دراسة مستوى عناصر الخارصين، الزرنيخ، الكادميوم والرصاص في عينات من أوراق الزيتون بالقرب من مصنع أسمنت المرقب– ليبيا

حسن ضو اشتيوي محمد[1]، أبوعاقلة يوسف أحمد[2]، سالم محمد سالم[1]
1–كلية العلوم، جامعة الزيتونة، ليبيا
2– كلية التربية، جامعة الجزيرة ، السودان
hasanly274@gmail.com
salem1982sms@gmail.com
abuaglaya@yahoo.com

الملخص

أُجريت هذه الدراسة لقياس مستوى الخارصين **Zn**، الزرنيخ **As**، الكادميوم **Cd** والرصاص **Pb** في عينات من أوراق الزيتون بالقرب من مصنع أسمنت المرقب، وأُخذت العينات من مسافات مختلفة (250، 500، 750 و 1000) متر عن المصنع وذلك في شهر نوفمبر 2013 ويناير 2014. تم قياس تركيز العناصر الثقيلة المذكورة في أوراق الزيتون باستخدام جهاز الامتصاص الذري، وأظهرت نتائج التحليل أن متوسط تراكيز الخارصين، والزرنيخ، والكادميوم والرصاص في شهر نوفمبر بلغ 988، 8.70، 0.400، 11.4 ملجم/كجم، وفي شهر يناير كانت 1123، 13.20، 0.4000، 11.30 ملجم/كجم على التوالي. كما بينت النتائج أن الخارصين هو العنصر الأعلى تركيزاً في العينات قيد الدراسة وتجاوز تركيزه الحدود الطبيعية للعنصر في النبات، أما بقية العناصر فكانت كمياتها منخفضة نسبياً. وأظهرت الدراسة أيضاً ارتباطاً قوياً في التركيز بين الخارصين وكلا من الزرنيخ والرصاص والكادميوم.

الكلمات المفتاحية: العناصر الثقيلة، الامتصاص الذري، أوراق الزيتون ومصنع الإسمنت.

Abstract

This study was conducted to measure the level of Zinc, Arsenic, Cadmium and Lead in olive leaves near Elmergib Cement Factory. The samples were collected from different distances (250, 500, 750, 1000m) far away from the factory, in November 2013 and January 2014. The analysis was carried out using Atomic Absorption Spectrophotometer. The obtained results showed that, the average concentrations of the metals in the samples collected in November 2013 were: 988 mg/Kg for Zn, 8.70 mg/Kg for As, 0.400 mg/Kg for Cd and 11.4 mg/Kg for Pb. For the January 2014 samples, the average concentrations for Zn, As, Cd and Pb were: 1123, 13.20, 0.4000 and 11.30 mg/Kg, respectively. It is also found that, the zinc had the highest concentration in all subject samples, and its concentration was exceeded the natural limits of the element in the plants. Although, the rest of the elements were found with relatively low concentrations. The results also revealed a strong correlation between concentrations of zinc with the concentrations of arsenic, lead, and cadmium.

Key wards: Heavy metals, atomic absorption, Olive leaves and cement factory.

1. المقدمة

يُعتبر التلوث من بين المشكلات الرئيسية والخطيرة التي يتعين معالجتها والحد منها، ومع ذلك زادت الأنشطة البشرية المتنوعة من تعقيد هذه المشكلة، فعمليات التعدين واستخدام الأسمدة والمبيدات الزراعية ومخلفات المصانع تُعد من أهم مصادر التلوث بأنواعها المختلفة (المنشاز، 2002).

صناعة الإسمنت هي أحد الأنشطة الرئيسية التي تساهم في تلويث البيئة المحيطة، فتُنتج هذه الصناعة العديد من الغازات الملوثة مثل ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) وأكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) وأكسيد الحديد (Fe_2O_3) وأكسيد الكالسيوم (CaO) وأكسيد المغنيسيوم (MgO)، بالإضافة إلى ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وأول أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وثالث أكسيد الكبريت (SO_3) وأكاسيد النيتروجين (NO_x) وأكسيد الرصاص (PbO) الناتجة عن حرق الوقود (أحمد، 2006). بالإضافة إلى ذلك، تنتج صناعة الاسمنت انبعاث جزيئات العناصر الثقيلة مثل الرصاص (Pb) والزرنيخ (As) والكادميوم (Cd) والزنك (Zn) والنيكل (Ni) والزئبق (Hg) من مداخن المصانع(Abdel Shafy and Farag, 1990).

تُعتبر عوادم السيارات واستخدام الأسمدة الفوسفاتية والمبيدات الحشرية في عمليات الزراعة من المصادر الرئيسية لتلوث الرصاص والنحاس والزنك والكادميوم والزئبق (عبد الباري، 2000)، وتُسهم عمليات التخلص من المخلفات الصلبة وخاصة المنتجة من المواد البلاستيكية التي تحتوي على الخارصين والرصاص والكادميوم والقصدير في تلوث البيئة بالعناصر الثقيلة (Alloway and Ayers, 1997).

