومن بينها بلدية الكويت. وقد تم التركيز في هذا الخصوص على:

1 ـ التصميم العمراني لما له من أثر كبير في وفر للطاقة لا يستهان به.
2 ـ معدات وأنظمة التكييف ذات الكفاءة العالية، مع امكانية استغلال انظمة تخزين المياه المستعملة في تكييف الهواء، والمبادلات الحرارية.
3 ـ امكانية عزل المباني القائمة أصلا.

رابعاً: اقتراح تعرفة جديدة بحيث يشارك المستهلك بنصيب أوفر في نفقات انتاج الطاقة آخذة بالاعتبار ان يكون الدعم للمستهلك الذي يساهم بصورة مباشرة في الترشيد. وقد اقترحت دراسة قدمتها الوزارة بهذا الصدد نظام الشرائح الاستهلاكية، لما سيكون لهذا النظام من زيادة المساهمة في الترشيد في الاستهلاك وخفض معدل النمو فيه.

المناقشة

دار النقاش حول التعرفة الجديدة المقترحة في الكويت بخصوص الاستهلاك الكهربائي، والتي يقوم نظامها على اساس متوسط الاستهلاك السنوي. حيث تكون نسبة الزيادة في الاستهلاك من 500 الى 1500 كيلوات ساعة، ثم تبدأ النسبة بالزيادة حسب زيادة معدة سلفا من قبل الوزارة. وقد قارن احد المشاركين فكرة نظام التعرفة الجديدة، بتعرفة الاستهلاك الجديدة التي تم اقرارها في البحرين بموجب قرار اميري. الا ان هذا النظام لم يخفض من الاستهلاك الكهربي رغم ارتفاع التعرفة الى 33٪.

واقترح في النقاش ان تقوم وزارة الكهرباء والماء باصدار بعض القواعد مثل اشتراط كفاءة معدل القدرة في اجهزة التكييف، واستخدام اجهزة تبريد مائية، بدلا من الوحدات المنفصلة والسخانات المركزية واستخدام مصابيح ذات كفاءة عالية.

كما اقترح استخدام العازل الحراري وتقليل مساحة النوافذ ووضعها في اتجاه معين. وعلق الباحث في النقاش على ان نسبة الزيادة المئوية للحمل الاقصى في عام 1983 اقل منها في عام 1982. كما أن نسبة الاستهلاك أقل في عام 1983 بسبب ارتفاع الوعي وتطبيق العازل الحراري.

قدم البحث الثاني د. محمد مصطفى سعيد من جامعة الكويت، تحت عنوان «مقترحات لتوفير الطاقة في الشبكات الكهربائية».

د. مهندس محمد مصطفى سعيد

و يتناول البحث عرضا مختصرا للتقنيات المتبعة حاليا في نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، واسباب وجود الانواع المختلفة للفقد الكهربي في الشبكات ومكوناتها، ثم يبين الاتجاهات الحديثة والمؤثرات المختلفة على تصميمها او اختيارها. ثم يتطرق البحث الى مناقشة امكانية تطبيق بعض الطرق الحديثة المقترحة لنقل وتوزيع واستخدام الطاقة الكهربائية، ومايمكن تحقيقه عن طريق ذلك من خفض في الفقد الكهربي وتأثير ذلك ايضا على اعتمادية الشبكة وحماية البيئة.

وعلى صعيد اقتصاديات توليد الطاقة الكهربائية تناول البحث انواع محطات توليد الطاقة الكهربائية والوقود المستخدم فيها، و برامج التشغيل للوحدات المختلفة، والعوامل المؤثرة على الحمل الكهربائي الاقصى للشبكة الكهربائية، والطرق المتبعة للوصول الى التشغيل الاقتصادي الامثل للوحدات الكهربائية.

ثم ينتقل البحث الى اقتصاديات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، و يضع مقترحات عملية لتوفير الطاقة في خطوط النقل والتوزيع عن طريق زيادة جهد النقل والتوزيع الذي يؤدي بالتالي الى خفض التيار الكهربي اللازم لنقل قدرة كهربية معينة، الى غير ذلك من الطرق التي تخفض الفقد الناتج في خطوط النقل والتوزيع. ثم يضع البحث مقترحات اخرى لتوفير الطاقة في محطات المحولات والذي يتكون الفقد فيها من مركبتين: الفقد الكهربي في الدائرة المغناطيسية في المحولات، والفقد في الملفات الكهربائية.

و ينتهي البحث بمقترحات لتوفير الطاقة في مجال استغلال الطاقة الكهربائية، و يعطي توصيات عملية لخفض الطاقة المستهلكة، وذلك عن طريق اختيار مركبات ذات كفاءة عالية، والتوسع في استخدام المصابيح الكهربائية الفلورسنت أو المملوءة بالغاز التي لا تتطلب قدرات كهربائية مرتفعة كالتي تتطلبها المصابيح ذات السلك المتوهج، واستخدام العزل الحراري المناسب للحوائط والاسطح العليا للمنازل لتخفيض الحمل اللازم للتكييف، والتحكم بأجهزة التكييف بطريقة اكثر فاعلية.

المناقشة

دار النقاش فيه، حول تأثير الرطوبة على تغير الاحمال، ورد فيه كاتب البحث على انه لم يكن هناك مايبرر القيام بدراسة على تأثير الرطوبة على الحمل الكهربائي.

وفي تعليق من احد المشاركين، لاحظ فيه ان الحمل الكهربائي، حسب الدراسة، يكون ثابتا عندما تكون درجة حرارة الجو 24° ــ 36° مئوية، وهذا يمثل الفترة من مارس الى مايو، الا ان الحمل الكهربائي لا يكون ثابتا من مارس الى مايو. ورد الباحث معلقا ان درجة الحرارة المذكورة تمثل الدرجة القصوى، لذلك يكون الحمل ثابتا مابين 24° ــ 36° مئوية.

تلا ذلك البحث الثالث والأخير من جلسة اليوم الأول، قدمه د. مازن كلو من معهد الكويت للأبحاث العلمية، تحت عنوان «تأثير الأضاءة وتشغيل اجهزة التكييف على حفظ الطاقة في المباني المكتبية».

الدكتور مازن كلو

و يقول كاتب الدراسة ان استهلاك الطاقة في المباني المكتبية يشتمل، في الغالبية، على الطاقة اللازمة للحفاظ على الظروف المناخية الملائمة من حيث مستوى الاضاءة ودرجة الحرارة في الحيز المشغول. اما الطاقة المستهلكة بواسطة المعدات المكتبية وسخانات الماء فانها تشكل الجزء الآخر وهو جزء بسيط نسبيا من الاستهلاك الكلي للمبنى. لذلك فان اي اعتبار لتوفير الطاقة في مثل هذه المباني يجب ان ينظر في اجراءات لخفض استهلاك الطاقة للاضاءة وتكييف الهواء.

ثم يتناول البحث الجوانب المتعلقة بترشيد وتوفير الطاقة المستهلكة عن طريق التحكم بالمكيفات اثناء ساعات النهار، حيث وجد ان هذا الاجراء هو اكثر الاجراءات تأثيرا وسهولة في التطبيق في مجال توفير الطاقة. كما يضع التقرير أمام المهتمين بموضوع ترشيد استهلاك الطاقة، نتائج دراسة نظرية وتجريبية قام بها فريق من المعهد لتقييم الطلب على الطاقة في أحد المباني التابعة للمعهد، و بالخصوص مبني ادارة الهندسة، لتحديد استهلاك الطاقة لكل استخدام، والتغيرات، ان وجدت، في الظروف الملائمة خلال ساعات العمل، ومدى الحد من استهلاك الطاقة.

و يستعرض البحث بعض الوسائل الاخرى التي تم اخذها بعين الاعتبار في المعهد، والتي يجري تطبيقها بشكل مواز مع الطريق الاخرى وهي «تغيير استراتيجية التحكم» وذلك محاولة من المعهد لتوسيع جهوده في مجال ترشيد استهلاك الطاقة، او الحفاظ على الطاقة في المباني.

ثم تنتهي الدراسة الى عدة نتائج اساسية منها:

ـ انه بالامكان تخفيض استهلاك الكهرباء في المباني بأكثر من 50٪ خلال اشهر الصيف الحارة باستخدام المبرمجات، وان نسبة التوفير تنخفض مع اعتدال الجو.

ـ باستخدام المبرمجات لايقاف اجهزة التكييف خارج اوقات العمل تم الوصول الى توفير يتراوح بين 33 ـ 53٪ من جملة الاستهلاك القاعدي في شهري اغسطس وسبتمبر.

ـ يمكن توفير الكهرباء المستهلكة للانارة باختيار نظام ملائم دون التأثير على مستويات الراحة داخل المباني.

ـ يمكن تحسين ظروف الراحة داخل المباني باختيار ضابطات الحرارة الملائمة واختيار مواقعها بصورة صحيحة، والتحكم بمستويات الانارة واعداد المصابيح المستخدمة.

و يمكن اخيرا القول بأن هذه الدراسة تقدم تقييما تحليليا لامكانية توفير الطاقة من خلال التحكم بعمل المكيفات اثناء ساعات اليوم. وتقدم نتائج تجريبية حول امكانات التوفير الممكن تحقيقها في عدة مباني في المعهد، هذا، اضافة الى انها تتخطى حدود التوفير في الطاقة وتستقصي امكانية تحسين ظروف الراحة الملائمة من خلال تغييرات مناسبة في نوع ومكان ضابطات الحرارة، وتغيير مستويات الاضاءة.

المناقشة

طرح في النقاش امكانية الاعتماد على نسب تخفيض الاستهلاك التي ذكرت، في غير ساعات العمل، أو في شهر رمضان ومدى تأثير موقع ضابط الحرارة.

ورد الباحث بأن نسب تخفيض الاستهلاك لا تمثل جميع شهور السنة، وانما شهر اغسطس وسبتمبر واكتوبر. اما بالنسبة لموقع ضابط الحرارة، فيجب على المصمم أن يختار الموقع المناسب. وتناول الحضور موضوع كلفة ضابط الحرارة العادي الذي يصل الى حدود 30 ديناراً، بينما كلفة الضابط المبرمج 100 دينار، الأمر الذي يوضح الجدوى الاقتصادية لاستخدام جهاز تحكم لتوفير الطاقة.

د . مهندس عبدالعزيز السلطان
رئيس الجلسة الثانية

م . عدنان المقدم
مقررالجلسة الثانية

م . علي بكري بدوي

المحافظة على الطاقة في المجالات الصناعية

اليوم الثاني

جاءت اجتماعات الجلسة الثانية من اليوم الثاني للندوة تحت عنوان «المحافظة على الطاقة في المجالات الصناعية». ترأس أعمال الجلسة د. مهندس عبد العزيز السلطان، والمهندس عدنان المقدم مقرراً للجلسة.

واشتملت الأعمال خلاله، على خمسة بحوث، قدم البحث الأول منها المهندس على بكري بدوي من شركة صناعة الكيماويات البترولية، تحت عنوان «التدقيق على الطاقة في المصانع الكيمائية».

و يقول الباحث في دراسته أنه و بغض النظر عن قيام بعض الصناعات لتحقيق اهداف استراتيجية معينة، قد لا ينظر فيها الى عوامل التكلفة والربحية، فان الهدف الرئيسي لأي نشاط صناعي يتركز اساسا في تحقيق أعلى ربحية ممكنة عن طريق تطبيق الأسس الاقتصادية، والفنية المتاحة، والتي تؤدي الى تقليل تكلفة الأنتاج الى الحد الأمثل.

و يضيف أنه حتى اوائل السبعينات كان لا يلتفت جديا الى أثر عنصر تكلفة الطاقة والمنافع على تكلفة الانتاج نظرا لتوفر الطاقة بأسعار زهيدة حيث كان سعر برميل النفط في ذلك الوقت حوالي 2.30 دولار، ومع حدوث ازمة الطاقة في أواخر 1973، وحدوث التطور المفاجيء في اسعار النفط (بالاضافة الى أسباب أخرى ليست مجال البحث هنا) حيث وصل سعر برميل النفط 16 دولاراً أي اكبر من ستة امثال السعر الأساسي، ثم تطور حتى وصل الى اكثر من 32 دولارا للبرميل. الأمر الذي افرز تغييرات كبيرة في اعتبارات تكلفة الطاقة كعنصر من عناصر تكلفة الانتاج لأي منتج كيماوي، واصبح هذا العنصر يدخل بنسب كبيرة نسبيا، ومتفاوتة حسب نوع الصناعة، قد تصل في بعض الصناعات الى اكثر من 35٪ من تكلفة الانتاج.

وتقول الدراسة أن هذا الارتفاع في التكلفة، جذب انتباه العاملين في مجالات البحث والتطوير بالصناعات الكيميائية الى اهمية عنصر الطاقة والمنافع في التكلفة النهائية للمنتج. و بدأ البحث عن طرق واساليب لترشيد استهلاك الطاقة وتقليل الفاقد، وكذلك توفير الاستهلاك في المنافع ومستلزمات الانتاج الأخرى. مما كان له اكبر الأثر في تطوير طرق التصنيع في التوسعات الجديدة أو عند التفكير في انتاج جديد.

أما فيما يتعلق بالمصانع القائمة فعلا، تضيف الدراسة انه كان لزاما على المسؤولين عنها توجيه الفنيين والمختصين الى اجراء مراجعة شاملة لاستهلاكات هذه المصانع من الطاقة لتحديد الطرق والوسائل التي يمكن بها توفير الطاقة وترشيد استهلاكها. ومن ثم بدأ البحث التفصيلي عن المناطق والأجزاء التي يتركز الفقد أو الاستهلاك الزائد في الطاقة بها، أو تلك التي يمكن ان تسير بنفس الكفاءة باستهلاك طاقة أقل، حتى ولو احتاج الأمر الى اجراء بعض التعديلات أو اضافة بعض الأجهزة التي تعمل على استرجاع و/ أو تقليل استهلاك الطاقة. وعلى هذا بدأ يظهر في اللغة الصناعية اصطلاحات: التدقيق على الطاقة، برامج حفظ الطاقة، برامج ترشيد استهلاك الطاقة، تقنين استهلاك الطاقة وغيرها...

وقد تناول هذا البحث موضوع التدقيق على الطاقة باسهاب محدود من حيث مفهوم هذا الاصطلاح واهميته والعوامل الرئيسية التي يجب اخذها في الاعتبار اثناء اجراء مثل هذا التدقيق هادفا الى ابراز الموضوعات التالية:

- اثر تكلفة الطاقة وتغير اسعارها على تكلفة انتاج احد المنتجات الكيماوية، وتحديد نسب كل منها بالنسبة للتكلفة الكلية، و بيان تأثيرها في حالة انخفاض الطاقة الانتاجية للمصنع.
- القاء الضوء على بعض مناطق او مصادر الفقد أو الاستهلاك الزائد للطاقة.
- وسوف يتناول البحث ايضا استعراض اسلوب عملي وتوضيحي للقيام بالتدقيق على الطاقة في المصنع الكيماوي ومراحل تنفيذه، وكيفية الاستفادة منه.

المناقشة

تناول النقاش محاولة شرح مفهوم التدقيق على الطاقة وترشيدها، وعلق الباحث بقوله ان التدقيق هو النواة، واثبات النتائج التي يتم استخلاصها من تقليل استهلاك الطاقة. ووصف الترشيد بأنه خطوة التطبيق للاصلاحات التي اوصى بها في بحثه.

م . بدر حجي يوسف

قدم البحث الثاني المهندس بدر حجي يوسف مدير مصفاة ميناء عبد الله في شركة البترول الوطنية الكويتية، تحت عنوان «توفير الطاقة المستهلكة وتأثيره على اقتصاديات المصافي».

تناول البحث الارتفاع الكبير الذي طرأ على أسعار النفط الخام في مطلع السبعينات، عندما بدأ التفكير في طرق وأساليب جديدة لتوفير الطاقة المستهلكة كأحد العوامل الهامة والرئيسية التي تؤدي الى تخفيض تكاليف التشغيل و بصفة خاصة في مصافي النفط، التي تعتبر من اكبر الصناعات المستهلكة للطاقة.

وذكر أن شركة البترول الوطنية الكويتية أولت اهتماما كبيراً لتوفير الطاقة المستهلكة في مصافيها الثلاث (مصفاة الشعيبة، مصفاة ميناء الأحمدي، مصفاة ميناء عبد الله) والتي أنشئت في الستينات حيث كانت اسعار الطاقة منخفضة. وكونت لهذا الغرض مجموعات عمل تتكون من متخصصين من الادارات المختلفة ذات الصلة بهذا الموضوع لوضع الأنظمة والأسس الخاصة بتوفير الطاقة، ومن ثم متابعة التوصيات الصادرة بهذا الشأن.

و يضيف البحث أنه بالنسبة لوحدات التكرير الموجودة حاليا فقد تم دراسة أفضل السبل لتشغيلها

بأقل استهلاك ممكن للطاقة، وبدأ العمل فوراً لتحقيق هذا الهدف، وذلك عن طريق:

1 ـ التحكم في نسب هواء الاحتراق الزائد عن المطلوب في الأفران والذي يؤدي الى أفضل كفاءة ممكنة لها.

2 ـ مراجعة ومراقبة أساليب التشغيل والصيانة بصفة دورية للحصول على أكبر كفاءة ممكنة بأقل تكلفة للطاقة المستهلكة. ومن الأمثلة على ذلك الصيانة الدورية لوحدات التكرير وخاصة الأفران والمبدلات الحرارية. وتتم ايضا الصيانة الدورية لصائدات المكثفات لخطوط البخار لتقليل فقد البخار، وكذلك المراجعة المستمرة لكفاءة العزل الحراري لخطوط البخار وغيرها.

3 ـ توفير استهلاك المياه المقطرة عن طريق اعادة استخدام نسبة من الماء المستعمل في عمليات التكرير بعد معالجته.

و يتطرق البحث الى السبل الجديدة المتبعة لتوفير أكبر للطاقة على المدى البعيد، حيث يجرى العمل مثلا على:

1 ـ ادخال التعديلات اللازمة لتحسين كفاءة الأفران الموجودة ذات الكفاءة المنخفضة الى أفران ذات كفاءة عالية، وذلك عن طريق الاستفادة قدر الامكان من الحرارة الموجودة في الغازات العادمة الخارجة من مداخن الأفران.

2 ـ استخدام أحدث المختبرات المتحركة والتي يمكنها اختبار كفاءة الأفران وتحديد ما ينبغي عمله لرفع كفاءتها.

3 ـ تخفيض كمية الغازات التي تحرق بشعلات المصافي وذلك باضافة المعدات المناسبة لاسترجاع غالبية هذه الغازات واستعمالها كوقود للأفران.

4 ـ وقد امتد نشاط الشركة في توفير الطاقة المستهلكة ليشمل محطتي توليد الطاقة الكهربائية اللتين تمدان مصفاة ميناء عبد الله باحتياجاتها من الكهرباء (ذات تردد 60 ذبذبة في الثانية)، حيث أن هذه المولدات التي تدار بواسطة توربينات الغاز صممت لتعمل بكفاءة منخفضة (15 ـ 20٪). وقد تمت دراسة امكانية رفع كفاءة هذين المولدين عن طريق الاستفادة من حرارة الغازات العادمة وغيرها، وقورنت بامكانية استبدالها بمولدات جديدة ذات كفاءة مرتفعة. وقد استقر الرأي اخيرا على ربط مصفاة ميناء عبدالله بالشبكة الكهربائية الرئيسية لوزارة الكهرباء والماء (ذات تردد 50 ذبذبة في الثانية)، ولهذا لزم اضافة وحدات لتحويل التردد من 50 الى 60 ذبذبة في الثانية.

وتتناول الدراسة التوسعات الجديدة والجاري انشاؤها في مصفاتي ميناء عبد الله وميناء الاحمدي والتي تبلغ تكاليفها حوالي 4,4 مليار دولار، فقد روعي في تصميم وحدات التكرير استخدام أحدث التكنولوجيا المتوفرة عالميا والخاصة بالتوفير الأمثل للطاقة.

المناقشة

وقد دار النقاش المتعلق بهذا البحث حول الأسس والقواعد التي تتطلع شركة البترول الوطنية الكويتية الى وضعها لمواصفات تصنيع الغلايات من خلال البحوث والدراسات.

كما تناول موضوع كمية التلوث وتوفير الطاقة عند بناء المصافي. ثم تناول الحضور خفض نسبة الهواء الزائد في الأفران لتخفيض الفقد في الطاقة وتأثير ذلك على التركيب الكيميائي لمواد الاحتراق.

البحث الثالث كان بعنوان «توفير الطاقة في مصانع الامونيا واليوريا»، قدمه المهندس جميل بطرس من شركة صناعة الكيماويات البترولية.

م . جميل بطرس

وقد تناول البحث موضوع تصنيع الامونيا من الغاز الطبيعي وتحويلها الى أسمدة نيتروجينية كميات كبيرة من المياه المقطرة التي يتم انتاجها بواسطة تقطير مياه البحر، وذلك باستخدام الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة اللازمة لانتاج المياه المقطرة.

واستعرض مدى أهمية المياه في تصنيع الامونيا، مشيرا الى أن مصانع الامونيا الحديثة تعتمد على التحويل البخاري للغاز الطبيعي لانتاج الهيدروجين اللازم لانتاج الامونيا، وعلى ذلك فان الغاز الطبيعي والمياه المقطرة في صورة بخارهما مادتا اللقيم لانتاج الامونيا بالاضافة الى الهواء الجوي كمصدر للنيتروجين.

ثم ذكر اختلاف استهلاك المياه تبعا لمكونات الغاز الطبيعي، الذي يحتاج في المتوسط الى 2/1 طن من المياه، ولكن عملية التفاعل تحتاج الى كميات اضافية من المياه يمكن فصلها بعد مرحلة التحويل الاولى. وتتراوح هذه الكمية من 2/1 2 - 2 طن من الامونيا. ولذلك كان من الضروري تنقية هذه الكمية الكبيرة من المياه واعادة استخدامها لتوفير المياه المقطرة، وبالتالي توفير الطاقة التي تستهلك لانتاج هذه المياه. وتضيف الدراسة أن شركة صناعة الكيماويات البترولية قد أقامت وحدة حديثة التصميم لتصفية المياه الفائضة من مصانع الامونيا واعادة استخدامها مع تطبيق كل الوسائل الفنية للوصول الى التصميم الهندسي الامثل للمحافظة على الطاقة في عملية التشغيل وعدم اهدار البخار وضياعه في الجو كما كان يحدث في التصميم الهندسي البسيط، بالاضافة الى الوفر الكبير من المياه المقطرة التي تستخدم في اعادة تنشيط المبادلات الايونية في المراحل النهائية لتصفية المياه.

