المؤتمر العلمي الثاني
لطلاب المرحلة الجامعية والدراسات العليا
الجامعة الأسمرية الإسلامية 1446هـ- 2024م

دراسات فيزوكيميائية للمحولات الحفازة الموجودة في بعض السيارات المستعملة

معمر بشير أبوراوي، عبد الله عبد السلام الهليب، و سليمة علي المبروك*

قسم الكيمياء، كلية العلوم، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا.

*البريد الإلكتروني: selimaali734@gmail.com

Physicochemical Studies of Catalytic Converters Found in Some Used Cars

Moammar Bashir Aburawi, Abdullah Abdulsalam Alhalib, and Selima Ali Mohammed Al-mabrook*

Department of Chemistry, Faculty of Science, Alasmarya Islamic University, Zliten, Libya.

الملخص

في هذا البحث تم دراسة آلية عمل المحول الحفاز الموجود في السيارات وتم اختيار محول حفاز لسيارة كورية الصنع نوع هيونداي سوناتا موديل 2008م مستعملة لمسافة 230,000 كم، تم أخذ 2 جم من محول حفاز مستعمل أصلي والآخر تجاري لنفس السيارة وتمت عملية إجراء التحاليل بواسطة جهاز (ICP) (Inductively Coupled Plasma)، وكانت نسب النتائج للعينة الأصلية أفضل من نتائج العينة التجارية لأن العينة التجارية كانت فيها نسب المواد المكونة لمادة السيراميك أكبر من العينة الأصلية مما يجعل العينة الأصلية ذات كفاءة وخواص كيميائية وفيزيائية جيدة.

الكلمات الدالة: محول حفاز، حفاز، معادن محفزة.

Abstract

In this research, the mechanism of operation of the catalytic converter found in cars was studied, and a catalytic converter was chosen for a Korean-made car, a 2008 Hyundai Sonata model, used for a distance of 230,000 km. Also, 2 grams were taken from a used original catalytic converter and another commercial one for the same car, and an analysis was conducted using (ICP) (Inductively Coupled Plasma) device and it was The percentages of results for the original sample are better than the results for the commercial sample because the commercial sample had greater percentages of materials that make up the ceramic material than the original sample, which makes the original sample efficient and has good chemical and physical properties.

Keywords: *Catalytic converter, Catalysis, Catalytic metals.*

1. المقدمة

مع التقدم الصناعي الكبير الذي تشهده وسائل النقل الحديثة، ازداد عدد السيارات والناقلات في المدن بشكل كبير، والتي أدت لازدحام الطرق وتكدسها مما نتج عنه حدوث العديد من المشاكل في الطرق إلى جانب المشاكل الصحية الخطيرة التي تصيب الإنسان، والتي تسببها عوادم السيارات وخاصة في السيارات القديمة، كما تؤثر هذه العوادم على البيئة المحيطة بنا من نبات وحيوان ومياه، وتنتج عوادم السيارات من عملية احتراق وقود السيارات سواء البنزين أو الديزل في محرك السيارة، والتي تسبب انبعاث وتبخر الكربون خلال حركة السيارة، وفي حالة وجود أخطاء ناتجة عن عطل ما ينتج الكربون مختلطا بأكاسيد أخرى ضارة وغير محترقة مثل ثاني أكسيد الكربون، أول أكسيد الكربون، أكاسيد النيتروجين، وهيدروكربونات الغير محترقة. وتتم هذه العملية داخل المحول الحفاز وتسمى بعملية الحفز؛ وهي العملية التي يحدث فيها تغيير في سرعة التفاعل الكيميائي تحت تأثير إضافة بعض المواد المعروفة بالحفازات ويمكن أن تكون هذه العملية متجانسة أي أن المتفاعلات والمواد الحفازة من صنف واحد، أو غير متجانسة بمعنى أن يختلف صنف الحفازات عن المتفاعلات، وحيث أن التفاعلات التي تحدث داخل المحول الحفاز هي تفاعلات غير متجانسة لأن عامل الحفز من الطور الصلب والمتفاعلات من الطور الغازي (واصل، 2004؛ صبري، 2018؛ و Sassykova et al.، 2019).

