المجلة العراقية
لبحوث السوق وحماية المستهلك

المجلد (11) العدد (1)
لسنة 2019

تقدير نزر بعض العناصر الثقيلة في الشعر البشري كمؤشر للتلوث البيئي

http://dx.doi.org/10.28936/jmracpc11.1.2019.(3)

رزان جلال خيربك
مدرس دكتوره، جامعة الحواش الخاصة، سوريا Razan.8885@gmail.com

تاريخ استلام البحث: 2019/1/10 تاريخ قبول النشر: 2019/4/8

الخلاصة

تناولت هذه الدراسة تقدير تراكيز نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) في شعر بعض المتبرعين في عدة مناطق من محافظة اللاذقية، حيث شملت الدراسة محورين أساسين، المحور الأول وهو محور السكن (الريف، المدينة، منطقة صناعية)، أما المحور الثاني فهو محور العمل بمهن مختلفة (تعدين، بلاستيك، بطاريات)، وجمعت عينات الشعر وأخضعت لسلسة من العمليات شملت الغسل والتجفيف والتهضيم، ثم حللت بواسطة جهاز مطيافة الكتلة البلازمية المقرونة حثياً (ICP-MS) لتحديد تراكيز العناصر (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) في شعر المتبرعين، وأظهرت الدراسة ارتفاعاً في تراكيز جميع العناصر المدروسة عند المتبرعين في المدينة والمناطق الصناعية بالمقارنة مع الريف، كما بينت الدراسة أن محتوى العناصر يكون مرتفع عند عمال التعدين والبلاستيك والبطاريات بالمقارنة الموظفين الإداريين مما يعطي مؤشراً واضحاً وارتباطاً وثيقاً بين تراكيز هذه العناصر في الشعر ومقدار التلوث البيئي.

الكلمات مفتاحية: الزنك، النحاس، النيكل،الكادميوم، الرصاص، ICP- MS ، تحليل الشعر، التلوث البيئي.

DETERMINATION OF SOME TRACE ELEMENTS IN HUMAN HAIR AS ENVIRONMENTAL POLLUTION INDICATOR.

Razan Galal KHerbik
Lecture, Ph.D. Al Hawash University, Syria. Razan.8885@gmail.com

ABSTRACT

Trace Elements (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) level were examined in hair of donors from industrial areas, cities and village, and in permanent contact with a polluted workplace environment in lattakia. Hair sample were analyzed for their contents of the trace elements by inductivity coupled plasma- mass spectrometer (ICP- MS). It was found that the contents of (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) in the hair were significantly higher in the industrial areas and cities, while in the village had the lower concentration of elements. Correlation coefficients between the levels of the elements in hair found in this study showed that hair is a good indicator of Environmental Pollution.

Keywords: Copper, Nickel, Zinc, Cadmium, Lead, ICP MS, Hair analysis, Environmental Pollution.

المقدمة: Introduction

يعتبر التلوث البيئي مشكلة حقيقية من مشاكل العالم الحالية، ولقد أجمعت الدراسات على مر السنين بأن التلوث البيئي يؤثر تأثيراً مباشراً على صحة الجسم، وحظي التلوث بالعناصر الثقيلة، وهي العناصر التي يزيد وزنها النوعي (كثافتها) عن $5mg/cm^3$، وحضي هذا الموضوع في السنوات الأخيرة باهتمام كبير ذلك لأن هذه المعادن كالرصاص والكادميوم والزنك والنحاس والنيكل وغيرها ذات تأثير سام من جهة بالإضافة إلى صفتها التراكمية في الأنسجة الحية من جهة أخرى، ولقد أدى تمركز الصناعة في المدن وما يلحق بها من نشاطات علمية وتجارية وزيادة وسائط النقل وغيرها إلى تحول البيئة في كثير من المدن وخاصة الصناعية منها إلى بيئة ملوثة بالغازات والعناصر المعدنية، وتعد العناصر المعدنية الثقيلة واحدة من الملوثات شديدة الخطورة وذلك لأن عدداً كبيراً منها له تأثيرات سامة ويمكن أن يتراكم في أنسجة الكائنات الحية ومنها الإنسان على وجه الخصوص.

يعد التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة واحداً من المشكلات المقلقة وذلك للأسباب التالية:

1- التأثير الضار لبعض هذه العناصر في الكائنات الحية حتى ولو وجدت بتراكيز ضئيلة كما أن لبعضها تأثيرات مسرطنة.
2- تعدد هذه العناصر وتنوع مصادرها.
3- قابلية عدد كبير من هذه العناصر للتراكم في أجسام الكائنات الحية إلى درجة تؤدي أحياناً إلى تسممها **(Munir, 2006)**.

تصل هذه المعادن للبيئة بعدة طرق:

*عن طريق الجو: حيث تطلق مداخن المصانع العديد من أكاسيد المعادن إلى الهواء الذي يتلوث وينقل هذا التلوث للإنسان والحيوان والنبات، وكذلك تنفث عوادم السيارات أكاسيد الرصاص الناتجة من احتراق رابع ايثيل الرصاص إلى الجو وهذه إحدى أكبر طرق التلوث بالرصاص.

*عن طريق الماء: حيث تصب مخلفات بعض المصانع المجاورة للبحر في المياه ، فتؤدي إلى تلوث الكائنات البحرية بالمعادن وانتقالها عن طريق الصيد البحري إلى الإنسان والحيوان . ..

*عن طريق التربة: وهذه طريقة انتقال الفلزات حيث تصدأ المعادن المرمية على الأرض بفعل الرطوبة فتذوب مع المياه والأمطار وتنزل في طبقات التربة مؤدية إلى تلوث مصادر مياه الشرب الجوفية والنباتات بالمعادن.

