التراكم الحيوي لعنصري الرصاص والنحاس في دم العاملين في مهن مختلفة ضمن مدينة الموصل وضواحيها

علي معن أيوب السلطان **أد. منى حسين جانكير**

الخلاصة

هدفت الدراسة الحالية تحديد تركيز كل من عنصر الرصاص والنحاس المتراكم في مصل دم العاملين في مهن مختلفة ضمن مدينة الموصل، اذ شملت الساحل الأيمن والايسر وقصر المطران، والمعرضين مهنياً للتلوث بالمعادن الثقيلة خلال عملهم اليومي للفترة من شهر حزيران ولغاية تشرين الثاني لعام 2019، اذ حسبت فترات التعرض من (5–10) و(11–20) و(أكثر من 20) سنة لـ 150عاملاً تراوحت أعمارهم بين (19–66) سنة غير المدخنين والعاملين في 6 مهن مختلفة كالعمال العاملين في حدادة السيارات ، صباغة السيارات والدور، تبديل الدهون وتشحيم السيارات ، مصلحي البطاريات السائلة السيارات ، المولدات الكهربائية ومحطة تعبئة الوقود. وتم مقارنتهم مع 30 شخصاً من الذكور الطبيعيين الاصحاء ومن سكنة قضاء الشيخان (مجمع جره) خارج مدينة الموصل ويعملون في مجال الزراعة كمجموعة سيطرة، علماً بأن اعمار العاملين ومجموعة السيطرة من نفس الفئات العمرية.

أظهرت النتائج وجود تراكم حيوي لكل من عنصر الرصاص والنحاس في مصل دم الذكور العاملين في مهن مختلفة مقارنة مع مجموعة السيطرة. وبينت النتائج ارتفاعاً غير معنوياً لكلا العنصرين لفترة التعرض (5–10) سنة، بينما أظهرت النتائج ارتفاعاً معنوياً للفترتين (11–20) و (أكثر من 20) سنة لكلا العنصرين لدى جميع المجاميع المدروسة. وحددت العلاقة بين تركيز كل من عنصر الرصاص والنحاس في مصل دم وعدد سنوات التعرض، اذ وجد ان التراكيز تزداد طردياً مع زيادة فترة التعرض وزيادة في قيمها مقارنةً بالقيم الطبيعية.

من هذه النتائج نستنتج أن لطبيعة العمل وفترة التعرض دوراً مهماً في زيادة تركيز كل من عنصر الرصاص والنحاس المتراكم في مصل دم العاملين في مهن مختلفة.

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة، الرصاص المتراكم، النحاس المتراكم، مصل الدم.

Bioaccumulation of Lead and Copper elements in the Blood of Workers in different Jobs within Mosul city and its surroundings

Abstract

The present study aimed to determine the concentration of Lead and Copper element accumulated in the blood serum of workers in different Jobs within the city of Mosul, as it included the right and left coast and the qasser almatran, and those who are professionally exposed to heavy metal pollution during their daily work for the period from June to November 2019, as periods were calculated Exposure from (5-10), (11-20) and (more than 20) years to 150 workers whose ages ranged between (19-66) years are non-smokers and workers in 6 different jobs as workers working in Blacksmithing cars, car dyeing and house, switching fats and lubricating cars, car batteries repairing , generator workers and fuel filling station workers. And those were compared with 30 healthy, normal males lived in Sheikhan residents (the Jarrah district) outside Mosul city and working in agriculture as a subjects group. Note that the ages of workers and the control group are of the same age groups.

The results showed a bioaccumulation of lead and copper in the serum of males working in different Jobs compared with control group. The results showed non-significant increase for both components for the exposure period (5-10) year, while the results showed a significant increase for the periods (11-20) and (more than 20) years for both elements in all groups studied. It determined the relationship between the concentration of both lead and copper elements in the serum and number of years of exposure, it was found that the concentration increase indirect relationship with increased exposure period with an increase in its values compared to natural values. From these results, we conclude that the nature of work and the exposure period play an important role in increasing the concentration of both lead and copper accumulated in the Serum of workers in different jobs.

Keywords: Heavy metals, Accumulated lead, copper, Blood serum.

المقدمة

يعد التلوث بالمعادن الثقيلة إحدى صور التلوث البيئي الناتج من نشاط الانسان الصناعي أو الزراعي، ففي السنوات الأخيرة اهتم العلماء والباحثين بدراستها من ناحية تواجدها في البيئة وتأثيراتها البيولوجية وعلاقة ذلك بصحة الانسان ، لذا تعد مشكلة التلوث بالمعادن الثقيلة من اخطر المشاكل البيئية، وذلك بسبب ميل هذه المعادن للتجمع والتراكم داخل النظم البيئية الحية ، واكب التطور الصناعي والتكنلوجي الهائل الاسراف في استخدام هذه المعادن الثقيلة ، اذ وصلت الى مستويات عالية من الخطورة تاركة جهداً كبيراً على البيئة ، لذا يعد الانسان أحد ضحايا الاجهاد البيئي . اذ يؤدي التعرض لهذه الملوثات البيئية لفترات زمنية طويلة الى مخاطر جمة وظروف هالكة للإنسان (Fumiaki *et al.*, 2019) .ومن الصعب وضع حد فاصل بين المعادن الثقيلة الضرورية، إذ أن جميع العناصر الثقيلة تعد سامة في حالة تواجدها بتراكيز مرتفعة، إذ لها القدرة على التفاعل مع مكونات الخلايا مما يؤدي بالإخلال بوظائفها سواء في النبات أو الحيوان أو الانسان (عبد المنعم والتركي ،2012).