ويتناول البحث حالة انتاج اليوريا من الامونيا بتفاعل ثاني أكسيد الكربون مع الامونيا، بحيث ينتج جزيء من المياه لكل جزيء من اليوريا أي بواقع 2/1 متر مكعب من المياه لكل طن من اليوريا. ولكن كمية المياه الاجمالية الفائضة من عمليات تصنيع اليوريا تتراوح بين 0.65-0.9 متر مكعب لكل طن يوريا. ويستنتج أن المياه الفائضة من مصانع اليوريا تصل الى حوالي 0.5 مليون جالون يوميا. ونظرا لأن هذه المياه تحتوي على نسب متفاوتة من الامونيا واليوريا تستدعي تصفيتها قبل اعادة استخدامها. لهذا الغرض أقامت شركة صناعة الكيماويات البترولية وحدة معالجة خاصة لتحليل اليوريا الى مكوناتها الغازية لامكان فصلها بالبخار في أبراج التقطير، وقد روعي في تصميم هذه الوحدة تطبيق الوسائل المختلفة لتوفير البخار، وبالتالي توفير الطاقة في تشغيل هذه الوحدة كما هو موضح بالتفصيل في البحث، وقد جرت تجربة هذه المياه بنجاح لري بعض أنواع الاشجار والخضروات، وتقوم الشركة حاليا بدراسة اعادة استخدام هذه المياه لانتاج البخار ذي الضغط المتوسط. وبذلك يمكن توفير المياه المقطرة اللازمة لهذا الغرض وما يتبع ذلك من التوفير في كميات الغاز الطبيعي اللازمة لانتاج المياه المقطرة.

واستعرض البحث كيفية التوفير في الطاقة عند تشغيل وحدة معالجة المياه من مصانع اليوريا وكيفية مراقبة استهلاك البخار تبعا لتركيز اليوريا والامونيا في المياه الداخلة لوحدة المعالجة. وهذا يمثل بدوره توفيرا مستمرا في استهلاك الطاقة لتشغيل هذه الوحدة.

المناقشة

وتناول النقاش كمية المياه اللازمة للانتاج وتأثير ذلك على وزارة الكهرباء والماء. وأشير الى أن كمية الماء تحددها كمية البخار اللازمة لعملية تحويل الغاز الى هيدروجين. أما المياه الفائضة فيتم تكثيفها واعادتها الى بخار. ويتم العمل في ذلك بحسب الحدود التي ترسمها الوزارة. وفي الاجابة على سؤال قال الباحث أنه اذا وصلت درجة حرارة اليوريا ما بين 170°-190° درجة مئوية فانها تتحلل الى مكوناتها الغازية. وبالتالي يمكن عمل تعرية (Srripping) بالبخار لتنقية المياه من الامونيا واليوريا، وعندها لن تتكون مادة يوريا Puriat.

م . محمد فهمي مصطفى

قدم البحث الرابع د. مهندس محمد فهمي مصطفى تحت عنوان «بعض الطرق الحديثة لتوفير استهلاك الطاقة في عمليات أبراج التقطير».

يتناول هذا البحث دراسة وتحليل وتقييم طريقتين حديثتين ناجحتين لتوفير استهلاك الطاقة في أبراج التقطير، وهما على وجه التحديد:

1 ـ الطريقة المثلى لاعادة ضغط البخار مع الادخال المتوسط لهذا البخار في برج التقطير.

2 ـ طريقة تفتيت التغذية للبرج باستخدام برجين متصلين معا على التوازي.

أما بالنسبة للطريقة الاولى فقد تم وضع نموذج رياضي مبسط لها وأثبتت هذه الطريقة فعاليتها ونجاحها بمقارنتها بالطريقة المألوفة لاعادة ضغط البخار. وفي هذه الطريقة المعدلة الحديثة يتم ضغط جزء من البخار المتصاعد من أعلى البرج فترتفع درجة حرارته وضغطه ثم يوجه بعد ذلك الى مبادل حراري موجود في مكان متوسط ما بين الغلاية بأسفل البرج ومنطقة دخول التغذية للبرج حيث يتكثف معطيا حرارة التكثيف الكامنة له، أما باقي احتياجات البرج من الطاقة الحرارية فيمكن الحصول عليها من مصدر خارجي مثل بخار الماء المتكثف في الغلاية أسفل البرج. وقد أظهرت الحسابات الخاصة بهذه الطريقة الحديثة المعدلة أن التكلفة الكلية للطاقة المستخدمة تكون أقل ما يمكن (لها حد أدنى) عند ادخال هذا البخار المنضغط في مكان محدد ما بين منطقة دخول التغذية للبرج ومكان الغلاية بأسفل البرج.

و يضيف البحث أنه قد أمكن تحديد هذا المكان الامثل لعدة أنظمة محددة. كذلك تمت مقارنة هذه الطريقة الحديثة المعدلة بمثيلاتها من الطرق التقليدية المألوفة، مع توضيح هذه المقارنة باستخدام أمثلة صناعية محددة. كما بينت الدراسة بالمقارنة بالطرق السابقة أن من أهم العوامل التي تحدد أفضل الطرق في الاستخدام هي طبيعة خواص المخاليط، والتكلفة النسبية للطاقة الكهربائية بالنسبة للطاقة الحرارية، والقوة الدافعة الحرارية المستخدمة في الغلاية، (فرق درجات الحرارة في الغلاية).

أما الطريقة الثانية فهي تعتمد أساسا على استخدام برجين منفصلين بدلا من البرج الواحد أحدهما ذي ضغط مرتفع نسبيا والآخر ذي ضغط أقل، بحيث يكون الاتصال بين هذين البرجين «اتصالا حراريا»، بمعنى أن البرجين يعملان معا على التوازي، وان المكثف في البرج الاول ذي الضغط المرتفع يمكن الاستفادة به كمصدر للحرارة في غلاية البرج ذي الضغط المنخفض، و بطبيعة الحال فان اختيار الضغوط في البرجين يتم بحيث تكون درجة حرارة التكثيف للبخار المتصاعد من أعلى البرج ذي الضغط المرتفع أكبر من درجة غليان منتج القاع في البرج ذي الضغط المنخفض. وقد تمت دراسة تأثير بعض عوامل التشغيل الهامة مثل القوة الحرارية في الغلايات (فرق درجات الحرارة في الغلايات) ومعدل تغذية البرج على أداء مثل هذا النوع من أبراج التقطير وعلى وجه الخصوص الخفض النسبي للتكلفة الكلية للعملية. كذلك تمت مقارنة هذه الطريقة بالطريقة الاعتيادية للتقطير وذلك باستخدام أمثلة صناعية محددة.

هذا وقد أوضحت الدراسة أن طريقة تفتيت التغذية للبرج يمكن أن تتفوق على نظيرتها التقليدية من حيث التوفير الامثل للطاقة، و بالتالي تكون أقل تكلفة من الناحية الاقتصادية.

المناقشة

تناول النقاش في هذا البحث تأثير ادخال الحرارة في منطقة بالبرج أعلى من قاع البرج، في حالة اعادة

التسخين Reboiler، وما يترتب على ذلك من تغييرات وذكر مقدم البحث أنه يوجد تأثير طفيف نتيجة تغير درجة التطاير. ولكن يمكن زيادة نسبة الراجع للتغلب على هذا التغيير.

م . عبدالكريم عباس

قدم البحث الخامس والاخير من جلسة اليوم الثاني المهندس عبد الكريم عباس من شركة البترول الوطنية الكويتية. تحت عنوان «مشروع تعديل أفران مصفاة الشعيبة».

ويتناول البحث في بدايته الاهتمام الذي أولته مؤسسة البترول الكويتية منذ انشائها في عام 1980 بترشيد استهلاك الطاقة وخفض معدل استهلاكها. حيث تجاوبت شركة البترول الوطنية الكويتية في هذا الاتجاه وحثت مصافيها الثلاث في الشعيبة وميناء الاحمدي وميناء عبد الله على العمل بنشاط في مجال الحفاظ على الطاقة. وقد تكون في مصفاة الشعيبة لهذا الغرض فريق عمل من المهندسين لوضع برنامج لدراسة الوسائل المختلفة في هذا المجال.

وكجزء من برنامج الحفاظ على الطاقة ـ تم اجراء مسح على أفران مصفاة الشعيبة واتباع وسائل مختلفة لخفض استهلاك الوقود، ومن هذه الوسائل:

1 ـ رفع الكفاءة الحرارية للأفران والغلايات بضبط تشغيلها.
2 ـ اضافة أجهزة لمتابعة كفاءة الافران والغلايات.
3 ـ وضع برنامج تدريبي لكيفية تشغيل وضبط الأفران والغلايات.

فقد أقيمت مصفاة الشعيبة في وقت كانت فيه تكلفة الطاقة منخفضة، ولذلك فان الافران والغلايات قد صممت بكفاءة منخفضة من الناحية الحرارية وبامكانيات ضئيلة لاسترجاع الحرارة المفقودة. وتقول الدراسة انه أصبح من الواضح ـ في ظل الاسعار السائدة والمرتفعة للطاقة ـ ضرورة اجراء تعديلات لتحسين الكفاءة الحرارية لهذه الافران والغلايات. لذلك تم تحديد بعض الافران والغلايات التي يمكن ادخال تعديلات عليها من أجل تحسين كفاءتها، وبالتالي التوفير من استهلاك الوقود.

ثم يتناول البحث التعديلات التي يلزم اجرائها على الافران حسب حالة كل منها الا أنه سيتم اجراء التعديلات التالية لتحسين الكفاءة الحرارية من 50 - 80 حاليا الى 90 - 92 في المستقبل.

1 ـ اضافة معدات لتسخين مسبق للهواء باستعمال غازات الاحتراق الناتجة (خمسة عشر فرن).
2 ـ اضافة أنابيب تسخين بمنطقة الحمل الحراري بالافران.
3 ـ اقامة مواقد أكثر كفاءة.
4 ـ اضافة معدات لانتاج بخار الماء (فرن واحد).
5 ـ اضافة معدات لتسخين مياه تغذية الغلايات (أربع غلايات).

وستبلغ تكاليف المشروع 11 مليون دينار كويتي، ويبلغ اجمالي الوفر من الطاقة 700 مليون وحدة حرارية بريطانية في الساعة قيمتها حوالي 6 مليون دينار سنويا.

المناقشة

تناول النقاش تأثير التجارب على عملية الفصل المقصود من عملية التقطير. وذكر الباحث أنه قد أخذ في الاعتبار أن تكون ظروف التقطير والفصل واحدة في كافة التجارب حتى يمكن اجراء مقارنة صحيحة. ثم تناول النقاش رفع الكفاءة من 50٪ ـ 83٪ الى 90٪ ـ 92٪ نتيجة لانتاج بخار الماء عن طريق استرجاع طاقة مفقودة.

و يتناول البحث استخدام التخزين التبريدي في انظمة التكييف الاعتيادية حيث يؤدي ذلك الى تقليل الطلب على الحمل الكهربائي الاقصى، و يمكن ان ينجم عنه ايضا توفير في الطاقة اذا ماتم تشغيل نظام التبريد في الفترات التي تكون فيها درجة حرارة الجو منخفضة. وتبرز اهمية هذا التوفير في الطاقة في نظم التكييف المبردة بالهواء.

و يذكر البحث ان التكييف يعتبر احد الضروريات لتبريد المباني الخاصة والعامة في فترة الصيف في الكويت، حيث تعمل نظم التبريد على اساس المتطلب اللحظي للمبنى، و يتم التحكم بذلك بواسطة استخدام الضوابط الحرارية، وكنتيجة لتأثير الأنماط اليومية لدرجة الحرارة، واشعة الشمس، وتأثير الحمل التبريدي الناتج عن المقيمين في المبنى وعن الاضاءة والاجهزة الاخرى، فان الحمل التبريدي الاقصى يزداد بصورة ملحوظة عن معدله اليومي، وبذلك تزداد سعة نظام التكييف ومتطلباته من الطاقة الكهربائية.

و يضيف البحث أن التحضر السريع في الكويت خلال العشرين سنة الماضية أدى الى زيادة ملحوظة في الطلب على الطاقة الكهربائية السبب الأساسي وراء هذه الزيادة هو نمو وتحديث قطاعها الاسكاني بصورة خاصة. وقد دفع ذلك محطات توليد الطاقة الى التوسع في اقامة المنشآت لتلبية الحمل الاقصى، مما ادى الى انخفاض نسبي في معامل الحمل لمحطات التوليد.

وانطلاقا من المعطيات سالفة الذكر، تقترح الدراسة دمج وسائل تخزين التبريد في نظم التكييف كأسلوب لتقليل الحمل الكهربائي الأقصى وتقليص حجم وسعة جهاز التكييف، والتوفير في كمية الطاقة المستهلكة، ومقارنة مزايا استخدام هذا النظام بالمصروفات الاضافية المطلوبة لتزويد وتركيب الخزان واجراء التمديدات اللازمة وتزويد اجهزة التحكم. وتعتبر هذه بعض المجالات المهمة التي يتوجب دراستها لتقرير جدوى استخدام نظام التخزين التبريدي. وتتطرق الدراسة الى هذه الجوانب اضافة الى الجوانب الاقتصادية لنظام التخزين التبريدي، وحساب كلفة انتاج وحدة التبريد قبل و بعد استخدام الخزانات الباردة.

وتقول الدراسة أنه ونتيجة للاتجاه الحالي في الكويت للزيادة في استخدام التكييف، وكذلك نتيجة للتغير الكبير في الحمل الكهربائي الاقصى، تنشأ اهمية استخدام انظمة تخزين التبريد، و بعكس الوضع في الدول التي يجري فيها العمل بتسعيرات مختلفة للكهرباء حسب وقت الاستعمال، حيث يمكن للمستهلك الاستفادة من الخزانات الباردة، فان المستفيد الاساسي في الكويت من هذه التقنية هي محطات توليد الطاقة.

ان الظروف القائمة في الكويت بالنسبة لكلفة الكهرباء لا توفر حافزا للمستهلك لكي يستخدم الخزانات الباردة، كما ان رفع سعر الكهرباء لن يغير من الوضع كثيرا.

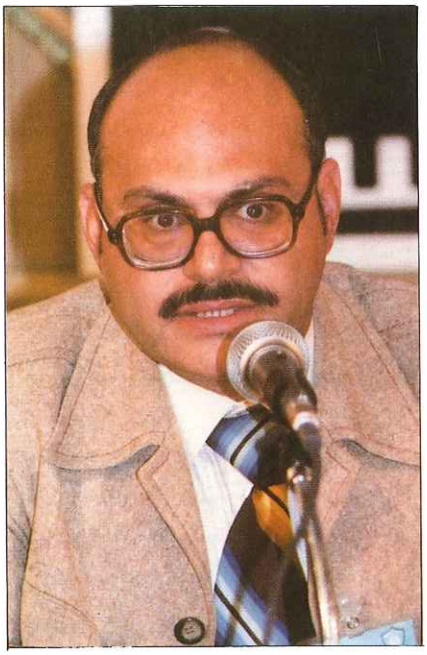
وتنتهي الدراسة الى ان رفع سعر كلفة توصيل الكهرباء للمستهلك بحيث تعكس الكلفة الحقيقية لانشاء محطات التوليد تعتبر من الحلول الناجحة لانها ستشجع المستهلك على استخدام الخزانات الباردة، وسيكون لهذا الامر أثرا ايجابيا كبيرا بالنسبة للحكومة دون ان يكون له تأثير سلبي ملموس على المستهلك.

المناقشة

وقد تناول النقاش موضوع حجم اجهزة التبريد التي تؤدي الى اكبر وفر في الطاقة. وتطرقت المناقشة الى تطبيق نظام تخزين التبريد على المبردات، حيث يؤدي ذلك الى وفر كبير في الطاقة، اذ تشكل مانسبته 45٪ من حجم استهلاك الطاقة، كذلك اجهزة 5 طن فما فوق والتي تشكل 35٪ من الاجهزة المستخدمة.

وناقش الحضور في الندوة التطبيقات الممكنة في الكويت، والآفاق المستقبلية للنظام موضوع البحث وتطبيقاته الفعلية.

وقدم د. مهندس محمد صفوت المهدي عبده البحث الثالث، تحت عنوان «الحفاظ على الطاقة عن طريق ايجاد مصادر بديلة متجددة».



م . محمد صفوت عبده

يقول الباحث ان المحافظة على الطاقة في عصرنا الحالي من اهم الواجبات الأساسية لمهندسي هذا الجيل. و يضيف ان المقصود بالحفاظ على الطاقة هو المحافظة على المصادر الطبيعية والتقليدية للطاقة لاكبر فترة ممكنة لكي تستفيد منها الأجيال القادمة .وتقصد بالمصادر التقليدية للطاقة : البترول والفحم والغاز الطبيعي، ولو أن بعض العلماء يعتبر اليورانيوم أيضا من ضمنها، وهذه المصادر الطبيعية للطاقة قابلة للنفاذ ولا يمكن استرجاعها او تعويضها حيث انها تكونت من خلال تفاعلات كيميائية وطبيعية وجيولوجية تحت سطح الارض للمواد العضوية من اشجار وخلافه عبر ملايين السنين بفعل درجات الحرارة العالية والضغوط المرتفعة. و باختصار فان هذه المصار مصيرها الحتمي للزوال ان عاجلا أو آجلا.

يقول الباحث ان المهندسون لا يدخرون جهدا في استنباط طرق جديدة لتوفير هذه الطاقة والتقليل من الطاقة سواء على المستوي المدني او الصناعي او التجاري او الحربي، سواء عن طريق تصميم اجهزة جديدة ذات كفاءة عالية سواء منها الحرارية او التحويلية أو الكهربية أو الكيميائية، او عن طريق تعديلات تقنية في التصميمات الهندسية الموجودة حاليا والاقلال من الاستهلاك الكهربي او الوقود للمعدات والمنشآت والاليات الموجودة لدينا الان.

وكذلك عن طريق الحد من الفاقد سواء أكان حرارة او بخارا، ومحاولة الاستفادة القصوى من الطاقة وخاصة تلك المستخدمة كوقود عن طريق استنباط طرق واساليب جديدة للعزل الحراري والكهربي ورفع كفاءة الاجهزة المستخدمة حاليا، كل هذا من جانب، أما من الجانب الآخر الذي يتوازى في الاهمية مع كل ماسبق فهو الاقلال الفعلي من استخدام الطاقة التقليدية والبحث عن مصادر اخرى بديلة. وهذا هو موضوع هذه المحاضرة.

وتوضح الدراسة انه مع الازدياد الرهيب في تعداد السكان الذي يواكبه ارتفاع ملحوظ في مستوى معيشة افراد المجتمع، فان استهلاك الطاقة دائما في ارتفاع مستمر و بدون ايجاد مصادر بديلة للطاقة، فان مخزون الكرة الارضية من مصادر الطاقة التقليدية سينتهي في وقت أسرع ولن تجد الاجيال القادمة اي اثر لتلك المصادر مما قد يهدد الجنس البشري مستقبلا بزوال هذه الحضارة القائمة او بالفناء. لذ ا فان التحدي الحقيقي الذي يواجه اجيال المهندسين والباحثين الان يكمن في اكتشاف المزيد من مصادر الطاقة المتجددة والغير قابلة للنفاذ.

و يتناول البحث أمثلة لهذه المصادر المتجددة الطاقة مثل :

(1) **الطاقة الشمسية:** وهي طاقة متجددة ونظيفة أي لا تترك ملوثات في البيئة بعد استخدامها.

(2) **الطاقة النووية:** و يمكن اعتبارها طاقة قابلة للنفاذ حيث تعتمد اساسا على مخزون الكرة الارضية من خامات اليورانيوم.

(3) **طاقة الهيدروجين:** الهيدروجين عنصر قابل للاشتعال في وجود الأوكسجين وهو مصدر للطاقة النظيفة، حيث ان الماء هو ناتج الاحتراق الوحيد.

(4) **البيوجاز:** وهو غاز ينتج من التحليل البيولوجي اللاهوائي للمخلفات الانسانية والحيوانية والنباتية والصناعية بواسطة البكتيريا اللاهوائية.

(5) **مصادر متجددة اخرى:** مثل طاقة الرياح ـ الطاقة من باطن الارض ـ شلالات المياه ـ طاقة دوران الارض (موج البحر) ـ الصخور والرمال البترولية .. الخ.

المناقشة

تناول الحاضرون خزن الطاقة الشمسية «حراريا»، ونوع مادة الطلاء المستخدمة في الخزانات الحرارية ونوعية المادة العازلة المستخدمة، وطرق منع وصول درجة حرارة السائل الى التبخر.

وتطرق النقاش الى مسألة اقتصاديات الطاقة البديلة، وذكر ان ابحاث الطاقة البديلة لازالت في مرحلة البحث والتطوير، لذا فان الاهتمام لا ينصب على الناحية الاقتصادية بقدر مايهتم بالبحث عن وسائل الاستخدام والتطوير.

وقدم البحث الثالث والاخير من الجلسة الختامية المهندس ى. طهراني، تحت عنوان «التخطيط المدني والاقليمي في المناطق الساحلية الحارة».

يتناول هذا البحث تصميم المساكن وتخطيط المدن الخاص بالمناطق الجافة، الذي يتم بمجرد ملائمة انماط تصميمية خاصة بمناطق غير جافة. ولسوء الحظ ان هذا الأمر قد أصبح ظاهرة شائعة تدعمها

المهندس ى. طهراني

الحاجة الماسة الى توفر المساكن والخدمات لاعداد متزايدة من السكان. الا ان هذا الاسلوب يبدو قاصرا من حيث الاستفادة من الامكانات المالية وغيرها المستخدمة في تنفيذ المشاريع الاسكانية الحديثة والتنمية واسعة النطاق في هذه المناطق. فبينما عملت الحضارات القديمة في المناطق الجافة على تطوير مراكز مدنية ومساكن تتلائم مع الظروف المناخية القاسية، نجد أن انجازاتنا المعاصرة في هذا المجال قد تجاهلت ذلك تماما، وهذا يستلزم منا الاستفادة من هذه الدروس لكي نجد حلولا تلبي احتياجاتنا الحديثة على نحو ملائم.

وقد استهدف هذا البحث تسليط الضوء على السمات الأساسية في النهج المتميز بالوعي الطاقي والثقافي في التخطيط والتطوير المدني في المناطق الساحلية الجافة والحارة في الكويت وجنوب الخليج. وتقديم اطار عمل يمكن من خلاله تقييم تخطيط مسبق شامل للتنمية. و يجسد الاطار المقترح مدى ملائمة نظريات السياسة والتخطيط المختلفة للمناطق الساحلية الجافة الحارة، بالاضافة الى المتغيرات التشغيلية كبنية المدينة، واختيار المواقع، وتصميم المساكن والساحات، وأنماط استخدامات الاراضي.

