Alq J Sci. 2026;2(6):680-688
https://doi.org/10.69667/ajs.26701
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

تأثير التعرض المزمن للوقود المتطاير على المؤشرات الحيوية لوظائف الكبد والكلى ومستويات الدهون وتحليل الدم الكامل لدى العاملين في محطات الوقود بمدينة سبها

حمد مفتاح احواس[1]، محمد عبد الرحمن بشير[2]*

[1]قسم علوم المختبرات الطبية، كلية التقنية الطبية، جامعة وادي الشاطئ، براك، ليبيا

[2]قسم الكيمياء الحيوية، كلية الطب، جامعة سبها، سبها، ليبيا

hamadahwass@gmail.com

المستخلص

هدفت هذه الدراسة الى تقييم أثر التعرض المهني المزمن لأبخرة الوقود المتطايرة على المؤشرات البيوكيميائية وصورة الدم الكاملة(CBC) لدى العاملين في محطات الوقود بمدينة سبها خلال العام 2026م.أجريت إليك نسخة مصححة ومصاغة بأسلوب أكاديمي أكثر سلاسة ووضوحًا للنص الذي قدمته، مع الحفاظ على المعنى العلمي: أجريت دراسة مقطعية مقارنة شملت (200)مشاركًا من الذكور، منهم (100)عامل يتعرضون مهنيًا لأبخرة الوقود بمتوسط ساعات عمل يومية بلغ 9.2ساعة، و (100)عامل يمثلون المجموعة الضابطة غير المعرضة، حيث ضمت هذه المجموعة أشخاصًا يعملون في بيئات لا تتعرض مهنيًا للوقود .جُمعت عينات الدم الوريدي وأُجريت التحاليل التي شملت إنزيمات الكبد، وظائف الكلى، مستويات الدهون، وصورة الدم الكاملة (CBC).كما أُجريت التحليلات الإحصائية باستخدام برنامج SPSSبالاعتماد على اختبار (t)للمجموعات المستقلة. أظهرت النتائج ارتفاعًا ذا دلالة إحصائية ($\alpha<0.05$)في نشاط إنزيم الفوسفاتاز القلوي (ALP)لدى العاملين المعرضين مقارنة بالمجموعة الضابطة، حيث سجل 21%من العمال المعرضين قيمًا أعلى من المستوى الطبيعي، بينما بقيت إنزيمات الناقلات الأمينية AST)، (ALTمستقرة ضمن الحدود الطبيعية .كما بينت مؤشرات وظائف الكلى استقرارًا وظيفيًا رغم وجود فروق إحصائية في بعض القياسات، إذ ظلت جميع القيم ضمن الحدود المرجعية الطبيعية .وفيما يتعلق بمستويات الدهون، لوحظ انخفاض معنوي في مستويات البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL)مصحوبًا بارتفاع في مستويات البروتين الدهني منخفض الكثافة (LDL)، مما يشير إلى اضطراب مبكر في استقلاب الدهون لدى العمال المعرضين .كذلك، أظهرت صورة الدم الكاملة (CBC)ارتفاعات معنوية في مؤشرات خلايا الدم الحمراء RBC)، Hgb، (HCTومتوسط حجم الصفائح الدموية .(MPV). تخلص الدراسة إلى أن التعرض المزمن لأبخرة الوقود يؤدي إلى تغيرات أيضية مبكرة حتى في غياب العلامات السريرية الواضحة، مما يؤكد أهمية تطبيق برامج المراقبة الصحية الدورية والالتزام باستخدام معدات الحماية الشخصية للحد من المخاطر.

الكلمات المفتاحية :أبخرة الوقود المتطايرة، المركبات العضوية المتطايرة (BTEX)، التعرض المهني، وظائف الكبد، المؤشرات الحيوية الكلوية.

Abstract

A comparative cross-sectional study was conducted, including 200 male participants, of whom 100 workers were occupationally exposed to fuel vapors with an average daily working time of 9.2 hours, and 100 workers representing the non-exposed control group, consisting of individuals working in environments without occupational fuel exposure. Venous blood samples were collected and analyzed for liver enzymes, kidney function, lipid profile, and complete blood count (CBC). Statistical analyses were performed using SPSS software, applying the independent samples t-test. The results demonstrated a statistically significant increase ($\alpha<0.05$) in alkaline phosphatase (ALP) activity among exposed workers compared to the control group, with 21% of exposed workers showing values above the normal range, while aminotransferase enzymes (AST, ALT) remained stable within normal limits. Kidney function indicators revealed functional stability despite statistical differences in some measurements, as all values remained within normal reference ranges. Regarding lipid levels, a significant decrease in high-density lipoprotein (HDL) was observed, accompanied by an increase in low-density lipoprotein (LDL), suggesting early disturbances in lipid metabolism among exposed workers. Moreover, CBC results showed significant elevations in red blood cell (RBC) count, hemoglobin (Hgb), hematocrit (HCT), and mean platelet volume (MPV). The study concludes that chronic exposure to fuel vapors leads to early metabolic alterations even in the absence of overt clinical signs, underscoring the importance of implementing regular health monitoring programs and adherence to personal protective equipment to mitigate risks.