تُعَدُّ العناصر الثقيلة من بين أخطر الملوثات غير العضوية، ويعود ذلك إلى قابليتها للتجمع والتراكم داخل الأنظمة البيئية المختلفة لفترات طويلة (Balassa, et al., 2010)، وتُمَثِّل هذه الملوثات الخطيرة تهديداً لصحة الإنسان، حيث يمكن أن تنتقل إلى الجسم البشري عن طريق السلاسل الغذائية المتنوعة، مثل اللحوم والأسماك والخضروات والفواكه والمحاصيل (Kamnev, 2001)، وينتج عن تراكم هذه العناصر داخل جسم الإنسان مشاكل صحية صعبة المُعالجة (Lawal, et al., 2011).

من جانب آخر، تنتقل هذه العناصر أيضًا إلى النباتات من خلال امتصاصها من التربة عن طريق الجذور، أو عبر الثغور والفتحات في الأنسجة الورقية، وتتراكم في أجزاء مختلفة من النباتات والأشجار، مما يؤدي إلى اضطراب في بعض العمليات الحيوية للنبات (Sabina and Pasi, 2004; Nikodemus and Brumelis, 2004).

يعتمد محتوى العناصر الثقيلة في أنسجة النبات على عوامل عدة، مثل مصدر التلوث، وتركيب التربة، وقابلية العناصر للامتصاص والتراكم داخل الأنسجة، والتي تعتمد بدورها على نوع النبات وقدرته على إزالة الملوثات (Lasat, 2002). في هذا الاطار، تُصنَّف العناصر الثقيلة وفقًا لتأثيرها على النباتات إلى فئات مختلفة من السمية، فمن بين هذه الفئات تُعتبَر بعض العناصر سامة مثل الكادميوم، بينما تُصنف عناصر

أخرى مثل الرصاص والزئبق والنيكل، على أنها معتدلة السمية، وتعتبر عناصر مثل الخارصين والنحاس والحديد والمنجنيز منخفضة السمية (Nies, 1999).

تختلف النباتات في قدرتها على تحمل هذه الملوثات ومقاومتها، وذلك يعتمد على النوع النباتي. على سبيل المثال، يُعتَبَر الكادميوم سامًا للنباتات عندما يكون تركيزه ضمن النطاق من 30 إلى 5 ملجم/كجم، وبالمثل، يُمَارِس الرصاص تأثيرًا سامًا على النباتات عندما يكون تركيزه ضمن النطاق من 30 إلى 300 ملجم/كجم، ويُعتَبَر الخارصين سامًا للنباتات عندما يكون تركيزه ضمن النطاق من 100 إلى 400 ملجم/كجم (Kabata–Pendias and Pendias, 2001).

أصبحت مشكلة التلوث الناتج عن صناعة الإسمنت أمرًا واسع الانتشار يؤثر على خصوبة التربة وإنتاجية المحاصيل، مما دفع المنظمات والهيئات العالمية إلى التركيز على هذه المسألة (Gratao, 2005). لذلك، أجريت العديد من الدراسات لتقييم تأثير التلوث الناتج عن صناعة الإسمنت على النباتات، وفي إحدى الدراسات التي تمت لفهم تأثير تساقط غبار الإسمنت على الأراضي الزراعية المجاورة لمصنع إسمنت في بنغازي (مصباح، 2007)، تبين أن الغبار يحتوي على مكونات مثل SiO_2 و CaO و MgO و Fe_2O_3 و Al_2O_3، والتي تمتلك تأثيرًا سامًا على التربة وبالتالي على النباتات، كما توصلت الدراسة إلى ظهور بعض المشاكل الصحية لدى سكان المنطقة المدروسة، مثل حساسية التهاب الجيوب الأنفية والربو القصبي وغيرها من الأمراض التي تصيب الجهاز التنفسي.

أجرى (Addo et al., 2012) دراسة لتقييم تلوث نبات حولي من فصيلة البقوليات، المعروف بالاسم المحلي "الحويرة الأنفية"(*Tephrosia*)، في المنطقة المجاورة لمصنع أسمنت في Aflao بغانا. حيث تم قياس تركيز عناصر Zn, Pb, Ni, Mn, Cu, Cr, As في 29 عينة من النبات، وبينت النتائج أن تركيز العناصر بوحدة ملجم/كجم كان كالتالي: As=1.3, Pb=6.0, Ni=11.7, Cu=23.8, Zn=66.7, Mn=182.9, Cr=238.7، كما لوحظ أن تركيز هذه العناصر ينخفض بزيادة المسافة عن المصنع، مما يشير إلى أن المصنع هو المسبب الرئيسي لعملية التلوث التي تتعرض لها النباتات، وذلك نظرًا لعدم وجود أنشطة صناعية أخرى في منطقة الدراسة.

