البترول ... البيئة والمناخ العالمى

البيئة .. والملوثون لها ، قضية فرضت نفسها وأصبحت تأخذ الكثير من الاهتمام بل والجدل أيضا فى عالمنا المعاصر ، ليس فقط متمثلا فيما شهده العقد الأخير من الاهتمام على المستوى العالمى وعقد المؤتمرات العلمية ، **بل ما تعداه إلى قيام الدول بوضع السياسات واتخاذ الاجراءات وإصدار التشريعات والقوانين** .

والبيئة .. كما تجىء فى أبسط تعريف لها ، هى المحيط الحيوى الذى يشمل الكائنات الحية وما يحتويه من مواد ، وما يحيط بها .. الهواء ، والماء ، والتربة ، وفعل الإنسان الذى أتاه بالأمس لينعم به اليوم ، ويشقى به فى الغد .

ومع بداية هذا القرن تهيأت الفرصة المناسبة للدول الصناعية فى تحقيق التنمية بقفزات هائلة فى الصناعة اعتمادا على تدبير وتوفير المواد الخام الأولية الرخيصة من مصادرها بمناطق كثيرة من العالم ، وكان من الطبيعى أن يكون استخدام الفحم والبترول كطاقة هو عصب هذه التنمية .

وقد تم لهذه الدول تحقيق التقدم والرقـــى تأسيســا علــى هــذه النهضــة الصناعية بالدرجة الأولى ، وقد شهدت انطلاقتـــها الكـــبرى أيضـــا فى منتصـــف الأربعينات بانتهاء الحـــرب العالميـــة الثانيـــة والطفـــرة الهائلـــة الـــتى صـــاحبت استخدام التكنولوجيا المتقدمة والمتطـــورة .

وقـــد انحصـــرت اهتمامـــات الـــدول الصناعيـــة الكـــبرى حـــتى عقـــد السبعينات، بالموارد وكفايتها ، وبرز المصطلـــح الجديـــد للحديـــث عـــن أزمـــة الطاقة وانعكس ذلك بالتبعية على سياسات وبرامج الطاقة لـــدى تلـــك الـــدول، وحتى ذلك الحين كان التعامل مع .. البيئـــة .. يتـــم بشـــكل أساســـى فيمـــا يتعلق بعمليات الإنتاج ، أى التلـــوث أو التســـرب وإجـــراءات الســـلامة ، أى أنها كانت منحصرة على المستوى المحلـــى أو الإقليمـــى .

وقد بـــرز الدور الحيوى الذى لعبته ولا زالـــت تلعبـــه الطاقـــة فـــــى رفع مستوى المعيشة وتحقيق النمـــو الاقتصادى ، ويمكننـــا هنـــا أن نقـــول بـــأن **"التنمية قـــد ارتبطـــت بالطاقة"** ، ومع التطـــور الصنـــاعى الضخـــم وزيـــادة الإنتاج والاستهلاك والتنافس فـــى فتـــح الأســـواق فى دول العـــالم الناميـــة – (التـــى تمتلك المـــواد الخام) ، قـــاد ذلك إلى ... خلـــق عـــدم التـــوازن بـــين البيئة والتنميـــة .

الصدام مـــع الحضـــارة الصنـــاعيـــــــــة

وقبل أن ينتهى عقد الســـبعينات ظـــهرت لأول مـــرة لغـــة " الكونيـــة " كاهتمام مشترك مـــن علمـــاء العـــالم المتقـــدم فى بحـــث مســـتقبل الأرض بـــل والدعوة إلى مؤتمر باسمها ، وتمثل ذلـــك فى مؤتمـــر المنـــاخ الأول المعقـــود عـــام ١٩٧٩ ، وإن كان قد بدأ فى رفق يحث الـــدول علـــى :

" أن تتنبأ بالتغيرات البشرية المنشأ المحتملة فى المناخ والتى قد تضر برخاء البشرية ، وأن تمنع حدوثها " .

وبدأنا نسمع تحاور العلماء عن ثقب الأوزون ، ونظرية الصوبة وتأثيراتها، والغازات الدفيئة ، وارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية ، والانهيار الجليدى فى قطبى الأرض ، وغرق الأرض ، واختفاء القارات وتغير النظام الايكولوجى للأرض ، الرياح ، الأمطار ، . . تغير المحاصيل .

وتزايد الاهتمام فى النصف الثانى من الثمانينات بالبيئة العالمية والحفاظ عليها ونشأ الجدل بصفة خاصة حول ظاهرة الاحتباس الحرارى وارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض وتأثير حرق أنواع الوقود ومنها البترول ، وفى انبعاث وتركيز ثانى أكسيد الكربون ومدى مساهمة ذلك فى التغير المناخى.. فى حوار وجدل اكتنفه الشك واليقين .

وعقد مؤتمر المناخ الثانى بسويسرا فى نوفمبر ١٩٩٠ فى تجمع علمى لعلماء العالم خلصوا فيما عرضوه من نظريات إلى أنه

"رغم أوجه عدم اليقين العلمى والاقتصادى ينبغى للدول الآن أن تتخذ الخطوات اللازمة لتقليل مصادر الغازات الدفيئة وزيادة مصارفها ، من خلال إجراءات وطنية وإقليمية والتفاوض على إبرام اتفاقية عالمية بشأن تغير المناخ وما يتصل بها من صكوك قانونية" .

وعلى أن ينعقد مؤتمر المناخ الثالث عام ٢٠٠٠ .

وقد أخذ البعد العالمى لموضوع البيئة مداه ، وانتقل الاهتمام حول البيئة من موضوع التلوث على المستوى القومى إلى موضوع التغير المناخى ودور أنواع الوقود فيه وحيث أصبحت مفاهيم .. **" التنمية والطاقة والبيئة "** ترتبط ببعضها .

وانعقد مؤتمر الأرض فى " ريودى جانيرو " فى يونيو ١٩٩٢ ، وصدر عنه إعلان ريودى جانيرو بشأن " التنمية والبيئة " ، وجاء به فى المبدأ الرابع

" أن تكون حماية البيئة جزءا لا يتجزأ من عملية التنمية ، ولا يمكن النظر فيها بمعزل عنها ، كما يعترف للدول بحقها السيادى فى استغلال مواردها وفقا لسياساتها البيئية والتنموية ، شريطة أن لا تسبب أنشطتها أضرارا بيئية لدول أخرى أو لمناطق واقعة خارج حدودها . . . "

وإن كان يجدر الإشارة أن إعلان "ريو" لا يشمل صكا دوليا ملزما ، ولكنه بلا شك يدخل فى إطار الالتزام الأدبى بإقرار المبادئ الواردة فيه .

وعلى الرغم من أن موضوع تغير المناخ ظل لفترة طويلة يكتنفه الكثير من عدم اليقين واختلاف الآراء حول المسببات لهذه الظاهرة ، إلا أنه مع القياسات العالمية لرصد نسبة ثانى أكسيد الكربون وتسجيل تصاعدها عبر السنوات مقرونا بقياسات ارتفاع حرارة مسطح الأرض ، جعل الباحثين المهتمين بنظرية تغير المناخ يركزون على مصادر ثانى اكسيد الكربون المتزايدة فى الهواء الجوى ، وأصبح الأمر يدخل فى دائرة اليقين لديهم بأنه يمثل الغاز الرئيسى فى مجموعة غازات الاحتباس الحرارى .

ومع مطلع عام ١٩٩٨ قادت الدول الصناعية فى مؤتمـــر كيوتـــو للمنـــاخ باليابان مفاوضات مكثفة وصولا لتوزيع معـــدلات خفـــض نســـب الانبعاثـــات الضارة بالبيئة والمتسببة فى ارتفاع درجـــة حـــرارة الأرض .

هذا وسنعرض هنا لهذه القضايا فى محوريـــن أساســـيين :

الأول : فيمـــــا يتعلـــــق والمنـــــاخ العالمـــــــــى .

الثانى : فى مسألة القيود البيئية والتنمية علـــى المســـتوى الاقليمـــى .

الأول : فى مسألة المناخ العـــالمى

والمبحث فى هـــذه المسـألة قـد ينحصـر بالدرجـة الأولى فى الطاقـة الشمسية أو الأشعة الكونية مـــن ناحيـة ، والأرض مـن الناحيـة الأخـرى ، وبينهما المادة أوالغلالة الشفافة الـتى تحيـط بـالأرض وتفصـل سـطحها عـن الفراغ الكون ، وهى الغلاف الهوائى ، ومحـور كـل الاهتمـام هـو التغـيرات التى ستؤثر على حياة الانسان والكائنات الحية علـى سـطح الارض .

وأجدنى هنا لا أستطيع أن أخفى عـن قـارئ هـذه السـطور ، أنـى فى كل مرة كنت أهدأ فيها لأعيد ترتيـب الفكـر بشـأن مـا سـأتناول عرضـه ويتصل وعظمة النظام الكون ، وموقعنـا مـن الفضـاء ، والغـلاف الجـوى ، وايكولوجيا الأرض ، إلا ووجدتنى أعود إلى البداية ... شـأنى شـأن كـل مـن يقترب ... يُنصت .. ويَرنو ببصـره إلى الكـون .. ليخشـع ، وليُسـبح .. فى سكون بجلال صنع الخـالق .

ولقد اختصنا الحق سبحانه فى محكم بيانه ، ما عمرت بـه القلـوب عـن الكون وبدء الخليقة والشـمس والقمـر والـبروج والأرض والريـاح ، ومـن يَصَّعدُ فى السماء ... فيض من النور أضاء مـن قـرون مضـت لمـن يريـد أن يهتدى ويتأتى العلـم .

وقد ظل العلماء إلى يومنـا هـذا فى اجتـهاد دائـم وتواصـل ، لمحاولـة تفسير الكثير من الظواهر الـتى تجـرى فى الكـون ، فى تناسـق ودقـة محكمـة تتناسب وحياة الانسان والحيوان والنبـات علـى سـطح الأرض تمدهـا جميعـا بمقومات تلك الحياه ، مسخرة لها علـى مـدى أحقـاب الزمـان ... فى قـوة محكمـة .

ويجيء ذلك كله بأمر من الخلاق العليم جل جلاله وهو القائل فى كتابه عز وجل .

﴿ إنَّا كُلَّ شيء خَلَقناهُ بَقدَرٍ ﴾

(سورة القمر : الآية٤٩)

هذا و يهمنا فى البداية أن نعرض هنا بعضا من المعلومات و الحقائق العلمية المبسطة التى تهم القارئ و ذلك عن الغلاف الهوائى و تركيبه ، الشمس ، الأرض قبل أن نتناول ثلاث من القضايا الأساسية التى تتعلق بمسألة المناخ العالمى و تخص.

- **موضوع ثقب الأوزون .**
- **ظاهرة الاحتباس الحرارى (ارتفاع درجة حرارة الأرض).**
- **البترول وضريبة الكربون .**

أولا :- الغلاف الهوائى

والهواء بالنسبة لنا ولجميع الكائنات الحية هو الحياة وقد نستطيع الاستغناء عن الماء لفترة ولكنها بالنسبة للهواء ، فهى دقائق تعد بالثوانى .

ويتركب الهواء الجوى من خليط من النيتروجين ٧٨% ، الأوكسجين ٢١% ، الأرجون ٠,٩% ، ثانى اكسيد الكربون ٠,٠٣% وبخار الماء ، وكميات ضئيلة من الايدروجين ، والاوزون ، والميثان ، وأول أكسيد الكربون والهيليوم ، والنيون ، والكربتون ، والزينون .. ،

وهى فى تناسق تام والحياة علـــى وجـــه الأرض ، فلـــو أن نســـبة الأوكســـجين على الأرض زادت عن ذلك لاحترقت الكائنات ، ولو قلـــت عنـــها لتجمـــدت وتعطلت الأحشاء والأعضاء للكائنات الحية وتوقـــف نشـــاطها .

وعملية التنفس لدى الانسان تتـــم بحمـــل الاوكســـجين مـــن الجـــو فى عملية الشهيق إلى الحويصلات الهوائيـــة بالرئـــة ومنـــها إلى الـــدم ، وفى نفـــس الوقت يتخلص الدم من ثانى أكسيد الكربون الـــذى يخـــرج فى عمليـــة الزفـــير ، وبواسطة الأوكسجين يتم أكسدة المواد الغذائية فى أنســـجة الجســـم المختلفـــة ، وتتولد الطاقة اللازمة لحركة الجسم الحيوية ، و ينطلـــق ثـــانى اكســـيد الكربـــون كناتج لعملية تلك الأكسدة .. دورة الحيـــاة .

ويقال أن الانسان يتنفـــس فى اليـــوم الواحـــد حـــوالى ٢٥ ألـــف مـــرة يسحب خلالها حوالى ١٨٠ متراً مكعباً من الهـــواء يمتـــص منـــه الـــدم حـــوالى ٦,٥ أمتار مكعبة من الأوكسجين الـــذى يحتويـــه .

وفى إطـــار النظـــام الايكولوجى لـــلأرض ، والمجمـــوع الخضـــرى بهـــا ، تتم خلال عمليـــــة التمثيـــل الضوئـــى (أشـــعة الشـــمس) فى خلايـــا النبـــات امتصاص ثـــانى أكســـيد الكربـــون نهـــارا ، وامـــداد الهـــواء الجـــوى بالاكسجين (كمعطيات) ، وبطريقة عكسية ليـــلا ، ويبقـــى كـــل فى اتـــزان . صنعة الخالق ســـبحانه .

وبهذا تشترك جميع الكائنات الحيـــة فى تكويـــن تركيـــب الغلاف الجوى بالتأثير فيه ، كمـــا أن التغـــيرات التـــى تتم فى الغلاف الجوى تؤثر أيضا على الحياة فـــى كـــل مكان ، وفى تفاعل بينهما ، كـــأحد مكونـــات النظـــام

* تركيب الغلاف الجوى

وهو فى طبقات من الهواء يمكن تصورها مرصوصة فوق بعضها تمتد إلى مشارف الفضاء الكونى ، تختلف فى الخصائص الجوهرية التى نعرفها على سطح الأرض ، حيث يتناقص الضغط سريعا حتى يقارب الصفر على ارتفاع عدة كيلو مترات من الأرض ، ويتبع ذلك نقص فى كميات الأوكسجين أيضا باعتبارها أحد مكونات الهواء الرئيسية وكذلك انخفاض فى درجة الحرارة ، ودراسة تلك الخصائص جعلت العلماء يميزون التقسيم بين تلك الطبقات وتجئ فيما يلى :

(أ) **التروبوسفير** (Troposphere) وهى الطبقة الأولى السطحية الملامسة للأرض ، وهى تمتد حتى مسافة ١٦ كيلو متر فى المتوسط وتحتوى على ٧٥% من كتلة الغلاف الجوى ومعظم بخار الماء به ، وحيث تشتمل على معظم السحب التى تحدث فى الغلاف الهوائى .

ويختلف الضغط الجوى[1] بها حسب الارتفاع ، فهو عند سطح الأرض يعادل ٧٦٠ مم زئبق وعند ارتفاع ٥,٦ كيلو متر ينخفض إلى النصف ليصل إلى ٣٨٠ مم زئبق ، كما تنخفض درجة الحرارة بمعدل متوسطه ٦,٥ درجة مئوية لكل ألف متر ارتفاع عن سطح الأرض .

وهذه الطبقة هى التى يجزع العلماء بشأنها فهى تحوى الغازات الدفيئة

---

(١) الضغط الجوى ، يعادل ارتفاع عمود الزئبق الذى يستطيع الهواء رفعه فى عمود مفرغ من الهواء وهو يعادل :
٧٦٠ مم زئبق = ١ كيلو جرام / السنتيمتر المربع
= ١٤,٦ رطل / البوصة المربعة

التى تحبس الحرارة الصاعدة من الأرض وتمنعها من الانسياب إلى الفضاء ، وهو الموضوع الذى سنتناوله بتفصيل أكثر فى موضع آخر من هذا الفصل من الكتاب .

(ب) **الستراتوسفير**(Stratosphere) وهى الطبقة التالية بعد التروبوسفير، ويُقال أنها تبدأ من ارتفاع ١٢,٩ كيلو متر ، وتمتد حدودها العليا لتصل إلى حوالى ٥٠ كم ، وهى خالية من السحب والظواهر الجوية الأخرى المعروفة على الأرض ، وهى تحوى "الأوزون" فى طبقة يطلق عليها أيضا (الأوزونوسفير) وهى الطبقة التى تحمى الأرض بامتصاصها لبعض الأشعة فوق البنفسجية التى ترسلها الشمس ، حيث تتحول إلى حرارة ترفع من درجة حرارة تلك الطبقات حتى تصل إلى أقصى قيمة لها عند ارتفاع نحو ٥٠ كيلو متر .

(جـ) **الميزوسفير** (Mesosphere) وهى الطبقة التى تقع فى المسافة من ٥٠ كيلو متر – ٨٠ كيلو متر وفيها تنخفض درجة الحرارة ثانية حيث تتناقص خلالها كميات الأوزون سريعا .

(د) **الايونوسفير** (Ionosphere) ، وهى طبقة أو طبقات متأينة من الهواء (Ionized Air) وتمتد من ٨٠ كيلو متر – إلى ما يزيد عن ٦٤٠ كيلو متر من فوق سطح الأرض ، وعند هذا المستوى تتأين جزئيات الهواء الجوى بفعل الأشعة فوق البنفسجية والاشعاعات الأخرى[1] ، وكنتيجة مباشرة لذلك تبدأ درجة الحرارة فى الارتفاع من جديد فى هذه الطبقة .

---

(١) أشعة اكس ، والمقذوفات الالكترونية من الأشعة الشمسية .

وبسبب هذا التركيز العالى من الايونات فى هذه الطبقة فإنها تجعلها موصلة للكهرباء ، وهى الطبقة التى تحدث عنها انعكاسات موجات الراديو التى تمتص جزئيا فى الهواء المتأين وترتد منعكسة إلى سطح الأرض .

(هـ) **الاكسوسفير** (Exosphere) وهى الطبقة التى تلى ذلك وتمتد إلى علو حوالى ٩٦٠٠ كيلو متر ، الحد الخارجى لغلافنا الجوى .

ثانيا :- الشمس

وهى الضياء الذى يضيئ الكون ، وتستمد منها جميع الكائنات الطاقة الحرارية اللازمة لها ، وتنفذ أشعتها الحرارية فى طبقات الغلاف الجوى بتأثيرات مختلفة تثير الرياح ، وإلى الأرض لتبخر مياه المحيطات والبحار والأنهار وتحيلها سحابا لتهطل أمطارا ، تستمر معها دورة الحياة كجزء من النظام الكونى .

ويقولون تشرق الشمس أو تغرب ، وهى دائبة فى دورتها وحركتها لاتغيب ولاتغرب ، بل نحن مع الأرض ... التى تدور حول نفسها فتجىء حركة الليل والنهار ، وتدور حول الشمس فتجىء حركة الفصول الأربعة أيضا .

ويقدر العلماء [1] أن عمر الشمس حوالى ٧٥٠٠ مليون سنة وهى كرة متوهجة من الغازات المشتعلة ، يتكون ثلثاها من غاز الايدروجين ، والثلث الباقى من غاز الهيليوم .