المناقشة

ناقش الحاضرون ناحية غياب الخبرات الوطنية والاعتماد شبه الكلي على الخبرات الاجنبية في تخطيط وتصميم المدن. وذكر في النقاش ناحية العودة الى التصميم القديم. وامكانيات تطبيقه في العصر الحديث بسبب اختلاف الحياة وانماطها الحاضرة. واشير في الحوار الى ضرورة الاستفادة من العمارة العربية الاسلامية للوصول الى تصميم حديث وممكن للمدينة بكل معطياتها، مع مراعاة حاجات البيئة. ونوه النقاش بالحاجة الى اخذ عناصر ارتفاع المباني واتجاهها وظلالها واتجاه الرياح السائدة لتحقيق وفر اكبر في الطاقة. وتناول النقاش التلوث واهميته في عملية التخطيط الاقليمي.

التقرير الختامي

وفي نهاية اعمال الندوة تلا المهندس مؤيد الرشيد المنسق العام للندوة النتائج والتوصيات التالية:

● **اولا:** لاحظت الندوة باهتمام خاص ما ورد في كلمة سعادة وزير الكهرباء والماء في حفل افتتاح الندوة، وذلك فيما يتعلق بالفرق الكبير بين المصروفات والايرادات في مرفق الكهرباء والماء، وكذلك الاستهلاك المتزايد للوقود في محطات انتاج الكهرباء والماء الذي يستنزف نسبة متزايدة من ثروتنا الوطنية، الامر الذي يؤكد أهمية وضع استراتيجية متكاملة للمحافظة على الطاقة والحد من تبديدها.

● **ثانيا:** ناقشت الندوة برنامج وزارة الكهرباء والماء المتعلق بترشيد الاستهلاك في مرفقي الكهرباء والماء في الكويت، والندوة اذ تؤكد الدور الرئيسي لوزارة الكهرباء والماء في هذا المجال، ترى اهمية قيام الوزارة بالآتي:

● استمرار وتكثيف حملة التوعية الاعلامية لجمهور المستهلكين للحد من الاسراف في الطاقة، وذلك بالتعاون مع وزارة الاعلام والصحافة المحلية.

● أهمية القيام بالدراسات الخاصة بتدقيق استهلاك الطاقة في محطات انتاج الكهرباء والماء بهدف انقاص الفقد الداخلي.

● ضرورة انقاص الفقد في الشبكة الكهربائية بصورة مستمرة، مع استخدام الاساليب الهندسية المتطورة لتحقيق ذلك.

● أهمية اتخاذ القرار المناسب باقتراحات وزارة الكهرباء والماء الخاصة بتطوير نظام الشرائح الاستهلاكية، وبما لا يؤثر على ذوي الدخول المحدودة واحتياجات الصناعة المحلية.

● **ثالثا:** استعرضت الندوة أمثلة تطبيقية لمشاريع توفير الطاقة في الصناعات البترولية والبتروكيماوية، ومع أهمية هذه المشاريع فان الندوة ترى أهمية قيام مؤسسة البترول الكويتية بوضع استراتيجية شاملة للمحافظة على الطاقة تشمل برامج التدقيق على استهلاك الطاقة وتطوير مشاريع اخرى مماثلة في هذه الصناعات الرئيسية.

● **رابعا:** قدمت خلال الندوة بعض البرامج العلمية التي قام بها معهد الكويت للابحاث العلمية في مجال المحافظة على الطاقة، مثل تخفيض استهلاك الكهرباء في المباني المكتبية باستخدام المبرمجات لاجهزة التكييف، وتقنين استخدام الانارة، والتقييم التقني والاقتصادي لنظم تخزين التبريد، وغيرها. وفي هذا المجال تقترح الندوة أن يقوم المعهد بتقديم النتائج التي توصل، أو يتوصل اليها للمكاتب والشركات الهندسية في الكويت لدراسة امكانية تطبيقاتها العملية وتضمينها مراحل التصميم والتنفيذ للمشاريع الهندسية.

● **خامسا:** تدارست الندوة الاهمية الخاصة لاستعمال المواد العازلة في المباني بهدف توفير استهلاك الطاقة وخاصة في اجهزة التكييف والتبريد.

وفي هذا المجال تدعو الندوة كلا من بلدية الكويت والمكاتب الهندسية والشركات الانشائية الى التدقيق في اختيار العازل الحراري بما يكفل أعلى كفاءة عزل ممكنة، والانتباه الى أهمية خاصية الانتشار الحراري عند اختيار نوعية العازل.

● **سادسا:** تعتقد الندوة أن أحد عناصر استراتيجية المحافظة على الطاقة هو ايجاد مصادر بديلة ومتجددة للطاقة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها. وتؤكد الندوة على أهمية الدراسات التي يقوم بها معهد الكويت للابحاث العلمية ونشر نتائجها والتعرف على برامج تحقيقها لأهدافها.

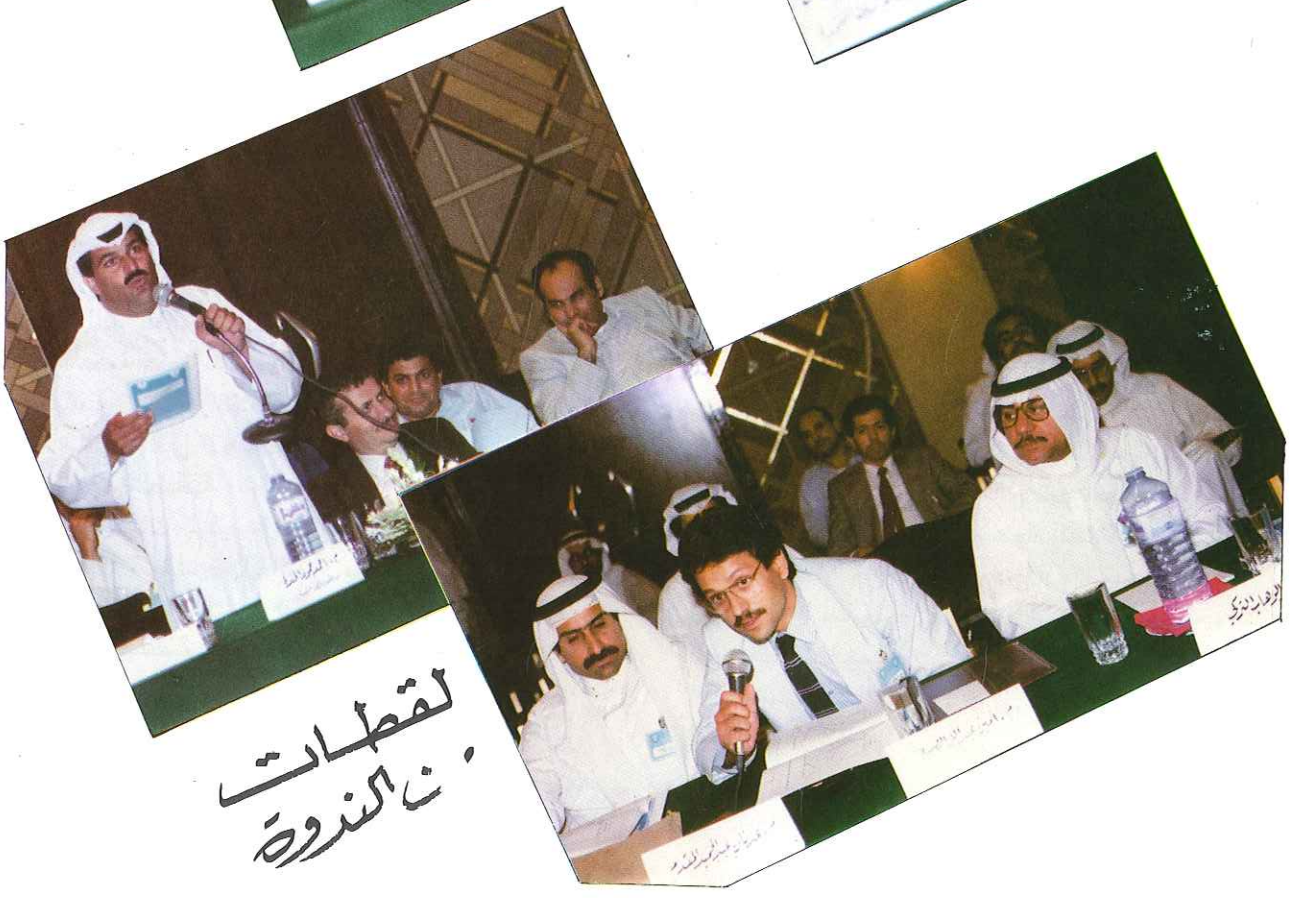
● **سابعا:** توصى الندوة بمراعاة التخطيط الحضاري والعمراني للمناطق السكنية بما يتلائم مع الظروف المناخية في المناطق الساحلية الحارة في الكويت، مع مراعاة المتغيرات ذات العلاقة بالنسبة للحفاظ على الطاقة في مجال عناصر التصميم والتخطيط، مثل اختيار المواقع وتصميم المساكن والساحات واستخدامات الاراضي في اطار التخطيط المدني والاقليمي.

● **ثامنا:** الطلب من جمعية المهندسين الكويتية تقييم هذه الندوة مع حصر شامل للمناقشات التي دارت خلال جلسات الندوة فيما يتعلق بالبحوث المختلفة التي قدمت فيها، وذلك لاتاحة الاستفادة الكاملة من البحوث والدراسات التي عرضت.

ولمتابعة ماصدر عن هذه الندوة من توصيات واقتراحات، تطلب الندوة من جمعية المهندسين الكويتية التنسيق مع الجهات المعنية من خلال اللجنة الثقافية بالجمعية وتقترح نشر مايمكن التوصل اليه من نتائج في مجلة «المهندسون»، التي تصدرها الجمعية بصفة دورية وتوزع على الجهات الرسمية والمؤسسات والشركات الصناعية والمكاتب الهندسية في الكويت ودول مجلس التعاون لدول الخليج العربية.

من .. ضيوف الندوة

لقطات من الندوة



بمناسبة ندوة الطاقة في الكويت
وزير الكهرباء والماء يقيم حفل عشاء

اقام سعادة وزير الكهرباء والماء السيد المهندس محمد السيد عبد المحسن الرفاعي مساء يوم 7 ابريل الماضي حفل عشاء بمناسبة انعقاد «الندوة الاولى للمحافظة على الطاقة في دولة الكويت»، التي عقدت اعمالها في الفترة ما بين 6 الى 8 ابريل الماضي في فندق هيلتون الكويت.

حضر الحفل من كبار المدعوين المهندس عبد الرحمن الحوطي وزير الاشغال العامة وزير الاسكان والرئيس السابق لجمعية المهندسين الكويتية، وعددا من الضيوف من دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية والشخصيات المحلية.

وكان على رأس الحضور من جمعية المهندسين الكويتية، المهندس بدر سيد عبدالوهاب الرفاعي رئيس الجمعية، والمهندس مؤيد الرشيد المنسق العام للندوة، والمهندس عبد العزيز الفليج والمهندس وائل الصانع والمهندس عبدالله المنيس والمهندس احمد الغانم والمهندس سعدي الحميدان اعضاء الهيئة الادارية.

وحفل عشاء في الجمعية

اقام المهندس بدر سيد عبد الوهاب الرفاعي رئيس جمعية المهندسين الكويتية مساء يوم 8 ابريل الماضي حفل عشاء بمناسبة انعقاد ندوة الطاقة التي نظمتها الجمعية وذلك حول مسبح نادي الجمعية بمقرها الكائن في بنيد القار.

حضر الحفل وزير الكهرباء والماء المهندس محمد السيد عبدالمحسن الرفاعي، ووزير الاشغال وزير الاسكان المهندس عبدالرحمن الحوطي وعددا كبيرا من الشخصيات والوفود الضيفة من دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية وحشدا من المهندسين والباحثين المشاركين في الندوة.

لقطة عامة أثناء الحفل

انتخابات جمعية المهندسين الكويتية لعام 1985

عقدت الجمعية العمومية العادية لجمعية المهندسين الكويتية يوم 24 مارس الماضي، حيث تم مناقشة التقريرين الاداري والمالي عن السنة المنتهية في 31 ديسمبر 1984.

ثم اجريت الانتخابات العامة للجمعية والتي انتهت بفوز المهندس بدر سيد عبدالوهاب الرفاعي رئيسا للجمعية بالتزكية، خلفا لرئيسها السابق المهندس عبد الرحمن الحوطي الذي تولى وزارة الاشغال ووزارة الاسكان، كما تم انتخاب ثلاثة اعضاء جدد للهيئة الادارية.

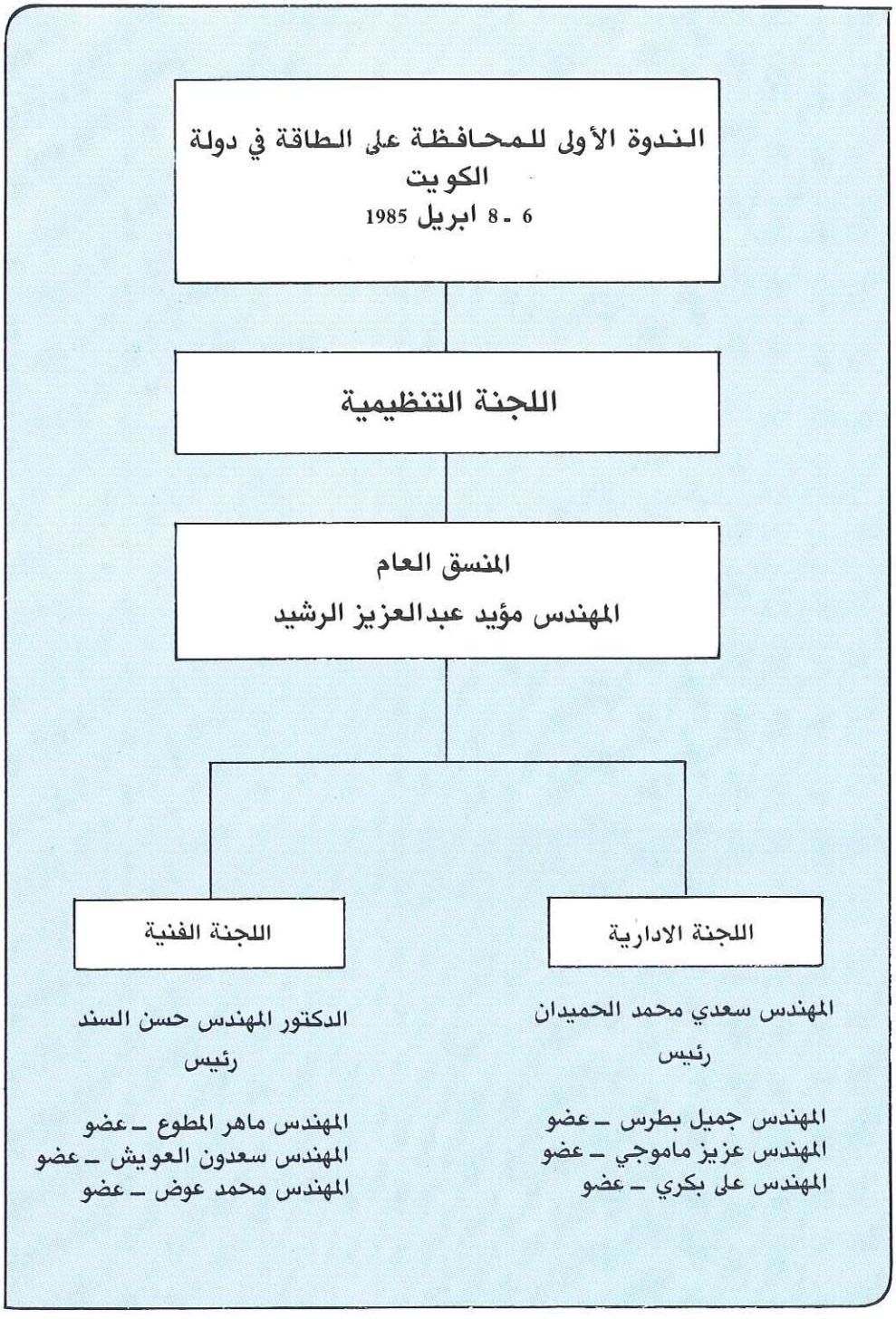
وتقدم لعضوية المقاعد الثلاثة الشاغرة لهذه السنة في مجلس الادارة، ثلاثة عشر مهندسا، فاز بعضويتها المهندس وائل سليمان الصانع بـ 71 صوتا، والمهندس عبدالله محمد المنيس بـ 68 صوتا، والمهندس احمد عبدالله الغانم بـ 65 صوتا.

وقد عقدت الهيئة الادارية اجتماعها الاول بعد اعلان نتائج الانتخابات مباشرة وتشكيل الهيئة الادارية لجمعية المهندسين الكويتية لعام 1985 على النحو التالي:

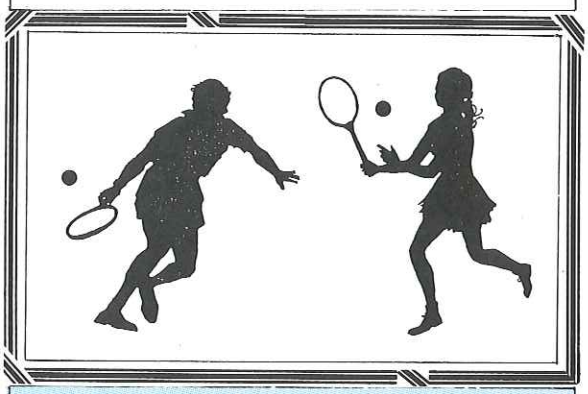
- المهندس/ بدر سيد عبدالوهاب الرفاعي، رئيسا
- المهندس/ عبدالعزيز يوسف الفليج، نائبا للرئيس
- المهندس/ وائل سليمان الصانع، امينا للسر
- المهندس/ عبدالله محمد المنيس، امينا للصندوق
- المهندس/ مؤيد عبدالعزيز الرشيد، عضوا
- المهندس/ دعيج خليفة الجري، عضوا
- المهندس/ محمد عيسى العبد الجادر، عضوا
- المهندس/ د. حمود عبدالله الرقبة، عضوا
- المهندس/ احمد عبدالله الغانم، عضوا
- المهندس/ سعدي محمد سعود الحميدان، عضوا

وتم اختيار السادة:

- المهندس/ بدر الرفاعي، مقررا، للجنة العلاقات الخارجية.
- المهندس/ عبدالعزيز الفليج، مقررا، للجنة الفنية.
- المهندس/ مؤيد الرشيد، مقررا، للجنة الثقافية.
- المهندس/ حمود الرقبة، مقررا، للجنة تقييم المؤهلات الهندسية.
- المهندس/ سعدي الحميدان، مقررا، للجنة النشاط الداخلي.


الندوة الأولى للمحافظة على الطاقة في دولة الكويت
6 - 8 ابريل 1985
اللجنة التنظيمية
المنسق العام
المهندس مؤيد عبدالعزيز الرشيد
اللجنة الادارية
اللجنة الفنية
المهندس سعدي محمد الحميدان
رئيس
المهندس جميل بطرس - عضو
المهندس عزيز ماموجي - عضو
المهندس على بكري - عضو
الدكتور المهندس حسن السند
رئيس
المهندس ماهر المطوع - عضو
المهندس سعدون العويش - عضو
المهندس محمد عوض - عضو

النشاط الداخلي



اختتام بطولة فرق الزوجي للتنس الارضي

اختتمت يوم 24 ابريل الماضي بطولة جمعية المهندسين الكويتية للتنس الارضي لفرق الزوجي. شارك في البطولة 10 فرق مؤلفة من 20 مهندسا، وفاز فيها الثنائي، المهندس مازن مراد والمهندس علي الباشا، بنتيجة: 6/3، 7/6، 6/3.

وقد أقيم حفل وزع فيه المهندس احمد الجسار بالنيابة عن مقرر لجنة النشاط الداخلي، الجوائز على الفائزين بالمركز الاول والمركز الثاني، حضره عددا من المهندسين الاعضاء في الجمعية.

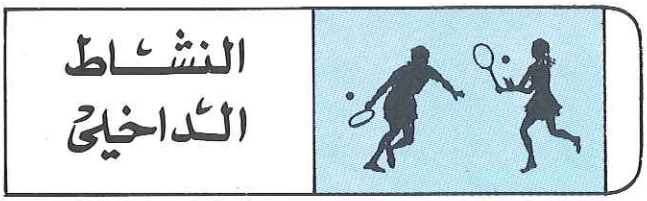
بطولة فندق ماريوت للتنس الارضي
3 - 16 مارس

مثل الجمعية في بطولة فندق ماريوت للتنس الارضي 12 مهندسا، دخلوا في منافسات، فردي وزوجي، وزوجي مختلط. وقدم فريق الجمعية جهودا طيبة امام الفريق المنافس والمكون من مجموعة من ابطال منتخب الكويت الوطني، الا ان الحظ لم يحالفه. نتمنى لفريقنا حظا افضل في المستقبل.

بطولة تنس الطاولة

نظمت لجنة النشاط الداخلي لجمعية المهندسين الكويتية بطولة تنس الطاولة لفرق الزوجي من 10 الى 17 ابريل الماضي. شارك في هذه البطولة 20 مهندسا، وفاز بالمركز الاول فيها الثنائي المهندس يوسف احمد، والمهندس يوسف عطيه. و بالمركز الثاني الثنائي المهندس توفيق شعبان والمهندس جمال عبدالله.

وقام المهندس ادوار حداد بتوزيع الجوائز بالنيابة عن مقرر لجنة النشاط الداخلي، بحضور عدد كبير من اعضاء الجمعية.



بطولة جامعة الكويت في الاسكواش

فاز فريق جمعية المهندسين الكويتية للاسكواش بعد منافسة شديدة في مباريات جامعة الكويت التي جرت من 20 الى 23 مارس الماضي، بالمركز الثالث لبطولة الرجال و بطولة السيدات.

وقد شارك في هذه البطولة العديد من الاندية والفرق الرياضية. ومثل جمعية المهندسين في هذه المباريات 6 مهندسين و 3 مهندسات، سجل الفوز فيها بالمركز الثالث لدوري الرجال المهندس مصطفى شبانه، ولدوري السيدات السيدة درية شبانه. وقد قام بتحكيم المباريات النهائية المشرف الرياضي في نادي الجمعية السيد رفعت الحويلي.

البطولة التاهيلية للاسكواش

فاز بالبطولة التأهيلية لجمعية المهندسين الكويتية في الاسكواش، التي جرت من 6 الى 27 مارس الماضي، المهندس منجي غانم بالمركز الاول. اشترك في هذه البطولة 35 مهندسا، نظمت بطريق «خروج المغلوب من مرتين»، لاعطاء اللاعبين فرصة افضل للمنافسة.

