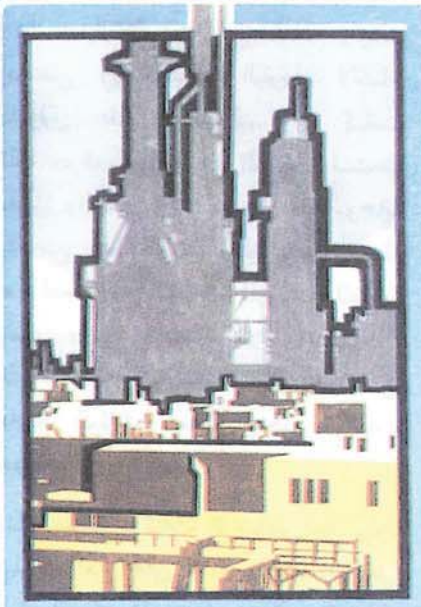

التلوث بالرصاص

د. إبراهيم صالح المعتاز
جامعة الملك سعود ـ كلية الهندسة

يعد الرصاص ومركباته من أخطر الملوثات ضرراً على صحة الإنسان، وعلى صحة البيئة ذلك انه سام من ناحية، وأن له تأثيراً تراكمياً من ناحية أخرى، ولقد شاع استخدام مركبات الرصاص في كثير من الصناعات الحديثة، كمضافي تكرير البترول، وصناعة البطاريات، وبعض الأنابيب، وغيرها. بل وكثر استخدام بعض المركبات في الأغراض الشائعة الاستعمال كاللحام، وتحسين مواصفات الجازولين (وقود السيارات/ البنزين).

يسود العالم اليوم اتجاه عام نحو الحد من استخدام هذه المركبات الخطرة بعد ان تضاعفت نسبة وجودها في البيئة وزادت عن الحدود المسموح بها. وبعد أن ثبتت مضارها وتأكد تأثيرها السيء على الإنسان وسائر الأحياء. وسنتعرض فيما يلي من سطور للمصادر الرئيسة لوجود الرصاص ومضارها الصحية.

مصادر الرصاص:

يقدر الانتاج العالمي للرصاص في عام ١٩٧٩م بنحو ستة ملايين طن في السنة، ويقدر وجوده في التربة بنحو ١٣ ملجرام/ كجم، كما تحتوي البحار على الرصاص بتركيز يتراوح بين ٩ ـ ٣٠٠ ميكروجرام/ لتر.

وتعد صناعة البطاريات أكبر مستهلك للرصاص، اذ تنفرد بما يقارب ٥٠٪ من انتاج الرصاص العالمي، ويستفاد من الرصاص أيضا في انتاج بعض المركبات العضوية، مثل رابع أثيل الرصاص، وثالث أثيل الرصاص، والتي تستخدم لتحسين نوعية وقود السيارات (الجازولين). كما تستهلك أيضاً صناعة الأصباغ والسبائك كمية كبيرة من الرصاص. ويبين الجدول (١) المصادر الرئيسة لانبعاث مركبات الرصاص للهواء.

كما تحتوي بعض مساحيق التجميل وأصباغ الشعر على نسب مختلفة من مركبات الرصاص، خاصة المصنعة في شبه القارة الهندية، ويساعد التدخين والكحول على زيادة نسبة الرصاص في الدم، وينتشر الرصاص ومركباته أما على شكل أتربة وغبار دقيق معلق في الهواء فيتنفسه الناس نظراً لاختلاطه بالهواء، واما أن ينتقل من خلال الغذاء أو الشراب، ويقتصر التعرض المباشر (الملامسة وغيرها) لمركبات الرصاص على العاملين في المنشآت الصناعية التي تستخدم كميات كبيرة منها مثل مصافي تكرير البترول، أو صناعة البطاريات.

ان بعض مواد التجميل مثل الكحلة والبخور والتي شاع استعمالها في منطقة الخليج العربي تحتوي على نسب كبيرة ومتفاوتة من الرصاص تتراوح بين ٤,٦٪ إلى ٩١,٨٪، وتشير دراسة أجريت في الكويت* إلى أنه قد تم مسح طبي لأربع وعشرين حالة تسمم بالرصاص عند الأطفال ذوى أعمار فيما بين ستة شهور إلى عام واحد. وأفادت هذه الدراسة إلى وجود ٤ حالات وفاة، و٦ حالات من الأعراض الثانوية (تخلف عقلي، انعدام الحركة، تأخر في النطق). وقد أثبتت الدراسة السابقة أن أربعاً من حالات التسمم بالرصاص كانت نتيجة لتعرضهم لدخان البخور الذي يحتوي على نسبة من الرصاص أو كبريتيد الرصاص.