في دراسة أخرى قام بها (Addo et al., 2013)، تم تقدير تركيز الرصاص والنيكل والكروم والزرنيخ في محاصيل نبات الكاسافا(Cassava)، حيث تم جمع العينات من المنطقة المجاورة لمصنع الإسمنت في منطقة Volta بغانا. أظهرت النتائج أن متوسط تركيز الرصاص والنيكل والكروم والزرنيخ في نبات الكاسافا، بوحدة ملجم/كجم، كان على التوالي 0.8، 6.7، 3.0، 0.02. تبين من الدراسة أن مستوى العناصر في عينات الكاسافا كان مرتفعًا باستثناء النيكل، ويرجع ذلك إلى تلوث المنطقة بغبار المصنع الذي يحتوي على العديد من الملوثات الكيميائية، كما تبين أيضًا أن كمية العناصر في هذه الدراسة تجاوزت المستويات المسموح بها في النباتات وفقًا لتوصيات منظمتي FAO/WHO (1999)، باستثناء الزرنيخ.

على الرغم من دور مصنع إسمنت المرقب في تلبية الاحتياجات المحلية من الإسمنت، إلا أنه يُعتبر مصدرًا رئيسيًا للتلوث في مدينة الخمس. يتسبب الغبار الناتج عن هذا المصنع في انتشار ملوثات صلبة وغازية متعددة، والتي يمكن أن تنتقل عبر الرياح لمسافات بعيدة وتتراكم في التربة والنباتات المحيطة، مما يسبب تأثيرات سلبية على البيئة المحيطة. على الرغم من استخدام بعض وسائل الحماية في المصنع، مثل حقائب اصطياد الغازات، إلا أنها لا تعمل بكفاءة كافية، ويمكن ملاحظة كمية الملوثات الصلبة التي تتراكم في المصنع والمناطق المجاورة(عكاشة، 2012).

كما ذكر سابقًا، تُعتبر العناصر الثقيلة ضمن أهم النواتج الناتجة أثناء عملية تصنيع الإسمنت(Schuhmacher, 2002)، وقد أظهرت الدراسات السابقة (Nadal, et al., 2004; Isikli, et al., 2003; Semhi, et al., 2010) مساهمة غبار الإسمنت في تلوث النباتات والتربة بالزرنيخ والكادميوم والرصاص، وهي عناصر تُعتبر سامة.

يمكن لهذه العناصر أن تمتصها النباتات وتتراكم في أجزائها، مما يؤثر على نموها وإنتاجيتها(Rascio and Navaria-Izzo,2011; Chibuike and Obiora, 2014). نظرًا للأهمية الاقتصادية لأشجار الزيتون، يهدف هذا البحث إلى تحديد تراكيز الخارصين (Zn) والزرنيخ (As) والكادميوم (Cd) والرصاص (Pb) في أوراق أشجار الزيتون بالقرب من مصنع إسمنت المرقب، بهدف تحديد ما إذا كانت تراكيز هذه العناصر ضمن الحدود الطبيعية أو تكون سامة.

منطقة الدراسة وجمع العينات

تقع منطقة الدراسة في الجهة الشرقية من مصنع اسمنت المرقب الذي يقع عند المدخل الغربي لمدينة الخمس على بعد 120 كم شرق العاصمة طرابلس على ساحل البحر الأبيض المتوسط، وتحيط بمصنع اسمنت المرقب أراضي زراعية تنشط فيها زراعة أشجار الزيتون.

تم جمع عينات أوراق أشجار الزيتون من جهة الشرق لمصنع اسمنت المرقب بمدينة الخمس على مسافات مختلفة (250، 500، 750 و 1000 متر) من المصنع على فترتين (شهر نوفمبر 2013 وفي شهر يناير 2014). تم وضع العينات في أكياس من البلاستيك، وتم ترقيم كل عينة حسب موقعها. يوضح الجدول (1) رموز ومواقع العينات، كما يوضح الشكل (1) توزيع العينات حول مصنع أسمنت المرقب.

