دراسة محتوى بعض الفلزات الثقيلة و السامة النادرة في شعر طلبة مدرستين للتعليم الأساسي في مدينة عدن – دراسة مقارنة

منصور محمّد حسن[1] و عادل احمد محمّد سعيد[2]

[1] قسم الكيمياء، كلية التربية عدن- جامعة عدن، ص ب (6014)، خورمكسر- عدن، الجمهورية اليمنية
(abdulhameedmansour@hotmail.com)

[2] قسم الكيمياء، كلية التربية عدن- جامعة عدن، ص ب (6014)، خورمكسر- عدن، الجمهورية اليمنية
(adel_saeed73@yahoo.com)

المُلخص

يُعدّ هذا البحث دراسة أوّليّة لتقييم الخطر الواقع على البيئة وعلى الصّحّة العامّة لطلاب مدرستين أساسيّتين في مدينة عدن، يقع كُلاً منها تحت ظروف بيئيّة مختلفة من حيث تعرّضهم للعناصر الثقيلة والسّامّة. المدرستان هما مدرسة العريش وتقع في منطقة العريش – خورمكسر بجوار ساحل أبين ومدرسة الشّيخ عثمان في منطقة الشّيخ عثمان حيث تعاني هذه الأخيرة من تلوّث بيئي محيط من حولها أكثر من مدرسة العريش. ولتحقيق هذا الغرض تمّ اختيار 220 طالباً (100 طالب من مدرسة العريش و120 طالب من مدرسة الشّيخ عثمان) ممن لا يعانون من مشاكل صحّيّة ظاهرة أو أمراض مزمنة موزّعين على خمس مراحل دراسيّة :ثالث ابتدائي الى سابع ابتدائيّ وتتراوح أعمارهم بين 9 -14 سنة. تمّ أخذ عيّنة الشّعر من كلّ طالب على حده من شعر فروة رأسه من الجهة الخلفيّة أعلى الرّقبة ثُمّ جُمعت هذه العيّنات وأخذت إلى المختبر لغسلها ثمّ هضمها بالأحماض بحسب الطّرق المتّبعة ومن ثَمّ تحليلها. استُخدمت تقنيّة الامتصاص الذّرّي اللهبي لتعيين تراكيز العناصر الأساسيّة والسّامّة التّالية : الخارصين(Zn)، النّحاس(Cu)، النّيكل(Ni)، الكوبلت(Co)، الكادميوم(Cd) الألومنيوم(Al)، والرّصاص(Pb). أمّا عنصر الزرنيخ(As) فقد استخدمت معه تقنيّة الامتصاص الذّرّي الكهروحراري (فرن الجرافيت). ومن أجل التّأكّد من صحّة النّتائج، أُجريت القياسات في ثلاثة مختبرات منفصلة كلّ منها يستخدم نفس طريقة التّحليل المذكورة وكانت النّتائج المُتحصّل عليها من هذه المختبرات مُتقاربة إلى حدّ كبير. متوسّط قيم التّراكيز المتحصّل عليها في هذه البحث كانت (µg/g) : الخارصين (108.0، العريش؛ 101.7، الشّيخ عثمان)، النّحاس (9.7 ، العريش ؛ 10.0 الشيخ عثمان) ، النّيكل (2.7، العريش؛ 5.5 ، الشيخ عثمان) ، الكوبلت (1.6، العريش؛ 2.7 الشيخ عثمان) ،الكادميوم (0.6، العريش؛ 1.0 ، الشيخ عثمان)، الألمنيوم (21.3، العريش؛ 63.3 ، الشيخ عثمان) ، الرّصاص (18.7، العريش؛ 28.0 ، الشيخ عثمان) و الزّرنيخ (0.7، العريش؛ 0.9 ، الشيخ عثمان).

أظهرت النّتائج أنّ جميع مستويات العناصر المدروسة (باستثناء الخارصين والنّحاس) مرتفعة عن المعدّلات الطّبيعيّة لطلاب المدرستين معاً وازدياد ملحوظ لمستويات العناصر في شعر طلبة الشّيخ عثمان مقارنة مع العيّنات المقابلة لها من شعر طلبة العريش وبخاصّة الألومنيوم حيث كانت النسبة (1:3) وللكادميوم (1:2) وللنّيكل (1:2) .

كما أظهرت النّتائج أنّ مستويات الكادميوم لطلاب المدرستين (وبخاصّة طلبة الشّيخ عثمان) قد بلغت حدوداً تعيق معها عمل معدن الخارصين الضّروري والهامّ لمختلف العمليّات الحيويّة والبنائية في جسم الإنسان.

الكلمات المفتاحية : تحليل الشّعر، طلاب المدارس، التلوّث بالمعادن الثقيلة و السّامّة، مطيافية الامتصاص الذرّي اللهبي/ الجرافيتي.

المقدّمة:

استخدم شعر مؤخّرة الرّأس، أعلى الرّقبة منذ عام 1929م لتقييم المستويات الطّبيعيّة للعناصر المعدنيّة في الإنسان [1-5] ، وأصبح تحليل الشّعر اليوم لمعرفة تراكيز العناصر الأساسيّة والسّامّة خلال فترة زمنيّة محدّدة شائعاً في أكثر من 46 دولة من مختلف دول العالم. يتميّز تحليل الشّعر في كونه أكثر دقّة من تحاليل البول والدّم في بعض الأحيان. فالشّعرة الّتي هي عبارة عن بروتين مستقرّ يتميّز بنموّه البطيء، لذلك فهي تعمل على تجميع للعناصر المعدنيّة خلال فترة النّمو وبتحليلها يتمّ تعيين التّركيز التّراكمي للعناصر المختلفة خلال الفترة المحدّدة تصل إلى ستّة أشهر وهذا هو الاختلاف الجوهري عن الطّرق الأخرى ، فتحليل الدّم يزوّدنا بتراكيز العناصر في لحظة السّحب وعن حالة الجسم في الوقت الرّاهن وكذا تحليل البول فهو يعطي نسبة ما يخرج من الجسم عبر الكلية. أضف إلى ذلك أنّ تحليل الشّعر تكون فيه تراكيز العناصر مرتفعة (بسبب التّراكم) ممّا يؤدّي إلى نتائج دقيقة وصحيحة هذا فضلاً عن أنّ تحليل الشّعر غير مؤلم وليس هناك خوف من التّلوّث وسهل التّجميع ، الحفظ والشّحن بل وأقلّ تكلفة من تحليل البول أو الدّم . هذه الميزات لتحليل الشّعر تجعل منه الخيار الأمثل في بعض الحالات كما أنّه يمكن اعتباره وسيلة تقييم (Screening tool) لمدى تراكم الفلزّات في أجسامنا.

أشار أحد التّقارير[6] إلى أنّه يمكن تحليل أكثر من 60 عنصراً باستخدام تقنيّة تحليل الشّعر. وقد وجد أنّ هناك علاقة بين تراكيز العناصر المعدنيّة بالجسم والأمراض الّتي تصيب الإنسان كالسّكّري وأمراض القلب واضطرابات التّعلّم ، كما وجد أنّ هناك ارتباطاً كبيراً بين العمر وتركيز المعادن في الجسم حيث بيّنت الدّراسات المتكرّرة في هذا المجال على أنّ هناك نقصاً في تراكيز العناصر المعدنيّة مع تقدّم العمر . وأشارت دراسات أخرى إلى أنّ تطوّر مثل هذا النّوع من التّحاليل سيؤدّي إلى تحسين الرّعاية الصّحيّة لمختلف فئات المجتمع وبيئته الّتي يعيش فيها.