ان نسبة الرصاص في الكحلة والبخور متفاوتة، وهناك أنواع منها لا تحتوي على الرصاص مطلقاً، كالكحلة ذات اللون البني القاتم، ولكن يجب أن تخضع هذه المواد للمراقبة والتحليل المستمر تجنباً لاحتمال تسرب بعض الأنواع الملوثة.

كما يساهم التدخين في رفع كمية الرصاص الممتصة بجسم الإنسان إلى ٩,٦

جدول (١) مصادر انبعاث مركبات الرصاص للهواء الجوي

المصدر	النسبة المئوية
افران الرصاص	٠,٥٠
الصناعة العامة	٢,٠٠
صناعات اثيلات الرصاص	٠,٤٣
احتراق الوقود العام	٠,٥٣
زيوت التشحيم	١,٦٠
المخلفات المدنية	٠,١٥
احتراق وقود السيارات	٩٤,٨٠

* مجلة البيئة الكويتية، العدد ٤٣، صفحة ١٥، يناير ١٩٨٦م.

مليجرام عند تدخين ما يقارب ٣٠ سيجارة في اليوم ، اضافة إلى مضاره الصحية الكثيرة الأخرى .

السيارات أهم مصدر لانبعاث مركبات الرصاص للهواء :

بدأت عملية إضافة مركبات الرصاص (رابع مثيلات ، أو رابع أثيلات الرصاص) إلى وقود السيارات (الجازولين) منذ الحرب العالمية الأولى ، عندما اكتشف تأثير هذه المركبات في منع الخبط أو الفرقعة (القرقعة) الناتجة عن احتراق الوقود داخل محركات السيارات ، ولقد ساهمت عملية اضافة مركبات الرصاص في ايجاد أرباح كبيرة لصناعة التكرير ، نظراً لانخفاض سعر هذه المركبات من جهة ، وللاختزال الواضح الذي قدمته عملية الاضافة هذه في عمليات التكرير المختلفة .

ويتركز دور مركبات الرصاص على رفع الرقم الأوكتيني للجازولين . ويعد الرقم الأوكتيني المؤشر العلمي لإمكان حدوث أو عدم حدوث الخبط عند احتراق الجازولين ، ويتراوح الرقم الأوكتيني للجازولين فيما بين ٩٠ إلى ٩٨,٥ في معظم الجازولين الموجود في العالم . ويحتاج في حالة الجازولين منخفض الأوكتين إلى محركات ذات تصميم معين يقل عنه فعالية في حالة استخدام جازولين عالي الأوكتين .

ان المزايا التي يمكن كسبها في حالة استخدام مركبات الرصاص لا تقارن بالمخاطر التي يهدد بها هذا العنصر الخطير ، لذا فقد ساد العالم اليوم اتجاه نحو تخفيض كمية الرصاص المضافة إلى الجازولين .

ففي الولايات المتحدة الأمريكية حددت منظمة حماية البيئة نسبة ٠,٤٥ جم/لتر كحد أعلى لاضافة مركبات الرصاص وفي عام ١٩٧٣م خفضت هذه النسبة إلى ٠,١٢ جم/لتر. وقد أنتج الجازولين الخالي من الرصاص منذ يوليو عام ١٩٧٤م، وفي مارس ١٩٨٥م أعلنت منظمة حماية البيئة المراحل التالية للتخلص من اضافة الرصاص كلياً في وقود السيارات في عام ١٩٩٠م :

- يوليو ١٩٨٥م خفضت كمية الرصاص المضافة إلى ٠,١٣ جم/لتر .
- يوليو ١٩٨٦م خفضت كمية الرصاص المضافة إلى ٠,٠٣ جم/لتر .
- يناير ١٩٨٨م خفضت كمية الرصاص المضافة إلى ٠,٠١ جم/لتر .

أما في اليابان فمنذ عام ١٩٧٥م كانت قوانين اضافة الرصاص للجازولين على النحو التالي :

- الحد الأعلى لاضافة مركبات الرصاص في البنزين الممتاز هو ٠,٣١ جم/لتر .
- الحد الأعلى لاضافة مركبات الرصاص في البنزين العادي هو ٠,٠٢ جم/لتر .

وكذلك الحال في معظم الدول الأوربية ، فان الحد الأعلى لاضافة مركبات الرصاص في وقود السيارات هو ٠,٤ جم/لتر ، وسينخفض في كثير من دول أوربا الغربية إلى ٠,١٥ في عام ١٩٩٠م . وقد وصل بالفعل هذا الحد حالياً في بعض الدول مثل ألمانيا والنمسا وسويسرا ، وتسعى هذه الدول وغيرها لادخال البنزين الخالي من الرصاص للأسواق .