ومن المعروف ايضاً أن الملوثات البيئية مثل المعادن الثقيلة السامة تسبب مشاكل في وظيفة الجهاز المناعي والفسلجي ولها القدرة على الإصابة بالأمراض السرطانية (Ji–Yeon *et al.*, 2012) ، على الرغم من ان تراكيزها لا يزيد عن أجزاء بالمليون (السعدي وجماعته ،2000) ، لذا تعد أي زيادة في تراكيز تلك المعادن داخل نسج الكائن الحي تكون سامة وضارة لذلك الكائن الحي ، بسبب عدم تحللها وهضمها بوساطة العمليات الايضية المختلفة وثبوتيتها وانتشارها لمسافات بعيدة وتراكمها في النسج الرخوة (محمود والهلالي ،Kumar, 2011; 2019).

أسهم التقدم الصناعي الحاصل في كافة المجالات الصناعية في انتشار المعادن الثقيلة مثل صناعة الاصباغ، بطاريات السيارات، اللدائن، محطات توليد الطاقة الكهربائية، مصافي النفط وصهر المعادن، مما ينتج عنه ابخرة وغازات سامة فضلاً عن النفايات المنزلية والصناعية التي تذهب مباشرة الى النهر (Sahani, 2011). لذا يعد كل من الرصاص والنحاس من الملوثات الواسعة الانتشار في البيئة والغير القابلة للتحلل، لذا ساهمت الصناعة في زيادة انتشار هذه الملوثات (Satarug *et al.*,2010). اذ يؤدي زيادة تركيز الرصاص الى مشاكل ومضاعفات خطيرة، لان له القدرة العالية على التراكم في نسج واعضاء الجسم، ويساهم بشكل مباشر في تكوين الجذور الحرة التي تؤدي الى تلف خلايا وأعضاء الجسم (Kulikiwska and Moniuszko ,2001).

يدخل الرصاص او أي معدن ثقيل أخر إلى الجسم عن طريق الامتصاص الجلدي أو الرئوي أو المعوي، اذ يمتص الرصاص من الهواء ويعتمد ذلك على معدل وعمق التنفس وكذلك حجم الدقائق، اما بالنسبة للامتصاص المعوي فيكون ضئيلاً ولا يزيد عن نسبة (5–15) % من الكمية المتناولة (Greenberg *et al.*,2003). وبعد دخول الرصاص الى الجسم يرتبط مع هيموغلوبين الدم وليس مع اغشية كريات الدم الحمر (Abadin *et al.*,2007; Buha *et al.*,2017)، اذ يكون له تأثير على تكوين كريات الدم الحمر. ففي الدول الصناعية المتقدمة اذ يضاف رابع مثيل الرصاص Pb(Ch3)4 او رابع اثيل الرصاص Pb(C2H5)4 الى وقود السيارات لتقليل الفرقعة (الجوهري ,2016 ; 2004 ,Plumlee)، التي لها تأثير كبير على البيئة والصحة بسبب الكميات الكبيرة المنبعثة من الرصاص والتي قل استخدامها لحجم خطورتها، حيث تمتص بصورة مباشرة عن طريق الاغشية المخاطية وتصل الى مجرى الدم والى أعضاء ونسج الجسم المختلفة (يحيى ،1997). لذلك يؤدي التعرض لهذا المعدن الى اضطرابات مختلفة ينتج عنها فقر الدم Anemia (Horiguchi *et al.*,2011; ATSDR,1999). كما يؤدي التعرض للرصاص الى اختزال ايونات الكالسيوم واستبدالها بالرصاص مما ينتج عنه هشاشة العظام نتيجة تراكمه واستبدالها بدل الكالسيوم (Milena *et al.*, 2019 ; 1980 ,Nieboer *et al.*)).

يوجد النحاس بكميات ضئيلة في نسج وسوائل الجسم ويكون له دوراً ضرورياً في الفعالية التحفيزية لبعض الانزيمات. ففي اللبائن يلعب دوراً مهماً في انتاج الهيموغلوبين وتطور العظام وكذلك ضروري لعمل الجهاز العصبي بصورة صحيحة، إذا كان تركيز النحاس اقل من 60 بيكوغرام /100مل يشير الى الإصابة بمرض ولسون Wilsons disease وسوء التغذية Malnutrition، اما زيادة تركيزه عن 150 بيكوغرام /100مل يشير الى تشمع الكبد أو أنواع من سرطان الدم، وكذلك قد تزداد تراكيزه في النساء اللواتي يستخدمن أقراص منع الحمل (Hohnadel *et al.*,1973).

تهدف الدراسة الحالية الى تقدير تركيز كل من عنصر الرصاص والنحاس المتراكم في مصل دم العاملين ذوي مهن مختلفة والاصحاء كمجموعة (السيطرة)، لمعرفة نسبة التلوث بتلك المعادن وبحسب فترات التعرض السنوي، ولأجل الوقوف على التأثير السلبي لتلك المعادن الثقيلة في صحة وسلامة العاملين، وإيجاد العلاقة بين سنوات العمل في تلك المهن وتغير تركيزهما كل من الرصاص والنحاس في مصل دم العاملين.

المواد وطرائق العمل

جمع العينات

تم جمع في الدراسة الحالية 150 عينة دم من الذكور العاملين في مهن مختلفة غير المدخنين تراوحت أعمارهم بين (19–66) سنة من مناطق صناعية مختلفة في مدينة الموصل، إذ شملت صناعة الساحل الأيمن والايسر وقصر المطران ، ومن مهن مختلفة كالعمال العاملين في حدادة السيارات ، صباغة السيارات والدور ، تبديل الدهون وتشحيم السيارات ، مصلحي بطاريات السيارات ، المولدات الكهربائية ومحطات تعبئة الوقود ، إذ استمرت فترة جمع العينات من شهر حزيران 2019 ولغاية تشرين الثاني 2019، فضلاً عن 30 عينة دم من الذكور الاصحاء غير المتعرضين للتلوث والذين يتمتعون بصحة جيدة وبنفس الفئات العمرية ، ومن سكنة قضاء الشيخان (مجمع جره) خارج مدينة الموصل ويعملون في مجال الزراعة (بوصفهم كمجموعة سيطرة) . وتم جمع معلومات من العاملين والاصحاء حسب استمارة الاستبانة لكل شخص والمتضمنة الاسم، العمر، السكن، المهنة، عدد ساعات العمل اليومي، عدد سنوات العمل او الخدمة وقد استبعد الأشخاص الذين يعانون من الأمراض المزمنة المختلفة كداء السكر وضغط الدم وأمراض الكلى والكبد.