وقد اقيم حفل ختام البطولة تحت رعاية المهندس بدر السيد عبدالوهاب الرفاعي رئيس جمعية المهندسين الكويتية و بحضور المهندس سعدي الحميدان مقرر لجنة النشاط الداخلي، والمهندس وائل الصانع امين السر وعدد كبير من هواة الرياضة وأسر اللاعبين.

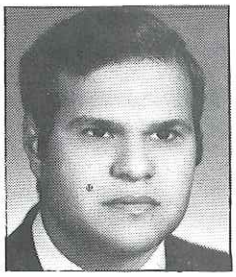
وقد اسفرت البطولة عن فوز المهندس منجي غانم بالمركز الاول، والمهندس صبحي ابو عبده بالمركز الثاني، والمهندس سيد حافظ بالمركز الثالث، والمهندس مروان صبيح بالمركز الرابع.

افتتاح مسبح النادي

تم افتتاح مسبح نادي جمعية المهندسين الكويتية في شهر مايو الماضي، بعد ادخال التحسينات والاضافات اللازمة لاستقبال رواد النادي.

وتكون مواعيد السباحة في النادي من الساعة 9,00 صباحا الى الساعة 11,00 مساء.

التدقيق على الطاقة بالمصانع الكيماوية



المهندس علي بكري بدوي

أولا: مقدمـــة:

بغض النظر عن قيام بعض الصناعات لتحقيق أهداف استراتيجية معينة، قد لا ينظر فيها الى عوامل التكلفة والربحية، فان الهدف الرئيسي لاي نشاط صناعي يتركز أساسا في تحقيق أعلى ربحية ممكنة عن طريق تطبيق الأسس الاقتصادية، والفنية المتاحة، والتي تؤدي الى تقليل تكلفة الانتاج الى الحد الأمثل.

وحتى أوائل السبعينات كان لا يلتفت جديا الى أثر عنصر تكلفة الطاقة والمنافع على تكلفة الانتاج نظرا لتوفر الطاقة بأسعار زهيدة حيث كان سعر برميل النفط في ذلك الوقت حوالي 2.30 دولار، ومع حدوث أزمة الطاقة في أواخر 1973، وحدوث التطور المفاجىء في أسعار النفط (بالاضافة الى أسباب أخرى ليست مجال البحث هنا) حيث وصل سعر برميل النفط 16 دولارا أي أكبر من ستة أمثال السعر الأساسي. ثم تطور حتى وصل الى أكثر من 23 دولارا للبرميل، الامر الذي أفرز تغييرات كبيرة في اعتبارات تكلفة الطاقة كعنصر من عناصر تكلفة الانتاج لأي منتج كيماوي، وأصبح هذا العنصر يدخل بنسب كبيرة نسبيا، ومتفاوتة حسب نوع الصناعة، قد تصل في بعض الصناعات الى أكثر من 35٪ من تكلفة الانتاج.

المهندس / علي بكري بدوي

* حاصل على بكالوريوس هندسة كيماوية ـ جامعة القاهرة ـ عام 1965
* عمل في عدة شركات بوزارة الصناعة والثروة المعدنية بجمهورية مصر العربية في مجالات الصناعات العضوية والمنظفات الصناعية.
* عمل بالادارة العامة لمنطقة الشعيبة الصناعية رئيسا لدراسات الجدوى وتقييم المشروعات.
* عمل كمهندس استشاري اول باحد المكاتب الهندسية المتخصصة في الاستشارات والتصاميم الهندسية في مجالات معالجة وتحلية المياه وتصميم المصانع الكيماوية.
* عمل كمخطط أول بالشركة الكويتية للمنتجات البتروكيماوية.
* مخطط اول مشاريع بدائرة التخطيط والمشاريع الخارجية والشؤون المالية ـ بشركة صناعة الكيماويات البترولية.

ولقد جذب هذا الارتفاع في التكلفة، انتباه العاملين في مجالات البحث والتطوير بالصناعات الكيميائية الى أهمية عنصر الطاقة والمنافع في التكلفة النهائية للمنتج، وبدأ البحث عن طرق وأساليب لترشيد استهلاك الطاقة وتقليل الفاقد، وكذلك توفير الاستهلاك في المنافع ومستلزمات الانتاج الأخرى. مما كان له أكبر الأثر في تطوير طرق التصنيع في التوسعات الجديدة أو عند التفكير في انتاج جديد.

أما فيما يتعلق بالمصانع القائمة فعلا فقد كان لزاما على المسؤولين عنها توجيه الفنيين والمختصين الى اجراء مراجعة شاملة لاستهلاكات هذه المصانع من الطاقة لتحديد الطرق والوسائل التي يمكن بها توفير الطاقة وترشيد استهلاكها، ومن ثم بدأ البحث التفصيلي عن المناطق والأجزاء التي يتركز الفقد أو الاستهلاك الزائد في الطاقة بها أو تلك التي يمكن ان تسير بنفس الكفاءة باستهلاك طاقة أقل، حتى ولو احتاج الأمر الى اجراء بعض التعديلات أو اضافة بعض الأجهزة التي تعمل على استرجاع و/أو تقليل استهلاك الطاقة.

وعلى هذا بدأ يظهر في اللغة الصناعية اصطلاحات: التدقيق على الطاقة، برامج حفظ الطاقة، برامج ترشيد استهلاك الطاقة، تقنين استهلاك الطاقة وغيرها...

وسوف نتعرض في هذا البحث، لموضوع التدقيق على الطاقة، باسهاب محدود، من حيث مفهوم هذا الاصطلاح وأهميته والعوامل الرئيسية التي يجب أخذها في الاعتبار أثناء اجراء مثل هذا التدقيق، بما يؤدي الى ابراز الموضوعات التالية:

- أثر تكلفة الطاقة وتغير أسعارها على تكلفة انتاج أحد المنتجات الكيماوية، وتحديد نسب كل منها بالنسبة للتكلفة الكلية، وبيان تأثيرها في حالة انخفاض الطاقة الانتاجية للمصنع.
- القاء الضوء على بعض مناطق أو مصادر الفقد أو الاستهلاك الزائد للطاقة.
- وسوف يتناول البحث أيضا استعراض أسلوب عملي وتوضيحي للقيام بالتدقيق على الطاقة في المصنع الكيماوي ومراحل تنفيذه، وكيفية الاستفادة منه.

ثانيا: أثر الطاقة على تكلفة الانتاج بالمصنع الكيماوي:
(Impact of Energy on Production Cost)

أ ـ نظرة عامة على المصنع الكيماوي:

قبل أن نستعرض تأثير الطاقة على تكلفة الانتاج لمنتج كيماوي ما يجدر القاء نظرة سريعة على المصنع الكيماوي للتعرف على مكوناته والعلاقات المتشابكة بين أقسامه المختلفة، كما هي مبينة بالمخطط رقم (1) حيث يمكن ملاحظة الآتي:

1) وحدة التصنيع الأساسية (Process Area):

وتسمى أيضا بمنطقة التصنيع وتشتمل على أجهزة ومعدات وأوعية ذات حجوم وسعات ومواصفات محددة (تحدد بمعرفة المرخص مع المصمم) وتختلف باختلاف الطاقة الانتاجية للمصنع ويتم بواسطتها اجراء التحويلات والتغييرات الفيزيائية و/أو الكيماوية المطلوبة على المواد الأولية لانتاج المنتج الكيماوي حسب المواصفات المطلوبة.

وقد يوجد بالمصنع الواحد أكثر من وحدة تصنيع (خطوط انتاج) لانتاج نفس المنتج أو منتجات أخرى.

2) أقسام المرافق (المنافع) (Utility Facilities):

وتشتمل على بعض أو كل من التسهيلات والأقسام المبنية بالمخطط، ووظيفتها الأساسية هي امداد وحدة التصنيع، والوحدات الأخرى بالمصنع بحاجتها من المياه، والوقود، والكهرباء، ومياه التبريد، والبخار، ومياه تغذية الغلايات، وأنظمة التبريد والتسخين، والغازات الخاملة، والهواء المضغوط... الخ.

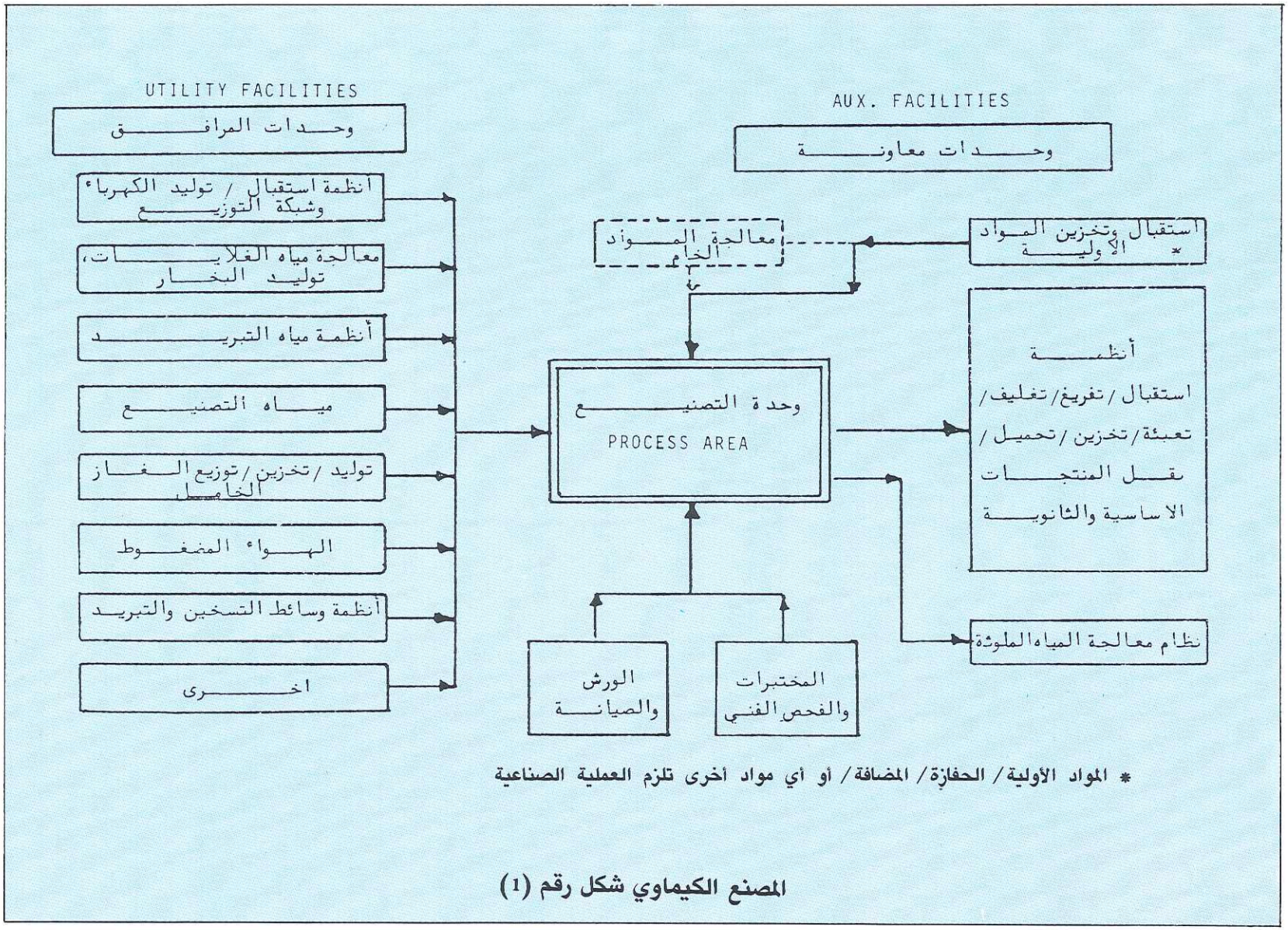
3) أقسام معاونة (Auxiliary Facilities):

وهذه تشتمل على بعض أو كل من:

- أقسام استقبال وتخزين المواد الأولية، والمساعدة، والمنتجات النهائية.
- مرافق النقل:

وسائل بحرية أو نهرية، سكك حديدية، تريلات، شبكات أنابيب، سيور ناقلة.

- أرصفة بحرية أو برية للتحميل والتفريغ.
- وحدة معالجة المياه الملوثة.
- أقسام السلامة والأمن.
- ورش الصيانة.
- الفحص الفني/ والمختبرات.
- خدمات غير صناعية (طبية/ اجتماعية/ شؤون موظفين).



المصنع الكيماوي شكل رقم (1)

ترتبط وحدة التصنيع بكل من أقسام المرافق، والأقسام المعاونة بالاضافة الى ارتباط كل منهما بالأخرى بشكل مباشر أو غير مباشر في صورة متكاملة تؤدي في النهاية الى تحقيق الهدف الرئيسي الذي من أجله أقيم المصنع وهو انتاج السلعة حسب المواصفات المطلوبة بأقل تكلفة ممكنة مع المحافظة على سلامة العاملين والمصنع والبيئة المحيطة.

ولا شك أن العمليات التبادلية والمتشابكة داخل المصنع، والتي يتم من خلالها انتقال المواد و/أو استقبالها، وتخزينها وتجهيزها وتحويلها الى منتج أو أكثر، وتغليفه، ونقله.. كل ذلك يعتمد أساسا على استهلاك صورة أو أكثر من صور الطاقة بواسطة الأوعية والمعدات الموجودة كالمفاعلات، والمضخات، والضاغطات والسيور الناقلة، والأفران، والغلايات، والمبادلات الحرارية وأبراج التقطير والاستخلاص، ومعدات استقبال وتوليد الكهرباء وغيرها. ومن الممكن أن يتحول هذا النظام الى جسم ميت لا حراك فيه في حالة انقطاع الطاقة عنه، فالطاقة في هذه الحالة يمكن تشبيهها بالقلب في جسم الانسان اذا توقف عن العمل توقف الجسد كله.

ب ـ تسعير الطاقة وانخفاض الطاقة الانتاجية وأثرهما على تكلفة الانتاج:

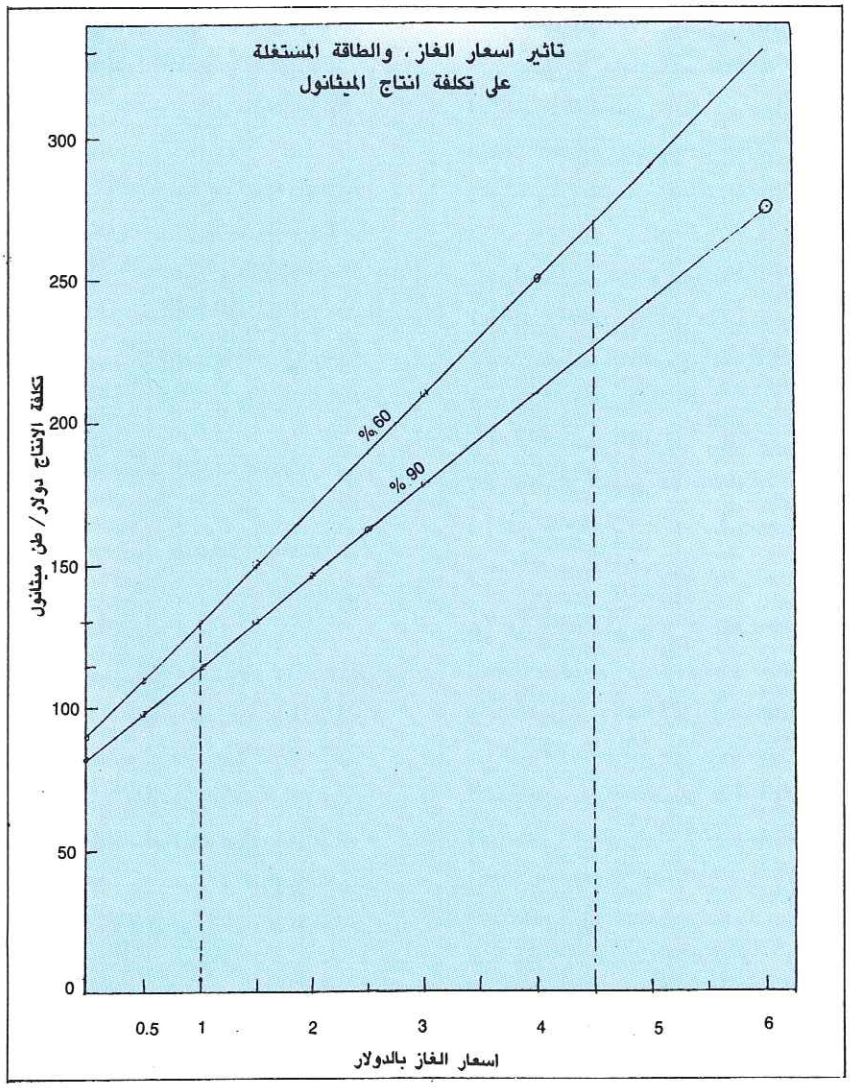
سنتناول فيما يلي بالدراسة والتحليل تأثير سعر الطاقة على تكلفة انتاج مادة الميثانول بمصنع طاقته التصميمية ألف طن متري/ اليوم، بمنطقة الخليج العربي حيث قدرت تكلفة الانتاج في الحالة الأساسية (Basic Case) بحوالي 114 دولار/ طن، على اعتبار الشروط التالية:

1) سعر الغاز كلقيم ووقود 1 دولار/10^6 وحدة حرارية بريطانية.
2) اجمالي التكاليف الثابتة للمصنع 130 مليون دولار شاملة وحدات المنافع والخدمات.
3) تكلفة الانتاج في حالة تشغيل المصنع على 90٪ من الطاقة التصميمية 114 دولار/طن (الحالة الأساسية)
4) استهلاك الغاز كوقود ولقيم في الحالة الأساسية (32 MMBTU/T)
5) استهلاك الطاقة عند التشغيل على 60٪ من الطاقة التصميمية يزيد بنسبة 25٪ عن الحالة الأساسية.

جدول رقم (2)

تأثير اسعار الغاز، والطاقة المستغلة على تكلفة انتاج الميثانول

اسعار الغاز $ / MMBTU	الانتاج 90 % من الطاقة الكاملة			الانتاج 60 % من الطاقة الكاملة		
	تكلفة الطاقة $	تكلفة الانتاج	النسبة المئوية %	تكلفة الطاقة	تكلفة الانتاج	النسبة المئوية %
0.0	0.0	82	0	0.0	90	0
0.1	3.2	85.2	3.8	4.0	94	4.3
0.5	16	98	16.3	20	110	18.2
1.0	32	114	28	40	130	31
1.5	48	130	37	60	150	40
2.0	64	146	43.8	80	170	47
2.5	80	162	49.4	100	190	52.6
3.0	96	178	54	120	210	57
3.5	112	194	57.7	140	230	61
4.0	128	210	61	160	250	64
4.5	144	226	63.7	180	270	67
5.0	160	242	66.1	200	290	69
5.5	176	258	68.2	220	310	71
6.0	192	274	70.1	240	330	73



وعلى ذلك تم وضع الجدول المرفق رقم (2) والرسم البياني رقم (3) اللذان يوضحان النتائج التالية :

1) تكلفة الطاقة اللازمة كلقيم ووقود تعادل 28٪ من التكلفة الكلية لانتاج طن ميثانول في الحالة الأساسية، وترتفع الى 31٪ في حالة تدني الطاقة الانتاجية الى 60٪ من الطاقة التصميمية و بالتالي ترتفع تكلفة الانتاج الى 150 دولار/ طن، وذلك الارتفاع يرجع الى سببين هما :

ـ ارتفاع استهلاك الطاقة بمقدار 25٪ عن الحالة الأساسية

ـ ارتفاع التكاليف الثابتة والمتغيرة لكل طن ميثانول.

2) أن الزيادة في سعر الطاقة بمقدار 0.1 دولار / مليون وحدة حرارية بريطانية يقابله زيادة في تكلفة الانتاج بمقدار 3.2 دولار / طن ميثانول من الحالة الأساسية، وترتفع هذه الزيادة الى 4 دولار/ طن في حالة انخفاض الطاقة الانتاجية الى 60 ٪.

وتجدر الاشارة هنا الى أنه نادرا ما يتم تشغيل المصانع الكيماوية بالدول النامية على طاقتها الانتاجية الكاملة، حيث غالبا ما تعمل على معدلات منخفضة تتراوح بين 60 ـ 70٪ من طاقتها مما يؤدي الى ارتفاع تكلفة الانتاج كما سبق ذكره.

3) عند زيادة سعر الغاز الى 4.5 دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية وهو السعر العالمي الحالي للطاقة، نجد أن تكلفة الانتاج في الحالة الأساسية تصل الى 226 دولار/ طن ميثانول، منها 144 دولار تكلفة الطاقة أي بنسبة 63.7٪ يقابلها 270 دولار/ طن منها 180 دولار تكلفة الطاقة أي بنسبة 67٪ في حالة انخفاض الطاقة الانتاجية الى 60٪.

وهذه نسب عالية قد لا يمكن معها تشغيل المصنع نتيجة للخسارة التي تحدث اذا عرف أن سعر الميثانول فوب بالسوق العالمي حاليا يقارب 140 دولار/ للطن المتري.

مما سبق يتضح مدى تأثير ارتفاع تكلفة الطاقة سواء عن طريق ارتفاع أسعارها أو زيادة الاستهلاك بسبب تدني الطاقة الانتاجية للمصنع أو كلاهما معا مما يؤدي في النهاية الى ارتفاع تكلفة الانتاج الى حد كبير قد لا يسمح بتشغيل المصنع وايقافه في حالة عدم توفر هامش ربحي معقول.

ثالثا: الأسباب الشائعة لفقد الطاقة بالمصانع الكيماوية:
(Common Sources of Energy Losses in Chemical Plants)

سنقوم فيما يلي باستعراض لبعض الأمثلة الشائعة عن الأسباب التي ينجم عنها فقد للطاقة بصورها المختلفة في المصانع الكيماوية، والأخطاء التي تؤدي الى ذلك، بهدف لفت الأنظار الى أهمية التدقيق على هذا الفقد، ومعرفة أسبابه ومصادره، ايذانا باتخاذ الاجراءات المصححة (Remedial Measures)، والمؤدية الى علاجه كليا أو تقليله الى أقل حد ممكن تسمح به ظروف كل مصنع.