يوجد هناك 35 عنصراً معدنيّاً مهمّاً بالنّسبة لنا تظهر أهمّيتها كنتيجة لتعرّضنا للمؤثّرات الخارجيّة البيئيّة أو السّكنيّة، 23 عنصراً من هذه العناصر تعرف باسم العناصر الثّقيلة وهي: الأنتمون (Sb)، الزّرنيخ (As)، البزموت (Bi)، الكادميوم (Cd)، السّيريوم (Ce)، الكروم (Cr)، الكوبلت (Co)، النّحاس (Cu)، الجاليوم (Ga)، الذّهب (Au)، الحديد (Fe)، الرّصاص (Pb)، المنجنيز(Mn)، الزّئبق(Hg)، النّيكل (Ni)، البلاتين (Pt)، الفضّة (Ag)، التّيلوريوم (Te)، الثّاليوم (Tl)، القصدير(Sn)، اليورانيوم(U)، الفناديوم(V)، والخارصين(Zn) [4].

توجد هذه العناصر بكمّيّات بسيطة في محيطنا وفي غذائنا وتعتبر ضروريّة للصّحّة الجيّدة ولكنّ الكمّيّات المرتفعة منها قد تسبّب تسمماً حادّاً أو مزمناً وإلى نشؤ أمراض مثل مرض الزهايمر – الخَرَف- (الّذي يعتقد العلماء أنّ سببه هو عنصر الألومنيوم) ومرض باركينسون – الشّلل الرّعاش- (سببه عنصر النّحاس) وضمور العضلات وتصلّب الأنسجة والتّحسّس، والتّعرّض المستمرّ لهذه العناصر السّامّة أو مركّباتها يؤدّي في النّهاية إلى أمراض سرطانيّة (انظر لاحقا). يمكن أن يكون تحليل الشّعر في مثل هذه الظّروف فعّالاً بل وضروريّاً لتحديد نسب هذه العناصر في الجسم ومن ثمّ اتّخاذ الإجراءات اللّازمة قبل فوات الأوان .

بالنّسبة لبعض الفلزّات الثّقيلة، يكون المستوى السّمّي لها (اي التّركيز الّذي يؤدّي إلى التّسمّم) يزيد بنسبة بسيطة فقط عن تراكيزها الطّبيعيّة (انظر لاحقاً) لذا كان من الأهمّيّة بمكان إعلام وتثقيف أنفسنا بخطورة هذه المعادن لأخذ الحيطة وحماية أنفسنا من التّعرّض المستمرّ لها أو لكمّيّات كبيرة منها.

تتواجد المعادن الثّقيلة بكمّيّات بسيطة في أجسامنا وتعتبر ضروريّة لحياة صحّيّة، بعض من هذه العناصر تعرف بالعناصر النّادرة (Trace elements) مثل الحديد، النّحاس، المنجنيز والألومنيوم، وتتواجد عادة بشكل طبيعي في المواد الغذائيّة مثل الفواكه والخضروات واللّحوم والأسماك، و تصبح الفلزّات الثّقيلة سامّة وخطرة عندما لا تمثّل غذائيّاً بوساطة الجسم وتتراكم في الأنسجة الناعمة مثل الكبد والكلى ونخاع العظام. وتدخل الفلزّات الثّقيلة جسم الإنسان عبر الغذاء، الماء، الهواء أو الامتصاص عبر الجلد، وأكثر الأماكن عرضة

للتلوّث بها هي المصانع والمزارع وأماكن الازدحام المروري والمداخن. وبالنّسبة للإطفال فإنّ الطّريق الأسهل للإصابة بها هي تلامس أجسادهم بالأتربة الملوّثة (التّرب الزّراعيّة) أو عن طريق مضغ أشياء غير غذائيّة مثل القذارات أو شرائح الطّلاء الملوّث بالرّصاص. وقد قامت مؤخّراً شركة ATSDR [7] بالتّعاون مع وكالة حماية البيئة EPA بوضع قائمة تضمّ أخطر عشرين عنصراً يأتي في مقدّمتها الزّرنيخ والرّصاص والزّئبق.

ولأنه ثبت في هذه الدراسة وجود مستويات مرتفعة لتراكيز الرصاص و الكادميوم والنيكل و الألمنيوم والزرنيخ في شعر طلاب المدرستين، كان من اللازم استعراض بعض أهمّ مضارّها[7]:

الرّصاص : يدخل الرّصاص جسم الإنسان من الطّعام (65%) ومن الماء (20%) ومن الهواء (15%) و مساوئه على صحّة الإنسان تكمن في التّالي:
اضطرابات في التّركيب الحيوي للهيموجلوبين والإصابة بالأنيميا، ارتفاع ضغط الدّم، اعتلال الجهاز العصبي، تلف في خلايا المخّ، اضطرابات سلوكيّة عند الأطفال مثل: العدوان، السّلوك الاندفاعي وغيره، فقد القدرة التّعليميّة عند الأطفال، عقم الرّجال، إجهاض أو إجهاض منذر، ضمور في الجهاز العصبي والمخّ للجنين قبل ولادته.

الكادميوم: دخول معدن الكادميوم إلى جسم الإنسان يكون عبر الأطعمة مثل الكبد، الكاكاو ...وكذا التّدخين أو الهواء نتيجة القرب من المصانع التي تطلق الغازات أو النّفايات المحتوية عليه ومساوئه على صحّة الإنسان تكمن في التّالي:
تراكم في الكلى حيث يدمّر وظائفها ويتلف أنسجتها، الإسهال وآلام المعدة، ضمور في الجهاز العصبي المركزي، اختلال الجهاز المناعي بالجسم، اضطرابات نفسيّة، اختلال في الصّفات الوراثيّة أو الأصابة بمرض السّرطان .

النّيكل: يتعرّض الإنسان للنّيكل بتنفسه من الهواء وبشربه مع مياه الشّرب وتناول الأطعمة به مثل الشّيكولا والدّهون أو من تدخين السّجائر حيث يستقرّ في الرّئة أو بالتّلامس الجلدي للماء او التربة الملوثة. وتكمن مخاطره الصّحّيّة إذا زاد عن حدّه – حيث أنّ الكمّيّات القليلة منه ضروريّة- في التّالي:
يمكن أنّ يؤدّي إلى سرطان الرّئة والأنف والحنجرة، الإصابة بالصمامة الرّئويّة، فشل الجهاز التّنفسي، الشّعور بالدّوار والإعياء بعد التّعرّض لغازاته، الرّبو والتهاب الشّعب الهوائيّة و حساسيّة النّيكل التي ينشأ عنها الطّفح الجلدي.

الألمنيوم: يتمّ دخوله إلى جسم الإنسان من خلال الطّعام (الشّاي)، التّنفّس أو عن طريق التّلامس الجلدي ومضادّات العرق وتكمن بعض مخاطره الصّحّيّة في:
ضمور الجهاز العصبي المركزي، فقدان الذّاكرة ومرض الزّهايمر (النّسيان أو الخرف)، فقدان التّركيز، رجفة حادّة، وتليّف خلايا الرّئة وضمورها عند استنشاق أكسيد الألمنيوم.

الزّرنيخ: يتعرّض الإنسان للزّرنيخ من خلال الأطعمة (بخاصّة الأسماك) والماء والهواء أو من خلال التّلامس الجلدي، تربة أو ماء ملوّث.
وتكمن خطورة الزّرنيخ اللاعضوي على الصّحّة في التّالي:
انخفاض انتاج الجسم لخلايا الدّم الحمراء والبيضاء، تغيّرات في الجلد، الكمّيّات المرتفعة منه قد تؤدّي إلى الإصابة بسرطانات عديدة مثل سرطان الرّئة ، الجلد والكبد، التّعرّض المستمر له قد يسبّب العقم، الإجهاض، خلل في عضلة القلب، ضمور في خلايا المخّ أو خلل في الصّفات الوراثيّة.