الجدول (1): رموز ومواقع العينات

الشهر	المسافة (البعد عن المصنع) بالمتر	رمز العينة	الموقع
نوفمبر-13	250	A_1	N32°3755.53 E014°1332.84
	500	B_1	N32°3751.83 E014°1342.37
	750	C_1	N32°3750.74 E014°1350.15
	1000	D_1	N32°3753.50 E014°141.90
يناير-14	250	A_2	N32°3755.53 E014°1332.84
	500	B_2	N32°3751.83 E014°1342.37
	750	C_2	N32°3750.74 E014°1350.15
	1000	D_2	N32°3753.50 E014°141.90

الشكل (1): توزيع العينات حول مصنع أسمنت المرقب

الأجهزة والمواد الكيميائية المستخدمة

جهاز GPS من نوع GARMIN لتحديد مواقع العينات، جهاز مطيافية الامتصاص الذري (AAS) نوع Varian 220 FS، و سخان كهربائي. بالإضافة إلى، حمض النيتريك المركز (HNO3, 65%)، حمض الهيدروكلوريك (HCl, 35%) و بيروكسيد الهيدروجين (H2O2, 30%) من شركة Sigma – Aldrch، وماء معاد التقطير، وجميع المواد المستخدمة في الدراسة استعملت بدون عمليات تنقية إضافية.

تحليل العينات

تم تجهيز العينات للتحليل باستخدام الطريقة (EPA3050A) الصادرة عن وكالة حماية البيئة الأمريكية (Environmental Protection Agency)، حيث تم تجفيف أوراق الزيتون بأشعة الشمس المباشرة وطحنها في هاون للحصول على بودرة ناعمة، وبعدها تم وزن 4 جرام من العينة بواسطة ميزان حساس ونقلت الكمية إلى كأس زجاجي سعته 250 مل، وأضيف إليها 5 مل من حمض النيتريك المركز (65%) و15 مل من حمض الهيدروكلوريك (37%) المركز، وبعدها غُطي الكأس بزجاج مرئي وسخنت العينة إلى 95 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة تقريباً، ثم تُركت لتبرد وأضيف 5 مل من بيروكسيد الهيدروجين (30%) ووضع الغطاء الزجاجي، وتركت لمدة 15 دقيقة على جهاز التسخين حتى توقف تصاعد الأبخرة البنية، وبعد أن بردت العينات أكملت محتويات المستخلص بإضافة الماء المقطر إلى حجم 100 مل، ورشح المستخلص بورق ترشيح (Whatman No.41) في دورق مخروطي، وكررت عملية الترشيح للتأكد من أن العينة خالية تماماً من الشوائب، ثم نقلت العينات لقياس تركيز العناصر الثقيلة بواسطة جهاز مطيافية الامتصاص الذري اللهبي Flame Atomic Absorption spectroscopy (FAAS) نوع (Varian 220 FS).

النتائج والمناقشة

يوضح الجدول (2) تركيز عناصر الخارصين، والزرنيخ، والكادميوم والرصاص في أوراق أشجار الزيتون بالقرب من مصنع إسمنت المرقب. بينت نتائج هذه الدراسة أن ترتيب تراكيز هذه العناصر في جميع العينات المدروسة أخذ تقريباً نفس المنحنى حيث سُجل أعلى تركيز للخارصين وأقل تركيز للكادميوم، وعند مقارنة تركيز هذه العناصر مع تركيزها في عينات من التربة المٌجمعة من نفس منطقة الدراسة (سالم واخرون، 2017)، تبين وجود تطابق في ترتيب زيادة التركيز، ولوحظ أن متوسط تركيز الخارصين في عينات اوراق الزيتون كان أعلى من متوسط تركيزه في عينات التربة، بينما كان متوسط تراكيز بقية العناصر في عينات التربة هو الأعلى. في هذا السياق، قد يرجع سبب التراكيز العالية من الخارصين في أوراق الزيتون إلى ارتفاع نسبة هذا العنصر في تربة منطقة الدراسة بالمقارنة مع بقية العناصر، كما أن هذا العنصر من العناصر الاساسية التي يحتاجها النبات للنمو والتطور وبالتالي يستطيع النبات تخزين هذا العنصر في انسجته، كما يؤدي

التلوث الناتج عن استخدام الاسمدة الزراعية إلى زيادة تركيز الخارصين (Alloway, 2008).

نلاحظ من الجدول (2) أن متوسط تركيز عنصر الخارصين في العينات التي جُمعت في شهر نوفمبر 2013 بلغ 988 ملجم/كجم، وكانت كمية العنصر في جميع المواقع لا تقع ضمن الحدود الطبيعية للخارصين في النبات والمقدرة بحوالي (27–150) ملجم/كجم، وتجاوزت الحد السمي للنبات(100–400) ملجم/كجم (Kabata–Pendias and Pendias, 2001; Prasad, 2006)، ولوحظ أن أعلى قيمة للعنصر كانت في الموقع الذي يبعد 250 متر عن المصنع وأقل تركيز له وجد في الموقع الذي يبعد 1000 متر عن المصنع. هذه النتيجة توضح أثر المصنع علي زيادة تركيز الخارصين في أوراق نبات الزيتون (يقل التركيز كلما ابتعدنا عن المصنع).