ويجيء سر الطاقة الهائلة المنبعثة من الشمس (وكذلك النجوم الأخرى) فى عملية استمرار تحول عنصر الايدروجين إلى عنصر الهيليوم ، و عملية التحول هذه ليست تفاعلا كيمائيا ولكنها تفاعل نووى (Nuclear Reaction) ، و تلك الطاقة الهائلة الناتجة عن التحول ليست طاقة "انشطار نووى " ، إنما هى

---

[1] ويقدرون أن الشمس

- تبعد عن الأرض حوالى ١٥٣ مليون كيلو متر
- وأن قطرها يبلغ ١,٣٩ مليون كيلو متر
- ورها يبلغ ٣٣ ألف مرة ثقل وزن الأرض
- وحجمها يقدر بحوالى ١,٣ مليون مرة قدر حجم الارض
- جاذبيتها ٢٨ مرة أكبر من جاذبية الأرض
- قوة الاحتراق بها ، ٤ ملايين طن من الايدروجين فى الثانية
- حرارتها حوالى ١٥ مليون درجة كيلفن فى المركز وحوالى ٦٠٠٠ درجة على السطح .
- ويقدرون المسافات فى المجموعة الشمسية التى تشمل ٩ كواكب (من بينها الأرض) وذلك بمتوسط المسافة بين الأرض والشمس ، أى حوالى ١٥٠ مليون كيلو متر ، وهى بالوحدة الفلكية (Astronomical Uint) أو (AU) . ويقدرون أن المجموعة الشمسية تبعد فى الفضاء الكون بما يقدر بـ ١٠٠ وحدة (AU) عن الاجرام الأخرى القريبة منها .

طاقة "الاندماج النووى" [1] حيث يتم اندمـــاج نُـوى ذرتـى هيليـوم ثقيـل (ديوتيريوم) لاعطاء نواة هيليوم واحدة ، ولكن نواة ذرة الهليـوم الـتى تنتـج ،

---

(١) قد يكون من المفيد ومما يستهوى بعضا من القراء أن نعـرض هـا فكـرا مبسـطا عـن أساسـيات عمليـة التحول المشار إليها كمدخل لمزيد من المعلومات التى يمكنهم الاستزادة منـها بـالرجوع للمراجـع المتخصصـة

- جميع الاجسام التى نراها ، حتى أشدها صلابة مثل الصخـور أو العظـام الـتى فى أجسـامنا ، والحديـد والخشب ... الخ ، تتكون من ذرات لها نواة مركزيـة يدخـل فى تركيبـها " بروتونـات " (Protons) موجبه الشحنة ، ونيوترونات (Neutrons) غير مشحونة ، وهنـاك جسـيمات (الكترونـات) تـدور حول تلك النواة (Nucleous) فى مدارات وذلك بعدة مليـارات مـن الـدورات فى الثانيـة الواحـدة وقد أمكن حساب عدد الدورات التى يقوم بها الالكترون حول النـواة ويقـدر بسـبعة ملايـين مليـار دورة فى الثانية الواحدة وتسمى الالكترونات (Electrons) وهـى تحتـوى علـى شـحنات كهربائيـة سالبة ، وتبلغ تلك الذرة (Atom) والتى هى أصغر جزء كـامل مـن تكويـن أى عنصـر حـدا مـن الصغر بحيث أن المليمتر الواحد يسع ١٠ ملايـين مـنها .
- أبسط الذرات تركيبا فى الوجود هى ذرة الايدروجين حيث تشتمل نواتها علـى بروتـون واحـد فقـط به شحنه موجبة ، ويدور حوله الكترون واحد فى مدار واحـد وشـحنته سـالبة ، ولكنـه يتواجـد فى نظائر أخرى ، وهـى الديوتـيريوم (Deuterium) ، التـريتيوم (Tritium) والفـارق هـو تواجـد نيوترونات بدون شحنة مع النـواة .
- الديوتيريوم / هو نظير (Isotope) الايدروجين ويختلف عنه فقط فى وجـود نيـوترون واحـد بـدون شحنة متواجد مع البروتون فى النواة ، ويحتوى فى المدار على نفس عـدد الالكترونـات (واحـد) مثـل الايدروجين العادى ويختلف عنه فى أن الوزن الـذرى قـد أصبـح (٢) بـدلا مـن (١) للايدروجـين العادى ، ولكن بنفس صفات الايدروجـين .
- وعلى ذلك فان إندماج نواتى الديوتيريوم لانتاج نـواة الهليـوم تحتـوى علـى عـدد ٢ بروتـون ، ٢ نيوتـرون .
- لا يتأتى حدوث هذا التفاعل النووى بالاندماج إلا على حرارات عالية جـدا كمـا فى مركـز الشـمس التى تبلغ ١٥ مليون درجة كيلفن (الدرجة كيلفـن = الدرجـة مئويـة + ٢٧٣) .
- التريتيـوم وهـو النظيـر الثانـى للايدروجـين تحتوى الـذرة فيـه مـع البروتـون علـى عدد (٢) نيوترون أى يصبح الوزن الذرى (٣) قياسـا علـى الايدروجـين ، والـتريتيوم غـير مسـتقر ومشـع (Radioactive isotope) .
- التفاعل النووى بالاندماج هو أساس عمل القنبلة الهيدروجينية وعليـه يلزمـها قنبلـة نوويـة (انشـطار نووى) معها لاحداث الحرارات العالية المطلوبة لاتمام تفاعل الاندمـاج ذو الطاقـة الرهيبـة .

لا يكون لها وزن نواتى الديوتيريوم الذى استنفد ، وتنتج الطاقة المنبعثة من هذا الوزن المفقود ، والقدر المتناهى فى الصغر من المادة عندما تتحول إلى طاقة (كما أثبتها العالم الفذ "أينشتين" فى قانونه المشهور) يتعاظم قدرها بضربها فى مربع سرعة الضوء التى تبلغ ٣٠٠ ألف كيلو متر/الثانية (أى فى ٩٠ ألف مليون مرة) .

ويبلغ بذلك سمك طبقات الغاز فى سطح الكرة الشمسية (Photo Sphere) حوالى ٣٠٠ كيلو متر تشع الضوء والحرارة .

أشعة الشمس

تبلغ المسافات بين الأجرام السماوية فى الفضاء الكونى حدا يفوق التصور وتعد بملايين الملايين ، ولهذا تقاس المسافات بين الكواكب والنجوم فى عالم الفلك عادة بالسنة الضوئية [(١)] ، ويقدرون أن ضوء الشمس يصل إلينا فى حوالى ٨,٥ دقيقة [(٢)] .

---

(١) فى تعريف السنة الضوئية : هى المسافة التى يقطعها الضوء فى سنة واحدة من سنى الأرض .

السنة = ٣٦٥ يوم X ٢٤ ساعة X ٦٠ دقيقة X ٦٠ ثانية

= حوالى ٣١,٥ مليون ثانية

سرعة الضوء = ٣٠٠٠٠٠ كيلو متر / ثانية

السنة الضوئية = ٣٠٠٠٠٠ X ٣١,٥ مليون

= ٩,٤٥ مليون مليون كيلو متر

= (حوالى ٩,٥ X 10^{12} كيلو متر)

(٢) فى وصول ضوء الشمس إلى الأرض

بعد الشمس عن الأرض = حوالى ١٥٣ مليون كيلو متر

الزمن الذى يستغرقه وصول الضوء = $\frac{١٥٣ \times 10^{6}}{٣٠٠ \times 10^{3}}$ كيلو متر / كيلو متر

= حوالى ٥١٠ ثانية

= ٨,٥ دقيقة

والضوء ما هو إلا اشعاعات الكترومغناطيسية تعرف بذبذبات لها مدى معين وترسلها الالكترونات الموجودة فى المدار الخارجى للذرة عندما تنتقل من مدار إلى مدار ، وحيث يرسل المصدر الضوئى سيلا من الجزئيات التى تشبه الطلقات الخارجة من المدفع وتسمى فوتونات (Photons) .

وفى قضيب الحديد الساخن لدرجة البياض مثلا ، فان الالكترونات تشع طاقة الكترومغناطيسية (Electro magnetic Energy) ، وتوجد أنواع مختلفة من الموجات الالكترومغناطيسية وأساس التمييز بينها هو طول هذه الموجات وذبذباتها [1] ، ومنها الضوء ، والاشعاعات الحرارية ، وموجات الأشعة فوق البنفسجية وموجات الراديو وأشعة اكس . . . ترسلها الالكترونات ، وقد يجدر التنويه إلى أن الأشعة التى ترسلها نواة الذرة وليس الالكترونات هى أشعة جاما وذلك عندما تصبح النواة مشعة.

ويقدر العلماء أن حجم الطاقة التى تهبط من الشمس تعادل حوالى ١٨٠ مليون محطة توليد كهرباء بقدرة ١٠٠٠ ميجاوات لكل منها .

وقبل أن نتناول موضوع سريان تلك الطاقة خلال الغلاف الجوى وإلى الأرض ، يهمنا أن نوضح التصور الذى توصل اليه العلماء حتى الآن فى تكوين تلك الأشعة الضوئية ، كما فسرها أبحاث الطيف بها ، وهناك منها المرئى وغير المرئى ، وعين الانسان تستطيع الرؤية فيما بين الموجات ذات

---

(١) الذبذبة : هى عدد الموجات فى الثانية

طول الموجة : المسافة بين قمة الموجة والموجة التى تليها .

الطول من ٤٠٠ نـــانومتر[1] إلى ٧٠٠ نـــانومتر فقـــط وهـــى ألـــوان الطيـــف المرئيـــة[2] .

	طول الموجة نانومتر
– البنفسجى (Violet)	٤٠٠ – ٤٥٠
– الازرق (Blue)	٤٥٠ – ٥٠٠
– الأخضر (Green)	٥٠٠ – ٥٧٠
– الأصفر (Yellow)	٥٧٠ – ٥٩٠
– البرتقالى (Orange)	٥٩٠ – ٦١٠
– الاحمـــــر (Red)	٦١٠ – ٧٠٠

هذا وتحد مجموعة الاشعة المرئية الموضحة أعـــــلاه مجموعتـــان مـــن حـــزم الأشعة غير المرئيـــة .

الأولى : الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات القصـــــيرة فى المنطقـــة أقـــل مـــن ٤٠٠ نانومـــــتر .

---

(١) النانومتـــر مقيـــاس وُضـــع لطـــول الموجـــة وهو يســـاوى واحد على ألـــف مليـــون مـــن المتـــر أى أن

النانومتـــر = ١ X ١٠ $^{-٩}$ من المـــتر

أو بمعنى آخر مليمتر = مليون نـــانومتر

(٢) يعتبر اللون الأزرق ، الأخضر ، الأحمـــــر

من ألوان الطيف المرئية الموضحة أعلاه أساس تكوين اللـــون الأبيـــض فى الخليـــط المتســـاو مـــنها ، ويمكـــن الحصول على أى ألوان أخرى باختلاف نسب الخلط لتلـــك الألـــوان الثلاثـــة ، ولا يمكـــن الحصـــول علـــى اللون الثالث بخلط اللونين الأخرين بأيـــة نســـب وهـــى النظريـــة الـــتى يعتمـــد عليـــها الارســـال الملـــون للتليفزيـــون .

الثانية : الأشعة تحت الحمـــراء ذات الموجات الطويلـــة فى المنطقـــة أعلـــى مـــن ٧٠٠ نـــانومتر .

ولها دورها المؤثر فى المناخ وسيأتى الحديث عنـــها تفصيـــلا عنـــد تنـــاول موضوع " الأوزون " ، أو فى ارتفاع درجة حـــرارة الأرض فى موضـــع آخـــر .

هذا وتجدر الاشارة إلى أن العلماء يقدرون نســـب الطاقـــة فى الاشـــعاع الشمسى قبل دخوله جو الأرض على النحـــو التـــالى :

(أ) حوالى ٩% أشعة فوق البنفسجية وتنحصر أطوال موجاتهـــا مـــا بـــين ١٧٠ – ٤٠٠ نانومتر وهى من أقصر الموجات الـــتى ترســـلها الشـــمس ولكـــن لا تميزها الأعين كما أوضحنا ، ويتعذر على جـــانب كبـــير منـــها النفـــاذ إلى الأرض .

(ب) حوالى ٤٥% أشعة مرئية (الضـــوء) والـــتى ســـبق إيضاحـــها ، وتنحصـــر طول موجاتهـــا من ٤٠٠- ٧٠٠ نانومتـــر ، وهـــى مصـــدر النـــور فى جو الأرض أو سمائها ، وتمتصها الاجسام الماديـــة المعتمـــة وتحولهـــا إلى طاقة حراريـــة .

(جـ) حوالى ٤٦% أشعة حراريـــة (تحـــت الحمـــراء) وموجاتهـــا فى المنطقـــة أعلى من ٧٠٠ نانومتر وهى التى نشعر بوطأتها المباشـــرة عندمـــا نتعـــرض لأشعة الشـــمس .

ثالثا : الأرض

يقدر العلمـــاء أن عمـــر الأرض ٤٥٠٠ مليـــون ســـنة [1] وأن أول مـــا عرف من أنواع الحياه عليـــها للطحـــالب كـــانت مـــن ٢٧٠٠ مليـــون ســـنة ، والاجتهادات المستمرة من جانب العلماء أيضا لتفسير معجـــزة الكـــون لا تهـــدأ، ففى عصور سحيقه ، لم تكـــن المحيطـــات بـــالوضع الـــذى نعرفـــه الآن حيـــث يغطى الماء حوالى ٧١% من سطح الارض وهى المخـــزون المـــائى لمصـــادر الميـــاه بالنسبة للانسان والكائنـــات الحيـــة ، كـــأحد مقومـــات النظـــام الايكولوجـــى للأرض فى دورة البخـــر والســـحب والريـــاح وســـقوط الامطـــار بمـــا يضمـــن استمرار الحياة ، ولم تكن المساحات من اليابسة كما نعرفـــها اليـــوم بـــل كـــانت تغطيها البحار ، كما أن بعض أجـــزاء الارض الـــتى تغطيـــها البحـــار فى هـــذا العصر سبق لها أن كانت جـــزءا مـــن اليابســـة ، ورغـــم الأعاصـــير والـــبراكين والزلازل وما طرأ على الأرض، ظل النظام الايكولوجى لـــلأرض فى تـــوازن مـــن صنع الخالق لصالح الانسان ، فالأرض التى تـــدور حـــول نفســـها – وســـتظل إلى ما يشاء الله – فى ٢٣ ساعة ، ٥٦ دقيقة ، ٤ ثـــوانى لتخلـــق الليـــل والنـــهار

---

(١) ويقـــدرون أن الارض

- كتلتها تعادل ٥,٨ X ١٠ ^{٢١} طـــن
- قطرها عند خط الاستواء حوالى ١٣ ألف كيلـــو مـــتر
- طول مدارها حول الشمس حوالى ٩٦٥ كليو مـــتر (فى قطـــع نـــاقص)
- سرعة دورانها حول الشمس ١١٠ الف كيلو مـــتر/ الســـاعة
- سرعة دورانها حول محورها عند خط الاستواء ١٦٧٤ كيلـــو مـــتر / الســـاعة
- الدورة الكاملة (السنة) ٣٦٥ يوما ، ٦ ســـاعات ، ٩ دقـــائق ، ٩ ثـــوان
- الدورة الكاملة (اليوم) ٢٣ ساعة ، ٥٦ دقيقـــة ، ٤ ثـــوان
- كثافتها ٥,٥ مرة قدر المـــاء

٣٦٥ يوما ، ٦ ساعات ، ٩ دقائق ، ٩ ثوانى ، أى فى موضع متحرك بالنسبة للشمس تشكل معه الفصول الأربعة من السنة ومنذ بدء الخليقة ، مما حفظ نظاما متوازنا، وكله مسخر لخدمة ومنفعة الانسان.

☐ فى حكاية ثقب الأوزون

* طبقة الأوزون

فجأة ومع منتصف السبعينات دوى الهمس الذى كان يتناقله العلماء فى جدل حول مسألة استنفاد " الاوزون " ، والمسببات لذلك وملأ أسماع العالم .

وخلال عقد كامل بدأنا نسمع عن التهديد الشامل للكائنات على الأرض ، كنتيجة مباشرة للتأثير الكاسح لمركبات الكلوروفلوروكربون [1] (CFC's) وغيرها على الغلاف الجوى ، واختراق طبقة الأوزون التى تحمى الأرض من الأشعة فوق البنفسجية وأضرارها ، وبدأت فى ديسمبر ١٩٨٦ المفاوضات التى انتهت بتوقيع مجموعة الدول المشتركة بمؤتمر مونتريال الذى انعقد فى سبتمبر ١٩٨٧، وذلك للبروتوكول الخاص ببعض الاجراءات المطلوبة لحماية طبقة الأوزون .

وتابع العالم - ولا يزال الفجوة الهائلة التى حدثت فى طبقة الأوزون والتى تظهر فى شهرى سبتمبر واكتوبر من كل عام فوق المنطقة القطبية الجنوبية ، بل ويتكلمون الآن أيضا عن أخرى مماثلة لها فى المنطقة القطبية الشمالية .

---

(١) الكلوروفلورو كربون (Chlorofloro Carbons) أو (CFC's) وتتكون من عناصر الكربون والكلورين والفلور وهى تستخدم فى دوائر التبريد بالثلاجات ودخلت فى العديد من الاستخدامات وأهمها الايروسولات كمادة دافعه ، وسنعرض لها تفصيلا فى موضع آخر .

* الأوزون

يتواجد غاز الأوكسجين على هيئة صورتين: الأوكسجين العادى الذى نألفه على سطح الأرض ويحوى الجزىء منه على عدد ذرتين (O_2) أى أن الوزن الجزيئى [1] له يساوى ٣٢ ، ونظيره وهو الأوزون ويحتوى الجزىء منه على ثلاث ذرات من الأوكسجين (O_3) أى إن الوزن الجزيئى له يساوى ٤٨ .

ولعلنا جميعا قد لاحظنا الرائحة المميزة للهواء عند حدوث الشرارة كقصور فى أى دائرة كهربائية ، هذه الرائحة [2] ترجع إلى تكوين مادة جديدة هى الاوزون .

هذا ويتواجد الأوزون بكميات قليلة فى الهواء الجوى ، وبكمياته القليلة هذه فهو قاتل للبكتريا وهو مطهر للمياه والهواء ، ولعل من الغرابة أن مرجع الاشادة بالجو الصحى فى الغابات أو شواطئ البحار يرجع بدرجة كبيرة إلى تكوين " الاوزون " كوضع ناشئ عن الأكسدة والتحلل لبقايا النباتات بالغابات أو الأعشاب البحرية على الشواطئ .

وبعكس الاوكسجين [3] ، يعتبر الأوزون غاز سام جدا بزيادة نسبته، كما أنه شديد الانفجار .

---

(١) العدد الذرى = عدد البروتونات فى نواة الذرة .
الوزن الذرى (الكتلة) = عدد البروتونات + عدد النيوترونات
الوزن الذرى للاوكسجين (O) = ١٦
الوزن الجزيئى يساوى ما يحويه الجزىء من ذرات ، أى أن الوزن الجزيئى للأوكسجين (O_2) = ٣٢

(٢) الأصل اللاتينى فى مسمى الاوزون تعنى (Odoriferous) أى الرائحة المميزة (وغير مقبلة) .

(٣) يختلف الاوزون أيضا عن الأوكسجين فى أن قابليته للذوبان فى الماء تفوق بكثير جدا ، حيث أن ١٠٠ حجم من الماء عند صفر درجة مئوية تذيب ٤٩ حجم من الاوزون فى حين أنها تذيب خمس أحجام فقط من الاكسجين عند نفس الدرجة ، وهى خاصية هامة سيرجع اليها عند الحديث عن ثقب الاوزون فى موضع لاحق .

* تكـويـــن الأوزون
فى طبقات الجو العليا

يهمنا فى البداية أن نوضح أن عمليـة تحـول [1] الأوكسـجين لتكويـن الأوزون يصاحبـها امتصـاص للحـرارة (Endothermic Reaction) والعكس صحيـح فـان عمليـة تحـول الأوزون إلـى أوكسـجين يصاحبها انطلاق نفس كميـة الحـرارة (Exothermic Reaction) وتبلـغ فى كلتا الحالتين حوالى ٦٩ كيلو كـالورى (K. cal) .

