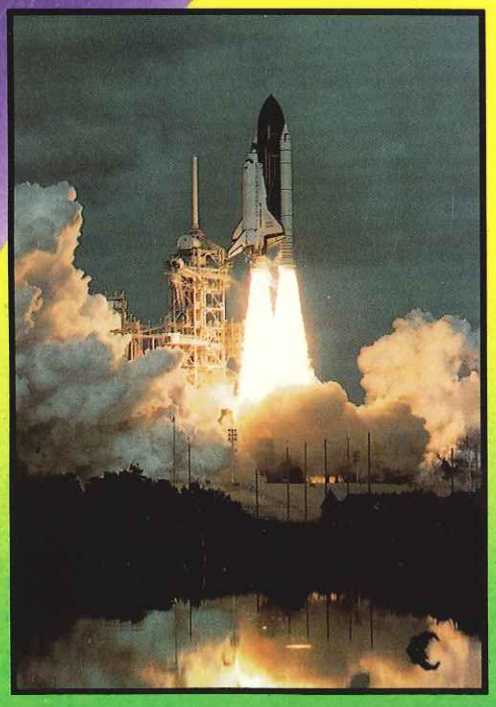
المهندسون

مجلة دورية متخصصة تصدرها جمعية المهندسين الكويتية
العدد 51 يناير (كانون الثاني) - مارس (آذار) 1996



صناعة مركبات الأطلاق الفضائية

جمعية المهندسين الكويتية
تقدم لأعضائها خدمة الترنت

محطات الطاقة الكهربائية من الرياح
وامكانياتها في دولة الكويت

مشروع وزارتي الكهرباء والماء
والأشغال العامة

NCPA

KUWAIT

WE WON'T FORGET YOU

ATIONAL COMMITEE
M. & P.O.W.'S. AFFAIRS
KUWAIT

اللجنة الوطنية
لشئون الاسرى والمفقودين
الكويت

أعيادنا

□ اعتدنا أن تصدر مجلة **المهندسون** في مثل هذه الأيام من كل عام بوقت متأخر، إلا أنها هذه المرة في موعدها ونظراً لأنها تغطي فترة الربع الأول من العام الذي يتضمن شهر فبراير والذي يتضمن بدوره أهم الأحداث في تاريخ الكويت المعاصر، ففي فبراير حُررت الكويت وفي فبراير تحتفل الكويت بعيدها الوطني .... وأي الأحداث أعز على القلب من الإحتفال بهذه الذكرى؟ ومن هنا لا بد من التطرق إلى أعياد فبراير لما لها في نفوسنا نحن معشر المهندسين من معزة ووقع خاص، فنحن رُواد العمَار ونحن رُواد البناء والتشييد، ونحن من تتمثل بنا الكثير من العبر بهذه المناسبة بالإضافة إلى أخواننا في القطاعات الأخرى.

نحتفل بذكرى العيد الوطني الخامس والثلاثين وذكرى التحرير الخامسة ونحن أشد اعتزازاً بكويتنا الحبيبة التي أعيد بناؤها بسواعد أبنائها المخلصين وعادت أكثر إشراقاً مما كانت عليه قبل المحنة القاسية التي أثبتنا من خلالها أننا شعب قادر على تجاوز المحن وأن وحدتنا الوطنية كل لا يتجزء وأننا يد واحدة في السراء والضراء، والحديث هنا لا يحتاج براهين ودلائل، ومن يريد ذلك فليعود بذاكرته إلى ما قبل 8/2 وأثناء فترة الاحتلال وليرى بأم عينه واقعنا الحالي ...

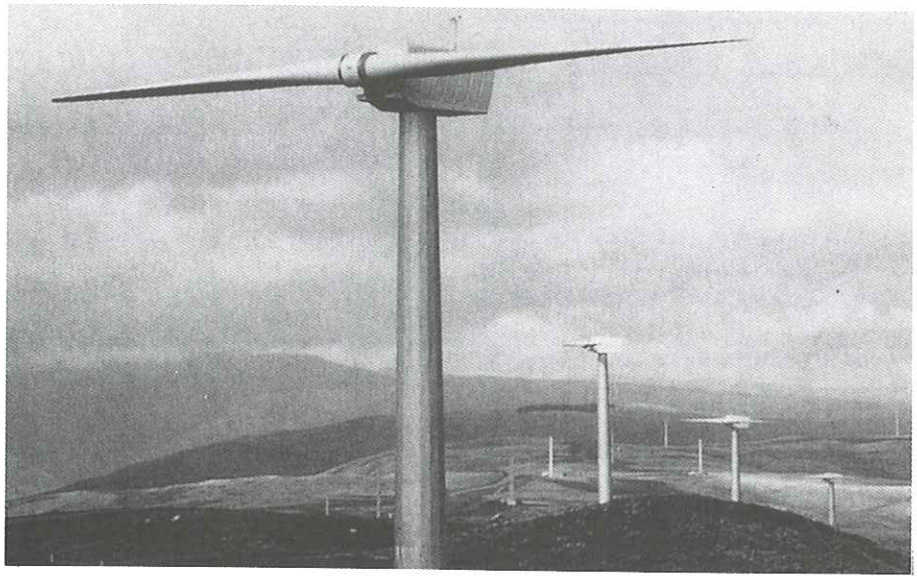
فقبل الثاني من أغسطس 90 نحن أكثر من يفتخر ويفاخر بتاريخ عريق تعود جذوره إلى ربع قرن من الزمان ونحن الوطن الذي كان ولا يزال أرض السلام التي يحيا عليها الشرفاء والمخلصين من كل أنحاء العالم، والمحنة القاسية أكدت فينا روح الأصالة والولاء للوطن، وبعد التحرير أكدنا وفاءنا للأشقاء والأصدقاء الذين كانوا لنا عوناً في محنتنا، وجددنا تمسكنا بوحدتنا وانتمائنا الخليجي والعربي.

نسوق هذا في إطار الحديث عن هاتين المناسبتين لتذكير أصحاب الذاكرة الهشة لعل الذكرى تنفع المؤمنين ...

ما حققه أبناء الكويت من انجازات في خمس سنوات فقط، عجز عنه الكثيرون، وهذا يُضم إلى انجازاتهم التي تعود إلى ما قبل الاحتفال لأول مرة بالعيد الوطني الذي نحيي ذكراه الخامسة والثلاثين هذا العام، ونضيف عاماً آخر إلى سجلٍ سُطرَ بدم وأرواح الشهداء الأبرار أسكنهم الله فسيح جنانه.

نحتفل بأعيادنا والغصة لا تزال في حناجرنا على أسرانا ومفقودينا القابعين في السجون العراقية، وندعو العلي القدير أن يفك أسرهم ويعيدهم في القريب العاجل سالمين غانمين إلى ذويهم وأهليهم أنه على كل شيء قدير.

أسرة التحرير



▲ 8 محطات الطاقة الكهربائية من الرياح وامكانياتها في دولة الكويت

▼ 14 مشروع وزارتي الكهرباء والماء والأشغال العامة

الهيئة الإدارية

الرئيس
م/فيصل عبدالله الخلف السعيد

نائب الرئيس
م/ عادل يوسف بورسلي

أمين السر
م/جمال جاسم الدرباس الزعابي

أمين الصندوق
م/ ماجد ناصر القملاس

الأعضاء

م/عبداللطيف محمد الدخيل
ممثل الهيئة الإدارية في لجنة المكاتب

م/ عيسى بويابس
رئيس لجنة شؤون المهندسين

د.م/ موسى منصور المزيدي
رئيس اللجنة الثقافية

م/ سارة حسين أكبر
عضو هيئة ادارية

م/ سعود عبدالعزيز الصقر
عضو هيئة ادارية

د.م/ أنور النقي
عضو هيئة ادارية

رئيس التحرير

د.م/ موسى منصور المزيدي

سكرتير التحرير

تيسير الحسن

هيئة التحرير

د.م/ أحمد عرفة — م/ صقر الشرهان
د.م/ خليل كمال — م/ مبارك المطيري
م/أحمد العوبصي — م/ناصر الشابجي
م/ حسين ميرزا — م/ ناصر كرماني
م/ طارق العليمي — م/ نهى بدران
م/ هيفاء الموسى

إخراج وتنفيذ وطباعة
مطابع المجموعة الدولية
تلفون : ٢٦٢٤٣٠١/٢/٣ - فاكس : ٢٦٢٤٢٠١

كافة المراسلات توجه باسم

رئيس تحرير مجلة « المهندسون» ص.ب 4047
الصفاة الرمز البريدي 13041الكويت
تلكس : KUENGO 22789
الفاكسميلي : 2428148

الآراء والمعلومات الواردة بالمقالات والبحوث والدراسات المختلفة بهذه المجلة تعبر عن رأي كتابها ولا يسمح بالاقتباس منها، أو اعادة نشرها جزئيا أو كليا إلا بعد الحصول على موافقة خطية من رئيس التحرير

في هذا العدد

1 - أخبار الجمعية 4

2 - محطات الطاقة الكهربائية من الرياح وامكانياتها في دولة الكويت 8
بقلم : د. محمد سلامة

3 - مشروع وزارتي الكهرباء والماء والأشغال العامة 14
إعداد : م/طارق العليمي

4 - صناعة مركبات الاطلاق الفضائية 17
بقلم : د. نضال قسوم

5 - أجهزة التكييف بوسائط النقل - الجزء الثاني 22
إعداد : م/حسين ميرزا

6 - تحسين الانتاج النفطي بواسطة الحفر الأفقي 26
بقلم : م/أسامة الشمالي

7 - نظام التكييف باستخدام الماء المبرد 29
إعداد : م/عبدالرضا حسين

8 - الأجهزة الهاتفية التي تعمل بالبطاقات الممغنطة 32
إعداد : م/علي مال الله

9 - استراحة المهندسون 33
بقلم : م/مبارك المطيري

10 - القطع بواسطة نفاث الماء 34
بقلم : د. علي الدمياطي + د. محمد شتبارة

11 - التنوع الحيوي والصناعة 39
بقلم : م/درويش يوسف

12 - الخلايا الشمسية 45
بقلم : أ. د. محمد حامد

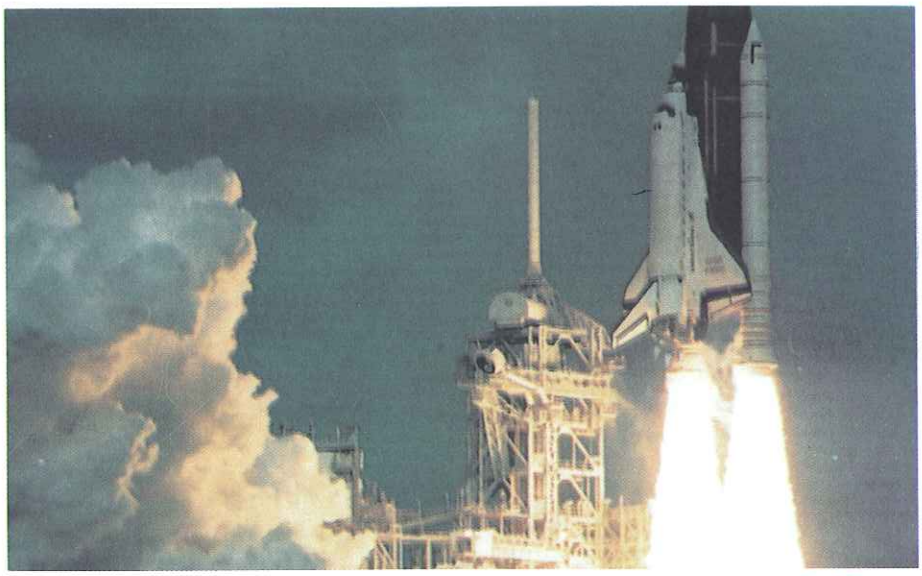
13 - الأمن والسلامة والحماية من الحريق وإتقاء الخسارة - الجزء الأول 53
بقلم : د. خليل كمال

14 - تلخيص كتاب 56
إعداد : د. أحمد عرفه

15 - الجديد في الهندسة 62
إعداد : م/صقر الشرهان

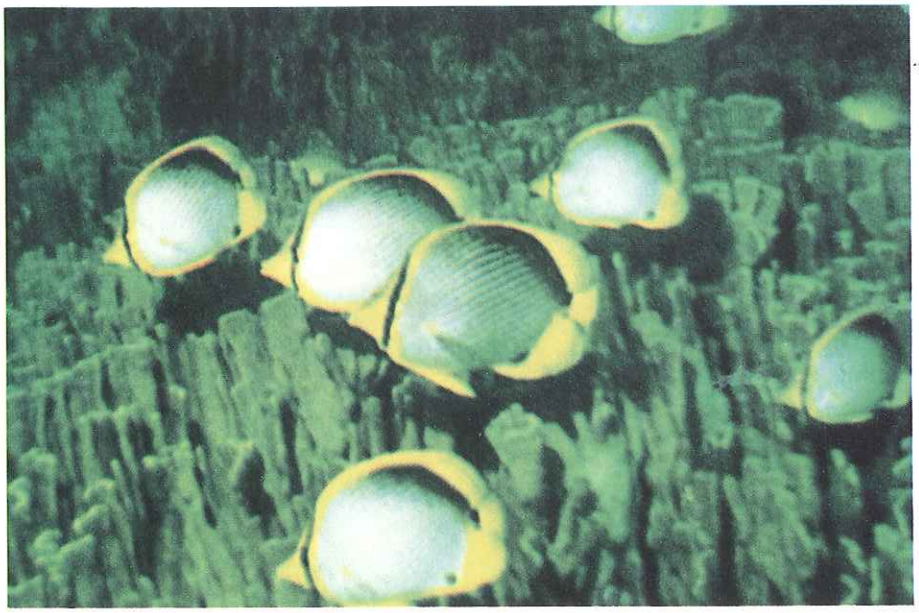
16 - عدسة المهندسون 63
إعداد : م/حسين ميرزا

17 - وجهة نظر 64



▲ 17 صناعة مركبات الاطلاق الفضائية

▼ 39 التنوع الحيوي والصناعة



Al-Mohandisoon (The Engineers)

Quarterly Magazine issued by the Kuwait Society of Engineers

Editor-in-Chief

Professor Moosa M. Mazeedi

For Correspondence
Kuwait Society of Engineers
P.O. Box : 4047 Satat
Code 13041 - State of Kuwait
Fax : (965) 2428148
Tel. : (965) 2449072 - 2448975

التوقيع على عقد لانتاج فيلم نقل التكنولوجيا في الكويت

وقع رئيس جمعية المهندسين الكويتية والمهندس سليمان عبدالله العوضي عقداً لإنتاج فيلم وثائقي عن نقل التكنولوجيا في الكويت مدته 20 - 30 دقيقة والفيلم من إنتاج الجمعية ومؤسسة الكويت للتقدم العلمي وستقوم لجنة نقل التكنولوجيا بإعداد المادة التحريرية ويخرجه م/العوضي.

وسيتضمن الفيلم عدداً من الموضوعات منها الهواتف المتنقلة - الكهرباء والماء - المجال الطبي - الكمبيوتر - مجال النقل - آلات التغذية وغيرها.

رئيس الجمعية م/فيصل عبدالله الخلف و م/العوضي أثناء توقيع عقد انتاج الفيلم

وفد من وزارة الأوقاف يزو الجمعية

استقبل رئيس جميعة المهندسين الكويتية وبحضور أمين السر وعدد من أعضاء الهيئة الإدارية في مقر الجمعية وفد وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية برئاسة السيد عبدالوهاب عبدالله الحوطي الوكيل المساعد لشؤون الأوقاف.

وبحث رئيس الجمعية مع الضيوف إمكانية مشاركة الجمعية في صيانة وترميم المساجد القديمة بالكويت وتقوم الهيئة الإدارية حالياً ببحث سبل المشاركة في هذا المشروع.

رئيس الجمعية وأعضاء الهيئة الإدارية أثناء لقائهم مع وفد وزارة الأوقاف

في جمعية المهندسين الكويتية

ندوة حول مشاريع التنمية الساحلية بالكويت

المنظور البيئي

أقيمت في جمعية المهندسين الكويتية ندوة بعنوان مشاريع التنمية الساحلية بالكويت - المنظور البيئي شارك فيها كل من د. عبدالرحمن العوضي و د. ابراهيم الشاهين و د. محمد الصرعاوي و م/موسى الصراف وأدارها م/أسامة الدعيج.

ودعت الندوة إلى أهمية تشجيع المشروعات الساحلية شرط أن يتم تسليط الضوء على النواحي البيئية والحد من آثارها السلبية ومعالجتها بطريقة سليمة واقتصادية.

وأكدت الندوة على أنه وبالرغم أن لتلك المشاريع أثراً كبيراً في دفع عجلة التنمية والمساهمة في رفع مستوى المعيشة والرفاهية لدى المواطنين. إلا أنه كان للعديد منها أضرار إنعكست بآثارها السلبية على البيئة، وأدت إلى حدوث خلل باتزان السواحل وتزايد الجروف البحرية والألسنة الرملية إضافة إلى تهديد أماكن تكاثر الكائنات الحية ومصادر الثروة السمكية، الأمر الذي أدى إلى الإخلال بالنظام البيئي المتزن في تلك المناطق.

وأكدت الندوة أن المشكلة هنا لا تكمن في عدم إقامة تلك المشاريع العمرانية وتعطيل عجلة التنمية الاقتصادية والاجتماعية ولكن في تنظيم العلاقة بينها وبين البيئة الساحلية ومعطياتها الطبيعية، وأن لا يأتي الاهتمام بالتنمية على حساب البيئة واستنزاف مواردها لتحقيق الغايات المطلوبة من منظور اجتماعي اقتصادي بحت.

منصة المشاركين في الندوة

جانب من الحضور في الندوة

جمعية المهندسين الكويتية تشارك في اجتماعات الدورة الثانية عشر لاتحاد المهندسين العرب

صرح المهندس فيصل عبدالله خلف رئيس جمعية المهندسين الكويتية بأن اتحاد المهندسين العرب أثنى على جهود الجمعية في دعم الاتحاد وخصوصاً نشاط لجنة التعليم الهندسي التابعة للاتحاد والتي تتخذ من الكويت مقراً لها.

جاء ذلك في ختام مشاركة الجمعية بالدورة العادية الثانية عشر للاتحاد والتي عقدت في تونس أواخر نوفمبر الماضي وشاركت فيها 11 دولة عربية منها دولة الكويت.

وأضاف الخلف أن المشاركين بحثوا أيضاً وضع جمعية المهندسين في جمهورية مصر العربية التي اعترضتها بعض المشاكل

م/فيصل عبدالله الخلف (يسار) و م/ماجد القملاس (يمين) اثناء مشاركتهم في اجتماعات الدورة 12 لاتحاد المهندسين العرب.

خلال الأشهر الماضية والتي أدت إلى إصدار قرار قضائي بحلها.

وشارك في وفد الجمعية م/ماجد القملاس أمين الصندوق.

أول جمعية نفع عام تقوم بهذه الخطوة

جمعية المهندسين الكويتية تقدم لأعضائها خدمات شبكة الانترنت

وقع م/فيصل عبدالله الخلف رئيس جمعية المهندسين الكويتية بحضور م/جمال الدرباس أمين سر الجمعية و د.م/موسى المزيدي عضو الهيئة الإدارية ورئيس اللجنة الثقافية وقع عقد اشتراك الجمعية في شبكة الانترنت الدولية.

وصرح أمين سر الجمعية بأن اشتراك الجمعية في هذه الشبكة الدولية سيتيح للمهندسين أعضاء الجمعية الاستفادة من خدماتها باستخدام الأجهزة الموجودة في مقر الجمعية كمرحلة أولى، مشيراً إلى أن جمعية المهندسين الكويتية هي أول جمعية نفع عام تتيح توفير هذه الخدمة لأعضائها، حيث يتيح العقد الذي تم توقيعه مع الشركة المختصة توفير عدد 256 عنوان خاص لأعضاء الجمعية، بحيث يمكن لهم الدخول إلى الشبكة واستخدامها في آن واحد.

وأشار م/جمال الدرباس بأن التوقيع على هذا العقد يأتي في إطار حرص الجمعية على تقديم خدمات مميزة تحقق الطموحات

رئس الجمعية م/فيصل عبدالله الخلف يتبادل وثائق العقد مع السيد حمود التويجري مدير عام مؤسسة شبكة الخليج بحضور م/جمال الدرباس امين سر الجمعية و د.م/موسى المزيدي رئيس اللجنة الثقافية.

العلمية والهندسية لأعضائها عن طريق إتاحة اتصالهم بأحدث سبل تكنولوجيا نقل المعلومات، حيث تعتزم الجمعية في المرحلة التالية تطوير هذه الخدمة باتاحة الدخول إلى هذه الشبكة عن طريق الحاسبات الشخصية للأعضاء من منازلهم أو أماكن عملهم.

وأكد الدرباس بأن بدء استخدام شبكة «الانترنت» أصبح متاحاً لأعضاء الجمعية اعتباراً من يوم الخميس الموافق 1995/12/14.

التوقيع على عقد تجهيز المكتبة لاستقبال خدمات الانترنت

استعداداً لتقديم خدمة الانترنت لأعضاء الجمعية وقع رئيس الجمعية مع السيد عبدالله العنيزي مدير عام مؤسسة البراستك للتجارة العامة على عقد لتزويد مكتبة الجمعية بقاعة للكمبيوتر تتضمن عدداً من أجهزة الكمبيوتر بالإضافة إلى تركيب الشبكة لاستقبال خدمة الانترنت.

تم التوقيع على العقد بحضور م/جمال الدرباس أمين سر الجمعية و د.م/موسى المزيدي عضو الهيئة الإدارية ورئيس تحرير مجلة «المهندسون».

رئيس الجمعية يوقع عقد تجهيز المكتبة مع السيد مدير عام البراستك

الجمعية تشارك في احتفالات كلية الهندسة والبترول بمرور عشرون عاماً على إنشاء الكلية

شاركت جمعية المهندسين الكويتية في احتفالات كلية الهندسة والبترول بمرور 20 عاماً على إنشاء الكلية وتمثلت هذه المشاركة في تخصيص جناح خاص للجمعية في المعرض الذي قيم بهذه المناسبة.

وضم جناح الجمعية كافة المطبوعات التي قامت الجمعية بإصدارها ووزعت هذه المطبوعات مجاناً على رواد المعرض.

كما تم عرض صور مشروع النصب التذكاري لدولة الكويت.

وضمن احتفالات الكلية ألقى م/سعود الصقر عضو الهيئة الإدارية محاضرة حول أخلاقيات المهنة الهندسية وقدم فيها نبذة تاريخية عن تطور مفهوم تبني نظام أخلاقيات المهنة الهندسية.

جانب من جناح الجمعية في معرض كلية الهندسة والبترول

وشاركت في ندوة معهد الأبحاث حول البناء في الكويت

شاركة جمعية المهندسين الكويتية في الندوة التي أقامها معهد الأبحاث العلمية حول البناء في الكويت حيث ألقى م/سعود الصقر عضو الهيئة الإدارية محاضرة بعنوان «أسس ومعايير التصميم المعماري» تحدث فيها عن أهم الأمور التي يجب اتخاذها خلال مراحل التصميم بالإضافة إلى دور ومسؤوليات المعماري في مرحلة التصميم، وتطرق المحاضر إلى ضرورة تلاؤم التصميم المعماري مع البيئة المحلية.

م/ سعود الصقر

لجنة النشاط الداخلي

قامت لجنة النشاط الداخلي بسلسلة من الأنشطة في الفترة الماضية واحتفلت بختام الموسم الصيفي في نادي الجمعية حيث أقامت حفلاً ترفيهياً لأعضاء النادي ولأسرهم وتم توزيع الهدايا على المشاركين في الحفل.

تطوير مدخل النادي وصيانة ملاعب السكواتش :

قامت اللجنة بتحديث وتطوير مدخل نادي الجمعية ليلبي احتياجات الأعضاء ويسهل عملية دخولهم وخروجهم من النادي كما تمت صيانة ملاعب السكواتش في النادي التي تلقى اقبالاً متزايداً من قبل الأعضاء.

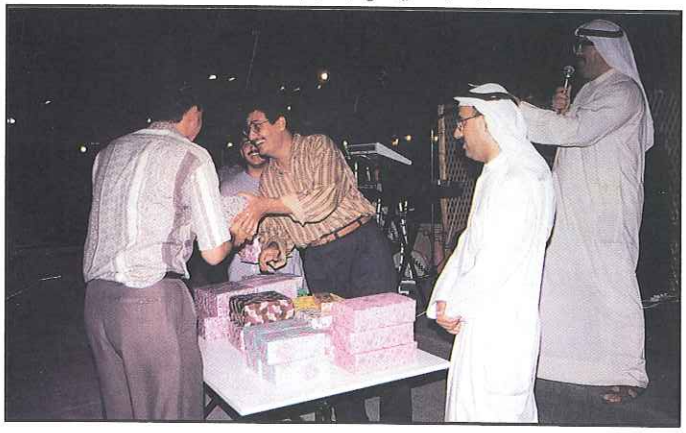
رحلة العمرة :

كما نظمت اللجنة رحلة للعمرة شارك فيها حوالي 100 مهندس مع عوائلهم وتمت بالتعاون مع أحد المكاتب السياحية في البلد وأشاد من شارك بهذه الرحلة بالجهود التي قدمتها الجمعية في هذا المجال مادياً ومعنوياً.

الديوانية :

دعت اللجنة المهندسين أعضاء الجمعية إلى المشاركة في الديوانية الاسبوعية للجمعية وذلك في حديقة نادي الجمعية حيث تم إنشاء خيمة خاصة زودت وفرشت بطريقة حديثة لاستقبال المهندسين اسبوعياً وكانت الديوانية الأولى بعنوان «دردشة حول الانترنت» قدمها د.م/موسى المزيدي رئيس تحرير «المهندسون» ورئيس اللجنة الثقافية وشهدت الديوانية اقبالاً من قبل المهندسين، وأبوابها مفتوحة مساء كل يوم اثنين.

عدد من المهندسين مع أبنائهم أثناء أداء العمرة


توزيع الهدايا على المشاركين في حفل اختتام الموسم الصيفي في نادي الجمعية

أخبار اللجنة الثقافية

استأنفت اللجنة الثقافية في جمعية المهندسين الكويتية موسمها الثقافي لعام 1995-1996 بسلسلة من النشاطات أبرزها ما يلي :

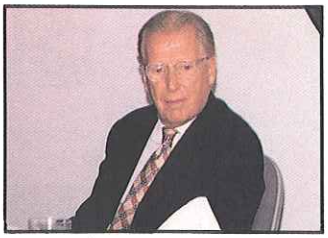
● 1995/9/24 ألقى م/خالد الفليج العضو المنتدب ورئيس مجلس إدارة شركة نفط الكويت محاضرة بعنوان «إنجازات شركة نفط الكويت وطموحاتها» في فندق سفير انترناشيونال - ونظمت هذه المحاضرة بالتعاون مع جمعية مهندسي البترول العالمية - فرع الكويت.

● 1995/10/18 ألقى المعماري الدولي آرثر اريكسون محاضرة بعنوان «وجهة نظر حول العمارة» ويذكر أن المعماري أريكسون قد صمم عدد من المشاريع في الكويت أبرزها مجمع الصوابر.

● 1995/10/23 ألقى دنيس نيف في فندق المريديان محاضرة بعنوان 3D SEISMIC IN FIELD DEVELOPMENT ونظمت هذه المحاضرة بالتعاون مع جمعية مهندسي البترول العاملية فرع الكويت.

● 1995/10/24 ألقى م/ يوسف عبدالرحيم محاضرة عنوانها «بيتك تصميماً وتنفيذاً» تحدث فيها عن مراحل المشروع بدءً من التصميم وانتهاءً بالاستلام النهائي مروراً بالتعاقد والتحضير للعمل - التنفيذ والصيانة وقد أجاب المحاضر على أسئلة الحضور.

● 1995/10/31 محاضرة عن الكهرباء والتكييف تحت عنوان الكهرباء والتكييف .. بدون مشاكل حاضر فيها المهندس طارق الخالد والمهندس سمير الصالح، وتناولت المحاضرة موضوع مشاكل الكهرباء والتكييف عند البناء، اضافة إلى كيفية المقارنة بين عطاءات المقاولين وخطوات تنفيذ التكييف في المنزل الجديد.



المعماري آرثر اريكسون

العضو المنتدب ورئيس مجلس إدارة شركة نفط الكويت

م/سمير الصالح

د. جمال البحر أثناء محاضرته

● 1995/11/7 ألقى د. جمال البحر محاضرة بعنوان «تخطيط وإدارة وتحليل العقود الهندسية» قدم المحاضر خلالها للمحاضرين معرفة شاملة في مجال كتابة وتحليل وإدارة العقود الهندسية وأنواع العقود الهندسية المستخدمة والمهارات اللازمة توفرها في إعداد مستندات المناقصة والعقود ودراسة تحليل العروض من الناحية الفنية والمالية. بالاضافة إلى أسس اختيار نوع العقد للمشاريع المختلفة.

● واختتمت اللجنة الثقافية عام 1995 بمحاضرة ألقاها د. حمود المضف مدير عام الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب وهي عن موضوع استخدام مواد الجيوتكستيل والشبكات البوليمرية لتحسين خواص التربية في الكويت. قدم خلالها نتائج الأبحاث التي تمت في المختبر الوحيد المتخصص في الشرق الأوسط في هذا المجال والموجود حالياً بكلية الدراسات التكنولوجية تحت اشرافه.

وقد اتضح من هذه الدراسات وجود أنواع ممتازة من المواد الجيوتكستيل التي تناسب ظروف ومناخ الكويت.

كما عرض د. المضف أهم التوصيات في هذا الخصوص.

اللجنة الفنية

دورات للكمبيوتر

نظمت اللجنة الفنية مجموعة من الدورات في الكمبيوتر إلى أعضاء الجمعية وذلك في الفترة من 1995/11/25 إلى 1996/1/18 وكانت هذه الدورات كما يلي :

Winword & Windows	Excel	Autocad 1
Adv. Ecel	Autocad 2	MS-Project

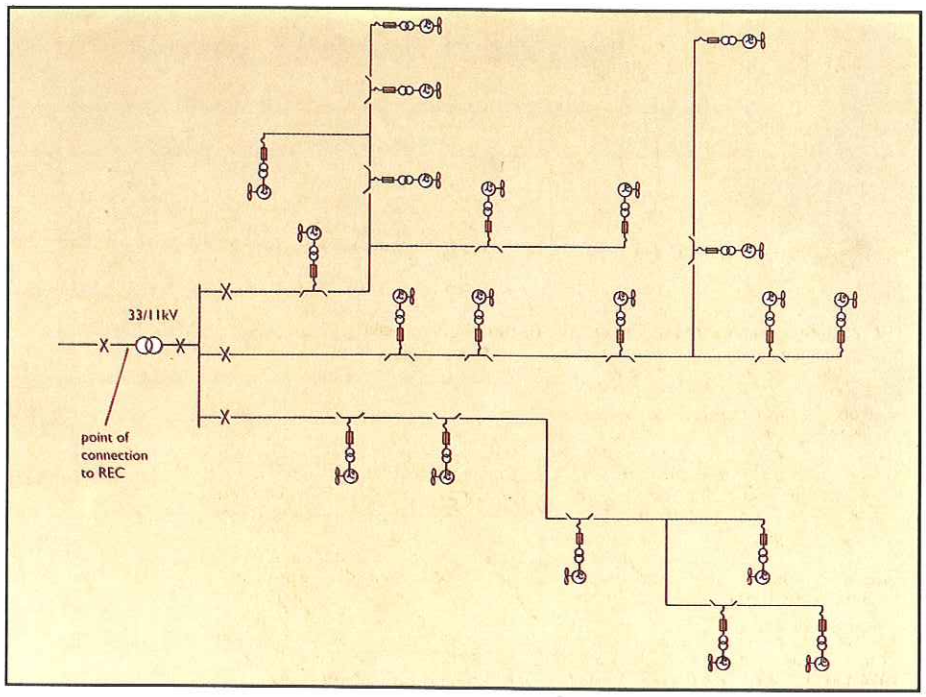
كما تضمنت الدورات دورة للأطفال الذين تتراوح أعمارهم من 5 إلى 8 سنوات.

وتستمر هذه الدورات حتى مطالع شهر رمضان كما تنظم في الجمعية دورة الانترنت اعتباراً من 96/1/7 إلى 96/1/17 وذلك لأعضاء الجمعية.

أبناء المهندسين يتعلمون الكمبيوتر في الجمعية

محطات الطاقة الكهربائية من الرياح وإمكانياتها في دولة الكويت

بقلم: د. محمد سلامة



مقدمة

□ أن استخدام طواحين الرياح Wind Turbines لتوليد الطاقة الكهربائية أصبح حقيقةً هندسية حيث بلغت القدرة الكهربائية المتولدة من الرياح في العالم 2000 ميغاواط ينتج منها حوالي 500 ميغاواط في الدول الأوروبية وذلك وفقاً لبيانات عام 1991.

كما تعتبر طاقة الرياح من المصادر النظيفة للطاقة حيث لا ينتج عنها ما يضر بالبيئة.

لمعرفة إمكانيات إنشاء مزرعة لطواحين الرياح في دولة الكويت بهدف إنتاج الطاقة الكهربائية بإستغلال طاقة الرياح يجب التعرف على متطلبات مثل هذه المزرعة من الناحية الهندسية والاقتصادية والبيئية، وهو ما سوف نعرض له في هذه المقالة بالبحث والدراسة.

أولاً: مواصفات طاحونة الرياح لإنتاج الطاقة الكهربائية

1 – قطر المروحة قد يصل إلى 35 متراً

2 – القدرة المقننة للطاحونة 400 كيلوواط

3 – أفقية المحور Propeller Type

4 – تحتوي المروحة على إثنتين أو ثلاث ريش

5 – تحتوي على دولاب تروس Set up gear box ذي نسبة رفع 30:1

6 – ارتفاع برج الطاحونة يصل إلى 30 متراً وللبرج قاعدة من الخرسانة

ثانياً: أختيار وتحديد موقع مزرعة طواحين الرياح

يمكن إعتبار موقعٍ ما مثالياً لإقامة مزرعة طواحين الرياح إذا توفرت فيه الشروط التالية:

1 – المتوسط السنوي لسرعة الرياح ذو قيمة عالية.

2 – حركة الرياح بدون دوامات وفي اتجاه واحد.

3 – يجب أن يكون موقع مزرعة الطواحين بعيداً عن التجمعات السكانية (من المعلوم أن مستوى الضوضاء يكون في حدود 45 dB عند مسافة 500 متر من أقرب طاحونة).

4 – أن يكون الموقع قادراً على استيعاب عدد كبير من الطواحين وذلك بهدف تقليل التكاليف.

5 – عند تحديد موقعٍ ما يجب القيام بعمل دراسات جدية لتقدير وقياس سرعة الرياح واتجاهها على مدى فترة زمنية لا تقل عن ثلاثة شهور وذلك بإقامة محطة مؤقتة للأرصاد الجوية داخل الموقع المختار. ويتم تحديد نوعية الموقع وفقاً لمتوسط سرعة الرياح كالتالي:

أ– موقع ممتاز حيث سرعة الرياح 8.5 متر/ثانية

ب– موقع جيد حيث سرعة الرياح 7.5 متر/ثانية

جـ– موقع مقبول حيث سرعة الرياح 6.5 متر/ثانية

د. محمد حسن سلامة

– دكتوراه في هندسة القوى والآلات الكهربائية.

– أستاذ في قسم الهندسة الكهربائية بكلية الهندسة – جامعة الكويت.

– له 40 بحثاً في مجال تخصصه.

– عضو جمعية المهندسين المصرية.

يوضح (الشكل -1) مزرعة طواحين تشتمل على 20 طاحونة رياح القدرة الكهربائية المتولدة من التوربينة الواحدة لكل طاحونة يساوي 400 كيلوواط.

ثالثا: القدرة المتوفرة من الرياح

يتم تحديد القدرة المتوفرة من الرياح من المعادلة التالية:

The wind power $P = 1/2\ S_a\ A..V^3$ Watts

حيث :

S_a = سرعة الرياح متر/ثانية

V^3 = كثافة الهواء (قيمة ثابتة) كيلو غرام/متر2

A = متوسط المساحة المتعامدة مع اتجاه الرياح متر2

وتوضح المعادلة أن القدرة المتوفرة في الرياح تتناسب مع مكعب سرعة الرياح.

رابعاً: عدد الريشات في المروحة

أ- العدد الكبير من الريشات يعني أن مروحة الطاحونة سوف تدور بسرعة منخفضة ولكن الطاحونة سوف تنتج عزم دوران مرتفع القيمة.

ب- العدد الصغير من الريشات (من 2 إلى 3 ريشة) يعني أن المروحة سوف تدور بسرعة عالية وينتج عنها عزم دوران منخفض. وهذا هو ما يتطلبه مولد الطاقة الكهربائية.

خامساً: الموانع التي تحد من حرية اختيار موقع مزرعة الطواحين

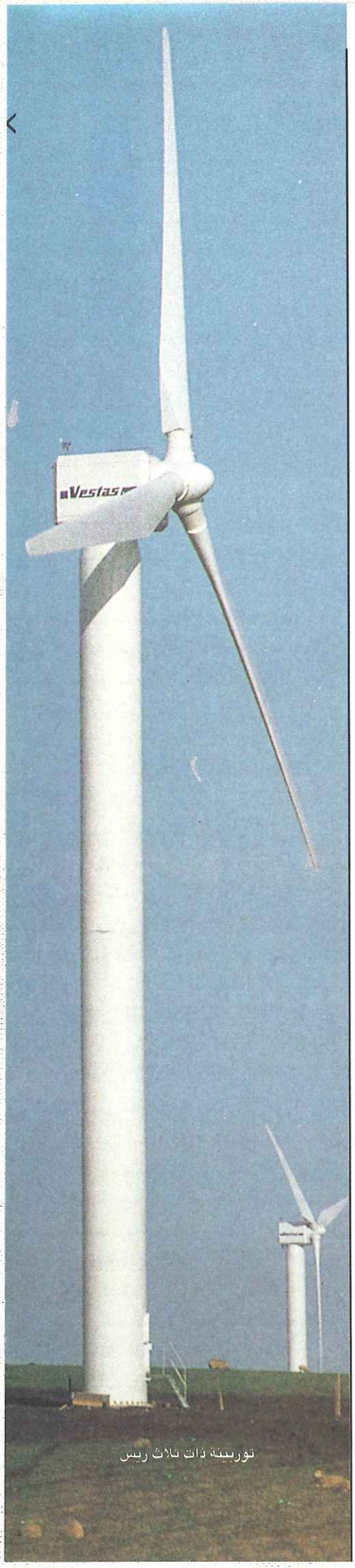
أ- **ظروف جغرافية** : مثل وجود المدن - الغابات - البحيرات - وطرق المواصلات.

ب- **ظروف قومية** : مثل مواقع المحميات الطبيعية

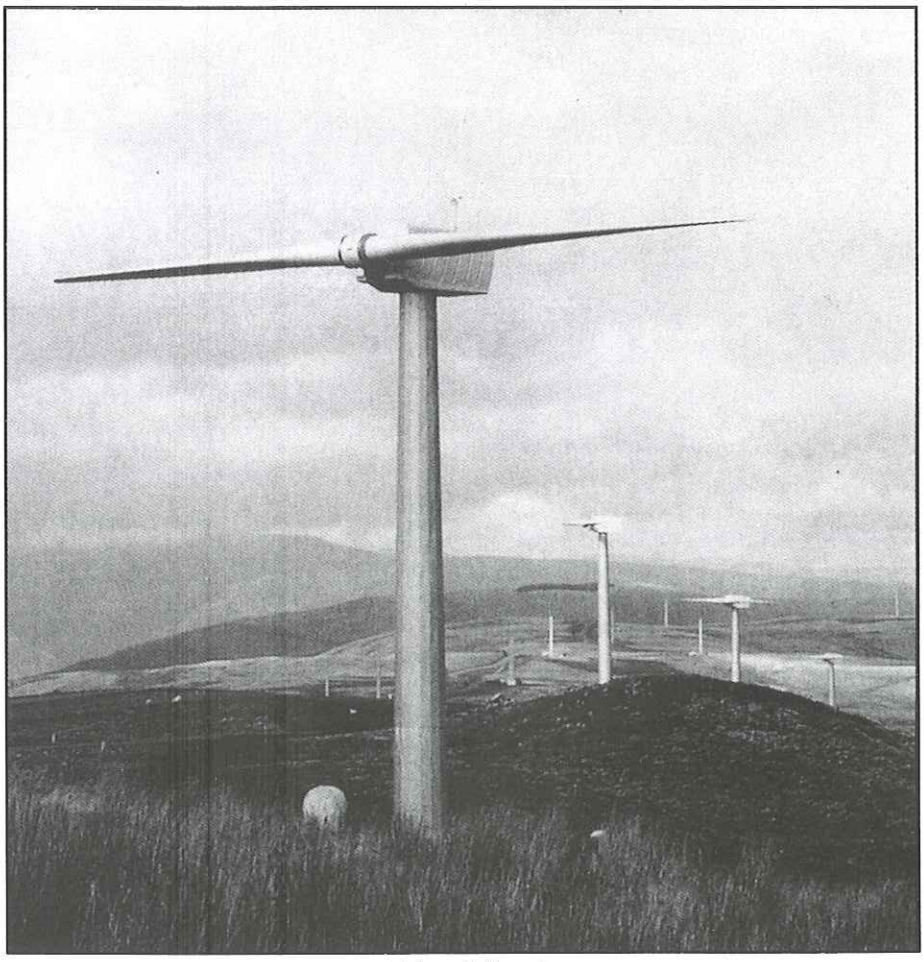
جـ- **ظروف بيئية** : ما يسببه إقامة المحطات من تشويه الصورة اطبيعية وتأثير الطواحين على حياة الطيور.

سادساً: المواصفات الفنية لمزرعة طواحين الرياح

أ- تدور مروحة الطاحونة بسرعة في حدود من 30-50 لفه/دقيقة ولهذا



توربينة ذات ثلاث ريش


توربينة ذات ريشتين

تحتاج إلى دولاب من التروس Gear Box وذلك لرفع السرعة فوق 1500 لفه/دقيقة.

ب- كفاءة التشغيل الكلية للمروحة تكون في حدود 40% (ونظرياً فإن أقصى كفاءة تشغيل في حدود 60%).

جـ- تتم إقامة مبنى في موقع الطواحين بحيث يشتمل هذا المبنى على جهاز كمبيوتر يشرف على تشغيل الوحدات داخل الطواحين بالإضافة إلى تسجيل البيانات الخاصة بوحدات المحطة.

سابعاً: الجوانب الاقتصادية للمزرعة

من المعلوم أن تكاليف إنشاء مزرعة لطواحين الرياح تكون مرتفعة بينما تكون تكاليف تشغيل مثل هذه المزارع رخيصة جداً.

ويتوقف سعر إنتاج الطاقة الكهربائية من المزرعة على الفترة المقررة لاستعادة رأس المال ونسبة الفائدة الربحية على المشروع وتمثل بيانات (الجدول -1) سعر الكيلوواط ساعة من ثلاث مزارع مختلفة للطواحين محسوبة على أساس أن العمر الإقتصادي للمشروع يساوي 20 سنة.

وتوضح الأرقام تأثر كلٍ من الموقع ونسبة الفائدة المطلوبة لاستعادة رأس المال على تكلفة وحدة الطاقة الناتجة.

ثامناً: خواص توربينة الطاحونة

يوضح (الشكل -3) أداء توربينة الطاحونة ممثلاً بالعلاقة بين سرعة الرياح وبين القدرة الكهربائية المتولدة. ونظراً لتوفر نوعين مختلفين من ريشات المراوح وهما الريشة الثابتة والريشة المتغيرة (في حالة الريشة المتغيرة فإنه يمكن خفض قدرة الرياح بواسطة تغيير زاوية ميل الريشة بالنسبة لاتجاه الريح).

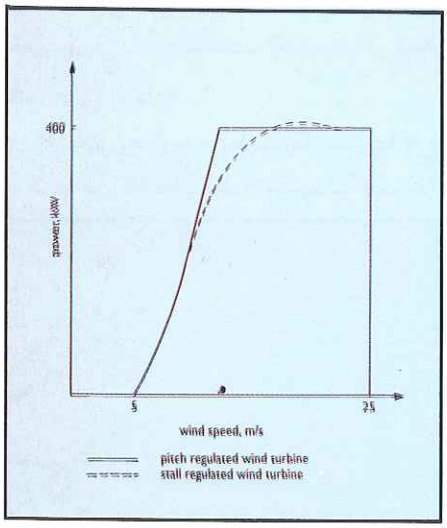
فنلاحظ أن أداء التوربينة يختلف فهو مقنن ومحدد بالنسبة للريشة المتغيرة ولو أن التوربينة ذات الريشة الثابتة لا تحتاج إلى نظام تحكم في اتجاه الريشة.

ويمكن استنباط المعلومات التالية من منحنى الأداء للتوربينة:

أ- السرعة الفاصلة The cut in Speed، وتمثل أدنى سرعة للرياح تلزم لبدء دوران مروحة التوربينة وإمكانية

النسبة المئوية للفائدة	سعر الكيلوواط/ساعة بنس/ك.و.س			
	5	8	10	15
مزرعة ذات موقع مميز (سرعة الرياح 8.5 متر/ثانية)	2.4	2.9	3.2	4.2
مزرعة ذات موقع جيد (سرعة الرياح 7.5 متر/ثانية)	3.5	4.2	4.7	6.2
مزرعة ذات موقع مقبول (سرعة الرياح 6.5 متر/ثانية)	4.3	5.2	5.8	7.6

سعر الكيلوواط/ساعة من ثلاث مزارع مختلفة محسوب في مشروع عمره يساوي 20 سنة



(شكل - 3) منحنى أداء توربين الرياح

انتاج قدرة فعالة. وقيمة هذه السرعة في (شكل -3) هي 5 متر/ثانية.