أما متوسط تركيز الخارصين في العينات المُجمعة في شهر يناير فكان 1123 ملجم/كجم، وهو أعلى بكثير من المدى السمي للعنصر في النبات، مع ملاحظة أن أعلي تركيز للعنصر وجد في الموقع الذي يبعد 500 متر عن المصنع وأدنى تركيز كان على بعد 250 متر، ويمكن تفسير التفاوت في التركيز بين المواقع بسبب اختلاف كمية السماد العضوي المضاف إلى التربة لأن جمع العينات تم في شهر يناير بعد زراعة الأرض. بشكل عام نلاحظ أن تركيز الخارصين في عينات نوفمبر 2013 كان أقل من تركيزه في العينات المُجمعة في شهر يناير 2014 في معظم المواقع، وهذا قد يرجع إلى زيادة معدلات ترسيب العنصر على أوراق الزيتون بزيادة الزمن، وزيادة مساهمة الأسمدة المضافة للتربة، بالإضافة إلى انخفاض كميات الامطار خلال فترة الدراسة.

بمقارنة نتائج هذه الدراسة مع الدراسات السابقة المشابهة نلاحظ أن تركيز الخارصين كان أعلى بكثير من دراسة (زيادة، 2009)، التي وجدت أن تركيزه في أوراق الزيتون كان في المدى ما بين (51.5–132) ملجم/كجم، وهذا يمكن أن يرجع إلى اختلاف طبيعة المنطقة المدروسة، وكمية الأسمدة المضافة، بالإضافة إلى التفاوت في كمية وطبيعة الملوثات المنبعثة من مصانع الاسمنت، وخاصة أن وسائل الحماية من التلوث بالغبار في مصنع إسمنت المرقب لا تعمل بكفاءة تامة.

جدول (2): تركيز العناصر الثقيلة في عينات من أوراق الزيتون

الشهر	المسافة بالمتر	رمز العينة	التركيز (ملجم/كجم)			
			Zn	**As**	**Cd**	**Pb**
نوفمبر-13	250	A_1	1554	1.8	0.6	12.5
	500	B_1	1206	11.2	0.3	10.2
	750	C_1	796	12.7	0.4	10.7
	1000	D_1	398	9	0.3	12.3
المتوسط			**988**	**8.70**	**0.400**	**11.40**
يناير 2014	250	A_2	459	12.4	0.3	8.9
	500	B_2	2243	7.6	0.6	17
	750	C_2	858	10.6	0.4	8.1
	1000	D_2	931	22	0.2	11.2
المتوسط			**1123**	**13.20**	**0.38**	**11.30**

تجاوز تركيز الخارصين في هذه الدراسة تركيزه في نبات الحويرة الأنفية (66.7 ملجم/كجم) الموجودة بالقرب من مصنع أسمنت في منطقة تسمى Aflao بغانا (Addo et al., 2012)، وهذا قد يرجع أيضاً إلى الاسباب المذكورة سابقاً، بالإضافة إلى اختلاف نوع العينات المدروسة، حيث أن كفاءة امتصاص وتراكم

العناصر تختلف من نبات إلى اخر (Elifantz and Teelor, 2002).

كما يبين الجدول (2) أن تركيز الزرنيخ في عينات أوراق الزيتون التي جُمعت في شهر نوفمبر كان في المدى (1.80–12.7) ملجم/كجم، وبلغ أعلى تركيز للعنصر في الموقع الذي يبعد 750 متر عن المصنع، وأدنى تركيز وجد في العينات القريبة من المصنع (على بعد250 متر)، أما في شهر يناير فكان تركيزه ضمن المدى (7.6–22) ملجم/كجم، وسُجل أعلى تركيز للزرنيخ على بعد 1000 متر وأدناه على بعد 500 متر من المصنع. هذه الدراسة تبين أن تركيز الزرنيخ في جميع العينات كان أعلى من المستوى الطبيعي للعنصر في النبات ضمن المدى (1–1.7) ملجم/كجم (Kabata-Pendias and Pendias, 2001).

هذه النتائج لم تظهر أثر المصنع في زيادة تركيز العنصر حيث وجدت التراكيز العالية في العينات البعيدة عن المصنع، مما يشير إلى وجود مصدر آخر للتلوث بالزرنيخ في منطقة الدراسة مثل استخدام مبيدات الآفات التي تحتوي على عنصر الزرنيخ والتي تعتبر من أهم مصادر التلوث بالزرنيخ، بالإضافة إلى استخدام المياه الملوثة بالعنصر في عمليات الري. بمقارنة نتائج هذه الدراسة مع دراسات سابقة، لوحظ أن متوسط تركيز هذا العنصر في أوراق الزيتون أعلى بكثير من متوسط تركيزه في نبات الحويرة الأنفية (66.7 ملجم/كجم) الموجودة بالقرب من مصنع أسمنت في منطقة تسمى Aflao بغانا (Addo et al., 2012) وهذا الفرق قد يعود إلى الاختلاف في نوع العينات النباتية المدروسة وفترة التعرض للتلوث.

