II- بنزين السيارات

١- قصة بنزين السيارات:

عند التوصل إلى اختراع محرك الاحتراق الداخلى رباعى الأشواط فى ألمانيا عام ١٨٧٦، بدأ الاهتمام بالقطفة الخفيفة من خام البترول لاستخدامها كوقود للمحركات، وعرفت فيما بعد باسم بنزين السيارات، واعتباراً من بدايات القرن العشرين بدأ الاهتمام بهذا المقطر، كما تم خلطه مع بعض المقطرات القريبة منه فى درجة الغليان مثل الكيروسين، كذلك تم وضع مواصفة له بحيث تكون درجة غليانه ومدى تطايره مناسبتين لبدء إدارة وزيادة سرعة المحرك، بل روعى فى هذه المواصفة الفروق فى اختلاف درجات الحرارة بين فصلى الشتاء والصيف، وذلك بأن تكون درجة بداية الغليان منخفضة شتاء مقارنة بالصيف، وكذلك درجات الحرارة التى يلزم أن يستعاد عندها، على الأكثر، نسبة ١٠٪، ٢٠٪، ٥٠٪، ٩٠٪ بالحجم عند تقطيره، بالإضافة إلى درجة حرارة نهاية الغليان.

وقد وضعت أول مواصفة فيدرالية فى الولايات المتحدة الأمريكية لهذا المنتج بتاريخ ٢٥ تشرين الثانى/ نوفمبر ١٩١٩م، ثم عدلت فى ١١ حزيران/ يونيو ١٩٢٩.

وأغلب المواصفات تحدد مدى الغليان لبنزين السيارات من ٣٠م° - ٢٠٠م° ، أما خواصه فتخضع لتأثير العوامل التالية:

١- الإمكانات المتوفرة فى مصافى التكرير.

٢- طريقة الإنتاج والتكرير المستخدمة.

٣- الخامات البترولية المستخدمة.

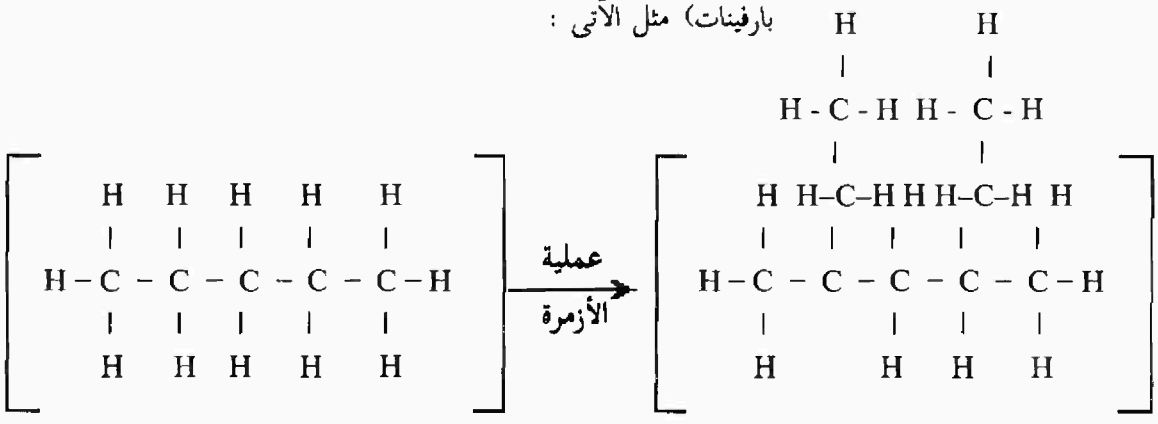
يتكون بنزين السيارات من خليط لعدد من المركبات الهيدروكربونية سريعة التطاير، كذلك من النواتج المختلفة للوحدات المتوفرة بالمصفاة والتى تشمل الآتى:

١- وحدات التقطير، سواء تحت الضغط الجوى، أو تحت الضغط المخلخل (الفراغى).

٢- وحدات عمليات المعالجة للمقطرات البترولية الناتجة من التقطير والتى تشمل:

- وحدات الهدرجة أى التفاعل مع غاز الهيدروجين، بذلك تتحول جميع المكونات إلى أن تكون مركبات بارفينية مشبعة (ذات روابط أحادية).
- وحدات التكسير الحرارى أو التكسير الحرارى باستخدام العوامل المساعدة، وذلك لتحويل المقطرات ذات الجزيئات كبيرة الحجم (مقطرات متوسطة أو ثقيلة) إلى مقطرات خفيفة تتفق مع حدود مدى الغليان لبنزين السيارات.

- وحدات تعديل التركيب الكيميائى للمركبات، حيث يطلق عليها بالإنجليزية مسمى (Reforming)، بهدف الإكثار من المركبات البارفينية وتعتبر هذه العملية من أهم اللازم تنفيذه لإنتاج بنزين السيارات الخالى من الرصاص.
- وحدات الأزمرة، أى تحويل المركبات البارفينية المشبعة ذات السلاسل المستقيمة (نورمال بارفينات) إلى أن تكون سلاسل متشبعة (أيزو بارفينات) مثل الآتى :



مركب بارفينى مشبع ذو سلسلة متشعبة (أيزو بارفينات) — مركب بارفينى مشبع ذو سلسلة مستقيمة (نورمال بارفينات)

وتعرف هذه العملية بمسمى الأزمرة (Isomarisation)، وذات المسمى يطلق على الوحدات التى تقوم بهذا التحويل .

لذلك فإن بنزين السيارات يختلف على نحو بين فى خواصه الطبيعية والكيميائية، وبالتالى فى أدائه فى المحرك، خاصة عند اختلاف الظروف الميكانيكية لعمل المحركات. كذلك يتأثر بنزين السيارات بالعوامل البيئية سواء كانت مرتبطة بالظروف المناخية (حرارة، رطوبة، ضغط، ارتفاع عن سطح البحر ... إلخ) أو كيميائية (ملوثات : سائلة، غازية ... إلخ). لذلك يصبح من اللازم أن تتوازن خواصه ليعطى أداءً جيداً على مدى واسع من ظروف التشغيل وتغيرات المناخ والعوامل البيئية. وعليه فإن مواصفات بنزين السيارات غالباً ما تهدف إلى تحقيق ذلك التوازن فيما بينها ويتوصل إلى تحقيق ذلك استناداً إلى الخبرة المتجمعة، وأيضاً بالتعاون بين مصافى التكرير وصانعى المحركات والسيارات .

وأهم الاشتراطات اللازم الوفاء بها فى خواص بنزين السيارات الآتى :

١ – أن يكون له مدى غليان مناسب، وكذلك بالنسبة لدرجة تطايره، مما يحقق سهولة بدء الإدارة والتزايد فى سرعة المحرك (تسارع المحرك) .

٢ – أن يتناسب مع الفروق فى درجات الحرارة السائدة شتاءً وصيفاً، لذلك تكون درجة بداية الغليات منخفضة شتاءً ومرتفعة صيفاً .