ان عملية الاستغناء عن اضافة مركبات الرصاص في مصافي البترول لانتاج الجازولين عالي الكفاءة – وان كانت مكلفة ، وغير سهلة بعض الشيء – تستحق التطبيق والسعي في تنفيذها لحفظ وحماية البيئة من هذا الملوث الخطير وهي وسيلة أيضاً للحد من انبعاث الملوثات الغازية الأخرى من محركات السيارات، ذلك أن معظم الوسائل المستخدمة عملياً للحد من انبعاث الملوثات تتعطل بوجود مركبات الرصاص في الوقود .

اذن فازالة مركبات الرصاص من وقود السيارات أمر ايجابي ، وذو فوائد جمة على صحة البيئة والمجتمع . وللوصول لهذا الهدف ، يتحتم العمل على خفض كمية مركبات الرصاص المضافة حالياً للجازولين كخطوة عاجلة في طريق التخلص من هذا المركب الضار ، علماً بأنه بامكان مصافي البترول أن تقلل من اضافة هذه المركبات بتغيير ظروف التشغيل دونما أي رأس مال اضافي الزامي ، وذلك برفع كفاءة التشغيل في وحدات التكرير . وباضافة بعض المركبات الحلقية للجازولين ، والمنتجة في المصفاة ، أو باضافة بعض المركبات الأكسيجينية مثل مادة ميثيل ثلاثي بيوتيل الأثير .

ويزيد الطلب على الجازولين وفقاً للزيادة

جدول (٢)

اعداد السيارات وتطور الطلب على الجازولين في دول الخليج العربي

الدولة / السنة	اعداد السيارات بالآلاف ١٩٨٠	١٩٩٠	٢٠٠٠	الطلب على الجازولين (ألف طن) ١٩٨٠	١٩٨٥	١٩٩٠
البحرين	٤٨,٠	١٠٠,٠	١٧٤,٠	١١٢	٤٦٠	٦٢٤
الكويت	٣٩١,٠	٧٥٠,٠	١٣٥٠,٠	٨٩٠	١٢٨٧	١٨٤٨
قطر	٤٧,٠	٨٥٠,٠	١٣١,١	١٦٧	٢٥١	٣٠٤
السعودية	٢٠٧٠,٠	٣٢٨٠,٠	٣٩٨٥,٠	٣٧٥٠	٦٣٠٠	٨٤٣٠
الامارات	٧٦,٠	٣٢٦,٠	٦٤٤,٠	٥٨٤	٧٠١	٩٢٧
عُمان	٣٢,٢	١٣٦,٠	٣٢٥,٠	٢٠٥	٢٢٧	٢٧٨

في عدد السيارات، ويبين الجدول (٢) اعداد السيارات ، وتطور الطلب على الجازولين في دول الخليج العربي ، كما تشير دراسة قامت بها مصلحة الارصاد وحماية البيئة في مدينة جدة إلى مدى ارتباط كمية الرصاص الموجودة في الهواء بعدد السيارات العاملة في المنطقة ، فقد أجريت الدراسة في منطقتين مختلفتين : الأولى ، منطقة قليلة الازدحام ، معدل مرور السيارات بها نحو ٤٤٢ سيارة في الساعة ، والثانية ، منطقة مزدحمة ، معدل مرور السيارات بها حوالي ٣٦١١ سيارة في الساعة . وقد وجد أن متوسط تركيز الرصاص في الهواء في المنطقتين ٠,٧ و٢,٣٨ ميكروجرام / متر مكعب على التوالي ، بينما وصل متوسط نسبة الرصاص في دم الطلاب في المنطقتين ١٠,٧ و٩,٣ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر ، وهذه التركيزات تزيد على الحدود المسموح بها عالمياً .

وفي الرياض ، تتراوح نسبة الرصاص بين ٠,٢ إلى ٤,١ ميكروجرام/ متر مكعب ، كما اشارت إلى ذلك دراسة اعدت في كلية التربية للبنات في عام ١٩٨١ لنيل الماجستير . ومما تجدر الإشارة إليه ان مركبات الرصاص تضاف إلى الوقود في منطقة الخليج العربي بالنسبة العليا المسموح بها عالمياً ٠,٨٤ جم/لتر ، ويعد هذا التركيز عالياً مقارنة بالدول العالمية الأخرى .

الاضرار الناجمة عن التعرض لمركبات الرصاص :

اثبتت الأبحاث الطبية المتعددة ، ان للرصاص دوراً كبيراً في التأثير على الجهاز العصبي المركزي وتدني مستوى الذكاء والقدرة على الإدراك ، وتعد مركبات الرصاص مواداً سامة ، وتؤدي إلى نقص في كريات الدم الحمراء في جسم الإنسان ، ويؤدي ترسبها في نخاع العظام إلى ارباك عمل الجهاز العصبي ، إذ ان للرصاص تأثيراً تراكمياً لا يزول بزوال المصدر الباعث له ، بل تظل نسبة منه مترسبة في جسم الإنسان إلى آخر حياته تنتقل من موضع لآخر لتستقر في العظام والأسنان والأنسجة اللينة والمخ .