1.1. المحول الحفاز (Catalytic Converter)

هو عبارة عن جهاز يستخدم في نظام العادم للسيارات، ويحتوي على بنية كبيرة تشبه خلايا النحل مصنوعة من فلزات حفزية مثل البلاتين، حيث تحتوي هذه البنية التي تشبه خلايا النحل على مساحات سطح كبيرة جدًّا، ويمكن أن تتعامل المحوِّلات الحفزية مع العديد من الغازات الضارة قبل أن تُطرَد من محرِّك السيارة عبر مخرج العادم. والعوامل الحفَّازة كما ذكرنا سابقا هي المواد التي يمكن أن تسرِّع أو تبطِّئ من التفاعلات الكيميائية، ويمكن للعوامل الحفَّازة فعل ذلك دون أن تتغيَّر أثناء التفاعل، يظل لدى العوامل الحفَّازة نفس البنية والخواص قبل التفاعل الكيميائي وبعده يمكن أن تسرّع العوامل الحفَّازة التفاعلات الكيميائية؛ لأن لها القدرة على تغيير كيفية تحويل المتفاعِلات إلى نواتج، ويمكن جعل المتفاعِلات الكيميائية تتفاعل بطاقة أقل في وجود العامل الحفَّاز المناسب، ويمكن للعوامل الحفَّازة أن تجعل التفاعلات الكيميائية تحدث بسهولة عن طريق ارتباطها بجزيئات المتفاعِلات أثناء التفاعل الكيميائي، وينفصل العامل الحفَّاز عن جزيئات المتفاعِلات عندما تتحوَّل إلى نواتج. (شركة نجوى، د.ت.).

2.1. مادة الحفز (Catalytic material)

غالبًا ما يكون المحفز نفســه عبارة عن مزيج من المعادن الثمينة، ومعظمها من مجموعة البلاتين (Pt) حيث يُعد البلاتين هو المحفز الأكثر نشــاطًا ويســتخدم على نطاق واســع ، يعتبر الأقل اســتعمالا نظراً لتكلفة العالية، ويعد البلاديوم (Pd) Palladium والروديوم (Rh) Rhodium من المعادن الثمينة الأخرى المستخدمة كمحفزات، يستخدم الروديوم كمحفز اختزال، بينما يستخدم البلاديوم كمحفز للأكسدة، ويستخدم البلاتين للاختزال والأكسدة، كما يستخدم السيريوم والحديد والمنغنيز والنيكل أيضًا، يمكن إعادة تدوير المحول الحفاز إلى خردة ويتم اســتخراج المعادن الثمينة داخل المحول، بما في ذلك البلاتين والبلاديوم والروديوم، ولهذا السـبب يباع المحول الحفاز أو كما يسـميه عامة الناس كربون، ويسـتخدم في المحول الحفاز من 4 إلى 9 جم من هذه المعادن الحفازة.

حيث أن يعمل البلاتينيوم كعامل محفز بأكســدة الهيدروكربونات لإنتاج الماء H_2O وأكســدة أول أكسيد الكربون CO ليصبح ثاني أكسيد الكربون CO_2 (Mkhalasane، 2016).

- أكسدة الهيدروكربونات إلى ثاني أكسيد الكربون والماء:

$$2C_2H_{6(g)} + 2CO_{(g)} \xrightarrow{pt} 4CO_{2_{(g)}} + 6H_2O_{(g)}$$

- أكسدة أول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون:

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{PT} 2CO_{2(g)}$$

كما يقوم الراديوم باختزال أكاسيد النيتروجين NO_x فينتج غاز النيتروجين الخامل N_2 ، و بذلك أمكن خفض ملوثات غاز العادم (Mkhalasane، 2016).

- اختزال أكسيد النيتروجين:

$$2NO_{(g)} + 2CO_{(g)} \xrightarrow{Ra} N_{2_{(g)}} + 2CO_{2_{(g)}}$$

3.1. تركيب المحول الحفاز (Contents of the Catalytic converter)

أولاً يتكون المحول الحفاز من دعامة المحفز أو الركيزة (The Core) وهي عبارة عن قطعة سـيراميك متراصـة لها بنية خلايا النحل، ثانياً المعطف (Washcoat) وهو حامل للمواد المحفزة ويسـتخدم لتوزيع المواد المحفزة على مساحة سطح كبيرة، يمكن استخدام أكسيد الألومنيوم، وثاني أكسيد التيتانيوم، وثاني أكسيد السيليكون، أو خليط من السيليكا والألومينا، ويتم تعليق المواد المحفزة في المعطف قبل وضعها على اللب، يتم اختيار مواد (Washcoat) لتشكيل سطح خشن غير منتظم، مما يزيد بشكل كبير

من مساحة السطح. كذلك تضاف أكاسيد سيريا أو سيريا زركونيا (ZrO_2) (Ceria-zirconia) للمحولات الحفازة حيث أن لها دور مهم في تحسين فعالية وأداء هذه المحولات (Mkhalasane، 2016).