فيما سبق كان أمثلة لتأثير بعض المعادن السّامّة والمتواجدة بمستويات عالية على صحّة الإنسان، والمتمعن فيها يلاحظ خاصية مشتركة فيما بينها وهي التأثير على الجهاز العصبي والدماغ. والدماغ او المخ هو عضو كيميائي في الجسم تحدث فيه سلسلة من التفاعلات الكيميائية ويعتمد على المئات من العناصر الغذائية ليقوم بوظيفته بشكل صحيح، والعناصر الغذائية التي تحتوي الزنك والنحاس و المنجنيز و الفيتامينات تؤثر على مستويات السيال العصبي و نشاط الخلايا العصبية. ان المعادن السامة مثل الرصاص و الزئبق و الكادميوم هي الأخرى تؤثر بشكل كبير على وظيفة الدماغ ولكن بصورة سلبية ومن ثم ينعكس ذلك على نشاط الإنسان و سلوكه.

فيما يلي أمثلة على أهمّيّة المعادن الثّقيلة الضّروريّة للصحّة[7]:

الكوبلت: يدخل في تركيب فيتامين B12 ويساهم في تفكيك الكربوهيدرات و البروتينات وينتج الحوامض الامينية ويخلّق جزيئات الـ DNA ، يدعم جهاز المناعة و الجهاز العصبي في عملهما وهو مسئول عن مراقبة عمل الخلايا والنمو وتطوير كريات الدم الحمراء. يتوافر الكوبلت في الخضراوات الورقية (القرنبيط و السبانخ) و السمك و الحبوب، البالغون يحتاجون 1.5 ميكرو جرام من فيتامين ب-12 ليضمنوا الحصول على الكوبلت. زيادة نسب الكوبلت في الجسم يؤثر على القلب وقد تنقص خصوبة الرجل.

النّحاس: يتواجد النحاس فى العديد من الأطعمة، مياه الشرب وفى الهواء، ولذا فإن جسم الإنسان يمتص هذا المعدن يومياً من خلال الشرب وتناول الأطعمة ومن خلال التنفس أيضاً. ويحتاجه الجسم بكميات قليلة وهو يوجد في أعضاء الجسم ولكنه يتركز في المخ والكبد. يدخل في تركيب الكثير من الإنزيمات ، لذلك لا بد منه للمحافظة على صحة القلب والعظام والأعصاب والدماغ والكريات الحمراء، يساعد على استخراج الطاقة من الطعام ، وينتج مواد مشابهة للهرمونات تساعد على تنظيم ضغط الدم ونبضات القلب وعلى سرعة التئام الجروح، يساعد في تخفيف الآلام، يحمي الخلايا من التأكسد ، لذلك يساعد الجسم على مقاومة السرطان والأمراض القلبية وأمراض الشيخوخة، هام للامتصاص الصحيح للحديد وإذا لم يحصل الجسم على المقدار المطلوب من النحاس فإن إنتاج الهيموجلوبين (خضاب الدم الأحمر) يتناقص وينتج عن ذلك نوع من فقر الدم (سببه نقص النحاس). زيادة نسبة النحاس في الجسم يؤدي إلى التسمم بالنحاس ، وتشمل الأعراض : إسهال ، اكزيما ، ارتفاع ضغط الدم ، أمراض الكلى ، غثيان ، فقر دم الخلية المنجلية ، آلام معدية ، ضرر بالجهاز العصبي المركزي ، اضطرابات ذهنية وانفعالية (التوحد وفرط النشاط لدى الأطفال).

الخارصين: يعتبر الخارصين من المعادن الهامّة جدّاً لجسم الإنسان فهو موجود في كلّ خليّة ويدخل في تصنيع المرّكبات داخل الجسم مثل البروتينات والأحماض الأمينيّة وكذا الأحماض النّوويّة (DNA و RNA) . كما يدخل في تنشيط أكثر من 20 إنزيماً وله دور حيويّ في حماية العديد من الأعضاء المختلفة مثل الشّرايين والقلب وسلامة وثبات جدران الخلايا المختلفة .
أمّا نقصه فيؤدّي إلى:
التّقزّم وعدم زيادة الطّول عند المراهقين، يؤثر على إنتاج الأجسام المضادّة وزيادة العدوى بالأمراض، فقدان الشّهيّة، مشاكل الرّؤيّة الليليّة، صعوبة التّذاكر(المذاكرة) والاستيعاب لدى الأطفال، تقرّحات جلديّة، تساقط للشعر وعدم شفاء الجروح بسرعة. أهمّ مصادره الغذائيّة هي اللّحوم الحمراء والأسماك (التّمد والسّردين).

إنّ الدّراسات المبنيّة على تحليل الشّعر لمعرفة نسب ومستويات العناصر الثّقيلة والسّامّة فيه ومن ثمّ تقييم الحالة الصّحّيّة للأفراد معدومة في بلادنا وتُعدّ هذه الدّراسة أوّل دراسة في هذا المجال على الرّغم من وجود دراسة سابقة مبنيّة على تحليل الشّعر أجريت في اليمن عام 2002 ولكنها كانت بهدف معرفة تأثير الإصابة بالبلهارسيا على مستويات الخارصين والنحاس [8] .

لقد وقع الاختيار على طلاب مدرستين حكوميّتين للتّعليم الأساسي وهما مدرسة الشّيخ عثمان، الواقعة في منطقة الشيخ، ومدرسة العريش، الواقعة في منطقة خور مكسر بجوار ساحل ابين، وذلك لأنّ المدرستين تقعان تحت ظروف بيئيّة متباينة من حيث درجة التّلوّث.

الجانب العملي:

تمّ الحصول على عيّنات الشّعر من طلاب مدرستي الشّيخ عثمان (220 طالباً، 24 طالباً عن كلّ مرحلة دراسيّة من المراحل الدّراسيّة الخمس من المستوى الدّراسي الثالث حتّى المستوى السّابع) ومدرسة العريش (100 طالب ،20 طالباً عن كلّ مرحلة دراسيّة من المراحل الدّراسيّة الخمس) ممّن لا يعانون من أيّة أمراض مزمنة،كما وأنّه قد تمّ مسائلتهم شفهيّاً عن طبيعة الغذاء الّذي يتناولونه وعن بعض عاداتهم كاستخدام الحنّاء والأصباغ لشعرهم وغيرها من الأمور الّتي يمكن أن تؤثّر على نتيجة التّحليل. كانت عيّنات الشّعر تؤخذ من فروة مؤخّرة الرّأس أعلى الرّقبة ثمّ خلطت عيّنات كلّ مرحلة دراسية مع بعضها لجعلها عيّنة ممثّلة لتلك المرحلة فأصبح بذلك مجموع العيّنات الّتي خضعت للفحص هي عشر عيّنات ،خمس عيّنات عن كلّ مدرسة،

اتّبعت الطّرق الشّائعة[9-10] في المعالجة الأوّليّة للعيّنات والّتي تشتمل على إزالة الأتربة والتّلوّث الخارجي وغسلها ثلاث مرّات بالشّامبو نوع (Johnson's baby shampoo pH balanced. Greece.) والماء والشّطف بالماء (ثلاثي التّقطير) عدّة مرّات ثمّ تركت لتجفّ في المجفف.