وترتبط مستويات العناصر في الشعر بعبء الجسم وبالابتلاع الماضي أو المزمن لهذه العناصر، وعند إجراء تحليل للشعر من أجل تحديد تراكيز العناصر سوف يعكس تركيزها في الجسم بشكل دقيق ويعكس مقدار التلوث للشخص المتبرع، والتلوث بالمعادن الثقيلة يمكن أن تنشأ أيضاً من مصادر عديدة ولكن الأكثر شيوعا يمكن أن ينشأ من الأعمال الكثيرة التي يعمل بها الإنسان كالتعدين والطلاء وغيرها من الأعمال، و أيضاً من البيئة التي يسكن بها الإنسان، وتكون دراسة تركيز المعادن الثقيلة في الجسم البشري هامة جداً في البحث عن العلاقات بين صحة الجسم والتعرض للعناصر من خلال التلوث البيئي، وفي السنوات الأخيرة أصبح تحديد تراكيز المعادن في الشعر البشري شائعاً لمراقبة التعرض للتلوث البيئي **(Susan, 2007)**، اذ استخدم الشعر منذ فترة طويلة كمؤشر لحالة الجسم الداخلية، فمنذ أكثر من 200 سنة استخدم اختبار الشعر لقياس المستويات الزرنيخية في الجسم، وانتشر تحليل الشعر بشكل أكبر منذ 50سنة **(Krejpdo, 1999)**، وأكدت الدراسات التي أجريت بالوكالات المستقلة على مر السنين أنَّ استعمال تحليل الشعر هو أحد التحاليل المهمة للمراقبة الحيوية لآثار العناصر الثقيلة التي تتوضع داخل الجسم، كما إن برنامج الوكالة الدولية للطاقة الذرية والوكالة البيئية الأمريكية (EPA) استنتجا بأن الشعر يستخدم بشكل جيد وموثوق لقياس المعادن العالية السمية مثل الرصاص والكادميوم والزئبق...حيث أن هذه المعادن تتركز في الشعر بالإضافة إلى الدم والبول، وبما أنَّ الشعر هو أسهل هذه المواد للتحليل، حيث لا يسحب دم ولا يكسر عظم، وإنما يؤخذ قليل من الشعر ويعالج، ثمَّ يحقن في جهاز التحليل، كما إن الشعر على خلاف الأنسجة الحيوية الأخرى مستقر حيوياً ويخزّن بسهولة ويشحن بسهولة، ولا يتأثر بالتغيرات المختلفة، ولا يتطلب حفظاً حرارياً أو كيميائياً أثناء الخزن، كما أنه يعكس حالة الجسم العامة، وليس فقط حالة العضو أو النسيج المعين، ويعكس أيضاً كمية المعادن المتراكمة خلال فترات زمنية طويلة بشكل أفضل من الدم والبول **(Norom, 2005)**، فالشعر هو بروتين مستقر يتميز بنموه البطيء، لذلك فهو يميل لتجميع المعادن والأملاح خلال هذه الفترة، وبتحليل الشعر يتم الحصول على معدل التركيز خلال فترة معينة، وهذا هو الاختلاف الرئيسي عن الطرائق الأخرى، فالعناصر يمكن أن تتراكم في الجسم بسبب التعرض لها لفترات طويلة، أو التعرض لها بشكل مكثف، ويؤدي تراكمها إلى ظهور أعراض مرضية وجسدية وعقلية مزمنة **(Tulin, 2007)**، وكل شخص تقريباً معرض للعناصر السامة في بيئة مليئة بالملوثات، والعناصر السامة تتراكم مع التعرض الشديد أو المستمر للسموم، أو إذا كانت مراكز إزالة السموم في الجسم محملة بأكثر مما تستطيع، فيعتبر تحليل الشعر للعناصر مسحاً لا يقدر بثمن للزيادة أو النقص الفسيولوجي للعناصر، وأيضاً لسوء توزيعها، لذلك اعتمد تحليل الشعر كمقياس ومؤشر بيئي و صحي هام في دول عدة كألمانيا وايطاليا وأمريكا وإيران وفرنسا وتشيلي والباكستان وتركيا والهند وسلوفينيا وكوريا ونيجيريا واليابان والصين وبولندا، وتوصل كل من هذه الدول إلى نتائج مختلفة يتعلق كل منها بمقدار التلوث البيئي في المنطقة المدروسة **(Thanh, 2009)**، لذا فقد هدف البحث إلى تحديد تراكيز الرصاص والكادميوم والزنك والنيكل والنحاس في عينات من الشعر البشري من محافظة اللاذقية بوساطة جهاز (ICP-MS) ودراسة تغيراتها حسب نوع السكن والعمل ومن ثم دراسة العلاقة بين تراكيز هذه العناصر ونسبة التلوث البيئي.

المواد وطرائق العمل Materials and methods

جمعت العينات من المتبرعين من عدة مناطق تختلف بمقدار التعرض للتلوث البيئي وذلك من أجل إجراء المقارنة، حيث تقص عينات الشعر من المنطقة القريبة من فروة الرأس، وتحفظ على شكل حزم في أكياس البولي اثلين مباشرة **(Munir, 2006)**، ثم تنقع العينات بالماء ومن ثم بمادة منظفة ثم تغسل بالماء ثنائي التقطير ومن ثم بالأسيتون، بعد ذلك تجفف العينات عند درجة حرارة 60م لمدة أربع ساعات بفرن كهربائي **(Sukumar, 2007)**.