أما بالنسبة لتركيز الكادميوم في العينات، فكان متوسط تركيزه في العينات المُجمعة في شهر نوفمبر يقع بين (0.30–0.60) ملجم/كجم، وهي ضمن الحدود الطبيعية للعنصر في النبات ضمن المدى (1–2.4) ملجم/كجم (Prasad, 2006)، وبلغ أعلى تركيز للعنصر (0.60 ملجم/كجم) على بعد250 متر من المصنع، وأقل تركيز (0.30 ملجم/كجم) في الموقع الذي يبعُد 500 متر عن المصنع. أما متوسط تركيز العنصر في شهر يناير فكان في المدى (0.20–0.60) ملجم/كجم، وهو أيضاً يقع ضمن المدى الطبيعي للعنصر في النبات، وبلغ أعلى تركيز (0.60 ملجم/كجم) في الموقع الذي يبعد 500 متر من المصنع، وأدنى تركيز (0.20 ملجم/كجم) وجد على بعد 1000 متر من المصنع. من هذه النتائج نلاحظ أن تركيز العنصر يتغير بتغير الموقع مما يدل على أن محتوى العينات المدروسة من الكادميوم لا يمكن تعليله بسبب التلوث الناتج من المصنع فقط، ولكن قد يكون نتيجة مساهمة مصادر تلوث أخرى مثل الأسمدة الفوسفاتية والمبيدات الحشرية ومخلفات الصرف الصحي والتي تُعد من أهم مصادر التلوث بالكادميوم.

يتراوح تركيز الرصاص في أوراق النباتات النامية على أراضي بعيدة عن مصادر التلوث بين (5–10 ملجم/كجم)، أما إذا كان تركيزه يقع ضمن المدى (30–300 ملجم/كجم) فيعُد ساماً للنبات (Kabata-Pendias and Pendias, 2001).

بينت نتائج هذه الدراسة (جدول 2) أن تركيز هذا العنصر في معظم العينات كان أعلى من المستوى الطبيعي للعنصر في النبات، إلا إنه لا يقع ضمن المدى الذي يظهر أعراض سمية للنبات، حيث بلغ متوسط تركيز العنصر في عينات شهر نوفمبر (11.40 ملجم/كجم)، وسجل أعلى تركيز للعنصر (12.50 ملجم/كجم) في الموقع الذي يبعد 250 متر عن المصنع، وأقل تركيز (10.20 ملجم/كجم) كان على بعد 500 متر من المصنع. أما بالنسبة للعينات المُجمعة في شهر يناير، فقد بلغ متوسط تركيز الرصاص فيها (11.3 ملجم/كجم)، وسجل أعلى تركيز له (17 ملجم/كجم) في الموقع الذي يبعد500 متر عن المصنع، وأقل تركيز (8.1 ملجم/كجم) كان في الموقع الذي يبعد 750 متر عن المصنع. في هذا السياق، من الملاحظ ايضاً وجود تفاوت في تركيز عنصر الرصاص من موقع لأخر، والقيم العالية للعنصر في بعض العينات المدروسة يمكن أن تعزي إلى مساهمة التلوث الناتج من عوادم السيارات لقرب الطريق الساحلي من المصنع.

تركيز الرصاص في هذه الدراسة قريب من تركيزه في دراسة (زيادة، 2009) التي وجدت أن تركيزه في أوراق الزيتون بالقرب من مصنع أسمنت طرطوس بسوريا، كان في المدى ما بين (7.6–12.5) ملجم/كجم، إلا إنه أعلى من تركيز العنصر في نبات الحويرة الأنفية (6.0 ملجم/كجم) الموجودة بالقرب من مصنع أسمنت في منطقة تسمى Aflao بغانا (Addo et al., 2012)، وهذا الفرق كما ذكرنا سابقاً قد يعود إلى الاختلاف في نوع العينات النباتية المدروسة.

معامل ارتباط العناصر مع بعضها البعض في عينات أوراق الزيتون

تم دراسة معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة قيد الدراسة باستخدام برنامج SPSS (أمين، 2007)، وأوضحت الدراسة ارتباط قوي جداً بين الخارصين والرصاص، وارتباط قوي بين الخارصين وكل من الزرنيخ والكادميوم، وكذلك ارتباط قوي بين الرصاص وكل من الزرنيخ والكادميوم، بينما كان الارتباط ضعيف بين الزرنيخ والكادميوم وذلك عن شهر نوفمبر. بينما كان الارتباط بين العناصر عن شهر يناير على النحو التالي: ارتباط قوي جداً بين الزرنيخ والرصاص، وارتباط قوي بين الخارصين وكل من الزرنيخ والكادميوم، وكذلك ارتباط قوي بين الرصاص والكادميوم، بينما كان الارتباط الضعيف بين الخارصين والرصاص، الزرنيخ والكادميوم. الجدول (3) يشير إلى ارتباط العناصر مع بعضها في عينات أوراق نبات الزيتون.