الهضم والتّحليل:

تمّ أخذ أوزان دقيقة من عيّنات الشّعر باستخدام ميزان تحليلي حسّاس (بحدود 0.3 جرام) ثمّ وضعت في إناء زجاجي مخروطي سعة 250 ملّ وأضيف أليها 12 ملّ من حمض النّتريك المركّز (عالي النّقاوة) وتركت جانباً لمدّة اثنا عشرة ساعة ثمّ سخّنت هذه المحاليل بعد ذلك على موقد حراري عند درجة حرارة 80º مئويّة حتّى اختفاء جميع الغيوم البيضاء والحصول على محلول رائق. بعد الانتهاء من عمليّة الهضم تمّ تخفيف المحلول إلى 50 ملّ بماء ثلاثي التّقطير ورجّ جيّداً ثمّ وزّع على ثلاثة أنابيب بغرض تحليلها في ثلاثة مختبرات مختلفة *، أنبوبة واحدة لكلّ مختبر.

استخدمت تقنيّة الامتصاص الذّرّي اللّهبي لتعيين تراكيز جميع العناصر المدروسة (باستثناء عنصر الزّرنيخ حيث استخدمت تقنيّة الامتصاص الذّرّي الكهروحراري (فرن الجرافيت)).

تمّ تحليل وقياس كلّ عيّنة بعد أن جُزّأت إلى ثلاثة أجزاء (كما ذكر أعلاه) باستخدام ثلاثة أجهزة مختلفة لقياس الامتصاص الذرّي في ثلاثة مواقع مختلفة وهي : المختبر المركزي بجامعة عدن (خورمكسر-عدن) باستخدام جهاز Vario 6 (ألماني الصّنع) وفي المختبر التّابع لوزارة الثّروة السّمكيّة (التّواهي-عدن) باستخدام جهاز UNICAM VP90 (بريطاني الصّنع) وفي مركز التّحاليل الدّقيقة بجامعة القاهرة (القاهرة- مصر) باستخدام جهاز Perkin Elmer AAnalyst 100 (أمريكي الصّنع). بالنّسبة لعنصر الزّرنيخ فقد تمّ استخدام جهاز Varain SpectrAA 220 مزوّد بفرن الجرافيت (أمريكي الصّنع) .

جُمعت القراءات المتحصّل عليها من المختبرات المختلفة ثمّ خضعت للمعالجات الإحصائيّة مثل اختبارات Q و t وتحليل التّباين (ANOVA) باستخدام برنامج Origin[12].

استخدمت عيّنات البلانك (وهي الّتي لا تحتوي على عيّنات الشّعر - هضم البلانك) لتعيير الجهاز حيث كانت تقرأ من حين لآخر أثناء أخذ قراءات العيّنات؛ كما أنّ طريقة التّحليل كانت تتمّ في جميع الأحوال باستخدام طريقة منحنى التّعيير حيث تراوحت تراكيز المحاليل القياسيّة لكلّ عنصر بين 1-5 جزء بالمليون.

النّتائج:

نتائج تحليل الشّعر لطلاب مدرستي العريش والشّيخ عثمان لمختلف المراحل الدّراسيّة (ثالث ابتدائي – سابع ابتدائي) والخاصّة بتراكيز عناصر كلاً من الألومنيوم، الزّرنيخ، الكادميوم، الكوبلت، النّحاس، النّيكل، الرّصاص والخارصين مدوّنة في الجدولين 1 و2 على التّرتيب. يُلاحظ من الجدول 1 تفاوت كبير في قيم تراكيز العناصر المدروسة حيث بلغت أقصاها لعنصر الخارصين (117.5 µg/g) وأدناها لعنصر الكادميوم (0.33 µg/g) . من ناحية أخرى هناك تفاوت في مستويات العنصر الواحد في المراحل الدّراسيّة المختلفة (ثالث ابتدائيّ - سابع ابتدائيّ) حيث بلغ التّفاوت إلى أكثر من 300% كما في حالة الألمنيوم والرّصاص مثلاً (انظر جدول 1و2).ونجد الأمر نفسه (أي الفروقات في تراكيز العناصر فيما بينها والفروقات في تركيز العنصر الواحد فيما بين المراحل الدّراسيّة المختلفة) يتكرّر عندما نتفحّص الجدول 2، مع ملاحظة أنّ هذه الفروقات في التّراكيز سواء على مستوى العناصر فيما بينها أم على مستوى العنصر الواحد فيما بين المراحل

---

* -a- مختبر البحث المركزي ، جامعة عدن ،عدن،اليمن ؛ -b- مختبر الثّروة السّمكيّة ،التّواهي ،عدن،اليمن ؛-c- الوحدة المركزيّة للتّحليل والخدمات العلميّة ،المركز القومي للأبحاث ،القاهرة ،مصر.

الدّراسيّة ليست منتظمة، اي أنّ كبر أو صغر هذه الفروقات لا يعتمد على طبيعة المرحلة الدراسية ولا يوجد تفسير بسيط لهذه الظّاهرة. صحيح أنّ هناك مفهوم أو حقيقة (كما سنرى لاحقاً) بأنّ زيادة تراكيز بعض العناصر يؤدّي إلى انخفاض تراكيز عناصر أخرى ولكن هذا الأمر لا ينطبق هنا فعلى سيل المثال نجد في الجدول 1 أنّ مستويات تراكيز جميع العناصر المدروسة للمرحلة الدّراسيّة الثّالثة أعلى أو تساوي تراكيز العناصر المقابلة لها بالنّسبة للمرحلة الدّراسيّة الخامسة.

نستخلص من الجدول 1 أنّ متوسّط تراكيز العناصر في شعر طلاب مدرسة العريش يأخذ النظام (µg/g):

(As=0.7)< (Co=1.6)<(Ni=2.7)< (Cu=9.7)<(Pb=18.7)< (Al=21.3) << (Zn=108.0) (Cd=0.6)<

كما نستخلص من الجدول 2 أنّ متوسّط تراكيز العناصر في شعر طلاب مدرسة الشّيخ عثمان يأخذ المنحى ذاته (باستثناء تبادل الأماكن لكل من الكادميوم و الآرسنيك) الذي لوحظ في مدرسة العريش حيث كانت التّراكيز تقلّ على النّحو التّالي (µg/g) :

(Co=2.7)<(Ni=5.5)< (Cu=10.0)<(Pb=28.0)< (Al=63.3) << (Zn=101.7) (As=0.9) <(Cd=1.0)<

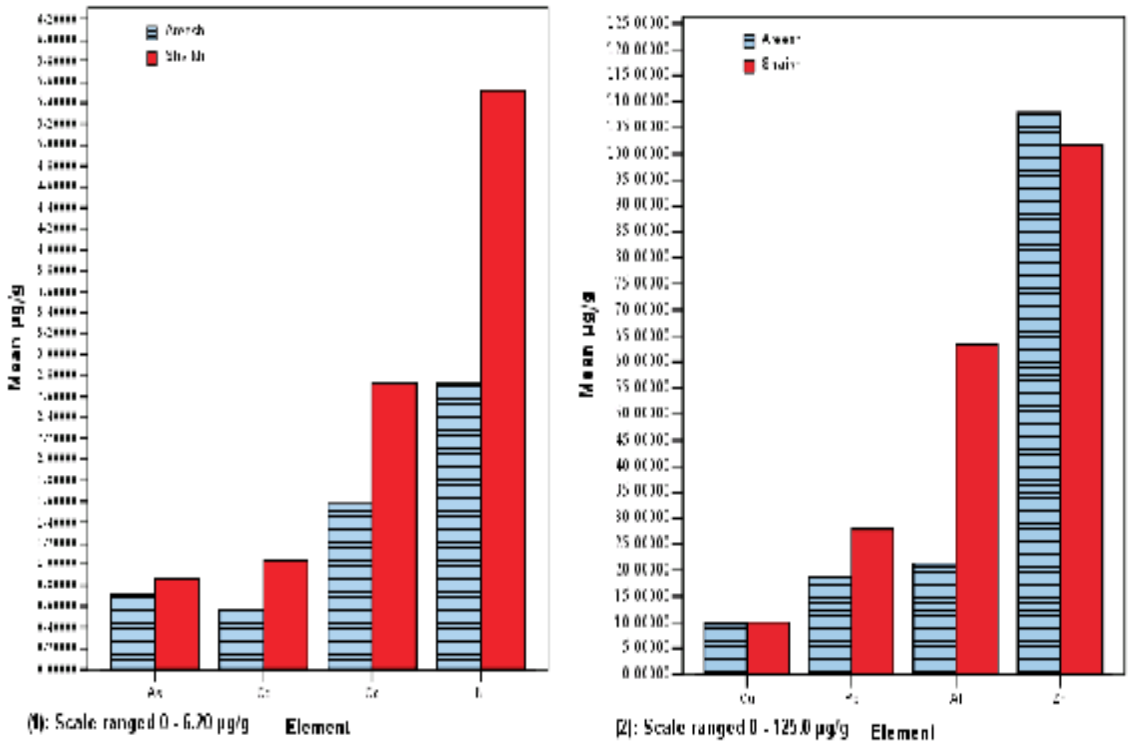
جدول 1 : متوسّط التّراكيز (± الانحراف المعياري SD) بوحدات (µg/g) للعناصر المدروسة في شعر طلاب مدرسة العريش