جمع وحفظ عينات الدم

سحب 5 مل من الدم الوريدي بدون استعمال التورنيكا Tourniquet ووضع في انابيب Jell tube ذات غطاء محكم خالية من أي مادة مانعة للتخثر، وتركت الانابيب لمدة 20 دقيقة في درجة حرارة الغرفة، وفصل الدم للحصول على المصل بوساطة جهاز الطرد المركزي بسرعة 3000 دورة لكل دقيقة ولمدة 15 دقيقة، وسحب المصل ووضع في انابيب ابندروف Eppendorf tube نظيفة ومعقمة، وحفظ بدرجة (−20)° م لحين تقدير تراكيز كل من الرصاص والنحاس فيه (المشهداني ،2013).

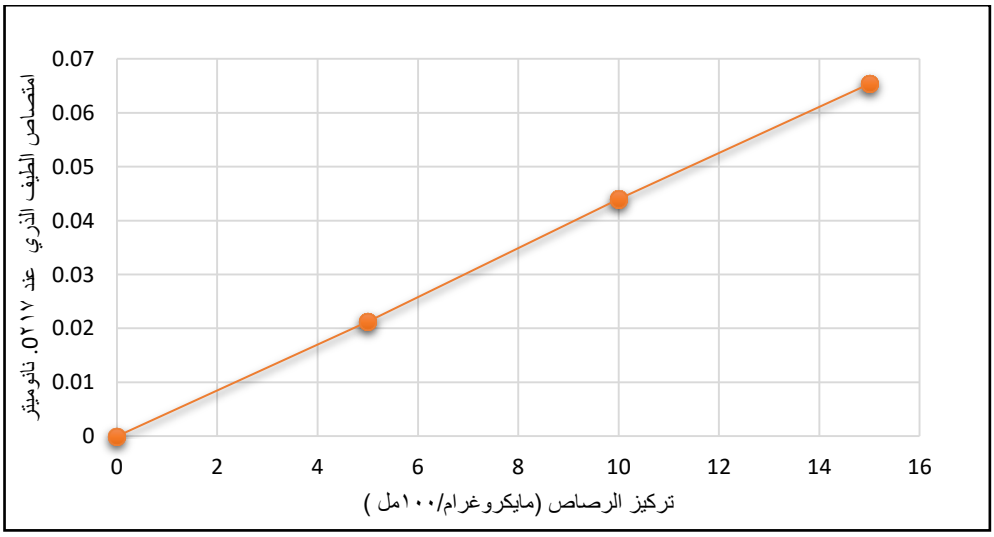
تقدير تركيز الرصاص والنحاس في مصل الدم

قدر تركيز الرصاص والنحاس المتراكم في مصل الدم اعتماداً على الطريقة الواردة (الزبيدي واخرون 2016; Femandez, 1982).
قيست الامتصاصية للمصل باستخدام جهاز المطياف الذري Atomic absorption Spectrophotometer من نوع PYE موديل SP 191 المجهز من شركة أسترالية.

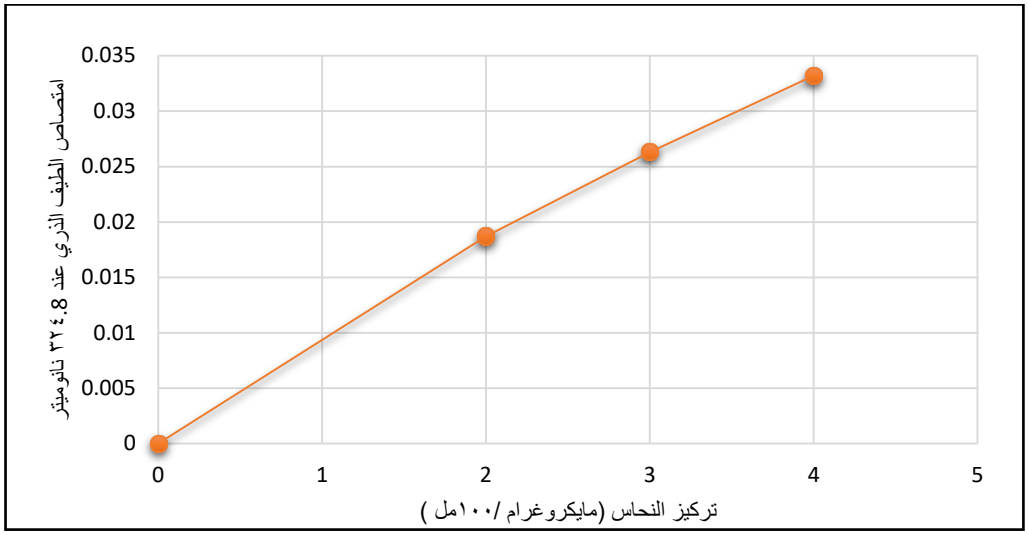
إذ قيس الرصاص عند الطول الموجي 217.0 نانوميتر والنحاس 324.8 نانوميتر، تم تحويل قياس الامتصاص الذري الى وحدات تركيز بالاعتماد على المنحنيات القياسية المحضرة وبتراكيز مختلفة لكل من عنصر الرصاص والنحاس كما في الشكل (1) و(2)، اذ تم تقدير كل منهما في مصل دم العاملين والسيطرة بوحدة (مايكروغرام/100مل).

التحليل الاحصائي

حللت النتائج احصائياً باستخدام برنامج IBM®SPSS Statistics Version 24، بوساطة اختبار تحليل التباين ANOVA باستعمال اختبار دنكن SNK & Duncan test للمقارنة بين مجاميع العمال مع مجموعة السيطرة لإيجاد تأثير فترة التعرض، وعدت النتائج معنوية عند مستوى احتمالية ($P\leq0.05$) (Stell&Torrie ,1980).