Keywords: Volatile fuel vapors, Volatile organic compounds (BTEX), Occupational exposure, Liver function.

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 28-04-2026 -* ***Accepted****: 26-06-2026 -* ***Published****: 05-07-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):680-688
https://doi.org/10.69667/ajs.26701
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

المقدمة

يعد التعرض المهني للمشتقات النفطية وأبخرة الوقود المتطايرة أحد أبرز التحديات في مجال الصحة المهنية والبيئية، نظرا لاحتواء هذه المواد على مجموعة من المركبات العضوية المتطايرة، وفي مقدمتها البنزين(Benzene)، والذي صنفته الوكالة الدولية لبحوث السرطان ضمن المواد المسرطنة للإنسان (IARC,2012).وتنتشر هذه المركبات أثناء عمليات تخزين الوقود ونقله وتعبئته، الامر الذي يزيد من احتمالية تعرض العاملين في محطات الوقود مثل عمال التعبئة والمشرفين وأيضا سائقي شاحنات نقل الوقود من أكثر الفئات عرضة للتأثيرات الصحية المرتبطة بالتعرض المزمن لهذه الابخرة واستنشاقها(ATSDR,2024 ; Xiong et al.,2016)

وقد اشارت العديد من الدراسات الصادرة الى أن التعرض المزمن لأبخرة الوقود ومكوناته العضوية يسهم في تحفيز الاجهاد التأكسدي (Oxidative Stress)نتيجة زيادة انتاج الشوارد الحرة، وهو ما قد ينعكس سلبا على كفاءة الوظائف للأعضاء الحيوية، ولا سيما الكبد والكليتين (Tijjani et al., 2024; Usiobeigbe et al., 2024).كما يرتبط هذا التعرض بحدوث اضطرابات في استقلاب الدهون، الامر الذي قد يزيد من احتمالية الإصابة المبكرة بتصلب الشرايين وأمراض القلب والأوعية الدموية .(Parsarad et al., 2024) إضافة الى ذلك، يمتد تأثير البنزين الي الجهاز المكون للدم((Hematopoietic System ، حيث يعد هدفا رئيسيا لسمية البنزين، من خلال العمل على تثبيط نشاط نخاع العظم، مما يؤدي إلى تغيرات ملحوظة في تعداد الدم الكامل(CBC).(ATSDR.,2024)

ورغم توافر العديد من الدراسات العالمية التي تناولت التأثيرات الصحية الناجمة عن التعرض المهني لأبخرة الوقود، الا أن الدراسات الميدانية المنجزة في ليبيا، وتحديدا في المنطقة الجنوبية، لا تزال محدودة. وتكتسب مدينة سبها أهمية خاصة نظرا لخصائصها المناخية الصحراوية وارتفاع درجات الحرارة، وهي عوامل قد تسهم في زيادة معدلات تطاير المركبات العضوية وترفع من مستويات التعرض المهني للعاملين، ومن هذا المنطلق، تبرز الحاجة الى اجراء دراسات محلية لتقييم الأثار الصحية المحتملة للتعرض المزمن لأبخرة الوقود لدى العاملين في هذا المجال بمدينة سبها.

أهمية البحث

تكتسب هذه الدراسة أهمية بالغة بالنظر الى الخصوصية البيئية والمناخية للمنطقة الجنوبية؛ اذ تساهم درجات الحرارة المرتفعة والجفاف في زيادة معدلات تطاير المركبات العضوية الموجودة في البنزين، مما يجعل من هذه الدراسة مرجعا لتقييم المخاطر في المناطق الصحراوية. وفي ظل شح الدراسات الميدانية المحلية التي ترصد أثر هذا التعرض المهني، تبرز هنا الحاجة الملحة لتقييم تداعيته الصحية على الكوادر العاملة في محطات الوقود. وتكمن القيمة التطبيقية والوقائية لهاذا العمل في توفير مؤشرات حيوية دقيقة تسهم في الكشف المبكر عن أي اختلالات وظيفية قبل ظهور الاعراض السريرية. كما توفر هذه النتائج قاعدة بيانات علمية تدعم جهود المؤسسات الرقابية في سن تشريعات تلزم ارتداء معدات الحماية الشخصية وتنظم بيئة العمل للحد من المخاطر المهنية.