2. الخلفية المنهجية عن موضوع البحث

للتلوث البيئي خاصة الهوائي منه مصادر عديدة طبيعية وغير طبيعية متنوعة، إلا إن وسائل المواصلات والنقل تعتبر من أهم هذه المصـادر وأكثرها خطرا وتلوثا للبيئة خاصـة الجوية منها، وهي لا تكاد تخلوا من أضـرار جانبيه ومشـاكل عديدة تسـاهم بما يعرف بتلوث الهواء الجوي الذي يعتبر من أهم وأخطر المشاكل التي تواجهها المجتمعات البشرية في الوقت الحاضر والمستقبل، وذلك بسبب ما يتم طرحه من مواد ضـارة وملوثة تؤدي إلى الإخلال بتوازن العناصـر الطبيعية المركبة للغلاف أو عناصـر أخرى ملوثة لهذه العناصـر، بحيث تؤدي في النهاية إلى الوصـول لدرجة عدم اسـتيعاب البيئة الطبيعية لهذه المواد الجديدة المضـافة إليها. تناولت دراسـة الأمين وزبلح (2015) المخاطر البيئية الناجمة عن التلوث البيئي بسـبب عوادم وسـائل المواصـلات والنقل في مدينة مصـراته لعام 2014 والتي تشـمل كافة المركبات بأنواعها المختلفة من سـيارات خاصـة وركوبة وشـاحنات نقل ورؤوس جر، والتي تعمل على نوعين من الوقود وهما البنزين(Gasoline) والديزل (Diesel) اللذين يعتبران من أهم المصـادر في التلوث في داخل المدينة.

1.2. مخلفات احتراق الوقود والملوثات الرئيسية للهواء الجوي

يعتبر الوقود السـائل (الجازولين والديزل) من المركبات الهيدروكربونية السـائلة، حيث تعمل مع معظم محركات الاحتراق الداخلي المسـتخدمة في وسـائل النقل والمواصـلات المختلفة على اسـتخدام الوقود السـائل كالبنزين) الجازولين) والديزل، وذلك لإنتاج الطاقة اللازمة وتحويلها إلى طاقة حركية لتسـيير المركبات، وقد وجد أن كمية الهواء اللازمة لحرق 1 كجم من الوقود تساوي 15 كجم من حيث الوزن، أما من حيث الحجم فان احتراق لتر واحد من الوقود يلزمه 9 طن لتر من الهواء.

وتكون عملية الاحتراق مثالية إذا أدت إلى احتراق كامل للوقود، وفي هذه الحالة سينتج مادتين هما: ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وبخار الماء (H_2O)، وهاتان المادتان غير سامتين رغم أن غاز ثاني أكسيد الكربون يعتبر غاز خانق مضر بالبيئة و يساهم فيما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري التي تعني ارتفاع درجة حرارة الأرض، و التي تعتبر نوع من أنواع تلوث الهواء أيضـا. أما في حالة الاحتراق الغير كامل فان ذلك يؤدي إلى انبعاث ملوثات أخرى أكثر خطورة بالإضـافة للملوثات السـابقة الذكر مثل غاز أول أكسـيد الكربون (CO) السـام، ومن خلال البحوث العلمية والدراسـات السـابقة عن التلوث البيئي

الهوائي تم تحديد عدد من الملوثات التي تعتبر رئيسـية وتنتج من احتراق الوقود الهيدروكربوني بنوعيه الجازولين والديزل، و يمكن توضيح بعض هذه الملوثات كما يلي (الأمين وزبلح، 2015):

1) أول كسـيد الكربون (CO): يعتبر من أخطر الغازات على صحة الإنسـان، وهو غاز شـديد السـمية وينتج عن احتراق الوقود احتراقا غير كامل في محركات الاحتراق الداخلي للمركبات ويزداد تأثيره في سـاعات الازدحام والذروة ويعزو بعض الباحثين إلى أن ارتفاع حوادث السـير قد تعود إلى التعب والإرهاق تحت ظروف ارتفاع تركيز غاز أول أوكسيد الكربون الذي يتم استنشاقه بجرعات معتبرة دون الإحساس به.