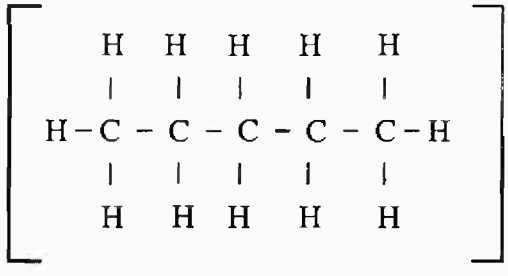
٢ - المركبات التى تكون بنزين السيارات :

المركبات الداخلة فى تكوين بنزين السيارات يطلق عليها مسمى «المركبات الهيدروكاربونية»، إذ إنها تتكون من عنصرين فقط: الهيدروجين والكاربون، وحيث إن ذرة الكاربون ذات مقدرة على الاتحاد مع أربع ذرات هيدروجين، بذلك يمكن أن تتحد مع غيرها من ذرات الكاربون أو الهيدروجين، وبالتالى تتكون أشكال متنوعة من هذه المركبات الهيدروكاربونية، وتقدّر المركبات التى تكون بنزين السيارات ليتراوح عددها ليصل إلى حوالى الخمسمائة (٥٠٠ مركب) .

هذه المركبات يتراوح عدد ذرات الكاربون الداخلة فى تركيبها بين عدد ٤ ذرات إلى عدد ١١ ذرة (٤-١١ ذرة)، بينما تتراوح عدد ذرات الهيدروجين فى تلك المركبات بين عدد ٥ ذرات إلى حوالى ٢٦ ذرة (٥-٢٦ ذرة)، اعتماداً على كيفية تكونها. بذلك فإن المركبات التى تكون بنزين السيارات تشمل الآتى :

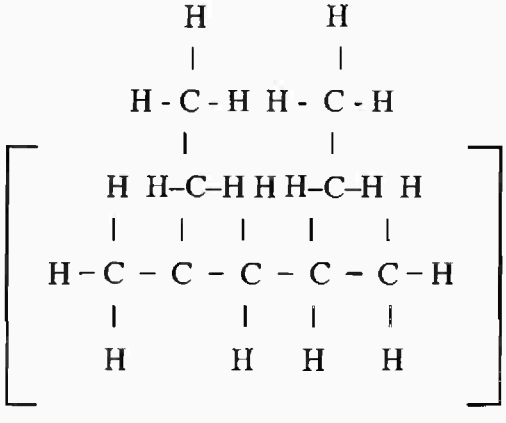
أ - المركبات البارفينية : والتى تحقق التكوين الكيميائى ($C_n H_{2n+2}$) ، حيث n عدد ذرات الكاربون، وتنقسم إلى :

- المركبات المشبعة ذات السلاسل المستقيمة، والتى يطلق عليها (نورمال بارفينات) وتكون (كما سبق الإيضاح) على النحو التالى :

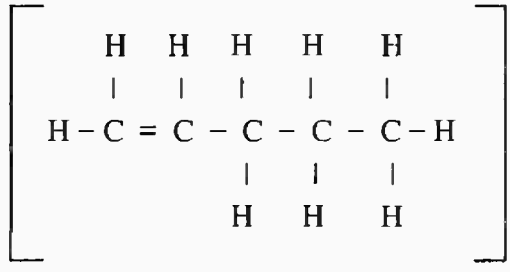


(عدد ذرات الكاربون ٤-١١ ذرة)

- المركبات المشبعة ذات السلاسل المتشعبة أو التى طلق عليها (أيزو بارفينات)، وتكون (كما سبق الإيضاح) على النحو التالى :



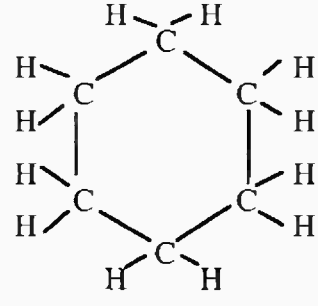
ب – المركبات الأوليفية، وهـــذه مركبات غير مشبعة، وتحقق التكوين الكيميائى $(C_n H_{2n})$ ، حيث n عدد ذرات الكاربون، بذلك فإنه يوجد فى تكوينها روابط ثنائية أى غير مشبعة بالهيدروجين، وذلك على النحو التالى :



وهذه المركبات تكون غير ثابتة كيميائيًا، أى قابلة للتفاعل والأكسدة، لذلك لا يفضل وجودها فى بنزين السيارات، خاصة وأنه عند احتراقها فى محرك السيارة ينبعث عنها أدخنة سوداء ومعتمة، بذلك تكون محدثة لتلوث خطير للبيئة وتجعل بنزين السيارات غير نظيف .

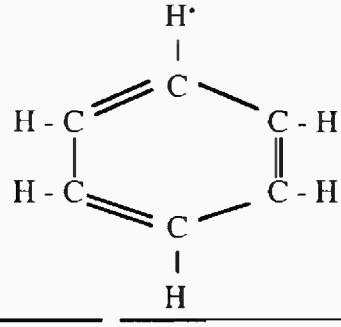
جـ– المركبات الحلقية، وهذه تنقسم أيضاً إلى مركبات مشبعة أو غير مشبعة، وذلك على النحو التالى :

- مركبات حلقية مشبعة، ويكون لها التركيب الكيميائى التالى :

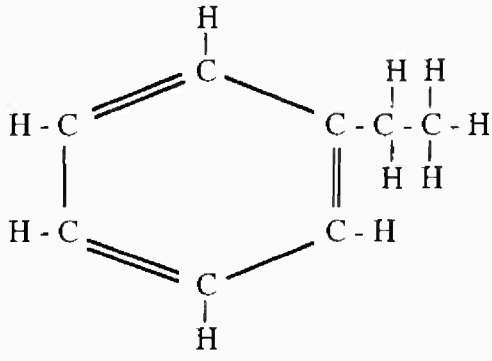


بذلك تحقق التكوين الكيميائى $(C_n H_{2n})$، وغالباً ما تكون نسبة تواجدها فى بنزين السيارات منخفضة .

- مركبات حلقية غير مشبعة، ويكون لها التركيب الكيميائى التالى :



وبذلك تحقق التكوين الكيميائى ($C_n H_{2n}$)، وغالباً ما توجد بنسب مرتفعة. قد تصل لأكثر من ٢٥ ٪ بالحجم من تكوين بنزين السيارات، ويطلق عليها مسمى العطريات، وقد تتحد مع مركبات بارفينية ذات سلاسل قصيرة ويطلق عليها مسمى الكيل العطريات، مثال الآتي :



كما توجد على صورة مركبات متعددة الحلقات، مثال مركب النفتالين .

وتمتاز المركبات العطرية بأن أداءها فى المحرك جيد، إذ إن لها رقم أوكتان مرتفعاً، لكن يلزم عدم ارتفاع النسبة، نظراً لأنها تحدث تلوثاً للبيئة بالأبخرة الهيدروكاربونية، أو ما يطلق عليه المركبات العضوية المتطايرة والتى سبق تعريفها فى الجزء السابق من الدراسة، كذلك عند احتراقها فى المحرك فإنها تترك رواسب على أجزاء المحرك من الأكاسيد ونواتج الاحتراق، مما يقلل من كفاءة أداء المحرك .

٣- مشكلة الخبط فى المحرك :

عقب اكتشاف بنزين السيارات واستخدامه كوقود لإدارة المحركات ظهرت مشكلة حدوث خبط (Knocking) فى المحرك مع عدم سلاسة الاشتعال والدوران، ذلك أن الخليط المتكون من الهواء والوقود فى وحدة خلط الوقود مع الهواء (الكاربراتير) وطبقاً للنسب المحددة، يحدث عند اشتعاله فى غرفة الاحتراق بالشرارة المتولدة من شمعة الاحتراق (Spark Plug) لهباً غير منتظم فى توقيت اشتعاله وسرعة اندفاعه والضغط المتولد عنه، وبالتالى تحدث ذبذبة على حوائط غرفة الاحتراق، كذلك على أجزاء المحرك المتصلة بها، مع ارتفاع كبير فى درجة حرارة المحرك ونقص فى قوته وأدائه، لذا كان هناك اتجاه لإضافة بعض المركبات التى تنظم عملية الاشتعال وتوقيتها الصحيح، وبالتالى لا يحدث اندفاع أو عدم انتظام فى اللهب، ومن ثم تختفى ظاهرة الخبط ويتحسن دوران المحرك وسلاسة أدائه. وقد أطلق على هذه المركبات اصطلاح إضافات رفع رقم الأوكتان .