ب- القدرة المقننة للتوربينة The rated power وتمثل أقصى قدرة يمكن الحصول عليها من التوربينة. بالنسبة لشكل3 فالقيمة 400 كيلوواط.

جـ- السرعة المقننة The rated speed وتمثل أدنى سرعة للرياح تلزم لدوران التوربينة والحصول على القدرة المقننة لها.

بالنسبة لـ (شكل -3) فالقيمة تساوي 12.5 متر/ثانية.

د- سرعة التوقف The shut down speed وتمثل أقصى سرعة للرياح المطلوبة لتشغيل التوربينة. فإذا زادت سرعة الرياح عن هذه السرعة فإنه يتم ضم ريشات التوربينة للخلف في حالة الريشة الثابتة أو تعديل وضعها لأقصى خطوة في حالة الريشة المتغيرة في (شكل - 3) تساوي 25 متر/ثانية.

تاسعاً: القدرة الكهربائية المتولدة من التوربينة

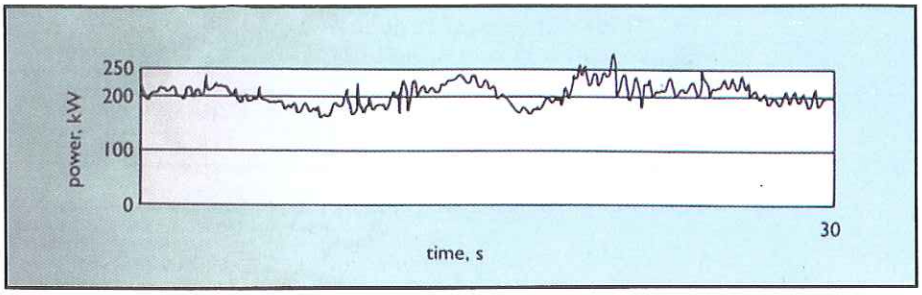
يمثل (شكل -4) نموذجاً لمنحنى القدرة الكهربائية المتولدة من توربينة رياح ذات ثلاث ريشات والقدرة المقننة لهذه التوربينة هي 200 كيلوواط. مما يوضح انحرافات القدرة عن القيمة المقننة مع الزمن، وهذا يعكس التغيير المستمر في سرعة الرياح.

عاشراً: مكونات توربينة الرياح

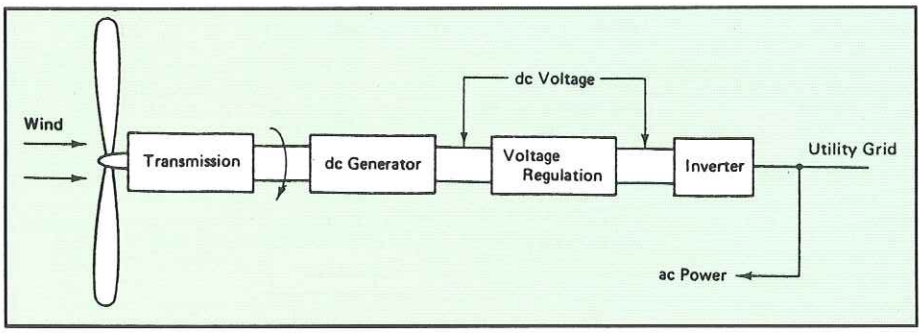
أ- عند استخدام مولد تيار مستمر

(الشكل -5) يوضح مكونات التوربينة عند استخدام مولد للتيار المستمر ونظراً لأن الجهد المتولد يعتمد على كلٍ من سرعة دوران المولد وقيمة تيار المجال. فإنه يمكن بالتحكم في قيمة تيار المجال من المحافظة على الجهد المتولد ضمن حدود معينة.

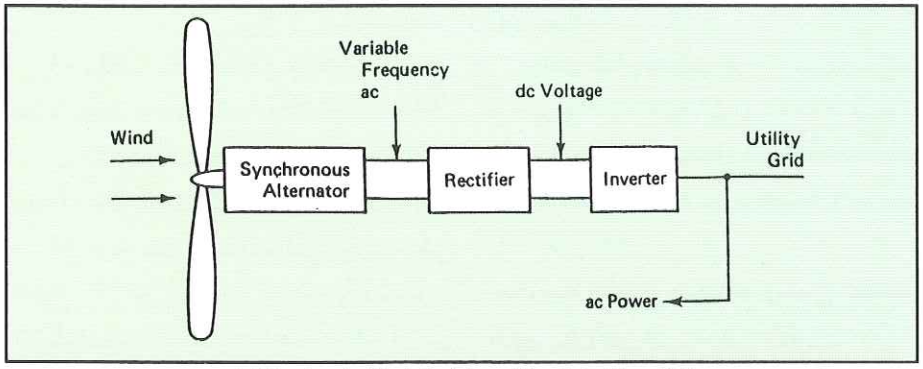
ويلاحظ أن كفاءة التشغيل تعتمد على حاصل ضرب كفاءة كلٍ من



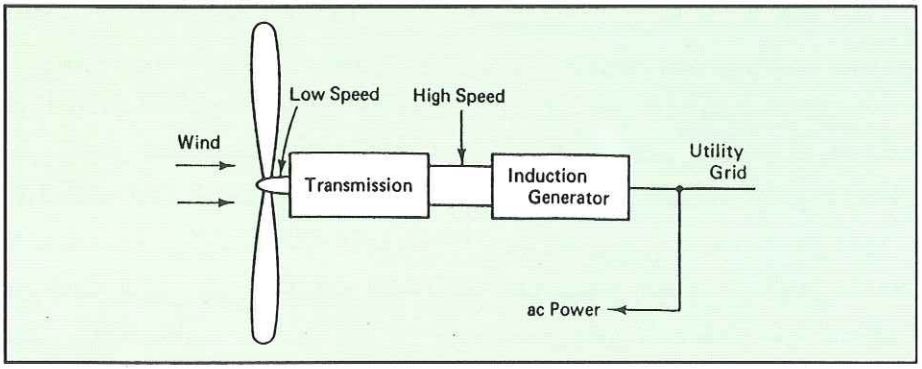
(شكل - 4) القدرة الكهربائية المتولدة من توربينة هوائية



(شكل - 5) مكونات التوربينية عند استخدام مولد التيار



(شكل - 6) مكونات التوربينية عند استخدام مولد متزامن



(شكل - 7) مكونات التوربينية عند استخدام مولد تاثيري

الريشات، وصندوق التروس، والمولد ودائرة الكترونيات القوى لتنظيم الجهد ودائرة التحويل.

مما يعني انخفاض قيمة كفاءة التشغيل الكلية.

ب- عند استخدام مولد متزامن

(الشكل -6) يوضح مكونات التوربينة عند استخدام مولد متزامن ويلاحظ أنه نتيجة لاعتماد تردد الجهد المتغير الناتج من المولد على سرعة دوران التوربينة فإن التغيير المستمر في قيمة التردد نتيجةً لتغيير سرعة الرياح يمثل مانعاً من التوصيل المباشر للمولد على شبكة القوى الكهربائية. ولهذا فإنه يجب تحويل الناتج إلى جهد مستمر من خلال الدائرة الألكترونية للتوحيد ومن ثم إلى دائرة تحويل الكترونية ينتج عنها تيار متردد ذو جهد ثابت وتردد ثابت يتوافق مع متطلبات شبكة القوى الكهربائية المتصلة بالتوربينة.

ومن المعلوم أن المولد المستعمل من نوع الذ ي يشتمل على مغناطيس طبيعي ذي فيض ثابت.

جـ- عند استخدام مولد تأثيري

يوضح (شكل -7) مكونات التوربينة في هذه الحالة ويجب مراعاة ما يلي:

1 - أن تكون سرعة دوران المولد أعلى من سرعة التزامن Synchronous Speed.

2 - ليس من الضروري أن تكون سرعة الدوران ثابتة، ولكن فقط يجب أن تكون أعلى من سرعة التزامن أي أن الانزلاق الناتج يكون بالسالب.

3 - في مثل هذه الحالة فإن القدرة الكهربائية المقننة وأقصى كفاءة للمولد يمكن الحصول عليها عند ما يكون الانزلاق The Slip مساوياً 3%.

4 - أن تردد الجهد المتولد من المولد التأثيري يعتمد على سرعة التزامن لهذا المولد والتي تكون ثابتة مهما كانت سرعة دوران المولد.

5 - يجب توصيل نهايات المولد إلى الشبكة الكهربائية توصيلا مباشراً وذلك للتأكد من حصول المولد على القدرة غير الفعالة Reactive Power التي يتطلبها المولد لمتطلبات دائرة المجال المغناطيسي وعلى هذا فإنه في حالة فشل الشبكة في توفير القدرة غير الفعالة نتيجة لحادث عابر مثلاً فإن المولد يصبح عاجزا عن إنتاج القدرة الكهربائية المطلوبة لعدم توفر التغذية المطلوبة لدائرة المجال المغناطيسي.

أحد عشر: مزايا استخدام المولد التأثيري

1- عدم الحاجة إلى دوائر الكترونيات القوى بهدف التوحيد والتحويل.

2- ضعف أو انعدام التوافقيات Harmanics في الجهد الناتج.

3- بما أن سرعة التزامن للمولد

تكون دائماً ذات قيمة ثابتة فإن تردد الجهد الناتج يكون أيضا ثابت القيمة.

4- القدرة الكهربائية المتولدة يمكن الحصول عليها مباشرةً عند نهايات المولد.

إثنا عشر: معلومات عن أداء المولد التأثيري

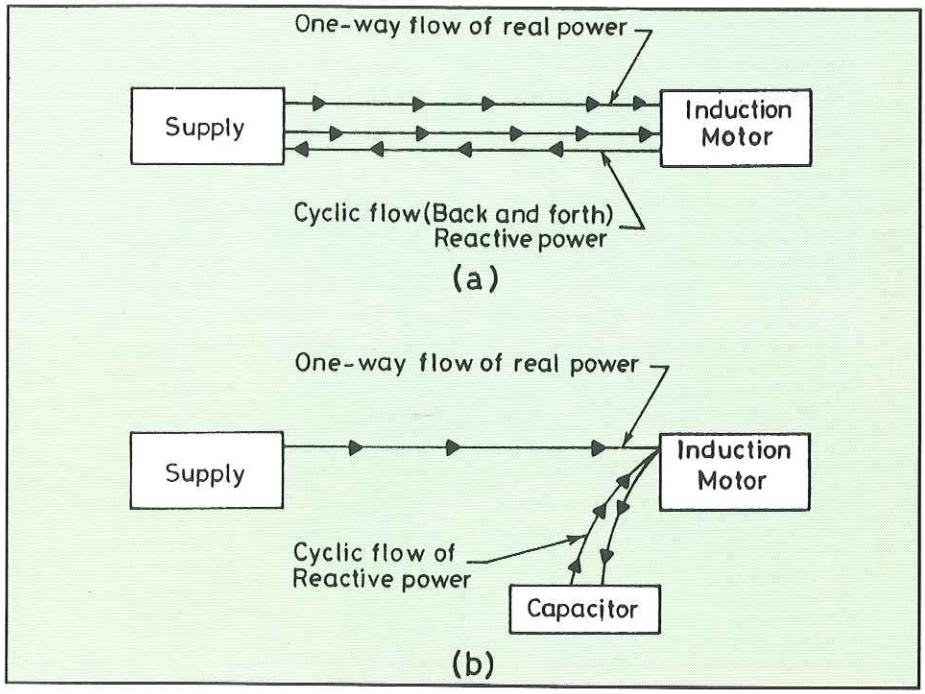
من المعلوم بأن أي ماكينة كهربائية (سواء كانت تعمل على صورة مولد أو موتور) تتكون من جزئين رئيسيين هما: العضو الدوار The rotor والعضو الثابت The stator هذا بالإضافة إلى شرط توفر مجال مغناطيسي مؤثر في الثغرة الهوائية بين العضو الدوار والعضو الثابت. ومن الحقائق الأساسية عن أداء الماكينات وتمكنها من تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية (في حالة المولد) أو تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية (في حالة الموتور)، يجب أن يتوفر مجال مغناطيسي مناسب داخل الثغرة الهوائية لإتمام هذا التحويل، وبدون هذا المجال المغناطيسي لا تستطيع الماكينة أن تؤدي ماهو مطلوب منها.

وفي حالة الماكينات التأثيرية Induction Machines يمكن تمثيل أو التعبير عن توفر مجال المغناطيسي بإضافة ممانعة XM في الدائرة الكهربائية المكافئة أو بتغذية الماكينة بقدرة غير فعالة في حالة عمل الماكينة كمولد.

وعلى أية حال وعند تشغيل المولد التأثيري كجزء من التوربينة الهوائية فإنه يمكن الحصول على القدرة غير الفعالة واللازمة لتوفير المجال المغناطيسي داخل الثغرة الهوائية للماكينة إما بتوصيل الماكينة بشبكة كهربائية قادرة على تغذيتها بقدرة غير فعالة التي تحتاجها أو بتوصيل مجموعة مكثفات ثلاثية الطور عبر أطراف نهايات العضو الثابت كما هو واضح في (شكل -8).

أخيراً: نشاط الأبحاث في تطوير أداء المولدات التأثيرية

من المعلوم أن الماكينات التأثيرية ثلاثية الطور تنقسم إلى نوعين رئيسيين.



(شكل - 8) جزء ا يوضح دور المصدر في تغذية الماكينة بالقدرة غير الفعالة - جزء ب يوضح مجموعة المكثفات في تلبية احتياجات الماكينة من القدرة غير الفعالة

أ- ماكينة ذات ملفات بالعضو الدوار Wound Rotor Induction Machine

ب- الماكينة ذات القفص السنجابي Squirrel Cage Induction Machine

لقد أوضحت الأبحاث التي أجريت على النوع " أ " من المولدات التأثيرية صعوبة المتطلبات لتغذية ملفات العضو الدوار من مصدر كهربائي بهدف إنتاج ما يحتاجه المولد من مجال مغناطيسي (مرجع 3).

ونظراً لبساطة متطلبات النوع " ب" من المولدات التأثيرية بالنسبة للحصول على المجال المغناطيسي الذي يحتاجه المولد فلقد اهتم الباحثون بهذه النوعية لاستخدامها في توليد الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح وفي مثل هذه الحالة يجب مراعاة مايلي:

أ- في حالة محطة طواحين الهواء والتي تعمل لتغذية شبكة عامة لقوى كهربائية عامة فإن المولدات فيها لا تحتاج إلى أي إضافات.

ب- في حالة توربينية منفردة حيث يعمل المولد منفصلا عن أية شبكة من شبكات القوى الكهربائية يحتاج المولد إلى مجموعة من المكثفات تتصل على التوازي مع ملفات العضو الثابت.

ولقد قام كاتب هذه المقالة بنشر مجموعة من الأبحاث لدراسة إمكانيات وأداء المولد الذي يعمل منفرداً بعيداً عن أي شبكة كهربائية (المراجع 8.7.6.5.4)

إمكانية إنشاء محطة لإنتاج الطاقة الكهربائية من الرياح في الكويت

بدراسة النتائج التي تم الحصول عليها من الأرصاد الجوية في مطار الكويت الدولي والممثلة في (الشكلين -9 , 10) يتضح ما يلي:

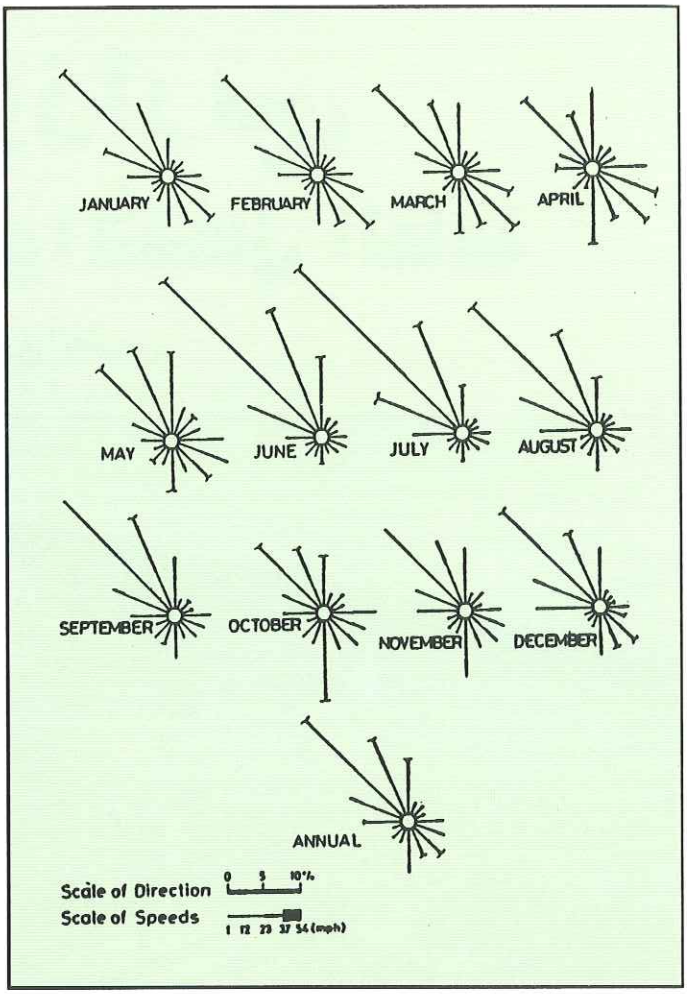
أولاً: إن أقصى سرعة للرياح تكون خلال أشهر الصيف والتي تبدأ في يونيو وتنتهي في سبتمبر من كل عام.

ثانياً: إتجاه الرياح في معظم الأحوال يكون ثابت خلال فترة الصيف.

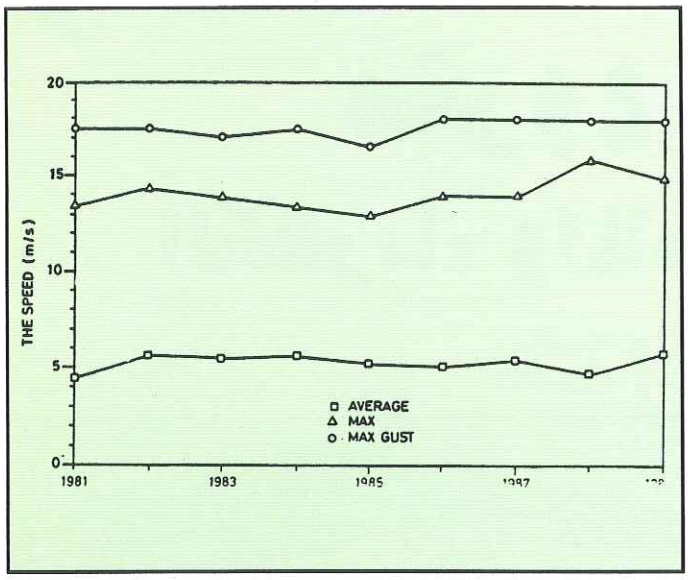
ثالثاً: متوسط سرعة الرياح في مطار الكويت على مدى تسع سنوات تقريباً ثابتاً وتساوي 5.5 متر/ثانية.

رابعاً: الفرق بين متوسط سرعة الرياح في مطار الكويت وبين أقصى سرعة هي 9 متر/ثانية. وهو قيمة ثابتة في معظم الأحوال.

خامساً: يجب توفر قياسات عن إمكانيات طاقة الرياح وسرعتها في بعض



(شكل - 9) النتائج التي تم الحصول عليها من الأرصاد الجوية بمطار الكويت



(شكل - 10) رسم بياني للنتائج التي تم الحصول عليها من الأرصاد الجوية بمطار الكويت

مناطق الكويت وخاصةً الهضبة الشمالية والتي من المعروف أن سرعة الريح فيها أعلى من تلك في منطقة المطار الدولي.

ونظراً لهذه الإمكانيات المتوفرة من طاقة الرياح خلال الفصل الصيفي فإن المتطلبات الهندسية والمناخية والبيئية قد تدعو إلى التفكير في إنشاء محطة لإنتاج الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح.

الخلاصة

لقد ساهمت هذه المقالة في التعرف على عناصر مختلفة من المعلومات والمتطلبات الهندسية والمناخية والجغرافية والبيئية الضرورية عند التفكير في إنشاء مزرعة لطواحين الرياح بهدف إنتاج الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح في دولة الكويت.

وتوضح الدراسة أن سرعة الرياح في الكويت تصل إلى ذروتها خلال شهور فصل الصيف هذا بالإضافة إلى أن إتجاه هذه الرياح يكون ثابتاً في معظم الأوقات مما يشجع على أن تقوم دولة الكويت بالتفكير في تطبيق الرأي الذي يدعو إلى أن يكون ما نسبته 10% على الأقل من الطاقة الكهربائية المستخدمة في جميع دول العالم من مصادر نظيفة لا تؤثر على البيئة، وذلك من خلال القيام بعمل القياسات اللازمة لسرعة الرياح في المناطق الشمالية والتي تكون بعيدة عن الكثافة السكانية بهدف إنشاء مزرعة لطواحين الرياح. كما أنه يجب أن تمتد هذه الدراسات إلى إستغلال طاقة الأمواج والتي يوفرها المد مرتين كل يوم على مدار السنة بهدف إنشاء محطات كهربائية تعتمد على الطاقة التي توفرها أمواج المد وذلك للمحافظة على البيئة وإيجاد بدائل لانتاج جزء من احتياجات دولة الكويت من الطاقة الكهربائية خاصة أثناء فترة التحميل القصوى لمحطات توليد الطاقة الكهربائية والتي تمتد خلال شهور فصل الصيف من كل عام.

المراجع

1- Jenkins N. "Engineering wind farms" Power Engineering Journal, vol7,no2 April. 1993, pp.53-60

2- Freris L. "Inherit the wind" IEE review, vol.38 no.4, April 1993 pp.155-158

3- Salama, M,H, and Holmes, P,G "The doubgly-fed machine with passive rotor supply impedance operating as a VSCF generator, A slip dependent mathematical modle," Electric Machines and power Systems journal vol.17, pp329-342,189.

4- Salama, M,H, "The role of magnetizing reactance on steady-state performance of induction generators" Journal of the University of kuwait (Scievce) vol.20, pp 209-226,1993

5- Salama, M,H, "Design range of capacitance for self excitation of a stand alone induction generator" Journal of the University of kuwait vol.20, pp 101-114,1993

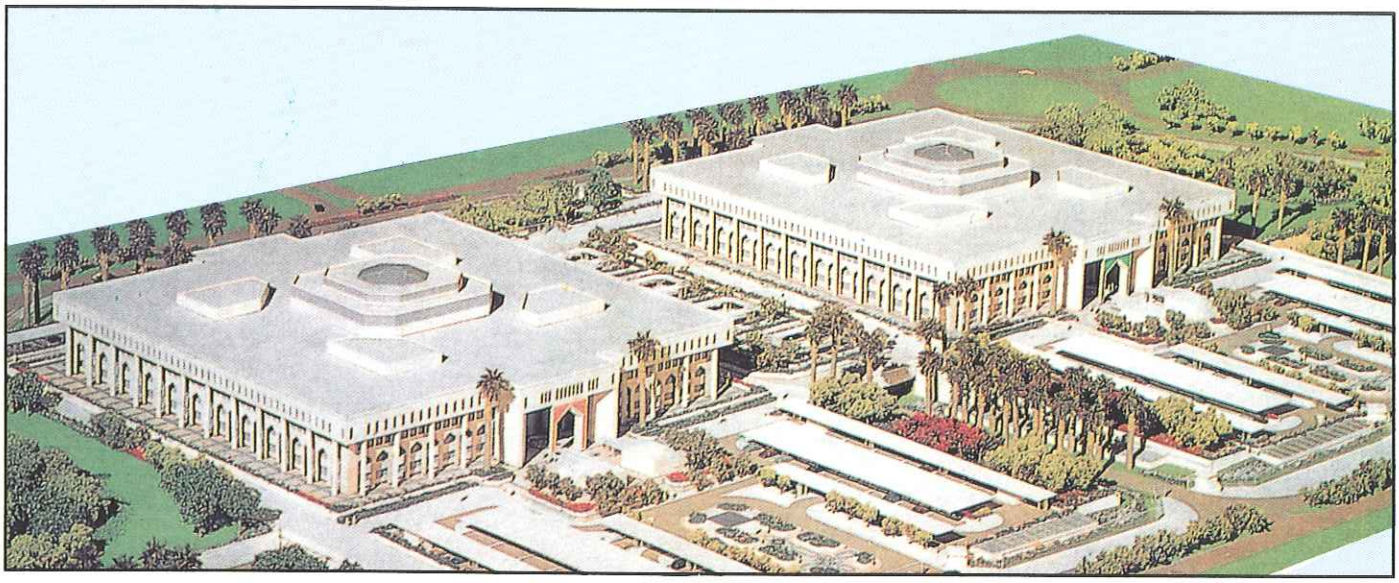
6- Salama, M,H Yousef A. Safar and Magdi S. Mahmoue. "Load requirements for a stand-alone induction. generator "Accepted for publication in the Arabian Journal for Science and Engineering.

7- Salama, M,H,Holmes, P.G. and Yamin, H. Y. "self-excitation and operting limits for a stand-alone induction generator" The 26th University power Engineering Conference, Brighton Polytechnic, 18-20 September 1991.

8- Elsonbaty, N. Holmes, P.G,Salama, M.H. Smith N.P.A. and Williams A.A. "Stand-alone micro-hydro generating systems based on VSCF Induction machine " The 28th University power Engineering Conference, Staffordshire University 21-23 September 1993.

مشروع وزارتي
الكهرباء والماء والأشغال العامة

إعداد: م / طارق العليمي



نظرة عامة لماكيت المشروع

□ يقع مشروع وزارتي الكهرباء والماء والأشغال العامة بجنوب السرة إلى الشمال الغربي في تقاطع طريق السفر السريع مع طريق الدائري السادس، وتبلغ مساحة الموقع 136103 أمتار مربعة وعلى بعد 12 كيلومتراً من مدينة الكويت.

اعتمد في تنفيذ المشروع على أسلوب العمارة الإسلامية متضمناً أرقى مستويات التصميم بحيث يهتم التنفيذ بإستخدام أجود المواد وأحدث التقنيات والأساليب المتعلقة بإختيار المواد والمعدات. وأن يكون لكل وزارة مقراً رئيساً مستقلاً على أن تكون الخدمات والمعدات الخاصة بالوزارتين مشتركة فيها بينهما، ويلبي التصميم العادات والتقاليد المحلية ومناسباً للظروف المناخية مع الأخذ بعين الاعتبار الأمور المتعلقة بمستويات ومعايير البناء وتوفير الطاقة.

م / طارق أحمد العليمي

- بكالوريوس هندسة مدنية ويحضر لرسالة الماجستير في الهندسة المدنية جامعة ولاية بنسلفينيا الولايات المتحدة الأمريكية.
- عضو في الجمعية الأمريكية للمهندسين المدنيين - نيويورك ASCE.
- عضو في جميعة المهندسين الكويتية وجمعية الخريجين وجمعية حماية البيئة.

موجز مزايا التصميم:

لقد تم التقيد عند تصميم مجمع وزاتي الأشغال العامة والكهرباء والماء ضمن التوزيع المعماري لكل وزارة بمتطلبات المخارج والمداخل على الشكل التالي :

1 - توفير مدخل خاص لكبار الشخصيات لكل وزارة وهذا المدخل مفصول تماماً عن طرق المداخل الأخرى.

2 - تكون لمواقف السيارات الخاصة بموظفي كل وزارة مداخل ومخارج

متصلة بطريق يحيط بالموقع.

3 - توفير مدخل ومخرج لسيارات الخدمات العامة يؤمن الوصول إلى أماكن التحميل والتنزيل بمنطقة المعدات والخدمات المشتركة والموجودة تحت سطح الأرض بين الوزارتين.

4 - توفير طرق دخول مستقلة لسيارات زوار كل وزارة بحيث تقف السيارات في مواقف بمستوى سطح الأرض.

5 - حد الموقع من الجنوب حزام من الأشجار القائمة حالياً وخدمات عامة رئيسية ويوفر التصميم طريقاً مزدوج الاتجاه حول الموقع يتيح دخول سيارات الزائرين وسيارات الخدمة من جهة الجنوب وسيارات الموظفين من جهة الشرق والغرب وسيارات كبار الشخصيات من الشمال.

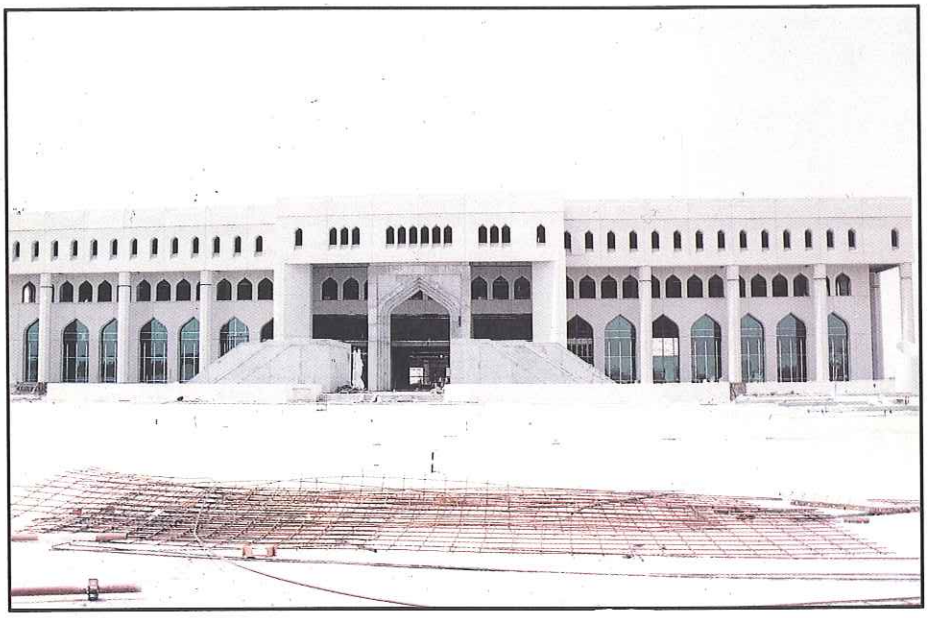
6 - يتكون مبنى الوزارة من أربعة طوابق، يقف على مصطبة تفصله عن الارض المحيطة به، وسيتم انشاء المباني من هيكل من الخرسانة المسلحة المصبوبة في الموقع بحيز انشائي نموذجي قياس 9.6x9.6م.

7 - تكون التكسية الخارجية للمباني بشكل رئيسي من خرسانة سابقة الصب بتشطيبات من الصلبوخ الناعم المكشوف. وأما المداخل والأماكن الخاصة فانها مكسوة بالرخام.

المداخل:

يقع المدخل المخصص للزائرين والموظفين على الضلع الجنوبي لمباني الوزارتين وينتقل الموظفون من مواقف السيارات التي تقع تحت سطح الأرض إلى مساحة الدخول بواسطة سلالم في صوان مدخل الموظفين المكسو بالرخام والمحاذي للمدخل الرئيسي للمبنى حيث توجد بوابة بارزة وقوس يتم الدخول من خلاله. وتضمن الساحة - المرتفعة لمدخل المبنى تجميع الموظفين في مواقف السيارات المختلفة.

أما الزوار الذين يصلون بوسائل النقل العامة من طريق مزدج في جهة



اثناء إكساء إحدى الواجهات في المشروع

الجنوب فإنهم يتجهون إلى المبنى بإتجاه محور قوس المدخل الرئيسي وهناك مدخل لكبار الشخصيات.

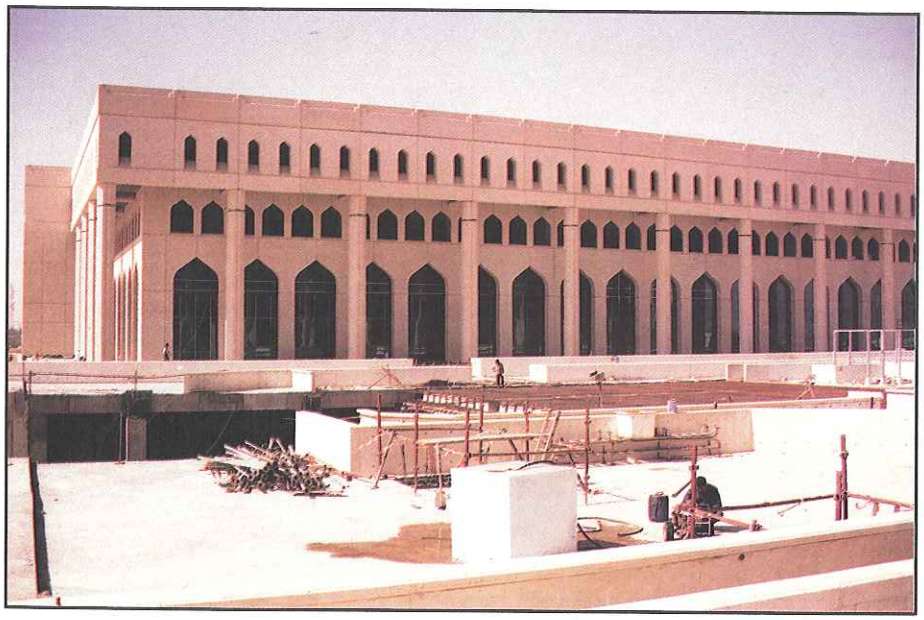
الردهة:

لقد تم تصميم الردهة باعتبارها النقطة المركزية لفكرة التصميم التي تشمل مجموعة الأعمدة المحيطة بالمبنى ومدخل كبار الشخصيات ومدخل الزائرين/الموظفين.

يوفر الحوش المغطى نقاط التوجيه والإنارة الطبيعية للموظفين والزائرين وتعكس تفاصيل الأعمدة والأقواس أنماطاً من صميم التراث التاريخي للمنطقة.

وقد أدخل ضمن الشبكة المربعة التي أقيمت وفق وحدات انشائية وتخطيطية محددة نمط هندسي ذو ثمانية أضلاع في كافة أوجه التصميم لتوفير التناسق الهندسي العام. وتظهر الفكرة النمطية الرئيسية في نماذج التبليط وأشكال الأعمدة والمداخل وتصميم قبة الحوش وأحواض النباتات إلى جانب الشكل الأساسي للحوش نفسه.

لايزال العمل جارياً لانهاء المشروع في موعده



اتمام العمل خارج المبنى الرئيسي للوزاتين

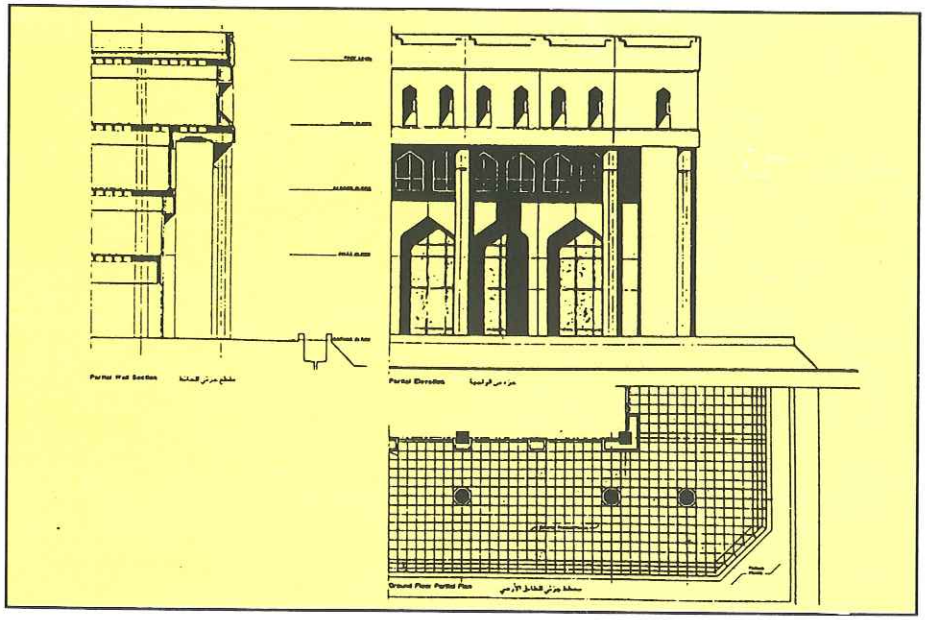
وهناك مساحة مركزية في وسط الحوش تقع على عمق درجتين من مستوى سطح الأرضية، توجد فيها نافورة تحيط بها أحواض النباتات، وهذه الأحواض لها شكل هندسي ثماني الأضلاع.

الجناح الوزاري:

يقع الجناح الوزاري في كل وزارة على الواجة الشمالية بالطابق العلوي من المبنى وفوق مدخل كبار الشخصيات ويصل الوزير إلى مكتبة بواسطة المصعد الكائن في ديوان كبار الشخصيات بالدور الأرضي، وقد تم تصميم جناح الوزير كمجمع متكامل يتم الوصول إليه من الجانبين الشرقي والغربي من خلال ممر متصل أنشوطي الشكل.

الخدمات الأساسية والطرق:

تم تصميم الخدمات الاساسية والطرق الخاصة بمباني وزارتي الأشغال العامة والكهرباء والماء بصورة متكاملة مع المخطط الهيكلي للمنطقة الحكومية بجنوب السرة علماً بأن الخصائص الجغرافية المحلية (الطبوغرافية) لهذا الموقع تتضمن انحداراً طبيعياً باتجاه الشمال.



مخطط جزئي من المشروع

تصميم تجميل الأراضي (الحدائق):

من تقاليد العمارة الإسلامية أن يكون للحدائق وظيفة هامة وقيمة رمزية خاصة. ولكونها محاطة بالجدران وبواجهات داخلية، تعتبر الحدائق متنفساً في وسط بيئة قاسية، حيث أن النباتات من أشجار وشجيرات ونباتات وأعشاب توفر العناصر الضرورية لتحقيق السكينة والجو اللطيف.

لقد تم تقسيم الموقع إلى عدة قطاعات تتطلب معالجة تجميلية خاصة لكل منها. وتم تصميم المساحات الواقعة إلى شرق وغرب الموقع بحيث تتسع لمواقف مظللة لسيارات الموظفين. وتستخدم النباتات القصيرة كحواجز تفصل بين هذه المواقف إلى جانب أنها توفر الظل وتضفي على المكان اللون الأخضر.

وتم تخطيط القطاع الواقع بين مباني الوزارتين ليكون حديقة مشتركة بينهما وهي عامرة بالنباتات التي تضفي على المكان جواً من الهدوء والسكينة، وتشمل المناطق الأخرى المزروعة بالنباتات مداخل كبار الشخصيات ومداخل الزائرين.

تصميم أنظمة الحاسب الآلي:

يقوم تصميم الحاسب الآلي الخاص بوزارة الأشغال العامة على أساس استخدام الحاسب الآلي الخاص بالمركز الوطني للحاسب الآلي والميكروفيلم من خلال محطات حاسب آلي شخصي موجودة في مختلف مكاتب المبنى الرئيسي للوزارة. ويمكن تحقيق العديد من التطبيقات باستخدام الحاسب الآلي الشخصي بصورة مستقلة عن أنظمة الحاسب الآلي الأخرى.

وهناك المزيد من التفاصيل عن التصميم المعماري للمشروع وماذا يحتوي بالإضافة إلى الخدمات والأنظمة الأخرى والتي لا تتسع المساحة إلى الحديث عنها في هذا المقام. ■■

صناعة مركبات الإطلاق الفضائية

تدخل عصرها الجديد

بقلم: د. نضال قسوم

1 - مقدمة:

□ اذا تجسدت كل المشاريع الحالية الرامية إلى صنع مركبات إطلاق وصواريخ فضائية من نوع جديد، فإن ميدان (أو سوق) إرسال الأقمار الفضائية سوف يزدحم مع مجيء القرن المقبل. لكن الخروج بمركبة جديدة ذات جودة وفاعلية واعتمادية عالية أمر جد صعب حتى بالنسبة لمؤسسات عريقة وقوية مثل "ناسا" NASA أو لوكهيد" LOCKHEED . رغم ذلك فإن المشاريع الموجودة عديدة ومتنوعة.

إن الهدف الرئيسي لكل هذه المشاريع الوصول إلى توفير ملموس في تكلفة الإطلاق. وتعتبر القدرة على إعادة استعمال مركبة (مثلما هو الحال بالنسبة للمكوك الفضائي الأمريكي) عاملاً قوياً يساعد على التوفير في تكاليف الإرسال. لكن تطوير مركبة مكوكية جديدة يبدو بعيداً في الأفق. وفي المقابل يواصل المهندسون تحسين أداء الجوانب المختلفة لمركبات الإطلاق، وبالتالي تخفيض سعر إرسال الأقمار إلى الفضاء تدريجياً.

2 - المركبات الحالية:

أ - المكوك الفضائي

يعتبر المكوك الفضائي نجاحاً كبيراً وإخفاقاً نسبياً في آن واحد بالنسبة لبرنامج الإطلاق الذي يشكل جانباً هاماً من اهتمامات الوكالة الفضائية الأمريكية NASA . فقد نجحت هذه المؤسسة العملاقة من جهة في إخراج مركبة قادرة على نقل الأقمار - والرواد - إلى الفضاء والسماح بالقيام بعمليات مدهشة بعيداً عن الأرض ثم العودة بسلام لاستعمالات جديدة ومكررة. لكن، من جهة أخرى بقي عدد الرحلات أقل بكثير مما كانت تصبو إليه الوكالة الفضائية و رغم امتلاكها لأربعة نسخ من المركبات (بعد انفجار تشالنجر سنة 1986). وأهم من ذلك أن ثمن الإرسال، مضافاً إلى تكاليف التشغيل والخدمة والصيانة عالٍ جداً إذ تصرف "ناسا" حوالي 5 مليارات دولار في السنة ولا تحصل إلا على ثمان رحلات! ولا عجب إذاً أن نشهد نقاشاً كبيراً متواصلاً حول جدوى هذا البرنامج واقتراح استبداله ببرنامج مركبات جديد تماماً.

لكن أنصار المكوك يذكّرون النقاد دوماً أن على الوكالة ألا تعيد ارتكاب الخطأ الفادح الذي ارتكبته عند نهاية مشروع أبولو - ساترن Apollo-Satrun V 5 والذي تمثل في التخلي ببساطة عن مركبة (صاروخ) عملية فاعلة وإن كانت ذات نقائص معينة، والاتجاه نحو مشروع أحسن بكثير لكنه غير قابل للتجسيد إلا بعد سنوات عدة... وقد تظهر فيه نقائص وسلبيات هو الآخر. لكن ما جودة المكوك اليوم ؟

لقد صممت هذه المركبات و التي صنعت منذ 10 أو 14 سنة، من أجل القيام بمائة رحلة. لكن الظروف التي لاقتها في رحلاتها (في الغلاف الجوي وفي الفضاء، وحتى على الأرض) أسوأ بكثير مما توقعه المهندسون، كما أظهرت أغلفة المركبات بعد رحلاتها الأولى، مما جعل الملاحظين يشككون في قدرتها على الوصول إلى الرحلة المئوية.

تزن المركبة المكوكية الواحدة 750 طناً (مليئة ومعبأة)، ويستطيع محركها تطبيق قوة دفع تقدر بـ 1670 كيلو نيوتن عند سطح الأرض و 2100 كيلو نيوتن في الفضاء، بالإضافة طبعاً إلى صاروخي التعزيز اللذين يقدمان حوالي 15000

د. نضال قسوم

- دكتوراه في فيزياء الفلك، جامعة كاليفورنيا
- حالياً أستاذ مساعد بكلية الدراسات التكنولوجية - الكويت
- له العديد من الأبحاث والمقالات في مجال تخصصه
- باحث في مركز الوكالة الفضائية الأمريكية (1988-1990)

كيلو نيوتن لكل منهما، مما يرفع القدرة الإجمالية للمكوك إلى مايقارب 32000 كيلو نيوتن.

ولقد أجرت "ناسا" فحصاً شاملاً ودقيقاً على "كولمبيا" باعتبارها أقدم المركبات، وكانت نتيجة الفحص (الذي كلف ما لا يقل عن 40 مليون دولار - إذا حسبنا التصليحات التي أحدثت إثر ذلك) أن المركبة في حالة رائعة جداً. طبعاً مركبة اليوم ليست هي بالضبط المركبة التي دشنت منذ 14 سنة، إذ أجريت عليها تعديلاتٍ عديدة على مر السنوات، حتى أن الأضرار التي صارت تطرأ عليها في كل رحلة قد قلصت إلى أبعد الحدود. فعدد القطع القرميدية البيضاء الحامية من حرارة الاحتكاك مع الغلاف الجوي التي صارت تعوض اليوم لم تعد تتجاوز المائة، بل أن معظمها صار ينكسر بفعل التصادم مع الأنقاض المتبعثرة خلال عملية الإطلاق. كما أثبتت الكوابح الجديدة (من نوع كربون-كربون) فاعليتها العالية، رغم أنها أثقل قليلاً من سابقاتها (كوابح البريليوم). بل إن نتائج الفحص هذه كانت من الروعة بمستوى جعل المشرفين على البرنامج يقترحون تقليص الفحوص من مرة كل 3 سنوات إلى مرة كل 5 سنوات.

إذاً ما هو المستقبل المتوقع للمكوك؟ هناك اليوم 4 مركبات، وإذا أخذنا بفكرة المائة رحلة لكل منها (بغير اعتبار الرحلات التسع التي قامت بها تشالنجر قبل انفجارها) وأبقينا على نسبة 8 رحلات في السنة، فإننا نجد أن المشروع باستطاعته أن يتواصل لمدة 50 سنة، أي إلى حدود 2030. وفي الحقيقة فإن للوكالة الفضائية الأمريكية خطة تدعى 2020، أي الاعتماد على المكوك مبدئياً حتى ذلك التاريخ، وربما بعده أيضاً. هذا، مع العلم أن ثمة اليوم إلحاحٌ على ضرورة صنع مركبة خامسة تساعد على رفع عدد الرحلات في كل سنة، خاصةً إذا تم بناء وتركيب المحطة الفضائية الأمريكية Freedom، مما يستلزم رحلاتٍ إضافيةً. وبالفعل فإن "ناسا" قد طلبت صنع قطع بنيوية إضافية تحضيراً لهذا الاحتمال.