يؤخذ 0.25غم من العينة ونضعها في أنبوب التهضيم ثم نضع 3مل من حمض الأزوت (HNO_3)المركز، ومن ثم نضع نقاط من بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 ثم نضع الأنبوب في جهاز التهضيم ويبدأ التهضيم ويستمر التهضيم لمدة نصف ساعة عند درجة حرارة 90م، ومن ثم ينقل محتوى الأنبوب الى أنبوب بولي اثلين ويكمل الى العلامة بواسطة الماء ثنائي التقطير، وهكذا تصبح العينة جاهزة للتحليل **(Popko, 2003)**، وقبل البدء بالتحليل يجب التأكد من جاهزية جهاز (ICP-MS) للعمل في الشروط المثلى .

شكل (1): جهاز ICP-MS.

ويبين (الجدول،1) المؤشرات اللازمة للتحليل لجهاز ICP-MS.

جدول (1): يبين العوامل اللازمة للتحليل.

Plasma gas flow rate	15.0 L/min
Aux. gas flow rate	1.0 L/min
Carrier gas flow rate	1.17 L/min
RF Power	1300 W
Nebulizer	PEEK, Babington - type
Spray chamber	Glass, double pass
Spray chamber temp	1°C
ICP torch injector	Quartz, 2.5 mm
Sample uptake rate	0.4 mL/min
Sampler cone	Nickel
Skimmer cone	Nickel
Sampling depth	8 mm

أخيرا نختار البرنامج الخاص بتحليل العناصر التي نريد دراستها ثم توضع العينة في الأنابيب المخصصة للتحليل ومن ثم يبدأ التحليل.
تم اجراء هذا البحث في مخابر قسم الكيمياء جامعة (RWTH)، مدينة (AACHEN) ألمانيا.

النتائج والمناقشة Results and Discussion

اهتمت هذه الدراسة بتحديد تراكيز الرصاص والكادميوم والزنك والنيكل والنحاس في الشعر البشري ومن ثم دراسة العلاقة بين تركيز هذه العناصر ومقدار التلوث البيئي.

وشملت هذه الدراسة محورين أساسين:

1- **محور السكن**: حيث جمعت العينات من ثلاث مناطق مختلفة في مدينة اللاذقية (الريف ،المدينة ، منطقة صناعية).

2- **محور العمل**: حيث جمعت العينات من عدد من العمال في مدينة اللاذقية يعملون بأنواع مختلفة من المهن (تعدين ، بلاستيك ، بطاريات).

1- **محور السكن:**

جمعت العينات من 45 متبرع في محافظة اللاذقية من الذكور تتراوح أعمارهم بين 35-45 سنة من غير العاملين في مهن مثل التعدين أو صناعة البطاريات ويقيمون في ثلاثة مناطق متفاوتة في درجة التلوث ، 15 متبرع من الريف بعيداً عن التلوث بغازات المصانع والمعامل وأدخنة السيارات والملوثات البيئية ، 15 متبرع من المدينة حيث الازدحام المروري والشوارع العريضة والغبار وأدخنة السيارات ، 15 متبرع من منطقة صناعية حيث توجد المعامل والمصانع ومخلفاتها.

أخضعت العينات لسلسة من العمليات:

1- **الغسل** . 2- التجفيف . 3- التهضيم .

ثم أصبحت العينات جاهزة للتحليل بوساطة جهاز (ICP-MS).

ويبين (**الجدول** ،2) نتائج تحديد تراكيز **العناصر** (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) **في الشعر بحسب مكان السكن**.

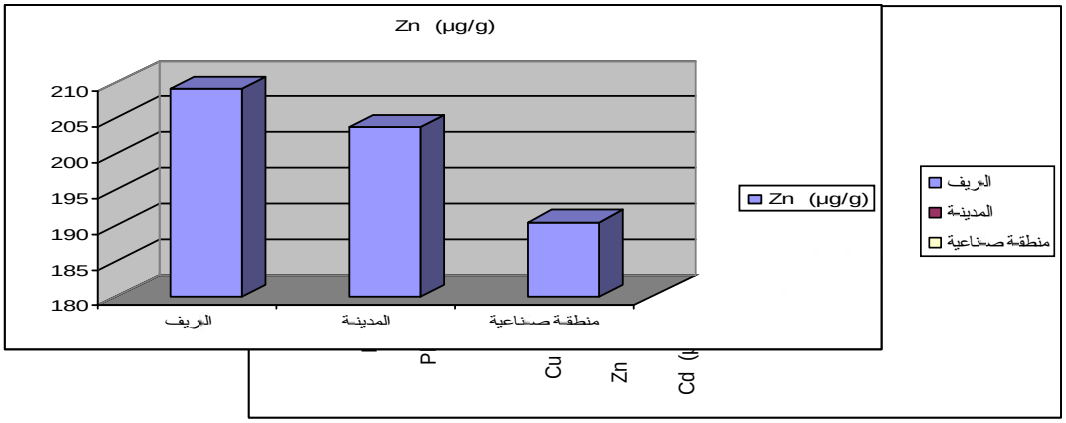
جدول (2): يبين تركيز (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) **في الشعر بحسب مكان السكن باستخدام** جهاز ICP-MS

مكان السكن	العدد	Pb (µg/g)	Cd (µg/g)	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)	Ni (µg/g)
الريف	15	8.75±0.7	0.35± 0.02	209.1±13.5	12.1±0.9	1.28±0.2
المدينة	15	20.5 ±0.9	0.75±0.06	203.7±11.3	17.1±1.2	1.6±0.3
منطقة صناعية	15	22.1±0.8	1±0.09	190.4±12.3	22.6±1.6	2±0.4

