ISSN: (3007-0384)
E-ISSN: (3007-0392)
مجلة وهج العلوم للعلوم الصرفة
المجلة متاحة على الرابط
https://uomosul.edu.iq/womeneducation/jwups/

The Effect of Oil Pollutants on Oxidative Stress Markers, and Antioxidants in the Blood Serum of Workers in Gas Stations in Mosul

Noor A. Abd Al-Jabbar [1]*,
Ebtehag Z. Sulyman [2],
Reem N. Alsawaf [3]
Nawal Th.Younis [4]
[1,2,4] Department of Chemistry, Education College for Women, University of Mosul, Mosul, Iraq.
[3] Ministry of Education / Nineveh Education Directorate, Mosul, Iraq.

*Corresponding author e-mail:
nooraaddel @uni.com

Keywords:
AOPP, gas stations, gasoline, NAC, peroxidase enzyme.

ARTICLE INFO
Article history:
Received :2024/11/22
Accepted :2024/12/4
Available online
Email: jwups@uomosul.edu.iq

ABSTRACT

This study included the estimation of several oxidative stress markers (advanced oxidation protein products, peroxidase enzyme), and antioxidant levels (N-acetyl cysteine, uric acid) in the blood serum of fuel station workers in Mosul, Iraq. The workers were selected on the basis that they had no apparent diseases (such as heart disease, diabetes, or high blood pressure) and were exposed daily to gasoline and petroleum product pollutants. The results of these variables were compared with a group of men of the same age who were not involved in petroleum-related work. The study results showed significant differences oxidative stress products, and antioxidant levels in the blood serum of fuel station workers compared to the control group. This confirms the impact of gasoline and various petroleum pollutants on the health of workers in these stations.

© 2025JWUPS, College of Education for Women, University of Mosul.

Journal of Wahj Al-Ulom for Pure Sciences
Journal of Wahj Al-Ulom for Pure Sciences
Journal of Wahj Al-Ulom for Pure Sciences

تأثير الملوثات النفطية على عدد من متغيرات الكرب التأكسدي ومضادات الأكسدة في مصل دم العاملين في محطات تعبئة الوقود في مدينة الموصل

نورعادل عبد الجبار، [1] ابتهاج زكي سليمان، [2] ريم نواف حمدون، [3] نوال ذنون يونس [4]
[1,2,4] قسم الكيمياء / كلية التربية للبنات / جامعة الموصل
[3] مديرية تربية نينوى / وزارة التربية

الخلاصة:

تضمنت هذه الدراسة تقدير عدد من متغيرات الكرب التأكسدي (نواتج اكسدة البروتين المتقدمة, انزيم البيروكسيديز) وكذلك تقدير مستوى مضادات الأكسدة (N-اسيتايل سستين، حامض اليوريك) في مصل دم العاملين في محطات تعبئة الوقود في مدينة الموصل / العراق. تم اختيار العاملين بحيث لا يعانون من اي مرض ظاهر (امراض القلب، السكري، ضغط الدم) وتعرضوا بشكل يومي ملوثات البنزين والمنتجات البترولية، وتمت مقارنة نتائج هذه المتغيرات بمجموعة من الرجال من نفس الاعمار الذين لا يعملون في مجال المنتجات البترولية. وبينت نتائج هذه الدراسة وجود العديد من الفروقات المعنوية نواتج الكرب التأكسدي ومضادات الأكسدة في مصل دم العاملين في محطات تعبئة الوقود مقارنة بمجموعة السيطرة، ويؤكد ذلك وجود تأثير للبنزين والملوثات النفطية المختلفة على صحة العاملين في هذه المحطات.

الكلمات المفتاحية: انزيم البيروكسيديز, بنزين, محطات الوقود , NAC , AOPP.

المقدمة:

يعرف الكازولين بأنه سائل متطاير عديم اللون يحتوي على خليط من الجزيئات والغازات, وهو مصنف ضمن المجموعة الأولى من المواد المسرطنة من قبل الوكالة الدولية لأبحاث السرطان (IARC) International Agency for Research on Cancer (Salem,*et al;* 2022). كما وقد صنف على أنه مادة مسببة للطفرات الجينية من الدرجة الأولى (Attaqwa, *et al;* 2020). ويعد التعرض المهني البشري لمركبات BTEX من الكازولين مصدر قلق صحي كبير، وتكثر الأدلة التي تثبت أن عمال محطات الوقود أكثر عرضة لخطر التعرض لمركبات BTEX والمخاطر الصحية (Heibati, *et al;* 2017 Kuranchie, *et al;* 2019؛). الطرق الرئيسة لمسارات التعرض للكازولين هي الإستنشاق، والابتلاع وملامسة الجلد. ويحدث التعرض البشري في المقام الأول من خلال الإستنشاق خاصة في البيئات المهنية (Poli, *et al;*2022 ؛ Baek, *et al;* 2023 Abbasi, *et al;2020* ؛). حيث يتبخر الكازولين في الهواء حول محطات الوقود، ويتعرض العاملون في محطات الوقود لمثل هذه الأبخرة. يزيد حجم الكازولين المستهلك في محطات الوقود ودرجة الحرارة المحيطة بشكل كبير من تركيز الكازولين وإن إستنشاق تراكيز عالية من الكازولين لبضع دقائق أو ساعات يسبب أعراضا وعلامات مثل النعاس والدوار وعدم انتظام ضربات القلب والصداع والارباك (Chehrehei, *et al;* 2023), ويمكن زيادة تعرض العاملين في محطات الوقود للكازولين من خلال الهواء المحيط بشكل كبير، وذلك بسبب المهام التي يقومون بها، مثل: تعبئة المركبات، فحص مضخة الوقود، استلام شاحنة صهريج الوقود، تحليل عينات المر اقبة للوقود المستلم وتفريغ الوقود من الشاحنة الصهريج وقياس مستوى الوقود في الخزان تحت الأرض لمحطات الوقود (Geraldino, *et al;* 2020).

أشارت دراسات سابقة إلى أن معظم التلوث بالكازولين يأتي من حركة المرور المنبعثة من عوادم المركبات ودخان السجائر، والعمليات الصناعية أو من اماكن تخزين الكازولين (Chaiklieng, *et al;* 2019). تشير النتائج الحالية إلى أن التعرض المهني للكازولين يسبب تغيرات كبيرة في معايير الدم والكيمياء الحيوية وأن العمال معرضون بشكل كبير لخطر الإصابة باضطر ابات الدم أو الكبد أو الكلى، وأمراض القلب والأوعية الدموية (Teklu, *et al;* 2021؛ Salem,*et al;* 2022 ؛ Alghara, *et al;*2022).

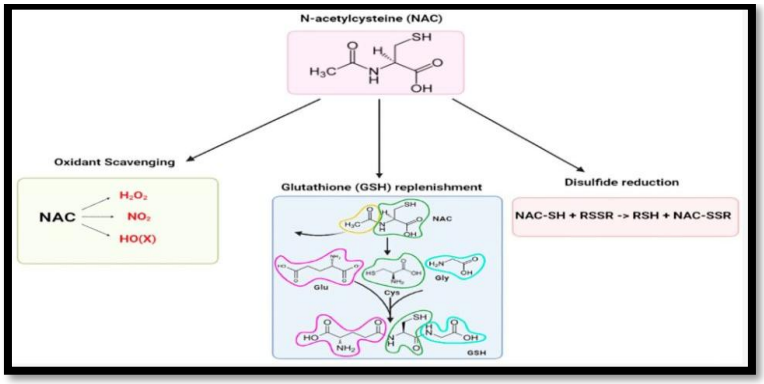
يعرف الإجهاد التأكسدي (OS) بأنه عدم وجود توازن بين إنتاج الجذور الحرة وقدرة ونشاط مضادات الأكسدة, وهذا يؤدي إلى زيادة العوامل المؤكسدة (Azize, 2018). العوامل المؤكسدة هي من بين المواد المسرطنة, وأشهرها وأخطرها هي الجذور الحرة. والكازولين مادة تعمل على تحفيز الجذور الحرة، ومن خلال امتصاص الإلكترونات من الجزيئات الأخرى، تدمر هذه الجذور جزيئاتها وخلاياها والحامض النووي في الجسم، يليها الطفرة الجينية و أنواع السرطان المختلفة. مضادات الأكسدة هي مواد تمنع تكوين الجذور الحرة في الخلايا، حيث تحتوي على إلكترون إضافي وشحنة كهربائية سالبة، كما أنها تقلل من آثار الجذور الحرة عن طريق إعطاءها هذا الالكترون (Sakhvidi, *et al;*2021).

- حامض اليوريك

حامض اليوريك هو منتج الأكسدة النهائي لعملية التمثيل الغذائي للأدينين والكو انين Maiuolo, *et al;* ((2016 يتكون من البيورينات الخارجية والداخلية من الخلايا) (El Ridi, and Tallima, 2017يعد حامض اليوريك مضادا قويا للأوكسجين الأحادي ($O^{\cdot}$)، وجذور البيروكسيل(ROO^{-}) وجذور الهيدروكسيل ($OH^{\cdot}$). كما أنه يحمي الخلية من التلف التأكسدي عن طريق ليكند أيونات المعادن ويعمل كمثبط محدد للجذور الناتجة عن تحلل البيروكسي نيتريت)-ONOO). وبسبب هذه التأثيرات، يعد حامض اليوريك مضادا قويا للجذور الحرة، إذ يمثل أكثر من نصف قدرة البلازما المضادة للأكسدة (Chaudhary, *et al;*) 2013.