الشكل (1): المنحنى القياسي الذي يمثل العلاقة بين تركيز الرصاص وطيف الامتصاص الذري عند الطول الموجي 217.0 نانوميتر.



الشكل (2): المنحنى القياسي الذي يمثل العلاقة بين تراكيز النحاس المختلفة وطيف الامتصاص الذري عند الطول الموجي 324.8 نانوميتر

النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج في الجدول (1) ارتفاعاً معنوياً في معدل تركيز الرصاص المتراكم في مصل دم العاملين في حدادة السيارات، صباغة السيارات والدور، محطة تعبئة الوقود، تبديل الدهون وتشحيم السيارات، محطة توليد الطاقة الكهربائية ومصلحي بطاريات السيارات، وبنسبة 164 ،163، 161، 152، 135 و133 % على التوالي مقارنة مع مجموعة السيطرة. ويعزى هذا الفرق في التركيز الى التعرض المستمر للرصاص، إذ يزيد تركيزه في مصل دم العاملين في المناطق الصناعية الملوثة بالمعادن الثقيلة مقارنة مع مجموعة السيطرة المدروسة وهم الأشخاص القاطنين في المناطق الريفية البعيدة عن مناطق التلوث والعاملين في المجال الزراعي.

الجدول (1): معدل تركيز كل من عنصر الرصاص والنحاس(ميكروغرام/100مل) المتراكم في مصل دم العاملين في مهن مختلفة.

تركيز العنصر / مجاميع العمال	العدد	تركيز الرصاص المعدل ± الخطأ القياسي	% للتركيز	% للزيادة	تركيز النحاس المعدل ±الخطأ القياسي	% للتركيز	% للزيادة
السيطرة	30	0.977±2.698 d	100	-----	0.601±1.917 d	100	-----
حدادة السيارات	23	1.990±7.120 b	264	164	2.420±6.288 bc	328	228

صباغة السيارات والدور	24	2.599±7.094 b	263	163	2.068±5.457 bc	285	185
تبديل الدهون وتشحيم السيارات	25	2.885±6.297 bc	252	152	2.022±5.649 bc	295	195
مصلحي بطاريات السائلة للسيارات	25	3.144±7.035 b	233	133	2.153±5.626 bc	293	193
محطة توليد الطاقة الكهربائية	25	4.220±6.810 bc	235	135	1.514±5.887 bc	307	207
محطة تعبئة الوقود	28	3.176±6.344 bc	261	161	2.222±6.304 bc	329	229

* المعدل ± الخطأ القياسي تمثل لثلاث مكررات.

** الأرقام المتبوعة بأحرف مختلفة عمودياً تدل على وجود فروق معنوية بينها عند مستوى احتمال ($p\leq0.05$) والعكس صحيح بحسب اختبار دنكن (Duncan test).

تبين النتائج الموضحة في الجدول (2) والشكل (3) الى ارتفاع غير معنوي في تركيز الرصاص المتراكم للفترة من (5–10) سنة في مصل دم العاملين في مهن مختلفة، مقارنة مع مجموعة السيطرة.

كما أظهرت النتائج وجود ارتفاعاً معنوياً في تركيز الرصاص المتراكم للفترة من (11–20) و(أكثر من 20) سنة في مصل دم العاملين مقارنة مع مجموعة السيطرة. اذ بلغت اعلى نسبة تراكم للرصاص في دم العاملين لفترة التعرض (أكثر من 20) سنة في عمال المولدات الكهربائية بنسبة 332% واقل نسبة ارتفاع في عمال حدادة السيارات بنسبة 231% مقارنة مع مجموعة السيطرة.

أوضحت النتائج في الجدول (2) والشكل (3) ازدياد تركيز الرصاص في مصل دم العاملين في مهن مختلفة تصاعدياً مع تقدم سنوات التعرض أي بزيادة سنوات العمل، كما أظهرت هذه النتائج ان لطبيعة العمل وفترة التعرض دوراً مهماً في ارتفاع تركيز الرصاص المتراكم في مصل دم العاملين في القطاع الصناعي. تتفق نتائج هذه الدراسة مع ما توصل اليه كل من الفهادي (2002) الى ارتفاعاً معنوياً في تركيز الرصاص المتراكم في دم المتعرضين مهنياً (عمال البطاريات السائلة، سواق الحافلات، منتسبي المرور، مشغلي المولدات وعمال

النفط) في مدينة الموصل وبنسب مختلفة واعلى نسبة رصاص متراكم كان في دم عمال البطاريات السائلة في جميع فترات التعرض التي تشمل 5 او 20 سنة، واوعز ذلك الى التعرض مع التماس المباشر لهذا العنصر خلال استخدامه في صناعة تلك البطاريات. كما توصل طليع واخرون (1989) والأسد ومنعم (2000) الى ارتفاع تركيز الرصاص في دم عمال الاصباغ ويليهم عمال البطاريات السائلة ثم منتسبي المرور في مدينة الموصل في العراق، وفي سوريا. اذ اوعزوا ذلك لسببين، أولهما ان لديهم تراكماً مسبقاً لهذا العنصر في الدم يعود الى استنشاق الهواء الملوث، ثم امتصاصه عن طريق الجهاز التنفسي، والسبب الثاني هو امتصاصه عن طريق الجلد السليم او دخوله عن طريق الجروح والخدوش في الجلد وخاصةً عند مزج وتحضير الاصباغ اثناء عملية طلاء السيارات والدور (ارناؤوط ،1999).