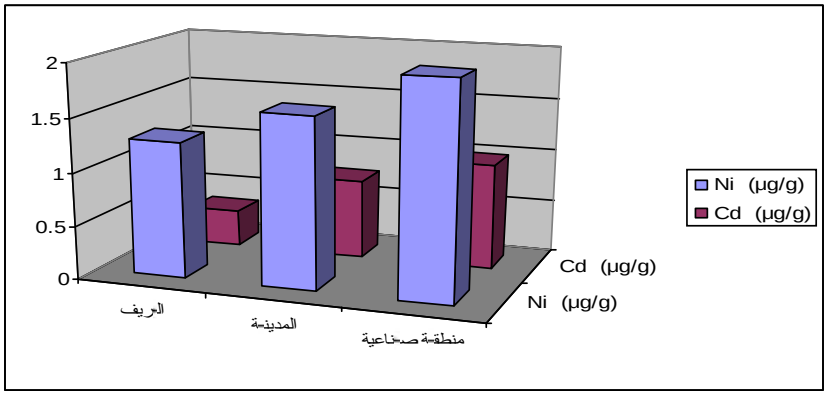
فنلاحظ من خلال النتائج الموضحة في (الجدول ،2) أن هناك اختلاف كبير في تركيز المعادن المدروسة باختلاف منطقة السكن وبمقدار التلوث البيئي ، فنلاحظ أن أعلى قيمة للرصاص والكادميوم والنحاس والنيكل وجدت في المنطقة الصناعية ، وفق التراكيز التالية:

(22.1±0.8µg/g) للرصاص و(1±0.09µg/g) للكادميوم و(22.6±0.9µg/g) **للنحاس** و(2±0.4µg/g) للنيكل، **أما** بالنسبة للزنك فإن أعلى قيمة له وجدت في الريف (209.1±13.5µg/g)، أما أقل قيمة للرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس وجدت في الريف، وفق التراكيز التالية:

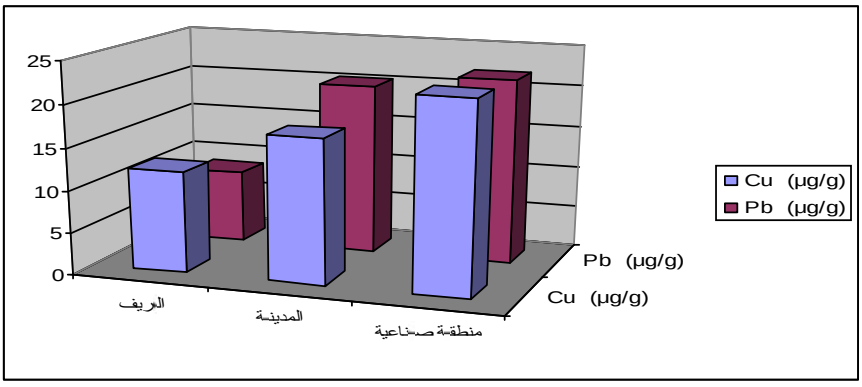
(8.75±0.7µg/g) **للرصاص** و(0.35±0.02µg/g) للكادميوم و(12.1±1.2µg/g) **للنحاس** و(1.28±0.2µg/g) للنيكل، أما الزنك فإن أخفض قيمة له وجدت في المنطقة الصناعية (190.4±12.3µg/g)، وهذا يؤكد تأثير بيئة السكن على تراكيز **العناصر في الشعر وبالتالي داخل الجسم، بالإضافة إلى أن النتائج دربست بشكل إحصائي** كما هو موضح في (**الشكل**، 2 و3 و4 و5)، وتبين الأشكال اختلافاً كبيراً في تراكيز العناصر (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) **باختلاف مكان السكن**.



شكل (2): تركيز (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) باختلاف مكان السكن



شكل (3): تركيز الكادميوم والنيكل باختلاف مكان السكن



شكل (4): تركيز النحاس والرصاص باختلاف مكان السكن

شكل (5): تركيز الزنك باختلاف مكان السكن

فنلاحظ أن تراكيز كلاً من (Cd, Pb, Cu, Ni) تكون مرتفعة في المناطق الصناعية وفي المدن بالمقارنة مع الريف، حيث أن تركيز هذه العناصر يزداد داخل المدن جراء تلوث الهواء بغازات وأبخرة المصانع وعوادم السيارات، بينما نلاحظ أن تركيز الزنك يتناقص عند سكان المناطق الصناعية بالمقارنة مع الريف، وفي الحياة المدنية التي نعيشها في المدن المكتظة بالسكان والسيارات والمصانع، تجعل الهواء الذي نستنشقه يحمل إلى أجسامنا الكثير من الملوثات وعوادم السيارات

وما تحمله من رصاص وكادميوم ونيكل ونحاس التي إذا دخلت إلى الجسم يصعب إخراجها، كما حسبت معاملات الارتباط (r) بين العناصر بحسب مكان السكن كما تبين (الجداول، 3 و4 و5).

جدول(3): يبين معامل الارتباط (r) بين العناصر في عينات الشعر عند سكان الريف

	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Cu	1	0.94	- 0.72	- 0.93	- 0.65
Zn	0.94	1	- 0.90	- 0.99	- 0.86
Ni	- 0.72	- 0.90	1	0.92	0.99
Pb	- 0.93	- 0.99	0.92	1	0.88
Cd	- 0.65	- 0.86	0.99	0.88	1

نلاحظ من الجدول أن هناك علاقات ارتباط سالبة وموجبة بين العناصر ، فنجد أن هناك ارتباطاً موجباً قوياً بين أزواج العناصر (Cu-Zn) ، (Ni-Cd) ، (Ni-Pb)، (Pb-Cd) وتكون العلاقة طردية بين تركيز كل عنصرين في كل زوج.