اهداف البحث

تهدف هذه الدراسة بشكل أساسي الى تقييم التأثيرات الصحية الناجمة عن التعرض المهني المزمن لأبخرة الوقود لدى العاملين في محطات الوقود بمدينة سبها. وتسعى الدراسة لتحقيق الأهداف التفصيلية التالية

رصد كفاءة وظائف الكبد من خلال قياس مستوي البيليروبين الكلي و(ALP)، بالإضافة الى إنزيمات (AST, ALT) لدى العاملين في محطات الوقود.

تقييم مؤشرات وظائف الكلى منها الكرياتينين واليوريا لدى المعرضين مهنيا لأبخرة الوقود.

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 28-04-2026 -* ***Accepted****: 26-06-2026 -* ***Published****: 05-07-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):680-688
https://doi.org/10.69667/ajs.26701
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

تحليل تأثير التعرض المزمن لأبخرة الوقود على مستويات الدهون في الدم منها (الكوليسترول الكلي، الدهون الثلاثية، (LDL)، (HDL).

رصد التغيرات المحتملة في مكونات الدم المختلفة من خلال تحليل الدم الكامل (CBC).

دراسة المؤشرات الحيوية المذكورة بين العاملين في بيئات الوقود ومقارنتهم مع مجموعة ضابطة غير معرضة مهنيًا.

فرضيات البحث

الفرضية الرئيسية:

يؤدي التعرض المهني المزمن لأبخرة الوقود المتطايرة إلى تغيرات ذات دلالة إحصائية في المؤشرات الحيوية (البيوكيميائية والدموية) لدى العاملين في محطات الوقود بمدينة سبها مقارنة بالمجموعة الضابطة.

الفرضية الثانوية:

توجد فروق في المؤشرات الحيوية المستهدفة بالدراسة بين الفئات الوظيفية المختلفة (التعبئة، الاشراف، سائقي الشاحنات) حسب طبيعة التعرض ومدة العمل.

حدود البحث

الحدود الموضـوعية: تهدف الدراسـة الى تقييم تأثير اسـتنشـاق أبخرة الوقود المتطاير على المؤشـرات الحيوية وهي وظائف الكبد (ALT, AST, ALP, Total Bilirubin)، وظائف الكلى (Urea, Creatinine)، مسـتويات الدهون (Triglycerides, Cholesterol, HDL, LDL)، بالإضافة الى صورة الدم الكاملة (CBC).

الحدود المكانية: اجريت الدراسـة الميدانية والتحليلات المخبرية داخل النطاق الجغرافية لمدينة سـبها بدولة ليبيا، واسـتهدفت محطات توزيع الوقود داخل المدينة، ومستودع سبها النفطي، بالإضافة إلى سائقي شاحنات نقل الوقود.

الحدود البشرية: اقتصرت عينة الدراسة المستهدفة على العاملين الذكور المتواجدين بانتظام في مواقع العمل (عمال التعبئة، المشرفين، السائقين) والذين لديهم سـجل تعرض مسـتمر لأبخرة الوقود، مع اسـتبعاد أي حالات تعاني من امراض مزمنة سـابقة (ضـغط، أمراض كبد أو كلى سـابقة) لضـمان دقة وموثوقية النتائج الاحصائية.

الحدود الزمانية: يتم تنفيذ الجانب العملي والميداني لهذه الدراسـة، خلال العام (2026)، وتحديداً في الفترة الواقعة بين شـهري (4-5) لضـمان رصـد التأثيرات في ظل تقلبات درجات الحرارة.

المواد والطرق

أجريت هذه الدراسة باستخدام المنهج الوصفي التحليلي من النوع المقطعي المقارن(Comparative Cross-Sectional Study) ، شملت الدراسة عينة اجمالية تكونت من (200) مشارك من الذكور في مدينة سبها، وقد تم تقسيمهم إلى مجموعتين على النحو التالي:

(100) •عاملًا معرضـين مهنيا لأبخرة الوقود، وكان توزيعهم حسـب مهامهم الوظيفية هو (59) عامل تعبئة وقود و (26) عامل مشـرف داخل المحطات و (15) سائق لسيارات نقل الوقود.