ويعتمد حدوث الخبط بالمحرك على العوامل التالية :

- تصميم المحرك .

- ظروف عمل المحرك .
- التركيب الكيميائى لبنزين السيارات – حيث إن بعض المركبات الهيدروكاربونية الموجودة به تكون سريعة الاشتعال، أو مكونة لأكاسيد سريعة التحلل، وبالتالى سريعة الاشتعال؛ لذا يتسبب وجودها فى حدوث زيادة معدلات الخبط .
- العوامل الجوية (درجة الحرارة، الرطوبة، الضغط الجوى ... إلخ) .
- مقدار الارتفاع عن سطح البحر .

وفيما يلى التعريف برقم الأوكتان وكيفية ارتباطه بالتركيب الكيميائى لبنزين السيارات مع اختلاف المكونات بين أن تكـــون بارفينية مستقيمة أو متشعبة أو حلقية ... إلخ .

٤ - رقـــم الأوكـــتان لبنزيـــن السيارات :

فى عام ١٩٢٧م لاحظ العالم الأمريكى جراهام أدجار الآتى :

١ – أن بعض المركبات، خاصة البارفينية ذات السلاسل المستقيمة تُحدث دقًا عاليًا بالمحرك، وكان من أعلاها فى إحداث ذلك الخبط مركب نورمال هبتان (C_7H_{16})، لذلك اتفق على إعطائه درجة صفر من حيث تحقيق الرفع لرقم أوكتان الجازولين .

٢ – أن بعض المركبات تحقق سلاسة فى إدارة المحرك وتعطى دقًا منخفضًا، مثال المركبات البارفينية ذات السلاسل المتشعبة، وخاصة مركب ايزو أوكتان (C_8H_{18})، لذا اتفق على إعطائه درجة ١٠٠ من حيث تحقيق الرفع لرقم الأوكتان .

لذا عند تحديد رقم الأوكتان لبنزين السيارات يتم تحضير خلطات مكونة من نسب مرتفعة من مركب أيزو أوكتان (٩٨، ٩٥، ٩٢، ٩٠، ٨٠ ٪ بالحجم) مع نسب منخفضة من مركب نورمال هبتان (٢ ، ٥ ، ٨ ، ١٠ ، ٢٠ ٪ بالحجم)، ويتم قياس هذه الخلطات فى محرك اختبار ذي أسطوانة واحدة، والخلطة التى تتساوى فى الخبط (الدق) مع بنزين السيارات المراد قياس رقم أوكتانه يسمى بالنسبة المستخدمة من مركب أيزو أوكتان فى تحضير هذه الخلطة، بذلك يكون هناك بنزين (٨٠، ٩٠، ٩٢، ٩٥، ٩٨)، ويعزو اختيار هذين المركبين (أيزو أوكتان، نورمال هبتان) إلى أن كلاهما يمكن إنتاجه من خام البترول بدرجة نقاوة عالية وبالكميات الكافية، كما أن لهما تقريباً درجة غليان متقاربة، وبما يعنى أن لهما تقريباً معدل تطاير واحد، كذلك فإن لهما أيضاً درجة تجمد (انصهار) إلى حد ما متقاربة، بالإضافة إلى أنهما تحققان نفس الكثافة تقريباً، بذلك فإن تفضيل استخدامهما

لقياس رقم الأوكتان كان وراءه ذلك التقارب فى الخواص، وبما يعنى أنهما لا يتأثران عند الاحتراق بعوامل الاختلاف فى هذه الخواص .

والاختلاف بين المركبات المكونة لبنزين السيارات فى رقم الأوكتان الذى تحققه على النحو التالى :

- **أقل المركبات فى رقم الأوكتان** : المركبات البارافينية المستقيمة، حيث يقل رقم الأوكتان مع زيادة عدد ذرات الكربون .
- **أعلى المركبات فى رقم الأوكتان** : مركبات الأزوبارافينات المتشعبة ذات السلاسل المتشعبة، ويزداد رقم الأوكتان مع زيادة درجة التشعب .
- **العطريات** : ذات رقم أوكتان مرتفع مقارنة مع مثيلاتها من الهيدروكربونات التى لها نفس عدد ذرات الكربون، لكن يوضع حد أقصى لنسبها فى بنزين السيارات، نظراً لسهولة أكسدتها وتحولها إلى مركبات سامة وملوثة للبيئة، كذلك لتكوينها رواسب على أجزاء المحرك (كما سبق الذكر) .
- **الأوليفينات** : تتفاوت فى رقم الأوكتان ولا يفضل احتواء بنزين السيارت عليها؛ نظراً لأنها ذات ثبات كيميائى منخفض (قابلة للتفاعل والأكسدة).

وخاصية حدوث دق أو خبط بالمحرك، ترتبط برقم الأوكتان لبنزين السيارت المستخدم، أى كلما ارتفع رقم الأوكتان قل حدوث الخبط أو الدق .

هذا ويتم قياس رقم الأوكتان على ماكينة قياسية ذات سلندر واحد وتجرى بطريقتين :

- قياس رقم الأوكتان باستخدام طريقة البحث، وتحمل مسمى : Research Octane Number وتعطى الرمز (RON)، وظروف هذا الاختبار تقارب الظروف العادية للسير على الطريق أى الظروف المعتدلة.
- قياس رقم الأوكتان بطريقة المحرك، وتحمل مسمى : Motor Octane Number، وتعطى الرمز (MON)، وظروف هذا الاختبار أكثر شدة، وتقارب ظروف المحرك عند السير بسرعات متفاوتة .

وعادة ما يذكر رقم (RON) فى الأبحاث والمنشورات العلمية، كذلك أصبح مطبقاً أخذ المتوسط الحسابى للرقمين $\frac{(R+M)}{2}$ ، حيث يطلق عليه مسمى معامل رقم الأوكتان .

بذلك توجد عدة اختيارات أمام مصافى التكرير لرفع رقم الأوكتان لبنزين السيارات، وتشمل هذه الاختيارات الآتى :

- معادلة المقطرات التى يحصل عليها من برج التقطير، مما يزيد من نسب احتوائها على المركبات البارفينية المتشعبة (أيزو بارفينات) .
- استخدام إضافات لرفع رقم الأوكتان، مثال :

١ – رابع إيثيل الرصاص – لكن استبعد استخدامه حالياً، كما سيرد بالفقرة التالية .

٢ – مركبات أُوكسجينية، أى تحتوى على الأوكسجين، ومن أهمها مركب ميثيل ثلاثى بيوتيل إيثر (Methyl Tertiary Butyl Ether) ويحمل الرمز (MTBE) .

٣ – أنواع من الكحولات، مثل الكحول الإيثيلى، (إيثيل الكحول)، ميثيل الكحول، بيوتيل الكحول وغيرها .

- زيادة نسبة احتواء بنزين السيارات على المركبات العطرية، أى المحتوية على حلقة البنزين (C_6H_6)، لكن مع العمل على أن لا تزيد نسبة الآحتواء عن ٢٥ ٪ بالحجم .