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع ما توصلت اليه جانكير والصفار (2009) الى ان الصباغين هم أكثر الفئات المهنية تعرضاً وتراكماً للرصاص للفترات (اقل من 10) و (11–20) و(أكثر من 20) سنة. وأشارت الى ان لطبيعة العمل وفترة التعرض أثر على تراكم الرصاص في دم العاملين في القطاع الصناعي. كما تتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه جانكير والدباغ (2008) وعثمان واخرون (2009) في ارتفاع تركيز الرصاص المتراكم في دم العاملين المتعرضين للتلوث مهنياً في المناطق المدروسة ضمن مدينة الموصل وكركوك، اذ امتازت منطقة قصر المطران (عمال البطاريات السائلة) ارتفاعاً ملحوظاً في تركيز الرصاص المتراكم في دم هؤلاء العاملين في تلك المنطقة مقارنة مع السيطرة، أظهرت نتائج هذه الدراسة زيادة تركيز الرصاص المتراكم في مصل دم العاملين في المولدات الكهربائية ومحطة تعبئة الوقود وهذه تتفق مع ما توصل اليه النوري (2002) في دراسته لمستويات بعض المعادن النزرة عند عمال مهن مختلفة في مدينة الموصل، اذ أشار الى ارتفاع تركيز الرصاص في دم عمال مصلحي بطاريات السيارات السائلة، ويليهم عمال محطة تعبئة الوقود واخيراً مشغلي المولدات مقارنة مع مجموعة السيطرة، كما توصل مهدي (1997) في دراسته لمستويات الفلزات الثقيلة عند مجموعات مختارة متعرضة لخطورة التلوث في البصرة الى ان هناك ارتفاعاً معنوياً بين مستويات الرصاص في الدم وفترات التعرض لعمال البطاريات وميزانية الإطارات وعمال اللحيم بالرصاص والصباغين بينما توصل الى عدم وجود فروقات معنوية في فترة التعرض لشرطة المرور وعمال محطة الوقود.

يعزى سبب زيادة تركيز الرصاص المتراكم في مصل دم العاملين في المولدات الكهربائية ومحطة تعبئة الوقود الى إضافة رابع اثيل او مثيل الرصاص الى الوقود سواء كان كازولين او بنزين التي تزيد من كفاءة احتراق الوقود وتقلل من فرقعة الاحتراق الداخلي، وتطرح اكاسيد الرصاص مع غازات العوادم وتلوث الهواء الجوي، لذا ينتج عنه الإصابة بالأمراض التنفسية (الصفاوي والسنجري 2019 ; الجوهري، 2019 ; Uzma *et al.*، 2008).

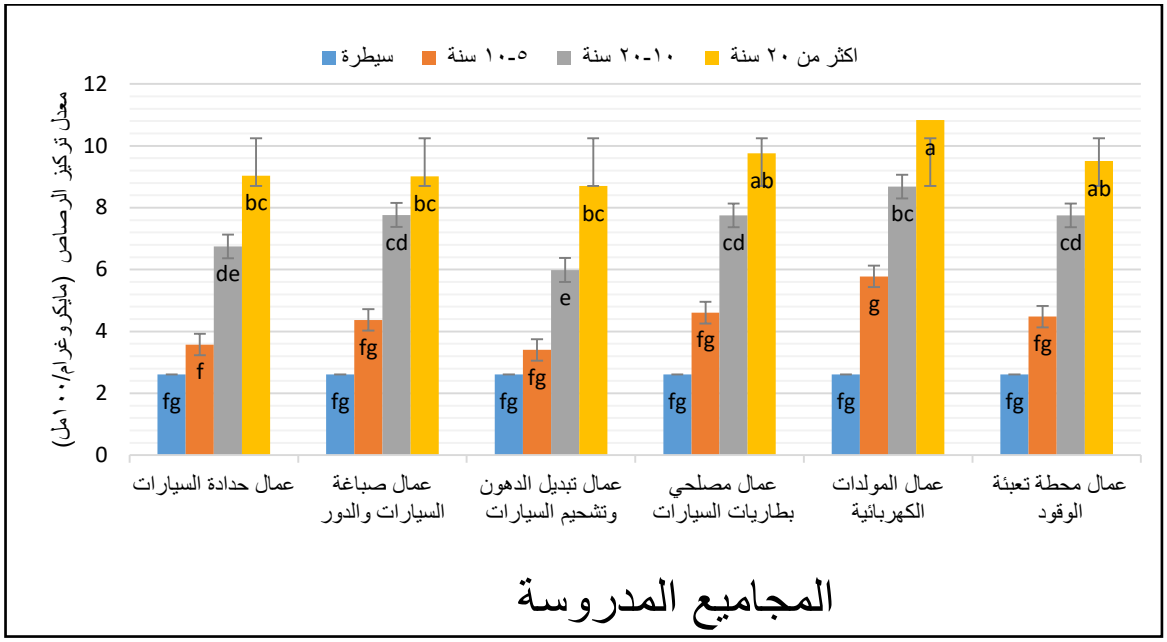
الجدول رقم (2): مقارنة بين تركيز الرصاص المتراكم (ميكروغرام /100مل) في مصل دم العاملين في مهن مختلفة وحسب فترات التعرض السنوية المختلفة

فترة	10–5		%	20–11	%	%	اكثر من 20	%	%

التعرض (سنة) / مجاميع العمال	**تركيز الرصاص *المعدل ± الخطأ القياسي	% للتركيز	للزيادة	**تركيز الرصاص *المعدل ± الخطأ القياسي	للتركيز	للزيادة	**تركيز الرصاص *المعدل ± الخطأ القياسي	للتركيز	للزيادة
السيطرة	1.116±2.687 fg	100	--	1.116±2.687 fg	100	--	1.116±2.687 fg	100	--
حدادة السيارات	1.087±4.367 f	163	63	0.432±6.750 de	251	151	0.628±8.907 bc	331	231
صباغة السيارات والدور	1.667±4.790 fg	178	78	0.851±7.766 cd	289	189	0.776±9.079 bc	338	238
تبديل الدهون وتشحيم السيارات	0.937±5.138 fg	191	91	0.700±6.538 e	243	143	1.102±9.164 bc	341	241
مصلحي بطاريات السائلة للسيارات	2.25±5.150 fg	192	92	0.771±6.866 cd	256	156	0.731±9.821 ab	366	266
المولدات الكهربائية	0.575±4.533 g	169	69	1.046±7.420 bc	275	175	2.069±11.608 a	243	233
محطة تعبئة الوقود	1.090±4.580 fg	170	70	1.258±8.117 cd	302	202	0.899±9.648 ab	359	259

* المعدل ± الخطأ القياسي يمثل لثلاث مكررات.