وهذا ما يفسر تكويـن طبقـة الاوزون الـتى تحمـى الارض فى طبقـات الجو العليا حيث يمتـص الاوكسـجين الأشـعة فـوق البنفسـجية متحـولا إلى الاوزون فى نظام متوازن يمنع تسرب تلـك الاشـعة إلى الأرض ، ومـن خاصيـة هذه التفاعلات الموضحة أعلاه عـدم الاسـتقرار (Unstable) والتحـول مـن صورة إلى أخـرى .

* أوزون الاستراتوسفيـر
فيما بين التجديد والتبديد

(أ) التجديـد :

فى عملية مستمرة يتم دائما تحول الاوكسـجين فى طبقـات الجـو العليـا إلى أوزون وتجىء ديناميكية هذا التحول بتأثير امتصاص الأشـعة فـوق البنفسـجية

---

(١) ويمكن تمثيلها بالمعادلة الكيمائية التالية لتسهيل وضوحها .

$$2O_3 \underset{\text{Exothermic Reaction}}{\xrightarrow{\text{(يطلـق طاقـة حراريـة)}}} 3O_2 + 69\ \text{Kcal} \quad \underset{\text{Endothermic Reaction}}{\xleftarrow{\text{(يمتـص طاقـة حراريـة)}}}$$

(ozone) (oxygen)

الذى يتحلل معه (Dissociated) ، جزىء الاوكسجين إلى ذرتيه ولتتحد بعدها ذرة الاكسجين النشطة بجزئ جديد من الأوكسجين.

$$1)\quad O_2 \xrightarrow{U.V.} O^+ + O^+$$

$$2)\quad O^+ + O_2 \longrightarrow O_3$$

(ب) والتبديد

الكلور له تأثير كاسح (والبروم أيضا) على استنفاد الأوزون ، ولقد اسهمت مركبات الكلوروفلوروكربون التى أنتجت منذ أقل من ٦٠ عاما فقط (ملايين الاطنان التى وجدت لها استخدامات عديدة على المستوى العالمى) بتأثير ضار على الغلاف الجوى ، وذرات الكلور التى تنطلق من تلك المركبات فى الهواء الجوى الى طبقة الاستراتو سفير تبدأ فى دورة مع الاوزون فى تسلسل متجدد حيث تبدأ تلك الدورة ، بكسر جزىء الاوزون بواسطة الكلورين الذرى لانتاج احادى اكسيد الكلورين واطلاق الاوكسجين ، ويتفاعل احادى اكسيد الكلورين مع ذرات الاوكسجين المتواجدة أصلا خلال عملية تكون الاوزون وتجديده بواسطة امتصاص الأشعة فوق البنفسجية وينتج عن هذا التفاعل اطلاق الكلور ثانية لتعود الدورة من جديد .

$$1)\ CL^+ + O_3 \longrightarrow CL\,O + O_2$$

atomic chlorine ozone monoxide

$$2)\ CL\,O + O^+ \longrightarrow CL^+ + O_2$$

(chlorine)

ولقد كانت هناك جهود على المستوى العالمى ولا سيما فى منتصف الثمانينات ارتفعت فيها النداءات لإيقاف إنتاج تلك المواد وايجاد البدائل خوفا على دمار الأرض من الأشعة فوق البنفسجية .

* ثقب الأوزون

والتهديد للحياة على الأرض . . .

يقول العلماء أن كل نقص فى الاوزون مقداره ١% هناك زيادة موازية مقدارها ٢% فى كمية الاشعة فوق البنفسجية التى تصل الأرض .

(أ) الاشعة فوق البنفسجية

من نعم الله أن النظام الكونى لا يسمح إلا بمرور قدر ضئيل[1] ، يصل من تلك الأشعة فوق البنفسجية إلى سطح الأرض ، وهذا القدر الضئيل له أثره الفعال فى حفظ صحة الإنسان ومداواة الكثير من المرضى بالنزلات الشعبية والامراض الصدرية والكساح ، ويتجه الناس الى مصحات الجبال العالية أو سواحل البحار للتعرض المباشر لأشعة الشمس التى تكسب الأجسام اللون البرونزى المعروف ، ومع هذا فإن هذا التعرض يجىء دائما بمقدار .

---

(١) الجزء من الأشعة البنفسجية التى تثير الاهتمام وإحداث الضرر تمثل موجات الضوء التى يقع طولها بين ٢٨٠ - ٣٢٠ نانومتر وهى التى تمتصها طبقة الأوزون أما الموجات الأطول من تلك الأشعة فوق البنفسجية حتى ٤٠٠ نانومتر فهى التى تصل إلى أعماق الغلاف الجوى حيث يمتصها ، وليس لها أثر بيولوجى كبير .

إلا أن الزيادة فى تلك الموجات التى قد يزداد تسربها من طبقة الاوزون التى تمتصها وتردها إلى الفضاء الكونى أيضا، فهى كما يقدر العلماء تهديد مباشر لكل أنواع الحياة على الأرض لتأثيرها بالقضاء على شتى المزروعات والنباتات والأسماك فى البحار ، وعلى الإنسان ، وعلى الرغم من أنه لم يعرف بعد الكثير عن أثار زيادة كمية الأشعة فوق البنفسجية على أداء الوظائف بجسم الإنسان وبصفة خاصة جهاز المناعة ، إلا أن هناك أمورا مؤكدة عن احداث مرض اعتام عدسات الاعين (الكاتاركت) وكذلك حدوث سرطان الجلد ...

(ب) حكاية ثقب الأوزون

فى شهرى سبتمبر وأكتوبر من كل عام ، تظهر فجوة هائلة فى أوزون طبقة الاستراتوسفير فوق المنطقة القطبية الجنوبية والمحيط القطبى الجنوبى [1] ، ويراقب العالم حاليا تدارس الحدث فى قياسات عديدة واهتمام بالغ لما تسفر عنه الحقبة القادمة .

وقد يطرأ على ذهن القارئ .. لماذا القطب الجنوبى ، وهناك الكثير مما عرض بهذا الشأن فى المؤتمرات العلمية والبحوث المنشورة ولعل الاجتهاد الأقرب إلى التصور هو ما جاء فى أمور ثلاثة :

---

(١) هناك حتى الآن مدينة كاملة واحدة من سطح كوكب الارض وهى مدينة " شوايا " باقليم بتاجونيا فى الارجنتين ، تقع داخل حدود ثقب الاوزون ، وتشهد تلك المدينة فى شهرى سبتمبر واكتوبر من كل عام اجراءات مشددة لحماية السكان ولا سيما الاطفال .

الأول : أن المنطقة القطبية الجنوبية ، هى أكثر المناطق برودة على سطح الأرض ، وأن السحب بما فيها من جسيمات ثلجية تكون مرتفعة فى طبقات الاستراتوسفير حيث توجد طبقة الاوزون وأن فاعلية تهديد الكلور لجزيئات الاوزون تكون أكبر كثيرا فى وجود الماء (البلورات الثلجية) .

الثانى : الدوامات الحادثة المعروفة فوق المنطقة القطبية الجنوبية ، تظل تحتجز معها خليط الكلور أو البروم وجزيئات الثلج داخلها حتى تشرق الشمس التى تستمر ظلمته ستة شهور فى العام (الليل القطبى الجنوبى).

الثالث : أنه فى سبتمبر من كل عام هو بداية شروق الشمس (النهار القطبى الجنوبى ٦ شهور) لتسقط أشعتها على هذا الخليط المحتجز فى سابق تلك الظلمة ، لتطلق تفاعلا متسلسلا لتدمير الاوزون .

ظاهرة الاحتباس الحرارى

(ارتفاع درجة حرارة الأرض)

فى الجدل والحوار القائم بين العلماء بصفة عامة والمتخصصين فى علم المناخ بصفة خاصة (Climatologists) ، يدور الشك فيما أظهرته نتائج النماذج الرياضية التى وُضعت للتنبؤ بمتوسط حرارة سطح الأرض (Global average surface Temperature) خلال المائة عام القادمة وفى أنها سترتفع من ١,٥ – ٤,٥ °م ، ولكنهم فى نفس الوقت يستقر معهم اليقين فى وجود بعض الأدلة التى تشير إلى أن متوسط الحرارة لسطح الارض قد ازداد من ٠,٣ – ٠,٦ °م خلال المائة عام الماضية .

ولعل خطورة الأمر فى التصور المطروح بشأن الاحترار العالمى (Global Warming) الذى قد يجعل الحياة مستحيلة على ظهر الأرض ، فهو يجئ أيضا فيما قد يحدثه من تغير فى النظام الايكولوجى للأرض ، وتناقش الكثير من الأبحاث العلمية هذا الضرر ومنه :

(أ) ارتفاع سطح البحار والمحيطات وفقدان المناطق الساحلية فى ربوع العالم كله، كنتيجة مباشرة لانصهار الغطاء الجليدى فى القارة القطبية الجنوبية أو جرينلاند التى يوجد بها ثانى أكبر لوح جليدى فى العالم[1] ولعل البعض منا قد شاهد ما عرض عالميا فى التليفزيون عن اكتشاف

---

(١) اللوح الجليدى الضخم الأول فى العالم غرب المنطقة القطبية الجنوبية فوق عدة جزر ، ومن المعتقد أنه انزلق إلى المحيط خلال حقبة الاحترار بين العصور الجليدية من ١٢٥ ألف سنة ، ويقدرون أنه تسبب آنذاك فى رفع مستوى سطح البحر بمقدار ٢٣ قدما .

رفات الإنسان الذى عاش منذ أربعة آلاف سنه فى جبال الألب وظل محفوظا فى الجليد منذ موته إلى أن انحسر بفعل الاحترار مؤخرا .

(ب) الاحترار بالمحيطات سيؤدى الى حدوث الاعاصير العاتيه التى لم تشهدها البشرية من قبل كاختلال فى المناخ .

(ج) إعادة توزيع المياه العذبة قد تجف معها أنهار وتنشأ هناك أنهار أخرى

(د) التغير الشامل لخريطة العالم فى محاصيلها الزراعية فى النوعية وزحفا الى مناطق أخرى .

الآن ، ما سبب كل هذا .. يُمكننا أن نقول أن العلماء لم يهتدوا بعد إلى الأسباب القاطعة ، ولكن على أقل تقدير فمن المؤكد أن أحد تلك الاسباب هى الغازات الدفيئة .

*** الغازات الدفيئة**

وهم يشبهون تأثير تواجدها فى الهواء الجوى بغطاء يحبس الأشعة تحت الحمراء التى تنعكس من الأرض، مانعاً لها من أن تشع وتنتشر فى الفضاء بما ينتج عنه "الاحتباس الحرارى" ورفع درجة حرارة الأرض، وهذا التشبيه يماثل عمل الصوبات الزجاجية التى تستخدم فى الاستنباتات، حيث يدخل الضوء (الجزء المرئى من الأشعة الشمسية) وأيضا الاشعة تحت الحمراء التى ترتد وتحبس داخل تلك الصوبات وترفع حرارتها بصورتها الملحوظة ومن هنا أيضا جاءت التسمية فى التشبيه بغازات الصوبة .) Green - house effect)

وتشمل غازات الاحتباس الحرارى المشار إليها ، بخار الماء ، وثانى اكسيد الكربون ، وغاز الميثان ، وأكاسيد النيتروجين ومركبات

الكلوروفلوروكربون ، والاوزون ، ولعل ما يربط بينها جميعا أن جزيئاتها ذات أشكال معقدة ويحتوى الجزىء منها على العديد من الذرات[1] .

* ثانى اكسيد الكربون

يرى الكثيرون أن بخار الماء له تأثير كبير فى مسألة الاحتباس الحرارى، ومع ذلك لم يأخذ حقه فى الاهتمام كدراسات ، وقد يكون مرجع ذلك الا أنه ليس ناتجا عن نشاط الانسان ، وجاء التركيز فى الاهتمام على المستوى العالمى بغاز ثانى اكسيد الكربون وأفردت له قياسات دقيقة لكمياته التى يحتويها الهواء من ١٦٠ ألف عام مضت[2] وحتى وقتنا هذا ، تتناولها الكثير من البحوث العلمية المنشورة ، وتجوز الثقة فى الحوار والجدل الدائر بين العلماء .

والغريب أن مسألة تأثير غاز ثانى أكسيد الكربون برفع درجة حرارة المناخ العالمى ، قد أثيرت لأول مرة فى حسابات دقيقة - ثبت

---

(١) الهواء الجوى مثلا الذى يحتوى ٧٨% منه من النيتروجين (N2) ، ٢١ % من الاوكسجين (O2) وكلاهما ذو جزىء متناسق يحوى ذرتين متماثلتين ، ولهذا يمتص ويبث الاشعاعات أيسر مما تفعله الجزيئات ذات الاشكال الاكثر تعقيدا مثل بخار الماء مثلا H_2O (الجزىء يحوى ذرتين من الايدروجين وأخرى من الاوكسجين) .

(٢) يتم أخذ عينات من الثلج على أعماق بعيدة (Ice Core) فى حربن لاند وغيرها ، تمثل عصورا سحيقة يسهل تقدير أعمارها ويتم تحليل الهواء لتحديد نسبة ثانى اكسيد الكربون بها ، ومن المعروف أن الثلج حين يتحول إلى جليد يحفظ معه ثلاثة أخماس حجمه من الهواء .

تقديراتها – على يد العالم السويدى أرهينيس (Arrhenius) [1] صاحب النظريات المشهور فى علوم الكيمياء الطبيعية (Physical chemistry) عام ١٨٩٦ ومع هذا مرت ٦ عقود كاملة دون اهتمام حتى عام ١٩٥٨ ، حين بدأ شارلز كيلنج (Charles D. Keeling) من معهد سكريبس لعلوم البحار بكاليفورنيا فى إقامة محطة قياسات على ارتفاع ١١ الف قدم بقمة بركان مونا لوا (Mauna loa) فى هاواى ، كمنطقة ترتكز على متجمدات صخريه خالية من المزروعات التى قد تؤثر على نسب تركيز غاز ثانى اكسيد الكربون فى عمليات التمثيل الضوئى ، وأخُذت القراءات على مدى ٢٤ ساعة على مدى ثلاثين عاما ، حيث أظهرت القياسات زيادة نسبة غاز ثانى اكسيد الكربون من ٣١٥ جزء فى المليون عام ١٩٥٨ الى ٣٤٨ جزء فى المليون عام ١٩٨٨ أى بنسبة زيادة ١٠,٤٥% خلال الثلاثين عاما ، كما تشير إحدى الدراسات المنشورة عن مجلس الطاقة العالمى أيضا ، أن التركيزات الجوية بخصوص ثانى أكسيد الكربون قد ارتفعت خلال المائتى سنة الماضية من ٢٨٠ جزءا لكل مليون جزء حجما إلى ما مقداره ٣٥٣ لكل مليون جزء حجما عام ١٩٩٩.

---

(١) أوجست أرهينيس (August Arrhenius) الحائز على جائزة نوبل فى علوم الكيمياء الطبيعية نشر بحثا له فى عام ١٨٩٦ عن التأثير لغاز ثانى اكسيد الكربون فى الهواء الجوى ، وأن مضاعفة نسبته تتسبب فى ارتفاع المناخ العالمى (global temperature) بمقدار أربعة درجات مئوية ، وهو ما يتداوله العلماء الآن وأورد فى كتابه المنشور عام ١٩٠٨ بعنوان (Worlds in the making) أنه قام بحساب أثر التخلص من تواجد حامض الكربونيك (ثانى اكسيد الكربون عند ذوبانه فى المياه) من الهواء الجوى الذى يحوى ٠,٠٣% حجما من CO_2 ، بأن درجة حرارة الأرض ستنخفض بمقدار ٢١° مئوية قائلا ما نصه

" I have calculated that if the atmosphere were depleted of all its carbonic acid (CO_2 in solution) , of which it contains only 0.03 % by volume, the temperature of Earth's surface would fall about 21 degrees c. "

REF :
Global Warming
Popular Sciense Sept . 1989 (PP.67)

وهناك قياسات عديدة فى أماكن اخرى من العالم أوضحت أن هناك زيادة مضطردة فى نسبة غاز ثانى اكسيد الكربون بمتوسط سنوى حوالى ٠,٤% ، بمعنى ٤ % كل عقد جديد .

هذا وقد أجريت العديد من القياسات لتركيز غاز ثانى اكسيد الكربون والمأخوذه من فقاعات الهواء داخل الثلاجات الجليدية حتى عصور ١٦٠ ألف سنة مضت بما يوضح أننا حاليا ضعف ذلك التركيز .

إن الغازات الدفيئة المشار اليها وبصفة خاصة (باستثناء المركبات الكيمائية) ثانى اكسيد الكربون شاركت فى حفظ درجة حرارة الأرض منذ بدء الخليقة كجزء من النظام الايكولوجى للأرض ، ولكن الأمر بدأ فى الاختلال مع عصر النهضة واستخراج الفحم والتطور الصناعى واطلاق غازات الكلور والمركبات الكيمائية .

* الإسهامات النسبية للوقود الاحفورى
مسألة غاز ثانى أكسيد الكربون

لقد اتجهت الأنظار بالدرجة الأولى ومن البداية إلى البترول باعتبار أن الكفاءة القصوى التى ينشدها مستخدموه كوقود تجىء - وهذا أمر طبيعى - فى الاحتراق الكامل لمحتوى الكربون فيه وتحويله الى ثانى اكسيد الكربون ، وينطبق هذا على كل الوقود الاحفورى (الفحم ، البترول ، الغازات الطبيعية) تبعا لمحتوى الكربون فى كل نوع ، حيث تبلغ الإسهامات النسبية لانواع الوقود الأحفورى فى انبعاثات ثانى أكسيد الكربون للوحدات المتماثلة

للطاقة منها كوضع مقارن الفحم ١,٠، البترول ٠,٧٨، الغاز الطبيعي ٠,٦. أى أن ثانى أكسيد الكربون المنبعث من إحتراق الفحم تزيد ١,٢٨ مرة عن احتراق الكمية المكافئة للبترول و بحوالى ١,٧ مرة عن احتراق الغاز الطبيعى.

ولكن أين ذلك كله من إجمالى انبعاثات الكربون العالمية ، إن المعدلات التى يتناولها العلماء فى المنتديات و المؤتمرات الدولية و المنشورة أيضا بذات الشأن تصل بنسبة مايخص الوقود الإحفورى بكامله الذى يقوم العالم بحرقه إلى حوالى ٣% فقط من إجمالى انبعاثات الكربون العالمية السنوية و حيث تصل نسبة الانبعاثات الكربونية من الغابات و التربة و المحيطات حوالى ٩٦% ، على الرغم من الدور الكبير المعروف لها فى دورة الكربون كامتصاص/ وانبعاث .

كما تشير تلك الدراسات أيضا إلى أن نسبة غاز الميثان (من الغازات الدفيئة أيضا) الناشئ عن استخدام الانسان للفحم و البترول و الغاز الطبيعى أقل من ٢٠% من إجمالى انبعاثات الميثان الطبيعية فى العالم التى تشمل أراضى الأمطار و عمليات التخمر ...الخ .