٥ - رابع إيثيل الرصاص - التوسع ثم الانكماش :

فى كانون الأول/ديسمبر ١٩٢١م استطاع العالم الأمريكى توماس ميدجلى التوصل إلى مركب رابع إيثيل الرصاص، حيث اختبر كإضافة لرفع رقم الأوكتان لوقود بنزين السيارات، ومن ثم القضاء على ظاهرة الخبط بالمحرك. وقد حقق هذا المركب نتائج متميزة، وبدأ تسويقه تجاريًا للمرة الأولى فى ولاية أوهايو الأمريكية، وكان ذلك فى الأول من شباط/فبراير ١٩٢٣م، لكن أُكتشف أن لهذا المركب آثاراً خطيرة على الصحة سواء أثناء تحضيره أو تداوله أو خلطه مع بنزين السيارات، وبالتالى اتخذ قرار فى آيار/مايو ١٩٢٥م بمعرفة الإدارات الصحية المختصة بالولايات المتحدة الأمريكية بوقف استخدام هذا المركب، إلا أن شركة إيثيل الأمريكية (Ethyl Corproation) أخذت على عاتقها متطوعة تصنيع وخلط وتسويق هذا المركب، ومن ثم سمح باستخدامه مرة أخرى، ثم شمل ذلك الاستخدام جميع دول العالم أو جميع مستخدمى السيارات العاملة بمحرك البنزين .

لكن ظهرت مشكلة أخرى مصاحبة لذلك الاستخدام، حيث وجد أن مركب رابع إيثيل الرصاص يُحدث تآكلاً للأجزاء المعدنية بالمحرك نتيجة لتكون أكاسيد الرصاص فى غرفة الاحتراق، والتى تتسبب بدورها فى تلف شموع الاحتراق وصمامات العادم (الصبابات)، وكان الحل هذه المرة استخدام مركبات تجعل أكاسيد

الرصاص أكثر تطايراً وأقل تفاعلاً مع نواتج الاحتراق، وشملت هذه المركبات : إيثلين داى بروميد، إيثلين داى كلوريد، أى أنها مركبات من الهالوجينات (بروميد، كلوريد) متفاعلة مع شق هيدروكاربونى (الإيثلين)، وقد حققت هذه الهالوجينات نتائج جيدة فى القضاء على آثار مركبات ورواسب الرصاص وقللت من التآكل فى كل من شموع الاحتراق وغرف الاحتراق والصمامات، واستخدمت هذه التقنية بنجاح اعتباراً من عام ١٩٢٨م، وأطلق على هذه المركبات مصطلح (Scavengers) أى المركبات التى تحمل الشوائب والمركبات الغير مرغوب فى وجودها، بعيداً عن أماكن استخدام الوقود. وقد عدلت نسب الخلط هذه المركبات مع رابع إيثيل الرصاص على مدى فترات الاستخدام، وبدئ بتسويق مركبات رفع رقم الأوكتان بنجاح دون مشاكل تذكر، كما سجل تحضير رابع إيثيل الرصاص واستخدامه كإضافة مع بنزين السيارات، كبراءة اختراع أمريكية (بتاريخ ٣٠ كانون الأول / ديسمبر ١٩٣٠ وتحت رقم ١,٧٨٧,٩١٤) .

استخدم مركب رابع إيثيل الرصاص فى البداية بنسب منخفضة لا تزيد عن ٠,١ جرام / لتر، لكن مع تطور تصميم المحركات وزيادة قوة الانضغاط بها، زادت هذه النسب تدريجيًا لتصل إلى ٠,٦ جرام / لتر، ووصلت فى مواصفات بعض البلدان إلى ٠,٩ ملى جرام / لتر، وفى الثلاثينات من القرن العشرين تم التوصل إلى مواصفات محددة لبنزين السيارات تؤدى إلى تحقيق الأداء المطلوب، من أهمها :

- خفض نسبة الكبريت حيث، لوحظ أن وجود الكبرت، حتى بنسب ضئيلة، يؤدى إلى عدم تحقيق رابع إيثيل الرصاص لرفع رقم الأوكتان .
- وجود مركبات هيدروكاربونية كبيرة (ذات عدد ذرات كاربون أعلى من ١١) فإن لها تأثيراً منخفضاً (عاكساً) لرقم الأوكتان. ومع تطور صناعة التكرير فى الأربعينات من القرن العشرين فقد ثبتت التركيبات المكونة لبنزين السيارات، بصرف النظر عن الاختلاف بين الأسماء التجارية للشركات المنتجة، وأيضاً مع اختلاف فصول العام، وفى عقد الخمسينات تحققت زيادة فى نسبة قوة الانضغاط بالمحرك، لذلك كان هناك مطلب لرفع رقم الأوكتان، مما استدعى زيادة نسبة رابع إيثيل الرصاص، وتغيير أسلوب التكرير (إدخال عملية الهدرجة مع التكسير) مما أدى إلى إنتاج مركبات هيدروكاربونية لها استجابة مرتفعة لمركب رابع إيثيل الرصاص، وكذلك لها رقم أوكتان مرتفع. وقد ظل هذا الوضع مستمراً إلى نهاية عقد السبعينات .

واستخدام إضافة رابع إيثيل الرصاص لرفع رقم الأوكتان لبنزين السيارات يحقق رفعاً بحدود ٦ درجات إلى ١٢ درجة، اعتماد على التركيز المضاف من الرصاص ومدى الاستجابة لهذه الإضافة .

ورابع إيثيل الرصاص يتفاعل أثناء احتراق بنزين السيارات مع الأوكسجين مكوناً لأوكسيد الرصاص، وهذا مركب ذو سمية مرتفعة وملوث خطير للبيئة، كذلك ينبعث مع العادم قطرات من الرصاص يطلق عليها (Lead Aerosol)، وهذه ذرات دقيقة معلقة فى الهواء، وتصنف على أنها ملوث خطير للبيئة، حيث إنها تصل بسهولة إلى الإنسان، ووصول مركبات الرصاص إلى الإنسان تسبب العديد من التدهور فى الحالة الصحية، وذلك على النحو التالى :

- للكبار : رفع ضغط الدم، الإصابة بالسرطانات، إحداث أزمات قلبية .
- للأطفال : خفض مستويات الذكاء -- عدم التحكم فى الأعصاب أو التصرفات – إحداث ضعف عام بالجسم .

لذلك بدأ العمل على الإقلال من نسبة استخدام هذه الإضافة أو الاستغناء عنها تماماً، مع العمل على إيجاد بديل أخر مناسب، وحتى يحقق بنزين السيارات المواصفات المحددة برفع رقم الأوكتان إلى أعلى من ٩٠ أو ٩٥ درجة، ومن ثم كان هناك جهد مكثف للتحول إلى بنزين السيارات الخالى من الرصاص، أى الاستبعاد التدريجى لرابع إيثيل الرصاص .

أكد ذلك الاتجاه صدور قانون الهواء النظيف عام ١٩٩٠م فى الولايات المتحدة الأمريكية، حيث اشترط تغيرات متعددة فى مكونات بنزين السيارات لكى يتحول إلى وقود نظيف وصديق للبيئة، ومن أهم هذه التعديلات استبدال رابع إيثيل الرصاص بمركبات صديقة للبيئة، مثل (المركبات الأوكسجينية السابق ذكرها) .

وقد أمكن لصناعة التكرير إنتاج بنزين السيارات الخالى من الرصاص مع تحقيق رقم أوكتان مرتفع، وتقدر الزيادة فى تكاليف الإنتاج طبقاً للأسعار فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ٢٠٠٥م بما يقابل ٣,٥–١٢,٥ قرش صاغ (مصرى)، أي أنها تكلفة فى الحدود المقبولة .