(100) •فردًا كمجموعة ضـابطة غير معرضـة مهنيا للوقود وكان توزيعهم حسـب مهامهم الوظيفية الى (64) موظفا يعملون في مكاتب حكومية او خاصة بعيدا عن الوقود و (36) شخص يعملون ميدانيا في مجالات مختلفة مثل الزراعة او التجارة.

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 28-04-2026 - **Accepted**: 26-06-2026 - **Published**: 05-07-2026

Alq J Sci. 2026;2(6):680-688
https://doi.org/10.69667/ajs.26701
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

معايير الاشتمال والاستبعاد

أولا. معايير الاشتمال

- أن يكون عمر المشارك أكثر من 20 سنة.
- أن يكون من العاملين في محطات الوقود بصفة مستمرة لمدة لا تقل عن سنة (للمجموعة المعرضة).
- الموافقة الخطية على المشاركة في الدراسة.

ثانيا. معايير الاستبعاد

- وجود تاريخ مرضي، خاصة امراض الكبد والكلى.
- تعاطي ادوية ذات سمية كبدية او كلوية ذات تأثير مباشر على المؤشرات الحيوية المدروسة.
- وجود تاريخ مرضي سابق يتعلق بوظائف الكبد او الكلى.

تم تنفيذ الجانب الميداني للدراسة من خلال زيارات مباشرة لمحطات الوقود ومستودع سبها النفطي، إضافة الى مواقع عمل المشاركين المستهدفين. وبعد استكمال استمارة جمع البيانات والحصول على الموافقة من جميع المشاركين، جمعت عينات دم بحجم اجمالي يتراوح بين (5-7 مل) من كل مشارك. وقسمت كل عينة مباشرة الى أنبوبين؛ الانبوب الأول خالي من مانع التجلط لاستخدامه في التحاليل الكيميائية الحيوية، بينما احتوى الانبوب الثاني على مادة (EDTA) لإجراء تحليل صورة الدم الكاملة.(CBC)

حفظت العينات بعد جمعها داخل حافظة مبردة اثناء نقلها من مواقع السحب الى المختبر المرجعي بمدينة سبها، مع التأكد من الا تتجاوز مدة حفظ ونقل العينات ساعة واحدة من وقت السحب، وذلك لضمان المحافظة على استقرار المكونات الحيوية ومنع حدوث أي تغيرات قد تؤثر على نتائج المخبرية.

عند وصول العينات الى المختبر، تم وضع عينات الانبوب الخالي من موانع التجلط في جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) لمدة 10 دقائق، ثم عزل المصل الناتج واستخدم في قياس مؤشرات وظائف الكبد(ALT ،AST ،ALP)ووظائف الكلى (Creatinine) ومستويات الدهون (Cholesterol،LDL،HDL،Triglycerides)باستخدام جهاز Cobas C311 شركةRoche ، بينما أجريت تحاليل Total (Urea ،bilirubin) باستخدام جهاز Cobas Integra 400plus شركةRoche.أما عينات الدم المحفوظة في أنابيب (EDTA) فقد استخدمت لإجراء تحليل صورة الدم الكاملة (Complete Blood Count) باستخدام جهاز محلل الدمDymind DH36، وقد تمت معايرة جميع الأجهزة والتحقق من جاهزيتها قبل البدء في إجراء التحاليل لضمان دقة القياسات وفق المعايير المخبرية المعتمدة.

أدخلت البيانات الإحصائية وحللت باستخدام برنامج statistical package for the social sciences SPSS، وشمل التحليل الاحصائي حساب المتوسطات (Means) والانحرافات المعيارية (Standard Deviations)، بالإضافة الى استخدام اختبار (Independent t-test) للمقارنة بين متوسطات المتغيرات الكمية للمجموعتين المستقلتين (المجموعة المعرضة والمجموعة الضابطة)، بهدف تحديد ما إذا كانت الفروق بين المجموعتين ذات دلالة إحصائية ومدى معنوية الفروق وتأثير التعرض للوقود، واعتُبرت النتائج ذات دلالة إحصائية عندما كانت القيمة الاحتمالية ($P < 0.05$)، وهو ما يشير الى أن الفروق المكتشفة ليست ناتجة عن التباين العشوائي فقط، وبمستوى ثقة يبلغ (95%).