كما نجد أن هناك ارتباطاً سالباً قوياً بين أزواج العناصر (Ni-Zn) ، (Zn-Pb) ، (Cu-Pb) ، (Zn-Cd) وتكون العلاقة عكسية بين تركيز العنصرين.

جدول(4): يبين معامل الارتباط (r) بين العناصر في عينات الشعر عند سكان في المدينة

	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Cu	1	0.80	- 0.13	0.91	0.60
Zn	0.80	1	- 0.69	0.50	0.96
Ni	- 0.13	- 0.69	1	0.27	- 0.86
Pb	0.91	0.50	0.27	1	0.24
Cd	0.60	0.96	- 0.86	0.24	1

نلاحظ من الجدول أن هناك علاقات ارتباط سالبة وموجبة بين العناصر ، فنجد أن هناك ارتباطاً موجباً قوياً بين أزواج العناصر (Cu-Zn) ، (Cu-Pb) ، (Zn-Cd) وتكون العلاقة طردية بين تركيز كل عنصرين في كل زوج.

كما نجد أن هناك ارتباطاً سالباً قوياً بين العنصرين (Ni-Pb) وتكون العلاقة عكسية بين تركيز العنصرين.

جدول(5): يبين معامل الارتباط (r) بين العناصر في عينات الشعر عند سكان المنطقة الصناعية

	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Cu	1	- 0.21	0.89	0.80	-0.89
Zn	- 0.21	1	0.24	0.41	-0.24
Ni	0.89	0.24	1	0.98	-1
Pb	0.80	0.41	0.98	1	- 0.98
Cd	- 0.89	- 0.24	-1	- 0.98	1

نلاحظ من الجدول أن هناك علاقات ارتباط سالبة وموجبة بين العناصر ، فنجد أن هناك ارتباطاً موجباً قوياً بين أزواج العناصر (Cu-Ni)، (Cu-Pb)، (Ni-Pb) وتكون العلاقة طردية بين تركيز كل عنصرين في كل زوج.

كما نجد أن هناك ارتباطاً سالباً قوياً بين الزوجين (Cu-Cd)، (Pb-Cd) وتكون العلاقة عكسية بين تركيز العنصرين.

1- محور العمل:

جمعت العينات من 40 متبرع في محافظة اللاذقية من الذكور تتراوح أعمارهم بين 35-45 سنة يعملون بأنواع مختلفة من المهن (تعدين، بلاستيك، بطاريات)، بالإضافة إلى عدد من الموظفين الإداريين، 10 متبرعين من الموظفين الإداريين حيث أنهم لا يتعرضون للتلوث من هواء بيئة العمل ، 10 متبرعين من العمال في معمل البلاستيك ، 10 متبرعين من العمال

في التعدين ، 10 متبرعين من العمال في معمل البطاريات، وذلك من أجل المقارنة ودراسة تأثير بيئة العمل على العاملين فيها.

أخضعت العينات لسلسة من العمليات:

1- الغسل . 2- التجفيف . 3- التهضيم .

ثم أصبحت العينات جاهزة للتحليل بوساطة جهاز (ICP-MS).

ويبين (الجدول، 6) نتائج تحديد تراكيز العناصر (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) في الشعر بحسب نوع العمل .

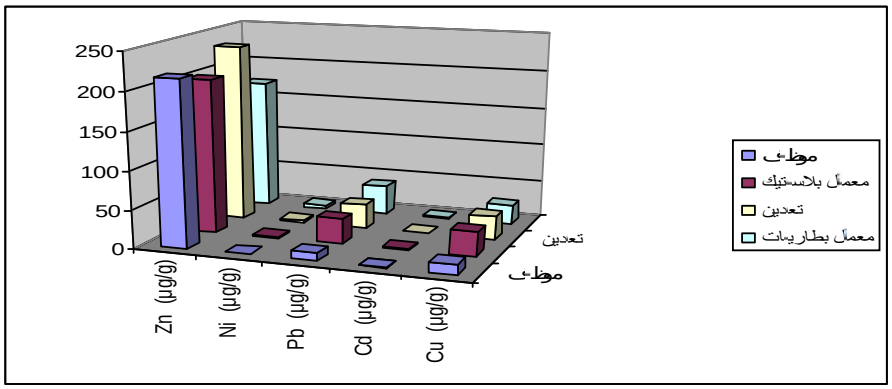
جدول (6): يبين تركيز (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) في الشعر بحسب نوع العمل باستخدام جهاز ICP-MS

العمل	العدد	Pb (µg/g)	Cd (µg/g)	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)	Ni (µg/g)
موظف	10	10.3±0.7	0.6±0.09	216.5±18.3	12.9±1.2	1.3±0.2
معمل بلاستيك	10	33.2±1.7	0.95±0.2	202.1±12.2	31.4±2.1	1.4±0.5
تعدين	10	32.1±1.2	1.05±0.3	232.9±15.3	30.7±3.6	3±0.9
معمل بطاريات	10	38.9±1.4	1.8±0.4	172.5±11.2	25.7±3.1	4.7±1.1