وطبقا للمعادلة النظرية [1] لاحتراق الكربون فى الهواء فإن كل طن يتم حرقه من الكربون فى الهواء يؤدى إلى تكوين أو إنبعاث ٣.٦٧ طن من ثانى اكسيد الكربون و على هذا يتم دائما تقدير كمية ثانى اكسيد الكربون الناتجة عن استخدام او احتراق الوقود الاحفورى باحتساب نقاوة الفحم مثلا أو محتوى

---

(١)

$$\underset{12}{\text{CARBON}} + \underset{32}{O_2} = \underset{44}{CO_2}$$

$$\frac{CO_2}{C} = \frac{44}{12} = 3.66$$

الكربون المتواجد فى المنتجات البترولية أو الغاز الطبيعى طبقا لتركيبه ، وعلى المستوى العالمى تجىء المعاملات المستخدمة لاحتساب كمية ثانى أكسيد الكربون المنبعثة من الاحتراق كما يلى ، كمتوسط المنتجات البترولية بمعامل ٢,٨ ، و للمازوت بمعامل (٣,١) و للغاز الطبيعى بمعامل ٢,٦ لكل طن .

البترول وضريبة الكربون [1]

لقد نشأت على الساحة العالمية صيحة بفرض ضريبة على استيراد البترول سُميت ضريبة الكربون ، وقادت تلك الصيحة الدول الصناعية المستوردة ، وتمثل ذلك فيما تبنته بصفة خاصة لجنة المجموعة الاوروبية فى مايو ١٩٩٢ بإعلانها توجيهاً أوليا بفرض تلك الضريبة ، بزعم أنها جزء من حرب المجموعة الأوروبية ضد انبعاثات الغازات الدفيئة وارتفاع درجة حرارة كوكب الارض ، وبلور هذا التوجيه القرارات التى اتخذتها اللجنة فى نفس الشهر (لاعتبارات مالية ليدخل فى استراتيجية المجموعة الاوربية) والتى تضمنت برامج للحفاظ على الطاقة والتحول إلى مصادر الطاقة المتجددة حيث استندت أيضا أن حصيلة الضريبة الجديدة ستستخدم لتمويل أبحاث مصادر الطاقة البديلة، الامر الذى سيكون له أثر سلبى على الاقتصاد العالمى وسيؤدى إلى نقل الثروة بالمفهوم الاقتصادى من دول نامية إلى دول صناعية فى وقت تعانى فيه الدول المنتجة للبترول من تراجع فى عائداتها بسبب تناقص نمو الطلب على سلعتها الاساسية فى الوقت الذى تلتزم فيه بالاستثمار لرفع طاقتها الانتاجية لتغطية الطلب العالمى على النفط .

كما أن إلقاء تبعية التلوث على البترول وحده أمر فيه اجحاف ، حتى بفرض أن ثانى اكسيد الكربون ذو وضع مؤثر فى احداث التغير فى درجة حرارة الأرض ومناخها ، فهناك مصادر أخرى كثيرة تشترك فى ما يقال عنه دورة الكربون (Carbon cycle) إلى جانب الفحم الذى يساهم بنسبه أعلى فى التلوث من البترول والمعروف إن الدول الصناعية الغربية بمفردها تستهلك أكثر من ثلث الفحم فى العالم كما انها تدعم هذه الصناعة.

---

(١) للمؤلف – البترول بين النظرية والتطبيق (دار المعارف) مايو ٩٦ للرجوع الى ماجاء فى فصلين كاملين عن ضريبة الكربون وحماية البيئة ، والعقبات والخيارات المقترحة بشأن ضرائب الطاقة .

السلبيات و البدائل المطروحة [1]

ومما يبرز خطورة هذه القضيـــة و أهميتـــها بالنســـبة لكـــل أطـــراف العلاقـــات البترولية الدولية : سواء مصدرى البـــترول أو مســـتورديه أو شـــركاته العالميـــة ، إنها :

١. تتزامن مع متغيرات دولية ضخمة تؤثـــر بدورهـــا فى العلاقـــات البتروليـــة الدوليـــة.

٢. إن فرض هذه الضريبة يرتبط ارتباطا وثيقـــا بالتنميـــة الاقتصاديـــة فى دول العالم النامية و المتقدمة على الســـواء.

٣. إن دلالات هذه الضريبة بالنسبة للدول المصـــدرة للبـــترول تختلـــف عـــن دلالاتها بالنسبة للدول المستوردة للبـــترول.

٤. إن الضريبة ترتبط بالطلب و بالعرض الخـــاص بـــأهم ســـلعة اســـتراتيجية واقتصادية على المستوى العالمى و هى البـــترول.

٥. إنه يبدو أن الدول الصناعية المتقدمة جميعها تتجـــه إلى فـــرض مثـــل هـــذه الضريبة و ان اختلفت المسميات و اختلف توقيـــت فرضـــها.

٦. أن فرض هذه الضريبة يأتى كإجراء فى سلسلة اجـــراءات متتاليـــة تتبعـــها الدول الصناعية مما يكشف عن اتجاهات ونية هـــذه الـــدول تجـــاه الـــدول النامية المصدرة للخامات بوجه عام و البترول بوجـــه خـــاص.

---

(١) بقلـــم المؤلـــف – نشـــر بمجلـــة البـــترول العـــدد الرابـــع ١٩٩٣.

٧. إن المبررات التى تعلنها الدول الصناعية لفرض هذه الضريبة غير مقنعة أو منطقية وإن هناك من الوسائل و الإجراءات التى يمكن اتباعها دون أن تؤدى إلى السلبيات و الأضرار التى تنتج عن فرض ضريبة الكربون.

ومن تكرار القول ذكر أن البترول هو عصب الحياة و القوة والتنمية فى العالم ، إذ يمثل نصيب البترول و الغاز ما يزيد على ٦٢% من إجمالى مصادر الطاقة فى العالم وتبذل الدول الصناعية جهودا مكثفة للاقلال من الاعتماد على البترول كمصدر رئيسى للطاقة. إلا أن هذه الجهود لم تحقق سوى نجاحات متواضعة فى بعض المجالات المحدودة.

إن فرض هذه الضريبة سيتدنى معه دخل الدول المصدرة للبترول وخاصة الدول المحدود صادراتها منه نسبيا - مثل مصر والجابون ونيجيريا - وكلها دول نامية بينما ستزيد ضريبة استخدام الطاقة من تكلفة المنتج النهائى فى الدول الصناعية فيرتفع سعره وتقل قدرة الدول النامية على الاستيراد ، الامر الذى سيؤدى إلى كساد يعم الدول الصناعية ذاتها ، أى أن الضرر يلحق باقتصاديات الطرفين .

إلا إنه جدير بالذكر أن مفهوم حماية البيئة جزء لا يتجزأ من عملية التنمية الشاملة بمعنى أن تستمر مسيرة التطور الإنسانى إلى الأمام جنبا الى جنب مع الحفاظ على حق الأجيال القادمة فى التطور والازدهار وان مفهوم التنمية المتواصلة هو الحل الأمثل فالطاقة ليست سببا لمشاكل تلوث البيئة ولكنها جزء من تلك المشاكل .

وبالأمس القريب .. قادت الدول الصناعية الكبرى وعلى مدى أكثر من ١١ يوما فى مؤتمر كيوتو للمناخ باليابان وشهدته وفود ١٦٥ دولة ،

مفاوضات مكثفة وصولا لتوزيع معدلات خفض نسبة الانبعاثات الضارة بالبيئة والمتسببة فى ارتفاع درجة حرارة الارض ، وقيل إنها أقرت فيما بينها اتفاقا للخمسة عشر عاما القادمة أى بحلول عام ٢٠١٢ ، قد تلتزم به الولايات المتحدة بخفض قدره ٧% ، واليابان ٦% فى حين تلتزم دول الاتحاد الاوروبى (١٥ دولة) بخفض مقداره ٨% وعلى أن يوقع هذا الاتفاق مستقبلا فى مدينة نيويورك .

والملفت للنظر .. أنهم فى مناقشاتهم هذه ، لم ينسحب الأمر أيضا على الدول النامية ، بل أن متابعة ما كان يدور من مناقشات ، كما كانت تجئ به النشرات فى الاذاعات العالمية ، أوضح أنهم تركوا لروسيا واستراليا معدلاتها العالية ، بل ذهبوا إلى حد امكان شراء حصص التلوث مستقبلا ، وقيل أن دول الاتحاد الاوروبى قد تقدم على ذلك من روسيا .

واذا كان الأمر بهذه الجدية ، وأن العقود القادمة ستشهد فعلا مثل هذا الالتزام من جانب الدول الغنية فإن على الدول النامية أن تنفرد بموتمر لها فى كلمة مسموعة للمطالبة بالتكنولوجيات المتقدمة الأقل تكلفة والأقل تلويثا للبيئة بمساهمة الدول الغنية .

إن الاستهلاك العالمى من الطاقة يبلغ حوالى ٩ مليار طن بترول مكافىء سنويا يساهم فيها البترول والغاز بنسبة ٦٢,٩% والفحم ٢٧,٢%، الطاقة النووية ٧,٣% ، الهيدرومائية ٢,٦% ، ولا تزال نسبة مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة (الرياح – الطاقة الشمسية – الفوتوفولتياك – الكتلة الحيوية ...) – كما هو معروف – أقل من١% ، وإن كان من المأمول –كما يجئ دائما فى الدراسات المستقبلية– أنها قد تزيد الى ٤–٥% فى العشرين سنة القادمة .

وعليه يمكن القول أن البترول والغاز ولفترة قادم عليهما توفير القدر الرئيسى من الطاقة المطلوبة عالميا .

وعن الحلول والواجبات [1] ففى رأينا أنه بالإمكان تجاوز هذه الأزمة المسماة بضريبة الكربون .. وكذلك حماية البيئة وإعادة الحياة لطبقة الأوزون التى تمثل التهديد المزعوم بدون استخدام سلاح الضرائب ، بتقليل أو ترشيد استخدام النفط دون فرض ضرائب مجحفة على الطاقة وعلينا ألا نترك الإنسان فى أفريقيا دون تنمية حقيقية حيث تركناه مستمرا فى اعتدائه على البيئة دون قصد بقطعه ملايين الأشجار من الغابات كى يستخدمها كوقود والحصول على الطاقة اللازمة منها ولا يمكن أن نحمى البيئة فى أوروبا ونتجاهل الحماية فى أفريقيا .

ولأن حماية الأوزون لا يمكن أن تتم من جانب محدد فى الكرة الأرضية وتترك باقى الجوانب والمناطق دون حماية ، فإن الإجراءات لابد وأن تشمل كل المناطق الشمال والجنوب ، الشرق والغرب ، يمكن أن يتحقق هذا الهدف بإنشاء صندوق تقوم بتمويله الدول الكبرى والقادرة اقتصاديا بحيث يتم من خلال هذا الصندوق تمويل مشروعات التنمية فى أفريقيا التى تتعرض غاباتها لأكبر عملية انتهاك وسوف تتحول بمرور الوقت إلى قارة جرداء إذا تركناها دون تنمية ، الأمر الذى يهدد الكرة الأرضية بأسرها .

وهذه العملية – عملية تنمية أفريقيا – يمكن أن تتم عن طريق تشجيعها على استخدام مصادر الطاقة الرخيصة كالغاز الطبيعى – تلك

---

(١) جزء من الحوار الذى أجرى مع المؤلف ونشر فى مجلة "أخبار الخليج" العدد الصادر بتاريخ ١٩٩٢/٢/٢٢ – مؤتمر البيئة المنعقد فى البحرين لبحث موضوع ضريبة الكربون آنذاك وحضره وزراء البترول العرب .

المصادر التى لا تسبب تلوثـــا للبيئـــة أو إلحـــاق الضـــرر بطبقـــة الأوزون ... وفى نفس الوقت ستتوقف تماما عملية الاعتداء على الغابـــات مـــع اســـتمرار أوروبـــا فى ترشيد استخدام الطاقة . إن تحقيق تنمية شاملة فى أفريقيـــا أصبـــح أمـــرا هامـــا وحيويا لا يمكن تجاهله فى اطار الاهتمام العالمى بالبيئـــة ، وتلـــك القـــارة لديـــها كثير من المقومات ، مقومات التنمية والحياة ، ومقومـــات الهـــدم والفنـــاء .

وبعـــــد ...

لقد أطلق العالم بدوله الغنيـــة والمتحضـــرة فى نصـف الكـــرة الشـــمالى صيحته القوية " نحن عالم واحد " لترددها أجـــهزة الاعـــلام فى الـــدول الناميـــة بنصف الكرة الجنوبى ، فى خضم من المحـاذير الخاصـة بارتفـاع درجـة حـرارة الأرض . إننا نؤمن أيضا أننا عالم واحد ، ولكنى أعتقـــد أن مـــن حقنـــا كـــدول نامية على الدول الغنية ، أن تساندنا بصورة مباشـــرة بالمســـاهمة فى تحمـــل أعبـــاء التنمية من ناحية، ومـــن ناحيـــة أخـــرى فلديـــها كـــدول غنيـــة مـــن القـــدرة والامكانات فى مجال البحوث والتطوير ، ما تســـتطيع معـــه أن تقـــدم للمجتمـــع العالمى الكثير ، على سبيل المثـــال :

- التطويـــر والتحسيـــن للأداء البيئـــى للوقـــود الأحفـــورى
- التطويـــر فى الكفـــاءة فى الاستخدام (الأجـــهزة والمعـــدات)
- تيسير إنتـــاج المعدات الرأسماليـــة ذات الكفاءة العاليـــة للطاقـــة
- تيسير نقل أحدث تكنولوجيـــات الطاقـــة وحمايـــة البيئـــة للـــدول النامية
- إيجاد البدائـــل لمساعدة الدول الـــتى تعتمـــد علـــى قطـــع أشـــجار الغابات فى الدول المداريـــة .
- الالتزام بالحد من إنـــتاج المركبات الكيمائيـــة المســـببة للاحتبـــاس الحـــرارى .

أى أن الأمـــر حين يتصل بموضوع "المناخ العـــالمى" فإنـــه ينحصر بالدرجة الأولى فى البرامج الفعـــالة الـــتى تســـتطيع الدول الغنية المساهمة فيها بالكثير ، وفى إطار مـــن التعـــاون المنشـــود من قبل الدول الناميـــة .

الثانى : القيـــود البيئيـــة والتنميـــــة

(على المستوى الإقليمى)

فى مصـــــــر . .

أولت الدولة موضوعات البيئة كامل الاهتمام ، وأصبحـــت البيئـــة أحـــد العوامل الهامة التى لابد أن تؤخذ فى الاعتبار عند وضـــع خطـــط التنميـــة . وقـــد تمثـــل ذلك منذ البداية بالعناية بانشاء جهاز شئون البيئـــة الـــذى يُعـــنى بحمايـــة البيئة وتنميتها ، وتوجت جهودها أيضا بـــاصدار قـــانون فى شـــأن البيئـــة رقم ٤ فى يناير ١٩٩٤ وأعقـــب ذلك لائحـــة التنفيذيـــة وتتنـــاول بالدرجـــة الأولى حماية البيئة الأرضية ، الهوائية والمائيـــه مـــن التلـــوث ، وهنـــاك اهتمـــام متزايد من قبل كافة الجهات بالبلاد بما يخص البيئـــة والملوثـــات.

" إن مصر تدرك وبحق أن حماية المـــوارد الطبيعيـــة تمثـــل الركـــيزة الأساسية لحماية الحياة علـــى الأرض ، والضمـــان الحقيقـــى لتـــأمين الانسان ضد الكثير من الكـــوارث والازمـــات، والامـــان الطبيعـــى ضد الكثير من أمراض العصـــر ... غـــير أن الـــدور العظيـــم لهـــذه الحماية يتحقق من خـــلال الـــتزام كـــل فـــرد منـــا بحمايـــة بيئتـــه والامتناع عن الأعمال التى من شأنها أن تـــؤدى إلى تلـــوث البيئـــة ، ثم المساهمة الايجابية فى تحسين هذه البيئـــة "

(من كلمـــات الرئيس محمـــد حســـنى مبارك)
فـــى يوم البيئة العالمى عام ١٩٨٩

* البترول والاهتمامات البيئية

إن **قضية البيئة** * والالتزام بقوانينها ، أصبحت مسألة تفرض نفسها على عالمنا المعاصر ، وترتبط ارتباطا وثيقا بالتنمية ، وإن كان فى رأينا أن ذلك الأمر ليس قيدا على تلك التنمية ، فالالتزام بالقوانين كمتطلب لا يعوق حركة الإنماء فلها **مردودها الاقتصادى والاجتماعى** على أقل تقدير .

وطالما أن هناك رؤية واضحة سبيلها العلم والمعرفة وخطوات وإجراءات متزنة ومتعقلة فى اطار من الفهم الصحيح لمسئولياتنا سواء على المستوى المحلى أو الاقليمى أو المناخ العالمى ، فإن التوازن فى الاستخدام المنشود للطاقة كأساس لخطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية وبين حماية البيئة ، أمر يدخل فى اطار الممكن ، وهو السبيل نحو **"التنمية المتواصلة"** .

إن صناعة البترول فى جميع مراحلها – كما هو معروف – صناعة خطرة ، ومن هنا فرض الأمر نفسه متلازما مع هذه الصناعة فى أن تكون لها منذ البداية قواعدها ، وإجراءاتها الصارمة بشأن حماية البيئة من التلوث أو التسرب وتنفيذ إجراءات السلامة الموضوعة فى التشغيل وهى تستهدف بالدرجة الأولى حماية العاملين ووسائل الانتاج والحفاظ على البيئة المحيطة ، ومع بداية التسعينات كانت هناك مهام ثقال ، ترتبط بالقيود السارية واللاحقة أيضا – كاهتمام عالمى – فيما يخص المواصفات للوقود بجميع أنواعه بصفة عامة والانبعاثات بصفة خاصة ، وفى مصر قمنا بتنفيذ برنامج طموح لعديد من المشروعات ، فى اطار خطة طويلة المدى تستهدف مشروعات بيئية بفلسفة جديدة تكسر مفهوم "القيود البيئية" إلى مشروعات ذات **مردود اقتصادى** .

(*) من كلمة للمؤلف بالمؤتمر الدولى الثانى عن "البترول والبيئة" – معهد بحوث البترول – القاهرة ١٥ ديسمبر ١٩٩٨

إن هناك العديد من التطبيقات للمشروعات البيئية التى تم تنفيذهـــا لمـــا هـــو متواجد من بنية أساسية فى مجالات الأنشطة المختلفة للعمل البترولى ، وفيما يخـــص الأجهزة والمشروعات الجديدة فإنها بحكم اختيار التكنولوجيات المتقدمة فهى تجـــىء وفقا للاشتراطات القياسية التى أصبحت تسود على الساحة العالمية بذات الخصوص .

وقد كانت وزارة البترول رائدة فى هذا المجال حيث وضعت العوامل البيئيـــة على رأس أولوياتها وجعلت الحفاظ على البيئـــة عنصـــرا أساســـيا مـــن عنـــاصر استراتيجيتها لا يقل أهمية عن عمليات تنمية الموارد البترولية نفسهـــا ، والتى يجـــب أن تتم دون الإخلال بالتوازن البيئى مع العمل على تقليل الآثار الضارة ليس فقـــط الناتجة عن عمليات إنتـــاج البتـــرول وتصنيعه واستخدامه ، بل أيضا النـــاتجة عن حـــوادث الناقلات ، وكذلك الاهتمـــام بعمليات الوقاية من التلوث ومنعـــه قبل حدوثه .

وأصبح ذلك يفرض تحديات كبيرة على صناعة البترول المصرية ، خاصـــة فى ظل الدور الهام الذى تؤديه فى عمليات التنمية إذ أنهـــا توفـــر حاليـــا ٩٢% مـــن احتياجات البلاد من الطاقة الأولية كمنتجات بترولية وغاز طبيعى وتمثل الكـــهرباء المنتجة من المصادر المائية ٨% ، كما تمثل عائدات البترول مصدرا هامـــا ودعامـــة أساسية للدخل القومى ، فكان لزاما على صناعة البترول أن تفى بهذه الالتزامـــات مع مراعاة الجوانب البيئية .