** الأرقام المتبوعة بأحرف مختلفة عمودياً تدل على وجود فروق معنوية بينها عند مستوى احتمال ($p \leq 0.05$) والعكس صحيح بحسب اختبار دنكن (Duncan test).



الشكل (3): تركيز الرصاص المتراكم في مصل دم العاملين في مهن مختلفة وحسب فترات التعرض السنوية

أظهرت النتائج في الجدول (1) ارتفاعاً معنوياً في معدل تركيز النحاس المتراكم في مصل دم العاملين في محطة تعبئة الوقود، حدادة السيارات، المولدات الكهربائية، تبديل الدهون وتشحيم السيارات، مصلحي بطاريات السيارات وصباغة السيارات والدور وبنسبة 229، 228 ،207، 195، 193 و185 % على التوالي مقارنة مع مجموعة السيطرة. بينت النتائج الموضحة في الجدول (3) والشكل (4) الى وجود ارتفاع غير معنوي في تركيز النحاس المتراكم في مصل دم العاملين للفترة (5–10) سنة، إذ كانت اعلى نسبة له في عمال مصلحي البطاريات بنسبة 114% وأقل نسبة في عمال صباغة السيارات والدور بنسبة 42%. وكما اظهرت النتائج في الجدول (3) والشكل (4) وجود ارتفاع معنوي في تركيز النحاس المتراكم في مصل دم العاملين في جميع المهن المدروسة للفترة (11–20) و(أكثر من 20) سنة مقارنة مع السيطرة اذ بلغت اعلى نسبة تراكم للنحاس في مصل دم العاملين للفترة (أكثر من 20) سنة في حدادة السيارات، مصلحي بطاريات السيارات، المولدات الكهربائية ومحطة تعبئة الوقود وبنسبة 340،329،302،300 % على التوالي.

تتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما توصل اليه كل من (مهدي،1997 ; الصالحي واخرون، 2002 ; الدباغ، 2006 ; الحميش واخرون ،2007) اللذين توصلوا الى ارتفاع تركيز النحاس المتراكم في دم العاملين في مهن مختلفة والأكثر تعرضاً للنحاس المتراكم في اجسامهم. ويعزى سبب ارتفاع النحاس المتراكم في دم العاملين في حدادة السيارات الى طبيعة العمل المعتمد على استخدام النحاس كمادة أساسية في عملية اللحام لدى هؤلاء العمال. كما يعزى زيادة فترة التعرض التي لها دوراً مهماً في ارتفاع تركيز النحاس المتراكم في دم العاملين في المهن الصناعية المختلفة المدروسة، نستنتج من ان التعرض المهني للنحاس وارتفاع نسبته غير الطبيعية في المناطق الصناعية الملوثة مقارنة مع المناطق الريفية الخالية من الملوثات.

يعزى سبب زيادة تركيز النحاس لدى عمال حدادة السيارات، مصلحي البطاريات السائلة للسيارات، المولدات الكهربائية ومحطة تعبئة الوقود في المناطق الصناعية المعرضين لفترة (أكثر من 20) سنة الى دخول عنصر النحاس كمادة أساسية في تلك المهن، مما يزيد من انبعاثه الى الهواء ثم الاستنشاق المباشر لأبخرة النحاس المتصاعدة من المواد المستعملة في التصنيع واللحام (العمر، 2000). لذا أظهرت نتائج

هذه الدراسة ان تركيز النحاس المتراكم يزداد تصاعدياً مع تقدم فترات التعرض السنوي، اذ لوحظ ان تركيز النحاس المتراكم في مصل دم العاملين لأكثر من 20 سنة اعلى من تركيزه لدى العاملين في فترة (5–10) و (11–20) سنة.

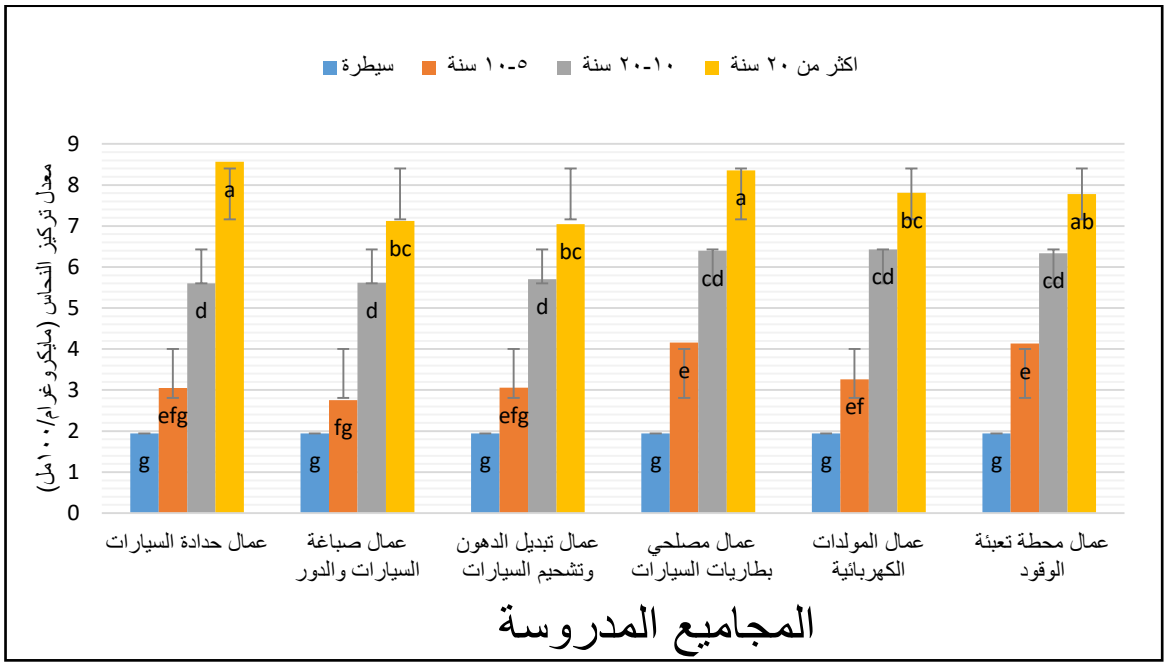
الجدول رقم (3): مقارنة بين تركيز النحاس المتراكم (ميكروغرام/100مل) في مصل دم العاملين في مهن مختلفة وحسب فترات التعرض السنوية المختلفة.