العنصر / المستوى	Al	As	Cd	Co	Cu	Ni	Pb	Zn
الثالث	27.18±4.38	1.08±0.03	0.96±0.12	1.28±0.07	9.76±1.39	3.69±0.03	26.42±1.02	104.76±6.24
الرّابع	17.18±1.93	0.63±0.03	0.55±0.36	1.37±0.06	9.66±0.78	3.73±0.13	14.46± 2.60	96.91±5.33
الخامس	7.37±0.35	0.40±0.03	0.58±0.21	1.36±0.02	10.83±1.47	2.26±0.04	11.15±3.62	112.13±7.01
السّادس	27.36±2.57	0.75±0.03	0.58±0.13	1.71±0.12	9.46±0.36	2.66±0.60	20.86±2.89	113.2±1.66
السّابع	27.39±3.79	3.38±0.21	0.33±0.28	2.17±0.07	9.21±1.14	1.31±0.20	16.88±2.06	101.21± 5.92

جدول 2 : متوسّط التّراكيز (± الانحراف المعياري SD) بوحدات (µg/g) للعناصر المدروسة في شعر طلاب مدرسة الشّيخ عثمان

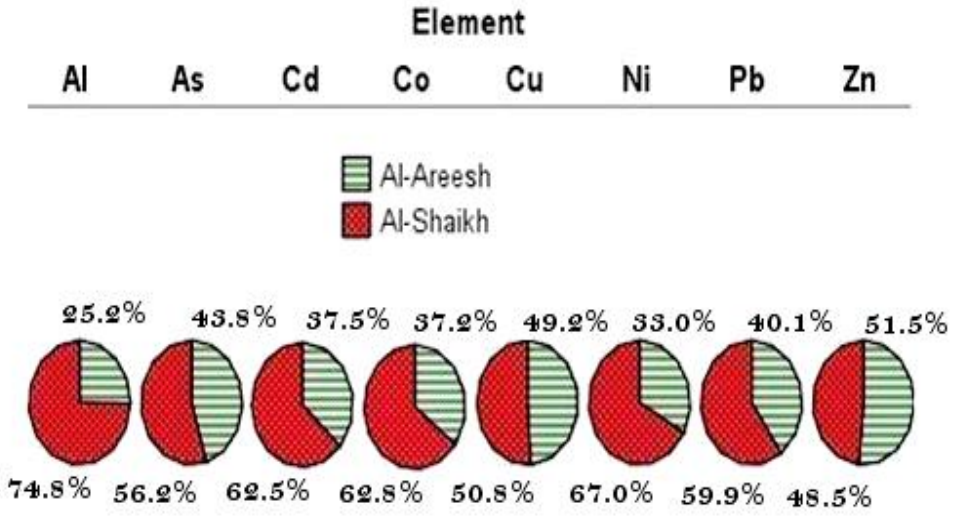
العنصر / المستوى	Al	As	Cd	Co	Cu	Ni	Pb	Zn
الثالث	57.24±19.70	0.45±0.04	1.0±0.15	3.29±0.32	9.65±0.61	6.10±1.02	32.71±5.65	87.09±21.59
الرّابع	67.24±17.60	2.11±0.10	0.74±0.47	2.86±0.16	9.82±0.80	5.55±0.04	27.23±3.03	101.28±3.57
الخامس	67.27±13.34	0.83±0.07	1.11±0.36	2.26±0.15	9.99±0.93	2.61±0.07	20.76±2.16	103.8±2.69
السّادس	67.36±14.27	0.78±0.05	1.32±0.68	2.72±0.49	10.38±0.96	5.47±1.26	31.73±1.63	100.9±11.5
السّابع	57.47±5.52	0.98±0.05	1.97±0.42	2.50±0.51	10.14±0.23	5.53±0.03	27.80±2.70	101.45±0.64

الصّورتان 1 و 2 هما صورتان مقارنة توضيحية لمستوى العنصر الواحد في المرحلة الدّراسيّة الواحدة في كل من المدرستين بعد توزيع العناصر إلى مجموعتين بناءً على مقياس الرّسم ، حيث يُلاحظ في هاتين الصورتين، وبشكل واضح الارتفاع النّسبي لمستويات جميع العناصر المدروسة في المراحل الدّراسيّة المختلفة لمدرسة الشّيخ عثمان مقارنة بتلك المُقابلة لها في مدرسة العريش. يُستثنى من ذلك الخارصين والنّحاس اللذين يمكن اعتبارهما متساويين في جميع المراحل.



الصّورة 3 هي صورة مُقارنة توضيحية للنّسب المئويّة لمتوسّط تركيز العنصر الواحد في المدرسة الواحدة بجميع مراحلها مع متوسط تركيزه في المدرسة الثّانية بجميع مراحلها؛ وهي تعكس مرّة أخرى ارتفاع مستويات العناصرفي شعر طلاب مدرسة الشّيخ عثمان بشكل عام، باستثناء الخارصين والنّحاس. وممّا يجدر الإشارة إليه أنّ أعلى تركيز نسبي بين المدرستين كان لعنصر الألومنيوم حيث بلغت قيمته 300% تقريباً لصالح مدرسة الشّيخ عثمان تلته نسب عناصر الكادميوم، الكوبلت والنّيكل بارتفاع نسبي مقداره 100%. أمّا عنصر الزّرنيخ فتجاوزت نسبة ارتفاعه قليلاً عن 10% في مدرسة الشّيخ عنها في مدرسة العريش.