ولمواجهة هذه التحديات وتحقيق الأهـــداف الاســـتراتيجية وضعـــت وزارة البتـــرول سياسات وخطط عمل لحماية البيئة فى مراحل الصناعة البترولية المختلفـــة وكذلك تقليل الآثار الضارة الناتجة عن استخـــدام المنتجـــات البترولية .

وتقوم هذه السياسات أساسا على الوقاية من التلوث أولا وفى حالة حدوثـــه العمل على معالجته وتقليل آثاره الضارة بالاضافة إلى التنسيق الكامل مـــع أجـــهزة

الدولة المعنية ، كل ذلك مع مراعاة البعد البيئى والاقتصادى معا دون التضحية بأى منهما .

وصناعة البترول من الصناعات المعقدة التى يحفها مخاطر عديدة فى مختلف مراحلها ؛ استكشاف وإنتاج وعمليات نقل سواء بالأنابيب أو الناقلات وعمليات التكرير والتصنيع والبتروكيماويات وكذلك عمليات الاستهلاك النهائى ، وأى أخطاء قد تحدث يمكن أن ينتج عنها خسائر بشرية ومادية كبيرة تهدد العملية الانتاجية والعاملين بالصناعة قبل أن تهدد البيئة المحيطة .

لذلك فإن السلامة وحماية البيئة بالنسبة لصناعة البترول تعد عنصرا أساسيا لا يقل فى أهميته عن عنصر الانتاج ، وليس ترفا يمكن الاستغناء عنه ، فأنشأت شركات البترول ادارات وتنظيمات خاصة بالأمن الصناعى والسلامة وحماية البيئة لمواجهة هذه المشاكل ووضع الإجراءات للحد من المخاطر وتفادى الحوادث والتقليل من آثارها الضارة إلى أدنى حد فى كافة مراحل الصناعة البترولية .

هذا وسنتناول هذه الاهتمامات فى المحاور التالية :

أولا : الأنشطة المختلفة لمراحل صناعة البترول والبيئة

ثانيا : إنتاج وتعميم البنزين الخالى من الرصاص بالبلاد

ثالثا : البرنامج الرائد والطموح فى استخدام الغاز الطبيعى فى وسائل النقل

أولا : مراحل صناعة البترول وحماية البيئة

* (أ) البحث والاستكشاف :

تشمل عمليات البحث والاستكشاف مجموعة معقدة من الدراسات والأعمال الجيولوجية والجيوفيزيقية التى تهدف إلى تحديد وجود التراكيب الجيولوجية التى يمكن أن تحتوى على التجمعات الهيدروكربونية.

١- المسح السيزمى :

تهدف عمليات المسح السيزمى إلى تحديد البنية الجيولوجية تحت سطح الأرض وذلك من خلال استخدام الانعكاسات الصوتية . وحتى فترة قريبة كانت هذه العمليات تتم من خلال تفجير الديناميت لإحداث موجات صوتية مما كان له آثار سيئة على التربة وإحداث ضجيج شديد .

ولتجنب هذه الآثار الضارة بالبيئة يتم استخدام أحدث التكنولوجيات العالمية حيث تم استبدال طريقة المسح السيزمى الأرضية باستخدام الديناميت بطريقة الفيبروميز ، وهى عبارة عن جهاز يرسل إلى الأرض دفعة طويلة من الذبذبات ويتلقى سلسلة عديدة من الانعكاسات التى يتم معالجة بياناتها وتحويلها إلى موجات قصيرة . وينتج عن هذه الطريقة كثافة أقل من الطاقة وبالتالى يمكن استخدامها داخل المدن أو المناطق الأخرى الحساسة التى قد يضر بها استخدام المتفجرات .

كما يتم فى عمليات المسح السيزمى البحرى استخدام طريقة المدفع الهوائى كمصدر للطاقة الصوتية ، وهو جهاز يستخدم صمام لاطلاق دفعة من الهواء المضغوط الذى يحدث ذبذبات كتلك التى يحدثها انفجار الديناميت ولكن بكمية أقل من الطاقة .

وتساعد هذه التكنولوجيات كثيرا فى الحفاظ على الاتزان الطبيعى للبيئة وذلك بعدم هجرة الكائنات البرية والبحرية من مواقعها مع حمايتها من تأثير الضوضاء وكذلك حماية للشعب المرجانية خاصة بمناطق البحر الأحمر .

وقد أدخلت وزارة البترول نصا بالاتفاقيات البترولية تلتزم بمقتضاه شركات البحث والاستكشاف بعمل دراسة متكاملة لتقييم الأثر البيئى توضح الآثار البيئية الناتجة عن عمليات الاستكشاف سواء كانت برية أو بحرية وكذلك تحديد أنسب الوسائل التى سوف تتبعها الشركة لحماية البيئة أثناء عمليات الاستكشاف وموافقة هيئة البترول وجهاز شئون البيئة على هذه الدراسة وذلك كشرط أساسى قبل الشروع فى عمليات الاستكشاف .

٢- الحفر :

يعتبر الحفر هو الاختبار النهائى فى مرحلة الاستكشاف وأول خطوة فى مرحلة الإنتاج إذ يجب حفر عدة آبار تقييمية عند العثور على تركيب بترولى لتحديد حجم المكمن ونوعية النفط وإنتاجيته ، ثم يلى ذلك حفر آبار تنمية لإنتاج البترول .

ويتم فى عمليات الحفر استخدام كميات كبيرة من سوائل الحفر التى تتنوع فى تركيبها ما بين السوائل ذات الأساس النفطى أو الأساس المائى وقد تحتوى فى بعض الأحيان على مركبات كيميائية ضارة ، هذا بالاضافة إلى أنها تحمل معها فتات عينات الحفر الملوثة بالخام . كما ترتبط بعمليات الحفر أخطار أخرى يمكن أن تهدد سلامة العاملين وتتمثل فى احتمالات حدوث تدفق مفاجىء للغازات أو الزيت الخام مما يؤدى إلى اصابات بالاضافة إلى انبعاث بعض الايروسولات والغازات السامة .

وتشهد عمليات الحفر تطورات مستمرة فى التكنولوجيات والأساليب المستخدمة بهدف الحفاظ على البيئة وتقليل التلوث ومن أمثلة ذلك :

- استخدام الحفر الأفقى والمائل يساعد فى تفادى المناطق الساحلية السياحية، كما تزيد معدلات الإنتاج من الآبار الأفقية عنها فى الآبار العادية مما يساهم فى تقليل عدد الآبار وبالتالى الحد من كميات فتات الحفر.
- تجميع المياه المستخدمة فى عمليات التنظيف والتبريد وكذلك الزيوت فى مستودعات خاصة فى الأجهزة البحرية حيث يتم فصل الزيت ونقله الى الشاطىء ومعالجة الماء المتبقى بالكيماويات قبل القائه مرة أخرى فى البحر.
- تقليل الآثار الضارة لاستخدام سوائل الحفر خاصة ذات الأساس النفطى وذلك من خلال استخدام بدائل أخرى مثل السوائل ذات الأساس المائى كلما أمكن ذلك ، وفى حالة وجوب استخدام تلك النوعية يتم تزويد الحفارات بوحدات غسيل لغسل فتات الصخر الناتج من عمليات الحفر مع إعادة معالجة مياه الغسيل قبل صرفها.
- تجميع فتات العينات أثناء عمليات الحفر حيث يتم نقلها إلى الشاطىء لدفنها أو طحنها وضخها فى احدى الطبقات ذات المسامية العالية القريبة من السطح فى بئر يتم اختيارها لهذا الغرض.
- تركيب معدات خاصة أثناء الحفر لمنع التدفق المفاجىء للغازات أو الزيت الخام أثناء عمليات الحفر .
- استخدام معدات خاصة لحرق الزيت المنتج أثناء عمليات اختبار الآبار .

* (ب) الإنتاج :

بعد العثور على البترول بكميات تجارية تبدأ المرحلة التالية وهى التنمية والانتاج ، فبعد حفر الآبار التقييمية وتحديد حجم الاحتياطى يتم اعداد البئر للانتاج وانشاء التسهيلات اللازمة . وفى بداية عمر الحقل ، يكون الضغط الطبيعى فى قاع البئر الناشىء عن وجود الماء والغاز عادة

كافيا لدفع الزيت إلى السطح ، ولكن مع تقادم الحقل ينخفض الضغط الطبيعى مما يؤدى إلى انخفاض كمية الزيت المنتجة تدريجيا فيتم اللجوء إلى وسائل الاستخلاص المحسن وأهمها الحقن بالمياه أو الحقن بالغاز.

ويحتوى النفط الخام المستخرج من البئر على كميات من المياه والغاز المصاحب بالاضافة إلى بعض الشوائب الأخرى مثل الرمل ، لذلك يتم معالجة الخام قبل نقله لفصل هذه المواد . وغالبا ما تحتوى المياه على بعض الأملاح وتركيزات قليلة من المواد العضوية غير البترولية وبعض المواد المشعة والكيماويات والمعادن الثقيلة وكميات من النفط العالق ، أما الغاز المصاحب فحتى وقت قريب كان يتم اطلاقه فى الهواء أو حرقه دون الاستفادة منه مما ينتج عنه انبعاثات لمواد هيدروكربونية وأكاسيد كبريتية ومواد عضوية ، وهو ما تم تداركه كما سنرى لاحقا.

وبالنسبة لعمليات الإنتاج من المناطق البحرية فان أى تلوث لا يؤثر فقط على العاملين بل يمتد أثره إلى البيئة المحيطة والأسماك والكائنات البحرية خاصة فى المناطق ذات الأهمية البيولوجية الخاصة والفريدة مثل مناطق الشعاب المرجانية بالبحر الأحمر .

كما تواجه عمليات تنمية الحقول دائما احتمالات حدوث تسرب بترولى خلال عمليات الحفر أو اتمام الآبار أو الإنتاج والمعالجة أو النقل ، أو خلال عمليات غسيل خزانات الناقلات (مياه الصابورة) مما يؤثر على الحياة البحرية .

ومن أمثلة الأساليب المتبعة للحفاظ على البيئة خلال مرحلة الانتاج :

— الاستفادة من المياه المصاحبة بإعادة حقنها إلى المكامن النفطية للحفاظ على الضغط الطبيعى ، وفى حالة عدم إعادة الحقن فإن تسهيلات الإنتاج سواء الموجودة فى البحر أو على الشاطىء مزودة بمعدات تسمح بتجميع هذه المياه

ومعالجتها بحيث لا تزيد نسبة الزيت فى المياه على ١٥ جـزء فى المليـون قبـل تصريفها فى البحر طبقا للمواصفات القياسية الموضوعة .

— استغلال الغاز المصاحب للزيت الخام بدلا من حرقه ، بما يساهم فى حماية البيئـة وتعظيم القيمة الاقتصادية ، حيث تم منذ أوائل الثمانينات اقامة عدة مشـروعات بخليج السويس أمكن من خلالها تحقيق الاستغلال الأمثل لهذا الغاز ، ويتم حاليـا إنتاج ٣٣٠ مليون قدم٣ يوميا من الغاز يتم إعادة حقن جزء منها فى الحقـول فى عمليات الإنتاج المحسن ومعالجة الباقى لإنتاج ١٥٠ مليون قدم٣ /يوم غاز يتـم تدفيعها للشبكة القومية للغازات بالاضافة إلى ١٦٠٠ طن/يوم بوتاجـاز ، ٨٠٠ طن/ يوم متكثفات.

— تصميم الآبار بحيث يركب فى مواسير الإنتاج صمام أمان تحت سطحى يغلق فور وقوع حادث لمعدات رأس البئر بما يمنع تدفق الزيت.

— تزويد خطوط الأنابيب البحرية بصمامات سطحية تعمل بنفس نظرية صمامـات الأمان تحت السطحية حيث تغلق لو حدث كسر لتلك الخطوط.

— إتباع نفس الطريقة فى حالة خراطيم الشحن والتفريغ فى الموانى البترولية.

— تزويد جميع الموانى البترولية التابعة لقطاع البترول بالتسهيلات اللازمة لاسـتقبال مياه الصابورة الخاصة بالناقلات وذلك قبل عمليات شـحن هـذه النـاقلات بالزيت.

* (جـ) عمليات التكرير والتصنيع :

إن زيت البترول بعد إنتاجه وبالصورة التى يتواجد بهـا فى باطـن الأرض لا يمكن استخدامه بشكله الخام وإنما يتم تصنيعه وتحويله إلى منتجات بترولية صالحـة للاستخدام فى شتى التطبيقات العملية . ويتم ذلك من خلال عملية التكرير وهـى

عملية تسخين الزيت الخام وتكسيره إلى مكوناتـه الأصلـية مـن الهيدروجـين والكربون ، ثم مروره بالعديد من العمليات التحويلية والمعالجة.

ومن الطبيعى أن عمليات التكرير يصاحبها انبعاث الكثير من الغازات مثـل أكاسيد الكبريت ، الهيدروكربونات ، اكاسيد النيتروجين ، الأمونيا ، أول وثـانى أكسيد الكربون هذا بالإضافة إلى المياه الملوثة والناتجة مـن مختلـف العمليـات التصنيعية أو مياه التبريد .

لذلك لزم العمل على الحد من أضرار هذه الملوثات . وتطلب ذلك تطويـر صناعة التكرير وأساليب المعالجة ، بالاضافة إلى وضع أنظمة تحكم عالية ، واختيـار أحدث التقنيات وأكثرها حفاظا على البيئة وتجهيز المعامل بالاجهزة الخاصة بقيـاس نسبة التلوث فى الميـاه والهواء ومراجعة ومراقبة نواتج الاحتراق ... الخ ، خاصـة مع ظهور العديد من اللوائح والتعديلات التى تقضى بضرورة التعـامل مـع تلـك الملوثات وتضع مواصفات مشددة للمنتجات البترولية .

وقد أولت وزارة البترول عظيم الاهتمام بعمليات المعالجة وتطويرها ويتضـح ذلك من خلال كم المشروعات المنفذة والمخططة للحد من التلـوث ليـس فقـط داخل المعمل بل يتعـدى ذلك إلى الاهتمام بتحسين مواصفات المنتجات البترولية لتتماشى مع القوانين واللوائح البيئية العالمية ، وكذلك معالجة المخلفـات وإعـادة تصنيع المنتجات المستعملة بما يساهم بصورة فعالة فى الحد من التلوث بالاضافـة إلى الاستفادة من مخلفات المنتجات .

١ – معالجة المياه الناتجة عن العمليات بمعامل التكرير :

تستهلك معامل التكرير كميات كبيرة من المياه وخاصة فى عمليات التـبريد سواء من مصادر الترع أو البحار ومما يتطلب ضرورة معالجتها قبل إعادتها إلى هـذه

المصادر ، وذلك للتخلص من الملوثات وبصفة خاصة الزيوت . وقد تم استبدال الطريقة القديمة التى كانت تستخدم أحواض الفصل بطريقة التثاقل لفصل الزيت (API Gravity Seperation)بادخال الطرق الحديثة والمتطورة لمعالجة المياه الخارجة من معامل التكرير بنظام Dissolved Air Floatation (DAF) التى تستخدم وحدات التعويم بالهواء والفلاتر الرملية ، هذا بالاضافة إلى طرق المعالجة البيولوجية وتصل نسبة الزيت فى المياه إلى أقل من ١٠ جزء فى المليون ، وبما يتفق مع المواصفات الموضوعة ، مع استرجاع المواد البترولية وإعادة تقطيرها فى وحدات تقطير الفضلات للاستفادة منها.

وتتم المعالجة البيولوجية للمياه الناتجة من الوحدات الإنتاجية بالمعمل لتحقيق نسبة الأوكسجين اللازمة لحماية البيئة البحرية والمحافظة على الثروة السمكية بصفة خاصة وتحلل المواد العضوية وأكسدة المواد الغير عضوية بالمياه وذلك بمراعاة المواصفات الموضوعة لقياس متطلبات الأوكسجين البيولوجية Biological Oxygen Demand (BOD) ، وكذلك الكيميائية(Chemical Oxygen Demand (COD

٢ ــ تحسين مواصفات المنتجات البترولية

المنتجات البترولية عبارة عن خليط من المواد الهيدروكربونية تحتوى على بعض الشوائب التى تحتاج إلى معالجة علاوة على بعض الاضافات المختلفة التى توضع بهدف تحسين خواص المنتج أو إبطال وتقليل الآثار الضارة التى ترتبط باستخدام بعض المواد الهيدروكربونية .

ومع الاهتمام العالمى المتزايد بالحفاظ على البيئة ، بدأت الدول فى فرض قوانين ولوائح تقضى بتحسين مواصفات المنتجات البترولية وتحديد معدل الاضافات لتقليل الانبعاثات الضارة ، مما يستلزم تطبيق أحدث التقنيات فى

عمليات تصنيع ومعالجة المنتجات . وفى هذا الصـــدد نعرض فيما يلى لموضوعـــين بصفة خـــاصة لارتباطهـــما ارتباطا وثيقا بالبيئة و أثرهما المباشـــر علـــى صحـــة الانســـان ، وهما : تخفيض نسبة الكبريت فى المقطـــرات الوســـطى ، ومركبـــات الرصاص فى البنـــزين .

*** تخفيض نسبة الكبريت فى المقطرات الوسطى (الكيروسين/السولار) :**

تمشيا مع الاتجاه العالمى فى تحسين المواصفات بصفة عامة والحد من مواصفات الكبريت فى المقطرات الوسطى (السولار/ الكيروسين) بصفة خاصة فقد تم التخطيـط لاستكمال الامكانات القائمة بمعامل التكرير بالبلاد من خلال عـــدة مشـــروعات هدفها الأساسى هو تطوير وحدات إنتاج المقطرات الوسطى واســـتخدام وحـــدات المعالجة بالهيدروجين لخفض نسبة الكبريت وتحسين درجـــة الانســـكاب للســـولار ودرجة التدخين للكيروسين .

وقد أمكن من خلال تلك المشروعات تخفيض متوسط نســـبة الكـــبريت فى السولار المنتج على مستوى الجمهورية ليتراوح ما بـــين ٠,٢ - ٠,٧% بـــالوزن حسب نوع الخام المعالج ، علما بأن المواصفة القياسية المصرية تسمح بأن تصل هـــذه النسبة إلى ١,٥% كحد أقصى .

وبالإضافة إلى المشروعات الســـابقة،فنحن الآن بصـــدد تنفيـــذ بعـــض المشروعات الكبرى التى ستساهم بدرجة كبيرة فى البرنامج الموضوع لتحقيق البيئـــة النظيفة . ونذكر منها على الأخص مشروع التكسير الهيدروجينى للمازوت وذلـــك لتصنيع المازوت ذو نسبة الكبريت المرتفعة بتحويله إلى منتجات بترولية عالية الجودة، من المقطرات الوسطى مثل وقود النفاثات والسولار .

وتجدر الاشارة إلى أن لدينا فائض من المازوت يتم تصديره حاليا وبما يزيد عن ٥ مليون طن/السنة وتحسبا للتشدد العالمى فى إطار الاهتمام المتزايد بشأن البيئة بنسبة

الكبريت فى المنتجات بصفة خاصة، ومع مدخل القرن الحادى والعشـــرين ، فقـــد جـــاء تنفيذه رؤية واضحة لما نحن مقبلون عليه فى سنوات قادمة ، وبمـــا يتطلـــب الاستعداد المبكر .

ذلك بالإضافة إلى مشروع معمل تكرير ميدور والـــذى يعـــد مـــن أكـــبر المشروعات الاقتصادية فى الشرق الأوسط . وهو أول معمل تكرير يشـــارك فيـــه القطاع الخاص ويتم انشاؤه طبقا لأحدث التكنولوجيات المستخدمة بهدف إنتـــاج منتجـــات بترولية عالية الجودة تتواكب مـــع المواصفـــات العالميـــة والأوروبيـــة والاشتراطات البيئية المعلنة .