ومن هذا كله يمكن القول إن الوكالة الفضائية الأمريكية تملك اليوم - بعد عشريات من العمل والاستثمار - برنامج إرسال فضائي يعمل بشكلٍ مرضٍ. قد يكون مكلفاً جداً، ولكنْ جيد. فهل يقدر على المنافسة على المدى الطويل؟ ربما لا ...

ب - دلتا Delta وتايتان Titan

ربما يصح القول بأن أنجح مركبة إطلاق فضائية في تاريخ هذا المجال، وبالأخص بعد انفجار تشالنجر سنة 1986 وانعكاساته، هي صاروخ "دلتا" الذي تصنعه شركة ماكدونال دوغلاس McDonnell Douglas. و"دلتا" هو أول صاروخ صنع لغرض غزو الفضاء، إذ شهد أول إرسال سنة 1960، وقد شهد لحد الآن 92 إطلاق، منها 50 منذ الخسارة الوحيدة التي حدثت له في مايو 1986 .

ويعتبر سجل "دلتا" ممتازاً جداً، حتى أنه اليوم محجوز لـ 25 إرسال مستقبلي، بالإضافة إلى 30 آخر محتملة. ولكن حتى مع هذا النجاح الباهر والجدول المليء فإن مصنعيه يخططون لإخراج نسخ أكبر أو أصغر من الدلتا 2 الحالي، لأغراض تجارية دقيقة. فالدلتا 3 مثلاً، إذا تم صنعه سوف تكون له حمولة تقدر بـ 4000 كلغ، أي ضعف حمولة الدلتا 2 الحالية. ويتم هذا التخطيط لمنافسة أطلس ATLAS الذي تقوم بتصنيعه شركة مارتن ماريتا Martin Marrietta فدلتا 2 يطلق اليوم مقابل 45 مليون دولار، ويتوقع أن يكون ثمن الإرسال على متن دلتا 3 أقل من حوالي 90 مليون دولار، بينما يكلف الإطلاق على متن أطلس 2AS حوالي 100 مليون دولار.

وفي الطرف الآخر، أي إخراج نسخة أصغر من دلتا 2 فهناك خطة لصنع مايسمى "الدلتا الخفيف" Delta lite للتنافس على اكتساب المشروع " الخفيف - المتوسط" "Med - Lite" الذي نادت من أجله الوكالة الفضائية الأمريكية. ويتوقع أن لا تتجاوز تكلفة الإرسال على الدلتا الخفيف حوالي 25 أو 30 مليون دولار. ويؤمل أن تكون هذه الصواريخ جاهزة سنة 1998 .

ج - آريان Ariane الأوروبي

تعتبر المركبة الأوربية آريان 4 ناجحة عموماً رغم اخفاقات وخسائر عديدة، لأنها تطلق بنسبة أعلى من كل منافسيها. ففي السنة الماضية 1995 ، تمت مراجعة 12 إرسالاً من طرف مؤسسة آريان الفضائية Arianespace. ولأنه مشروع أوروبي محض، فإن الكتلة الأوربية تنظر إلى الصاروخ بفخرٍ عظيم. ومع هذا فإن هناك مشاريع جديدة لمركباتٍ من طراز آريان، ويتوقع أن تأتي بأرباحٍ - وربما توفيرات - مالية معتبرة، خاصةً وأن سعر الإطلاق على متن آريان 4 حالياً يقارب 100 مليون دولار. لكن الأسعار قد تتأثر بشكل رئيسي من دخول بعض اللاعبين الجدد إلى الميدان، مثل الروس واليابانيين والإسرائيليين والهنود.

د - الصاروخ H-II الياباني

أطلقت الوكالة اليابانية للتطوير الفضائي NASDA أول صاروخ لها، ويدعى H-II في فبراير 94، وهو صاروخ ذو طابقين (أو مستويين)، يزن حوالي نصف آريان 4 (260 طن مقابل 480 طناً)، لكنه يملك قدرة رفع مماثلة للصاروخ الأوروبي (2 طن مقابل 2.3 طن). لكن تقييم هذا البروز الياباني على الساحة الفضائية صعب إلى حد ما خاصة من وجهة النظر التجارية، إذ أن تكلفة الإطلاق أعلى بكثير مما هو متوفر حالياً في السوق: 220 مليون دولار للإرسال مقابل حوالي 100 مليون دولار لآريان 8. لكن "ناسدا" (الوكالة الفضائية اليابانية) تلح على أنها لم تصنع الصاروخ H-II ليكون ذا طبيعة تجارية، وأنها في تلك الحالة كانت صممته وطورته بشكل مختلف جداً. وتؤكد "ناسدا" أن صاروخها سيثبت في الساحة بسبب موثوقيته المتميزة.

هـ - شافيت Shavit الإسرائيلي

"شافيت" هو صاروخ الإرسال

الفضائي الإسرائيلي، ويتمثل في نسخة معدلة من القذيفة البالستية (ذات الاندفاع الذاتي) المتوسط المدى "أريحا" Jericho. وقد استعمل هذا الصاروخ مؤخراً (في أوائل 1995) عندما أرسلت إسرائيل قمرها "أفق3" الاستطلاعي (التجسسي) إلى مدار منخفض حول الأرض. وقد أبرمت اسرائيل عدة عقود مع شركات أمريكية، مثل أتلنتك ريسرش Atlantic Research وسبيس فكتر Space Vector من أجل تسويق الصاروخ شافيت ذي الطبقات الثلاث، وربما أيضاً عرضه للتنافس على مشروع الوكالة الفضائية الأمريكية "الخفيف – المتوسط" Med - Lite وحسب هذا العقد، تتكفل الصناعات العسكرية الإسرائيلية بتقديم علبتي التحريك للطابقين الأول والثاني للصاروخ للشركة الأولى للقيام بعملية الشحن بالوقود، بينما تقوم الشركة الثانية بتركيب الصاروخ، أي الطابق الثالث (القادم من اسرائيل) مع الطابقين الآخرين المعبأين في أمريكا.

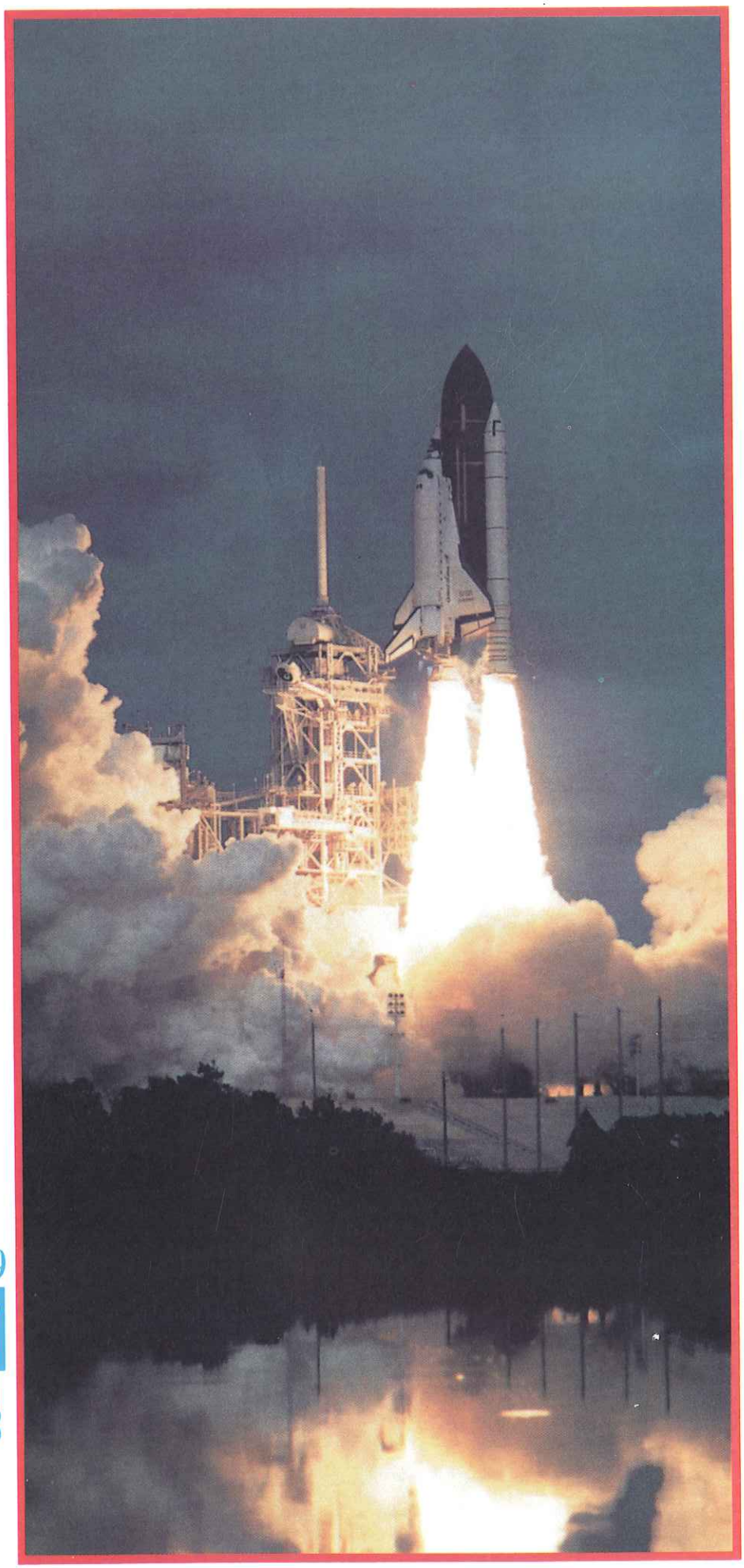
و – مركبة الإرسال الهندية

وكانت الهند آخر من قفز إلى حلبة السباق الفضائي عندما أطلقت صاروخها، مركبة إطلاق الأقمار القطبية PSL V في أكتوبر 94 وفي تلك الرحلة التاريخية رفعت المركبة قمر الاستطلاع الأرضي IRS - P2 (وهو يزن حوالي 800 كغ) إلى مدار "تزامني مع الشمس" على علو حوالي 820 كم. وقد برمج إطلاق ثان لهذه المركبة لأواخر عام 1995.

ورغم كون البرنامج الهندي هذا فتياً جداً، إلا أن خططاً لتطويره إلى مركبة إطلاق أقمار جيو –مستقرة GSLV سائرة على قدم وساق، لتكون جاهزة في 1997 أو 1998 لحمل حوالي 2500 كغ إلى مدارات عليا.

3 - المركبات المستقبلية

تتبع المركبات التي يتم تطويرها حالياً لبرامج الإطلاق المستقبلية مبدأين رئيسيين: أولاً الاستفادة من كل التقدم الذي عرفه مجال تصميم المركبات مؤخراً، وثانياً محاولة التقليل من



النفقات عن طريق تقنيات التناسبات المثلى Optimization.

ففي السابق كانت المركبات تصمم على مبدأ رئيسي واحد: أحسن أداء ممكن من طرف المحرك مثلاً، أو أقل وزن للمركبة إجمالاً، أو أقصر فترة إعادة تحضير وتجهيز للإرسال ثانيةً، وهكذا. ثم تغير التركيز في التصميم شيئاً ما، فصار المهندسون ينطلقون من مبدأ الاعتمادية العليا السعر الأقل أولاً، ثم البساطة والسهولة في الصنع بقدر المستطاع، ثم - إذا أمكن - الإعتماد على التكنولوجيا المجربة والمتأكد منها.

أما المركبات التي هي الآن في صدد الإنجاز فتقوم على مبدأ بسيط وجدّ واضح: الوصول إلى إمكانية وضع حمولة ما في مدار فضائي عالٍ بسعر يقارب عشر ما يكلفة اليوم الصاروخ تايتان 4.

أ) نظام الإطلاق الوطني (الأمريكي) National Launch System NLS

يتمثل هذا النظام في مجهود أمريكي كبير يصبو إلى تطوير مركبة كاملة، من محرك وصاروخ وقطع مختلفة، بأقل تكلفة ممكنة. وقد صرف حتى الآن أكثر من 600 مليون دولار على هذا البرنامج، منها حوالي 200 مليون دولار من أجل المحرك فقط.

ويقوم البرنامج أساساً على صاروخ يشتغل بالسائلين الهيدروجين والأكسيجين، ويكون بالتالي ذا طاقة وقدرة عاليتين. بل إن المصممين تركوا الباب مفتوحاً أمام تعديل هندسي يسمح مستقبلاً بالتمديد المكثف في الفضاء، من أجل رحلات كوكبية طويلة تحتاج إلى كميات هائلة من الطاقة. وقد أوضح الخبراء العاملون على هذا المشروع بأن هدفهم ليس هو تصميم أو تطوير أرخص محرك ممكن، بل محرك يندمج ضمن الصورة الإجمالية للمشروع مع محاولة الإقلال من النفقات بصفة شاملة، وبالتالي فإن تطوير جميع الأجزاء من المركبة يجب أن يتم بالتوازي.

وإن الطريقة الأساسية المعتمدة اليوم في محاولة التحديد من التكاليف في صناعة مثل هذه المحركات هو الصب Casting عند صنع القطع الرئيسية. إذ إن تفادي التلحيم يحمي من وجود بقاع الصدع والانكسار ويقلل من عدد القطع في أي جزء. والصب أقل تكلفةً، فمثلاً يتم اليوم صب مضخة للهيدروجين السائل من دفاعة مروحية بحوالي 20000 دولار، بينما كلفت دفاعات محرك المكوك مئات الآلاف من الدولارات.

لكن السؤال الأساسي حول هذا المشروع هو مدى قدرة هذه المركبة - مبدئياً - على منافسة آريان 5 (الصاروخ الأوربي). حسب الأهداف التي وضعها المسؤولون المشرفون على هذه المركبة فإن ثمن الإطلاق سوف يتراوح في حدود 40 مليون دولار، وهو سعر جيد، لكنه بعيد عن هدف "العشر" المصرح به في بداية الأمر. يبقى أن تثبت هذه المركبة في الميدان - وفي السوق - لا على الورق.

ب) مركبة لوكهيد للإطلاق Lockheed Launch Vehicle LLV

وعدت شركة لوكهيد أن تطلق هذا الصاروخ الفضائي هذه السنة، على أن يكون منافساً للصاروخ دلتا 2، إذ باستطاعته حمل حوالي 1200 كغ إلى الفضاء. وإن لدى لوكهيد خططاً لنسختين أقوى من هذه المركبة: LLV-2 الذي يرفع حوالي 2 طن، و LLV-3 الذي يستطيع حمل حوالي 4 أطنان. وتوقع أن يكون سعر الإرسال على متن الصاروخ الأول LLV1 حوالي 14 مليون دولار.

ج) صاروخ "شافيت" الإسرائيلي "الموالي" "Next" Shavit Booster

أعلنت اسرائيل منذ حوالي سنة أنها سوف تقوم بتطوير نسخة أعلى (من أربعة طوابق) من صاروخها الفضائي "شافيت"، وأن تسميته ستكون "الموالي"

"Next" . ويدخل هذا المشروع ضمن خطة إسرائيل الرامية إلى اقتطاع جزء من سوق إرسال الأقمار العلمية والإتصالية الصغيرة الرائجة في أمريكا. كما ينوي الإسرائيليون عرض هذه المركبة على الوكالة الفضائية الأمريكية ضمن إعلانها على المنافسة بشأن الدفاعات الخفيفة جداً Ultralight.

وحسب التصاميم المعدّة لهذا الصاروخ، ينتظر أن تكون له المقدرة على حمل حوالي 300 كغ إلى مدارٍ قطبي (انطلاقاً من محطة فاندنبرغ الأمريكية) أو حمل أثقل من ذلك بقليل إلى مدارٍ استوائي (انطلاقاً من محطة والبس الأمريكية). وبهذه القدرات يتوقع أن تصل تكلفة الإرسال إلى حوالي 6 ملايين دولار.

د) صواريخ إنرغيا Energia وبروتون Proton الروسية

لقد وافقت شركة لوكهيد على تشكيل مجموعة عمل دولية مع شركة خرونيتشاف-إنرغيا الروسية من أجل غزو السوق العالمية بغرض الإرسال على متن الصاروخ الروسي الممتاز بروتون، مع إضافة خدمات إدماج للأقمار. ويمكن، في هذا التصور، استبدال الصاروخ بروتون بإنرغيا (القوي والمكلف) إذا ما شاء العميل. يبقى أن سعر مثل هذه العروض يظل مجهولاً إلى حد كبير.

ويعتقد الأمريكيون أنه بإمكان الروس- مبدئياً- غزو السوق بقوة بعروض جدّ مغرية، بل يمكنهم أيضاً بيع المحركات والصواريخ لمن يشاء امتلاكها. غير أنه ربما يكون في صالحهم، من شتى النواحي الاقتصادية والسياسية والعسكرية، عدم بيع مركباتهم والاكتفاء بتأجيرها.

هـ) المركبات الأخرى

هناك فكرة جيدة تتم دراستها حالياً في أمريكا، دائماً بصدد التقليل من التكاليف، تقوم على مبدأ الدفع بالخليط Hybrid Propulsion. وقد قامت شركة "أمروك" Amroc بتجريب محرك من هذا النوع منذ أكثر من سنة في قاعدة أدواردز الجوية، وبلغت قدرته حوالي 1100 كيلو نيوتن. وفي هذا التصور يتم تخفيف التكاليف من الفوائد الناتجة عن التحكم والأمان (السلامة) الأكبر المتوفرة في مثل هذا التصميم. إذ يمكن التحكم في نسبة احتراق الوقود (وهي مادة مطاطية مخلوطة بالأكسجين السائل) بمجرد التحكم في نسبة تدفق الأكسجين.

وهناك مشروع آخر يجلب الانتباه، يتمثل في مركبة دلتا كليبر Delta Clipper، التي تقوم بتطويرها شركة ماكدونال دوغلاس McDonnel Douglas وهي مركبة جد رخيصة (سعر الإطلاق لا يتجاوز حوالي 5 ملايين دولار مبدئياً) تستطيع رفع حوالي 10 أطنان، وهي مقدرة جدّ عالية. حتى أن مجلة سكاي إند تلسكوب Sky & Telescope لقبتها بمركبة القرن الحادي والعشرين. ولا شك أنه سيكون للمهتمين اعتبار وتتبع خاص لتطور هذا المشروع، الذي لا يزال في مراحله الأولى.

ثم هناك مشاريع أخرى نذكرها بالاسم فقط (لاستكمال العرض)، هي: الصاروخ الهوائي-الذاتي الاندفاع لشركة لوكهيد، ومركبة "الجسم-الجناح" لشركة روكوال، ومركبة النفث الهوائي -النفث الدعمي لشركة مارتن ماريتا، ومشروع فستيب Festip الأوربي، والتطويرات اليابانية على مركبة H-II.

وأخيراً أصدرت الوكالة الفضائية الأمريكية إعلانات من أجل تطوير مركبتين تجريبيتين : X-33 و X-34. فالأولى تهدف إلى تجريب عناصر أساسية لمركبة مستقبلية قابلة لإعادة الاستعمال يخطط لها أن تعويض المكوك بعد انتهاء صلاحيته، وقد خصصت الوكالة 6 ملايين دولار لهذه الأبحاث في سنة 1995 و 13 مليون دولار لسنة 1996، وبعد ذلك يتم اختيار تصميم أو اثنين يتم تمويلهما على مدى 3 سنوات بسقف أعلى قدره 350 مليون دولار. أما الثانية X-34 فتهدف إلى تطوير تكنولوجيا خاصة موجهة للإرسالات التجارية ذات السعر المنخفض. وينتظر أن يكون أول إطلاق (تجريبي) لمثل هذه المركبة سنة 1997، على أن تعتمد فعلياً في السنة الموالية.

4- خاتمة

من بين الأهداف الرئيسية لنظام الإطلاق الوطني الأمريكي التمكين من تنفيذ مشاريع ضخمة كالرحلة البشرية إلى المريخ وأيضاً إعادة غزو القمر. ومن جهة أخرى، هناك اهتمام متزايد بمسألة الإرسال السهل والموثوق للأقمار الاصطناعية.

أما فيما يخص الاجيال والجداول الزمنية لهذه التطويرات، فنرى أنه من غير المحتمل أن نشاهد إطلاق إحدى هذه المركبات قبل بضعة أعوام (على الأقل 1998)، بيد أن عدة تجارب قد برمجت للسنة المقبلة 1996 .

وخلاصة القول أن مصنعي الأقمار يريدون مراكب إرسال بتكلفة أقل بثلاث إلى عشر مرات أقل مما هو متوفر اليوم في السوق. لكن هؤلاء المصنعين يرفضون تمويل المشاريع ويلحون على أن هذه المسؤولية تقع على عاتق حكومات (للبلدان "الفضائية"). لكن هذا الرأي لا يلقى تأييداً في أمريكا (على الأقل لدى الحزب الجمهوري)، حيث يميل المسؤولون إلى الاعتقاد بأن هذه المشاريع، وهي ذات طابع تجاري بالدرجة الأولى، يجب للشركات أن تشارك في تمويلها على الأقل. فمن الواضح أن العامل المالي سيلعب دوراً هاماً في نجاح وسرعة تطوير هذه المشاريع.

*المراجع:

1- NASA Fact Sheet, April 1992
2- NASA Brief: The Space Shuttle Columbia , February 1995
3- NASA Brief: The Delta Expendable Launch Vehicle(undated)
4- Space, Nov - Dec 1994, p. 4-7
5- Space, Oct -Nov 1992 , p.20-24
6- Space, Aug-Sept 1992, p.12-17
7- Sky & Telescope, Feb 1994, p36-38

■■

أجهزة تكييف الهواء بوسائط النقل

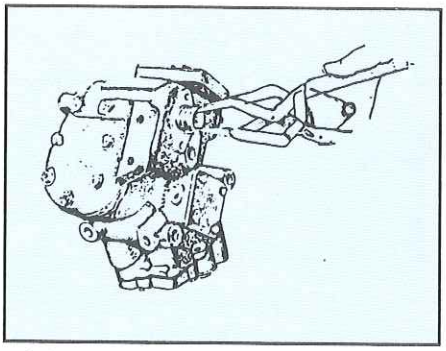
الجزء الثاني «المنظمات»

إعداد: م/ حسين ميرزا

□ لتنظيم عمل الوحدات والتحكم بها في كل مرحلة من مراحل دورة التشغيل يتم وضع منظمات للتحكم والسيطرة لضمان عمل الوحدة بالكفاءة والصورة المرجوتين. وسوف نتطرق باختصار لأنواع المنظمات (بكسر الظاء) المستخدمة في الوحدة وهي :

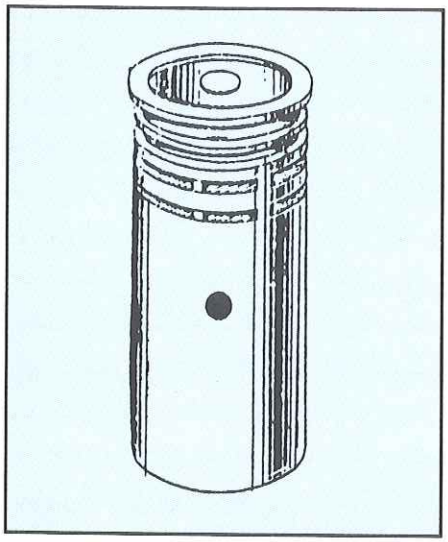
1 - منظمات درجة الحرارة في المبخر :

منظم الضغط تم تبديله إلى منظم درجة الحرارة في المبخر (شكل - 10)



(شكل - 10) توضع صمام منظم درجة حرارة المبخر.

وتتخصص منظمات الضغط ودرجة الحرارة في تنظم تيار مركب التبريد



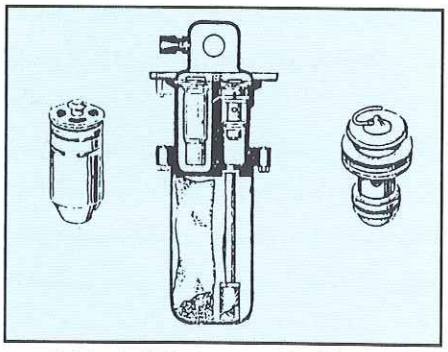
(شكل - 11) صمام منظم درجة الحرارة في المبخر.

السائل لتحاشي تجمد المبخر. أما الفرق الرئيسي بين المنظمين فينحصر في أن منظم الضغط هو جهاز تناسبي وتأثير انسيابي أما منظم الحرارة فهو ذو وضعيتين يتألف من صمام كهرطيسي وريليه درجة الحرارة.

منظم درجة الحرارة (شكل - 11) إما مفتوح بشكلٍ كامل أو مغلق بشكلٍ كامل ويوضع ريليه الحرارة المؤثر على «السلونويد» خلف هيكل المبخر ويحتوي على أنبوبة حساسة توضع بين زعانف المبخر.

يعمل المنظم عند انخفاض درجة الحرارة في المبخر إلى المستوى الذي يتجمد فيه المبخر فإن تماسات ريليه الحرارة تنفصل والصمام الكهرطيسي «السلونويد» يغلق.

وعند ارتفاع درجة حرارة المبخر



(شكل - 12) مقطع من جزء المنظم في الخزان.

إلى المستوى الذي يتم تحاشي تجمده فإن تماسات ريليه الحرارة تغلق ويفتح الصمام الكهرطيسي ويتوجه تيار مركب التبريد بالكامل إلى الضاغط.

2 - المنظمات في مجموعة خزان السائل :

هذا المنظم يحتوي على :

1 - صمام تمدد حراري.

2 - صمام خنق ذو وسيلة توجيه.

3 - خزان مجفف.

4 - زجاجة بيان.

م/ حسين خليل ميرزا

- بكالوريوس هندسة ميكانيك 1986
- جامعة الكويت.
- مساعد مراقب الخدمات العامة إدارة الشؤون الإدارية - بلدية الكويت حالياً.
- عضو جمعية المهندسين الكويتية وعضو في جمعية المهندسين الميكانيكيين الكندية.

يتم تركيب هذا المنظم بجانب المبخر وعندها لا توجد ضرورة لتركيب خط وصلة التعادل الخارجية بين صمام التمدد الحراري وصمام الخنق ويتم بلوغ ذلك بفرز ثقوب في الحاجز الفاصل لغلاف المنظم بين صمام الخنق وصمام التمدد الحراري (شكل - 12) وتعمل هذه الصمامات على تنظيم سير تيار السائل خلال خزان السائل وتوجيهه مع عمل اللازم له.

3 - منظمات الضاغط:

يتم التحكم بالضاغط بواسطة ريليه كهربائي يوصل على التسلسل مع القابض الكهرطيسي. وفي ما يلي نورد وصفاً موجزاً لهذه الأجهزة المستخدمة وهي :

أ - الترموستات :

يركب هذا الجهاز داخل السيارة ويستشعر درجة حرارة المبخر لذلك فان الترموستات يركب بدائرة القابض الكهرطيسي وعند اقتراب درجة حرارة المبخر من نقطة التجمد فإنه يفصل الدائرة الكهربائية الذاهبة إلى القابض ويتوقف الضاغط.

وعندما ترتفع درجة الحرارة في المبخر حتى القيمة المطلوبة فان الدائرة الكهربائية تغلق وسيعمل من جديد ومعه سيعمل الضاغط. ولبعض الأجهزة يد للضبط والتي يمكن أن تغير وضعية الوصل والفصل للجهاز.

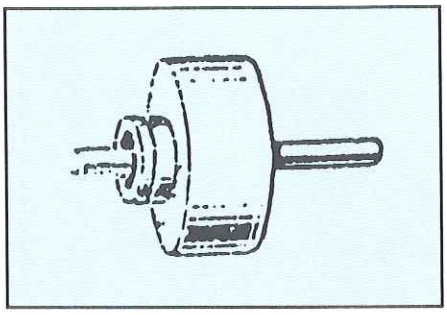
وهناك نوعان من الترموستات :

1 - ترموستات ثنائي المعدن.

2 - ترموستات منفاخ.

ب - ترموستات درجة حرارة الوسط المحيط :

يمكن أن يتضرر الضاغط إذا عمل ولم تكن هناك ضرورة لتكييف الهواء لذلك فالترموستات مخصص لتحاشي عمل الضاغط عند درجة حرارة منخفضة للوسط المحيط حيث تفصل تماسات الترموستات تقريباً عند



(شكل - 13) ريليه التحميص.

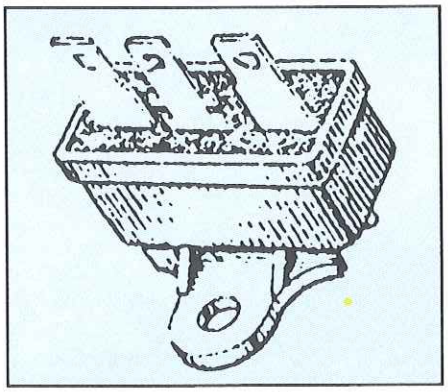
الدرجة صفر مئوية غير أن بعض المنتجين يمكن أن يقوموا بضبط آخرين.

لذلك عندما يعمل الترموستات فإن الدائرة الكهربائية تصل إلى قابض الضاغط ويبدأ الضاغط بالعمل وعند درجة حرارة أقل من درجة حرارة ضبط الترموستات تفصل الدائرة الكهربائية المارة إلى قابض الضاغط وعندها يتوقف الضاغط عن العمل.

ج - ريليه التحميص :

يحتوي ريليه التحميص على غشاء وأنبوبة حساسة مشحونة بالفريون R-114 (شكل - 13) حيث تركب الأنبوبة الحساسة في جوف سحب الضاغط التي تستشعر بدرجة حرارة البخار المسحوب.

تحدد درجة حرارة البخار المسحوب الضغط الداخلي المؤثر على الغشاء أما ضغط السحب فيعطي تأثيراً خارجياً ويصمم الريلية بحيث أنه عند الضغط المنخفض ودرجة الحرارة المرتفعة داخل الضاغط يتم

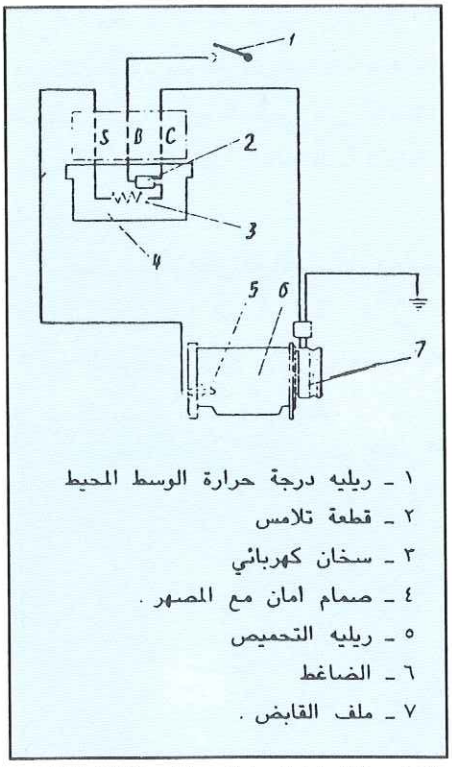


(شكل - 14) مصهر صمام الأمان.

توصيل مسامير مقرات الوصل مع التماس الكهربائي الملحوم إلى الغشاء ويؤدي بالتالي إلى احتراق صمام الأمان أو المصهر ولا يحدث التماس إذا كان مركب التبريد يملك ضغطاً منخفضاً عند درجة حرارة منخفضة أو ضغطاً مرتفعاً عند درجة حرارة مرتفعة.

د - صمام الأمان القابل للانصهار:

يتألف هذا الصمام من عنصر حساس ومقاومة سلكية وأطراف توصيل توضع ضمن غلاف بلاستيكي



١ - ريليه درجة حرارة الوسط المحيط
٢ - قطعة تلامس
٣ - سخان كهربائي
٤ - صمام امان مع المصهر .
٥ - ريليه التحميص
٦ - الضاغط
٧ - ملف القابض .

(شكل - 15) دارة الحماية من الشحنة القليلة لمركب التبريد في الوحدة.

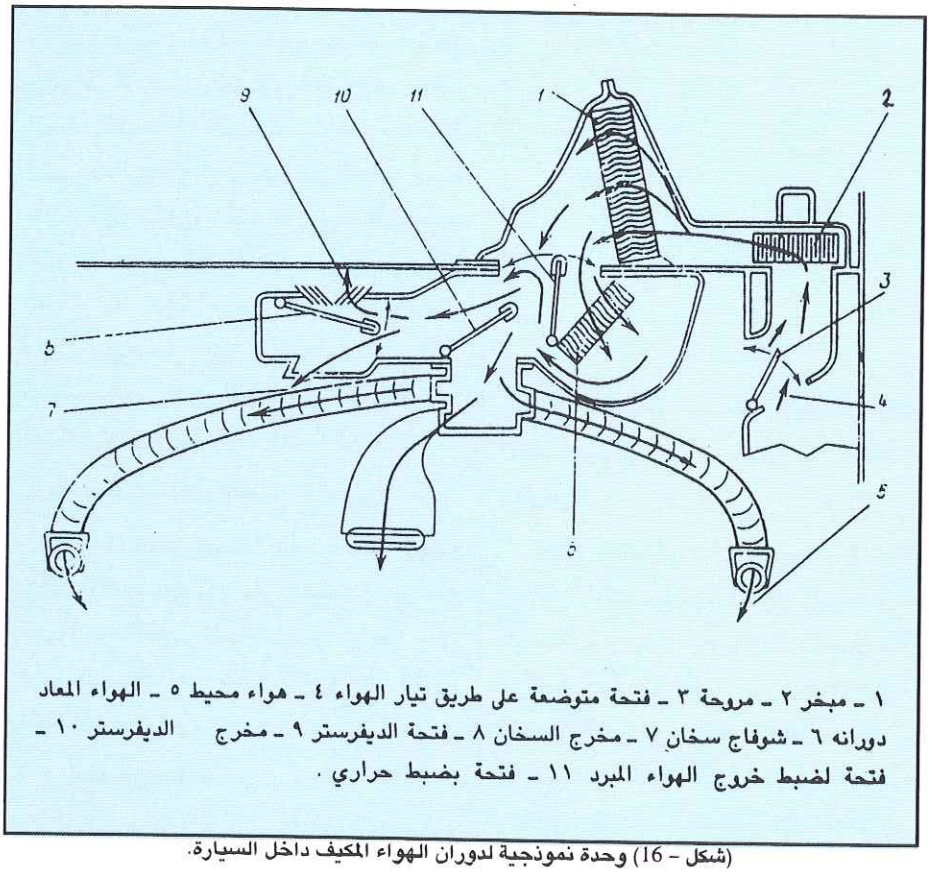
(شكل - 14) ويمنع هذا الصمام إمكانية تضرر الضاغط من جراء عدم الشحن غير الكافي بمركب التبريد، أو الضياع الكامل للشحنة، العيب أو من وضع غير صحيح لصمام الخنق ذي وسيلة التوجيه أو صمام الضبط. بالنتيجة يحترق صمام الأمان قاطعاً بذلك الدائرة الكهربائية عن قابض الضاغط.

هـ - وحدة الحماية من الشحنة القليلة :

في الكثير من السيارات توجد وحدة للحماية من الشحنة القليلة لمركب التبريد. تتألف هذه الوحدة من ريليه تحميص وصمام أمان قابل للانصهار ومنظم لوحدة تكييف الهواء وترموستات الوسط المحيط. أثناء العمل يمر التيار الكهربائي عبر منظم وحدة تكييف الهواء، ترموستات الوسط المحيط وصمام الأمان القابل للانصهار مع ملف قابض الضاغط (شكل - 15)

إذا وجد تسرب جزئي أو كلي بمركب التبريد فإن ريليه التحميص المركب في الجزء الخلفي من الضاغط يستشعر الحرارة العالية للبخار المسحوب.

وعندما تغلق تماسات ريليه التحميص فإن التيار الكهربائي يمر عبر السخان الكهربائي الموجود في صمام الأمان يسخن السخان قطعة التماس في صمام الأمان حتى درجة حرارة الانصهار، عندما تنصهر قطعة تماس صمام الأمان فإن التغذية الكهربائية إلى قابض الضاغط تنقطع وذلك لفصل القابض ومنع تلف الأجزاء الداخلية للضاغط من جراء ضياع مركب التبريد الذي تجب إزالته وبعدها يتم شحن الوحدة بكمية كافية من مركب التبريد وإلا فإن صمام الأمان سيحترق من جديد.



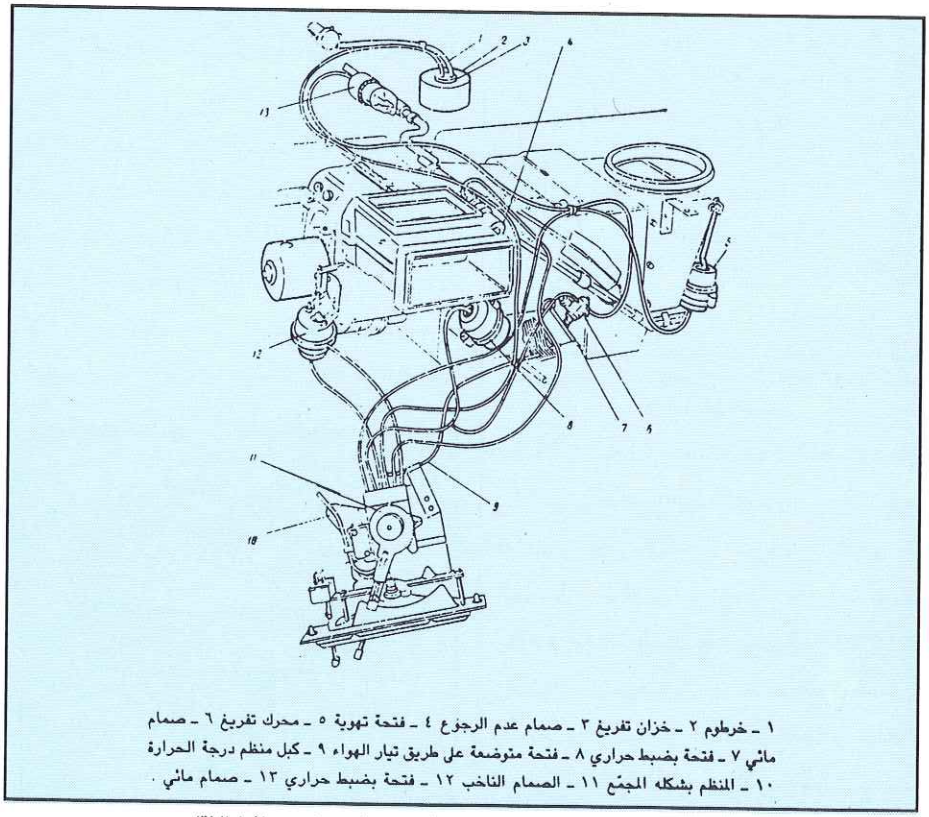
١ - مبخر ٢ - مروحة ٣ - فتحة متوضعة على طريق تيار الهواء ٤ - هواء محيط ٥ - الهواء المعاد دورانه ٦ - شوفاج سخان ٧ - مخرج السخان ٨ - فتحة الديفرستر ٩ - مخرج الديفرستر ١٠ - فتحة لضبط خروج الهواء المبرد ١١ - فتحة بضبط حراري .

(شكل - 16) وحدة نموذجية لدوران الهواء المكيف داخل السيارة.

4 - منظمات درجة الحرارة في صالون السيارة :

ازدادت في الأعوام الأخيرة الحاجة إلى شروط الرفاهية في السيارات الخاصة ومهدت هذه الاحتياجات السبيل إلى تحسين وحدات الهواء في وسائط النقل.

فقد قام الكثير من المنتجين بتوحيد وظيفة تنظيم وحدة التسخين والتبريد في جهاز واحد ويتم في الكثير من وحدات التكييف الحديثة استعمال عملية التسخين المتكرر.



١ - خرطوم ٢ - خزان تفريغ ٣ - صمام عدم الرجوع ٤ - فتحة تهوية ٥ - محرك تفريغ ٦ - صمام مائي ٧ - فتحة بضبط حراري ٨ - فتحة متوضعة على طريق تيار الهواء ٩ - كبل منظم درجة الحرارة ١٠ - المنظم بشكله المجمّع ١١ - الصمام الناخب ١٢ - فتحة بضبط حراري ١٣ - صمام مائي .

(شكل - 17) وحدة الضبط التفريغي في تكييف هواء وسائط النقل.

وعند استعمال هذه الوحدة فان الهواء يتجه عبر المبخر للتبريد والتجفيف ثم يمر عبر الشوفاج المسخن أو حوله ويدخل بعدها إلى وحدة توزيع الهواء (شكل - 16).

كما يستطيع الراكب أن يضبط وحدة التسخين، التبريد أو الاذابة بواسطة تغيير وضعية الأذرع أو الأزرار المبينة على لوحة القيادة وأجهزة القياس حيث ينظم الناخب الخاص تيار الهواء على سبيل المثال عندما يوضع الناخب على وضعية وصل عملية التبريد فان الدائرة الكهربائية إلى قابض الضاغط تغلق عبر المفتاح الموجود على لوحة التحكم وترموستات الوسط المحيط.

وعليه فإذا كانت درجة حرارة الوسط المحيط أعلى من وضعية الترموستات فإن تماسات الترموستات تغلق وعندها يبدأ الضاغط بالعمل وأما إذا تم وضع المفتاح أو الذراع على أية وضعية أخرى فان الضاغط لن يعمل وعادةً ما تحدد المفاتيح الناخبة أو الأذرع اتجاه تيار الهواء أيضاً.

منظم التفريغ العاكس أو الفاصل الموجود على لوحة القيادة (شكل - 17) ينظم وضعية الفتحات في مجموعة القنوات الهوائية على طريق تيار الهواء. تحدد هذه الفتحات اتجاه تيار الهواء ويتم استعمال أزرار التحكم كمفاتيح والتي بمساعدتها يتشكل تفريغ في احدى جهتي الغشاء وهذا الغشاء موصول مع محور وذراع ميكانيكي مع فتحة على طريق تيار الهواء.

وبنتيجة تحرك الغشاء يتم فتح واغلاق الفتحة حيث تعمل هذه المنظمات على التحكم في اتجاه الهواء ودرجة الحرارة المطلوبة وهي :

أ - منظم درجة الحرارة :

تحدد وضعية ذراع المنظم درجة حرارة الهواء المطرود المطابق لتوضع الفتحة على طريق تيار الهواء في القنوات الهوائية.

وتحدد وحدة الضبط درجة حرارة الهواء المعاد دورانه في صالون السيارة واعادة دوران الهواء يساعد على امكانية التبريد السريع للهواء في الأيام الحارة والرطبة.

ب - الصمام المائي :

يستعمل لتنظيم تيار السائل المبرد عبر شوفاج السخان فإذا مرّت عبر الشوفاج كميةٌ كبيرةٌ من السائل فإن حرارةً كبيرةً ستدخل إلى صالون السيارة.

ج - شوفاج السخان :

يساعد على انتقال الحرارة من السائل المبرد للمحرك إلى الهواء المحيط بالشوفاج حيث يدخل السائل القادم من الشوفاج إلى ماسورة السحب بالمضخة المائية المتصلة بالمحرك للعمل على دوران السائل المبرد للمحرك داخل الشوفاج.

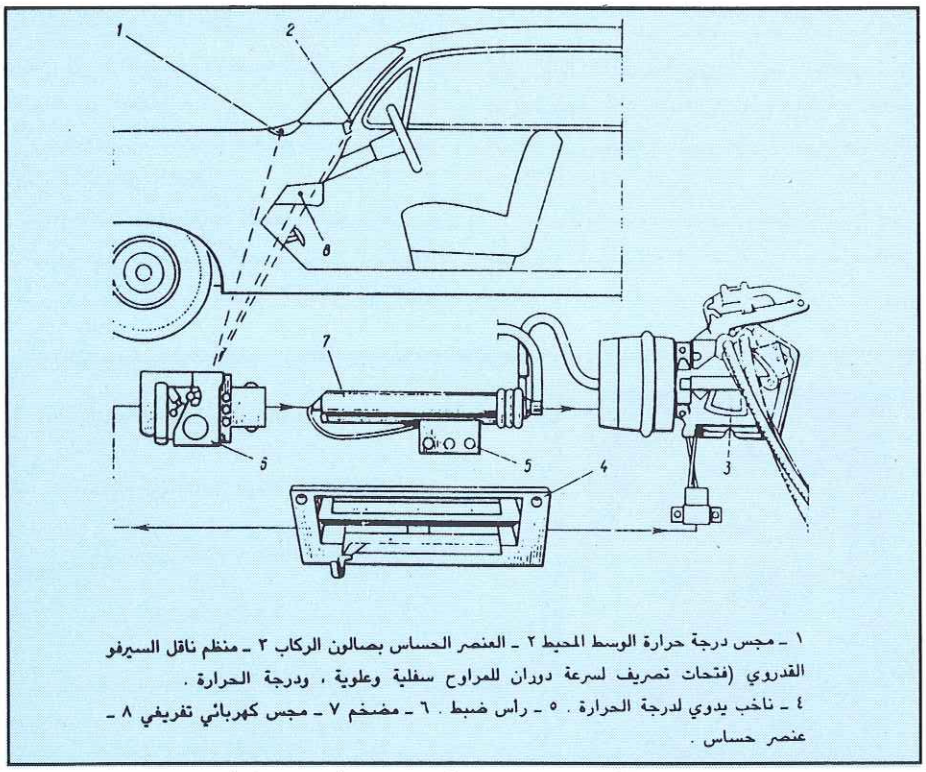
د - ضبط سرعة دوران المروحة :

يستعمل مفتاح المروحة لتنظيم تيار الهواء بواسطة تغيير سرعة دوران محرك المروحة علماً بأن محركات المراوح لها سرعات دوران مختلفة وذلك حسب التصميم وموديل السيارة.

هـ - وحدة التنظيم الأوتوماتيكي لدرجة الحرارة :

هذه الوحدة مخصصة للتحكم بعمليات التسخين والتبريد بهدف تشكيل حرارة مناسبة في صالون السيارة (شكل - 18).