2) ثاني أكسيد الكربون (CO_2): غاز عديم اللون، والرائحة، وذو طعم غير مقبول، يؤدي إلى صعوبة في التنفس والشعور بالاختناق، وحدوث تهيج للأغشية المخاطية والتهاب القصبات الهوائية.

3) أكاسـيد النتروجين (NOx): ملوث ينتج بالأسـاس عن أكسـدة النيتروجين الجوي بدرجات الحرارة العالية. وأكاسـيد النيتروجين أو الأزوت تؤدي إلى الارتفاع في حسـاسـية الرئة للأمراض المختلفة في الشـعب التنفسـية، وتؤدي إلى زيادة تأثيرات هذه الأمراض السـلبية على المريض، كما يدخل في تكوين بعض المركبات التي تعمل على تهيج الغشاء المخاطي للأنف وللعيون.

4) ثاني أكسـيد الكبريت (SO_2): ينتج هذا الغاز غالبا من بعض الصـناعات خاصـة تلك التي تحتوي خاماتها على نسب من الكبريت كالصناعات المعدنية والنفطية، بالإضافة إلى البراكين والينابيع الكبريتية وتحلل بعض المركبات العضوية وكذلك ينتج عن احترق الوقود والمواد المحتوية على كبريت.

5) الهيدروكربونات (HC): تشـتمل على سـلسـلة طويلة من المركبات العضـوية التي تكون أسـاسـا من ذرات الكربون والهيدروجين وغيرها من المواد التي توجد في النفط. كما تشـكل الهيدروكربونات عنصـرا هاما في تكوين الضباب الدخاني.

6) الرصـاص (Pb): تعتبر السـيارات خاصـة التي تعمل بالبنزين المسـبب الرئيسـي للتلوث بالرصـاص، وجدير بالذكر أن الرصـاص من العناصـر التي لا يحتاجها الإنسـان، وعليه فان وجوده في الجسـم يؤدي إلى الكثير من المخاطر والسلبيات. و يضـاف الرصـاص أيضـا إلى البنزين لتحسـين خواصـه وزيادة كفاءة وأداء المحركات (البنزين المسـتخدم في محركات السـيارات)، حيث يحتوي البنزين 98 على 0.8 جم من الرصـاص لكل لتر، والبنزين 94 يحتوي على 0.4 جم من الرصـاص لكل لتر، ويتحول إلى أكسـيد الرصاص، وهذا الأكسيد مادة جامدة لا تقبل التطاير وترسب ببطء على جدران المحرك الداخلية ومع الاستمرار في استخدام البنزين المرصص (نسبة الرصاص فيه تبلغ نحو 494 جم/لتر) يزداد هذا الترسب تدريجيا حتى يغطى جدران المحرك ويتفاعل مع المركبات الأخرى المضـافة للبنزين مثل مركب بروميد

الأثيلين (C_2H_5Br) أثناء الاحتراق ويتحول الرصاص إلى مادة (بروميد الرصاص) وهي مادة متطايرة تخرج مع غازات العادم الساخنة ملوثة للبيئة المحيطة.

7) السخام أو السناج (Soot): تعتبر المحركات التي تعمل بالديزل المسبب الرئيسي للتلوث بالسخام أو السناج الذي يمثل تركيز عالي من جزيئات الكربون، إضافة إلى العناصر الثقيلة التي تكون بحالة غازية أو صلبة دقائقية تظهر منها بعض الروائح الكريهة أحيانا . والجدول (1) يوضح الأضرار الصحية التي من الممكن أن تلحق بصحة الإنسان عند التعرض لها بكميات كبيرة.

جدول 1. الأضرار الصحية للملوثات

الملوثات	الضرر
أول أكسيد الكربون	يؤثر علي الجهاز العصبي، ويحدث قصور في الدورة الدموية.
ثاني أكسيد الكربون	يسبب الاختناق وصعوبة التنفس، و التهاب أغشية القصبات الهوائية.
أكاسيد النتروجين	أمراض الرئة وتهيج الغشاء المخاطي للأنف والعيون.
ثاني أكسيد الكبريت	أمراض الرئة والحاق الضرر بالنبات والحيوان وتآكل المواد.
الهيدروكربونات	التهاب العيون وتأثير سلبي على الرئتين.
الرصاص	يؤثر على الجهاز العصبي والعظام والكلى.
السخام أو السناج	روائح كريهة والتهاب الأغشية المخاطية.