- N– أسيتايل سيستين

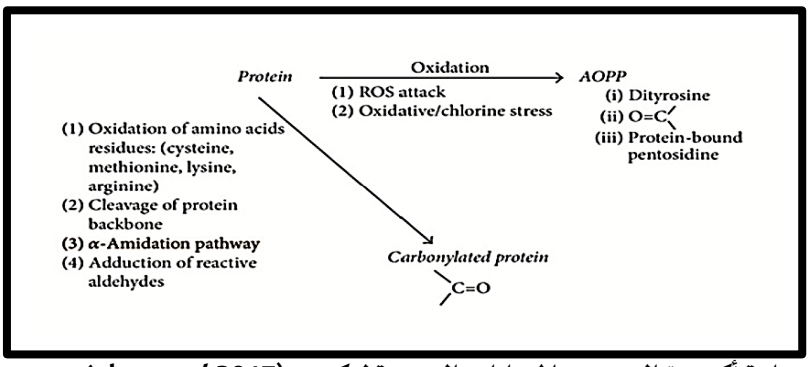
يعمل N– أسيتايل سيستين (NAC)، مكملا غذائيا، وهو أحد مضادات الأكسدة المستخدمة بشكل كبير في الجسم الحي, وهو مشتق اولي من السيستين L-cysteine، يجدد مستويات GSH داخل الخلايا والذي يؤدي إلى التخليق الحيوي لارتفاع الكلوتاثيون, وهو يعمل بشكل مباشر ككاسح للجذور الحرة، وخاصة جذور الأوكسجين. وهو أحد مضادات الأكسدة القوية المستخدمة بشكل متكرر لعلاج اضطر ابات الكبد، ويعتبر خيار علاج محتمل للأمراض التي تتميز بتوليد جذور الأوكسجين الحرة (Mokhtari, *et al;* 2017) كما في الشكل (1).



الشكل (1) المسارات الثلاثة الرئيسة لـ N– أسيتايل سيستين (Tieu, *et al;* 2023)

- نو اتج الأكسدة المتقدمة للبروتين

يعد أداة قيمة لقياس الضرر التأكسدي للبروتين, ويرتبط) AOPP)أيضا بمرض الشريان التاجي (CAD)، وتصلب الشر ايين (Sikora, *et al;* 2024)، والأمراض المصاحبة، مثل داء السكري Diabetes (DM) mellitus، وارتفاع ضغط الدم، ومتلازمة التمثيل الغذائي (Żurawska-Płaksej, *et al;* 2014)، واضطر ابات الدهون (Klafke, *et al;* 2015). وأظهرت دراسة أن (AOPP) يمكنه تسريع تطور تصلب الشر ايين والالتهابات عن طريق تثبيط النقل العكسي للكوليسترول الدهني عالي الكثافة (HDL-C) لمستقبلات البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL)، مما يؤدي إلى اضطر ابات التمثيل الغذائي (Ou, *et al;* 2017). كما في الشكل (2).



الشكل(2) عملية أكسدة البروتين والمسارات الرئيسة لتكوين AOPP (Gryszczyńska, *et al;* 2017)

- انزيم البيروكسيديز:

انزيم البيروكسيديز) EC 1.11.1.7) عبارة عن مجموعة كبيرة من الانزيمات الموجودة في الجسم والتي تدخل في عدد كبير من العمليات الحيوية التي تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال والبيروكسيديز هي مجموعة من الجزيئات التي تتفاعل مع H_2O_2) (وتستهلكه وتحفز أكسدة إلكترون واحد أو إلكترونين لمجموعة متنوعة من المركبات تسمى ركائز البيروكسيديز) Al Ghouleh, *et al;* 2011). يشكل البيروكسيديز شبكة في الجسم قد يكون لها تأثيرات مفيدة وضارة. للبيروكسيديز وظائف فسيولوجية تسهم بشكل كبير في المناعة وفي عدد من عمليات التمثيل الغذائي والإشارات العصبية (Vlasova, 2018).

طر ائق العمل:.

1-تقدير مضادات الأكسدة

1.1 تقدير مستوى حامض اليوريك في مصل الدم:

اســتخدمت عدة التحليل (kit) المجهزة من شــركة (BIOLABO/France). قيس حامض اليوريك في الدم من خلال استخدام الطريقة الانزيمية وفقا للمعادلات الاتية

(Fossati, *et al;* 1980):

$$\text{Uric acid} + O_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Uricase}} \text{Allantoin} + CO_2 + H_2O_2$$

$$H_2O_2 + \text{4-amino-antipyrine} + \text{3,2-dichloro-2-hydroxy benzenesulfonate} \xrightarrow{\text{peroxidase}} \text{Quinoneimine}$$

(Quinoneimine) ذو لون أحمر تتناسب شدته مع كمية حامض اليوريك المراد تقديره, وتقاس امتصاصية الـ Quinoneimine عند الطول الموجي (505) نانوميتر باستخدام مقياس الطيف الضوئي(Wu, 2006).
استخدمت ثلاثة أنابيب اختبار والتي تمثل المحلول الكفء، والمحلول القياسي, ومحلول الاختبار، على التوالي وأضيفت المواد في كل أنبوبة.