٦ - التعديلات في تصميم المحرك :

يختلف تصميم المحركات لتكون مناسبة لبنزين السيارات المستخدم فى إدارتها، ولكن بصفة عامة فإن الارتفاع فى رقم الأوكتان يحقق تحسناً فى أداء المحرك مع الوفاء بتحقيق التعديلات التالية :

١ – ارتفاع قوة الانضغاط فى المحرك .

٢ – انضباط توقيت تولد الشرارة .

٣ – تعديل نسبة خليط المواد إلى الوقود، وذلك برفع نسبة الهواء إلى الوقود .

٤ – تحسين كفاءة تبريد الغلاف الخارجى للمحرك .

٥ – خفض درجة حرارة الهواء الداخل إلى المحرك .

٦ – رفع سرعة المحرك .

٧ – إقلال تكون الرواسب فى غرفة الاحتراق .

ومن أهم هذه العوامل استخدام النسبة الصحيحة من الهواء والوقود، أى النسبة التى يحدث عندها بدايات الاحتراق وفى التوقيت الصحيح لدورة الاحتراق. فعند حدوث الشرارة الكهربائية يبدأ بنزين السيارات فى الاشتعال ويتحرك لهب إلى الخارج مستهلكاً للخليط المضغوط من الوقود مع الهواء، وكلما زاد انضغاط خليط الوقود مع الهواء قبل الاشتعال كلما زادت القوة المتولدة للمحرك، لكن تحت هذه الظروف فإن الزيادة فى القوة تصبح محددة؛ نظراً لأن جزءاً من خليط الهواء مع الوقود يشتعل فجأة بدلاً من أن ينتظر إلى حين التوقيت الصحيح لبداية مقدمة اللهب، وهذا الضغط الزائد نتيجة الاشتعال المفاجئ يكون فى العادة فوق الصوت الطبيعى للمحرك، وبالتالى يحدث الدق أو الخبط الذى يؤدى إلى فقدان المحرك لقوته، ومن ثم تنبعث كميات كبيرة نسبيًا من الهيدروكربونات الملوثة للهواء .

٧ - بنزين السيارات الخالي من الرصاص :

مع الاهتمام بحماية البيئة من التلوث فقد قامت وكالة حماية البيئة Environmental Protection Agency (EPA) فى الولايات المتحدة الأمريكية، بإصدار التشريعات اللازمة لخفض انبعاث الملوثات وبالتالى تحقيق حماية البيئة، ومن ثم فقد اشترط خفض نسبة انبعاث الملوثات المنبعثة مع عادم المحرك وذلك باستخدام ما عرف باسم العامل الحفاز المحول (Catalytic Converter) حيث تؤدى إلى خفض نسب انبعاث الملوثات التالية :

- خفض انبعاث أول أكسيد الكربون – حيث تتحقق نسبة انخفاض تزيد عن ٩٦ ٪ بالحجم .
- خفض انبعاث أكاسيد النيتروجين، حيث تتحقق نسبة انخفاض تزيد عن ٧٦ ٪ بالحجم .
- خفض انبعاث الهيدروكاربونات الغير كاملة الاحتراق، حيث تحقق نسبة انخفاض تزيد عن ٩٦ ٪ بالحجم .

وهو ما صُنف فى حينه بالإنجاز البيئى الجيد .

لكن وجدت مفاجأة غير سارة، إذ إن العامل الحفاز المحول يتفاعل مع مركبات الرصاص الموجودة فى عادم المحرك، مما يخفض من فاعليته ويقضى على كفاءته تماماً خلال عدة مئات محدودة من الكيلومترات، وقد عرفت هذه الظاهرة باسم تسمم العامل المساعد (Catalyst Poisoning)، لذلك كان الحل الحاسم هو استخدام هذا المحول الحفاز مع بنزين للسيارات خالى من الرصاص .

ومن ثم فقد قادت (EPA) عملية التحول إلى بنزين السيارات الخالى من الرصاص، وذلك فى الولايات المتحدة الأمريكية وطبقاً للخطوات التالية :

- فى أول تموز / يوليو ١٩٨٥ – تخفض النسبة إلى ٠,١ جرام / لتر .
- فى كانون الثانى / يناير ١٩٨٦ – تخفض النسبة إلى ٠,٠٥ جرام/لتر .
- مع حلول عام ١٩٨٨ يكون قد تم إيقاف استخدام رابع إيثيل الرصاص بالكامل .

وقد نفذت أغلب الولايات (الأمريكية) هذه الخطوات لاستبعاد استخدام رابع إيثيل الرصاص كإضافة لبنزين السيارات، ومن ثم أعقب ما حدث فى الولايات المتحدة الأمريكية قيام الغالبية من الدول الصناعية بخفض نسبة الرصاص على نحو تدريجى، بداية من أقل من ٠,٢ جرام/لتر إلى عدم الاستخدام تماماً، كذلك صاحب إنتاج بنزين السيارات الخالى من الرصاص التعديل فى خليط المكونات المستخدمة، وقد حدث فى البداية الاعتماد على رفع نسبة المركبات من العطريات، إلا أن ذلك أدى إلى ارتفاع سرعة تكون الرواسب على أجزاء المحرك، إضافة إلى انبعاث الملوثات من المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) والشديدة الإضرار بالبيئة، مما أدى إلى ضرورة وضع حد أقصى لنسبة العطريات الكلية، بحيث لا تتجاوز ٢٥ ٪ بالحجم، ولا تزيد نسبة الاحتواء على مركب البنزين C_6H_6 عن ١ ٪ بالحجم، وهذا لازال جارى تنفيذه على نحو متدرج فى أغلب دول العالم .

٨ - خطوات الطريق إلى بنزين السيارات الخالى من الرصاص :

انحصر هذا الجهد فى التحول إلى إنتاج بنزين السيارات الخالى من الرصاص فى المحورين التاليين :

- **محور فى المدى القريب** : باستخدام إضافات ذات رقم أوكتان مرتفع، مثل : مركبات الإيثر، مثال مركب ميثيل ثلاثى بيوتيل إيثر (Methyl Tertiary Butyl Ether)، كحول الإيثانول (إيثيل الكحول)، مركبات الكيل العطريات، مخاليط المركبات الكيل العطرية، أو مركبات المانجنيز، وغيرها من أنواع المركبات أو المخاليط ذات رقم الأوكتان المرتفع، وتصلح للخلط مع بنزين السيارات، أى تكون متفقة مع حدود مدى الغليان والكثافة والضغط البخارى .

- **محور فى المدى البعيد** : يعتبر ذلك هو الحل الأفضل اقتصاديًا بإضافة عمليات معالجة وتحويل إلى مصافى التكرير، بحيث يتم تحويل المركبات البارفينية المستقيمة والمحققة لرقم أوكتان منخفض – إلى مركبات محققة لرقم أوكتان مرتفع، مثال : البارفينات المتشعبة (أيزوبارفينات)، النافيثينات (الحلقية المشبعة)، العطريات (الحلقية الغير مشبعة)، كذلك ضرورة حساب التكاليف المالية الاستثمارية اللازمة، مع مراجعة الكميات المتوفرة من المركبات ذات رقم الأوكتان المرتفع واللازم إضافتها أو المعالجة لإنتاجها .