وتؤكد البحوث العلمية التي قامت بها العديد من المؤسسات العلمية المتخصصة أن مجموع عدد المركبات الكيميائية التي تدخل في تركيبة الغازات العادمة الصادرة عن وسائل النقل والمواصلات المستخدمة لمحركات الاحتراق الداخلي تصل إلي عدد 200 مركب يعتبر غاز أول أكسيد الكربون أخطرها وأشدها سمية يليها أكاسيد النيتروجين (الأزوت) وثاني أكسيد الكبريت والهيدروكربونات وغيرها من الملوثات التي وردت في الجدول أعلاه، وقد أشارت الدراسات العلمية في أمريكا والدول الأوربية إلي أن السيارات بأنواعها المختلفة تساهم بنسبة من 60–80% من أكاسيد الكربون الموجودة في الهواء الجوي، كما تؤكد هذه الدراسات إلي أن ثاني أكسيد الكربون CO_2 يشكل نسبة 21% من مجموع الغازات المتصاعدة من عملية الاحتراق في المواد الهيدروكربونية (كاطع وآخرون، 2008؛ والأمين وزبلح، 2015).

3. المنهجية (Working method)

تم أخذ 2 جم من المحول الحفاز الأصلي و كذلك 2 جم من المحول الحفاز التجاري لنفس السيارة فئة هونداي نوع سوناتا 2008 ومستعملة لمسافة 230 ألف كم. وقد تم إجراء العديد من العمليات على

العينات أولها مرحلة طحن ثم الهضم بإستخدام حمض النيتريك و من ثم مرحلة التسخين للتخلص من حمض النيتريك، أثناء عملية الغليان تم إضافة الماء المقطر ببطئ (حتى يتبخر حمض النيتريك في صورة أكاسيد (NO_2 , NO) و للحصول على أيونات النترات الذائبة في الماء وبعد الإنتهاء من عملية الغليان و إضافة 20 مل من الماء تم القيام بعملية ترشيح نظرا لوجود بعض العوالق في العينات و من ثم حفظت العينات في قنائن عليها بطاقات تعريفية ليتم تقدير تراكيز الموجودة في العينة بواسطة جهاز التحليل الطيف الكتلي للبلازما المقترنة حثياً Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy، بالمركز الليبي لبحوث النفط، طرابلس.

4. النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

لقد أظهرت نتائج تحليل العينات الواردة من معهد النفط الليبي (Test Report No: 021/ENV 2-1/2024) قيم مختلفة لتراكيز كل من النيكل و الخارصين و السترونشيوم إلخ...، حيت كان للبعض منها قيم منخفضة وأخرى مرتفعة، والجدول (2) يوضح قيم تراكيز هذه العناصر التي تم الحصول عليها في العينة الأصلية (1) Sample و التجارية (2) Sample ، التركيز بوحدة ppm (الجزء على المليون).

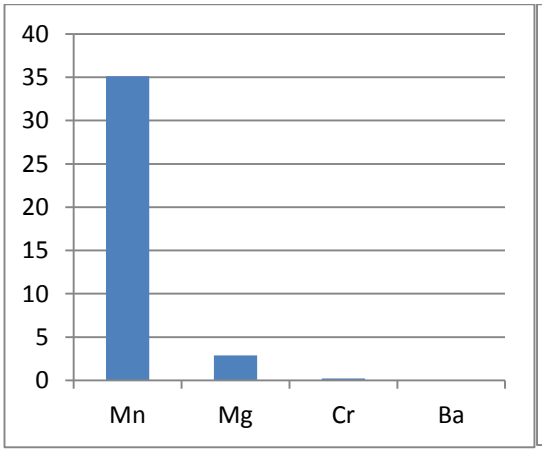
جدول 2. تراكيز العناصر التي تم الحصول عليها من العينات

Sample indentification (ppm)	Sample 1	Sample 2
Ba	0.10	0.03
Fe	995	437.2
Mg	15.5	2.87
Cr	0.07	0.22
Mn	1.15	35.1
Ni	0.04	0.02
Sr	0.30	0.01
Zn	21.70	0.16