1) التسرب في الهواء المضغوط والموائع الأخري:
(Compressed Fluids Leakages)

التسربات الكثيرة في السوائل والأبخرة، والغازات المضغوطة و/أو المسخنة، تعتبر علامة على المستوى المتدني للتشغيل والصيانة بالمصنع، لما ينتج عنها من اهدار للطاقة بصورها المختلفة بالاضافة الى فقد المواد. وعادة ما يحدث التسرب في الأماكن التالية:

1) الفلانشات والوصلات والصمامات الغير محكمة (Flanges, Fittings, Valves)
2) صمامات التنفيس وصمامات الامان (Vents and Safety Valves)
3) نقاط أخذ العينات (Sample Points)
4) فتحات التصريف التراكمي (Drains)
5) فتحات التنفيس، وتصريف الزائد (Vents and Over- flow)

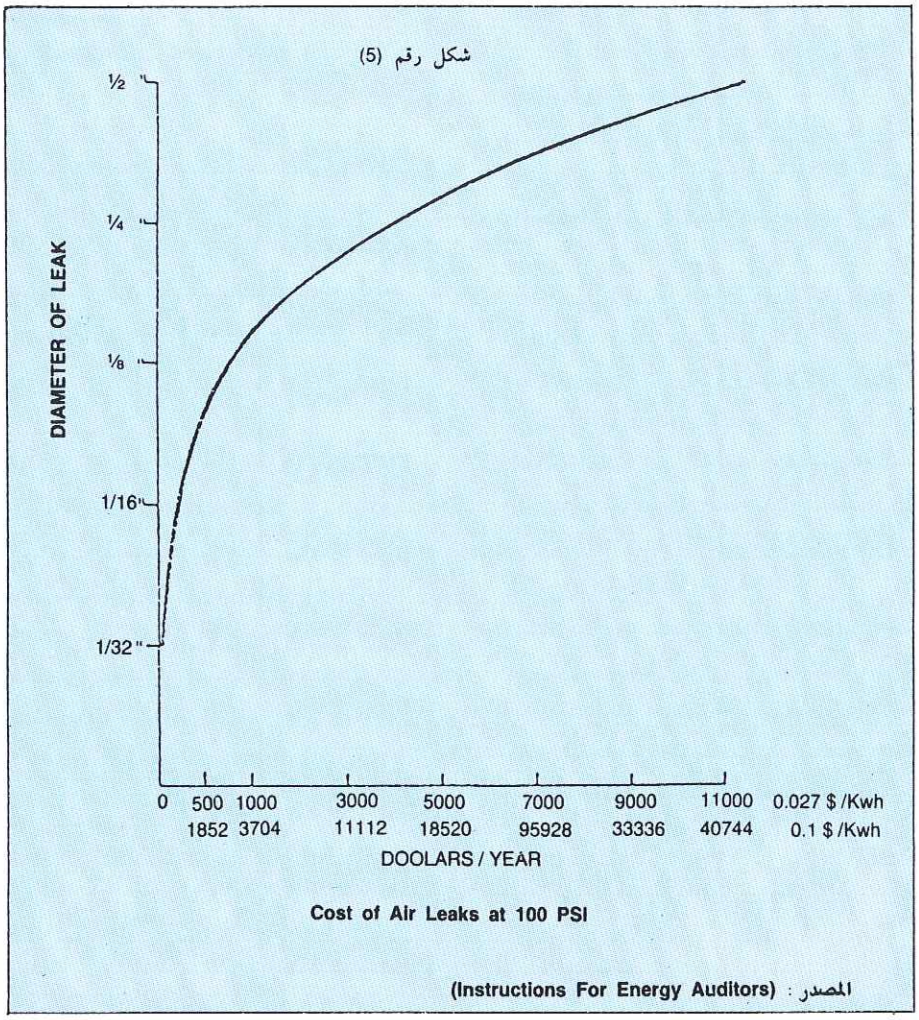
6) عدم احكام و / أو تلف مادة الحشو (Packing) أو مانع التسرب (Seals) المستخدمة بالمضخات، والضاغطات والقلابات (Agitators) وغيرها.
7) الثقوب والشروخ (Holes and Cracks) على خطوط الانابيب ووصلاتها كالكيعان، والمعدات والأوعية (Vessels) وغيرها، نتيجة التآكل والبري، والبلى (Corrosion, erosion) أو لوجود عيوب في تصنيع المعدات (Manufacturing Faults)، كعدم السباكة الجيدة (Bad Casting)، و/ أو عدم ازالة الاجهادات الحرارية الزائدة (Heat Stress Releif).
8) اماكن اللحام بصفة عامة بالاوعية والانابيب وغيرها.

جدول رقم (4)
تكلفة البخار المتسرب من خلال الفتحات والثقوب الصغيرة

درجات حرارة البخار المشبع / قطر الفتحة مم	25 Psia م°		77.7 / Psia م°		195.8 / Psia م°		475 / Psia م°	
	115 / 106 BTU السنة	دولار/السنة	155 / 106 BTU السنة	دولار/السنة	195 / 106 BTU السنة	دولار/السنة	240 / 106 BTU السنة	دولار/السنة
1.6	56.32	253.44	164.6	740.5	422.8	1902.8	1037.1	4667
3.2	226.6	1020	660	2970	1703.7	7667	4144	18648
4.0	355.1	1598	1029.6	4633.2	2909.3	13092	6483.4	29175.3
5.6	696.5	3134.3	2021.4	9096.12	5227.2	23522.4	12706.8	57180.4
6.35	909.5	4092.66	2642.2	11890	6830	30734	16605.2	74723.2
8.0	1415	6368	11883.5	53476	10670.4	48017	25932.7	116697

ملاحظات:
- بافتراض القيمة الحرارية (10,000) كيلو كالوري/ كجم زيت وقود.
- (4.5) دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية.

شكل رقم (5)



و يوضح الجدول رقم (4) كمية الطاقة المفقودة وتكلفتها نتيجة لتسرب البخار عند درجات حرارة مختلفة من خلال الثقوب والفتحات الصغيرة، والذي يتضح منه زيادة الطاقة المفقودة بزيادة متوسط قطر الفتحة، وزيادة درجة حرارة المتسرب.

كما يوضح شكل رقم (5) تكلفة الطاقة الضائعة نتيجة تسربات الهواء المضغوط عند ضغط 100 رصل / البوصة المربعة. و يلاحظ في هذا المنحنى أن التسرب في الهواء المضغوط يعتبر أحد المصادر التي لا يستهان بها في اهدار الطاقة، حيث أنه كلما تضاعف قطر التسرب فان الفقد في الطاقة يتضاعف أربع مرات.

2) تعطيل مصائد البخار واهمال صيانتها (Steam Traps)

مصيدة البخار هي اداة الهدف منها الفصل بين البخار والماء المكثف خلال الانابيب، ووصلات المبخرات، والمسخنات والمبادلات الحرارية.. حيث يفتح أتوماتيكيا صمام يسمح بمرور الماء المكثف من خلاله ولا يسمح بتسرب البخار. و يوجد أنواع وتصاميم متعددة، بحيث تفي بالغرض الذي تستخدم من أجله.

وتستخدم مصائد البخار بكثرة في المصانع الكيماوية و بأعداد كبيرة قد تصل احيانا الى بضعة الاف بالمصنع الواحد، وفي أحد التقديرات لقيمة البخار الذي يفقد سنو يا نتيجة لعطل أحد المصايد (Stuck Open)، مع اهمال صيانته أو تبديله بما يعادل الف دولار لكل مصيدة / السنة، فاذا فرض أن مصنعا به الف مصيدة بخار وهو رقم متواضع

بالنسبة للمصانع البتروكيماوية، ومصافي البترول، وكانت نسبة المتعطل عن العمل منها 30٪ فان ذلك يؤدي الى فقد في الطاقة تقدر بحوالي 300 ألف دولار سنويا.

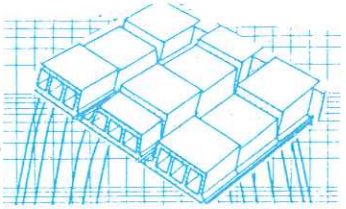
والفقد يحدث أساسا بسبب عدم الفحص الدوري المكثف للمصايد على الأقل مرة كل اسبوع لكل مصيدة، وذلك للتأكد من استمرارية أداء وظيفتها وأنها ليست في وضع الفتح المستمر، مع اخذ الاجراءات المصححة في حالة تخلفها عن أداء وظيفتها.

ومن الاخطاء الشائعة التي تحدث بكثرة في المصانع منذ بداية التركيب أو عند استبدال التالف من المصايد، هو تركيب المصايد دون الاخذ في الاعتبار السعة المناسبة للمكان والظروف المحيطة وكذلك تركيب المصايد حسب قطر وصلة الأنبوبة دون اعتبار لسعة المصيدة، وكفاءتها لضمان حسن الأداء حيث أن سعة التصرف للمصيدة تعتمد أساسا على مساحة مقطع الصمام وفرق الضغط عند طرفيها، ودرجة حرارة الماء المتكثف.

ومن الوسائل المستخدمة في مراقبة المصائد والتفتيش عليها، وضع شريط حساس للحرارة (Heat Sensing Tape) على فتحة التصريف للمصيدة، وحسب لون هذا الشريط يمكن الاستدلال على ما اذا كانت المصيدة تعمل أم لا. ولا شك أن برامج التفتيش والفحص الدوري المكثف على مصائد البخار تؤدي الى وفر كبير في استهلاك الطاقة بالمصنع.

3) تلف أو نزع أو تقشر العازل الحراري (المواد العازلة Insulating Materials):

تستخدم المواد العازلة في حفظ الطاقة، حيث تعمل على منع أو تقليل التسرب الحراري من



الأنابيب، والأوعية، والمعدات والاجهزة التي يتداول بها مواد ذات درجات حرارة مرتفعة أو منخفضة عن درجة الحرارة العادية (Ambient Temperature) بشكل ملموس (مبادلات حرارية، صهاريج تخزين، مفاعلات، أفران، غلايات، سخانات، مبخرات، مخازن تبريد..الخ) الى البيئة المحيطة، بالاضافة الى المحافظة على سلامة العاملين.

ومن المناظر المألوفة بالمصانع بالنسبة للمواد العازلة:

- تعرية الانابيب ووصلاتها وبوجه خاص الكيعان وكذلك المعدات أثناء اجراء عمليات الصيانة، وعدم اعادة المادة العازلة بعد صيانتها.
- عدم تغطية فتحات الدخول لاجراء الصيانة (Man - holes) الموجودة على الأوعية والمعدات التي تكون معزولة عادة عزلا حراريا.
- الاختيار السيء لمواد العزل الحراري أو تقليل سمكها بهدف التوفير في التكاليف أو لقلة الخبرة.

وتعتبر الصيانة المستمرة والمكثفة للمواد العازلة أحد العناصر الاساسية في برامج حفظ الطاقة، وتقليل الفاقد منها، وتقدر نسبة مساهمتها في هذا المجال بما لا يقل عن 25٪ من اجمالي الطاقة الحرارية المستخدمة بالمصنع.

و يوضح الجدول رقم (6) التوفير الكبير الذي يحدث عند استخدام العازل الحراري على انبوبة حديد قطر ثلاث بوصات ينساب خلالها مائع درجة حرارته 260°م، وعلاقة هذا الوفر بزيادة سمك المادة العازلة وفترة الاسترداد، و يبين هذا الجدول المردود السريع والعالي للانفاق في مجال العزل الحراري، وقصر الفترة اللازمة لاسترداد هذه المبالغ حيث لا تتعدى بضعة أشهر. ولك أن تقيس الوفر الذي يحدث عند تطبيق العزل الحراري على المعدات ذات الاسطح الكبيرة كما في حالات صهاريج تخزين الأمونيا السائلة، ومخازن التبريد والأوعية وغيرها.

كل ذلك يدعو الى أهمية اعادة النظر في المواصفات والقوانين والمقاييس المعمول بها في تحديد سمك مادة العزل الحراري، واعادة تطويرها باستمرار مع ارتفاع اسعار الطاقة، ومع الاخذ في الاعتبار كل حالة وظروف الموقع.

تغير الفقد في الطاقة الحرارية لمائع ما درجة حرارته 260°م
داخل انبوبة حديد قطر 3 تخانة (5.5مم) مع تغير سمك العازل الحراري عليها

سمك العازل الحراري	الفقد في الطاقة BTU/FT./Yr.	تكلفة الطاقة / السنة* $/Year	تكلفة العازل لكل قدم	فترة الاسترداد شهر
1- بدون عزل حراري	14,850.000	66.825	0.00	—
2- 1"	1,450,000	6.525	4.91	0.972
3- 1½"	1,100,000	4.95	5.77	1.116
4- 2"	930,000	4.185	7.00	1.344
5- 2½"	810,000	3.645	9.64	1.836
6- 3"	730,000	3.985	10.72	2.03
7- 3½"	670,000	3.015	11.80	2.22

* 4.5 دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية .

4) الاخطاء الشائعة في تشغيل المراجل البخارية والافران:
(Steam Boilers, Heaters and Furnaces)

إن 70 - 80٪ من الوقود اللازم للصناعات البترولية والبتروكيماوية يتم استهلاكه بواسطة الغلايات، والافران، و يرجع الفقد في الطاقة من هذه المعدات الى أسباب كثيرة أهمها:

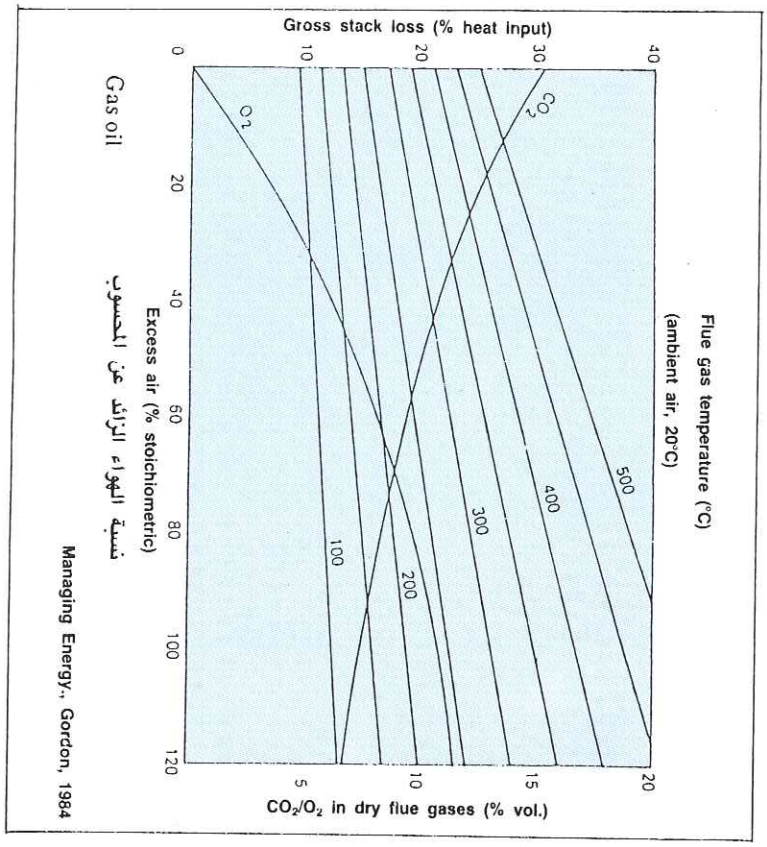
1) عدم الاهتمام بقياس أو مراقبة نسبة الهواء الزائدة عن اللازم (Stoichiometric) لاحتراق الوقود المستخدم.
2) عدم الاهتمام بقياس ومراقبة درجة حرارة غازات الاحتراق المطرودة بالمداخن.
3) الاحتراق الغير كامل للوقود.
4) عدم الاهتمام بتسخين الهواء اللازم للاحتراق قبل استخدامه بالحارقات (Burners)
5) عدم التدقيق في استرجاع الحرارة المفقودة مع غازات الاحتراق
6) تردي حالة العازل الحراري وكذلك الطوب الحراري المبطن للأفران والمراجل، نظرا لعدم صيانته وتبديل التالف منه.
7) طول المسافات التي تفصل أحيانا بين وحدات التسخين أو توليد البخار و بعض الوحدات المستهلكة له.
8) عدم الاهتمام ببرامج التدريب المتخصصة للعاملين على هذه المعدات، حيث يلاحظ أن أغلب مشغلي الغلايات بالمصانع الكيماوية، لا يعرفون شيئا عن كفاءتها، ولا يتوفر لديهم الاجهزة البسيطة المتنقلة والمستخدمة في قياس وحساب معدلات الأداء لهذه المعدات.

و يعتمد الكثير من المصانع على قيام بعض المقاولين المتخصصين باجراء العمرة السنوية، واعادة تشغيلها حسب الظروف المحيطة والسائدة وقتئذ، ولكن مع الوقت، وتغير مواصفات الوقود من وقت لآخر، وتغير المناخ المحيط، وتراكم الترسبات على الحارقات (Burners).. الخ، كل ذلك يؤدي الى تشغيل هذه المعدات على معدلات وكفاءة متدنية قد تصل في كثير من الأحيان الى 45٪ بالمقارنة بما هو مفروض وهو أن لا تقل هذه النسبة عن 85٪.

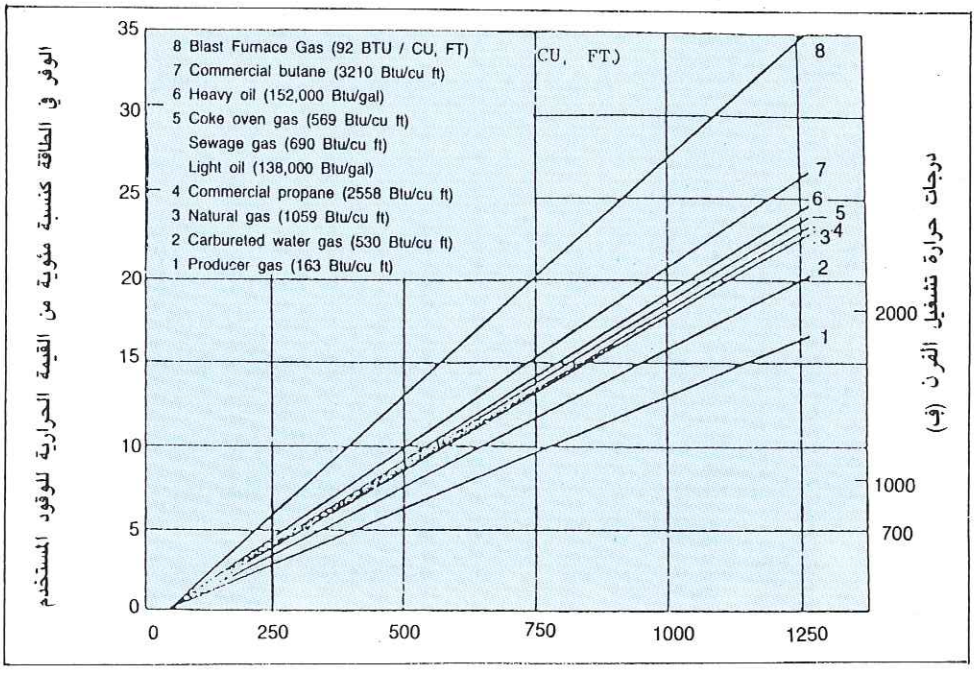
والشكل رقم (7) يوضح أثر زيادة الهواء عن المعدلات اللازمة لاحتراق الوقود على نسبة الفقد في الطاقة الحرارية مع غازات المداخن عند درجات حرارة مختلفة، منسوبة الى الطاقة الكلية الناتجة عن الاحتراق، و يتضح منه زيادة نسبة الفقد من الطاقة مع زيادة نسبة الهواء الزائد وارتفاع درجة حرارة غاز المداخن.

كما يبين الشكل رقم (8) أثر تسخين الهواء اللازم للاحتراق في توفير الوقود المستخدم، في عدة حالات مختلفة.

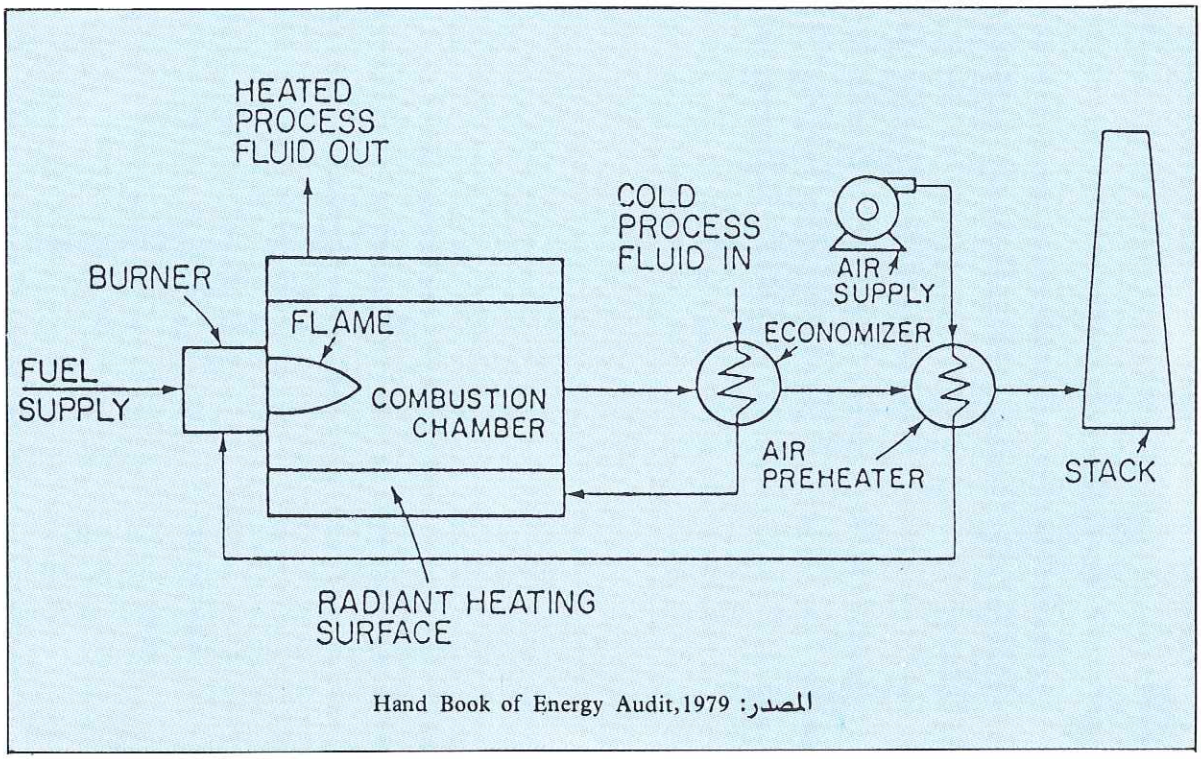
شكل رقم (7) نسبة الفقد في الطاقة مع غازات الاحتراق الى الطاقة الكلية



شكل رقم (8)
التوفير في الوقود في حالة تسخين الهواء اللازم للاحتراق قبل استخدامه



مخطط رقم (9) نظام لاسترجاع الحرارة المفقودة بغازات الاحتراق



المصدر: Hand Book of Energy Audit,1979

كما يوضح المخطط رقم (9) كيفية الاستفادة من الحرارة الموجودة بغازات المداخن وكيفية استرجاع نسبة كبيرة منها.