ويلزم لإنجاح عملية التحويل إلى بنزين السيارات الخالى من الرصاص ضرورة تحديد الآتى :

- كميات الإنتاج من بنزين السيارات .
- معدل النمو فى الاستهلاك مع المقارنة بكميات الإنتاج .
- مصادر الإمداد ببنزين السيارات (المصافى / شركات التوزيع) .
- تحديد مكونات البنزين من : البارفينات – الأوليفينات، النافيثينات، العطريات (Paraffin, Olefin, Naphtene & Aromatic) (PONA) .
- محتوى الرصاص الموجود فى كل من مصادر إنتاج بنزين السيارات .
- المصادر المتوفرة من بدائل بنزين السيارات (مثال : الغاز الطبيعى) .

وبالنسبة إلى صناعة التكرير القائمة (المصافى القائمة أو المخططة إقامتها) من اللازم تحديد الآتى :

- القدرات والسعات المتوفرة .
- وحدات العمليات القائمة، خاصة لمعالجة أو تحويل المركبات الهيدروكاربونية.
- المقدرة على إنتاج مركبات ذات رقم أوكتان مرتفع .
- الظروف العامة المحيطة أو القائمة .
- اقتصاديات مصافى التكرير .
- القدرات التكنولوجية والاقتصادية لكل مصفاة، خاصة لبناء وحدات جديدة للمعالجة والتحويل .

هذه المؤشرات للتقييم يلزم أن تنفذ مع الصناعة القائمة، ومدى احتياجتها إلى مساعدة استشاريين متخصصين، كذلك ضرورة الارتباط ببرنامج زمنى محدد .

ومع الانتهاء من هذا التحديد للمصادر اللازمة، فلابد من تبين إمكانيات

الجمع بين أكثر من مصدر معاً، وذلك لتنفيذ المطلوب طبقاً لبرامج زمنية مختلفة لتحقيق الاستغناء عن الرصاص تماماً .

تواجد استراتيجيات مختلفة للاستغناء عن استخدام مركبات الرصاص، فإن ذلك يعنى وجود احتياجات متنوعة وكذلك تكلفة مختلفة لنقل وتوزيع مكونات بنزين السيارات وتحضير الخلطات النهائية، بذلك فإن التغيير فى كميات بنزين السيارات من المحتمل أن يؤثر على الطاقات لسعات المستودعات وخطوط الأنابيب، مما يعنى الاحتياج أيضاً إلى استثمارات للتعامل معها أو لحل مواقع الاختناقات، وعلى نحو مماثل، من اللازم التقيد فى درجات وأنواع بنزين السيارات (أو رقم الوكتان) مع الكميات المباعة من كل نوع، مما قد يؤثر على أسعار التوزيع والتسويق للمنتج النهائى .

والظروف المحيطة بكل بلد سوف تحدد برنامج الاستغناء عن إضافة مركبات الرصاص إلى بنزين السيارات وكذلك الاستراتيجيات، مما يعنى الاحتياج إلى تقييم هذه المؤشرات والمتغيرات جيداً .

بالنسبة لأى من هذه البدائل فإن القائم بالتنفيذ يلزم أن يأخذ فى الحسبان الآتى:

- التكلفة .
- الاستثمارات اللازمة .
- الانخفاض فى انبعاثات الرصاص مع الفترة الزمنية المقدرة .

وللتأكد من أن جميع الاختيارات قد أخذت فى الحسبان، فمن اللازم تبين التقييم لأى من الحالات القصوى التالية :

١ – الاستغناء السريع جداً، خلال ٦ شهور أو أقل، باستخدام مكونات مستوردة محققة لرقم الأوكتان المطلوب .

٢ – الاستغناء البطيء جداً خلال ٣–٥ أعوام، بحيث يتم الخفض تدريجيًا، مع ما يتم من الإدخال التدريجى لعمليات المعالجة والتحويل التى يتم إدماجها فى مصافى التكرير .

٩ - معوقات صادفت التحول إلى بنزين السيارات الخالى من الرصاص :

فى الدراسة التى قامت بها وكالة حماية البيئة (EPA) فى الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٩ لمتابعة التحول إلى استخدام بنزين السيارات الخالى من الرصاص، على المستوى العالمى؛ قد لوحظ وجود عدد من المعوقات التى تبطئ من ذلك التحول، وكان أهم هذه المعوقات الآتى :

١ – وجود عدم اقتناع كامل بكفاءة البدائل .

٢ – عدم الربط بوضوح بين تكاليف التحول مقارنة بالفوائد التى قد تتحقق .

٣ – بطء مصافى التكرير للقيام بذلك التحول .

٤ – عدم التحمس لدى مستخدمى السيارات إلى استخدام بنزين السيارات الخالى من الرصاص .

٥ – ضعف الدعم الإعلامى (وربما أيضاً الحكومى) إلى تنفيذ ذلك التحول .

صاحب انتشار هذه المعوقات عدد من الآراء الخاطئة، مثال الآتى :

١ – أن المحركات القديمة تحتاج إلى استخدام بنزين سيارات يحتوى على الرصاص، ولا يصلح معها الخالى من الرصاص، وكان ذلك الرأى شائعاً فى الولايات المتحدة الأمريكية خلال عقدى السبعينات والثمانينات من القرن العشرين، وثبت خطؤه، والسبب فى شيوع هذا الرأى راجع إلى أن الرصاص يصنع طبقة على قواعد الصمامات فى المحرك، لكن يحمى هذه القواعد من التآكل، ثم بالتالى من الكسر، ذلك أنها تتعرض لعدد كبير من الخبطات أثناء تشغيل المحرك، لكن المتابعة الميدانية أوضحت أن ذلك الكسر لقواعد الصمامات لا يحدث إلا نادراً، وقلما يتجاوز أعداداً محدودة للغاية من المحركات، وكان راجعاً فى الأغلب إلى السير بسرعة كبيرة (أعلى من ٨٠ كم/ساعة) ولفترة زمنية طويلة (تزيد عن ٥ ساعات)، ويساعد على حدوث ذلك الكسر أن تكون الأحمال كبيرة .

وقد تم معالجة هذه المشكلة باتباع الآتى :

- زيادة صلابة الصمامات (More - Hardened) .
- استخدام إضافات أساسها البوتاسيوم (وغيره من القلويات مثال الصوديوم)، حيث تصنع أيضاً الطبقة الحامية للصمامات، مثال المتكونة فى المحركات القديمة باستخدام رابع إيثيل الرصاص .

بل لقد حدث العكس إذ إن بنزين السيارات الخالى من الرصاص لا يحدث تآكلاً فى شموع الإشعال أو فى أجزاء المحرك، وكذلك لنظام إخراج العادم (أى الشكمان والعلب المتصلة به)، وهذا ما كان يحدثه بالفعل بنزين السيارات المحتوى على الرصاص نتيجة لتفاعل أكاسيد الرصاص مع هذه الأجزاء المعدنية، خاصة فى وجود بخار الماء، وبالتالى تآكلها وإحداث لثقوب بها .

٢ – من اللازم مع استخدام بنزين السيارات الخالى من الرصاص أن يكون نظام إخراج العادم مثبتاً عليه العامل المساعد المحول، وهذا خطأ، إذ إن العامل المساعد المحول يؤدى دورة بخفض انبعاث الملوثات ولا علاقة له بكفاءة عمل أو احتراق بنزين السيارات الخالى من الرصاص، أى أن استخدامه يحقق فقط نتائج إيجابية

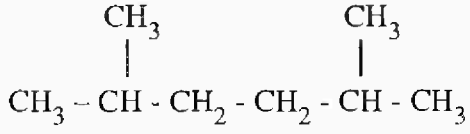
فيما يخص خفض انبعاث الملوثات، أى نتائج حامية للبيئة لا غير، وعلى العكس فإن استخدام بنزين السيارات المحتوى على الرصاص، يؤدى إلى تسمم العامل المساعد المحول وتوقفه عن القيام بخفض انبعاث الملوثات وخلال مسافة محددة من سير السيارة .