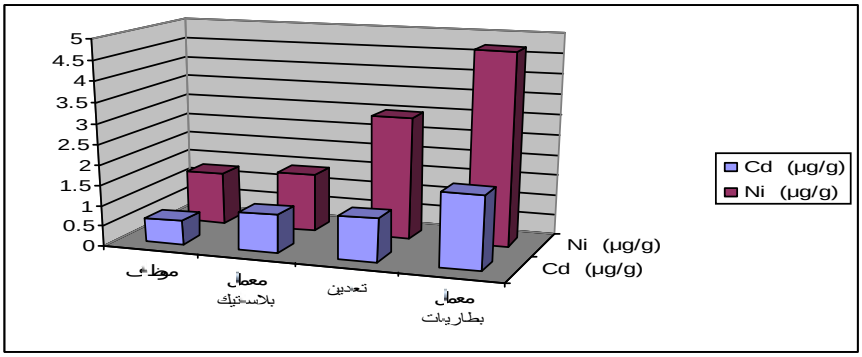
فنلاحظ من خلال النتائج الموضحة في (الجدول ، 6) أن هناك اختلاف كبير في تركيز المعادن المدروسة باختلاف طبيعة العمل الذي يقوم به المتبرع، فنلاحظ أن أعلى قيم للرصاص والكادميوم والنيكل وجدت عند عمال معمل البطاريات، وفق التراكيز التالية:

(38.9±1.4µg/g) للرصاص، (1.8±0.4µg/g) للكادميوم، (4.7±1.1µg/g) للنيكل، أما بالنسبة للزنك فإن أعلى قيمة له وجدت عند عمال التعدين (232.9±15.3µg/g)، أما النحاس فوجدت أعلى قيمة له عند عمال معمل البلاستيك (31.4±2.1µg/g)، أما أقل قيمة للرصاص والكادميوم والنيكل والنحاس وجدت عند الموظفين الإداريين، وفق التراكيز التالية:

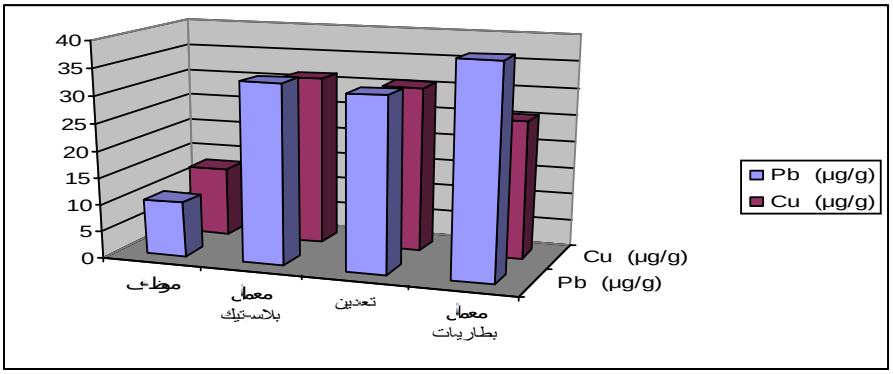
(10.3±0.7µg/g) للرصاص، (0.6±0.09µg/g) للكادميوم، (12.9±1.2µg/g) للنحاس، (1.3±0.2µg/g) للنيكل، أما الزنك فإن أخفض قيمة له وجدت عند عمال البطاريات (172.5±11.2µg/g)، وهذا يؤكد تأثير بيئة العمل على تراكيز العناصر في الشعر وبالتالي داخل الجسم، بالإضافة إلى أن النتائج درست بشكل إحصائي كما هو موضح في (الأشكال، 6 و7 و8 و9) وتبين الأشكال اختلافاً كبيراً في تراكيز العناصر (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) باختلاف العمل.



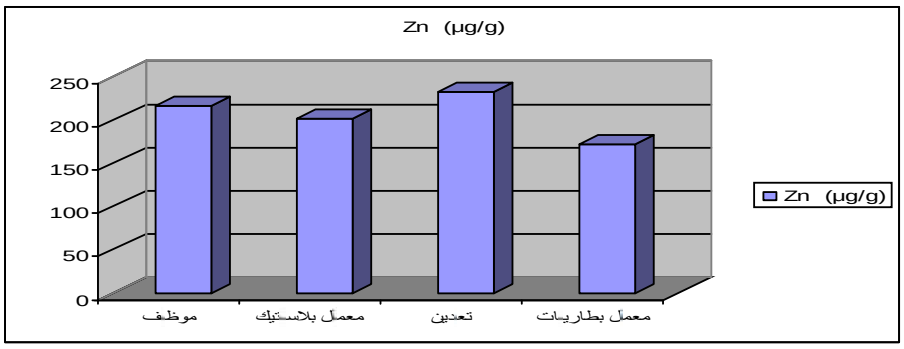
شكل (6): تركيز (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) باختلاف نوع العمل



شكل (7): تركيز الكادميوم والنيكل باختلاف نوع العمل



شكل (8): تركيز النحاس والرصاص باختلاف نوع العمل



شكل (9): تركيز الزنك باختلاف نوع العمل

إن العمال الصناعيون في خطر التعرض للمعادن في مكان العمل ،حيث أن جزيئات المعادن تدخل الى الهواء أثناء الصناعة فيتنفس العمال الهواء الملوث في موقع العمل وهذه أكثر مصادر التعرض للمعادن في الصناعة، فلقد وجدنا أن هناك اختلاف كبير في تركيز المعادن المدروسة باختلاف نوع العمل، فنلاحظ أن تراكيز كلاً من (Cd, Pb, Cu, Ni) تكون مرتفعة في عمال التعدين و البلاستيك والبطاريات بالمقارنة مع الأشخاص الموظفين بعمل إداري .
كما حسبت معاملات الارتباط (r) بين العناصر بحسب طبيعة العمل كما يبين (الجدول، 7 و8 و9 و10).