الكاشف	النموذج	المحلول القياسي	محلول الكفء
مصل الدم	25 µl		
المادة القياسية		25 µl	
الماء المقطر			25 µl
محلول العمل	1 ml	1 ml	1 ml

مزجت الأنابيب ووضعت في درجة حرارة الغرفة لمدة 5 دقائق، وبعد ذلك سجلت الامتصاصية لكل أنبوب مقابل المحلول الكفء عند طول موجي (505) نانوميتر.
الحسابات :

$$Conc.of\ Uric\ acid\ (mg/dl) = \frac{Abs.sample}{Abs.standard} \times Conc.of\ standard\ (5\ mg/dl)$$

2.1 تقدير مستوى الـ N- أسيتايل سستين
أعدت حلول عينة من NAC تحت ظروف مختلفة وحللت بواسطة HPLC مع مرور الوقت وشروط العينة المستخدمة في هذه الدراسة هي:
1. الذوبان في الماء.
2. الذوبان في الماء مع حامض الستريك لضبط درجة الحموضة.
3. الذوبان في الماء المحتوي على (0.05 %) ($Na_2S_2O_5$ Sodium metabisulfite)
4. الذوبان في الماء باستخدام mM (1, 5 ,10 ,20) DTT (DL-Dithiothreitol) التركيزات.
5. الذوبان في الماء المحتوي على (0.1%). EDTA
6. الذوبان في الماء مع Tris(2-carboxy-ethyl) phosphine hydrochlgride (TCEP) بتركيز (1, 5 ,10) ملي مول.
تحليل النموذج:
أجريت تحليلات (HPLC) الجدول (3.2). وجهاز HP 1100 مزود بمطياف MSD/VL ion trap mass , تم إيجاد ال NAC وقياسها بواسطة MS كما في (جدول (4.2)) وأجريت أيضا تحليلات HPLC باستخدام طريقة USP وتم تحسين الطريقة عن طريق ضبط الرقم الهيدروجيني باستخدام حامض الستريك.

جدول (1) : ظروف الـ HPLC

HPLC	Hewlett-Packard HP1100
Column	Primesep 100, 4.6x250mm, 5µ
Flow Rate	1mL/min
Injection Volume	10 µL
Mobile Phase A	H_2O (0.1% TFA)
Mobile Phase B	CAN (0.1% TFA)
Solvent System	Isocratic 97% A

جدول(2) : ظروف الـ MS

MS	Hewlett-Packard MSD/Trap VI
Ion Mode	ESI +
Dry Gas Temperature	350 C°
Dry Gas Flow	12 l/min
Nebulizer Gas Pressure	60 psi
HV Capillary	3566 volt
Capillary Exit	65 volt
Capillary Exit Offset	50 volt
Trap Drive	28.2

2-الاجهاد التأكسدي

1.2 تقدير ناتج الأكسدة المتقدمة للبروتين

يعتمد مبدأ الطريقة على عمليات الأكسدة والاختزال, إذ تعمل مكونات البلازما على عملية أكسدة اليود منI^- إلى I_3^- وتستخدم مادة الكلورامين T كمادة قياسية. حيث إن العديد من المركبات تشارك في عمليات الأكسدة ضمن تراكيب البلازما ومن ضمنها البيروكسيديز والهايدروبيروكسيديز والمعادلة الكيميائية التي توضح التفاعل مع الكلورامين موضحة أدناه:

$$RNHCl + 3I^- + H^+ \longleftrightarrow I_3^- + RNH_2 + Cl^-$$

اخضر- بني عديم اللون

ويقاس الامتصاص عند طول موجي (353 نانوميتر) بعد إيقاف التفاعل باستخدام حامض الخليك لمعرفة قيمة (AOPP) المكافئة للكلورامين T بوحدة مايكرومول.

طريقة العمل

1- تحضير Chloramine T:

تم التحضير بتركيز(100 ppm) بإذابة (0.01 ملغرام(من الكلورامين في (100 مليلتر(من الماء المقطر ومن ثم تحضير عدة تراكيز باستخدام قانون التخفيف (2.5 -0.5 ppm) لتحضير المنحني القياسي.

2- تحضير الـ KI:

حضر ال KI بعيارية (1.16 مولاري) بإذابة (0.8642 مليغرام) من ال KI في (10مليلتر) من الماء المقطر.