صورة (3) النّسب المئويّة لمتوسّط تراكيز العناصر المدروسة في مدرستي العريش والشّيخ



المناقشة:

تمّ البحث في هذه الدّراسة عن مستوى تراكيز ثمانية من العناصر الثّقيلة (الخارصين، النّحاس، النّيكل، الكوبلت، الكادميوم، الألمنيوم، الرّصاص والزّرنيخ) في شعر طلاّب خمس مراحل دراسيّة من مراحل التّعليم الأساسي (ثالث ابتائي – سابع ابتدائيّ) في كلّ من مدرستي العريش والشّيخ عثمان حيث بلغ عدد الطّلاّب الّذين خضعوا للدّراسة 220 طالب (100 طالب من مدرسة العريش و120 طالباً من مدرسة الشّيخ عثمان). هذه العناصر تكون متواجدة في العادة بتراكيز منخفظة في جسم الانسان وبرغم ذلك فهي تلعب دورا حيويا ومهما على صحته. لقد وقع الاختيار على مدرستي العريش والشّيخ عثمان نتيجة لتواجدهما تحت ظروف بيئيّة متباينة كما هو واضح من الخارطة. إنّ مدرسة الشّيخ عثمان مُحاطة بالعديد من المنشآت والأنشطة الخدميّة والّتي تؤدّي إلى تلوّث البيئة مثل الازدحام المروري الكبير، وجود محطّتين لوقود السّيّارات، والعديد من ورش اللّحام وجاراجات السّمكرة وصيانة السّيّارات، بينما خلت تقريبا المنطقة المحيطة بمدرسة العريش من كلّ تلك العوامل. تحت هذه الظّروف البيئيّة المتباينة كان هناك اعتقادا لدينا بأنّ طلاّب مدرسة الشّيخ عثمان يتعرّضون لمخاطر بيئيّة وصحّيّة، نتيجة لوجود مدرستهم في هذا المحيط اكثر من طلاب مدرسة العريش مما يؤدي الى ارتفاع نسب العناصر الثقيلة و السامة في اجسامهم. وعلى اساس هذا الاعتقاد كان هذا البحث الذي اتبعت فيه وسيلة تحليل الشعر، كأفضل وسيلة لمثل هذه الحالات، لتحديد نسب تراكيز بعض العناصر الثّقيلة والسّامّة في طلبة مدرسة الشيخ عثمان ومقارنتها مع تلك الموجودة في طلبة مدرسة العريش. لقد كانت توقعّاتنا في محلّها حيث أظهرت نتائج هذه الدّراسة الارتفاع النّسبي لجميع العناصر المدروسة، باستثناء عنصري الخارصين والنّحاس في طّلاب مدرسة الشّيخ عثمان وبخاصّة تركيز عنصر الألمنيوم الّذي بلغ 300% . إنّ تقارب/تساوي مستويات الخارصين والنّحاس في طّلاب المدرستين يمكن تفسيره من ناحيتين ؛الأولى عدم تعرض طلبة المدرستين لمصادرالتلوث بهما وأنّ مصدرهما هو النّمط الغذائي المتشابه لطلاّب المدرستين . وهكذا كان يُفترض الحال مع بقيّة العناصر الأخرى المفحوصة ولكن وجود الاختلاف والتّباين في تراكيزها بالنّسبة لطلاّب المدرستين لهو دليل على وجود مصادر خارجيّة للتّلوّث بهذه

المعادن وكان ذلك من نصيب طلبة مدرسة الشّيخ عثمان كما رأينا. التّفسير الآخر – وهو من الأهمّيّة بمكان لثبات مستويات عنصري الخارصين و النحاس، والتي تعتبر مستويات طبيعية، كما سنرى لاحقا - هو عدم تأثر تراكيز هذين العنصرين بارتفاع وانخفاض تراكيز العناصر الأخرى المدروسة في هذا البحث على الأقلّ.

ممّا سبق واستناداً إلى نتائج هذه الدّراسة يتبيّن لنا أنّ الزّيادة النّسبيّة لتراكيز المعادن المدروسة في شعر طلاّب مدرسة الشّيخ عثمان سببه هو التلوّث بها نتيجة لتواجد هذه المعادن بتركيزات عالية في الهواء المُحيط بالمدرسة نتيجة لقربها من مصادر انتشار هذه المعادن (جاراجات السّمكرة وورش اللّحام والألمنيوم والمستخدم فيها أعواد اللّحام والتي تحتوي على نسب متفاوتة من الألمنيوم ، الكوبلت ، الكادميوم والنّيكل [13] .وتُعدّ ورش الألمنيوم مصدر التّلوث الرّئيس بهذا المعدن.

يمكن أن يكون التّلوث بهذه المعادن هو أسلوب ونمط الغذاء ؛ فمثلاً تكرار استخدام الزّيوت المشبّعة في قلي الأطعمة مثل البطاطس (الشّبس) والخمير الحلو (والّذي يُعتبر إفطار رئيس في بلادنا) يؤدّي إلى تراكم معدن النّيكل في الجسم [14] بينما يُعتبر الغذاء والرّياح الغباريّة ورذاذ البحر هي المصادر الرّئيسة للتّلوّث بمعدن الكوبلت [15] .

إنّ الازدحام المروري يؤدّي إلى ارتفاع نسبة الرّصاص (نتيجة استخدام بنزين غير خالي من الرّصاص) والزّرنيخ (نتيجة لتواجده في مطّاط عجلات السّيّارات وعوامل أخرى).

وتكمن خطورة المعادن الثّقيلة من تراكمها الحيوي داخل جسم الإنسان بشكل أسرع من انحلالها عن طريق التّمثيل الغذائي أو الاخراج. وهنا نطرح سؤالا:

هل مستويات العناصر التي تمّ قياسها في هذه الدّراسة تقع ضمن الحدود المقبولة، فلا اشكال في ذلك، أم أنّها فائضة فتشكّل خطورة أم منخفضة فُيحتاج إلى تزويد الجسم بها؟

قبل الإجابة على هذا السّؤال لا بُدّ من الإشارة إلى أنّه بسبب حداثة الاهتمام بتأثيرات المعادن الثّقيلة (نقصها، زيادتها وتأثير بعضها على بعض نتيجة للزّيادة أو النّقصان) على صحّة الإنسان وارتباطها بالعديد من الأمراض الخطيرة والمزمنة، شرعت بعض المختبرات التي تعني بتحليل الشّعر ودراسة نتائج التّحليل بوضع حدود مرجعيّة (Reference ranges) للعديد من العناصر الأساسيّة والسّامّة المتواجدة في الشّعر وربّما اختلفت هذه الحدود قليلاً من مصدر لآخر وذلك بحسب رؤية وتصوّر كلّ مختبر[16]. الجدول 3 يوضّح هذه الحدود بحسب رؤية مختبرين مختلفين وهي للإنسان البالغ ذكراً كان أم أنثى وتختلف قليلاً بالنّسبة للأطفال دون سنّ العاشرة[17،18] وهي مُعطاة بوحدة (µg/g) ويتضمّن العمود الأخير من هذا الجدول مستويات العناصر المتحصّل عليها في هذا البحث ومُعطاة أيضاً بوحدة (µg/g) .

الجدول 3 : الحدود الدّنيا والقصوى للعناصر الضرورية وكذلك الحدود الخطرة للعناصر السّامّة المتواجدة في شعر الإنسان البالغ معبّراً عنها بوحدة (µg/g) ومستويات العناصر المتحصّل عليها في شعر الطلاب الذين خضعوا للدراسة بوحدة (µg/g) ايضا.

الفلز	مدى الحدّ الطّبيعي للعناصر الضرورية		تركيز العنصر في هذه الدراسة	
	مرجع 17	مرجع 18	مدرسة العريش	مدرسة الشيخ عثمان
نحاس (Cu)	28 -10	39 -9	9.7	10.0
خارصين (Zn)	200 -130	210 -100	108	102
كوبلت (Co)	0.035 -0.013	0.035 -0.01	1.6	2.7
نيكل (Ni)	0.4 >	1.0 >	2.7	5.5
الزّرنيخ (As)	0.08 >	0.2 >	0.72	0.86
الكادميوم (Cd)	0.15 >	0.14 >	0.6	1.0
الرّصاص (Pb)	2.0 >	3.0 >	18.7	27.9
الألمنيوم (Al)	0.7 >	18.0 >	21.3	63.3

يُلاحظ من الجدول 3 أنّ مستويات العناصر المدروسة جميعها وللمدرستين معاً، باستثناء النّحاس والخارصين تزيد عن المعدّلات الطّبيعيّة لمستويات هذه العناصر في الشّعر بل إنّ بعضا منها بلغت مستوياته أضعافاً مُضاعفة فالرّصاص مثلا، بلغت الزّيادة فيه تسعة أضعاف والكادميوم سبعة أضعاف وتراوحت مستويات بقيّة العناصر بين خمسة إلى ثلاثة أضعاف وهذه بخاصّة لمدرسة الشّيخ عثمان.