وعندما يتم ضبط درجة الحرارة المناسبة فإن الوحدة ستعمل آلياً بشكل مستقل عن الشروط الجوية علماً بأن وحدات الضبط الفردية قد تختلف في تصميمها غير أنها تعمل على المبدأ نفسه. ■■



١ - مجس درجة حرارة الوسط المحيط ٢ - العنصر الحساس بصالون الركاب ٣ - منظم ناقل السيرفو القدروي (فتحات تصريف لسرعة دوران للمراوح سفلية وعلوية ، ودرجة الحرارة .
٤ - ناخب يدوي لدرجة الحرارة . ٥ - رأس ضبط . ٦ - مضخم ٧ - مجس كهربائي تفريغي ٨ - عنصر حساس .

(شكل - 18) الوحدة النموذجية لضبط درجة الحرارة آلياً.

من احدى طرق تحسين الانتاج النفطي زيادة طول المساحة المفتوحة بين البئر وبين التكوينات الأرضية للحقل وذلك بتطبيق تقنية الحفر الأفقي بدلاً من الطريقة المعتادة - الحفر الرأسي.

ولقد أصبحت تقنية الحفر الأفقي لآبار النفط مشهورةً في العالم بعد تطويرها من حيث زيادة طول الذراع الأفقي للبئر النفطي، وهذا بدوره يعمل على زيادة الاتصال بين التكوينات الأرضية للحقل مع بئر الانتاج أو بمعنى أخر يزيد الانتاج النفطي.

وكانت أول بدايات تطبيق تقنية الحفر الأفقي في الاتحاد السوفياتي السابق في المناجم وكذلك في الحقول النفطية لأكثر من إثنين وأربعون سنة ماضيه كما انتشرت تقنية الحفر الأفقي في السنوات اللاحقة انتشاراً سريعاً في العالم واستخدمت على وجه الخصوص في إنتاج النفط الثقيل وكذلك إنتاج النفط من الرمال المشبعة بالقطران.

وقد قيّم المعهد الامريكي لإنتاج النفط والغاز في الولايات المتحدة الأمريكية كمية النفط والغاز المهمول في الآبار النفطية السابقة اكتشافها بما يعادل 90 بليون برميل من النفط و260 بليون قدم مكعب من الغاز

تحسين الإنتاج النفطي عن طريق تطبيق تقنية الحفر الأفقي

بقلم: م/ أسـامة الشـمالي

طرق تحسين الانتاج بواسطة تقنية الحفر الأفقي

يمكن لتقنية الحفر الأفقي تحسين الانتاج النفطي عن طريق :

1 - توفير ضغط أقل للصرف وذلك بسبب السرعة القليلة لحركة الموائع.

2 - توفير طريق قصير للموائع تسلكه لكي تنتقل من التكوينات الأرضية للحقل النفطي إلى فتحات بئر الانتاج.

3 توفير مساحة مقطع كبيرة لعملية الصرف للحقل النفطي.

4 - استخدام تقنية الحفر الأفقي يمكن أن تعمل على توصيل العديد من التكوينات الأرضية المنعزلة عن بعضها البعض في الحقل النفطي الواحد.

ولإجراء عملية مقارنة بين الحفر الأفقي وبين الرأسي لآبار النفط فإن معدل انتاج الحقل النفطي يعتمد اعتماداً ضعيفاً على نصف قطر مقطع الصرف في حالة الآبار الرأسية وأما بالنسبة للآبار الأفقية فان له التأثير الأكبر.

إن تأثير عرض سطح الحقل له تأثير كبير على الآبار الأفقية أكبر من تأثيرها على الآبار الرأسية ولهذا كلما زاد طول الذراع الأفقي للحقل لأي مسطح حقلي، فإن الانتاج يزيد أكثر من النسبة لطول البئر.

وقد أظهرت النتائج الحقلية بأن بئراً أفقياً بطول 200م لمسطح 40 هكتاراً لحقل نفطي، يمكنه انتاج 6.7 مرة ضعف عن أي بئر رأسي ولنفس الحقل، كذلك بئر أفقي بطول 500 متر أمكنه انتاج 20.5 مرة ضعفاً وبئر آخر وبطول 1000م أمكنه انتاج ما يقرب من 60 مرة ضعفاً عن أي بئر رأسي.

ويلعب تطبيق تقنية الحفر الأفقي دوراً ملحوظاً في تحسين الانتاج النفطي عندما تكون عملية الانتاج مرتبطة بعملية إزاحة الموائع من الحقل ويمكن للآبار الأفقية وعلى سبيل المثال تغيير حالة الإنتاج النفطي الذي يكون دون المعدل الحرج ويكون غير مُجدٍ اقتصادياً وهي ظاهرة واضحة في الآبار الرأسية إلى انتاج يفوق بكثير المعدل الحرج ويعود بالمردود الاقتصادي الجيد.

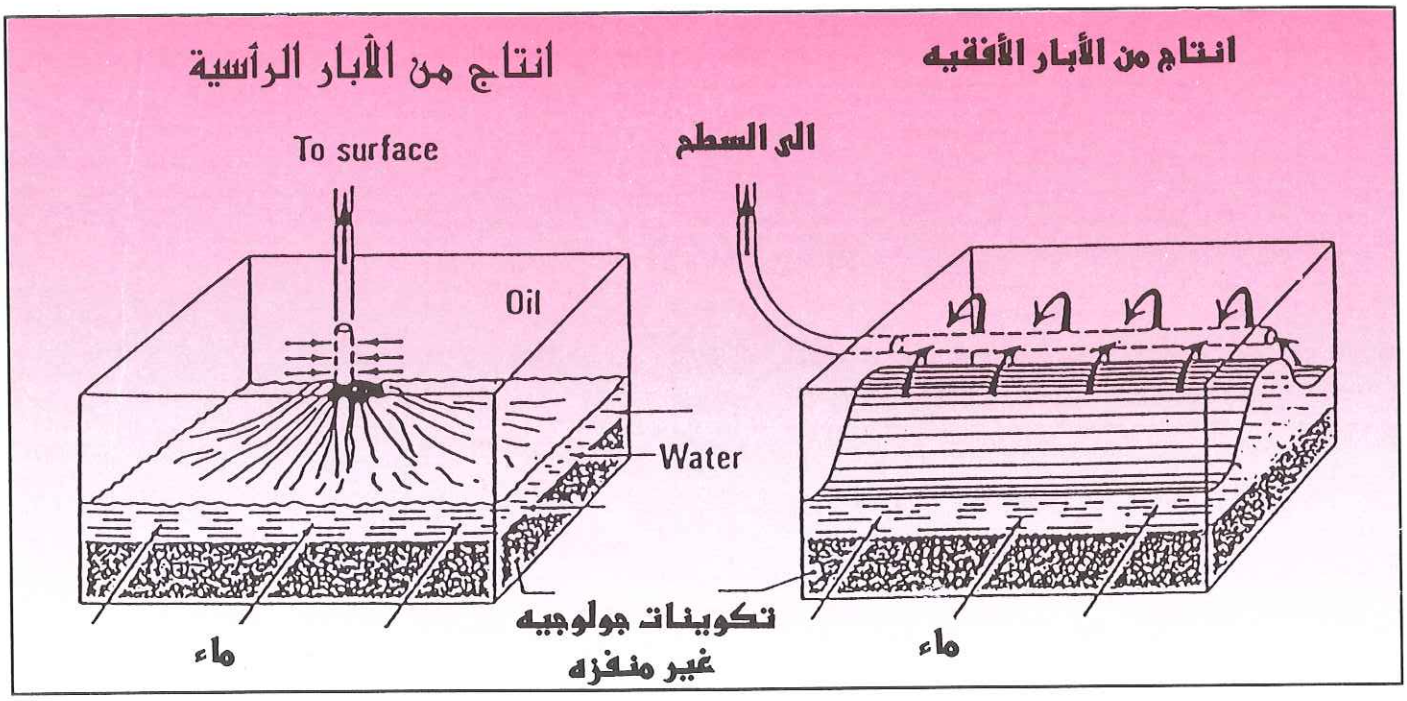
وعندما يكون الغاز الطبيعي في حقول النفط الثقيل هو الآلية الرافعة الوحيدة لازاحة النفط الثقيل من التكوينات الأرضية إلى بئر الانتاج، يكون البئر من ناحية الجدوى الاقتصادية غير مُجدٍ وعلى وجه الخصوص عند استخدام الحفر الرأسي. من ناحية أخرى استطاعت تقنية الحفر الأفقي أن تنتج النفط بمعدل غاز إلى نفط GOR قليل وتحرز إنتاجاً عالياً مع الحصول على إنتاج وفير.

كما أظهرت التجارب الحقلية أن الابار الأفقية لا تزيد من الانتاج النفطي فقط بل وتعمل على تقليل مشكلة الميل المخروطي للمياه الجوفية الموجودة في حقول النفط أيضاً.

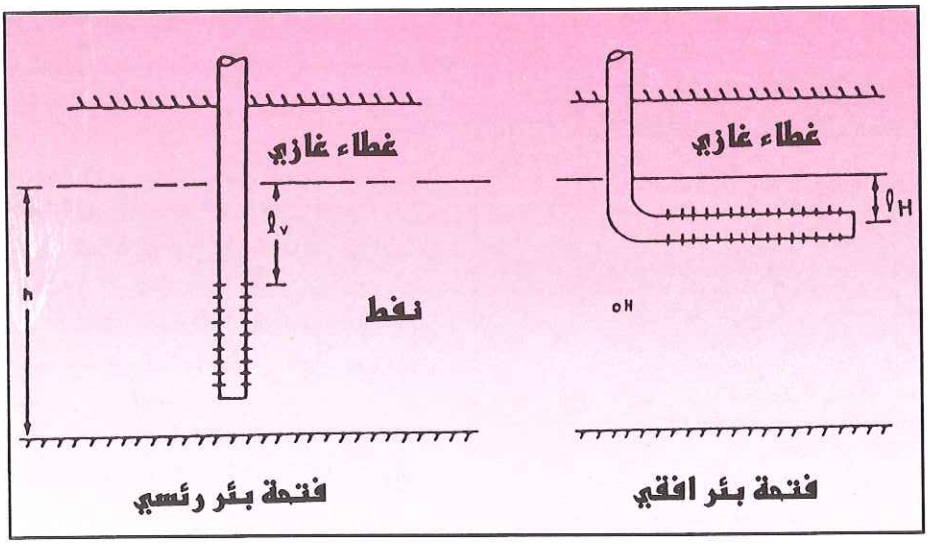
وأظهرت الآبار الأفقية (شكل - 1) أداءً جيداً في مقاومة ظاهرة الميل المخروطي للماء

م / أسامة عايش أحمد الشمالي

- ماجستير هندسة كيمائية 1993
- بكالوريوس هندسة صناعية 1986 - جامعة باث في المملكة المتحدة
- شارك كباحث في الهيئة العامة للتعليم التطبيقي - الكويت



(شكل - 1) الميل المخروطي للماء واستخدامات الآبار الرأسية والآبار الأفقية.



(شكل - 2) الميل الخروطي للغاز واستخدامات الآبار الرأسية والآبار الأفقية

من الآبار الرأسية وذلك أنها تتطلب ضغط صرف أقل بكثير من احتياج الآبار الرأسية ولنفس معدل الانتاج ولأن الضغط يكون خطياً من فتحة البئر إلى امتداد نصف قطر مساحة الصرف.

إن ظاهرة التدفق المخروطي، على وجه المقارنة، من نقطة منفردة حيث يمكن ملاحظتها في حالة الآبار الرأسية تعمل على زيادة مشكلة الميل الخروطي في الحقول النفطية. وعلاوةً على ذلك فإنه يمكن وضع الآبار الأفقية بالقرب من خط التماس بين طبقة النفط وطبقة الغاز مع عدم وجود أي عوائق أو أية مشاكل وتكون هذه الحالة مستحيلة بالنسبة لآبار النفط الرأسية (شكل - 2).

تقنية الحفر الأفقي

يمكن تصنيف أو تقسيم الحفر الأفقي إلى 4 أصناف ويرتكز هذا التصنيف على مقدار درجة الانحناء من الحفر الرأسي إلى الحفر الأفقي والتي يتم عن طريقها حفر أي بئر نفطي. من جهة أخرى يمكن تعريف نصف قطر الانحناء بأنه مقدار نصف القطر الذي يتم بموجبه وعلى حسب مقداره عملية الانحناء من الاتجاه الرأسي إلى الاتجاه الأفقي للحفر.

ويمكن ملاحظة درجة الانحناء في الآبار الأفقية كأقل ما يمكن من 1 إلى 2 قدم ولطول الذراع الأفقي للبئر من 1000 إلى 3000 قدم (300 الى 900 متر). زيادة على ذلك، إن نصف قطر الإنحناء له أهمية خاصة وذلك لأن المساحة الاكرية المحددة وأقل حجوم يمكنها أن تحدد استخدام تقنية حفر معينة (جدول - 1).

ويوضح (الشكل - 3) الأصناف الأربعة لتقنية الحفر الأفقي والتي تعتمد على مقدار نصف قطر الانحناء من الطرف الرأسي إلى الطرف الأفقي للبئر النفطي.

مزايا استخدام تقنية الحفر الأفقي للآبار.

شهد ازدياد الإهتمام العالمي اليوم في استخدام تقنية الحفر الأفقي لآبار النفط وذلك لزيادة الانتاج ولهذه التقنية مزايا عديدة جعلتها تتفوق على الآبار الرأسية ومن هذه المزايا ما يلي:

1 - أداء مميز للآبار الأفقية بالمقارنة بالآبار الرأسية وخصوصاً في حالة الحقول ذات القباب الغازية أو ذات طبقات المياه الجوفية بتقليل ظاهرتي الميل المخروطي للغاز والماء. زيادة على ذلك فإن الآبار الأفقية يمكنها أن تؤخر أو تقلل حدوث ظاهرة الميل المخروطي للماء في حقول ذات طبقات قليلة السماكة وبوجود طبقات مياه جوفية. وكذلك يمكنها أن توفر مساحة ذات ضغط منخفض وبمسافة كبيرة تمتد على طول الذراع الأفقي للبئر من نقطة منفردة في حالة الآبار الرأسية.

2 - يمكن تقليص ظاهرة النزوح العلوي لبخار الماء أو منع حدوثها وذلك عن تطبيق تقنية حفر الآبار الأفقية لحقول النفط.

3 - لتقنية الحفر الأفقي القدرة على اتمام

طريقة الحفر	نصف قطر الانحناء (متر وقدم)	طول البئر (متر وقدم)	عملية اتمام البئر	لؤغينغ
أقل من نصف القطر القصير	0.31 إلى 0.61 (1 إلى 2)	31 إلى 81 (100 إلى 200)	أنبوب مثقب أو فتحه مملوئة بحصى	لأ
نصف قطر قصير	6 إلى 12 (20 إلى 40)	31 إلى 213 (100 إلى 200)	ثقب مفتوح أو فتحة ذات شقوق خطية	لأ
نصف قطر متوسط	91 إلى 244 (300 إلى 800)	305 إلى 457 (1000 إلى 3000)	ثقب مفتوح أو فتحة ذات شقوق خطية أو فتحة معمولة بالأسمنت وذات شقوق خطية	نعم
نصف قطر طويل	305 إلى 610 (1000 إلى 2500)	305 إلى 457 (1000 إلى 3000)	ثقب مفتوح أو فتحة ذات شقوق خطية أو فتحة معمولة بالأسمنت وذات شقوق خطية	نعم

(جدول - 1) تصنيف طرق الحفر الأفقي

حفر عدة آبار أفقية من نقطة منفردة واحدة وتستطيع أن تغطي مساحة صرف عالية.

4 - ذات جدوى اقتصادية في الحقول النفطية ذات السماكات القليلة للطبقات المنتجة حيث توفر مساحة كبيرة للصرف ممتدة بطول ذراع البئر الأفقي.

5 - للآبار الأفقية القدرة على زيادة الإنتاج من نفس البئر للموائع في الحقل النفطي ولا تمتلك الآبار الرأسية هذه الميزة وهذا بدوره يزيد من كفاءة عملية إزاحة الموائع من الحقل النفطي.

6 - بالمقارنة مع الآبار الرأسية فإن الآبار الأفقية تستطيع حمل كمية من الموائع من داخل الحقل إلى بئر الإنتاج.

7 - أثبتت الآبار الأفقية جدارتها بالنسبة لحقول النفط ذات السماكات القليلة للطبقات المنتجة وذات النفاذية الرأسية العالية.

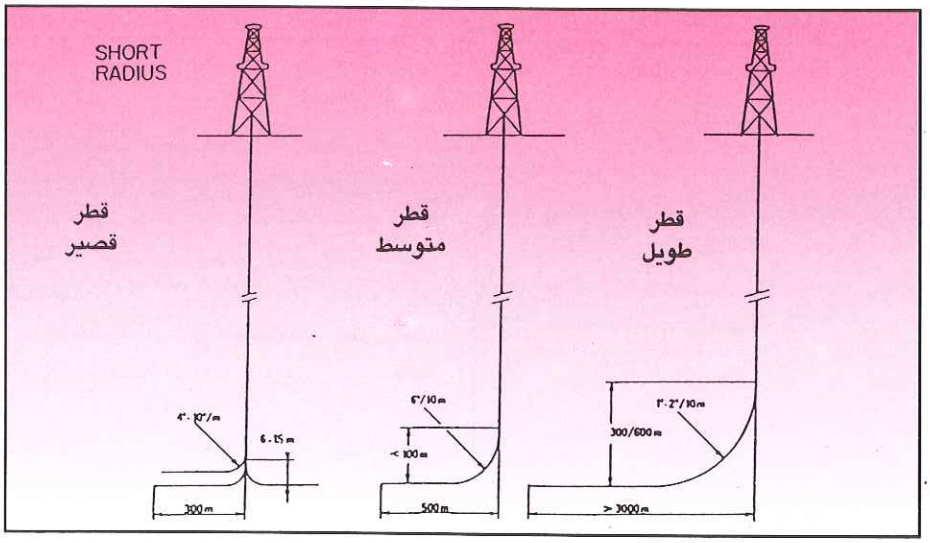
8 - يمكن التغلب على مشكلة نزح الرمال من حقول النفط إلى آبار الإنتاج بتطبيق تقنية الحفر الأفقي.

مساوئ تقنية الحفر الأفقي

1 - قلل حفر الآبار الأفقية من خطورة الاكتشافات النفطية ولكنه زاد سعر الحفر حيث أن سعر حفر بئر أفقي يعادل 1.4 إلى 2 مرة ضعف الحفر الرأسي ولكن بزيادة الاهتمام بتطوير تقنيات الحفر يمكن التغلب على مشكلة الحفر.

2 - لا تؤثر تقنية الحفر الأفقي بشكل ملحوظ على حقول ذات سماكات عالية لطبقات الانتاج، ما بين 500 إلى 600 قدم (150 - 180 متراً) وبنفاذية رأسية قليلة.

3 - وجود بعض القيود على تطبيق تقنية الحفر الأفقي وتتركز هذه القيود في عملية إكمال بئر الانتاج، وكذلك تطبيق تقنيات تنشيط الإنتاج النفطي.



(شكل - 3) الأنواع المختلفة للحفر الأفقي.

المراجع:

1 - Butler, R.M.: "The potential of horizontal wells," Session I. Introduction presented at the annual AOSTRA advances in petroleum recovery and upgrading technology. Technology conference. Calgary. June 14 - 15. 1984.

2 - Shirley, K. AAPG explorer. Feb. 1990. pp. 28.

3 - Butler, R. M.: "Horizontal wells and steam-assisted gravity drainage," The Canadian Journal of Chemical Engineering. Vol. 69. August. 1991. pp. 819-824

4 - Butler, R.M.: "The potential for horizontal wells for petroleum production". J. Can. Pet. Tech. 28. 39-47. May-June 1988.

5 - Littleton, J.: "Standard oil applies extended reach drilling to prod hoe bay". Pet. Eng. Intl. April 1986. pp. 43-46.

6 - Reiss, L.H. et al: " Offshore European horizontal wells": paper OTC 4791 presented at Offshore Technology Conference. Houston. May 7-9. 1984.

7 - Josh, S.D.: "A review of thermal oil recovery using horizontal well." In-situ. 11. (2&3) 1987. pp. 211-259.

8 - Giger, F., Combe, J. and Reiss, L.H.: "L intérêt des forages horizontuax pour l'exploitation du gisements d'hydrocarbures". revue de L'institut Francais du petrole. May-June 1983. Bol. 38. No. 3. pp. 329-350.

9 - Giger, F. M.: "Horizontal wells production Techniques in heterogeneous reservoirs". paper SPE 13710 presented and SPE Middle East oil technical conference and Exhibition. Bahrain. March 11-14. 1985.

10 - Murphy, P.J.: " Performance of horizontal wells in the Helder field". Trans. AIME. 289. pp. 792-800. June 1990.

11 - Huang, W.S. and High, M.A.: "Evaluation of steam flooding using horizontal wells." SPE International Meeting. SPE paper No. 14130. March 1986.

12 - Joshi, S.D.: "Augmentation of well productivity with slant and horizontal wells". Journal of Pet. Tech.. SPE. Phillips Petroleum Co.. pp. 729-739. June 1988.

13 - Butler, R.M. and Stephens D.J.: "The gravity Drainage of Steam Heated heavy oil to parallel horizontal wells." The J. of Can. Pet. Tech.. April-June 1981. Vol. 21. No. 2. pp. 90-96.

14 - Reiss, L.H. et al.: " Offshore and onshore European horizontal wells." paper OTC 4791 presented at the annual offshore technology conference. Housten. May 7-9. 1984.

نظام التكييف باستخدام الماء المبرد

CHILLED WATER A/C SYSTEMS

إعداد: م/ عبدالرضا حسين

□ تم اعداد هذا المقال لاعطاء فكرة مبسطة للمهندسين من التخصصات الأخرى للتعرف على مكونات هذا النظام، وطريقة عمله واستخداماته.

يعتبر نظام التكييف من أهم الأنظمة المستخدمة في أي مبنى أو مشروع (سكن، تجاري، صناعي) حيث تتوقف راحة وانتاجية مستخدمي هذه المباني على نظام التكييف من حيث امكانية توفير الجو المريح المناسب لهم.

وتكييف الهواء مصطلح عام وهو عملية يتم فيها التحكم وضبط درجة الحرارة، والرطوبة، ومستوى الصوت ونقاوة وجودة الهواء المستخدم للأفراد أو لعمليات معينة في الصناعة أو لحفظ بعض الأجهزة الحساسة كالحاسبات الآلية وغيرها من الأجهزة والمعدات أثناء التشغيل.

الأحمال الحرارية والسعة التبريدية: THERMAL LOADS & COOLING CAPACITY

تتعرض المباني إلى عدة عوامل ومصادر مختلفة للحرارة حيث تتحول المصادر إلى أحمال حرارية يتم التخلص منها عن طريق نظام تبريد وتكييف مناسب. وتنقسم هذه الاحمال إلى :

1 - أحمال حرارية خارجية EXTERNAL HEAT GAINS:

تتعرض الجدران والأسقف والنوافذ إلى مصادر حرارة ناتجة من تأثير الأشعة المباشرة للشمس RADIATION ومن تأثير فروق درجات الحرارة الخارجية والداخلية للمبنى CONDUCTION ONVECTION.

وتحسب الأحمال الحرارية بناءً على معلومات مناخية وجغرافية معينة فمثلاً في دولة الكويت يتم حساب هذه الأحمال على أساس المعلومات ودرجات الحرارة المسجلة في شهر يوليو وبالتحديد يوم 23 منه الساعة 3 عصراً.

2 - أحمال حرارية داخلية INTERNAL HEAT GAINS:

تعتبر الإضاءة الداخلية للمبنى من أكبر مصادر الحرارة بجانب المصادر الحرارية الأخرى كالحرارة المحسوسة والكامنة SENSIBLE & LATENT HEAT المنبعثة من الأفراد والمعدات (أجهزة الكترونية - معدات صناعية - معدات تسخين الطعام وتحضير المشروبات الساخنة)، الهواء الخارجي الداخل إلى المبنى بغرض التهوية VENTILATION والهواء الداخل إلى المبنى بالتسريب عن طريق الأبواب والنوافذ INFILTRATION. وتحسب أيضاً كميات الهواء اللازمة لنظام التكييف للتغلب على كافة هذه الأحمال.

والسعة التبريدية الفعلية هي السعة التي يحصل عليها من وحدة التكييف عند تشغيلها في ظروف جوية معينة.

فمثلاً دولة الكويت يتم تصميم أعمال التكييف وحساب سعات التبريد تبعاً للظروف التالية :

درجة الحرارة الخارجية :

صيفاً : 46° CDB - (115° F) - 28° CWB (82° F)

شتاءً : 4.5° CDB (40° F) - 2° CWB (35.6° F)

درجة الحرارة الداخلية :

صيفاً : 24° C (75° F) - %50 RELATIVE HUMIDITY

شتاءً : 22° C (71.67° F) - %40 RELATIVE HUMIDITY

وتتغير درجة الحرارة الداخلية تبقاً لطبيعة الاستخدام

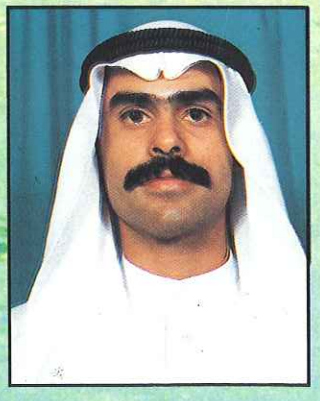
نظام التكييف باستخدام الماء المبرد: CHILLED WATER A/C SYSTEM

مكونات النظام

1 - مبرد الماء WATER CHILLER :

يتألف المبرد من الأجزاء الرئيسية التالية (شكل - 1) :

- الضاغط - COMPRESSOR
- المكثف - CONDENSSOR



م/ عبدالرضا عبدالله حسين

- بكالوريوس هندسة ميكانيكية 1985 - جامعة جنوب كولورادو - الولايات المتحدة الامريكية.
- رئيس قسم الخدمات - وزارة الأشغال العامة.
- عضو جمعية المهندسين الكويتية.
- عضو جمعية مهندسي التكييف والتبريد الأمريكية ASHARAE

● المبخر – COOLER

● وحدة التحكم – CONTROL UNIT

هناك عدة أنواع من المبردات يتم تصنيعها تبعاً لطريقة تبريد المكثف فيها وهي : **AIR COOLED CHILLER** : هذا النوع يستخدم الهواء الجوي الخارجي لتبريد المكثف أي طرد الحرارة من غاز التبريد REFRIGERANT داخل المكثف.

والضاغط المستخدم لهذه المبردات غالباً يكون من نوع RECIPROCATING أو SCREW.

WATER COOLED CHILLER: وهذا النوع يستخدم الماء لتبريد المكثف، وتستخدم مع هذا النوع من المبردات أبراج تبريد خاصة COOLING TOWER لتبريد مياه التكثيف.

والضاغط المستخدم غالباً يكون من نوع CENTRIFUGAL (شكل – 2)

ويبين (شكل – 5) مكونات نظام التبريد كاملة.

2 – وحدة مناولة الهواء : AIR HANDLING UNIT A.H.U

تتألف هذه الوحدة من الاجزاء الرئيسية التالية :

– مروحة – FAN

– ملف التبريد – COOLING COIL

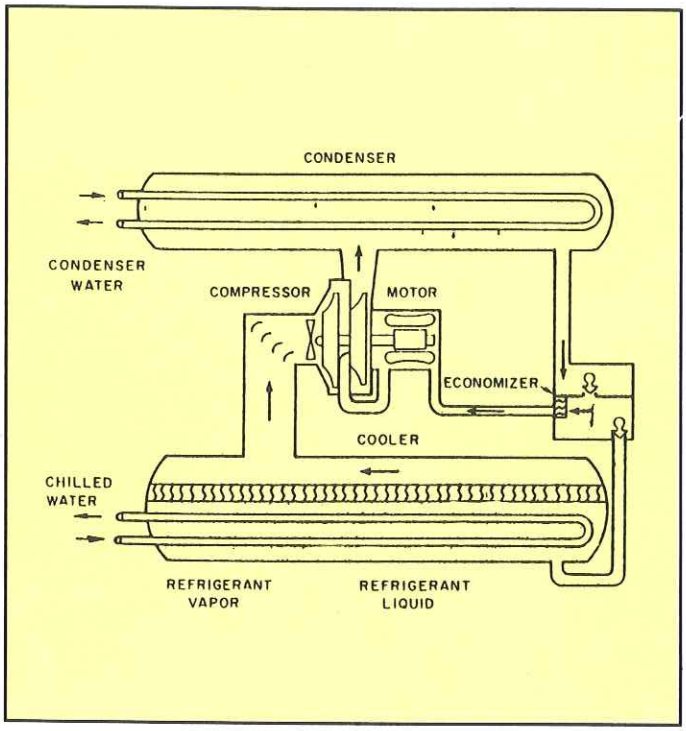
– ملف التسخين – HEATING COIL

– منقيات الهواء AIR FILTER

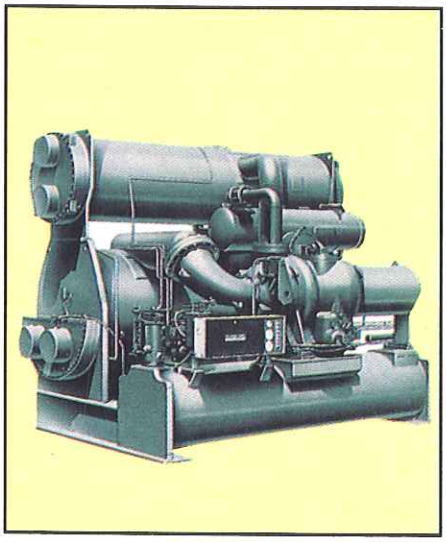
تتم عملية التبريد وتكييف الهواء عن طريق انتقال الحرارة ما بين هواء الغرفة وبين ماء مبرد CHLLED WATER يتم الحصول عليه من المبرد ويتم نقل هذا الماء بواسطة شبكة مضخات ماء CHILLED WATER PUMPS عن طريق انابيب PIPE SYSTEM إلى وحدات مناولة الهواء A.H.U. حيث يمر هذا الماء البارد داخل ملف التبريد وتقوم المروحة بدفع الهواء من خلال هذا الملف إلى المناطق المراد تكييفها بواسطة مجاري هواء SUPPLY DUCT.

وتوضع هذه الموحدات A.H.U. في غرفة خاصة بالمناطق والأدوار المراد تكييفها ويمكن أيضاً وضعها خارج المبنى على الأسطح.

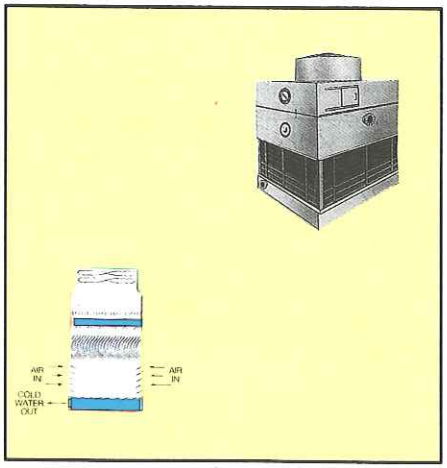
ويمكن توصيل الماء المبرد مباشرة إلى وحدات دفع هواء صغيرة تسمى FAN COIL UNITS حيث توضع هذه الوحدات داخل الأماكن المراد تكييفها كغرف الفنادق والمستشفيات والمكاتب.



(شكل – 1) الأجزاء الرئيسية لمبرد الماء



GENTARIFUGAL CHILLER (شكل – 2)



(شكل – 3) برج تبريد ومخطط دخول وخروج الهواء في برج التبريد

وباستخدام سخان ماء مركزي بالنظام BOILER ومضخات خاصة HOT WATER PUMPS حيث يتم دفع المياه الحارة داخل ملف التسخين في وحدة مناولة الهواء للحصول على عملية التدفئة المطلوبة في فصل الشتاء وتكون درجة حرارة المياة المستخدمة :

المبردة : 6.6^{o} C (44^{o} F)

الحارة : 82^{o} C (185^{o} F)

غاز التبريد المستخدم :

تستخدم المبردات غازات تبريد REFRIGERANT مختلفة منها R 11, R 12, R 500, R 505

وهذه الغازات تم استبدالها بغازات ليس لها ضرر كبير على طبقة الأوزون وهي : R 123, R 22 وهناك غاز ليس له ضرر نهائياً وهو R 134 A ويفضل استخدام مبردات تستخدم هذا النوع من الغاز المبرد.

ويستخدم نظام CHILLED WATER في المشاريع الكبيرة والمتوسطة نسبياً كالمجمعات السكنية والتجارية، والفنادق، والمستشفيات، والمسارح ودور السينما والمصانع.

مميزات النظام :

1 – القدرة العالية على توفير السعة التبريدية اللازمة قد تصل إلى 15.000 طن تبريد أو أكثر.

2 – العمر الافتراضي للمعدات يمتد إلى أكثر من 20 سنة.

3 – الصيانة مركزية وتنحصر في محطة بعيدة عن المباني والأجنحة والغرف.

4 – امكانية التدريج والتحكم بالسعات التبريدية STEP CONTROL عند انخفاض الأحمال DIVERSITY.

5 – الكفاءة العالية من حيث استهلاكها للطاقة الكهربائية KW/TON ومثال على ذلك مبرد من نوع CENTRIFUGAL WATER COOLED يستهلك بحدود 0.85 KW/TON.

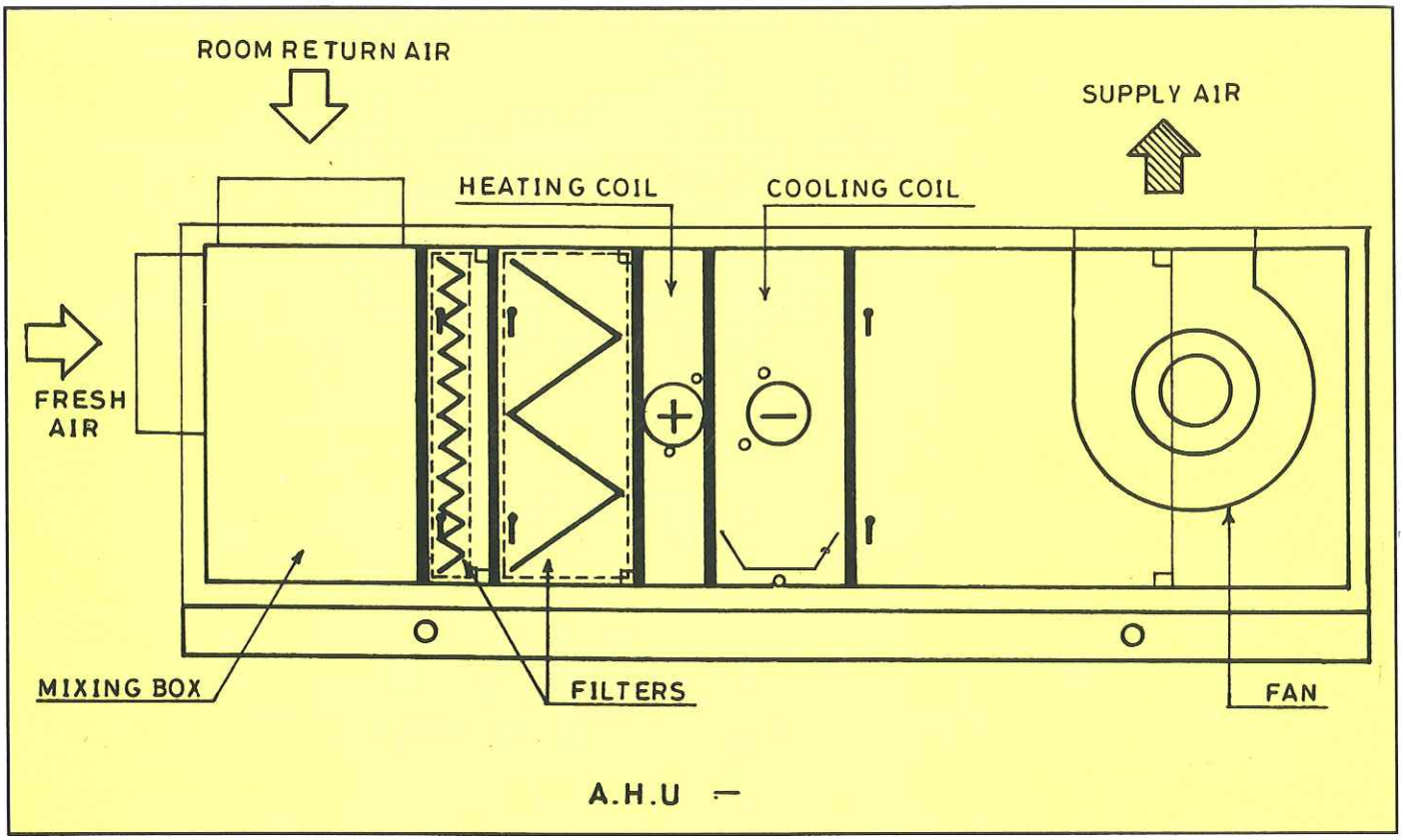
6 – توفير السعة التبريديةاللازمة لتكييف المناطق DISTRICT COOLING.

عيوب النظام :

1 – التكلفة الأولية للنظام تكون عالية.

2 – الحاجة لوجود عمالة خاصة للتشغيل والصيانة للوحدات الكبيرة.

3 – الحاجة الى مساحة أو مبنى خاص CENTRAL PLANT لمحطة المعدات بالاضافة



(شكل - 4) وحدة مناولة الهواء

إلى غرف في الأجنحة لوحدات دفع الهواء ولذلك مكان لأبراج التبريد في حالة التكييف بالماء.

4 - الحاجة إلى وجود محطة كهرباء داخل الموقع في أغلب الأحيان.

العوامل المؤثرة على اختيار نظام التكييف

عموماً، فإن عملية اختيار نظام مناسب لأي مبنى يعتمد بشكل أساسي على عدة عوامل ويجب على المالك والمصمم تقييم هذه العوامل بشكل صحيح، ولا شك أن خبرة المصمم تلعب دوراً رئيسياً في الاختيار الصحيح ويمكن تلخيص العوامل المؤثرة وهي :

1 - الميزانية المتوفرة.

2 - حجم المبنى وطبيعة الاستخدام.

3 - الشكل المعماري للمبنى

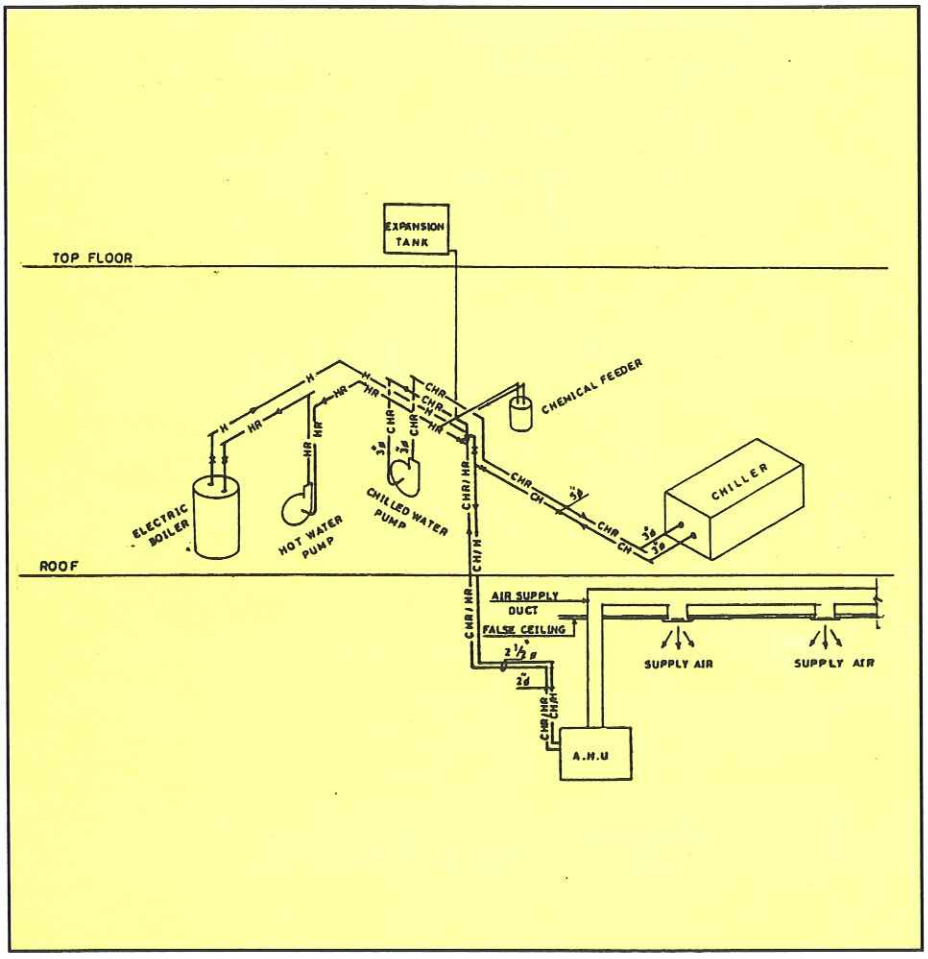
4 - الظروف الداخلية (درجة الحرارة - الرطوبة - مستوى الصوت - نظام توزيع الهواء).

5 - كفاءة النظام المستخدم.

6 - مرونة النظام/القابلية للتوسعة المستقبلية.

7 - عمليات الصيانة والتشغيل المطلوبة.

■■



(شكل - 5) مكونات نظام التكييف بالماء المبرد.

الأجهزة الهاتفية التي تعمل بالبطاقات المغنطة

هواتف الكروت المغنطة

إعداد: م/ علي مال الله

□ تعتبر أجهزة هواتف البطاقات المغنطة من أهم الأجهزة المستخدمة في مجال الاتصالات، وخصوصاً في مجال المكالمات الهاتفية. الأمر الذي يجعل هذه الأجهزة متميزة عن الأجهزة الهاتفية الأخرى. وقد عرفت هذه الأجهزة في فترة التحرير، حيث أقبل المواطنون على صالات مقسم المدينة والسالمية والفحاحيل والأحمدي اقبالاً شديداً مما دعا إلى الاهتمام في توزيع الأجهزة على مناطق الكويت، حيث فتحت كثير من مراكز التوزيع بالاضافة الى المراكز السابقة وعلى سبيل المثال نذكر: الجهراء - جليب الشيوخ - الشويخ - المطار الدولي - حولي - الفنادق - الجمعيات التعاونية - المجمعات التجارية - البنوك - بعض الشركات - المدارس الأهلية - جامعة الكويت - المعاهد التطبيقية شركات البترول - الموانئ - اليونيكوم - وأماكن أخرى. حيث بلغ عدد الأجهزة الموزعة على جميع مناطق الكويت: 320 جهازاً.

جهاز هاتفي يعمل بالبطاقة المغنطة

مميزات الهواتف المغنطة:

1 - سهولة استخدامها.

2 - التأكد من المكالمة التي يجريها المستخدم عن طريق شاشات الجهاز.

3 - امكانية استخدامها في جميع أنواع المكالمات المحلية والدولية.

4 - الحصول على قيمة المكالمات مقدماً عن طريق تحصيل مبالغ الكروت مسبقاً.

5 - قلة تكلفة الصيانة نظراً لأن الأجهزة مصنعة لكي تتحمل ظروف الحرارة والمناخ.

6 - سهولة اكتشاف الأعطال عن طريق توصيلها بالكمبيوتر الذي يربط جميع أجهزة الهواتف.

7 - المرونة في تغيير برمجتها.

8 - إمكانية وضع الأجهزة في جميع الأماكن يسهل الاتصال.

بعد استعراض هذه المميزات البسيطة والتي لا نريد أن ندخل في تفاصيل عنها، أكثر نرى أن للأجهزة المغنطة مستقبلاً مشرقاً إذا ما تم الاعتناء بها، وكذلك التنويع في أشكال الكبائن، حيث أن للكبائن أنواعاً متعددة فمنها الحاوية ومنها النصفية والأنواع الأخرى المعلقة على الحائط.

ومن الأمور التي يمكن أن يستفاد منها ما يلي:

1 - تأجير خط ساخن Hote Line مباشر من الجهاز إلى الفنادق وشركات تأجير السيارات وسيارات الأجرة مقابل رسوم معينة.

2 - استخدام الأجهزة المغنطة في عمليات الدعاية والإعلان عن طريق عرض إعلان شركة أو منتج معين على شاشة الجهاز مقابل رسم مدروس.

3 - استخدام الكارت المغنط نفسه في الدعاية والإعلان على ظهره مقابل رسم معين.

4 - يمكن استغلال الكارت لصالح شركة أو مؤسسة محددة، حيث يكون الكارت مبرمجاً على رقم الشركة، وبمجرد وضع الكارت داخل الجهاز يقوم الجهاز بالاتصال مباشرةً بالرقم المبرمج داخل الكارت.

5 - إمكانية إصدار كروت ائتمان خاصة لاستخدام هذه الأجهزة، ومن ثم إضافة مصاريف المكالمات وتكاليفها على حساب المشترك - M. O. C Card

6 - إمكانية تطوير جهاز الهاتف المغنط بحيث يستطيع استقبال جميع كروت الائتمان Credit Cards

7 - امكانية تطوير الجهاز المغنط، بحيث يعمل على - Smart Card.

8 - استخدام Radio Pay Phone في المناطق النائية والأماكن البعيدة والتي يصعب فيها الحصول على خطوط الهواتف أو الكهرباء.

9 - تنويع استخدام الأجهزة الهاتفية المغنطة، وذلك لاستخدامها في الأماكن المغلقة كالفنادق - المطاعم - الشركات.

10 - امكانية استخدام أجهزة الفاكس بالنسبة للكروت المغنطة. ■■

م/ علي مال الله علي كنعان

- بكالوريوس علوم هندسة كهربائية جامعة فلوريدا ميامي.
- مدير إدارة البدالات الهاتفية - وزارة المواصلات.
- عضو جمعية المهندسين الكويتية.