جدول (3): ارتباط العناصر مع بعضها في عينات أوراق نبات الزيتون

الشهر	قوي جداً	قوي	ضعيف
نوفمبر	Pb-Zn	As-Zn, Cd-Zn, Pb-As, Pb-Cd	Cd-As
يناير	Pb-As	As-Zn, Cd-Zn, Pb-Cd	Pb-Zn, Cd-As

وبإجراء تحليل التباين في اتجاه واحد (One – way ANOVA) لمعرفة الفروق المعنوية بين تراكيز العناصر في نوفمبر ويناير، كانت قيمة p–value > 0.05 مما يشير إلي عدم وجود فروق معنوية بين العناصر تحت الدراسة.

الخلاصة

في هذه الدراسة تم قياس تركيز الخارصين، والزرنيخ، والرصاص والكادميوم في عينات من أوراق أشجار الزيتون بالقرب من مصنع أسمنت المرقب باستخدام جهاز مطيافية الامتصاص الذري، وبينت النتائج أن ترتيب تركيز العناصر في العينات التي جُمعت في شهر نوفمبر أخذ تقريباً نفس المنحنى لعينات شهر يناير وكان كالتالي: الخارصين >الزرنيخ>الرصاص>الكادميوم. أظهرت الدراسة أن تراكيز الزرنيخ، والكادميوم والرصاص في العينات كانت قليلة نسبيا وأقل من المدى الحرج للعنصر في النبات، بينما سُجل أعلى تركيز لعنصر الخارصين، وتجاوزت كميته الحد المسموح به في النبات. كما لوحظ أن تركيز الخارصين في العينات المّجمعة في شهر نوفمبر 2013 يقل كلما ابتعدنا عن المصنع، وهذا يوضح أثر المصنع على محتوي العينات من الخارصين. أما في بقية العينات فلوحظ تفاوت في تراكيز العناصر المدروسة بين المواقع المختلفة والذي يمكن تعليله بسبب مساهمة مصادر أخرى للتلوث بهذه العناصر مثل استخدام الاسمدة والمبيدات الزراعية بالإضافة إلى عوامد السيارات .

التوصيات

مما سبق وبناء على النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة يمكن أن نوصي بالآتي:

1- إجراء القياسات الدورية للملوثات الصلبة والغازية في المناطق المجاورة للمصنع. كما يجب توعية السكان بخطورة الملوثات الناتجة عن المصنع والمشاكل الصحية الناجمة عن التعرض لهذه الملوثات لفترة زمنية طويلة وحثهم لإجراء فحوصات طبية بشكل مستمر.

2- التركيز على زراعة الأشجار وخاصة الغير مثمرة حول المصنع وذلك لقدرة النباتات على امتصاص ومراكمة الملوثات من الهواء والتربة وبالتالي التقليل من نسبة التلوث.

3- تشديد الرقابة على المصنع لضرورة تطوير وسائل الحماية من التلوث بالغبار للحد من الملوثات الناتجة عن المصنع وحماية البيئة المحيطة.

4- إنشاء قاعدة بيانات لمحتويات العناصر الثقيلة في التربة والنباتات والتي قد تخدم المختصين في هذا المجال.

5- التأكيد على أهمية مثل هذا النوع من الدراسة ودعم استخدام أوراق النباتات كدلائل حيوية في الكشف عن تقدير مدى التلوث بالعناصر الثقيلة.

المراجع

1- أحمد، لما. (2006). تقييم الخطر البيئي الناجم عن التلوث بغبار الاسمنت، حالة الدراسة معمل اسمنت طرطوس. رسالة ماجستير، كلية الهندسة المدنية – قسم الهندسة البيئية، جامعة تشرين. ص(114).

2- المنشاز، عمر إبراهيم. (2002). "التلوث الهوائي الناتج عن الغبار الخارج من مصانع الاسمنت في ليبيا". مجلة البيئة. 12: ص(32).

3- أمين، أسامة ربيع. (2007). التحليل الإحصائي باستخدام برنامجSPSS . جامعة المنوفية.

4- زيادة، ميسون. (2009). دراسة الأثر البيئي (الحيوي والكيميائي) لمعمل إسمنت طرطوس على التربة والنباتات المحيطة. رسالة ماجستير، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة–جامعة تشرين، ص(55).