٣ ــ اعادة تكرير زيوت التزييت المرتجعة

زيوت التزييت منتج ضرورى لتشغيل المحركات والآلات ، وبعد فـــترة مـــن الاستعمال يلزم تغييرها ، ولكن التخلص من الزيوت المستعملة بطريقة خاطئة ينتـــج عنه مشاكل خطيرة تهدد البيئة وصحة الانسان . وتشير الدراســـات إلى أن معظـــم كميات الزيوت المستعملة يتم إلقاؤها فى شبكات الصرف الصحى بالمدن مما يـــؤدى إلى انسدادها وتفاقم مشاكلها المعروفة ، أو يتم إلقـــاؤها بجـــوار الترع والمصـــارف أو بالقرب من الأراضى الزراعية ويترتب على ذلك أضرار بالتربة الزراعـــية ومیـــاه الشرب والرى والثروة السمكية ، والجزء الباقى من الزيوت يتم استعماله كوقـــود حريق فى بعض القمائن والأفران مما يحدث تلوثا بمعدلات مرتفعة.

وترجع خطورة هذه الزيوت إلى احتوائها على الكثير من المعادن كالرصـــاص والباريوم كمواد ذات تأثير ضار وهى الناشئة عن الاضافـــات اللازمـــة لتحســـين خواص زيوت التزييت . ومن هنا تبرز أهمية تجميع الزيوت المستعملة من مصادرهـــا المختلفة ودون التخلص منها بالطرق المعروفة التى تلوث البيئـــة لإعـــادة تكريرهـــا للاستفادة منها من جهة وبما يحافظ على البيئة وصحة الانسان من جهـــة أخـــرى ،

ويتضح حجم المشكلة إذا علمنا أن استهلاك مصر من زيوت التزييت والشحوم يقدر بحوالى ٢٧٠ ألف طن سنويا ، منها ٥٠% على الأقل زيوت المحركات .

ويسعى قطاع البترول إلى نشر الوعى بين المواطنين والعملاء بأهمية تجميع الزيوت المستعملة وخطورة القائها بالمجارى المائية وأنظمة الصرف الصحى وذلك من خلال اللقاءات المباشرة أو وسائل الاعلام المختلفة.

وتتولى شركتا التسويق التابعتان لقطاع البترول مسئولية تجميع هذه الزيوت من جميع أنحاء الجمهورية ، حيث يتم الزام محطات الخدمة بانشاء مستودعات أرضية لتجميع الزيوت المستعملة فى نفس الوقت الذى يتم فيه انشاء مستودعات تجميع مركزية .

ويتم الزام شركات التوزيع ومستهلكى الزيوت بتوريد ٢٠% من الحصص المسلمة لهم زيوت مرتجعة كما تم تجريم التصرف فى الزيوت المستعملة بطريقة خاطئة وتم وضع القوانين التى تكفل الالتزام بذلك حيث صدر قانون البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ الذى يحظر تداول الزيوت المستعملة باعتبارها من المواد الخطرة إلا بتصريح من الهيئة المصرية العامة للبترول ، كما يحظر على جميع الجهات أو الأفراد المستخدمين لزيوت التزييت التصرف فى الزيوت المستعملة سواء بالبيع أو استخدامها بأى شكل أو التخلص منها بالقائها فى التربة أو مجارى المياه أو الحرق حيث يخضع المخالف للعقوبات التى نص عليها قانون البيئة .

ومساهمة فى الحد من أخطار الزيوت المستعملة على البيئة وتحويلها إلى قيمة مضافة فقد تم إنشاء أول مشروع قومى لاعادة تكرير الزيوت المرتجعة باستخدام أحدث التكنولوجيات العالمية التى لا تنتج مخلفات ملوثة للبيئة وفى نفس الوقت تحقق أعلى نسبة استرجاع للزيوت وأقل استهلاك للطاقة .

ثانيا : انتاج البنزين الخالى من الرصاص بالبلاد

يعتبر البنـــزين من أهم المواد البترولية الأكثر تداولا من قبـــل المســـتهلكين ، واستخـــدامه كوقـــود له تأثيرات هـــامة على الصحة والبيئة ، لهذا فقـــد كـــان لزاما الاهتمام بتحسين خواصه وأدائه . ولقد كان الاتجاه العالمى – ومنذ اخـــتراع الســـيارة في أوائل القرن العشرين – لتحسين أداء البنـــزين هو إضـــــافة بعـــض مركبات الرصاص ، فقد وجد أنها تعمل على رفع الرقم الأوكتينى للبنـــزين وتحسين خواصه المحركية بالإضافة إلى تحقيق خاصية التزلق لبعض مكونات المحـــرك داخـــل السيارات حيث يكون طبقة عازلة تحمى قواعد الصبـــابات فى ماكينـــة الاحـــتراق من التآكل .

ومع تزايد الاهتمام العالمى والدولى بالبيئة ، ظهرت العديد من الدراسات الـــتى تشير إلى الآثار الجانبية الضارة لاستخدام الرصاص . وفى منتصـــــف الســـبعينات تركز الانتباه على خطورة تلك المركبـــات ، وأشـــارت بعـــض الأبحـــاث إلى أن الرصـــاص قد يتسبب فى بعض من الأمراض الخطيرة مثل الســـــرطان والأمـــراض الروماتزمية والالتهاب الرئوى بل وقد يكون له تأثير اكبر علـــى صحـــة الأطفـــال ومعدلات النمو العقلى لديهم .

ومنذ ذلك الوقت بدأ التوجه عالميا لوضع القيود على نســـب إضافـــة هـــذه المركبات ومحاولة ايجاد بدائل أخرى للرصاص . ومع تطور المتغيرات العالمية ظـــهرت محاولات أخرى هدفها الرئيسي خفض الانبعاثات الصادرة من عـــوادم الســـيارات والتي تؤثر علي خصائص الهواء كتأثير بيئى .

وفى مصر كانت هناك إجراءات لحسم هذه المسألة اعتبارا مـــن عـــام ١٩٩٣ وباستثمار ما يتوافر لها من امكانيات قائمة ، إلى جانب مشروعات جديدة بحيـــث

أمكن تعميم استخدام البنـــزين الخالى من الرصاص بنسبة أكثر مـــــن ٨٧% مـــن استهلاك البلاد وذلك قبل نهاية عام ١٩٩٨ .

وقد يكون من المفيد لبعض القراء أن نعرض هنا بإيجاز بعضا مـــن الجوانـــب العلمية التى تتصل وخصائص البنـــزين وسلوكياته فى آلات الاحـــتراق الداخلـــى للسيارات ليسهل معرفة طبيعة المتطلبات التى تتصل والاهتمامات البيئية المطروحـــة على المستوى الاقليمى والعالمى .

والبنـــزين كما هو معروف يتم تصنيعه وإعداده أيضا بالخلط داخل معـــامل التكرير وصولا إلى المواصفات الموضوعة له ، والتى تتوائـــم والاســتخدام فى آلـــة الاحتراق الداخلى بالسيارة ، وهو يتكون من خليط من مجموعة هيدروكربونـــات مختلفة وعادة ما تكون فى المستوى الكربونى ($C_5 - C_{11}$) ومدى غليان مـــن حـــوالى ٣٠-١٦٠ درجة مئوية وبنسب مطلوبة فى المكونات الخفيفة أو الثقيلـــة فى مـــدى الغليان المشار إليه بما يسهل إدارة المحرك عموما وفى الصباح – الجو البارد – بصفـــة خاصة (Volatility) ، ومجموعة الهيدرو كربونات هذه قد تكون مستقيمة السلســلة مشبعة (برافينات) ، أو غير مشبعة (أوليفينات) أو حلقية أو أروماتية .. الخ ، والمـهم أن كلا منها له خواص مختلفة تؤثر على الاداء فى عملية الاحتراق وبالتـــالى قـــدرة المحرك، والأمر فى مجمله هو ما نتناقله بالتسمية عن البنـــزين الممتاز (٩٠ درجة) مثلا ذو "درجة أوكتان" عالية، وعن البنـــزين العادى(٨٠درجة)، كما سيجىء شرحه .

* درجة الأوكتان

الرقم الأوكتينى وضع كمقياس لدرجة أداء الوقود المستخدم فى تشغيل محـــرك السيارة ، وهو قد يقل للدرجة التى يصاحب فيها عملية الاحتراق صدور صوت حاد مسموع يصدر كعمليات طرق (Knocking) ينعكس أثره على خفض قدرة المحـــرك فى التشغيل .

وتجرى عملية القياس وتحديد الرقم الأوكتينى لأى عينة من البنـــزين ، وذلـــك باستخدام وقود قياس يتكون من نوعين من الهيدروكربونات كما يلى :

- الأول ورقم الأوكتين الاختيارى له (صفر) وهو الهبتان (C7) وهو مـــن الهيدروكربونات مستقيمة السلسلة .
- الثانى ورقم الأوكتين الاختيارى له (١٠٠) وهو الايزوأوكتان (C8) وهو من الهيدروكربونات المتشبعة .

وعليه فإن الرقم الأوكتينى للبنـــزين هو عبارة عـــن النســـبة بـــالحجم مـــن الايزوأوكتان فى خليط يتكون من الهبتان والايزواوكتان لوقود مماثل لنوعية البنـــزين المطلوب قياس أداؤه وتجرى فى ماكينة تعرف بـــ (C.F.R. Engine) [1] بالمعـــامل الكيميائية فى معامل التكرير .

والآن ماذا عن **نوعية الوقود** وعملية **الاحتراق** فى آلة الاحـــتراق الداخـــلى (Internal Combustion Engine) .

* فى تفسير الظاهرة

تتغير سرعـــة انتشـــار اللـــهب عنـــد حـــدوث الاحـــتراق اللحظـــى (spontaneous ignition) للوقود فى المحركات تغير **غير منتظم** حيث تصل الســـرعة من ٢٠٠٠ الى ٢٥٠٠ متر/ الثانية بدلا من السرعة العادية والتى تكون عادة من ٢٥ إلى ٣٠ متر/ الثانية وبما ينتج عنه موجة صدمية (shock wave) ويظهر فى المحـــرك رنين وانفلات دخان .

---

(١) ترمز إلى (Cooperative Fuel Research)

* فى سبب الاحتراق اللحظى

يقال أنها ناشئة عن تحلل المركبات البيروكسيدية غير الثابتة (unstable peroxides) عند درجات حرارة وضغوط معينة وتشتعل بفرقعة وتنفصل عند ذلك كمية كبيرة من الحرارة ، ويسبب هذا الاحتراق اللحظى هبوط قدرة المحرك ، ويصاحبه الطرق (knocking) الذى يلاحظ مسموعا فى هذه الحالة .

* فى مناعة الوقود ضد الطرق (Antiknock Resistance)

تتوقف هذه المناعة أصلا على التركيب الكيميائى للوقود ، أى نوعية الهيدروكربونات المكونة له فمثلا :

- الهيدروكربونات البارافينية العادية مستقيمة السلسلة تكون البيروكسيدات **بسهولة** وتتمتع بثبات تفجيرى منخفض
- أما الايزوبارفينات والهيدروكربونات الأروماتية فتنفجر بصعوبة ولا تكون بيروكسيدات إلا عند درجات الضغط العالية
- بينما تشغل النفثينات أو الأوليفينات مكانا وسطا

ولزيادة المناعة ضد هذا الطرق (knocking) يضاف إلى البنزين مادة مانعة (Ethyl Fluid) الذى يتحدد تأثيره باحتوائه على رابع ايثيل الرصاص [Pb C_2H_5] وتجىء المناعة فى التشابكات التى يحدثها لمكونات أكثر تعقيدا (Branched Chains) .

ومنذ بداية استخدام البنزين كوقود فى أوائل القرن العشرين ظلت مركبات الرصاص سواء مادة رابع ايثيل الرصاص (TEL) أو رابع ميثيل الرصاص (TML) هى الغالبة فى الاضافة وبنسب كانت تصل إلى ٠,٨٤ جم رصاص /لتر

للبنـــزين الممتاز وبنسبة ٠,٨ جم رصاص/لتر للبنـــزين العادى ، كمواصفـــات معمول بها حتى منتصف السبعينات حين بدأ الاتجاه إلى خفض تلك النســـب إلى حوالى ٠,٤٥ جم/لتر فى انجلترا والاتجاه فى المانيا حتى نهاية السبعينات للوصول إلى ٠,١٥ جم/لتر . وبدأ الاتجـــاه إلى اســـتخدام البدائـــل ممثـــلا فى المركبـــات الأوكسيجينية مثل كحول الميثانول (CH_3OH) أوالايثانول(C_2H_5OH) ، أو مادة بيوتيل الأثير الثلاثى المثيلى (MTBE) ، والاتجاه فى الثمانينات إلى إنتاج البنـــزين الخالى من الرصاص وتشجيع تعميم استخدامه ، ويظن الكثيرين أن ذلك قد نشأ أصلا مرتبطا بما هو معروف من البداية عن مضار مركبات الرصـــاص ولكـــن حقيقة الأمر – كما يعرف الغرب ذلك جيدا – قد جاء مرتبطا بقضيـــة أكـــثر خطورة وتأثيرا وتخص الانبعاثات (Emissions) كنواتج احتراق فى إطار الاهتمام بموضوع تلوث الهواء .

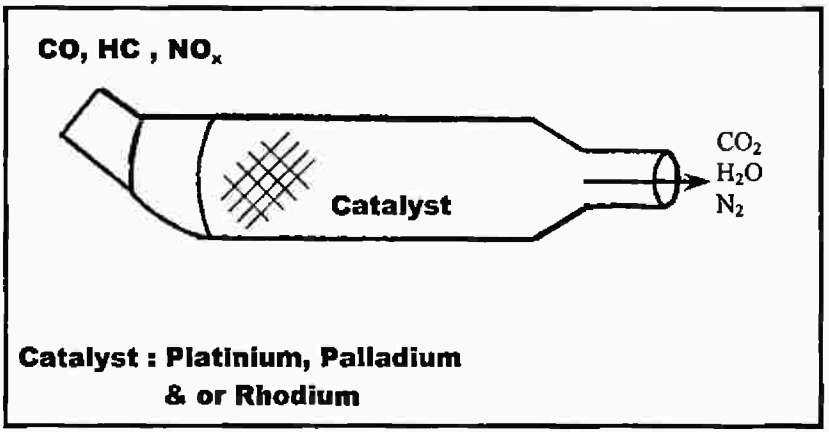
الانبعـــــائـــات :

تجىء الانبعاثات أصلا من نواتج احتراق الوقود والتى تجد مخرجها عن طريـــق "الشاكمان" من السيارة ومن المعروف أن عملية الاحتراق لا تتم أبدا بالكامل حـــتى فى السيارات جديدة الصنع ، بما يوضح تعاظم تلك الانبعاثات مع تقادم الاســـتخدام وسوء حالة الصيانة بالأوضاع السائدة فى البلاد النامية كما هو معروف ، ونواتـــج الاحتراق [1] غير الكامل هذه تخص أول أكسيد الكربون (CO) كغاز سام ، أكاسيد الكربون (NOx) ، وبعض الهيدروكربونات (HC) ، بالوضع الضار المعروف حـــين تتعاظم نسبتها فى الهواء .

---

(١) كانبعاثات فى حالة استخدام وقود السولار فى ماكينات الديزل فهناك المركبات الكبريتية (SOx) ، وكذلك الانبعاثات الهبابية (Particulates) .

ومنذ عام ١٩٧٥ بدأ التفكير فى معالجة هذه العوادم بتحويلها إلى نواتج أقل نشاطا وتلويثا للهواء الجوى (Less Reactive Compounds) ، وذلك بتركيب محول حفازى ثلاثى المسالك يحتوى على العامل المساعد كجزء مع "شاكمان" السيارة وحيث يتأكسد فيها أول أكسيد الكربون إلى ثانى أكسيد الكربون ، وتختزل الأكاسيد النتروجينية إلى نتروجين ، ويستكمل فيها احتراق الهيدروكربونات إلى بخار الماء وثانى أكسيد الكربون ، ويتركب العامل المساعد المشار إليه محتويا على البلاتين، الباليديوم أو الروديوم .



محول حفاز ثلاثى المسالك

وقد أصبح استخدام هذا المحول **إجباريا** فى الولايات المتحدة واليابان وتعاظم استخدامه فى مجموعة الدول الأوروبية .

ومن المعروف أن العامل المساعد المتواجد بالمحول الحفازى المشار إليه يتأثر بوجود المعادن وخاصة الرصاص فيخمد نشاطه ويبطل تأثيره ، ودعت هذه الحقيقة إلى **بداية إنتاج البنزين الخالى من الرصاص** .

وتمشيا مع اهتمامات الدولة بالبيئة ومسئوليات قطاع البترول تجاه ذلك الشأن وفى استراتيجيته الموضوعة فقد تم بدءا من عام ١٩٩٣ وضع خطة لايقاف استخدام مركبات الرصاص فى بنزين السيارات و ذلك أساسا باستثمار الامكانات القائمة ، حيث تم رفع كفاءة أجهزة الاصلاح بالعامل المساعد وزيادة العمليات التحويلية بمعامل التكرير . كما تم البدء فى استخدام المركبات الأوكسيجينية خاصة مادة "بيوتيل الأثير الثلاثى المثيلى" (MTBE) كأحد مكونات الخلط مع البنزين لرفع درجة الأوكتين بديلا لمركبات الرصاص.

هذا بالإضافة إلى أنه يجرى تنفيذ عدد من مشروعات الأزمرة والاصلاح بالعامل المساعد لإنتاج البنزين الخالى من الرصاص بالإضافة إلى التخطيط للتوسع فى تلك المشروعات وتعميمها داخل معامل التكرير المصرية.

وقد أثمر ذلك عن تحقيق نجاح ملموس ، وقبل نهاية عام ١٩٩٨ أمكن تغطية ٨٧% من اجمالى استهلاك البنزين بالبلاد الذى يبلغ حوالى ٢ مليون طن سنويا بدون إضافة مركبات الرصاص . حيث يتم حاليا تسويق البنزين ٩٠ بالكامل على مستوى الجمهورية بدون إضافة الرصاص أما البنزين ٨٠ فيتم تسويق النسبة العظمى منه خالى من الرصاص فى المدن الكبرى مثل القاهرة والاسكندرية والبحيرة وسيناء والسويس أما النسبة الباقية والتى لا تتعدى ٣٠٠ ألف طن فقط فتحتوى على نسبه ضئيلة من الرصاص .

هذا بالإضافة إلى إنتاج كمية بسيطة تصل إلى ٥ آلاف طن من البنـــزيـــن ٩٦ عالى الاوكتين خالى من الرصاص لتغطية احتياجات السيارات الحديثـــة وســـيارات الدبلوماسيين المجهزة لاستخدام هذا النوع من البنـــزين .

ومن المخطط أن يتم تغطية كامل الاستهلاك بالبلاد بدون إضافات رصـــاص قبل عام ٢٠٠١ . وتجدر الإشارة هنا إلى أنه حتى عام ١٩٩٣ لم تكن هناك ســـوى دول ثلاث هى اليابان وكندا والسويد والتى بلـــغ الإنتـــاج فيـــها بالكـــامل دون استخـــدام إضافات مركبات الرصاص ، كما أن العديد من الدول الغنية لا يـــزال مستوى إضافة الرصاص بها يصـــــل إلى ٠,١٥ جم رصاص/لتر .

ويعتبر موقف مصر – كما هو معروف عالميا – مميزا فى هذا الشأن بالوضع المقـــارن سواء مع دول حوض البحر الأبيض أو فى منطقة الخليج العربى .