مع حمد قلم !؟

بقلم: م/ مبارك المطيري

□ حمد صار دكتور .. هل أنت متأكد، أنا شخصياً كل يوم أشوفه، يا جماعة ماذا يحدث في هذا البلد، بس هذا صار وذاك صار . طيب وبعدين .. إلى متى ؟؟؟

كان صلاح يستنكر الواقع ويحاول تغييره ولو بلسانه ولكن لا حياة لمن تنادي.

صلاح كان طالباً نجيباً، مخلصاً في عمله ولكنه لم يستطيع أن يكمل دراسته الجامعية لظروفه العائلية وقد زامل حمد في الثانوية وكان السبب الأول في أن يتخرج حمد من الثانوية سواءً باستخدام وسائل شرعية أو أخرى يدور حولها الجدل.

حمد، ذلك الطالب الضعيف يتخرج من الجامعة ويحصل على الماجستير وينظر حوله فيجد الكثير الكثير من حملة الدكتوراة ويجد من يصنع له الشهادة دون عناء فيوافق ويبدأ رحلته إلى الخلف .. !!!

يحصل حمد على الشهادة وتتصدر صورته الصحف ويصبح خبيراً في مجاله - حيث الخبرة تصنعها الأوراق - ويتبوأ مناصب متقدمة ويصبح في الصدارة.

لا زال صلاح يعمل ويحاول أن يبذل قصارى جهده، لم يحصل على الدرجة الاستثنائية رغم تفانيه في العمل يعاني بشدة من الصدق ولا يجبد الاطراء ولا يفهم فنون التملق ولا يتقن طرق التسلق ... قابع هو منذ سنين طوال في أسفل درجات السلم الموسيقي - أقصد الوظيفي - فصوته لا يطرب له إلا من يفهمه !!!

فتح صلاح الصحيفة ذات يوم وكاد أن ينفجر ضاحكاً من المانشيت : الدكتور حمد المصك يحذر من سرقة البحوث العلمية .. الدكتور حمد يشرف بنفسه على سير الامتحانات ... الدكتور حمد ...

يلقي صلاح الصحيفة على الأرض ويفرش فوقها طعامه ... لا تصلح مثل هذه الصحف إلا لهكذا استخدام .. تدخل زوجته وتقول : صلاح، لماذا لا تفعل شيئاً ابنك صادق رفضوا تعيينه ؟؟ هلا ذهبت إلى صديقك الدكتور حمد ... يقولون أنه طيب جداً ولا يرد صاحب !؟

هل عندك موعد ؟ سكرتيرة الدكتور حمد تسأل. صلاح يجيب بالنفي .. تبتسم السكرتيرة وتعتذر بلباقة .. عليك يا سيدي أن تحصل على موعد مسبق .. إن الدكتور حمد مشغول جداً .. ولكني مواطن ولي حق مقابلة المسؤول .. خاصة إذا كان ينادي بسياسة الباب المفتوح - إلى الداخل - عفواً ولكنك تعلم .. أنا لا أستطيع أن .. السلام عليكم.. وعليكم السلام طال عمرك .. السكرتيرة ترد بابتسامة عريضة تكشف عن كافة أسنانها .. تفضل بو فهد ..

ممكن أقابل الدكتور لالقاء التحية .. السكرتيرة ترد طبعاً أنت لا تحتاج إلى موعد .. انت تتفضل في أي وقت ..

يزداد صلاح ألماً وحسرة .. ولا يتفوه بكلمة .. السكرتيرة تحاول أن تشرح : مثل بو فهد لا يحتاج إلى موعد لا بد أنك تفهم ..

ساعة كاملة وصلاح ينتظر .. ساعة استرجع فيها ربع قرن من الزمن .. حاسب نفسه وتساءل إن كان الطريق الذي سلكه هو الطريق الصحيح.

مع السلامة بو فهد .. رفع رأسه وإذ حمد يودع ذلك المواطن الذي لا يحتاج إلى موعد - مسكين يمكن لا يحمل ساعة - تقع عينه على عين حمد الذي يستقبله بحرارة ويدعوه إلى دخول المكتب ويطلب من السكرتيرة أن لا تدخل أحداً ..

صلاح يتردد قبل أن يتقدم بطلبه - عزة نفسه لازالت تؤلمه - ولكن الواقع يدفعه ومستقبل ابنه يراقبه وزوجته تنتظر.

حمد لقد جئت إليك اليوم بطلب للمساعدة في تعيين ابني .. كل الشروط متوفرة فيه ولكنه يحتاج إلى دعمك الذي لا غنى لنا عنه .. قال صلاح هذه الكلمات التي لم يجدها يوماً في قاموسه قالها وألقى بعهدٍ قطعه على لسانه .. قالها وسقط ..

الدكتور حمد يسند ظهره إلى كرسيه الوثير .. ويجر نفساً من سيجارته .. ويرتشف قليلاً من القهوة .. ويصدر قهقهة تهز جسد صلاح بعدما هزت الاستكانة كيانه ..

لازلت يا صلاح لم تتغير .. أي شروط لتتوفر .. إن ابنك ابني .. إلي بأوراقه لأعتمدها .. مبروك يا صلاح .. وأنا جاهز في أي وقت !!

يقدم صلاح الأوراق إلى الدكتور حمد الذي يخرج من جيبه قلم فاخر .. فيمهر الأوراق بتوقيعه ..

خرج صلاح والدهشة تقوده من مكتب إلى أخر لانهاء اجراءات التعيين .. امتطى سيارته عائداً إلى منزله .. وفجأة اصطدم بسيارة .. نزل السائق ليعنفه ويسأله ألا ترى من حولك .. هل أنت تحلم ..؟!

رد صلاح : أبني تم تعيينه لأن

مع حمد قلم ■■

تعتبر طريقة القطع بواسطة نفاث الماء من أحدث طرق القطع غير التقليدية، حيث يتم خلط الماء مع حبيبات حاكة من الرمال الناعمة أو مسحوق العقيق، ثم يدفع الخليط الناتج خلال فوهة صغيرة جداً يصل قطرها إلى ملليمتر واحد تحت ضغط مرتفع يتراوح بين 25000 - 6000 رطل لكل بوصة مربعة (1725 - 4140 كيلو غرام لكل سم2) حيث تصل سرعة نفاث الماء المندفع من الفوهة إلى ما يزيد على ضعف سرعة الصوت، وبتوجيه نفاث الخليط نحو الجزء المراد قطعه يتغلغل النفاث في سمك المادة، محدثاً عملية القطع.

وقد استحدثت هذه الطريقة في بداية الستينات بواسطة الدكتور نورمان فرانز من جامعة ميتشجان بالولات المتحدة الأمريكية، وتم استخدامها تجارياً لأول مرة في العام 1971 بواسطة شركة مكارتني Mc Cartney وهي احدى فروع شركة انجرسول - راند Ingersoll - Rand، وانتشر استخدامها على نطاق واسع في نهاية الثمانينات وبداية التسعينات، حيث تم تركيب وتشغيل ما يزيد على 500 وحدة قطع، كما أدخلت عليها مؤخراً بعض التحسينات أهمها استخدام الذراع الآلي في تحريك الرأس القاطع في الاتجاهات المراد القطع بها لتوفير درجة عالية جدا من الدقة.

ومن الجدير بالذكر أن هذه الطريقة تم استخدامها بنجاح كبير في كثير من الصناعات الهامة مثل صناعة الطائرات وصناعة السيارات والصناعات الالكترونية، كذلك فانه يمكن استخدام نفاث الماء فقط بدون خلطة بأي مادة حاكة، وذلك في حالة قطع المواد الضعيفة غير المعدنية مثل الاسبستوس والخشب والبلاستيك والمطاط وغيرها.

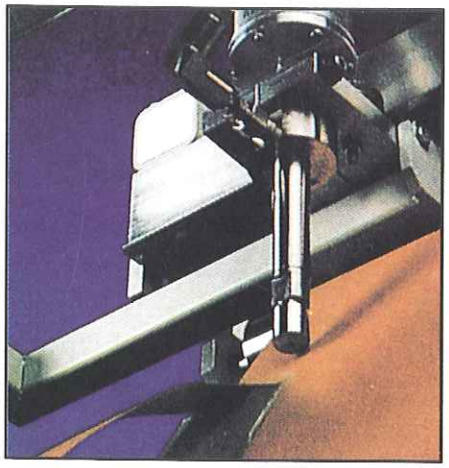
القطع بواسطة نفاث الماء

Water - jet Cutting

بقلم: د. محمد شبارة ، د. علي الدمياطي

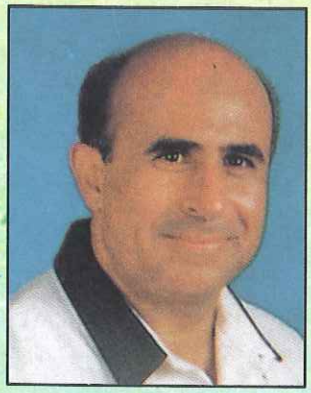
نبذة تاريخية

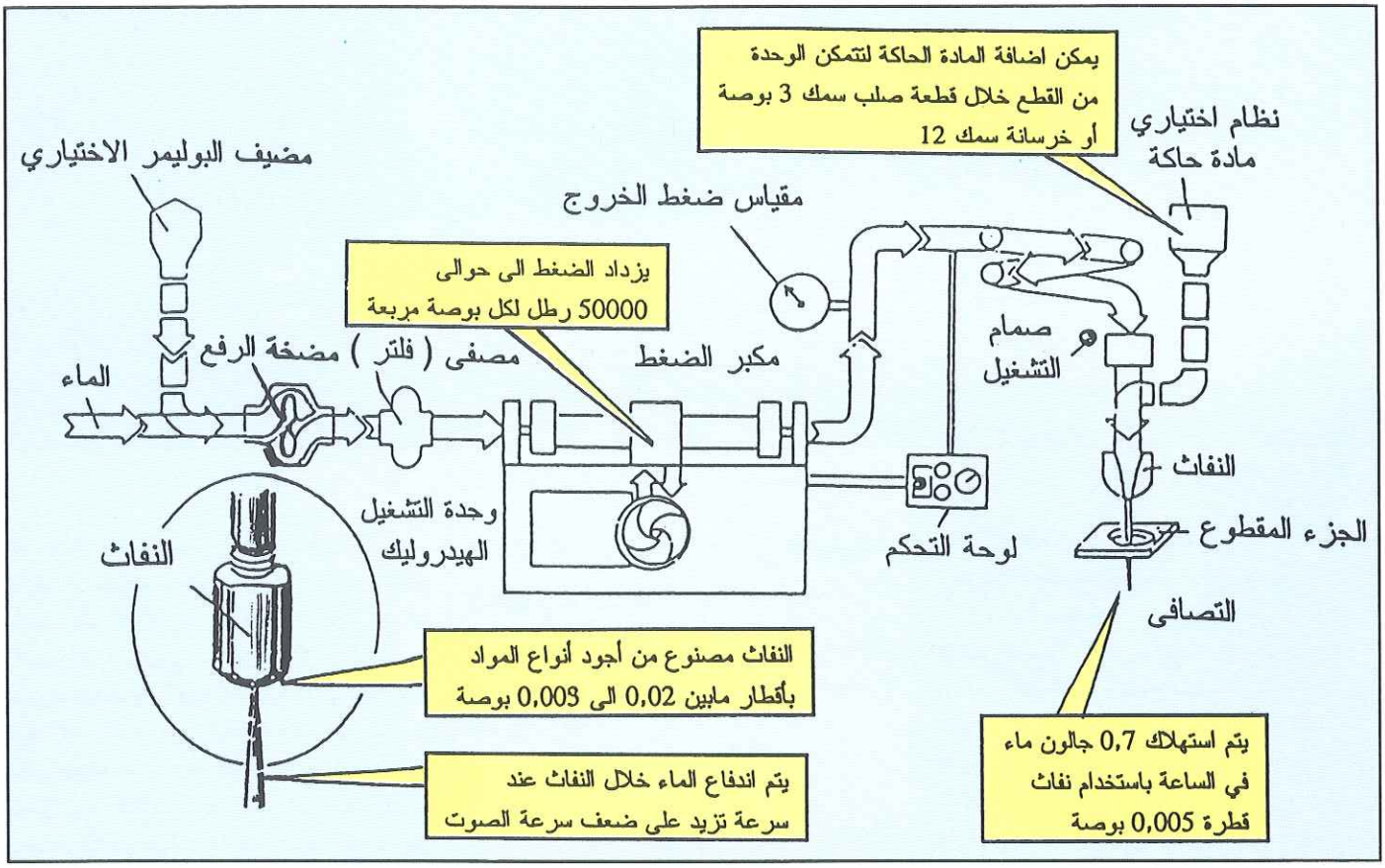
قدم الدكتور نورمان فرانز براءة اختراع في منتصف الستينات لاستخدامه الماء تحت ضغط مرتفع في قطع الأخشاب، حيث كان يعمل بقسم تكنولوجيا الأخشاب بجامعة متشيجان بالولايات المتحدة الأمريكية. وقد لاحظ الدكتور فرانز أنه يمكن تحسين كفاءة عملية القطع عند اضافة مسحوق البلاستيك إلى الماء ثم دفعه خلال فوهة النفاث. ولقد كانت أكبر الصعوبات في هذه التكنولوجيا الحديثة هي كيفية الحصول على الضغط المرتفع الذي يدفع به الماء في النفاث بصفة متصلة لضمان استمرارية عملية القطع، وقد استخدمت في البداية مضخة أحادية المشوار Single - Stroke Intersifier فكانت تدفع الماء تحت ضغط مرتفع ولكن لمدة لا تتجاوز عدة ثواني فقط خلال مشوار الضغط للمضخة. وللتغلب على هذه الصعوبة قامت شركة مكارتني Mc Carteny وهي شركة معاونة «لشركة انجرسول - راند Ingersoll Rand -» وتقع في مدينة باكستر سبرنج Baxter Sping بالولايات المتحدة الأمريكية، وهذه الشركة لها خبرة طويلة في تصميم وتصنيع المضخات ذات الضغوط المرتفعة والتي تستخدم عادة في دفع المحفزات الكيميائية Catalyst الداخلية في صناعات البلاستيك «البولي ايثلين عالي الضغط وقليل الكثافة Low - Density, High - Pressure Polyethlene، وقد تم تجميع أول مضخة للاستخدام في القطع بنفاث الماء عام 1971، وكانت داخلة في وحدة قطع الأنابيب الورقية التي يصل سمكها الى نصف البوصة 12.5مم وكذلك قطع ألواح خشب الأبلاكاج لأشكال هندسية معقدة، والتي تقوم بتصنعيها شركة ألتون بوكس بورد Alton Box Board



د. محمد نصر شبارة

- أستاذ - كلية الهندسة جامعة المنصورة - مصر.
- دكتوراه في الهندسة الميكانيكية - جامعة ولاية بنسلفانيا - الولايات المتحدة الأمريكية - 1976.
- معار إلى قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية - كلية الهندسة والبترول - جامعة الكويت حالياً.

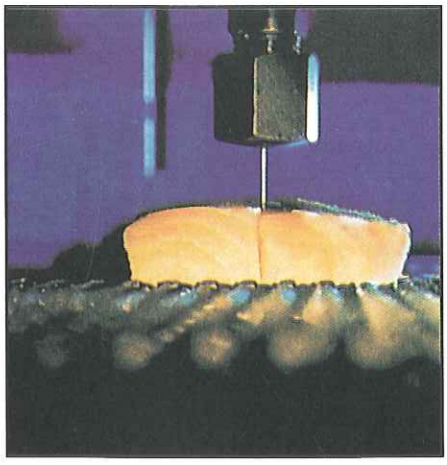




(شكل - 1) الاجزاء المستخدمة في عمليات القطع بواسطة الماء.

وفي بداية الثمانينات تم اضافة المواد الحاكة Abrasives كالرمال الناعمة Silica ومسحوق العقيق Garnet إلى نفاث الماء وبذلك أمكن استخدامها في قطع المواد المعدنية وخاصة ألواح الصلب التي يصل سمكها إلى ثلاث بوصات 76.5مم كما أمكن قطع كتل الخرسانة التي يصل سمكها إلى 12 بوصة 305مم. وقد انتشر استخدام خليط الماء مع المواد الحاكة في بداية عام 1983 حيث بدأت شركتا فلو انترناشيونال Flow International وانجرسول - راند Ingersoll - Rand في انتاج وحدات القطع بنفاث الماء على نطاق تجاري.

ولقد تم تطوير تكنولوجيا القطع بنفاث الماء بصورة جذبت اهتمام كثير من الشركات ومراكز البحوث في العديد من دول العالم، كما عقدت عدة مؤتمرات قدمت فيها العديد من البحوث المتخصصة في عملية القطع بنفاث الماء، ونظراً للمزايا العديدة لهذه الطريقة فقد انتشر استخدامها في كثير من الصناعات الهامة مثل صناعة الطائرات وصناعة السيارات والصناعات الالكترونية، هذا إلى جانب استخدامها في قطع الأحجار وشق الطرق والانفاق.

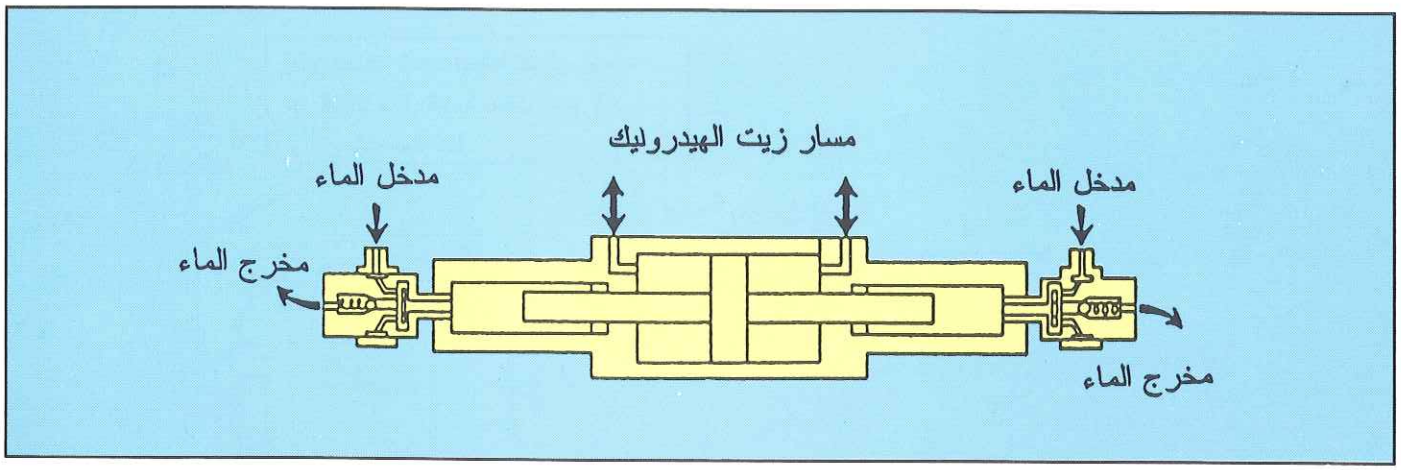


تكنولوجيا القطع بالماء:

تتم عملية القطع بواسطة نفاث الماء المحمل بحبيبات المادة الحاكة Abrasive Particles عن طريق دفع الخليط بواسطة مضخات الضغط المرتفع حيث يصل إلى حوالي 60.000 رطل لكل بوصة مربعة (4140 كغم/سم2)، وتمرير هذا الخليط المضغوط من خلال فوهة النفاث الموجهة المصنوعة من الياقوت الأزرق Sapphire Focusing Orifice لتقاوم عملية النحر Wear بواسطة الخليط المندفع خلالها، وتكون فوهة

د. علي عبدالحميد الدمياطي

- أستاذ مساعد - كلية الهندسة - جامعة قناة السويس - مصر.
- دكتوراه في الهندسة الميكانيكية - جامعة كاليفورنيا - لوس أنجلوس UCLA 1985.
- ماجستير في الهندسة الميكانيكية - جامعة أسيوط - مصر - 1976.
- عضو هيئة تدريس كلية الهندسة والبترول - قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية - جامعةالكويت حالياً.



(شكل - 2) كيفية عمل المضخة المستخدمة لرفع ضغط الماء.

النفاث ذات قطر دقيق - لا يتجاوز المليمتر الواحد - حيث تصل سرعة الخليط المندفع خلالها إلى 3000 قدم/ثانية (أي مايزيد عن 900متر/ثانية) وهي سرعة تعادل 2.5 سرعة الصوت، ونتيجة لهذه السرعة المرتفعة فان خليط الماء والجزئيات الحاكة ينصرف كجسم صلب مندفع بطاقة حركة عالية جداً مثل تيار متصل من طلقات الرصاص يتم اصطدامها بمنطقة القطع بالشغلة حيث يتم القطع عن طريق تفتيت جزئيات المادة Erosion نتيجة للاجهادات المرتفعة المتولدة على سطح المادة المقطوعة والتي تتعدى مقاومة المادة لاجهادات الشد Ultimate Tensile Strength.

وتعتمد سرعة خروج الخليط من فوهه نفاث التوجيه على ضغط الماء وقطر الفوهة، وتحسب هذه السرعة باستخدام معادلة برنوللي Brenolli Equation، كما يمكن حساب معدل التصرف Flow Rate للخليط وذلك بضرب مساحة مقطع فوهة نفاث التوجيه في سرعة خروج الخليط، كما يمكن أيضاً الحصول على معدل التصرف من المنحنى الذي يمكن منه أيضاً حساب القدرة المطلوبة.

فمثلا إذا كان ضغط الماء 50.000 رطل/بوصة مربعة (3450 كغم/سم2) وكان قطر الفوهة 0.011 بوصة (0.3 مم)، فاننا نجد من المنحنى أن معدل التصرف هو 0.8 غالون في الدقيقة.

وبما أن معامل التصرف لهذا المنحنى هو الوحدة، وباعتبار معامل التصرف للفوهة هو 0.7 فان :

معدل التصرف = قراءة المنحنى × معامل التصرف للمنحنى × معامل التصرف للفوهة

= 0.8 x 1 x 0.7

= 0.56 غالون/ دقيقة

وتكون القوة المطلوبة في هذه الحالة هي 23 حصان.

المعدات المستخدمة في عمليات القطع بواسطة الماء :

يتكون الجهاز (الوحدة) المستخدم في عملية القطع بواسطة نفاث الماء من الوحدات الفرعية الآتية :

1 - معدات تكييف وتجهيز الماء.

2 - مضخة تقوية تيار الماء.

3 - وحدة التحكم الكهربائي ولوحة التوزيع.

4 - وحدة ضغط الماء Water Intensifier.

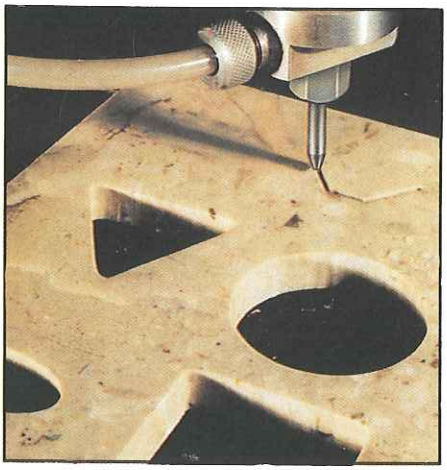
5 - مرشح ماء للضغط العالي مع وحدات قياس الضغط وصمامات الأمان.

6 - وحدات أنابيب وخراطيم الضغط العالي.

7 - وحدة نافورة (فوهة) الضغط العالي المتحكم فيها عن طريق الهواء. Pneumatically Controlled Waterjet Cutting Nozzle.

8 - وحدة خلط المادة الحاكة مع الماء ذات الضغط العالي.

ويُوضح (الشكل -1) هذه الأجزاء، والمضخة المستخدمة لرفع ضغط الماء



Intensifiers عبارة عن مضخة ذات مكبس متردد تعمل هيدروليكيا - ويوضح (الشكل -2) كيفية عمل هذا النوع من المضخات وهي تعتبر القلب أو الجزء الأساسي لوحدة القطع بالماء. وكما هو واضح بالشكل فان المكبس مكون من جزء ذات قطر كبير والجزئين الآخرين ذات أقطار أصغر والجزء ذا القطر الأكبر موجود في الاسطوانة التي تحتوي على الزيت أما الجزئين ذا المقطع الصغير فانهما يستخدمان في كبس الماء في الاسطوانتين ذا القطر الأصغر ويتم تحريك المكبس حركة ترددية عن طريق دفع الزيت تحت ضغط كبير وبذلك يتم تحريك المكبس بنفس الحركة الترددية في اسطوانات الماء وبذلك يتم سحب ودفع الماء تحت ضغط عالي جداً ويكون ضغط الماء في هذه الحالة هو عبارة عن ضغط الزيت مكبراً بنسبة المساحة بين المكبس الكبير والمكبس الصغير (Ao/Aw). وهذه النسبة تصل إلى حوالي 20. أي أنه يمكن تكبير الضغط إلى عشرين ضعفاً.

كما تحتوي وحدة القطع على منظم للضغط وصمامات أمان ووحدة تخزين وتجميع للماء ذات الضغط العالي جداً. ونظراً لأن الماء يمكن انضغاطه بنسبة 12 % من حجمه الأصلي عند ضغط 60.000 رطل/البوصة المربعة فانه يلاحظ عدم خروج ماء من مضخة الضغط المرتفع إلا بعد حركة المكبس إلى حوالي 1/8 المشوار الترددي له. وخلال هذه الفترة لابد من تواجد مصدر للضغط العالي للماء وإلا توقفت الرأس القاطعة عن القطع ويتم ذلك باستخدام وحدة التخزين للماء تحت الضغط العالي High Pressure Water Accumulator - وهي عبارة عن مستودع لتخزين الماء ذات الضغط العالي ويمكن الحصول عليه بصفة مستمرة من هذا الخزان من خلال خراطيم وأنابيب تتحمل

الضغوط العالية إلى الرأس القاطعة التي تحتوي على النافورة التي غالبا ما يتم تصنيعها من الياقوت الأزرق وهي مادة سيراميكية تتحمل النحر لدرجة عالية جداً حتى لا يتم تغير قطر الفتحة بها حيث أنها لا تتجاوز المليمتر الواحد.

كما يتم دفع المادة الحاكة إلى الرأس القاطع ويتم خلطها بالماء الخارج من النافورة في اسطوانة الخلط وبعد ذلك يتم خروج الماء المختلط بالمادة الحاكة من خلال انبوبة التوجيه وهذه الأنبوبة قطرها الداخلي لا يتجاوز 2 مليمتر أما بالنسبة للنافورة High Pressure Nozzle فانها تصنع من مادة الياقوت الأزرق – وغالباً ما يحدث تلف أو كسر لهذه النافورة نتيجة مرور حبيبات المواد الغريبة والأوساخ بها.

أما الجزء الأخير في وحدة القطع بنفاث الماء فهو مجمع الماء بعد عملية القطع Catcher وهو عبارة عن ماسورة يتم تجميع الماء بعد عملية القطع بها وبذلك يتم التخلص من الضوضاء والتلوث والحصول على أقصى درجات الأمان أثناء عملية القطع حيث يتم تجميع النافورة المائية عالية السرعة وتحويلها إلى نقط من الماء تنساب داخل الماسورة وغالباً ما يكون طول هذه الماسورة حوالي 12 الى 24 بوصة (305 - 610مم).

العوامل التي تؤثر في عملية القطع بنفاث الماء :

هذه العوامل وباختصار هي :

أ – نوع المادة المقطوعة.

ب – سمك الشغلة.

جـ – ضغط الماء.

د – قطر فوهة النفاث.

هـ – نوع وحجم الجزئيات الحاكة.

و – مسافة التباعد Stand - off Distance وهي المسافة بين فوهة نفاث التوجيه وسطح الشغلة.

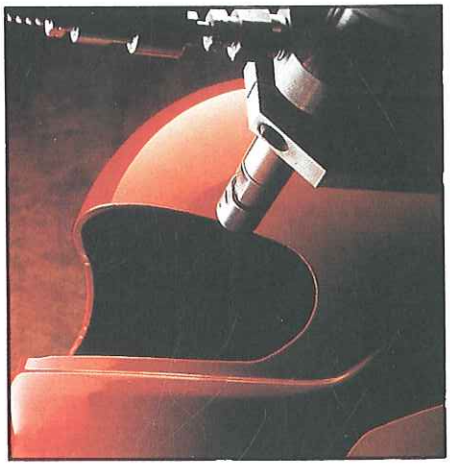
ز – السرعة النسبية بين الشغلة والرأس القاطع (المحتوي على الفوهة).

مزايا القطع بنفاث الماء :

تمتاز عملية القطع بنفاث الماء بالعديد من المزايا نوردها فيما يلي :

أولاً التوفير في المادة المقطوعة :

ويكون هذا التوفر نتيجة لصغر سمك القطع نظراً لدقة نفاث الماء الذي غالباً ما يكون جزءاً من المليمتر، وهذا يقلل إلى حد كبير من كمية الرايش المستهلك وذلك بالمقارنة بحجم الرايش المستهلك في عمليات القطع التقليدية الذي يصل سمكه إلى 0.15 - 0.20



بوصة (3.75 - 5.00 مليمتر). وتوجد معادلة لحساب قيمة التوفير في المادة الخام بالدولار وهي كما يلي.

ت = (ك1 – ك2) * (60هـ) *و*س*ر*ف

حيث أن :

ت : قيمة التوفير في المادة الخام مقداراً بالدولار في العام.

ك1 : سمك القطع بالبوصة باستخدام وسائل القطع التقليدية.

ك2 : سمك القطع بالبوصة باستخدام القطع بنفاث الماء.

هـ : عدد ساعات التشغيل في العام.

و : كثافة المادة الخام التي يتم قطعها.

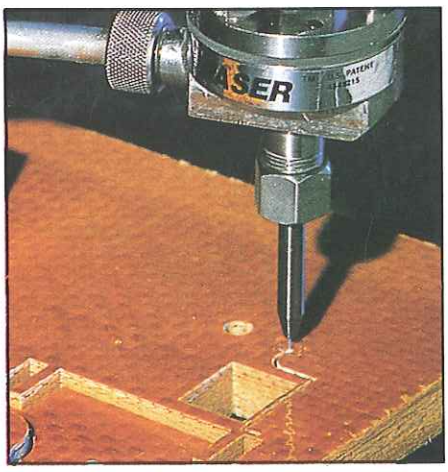
س : سمك المادة الخام التي يتم قطعها.

ر : معدل التغذية بالبوصة في الدقيقة.

ف : سعر المادة الخام بالدولار لكل رطل.

ثانياً : تقليل الفاقد في القطع المنتجة :

نظرا لدقة أبعاد الجزء الذي يتم قطعه بواسطة نفاث الماء فان عدد الوحدات التي يتم رفضها لعدم مطابقتها مواصفات الدقة والجودة تكون قليلة جداً إذا ما قورنت بطرق القطع التقليدية. كما أن هذه الطريقة تستخدم أيضاً في تنظيف الكثير من المسبوكات وازالة زوائدها، حيث يتم اخراج الرمل من الدلاليك



والقوالب وكذلك أدت هذه الطريقة للتنظيف إلى تقليل عدد المسبوكات المرفوضة نتيجة عدم مطابقتها للمواصفات.

ثالثاً : تحسين معدلات الانتاج :

تعتبر عملية القطع بواسطة نفاث الماء أسرع بما يعادل 30% من عمليات القطع التقليدية، أما بالنسبة للأشكال المعقدة هندسياً والتي تحتوي على مجموعة من السطوح فان هذه النسبة يمكن أن تصل الى ما يزيد على 150%.

رابعاً : انخفاض تكاليف صيانة أجهزة القطع :

في الوقت الذي تحتاج فيه اللقم الكربيدية المستخدمة في أدوات القطع في الطرق التقليدية للتغير كل ثلاث ساعات تشغيل بتكلفة تصل إلى حوالي 4 دولارات/لقمة، فاننا نجد أن وحدة القطع بنفاث الماء لا تحتاج إلى سن أو ضبط زوايا للعدة القاطعة.

خامساً : انخفاض تكاليف زمن التجهيز والتبديل لوحدة القطع :

نظرا لمرونة وحدة القطع بنفاث الماء من حيث الحركة في عدة اتجاهات باستخدام الذراع الآلية، وكذلك نظام CNC – أي التحكم بالحاسب الآلي في حركة الرأس القاطع أو الشغلة أو كليهما – فان ذلك يؤدي إلى التوفير بدرجة كبيرة في عمليات التجهيز لعملية القطع وكذلك تبديل الأجزاء المراد قطعها والأدوات المستخدمة في القطع.

سادساً : الاقتصاد في المساحة المطلوبة لوحدة القطع :

يمكن لوحدة القطع بنفاث الماء أن تجهز للعمل في أقل مساحة ممكنة إذا ما قورنت بالمساحات التي تتطلبها المقاشط أو المناشير أو المخارط.

سابعاً : التقليل من مشاكل أدوات القطع:

نظرا لعدم وجود أي أدوات قطع حادة أو مسننة كالسكاكين والمناشير والتي يمكن أن يحدث لأسنانها أو حوافها انسداد أو تلف أثناء قطع المواد اللدنة، فان ذلك يعتبر من مزايا وحدة القطع بنفاث الماء.

ثامناً : انعدام الغبار الناتج من عملية القطع :

ففي مصانع بطائن الكوابح تم اثبات أن مستويات غبار الأسبستوس أقل كثيرا من المستويات المسموح بها والموضوعة عالميا بواسطة OSHA مقارنة بالطرق التقليدية التي تستخدم فيها أكثر أنواع المرشحات كفاءة.

تاسعاً : انخفاض مستوى الضوضاء :

مستويات الضوضاء منخفضة كثيراً من مثيلاتها في طرق القطع التقليدية (المنشار)،

وتقع غالباً في المستويات المسموح بها بواسطة OSHA. ففي الوقت الذي تصل فيه هذه المستويات إلى عدة dBA في وحدات القطع بنفاث الماء، تصل هذه المستويات في حالة بالمنشار الميكانيكي إلى ما يزيد عن dBA 115.

عاشراً : توفير الأمن والسلامة للعاملين :

في عمليات القطع بنفاث الماء تنخفض امكانية تعرض العاملين بها لحوادث أو اصابات مقارنة بعمليات القطع التقليدية.

حادي عشر : امكانية استخدامها في نظام التصنيع المرن :

يمكن في هذه الطريقة استخدام ماكينات القطع المبرمجة CNC والأذرع الآلية Robots والتحكم بالحاسوب، وفي حالة القطع الكنتوري فيتم انجازة بوسائل الاقتفاء الضوئي Optical Tracing.

ثاني عشر : نفاث الماء لا يحتاج الى أي فتحات او ثقوب بادئة.

ثالث عشر : جودة تشطيب الأسطح والحواف الناتجة.

تكلفة عملية القطع بنفاث الماء :

تبلغ التكلفة الحالية لوحدة القطع بنفاث الماء بدون المادة الحاكة حوالي 65 ألف دولار أمريكي أما وحدة القطع بنفاث الماء الممزوج بالمادة الحاكة فتصل إلى 75 ألف دولار أمريكي وذلك بالنسبة للوحدات الكبيرة. وتختلف هذه التكلفة - بالطبع - باختلاف الأجهزة المختارة ومتطلبات المشروع. وقد أدت التطورات الحديثة في هذه التقنية إلى تقليل هذه التكلفة بدرجة كبيرة، فما بين العامين 1985 - 1987 مثلاً انخفضت أسعار الوحدات بنسبة من 40% إلى 45% تقريباً. ويوجد حالياً وحدات بسعر 25 ألف دولار مخصصة لصغار المصنعين الذين يستخدمونها في تطبيقات قطع المساند البلاستيكية لمقاعد سيارات الركوب كما توجد وحدات بأسعار أقل من ذلك.

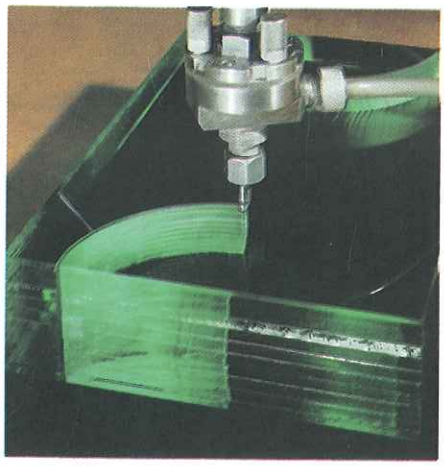
أما تكلفة التشغيل لهذه الوحدات فتتراوح بين 10 الى 15 دولاراً في الساعة وذلك على أساس أن العمر الأفتراضي للوحدة يكون بين 10 , 15 سنة، ومصدر هذه التكلفة يكون في استهلاك الفوهة التي تكون غالباً مصنوعة من كربيدات التنجستن التي يتراوح سعرها من 25 إلى 30 دولار للفوهة التي لا يتجاوز عمرها أربع ساعات عمل في حالة الوحدات الحاكة بينما يتراوح بين 200 , 400 ساعة في حالة الوحدات غير الحاكة، ومن الجدير بالذكر أن

عمر الفوهة يتوقف إلى حد كبير على ضغط التشغيل الذي يصل أقصاه إلى 55000 رطل لكل بوصة مربعة (حوالي 3800 كغم/ سم2)، أما الضغط المعتاد فيتراوح بين 30000 إلى 50000 رطل لكل بوصة مربعة (حوالي 2070 إلى 3450 كغم/سم2).

كما تمثل المادة الحاكة مصدراً أخر من مصادر تكلفة التشغيل وتكون عبارة عن حبيبات الرمل (السيليكا) أو العقيق والتي تستهلك بمعدل نصف رطل في الدقيقة بتكلفة تصل إلى 2.5 دولار في الساعة.

أما الماء فيكون استهلاكه عادة أقل من غالون في الدقيقة وهو استهلاك بسيط ذو تكلفة ضئيلة.

وبالنسبة لتكاليف الصيانة - خاصة مانع التسرب لمضخة الضغط المرتفع - فتعتمد على ضغط المضخة، فعند الضغط المعتاد الذي يكون حوالي 30000 رطل لكل بوصة مربعة (2070 كغم/سم2) فيصل عمر مانع التسرب إلى حوالي 800 ساعة أما عند الضغط المرتفع الذي يصل إلى 55000 رطل لكل بوصة مربعة (3800 كغم/سم2) فيصل عمر مانع التسرب إلى حوالي 200 ساعة فقط.



دليل الوحدات التجارية والصناعات المساندة للقطع بنفاث الماء

1 - مصنعو وحدات القطع بنفاث الماء في الولايات المتحدة الأمريكية :

1 - Flow International, 21440-68th Avenue south, Kent, WA 98032, (206) 872 - 4900.

2 - Ingersoll-Rand Corporation, 635 West 12th Street, Baxter Spings, KS 66713, (316) 856-2151.

3 - Jet Edge Corporation, 825 Rhode Island Ave., S., Minneapolis MN 55426, (612) 545-2030.

4 - NLB Corporation, 29830 Beck Road, Wixom, MI 48096, (313) 624-5555.

2 - الصناعات المساندة لنظم القطع بنفاث الماء :

1 - Accuration Systems, Inc., 1250 Crooks Road, Clawson, MI 48017. (313) 288-5070.

2 - Admac, Inc., 21440-68th Avenue South, Kent, WA 98032. (206) 395 - 4040.

3 - Creative glassworks international, Inc., 601 South 23rd Street, Fairfield, IA 52556. (515) 472-5145.

4 - Jet Edge Construction, 700 Pennsylvania Avenue South, Minneapolis, MN 55426, (612) 545-1477.

5 - Power Master, Inc., P.O. Box 20788, Portland, OR 97220. (503) 552-3493.

3 - شركات القطع بنفاث الماء والأذرع الآلية الصناعية :

1 - American Cimflix Corporation, 121 Industry Drive, Pittsburgh, PA 15275. (412) 767 - 3000.

2 - Automatix, Inc., 1000 Technology Park Drive, Billerica, MA 01821. (617) 667-7900.

3 - ASEA Robotics, Inc., 16250 W. Glendale Drive, New Berlin, WI 53151. (414) 785-3400.

4 - Cincinnati Milacron, Industrial Robot Divisio, 215 S. west Street, Lebanon OH 45036. (513) 932-4400.

5 - Cybotech Corporation, P.O. Box 88514, Indianapolois, IN 46208. (317) 298-5890.

6 - GCA Corporation, Industrial Systems Croup, 615 N. Enterprise Street, Aurora, FL 60505.

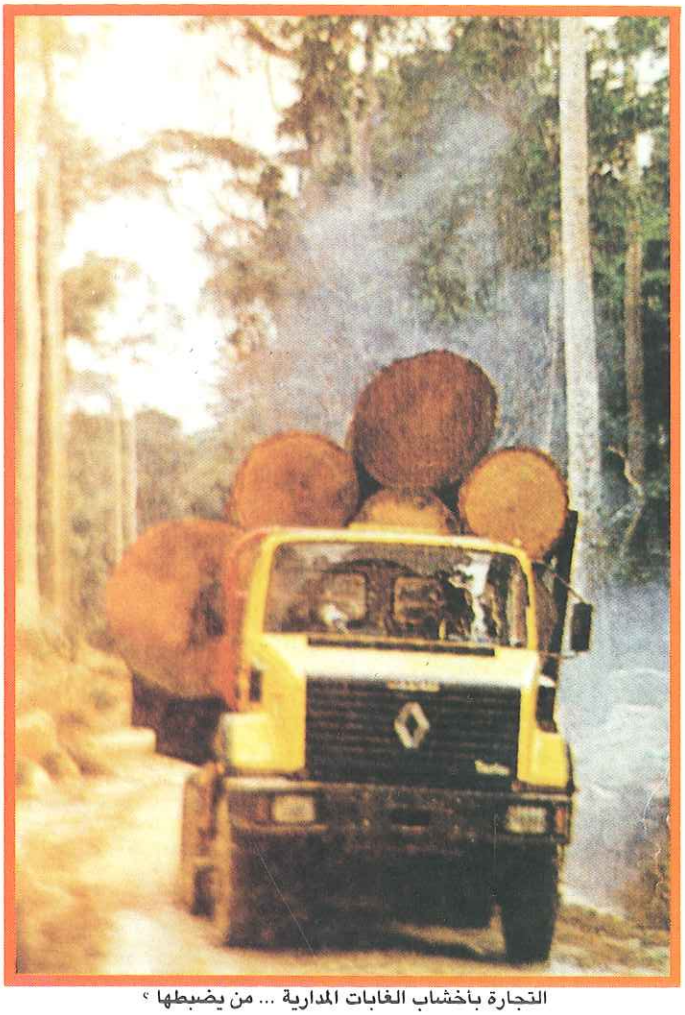
7 - GMF Robotics, 2000 South Adams Road , Auburn Hills, MI 48057. (313) 377-7000.

8 - Unimation, Inc., a Division of Westinghouse, Shelter Rock Lane, Danbury, CT 06810. (203) 744-1800.

■■

التنوع الحيوي والصناعة

بقلم: م/ درويش يوسف



التجارة بأخشاب الغابات المدارية ... من يضبطها ؟

التنوع الحيوي هو ثروة العالم الطبيعية، الوفرة من الأنواع الحية التي تزخر بها الارض، الملايين من أنواع الحيوانات، النباتات والكائنات الدقيقة، المورثات التي تمتلكها هذه الكائنات الحية، والأنظمة البيئية المعقدة التي تشكلها.

الأرض غنية بالأحياء حقاً. فالحياة تنشط حتى وسط الصحارى اللافحة، والأماكن المتجمدة أو الينابيع الكبريتية. فالتنوع الوراثي يسمح للأحياء بأن تتكيف مع أقسى البيئات، ولكن الأنواع الحية لا تنتشر بشكلٍ متساوٍ على الارض، فبعض المناطق تعج بتنوع حيوي أكثر من الأخرى.

يعتمد تنوع الحيوانات عموماً على تنوع النباتات التي تشكل المصدر الرئيس للطعام لكل الحيوانات. وبما أن النباتات تزدهر في الشروط الدافئة والرطبة، فإن التنوع الحيوي الأعظم يتركز في المناطق المدارية الرطبة، وخصوصاً الغابات المطيرة التي تحتفظ بنصف الأنواع الحية في العالم. ولكن التنوع ليس مقصوراً على الأرض اليابسة. فالأراضي الرطبة والمحيطات، والمناطق الساحلية أيضًا تزخر بمجموعات عديدة من الأنواع.

ومنذ بدء علم التصنيف - تسمية الأنواع - حدد العلماء هوية واسم 1.4 مليون نوع من الكائنات. والمجموعة التي درست جيداً هي الطيور والثدييات التي تشكل أقل من 1% من كل الأنواع المعروفة. ويعتقد العلماء أن 80% أو أكثر من كل أنواع الطيور، والثدييات والزواحف والبرمائيات، والأسماك، والنباتات الأسمى درست أيضًا بشكل جيد.

ولكن الأساليب الجديدة لتحديد هوية الأنواع، وموجة الاهتمام بالغابات المدارية واستكشافها أظهرت أن علماء الأحياء لم يصنفوا إلا 5% من الأنواع الحية في العالم. فالحشرات التي تشكل 50% من كل الأنواع الموصوفة، قدر العلماء وجود 4 أو 5 بلايين نوع منها.

م/ درويش ابراهيم يوسف

- دبلوم دراسات عليا في الهندسة البيئية - جامعة حلب- سوريا.
- رئيس فرقة الطوارئ الهندسية في حلب - سوريا.
- عضو نقابة المهندسين السورية - عضو الجمعية السورية لتاريخ العلوم.

ولكن يقدر الآن أن أنواع الحشرات قد تصل إلى 30 مليوناً. وهكذا فان الزيادات بين التقديرات المتعاقبة تصبح أكبر، بدلاً من أن تظهر كما هي الحال غالباً في تحسينات البحث العلمي في المجالات الأخرى. مما يلمح إلى أن التقديرات ما زالت أقل من الحقيقة.