٣ – إحداث زيادة فى انبعاث المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) عند استخدام بنزين السيارات الخالى من الرصاص، وذلك قد يكون صحيحاً، إذا لم يتم التعديل فى نسب مكونات بنزين السيارات وعلى النحو الصحيح، إذ إن بعض المصافى تلجأ إلى زيادة نسبة العطريات، بما فى ذلك مركب البنزين (C_6H_6) مما يحقق رفع رقم الأوكتان لكن مع زيادة انبعاث المركبات السامة، ومما أوجد ضرورة وضع حد أقصى لنسبة العطريات فى بنزين السيارات الخالى من الرصاص، حيث حددت وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية هذه النسبة للعطريات الكلية بمقدار ٢٥ ٪ بالحجم حداً أقصى، ولمركب البنزين C_6H_6 بمقدار ١ ٪ بالحجم حداً أقصى .

١٠- التعديل في مواصفات ومكونات بنزين السيارات الخالي من الرصاص :

عندما بدأت مصافى التكرير فى العمل على إنتاج بنزين السيارات الخالى من الرصاص، لجأت إلى أن يحتوى على نسب أعلى من المركبات الهيدروكاربونية ذات رقم الأوكتان المرتفع، والتى من أهمها المركبات التالية :

- المركبات العطرية (Aromatics) : أى المحتوية على الحلقات العطرية .
- المركبات الأيزوبارفينية (Isoparaffins) : وهى المركبات الهيدروكاربونية المشبعة والمتشبعة (المركبات الأيزوبارفينية) .



- المركبات البارفينية الحلقية : والتى تعرف باسم النافثينات Naphthenes أى ارتباط حلقى أحادى .

وعليه كان جواز المرور إلى إنتاج بنزين سيارات خالى من مركبات الرصاص إعادة تركيبة، بحيث يصبح محتوياً على نسبة مرتفعة من المكونات الهيدروكاربونية ذات رقم الأوكتان المرتفع، وأهمها العطريات والأيزوبارفينيات والنافثينات .

وأطلق على هذا البنزين للسيارات مصطلح بنزين السيارات المعاد تركيبه Reformulated Gasoline (RFG)، ويعرف باللغة العربية بالمصطلح (بنزين سيارات معاد تركيبه) .

يتضمن الجدول رقم (٢) التطورات التى أُجريت لإنتاج أنواع بنزين السيارات الخالى من الرصاص وصولاً إلى إنتاج بنزين السيارات النظيف، وقد شملت التعديلات التى أجريت على المواصفات والمكونات التى يحتوى عليها بنزين السيارات بمقابلة الاشتراطات البيئية على الآتى :

١ - خفض الضغط البخارى بهدف خفض انبعاث المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) .

٢ - خفض نسبة العطريات إلى ٢٥ ٪ بالحجم، وتصل إلى حدود ٣٥-٥٠ ٪ بالحجم .

٣ - خفض نسبة مركب البنزين العطرى C_6H_6 إلى ١ ٪ بالحجم، يصل حالياً إلى ٣ ٪ بالحجم .

٤ - خفض نسبة الأوليفينات أو عدم تواجدها تماماً .

٥ - خفض نسبة الكبريت لخفض انبعاث أكاسيد الكبريت، وحيث يكون أعلاها فى التركيز مركب ثانى أكسيد الكبريت : ويشتمل الجدول رقم (٣) على التطور فى الحد الأقصى لنسبة الكبريت فى مواصفات بنزين السيارات المسموح بها حتى عام ٢٠٠٥ .

٦ - عدم احتواء بنزين السيارات على أى من المعادن، التى قد تتبقى آثار منها خلال عمليات التكرير والمعالجة بمصافى التكرير .

٧ - استخدام المركبات الأوكسجسنية (إيثرات - كحولات) لرفع رقم الأوكتان بديلاً عن مركبات الرصاص التى ثبت مضارها للبيئة، إلى جانب إتلافها للعامل المساعد المحول، وقد استخدم بالأساس مركب ميثيل ثلاثى بيوتيل أيثر (MTBE) .

وبالتالى يشتمل الجدول رقم (٤) على مواصفات بنزين السيارات الخالى من الرصاص والصديق للبيئة .

والتزاماً بهذه المواصفات، فإن الجدول رقم (٥) يشتمل على رقم الأوكتان ونسبة الرصاص فى مواصفات بنزين السيارات المطبقة فى بعض دول ومناطق العالم حتى عام ٢٠٠٥، حيث يتضح تحقيقها لرقم الأوكتان المرتفع، مع خلوها تماماً من

الرصاص، وأن صرح به فى دول الاتحاد الأوربى بنسبة منخفضة ٠,١٥ جم / لتر وذلك حتى عام ٢٠٠٥ .

جدول رقم (٢)

التطور فى إنتاج أنواع بنزين السيارات

نوع البنزين	تاريخ الإنتاج	الاشتراطات اللازم تحقيقها
بنزين السيارات المحتوى على الرصاص	عقد الثمانينات	• أُوقف إنتاجه خلال عقد التسعينات فى العديد من دول العالم
بنزين السيارات التقليدى والمحتوى على الأكسجين	بداية عقد التسعينات	• الإحتواء على نسبة تصل إلى ٢,٧ ٪ بالوزن من الأكسجين (حدود ١٠-١٥ ٪ بالحجم من المركبات الأوكسجينية) . • يتسبب فى الإقلال من انبعاث أكاسيد النيتروجين .
بنزين السيارات الخالى من الرصاص	اعتباراً من عام ١٩٩٢	• خفض نسبة العطريات الكلية إلى ٢٥ ٪ بالحجم . • خفض نسبة مركب البنزين إلى ١ ٪ بالحجم . • خفض الضغط البخارى . • خفض درجة استرجاع نسبة ٩٠ ٪ بالحجم من المقطر. • خفض انبعاث المركبات السامة (المركبات العضوية المتطايرة - الأوزون الأرضى - الأوليفينات - إلخ) . • يحتوى على المركبات الأوكسجينية التى تحقق حد أدنى بمقدار ٢٥ ٪ بالوزن من الاكسجين .
بنزين السيارات المعدل تركيبه	اعتباراً من عام ٢٠٠٠	• الاحتواء على الأكسجين بنسبة ١,٨-٢,٢ ٪ بالوزن . • خفض انبعاث المركبات العضوية المتطايرة بنسبة ٢٥ ٪ بالحجم . • الالتزام بباقى الاشتراطات المطبقة فى بنزين السيارات الخالى من الرصاص .