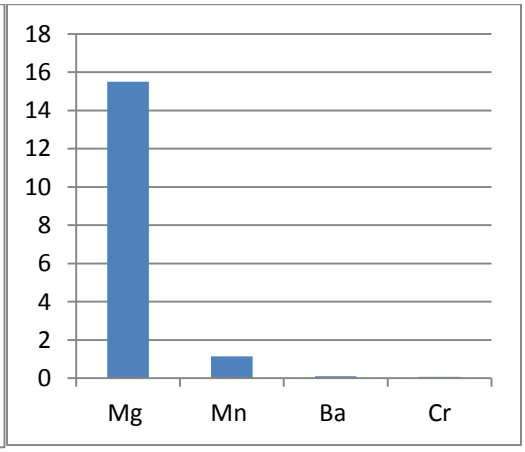
من النتائج يمكن ملاحظة أن هناك تفاوت واضح في التراكيز للعناصر الثقيلة بين العينة الأصلية و العينة التجارية، بالنسبة للعناصر (Ba, Cr, Mn, Mg, Fe) فهي تعتبر الأساس في تكوين المحول الحفاز (The Core) أي المواد المصنع منها السيراميك وهي ليست ذا أهمية كبيرة لأنها مواد ثانوية. بالنسبة للعناصر الثقيلة (Ni, Sr, Zn) فهي الأساس في عملية التحفيز التي تتم في المحول الحفاز و تعتبر ذات قيم متفاوته بين العينة الاصلية والعينة التجارية.

1.4. المواد الحفزية المكونة للسيراميك (اللب) (Ceramic Materials)

وتنقسم إلى مواد ذات خواص متوسطة ومواد ذات خواص جيدة. المواد ذات الخواص المتوسطة مثل المنجنيز والكروم و نلاحظ هنا الفرق بين العينة الأصلية والتجارية في المواد المصنع منها السيراميك مثل المنجنيز (Mn) كان تواجده بقيمة(1.15 ppm) في العينة الأصلية بينما في العينة التجارية كانت (35.1ppm) وعندما تقل نسبة مكونات السيراميك طبيعيا تتزايد نسبة المعادن الثقيلة مثل النيكل والبلاديوم والزنك والتي هي تعتبر عناصر أساسية ومهمة في تكوين المحول، والكروم (Cr) كذلك في العينة التجارية كان (0.22ppm) أكثر منه في العينة الأصلية التي كانت (0.07ppm)، وذلك نظرا للتكلفة العالية للمواد الأخرى لأن الكروم والمنجنيز أقل تكلفة من المواد الأخرى لذلك يستعمل بنسب أكبر في العلب التجارية ولكن المحول الحفاز الأصلي أكثر كفاءة وجودة. بينما المواد ذات الخواص الجيدة مثل الباريوم والماغنيسيوم والحديد فكانت نسبها في العينة الأصلية أكثر من العينة التجارية، مثلا الحديد (Fe) يكون في العينة الأصلية (995ppm) بينما في العينة التجارية (437.3ppm) وكانت نتيجة الباريوم (Ba) في العينة الأصلية (0.10ppm) والتجارية (0.03ppm) وكانت نتيجة الماغنيسيوم (Mg) في العينة الأصلية (15.5ppm) وفي العينة التجارية كانت (2.87ppm). ويدل هذا على قوة وكفاءة وتحمل المحول الحفاز الأصلي و الشكلين (1 و 2) يوضحان نسب تراكيز المواد المكونة للسيراميك بالنسبة للعينة الأصلية والتجارية.