جدول(7): يبين معامل الارتباط (r) بين العناصر في عينات الشعر عند الموظف

	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Cu	1	0.98	1	0.99	0
Zn	0.98	1	0.98	0.99	- 0.18
Ni	1	0.98	1	0.99	0
Pb	0.99	0.99	0.99	1	- 0.05
Cd	0	- 0.18	0	- 0.05	1

نلاحظ من الجدول أن هناك علاقات ارتباط سالبة وموجبة بين العناصر ، فنجد أن هناك ارتباطاً موجباً قوياً بين أزواج العناصر (Cu-Zn)، (Cu-Pb)، (Zn-Ni)، (Zn-Pb)، (Ni-Pb) وتكون العلاقة طردية بين تركيز كل عنصرين في كل زوج.

جدول (8): يبين معامل الارتباط (r) بين العناصر في عينات الشعر عند العمال في معمل البلاستيك

	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Cu	1	0.95	0.81	- 0.95	- 0.58
Zn	0.95	1	0.59	-1	- 0.80
Ni	0.81	0.59	1	- 0.59	0.5
Pb	- 0.95	-1	- 0.80	1	0.80
Cd	- 0.58	- 0.59	0.50	0.80	1

نلاحظ من الجدول أن هناك علاقات ارتباط سالبة وموجبة بين العناصر ، فنجد أن هناك ارتباطاً موجباً قوياً بين أزواج العناصر (Cu-Zn)، (Ni-Cu)، (Pb-Cd) وتكون العلاقة طردية بين تركيز كل عنصرين في كل زوج، كما نجد أن هناك ارتباطاً سالباً قوياً بين الزوجين (Cu-Pb)، (Ni-Pb) وتكون العلاقة عكسية بين تركيز العنصرين.

جدول (9): يبين معامل الارتباط (r) بين العناصر في عينات الشعر عند عمال التعدين

	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Cu	1	0.96	- 0.46	- 0.89	- 0.99
Zn	0.96	1	- 0.67	- 0.98	- 0.98
Ni	- 0.46	- 0.67	1	0.80	0.54
Pb	- 0.89	- 0.98	0.80	1	0.93
Cd	- 0.99	- 0.98	- 0.54	0.93	1

نلاحظ من الجدول أن هناك علاقات ارتباط سالبة وموجبة بين العناصر، فنجد أن هناك ارتباطاً موجباً قوياً بين أزواج العناصر (Cu-Zn)، (Ni-Pb)، (Pb-Cd) وتكون العلاقة طردية بين تركيز كل عنصرين في كل زوج، كما نجد أن هناك ارتباطاً سالباً قوياً بين أزواج العناصر (Cu-Pb)، (Cu-Cd)، (Zn-Pb)، (Zn-Cd) وتكون العلاقة عكسية بين تركيز كل عنصرين في كل زوج.

جدول (10): يبين معامل الارتباط (r) بين العناصر في عينات الشعر عند العمال في معمل البطاريات

	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Cu	1	- 0.95	0.48	- 0.75	0.48
Zn	- 0.95	1	- 0.71	0.53	- 0.71
Ni	0.48	- 0.71	1	0.21	1
Pb	- 0.75	0.53	0.21	1	0.21
Cd	0.48	- 0.71	1	0.21	1

نلاحظ من الجدول أن هناك ارتباطاً سالباً قوياً بين العنصرين (Cu-Zn) وتكون العلاقة عكسية بين تركيز العنصرين.

لقد كانت النتائج التي حصلنا عليها مُتقاربة مع النتائج **التي حُددت بالطرائق المعتمدة**، فلقد وُجد أن أعلى قيمة لتراكيز العناصر (Cd, Pb, Cu, Ni) كانت في المنطقة الصناعية وعند العمال الذين يعملون في جو ملوث بهذه العناصر

وهذا يتطابق مع نتائج الأبحاث والدراسات في هذا المجال، الأمر الذي أكد إمكانية استخدام الشعر كمادة بيولوجية ذات فائدة وأهمية في المخابر الكيميائية والتحليلية كمؤشر للتلوث البيئي والتعرض المهني حيث إن اختلاف البيئة يمكن أن تَعكس تغيرات في تراكيز العناصر في عينات الشعر.

وعند المقارنة مع المراجع لقد وجدنا أن تراكيز العناصر وخاصةً الرصاص والكادميوم كانت مرتفعة بشكل كبير عند العمال الذين يعملون في معامل البطاريات وهذا يتطابق مع نتائج دراستنا **(Sreenivasa, 2002)**، ولقد تبين أيضاً بأن تراكيز العناصر (Cd, Pb, Cu, Zn, Ni) تكون مرتفعة عند عمال التعدين و البلاستيك، كما تبين المراجع أيضاً ارتفاع في التراكيز في المناطق الصناعية بالمقارنة بالمناطق غير الصناعية **(Thanh, 2009)**، كما إن إمكانية استخدام الشعر البشري كدلالة للتلوث البيئي دُرست في عدة بلدان، وأظهرت النتائج اختلاف في تراكيز العناصر في الشعر من بلد إلى آخر كما هو موضح في (**الجدول** ،11) ويبين الجدول مقارنة بين مستويات العناصر الثقيلة في الشعر بواحدة (µg/g) **في مختلف** مناطق العالم لتقدير التلوث الناتج عن الصناعة باستخدام طريقة الامتصاص الذري:

جدول (11): مقارنة بين مستويات العناصر الثقيلة في الشعر بواحدة (µg/g) **في مختلف مناطق العالم (Tulin, 2007)**.