النتائج

أظهرت النتائج المخبرية والتحليلات الإحصائية عدة تباينات هامة في المؤشرات الحيوية وضحت في جداول التالية

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 28-04-2026 -* ***Accepted****: 26-06-2026 -* ***Published****: 05-07-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):680-688
https://doi.org/10.69667/ajs.26701
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

الجدول(1): مقارنة المتوسطات الحسابية للمؤشرات الحيوية والكيميائية بين العاملين في المجموعة المعرضة لأبخرة الوقود والعاملين في المجموعة الضابطة.

المؤشر الحيوي	المجموعة المعرضة	المجموعة الضابطة	قيمة P المعنوية
	المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري		
Total Bilirubin (mg/dl)	0.230±0.579	0.208±0.662	*0.008
ALP(U/L)	47.7±108.7	17.5±94.6	0.010*
AST(U/L)	6.57±18.11	5.99±18.79	0.446
ALT(U/L)	9.82±19.03	7.10±19.34	0.799
يوريا (Urea)	6.86±28.17	7.57±25.86	*0.025
كرياتينين (Creatinine)	0.12±0.88	0.07±0.92	*0.005
Cholesterol (mg/dl)	37.17±168.83	28.64±164.51	0.358
Triglycerides (mg/dl)	64.03±119.65	31.79±111.19	0.238
HDL (mg/dl)	10.28±46.87	9.78±52.46	*0.00
LDL (mg/dl)	25.53±104.51	19.09±97.36	*0.026

الجدول(2): مقارنة المتوسطات الحسابية للمؤشرات الدموية بين العاملين في المجموعة المعرضة لأبخرة الوقود والعاملين في المجموعة الضابطة.

المؤشر الحيوي	المجموعة المعرضة	المجموعة الضابطة	قيمة P المعنوية
	المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري		
RBC(10^6/l)	0.47±5.21	0.46±4.84	*0.00
Hgb(g/dl)	1.10±14.75	1.35±14.27	*0.007
HCT (%)	3.78±44.98	3.97±42.21	*0.00
MCV(fL)	4.81±86.73	5.63±87.86	0.127
MCH (Pg)	4.09±29.42	2.00±29.33	0.840

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 28-04-2026 -* ***Accepted****: 26-06-2026 -* ***Published****: 05-07-2026*

Alq J Sci. 2026;2(6):680-688
https://doi.org/10.69667/ajs.26701
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

0.095	1.50±6.80	1.70±6.41	WBC(10^9/L)
*0.00	6.76±31.49	10.76±37.53	LYM(%)
*0.00	6.91±62.30	11.62±54.16	GRAN(%)
*0.00	1.69±6.17	7.13±9.46	MID(%)
0.867	51.83±254.30	74.33±252.78	PLT(10^9/L)
*0.029	1.18±9.98	1.42±10.39	MPV(FL)
0.056	0.043±0.244	0.062±0.258	PCT(%)

جدول (3): مقارنة نسب النتائج البيوكيميائية للحالات الطبيعية وغير الطبيعية بين المجموعة المعرضة والمجموعة الضابطة.

المؤشر الحيوي	المجموعة المعرضة(%)		المجموعة الضابطة(%)	
	طبيعي(%)	غيرطبيعي (%)	طبيعي (%)	غير طبيعي (%)
Total Bilirubin (mg/dl)	95	5	100	0
ALP(U/L)	79	21	95	5
AST(U/L)	97	3	100	0
ALT(U/L)	96	4	100	0
يوريا (Urea)	100	0	100	0
كرياتينين (Creatinine)	100	0	100	0
Cholesterol (mg/dl)	80	20	95	5
Triglycerides (mg/dl)	90	10	98	2
HDL(mg/dl)	60	40	75	25
LDL(mg/dl)	85	15	98	2

جدول (4): مقارنة نسب النتائج الدموية للحالات الطبيعية وغير الطبيعية بين المجموعة المعرضة والمجموعة الضابطة.

المؤشر الحيوي	المجموعة المعرضة (%)		المجموعة الضابطة (%)	
	طبيعي (%)	غير طبيعي (%)	طبيعي (%)	غير طبيعي (%)
RBC(10^6/l)	79	21	92	8
Hgb(g/dl)	90	10	90	10
HCT(%)	99	1	95	5

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 28-04-2026 - **Accepted**: 26-06-2026 - **Published**: 05-07-2026

Alq J Sci. 2026;2(6):680-688
https://doi.org/10.69667/ajs.26701
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