واجمالي القول: أن تقليل نسبة الهواء الزائد، ودرجة حرارة المداخن، وتحسين العزل الحراري، وتسخين الهواء اللازم للاحتراق وايجاد نظام لاسترجاع الحرارة المفقودة، غالبا ما يؤدي الى تحسين كفاءة هذه المعدات، والوصول الى معدلات عالية أكثر من 90٪.

5) تشغيل المصنع على معدلات انتاج متدنية (Low Capacity Utilization):

غالبا ما يرتفع الاستهلاك من الطاقة بصورها المختلفة، بسبب تشغيل المصنع الكيماوي على معدلات انتاجية منخفضة، حيث يتم استخدام معدات وأجهزة ذات سعات وأحجام كبيرة، في تداول طاقات انتاجية صغيرة حيث تعمل المضخات، والضاغطات (Agitators) والغلايات، والناقلات، كالسيور الناقلة، واللولبية، وأغلب الأجزاء المتحركة..الخ، على نفس الحمل الكهربي أو الميكانيكي أو الحراري تقريبا.

يظهر أثر تلك الزيادة على استهلاك الطن من المنتج مما ينعكس على زيادة تكلفة الانتاج، وبالتالي الربحية. وجدير بالذكر أن العلاقة بين الزيادة في استهلاك الطاقة والمنافع في حالة تدني الطاقة الانتاجية مع الانخفاض في نسبة الانتاج ليست علاقة خطية، بل قد يحدث أن تخفض (ولكن لا تصل الى الحد الأمثل عند تشغيل المصنع عند 90 - 100٪.وسبب هذا الانخفاض هو التشغيل عند طاقة انتاجية متدنية (50٪ مثلا) تسمح بايقاف بعض المضخات و/أو السيور الناقلة و/أو الضواغط و/أو مرجل بخاري.

6) كبر سعات وحجوم المعدات والأجهزة والأنظمة بأكثر مما تحتاجه العملية الصناعية:

(Utilization of Over - sizing equipment, Systems)

مما يؤدي الى استهلاك زائد للطاقة يمكن توفيره لو أحسن اختيار السعات والحجوم بما يفي ومتطلبات

العملية الصناعية فقط، و يمكن تشبيه هذه الحالة الى حد ما بحالة تشغيل المصنع على طاقة انتاجية منخفضة.

7) التشغيل والايقاف المتكرر (Process Dis- continuity)

وغالبا ما ينتج عن هذه العمليات إضافة كميات من الطاقة الكهربية، والبخارية والحرارية، نتيجة لفتح بلوف التصريف المختلفة، عند بداية التشغيل، وما قد ينتج من منتجات مخالفة للمواصفات سواء عند بداية التشغيل حتى الوصول الى مرحلة الثبات في التشغيل أو أثناء تنفيذ خطوات الايقاف، حتى مرحلة الايقاف النهائي.

8) الترسبات، وتراكمات المواد على الجدران الداخلية والخارجية على المواسير والأوعية والمبادلات الحرارية وغيرها: (Scale Formation, Sediments, Sludge, Algea and Marine Growth)

تؤثر هذه الظواهر بشكل ملحوظ على معدل الانتقال الحراري وتعمل على تقليل المعامل الكلي له (Total Heat Transfer Coefficient) بنسب قد تتعدى 40٪ من قيمته في بعض الحالات. وأسباب حدوث هذه الظواهر كثيرة ومتعددة وعلى سبيل المثال زيادة تركيز بعض الأملاح مما يؤدي الى سرعة ترسيبها، أو نتيجة حدوث بلمرة لبعض المواد العضوية، أو ارتفاع درجات الحرارة الذي قد يؤدي الى تفحيم بعض المواد..

كذلك عدم معالجة المياه المستخدمة في المراجل أو مياه التبريد. وهذه الظواهر تؤدي الى:

ـ تضييق مسارات انسياب الموائع أو سدها كلية وزيادة فرق الضغط بهذه المعدات، مما يؤدي الى زيادة الحمل على الضاغطات والمضخات.. وبالتالي زيادة استهلاك الطاقة عن معدلاتها.

ـ اخلال التوازن في التوزيع الحراري، مما يؤدي الى ظهور مناطق أكثر سخونة (Hot Spots)، قد ينتج عنها حدوث تلف (اجهادات حرارية) في بعض أجزاء هذه المعدات.

ـ ايقاف أو اخراج ماسورة أو أكثر من المبادل الحراري مما يؤدي الى تقليل مساحة التبادل الحراري.

ـ تكون ترسبات السليكا على ريش ومسارات التوربينات البخارية، قد تؤدي الى تدمير كفاءة هذه التوربينات كما يعمل على سد فتحات الفوهات (Nozzles) مما يؤدي الى حدوث خلل في توازن التوربينة.

ـ حدوث تلف وأعطال في كل من:

- أجهزة القياس
- مصايد البخار
- الصمامات
- وغيرها

9) الاهمال في تنظيف، وصيانة المرشحات والمصفيات ومجاري الغازات: (Filters, Strainers and Gas Ducts)

مما يؤدي الى زيادة الحمل على المضخات، وضاغطات الهواء نظرا لزيادة المقاومة، و بالتالي استهلاك كميات زائدة من الطاقة.

10) اغفال تعليمات استخدام وتداول وتخزين المواد الحفازة (Catalyst)

المواد الحفازة هي مواد تزيد أو تقلل من سرعة التفاعل الكيميائي، أو تعمل على حدوثه عند درجات حرارة منخفضة و/أو ضغوط منخفضة، وهذه المواد تبقى في العادة دون أن يعتريها تغير أو تتغير في بعض الحالات غير أنه يسهل تجديدها أو تنشيطها لاعادة استخدامها.

وقد يؤدي سوء اختيار المواد الحفازة أو عدم اتباع التعليمات الخاصة باستعمالها (أو تخزينها وتداولها) الى تسممها أو تقليل كفاءتها مما يؤدي الى فقد كبير في الطاقة يتمثل في:

1) اتمام التفاعل عند درجات حرارة مرتفعة.
2) استخدام ضغوط عالية.
3) انخفاض نسبة التحويل (Low Conversion).
4) زيادة نسبة الراجع الى اللقيم (Recycle).
5) تكون منتجات أخرى ثانوية بسبب حدوث تفاعلات جانبية غير مرغوبة.
6) اضافة عمليات أخرى للتشغيل، كالحاجة الى فصل المواد الثانوية.
7) انخفاض العمر الزمني لها عن العمر المقرر، مما يدعو الى استبدالها على فترات قصيرة، مما يتسبب في فقد كميات من الطاقة أثناء عمليات الاستبدال.

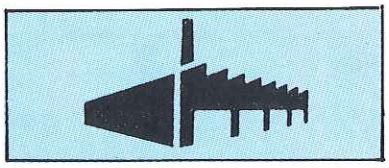
11) عدم الاهتمام بصيانة أجهزة القياس و/أو التحكم وتبديل التالف منها:
(Measuring, Indicating, Recording Instruments and Process Control)

إن قياس ومراقبة والتحكم في المتغيرات المختلفة، كمعدلات الاستهلاك في الطاقة، ومعدلات الانسياب للمواد الداخلة والخارجة وضغوط الموائع ودرجات الحرارة داخل الأوعية والمعدات، ونسب الهواء / الوقود بالحارقات، الخ.. والتي تؤثر تأثيرا مباشرا على تشغيل المعدات بسهولة وأمان، تعتبر من الأمور الأساسية لنجاح أي برنامج لحفظ الطاقة.

وتلعب أجهزة التحكم دورا بارزا في مجال ترشيد الطاقة في أنظمة التسخين والتبريد، والتجفيف التي لا يخلو منها أي مصنع كيماوي، حيث تعمل على ضبط تشغيل هذه الانظمة لتلبية الحمل الحراري بأقل قدر ممكن من الطاقة، مع رفع أداء هذه الأنظمة دون الاخلال بنوعية الخدمة المطلوبة وذلك عن طريق ايقاف تشغيل بعض المحركات فترة زمنية أو تقليل سرعتها أو تقليل فتحة صمام اوتوماتيكي،...الخ وذلك طبقا لمتطلبات الحمل الحراري المطلوب وحسب العملية الصناعية. ولا شك أن اهمال صيانة هذه الأجهزة، ومعايرتها واستبدال التالف منها يؤدي الى صعوبة المراقبة والتحكم في الاستهلاكات والتدفقات، والضغوط، ودرجات الحرارة، مما يؤدي الى فقد كبير في الطاقة بصورها المختلفة، وعلى سبيل المثال عدم الاهتمام بقياس وضبط نسب الهواء / الوقود في الأفران والغلايات كما ذكر سابقا.

12) عدم الاستفادة من الطاقة والمواد الموجودة بالمخلفات والمطرودات الصناعية:

وعلى سبيل المثال، عدم الاستفادة من الطاقة المفقودة في غازات الاحتراق من الافران والغلايات وكذلك عدم الاستفادة من الطاقة الموجودة ببعض النفايات الصلبة أو السائلة المتخلفة عن عمليات التصنيع.. وغيرها وعدم استرجاع زيوت التزييت المستهلكة واعادة استخدامها.



رابعا: التدقيق على الطاقة بالمصانع الكيماوية (Energy audits)

1) مفهوم التدقيق على الطاقة:

يعرف على أنه دراسة لأوجه استهلاك الطاقة بأي منشأة صناعية لتحديد أين يتم التوفير في الطاقة، وكيف يكون الاستخدام الأمثل لها.

ولتحقيق ذلك، لا بد من القيام بحصر ودراسة مصادر الطاقة، وأوجه استعمالاتها بالمناطق المختلفة بالمصنع، وتحديد كفاءة تحويلات الطاقة وتحديد الفقد وأسباب كل منها، واقتراح الطرق العلاجية المختلفة، سواء تلك التي يمكن انجازها بالجهود الذاتية بالمصنع أو تلك التي تحتاج الى استثمارات وتعتبر مشاريع رأسمالية، مع تحديد الأولويات والبرامج الزمنية للتنفيذ، وتكلفة كل منها وكميات الوفر..

2) التدقيق وعلاقته ببرامج ترشيد الطاقة:

ومما هو جدير بالذكر أن التدقيق على الطاقة بحد ذاته ليس هدفا، ولكنه نواة لأي برنامج للتوفير والترشيد في الطاقة.

حيث يشتمل برنامج ترشيد الطاقة بالمنشآت الصناعية على مرحلتين **المرحلة الاولى** وهي التدقيق ويتم فيها جمع البيانات والمراجعة واثبات حالة المنشأة والتعرف على مناطق الاستهلاك الزائد (Identify) ثم اجراء الحسابات وتحديد الكميات (Quantity) واصدار التوصيات. **المرحلة الثانية** وهي مرحلة التطبيق العملي لنتائج المرحلة الأولى (Implementation) ويتم فيها تنفيذ برامج الاصلاح والتحسين (Modify) ويتبعها التقييم العملي للاصطلاحات والتحسينات التي تمت.

ويوضح المخطط رقم (10) موقع التدقيق على الطاقة كجزء من برنامج ترشيد الطاقة.

3) الاسلوب المقترح للتدقيق على الطاقة بالمصنع الكيماوي:

سنعرض فيما يلي شرحا موجزا للمراحل الرئيسية لأسلوب عملي يمكن تطبيقه للتدقيق على الطاقة بالمصانع الكيماوية حسب التعريف المذكور.

التدقيق
التطبيق
جمع البيانات والمراجعة
الحسابات الفنية والتوصيات
التحسينات
التقييم
مسح أولي وجمع البيانات
دراسة التقرير الأولي مع إدارة المصنع
إعداد برنامج لترشيد الطاقة
مناقشته مع الإدارة لتحديد الوضع النهائي للتعديلات وأولوياتها
البدء في تنفيذ برنامج الاصلاح والتحسين
وسائل استمرار قوة الدفع واثارة الاهتمام بالبرنامج
إعداد سجل تاريخي لاستخدامات الطاقة بالمصنع
إعداد تقرير أولي بالتوصيات واستكمال نماذج التدقيق
القيام بالاختبارات والقياسات المختلفة بوحدات المصنع للتثبت
إعداد تقرير تفصيلي يتضمن شرح تفصيلي لبرنامج الاصلاح والنتائج والاختبارات والتحليل
تنفيذ التحسينات على نظم التشغيل، واجراء الصيانات، والتعديلات
اجراء القياسات وتقدير مدى النجاح، ومقدار الوفر في الطاقة بعد تنفيذ برامج الصيانات
تحديد وقياس الطاقة الداخلة للمصنع وأماكن استهلاكها
تحديد الفروق في المناطق المختلفة والتحليل
إعداد تقديرات أولية للتكلفة، والاستثمارات وفترة الاسترداد اللازمة للتعديلات والاصلاحات
إعداد قائمة بالتعديلات والصيانات والاصلاحات حسب أولوياتها
متابعة ومراقبة التقدم في الأعمال
اجراء القياسات لتحديد التوفير في الطاقة بعد التحسينات
برنامج شامل لحفظ الطاقة

مخطط رقم (10)

والاسلوب المقترح يتم تنفيذه على مرحلتين أساسيتين على النحو التالي:

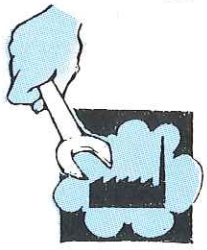
أ ـ المرحلة الاولى:

وهي مراجعة شاملة للمصادر المختلفة للطاقة، وأوجه استعمال كل منها، وتحديد بياناتها وتوثيقها حتى يمكن القياس عليها. وتتضمن هذه المرحلة الخطوات التالية:

1) تجميع البيانات والتقارير والمخططات المختلفة، الخاصة بتتبع سير عمليات الانتاج ومسارات خطوط الأنابيب وأجهزة القياس والتحكم والمخططات والبيانات التفصيلية عن المعدات الرئيسية، ومخططات الموازنات المادية والحرارية (Material Heat and Energy Balances) لكل قسم من أقسام المصنع بما فيها الوحدات المساعدة والمرافق، ومواصفات مستلزمات الانتاج والمنتجات، وكتيبات تعليمات التشغيل وغيرها (Operation Manuals).

2) يتبع ذلك الاعداد لاجراء اختبار الوحدة (Unit Test) ويمكن أن يجري على كل وحدة بالمصنع (Unit By Unit) وكذلك على وحدات المرافق، ويقوم العاملون بالعمليات بالوحدة الى جانب فريق التدقيق بالتخطيط والتنسيق والاعداد له، ويكونون مسؤولين عن انجازه. ولاهمية نتائج هذا الاختبار، والتأكيد على نوعية البيانات المطلوبة، يجب تحديد الامور التالية قبل اجراء الاختبار:

- تحديد مناطق الاستهلاك العالي للطاقة بالمصنع تحديدا أوليا.
- تحديد أجهزة القياس والتحكم الرئيسية والهامة للمواد والطاقة، وفحصها للتأكد من سلامتها ومعايرتها بدقة. وقد يستلزم ذلك اضافة بعض أجهزة القياس على الأماكن الهامة والتي لا يوجد عليها أجهزة قياس أصلا.
- تجميع أكبر قدر ممكن من المعلومات المتوفرة كما ذكر في المرحلة الأولى.



- تطوير سجلات الوحدة لمواكبة الأهداف المراد تحقيقها مع تحديد مصادر ومراكز البيانات: بالكمبيوتر، و/ أو قراءات أجهزة القياس و/ أو قراءات موقعية أخرى يتم تحديدها.
- تحديد أولي لأقل وقت ممكن للحصول على بيانات حالة الثبات (Steady State Data)، وذلك بالاستعانة بالسجلات السابقة وخبرة العاملين بالوحدة.
- ومن المفيد عقد عدة اجتماعات مع المشغلين وطاقم الصيانة قبل اجراء الاختبار والاتفاق على الخطوات التفصيلية.
- ويجري الاختبار بتشغيل الوحدة على معدلات انتاجية مختلفة تدريجيا حتى الوصول الى الأرقام التصميمية، ومن المعتاد أن يتم تسجيل البيانات والقراءات المختلفة لاستهلاكات المواد والطاقة والمنافع ومعدلات التدفق، ودرجات الحرارة، عند معدلات انتاجية للوحدة تبدأ من 45٪ الى 100٪ (أو أكثر) من الأرقام التصميمية، ويتم تعديل هذه البيانات والقراءات بعد تصحيح نسب الخطأ في قراءات أجهزة القياس. وتعتبر مرحلة الاعداد لهذا الاختبار فرصة جيدة لأعضاء فريق التدقيق للتعرف عن قرب على ظروف تشغيل الوحدة، والاحتكاك المباشر مع المشرفين والمشغلين، واجراء المناقشات بهدف استكمال أية بيانات.

3) وبناءا على نتائج هذا الاختبار يتم اعداد حسابات الموازنات المادية والحرارية الكلية والتفصيلية للمصنع وعلى وجه الخصوص لمناطق الاستهلاك الرئيسية للطاقة وبما فيه من وحدات مساعدة أخرى، وذلك عند معدلات انتاج مختلفة وصولا الى الطاقة التصميمية إن أمكن.

4) تصميم جداول تحتوي على البيانات المتوفرة، وتلك التي تم الحصول عليها من اختبار الوحدة عن استهلاكات الطاقة والمنافع، وأوجه استعمال كل منها ومقارنتها بالأرقام التصميمية للمناطق والمعدات الرئيسية بالمصنع. ومن المناسب مقارنة هذه الأرقام أيضا بأفضل بيانات عرفت في تاريخ تشغيل المصنع، بل مقارنتها أيضا بأحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا العملية في تخفيض الفقد وترشيد الاستهلاك في هذا المجال.

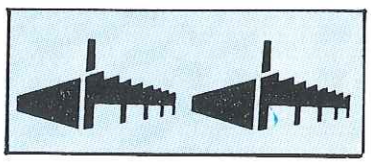
5) تحديد المناطق الحرجة بالمصنع والتي تحتاج الى علاج سريع.

ومن ثم يمكن تحديد المعدات والمناطق ذات الفقد أو الاستهلاك العالي والتي يمكن ادخال التحسينات أو التعديلات عليها للوصول الى أفضل النتائج، و بالتالي إعداد قائمة بفرص الوفورات وترشيد الاستهلاك. وقد تكون التحسينات عن طريق اجراء تعديلات طفيفة على تعليمات أو ظروف التشغيل، أو اجراء بعض الصيانات الصغيرة كتحسين العزل الحراري، أو إضافة أو صيانة مصايد البخار.. الخ.

ب ـ المرحلة الثانية:

من الطبيعي أن يتبع المرحلة الأولى، والتي تم فيها تحديد المناطق والمعدات الرئيسية التي تحتاج الى اجراء تحسينات أو تعديلات معينة، مرحلة هامه وأساسية وهي اجراء تقييم شامل ونفصيلي للفرص المتاحة لاجراء تعديلات أو تحسينات على المناطق التي يتركز فيها الفقد أو العجز أو الاستهلاك العالي للطاقة، والمنافع والمواد، وتحديد حجم الوفورات والمردودات المادية وغيرها المتوقعة، كما يجري أيضا تحديد الأولو يات مع الأخذ في الاعتبار المخاطر الفنية وكذلك الاستثمارات اللازمة للعلاج، ولا بد أن تشمل عملية التقييم هذه الاجابة على الأسئلة التالية وغيرها:

1) ما هو التوفير المتوقع في استهلاك الطاقة والوفر في التكلفة بالدينار المترتب على ذلك؟ وما هو المردود المادي، وفترة استرداد الاستثمارات المتوقعة؟
2) ما هي الاستثمارات، والقوى العاملة اللازمة ومدى توفرها؟
3) ما هي التأثيرات السلبية والمخاطر الفنية (كالتأثير على مواصفات المنتجات وغيرها)، ومخاطر التشغيل من ناحية الأمان والسلامة؟ وهل يتطلب كل ذلك مزيدا من البحوث والتطو ير؟
4) ما مدى تأثير هذه التحسينات على سهولة تشغيل المصنع وأدائه، وهل تحتاج الى تدريب جديد للعاملين؟
5) ما هي الفترة الزمنية المتوقعة للتنفيذ، وهل يتطلب ذلك ايقاف الانتاج كليا أو جزئيا؟



6) ما مدى تكامل المنطقة (التي أجرى عليها التحسينات أو التعديلات) مع الوحدة ككل والوحدات المساعدة من حيث تلبية احتياجاتها الجديدة من الطاقة والمواد والمنافع الأخرى الحالية والمتوقعة؟ (وهذه النقطة في غاية الأهمية).

وعلى أثر هذا التقييم الشامل يتم تحديد أفضل الفرص المتاحة و بالتالي أفضل المشاريع وأولو ياتها التي تؤدي الى توفير في الطاقة، وقد تستغرق هذه المرحلة فترة زمنية تختلف حسب طبيعة المصنع، وحجم الخدمات والمرافق الموجودة به.

4) العمالة اللازمة للتدقيق على الطاقة:

يراعى في اختيار العمالة اللازمة للقيام بهذا العمل، كفاءتهم الفنية العالية، وتمثيلهم لأقسام العمليات والهندسة والصيانة والخدمات الفنية، و يحدد عددهم حسب حجم المصنع، والفترة الزمنية المقدرة للانجاز، على أن تتوافر فيهم الشروط الأساسية التالية:

- المعرفة التامة لطرق التصنيع المتبعة.
- الخبرة الواسعة في مجال تشغيل وحدات المصنع.
- المقدرة على القيام باجراء القياسات المختلفة (كهر بائية، فيزيائية، ميكانيكية).
- المقدرة على القيام بالحسابات الفنية والاقتصادية وتحليل البيانات وعمل الموازنات المادية والحرارية.

5) عناصر حيو ية لانجاح هذا الأسلوب:

من المفيد الاشارة هنا الى أن مدى نجاح هذا الأسلوب وتحقيق الأهداف المرجوة منه يتوقف على:

- تحديد الأهداف وأسلوب العمل والبرنامج الزمني للانجاز.
- تعضيد ومساندة إدارة المصنع له، وتفو يض المشرفين عليه بالصلاحيات المناسبة.
- توفير المهارات البشرية، والمادية من أجهزة قياس، وفحص واختبار وغيرها.
- التوعية والاعداد الذهني والنفسي المسبق للمستو يات المختلفة من العاملين بالمصنع بأهمية هذا العمل ومبرراته، ومردوداته المتوقعة وأثره على الر بحية وسياسات الحوافز والمكافآت التشجيعية.