ثالثا : التطبيق والبدء فى تعميم استخدام الغاز الطبيعى فى وسائل النقل بالبلاد

فى إطار الجهود المبذولة لنشر استخدام الغاز الطبيعى بالسوق المحلى وتقليل الآثار الضارة بالبيئة ، بادرت وزارة البترول باستحداث تطبيقات جديدة للغاز الطبيعى ، ففى عام ١٩٩٢ بدأت وزارة البترول تجربه رائدة تطبق لأول مرة بافريقيا والشرق الأوسط ، وهى استخدام الغاز الطبيعى المضغوط كوقود لوسائل النقل . وقد ادركت وزارة البترول المزايا البيئية والاقتصادية التى يحققها الغاز الطبيعى فكرست الكثير من الجهد والدعم لنشر هذا التطبيق الجديد فى مصر.

من الناحية البيئية ، فإن استخدام الغاز الطبيعى فى وسائل النقل يقلل من الآثار الضارة بالبيئة المنبعثة من أنواع الوقود السائل ، إذ تعتبر وسائل النقل أحد المصادر الأساسية لتلوث الهواء بمركبات الرصاص والمواد العضوية واكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكربون ، خاصة مع تزايد أعدادها وتوقع استمرار هذا التزايد مع ارتفاع مستوى المعيشة باتباع خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية . ويؤدى استخدام الغاز فى السيارات إلى تحقيق خفض فى الملوثات الناتجة عن استخدام البنزين يصل إلى ٨٥% وبالتالى يساعد فى تحسين الهواء وتقليل المشاكل الصحية المرتبطة بالتلوث.

حيث تنخفض العوادم المنبعثة فى حالة استخدام الغاز الطبيعى المضغوط بالمقارنة بمثيلاتها المنبعثة من استخدام البنزين الخالى من الرصاص بالنسب التالية :

أكاسيد النيتروجين	٣٩%
أول أكسيد الكربون	٩٧%
الهيدروكربونات الضارة	٧٥%
ثانى أكسيد الكربون	٢٥%

كما تنخفض العوادم المنبعثة فى حالة استخدام الغاز الطبيعى المضغوط بالمقارنة بمثيلاتها المنبعثة من استخدام الديزل بالنسب التالية:

أكاسيد النيتروجين	٩٠%
أول أكسيد الكربون	٩٦%
الهيدروكربونات الضارة	٩٩%
ثانى أكسيد الكربون	٢٥%

أما من الناحية الاقتصادية ، فإن الغاز الطبيعى أكثر جدوى اقتصاديا لصاحب السيارة. حيث تم تسعير المتر المكعب من الغاز (يعادل لتر بنزين) بـ ٤٥ قرش وهو يمثل أقل من نصف السعر للبنزين ، وبهذا يتم استرداد تكلفة تحويل السيارة فى خلال فترة تقل عن ستة شهور خاصة بالنسبة للسيارات ذات الكثافة العالية فى استهلاك الوقود مثل سيارات الأجرة والميكروباص .كما وفرت وزارة البترول برامج لتمويل عمليات تحويل السيارات للعمل بالغاز الطبيعى بالتقسيط. .

وبالاضافة إلى المزايا البيئية والاقتصادية التى تتحقق نتيجة استخدام الغاز فى وسائل النقل ، فإن المُشروع يوفر العديد من فرص العمل فى المشروع ذاته أو فى احدى الصناعات الصغيرة المصاحبة له.

وعلى ذلك ، فقد بدأ هذا التطبيق كمشروع تجريبى على عدد محدود من شركات قطاع البترول ، وبعد ذلك ومنذ أواخر عام ١٩٩٥ بدأ التوسع فى هذا المجال فتم تأسيس شركتين لتحويل السيارات للعمل بالغاز الطبيعى المضغوط ، وانشاء محطات لتموين السيارات بالغاز . كما بدأت أولى الخطوات الايجابية لتطبيق هذا المشروع على قطاع النقل العام لتعمل المركبات بنظام الوقود المزدوج (غاز/

وقود سائل) . ومنذ ذلك الحين ، تشهد البنية الأساسية الخاصة بمحطات التموين ومراكز التحويل تطورا ملحوظا على الرغم من أن عمر هذه الصناعة الوليدة وبدء تعميم التجربة لا يتعدى العامين ونصف العام فقط . وقد تم حتى الآن انشاء ٢٩ محطة تموين فى مختلف انحاء الجمهورية : القاهرة والجيزة والاسكندرية وبورسعيد والسويس وطلخا وشبين الكوم والعاشر من رمضان . بالاضافة إلى ٢٠ محطة ومركز تحويل تحت الانشاء.

وفى ضوء العلاقات المتميزة بين وزارة البترول وشركة اجيب الايطالية التى تعمل فى مصر فى مجال التنقيب عن البترول وإنتاجه منذ أكثر من ٤٠ عاما ، فقد قدمت الشركة فى عام ١٩٩٤ كهدية لوزارة البترول عدد (٧) شاسيهات لاتوبيسات تعمل بالغاز الطبيعى - سعة ٥٠ راكب للاتوبيس - قيمتها حوالى مليون دولار . وقد تم الاتفاق على قيام شركة النصر لصناعة السيارات بالتعاون مع خبراء شركة ايفيكو الايطالية بتجهيز هذه الاتوبيسات مما يساهم فى نقل التكنولوجيا المتطورة فى هذا المجال الجديد إلى الشركات الوطنية ، وبعد ذلك تم تسليم الاتوبيسات إلى هيئة النقل العام بالقاهرة كهدية لتسييرها فى شوارع القاهرة وتجربتها واجراء التقييم اللازم لبحث امكانية البدء فى تعميمها مستقبلا على الوحدات التابعة للهيئة من أجل الحفاظ على البيئة وتقليل العوادم الضارة التى تنشأ عن استخدام هذه الوحدات لأنواع الوقود الأخرى خاصة فى المدن المزدحمة كمدينة القاهرة.

كما تم توقيع بروتوكول للتعاون الفنى مع الجانب الايطالى لتصنيع مجموعات التحويل اللازمة لمختلف أنواع السيارات للعمل بالغاز الطبيعى محليا وذلك فى اطار نقل التكنولوجيا المتطورة فى هذا المجال واعداد الكوادر الفنية اللازمة لتدعيم هذه الصناعة وبما يتيح تخفيض تكلفة المعدات وتوسيع قاعدة عمليات التحويل.

وتجدر الاشارة إلى أن عدد السيارات المحولة للعمل بالغاز الطبيعى بمصر فى يناير ١٩٩٦ لم يتعدى ٢٠٠ سيارة ، واليوم وصل هذا العدد إلى أكثر من ١٩٠٠٠ سيارة . كما تشهد مبيعات الغاز الطبيعى المضغوط نموا مضطردا حتى أن بعض المحطات تقوم بتموين أكثر من ١٠٠٠ سيارة يوميا.

ومن الجدير بالذكر أنه فى عام ١٩٩٦ كانت مصر الدولة رقم ٣٧ من بين ٤٣ دولة بها نشاط للغاز الطبيعى المضغوط ، واعتبارا من أول يونيو ١٩٩٨ وصلت مصر إلى الدولة رقم ٨ فى هذا الشأن ، يسبقها كل من الارجنتين وايطاليا وروسيا والولايات المتحدة ونيوزيلندا وكندا والبرازيل ، وجميعها تعتبر من دول العالم المتقدمة تكنولوجيا.

الدول التى بها نشاط لغاز السيارات (يناير ١٩٩٩)

م	الدولة	عدد السيارات المحولة	محطات التموين
١	الارجنتين	٤٤٥٠٠٠	٦٢١
٢	ايطاليا	٣١٠٠٠٠	٣٠٠
٣	روسيا	٢٠٥٠٠٠	١٨٧
٤	امريكا	٨٨٥٩٤	١٢٨٧
٥	نيوزيلندا	٢٥٠٠٠	١٩٠
٦	كندا	٢٠٥٠٥	٢٢٢
٧	البرازيل	١٥٥٠٠	٤٩
٨	مصر *	١٥٠٠٠	٢٩
٩	كولومبيا	٤٦٠٠	٢٢
١٠	باكستان	٤٠٠٠	١٢
١١	المانيا	٣٦٠٠	٨٠

* مصر الثامنة من اجمالى ٤٩ دولة بالقائمة .

إن التقـــدم الملحوظ الذى تم انجازه فى هذا المجال أصبـــح معروفـــا محليـــا وعالميا ، حيث تعتبر مصر الآن رائدة فى أنشطة الغاز الطبيعى المضغـــوط وطلبـــت العديد من الدول الاستفادة بخبراتها ومن بينها الكويت وتونس والامارات ونيجيريـــا، كما استضافت وزارة البترول وفودا من اليمن وسوريا وجنوب افريقيا للاطلاع على التجربة المصرية.

وقد أثار النجاح الهائل الذى حققته وزارة البترول اهتمـــام نـــائب الرئيـــس الامريكى آل جور ، وهو أحد القيادات التى أولت على المستوى العـــالمى اهتمامـــا كبيرا للقضايا البيئية وعملوا على دعـــم برامج حماية البيئة . وخلال زيارته الأخـــيرة لمصر أعرب نائب الرئيس الامريكى عن رغبته فى الاطلاع على التجربة المصريـــة فى مجال الغاز الطبيعى المضغوط كتجسيد لأحد المشـــروعات البيئيـــة الناجحـــة ، وتم اختيـــار محطة تموين وتحويل السيـــارات للعمل بالغاز بالماظة لهذا الغـــرض وتمـــت الزيارة فى ٣ مايو ١٩٩٨.

السيد آل جور نائب الرئيس الامريكى يتفقد التجربة المصرية فى محطة تحويل وتموين
الغاز الطبيعى للسيارات " كارجاس "
ألماظة - (٣ مايو ١٩٩٨)

وقد أبدى السيد آل جور اعجابه بما شهده ، وأعرب عن تهنئته وتقديره لوزارة البترول المصرية لجهودها الرائدة فى مجال حماية البيئة ، خاصة فيما يتعلق بوقف اضافة مركبات الرصاص إلى البنزين ثم تلك الخطوة الناجحة بتعميم استخدام الغاز الطبيعى وقودا للسيارات ، مؤكدا أن كلا المشروعين مساهمة فعالة فى تحقيق هواء نظيف.

ومع استمرار الدعم المقدم من وزارة البترول ، فمن المتوقع أن يشهد هذا الاستخدام نموا مضطردا . وتشير التوقعات إلى الحاجة إلى إقامة محطات تموين جديدة لمواجهة الطلب المتزايد ، كما أن خطة وزارة البترول فى التوسع فى شبكات الغاز ومدها إلى مناطق جديدة سوف تؤدى إلى نشر هذا الاستخدام بتلك المناطق.

كذلك فمن المتوقع حدوث طفرة جديدة من خلال "مشروع تحسين هواء القاهرة" الذى تموله هيئة المعونة الامريكية . ويخصص المشروع ٦٠ مليون دولار لتحسين هواء القاهرة من خلال خفض الانبعاثات الضارة الناتجة من مسابك الرصاص وعوادم السيارات ، ويتضمن البرنامج توفير حوالى ٢٠٠ اتوبيس نقل عام تعمل بالغاز الطبيعى كما يتم انشاء محطتين للتموين لخدمة المشروع.

*** تطبيق استخدام الغاز الطبيعى فى تكييف الهواء**

ظهر فتح جديد حين وجد الغاز الطبيعى طريقه إلى تكنولوجيا جديدة مبتكرة لاستخدامه فى أنظمة تكييف الهواء ، ويعتبر هذا الاستخدام إضافة جديدة للمزايا التى يحققها الغاز الطبيعى . وقد بدأت وزارة البترول فى دراسة وتنفيذ هذا التطبيق لأول مرة بين دول المنطقة منذ عام ١٩٩٧.

وجدير بالذكر أن هذه التكنولوجيا الحديثة تتمتع بمزايا فنية واقتصادية وبيئية عالية بالمقارنة بالطريقة التقليدية لاستخدام الكهرباء فى التبريد الميكانيكى . فبينما

يستخدم الغاز كطاقة أولية تحول إلى كهرباء لتشغيل الضواغط فى نظام التبريد الميكانيكى، فإنه يستخدم مباشرة لتشغيل الأجهزة فى النظام الجديد. وبهذه الطريقة توفر هذه التكنولوجيا الجديدة حوالى ٥٠% من تكلفة التشغيل مقارنة بالطريقة الميكانيكية.

وكما بدأ استخدام الغاز الطبيعى فى السيارات كمشروع تجريبى داخل قطاع البترول ، كذلك بدأ تطبيق هذه التكنولوجيا الجديدة داخل قطاع البترول أولا فى مبنى مركز المعلومات والعينات الجيولوجية التابع لهيئة البترول بالإضافة إلى تنفيذ مشروع تجريبى آخر بمقر وزارة البترول حيث تم تركيب عدد من وحدات التكييف المنفصلة.

ومن الجدير بالذكر أن هذا التطبيق مازال تحت الدراسة ، وعلى ضوء النتائج المحققة سيتم وضع خطة لتعميم ونشر هذا الاستخدام على قطاعات أخرى.

* ترشيد استهلاك الطاقة

إذا كانت عمليات البحث عن البترول وإنتاجه وتصنيعه غالبا ما تتم فى مناطق نائية أو بعيدة إلى حد ما عن مناطق التجمعات السكانية وبالتالى فإن آثارها البيئية تعتبر غير مباشرة على المواطن ، إلا أن استخدامات المنتجات البترولية ترتبط ارتباطا وثيقا بحياة الانسان اليومية مما يجعل لها آثرا مباشرا على صحة الانسان والبيئة المحيطة، لذلك فمن الضرورى العمل على الوقاية وتقليل الآثار الضارة علي البيئة الناتجة عن استخدام وحرق المنتجات البترولية ، واذا كان السعى إلى تحقيق ذلك يتم بالدرجة الأولى من خلال تحسين مواصفات المنتجات البترولية لتتماشى مع القوانين واللوائح البيئية العالمية وكذلك استخدام أنواع وقود نظيفة تعرف بأنها "صديقة للبيئة" إلا أن موضوع ترشيد استهلاك الطاقة يأخذ جانبا كبيرا من هذه الاهتمامات .

فقد أصبح تحسين كفاءة استخدام الطاقة أحد العناصر الرئيسية التى تساهم فى حماية البيئة وذلك من خلال ترشيد الاستهلاك وبالتالى خفض الانبعاثات الناتجة عن استخدام الطاقة.

ويتطلب ذلك وضع استراتيجية قومية متكاملة لتحقيق مزيد من التنسيق بين القطاعات المختلفة وتنمية الوعى بأهمية الحفاظ على الطاقة بين المستهلكين . لذلك فقد تم فى عام ١٩٨٣ انشاء "جهاز تخطيط الطاقة" التابع لوزارة البترول ليتولى مسئولية تحليل بيانات الطاقة والتخطيط الشامل لها بالتنسيق مع باقى القطاعات بالدولة.

وقد تم اجراء العديد من الدراسات وكذلك تنفيذ عـــدد مـــن المشـــروعات الاسترشـــادية التى تهدف لاستخدام التكنولوجيا الحديثة لرفع كفـــاءة الاســـتخدام وتطبيق برامج ترشيد الطاقة بالقطاعات المختلفة .

ومن أمثلة المشروعات التى قام بها قطاع البترول والتى تســـاهم فى ترشيـــد الطاقة، مشروع تحلية المياه برأس غارب الذى يهدف إلى إزالة ملوحة ميـــاه البحـــر باستغلال الطاقة المفقودة من عوادم التوربينات الغازية فى محطـــة توليـــد الطـــاقة الكهربية التابعة للشركة العـــامة للبترول ، ويوفر المشروع مصدر مياه آمن ودائـــم لتغطية احتياجات المنطقة من المياه العذبة بالإضافة إلى ترشيد الطاقة .

هذا بالإضافة إلى تطبيق التكنولوجيات الحديثة فى مجال توليد الطاقـــة مثـــل استخدام الدورة المركبة الذى يحقق درجة أعلى من الكفاءة تصـــل إلى ١٠-١٥% مقارنـــة بالتوليد الحرارى التقليدى ، كما يؤدى استخدام هـــذه التكنولوجيـــا إلى خفض معدلات استهلاك الوقود لكل وحدة حرارية مولدة.

* تلوث البيئة البحرية

يعتبر تلوث البيئة البحرية أحد القضايا التى تحظى باهتمام كبير على المستوى العالمى ويناقش فى كثير من المحافل الدولية ، وقد صدر فى هذا الشأن العديد من القوانين والتشريعات الدولية كما أبرمت العديد من الاتفاقيات التى ترمى إلى المحافظة على البيئة البحرية وتكفل حمايتها من التلوث والعمل على تقليل الأضرار الناجمة عن حوادث التلوث المختلفة .

وتتعدد مصادر تلوث البيئة البحرية بزيت البترول ، وطبقا للإحصائيات العالمية يمكن أن نحدد تلك المصادر فيما يلى :

١- التصريف الصناعى والمدنى ويمثل نسبة ٣٧% وتنتج عن إلقاء المخلفات البترولية الناتجة عن العمليات الصناعية دون معالجتها بالطرق والتكنولوجيات اللازمة .

٢- مخلفات السفن التجارية والناقلات البترولية وتمثل نسبة ٣٣% وهى تنشأ عن المخلفات البترولية التى تلقيها السفن التجارية أثناء ابحارها أو ما يعرف بمياه الصابورة أو مياه الاتزان فى الناقلات البترولية .

ونظرا لخطورة هذا المصدر فقد أبرمت العديد من الاتفاقيات الدولية ومنها الاتفاقية الدولية لمنع التلوث البحرى الناتج عن السفن عام ١٩٧٣ وتلتها بروتوكولات عام ١٩٧٨ وهى المعروفة باتفاقية ماربول للحد من التلوث الزيتى الناتج عن السفن ونصت على تجهيز الناقلات بجهاز فصل الزيت عن مياه الاتزان على ظهر الناقلة والذى يقوم بعد الفصل بصرف المياه على ألا يتجاوز تركيز البترول بها عن ١٥ جزءا فى المليون .

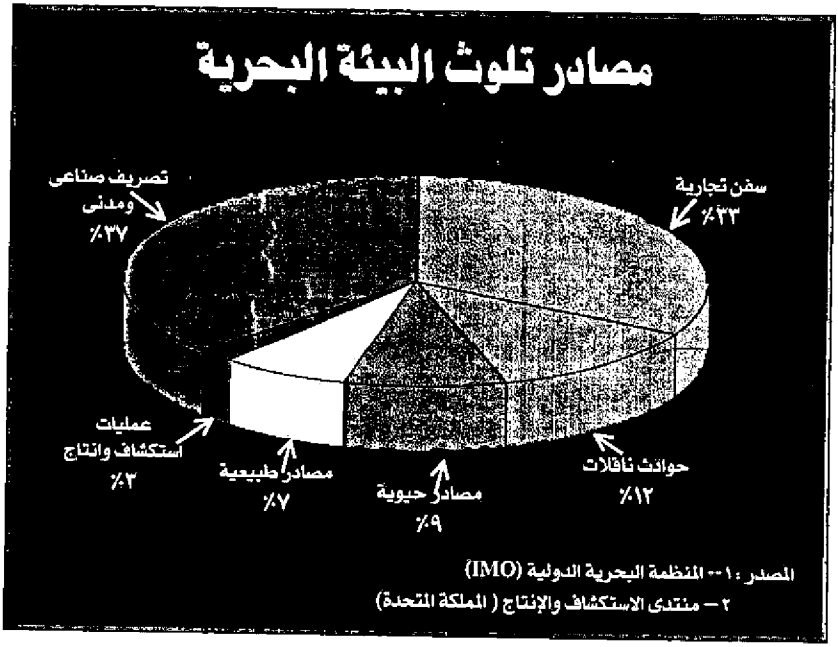
٣- حوادث الناقلات البترولية وتمثل نسبة ١٢% وينتج عنها تلوث للمياه والشواطئ وقد تحدث أضرارا شديدة لمختلف الكائنات الحية الموجودة بمنطقة الحادث . ونظرا لأن زيت البترول أخف من الماء فإنه يكون طبقه رقيقة تنتشر

سريعا على سطح الماء وتتسع بفعل العوامل البحرية ، وعلى الرغم من أن زيت البترول لا يذوب فى الماء إلا أن جزءا صغيرا منه يكون مستحلب تتعلق به رقائق متناهية الصغر من البترول فى مياه البحر .