فترة التعرض (سنة) / مجاميع العمال	10–5		20–11		اكثر من 20			
	**تركيز النحاس *المعدل ± الخطأ القياسي	% للتركيز	**تركيز النحاس *المعدل ± الخطأ القياسي	% للتركيز	**تركيز النحاس *المعدل ± الخطأ القياسي	% للتركيز	% للزيادة	% للزيادة
السيطرة	0.569±1.9457 g	100	--	0.569±1.9457 g	100	--	100	--
حدادة السيارات	01.474±3.050 efg	157	57	000.753±5.60 d	289	189	440	340
صباغة السيارات والدور	1.257±2.7550 fg	142	42	00.392±5.618 d	289	189	366	266
تبديل الدهون وتشحيم السيارات	01.341±3.060 efg	157	57	00.966±5.705 d	293	193	362	262
مصلحي بطاريات السائلة للسيارات	01.0705±4.158 e	214	114	001.805±6.40 cd	329	229	429	329
المولدات الكهربائية	00.964±3.260 ef	168	68	1.031±6.4286 cd	330	230	402	302

محطة تعبئة الوقود	00.669±4.133 e	212	112	0.6355±6.3314 cd	325	225	0.4099±7.7767 ab	400	300

* المعدل ± الخطأ القياسي يمثل لثلاث مكررات.

**الأرقام المتبوعة بأحرف مختلفة عمودياً تدل على وجود فروق معنوية بينها عند مستوى احتمال ($p \leq 0.05$) والعكس صحيح بحسب اختبار دنكن (Duncan test).



الشكل (4): تركيز النحاس المتراكم في مصل دم العاملين في مهن مختلفة وحسب فترات التعرض السنوية

نستنتج من نتائج الدراسة الحالية أن العلاقة بين تركيز كل من عنصر الرصاص والنحاس في مصل دم العاملين في مهن مختلفة وعدد سنوات التعرض هي علاقة طردية، أي يزداد التركيز لكلا العنصرين مع زيادة فترة التعرض مقارنة مع القيم الطبيعية.

المصادر

- ارناؤوط، محمد (1999). " الانسان وتلوث البيئة "، الطبعة الاولى، الدار المصرية اللبنانية، القاهرة.
- الأسد، بشرى حافظ ومنعم، فوزة (2000). مستوى الرصاص في دم عمال المصانع في سورية. المجلة العربية للعلوم الصيدلانية، المجلد 1، العدد 7: 11-19.
- جانكير، منى حسين والدباغ، عمار غانم (2008). تأثير التراكم الحيوي للرصاص في عدد من المتغيرات الكيموحيوية للإنسان ضمن مدينة الموصل. مجلة تكريت للعلوم الصرفة، المجلد 13، العدد (3): 44-55.
- جانكير، منى حسين والصفار، هلا عبد الهادي (2009). دراسة بعض المتغيرات الكيموحيوية في مصل دم العاملين في القطاع الخدمي المتعرضين للرصاص. مجلة التربية والعلم المجلد 22، العدد 1: 17-31.

- الجوهري، احسان فليح حسن (2019)."المفاهيم الأساسية لعلم البيئة والتلوث" دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- الحميش، موسى جاسم محمد; عبد، رياض عباس والعبيدي، صالح محمد رحيم (2007). تلوث دم العاملين في معمل صناعة الأسمدة – بيجي بالعناصر الثقيلة. مجلة التربية والعلم، المجلد 19، العدد 2: 12–22.
- الدباغ، عمار غانم امين (2006). دراسة بيئية لتأثير النحاس والكادميوم والرصاص في صحة الانسان ضمن مدينة الموصل. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.
- السعدي، حسين علي; ثائر، إبراهيم قاسم وموفق، حسين محمد (2000). التأثير السمي لخليط بعض المعادن الثقيلة في بيئة طحلب *Scenedesms quzdricanda*. مجلة أبحاث البيئة والتنمية المستدامة، المجلد 3، العدد 2: 39–51.
- الصالحي، نيران جاسم; سكر، ضمياء قاسم; خلف، مؤيد نعيم; جبار، عادل صالح وحمزة، اميرة كريم (2002). قياس تراكيز العناصر النزرة في دم العاملين في مصانع الشركة العامة للصناعات البتروكيميائية في محافظة البصرة. المجلة العراقية لعلم الاحياء، المجلد 2، العدد 2: 272–278.
- الصفاوي، عبد العزيز يونس طليع والسنجري، وفاء عصام عبد القادر (2019). التراكم الحيوي لعنصري الرصاص والزنك في المجموعة الخضرية لنبات القصب *Phrgmatis australis* النامي في وادي الخرازي في مدينة الموصل، العراق. مجلة علوم الرافدين، المجلد 28، العدد 2: 38–44.
- طليع، عبد العزيز يونس; عباوي، سعاد عبد وحبش، علي قاسم (1989). مقارنة تراكيز الدم بين المتعرضين مهنياً لمركبات الرصاص. مجلة التربية والعلم، العدد 9، 41–49.
- عبد المنعم، عصام محمد والتركي، أحمد إبراهيم (2012)."العناصر الثقيلة مصادرها واضرارها على البيئة والانسان ". جامعة القصيم، مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية.
- عثمان، موفق يحيى; جاسم، وفاء محمود وفارس، حسين حمود محمد (2009). تقدير مستويات الرصاص في دم العاملين بورش تصليح البطاريات السائلة في مدينة كركوك وعلاقتها ببروتينات الدم. مجلة التقني، المجلد 22، العدد 2: 38–44.
- العمر، مثنى عبد الرزاق (2000)."التلوث البيئي". مطبعة دار الأوائل للطباعة والنشر، عمان، الأردن.
- الفهادي، نبيل حمد الله عزيز (2002). مقارنة لتأثير اول أوكسيد الكاربون والرصاص والكادميوم في دم العاملين بتماس مع هذه الملوثات. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.
- محمود، ايمان سالم والهلالي، لؤي عبد (2019). دراسة مستويات المعادن الثقيلة والاساسية في السائل الامنيوني لدى الحوامل المترافقة مع ارتفاع ضغط الدم. مجلة علوم الرافدين، المجلد 28، العدد 1: 53–68.
- المشهداني، نور عبد الحليم عبد الرحمن (2013). دراسة تأثير البنزين العطري على بعض مكونات الدم وانزيمات الكبد ALP,ALT,AST ومستوى اليوريا في الدم لدى العاملين في محطات تعبئة الوقود في محافظة الانبار. مجلة تكريت للعلوم الصرفة المجلد 18، العدد 4: 35–38.
- مهدي، جواد كاظم (1997). مستويات الفلزات الثقيلة عند مجموعات مختارة متعرضة للخطورة في البصرة. رسالة ماجستير، كلية الطب، جامعة البصرة، العراق.
- النوري، محمد خالد جمال الدين (2002). دراسة مستويات بعض المعادن النزرة والفحوصات الكيمياوية ذات العلاقة في عمال مهن مختلفة. رسالة ماجستير، كلية الطب، جامعة الموصل، العراق.