وفي الحقيقة تتأسس التقديرات على المجموعات الحية التي درست بشكل جيد وعندما يتقدم البحث في المجموعات المعروفة أقل كاللافقاريات، والنباتات الأدنى أو الكائنات الدقيقة، فقد يتطلب الأمر تنقيحاتٍ إضافية.

التنوع الحيوي في خطر

هنالك اتفاق عام بين العلماء اليوم على أن تضاؤل الأنواع الحية يضع العالم على شفير انقراضٍ جماعيٍ خطير. فالتعقيد الوافر من الحياة على الأرض إنما هو هش. فقد شبه أحد العلماء الأنواع الفردية بالبراشيم التي على الطائرة. فكلما انحلَّ نافراً إلى الخارج عدد أكبر من البراشيم بدأ عدد أكبر آخر بالانهيار تحت وطأة الاجهاد المتزايد. وإذا كانت هذه المقارنة صحيحة يكون كوكبنا (طائرة) تواجه المتاعب.

تزود العديد من الهيئات القومية والعالمية المهتمة بالتنوع الحيوي معلوماتٍ عن الأنواع المهددة بالانقراض. وتخبر وحدة النباتات المهددة بالانقراض في حدائق كيو Kew، في المملكة المتحدة، عن حوالي 20.000 نوع من النباتات المهددة بالانقراض. وتشير إلى أنه بحلول السنة 2050 سيكون 60.000 نوع من النباتات قد انقرض أو أصبح مهدداً بذلك. وعلى أساس القانون التجريبي المبني على الخبرة العملية الذي يشير إلى وجود 10 إلى 30 نوعاً من الحيوانات مقابل كل نوع من النباتات فإن الانقراض الاجمالي في السنة 2050 سيكون بين 660.000 و 1.860000 نوع حي.

إن الضغط الناتج عن حاجات الانسان المتزايدة إلى الوقود، والطعام، والمسكن، والمنتجات الصناعية هو الذي يحطم الأنظمة البيئية ويقلص عدد الأنواع البرية بشكل لم يسبق له مثيل. ووفقاً لاحدى التقديرات، يستخدم الانسان اليوم، بشكل مباشر أو غير مباشر، 40% تقريباً من شبكة الانتاج الطبيعية الأولية في الارض.

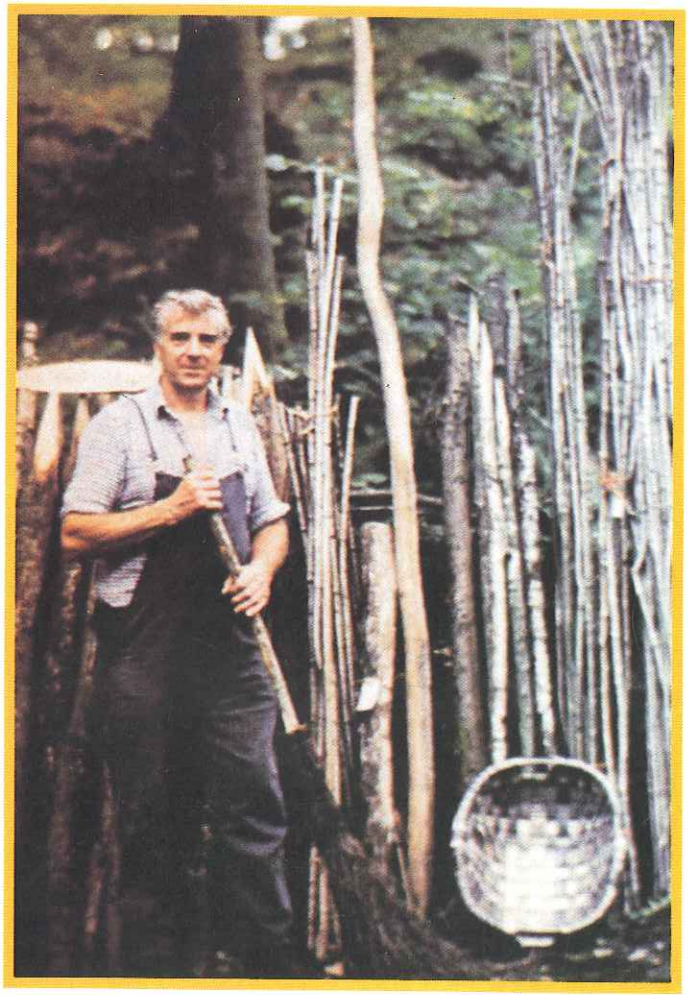
ويعتبر تدمير المواطن الغنية بالحياة، كالغابات المدارية والأراضي الرطبة، الوجه الأكثر سوءاً لنشاط الإنسان. وقد يكون التلوث التهديد الأعظم الثاني للأنواع البرية. وخصوصاً ذاك الذي يهدد ثبات الدورات المناخية والكيميائية الحيوية. كما تتضرر الأنواع الفردية بالاستثمار المفرط والتجارة المزدهرة بها. وتفرض الأساليب الزراعية الحديثة، التي تعتمد على الانتاج الضخم لنوعٍ واحد، ضريبة قاسية على التنوع الحيوي.

وفي الحقيقة، أنه منذ بدأت الثورة الصناعية، منحت التقنيات الحديثة المتطورة الناس سلطةً متزايدةً على الطبيعة ومقدرةً أكبر على التأثير فيها وتغييرها. ولكن هذه التقنيات لم تفعل شيئاً تقريباً للتخفيف من اعتماد الإنسان على التنوع الحيوي. والصناعة هي مثالٌ بارزٌ على الاسهام البارع للتنوع الحيوي.

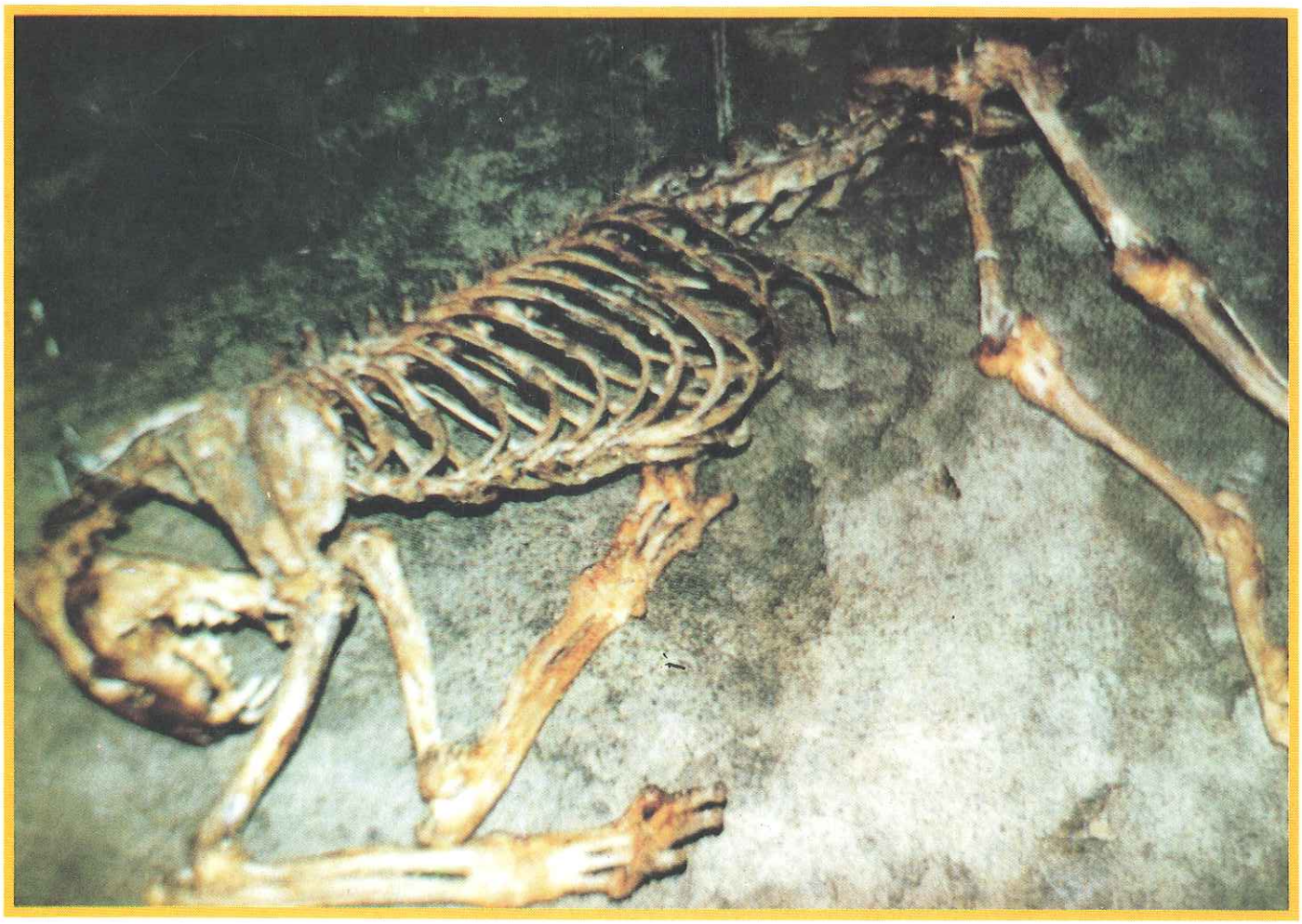
التنوع الحيوي والصناعة الدوائية

منذ أقدم الأزمنة استخدم الإنسان المواد المستخلصة من النباتات والحيوانات فقد استعمل سكان غابات الأمازون أكثر من 1.300 نوع نباتي معظمها لمقاصد طبية وفي القرن الأول بعد الميلاد وضع ويسكو ريدس كتاب Materia Medica الذي تضمن وصفًا لـ 500 نبات. وكان يعتبر مرجعاً في هذا المجال حتى 1.500 سنة لاحقة.

أما أول كتاب أوروبي عن الأعشاب The Saxon Leech Book of Bald فقد كتب في عام 950 ق م. وعند بداية القرن التاسع عشر، ولدت الكيمياء العضوية في أوروبا، والنهضة العلمية التي تلت حلّت أسرار العناصر الفعالة للأعشاب



توجيه الصناعة نحو الاستفادة من الغابات دون تدمير شبكة الحياة



البيور معرضة لخطر الانقراض بسبب الطلب المتزايد على عظامها

الطبية. ومن هناك كانت خطوة قصيرة نحو الصناعة الصيدلانية.

واليوم تستخدم 119 مادة كيميائية مستخلصة من النباتات في كل أنحاء العالم. وبعض هذه المواد شكلت الأساس لـ 25% من كل الأدوية التي صنعتها الولايات المتحدة خلال الـ 25 سنة الأخيرة. وفي الواقع، سجلت المركبات المستخلصة من النباتات مآثر هامة في حقل الصناعة الدوائية.

فقد كان الديوسجينين، وهو نوع من الاستروئيد، من نبات اليام Iyam المكسيكي هو الذي مكن من تصنيع حبوب منع الحمل، الوسيلة الواسعة الانتشار للتحكم في المواليد. كما قدمت العناقية الوردية Rosy Periwinkle الفينكرستين والفينبلاسين اللذين استخدما لصناعة دواءٍ يزيد فرص معالجة ابيضاض الدم عند الاطفال بنسبة تصل إلى 80%.

نعم، أسهمت النباتات في الصناعة الدوائية. ولكن الحيوانات كان لها دورها أيضًا فالديدمنين Didemnin المستخرج من النافثات البحرية Sea Squirts يستخدم في صناعة دواء لمعالجة سلسلة واسعة من الفيروسات، تمتد من الزكام والانفلونزا إلى القوباء والتهاب السحايا. ويصنع من مصل سرطانات نعل الفرس مادة تفيد في عزل الخلايا الخبيثة من دم مريض السرطان. ويصنع من خلاصة البطلينوس Clam دواء يبطئ تطور السرطان.

التنوع والصناعة البتروكيميائية

عندما حصل هنري مورتون، في عام 1877، على 11 غرسة من شجرة المطاط Hevea Brasiliensis من حدائق كيو، وجد أنها تنمو بشكل جيد في سنغافورة في مناخ مشابه لذاك الذي في موطنها البرازيل. وصرف أحد تلاميذه مقداراً كبيراً من الوقت شاغلاً نفسه في تقنيات الانتخاب المختلفة وتجارب التهجين وكسب لنفسه لقب ريدلي «المجنون». ولكن بحلول عام 1896 وضع ريدلي الأساس لاحدى أعظم الإسهامات النباتية في الصناعة في العالم. ورغم إدخال المواد الاصطناعية، يعتبر المطاط بين قمم غلال العالم الصناعية. إنه مصدر رئيسي للقطع الأجنبي لماليزيا، اندونيسيا وتايلاند، وله قيمة سنوية تفوق 700 مليون دولار في السنة للولايات المتحدة فقط.

إن إسهام الأنواع البرية في الصناعة الكيميائية إنما هو هائل حقاً. فقد استخدمت النشويات الطبيعية في صناعة الصابون، والصمغ، ومستحضرات الزينة، وأفلام التصوير، والمتفجرات، والأصبغة، وإطارات السيارات، ومختلف العمليات

الحيود المرجانية .. انظمة بيئية معرضة للخطر

الصناعية الأخرى.

كما استخدمت الدهون والزيوت الطبيعية في مختلف ضروب الصناعة الكيميائية كمستحضرات التجميل، والمواد اللاصقة، والحبر، والمواد المانعة للصدأ ومواد التغطية الأخرى، ومواد التشحيم، ومواد الصقل، والمركبات التي تقي من أشعة الشمس.

كما أن الدفاعات الكيميائية الطبيعية لبعض النباتات المدارية تعد بتطورات جديدة في صناعة المبيدات الحشرية. والعديد من سكان تلك المناطق يعرفون هذه الخواص ويستعلمونها كأدوية. والمركبان اللذان جرى اكتشافهما بهذه الطريقة هما كربونات الميتيل التي تنتج من لوبياء كالابار Physostigma Kenonoson والبيرثوم من زهرة الربيع Chrysan Themum Cinerariaefolium. وفي الواقع هنالك مصادر محتملة عديده للمبيدات الحشرية. على سبيل المثال، ينتج نوع من الـ Caryocar مركباً ساماً للنحل القاطع للأوراق، الحشرة التي تسبب أضرار تقدر بملايين الدولارات سنوياً. والكرمة المعترشة Paullinia Cupana، التي تحوي من الكافيين ثلاثة أضعاف ما في البن، تستخدم لصناعة مبيدات ضد البعوض. كما أنتج مبيدٌ حشريٌ فعال جداً من النملة السوداء الصغيرة من جنس Menomorium. وقد تبين أن الحشرات المعالجة بواسطة هذا المبيد لا تطوّر مناعة فعالة ابداً.

والغابات التي تخزن الطاقة لملايين السنين تزود أيضًا النفط، والفحم الحجري، والغازات الطبيعية للصناعة. فالعالم يستهلك حالياً مخزون عشرة آلاف سنة من الطاقة الشمسية في مورد سنة واحدة من الفحم الحجري فقط. ولكن مصادر الطاقة هذه محدودة ولا يمكن تعويضها لذلك يجرى البحث عن مصادر متجددة للطاقة.

إن إحدى الطرائق المختصرة لتخزين الطاقة الشمسية تتطلب تراكم كميات هائلة من الكتلة الحيوية Biomass بسرعة وبشكل متميز. وهكذا يتركز الاهتمام على النباتات السريعة النمو كالذرة وقصب السكر. وكلها تعتمد على المورثات البرية لتهجينها بكل النوعيات المرغوبة لنباتات المحاصيل. وحاليًا تحصل البرازيل على 28% من حاجاتها للطاقة من مخزون الكتلة الحيوية المتجددة لقصب السكر. وخلال السنوات 1985 - 1976 بلغ التوفير الذي حققته البرازيل من هذه العملية 9 بلايين دولار من القطع الأجنبي كانت ستدفعها لاستيراد البترول.

ويمكن انتاج بدائل البترول بطرائق أخرى أيضًا. فنخلة الزيت هي محصول زراعي رئيس كنخلة جوز الهند ونخلة التمر. والزيت المستخرج منها يستعمل حاليًا لصنع مواد التنظيف والشموع، والعطر، ومستحضرات التجميل، وحتى مواد التشحيم الصناعية. كما استخرج منها حمض الخل كي يستعمل كمختثر في صناعة المطاط. وبينما نخلة Babassu الأمازونية غير المعروفة جيداً يمكن أن تنتج 40 كيلو من الزيت لكل شجرة سنوياً مع مخلفات تستعمل لتغذية الحيوان، فإن التهجين المستقبلي مع النباتات البرية قد يحولها إلى محصول زراعي.

إن الآمال تنعقد الآن في هذا المجال على الجوجوبا Simmondsia Chinensis. فبذورها تحوي حتى 60% من وزنها شمعاً سائلاً، خفيفاً، أصفراً، عديم الرائحة. والنوعية المتماسكة للزيت تكسبه أهميةً كمشحّم للمحرك، ويمكن أن يستعمل أيضاً في مساحيق الزينة والتجميل والصناعات الصيدلانية. ويظهر أنه الزيت الوحيد حالياً الذي يمكن أن يحل محل زيت حوت العنبر. وتنمو هذه الشجيرات في الأراضي نصف الجافة غير المناسبة للمحاصيل الأخرى. وفي عام 1983 كانت تحقق عائد استثمار قدره حوالي 140 ألف دولار للهكتار الواحد.

وحتى الطحالب البحرية التي يعتبرها البعض مصدر الازعاج المربك الذي يفسد لهوهم على الشاطئ، يمكن ان تشكل مصدراً للطاقة. فعن طريق تخمير الأعشاب البحرية السمراء Klep يمكن الحصول على غاز الميثان الذي يستخدم لانتاج الطاقة. ويعتقد الباحثون أن ما يعادل 10 في المائة من حاجة اليابان إلى الطاقة يمكن سده بواسطة حصد الطحالب البحرية التي تتكاثر بوفرة على شواطئها ومعالجتها كما ذكر سابقًا.

التنوع الحيوي والصناعات الأخرى

وهكذا، مع أن القليل من الناس يقدرون إسهامات الأنواع البرية لخيرنا المادي، إلا أننا نعتمد على المنتجات الطبيعية في اللحظة التي ننظف فيها أسناننا صباحاً حتى ندس أنفسنا في الفراش ليلاً. فعدد الغلال البرية التي تخدمنا مدهش حقاً. فالولايات المتحدة، على سبيل المثال، استوردت بين السنتين 1976 و 1980 ما مجموعه 31 منتجاً برياً قيمتها 142 مليون دولار سنوياً لاستخدامها في الصناعة.

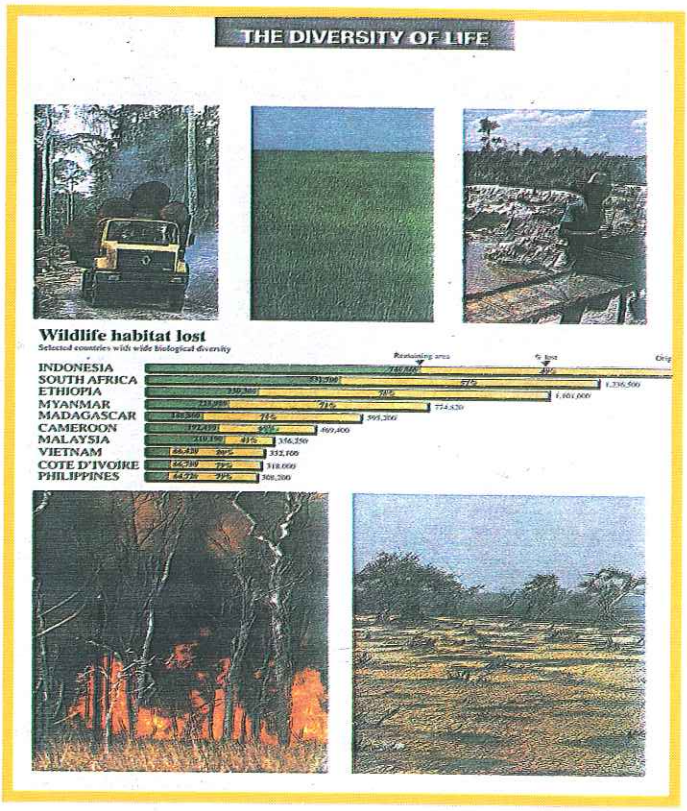
ويعتبر الخشب الإسهام الطبيعي الأعظم في الصناعة. وتقدر التجارة العالمية بالخشب بـ 40 مليون دولار سنوياً. إن الكمية الهائلة من الأخشاب التي تستهلكها الصناعة سنوياً ليست ناتجة عن الأنواع الفردية للأشجار المقطوعة فقط، وبالأحرى فإن الخدمات التي تؤديها الأنظمة البيئية هي التي تبقى التجارة العالمية للخشب الصلب ممكنة. ومع تحويل أنواع متزايدة من الأشجار والشجيرات البرية إلى محاصيل زراعية فان مخزون المورثات البرية سيجري احتياجه لزيادة التكيف والمقدرة على مقاومة الأمراض في أشجار المزارع.

وما يصح في الأشجار التي تزود الخشب ينطبق أيضًا على المحاصيل الزراعية التي تمد الصناعات الأخرى. فالعديد من الأقرباء البريين للقطن ساهمت في تحسين المحصول التجاري. فالأنواع الإفريقية والأمريكية الشمالية منحت المقاومة ضد الحشرات الضارة والأمراض، والسلالات الأسترالية والمكسيكية زادت متانة الخيط.

إن اسهام التنوع الحيوي للصناعات الغذائية لا يمكن إغفاله. على سبيل المثال استعملت المحليات الصناعية كالسكرين وغيره لسنوات في إعداد مختلف أنواع الغذاء المصنع. ولكن متطلبات الأغذية العصرية من العناصر المنخفضة الكولسترول وذات الطعم المستساغ تحققها الطبيعة مرة أخرى. مثلاً Katemfe، الموجود في ساحل العاج، هو على أساس الوزن أحلى من السكر بـ 1.600 مرة. وفي البراغواي، جرت تحلية مشروب المتة الشعبي منذ زمن طويل بأوراق شجيرة Steviare Bandiana والتي هي أحلى من السكر بـ 300 مرة. والعنصر الفعال الموجود في الأوراق يجري استخراجه وتسويقه في اليابان حاليًا. وهنالك نوع آخر مصدره المكسيك، أحلى من السكر بألف مرة، يجرى اختباره الآن لاستعماله في معاجين الأسنان وغسولات الفم.

إن التنوع الحيوي لا يسهم فقط في دوران عجلة الصناعة لكنه يسهم أيضاً في حل مشكلة التلوث الواسعة النطاق التي طرحتها العمليات الصناعية. فالتقنيات الحديثة لإزالة التلوث وتنظيف التربة تركز على دور المتعضيات المجهرية في هذا المجال. فقد تبين أن العديد من السلالات قادر على هضم أجزاء مختلفة من النفط. وعمليات التصالب انتجت سلالات قادرة على هضم كل أجزاء النفط، وسلالات أخرى قادرة على تفكيك مجموعة المواد الكيميائية المعروفة بـ PCBs (البيخينيلات متعددة الكلور).

إن الإسهامات الحالية للتنوع الحيوي في الصناعة هي هائلة حقاً. والإسهامات الإضافية التي تنتظر أن يجرى



صورة توضح معدل فقدان مواطن الحياة السبدية مع مخططات

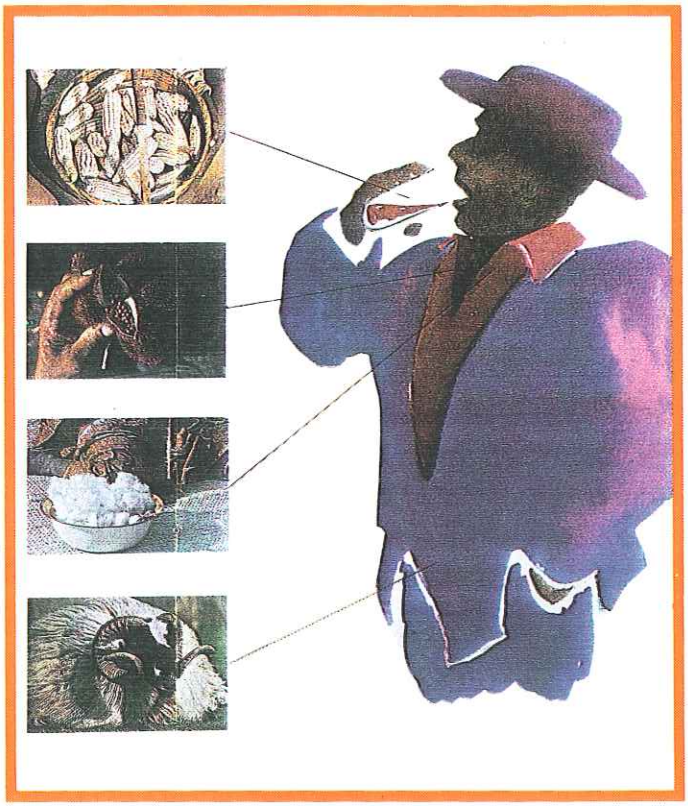
اكتشافها قد تكون أعظم أيضاً. ولكن لا يمكن إدراك الامكانية الكاملة للتنوع الحيوي إلا بضمان بقائه.

الصناعة وحماية التنوع الحيوي

تعزى خسارة التنوع الحيوي إلى عدم العيش بانسجام مع البيئة والاستفادة من موارد الطبيعة بطريقة داعمة للحياة. ولكن تعتقد العديد من الهيئات الدولية المهتمة بالبيئة أن التطوير وحماية الحياة البرية يمكن أن يسيرا جنباً إلى جنب. ويجري بلوغ هذا الهدف عن طريق إدارة الاستعمال البشري للغلاف الحيوي للأرض بحيث يؤدي إلى أعظم فائدة داعمة للأجيال الحاضرة مع المحافظة على تحقيق حاجات وطموحات الأجيال المقبلة.

وانسجاماً مع ذلك، يتطلب الضبط الدقيق لعمليات الاستثمار الحراجي إلزام المؤسسات الصناعية التي تقوم بها أن ترعى مشاريع لتنمية الأنواع الحية. ففي السويد مثلاً، لا تسمح السلطات لمصانع الورق والخشب بالقطع إلا إذا زرعت هذه المصانع من جديد مساحات مساوية لتلك التي ستقطعها. ويمكن أن يجري إلزام المؤسسات الصناعية التي تعتمد على الأنواع البحرية لدعم مشاريع تدرس تلك البيئة وتساعد في نجاة الأنواع الموجودة فيها.

إن اعادة تصنيع المواد المطروحة المنتجة من الأنواع الحية هي أحدى الطرق التي تكتسب أهميةً متزايدة في الحفاظ على التنوع الحيوي. ففي دراسة أجرتها جامعة كاليفورنيا في بيركلي تبين أن استخدام طن من الورق المطروح المعاد تصنيعه ينقذ 17 شجرة من القطع ويوفر 3 أمتار مكعبة من الفسحة اللازمة لردم هذه النفايات، وينتج تلويثاً أقل للماء والهواء.



اعتماد الإنسان على الأنواع البرية

والاجراء الآخر ذو الأهمية الحيوية هو تخفيض التلوث الذي تسببه المصانع إلى الحد الأدنى وذلك عن طريق تطبيق مقاييس بيئية دقيقة على المؤسسات الصناعية بإلزامها بمعالجة نفاياتها السائلة، والصلبة، والغازية قبل طرحها خارجاً. ويمكن أن تفرض على المصانع ضريبة تتناسب مع التلوث الذي تسببه للبيئة.

وتمضي بعض الهيئات خطوةً أبعد بالحث على إصدار تشريعات تشجع على تطبيق التقنيات النظيفة في مختلف فروع الصناعة، إن أمكن ذلك. والتقنيات النظيفة هي أساليب يتجنب فيها طرح المواد الملوثة للبيئة والتي تكون في الغالب ذات أهمية اقتصادية. ولا يجري إنجاز التقنيات النظيفة بمجرد معرفة جيدة لطرق ازالة التلوث ولكن أيضاً بمعرفة أساليب التصنيع الصحيحة المتبعة في المعامل. وإحدى هذه التقنيات الوثيقة الصلة بحماية الأنواع الحية هي تقنية الاسترجاع.

وتقنية الاسترجاع هي فصل العناصر أو المواد عن الفضلات من أجل إعادة استعمال هذه العناصر أو المواد في حلقات وخطوط التصنيع.

ففي فرنسا، على سبيل المثال، تنتج صناعة استثمار الأخشاب 15 مليون طن من الفضلات سنوياً. وتنتج مصانع الورق فضلات تقدر بمليوني طن سنوياً. إن استرجاع العناصر المفيدة من هذه الفضلات وإعادتها إلى خط الانتاج يمكن أن يخفف من الضغط على الغابات، بالإضافه إلى أنه يستهلك كميةً أقل من الطاقة التي تزودها الغابات أيضاً.

وفي الواقع، سواءً كان المرء من أنصار المحافظة على الموارد الطبيعية أم لا فما لا يمكن إنكاره هو أن الشبح الذي يرفرف فوق الحياة البرية يلقي ظلالاً على كل الأرض وفي النهاية، يهدد جميع الأنواع، بما فيها الجنس البشري.

وكما قيل، نحن لم نحبك شبكة الحياة، بل نحن مجرد خيط فيها، وكل ما نفعله بالشبكة إنما نفعله بأنفسنا.

وإسهامات التنوع الحيوي في عمليات التصنيع هي مثال بارز على ذلك، ولكي تبقى عجلة الصناعة دائرة، يجب أن يتعلم الإنسان أن يتعايش مع شبكة الحياة على الأرض ويستعملها بشكل حكيم.

المراجع

1 - The Diversity of Life, World Wide Life For Nature, 1993.

2 - The Importance of Biological Diversity, World Wide Life For Nature, 1989.

3 - The Outlook For New Agricultural and Industrial products From The Tropics, M.J. Poltkin, 1988.

4 - Economics and Biological Diversity, J.A. McNeely, 1988.

■■

الخلايا الشمسية
SOLAR CELLS

بقلم: أ.د. محمد حامد

ملخص ABSTRACT

□ تعرض المقالة تصنيفين مختلفين لأنواع الخلايا الشمسية المستخدمة في انتاج الطاقة الكهربائية من الاشعة الشمسية. توضح الدراسة التركيب التقني لهذه الخلايا وشرحاً لمزاياها وخصائصها الكهربائية بالاضافة إلى مدى تأثير درجات الحرارة على التشغيل ومستوى الأداء الفني لها. يقدم العمل بياناً ببعض التطبيقات العملية الفعلية ومدى امكانيات استغلال الخلايا الشمسية سواء على سطح الكرة الأرضية أو في الفضاء في الوقت الراهن أو حتى في المستقبل القريب أو البعيد.

كلمات فاتحة Key Words

الطاقة – خلاياشمسية – سيليكون – أنواع –خواص – كهربائية – تطبيقات.

Solar Cells - Characteristics - Silicon - types - Electrical - applications - Energy - Photo.

مقدمة

إن الطاقة الجديدة والمتجددة هي الطاقة اللانهائية والتي لا تغني ولكنها قد تضيع هباءً إذا ما وقف الإنسان متفرجاً عليها دون اللجوء الى ايجاد واستنباط الطرق المختلفة لا ستغلالها بصورة مثلى وخصوصاً وأنها تتنوع بمفهوم الإنسان حالياً من ضارة كالسيول والفيضانات ،الزلازل والبراكين إلى مفيدة كالشمس والرياح والأمطار والمد والجزر مما يدعونا إلى التركيز على دراسة امكانيات وكيفية استخدامها حتى أصبح واجباً علينا التعرف على أهم ملامح أنواعها المختلفةكي نتمكن من السيطرة عليها.

كما أنه من المعروف جيداً أن الشمس تعتبر المصدر الرئيسي والأساسي لجميع أنواع الطاقة الأخرى والموجودة على سطح الأرض كما يعتبرها الكثيرون هامة نتيجة المميز الأولي لها والذي يسمى الأشعة الشمسية Solar Spectru.

وجدير بالذكر أن معامل كتلة الهواء Air mass من أهم المعاملات التقنية المعبرة عن امكانية استغلال أشعة الشمس على سطح الأرض وهذا المعامل يعتمد في الدرجة الأولى على كمية الأشعة الشمسية التي تصل إلى الأرض من خلال الهواء الموجود بعمق الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية حيث يكون الموقع المعد لإستغلالها. أما وصول هذه الأشعة التي تصل إلى سطح الأرض والأشعة الكونية تسمى الكتلة الصفرية للهواء Zero Air Mass ويعبر عنها بإختصار بالرمز AMO.

إن الطاقة الشمسية هائلة لا تنقطع بالزمان بينما إذا ما انقطعت عن مكان ما على وجه الأرض فنراها قد ظهرت في أماكن أخرى علاوة على أن حجب الشمس عن سطح الأرض عن طريق السحب الكثيفة والمتوسطة والغيوم الشاملة في بعض أوقات السنة أحد فصول السنة فنجد زاوية سقوط الأشعة Declination Angle على سطح الأرض في منتصف النهار تتغير على مدار السنة من 23.45 درجة في 21 يونيو إلى 23.45 درجة في 21 ديسمبر من كل عام بينما نجدها صفر في 31 مارس و21 سبتمبر في كل سنة. وبالرغم من ذلك فمن الممكن الاستفادة من أشعة الشمس مستقبلا طبقا للدراسات المستقبلية فوق هذه السحب إن أمكن على غرار المرايا التي اطلقتها أوروبا في الفضاء لإضاءة الأرض في الليل عام 1993 وهذا ما نتمناه من الله سبحانه وتعالى بأن ينعم علينا بالعلم

أ.د. محمد محمد حامد

– دكتوراه من معهد الطاقة – موسكو 1978.

– أستاذ في جامعة قناة السويس – كلية الهندسة بورسعيد.

– عضو اللجنة العلمية لترقية الأساتذة – المجلس الأعلى للجامعات – القاهرة.

<< للوصول إلى هذه الإمكانيات.

كما نجد أن الطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض من مسافة 149.6 ميغا كيلومتر تقدر بنحو 150 الف مليون ميغاواط تتوزع وتتحول إلي مختلف الأشكال والأنواع. وبالرغم من انتشار هذه الطاقة الهائلة على مساحة الكرة الأرضية بالكامل سواء في أوقات اليوم أو فصول السنة أو على مدار السنة بل يصل الحال إلى التغير الشديد على مدار اليوم الواحد مما يعد من المعوقات الرئيسية نحو حسن إستغلالها. بالإضافة إلى ما سبق نجد أن زاوية الظل الخيمية Tilt Angle لأشعة الشمس الساقطة على الأرض والمناسبة لأقصى استغلال تكون بأفضل قيمة عملياً في المنطقة العربية وتقرب من 30 درجة مما يتيح الفرصة للدول العربية من اغتنام النعمة التي أنعم بها الله علينا.

الطاقة الضوئية

إن استغلال الطاقة الشمسية بصورة مباشرة عن طريق استخدام المرايا العاكسة لأشعة الشمس تعتبر من أفضل وأرخص السبل الممكنة والسهلة للإستفادة من الطاقة الشمسية سواء كان ذلك بغرض إنارة الأماكن المظلمة نهاراً مثل المناجم والأنفاق وغيرها أو بإضاءة الأرض ليلاً على وجه العموم مثلما فعلت أوروبا عام 1993. وبالرغم من فشل المحاولة الأولى لإضاءة الأرض إلا أنه من المؤكد أن الأسلوب سوف ينجح في القريب العاجل. كما أن الإستخدام الضوئي لأشعة الشمس سوف يتيح الفرصة من أجل تقليل النفقات اللازمة لإنارة الأماكن المظلمة بالإضافة إلى الميزة غير المباشرة وهي انخفاض الطاقة المطلوبة لتدفئة هذه الأماكن نتيجة دخول الأشعة الشمسية إليها مما يعود علينا بالخير للإستخدمات الأخرى.

إن التأثير المباشر للطاقة الشمسية سواء كان بإستخدامها للإضاءة مباشرة أوغيرذلك فإنه ولابد من وأن ينتج تأثير حراري بجانب الطاقة المطلوبة ولذلك فإنه من الهام اللجوء إلى دراسة التأثيرات الحرارية للطاقة الشمسية. ويمكن استخدام الطاقة الشمسية مباشرة من خلال الخلايا الشمسية في عدة مجالات وخصوصاً تلك التي لا تحتاج إلى كميات كبيرة من الطاقة كما أنها تستخدم لدرجات الحرارة المنخفضة حيث يتم التقاط الطاقة الحرارية للشمس من خلال ألواح مسطحة ذات خلفية سوداء لإمتصاص هذه الطاقة ويثبت إلى هذا السطح العديد من المواسير المتصلة مباشرة بخزان أوخزانات كبيرة معزولة حرارياً عن المحيط الخارجي كي تستطيع هذه الخزانات الاحتفاظ بالطاقة الحرارية دون فقدها. وبهذا الأسلوب يستطيع الإنسان استخدام المياه الساخنة والموجودة في الخزانات مما يوفر الطاقة اللازمة لهذا التسخين.

على الجانب الأخر نجد أن هذا الأسلوب لتسخين المياه يمكن الإستفادة منه في أعمال استصلاح الأراضي كما أنه من الممكن استخدام الطاقة الشمسية مباشرة أو بالإستفادة من طاقة الرياح لرفع المياه الجوفية لإستخدامها في الري سواء بالرفع المباشر أو بالرفع إلى خزانات مياه عالية حوالي 26-29 متراً لإستخدامها عند اللزوم في الري عموماً وفي ري الأراضي المستصلحة على وجه الخصوص.

وجدير بالذكر أن التصميم المعماري الحديث لابد وأن يوجه إلى الإستفادة والإستغلال الأمثل للطاقة الشمسية بغرض الإقتصاد والتوفير في نفقات التدفئة المستهلكة للطاقة الكهربائية أو غيرها من الطاقات حيث أن الفن المعماري الحديث يعتبر من الفنون الرفيعة التي ظهرت في السبعينات حيث يتطلب التصميم المعماري الحديث دراسة واستغلال المناخ الشمسي والحراري للمنزل المراد انشاؤه حتى يتمكن السكان من الإستمتاع بالإستفادة القصوى من الطاقة الشمسية الطبيعية والتي تفوق الطاقات الأخرى والتي تكون متوفرة.

كما أننا نجد استغلال الطاقة الشمسية لتسخين المنزل بصورة مباشرة فإننا نرى أيضاً ضرورة التغلب على وهج الصيف من خلال أغطية ومظلات متحركة حيث تتميز مثل هذه البنايات بالنوافذ الكبيرة الواسعة مع الأسقف المتحركة وقد أطلق المهندسون المعماريون على هذا النوع من الأبنية أسم البيت الشمسي كما يجب أن نضيف أن هذا النوع من أنسب الأنواع الملائمة لمنطقة الجزيرة العربية حيث ترتفع قيمة ثابت الطاقة Solar Constant وهو يمثل معدل سقوط أشعة الشمس على وحدة المساحة المسطحة ويتراوح بين 1377 واط لكل متر مربع عند AMO بالمناطق المسطحة مثل الخليج العربي وصحراء شمال أفريقيا بينما تنخفض في المناطق الأرضية الدائرية عند AMI إلى 1000 واط لكل متر مربع.

إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية

من المعروف أن الطاقة يمكن تحويلها من أي من صورها إلى الأخرى وحيث أن الطاقة الشمسية ما هي إلا واحدة من هذه الصور فنجد بالتالي إمكانية لتحويلها إلى طاقة كهربائية إما مباشرة أو بالأسلوب غير المباشر أما بالنسبة للأسلوب المباشر لإنتاج الطاقة الكهربائية من خلال الأشعة الشمسية فيستخدم أنظمة تركيز CONCENTRATOR Systems مثل "برج القوى" بمصاحبة النظم الضوئية OPTICAL Systems اللازمة.

ويمكن تحويل الطاقة الضوئية إلى كهربائية من خلال استخدام الخلايا الشمسية عن طريق عرضها للأشعة الشمسية حتى تخرج الطاقة الكهربائية. وعلى الرغم من أن هذه الإمكانية متاحة إلا أن القدرة التحويلية عن طريق استخدام الخلايا الشمسية مازالت بقيم صغيرة بسبب تصنيع الخلايا الضوئية من أشباه الموصلات حيث تكون كفاءة

التحويل في حدود 20% من قيمة الطاقة الساقطة عليها.

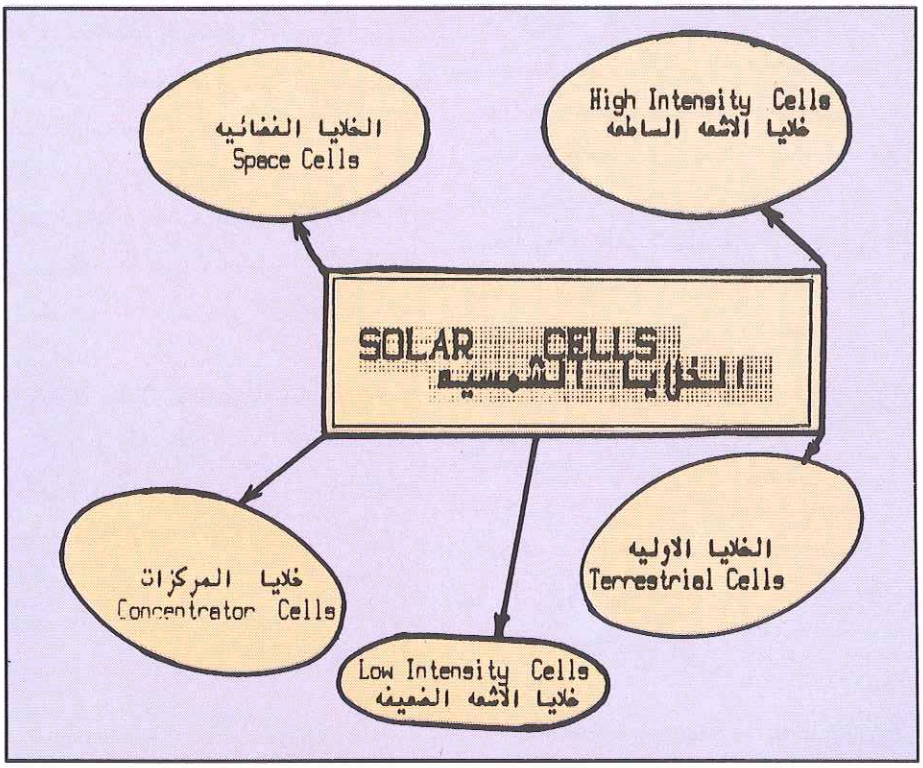
كما أن الأحجام الهندسية للخلايا الضوئية تتباين في نطاق واسع بين 1 و 100 مم أو ما يعادلها من الأشكال الأخرى وخصوصاً وأن الخلايا الشمسية تصنع في أشكال هندسية متنوعة مثل المربع والمستطيل والدائرة وغير ذلك بحيث يؤخذ العامل الإقتصادي للتكلفة في الإعتبار عند اختيار الشكل المطلوب.

وحيث أن الخلية الضوئية تصنع من أشباه الموصلات فتكون التكلفة التصنيعية عالية مما يلزمنا بأن تكون الأشكال دقيقة بقدر الإمكان وخصوصاً وأنه حتى الآن مازالت حدود السمك حول 0.2 - 0.4 مم.

الخلايا الشمسية SOLAR CELLS

يطلق على الخلايا الشمسية مسميات عديدة منها على سبيل المثال اسم خلايا الضوء الشمسية Solar Photovoltaics نسبة إلى استخدامها كمولد للطاقة داخل المحطات الفوتوفولطية Photovoltaic Stations كما يمكن تسميتها باسم الخلايا الفوتوفولطية Photovoltaic Cells حيث أنها تقوم بتحويل الأشعة الشمسية إلى طاقة كهربائية من خلال الظاهرة المعروفة باسم الأثر الفوتوفولطي Photovoltaic Effect ويحدث ذلك نتيجة سقوط الأشعة الشمسية على أشباه الموصلات المعينة مثل السيليكون وكبريتيد الكاديوم والجاليوم ارسينيد فتقوم الذرات داخل هذه المواد بإمتصاص الأشعة الضوئية مسببة انطلاقا للإلكترونات فيها إلى أن تتجمع على السطح حيث توجد شبكات تلامس Contact Grids أمام وخلف الخلية فتقوم بإستكمال الدائرة الكهربائية كي تسمح بمرور الإلكترونات الحرة في الدائرة مكونة ما هو معروف بالتيار الكهربائي Electric Current . وجدير بالذكر أن أول خلية شمسية ذات أهمية فعلية قد صنعت في عام 1950م ثم تلاها انتشاراً واسعاً من أجل إمداد الأماكن النائية وسفن الفضاء بالطاقة اللازمة.

كما أنه من الهام ايضاح إن استخدام الخلايا الشمسية في سفن ومركبات الفضاء وحتى الآن من أجل توليد الطاقة الكهربائية يتم بكفاءة عالية حيث يكون التوفير في الوزن غرضاً أساسياً من أجل إنجاح رحلات الفضاء من جهة أما من الناحية الأخرى نجد استخدامها محدود في بعض التطبيقات الصغيرة في المناطق النائية على وجه الخصوص كما نراها في بعض التطبيقات الموجهة عن بعد مثل محطات الراديو والأرصاد الجوية والعوامات الطافية Byous في المحيطات حيث تكون الإنشاءات الخاصة بالتغذية باهظة التكاليف كما سنرى مستقبلاً انتشاراً في الاستخدام المنزلي وفي المحلات التجارية على نطاق واسع.



(شكل - 1) تصنيف الخلايا الشمسية

تصنيف الخلايا الشمسية:

يمكن تقسيم الخلايا الشمسية طبقاً لطريقة الإستخدام على النحو المبين في (شكل - 1) إلى خمسة أنواع يتم شرحها كما يلي :

1- الخلايا الأرضية Terrestrial Cells

إن هذا النوع يعتبر النوع البدائي للخلايا الشمسية حيث تقل تكلفة إنتاج الكيلوواط كما أنها تقابل الطيف الإشعاعي بصورة ملائمة للموجات الطويلة.