3 - تحضير الـ Sample :

حضر بتخفيف (250مايكروليتر) من المصل ب (2.5 مليلتر) من المحلول المنظم فوسفيت بفر عند الدالة الحامضية (pH =7).

Glacial Acetic Acid		KI	D.W	Dil. Serum	Chloramine T	
µl 20	2انتظار دقيقة	µl 10	2ml			Blank
µl 20		µl 10		2ml		Sample
µl 20		µl 10			2ml	Std.
نانوميتر340تبريد في درجة حرارة المختبر ثم قياس الامتصاصية عند						

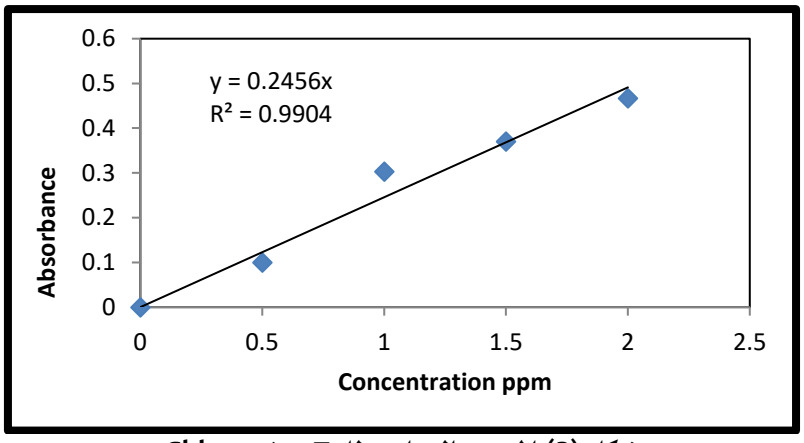
تم اجراء الحسابات وفقا للمعادلة القياسية للكلورامين T كما هو موضح ادناه.

Y=0.24*X+0.007

حيث ان:

Y= الامتصاصية

X = التركيز (مايكرومول)



شكل (3) المنحني القياسي لل Chloramine T

2.2تقدير فعالية انزيم البيروكسديز في مصل الدم

قدرت فعالية انزيم البيروكسديز حسب طريقة (Nelson and Kullarni, 1990) والتي تعتمد على الأكسدة الانزيمية لبيروكسيد الهيدروجين بواسطة انزيم البيروكسديز مكونا مادة ملونة يقاس تركيزها عند طول موجي (470) نانوميتر.

الكواشف:

1. محلول فوسفات الصوديوم المنظم (0.1) مولاري (pH 7.2=)

حضر هذا المحلول بمزج (36 مليليتر) من فوسفات ثنائي الصوديوم (Na_2HPO_4) بتركيز (0.2 مولاري) مع (14 مليليتر) من فوسفات أحادية الصوديوم بتركيز (0.2 مولاري) ثم أضيف الماء المقطر لإكمال الحجم إلى (200 مليليتر).

2. محلول الكو اياكول Guaiacol (13) ملي مول

حضر هذا المحلول بتخفيف (0.142 مليلتر) من الكو اياكول بالماء المقطر ويكمل الحجم إلى (100 مليلتر).

3. محلول بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 (0.3) ملي مول

حضر بتخفيف (6.13 مليلتر) من H_2O_2 بتركيز (30%) ويكمل الحجم إلى (200 مليلتر).

محلول العمل

ويتكون من مزج مليلترواحد من محلول فوسفات الصوديوم المنظم المحضر ومليلترواحد من محلول الكو اياكول المحضر ومليلترواحد من محلول البيروكسيد المحضر.

	النموذج	البلانك
)ml محلول العمل (	3 ml	3 ml
) µl (Sample	50 µl	
)µl (D.W.		50 µl

جميع الإضافات تتم في الحمام المائي عند درجة (37) سيليزية وتقاس الامتصاصية بعد دقيقة واحدة عند الطول الموجي 470 نانوميتر حيث تمثل الفعالية الانزيمية كمية الانزيم التي تحفز أكسدة مايكرو مول واحد من الكو اياكول في دقيقة واحدة في مليلترواحد من مصل الدم.

الحسابات

$$(peroxidase\ activity(U/L) = \frac{Abs.sample - Abs.blank/I \times 3.05 \times 1000}{0.05 \times E\circ}$$

حيث أن:

3.05: الحجم الكلي (مليلتر)

I: الزمن بالدقائق

0.05: حجم العينة (مليلتر)

$E\circ$: معامل الامتصاص المولاري =((26.6 لتر/مول$^{-1}$.سم$^{-1}$

وتعرف الوحدة الانزيمية (U) بأنها كمية الانزيم التي تعمل على تحويل مايكرومول واحد من المادة الأساسية إلى المادة الناتجة في الدقيقة الواحدة.