خامسا: الخلاصة:

1) ان برامج حفظ الطاقة بالمصنع الكيماوي تبدأ بالتدقيق عليها وتعتمد في المقام الأول على الجهود الذاتية بالمصنع، وتعتبر احدى الوسائل الهامة والفعالة في تخفيض تكلفة الانتاج، ومن المنطقي اعطائها الأولوية في التطبيق عند التفكير في تقليل الانتاج قبل دراسة تقليل عناصر التكلفة الأخرى التي قد يصعب التحكم فيها كأسعار المواد الأولية وأقساط الاستهلاك للمعدات والمنشآت وغيرها.

2) إن التوفير في الطاقة على مستوى المصنع ككل يتركز على تجميع الفقد فيها بمناطق المصنع المختلفة، والتي قد تبدو صغيرة في بعض منها، ولكنها تصبح رقما كبيرا في مجموعها، وبالتالي يظهر تأثيرها الحقيقي على اقتصاديات المصنع.

3) ضرورة العمل على بث الوعي لدى العاملين بهذه المصانع بأهمية الطاقة كعنصر من عناصر تكلفة الانتاج، وبطرق ترشيد استهلاكها.

4) التدقيق عند اقامة المصانع الكيماوية الجديدة، في اختيار التكنولوجيا المتطورة، التي تعمل على أقل استهلاك ممكن من الطاقة، مع ضرورة وضع اشتراطات وسن التشريعات التي تضمن تحقيق ذلك عند الموافقة على إقامة هذه المصانع.

سادساً: المراجع: References

1) New Ways to Save Energy - Proceedings of The International Seminar, Held in Brussels 23 - 25 Oct, 1979.
2) Terry A. Stoa, Calculating Boiler Efficiency And Economics, Chemical Engineering, Juli 16. 1979.
3) Robert Aegerter, Energy Conservation in Process Plants - Chemical Engineerings, Sept. 3, 1984.
4) Charles M. Garrison, How to Cut Agitation Costs, Chemical Engineering, Nov., 30, 1981.
5) G.H. Kops, B.J. Artuso & Other, Let's Help Program Saves Energy, Hydrocarbon Processing Nov., 1976.
6) Robert C.Le May, Observation From 300 Industrial Plants, Energy Auditing Association, 1980.
7) Robert S. Curl, Survey Instrumentation, Ditto as No. 6.
8) Hydrocarbon Processing, Energy Management, Several Articles, Juli, 1979.
9) Jimmy L. Humphrey, New Concepts Reduces Process Energy, Hydrocarbon Processing, Juli., 1982.
10) Thomas E. Smith, Industrial Energy Management For Cost Reduction, Ann-Arber Science, 1979.
11) Albert Thumann, P.E. Handbook of Energy Audits, Fairman Process, Inc. 1979.
12) C.C. Williams & Other, Better Data Saves Energy, API Special Report, Hydrocarbon Processing May, 1976.
13) Warren E. Green, To Save Energy, Train Co-ordinators, API Special Report, H. Processing, May 1976.
14) M.A. Williams, Organize for Energy Conservation, Hydrocarbon Processing, April., 1976.
15) Energy Conservation in Industrial Application and Techniques (D. Reidel Publishing Co.).
16) Efficient Energy Management Methods for Improved Commercial and Industrial Produ tivity by Harold P. Mahon, & others.
17) الميثانول توقعات انتاجه واستخدامه ـ مجلة التعاون الصناعي يوليو 1982

المهندس يوسف محمد الهاجري

تطور حفظ الطاقة في الكويت

مع بداية الطفرة العالمية في الاسعار، من جملتها اسعار النفط، بدأت وزارة الكهرباء والماء بالتخطيط في وضع برنامج للحفاظ على الكهرباء والماء. وقد نتج عن الزيادة في ايرادات الدولة زيادة في الانفاق على المشروعات الانشائية وعلى قطاعات الخدمات، ما ادى الى انتعاش قطاع التجارة والمقاولات، ونمو حركة انشاء المشاريع والعمران سنة بعد أخرى، وزاد الطلب على استهلاك الطاقة الكهربائية والمياه بشكل اصبح معه من الضروري بناء محطات قوى كهربائية جديدة بسعات كبيرة لمضاعفة انتاج الكهرباء والماء، مع مايستلزم ذلك من زيادة في محطات التحويل والضخ وشبكات النقل والتوزيع.

وقد كان لزاما على وزارة الكهرباء والماء دراسة الوضع خصوصا بعد ان تجاوزت معدلات الزيادة السنوية في استهلاك الطاقة 20٪ سنويا، بالاضافة الى زيادة سعر تكلفة انتاج الكهرباء والماء لارتفاع سعر الوقود والمعدات. وزاد نتيجة لذلك دعم الدولة للابقاء على سعر بيع وحدة الكهرباء والماء كما هو.

المهندس يوسف محمد الهاجري

* بكالوريوس هندسة ميكانيكية ـ جامعة القاهرة ـ 1970.
* التحق بوزارة الكهرباءوالماء سنة 1970.
* ماجستير هندسة ميكانيكية ـ جامعة كاليفورنيا ـ لونغ بيتش، 1978.
* عمل بوزارة الكهرباء والماء سنة 1978 كمهندس انتاج.
* تراس ادارة المشاغل الرئيسية سنة 1979.
* يعمل رئيسا لمهندسي الخدمات منذ عام 1982.

وقد خلصت دراسة وزارة الكهرباء والماء الى أن الزيادة في معدلات استهلاك الطاقة يرجع الى الأسباب التالية:

1 ـ الهدر الكبير في استعمالات الطاقة بدون وعي من قبل الأفراد والمؤسسات على السواء، ساعد على ذلك انخفاض سعر بيع وحدة الطاقة الكهربائية.

2 ـ تنافس مستوردي معدات التبريد في عرض المعدات ذات السعات الكبيرة في السوق وبأسعار متقاربة دون الاهتمام بتحسين معامل الكفاءة.

3 ـ عدم مراعاة العديد من المكاتب الاستشارية محلية واجنبية والمعماريين عند اعداد تصميمات البيئة المناخية من حيث اشكال البناء والواجهات الزجاجية واستخدام المواد التي لها تأثير كبير على الأحمال الحرارية في المباني.

بدأت وزارة الكهرباء والماء بوضع خطة هدفها تخفيض معدل الزيادة السنوية مع التركيز على الطاقة المستغلة في تكييف الهواء، والتي تمثل من 60٪ الى 70٪ من الطاقة المنتجة. وقد اعتمدت هذه الخطة على المنطلقات الأساسية التالية:

1 ـ خطة اعلامية لتوعية جمهور المستهلكين لأهمية الطاقة وضرورة المحافظة عليها.

2 ـ استخدام العازل الحراري في جميع المباني الجديدة بهدف التقليل من استهلاك الطاقة في تكييف الهواء، مع الابقاء على مستوى جيد من الخدمة.

3 ـ اظهار الوسائل الأخرى للمحافظة على الطاقة وادخالها لحيز التطبيق بالتعاون مع الجهات المختلفة كل فيما يخصه.

4 ـ اقتراح تعرفة جديدة يساهم فيها المستهلك بنصيب أكبر في تكلفة انتاج الطاقة، مع اعطاء الدعم اللازم لصغار المستهلكين.

أولا: الخطة الاعلامية:

بدأت الوزارة تنظيم حملات اعلامية منذ عام 1980 هدفت الى المحافظة على الطاقة من الهدر والتبذير وتوعية المستهلكين بأهمية الكهرباء والماء كثروة قومية يجب المحافظة عليها، والاستفادة منها بالطريقة المثلى وفي حدود الحاجة اليها. وقد استندت الحملة الى القنوات التالية للوصول الى المستهلك:

1 ـ وسائل الاعلام المختلفة من اذاعة وتلفزيون وصحافة:

تم من خلال هذه الوسائل الاعلامية مخاطبة المستهلكين من مواطنين ومقيمين على اختلاف اعمارهم وجنسياتهم لنصحهم وارشادهم الى افضل السبل للمحافظة على الكهرباء والماء مع ضمان الرفاهية اللازمة لهم.

2 ـ الملصقات والكتيبات الترشيدية:

هدفت الملصقات باستمرار الى تذكير المستهلك وتنبيهه لبعض الامور البسيطة التي لها تأثير فعال في توفير استهلاك الكهرباء والماء.

اما بالنسبة للكتيبات الترشيدية، فقد صيغت بطريقة سهلة ومبسطة لاعطاء معلومات عن الطاقة المنتجه وأهميتها لتأكيد أهمية المحافظة عليها.

3 ـ الندوات واللقاءات:

تم التنسيق مع وزارة التربية في المدارس ومع وزارة الشئون الاجتماعية والعمل في نوادي الشباب على عمل ندوات ولقاءات لخلق الوعي بين الاجيال الشابة بأهمية الطاقة وقيمتها القومية.

4 ـ مسابقات المعلومات:

تم من خلال هذه المسابقات التي رصدت لها جوائز قيمة اعطاء معلومات ضرورية للمشتركين فيها من الطلبة والشباب عن الكهرباء والماء لزيادة التوعية بأهميتها.

5 ـ الجهات الحكومية والمؤسسات:

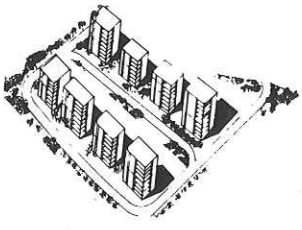
تم دعوة الجهات الحكومية والمؤسسات والتي يمكن أن تساهم في عمليات التوعية بمشاركة الوزارة في حملتها. وقد كان لتعاون هذه الجهات والمؤسسات أثرا مشكورا في ايصال هذه الحملة الى جمهور المستهلكين. ونخص بالذكر مؤسسة الكويت للتقدم العلمي وتلفزيون الكويت الذي لم يكتف بدعوة المشاهدين الى تقنين استهلاك الطاقة وترشيد استعمالها وبث التوجيهات والشعارات حول أهمية التعاون مع وزارة الكهرباء والماء في المحافظة على الثروة القومية، بل شارك مشاركة خلاقة من خلال البرامج والتمثيليات في الدعوة الى عدم الاسراف في استعمال الكهرباء والماء.

ثانيا: استخدام العزل الحراري:

في الوقت الذي كانت فيه وزارة الكهرباء والماء تسعى جاهدة لتأمين الطاقة للمواطنين، كانت تقوم بالدراسات الفنية لوضع الحلول العلمية المناسبة للمحافظة على الطاقة مع توفير الرفاهية للمستهلكين. وقد حثت هذه الدراسات على استخدام العازل الحراري للمباني خصوصا بعد أن ثبتت الجدوى الاقتصادية من استخدام العازل الحراري للمباني على مستوى الأفراد والدولة.

وقد رفعت هذه الدراسات الى مجلس الوزراء الموقر الذي أقرها وكلف وزارة الكهرباء والماء بالقيام بالدراسات اللازمة لتطبيق استخدام العازل الحراري في كافة المباني وتخويل الوزارة سلطة التحديد المسبق لاحتياجات المستهلك من الطاقة. لذلك تعاقدت الوزارة مع معهد الكويت للأبحاث العلمية لوضع الدراسات التكميلية، التي كان يستغرق عملها بعض الوقت، فيما قامت الوزارة في سنة 1981 باصدار ارشادات عامة بشأن تطبيق استعمال العازل الحراري في المباني لحين استكمال الدراسة، واهتمت بتحديد الحد الأدنى للعزل الحراري للجدران والأسقف وكذلك الحد الأقصى للحمل الكهربائي (وات / متر مربع) المسموح به للتكييف للمباني الأكثر تشييدا، (كالسكن الخاص والاستثماري والمكاتب)، بهدف تخفيض الحمل الحراري في الأماكن المكيفة وبالتالي تخفيض سعة معدات التكييف اللازمة، ولا يتم ايصال التيار الكهربائي الى المستهلك الا بعد التأكد من أن العازل الحراري يطبق على المخططات.

وقد انهى معهد الكويت للأبحاث العلمية دراسته التكميلية في عام 1983، قامت الوزارة على أثرها باصدار الارشادات العامة بشأن تطبيق وسائل العزل الحراري (و ك م / ق -5) و (و ك م / ن -6) مع 6 ملاحق لها متضمنة التعليمات الخاصة بتقنين الطاقة وخواص العزل الحراري وطرق تركيبه.



وقد كان لتطبيق العزل الحراري في المباني الآثار التالية:

1 - عدم تقبل تطبيق العزل الحراري في بادىء الأمر بسبب تكلفة المبنى، الا أن اصرار الوزارة على لزوم تطبيقه وتوضيح الوفر الناتج في تخفيض تكلفة معدات التكييف وتكلفة توصيل التيار أدى الى تقبل تطبيقه.

2 - ظهور بعض الصعوبات في اختيار سعة الوحدات التي تتمشى مع الحد الأقصى للحمل الكهربائي على المتر المربع، وقد تفهمت الوزارة هذا الوضع وتجاوزت الحد الأقصى المسموح به في بعض الحالات بعد تأكدها من تطبيق العزل الحراري اللازم.

3 - ظهرت بوادر ملحوظة في انخفاض معدل الزيادة السنوية في استهلاك الطاقة، وقد لا يعزى ذلك الى تطبيق العزل الحراري بمفرده، خاصة وأنه طبق للمباني الجديدة فقط. الا أن تطبيق العزل الحراري كان أحد عوامل انخفاض معدل الزيادة.

4 - عندما باشرت الوزارة في تطبيق الارشادات العامة بشأن استعمال العازل الحراري كانت خبرتها في هذا المجال محدودة نسبيا. ومن واقع المشاكل والصعوبات التي ظهرت عند التطبيق واتخاذ الحلول المناسبة لها ازدادت خبرتها مما استدعى تطوير بعض المواصفات واساليب التركيب وخلافه.

5 - واجهت الوزارة صعوبة في امكانية الكشف على العزل الحراري في المباني تحت الانشاء مما حدى بالبعض بعدم الالتزام بتركيب العزل الحراري. وتقوم الوزارة في الوقت الحالي ببحث هذا الأمر مع الجهات الحكومية المعنية لاحكام الرقابة على تركيب العزل الحراري.

6 - لوحظ أن بعض المصممين ومقاولي البناء والتركيب يقومون بتقديم مخططات تفي بمتطلبات وزارة الكهرباء والماء من ناحية العزل الحراري للموافقة عليها، رغم عدم جديتهم في دراسة موضوع العزل الحراري من حيث التركيب واختيار المواد العازلة المناسبة مما يؤدي في بعض الأحيان الى تغييرات جذرية في طلب الطاقة.

ثالثا: وسائل المحافظة على الطاقة الاخرى والتي من الضروري ان يتم اظهارها لتدخل حيز التطبيق:

أ - لا شك ان المصمم المعماري يعتبر المسئول الاول

في تطبيق وسائل المحافظة على الطاقة نظرا لامكانياته الخلاقه في اختيار الاتجاه الافضل للمبنى ومساحات الشبابيك لكل جهة والتظليل والانارة الطبيعية الخ...، بالصورة التي لا تفقد المبنى الصفة الجمالية، وفي نفس الوقت تحافظ على الطاقة التي يمكن ان تؤدي الى وفر لايستهان به. وفيما يلي نذكر بعض المعايير المختلفة التي تساعد في تحقيق هذا الهدف.

١ ـ التقليل من مساحات الزجاج واستعمال انواع الزجاج الذي يساعد على المحافظة على الطاقة:

وقد حددت قواعد التطبيق العملي للمحافظة على الطاقة نسبا محددة لاستخدامات الزجاج كما هو مبين بالجدول رقم (1). و بامكان المصمم الاكتفاء بمساحات معقولة من الزجاج وعدم استعمال مساحات كبيرة لا مبرر لها خصوصا بالنسبة لمساحات الزجاج التي تتجاوز 20٪ من المساحة الكلية للجدران، و بذلك يمكن ان يحقق وفرا كبيرا في الاحمال الحرارية التي تتسرب عبر الزجاج. هذا و يبين الجدول رقم (2) دراسة لنموذج لفيلا من دور واحد وتأثير استخدام انواع الزجاج وتقليل المساحة.

وتمثل مساحات الزجاج بهذا النموذج حوالي 8-10٪ من مساحة الجدران.

جدول رقم (1)

الحد الادنى لمتطلبات الزجاج (glazing)

المساحة الزجاجية ٪ من المساحة الكلية للجدار	نموذج الزجاج المستخدم
0 - 10%	اي نوع من انواع الزجاج
11 - 15%	اي نوع من الزجاج المزدوج
15 - 20%	كل انواع الزجاج المزدوج
20% فما فوق	زجاج ملون مزدوج او زجاج مزدوج عاكس

جدول رقم (2)

تأثير استخدام انواع الزجاج وتقليل المساحة في نموذج الفيلا

نوع الزجاج المستخدم	الاحمال الحرارية المكتسبة وحدة حرارية بريطانية في الساعة	الوفر في الاحمال الحرارية
- زجاج مفرد	20.700	
- زجاج مفرد معاكس	17.200	%17
- زجاج مزدوج	11.400	%45
- زجاج مزدوج عاكس	5.400	%74
- تقليل مساحة الزجاج بنسبة 20%	16.800	%19

من الجدول السابق نرى أنه باستخدام الزجاج المزدوج العاكس نستطيع ان نخفض من الاحمال الحرارية الناتجة من الشبابيك بحدود 47٪. وبتقليل مساحة الزجاج بنسبة 20٪ نحصل على تخفيض يصل الى 69٪ من الاحمال الحرارية الاصلية.

2 ـ استخدام وسائل التظليل واختيار الاتجاهات:

يمكن للمصمم ابقاء الواجهات والنوافذ الزجاجية بحيث تبقى في الظل معظم ساعات النهار باختيار الاتجاهات المناسبة لذلك. وباستخدام المظلات المناسبة التي تساعد على تقليل احمال التبريد للمبنى. ويمكن تقدير اهمية ذلك بمقارنة الاحمال الحرارية بين نافذتين مساحة كل منهما متر مربع واحد من الزجاج المفرد العادي، أحدهما معرض للشمس من الجهة الغربية، والاخرى من نفس النوع والقياس الا انه يكون معرضا للشمس من الجهة الشمالية بحيث يكون الزجاج مظلا.

	النافذة الغربية	النافذة الشمالية (مظلل)
وحدة حرارية بريطانية في الساعة	1769	600

3 ـ التصميم الافضل للمبنى:

يمكن استخدام تفاصيل المبنى مثل الحجم، الشكل بالاضافة الى الاتجاه وموقع النوافذ واستخدام الابواب المزدوجة في الداخل وغير ذلك لتؤدي الى التقليل من الأحمال الحرارية للمبنى.

ولأبعاد المبنى ايضا تأثير على احمال التبريد وخاصة الاحمال الحرارية المكتسبة من خلال الجدران التي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في تصاميم المباني، والتي يمكن تمثيلها بالمعادلة التالية:

حرارة التوصيل المكتسبة = معامل التوصيل × فرق درجات الحرارة بين داخل المبنى وخارجه × مساحة الجدران

Q CONDUCTION = K.DT.A

فلو افترضنا مبنى أ 2 ومبنى ب يمثلان نفس المساحة الكلية للمبنيين وبمساحة 10,000 قدم2 ولكن بابعاد مختلفة.

والمبنى (أ) ابعاده 500 قدم × 20 قدم،

وارتفاع الجدار 12 قدم لكلا المبنيين،

فان مساحة الجدران الكلية للمبنى أ = 12480 قدم2

ومع افتراض ان معدل معامل التوصيل الحراري للجدار = 0,4 وحده حرارية بريطانية / ساعة قدم2.ف° وفرق درجات الحرارة = 30° ف،

فان الحمل الحراري المكتسب = 1248 × 30 × 0,4 = 149760 وحدة حرارية بريطانية في الساعة.

واذا كانت ابعاد المبنى (ب) 100 قدم × 100 قدم

فان مساحة الجدران الكلية للمبنى (ب) = 4800 قدم2

نجد ان الحمل الحراري المكتسب للمبنى (ب) = 57,600 وحدة حرارية بريطانية في الساعة.

مما تقدم يتضح انه كلما زادت الفروق بين طول وعرض المبنى زاد الحمل الحراري المكتسب، وعليه يكون المبنى المربع الشكل اقل المباني اكتسابا لحرارة التوصيل.

ب ـ معدات التكييف:

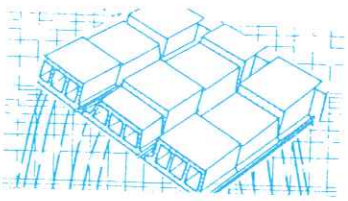
ان اختيار نظام التكييف له اثر رئيسي في توفير استهلاك الطاقة، بالاضافة الى اختيار المعدات ذات الكفاءة العالية.

1 ـ اختيار نظام التكييف:

نظرا لتعدد نظم التكييف المستعملة من وحدات نافذة الى نظام التبريد الهوائي او المائي والتي يختلف فيها معامل الاستفادة من الطاقة (PUF) ونسبة كفاءة الطاقة (EER)، لذلك كان لاختيار النظام الامثل تأثيرا كبيرا في تقنين استهلاك الطاقة المستخدمة في التكييف.

2 ـ استخدام اجهزة التكييف ذات الكفاءة العالية:

حددت قواعد التطبيق العملي للمحافظة على الطاقة الحد الادنى من الكيلوات / طن تبريد لنظم



وأجهزة التكييف المختلفة، علما بان كثيرا من المعدات والاجهزة الحديثة بها نسبة كيلوات / طن محسنة عن الحد الادنى والتي يمكن استعمالها لتقليل استهلاك المبنى.

وتقوم الوزارة حاليا بالتعاون مع معهد الكويت للأبحاث العلمية بوضع مواصفات معدات في النظم المختلفة لاجهزة التكييف.

3 ـ استخدام اجهزة التحكم في الحمل الكهربائي وتنظيم استخدام الطاقة:

ان وسائل التحكم في الحمل الكهربائي تحد من الطلب على الطاقة الى المستوى المطلوب، وذلك بتنظيم الاحمال الثانوية أو زيادة درجة حرارة منظمات درجة الحرارة حسب الحاجة. كذلك فان وسائل تنظيم الطاقة تعمل على تخفيض استهلاك الطاقة الكلي في المباني من خلال وسائل مختلفة بواسطة التقليل من الهواء الخارجي للمبنى عندما يكون العمل فيه محدودا.

وجاري حاليا دراسة استخدام المبادلات الحرارية حيثما يمكن استخدامها لتخفيض حرارة الهواء الخارجي الداخل للمبنى، وذلك بالاستفادة من تأثير البرودة المفقودة من الهواء المدفوع للخارج.

4 ـ امكانية عزل المباني القائمة:

تقوم الوزارة حاليا باجراء دراسة للوصول للحلول الافضل لاساليب عزل المباني القائمة، وخاصة تلك المشيدة قبل صدور القواعد العملية للمحافظة على الطاقة والتي في مجملها غير معزولة حراريا واستهلاكها للطاقة عاليا. وباعتبار ان تخفيض استهلاك الطاقة يعتمد اساسا على:

1 ـ عزل الجدران.
2 ـ عزل الاسقف.
3 ـ الابواب والشبابيك وفتحات التهوية.