ويتأثر الأطفال بشكل مباشر وخطير بمركبات الرصاص ، اذ يضعف لديهم الذكاء ، ويؤثر على الحالة العقلية ، وهناك علاقة وطيدة بين تشوهات الأطفال وتعرض النساء الحوامل لجرعات كبيرة من الرصاص اثناء الحمل . كما يؤدي هذا التعرض إلى ولادة أطفال ناقصي الوزن ذوى مقدرة محدودة وقليلة للاستجابة للمؤثرات الصوتية والبصرية ، وقد يعانون من سوء التنسيق بين نشاط العينين وحركة اليدين . ان وجود الرصاص بنسبة ٧ إلى ٨ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر في دم الأم يؤدي إلى نقص وزن الجنين بنحو ١٩٢ جراماً، ويعود سبب تأثير مركبات الرصاص المتزايد على الأطفال لما يلي :

١ ــ يعيق الرصاص نمو خلايا المخ وسائر الخلايا العصبية لدى الأطفال التي لاتزال في طور النمو .

٢ ــ تتأثر أجسام الأطفال الصغار بسبب قلة محتواها من الدم بتركيزات قليلة من الرصاص إذ وجد ان تركيز ٧ إلى ٨ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر في دم الأم الحامل قد يتسبب في ولادة أطفال ذوى تركيز من الرصاص يقرب من ٢٥ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر .

٣ ــ يزيد نشاط الأطفال وحركتهم الدائمة من امكان التعرض للأجواء غير النقية ، مما يجعلهم عرضة لاستنشاق كمية كبيرة من مركبات الرصاص العالقة في الهواء بطرق غير إرادية وابتلاع الأتربة الملوثة بالرصاص .

وتسهم مركبات الرصاص أيضاً مساهمة كبيرة في ايقاف كثير من العمليات الانزيمية الهامة ، فقد وجد ان الرصاص في الدم يعيق طرح حمض البوريك مما يعرض للاصابة بمرض النقرس . وتنفذ مركبات الرصاص داخل جسم الإنسان عن طريق امتصاص القناة المعدية المعوية ، أو عن طريق الاستنشاق ، ويصل متوسط الامتصاص اليومي للرصاص عن طريق الغذاء إلى ما بين ١٠٠ و٥٠٠ ميكروغرام ، ويكون امتصاص الرصاص عن طريق التنفس أقل من الامتصاص المعدي ، وقد اقترح ان يكون معدل ٣ مليجرام أعلى نسبة لامتصاص مركبات الرصاص في الأسبوع .

وقد اختلف في التركيز الأعلى المسموح به لوجود الرصاص في الدم ، فهناك من يجعل تركيز ١٠ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر في الدم الحد الأعلى المسموح به ، بينما يحدده الآخرون بحوالي ٢٠ ــ ٣٥ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر . وعلى أية حال فانه عند زيادة تركيز الرصاص عن ١٠ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر تبدأ عملية التداخل بين الرصاص ، وهيموجلوبين الدم ، وتظهر على المصاب أعراض الغثيان والتقيؤ وآلام البطن والغيبوبة والتشنجات وفقدان الشهية والخمول الذهني . ان تركيز ٥٠ ــ ٦٠ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر من الرصاص في الدم يؤدي إلى الاصابة بفقر الدم (الأنيميا) ، ويظهر الخلل في وظائف المخ بشكل ملحوظ عندما يزيد تركيز الرصاص في الدم عن ٦٠ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر ، بينما يؤدي تركيز ٧٠ ميكروجرام/ ١٠٠ ملليتر إلى الخلل في وظائف الكلى .

ولما كانت الجمجمة هي المستقر الأخير لنسبة كبيرة من مركبات الرصاص الداخلة في جسم الإنسان (بالإضافة إلى الأسنان والعظام) . فانه من الممكن ان تؤدي التركيزات العالية للرصاص في الدماغ إلى تحلل الأنسجة الدقيقة المحيطة به مما يسبب تلف المخ بصورة مستمرة ودائمة ، كل ذلك اضافة إلى امكان الأصابة ببعض الأمراض السرطانية ، واحتمال وجود حالات شاذة في التركيبات الوراثية للإنسان . . . . وغيرها مما تطالعنا به العديد من الأبحاث العلمية في كل يوم ، والتي تشير بما لا يدع مجالاً للشك إلى مخاطر واضرار هذا الملوث السام .