٤- مصادر جوية وتمثل نسبة ٩% وتنتج عن البراكين والحمم البركانية والرماد البركانى والمياه الكبريتية .

٥- مصادر طبيعية وتمثل نسبة ٧% وتنتج عن النشوعات البترولية الطبيعية ، ويمكن أن نجد مثالا لها فى منطقة جبل الزيت بمصر .

٦- عمليات البحث والتنقيب عن البترول وإنتاجه وتمثل نسبة (٢%) ، وهى أقل المصادر تلويثا ، وقد أمكن من خلال التقدم التكنولوجى فى البحث والإنتاج السيطرة على هذه النسبة وتقليلها إلى أقل قدر ممكن بما لا يشكل خطرا على البيئة .



مصادر التلوث البحرى

وفى مصـــــر ...

تتمتع مصر بموقع جغرافى واستراتيجى هام تحدها مساحات شـــاسعة مـــن البحار، شمالا البحر المتوسط وشرقا البحر الأحمر وخليج السويس ، ولقد حباهـا الله بالعديد من الشواطىء الساحليـــة التى تعد من أجمل شواطىء العالم بمـــا لهـــا مـــن مقومات وخصائص بيئية متميزة . ومن هنا ترجع أهمية المحافظة على هذه الشـواطىء والبحار وحمايتها من كل ما يلوثها أو يضر بالبيئة المحيطة ، خاصة وإن ٨٥% مـــن إنتاج مصر من الزيت يتم استخراجه من الحقول البحرية.

وكما ذكرنا من قبل وطبقا لإحصائيات المنظمة البحرية الدولية فإن حـــوادث التلوث الناتجة عن البترول فى عمليات الاستكشاف والإنتاج تمثل ٢% فقـــط مـــن مصادر التلوث البحرى ، وتتمثل باقى المصادر فى : عمليات التصريـــف الصنـــاعى والمدنى ٣٧% ، السفن التجارية ٣٣% ، حوادث الناقلات ١٢% مصادر جويـــة ٩% ، مصادر طبيعية ٧% .

وعلى الرغم من أن معظم مصادر التلوث سالفة الذكر تخرج عن نطاق عمـــل ومسئولية قطاع البترول ، إلا أنه يتحمل المسئولية الأكبر لمكافحة هذا التلـــوث لمـــا يملكه من امكانيات فنية وبشرية وما يوليه مـــن اهتمـــام بالبيئـــة وحمايـــة الأرواح والممتلكات. وقد جاءت هذه المشاركة الفعالة ضمن خطة طوارئ قوميـــة لحمايـــة البيئة البحرية بالتنسيق بين جميع الجهات المعنية بالدولة وتهدف هذه الخطة إلى مجابهـــة حوادث انسكاب البترول من خلال حشد الموارد والإمكانات الكافية مع ضمـــــان سرعة الاستجابة المؤثرة والفعالة لمواجهة ما قد يقع من حوادث.

وفى هذا الصدد فقد تم انشاء ٤ مراكز لمكافحة التلوث البحرى بالغردقة ورأس غارب والسويس وسيدى كرير . وقد تم تجهيز هذه المراكز بأحدث التقنيات وبرامج الكمبيوتر التى تستطيع محاكاة بقعة الزيت بالاعتماد على المعلومات الخاصة بالتيارات البحرية والرياح وكمية التلوث ونوعه وبالتالى يمكن تحديد الشـــواطئ والأمـــاكن الحساسة التى يمكن أن تتعرض للتلوث وتحديد الاسلوب الأمثل لحمايتـــها . ومـــن

ناحية أخرى يمكن تحديد المتسبب فى التلوث فى أغلب الأحيان عن طريق المتابعة العكسية .هذا وتحتوى تلك المراكز على أحدث معدات احتواء واسترجاع الزيت، معدات نظافة الشواطئ ومعدات رش مشتتات بقع الزيت . وبالإضافة إلى المراكز الرئيسية فإن كل شركة إنتاج لها نشاط بحرى بها مركز فرعى مزود بالمعدات والعمالة الفنية ويبلغ عدد تلك المراكز الفرعية ١٤ مركزا .

ولتدعيم خطة الطوارئ يتم بصفة مستمرة إجراء بيانات عملية لتدريب العاملين . وتحدد الخطة طريقة التعامل مع الحوادث المختلفة ، حيث يتم فور وقوع أى حادث تشكيل غرفة عمليات ويبدأ تحريك المراكب العاملة مع الشركات البترولية بالمنطقة إلى مكان الحادث وتقوم طائرات الهليكوبتر باستطلاع منطقة الحادث لمساعدة سفن المكافحة . كما يتم استخدام مواد مشتتة لازالة بقع الزيت ومنعها من الوصول إلى المناطق الساحلية ، وفى هذا الصدد تجدر الإشارة إلى أن معهد بحوث البترول المصرى قد استطاع إنتاج مادة مشتتة تتميز بكفاءتها وانخفاض نسبة السمية بالمقارنة بالمواد الأخرى . وتستخدم هذه المشتتات كتجهيزات فى قوارب الخدمة بشركات الإنتاج بالإضافة إلى معدات مكافحة الحريق والانقاذ .

وقد نجح قطاع البترول من خلال خطة الطوارئ الموضوعة فى تقليل الآثار الناجمة عن الحوادث ، وكانت هناك مشاركة فعالة ليس فقط فى مجال مكافحة التلوث البحرى بل أيضا فى مجال الإنقاذ والمحافظة على الأرواح .

ومن ناحية أخرى، فقد تم مراعاة تأمين المنشآت البحرية وتوفير جميع اشتراطات واحتياطات الأمن والسلامة وذلك بتوفير نظام رادارى لمراقبة السفن العابرة وتصحيح مسارها للحد من حوادث اصطدام السفن . وقد بدأ تنفيذ هذا النظام اعتبارا من سبتمبر ١٩٩٦. وتجدر الإشارة الى أن مصر قد صدقت على جميع المعاهدات الدولية الخاصة بحماية البيئة البحرية من التلوث ، مثل المعاهدة الدولية لمنع تلوث البيئة البحرية من البترول ، و المعاهدة الدولية عام ١٩٧٣ لمنع تلوث البيئة البحرية من السفن (والبروتوكولات الخاصة بها عام ١٩٧٨) .

* البترول والسياحة :

تمتلك منطقة خليج السويس وساحل البحر الأحمر امكانيات بترولية كبيرة . وقد أدرك قطاع البترول تلك الإمكانيات واستطاع استغلالها منذ أوائل هذا القرن لخدمة الاقتصاد القومى . وبالإضافة إلى الإمكانيات البترولية فإن تلك المنطقة تتمتع بخصائص بيئية ومقومات سياحية متميزة كما سبق الاشارة.

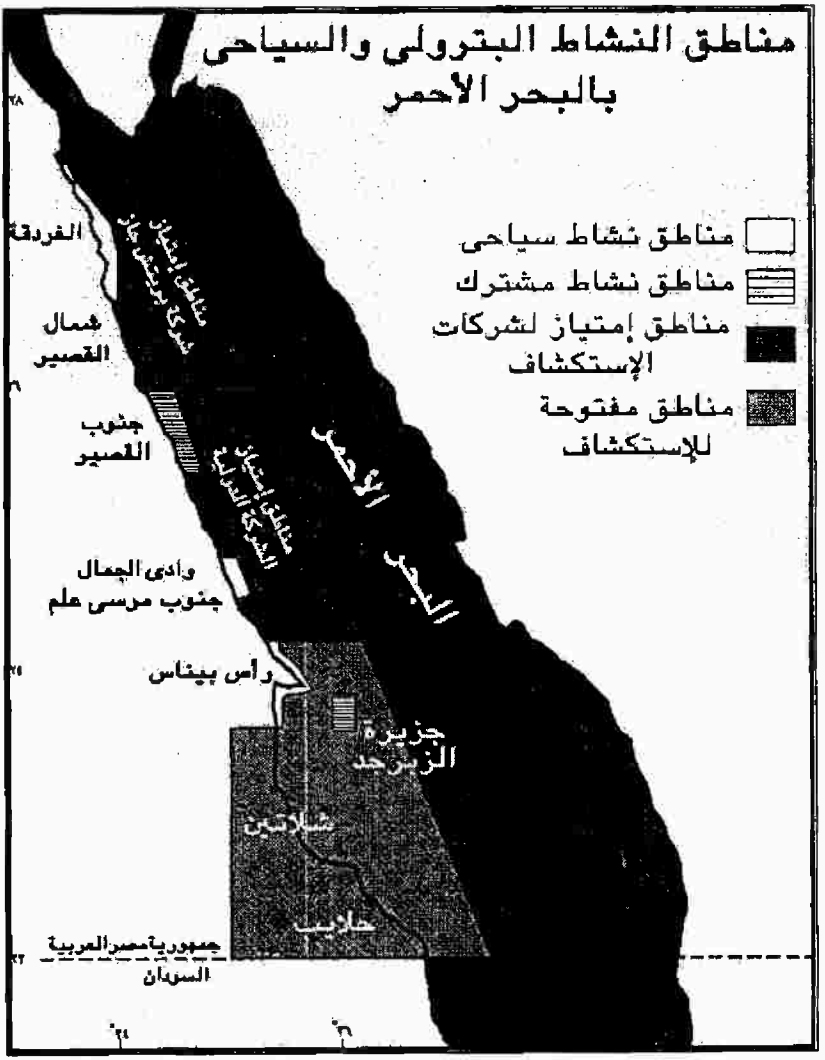
وكما أوضحنا ، فإن حماية البيئة من التلوث تعتبر عنصرا أساسيا من عناصر صناعة البترول خاصة فى تلك المناطق ذات الطبيعة الخاصة والتى يتسم التوازن البيئى بها بالحساسية الشديدة ، حيث يمكن لأى ضرر بيئى مهما كان طفيفا أن يؤدى إلى آثار طويلة المدى وخسائر لايمكن علاجها .

لذا ليس من المستغرب أن يكون المجال متاحا للسياحة لتعيش جنبا إلى جنب مع البترول كما نجد فى مناطق كثيرة من العالم ، على سبيل المثال فى منطقة رافينا شمال شرق ايطاليا وعلى ساحل بحر الادرياتيك حيث توجد واحدة من أهم حقول البترول والغاز الايطالية وهى أيضا أحدى أهم المناطق السياحية فى ايطاليا كلها . ويوجد فى هذه المنطقة ٤١ منصة بترولية منها ١٩ منصة تعمل فى البحر و١٧ منصة تعمل فى البر و٤٦٢ بئرا للبترول والغاز كما توجد منصة للبترول تعمل فى منطقة يزورها مليون سائح كل عام . وفى كاليفورنيا على المحيط الهادى تم التقاط صور لثلاث حفارات عملاقة تعمل فوق جزيرة صناعية أمام السياح على مسافة غير بعيدة عن الشاطئ .

ويمثل قطاع السياحة أحد الدعامات الأساسية للاقتصاد القومى المصرى ، لذا فقد تم فى عام ١٩٩٢ توقيع اتفاق تعاون مشترك بين وزارتى السياحة والبترول للاستثمار فى مناطق البحر الأحمر ، ويشمل الاتفاق تحديد ٤ مناطق

للاستثمار السياحى لا تمارس فيها أنشطة بترولية وتحديد ٣ مناطق للاستثمار المشترك فى النشاطين البترولى والسياحى وتخصص المناطق الباقية للأنشطة البترولية . وكما توضحه الخريطة المرفقة .

وفى نفس الوقت فإن قطاع البترول بامكانياته الفنية والبشرية يوفر وسائل حماية البيئة ومواجهة حوادث التلوث التى تنتج عن الأنشطة الأخرى بما يخدم السياحة ، حيث أقام قطاع البترول مركزا لمكافحة التلوث البحرى بالغردقة فى بقعة سياحية بعيدا عن حقول البترول لخدمة السياحة وإزالة أى تلوث فور حدوثه .



خريطة اتفاق البترول والسياحة

* الطـــاقة والتنميـــة والبيئـــة

كانت الطـــاقة دائما ، ومازالت ، هى المحرك لعمليات التنمية ورفيق الانســـان فى سعيه لرفع مستوى المعيشة . وخلال العقود القليلة الماضية شهد العالم تغـــيرات عديدة فى مفهومه لتحقيق التنمية الشاملة والمتواصلة بادخال الجانب البيئى كعنصـــر أساسى من عناصر التنمية . وأصبـــح من الضرورى تحقيق التكامل بـــين منظومـــة الطاقة والتنمية والبيئة .

ومصـــر ، كعهدها دائما ، كانت فى حضور تام من التوجهات والمتغـــيرات العالميـــة . فأولت اهتماما كبيرا بحماية البيئة من التلوث ، وفى الســـنوات القليلـــة الماضية تم بذل جهود مكثفة للسيطرة على التلوث الجوى والبحرى وتقليل الآثـــار الضارة بالبيئة بالإضافة إلى الاهتمام بالأمور المتعلقة بتغير المنـــاخ العـــالمى وثقـــب الاوزون وغيرها .

إن تحقيق ذلك التكامل المنشود بين الطاقة والتنمية والبيئة يشكل تحديا خطـــيرا يتطلب جهدا كبيرا وعملا شاقا . كما أن استمرار النجاح يتطلب الإدراك التام لأثر السياسات المتبعة والقدرة على قياس النتائج ، حتى يمكن بلورة الأهـــداف وتقييـــم البدائل من أجل العمل على التطوير المستمر لتلك السياسات بما يتفق مع متطلبـــات العمل . ولاشك أن ما عرضناه بايجاز يؤكد أننا على الطريق الصحيح نحو التغلـــب على التحديات التى تواجهنا فى سبيل تحقيق أهدافنا .

حفظ الله مصرنا العزيزة .

﴿وأن ليس للإنسان إلا ما سعى ۞ وأن سعيه سوف يرى۞ ثم يجزاه الجزاء الأوفى﴾

صدق الله العظيم

(سورة النجم – الآيات ٣٩-٤١)

المؤلف ..

- حصل على بكالوريوس هندسة البترول بامتياز مع مرتبة الشرف من كلية الهندسة جامعة القاهرة عام ١٩٥٨ ، والماجستير عام ١٩٦١ من جامعة تلسا أوكلاهوما ، والدكتوراه فى هندسة البترول من جامعة تكساس (A&M) بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٦٣ .

- عمل فى حقول البترول بسيناء وخليج السويس والصحراء الغربية ، كما عمل بالتدريس فى الجامعات المصرية .

- رأس أكبر شركة لإنتاج البترول فى مصر وهى شركة بترول خليج السويس (جابكو) لمدة ١٢ سنة .

- رأس هيئة البترول لمدة ثلاث سنوات قبل توليه المنصب الوزارى مايو ١٩٩١ حتى ٥ أكتوبر ١٩٩٩ .

- له العديد من المؤلفات والأبحاث المنشورة فى الدوريات العربية والدولية ومنها مؤلفه فى "**البترول .. بين النظرية والتطبيق**" الصادر عن دار المعارف مايو ١٩٩٦ ، وكذلك "**البترول المصرى .. تجارب الماضى وآفاق المستقبل**" عن دار المعارف أكتوبر ١٩٩٩ .

- حصل على العديد من شهادات التقدير والأوسمة من بعض المؤسسات المحلية وعدد من الدول والمؤسسات الدولية ومنها وسام الاستحقاق والجدارة من رئيس جمهورية ايطاليا وهو أعلى وسام مدنى يمنح بايطاليا .

- له العديد من المبادرات والانجازات التى ساهمت فى النهوض بصناعة البترول فى مصر لعل أهمها تبنى استراتيجية جديدة فى مجال البحث والاستكشاف وإنتاج الغازات الطبيعية فى مصر ، والدخول إلى المياه العميقة وجنوب الوادى .

- تحقيق وضع مميز لمصر على الساحة الدولية فى اطار الاهتمام العالمى بالمناخ والحفاظ على البيئة لعل أهمها ايقاف استخدام الرصاص فى البنزين، وتبنى سياسة تعظيم استخدام الغاز الطبيعى فى كافة المجالات ، وتطبيق استخدامه كوقود فى السيارات وتكييف الهواء .

الفهـرس

الموضـوع	الصفحة
مقدمة المؤلف	٥
❑ الباب الأول : البتـرول والإنسان	١٣
❑ البتـرول فى حيـاة الإنسان	١٨
❑ البتروكيمـاويـات	٢١
• البـدايـة	٢٤
• مـواد البلاستيـك	
• الألياف الصناعيـة	
• المطـاط الصنـاعى	
• المنظفـات الصناعيـة	
• صنـاعة الأسمـدة	
❑ الوضـع فى مصـر	٥٣
• إنشاء أول مجمع للبتروكيماويات	
• الأوضـاع الراهنـة	
• الأوضـاع المستقبليـة	
❑ ومـن البترول الطعـام للإنسان	٥٩
❑ الحـرب العالميـة الأولـى	٦٣
❑ الحـرب العالميـة الثانيـة	٦٥

- **الباب الثانى : البتـــرول ... البيئـــة والمنـــــاخ العالمى** ٦٩
- **فى مسألـــــة المنـــــاخ العالمى** ٧٤
  - الغـــــــــلاف الهـــوائى
  - الشـــمـــــــــــــــس
    - أشعـــــــة الشمـــــس
- **الأرض** ٨٦
- **حكايـــــــــة ثقـــب الأوزون** ٨٨
  - طبقـــــــــــــة الأوزون
  - تكـــويـــــــــن الأوزون
  - أوزون الاستراتوسفير فيمـــا بين التجديد والتبديد
  - ثقب الأوزون والتهديد للحياة على الأرض
  - الأشعة فوق البنفسجيـــــــة
- **ظاهرة الاحتبـــــاس الحرارى** ٩٥
  - الغـــــــــازات الدفيئـــــة
  - ثانى أكسيـــــــد الكربـــون
  - الاسهامات النسبية للوقـــــود الأحفورى
- **البترول وضريبـــة الكربون** ١٠٢

- القيـــود البيئيـــة والتنميـــة ١٠٩
- البترول والاهتمامـــات البيئيـــة ١١٠
- أولا: مراحل صناعة البترول والبيئة ١١٣
  - أ - البحـــث والاستكشـــاف
  - ب- الانتـــــــاج
  - جـ- عمليـــات التكرير والتصنيع
    - ١- معالجة الميـاه الناتجة عن العمليات بمعـامل التكرير
    - ٢- تحسين مواصفات المنتجات
    - ٣- إعـادة تكريـر الزيـوت المرتجعة
- ثانيا: إنتاج البنزين الخالى مـن الرصـــاص بالبـلاد ١٢٣
- ثالثا: استخدام الغاز الطبيعى فى وسائل النقـــل بالبلاد ١٣١
  استخدام الغاز الطبيعى فى تكييـــف الهـــواء
- ترشيـــد استهـــلاك الطاقـة ١٣٩
- تلـــوث البيئـــة البحـرية ١٤١
- البتـــرول والسيـــاحـــة ١٤٦
- الطـــاقة والتنميـــة والبيئـــة ١٤٩