1 ـ عزل الجدران: يجب ان يؤخذ في الاعتبار عند دراستها نظم عزل الجدران المتوفرة محليا وجاهزة للتركيب اما من الخارج أو من الداخل. و يفضل عزل الجدران من الخارج عن عزلها من الداخل للميزات التالية:

ـ جميع مساحات الجدران يمكن ان تغطي بالعازل و بدون فواصل بسبب القواطع الداخلية.
ـ عدم تقليل المساحات الداخلية.
ـ لا يتم ازعاج المقيمين عند القيام بالعمل.
ـ الحفاظ على التنظيم الداخلي من ديكورات وغيرها.

كما ان في عزل الجدران من الخارج يجب المحافظة على الشكل الخارجي بحيث يكون النظام مرنا ولا يؤثر على الفتحات الخاصة بالنوافذ والابواب الخارجية والواجهات، بالاضافة لذلك الاخذ في الاعتبار تكاليف التركيب الاقتصادية.

2 ـ الأسقف: وتكون معالجتها بنفس طريقة الجدران السابقة.

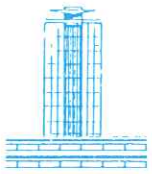
3 ـ الابواب والنوافذ وفتحات التهوية:

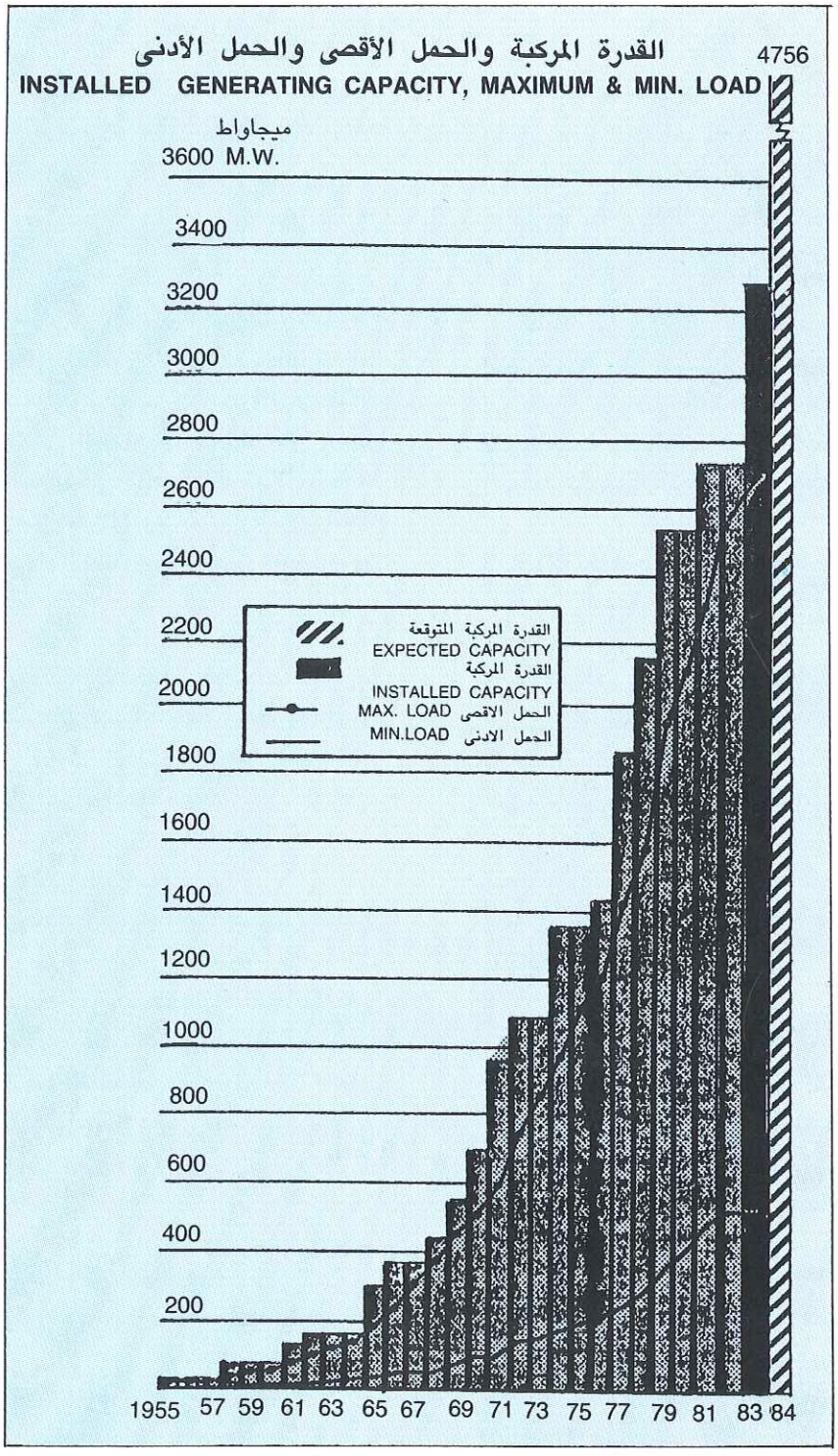
ان معظم المباني القائمة تفقد كميات كبيرة من طاقة التبريد بسبب وجود تشققات وفتحات تسرب الهواء من الابواب والنوافذ وفتحات التهوية، لذلك يجب استخدام مواد ضبط التسرب المتوفرة في الاسواق المحلية لاغلاق هذه الفتحات التي يمكن ان تؤدي الى وفر في الطاقة، بالاضافة الى امكانية استخدام ستائر التظليل بالنسبة للنوافذ.

رابعا: التعرفة:

لقد تقدمت الوزارة بدراسة محددة لتعديل التعرفة الحالية الجديدة بحيث يشارك المستهلك بنصيب أوفر في نفقات الطاقة. وقد أخذ في الاعتبار أن يكون الدعم للمستهلك الذي يساهم بصورة مباشرة في الترشيد.

وقد اقترحت هذه الدراسة نظام الشرائح بحيث تكون اغلبية مستهلكي الدخول المحدودة من ضمنها. وهناك احتمال أن يتم اقرارها من الجهات المختصة. والوزارة على ثقة أن اقرار التعرفة سيزيد من المساهمة في الترشيد، كما سيكون لها أثر في تخفيض معدل النمو في الاستهلاك.




القدرة المركبة والحمل الأقصى والحمل الأدنى
4756
INSTALLED GENERATING CAPACITY, MAXIMUM & MIN. LOAD
ميجاواط
3600 M.W.
3400
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
القدرة المركبة المتوقعة
EXPECTED CAPACITY
القدرة المركبة
INSTALLED CAPACITY
الحمل الاقصى MAX. LOAD
الحمل الادنى MIN.LOAD
1955 57 59 61 63 65 67 69 71 73 75 77 79 81 83 84

نصيب الفرد من الحمل الاقصى (بالواط) خل الفترة من
1983 - 1957
PER CAPITA SHARE OF PEAK LOAD DURING 1957 - 1983

معدل نسبة الزيادة كل 5 سنوات	النسبة المئوية للزيادة السنوية	نصيب الفرد من الحمل الاقصى (بالواط)	الحمل الاقصى (ميجاواط)	السكان	الفترة
Average Rate of Growth over 5 years	Percentage of Annual Increase	Max. Load Share Per Capita (Watt)	Max. Load (Megawatt)	Population	Period
		131	27	206,473	1957
			38	230,700	1958
	6.1	175	45	257,600	1959
	17.1	205	59	287,800	1960
%13.6	9.3	224	72	321,621	1961
	25.0	280	99	353,100	1962
	10.4	309	120	387,800	1963
	13.9	352	150	425,800	1964
	17.3	413	193	467,339	1965
%14.8	20.1	496	254	512,200	1966
	13.1	561	315	561,400	1967
	9.4	614	378	615,300	1968
	13.8	699	471	674,200	1969
	—	699	516	738,662	1970
% 9.6	7.6	752	600	797,700	1971
	15.4	868	745	858,300	1972
	11.2	965	860	891,200	1973
	11.3	1074	975	908,000	1974
	4.8	1126	1120	994,837	1975
% 6.7	0.4	1130	1205	1,066,400	1976
	11.7	1262	1425	1,129,200	1977
	5.5	1331	1595	1,198,500	1978
	15.2	1533	1950	1,272,200	1979
	0.8	1546	2100	1,357,952	1980
% 4.4	1.2	1564	2290	1,464,000	1981
	5.8	1655	2590	1,565,000	1982
	(-) 1.0	1639	2740	1,672,000 *	1983

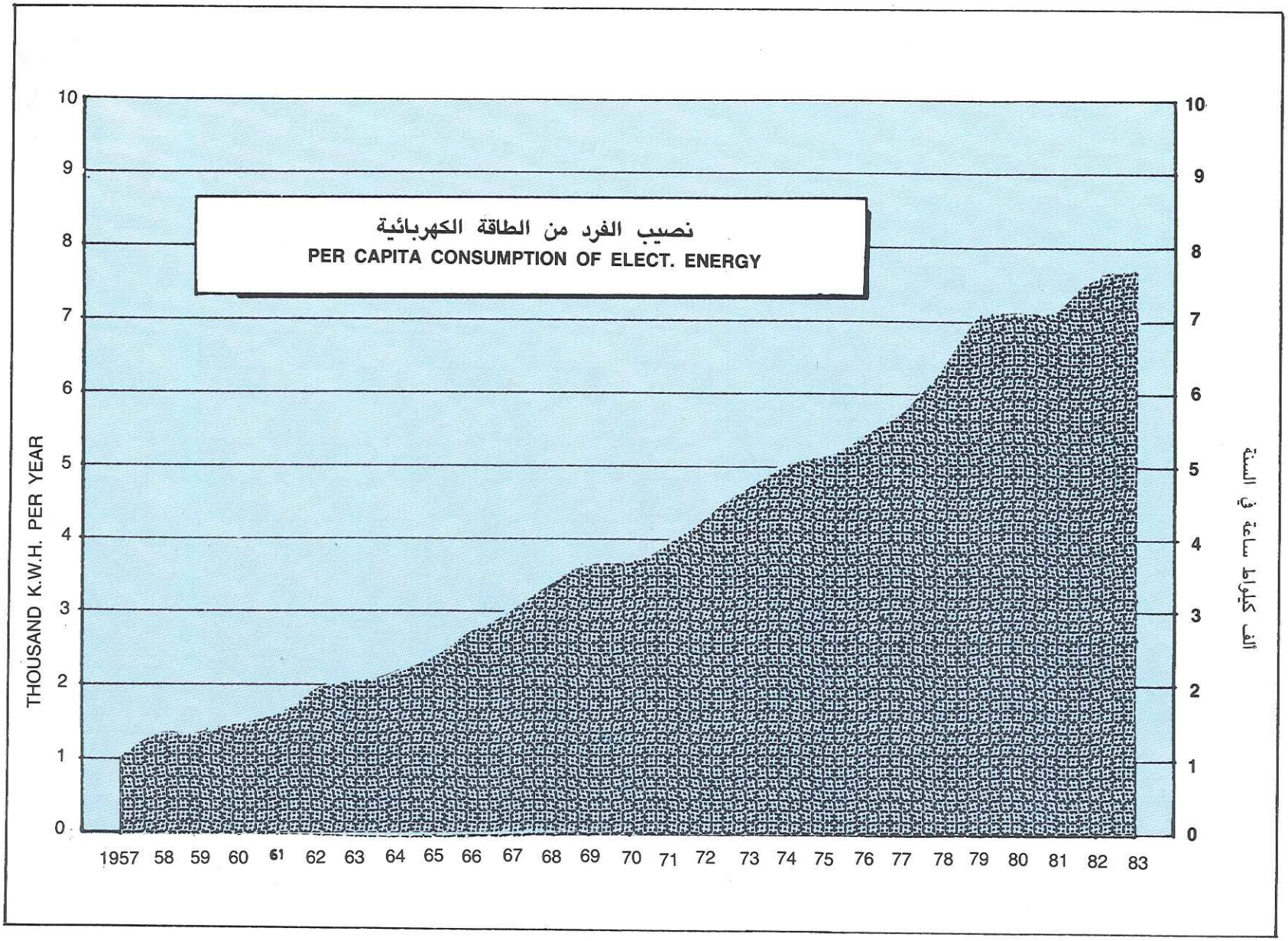
* اخذ هذا الرقم التقديري من الادارة المركزية للاحصاء
* Estimate figure obtained from the Central Statistical Office.

استهلاك الفرد من الطاقة الكهربائية خلال الفترة من
1983 - 1957
PER CAPITA CONSUMPTION OF ELEC. ENERGY DURING 1957 - 1983

معدل نسبة الزيادة كل 5 سنوات	النسبة المئوية للزيادة السنوية	استهلاك الفرد من الطاقة في الكويت م و س	جملة الانتاج بالمليون ك . و . س	السكان	الفترة
Average Rate of Growth over 5 Years	Percentage of Annual Increase	Per Capita Consumption KWH	Total * Generation in Million KWH	Population	Period
		1007	208	206,473	1957
	31.3	1322	305	230,700	1958
	5.1	1390	358	257,600	1959
	6.0	1473	424	287,800	1960
% 9.1	4.7	1542	496	321,621	1961
	23.6	1906	673	353,100	1962
	6.3	2027	786	387,800	1963
	7.7	2184	930	425,800	1964
	8.1	2360	1103	467,339	1965
%10.3	14.6	2704	1385	512,200	1966
	10.5	2989	1678	561,400	1967
	10.8	3311	2037	615,300	1968
	9.9	3638	2453	674,200	1969
	(-) 1.0	3602	2661	738,662	1970
% 7.1	7.4	3870	3087	797,700	1971
	12.5	4355	3738	858,300	1972
	6.6	4643	4138	891,200	1973
	8.7	5046	4582	908,000	1974
	1.6	5126	5100	994,837	1975
% 6.0	3.7	5314	5667	1,066,400	1976
	7.5	5715	6453	1,129,200	1977
	8.7	6213	7446	1,198,500	1978
	14.4	7105	9039	1,272,200	1979
	(-) 2.4	6935	9417	1,357,952	1980
% 4.5	1.8	7060	10336	1,464,000	1981
	8.8	7678	12016	1,565,000	1982
	(-) 0.1	7673	12830	1,672,000 *	1983

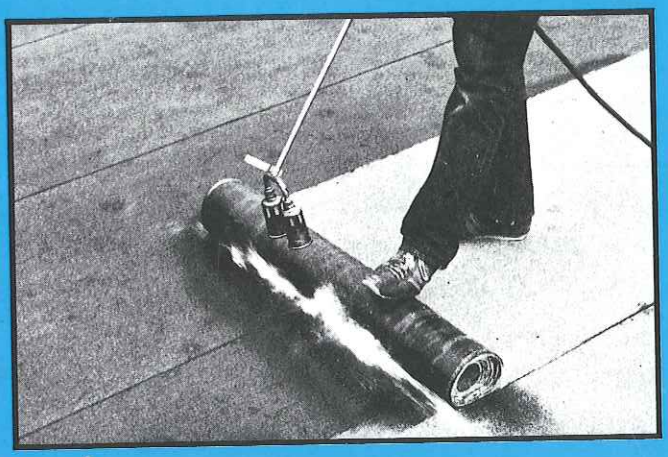
* اخذ هذا الرقم التقديري من الادارة المركزية للاحصاء .
** احتسبت هذه الأرقام على اساس انتاج وزارة الكهرباء والماء . واضيف اليها انتاج كل من شركة نفط الكويت وشركة البترول الوطنية الكويتية .

* Estimate figure obtained from the Central Statistical Office.
** This information comprises the output of Ministry's Systems as well as that of Kuwait Oil Co. and Kuwait National Petroleum Co.


نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية
PER CAPITA CONSUMPTION OF ELECT. ENERGY
THOUSAND K.W.H. PER YEAR
ألف كيلوواط ساعة في السنة
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1957 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83

مَشاريع البناء الحَديثة تَحتاج إلى مَادة

MARLEYTORCH



مارلي تورش

مَادة عَازلَة للرطوبَة والمَاء

يَتم تركيب مَادة المَارلي تورش عَلى الكونكريت وَالبلاط، سُمك المَادة ٣ مم بوليستين حَيث تكسب المبَاني مقاومَة للخَريق والرطوبَة

الخصَائص : اثبتت التجَارب المعَملية ان مَارلي تورش يمكن أن تقاوم :

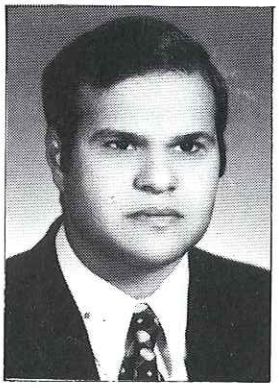
١- التمدد في درجات الحَرارة العَاليَة.
٢- الانكمَاش في درجَات الحَرارة المنخفضة.
٣- نفاذ المَاء تحت الضغط.
٤- نفَاذ الأكسجين.
٥- الذوبَان في المَاء.
٦- السَحب.
٧- المَد وَالتشقق.
٨- توصيل الحَرارة.
٩- نفَاذ بخار المَاء.

علماً بان هذه المادة معتمدة من قبل جهات حكومية..

الوكلاء : **شَركَة الخدمَات البترولية**

تلفون: ٧٣٢٢١٨/٧٣٣٣١٨ - ص.ب: ٤٠٩٨ الصَفاة - الكوَيت
برقيًا: فيلد - تلكس: ٤٦٤٧٦ سَابسكو

استراحة مهندس



يكتبها: المهندس علي بكري بدوي

تتميز الندوات الى جانب ما يقدم فيها من موضوعات متخصصة، بفوائد عديدة وطريفة. وأكثرها طرافة، ما توفره من تجديد صداقات قديمة مضى عليها الشهور والسنوات دون ان تسنح الفرصة لالتقاء اطرافها، وغالبا ما يسود هذا اللقاء نوعا من البهجة والمرح، ويكون فرصة لتبادل الذكريات والمواقف حلوها ومرها، خلال فترات الدراسة او العمل او السفر. و يتم استرجاع هذه الذكريات في بضع دقائق قليلة تتناول مواقف معينة باشخاصها حيث ينبعث عبيق الذكريات في مراحل العمر.

والجانب الآخر من مزايا هذه الندوات واللقاءات، هو تجديد المعلومات واضافة رصيد جديد منها واكتساب مهارات جديده نتيجة لما يجري من حوار جديد، ومناقشات وتعليقات يشترك فيها اطراف متعددة لها خبرات عملية وعلمية طو يلة. يضاف الى ذلك الفرص المتاحة للتعارف بين ابناء المهنة الواحدة وتكو ين صداقات جديدة ومتعددة لها فوائدها الكثيرة، منها تبادل الخبرات والمعلومات وغير ذلك.

وخلاصة القول ان الندوات بالنسبة للمهندس فرصة لتجديد النشاط والترو يح الذهني، واسترجاع الذكريات، والاطلاع على آخر التطورات والاضافات في العلوم الهندسية المختلفة.

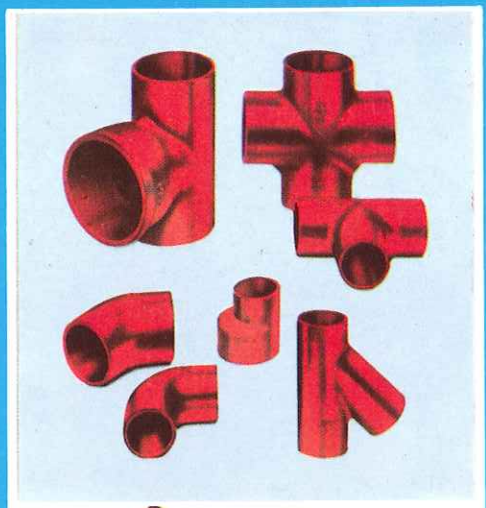
ولا شك ان كل من حضر «الندوة الاولى للمحافظة على الطاقة في دولة الكو يت» قد حظى واستمتع بفرصة أو أكثر من هذه الفرص، حيث كانت الندوة مهرجانا عربيا خالصا تنوعت فيه البحوث المقدمة بلغتنا الجميلة، وحرص على حضور جلساتها حشد كبير من الكفاءات العربية والعاملين في الحقل الهندسي.

* الآراء والمعلومات الواردة بالمقالات والبحوث والدراسات المختلفة بهذه المجلة تعبر عن رأي كاتبها. ولا يسمح بالاقتباس منها، أو اعادة نشرها جزئيا أو كليا الا بعد الحصول على موافقة كتابية من رئيس التحرير.

شركة السلب الكويتية ش.م.ك مقفلة
KUWAIT FOUNDRY CO. S.A.K.

ص ب: ١٣٩٣ ـ صفاة كويت ـ هاتف: ٧١٢٦٢١ ـ ٨١٧٨٤٢ ـ ٧٣٦٢٩٢ ـ تلكس: ٢٣٠٣٢ السكب ت ك

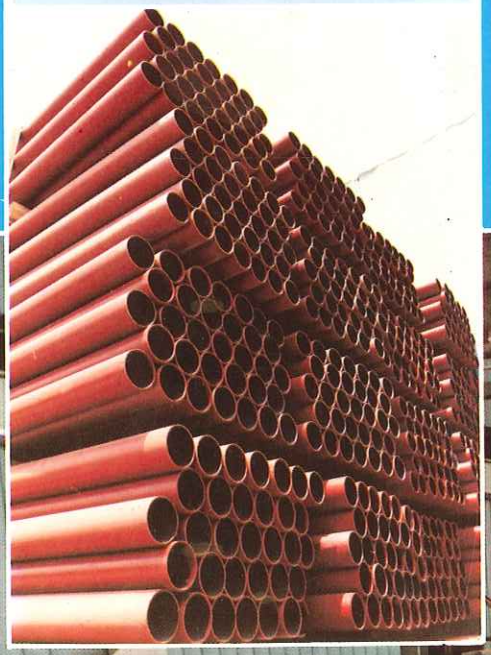
P.O.Box 1393 Safat, Kuwait, Tel: 712621/717842/736292, Telex : 23032 FOUNDRY KT



انتاج جديد لأول مرة في الكويت
أنابيب صحية ووصلاتها بدون رأس

مميزاته:

- ★ سرعة في التركيب.
- ★ توفير في العمالة.
- ★ سهولة الصيانة.
- ★ غير قابل للانسداد، فملمسه الداخلي بالغ النعومة.
- ★ أسعار رخيصة



هٰذا هو الشيء الذي يُهْدر

طبعت بمطابع الأنباء ـ الكو