النتائج والمناقشة:

1- متغيرات مضادات الأكسدة

- حامض اليوريك

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود إرتفاع معنوي في مستوى حامض اليوريك عند مقارنة مجموعة العاملين في محطات الوقود بمجموعة السيطرة (غير العاملين) وكما موضح في الجدول (3) وقد يعود السبب إلى أن مزيج الهيدروكربونات الاليفاتية والأروماتية الموجودة في الكازولين تؤثر على أعضاء الجسم منها الكلية حيث تعمل على تغير عدد من وظائف الكلية الرئيسة مما يودي إلى زيادة تكوين حامض اليوريك كأحد المسارات غير الطبيعية في التكوين نتيجة إستنشاق هذه المركبات الكيميائية (Viau, *et al;* 1987 ; Salem, *et al;* 2022).

- N - اسيتايل سستين

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود إنخفاض معنوي في مستوى (NAC) عند مقارنة مجموعة العاملين في محطات الوقود بمجموعة السيطرة (غير العاملين) وكما موضح في الجدول (3) وقد يعود السبب إلى إنخفاض دورN- اسيتايل سستين المباشر كمضاد أكسدة أو كدوره غير المباشر من خلال التحكم بمستويات الكلوتاثيون الذي يتطلب استهلاك الكلوتاثيون ليقوم الـ (NAC) بعمله بشكل طبيعي كمادة أساسية لبناء الكلوتاثيون (Tenório, *et al;* 2021) أو قد يعود السبب إلى الخلل الذي حدث في وظائف الكبد بسبب الإجهاد التأكسدي، والذي بدوره يؤدي إلى حدوث خلل في توازن مستويات المواد المؤكسدة والجذور الحرة ومضادات الأكسدة حيث يكون تكوين الجذور الحرة أكبر بكثير من طاقة مضادات الأكسدة وبذلك يتم استهلاك مستويات كبيرة من N-اسيتايل سستين الذي يعد أحد مضادات الأكسدة وكذلك قد يعود السبب في ذلك إلى استهلاك كميات كبيرة من الكلوتاثيون الذي يعد أحد النواتج الأساسية التي تتكون من N-اسيتايل سستين (Dludla, *et al;* 2020).

جدول (3) مستوى مضادات الأكسدة (حامض اليوريك, N– أسيتايل سستين) للعاملين في محطات الوقود مقارنة بمجموعة السيطرة (غير العاملين).

متغيرات مضادات الأكسدة	مجموعة السيطرة (غير العاملين) Mean±S.D	مجموعة العاملين Mean ±S.D	pقيمة
حامض اليوريك (mg/dl)	7.296± 2.361 n=37	10.756±3.327 n=53	0.000
اسيتايل سستينN - (NAC ((ppm)	10.875±0.853 n=20	6.166±2.160 n=20	0.004

القيم معبر عنها بالمعدل ± الانحراف القياسي Mean ± S.D

2-متغيرات الاجهاد التأكسدي :

- **نو اتج أكسدة البروتين المتقدمة:**

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع في مستوى الـ (AOPP) عند مقارنة مجموعة مع العاملين في محطات الوقود بمجموعة السيطرة (غير العاملين) وكما موضح في الجدول (4) يعود السبب إلى زيادة عمليات الأكسدة والإختزال نتيجة التعرض للملوثات الموجودة في الكازولين مما يؤدي إلى زيادة أكسدة البروتين وخصوصا الألبومين وكذلك تؤدي هذه العمليات إلى موت الخلايا المبرمج وهذا يؤدي إلى تراكم (AOPP) في مصل الدم للعاملين في محطات الوقود مقارنة بمجموعة السيطرة (Zaffagnini, *et al;* 2019).

- **انزيم البيروكسيديز:**

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود ارتفاع معنوي في مستوى انزيم البيروكسيديز عند مقارنة مجموعة العاملين في محطات الوقود بمجموعة السيطرة (غير العاملين) وكما موضح في الجدول (4) يعود السبب إلى إنعدام التوازن بين مضادات الأكسدة والمؤكسدات التي تؤدي إلى ارتفاع الاجهاد التأكسدي ومن ثم زيادة في أكسدة الدهون الذي يلعب دورا فعالا في الإصابة بالعديد من الأمراض (Hussein, 2023).

جدول (4) مستوى متغيرات الاجهاد التأكسدي (نو اتج أكسدة البروتين المتقدمة , انزيم البيروكسيديز) للعاملين في محطات الوقود مقارنة بمجموعة السيطرة (غير العاملين).