Comparison of mean hair metal levels (µg/g, dry weight) from the present study with those reported for other regions of the world

Location	Cd	Co	Cr	Fe	K	Mn	Na	Ni	Pb	Zn
Islamabad, Pakistan[a]	0.380	3.944	3.300	21.42	242.4	1.933	496.9	2.456	15.97	226.1
Tripoli, Libya[a]	0.530	3.753	3.935	18.62	266.2	1.729	511.0	1.988	24.95	190.3
Chakwal, Pakistan[b]	1.154	1.247	2.085	82.66	–	4.015	–	2.374	–	207.9
Bombay and New Delhi, India[c]	0.32	0.051	1.02	36.0	14.1	2.23	17.3	0.35	13.2	211
Fukui, Japan[c]	0.28	0.18	0.23	15.0	12.9	2.4	153	2.70	3.62	114
Moncton, Canada[c]	0.503	0.043	0.35	18.8	9.7	3.2	32.6	0.26	5.38	248
Scranton, USA[c]	0.97	0.047	0.234	13.6	4.84	7.32	31.9	1.01	5.35	124
Poznan, Poland[c]	0.31	0.022	0.27	22.1	1.46	0.82	3.08	0.52	2.52	160
Czech Republic[d]	0.23	–	0.40	–	–	–	–	–	2.05	128
Sindh, Pakistan[e]	1.1	–	4.9	32.0	108.0	2.4	1099.3	3.5	15.4	183.5
Italy[f]	0.21	–	–	17.87	–	0.41	–	0.70	8.10	144.2
Irian Jaya, Indonesia[g]	0.6	–	–	242	–	–	–	6.4	15.7	228

الاستنتاجات Conclusions

نستنتج مصداقية وفعالية تحليل الشعر لتحديد تراكيز العناصر لأنه عند إجراء تحليل للشعر من أجل تحديد تراكيز العناصر سوف يعكس تركيزها في الجسم بشكل دقيق، ويعكس نسبة التعرض للملوثات البيئية بالنسبة للمنطقة التي يقيم فيها الشخص المتبرع ولمكان عمله، كما ان للبحث علاقة في خدمة التنمية في القطر وذلك بإيجاد نوع جديد من التحاليل المخبرية والطبية والحيوية أقل تكلفة وأكثر دقة وأكثر فائدة الى جانب تحاليل الدم والبول، ويخدم المخابر في المؤسسات الحيوية والصناعية في القطر وللأسباب السابقة نوصي باعتماد تحليل الشعر كمؤشر بيئي وكطريقة تحليلية مخبرية في مخابر التحاليل الحيوية (دم، بول،شعر).

المصادر References

I. Hammer, D., Finklea, R., Hendricks, C., Shy, R. & Horton, J. (1970). Hair trace metal levels and environmental exposure. *Sci Total Environ*, 297, 84-92.

II. Krejpdo, Z., Olejnik, D., Wojciak, W. & Gawecki, J. (1999). Comparison of trace element in the hair of children inhabiting areas of different Environmental pollution types. *Polish Journal of Environmental Studies*, 4, 227-229.

III. Nnorom, I., Igwe, J. & Ejimone, J. (2005). Muitielement analyses of Scalp hair samples from three distant towns in southeastern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 4, 1124-1127.

IV. Munir, H., Shah, N., Shaheen, A., Khalique, A. & Gaffar, M. (2006). Comparative Metal distribution in hair of Pakistani and Libyan population and source identification. *Environmental Monitoring and Assessment*, 114, 505-519.

V. Pesch, W., Rostek, U., Begerow, J., Scmitz, N., Idel, H. & Ranft, U. (2002). Concentrations of lead in blood, hair and saliva of German children living in three different areas of traffic density. *Sci Total Environ*, 297, 109-118.

VI. Popko, J., Olszewski, S., Hukalowicz, K., Markiewiewicz, R., Borawska, M. & Szeparowicz, P. (2003). Lead, cadmium, copper and zink concentration in blood and hair of mother of children with locomotors system malformations. *Polish Journal of Environmental Studies*, 12, 375-379.

VII. Sreenivasa, R., Balaji, T., Prasada, R., Babu, Y. & Naidu, G. (2002). Determination of iron, cobalt, nickel, manganese, zinc, copper, cadmium and lead in human hair by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B*, 57, 1333-1338.

VIII. Sukumar, A. & Subramanian, R. (2007). Relative element levels in the paired samples of scalp hair and fingernails of patients from New Delhi. *Science of the Total Environment*, 372, 474-479.

IX. Susan, B. & Charles, W. (2007). Hair analysis of trace minerals in human subjects as influenced by age, sex, and contraceptive drugs. *Am. J.Clin. Nutr*, 31, 1175-1179.

X. Thanh, W., Jianjie, F., Yawei, W. & Chunyang, L. (2009). Use of scalp hair as indicator of human exposure to heavy metals. *Environmental Pollution*, 157, 2445 - 2451.

XI. Tulin, A., Gulbin, G., Hayriye, V., Özlem, D., Ayse, K., Samra, S. & Günay, S. (2007). Elevated hair levels of cadmium and lead in school children exposed to smoking and in highways near schools. *Clinical Biochemistry*, 40, 52-56.

XII. Wieslaw, W., Wanda, C. & Aleksander, C. (1996). Determination of lead, cadmium, zinc and copper in human hair samples of persons in permanent contact with a polluted workplace environment. *Analytica Chimica Acta*, 335, 201-207.