شكل 2. تراكيز المواد المكونة للسيراميك للعينة الأصلية

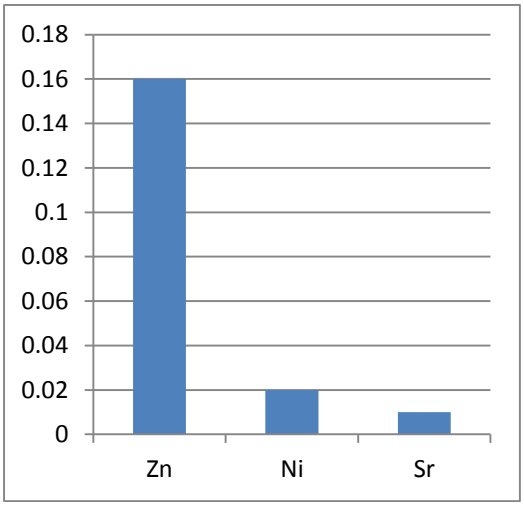


شكل 1. تراكيز المواد المكونة للسيراميك للعينة التجارية

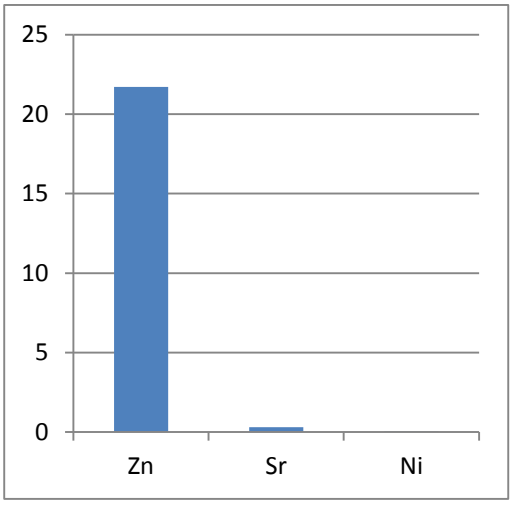
2.4. المواد الحفزية (العناصر الثقيلة) (Catalytic Materials)

أما بالنسبة للعناصر الثقيلة (Ni, Sr, Zn) فهي من المكونات الرئيسية والأساسية في المحول و تعتبر ذات قيم متفاوته بين العينة الاصلية و العينة التجارية.

كانت نتيجة الزنك (Zn) مثلا في العينة الأصلية (21.70ppm) وفي العينة التجارية كانت (0.16ppm) وكان السترونشيوم (Sr) في العينة الأصلية (0.30ppm) وفي العينة التجارية كانت (0.01ppm) بينما كان النيكل (Ni) في العينة الأصلية (0.04ppm) وكان في العينة التجارية (0.02ppm) وهذه المواد هي التي من خلالها تتم عملية التحفيز في المحول الحفاز وهي أساس عمله من دونها لا تتم عمليات تحويل الغازات من سامة إلى صديقة للطبيعة وبالتالي لابد أن تكون نسب هذه العناصر أعلى قيمة مسموح بها، و الشكلين (3 و 4) يوضحان نسب تراكيز المواد الحفزية للعينة الأصلية و التجارية.



شكل 3. تراكيز المواد الحفزية للعينة الأصلية



شكل 4. تراكيز المواد الحفزية للعينة التجارية

5. الاستنتاجات (Conclusions)

يعتبر المحول الحفاز من الأشياء الأساسية في السيارة، فمن غيره لا نستطيع فلترة الغازات السامة والتخلص منها ومن المفترض حين شراء سيارة مستعملة من الواجب ومن الأولويات السؤال عن المحول الحفاز والكشف عنه عند ذوي الإختصاص من ناحية وجوده من عدمه أو من ناحية عمره الإفتراضي والذي يقدر من 8-10 سنوات حسب نوع واستعمال السيارة، وذلك للحفاظ على صحتك أولا وصحة المجتمع ثانيا والبيئة ثالثا. أخيراً من خلال النتائج المختبرية لتحاليل العينات نستنتج الآتي:

- من خلال نتائج تحاليل العينات لم يكن من ضمن العناصر عنصري البلاتين (Pt) والبلاديوم (Pd) والتي تعتبر من أهم العناصر المستخدمة في عمليات التحفيز وذلك لكفاءتها العالية وخواصها الممتازة فيزيائيا وكيميائيا إلا أن بعض الشركات المصنعة للسيارات تستبدل هذه

العناصـــر بعناصـــر أخرى مثل النيكل (Ni) والســـترونشـــيوم (Sr) وغيرها وذلك لرخص ثمنها مقارنة بالبلاتين والبلاديوم.

- في هذا البحث كانت الدراسة مركزة على السيارات الكورية ومن المتوقع في السيارات اليابانية أو الألمانية وجود البلاتين والبلاديوم بنسب عالية مما يزيد من كفاءة المحول الحفاز.
- كثرة نسبة العناصر الداخلة في تكوين مادة السيراميك وخاصة في المحول الحفاز التجاري الأمر الذي يقلل الكفاءة إلى حد ما المحول الحفاز.
- عندما تزيد نسبة المواد المكونة للسيراميك في المحول الحفاز يكون المحول أكثر عرضة لانسداد خلاياه وذلك لسهولة تكون أكاسيد المنجنيز والرصاص والماغنيسيوم.
- يفضل استعمال محول حفاز جديد صادر من الشركة المصنعة للسيارة أفضل من المحولات المســتعملة والتجارية لأن المســتعملة تكون قد أمضــت من عمرها فترة مما يجعلها معرضــة للتلف والانسداد والتجارية تكون مصنوعة من مواد وعناصر ليست ذات خواص ومواصفات عالمية بل مصنوعة من مواصفات اقتصادية تجارية.