متغيرات الاجهاد التأكسدي	مجموعة السيطرة (غير العاملين) Mean ± S.D n=37	مجموعة العاملين Mean ±S.D n=52	Pقيمة
Advanced oxidation protien producte)(AOPP)ppm(	0.512±0.123	1.043±0.698	0.027
البيروكسيديزU/L	25.877±11.995	47.795±20.964	0.001

القيم معبرعنها بالمعدل ± الانحراف القياسي Mean± S.D

الاستنتاجات:

اثبتت هذه الدراسة وجود تاثير مباشر للبنزين والملوثات النفطية الموجودة ضمن تركيب البنزين اضافة الى الملوثات اتي تنتجها عوادم السيارات على صحة العاملين في محطات تعبئة الوقود من خلال التاثير المياشر على مستوى متغيرات الكرب التأكسدي ومضادات الاكسدة في مصل الدم للعاملين مقارنة مع مجموعة السيطرة ولذلك يتطلب ذلك الفحص الدوري لهذه المتغيرات في مصل الدم للحفاظ على صحة وسلامة العاملين في هذا المجال , كما نوصي بدراسة جينية للانزيمات المضادة للأكسدة لدى العاملين في محطات الوقود ودراسة تأثير التعرض للكازولين على الجهاز العصبي والجهاز التنفسي.

المصادر:

[1] F. Abbasi, H. Pasalari, J. M. Delgado-Saborit, A. Rafiee, A. Abbasi, and M. Hoseini, "Characterization and risk assessment of BTEX in ambient air of a Middle Eastern City," Process Safety and Environmental Protection, vol. 139, pp. 98–105, 2020.

[2] I. Al Ghouleh et al., "Oxidases and peroxidases in cardiovascular and lung disease: new concepts in reactive oxygen species signaling," Free Radical Biology and Medicine, vol. 51, no. 7, pp. 1271–1288, 2011.

[3] M. R. Alghara, A. A. Jaccob, and A. S. Jabbar, "Assessment of new predicting biomarkers of pollution toxicity in workers or individuals living close to oil refinery area in Al-Muthanna City, Iraq as alarm indicators for clinical disorders," Bulletin of Pharmaceutical Sciences Assiut University, vol. 45, no. 2, pp. 883–893, 2022.

[4] K. R. Atkuri, J. J. Mantovani, L. A. Herzenberg, and L. A. Herzenberg, "N-Acetyl Cysteine—a safe antidote for cysteine/Glutathione deficiency," Current Opinion in Pharmacology, vol. 7, no. 4, pp. 355–359, 2007.

[5] Y. Attaqwa, M. Mahachandra, and H. Prastawa, "Analysis of benzene exposure considering workers characteristic in the oil and gas industry," in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 909, no. 1, p. 012059, Dec. 2020.

[6] S. W. Azize, "Study of heavy metals and their effects on oxidant/antioxidant status in workers of fuel station in Hilla city-Iraq," Research Journal of Pharmacy and Technology,vol.11,no.1,pp.312-316,2018.

[7] S. Baek, E. Park, and E. Y. Park, "Association of urinary benzene metabolite and the ratio of triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol: A cross-sectional study using the Korean National Environmental Health Survey (2018–2020)," Toxics, vol. 11, no. 12, p. 985, 2023.

[8] S. Chaiklieng, P. Suggaravetsiri, and H. Autrup, "Risk assessment on benzene exposure among gasoline station workers," International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 16, no. 14, p. 2545, 2019.

[9] K. Chaudhary, K. Malhotra, J. Sowers, and A. Aroor, "Uric acid-key ingredient in the recipe for cardiorenal metabolic syndrome," Cardiorenal Medicine, vol. 3, no. 3, pp. 208–220, 2013.

[10] M. Chehrehei, S. A. H. S. Mirzahosseini, N. Mansouri, M. H. Behzadi, and Y. Rashidi, "Health risk assessment of benzene using AERMOD-IRIS method in the vicinity of the gas station," Polish Journal of Environmental Studies, vol. 32, no. 1, pp. 527–533, 2023.

[11] P. V. Dludla et al., "N-acetyl cysteine targets hepatic lipid accumulation to curb oxidative stress and inflammation in NAFLD: A comprehensive analysis of the literature," Antioxidants, vol. 9, no. 12, p. 1283, 2020.

[12] R. El Ridi and H. Tallima, "Physiological functions and pathogenic potential of uric acid: A review," Journal of Advanced Research, vol. 8, no. 5, pp. 487–493, 2017.

[13] P. Fossati, L. Prencipe, and G. Berti, "Use of 3,5-dichloro-2-hydroxybenzenesulfonic acid/4-aminophenazone chromogenic system in direct enzymic assay of uric acid in serum and urine," Clinical Chemistry, vol. 26, no. 2, pp. 227–231, 1980.

[14] B. R. Geraldino et al., "Analysis of benzene exposure in gas station workers using trans, trans-muconic acid," International Journal of Environmental Research and Public Health, vol.17,no.15,p.5295, 2020.

[15] B. Gryszczyńska et al., "Advanced oxidation protein products and carbonylated proteins as biomarkers of oxidative stress in selected atherosclerosis-mediated diseases," BioMed Research International, vol. 2017, 2017.