7	93	5	95	MCV(fL)
7	93	31	69	MCH(Pg)
4	96	12	88	WBC(10^9/L)
3	97	12	88	LYM(%)
19	81	38	62	GRAN(%)
2	98	26	74	MID(%)
15	85	21	79	PLT(10^9/L)
4	96	18	82	MPV(FL)
0	100	9	91	PCT(%)

المناقشة

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن التعرض المهني المزمن لأبخرة الوقود يرتبط بحدوث تغيرات فسيولوجية في عدد من المؤشرات الكيميائية الحيوية والدموية لدى العاملين بمحطات الوقود في مدينة سبها. فقد اظهرت نتائج الدراسة ارتفاعا معنويا في نشاط إنزيم الفوسفاتاز القلوي (ALP) لدى المجموعة المعرضة، مدعوما بظهور (21%) من الحالات خارج النطاق الطبيعي. وقد يعكس هذا الارتفاع الي التأثير السمي للمركبات الهيدروكربونية على الخلايا الكبدية، مما يحفز زيادة إفراز الإنزيم كاستجابة خلوية مبكرة للاعتلال. وفي المقابل، سجل البيليروبين الكلي انخفاضا ذا دلالة احصائية، الا أن بقاء القراءات ضمن الحدود الطبيعية يشير الى عدم الوصول لحالة فشل كبدي او تلف حاد، وانما قد تمثل تغيرات فسيولوجية مبكرة.

أما على صعيد كفاءة وظائف الكلى، فقد أظهرت النتائج استقرار فسيولوجيا بنسبة (100%) لجميع أفراد العينة داخل الحدود الطبيعية رغم وجود الفرق الاحصائي الدال، مما يدل على أن الكلى قادرة فسيولوجيا على طرح الفضلات بكفاءة وعدم تأثر الخلايا الكلوية.

وفيما يتعلق بملف الدهون، يعكس الارتفاع المعنوي لمعدل (LDL) والانخفاض الملحوظ في مستويات (HDL)، حيث بلغت نسبة الحالات غير الطبيعية (40%) من عمال المجموعة المعرضة، يرجع هذا الاختلال الى التأثيرات السلبية الناتجة عن التعرض المستمر لأبخرة الوقود، حيث تؤدي هذه العوامل المحفزة الى حدوث اجهاد تأكسدي ينتج عنه ارتفاع في الجذور الحرة والتي قد تؤدي الى تثبيط للإنزيمات المسؤولة عن تصنيع (HDL) او تعديل وظيفي بنيوي في البروتين يسرع من عملية تكسيره.

كما أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود ارتفاع دال احصائيا في مستويات خلايا الدم الحمراء (RBC)، والهيموجلوبين (Hgb)، وحجم الخلايا المكدسة (HCT) لدى العمال المعرضين لأبخرة الوقود مقارنة بالمجموعة الضابطة. وتعزى هذه الزيادة في النتائج مجتمعة الى أن الاستنشاق المستمر لأبخرة الوقود في بيئة العمل يؤدي الى دخول المركبات الهيدروكربونية السامة الى مجرى الدم ، وتسبب هذه المركبات حالة نقص الاكسجين النسيجي النسبي او المزمن في خلايا الجسم نتيجة تنافسها مع الاكسجين او احداث اجهاد تأكسدي ؛ كاستجابة فسيولوجية تعويضية من الجسم، فتحفز الكلى على افراز هرمون الاريثروبويتين (Erythropoietin)، والذي يقوم بدوره بتحفيز نخاع العظم لزيادة انتاج خلايا الدم الحمراء لتعويض النقص ورفع كفاءة الاكسجين، مما يفسر الارتفاع الملحوظ في هذه المؤشرات(Jelkmann, 2011).

في المقابل تبين النتائج غياب الفروق ذات الدلالة الإحصائية في مؤشري (MCV) و (MCH) وبقاء المتوسط الحسابي للمجموعتين مستقرين في الحدود الطبيعية. ورغم ذلك بين التحليل المئوي وجود انخفاض ملحوظ في نسبة (MCH) لدى افراد المجموعة المعرضة وتعزى هذه القراءات علميا الى أن المكونات الهيدروكربونية المستنشقة قد تؤثر جزئيا وبشكل تبايني بين العمال على عملية بناء الهيموجلوبين داخل خلايا الدم الحمراء النامية في

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 28-04-2026 - **Accepted**: 26-06-2026 - **Published**: 05-07-2026

Alq J Sci. 2026;2(6):680-688
https://doi.org/10.69667/ajs.26701
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

نخاع العظم لدى الفئات الأكثر عرضة، مما يؤدي الى ظهور هذه النسبة من الخلايا ناقصة الصباغ بشكل مبكر قبل أن ينعكس ذلك على المتوسط الحسابي الإجمالي للعينة. ويؤكد هذا التقارب في نسب الحالات الطبيعية وغير طبيعية لمؤشر (MCV) بين المجموعتين، جنبا الى نتائج اختبار(t-test)، أن التعرض المهني لأبخرة الوقود لم يحدث تأثيرا حادا على حجم خلايا الدم الحمراء.