6. النصائح والتوصيات (Advices and Recommendations)

- تنظيم حركة المرور وتخفيف الإزدحام الذي تعانيه الكثير من المناطق وتحديدا مركز المدينة ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تنظيم حركة السير في الطرق والشوارع والإعتماد على وسائل النقل العام لتقليل اســتعمال الســيارات وبالتالي لتحاشــي ارتفاع تلوث الهواء في المناطق المزدحمة بالسكان.
- منع اســتخدام المركبات الألية التي لا تتوفر فيها وســائل الســلامة وحماية البيئة من التلوث والعمل على تحديث السيارات داخل المدينة والتخلص من السيارات القديمة والتي لا تحتوي على المحولات الحفازة و تسبب تلوث كبير للبيئة .
- الاهتمام بالفحص الدائم الدوري العام كل فترة قصيرة واستخدام القطع الأصلية لمضخات البنزين والديزل.
- تأخير توقيت نقل البضــائع بالشــاحنات من والى خارج المدن خلال بداية و نهاية دوام العمل الرسمي لتفادي الإزدحام.

- ترك مســاحات خضــراء لتنقية الجو ويجب تشــجير بعض المناطق في المدينة خاصــة تلك المحادية للطرقات والشوارع لتعمل على تقليل التلوث لأنها تعمل علي تقليل محتوى الهواء من المواد العالقة والتخلص من أكاسيد الكربون.
- توفير المحولات الحفازة الخاصــة بالعوادم وإجبارالمواطنين على إســتخدامها في ســياراتهم لمنع خروج الغازات الضارة.
- إرشــاد المواطنين و توعيتهم لما يمثله تلوث الهواء من خطر ومضــار كبيرة بشــكل مباشــر أو غير مباشر على الحياة في المدينة وصحة مواطنيها.
- العمل علي تزويد مراكز الفحص الفني بأجهزة حديثة للكشــف عن معدلات الإنبعاثات الصادرة من المركبات وذلك لإتخاذ الإجراءات اللازمة حيالها.
- العمل علي تحوير جزء من الســيارات العاملة بالوقد الســائل (الجازولين والديزل) إلي أنواع أخرى من الوقود كالغاز الطبيعي للتقليل من التلوث الهوائي بالمدينة.
- طلب الفحص الفني للكشف على المحول الحفاز في السيارات عند تجديد رخص السير.
- وضــع تشــريعات ولوائح ومقاييس خاصــة بالتراكيز القصــوى للملوثات المســموح بوجودها في الهواء.

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

الأمين، فتحي حسين؛ زبلح، عوض إبراهيم (2015). تلوث الهواء والمخاطر البيئية الناتجة عن عوادم المركبات في مدينة مصراته. *المجلة الدولية المحكمة للعلوم الهندسية وتقنية المعلومات*، 1(2)، 1-11.

شركة نجوى (د.ت.). *العوامل الحفازة*. شركة في مجال تكنولوجيا التعليم متاح على الرابط https://www.nagwa.com/ar/explainers/576190657252

صبري، أمال إبراهيم (2018). *مخاطر التلوث الصناعي وكيفية مواجهته: دليل إرشادي للجمعيات الأهلية*. جمعية التنمية الصحية والبيئية، مصر.

كاطع، صبيح جاسم؛ العيداني، حسين علي خضير؛ حسن، رائد محمد (2008). تلوث الهواء والمخاطر البيئية الناتجة عن عوادم المركبات في محافظة البصرة. *مجلة ميسان للدراسات الأكاديمية*، 7(13)، 125-132.

واصل، محمد مجدي عبدالله (2004). *كيمياء الحفز و السطوح*. دار النشر للجامعات، القاهرة.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية

Mkhalasane, M. (2016). A review paper on catalytic converter for automotive exhaust emission. *Journal of Information, Knowledge and Research in Mechanical engineering*, 4(1), 668-674.

Sassykova, L. R., Aubakirov, Y. A., Sendilvelan, S., Tashmukhambetova, Z. K., Faizullaeva, M. F., Bhaskar, K., Batyrbayeva, A. A., Ryskaliyeva, R. G., Tyussyupova, B. B., Zhakupova, A. A. & Sarybayev, M. A. (2019). The main components of vehicle exhaust gases and their effective catalytic neutralization. *Oriental Journal of Chemistry*, 35(1), 110-115.