- يحيى، باسل محمد (1997). الرصاص في اجسامنا ومحيط معيشتنا وفي غذائنا ودوائنا. مجلة الدواء العربي، المجلد 16، العدد 1: 112-119.
- Abadin, H.; Ashizawa, A.; Stevens, Y.; Llados, F.; Diamond, G.; Sage, G.; Citra, M.; Quinones, A.; Bosch, S. and Swarts, S. (2007). "Toxicological profile for lead, The United States Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry": Atlanta, GA, USA.
- ATSDR. (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (1999). Lead toxicology cases study. ATSDR Publication.
- Buha, A.; Wallace, D.; Matovic, V.; Schweitzer, A.; Oluic, B.; Micic, D.; Djordjevic, V. (2017). Cadmium exposure as a putative risk factor for the development of pancreatic cancer. Three different lines of evidence. BioMed Res. Int., 31(16):837-981.
- Fernandez, F. and Kahn, H. (1971). The determination of lead in whole blood by atomic absorption spectrophotometry with the Delves sampling cup technique. CLINCAL CI-EMISTRY, 20(9):1199-1203.
- Fumiaki I.; Yoko S. and Tomoyuki I. (2019). Measurement and clinical significance of lipid peroxidation as a biomarker of oxidative stress: oxidative stress in diabetes, atherosclerosis, and chronic inflammation. J. Antioxidants, 72(8):10-90.
- Greenberg, M.I.; Hamilton, R.J.; Phillips, S.D. and Mc-Cluskey, G.J. (2003). "Occupation, industrial and environmental toxicology". 2nd ed., USA.
- Horiguchi, H.; Oguma, E.; Kayama, F. (2011). Cadmium induces anemia through interdependent progress of hemolysis, body iron accumulation, and insufficient erythropoietin production in rats. Toxically. Sci., (122):198-210.
- Ji-Yeon, L.; Jae-Hoon, K.; Dal –Woong, Ch.; Dong-Woo, L.; Jun-Hyun, P.; Hye-Jung, Y.; Hee-Soo, P.; Ho-Jang, K. and Kyung-Su, P. (2012). The Association of heavy metal of blood and serum in the Alzheimer's Diseases. Toxical. Res., 28(2): 93-98.
- Kulikowska-Karpinska, E. and Moniuszko, J. (2001). Lead and zinc influence on antioxidant enzyme activity and malondialdehyde concentrations. Polish J. of Environ. Studies, 10(3):161-165.
- Kumar, S. (2011). Occupational, environmental and lifestyle factors associated with spontaneous abortion. Reprod. Sci.,18: 915-103.
- Milena A.; Aleksandra B.D.; Evica A.; Biljana A.; Momcilo S.; Jelena K.; Vesna S.K.; Milos J.; Novica B.; David W. and Zorica B. (2019). Toxic effect of acute cadmium and lead exposure in rat blood, liver, and kidney. Int. J. Environ. Res. Public Health, 274(16):1-21.

- Nieboer, E.and Richardson, D. (1980). The replacement of the nondescript term "heavy metals" by a biologically and chemically significant classification of metal ions. Environ. Pollute., (1): 3–26.
- Plumlee, K. (2004). "Clinical veterinary toxicology".1st ed., Mosby Inc., United States.
- Sahani, S. k. (2011). "Hazardous metals and minerals pollution in India Sources, Toxicity and management". Apposition paper. India National Science Academy. Bahadurshah Zafar Marg. New Delhi.
- Satarug, S.; Garrett, S.; Sens, M.; Sens, D. (2010). Cadmium, environmental exposure, and health outcomes. Environ. Health Perspect., (118):182–190.
- Steel, R.G. and Torrie, J.H. (1980). "Principles and procedures of statistics". 2nded., McGrraw-Hill Company, Inc., London.
- Uzma, N.; David, M. and Reddy V. (2008). Impact of organic solvents and the physiological function in petrol filling workers. Int. J. Environ. Res. Public Health, 5(3):193-46.