2- الخلايا الفضائية Space Cells

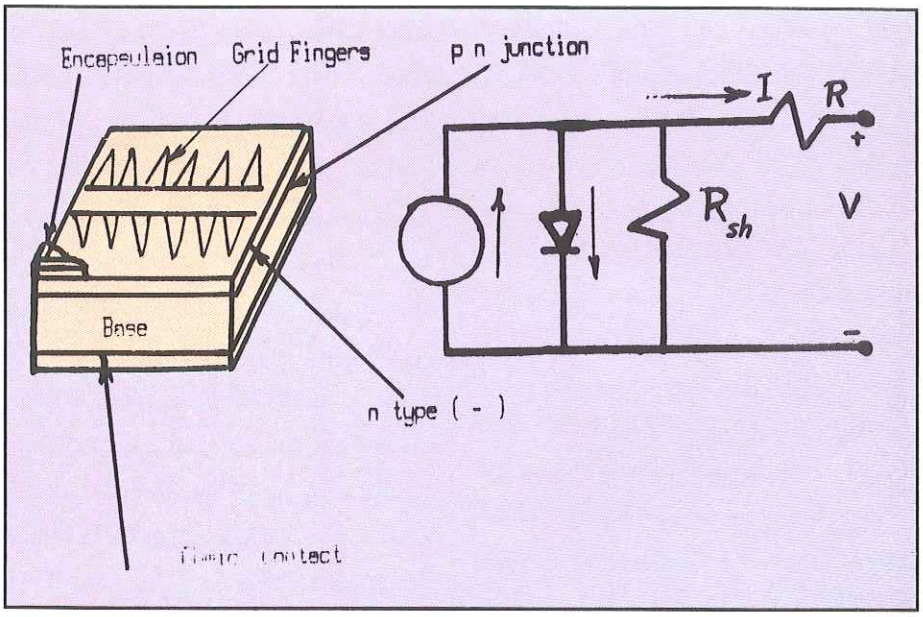
وهي الخلايا التي تستطيع مواجهة الحدود القصوى لدرجات الحرارة العاملة بجانب التأثيرات المختلفة للبيئة وهي بذلك تعتبر من الخلايا القادرة على التعامل مع الظروف المناخية القاسية.

3- خلايا الأشعة القليلة Low Intensity Cells

هذه الخلايا تتعامل مع المستوى المنخفض لشدة الضوء لإنتاج الطاقة الكهربائية.

4- خلايا الأشعة الساطعة High Intensity Cells

وهي الخلايا الخاصة بإستقبال الأشعاع الشمسي والذي ولابد وأن يصاحبه ارتفاعاً في درجة الحرارة



(شكل – 2) تقنيات الخلايا الشمسية

الناتجة من الأشعة الشمسية المباشرة.

5- خلايا المركزات conentrator Cells

وهي قريبة الشبه من خلايا الأشعة الساطعة حيث يتم استقبال الأشعة الشمسية من خلال مركزات ضوئية لأشعة الشمس من أجل رفع كفاءة استخدام الخلايا الشمسية خصوصاً وأنها تعتمد على التأثير الضوئي المنتج للفولط.

إن مؤدى هذه الظاهرة أن الضوء (أو حتى الأشعة المسببة للضوء) حين تسقط على بعض المواد الحساسة تسبب انطلاقا للإلكترونات الحرة مما يسبب مرور تيار كهربائي وكان أول من أكتشف هذه الظاهرة عامل تلغراف أمريكي يدعى سميث في عام 1873م حين لاحظ أنه عند سقوط أشعة الشمس على معدن السيلينيوم في جهاز قياس المقاومة كانت تتغير قيمة التيار الكهربائي في دائرة الجهاز تغيراً ملحوظاً ثم تلاه بعد ذلك العالم الألماني هيرتز في عام 1887م حيث لاحظ أن سقوط الأشعة فوق النفسجية على قطبي شرارة كهربائية قد سهل من حدوث الشرارة وقد فتحت هذه الإكتشافات آفاقا فسيحة أمام الأستخدام الواسع النطاق للخلايا الشمسية.

التركيب التقني للخلايا الشمسية

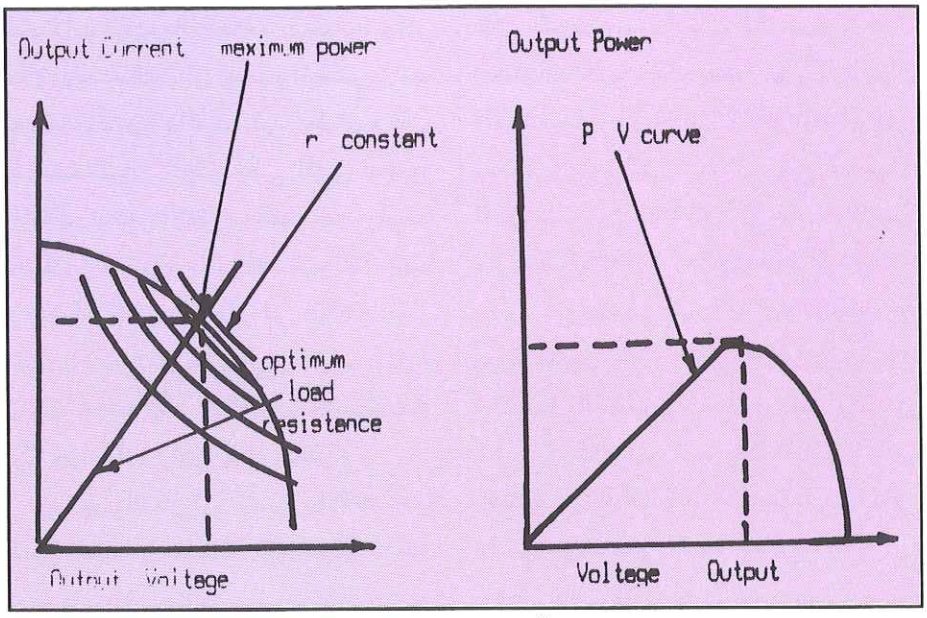
تتكون الخلية الشمسية من شريحتين رقيقتين أساسيتين من مواد خاصة سواء كانت بلورية أو غير بلورية التكوين وتعرف بأنها مادة من أشباه الموصلات ذلك لأن درجة توصيلها للكهرباء أقل من تلك الخاصة بالمعادن وأعلى من تلك الخاصة بالعازلات.

نأخذ مثلا الخلية الضوئية الشكل المستطيل المسطح كما هو مبين في (شكل – 2) حيث نرى منه احدى الصور المحددة للوصلة p - n junction وفي (شكل – 2) نجد أن شبه الموصل من النوع n - type (مادة السيليكون وازيلت منها بعض الذرات وتم احلال ذرات الفوسفور بدلا منها) أسفل الطبقة العلوية المغطية للخلية والمسماة Encapsulation ويظهر تحتها طبقة من الطلاء العاكس Reflection Coating وذلك للتقليل من انعكاس الأشعة الضوئية حتى ينخفض الفاقد من الأشعة الساقطة كما نجد أن شبه الموصل من النوع p - type حيث يتكون من مادة السيليكون الذي أزيلت منها بعض الذرات لتحل محلها ذرات البورن وعادة ما يكون سمكها حوالي 0.4م ثم يتواجد أسفل طبقة شبه الموصل n - type مكونا سطح تلامس بينهما والذي يسمى p -n junction وبالإضافة إلى ذلك نرى في (شكل – 2) أطراف الشبكة الكهربائية فوق السطح وهي التي يتم انتشارها في شكل الأصابع Finger Form حتى تسمح للضوء بالوصول إلى هذه المنطقة بينما نجد أن القاعدة تعطي سطح المقاومة وهي تمثل نقطة الإتصال الموجب للخلية Positive Point.

وجدير بالذكر أن الأنواع الحديثة من الخلايا الشمسية (شكل – 2) يتم تصنيفها بواسطة البلورات الفردية singular Crystal للنوع شبه الموصل السليكوني p - type بأشكال رقيقة حيث ساعد على ذلك التطور والنمو التكنولوجي في مجال تصنيعها. أما بالنسبة للنوع الآخر من شبه الموصلات n - type فيتم انتشاره فيها تحت درجات الحرارة العالية من خلال السطح حتى تنشأ الوصلة الكهربائية المعروفة p - n رقيقة بدقة بالغة تصل إلى 0.5 ميكرومتر وهذا ما يميزها والذي يتم تعريفه بالمساحة الحساسة الفعالة Light Sensitive Area في الخلية.

كما أنه على الجانب الآخر يمكن التعبير عن الخلية الشمسية بهذا الشكل في صورة دائرة كهربائية مكافئة طبقا للتركيب والتصنيع كما هو واضح من (شكل – 2). إن دراسة هذه الدائرة يعتبر ذو أهمية قصوى حيث يمكن ايجاد القيمة الحقيقية للطاقة المستغلة وكذلك القدرة المتاحة كحد أقصى للأحمال من أجل الإستفادة من الطاقة الشمسية.

عند سقوط الأشعة الشمسية على سطح الخلية تقوم الطاقة الشمسية بطرد بعض الإلكترونات من الشريحة الموجبة مما يحدث خلفها فراغات وتنطلق هذه الالكترونات النشطة الحرة عبر سطح التلامس متجهة إلى الشريحة السالبة ومنه من خلال سلك التوصيل إلى الحمل حيث يؤدي التيار الناتج الشغل المطلوب منه ثم يعود مرة أخرى إلى الفراغات التي سببتها مما يتضح معه ثبوت التيار



(شكل - 3) الخصائص الكهربائية للخلايا

الكهربائي المار بأجزاء الخلية.

الخصائص الكهربائية

إن الخصائص الكهربائية للخلية الشمسية تعتمد من الدرجة الأولى على منحنى الجهد/التيار V - I Curve حيث يكون الأساس الأولي للإستفادة من الخلية الشمسية نتيجة سقوط الأشعة الشمسية عليها تحت الظروف المختلفة.

بالإضافة إلى ماذكر فإن (شكل - 3) يعطي العلاقة المباشرة بين الجهد والتيار الخارجيين من الخلية الشمسية نتيجة سقوط الأشعة الشمسية عليها تحت الظروف المختلفة.

كما يوضح (شكل - 3) العلاقة بين الجهد والقدرة الناتجة من الخلية حيث يتم وضع المواصفات الخاصة به طبقا لهذه القدرة ولذلك فقد تم تحويل التيار الى قدرة للمساعدة في ذلك.

وعلى الرغم من أن الخلايا الشمسية متاحة منذ سنوات مضت إلا أن تكلفتها العالية تعتبر سبباً للحد من انتشارها. ومما لا شك فيه أن العامل الإقتصادي يعتبر أساساً للإستخدام وأن تخفيضها يضع هذه الخلايا في مكانها المناسب لتوليد الطاقة الكهربائية وخصوصاً وأنها تنتج بذلك تيارا كهربائياً من النوع المستمر Direct Current عند تعرضها للأشعة الشمسية مع التأكيد على أن هذا التيار يزداد مع الضوء الأكثر اشراقاً. كما أن الخلايا الشمسية لا تستطيع تخزين الطاقة الكهربائية الناتجة إلا أنه يمكن استخدام الوسائل المناسبة لإستغلالها أو تخزينها لإعادة استخدامها في أوقات أخرى تحتاج إلى مثل هذه الطاقة.

أما بالنسبة لتقدير قيمة التيار الكهربائي الناتج من الخلية الشمسية I كما هو موضح في (شكل - 2) اعتماداً على قيمة التيار المار في الموحد Io وجهد الخروج من الخلية وتيار الحمل I (L) فيمكن أن يستنتج من المعادلة الرياضية:

$$I = I(L) - Io(\exp(eV/KT)) - V/Rsh$$

حيث تكون المقاومة Rsh موصلة على التوازي كما هو موضح في الرسم بينما e يمثل شحنة الالكترون ودرجة الحرارة المطلقة T بينما K هو ثابت بولتزمان.

وجدير بالذكر أن الخلية الشمسية الواحدة تعطي جهداً كهربائياً بما يتراوح بين 0.4 و 0.5 فولط بصرف النظر عن حجم أو مساحة الخلية كما أن التيار الكهربائي الناتج من الخلية يتناسب طردياً مع مساحة الخلية بصورة مباشرة. ولذلك من أجل الحصول على جهد كهربائي عالي فلابد من توصيل عدد متناسب من الخلايا الشمسية على التوالي إلى أن يتحقق الوصول إلى الجهد المنشود إما لتحديد التيار المطلوب فيجب توصيل الخلايا على التوازي.

وبناءً على ماسبق ذكره نجد أنه مع الصفات الأساسية للخلايا الشمسية فإنه يجب توصيلها في أشكال نمطية ذات مواصفات محددة وعملية تقبل الإستخدام الفعلي بحيث تعطي الخروج الكهربائي في حدود 18-15 فولط وتيار يتراوح بين 2 إلى 3 أمبير وبذلك تكون ذات نفع لشحن البطاريات مثلا ويزيد من هذه الأهمية أن الخلايا الشمسية طويلة الأجل ولاتحتاج إلى وقود.

ولنا هنا وقفة حيث نجد أن الكفاءة النظرية للخلية الشمسية في تحويل الطاقة الشمسية الساقطة عليها إلى طاقة كهربائية صغيرة لا تتعدى 25% أما من الناحية العملية نجد أن هذه القيمة تنخفض إلى 14% في أحسن الأحوال.

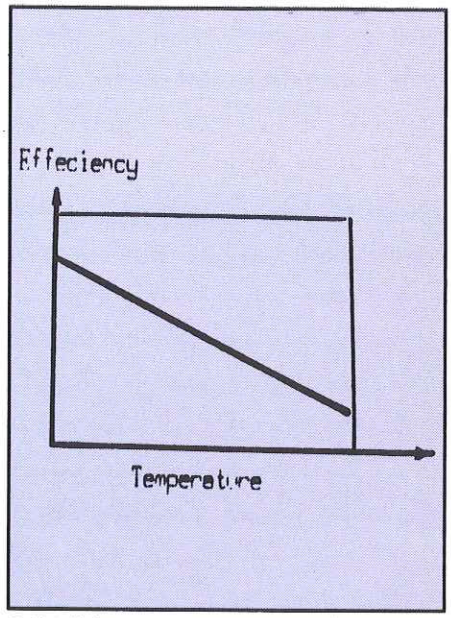
على الجانب الأخر ونتيجة لدقة التصنيع وارتفاع تكلفة إنتاج هذه الخلايا نجد أن استخدامها حتى وقتنا الحالي يتم في حدود غير واسعة للأسباب الإقتصادية بالنسبة للفضاء. ويرجع ارتفاع تكلفة الإنتاج إلى طرق التصنيع حيث أنها تكاد تكون يدوية علاوة على أن التكلفة تشمل أيضاً ثمن الخلية بالإضافة إلى المعدات اللازمة سواء للتحكم أوالتخزين و التحويل. أما الخصائص الكهربائية فيمكن حصرها في النقاط التالية :

1- تيار القصر

وهو التيار الذي يظهر في حالة وصل طرفي الخروج للخلية بحيث يتلاشى جهد الخروج Zero Terminal Voltage ويعتبر أقصى قيمة للتيار الممكن مروره بالخلية مما يستوجب وضع الإعتبارات الفنية لحماية الخلية في هذه الحالات.

2- القدرة القصوى

وهي ما تسمى أيضاً باسم القدرة المثلى الخارجة Optimum Power Output محدداً عند القيمة القصوى للقدرة Maximum Power كما هو مبين في (شكل - 3).



(شكل - 4) تاثير درجة الحرارة على كفائة الخلية

3- جهد اللاحمل

تلك هي قيمة جهد الخروج عند عدم تحميل الخلية بأي من الأحمال أي عندما يكون الخارج صفراً وهذه الصفة من الأهمية البالغة للحفاظ على إطالة عمر الخلية وتقنين مكوناتها لتلائم ظروف التشغيل.

4- منحنى الحمل / القدرة

إن الثابت من المميزات المحددة لمدى امكانية الإستفادة من الخلايا الشمسية هو تشغيلها المستمر طوال فترات التواجد الضوئي المناسب.

5- درجة حرارة التشغيل

إن درجة الحرارة من أهم المعاملات التي تؤثر بشكل كبير في تشغيل وكفاءة استخدام الخلايا الشمسية مما يسبب زيادة ملحوظة في قيمة تيار القصر وبالتالي تؤدي إلى تقليل جهد الخروج والذي يقل معه قيمة القدرة الفعلية الخارجة من الخلية ذاتها كما هو موجود في (شكل - 4). وبذلك يتضح أن الخلايا الشمسية تتصف بصفات عامة مما يمكننا من ايجازها في ثلاث نقاط هي :

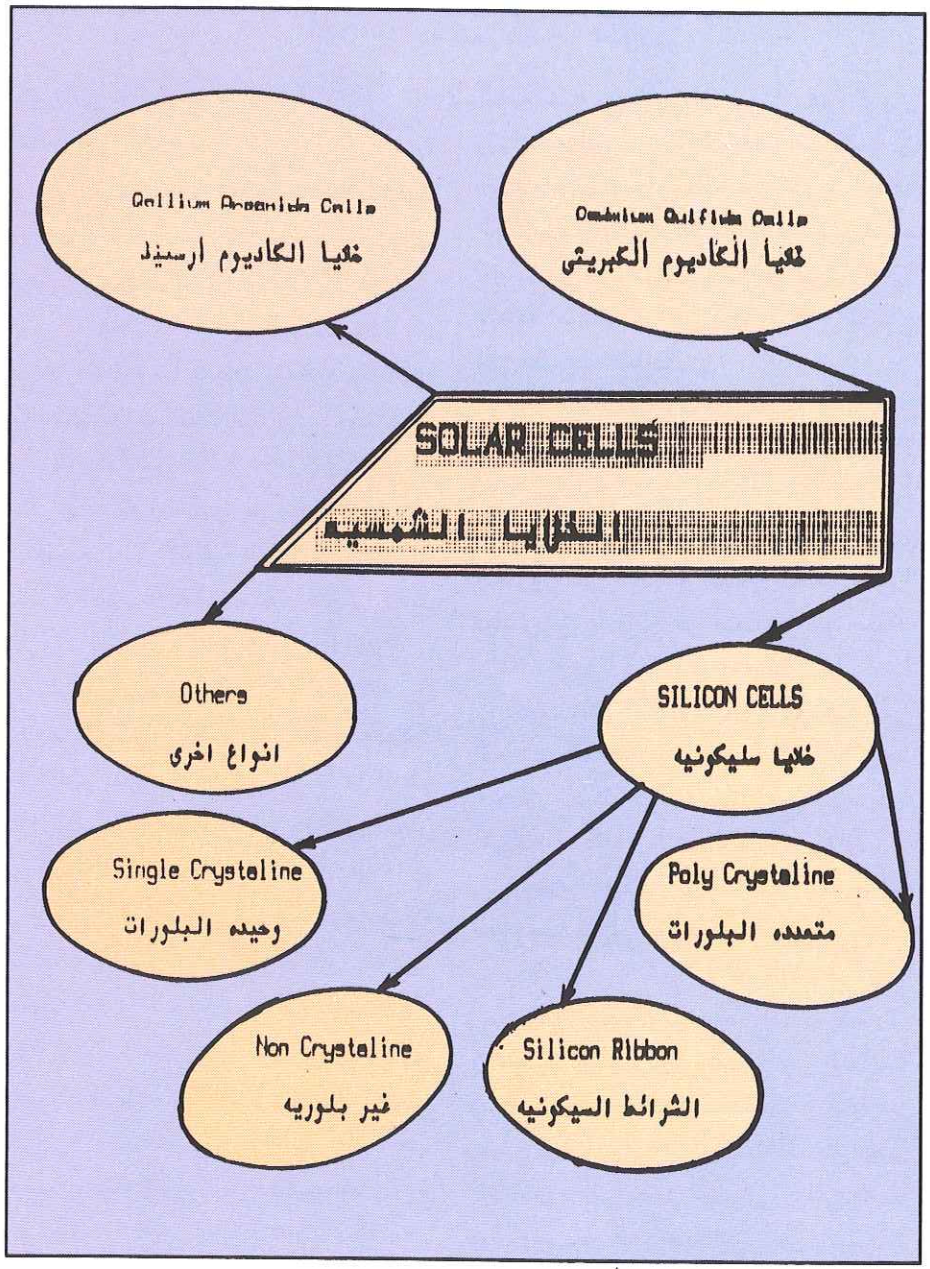
1- انخفاض كثافة القدرة المنتجة لوحدة المساحات.

2- غير سهلة للسيطرة والتحكم.

3- غير متزنة من حيث النوعية.

لهذه الصفات فلقد تأخر استخدام الخلايا الشمسية في توليد الطاقة لتغذية الشبكات الكهربائية بكميات كبيرة وعلى نطاق واسع كما أن جميع المشترين لها يعتمدون دائماً في نظرتهم على اقتصاديات الوفر على المدى الطويل والمتوقع لتطور الإنتاج والتصنيع. وأيضاً نجد أن التوسع في استخدامها وتعميمها يتضمن الوفر في الطاقة خلال العمر الإفتراضي للنظام وحساب المعدل العائد Rate of Return على الإستثمار من أجل زيادة رأس المال المدفوع.

وجدير بالذكر أن الأسس الاقتصادية لكبار المنتفعين بالطاقة الشمسية تعتمد على اقتصاديات القدرة Power Economics حيث يتكلفون الأموال المتناسبة مع Demand Charge والتي يسددونها إلى جهات بيع التيار الكهربائي من الشبكة وهو عادة يتناسب مع أحمال الذروة مما يدفعهم إلى وضع حمل الذروة على الخلايا الشمسية مما يعود عليهم بالوفر المالي المقابل لتخفيض الأحمال القصوى والمطلوب شراؤها من شركات الكهرباء. كما يمكننا أيضاً الآن تقسيم أنواع الخلايا الشمسية بناءً على ما تم شرحه على النحو التالي.



(شكل - 5) التنويع الثاني للخلايا الشمسية

التقسيم التقني للتركيب

نشطت صناعة الخلايا الشمسية منذ عام 1973م حيث ظهر العدد من التقنيات في هذا المجال بجانب تطور وتقدم ملحوظ خلال الفترة القصيرة الماضية من جانب الإنتاج التجاري حيث نشأت أربعة شركات فقط لهذا الإنتاج في الولايات المتحدة الأمريكية لتصنيع اللوحات الشمسية Solar Panels وذلك من خلال التمويل المتبقي من المشروعات الفضائية. وبالنظر إلى (شكل - 1) نجد أنه قد تم تصنيف الخلايا الشمسية إلى خمسة أنواع طبقا للإستخدام أما بالنسبة لنوع التركيب والتصنيع التقني فنرى هناك أربعة أنواع كما هي مبينة في (شكل - 5).

1- الخلية السيليكونية Sillicon Cell

تعتبر مادة السيليكون من أهم المواد التي تصنع منها الخلايا الشمسية منذ زمن بعيد. وتكون الخلية السيليكونية البلورية إما أحادية أو متعددة البلورات فالنوع الأحادي يصنع من بلورات السيليكون Ingots والتي تصل إلى 10سم في القطر بطول يقرب من 50سم. وقد كانت إلى عهد قريب تصنع من البلورات الأحادية نظراً لتوافر عنصر السيليكون علاوة على كفاءته في تحويل ضوء الشمس إلى كهرباء. وكحالة واقعية نأخذ مثلا خلية شمسية مصنعة من شريط رفيع أو قرص بمساحة تتراوح بين 5 و 10 بوصات مربعة فإن الخلية تنتج جهداً كهربائياً أقل من 0.5 فولط أما كمية التيار فتعتمد على المساحة بجانب شدة الضوء الساقط عليها. ولذلك يظهر أهمية توصيل الخلايا معا بطريقة المجموعات Combinations كما يمكن دمجها مع المركزات أو أي مهمات أخرى لزيادة شدة كثافة الضوء Light Intensity.

بينما نجد أن المتعددة البلورات تنتج بواسطة عمليات السباكة Casting المتقدمة بحيث يتبعها معالجة حرارية لإنتاج حبيبات متناهية الصغر حتى تتحد فيما بينها كي تصل إلى أحجام المليمترات سواء كان طولاً أو عرضاً. علاوة على ذلك تظهر التقنيات الحديثة للبدائل الهامة من أن الشرائط السيليكونية Si Ribbons تؤكد مزايا جديدة نحو التقدم.

2- خلية سبائك الجاليوم ارسينيد Ga - As Cell

تصل كفاءة هذا النوع من الخلايا إلى 16% حيث يكون استخدامه محدود نتيجة التكلفة النسبية في التصنيع.

3- خلية سبائك الكادوم الكبريتي Cd - 5 Cell

يتم تصنيع هذا النوع من سبائك المواد المختلفة من أشباه الموصلات لدرجة أنها تنتج بشكل رقيق ودقيق مما يمكن اعتبارها من أنواع الخلايا الدقيقة Thin Film Cell

4- أنواع أخرى Others

يدخل في تركيب هذه الخلايا أشباه موصلات معدنية مخالفة للأنواع السابق ذكرها وأشهرها في الوقت الراهن الخلايا المعدنية الاكسدية Metal Oxide Cell.

تطبيقات Applications

إن تطبيقات استخدام الخلايا الشمسية في أبسط صورة يتمثل في امداد الأجهزة اللازمة ذات القدرة الصغيرة بالطاقة وذلك يكون فعالاً بدرجة كبيرة في المناطق النائية والقرى المنعزلة وفي الجزر أو على قمم الجبال ويزداد ذلك قيمة بوضوح في الفضاء. إن المناطق كلها التي يصعب امدادها بالطاقة اللازمة من الشبكة الكهربائية حيث ترتفع تكلفة انشاء الخطوط من الشبكة وحتى الموقع المحدد تكون أرض خصبة لإستخدام الطاقة الشمسية ويرتفع معنى ذلك قيمة إذا كان الإستهلاك المحلي محدودا.

بالنظر إلى هذا الموضوع من أجل التوعية الضرورية في الوقت الحالي لشعوبنا العربية وخصوصاً وأن الله جل جلاله قد وهبنا من الطاقة الشمسية القدر الوفير بأكثر مما هو موجود على أي رقعة في الأرض فنري على سبيل المثال أن (شكل - 6) يعرض مثلاً واضحاً منفذاً في مصر لإستخدام

- تغذية طوارئ باحد الطرق السريعة في المانيا

الخلايا الضوئية في قرية ميت أبو الكوم من أجل إنتاج الطاقة اللازمة لإضاءة بيت من بيوت الله سبحانه وتعالى بجانب استغلال هذه الخلايا في مد الميكروفونات بالطاقة الكهربائية اللازمة.

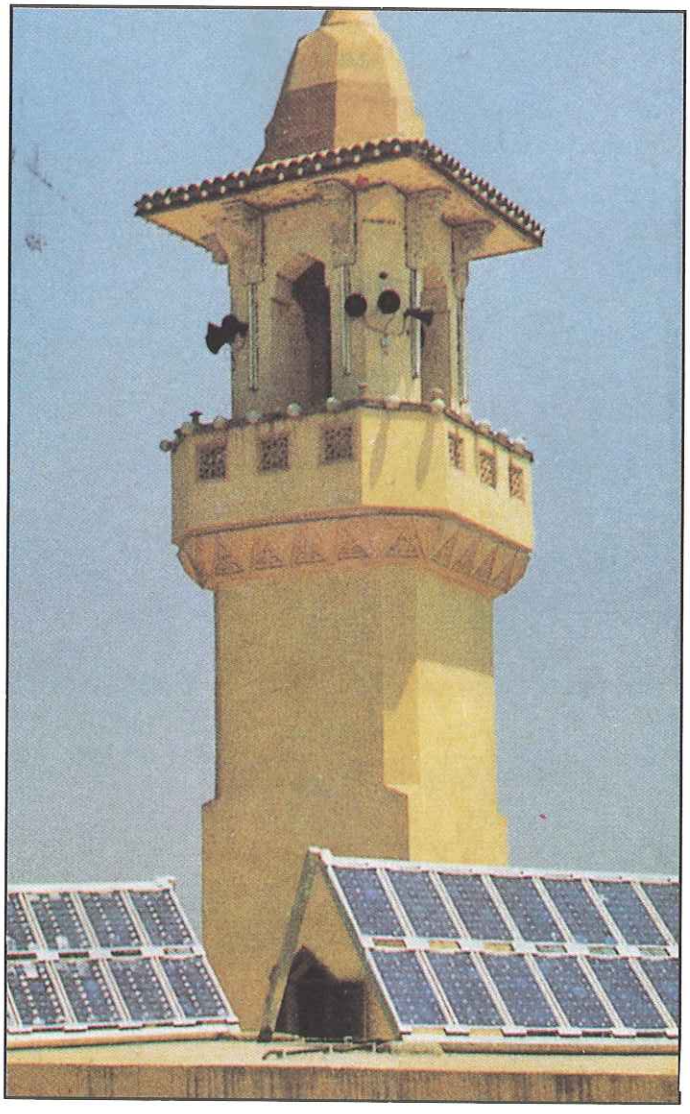
ونرى في (شكل - 6) أيضاً استخداما جوهريا للخلايا الشمسية حيث نراها تمد إحدى تليفونات الطوارئ على الطريق السريع في المانيا الغربية بقدرة 10 واط فقط.

كما نشير إلى أنه كثر وشاع استخدام الخلايا الفوتوفولطية في امدادا الآلات الحاسبة الصغيرة وساعات اليد بالطاقة اللازمة من ضوء الشمس الساقط عليه مباشرة.

بالإضافة إلى ذلك فإنها تستخدم بنجاح تام كعين سحرية للتحكم في فتح وغلق أبواب المصاعد حين يعبر شخص ما بالباب مخترقاً مسار الضوء الساقط بين طرفي الباب.

وفي كثير من التطبيقات والإستخدمات المختلفة يتطلب الأمر التزود بمحول Invertoer لتغيير التيار المستمر المتولد إلى تيار متردد Alternating Current كما أننا سوف نرى مستقبلاً استخداماً فعالاً لهذه الخلايا بما يمكننا من ارسال ألواح منها إلى الفضاء في مدار حول الأرض لإنتاج الكهرباء وتغذية أجهزة ارسال الموجات الدقيقة Microwaves حيث يتم استقبالها بالمحطات الأرضية بالإضافة إلى رصد بعض الظواهر الطبيعية وكذلك التحكم في درجة حرارة الأفران والتفاعلات الكيميائية وتحديد شدة الضوء لآلات التصوير وغيرها. كما يهمنا التركيز على أهميتها عموما في التفادي من أخطار تشغيل معدات الورش التي تعمل بالكهرباء بالإضافة إلى استخدامها في الوقاية والحماية ضد السرقات والحريق وغيرها من وسائل الإنذار المبكر علاوة على التحكم في وإنارة الطرقات ومصابيح المرور كما أنها تستعمل في نقل الكلام على أفلام السينما الناطقة ونقل الرسائل والصور تلغرافيا مثل الهاتف.

كما نشير إلى امكانية استخدام الخلايا الضوئية سواء مباشرة أو بمساعدة العدسات كإحدى وسائل التركيز الضوئي.



- تغذية إنارة وميكروفونات مسجد بقرية ميت أبو الكوم - مصر

الخلاصة

بعد ماسبق استعراضه يمكن استخلاص الآتي:

1- استخدام الخلايا الشمسية هو الأمل الواعد لإنتاج الطاقة سواء على سطح البسيطة أم في الفضاء.

2- تتجه تكلفة إنتاج الخلايا الشمسية نحو الإنخفاض السريع مع الزمن مما يساعدها على الإنتشار.

3- الخلايا الشمسية تعتبر الحل الإقتصادي الأمثل للإستخدام في الأماكن النائية والفضاء.

4- استخدام الخلايا الشمسية في المجمعات الصناعية والتجارية لتغطية أحمال الذروة يوفر أموالاً ضخمة من المفروض تسديدها إلى شركات بيع الطاقة الكهربائية.

5- تصنيع الخلايا الشمسية من السبائك المعدنية يدفعها بسرعة إلى الإستخدام العملي في الحياة اليومية.

المراجع

1- Abdulhady Hassen taher , H. E. : Energy - A Global outlook. 2 nd Edition. Riyadh , Saudi Arabia , Book , 1983.

2- Smith, A. w & Rohatgi, A. : Ray tracing analysis of the inverted pyramid texturing geometry for high efficiency Silicon solar cells - Solar Energy Materials & Solar Cells. vol. 29. No. 1, Feb. 1993, pp. 37-50.

3- Di francia, G. , Abenante, L. & Fornarini, L. : Indoor I - N swept technique - model & experimental results. Solar Energy materials & Solar cells. vol. 29. No. 1, Feb. 1993 , pp. 85-96.

4 - د. م. محمود سري طه 1989 : ربط الخلايا الفوتوفولطية بالشبكات الكهربائية - مجلة الكهرباء والطاقة - القاهرة - مصر - العدد الرابع - أبريل 1989 (64-68).

5 - أ. د. سعد عوض فرج : الخلية الكهروضوئية - مجلة الكهرباء والطاقة - القاهرة - مصر - العدد الرابع - أبريل 1989 (42-43). ■■

الأمن والسلامة والحماية من الحريق وإتقاء الخسارة - الجزء الأول

Security, Safety, Fire Protection & Loss Prevention

تأملات تقييمة لتقدير وتصور واقعها وتحديد اتجاهات التطوير فيها ومسارات تحديثها بدول مجلس التعاون

على هامش مؤتمر البحرين العالمي الثاني لاتقاء الخسارة والسلامة 16 - 18 اكتوبر 1995

بقلم: د.م/ خليل كمال

□ أقيم مؤتمر البحرين العالمي الثاني لإتقاء الخسارة والسلامة بتنظيم من جميعة المهندسين البحرينية في خضم اهتمامها الملحوظ بتنشيط إقامة المؤتمرات العالمية الدورية والأنشطة المماثلة (وعلى المستوى الخليجي بشكل خاص) لعرض اقتراحات التطوير ومعالجات القضايا الهندسية - مع التركيز على القضايا ذات الارتباط والأهمية الخاصة بالنسبة للقطاعات الهندسية في المجتمعات الخليجية.

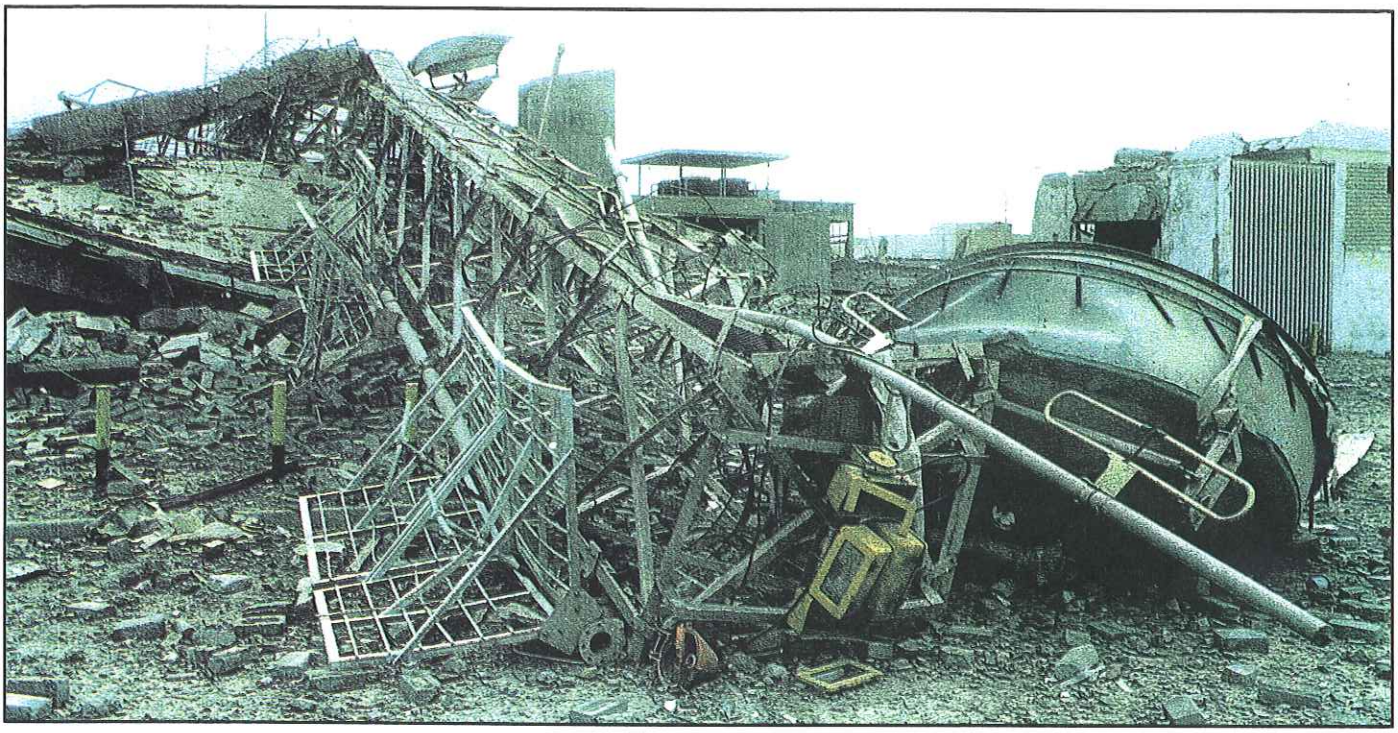
وتجدر الإشادة بالجهود الحثيثة المتكاملة التي قامت بها جمعية المهندسين البحرينية على مختلف الأصعدة من حيث التنسيق والإعداد والتنظيم المطلوب لانجاح المؤتمر. ذلك المؤتمر الذي يجدر تشجيع وتكثيف الأنشطة المتكافئة معه، ورفع المستويات النوعية لمخرجاته، وتسخيرها للارتقاء بأوضاع الأمن والسلامة والحماية من الحريق واتقاء الخسارة والسلامة في المجتمعات الخليجية.

تهدف هذه المقالة إلى تقديم تعريف مبسط لمفاهيم الأمن والسلامة والحماية من الحريق واتقاء الخسارة Security, Safety, Fire Portection & Loss Prevention -على أمل أن تكون المواضيع والقضايا التي تتطرق لها ذات فائدة سواء في تعريف القارئ بماهية السلامة وإتقاء الخسارة ومفاهيمها المختلفة.

أو في تنشيط فضول وتأملات المتخصصين والمعنيين والمهتمين بمجالات السلامة واتقاء الخسارة

د. خليل ريس كمال

- الدراسات الجامعية والعليا جميعها في مجالات العلوم التطبيقية وهندسة الحماية من الحريق (بريطانيا والولايات المتحدة) نهاية بالدكتوراه (1990)
- عضو الرابطة الوطنية للحماية من الحريق (امريكا) Nat. Fire Prot. Assn. (1982)
- عضو مساعد مؤسسة مهندسي الحريق (بريطانيا) Inst. of Fire Engrs. (1983)
- عضو جمعية المهندسين الكويتية (1984)
- الإدارة العامة للإطفاء (1974) حالياً بإدارة الوقاية
- الاهتمامات البحوث والدراسات التطبيقية في الحماية من الحريق وله العديد من الكتابات في هذه المجالات



لخلق التصورات الواقعية لأوضاع الأمن والسلامة والحماية من الحريق وإتقاء الخسارة وأحوالها في المؤسسات المعنية أو التي يعملون بها – ومن ثم تقييمها وتحديد اتجاهات ومسارات التحديث والتطوير فيها – أو في زيادة المتعة الثقافية لدى القارئ بشكل عام. خاصة وأن الأدبيات والمواد العربية المقروءة في مجالات العلوم التكنولوجية التخصصية الحديثة – وفي هذه المجالات بشكل خاص – تبدو ضئيلة وعامة الطرح إلى حد ما.

وحيث أن وفر المواضيع والقضايا المطروحة في المؤتمر تناولت مناقشة العديد من جوانب السلامة واتقاء الخسارة – التي لا يسمح نطاق هذه المقالة التشعب فيها كثيراً – فإنه سيتم الاستعانة بأمثلة من الأدوات العلمية وغيرها الأساسية المستخدمة للتعامل مع قضايا السلامة وإتقاء الخسارة بحيث يتم عرضها بشكل موجز ومبسط. علماً بأن المواضيع الأخرى – المتخصصة في جوانب معينة من علوم السلامة وإتقاء الخسارة – سيتم التطرق لها في مقالات ومناسبات لاحقة عملاً وأملاً في مسايرة ركب التطور العالمي والاطلاع على مستجدات هذه المجالات وربطها بدول مجلس التعاون والوطن العربي بشكل عام.

تمهيد:

تجدر الإشارة إلى أنه في هذا العدد من مجلة «**المهندسون**» ولأسباب فنية خاصة وخارجة عن إرادتها فإنها (المجلة) تود الإشارة إلى أنها لم تتمكن من نشر هذه المقالة كاملة بهذا العدد وستكتفي بنشر «مقدمتها» التمهيدية لما لها من حيوية، وستنشر بقيتها كاملة في العدد القادم إن شاء الله..

مقدمة:

إنه لمن المفيد التمهيد أولاً بالتطرق إلى بعض الخلفيات التاريخية التي كان لها أثراً كبيراً على ظهور وتنامي وتطور طبيعة الحوادث والكوارث في المجتمعات العصرية لكي توفر عنصر الارتباط التاريخي «فكرياً وعملياً كأساس» في خضم التعرض لمختلف المواضيع والقضايا المتعلقة بالسلامة واتقاء الخسارة. فالعلم والتكنولوجيا نشطا في أعقاب الثورة الصناعية في القرن السابع عشر – ومازالا يتطوران بشكل جذري مضطرد – كان لهما دوراً حيوياً في تحريك وتعجيل تطور وانتشار التصنيع والصناعات، وتحول المجتمعات البدائية «الريفية والبحرية والصحراوية» إلى الحياة المدنية والتمدن.

يقول مور Moore 1995 بان ابتداع مصطلح الثورة الصناعية كان لغرض ربطه باستعادة أحداث ماضية تمثل (بالهدف التعبيري للمصطلح) التحول الذي طرأ على النظام الاقتصادي السائد آنذاك في انجلترا وأوروبا الغربية والولايات المتحدة. فالتقنية في تصميم الآلة، واستخدام الطاقة غير البشرية، واقتصاديات المقاييس وما تبع ذلك من نمو في استثمارات رؤوس الأموال الثابتة، والتخصص في مجالات العمل والمهام التخصصية في الانتاج، وطبيعة التنسيق المتزامن للتعقيدات العويصة الناتجة عن ترابط وتداخل كل ذلك في بعضه البعض – كانت جميعها من صور ومظاهر نظام

المجتمع الصناعي.

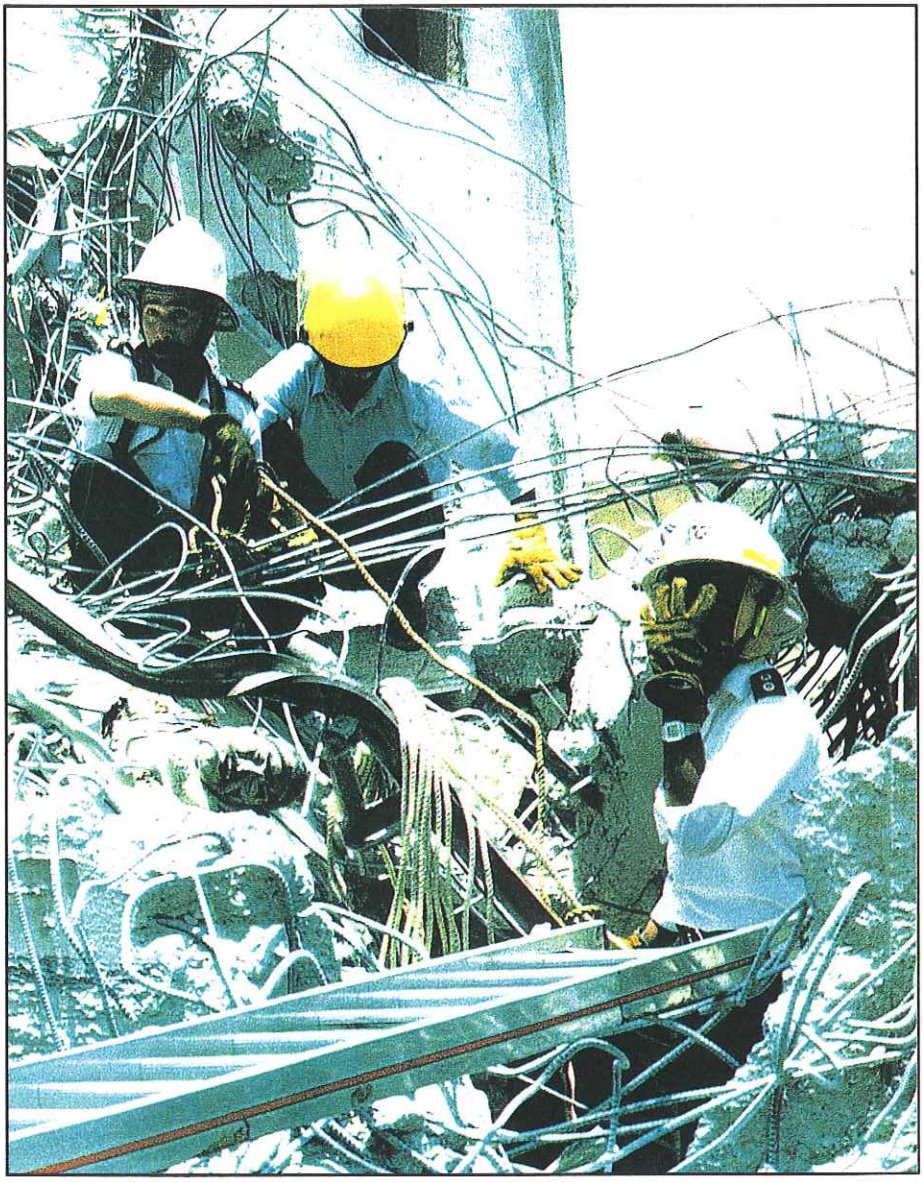
فقد كانت البداية لظهور ونمو كل ذلك بطيئة وكانت طبعاً تتغير باستمرار ولكنها كانت تتقدم بخطى متسارعة إلى حد بعيد. وقدكان لتراكم هذه الخبرات عاملاً دافعاً لنشأة وتوالد ثورات أخرى من التحولات والتغييرات الجوهرية خاصة بالنسبة للمجالات التي لم تشارك في الثورة الصناعية. بالرغم من الانجازات الهائلة للتطور التكنولوجي حتى نهاية القرن التاسع عشر إلا أن العقودالسبعة التي تلتها شهدت بحد ذاتها تطورات أكثر شملت نطاق أوسع من الأنشطة التي فاقت جميع التطورات التي سجلها التاريخ.