اما بالنسبة لخلايا الدم البيضاء، فقد أظهرت استقرارا وعدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية، مما يدل ينفي وجود استجابة التهابية حادة، كما اشارت التحاليل الإحصائية للتوزيع المئوي للحالات لوجود انخفاض معنوي لدى (10%) من افراد المجموعة المعرضة مما قد يعكس بداية تأثر هذا المؤشر الحيوي نتيجة التعرض المزمن. كما أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود فروق ذات دلالة إحصائية واضحة في النسبة المئوية للخلايا اللمفاوية (LYM%) والنسبة المئوية للخلايا المحببة (GRAN%) بين المجموعة المعرضة والمجموعة الضابطة. حيث تمثلت الفروق في تسجيل ارتفاع معنوي في النسبة المئوية ل (LYM%) لدى العمال المعرضين لأبخرة الوقود، يقابله انخفاض ملحوظ في النسبة المئوية للخلايا المحببة (GRAN%) لدى نفس المجموعة. ويعزى هذا السلوك المشترك والمتزامن للمؤشرين الى حدوث استجابة مناعية وتكيفية مبكرة من قبل خلايا الجسم الدفاعية لمقاومة نواتج الايض السامة الناجمة عن الاستنشاق المستمر للمركبات الهيدروكربونية (Eze et al 2019 ;Klaassen, 2021).

اما بالنسبة لتحليل (MID%) فقد أظهرت النتائج وجود تباين ويفسر هذا التباين فسيولوجيا، أن صعود هذه النسبة وبشكل خاص الخلايا الوحيدة والحمضية الى تعامل الجسم مع المركبات الكيميائية المستنشقة كأجسام غريبة ومثيرة للحساسية حيث تهاجر الخلايا الوحيدة وتتحول الى خلايا بلعميه (Macrophages) للتخلص من الفضلات والمخلفات الخلوية الناتجة عن الاجهاد التأكسدي (Shi &Pamer, 2011)، مما يدفع بنخاع العظم لزيادة انتاجها وطرحها في الدم. في المقابل يعود الانخفاض في هذه النسبة لدى شريحة أخرى من العمال المعرضين الى التأثير السمي التراكمي المباشر الذي تحدثه المكونات العطرية في الوقود على نضج الخلايا البيضاء في نخاع العظم (Smith, 2010)، او نتيجة للاستهلاك الكثيف لهذه الخلايا الدفاعية داخل الرئتين والاوعية الدموية، مما يؤدي الى نقصها النسبي في الدورة الدموية (Adetona et al., 2016)

كما بينت الدراسة وجود ارتفاع معنوي دال احصائيا في متوسط حجم الصفائح الدموية (MPV) لدى العمال المعرضين لأبخرة الوقود مقارنة بالمجموعة الضابطة، وارتفاع في مستوى الصفائح في الدم لدى (21%) من افراد المجموعة المعرضة. ويعزى هذا الارتفاع الإحصائي في مؤشرات الصفائح الدموية في المجموعة المعرضة مهنيا الى استجابة نخاع العظم نتيجة تحفيز مبكر لإنتاج صفائح دم أكبر حجما وأكثر فاعلية، وذلك لتعويض أي استهلاك او تأثير ناتج عن الاستنشاق المزمن للمركبات الهيدروكربونية؛ حيث تؤدي نواتج الايض السامة لهذه المركبات الى حالة من الاجهاد التأكسدي أو الاستجابة الالتهابية الأولية (Trowbridge et al., 1984). في حين لم تظهر فروق واضحة في مؤشر الكتلة الكلية للصفائح في الدم (PCT).