[16] B. Heibati et al., "BTEX exposure assessment and quantitative risk assessment among petroleum product distributors," Ecotoxicology and Environmental Safety, vol. 144, pp. 445–449, 2017.

[17] H. A. A. Hussein, "Thiourea induces antioxidant mechanisms of salt tolerance in flax plants," Physiology and Molecular Biology of Plants, pp. 1–13, 2023.

[18] J. Z. Klafke et al., "Association between hypertriglyceridemia and protein oxidation and proinflammatory markers in normocholesterolemic and hypercholesterolemic individuals," Clinica Chimica Acta, vol. 448, pp. 50–57, 2015.

[19] F. A. Kuranchie, P. N. Angnunavuri, F. Attiogbe, and E. N. Nerquaye-Tetteh, "Occupational exposure of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene (BTEX) to pump attendants in Ghana: Implications for policy guidance," Cogent Environmental Science, vol. 5, no. 1, p. 1603418, 2019.

[20] J. Maiuolo, F. Oppedisano, S. Gratteri, C. Muscoli, and V. Mollace, "Regulation of uric acid metabolism and excretion," International Journal of Cardiology, vol. 213, pp. 8–14, 2016.

[21] V. Mokhtari, P. Afsharian, M. Shahhoseini, S. M. Kalantar, and A. Moini, "A review on various uses of N-acetyl cysteine," Cell Journal (Yakhteh), vol. 19, no. 1, p. 11, 2017.

[22] A. O. Naiho et al., "Treatment with N-Acetyl Cysteine and/or zinc sulfate restores neurobehavioral functions through modulation of neurochemical activities in mice exposed to bonny light crude oil," Nutrire, vol. 49, no. 1, p. 4, 2024.

[23] J. L. Nelson and A. P. Kulkarni, "Partial purification and characterization of a peroxidase activity from human placenta," Biochemical Journal, vol. 268, no. 3, pp. 739–743, 1990.

[24] H. Ou, Z. Huang, Z. Mo, and J. Xiao, "The characteristics and roles of advanced oxidation protein products in atherosclerosis," Cardiovascular Toxicology, vol. 17, pp. 1–12, 2017.

[25] D. Poli et al., "Sex difference and benzene exposure: does it matter?," International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 19, no. 4, p. 2339, 2022.

[26] G. Raghu et al., "The multifaceted therapeutic role of N-Acetyl Cysteine (NAC) in disorders characterized by oxidative stress," Current Neuropharmacology, vol. 19, no. 8, p. 1202, 2021.

[27] M. J. Z. Sakhvidi, A. Zarei, V. R. Hachesu, and A. Zolfaghari, "Evaluating the relationship between the primary damages of deoxyribonucleic acid and total antioxidant capacity with the respiratory exposure to benzene in one of the oil companies in Iran," 2021.

[28] G. M. Salem et al., "Effect of occupational exposure on hematological and biochemical parameters in workers at oil and gas companies," Mediterranean Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, pp. 100–108, 2022.

[29] J. Sikora et al., "Exploring the interplay of uric acid and advanced oxidation protein products following myocardial infarction," Applied Sciences, vol. 14, no. 5, p. 1983, 2024.

[30] G. Teklu et al., "Effect of gasoline exposure on hematological parameters of gas station workers in Mekelle City, Tigray Region, Northern Ethiopia," Journal of Blood Medicine, pp. 839–847, 2021.

[31] M. C. D. S. Tenório, N. G. Graciliano, F. A. Moura, A. C. M. D. Oliveira, and M. O. F. Goulart, "N-Acetyl Cysteine (NAC): impacts on human health," Antioxidants, vol. 10, no. 6, p. 967, 2021.

[32] S. Tieu et al., "N-Acetyl Cysteine and its immunomodulatory properties in humans and domesticated animals," Antioxidants, vol. 12, no. 10, p. 1867, 2023.

[33] C. Viau et al., "A cross-sectional survey of kidney function in refinery employees," American Journal of Industrial Medicine, vol. 11, no. 2, pp. 177–187, 1987.

[34] I. I. Vlasova, "Peroxidase activity of human hemoproteins: keeping the fire under control," Molecules, vol. 23, no. 10, p. 2561, 2018.

[35] A. H. Wu, Tietz Clinical Guide to Laboratory Tests, Elsevier Health Sciences, 2006.

[36] M. Zaffagnini et al., "Glutathionylation primes soluble glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase for late collapse into insoluble aggregates," Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 116, no. 51, pp. 26057–26065, 2019.

[37] E. Żurawska-Płaksej, E. Grzebyk, D. Marciniak, A. Szymańska-Chabowska, and A. Piwowar, "Oxidatively modified forms of albumin in patients with risk factors of metabolic syndrome," Journal of Endocrinological Investigation, vol. 37, pp. 819–827, 2014.