الطائرات والصواريخ والمركبات «ومحطات الأبحاث» الفضائية والأقمار الصناعية، والألكترونيات والكومبيوتر، والثورة المعلوماتية والاتصالات التي جعلت كوكبنا في متناول اليد، محركات الاحتراق الداخلي والتوربينات البخارية والميكنة في التصنيع والانتاج، واتساع توليد الطاقة الكهربائية، طرق وأساليب دراسات العمل والإنتاج التي تطورت بشكل سريع إلى ظهور الطرق والأساليب العلمية للتنظيم والإدارة وتطبيقات فنون الإدارة الحديثة، والتحول إلى وحدات الإنتاج الكمي الهائلة، والطاقة والاستخدامات النووية، والمضادات الحيوية والمبيدات الحشرية والزراعة، وتطور علم المعادن وظهور آلاف الآلاف من المواد الجديدة «المعادن والخرسانة والبلاستيك والألياف» في الاستهلاك الكمي، والتطورات التي طرأت في حقول الهندسة والصناعات البتروكيماوية والتكنولوجيا الطبية ووسائل المواصلات والهندسة الطبية (لأعضاء الجسم البشري) والهندسة الوراثية وغير ذلك.

كل ذلك - كان أشبه بميلاد ثورات أخرى بحد ذاتها تفجرت من أعماق الثورة الصناعية التي خلفت أوضاع اجتماعية لم يسبق لها مثيل بحيث لم يكن للعقل البشري أن يتصور حدوثها قبل القرن الحالي. يعبر ووكر 1962 Walker عن آثار الثورة العلمية والتكنولوجية قائلا: «بأنها من السرعة بحيث تركت الإنسان مرهق الأنفاس، ومن التعقيد بحيث إنهالت عليه فجأة كسيل من المشكلات وليس الفرص» ويسترسل ويؤكد قائلا: «لو كان للإنسان أن يستفيد من كل ماتوفر لديه من التكنولوجيا وتسخيرها لخير حياته لكان عليه أن يبحث عن بديلٍ لعنصر الوقت، لأن الوقت في الماضي كان يسمح لأعضاء الجسم البشري والمجتمع بالتكيف مع المجال الزمني للتاريخ.

من هذه المقدمة الموجزة يمكن إدراك صعوبة حصر المشكلات وأبعادها الناجمة عن سيل التكنولوجيا ليس فقط لأنه يتم اكتشاف هذه المشكلات - واكتشاف أشكالها المتنامية فحسب - ولكن أيضاً لصعوبة التنبوء بأبعاد المشكلات المعروفة منها على مختلف الأصعدة. ولكن يمكن القول بأنه كيفما كانت طفرة التطور التكنولوجي ذي فائدة على حياة الإنسان ورخاءه إلا أنها لم تخلو من الآثار العكسية والسلبية المؤدية إلى ظهور وتنامي الحوادث والكوارث وتبعاتها غير المرغوبة.

البقية العدد المقبل



عمليات التزييت والتشحيم

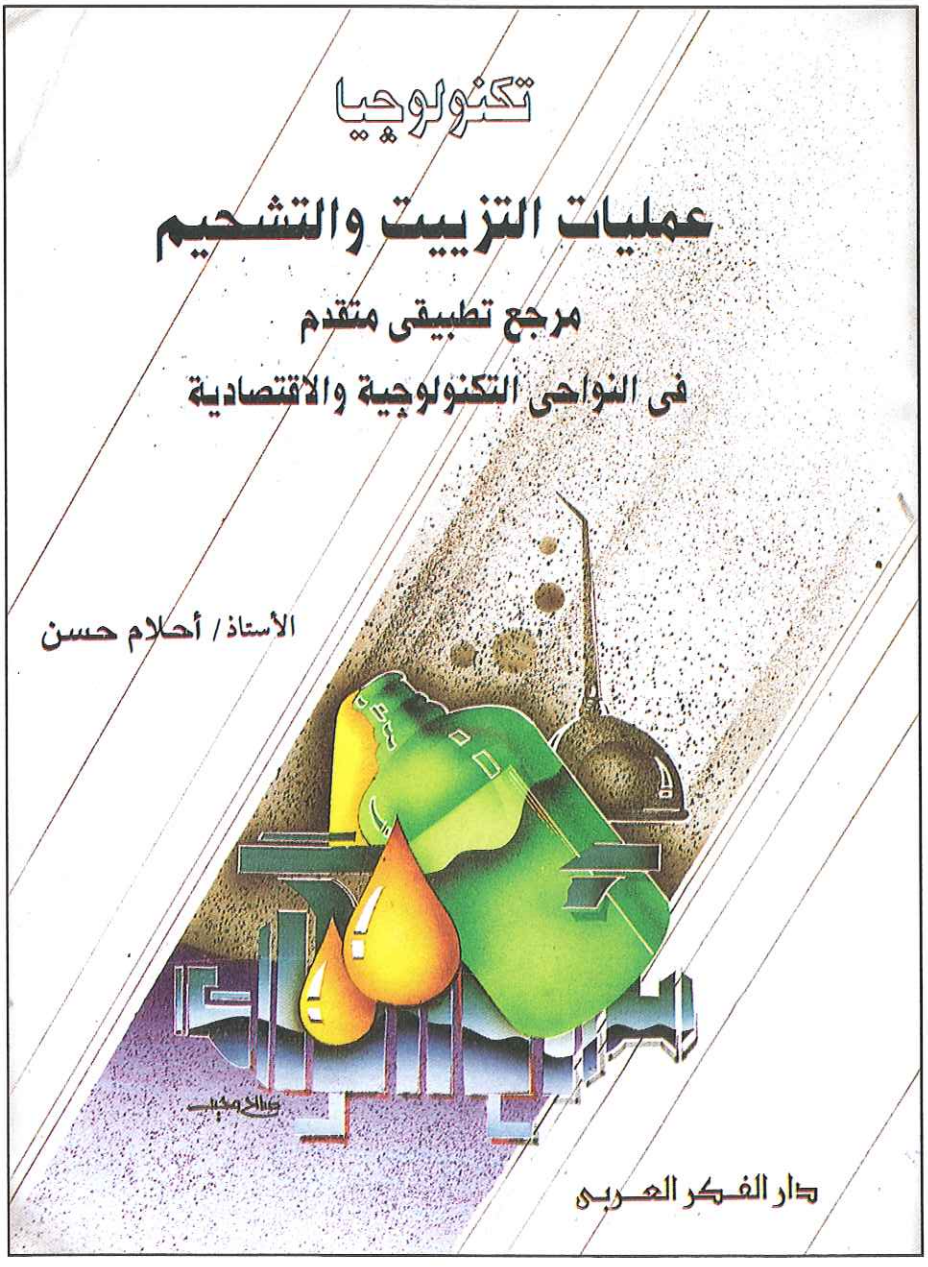
الجزء الأول

إعدا :
د. م. أحمد ماهر عرفة

□ نعرض في هذا العدد كتاباً يناقش موضوعاً يهم كل من يتعامل مع المعدات والآلات والماكينات من المهندسين وغيرهم من العمالة الفنية وهو موضوع "عمليات التزييت والتشحيم".

وقد صدر الكتاب المشار إليه في القاهرة عام 1994 بعنوان " تكنولوجيا عمليات التزييت والتشحيم -مرجع تطبيقي متقدم في النواحي التكنولوجية والإقتصادية " وهو من تأليف الأستاذ/أحلام حسن. والكتاب صادر عن دار الفكر العربي ويحتوي 427 صفحة من الحجم المتوسط.

وفيما يلي مناقشة لموضوعات الكتاب وسوف ننشرها في العددين 51 ، 52 من مجلة "المهندسون" لتعذر عرضها في عدد واحد من المجلة



1- موضوعات الكتاب :

يتكون الكتاب من 16 باباً على النحو التالي :

1- التزييت والتشحيم مشكلة إقتصادية عالمية - 10صفحات

2- مواد التزييت والتشحيم - 10 صفحات

3- إنتاج الزيوت المعدنية ومواصفاتها - 20 صفحة

4- ترسيب الزيوت المعدنية - 26 صفحة

5- اللزوجة - 6 صفحات

6- أنواع الزيوت المعدنية من حيث تركيبها - 10 صفحات

7- لون الزيوت المعدنية - 6 صفحات

8- البري والتآكل المعدني والزيوت المعدنية - 6 صفحات

9- الثبات الحراري للزيوت المعدنية - 4 صفحات

10- نظرية التزليك النظريات والفروض الخاصة بعملية التزليك - 14 صفحة

11- تكنولوجيا وإقتصاديات الزيوت المعدنية للآلات ومحركات الإحتراق الداخلي المختلفة - 72 صفحة

12- الزيوت والسوائل الصناعية -

عمليات التزييت والتشحيم – 164 صفحة

وهذا الباب مكون من تمهيد وتسعة فصول كما يلي :

أ– تمهيد – 8 صفحات

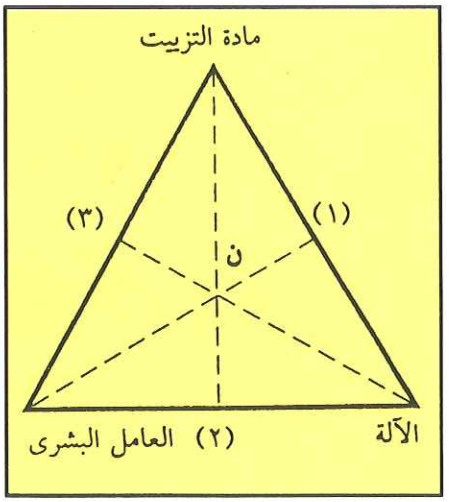
ب– الفصل الأول – تزييت التروس – 40 صفحة

ج– الفصل الثاني – تزييت الأنظمة والتصميمات والأجهزة الهيدروليكية – 44 صفحة

د– الفصل الثالث : زيوت التربينات – 20 صفحة

هـ– الفصل الرابع : زيوت التشغيل والقطع – 20 صفحة

و– الفصل الخامس : سوائل وزيوت



(شكل – ١) الإتزان بين دور كل من الآلة ومادة التزييت والعامل البشري.

المحولات والعزل الكهربائي – 14 صفحة

ز– الفصل السادس : زيوت صناعية متعددة مختلفة الأغراض – 28 صفحة

13– شحوم التزليك – 24 صفحة

14– استخدام الزيوت والشحومات في مقاومة تكوين الصدأ المعدني – 10 صفحات

15– مواد التزليك التخليقية – 20 صفحة

16– اقتصاديات عمليات التزييت والتشحيم والسوائل المستخدمة فيها – 24 صفحة

– وأخيرا خاتمة الكتاب والمحتويات – 6 صفحات

2- التزييت والتشحيم مشكلة إقتصادية عالمية :

بلغت مبيعات الآلات والمعدات والماكينات التي جرى إستخدامها في 92 دولة من دول العالم خلال المدة من عام 1975 إلى عام 1985 (مقدمة على أساس أسعار عام 1985) 42009 مليار دولار أمريكي ، وكانت الخسائر الناجمة عن عيوب وسوء إستخدام الزيوت والشحومات وعملياتها حوالي 699 مليار دولار عن نفس المدة أي بنسبة 1.6% من إجمالي الإستثمارات المستخدمة في شراء المعدات والماكينات والآلات وهي نسبة تعتبر مرتفعة للغاية إقتصادياً.

وقد خسر العالم 514 مليار دولار (عن نفس الفترة السابقة) وذلك بسبب سوء إستخدام الزيوت والشحومات كان نصيب الدول النامية منها 82%).

وكانت الخسائر الناتجة عن الصدأ أو التآكل المعدني 299 مليار دولار (كان نصيب الدول النامية منه 64%) ومن بينها ماقيمته 185 مليار دولار لأسباب تتعلق بالخطأ أو الإهمال في عمليات التزييت والتشحيم أيضاً.

ويمكن توضيح حجم مشكلة عمليات التزييت والتشحيم وحتمية الإهتمام العريض بها وإستفاضة البحوث التطبيقية في مجالات الزيوت والشحوم بطريقة ثلاثية بإستخدام مثلث متساوي الأضلاع كما في (شكل – 1) حيث توضح النقطة (ن) نقطة الإتزان المتكامل ما بين دور كل من الآلة ومادة التزييت والعامل البشري.

3- مواد التزييت والتشحيم Lubricants

توجد ثلاثة أنواع من الزيوت هي :

1– الزيوت النباتية Vegetable Oils

2– الزيوت العطرية Essantial Oils

3– الزيوت المعدنية Mineral Oils

وجميع هذه الزيوت مركبات عضوية ولكنها تختلف فيما بينها كما يلي :

أ– توجد جميع الزيوت النباتية في بذور النباتات مثل بذرة القطن وبذرة الخروع ، وجميعها جلسريدات لأحماض دهنية ومعظمها من النوع غير المشبع.

ب– أما الزيوت العطرية فتوجد في بعض أوراق النباتات وفي الأزهار والورود كما في حالة زيت النعناع والكافور ، وكذلك كل الزيوت العطرية المستخدمة في الروائح وفي حبوب بعض النباتات كاليانسون. والزيوت العطرية عبارة عن مواد حلقية أو شبه حلقية تسمى السسكويتربينات Sesquiterbine أو خليط منهما.

ج – أما الزيوت المعدنية فهي زيوت ذات أصل معدني بترولي يتم الحصول عليها كمنتج من البترول الخام.

ويتضح من مواصفات النوعين أ ، ب أنهما لا يصلحان لعمليات التزييت لتأثرهما بالحرارة والأحماض والقلويات.

4- إنتاج الزيوت المعدنية ومواصفاتها :

يتم إنتاج الزيوت المعدنية من القطفة التي يتم أخذها من برج التقطير عند درجة 350 درجة مئوية على أن يكون الخام من النوع البرافيني ، وبعد إعادة تقطير هذه القطفة يتم الحصول على الزيوت المعدنية الأساسية ، ثم يجري تنقية كل قطفة على حده بالمعالجة بالقلويات ثم الغسيل بالماء ثم يجري التخلص من الشوائب الميكانيكية والماء بالطرد المركزي أو بالمرشحات المختلفة ثم يتم تبريد القطفة عند درجة حرارة حوالي 30- درجة مئوية ليتم تجميد الشموع البرافينية ولتحسين درجة الإنسكاب ثم تجري عملية ثبات الترتيب ضد الأكسدة وكذلك عمليات تحسين اللون.

خواص الزيوت المعدنية الأساسية:

ناقش الكتاب الخواص التالية :

1– الوزن النوعي

2– الكثافة

3– درجة حرارة الوميض المفتوحة

4- درجة حرارة الوميض المغلقة
5- درجة الإشتعال
6- درجة التغبيش Cloud Point
7- درجة الإنسكاب Pouring Point
8- درجة التجمد Freezing Point
9- الرواسب الكربونية للزيوت المعدنية
أ- نسبة الكربون كنرادسون Conradson Carbon
ب- نسبة الكربون رامسبوتوم Ramsbottom Carbon
ج- معدل التكويك
10- الحموضة الكلية
أ- الحموضة العضوية
ب- الحموضة غير العضوية
11- القاعدية الكلية

إلى جانب اللزوجة حيث يتم تسمية الزيوت حسب حدود اللزوجة Viscosity Degrees على سبيل المثال

نوع الزيت المعدني الأساسي	درجة الوميض FLASH		درجة الاشتعال Fire
	المفتوحة Openned	المغلقة CLOSED	
زيت 90 / 110	85	من أقل من 50 إلى 65	105
زيت 140 / 160	120	من أقل من 70 إلى 95	150
زيت 260 / 290	185	من أقل من 135 إلى 160	220
البرايت ستوك 90 / 110	280	من أقل من 230 إلى 255	310
زيت ثقيل سلندرات	300	من أقل من 250 إلى 275	330

(جدول - 1) درجات الوميض المفتوحة والمغلقة والإشتعال لأنواع الزيوت المعدنية الأساسية بصفة عامة في المتوسط بالدرجات المئوية كحد أدنى.

(أ) 110/90
(ب) 160/140
(جـ) 290/260

وجميعها للزيوت المنتجة عند درجة 40 درجة مئوية ، وكذلك (د) Bright Stockوهي للقطفة 160/140 على أساس لزوجة الزيت الناتج عند درجة 100 مئوية.

ويوضح (جدول - 1) درجات الوميض المفتوحة والمقفلة والإشتعال لأنواع الزيوت المعدنية بصفة عامة في المتوسط بالدرجات المئوية كحد أدنى.

إستخدام الحموضة الكلية TAN والقاعدية الكلية TBN في مقومات تشغيل الزيت تكنولوجياً

تزداد الحموضة الكلية للزيت TAN مع استمرارية التشغيل بينما تقل القاعدية الكلية TBN وعند نقطة التلاقي م (الشكلين - 2 ، 3) يمكن تحديد فترة التشغيل للزيت (ن) التي يتحتم تغيير الزيت عندها.

وتزيد فترة تشغيل الزيت بزيادة القاعدية وكذلك لابد من زيادة الحامضية الكلية للزيوت عند زيادة القاعدية الكلية لها.

كما تقل فترة تشغيل الزيت مع زيادة نسبة الأحماض الناتجة عن التشغيل أو تسرب مياه للزيت ينتج عنها زيادة الحموضة أو أكسدة الزيت أو إستخدام وقود عالي الكبريت في حالة محركات الات الإحتراق الداخلي.

وأيضا تقل فترة تشغيل الزيت بإرتفاع نسبة القاعدية للأسباب التالية:

أ- التلوث الخارجي بالأتربة وغيرها.
ب- التآكل الكميائي أو الميكانيكي.
جـ- إضافة مواد معدنية للزيت أو إستخدام نظم التزييت الجاف.
د- تفاعل مكونات الزيت مع معدن المعدات.

5- ترميد الزيوت المعدنية Mineral Oils Ashing

عملية الترميد Ashing هي عملية تكوين الرماد Ash بالإحتراق أو التسخين ومن العوامل التي تؤثر في عملية الترميد ما يلي:

أ- نوعية الزيت (برافيني أو نافيثني ... الخ).
ب- التعرض الحراري بالتسخين المباشر أو المشع أو كليهما.

أنواع الرماد :

أ- للزيت المعدني قبل الإستعمال
1- الرماد الكلي.
2- الرماد المكبرت Sulphated Ash
ب- للزيت المعدني بعد الإستعمال
1- الرماد الكلي.
2- الرماد المكبرت

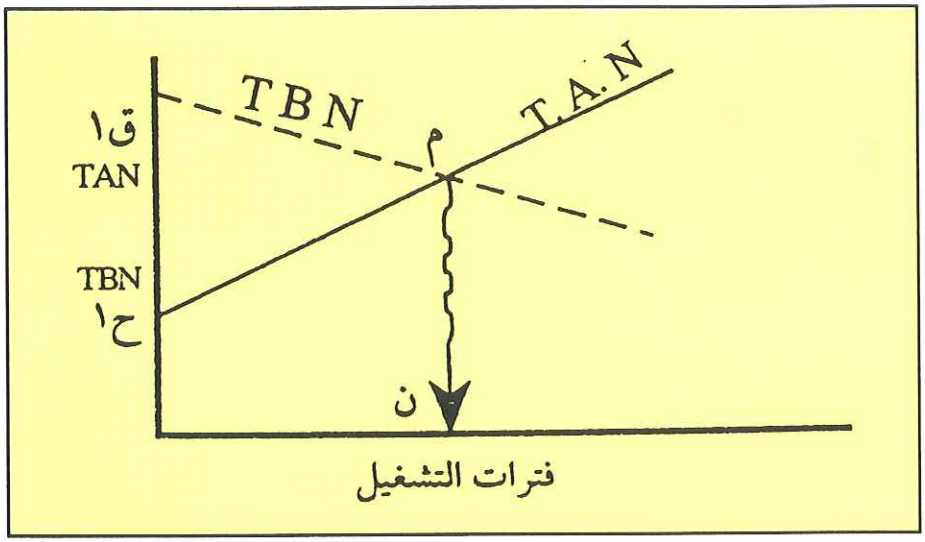
ويوضح تغيير كمية الرماد المكبرت في الزيت بعد الإستعمال عنه قبل الإستعمال (سواء بالزيادة أو بالنقص) العديد من الأمور السلبية التي تتطلب من مسؤولي الصيانة معالجتها فوراً.

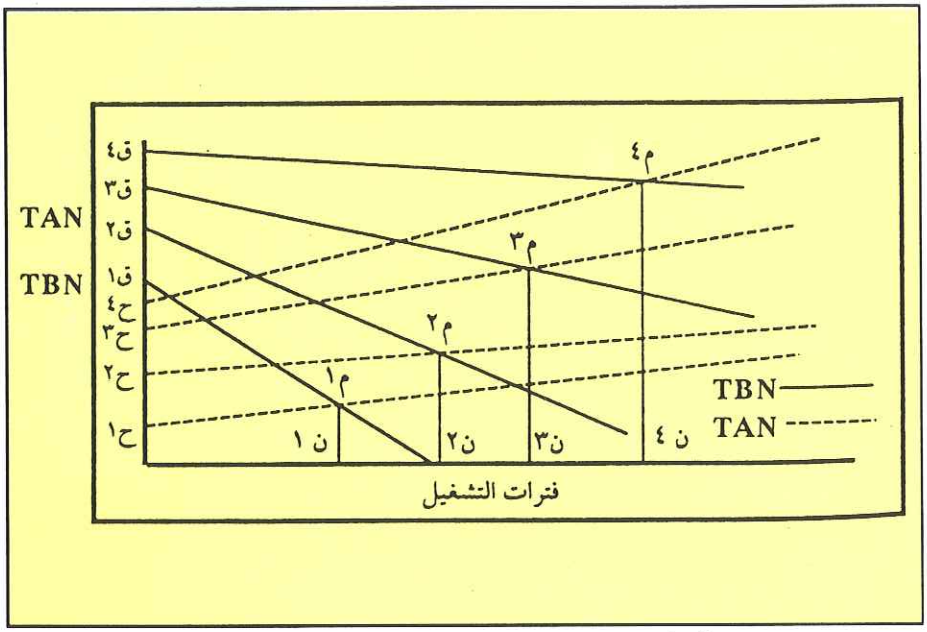
6- اللزوجة Viscosity

اللزوجة هي خاصية طبيعية ميكانيكية تنشأ عن العلاقات الميكانيكية السطحية يتلامس السائل مع السطوح الداخلية لما يحتويه أيا كان شكلها

وتقاس اللزوجة بعدة طرق منها طريقة سايبولت Saybolt وطريقتي رد وود Redwood وطريقة Engled وطريقة Hopplet وطريقة اللزوجة الكينماتيكية Kinematic Viscosity.

وقد أصدرت هيئة المقاييس العالمية (ISO) عام 1974 تعليمات بأن يتم قياس اللزوجة للزيوت المعدنية عند درجة 40 مئوية وكذلك عند درجة 100 مئوية.





(الشكلان - 2 و 3) العلاقة بين الحموضة الكلية والقاعدية الكلية للزيت - فترة الزيت.

معامل اللزوجة Viscociry Lndex:

هو معامل التغيير في وحدة من وحدات اللزوجة الكينماتيكية ومقدرة بالسنتي ستوك عند تسخين الزيت من 40 مئوية إلى 100 مئوية.

7- أنواع الزيوت المعدنية من حيث تركيبها (برافينية ، نافثينية ، خليط)

يوضح (جدول - 2) الفرق بين الزيت البرافيني والنافثيني ، ويحدد معامل اللزوجة نوعية الزيت فعندما يكون معامل اللزوجة أكثر من 90 يكون الزيت برافيني وعندما يكون أقل من 70 يكون الزيت نافثيني وعندما يكون مابين 70 و 90 يكون الزيت خليط.

ويستعرض الكتاب التطبيق التكنولوجي على نوعية الزيت المعدني وكذلك مسميات اللزوجة للزيوت المعدنية وهي مثلا حسب جمعية المهندسين الأمريكية SAE يطلق عليها مسميات رقمية حسب نوعية الزيوت المعدنية فهي درجة 60,50,40,30,20,10 بالنسبة لزيوت محركات الإحتراق الداخلي والضواغط والزيوت الهيدروليكية أما المسميات 250,220,140,120,90,75 فهي لزيوت التروس في المركبات المختلفة ، ثم يعرض الكتاب لزوجات الزيوت المعدنية الصناعية المتعددة.

8- لون الزيوت المعدنية Mineral Oil Colours

عند وجود لون غامق في الزيت النافثيني المعدني الخالص فإن ذلك لا يؤثر على الأداء الميكانيكي ، ولكن عند وجود اللون الغامق في الزيت البرافيني الخالص فإن ذلك غير مقبول فنياً لأنه يعزي لوجود شوائب عضوية من مواد حلقية وشبه حلقية ويمكن معالجة الألوان للزيوت المعدنية والأساسية بإستخدام الطفلة Clay Treatment

9- البري والتآكل المعدني والزيوت المعدنية Mineral Oils Strugg ling metal Corrosion and Wear

ترجع أسباب حدوث البري والتآكل في الأجزاء المعدنية المراد تزييتها أو تشحيمها إلى مايلي :

1- إرتفاع معامل الإحتكاك في المعدة الجاري تزييتها.

2- درجة حرارة فائقة للمعدن مع فشل الزيت للحد منها.

3- إنخفاض سعة الحمل الحركي لرداءة الزيت أو تلوثه.

4- التفاعل الكيميائي بين مكونات الزيت الكيميائية والأجزاء المعدنية للمعدة.

وفي حالة وجود هذ ه التأثيرات يمكن أن يظهر ذلك في الزيت بالنسبة لزيادة وزن الزيت بالنسبة لزيادة لزوجته ورواسب الكربون ونسبة الرماد الكلي للزيت وخاصة المعدني وكذلك حموضة الزيت أما بالنسبة للمعدن فيظهر ذلك من خلال ضياع اللمعان المعدني السطحي أو تغيير لون سطح المعدن وتغيير وزن شريحة المعدن وكذلك تغيير التركيب البلوري والسبائكي للمعدن وتغيير الصلادة السطحية للمعدن.

ومن التوصيات التي يمكن إتباعها للحد من نتائج البري والتآكل المعدني ما يلي :

1- إستخدام زيوت معدنية برافينية

م	الزيت البرافيني Paraffinic Oils	الزيت النافثيني Naphthenic Oils
1	به نسبة أقل نتيجة للتشبع بالهيدروجين	به نسبة كربون أكثر نتيجة لنقص التشبع بالهيدروجين
2	تغييره في اللزوجة محدود حرارياً أي بالتسخين	تغيره في اللزوجة أكبر حرارياً أي بالتسخين
3	معامل اللزوجة أكبر من 90	معامل اللزوجة أقل من 70
4	رواسب الكربون الناتج من التشغيل خشنة الملمس أي لها معامل صلادة كبير High Hardness Index (حوالي 8 إلى 9)	رواسب الكربون الناتج من التشغيل ناعمة الملمس جداً كالجرافيت أي لها معامل صلادة منخفض جداً VERY LOW HARDNESS (حوالي 1 إلى 1.5)
5	الرواسب الكربونية المتكونة من التشغيل لا تلتصق بالمعدن ويمكن الإزالة منه	الرواسب الكربونية المتكونة من التشغيل شديدة الالتصاق بالمعدن وصعبة الإزالة منه

(جدول - 2) الفرق بين الزيت البرافيني والنافثيني

بدون معالجات كيميائية سوى المواد المانعة للرغاوي والمقاومة للأكسدة ضد تكوين الصدأ المعدني مع خفض مدة تغيير الزيت.

2- زيادة كمية المواد المانعة للأكسدة والصدأ والرغاوي مع خفض مدة تغيير الزيت.

3- إستخدام المواد الرافعة لمعامل اللزوجة بنسب كبيرة مخلوطة مع زيت خفيف معدني بحيث تطابق لزوجة الخليط اللزوجة الموصى بها فنياً مع خفض مدة تغيير الزيت.

4- زيادة معدلات تبريد المعدة الجاري تشغيلها إن أمكن.

5- إستخدام الزيت الجاف Dry Lubrication

10- الثبات الحراري للزيوت المعدنية:

يقاس الثبات الحراري للزيوت المعدنية بإستخدام ما يلي :

1- نسبة اللزوجة Viscosity Ratio (V.R.)

ويجب ألا تزيد نسبة اللزوجة عن 107 كحد أقصى وإلا أعتبر الزيت ذا ثبات حراري منخفض

2- معامل التكويك Core Increment

ويجب ألا يزيد معامل التكويك عن 0.7 وإلا أعتبر الزيت ذا ثبات حراري منخفض.

11- نظرية التزليك والنظريات والفروض الخاصة بعمليات التزييت Lubrication Phenomenon and Theoties

نظريات وظواهر التزييت :

الأصل في عمليات التزليك (أي عملية التزييت) هي النظريات والظواهر التي تدرس إنزلاق الأسطح المعدنية في مختلف الآلات والمعدات تجاه بعضها البعض والقوى والمقاومات التي تؤثر فيها وتتأثر فيها وتتأثر بها ميكانيكياً وهندسياً.

وللتزليك (التزييت) وظيفتان أساسيتان هما :

1- إمتصاص حرارة التشغيل.

2- تسهيل الإحتكاك والإنتقال من السكون لإنتظام الحركة.

وفي هذا الخصوص يعرض الكتاب للتأثيرات التالية :

أ- تأثير ضغط الخلوص

ب- تأثير مساحة الخلوص

جـ- تأثير الإسطوانة

د- تأثير خلوص الجسم الكروي

كما يناقش التأثيرات المتابينة الحاكمة كحركة الأجسام من خلال خلوص يتكون من سطحين محتكين وكذلك أثر الزيت المعدني.

ثم ينتقل المؤلف لدراسة ميكانيكية

التزليك وأخيراً يتوصل إلى الإستنتاجات التالية :

1- يوجد في الزيت المعدني قدرة ميكانيكية فعالة وحدة قياسها هي سعة الحمل الحركي المعروف باسم Load Carrying Copacity وهي القدرة اللازمة لتحريك الطبقية الواحدة من تطبيقات الزيت المعدني عند دورانها في فراغ الخلوص بضغط دوران الجزء الشغال في الجزء المعدني الميكانيكي الجاري تزويده.

2- سعة الحمل الحركي في كل الزيوت المعدنية بإختلاف اللزوجة والتركيب الكيميائي واحدة.

3- لا توجد وسائل كيميائية لزيادة الحمل الحركي للزيوت المعدنية.

4- في الحالات التي تتطلب زيادة في سعة الحمل الحركي حسب التصميم الكهربائي في الآلات المختلفة مثل أجهزة وآلات الطيران وبعض الآلات المعقدة المتطورة تستخدم زيوت تخليقية كيميائية ذات طاقات هيدروديناميكية كبيرة جداً.

12 - تكنولوجيا وإقتصاديات الزيوت المعدنية لآلات ومحركات الإحتراق الداخلي المختلفة

(بنزين - ديزل - غاز - وقود ثقيل)

(بري - بحري - ثقيل - نفاث)

تمثل مبيعات الزيوت المعدنية المستخدمة في آلات ومحركات الإحتراق الداخلي 54% من إجمالي مبيعات الزيوت المعدنية في الدول النامية بينما تبلغ 46% في الدول الغربية المتقدمة.

ويناقش الباب الإضافات الكيميائية المختلفة للزيوت المعدنية المستخدمة في المحركات لتحقيق المواصفات الآتية :

1- مقاومة الأكسدة Anti-Oxid

2 - مقاومة الصدأ Anti-Rust

3- منع تكوين الرغاوي Anti-Foam

4- مقاومة التآكل المعدني Anti-Wear

5- الخواص التنظيفية Detergent Properties

6- الخواص التشتيتية للرواسب Disperancy Properties

7- الحموضة الكلية T. A. N

8- القاعدية الكلية T. B. N

ثم يناقش المؤلف إنتاج الزيوت المعدنية للمحركات وكمية الإضافات الكيميائية المستخدمة في إنتاج الزيوت المعدنية للمحركات ، كما يسرد أمثلة للهيئات العالمية المستخدمة لمستويات أداء الزيوت المعدنية للمحركات.

ثم يشير المؤلف إلى تقسيم الزيوت على مستوى العالم إلى مجموعتين كبيرتين ، وقد أعطيت المجموعة الأولى الرمز C ومعناها Commercial (تجاري) ، بينما أعطيت المجموعة الثانية الرمز S ومعناها Service (إستخدام شخصي للأفراد).

ثم تم تقسيم المجموعة C إلى فئات CD,CC,CB,CA وجميعها لمحركات آلات الديزل العاملة بالسولار أو بالوقود الثقيل (مازوت أو ديزل بحري).

كما تم تقسيم المجموعة S إلى فئات SF,SE,SD,SC,SB,SA وهي جميعاً لزيوت محركات آلات البنزين أو الغاز.

وبذلك تم إختصار 171 مستوى للزيوت المعدنية للمحركات إلى 10 فقط.

ثم عرض الكتاب جدولاً لبيان المستويات الميكانيكية للزيوت المعدنية للمحركات والمعدل بها من عام 1974.

ثم يعرض الكتاب لأنواع مختلفة من الزيوت على النحو التالي :

1- الزيوت المعدنية للمحركات العاملة بالغازات (الغاز الطبيعي أو البوتغاز) مع شرح لخواص هذ الزيوت.

2- الزيوت المعدنية للمحركات الدوارة (الأجزاء الأساسية للمحركات الدوارة وخواص الزيت المستخدم فيها)

3- الزيوت المعدنية للمحركات البحرية

(سرد العوامل المختلفة التي تؤثر على نوعية هذ الزيوت ، وكذلك مواصفاتها)

4- الزيوت المعدنية المستخدمة في محركات آلات وماكينات الميكنة الزراعية

حيث يسرد ظروف التشغيل المختلفة والشروط اللازمة للزيوت المعدنية المطلوبة في عمليات التزييت، ثم ينتقل إلى الصيانة من خلال التزييت في آلات الإحتراق الداخلي في المعدات والماكينات والمركبات المختلفة.

كما يشرح كيفية إختيار فترات التغيير المثالية لزيوت المحركات.

كما يعرض الكتاب لعدة حالات فعليه للتزييت في حالية المعدات الشغالة ومدلول كل حالة منها وإجراءات الصيانة اللازمة.

ثم يناقش الكتاب عدة حالات لتقييم النتائج بإستخدام عدة متغيرات ومدلولات هذه النتائج وإجراءات الصيانة اللازمة بالنسبة لكل من :

أ- كمية الرماد المكبرت

ب- الحموضة الكلية للزيوت.

جـ- القاعدة الكلية لزيوت المحركات.

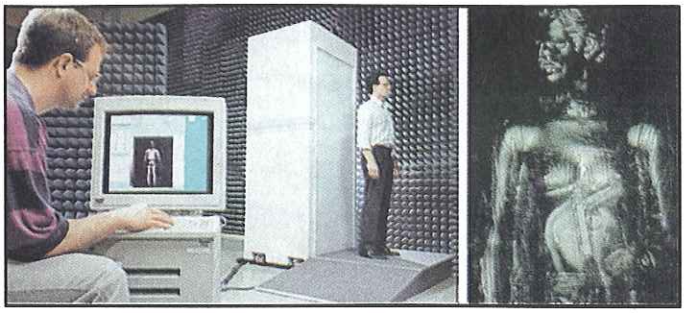
د- الحموضة غير العضوية لزيوت المحركات.

كما يقوم المؤلف بتقييم نتائج الرواسب الكربونية المتكونة في الزيوت المعدنية للمحركات عند تشغيلها ومسببات تكوين الرواسب الكربونية في الزيوت وكيفية منع حدوثها.

ويناقض الكتاب تزييت المحركات ثنائية الأشواط والزيوت المعدنية اللازمة لها ثم ينتقل إلى مناقشة الزيوت المستخدمة للمحركات النفاثة وخواصها.

■■

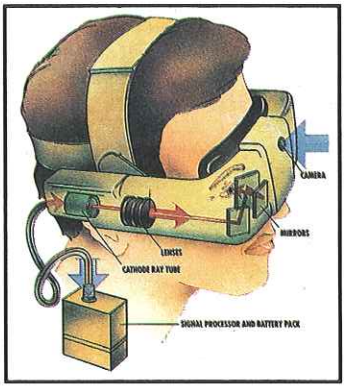
إعداد وترجمة:
م / صقر الشرهان



كشف الأسلحة البلاستيكية

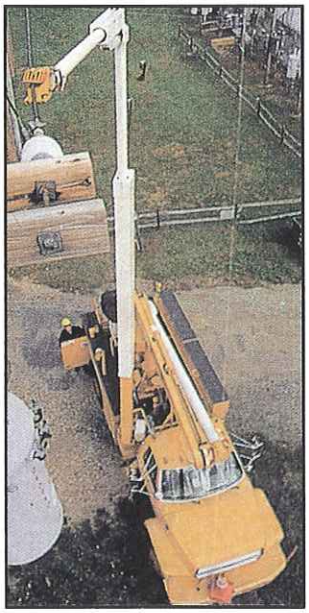
□ لاتزال معظم مطارات العالم والأماكن الحساسة أمنياً تعتمد على أجهزة كشف المعادن للكشف عن الأسلحة المخبأة لدى الأفراد أو في حقائب السفر، وتواجه هذه الأجهزة الان نوعاً آخر من التحدي ألا وهو الأسلحة غير المعدنية التي يمكن كشفها بصعوبة، ولتسهيل عملية الكشف عن الأسلحة غير المعدنية، قامت إحدى الشركات بتطوير جهاز كشف جديد يعتمد على إصدار موجات ذات إشعاعات تستطيع اختراق الملابس ولكنها لا تخترق الأجسام التي بعد الملابس، وتنعكس إلى مُستقبل يمكن بواسطته وبمساعدة الكمبيوتر الحصول على صورة ثلاثية الأبعاد للجسم الذي تصطدم به وبالتالي يمكن رؤية ومراقبة الأجسام غير المعدنية. ■■

نظارة جديدة



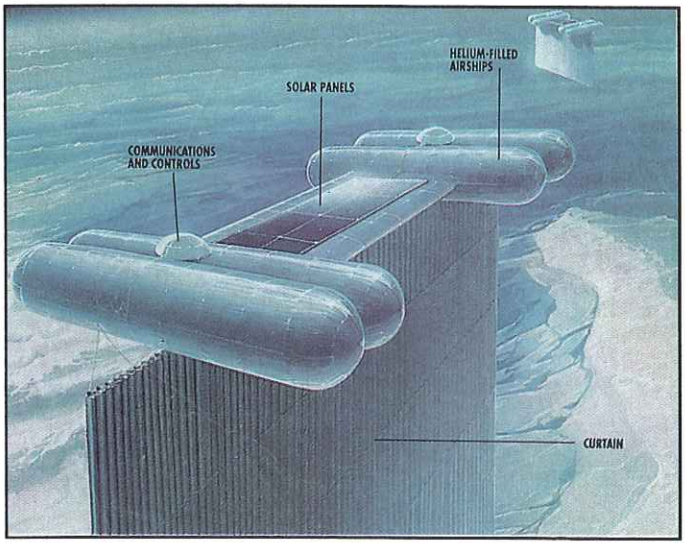
لمساعدة الذين يعانون من ضعف في النظر، تم اختراع وتطوير نظارة جديدة وبمفهوم جديد وذلك من خلال الاعتماد على كاميرا تلفزيونية لتكبير الصور أو المناظر التي يريد رؤيتها ضعيف البصر، إلى درجة أنه يستطيع رؤية الصورة بمقاس خمسة أقدام وعلى بعد أربعة أقدام وذلك بواسطة كاميرا موضوعة في منتصف النظارة وبواسطتها يتم التقاط الصورة ومن ثم تبث عبر عدسات خاصة لكي تراها العين. ■■

روبوت لصيانة خطوط الضغط العالي



□ تعتبر عملية صيانة خطوط الضغط العالي من أخطر عمليات الصيانة وخصوصاً عندما تكون حيةً (يمر فيها التيار أثناء الصيانة)، ولحل هذه المشلكة طورت إحدى الشركات روبوت يمكنه القيام بعمليات الصيانة اللازمة للخطوط، كما يمكنه تقليم الأشجار المحيطة بها، يبلغ ارتفاع ذراعه حوالي 47 قدماً وهو محمول على شاحنة لتسهيل حركة نقله. ■■

حاجز للحفاظ على طبقة الأوزون



□ لا يزال العلماء منهمكين في البحث عن سبل الحفاظ على طبقة الأوزون، ومن أهم الخطوات التي تُصب في هذا الاطار هو التقليل من استخدام غاز CFC، ويفكر العلماء الآن باستخدام طرق أخرى للحفاظ على طبقة الأوزون، ومن هذه الطرق وضع حاجز معدني في الجو يعمل على شحن جزيئات الكلور بشحنة سالبة، وبذلك يمنع الجزيئات من الاتحاد مع ذرة الأوزون، ويحمل الحاجز على مناطيد من الهيليوم، ويمكن توليد التيار الكهربائي للحاجز عن طريق خلايا ضوئية. ■■

إعداد: م/ حسين ميرزا

صناعة السفن القديمة في الكويت مهنة تحتاج إلى الدعم لإحياء التراث

كود حمورابي

بقلم: م/ نهى بدران

□ 1 – اذا قام بنّاء ببناء منزل لرجل ولم يجعل منزله متيناً وانهار هذا المنزل وتسبب في مقتل مالك المنزل، فإن هذا البنّاء يجب أن يُقتل.

2 – إذا تسبب الانهيار في مقتل إبن صاحب المنزل فُيقتل ابن البنّاء الذي بنى المنزل.

3 – إذا تسبب الانهيار في مقتل عبد من عبيد صاحب المنزل فيُقدِّم البنّاء لصاحب المنزل عبداً مساوياً في القيمة للعبد الذي مات.

4 – إذا تسبب الانهيار في تحطيم بعض الممتلكات فإن البنّاء مُلزم بإعادة هذه الممتلكات، ولأنه لم يبن منزلاً متيناً وانهار، فعليه إعادة بناء المنزل على نفقته الخاصة.

5 – إذا قام البنّاء ببناء منزل لرجل ولم يجعل هذا المنزل مطابقاً للاحتياجات المتفق عليها وسقطت أحد حوائطه فإن البنّاء سيقوم بإعادة بناء الحائط وتقوية المبنى على نفقته الخاصة.

ما تقدم هو تشريع للبناء ظهر قبل حوالي أربعة آلاف عام حيث شرّع حمورابي حينذاك أول دستور ظهر على سطح المعمورة، (شريعة حمورابي).

فلقد اهتم هذا الحاكم بالبناء والتشييد وترميم المعابد وأسوار المدن، والمباني العامة، وشقّ القنوات للري والزراعة.

وتضمن دستور حمورابي 282 قانوناً، تنوَّعت ما بين قوانين وأحكام تتعلق بالاقتصاد والأسرة والجريمة والبناء وغيرها. وبقى هذا الدستور مرجعاً هاماً للحضارات اللاحقة قروناً عدة.

وفي غمرة ما نراه اليوم من انهيارات وحوادث مفجعة في عالم البناء المعاصر، أردت أن أذكّر المشرعين بصرامة قانون البناء هذا (كود حمورابي)، علهّم يعيدون النظر في القوانين الحالية للحد من الضحايا والخسائر في ميادين البناء. ■■

شركة وربة للتأمين ش.م.ك

WARBA INSURANCE CO. S.A.K.

وربة تعيد البسمة اليك
إذا ما اصابك مكروه..

WHATEVER HAPPENS WARBA WILL BRING BACK THE SMILE TO YOU..

AHMED AL JABER ST.P.O.BOX 24282 SAFAT-KT.POSTAL CODE 13103
TEL:2445140(7 LINES) FAX:2414390/2466131
أول شارع أحمد الجابر- ص.ب.24282الصفاة - الكويت -الرمز البريدي13103
ت":2445140(7 خطوط) - فاكس:2414390/2466131

AL MULLA ADVT.

شركة الصناعات الوَطنيّة تقدّم

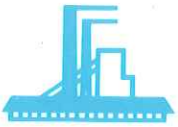
أسلوبًا جديدًا لتمويل بناء منازلكم ومبانيكم

شركة الصناعات الوَطنيّة كما عَهدتموها بخبرتها الطويلة وجَودة منتجاتها وتعدّد أنواعها إضافة إلى الخدمات العديدة التي تقدّمها.

الآن ولأوّل مرّة خدمة جديدة من شركة الصناعات الوَطنيّة برنامج "من عسرك إلى يسرك" الذي يُقدّم تمويلاً حتى ٦ شهور لمساعدتكم في تمويل بناء منازلكم ومبانيكم.

لا فوائد... لا مقدّم... لا كفيل... ولا شهادة راتب

الطابوق الأبيض	العتبات الخفيفة المسلحة	سمنت الملكي
الطابوق الجيري	طابوق الديكور الجيري	حجر 600
إخلط إجاهز	أحواض الزهور وأدوات تجميل الحدائق	البلاط الملوّن
البلاط المتداخل	الأنابيب البلاستيكيّة وملحقاتها	مونة الصناعات اللاصقة



شركة الصناعات الوطنية (ش.م.ك)

NATIONAL INDUSTRIES COMPANY (S.A.K)

إتصل الآن لمعرفة المزيد من التفاصيل ٤٨٣٧٠٩٥/٩

DUNA-OSTERADS