جدول رقم (٣)

تطور الحد الأقصى لنسبة الكبريت فى بنزين السيارات حتى عام ٢٠٠٥

العام	النسبة ج ف م	النسبة بالوزن ٪
قبل عام ١٩٩٥	١٠٠٠ – ٢٠٠٠	٪ ٠,١ – ٠,٢
عام ١٩٩٥	٥٠٠	٠,٠٥
عام ٢٠٠٠	١٥٠	٠,٠١٥
عام ٢٠٠٥	٥٠	٠,٠٠٥

جدول رقم (٤)

مواصفات بنزين السيارات المعدل تركيبة «الصديق للبيئة»

المواصفة	الحدود
الضغط البخارى بطريقة ريد، رطل / بوصة مربعة	٧,١
نسبة العطريات، بالحجم ٪	٢٥
نسبة البنزين C_6H_6 بالحجم ٪	١
درجة حرارة المقطر لنسبة ٩٠ ٪ م°	١٥٨
نسبة الكبريت، جزء فى المليون (ج ف م)	٤٠
نسبة الأوليفينات ، بالحجم ٪	٤,٣
نسبة الأكسجين ، بالوزن ٪ ، حدود	٢,٧-٢
الرصاص والمعادن الأخرى	خالى تماماً

جدول رقم (٥)

تطور الحد الأقصى لنسبة الكبريت فى بنزين السيارات حتى عام ٢٠٠٥

البلد / المنطقة	نوع الجازولين	رقم الأوكتان	تركيز الرصاص جم / لتر
الولايات المتحدة الأمريكية	عادى متوسط ممتاز	٩٢ ٩٥ ٩٨	صفر صفر صفر
الاتحاد الأوربى	سوبر ممتاز ممتاز به رصاص	٩٨ ٩٥ ٩٦–٩٩	صفر صفر ٠,١٥ حد أقصى
اليابان	عادى ممتاز	٨٩ ٩٦	صفر صفر
كوريا الجنوبية	خالى من الرصاص	٩١	صفر
تايلاند	عادى ممتاز	٨٧ ٩٦	صفر صفر
أمريكا اللاتينية ودول الكاريبى	عادى ممتاز	٩١ ٩٥	صفر صفر
مصر	عادى سوبر	٨٠ ٩٠–٩٢–٩٥	٠,٠١٣ صفر

١١- الفوائد المتحققة من استخدام بنزين السيارات الخالى من الرصاص (النظيف):

١ - الفوائد البيئية: تتمثل الفوائد البيئية المتحققة من خفض نسبة الرصاص أو التخلص منه فى وقود بنزين السيارات على الآتى :

- خفض انبعاث غاز أكاسيد النيتروجين .
- خفض انبعاث أكاسيد النيتروجين .
- خفض انبعاث الهيدروكاربونات الغير كاملة الاحتراق، والتى يطلق عليها المركبات النشطة، نظراً لفاعليتها على الدخول فى العديد من التفاعلات الكيميائية .
- خلو الهواء من التلوث بالرصاص أو مركبات الرصاص .
- إمكانية استخدام العامل المساعد المحول وما يحققه من خفض فى نسبة انبعاث الملوثات (أكاسيد النيتروجين، الهيدروكربونات النشطة، أول أكسيد الكربون)، حيث إن وجود الرصاص فى وقود بنزين السيارات يؤدى إلى إحداث تسمم للعامل المساعد المحول، مما يفقده فاعليته على خفض انبعاث الملوثات .
- الفوائد التى تتحقق لصحة الأفراد، حيث تنفخض احتمالية الإصابة بحساسية الجهاز التنفسى، مع تحسين وسلامة الدم من التلوث بالرصاص.

وكمثال على الفوائد البيئية التى تتحقق عند التحول من الوقود التقليدى إلى الوقود النظيف :

تم إجراء مقارنة للإنخفاض المتحقق فى نسبة انبعاث الملوثات بمقارنة نتائج عام ٢٠٠٠ (وقود نظيف) بنتائج ١٩٨١ بالولايات المتحدة الأمريكية (وقود تقليدى) وأسفرت عن الآتى :

- وجود انخفاض نسبته ٩٣ ٪ فى انبعاث مركبات الرصاص، ٦١ ٪ فى نسبة انبعاث أول أكسيد الكربون، ٥٠ ٪ فى نسبة انبعاث ثانى أكسيد الكبريت، وكذلك أيضاً فى نسب انبعاث الجزيئات الدقيقة العالقة (PM_{10})، إضافة إلى نسبة الأوزون الأرضى وثانى أكسيد النيتروجين .

٢ - الفوائد المتحققة من خفض مصروفات الصيانة للمحرك :

يؤدى ارتفاع نسبة الرصاص فى بنزين السيارات إلى إحداث التلفيات التالية فى أجزاء المحرك ونظام إخراج العادم، وذلك فى علاقة تناسب طردية، أى أن زيادة الرصاص فى بنزين السيارات يؤدى إلى الآتى :

ارتفاع نسبة تآكل صمامات الإخراج، مما يؤدى إلى سرعة الاحتياج إلى تغييرها فى فترات زمنية قصيرة .

خفض كفاءة شموع الاشتعال (البوجيهات)، مما يعنى بالضرورة تغييرها خلال مسافة أقصر .

ارتفاع معدلات تآكل نظام إخراج العادم (الشكمان، العلب المتصلة به، المرشحات ... إلخ).

زيادة نسبة تلوث زيت المحرك بالأحماض (حمض الهيدروليك، حمض البروميك)، مما يحدث تآكلاً لأجزاء المحرك، مع إحداثه للصدأ، مما يعنى سرعة تلف أجزاء المحرك.

وتكاليف هذه الخسائر أعلى بكثير عما هو متعارف عليه من أن وجود الرصاص فى بنزين السيارات يحقق الفوائد التالية :

١ - يصنع غشاء واقياً على قواعد الصمامات، بحيث يطيل فترة استخدامها، وقد تم فى المحركات الحديثة، أى مع استخدام بنزين السيارات الخالى من الرصاص، زيادة درجة صلابة الصمامات بما فى ذلك قواعدها، وبحيث لم يعد ذلك الغشاء الواقى الذى يصنعه الرصاص .

٢ - يخفض من معدلات البرى فى أجزاء المحرك، وهذه الفرضية قد لا تعزى إلى وجود الرصاص، بل أيضاً عند احتواء زيت المحرك على إضافات منع البرى .
هذه النتائج تؤكدها خبرة مستخدمى السيارات العاملة بوقود بنزين السيارات فى مصر، والذى تحول إلى أن يكون خالياً من الرصاص خلال الأعوام القليلة الماضية وحيث يقل بشكل واضح الاحتياج إلى تغيير البوجيهات أو مكونات الشكمان، مقارنة بما كان يحدث فى السابق عند استخدام بنزين سيارات تقليدى يحتوى على نسبة ٠,٦٣ جرام / لتر من الرصاص .

٣ - إمكانية استخدام العامل المساعد المحول :

يحقق تثبيت جهاز العامل المساعد المحول على نظام إخراج العادم فى المحركات العاملة ببنزين السيارات؛ خفضاً واضحاً فى انبعاث الملوثات لكن بشرط احتواء بنزين السيارات الخالى من الرصاص على نسبة منخفضة (تقارب الصفر) من الكبريت .

ومن الثابت أن وجود نسبة من الرصاص فى بنزين السيارات يؤدى إلى تسمم مختلف أنواع العامل المساعد المحول، ومما يعنى فقد فاعليته خلال عدد محدود من الكليو مترات. وبذلك فإن التحول إلى بنزين السيارات النظيف يتيح استخدام هذه الأجهزة، وبالتالى يحقق المتوقع من فوائد بيئية وصحية .

إن ما تحقق من نتائج جيدة مع التحول إلى تصنيع واستخدام بنزين السيارات الخالى من الرصاص لابد وأن يواكبه ضرورة أن تعمل محركات السيارات بالأداء السليم مع تحقيق الاحتراق الكامل للوقود، بذلك لا يحتوى العادم إلا على ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء فقط لا غير، وهذه بالطبع مسئولية كل مستخدم أو مالك للسيارة بأن يكون المحرك سليم فى أدائه.