الاستنتاجات

يؤدي التعرض المهني المزمن لأبخرة الوقود المتطايرة في ظل الظروف المناخية الحارة لمدينة سبها الى حدوث اضطرابات فسيولوجية تحت سريرة (صامته)، تتضح بشكل رئيسي في حدوث انخفاض معنوي احصائي في مستويات البيليروبين الكلي لدى المجموعة المعرضة مقارنة بالضابطة، وارتفاع إنزيم الفوسفاتاز القلوي (ALP)، وانخفاض في مستويات (HDL)، وارتفاع في مستوى (LDL)، وعدت تغيرات تعويضية في مؤشرات الدم الكاملة (CBC). أظهرت النتائج أيضا استقرارا في بعض المؤشرات الحيوية مثل انزيمات ناقلات الأمين (ALT،AST) وأيضا المؤشرات الحيوية لوظائف الكلى (Creatinine،Urea) رغم وجود الفرق الاحصائي الدال الى انه كانت معظم نسبة نتائج الحالات داخل النطاق الطبيعي.

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 28-04-2026 - **Accepted**: 26-06-2026 - **Published**: 05-07-2026

Alq J Sci. 2026;2(6):680-688
https://doi.org/10.69667/ajs.26701
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

التوصيات

- الإلزام القانوني الصارم لجميع العاملين في محطات الوقود بارتداء معدات الحماية الشخصية (PPE).
- تطبيق برامج المراقبة الطبية الدورية والرصد الصحي المستمر بإجراء فحوصات لوظائف الكبد والكلى والدهون والدم كل 6 أشهر للكشف المبكر عن التسمم المهني.
- تطوير بيئة العمل الإدارية وتوفير الدعم الازم لنشر الوعي الصحي والثقافة المهنية الوقائية بين العمال.
- هندسة فترات العمل وتفعيل دور الجهات الرقابية لتقنين ساعات العمل اليومية لعمال التعبئة وسائقي الشاحنات بحيث لا تتجاوز المعدلات القياسية الامنة.
- تحديث البنية التحتية للمحطات لخفض معدلات الانبعاثات الغازية المتطايرة في بيئة العمل، لا سيما اثناء عمليات شحن وتفريغ الخزانات، مع إلزام المحطات بإجراء صيانة دورية للمضخات لمنع أي تسريب ناتج عن الأعطال.

المراجع

1. Adetona O, Reinhardt TE, Domitrovich J, Broyles G, Adetona AM, Kleinman MT, et al. Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public. Inhal Toxicol. 2016;28(3):95-139.
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for benzene (Draft for public comment). U.S. Department of Health and Human Services; 2024. Available from: https://www.atsdr.cdc.
3. Eze AN, Eluke BC, Eluke CC, Ezigbo E, Uzoma I. The effect of chronic occupational exposure to petroleum products on haematological and biochemical parameters of petrol attendants. J Adv Med Med Res. 2018;28(6):1-8.
4. International Agency for Research on Cancer. Chemical Agents and Related Occupations: A Review of Human Carcinogens. IARC Monographs, Volume 100F. Lyon: World Health Organization; 2012.
5. Jelkmann W. Regulation of erythropoietin production. J Physiol. 2011;589(Pt 6):1251-1258. doi:10.1113/jphysiol.2010.195057.
6. Klaassen CD. Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 9th ed. New York: McGraw-Hill; 2021.
7. Parsarad M, Ehtiati S, Olazadeh K, FarhangDehghan S, Ghorbani M, Azimian A, Vaziri MH. Hematological biochemical and liver function changes associated with BTEX exposure in a six-year retrospective cohort study. Sci Rep. 2025;15(1):5134.
8. Shi C, Pamer EG. Monocyte recruitment during infection and inflammation. Nat Rev Immunol. 2011;11(11):762-774.
9. Smith MT. Advances in understanding benzene health effects and mechanisms. Annu Rev Public Health. 2010;31:133-148.
10. Tijjani A, Yusuf AA, Kuliya-Gwarzo A. Lower hematocrit is associated with high oxidative stress and low antioxidant status in men occupationally exposed to petrol. Niger J Basic Clin Sci. 2024;21(1):65-72.
11. Trowbridge EA, et al. Platelet volume subpopulation in response to bone marrow stimulation. Clin Lab Haematol. 1984;6(3):239-248.
12. Airhomwanbor KO, Oweifa JT, Obohwemu KO, Bello GO. Effect of petrochemicals to the renal electrolytes of fuel attendants (a case study of Oluyole area in Ibadan, Nigeria). Acta Sci Med Sci. 2024;8(10).
13. Xiong F, Li Q, Zhou B, Huang J, Liang G, Zhang LE, et al. Oxidative stress and genotoxicity of long-term occupational exposure to low levels of BTEX in gas station workers. Int J Environ Res Public Health. 2016;13(12):1212.

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 28-04-2026 -* ***Accepted****: 26-06-2026 -* ***Published****: 05-07-2026*