وممّا هو جدير بالملاحظة أنّ جدول 3 قد غيّر نظام التّرتيب السّابق للعناصر الّذي استخلص من الجدولين 1 و2، و بني على أساس القيم المُقاسة لمستويات العناصر حيث كانت تراكيز الخارصين والألومنيوم في المقدّمة ونجدها هنا – استناداً إلى المعدلات الطّبيعيّة التي وردت في الجدول 3 – تأخذ النّظام :

$$Cu \sim Zn < Al < As < Ni < Cd < Pb < Co$$

وأضحت الخطورة تكمن في كلّ من عنصري الرّصاص والكادميوم كونهما من العناصر السّامّة عوضاً عن الألومنيوم الّذي كُنّا نظنّ أنّه يشكّل الخطر الأكبر ومع ذلك فهو لا يزال مرتفعاً بما يزيد عن ثلاثة أضعاف المعدّل الطّبيعي، ناهيك عن ارتفاع مستويات كلا من النّيكل والزّرنيخ عن المعدلات الطبيعية.

في إحدى الدّراسات[19] الّتي أُجريت في بولندا عام 1998 على أكثر من 100 طالب (بعمر 15سنة) لمعرفة تأثير ارتفاع مستويات كلّ من الرّصاص والكادميوم على العناصر الأساسيّة ذات الأهمّيّة الحيويّة مثل

الكالسيوم والحديد تبيّن أنّ ارتفاع نسبة الرّصاص في أجسام الأطفال الّذين خضعوا للدّراسة أدّى إلى نقص كبير في مستويات الحديد والكالسيوم. وهنا في هذه الدّراسة - وإن لم يتم تعيين مستويات الحديد والكالسيوم- يمكن القول واستناداً إلى نتائج الدّراسة المذكورة اعلاه، ودراسة اخرى مماثلة [20] أنّ ارتفاع مستويات الرّصاص والكادميوم يؤدّي إلى معاناة الطّلبة من نقص الحديد والكالسيوم.

بقي ان نشير الى نقطة هامّة وهي ما يُعرف بالنّسب المعنويّة (Significant Ratios) والنّسب السّامّة (Toxic Ratios)، النّسب المعنويّة تكشف علاقة العناصر الأساسيّة ببعضها البعض (أو تأثير مستوياتها المختلفة على بعضها البعض) وهي بنفس درجة أهمّيّة معرفة مستوى العنصر نفسه او تزيد. هذه النّسب تعكس الاتّزان الدّقيق (critical balance) الّذي يفترض ان تكون عليه هذه المعادن في الجسم. أمّا النّسب السّامّة فهي تكشف العلاقة بين العناصر الأساسيّة والمعادن السّامّة ولها معدّلات طبيعيّة وخطرة حدّدت من قبل المختصّين في هذا المجال فإذا ما ظهر أنّ النّسبة بين العنصر السّامّ والعنصر الأساسيّ غير طبيعي فذاك يعني أنّ العنصر السّامّ يتدّخل بصورة أو بأخرى من الاستفادة من ذلك العنصر الأساسي. والجدول 4 يبيّن المعدّلات الطّبيعيّة للنّسب المعنويّة والنّسب السّامّة و كذلك النّسب الّتي حسبت من هذه الدّراسة.

جدول 4: المعدلات الطّبيعيّة للنّسب المعنويّة والنّسب السّامّة والنّسب المحسوبة من هذه الدّراسة[19].

نسبة العناصر	نوعها	مداها	هذه الدّراسة	
			العريش	الشّيخ عثمان
Mg/Ca	معنويّة	30 -4	--	--
Pb/Ca	معنويّة	8 -0.8	--	--
Cu/Zn	معنويّة	20 -4	11.1	10.2
Cd/Zn	سامّة	أكبر من 800	180	101.7

الجدول 4 يدلّنا على وجود مشكلة أخرى؛ حيث أنّنا نُلاحظ أنّ النّسبة السّامّة Cd/Zn منخفضة كثيراً عن المعدّل الطّبيعي (والذي يفترض ان تكون اكبر من 800) وبخاصّة لمدرسة الشّيخ عثمان ممّا يعني أنّ ارتفاع نسبة الكادميوم في أجسام الطّلبة يعيق الدّور الحيوي والهامّ لعنصر الخارصين حيث أنّه من المعروف أنّ الخارصين يدخل في كثير من العمليّات الحيويّة و البنائية في جسم الانسان كما ذكر من قبل (في المقدمة). أمّا مصادر التلوث العامّة لعنصر الكادميوم فهي مطّاط عجلات السّيّارات، التّبغ ،المواد البلاستيكيّة، أنابيب المياه المجلفنة وغيرها.

خارطة رأسية تبين موقعي مدرستي العريش (في الأعلى) و الشيخ عثمان (في الأسفل)- مأخوذة عبر برنامج *Google earth* – 2006- مع تعديلات توضيحيّة عليها.

مدرسة الشيخ عثمان = 30 November school

الاستنتاجات:

تشير نتائج هذه الدراسة إلى:
- وجود زيادة في مستويات المعادن السامة في الشعر لدى طلاب المدرستين معاً وبشكل ملحوظ في طلبة مدرسة الشيخ عثمان.
- طلبة مدرسة الشيخ عثمان أكثر عرضة للتلوث بهذه المعادن السامة نتيجة لتواجد مدرستهم في محيط بيئي غير صحي.
- ارتفاع مستوى تركيز الكادميوم في طلاب المدرستين يعيق الدور الحيوي و البنائي لمعدن الخارصين الأساسي في الجسم.
- ارتفاع مستوى الرصاص يؤدي إلى نقص في معدني الحديد والكالسيوم الأساسيين للعمليات الحيوية في الجسم

التوصيات:

توصيات عامّة:

- تكرار مثل هذا النوع من الدراسة على طلاب مدارس اخرى في محافظة عدن وفي المحافظات الأخرى.
- التوسع في مثل هذه الدراسة لتشمل عناصرسامّة أخرى مثل الزّئبق والكروم.
- الاهتمام بتشجير المدارس سواء في محيطها الدّاخلي اوالخارجي وذلك من اجل تقليل التلوّث من مصادره المختلفة.
- أن تكون مدارس الطلاب بعيدة عن مصادر التلوّث المختلفة مثل: ازدحام خطوط السير ومحطّات الوقود والطّاقة ومعامل الورش: لحام وصيانة السّيّارات وتبديل زيوت ...الخ.
- النزول الدوري و المنتظم وذلك للتأكّد من أنّ المدارس غير مُحاطة بالمصادر الملوثة مثل الورش الخدمية ومحطات البترول و المصانع.
- توافر مواصفات قياسيّة يمنيّة تحوي معلومات عن الحدود الخطرة للمعادن السّامة .
- رفع الوعي الصّحّي للمجتمع حول التّأثيرات الضّارّة للعناصر السّامّة وذلك من خلال وسائل الاعلام المختلفة.

توصيات خاصّة:

نظراً لارتفاع تراكيز العناصر المدروسة (خصوصا الكادميوم والرصاص و الألومنيوم) في طلاب مدرستي العريش و الشيخ عثمان فإنّنا نوصي بالتّالي :
- معاودة الدراسة على طلبة هاتين المدرسة وذلك لتتبع ورصد مستويات المعادن في الشّعر.
- على مدير مدرسة الشيخ عثمان بالاشتراك مع السّلطة المحليّة ممارسة سلطاتهم لإخلاء المساحة المحاطة بالمدرسة من كلّ مصادر التّلوّث مثل محطّات الوقود ، والورش اليدويّة وورش صيانة السّيّارات.
- متابعة الحالة الصّحّيّة للطّلاب خصوصاً المتعرّضين للعناصر السّامّة.
- بسبب ارتفاع مستوى الكادميوم وتأثيره السلبي على الدور الحيوي للخارصين، فإننا نوصي بأن يعطى الطلاب جرعات من الخارصين على صورة كبريتات الخارصين (Zinc sulphate) بحدود 15 – 20 ملجم يوميا[21] ووفقاً لمعايير التّحضير المحدّدة من قبل منظّمة الصّحّة العالميّة [22].
- فحص ومراقبة مستويات الحديد و الكالسيوم في اجسام الطلبة نتيجة لتلوثهم بالرصاص.
- تشجيع وزرع حبّ امتلاك بيئة نظيفة وصحّيّة بين الطّلاب.
- توعية الطّلاب بمخاطر العناصر السّامّة و تأثيراتها الصحية عليهم خاصة في مجال التعلم و التحصيل العلمي.
- الاهتمام بالتشجيرداخل فناء المدرستين و خارجهما.
- عرض نتائج هذه الدراسة على طلاب المدرستتين وكذا اولياء امورهم.
- الاستمرار في المحافظة على محيط مدرسة العريش نظيفاً وبعيداً عن مصادر التّلوّث.

المراجع:

1- Lazar P (1974). Hair analysis: What does it tell us?. JAMA 229:1908-1909.

2- Manson P and Zlotkin S(1985). Hair Analysis- a critical review. Can Med Assoc J133:186-188.

3- Munir H. Shah, N. Shanheen, A. Khalique, A. A. A. Alrabti and M. Jaffar.(2006). Comparative metal distribution in hair of Pakistani and Libyan population and source identification by multivariate analysis. Environmental Monitoring and Assessment 114:505-515

4-Hammer, D. J., Finklea, J. F., Hendricks, R. H. and Shy, C. M.(1971).Hair trace metals and environmental exposure, Am. J. Epidemiol. 93:84–92.

5-Flynn, A., Fratianne, R. B., Hill, O. A. and Strain W. H.(1971). Malversation in hair analysis, Am.J. Clin. Nutr. 24: 893–899.

6-Ryabukhin,T.S. (1980).International Coordinated Program on Activation Analysis of Trace Element Pollutants in Human Hair. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 60(1).

7-(ATSDR) The Agency for Toxic Substances and Disease(2001). Hair Analysis Panel Discussion ,http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/hair_analysis

8- Al-Attas S.A. Qahtan Z.S(2002).Variations in zinc and copper concentrations in hair in a group of Adolescents with Schistosomiasis. University of Aden Journal of Natural and applied sciences 6 (1): 213-218.

9- Violante N., Senofonte O., Marsili G., Meli P., Soggiu M.E., S. CaroliViolante N.; Senofonte O.; Marsili G.; Meli P.; Soggiu M.E.; Caroli S. (2000). Human hair as a marker of pollution by chemical elements emitted by a thermoelectric power plant. Microchemical Journal 67: 397-405.

10- Ashraf, W., Jaffar, M. and Mohammad, D.(1995b). Comparison of trace metal levels in the hair of Pakistani urban and rural adult male population, Int. J. Environ. Studies 47:63–68.

11- Yang, L., Wang, W., Hou, S., Williams, W. P. and Peterson, P. J. (2002), Arsenism clinical stages and their relation with hair arsenic concentration of residents of Bayinmaodao rural district, Inner Mangolia, China', Environ. Geochem. Health 24: 337–348.

12- Origin professional computer software package manual(2004). version 7.5 SR5.

13-The Business of Air Quality (2007) .section 5.9 :cutting and welding , www.warringah.nsw.gov.au/environment/air_quality.aspx :119

14- Yaqub, S., Jaffar, M. and Masud, K. (1999) .Current status of nickel contamination of local vegetable ghee, Pak. J. Sci. Ind. Res. 42: 126–129.

15- James H. Kim, Herman J. Gibb and Paul D. Howe (2006). Cobalt and Inorganic Cobalt Compounds. Concise International Chemical Assessment Document 69 , World Health Organization 4pp.

16- Druyan ME, Bass D, and Puchyr R(1998).Determination of reference ranges for elements in human scalp hair. Biological Trace Element Research 62:183-197.

17- Doctor's Data, Inc. (1999-2006), www. doctorsdata.com

18- Trace Elements, Inc. (1986- 2000), www. traceelements.com

19- Trace Elements, Inc.(2000).The newsletter" an additional service".

20- Nowak B and Chmielnicka J.(2000) .Relationship of lead and cadmium to Essential Elements in Hair, Teeth, and Nails of Environmentally Exposed People. Ecotoxicol Environ Saf 46(3):265-274.

21-McKenzie JM.(1978). Alteration of the zinc and copper concentration of hair. American Journal of Clinical Nutrition 31:470-476.

22- World Health Organization (2007).Production of Zinc Tablets and Zinc Oral Solutions, Guidelines for Programme Managers and Pharmaceutical Manufacturers:8-35

Abstract

The present study was conducted to evaluate the risk to the environment and the general health of two elementary school children, in Aden city experience as a result of pollution with heavy and toxic trace elements. The two schools are: Al-Areesh school located in Al-Areesh zone, Khormaksar, beside Abyan beach, and Al-Shaikh Othman school located in Al-Shaikh Othman region. The two schools exist under different environmental conditions. It was hypothesized that Al-Shaikh Othman school suffer from high environmental pollution. To achieve this purpose a 220 children school were selected (100 subjects from Al-Areesh school and 120 subjects from Al-Shaikh Othman school) whose mean age ranges between 9 and 14 years from the 3rd to 7th levels. Hair samples from school children were used as an indicator to find out the extent of pollution in these two schools. Two analytical methods were employed for determination of eight essential/toxic trace elements: zinc(Zn), copper(Cu), nickel(Ni), cobalt(Co), cadmium(Cd), aluminum(Al), lead(Pb), and arsenic(As). Flame atomic absorption spectrometry(FAAS) was employed to determine the levels of the first seven elements, where as graphite furnace atomic absorption spectrometry(GFAAS) was employed to determine the levels of the last element. Measurement precision and accuracy was checked by carrying out the analysis at three different places each of which using the same analytical procedure. Finally the average of all the results was taken. The mean values obtained were (in µg g-1): Zn, 108.0 (Al-Areesh)and 101.7(Al-Shaikh Othman); Cu, 9.7 (Al-Areesh) and 10.0(Al-Shaikh Othman); Nickel, 2.7 (Al-Areesh) and 5.5(Al-Shaikh Othman); Co, 1.6 (Al-Areesh) and 2.7(Al-Shaikh Othman); Cd, 0.6 (Al-Areesh) and 1.0(Al-Shaikh Othman); Al, 21.3 (Al-Areesh) and 63.3(Al-Shaikh Othman); Pb, 18.7 (Al-Areesh) and 28.0(Al-Shaikh Othman); As, 0.7 (Al-Areesh) and 0.9(Al-Shaikh Othman). These experimental figures show high levels for all studied elements (except for zinc and copper) when compared with the normal levels of these elements in human hair, with particular increase in the levels of aluminum, cadmium and nickel for Al-Shaikh Othman children. The results also showed that the exceptionally high levels of cadmium (especially for Al-Shaikh Othman children) may indicate that this element is hindering the important and necessary biological function of zinc.

Keywords: Hair analysis, School children, Heavy/Toxic minerals, FAAS/GFAAS.