5- سالم، سالم وأحمد، أبوعقلة ومحمد، حسن والفاضلي، جلال واشتيوي، صالح. (2017). تقدير تركيز عناصر الخارصين، الزرنيخ، الكادميوم والرصاص في عينات من التربة القريبة من مصنع اسمنت المرقب، مجلة روافد المعرفة، كلية العلوم، جامعة الزيتونة-ليبيا، العدد(4):93-78.

6- عبد الباري، السيد عبد النور. (2000). تلوث البيئة – الأرض والنبات. دار النشر للجامعات، مصر.

7- عكاشة، علي. (2012). تأثير مصنع اسمنت المرقب على الغطاء النباتي بالمنطقة المجاورة له. مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الطبيعية)، مجلد (26).

8- مصباح، خليفة عبد الكريم. (2007). دراسة تأثير غبار مصنع اسمنت بنغازي على أشجار الزيتون بمنطقة الهواري، رسالة ماجستير، أكاديمية الدراسات العليا، بنغازي- ليبيا.

9- Abdel Shafy, H. I., and Farag, S.A. (1990). "The role of the cement industry in the contamination of air, water, soil and plants with Vanadium in Cairo". Environ. Pollut. 66(3): 195.

10- Addo, M. A., Darko, E.O. , Gordon, C., Nyarko, B. J. B., Gbadago, J.K., Nyarko, E., Affum, A. H., and Botwe, B. O. (2012). " Evaluation of heavy metal contamination of soil and vegetation in the vicinty of cement factory in the Volta region". Ghana International Journal of Science and Technology. 2(1): 40-50 .

11- Addo, M. A., Darko, E.O., Gordon, C., and Nyarko, B. J. B. (2013). "Heavy metal contamination insoil and cassava harvested near a cement processing facility in the Volta Region, Ghana implication of health risk for the population living in the vicinity". Ejournal of science& Technology, (e-JST).71-83.

12- Alloway, B. J., Zinc in soils and crop nutrition, 2nd Edition, IZA and IFA Brussels, Paris.(2008) ,

13- Alloway, B. J., and Ayers, D. C. (1997). Chemical principle of environmental pollution. 2nd Ed. Chapman and Hall. London. UK.395.

14- Balassa, G. C., Souza, D.C., And Lime, S.B. (2010). "Evaluation of the ptential of Pontederia Paviflora Alexander in the absorption of Copper (Cu) and its effects on tissues". Acta Scientiarum.Biological Sciences. 32(3): 311-316.

15- Chibuike, G. U., and Obiora, S. C. (2014). "Heavy metals polluted soils: Effect on plants and bioremediation methods". Hindawi Publishing Corporation,. vol. 2014: p. 12.

16- Elifantz, H., Telor, E., (2002). Heavy metal biosorption by plant biomass of the macrophyte Ludwigia stolonifera, Water, Air and Soil Pollution, 141: 207-218.

17- Gratao, P. L., Prassad, M. N. V., Cardoso, P. F., Lea,P. J., and Azevedo, R. A. (2005). "Phytoremediation: Green technology for the cean up of toxic metals in the environment". Braz. J. Plant Physiol. 17: 53-64.

18- Isikli, B., Demir, T. A., Ürer, S. M., Berber, A., Akar, T., and Kalyoncu, C .(2003) . "Effects of chromium exposure from a cement factory". Environmental research. 91: 113-118.

19- Kabata-Pendias, A. And Pendias, H. (2001). Trace elements in soils and plants. ISBN 0-8493-1575-1. Boca Raton London New York Washington, D.C. P. 403

20- Kamnev, A. (2001). " Phytoremediation of heavy metals : an overview". Marine Biotechnolojy. 269-317.

21- Lasat, M. M. (2002). "Phytoextraction of toxic metals : A review of biological mechanisms". J. Environ. Qual. 31: 109-120.

22- Lawal, A. O., Batagarawa, S.M., Oyeyinak, O.D., and Lawal, M. O. (2011). "Eastimation of Heavy metals in neem tree leaves along Katsina- Dutsinma Fanta Highway in Kastina State Of Nigeria". J. appl. Sci. environ. Manage,. 15(2): 327-330.

23- Lone, M.I., Hi, Z., Stoffella, P.J., and Yang, X. (2008). "Phytoremediation of heavy metals polluted soils and water: progresses and perspective". Journal of Zhejiang University Science. 9(3): 210-220.

24- Nadal, M., Schuhmacher, M., and Domingo, J. L. (2004). "Metal pollution of soils and vegetation in an area with petrochemical industry". Science of Total environment. 321: 59-69.

25- Nies, D. H. (1999). "Microbial heavy metal resistance". Microbial. Biotechnol. 51: 730-750.

26- Nikodemus O., Brumelis, G. (2004). "Monitoring of air pollution in Latvia between 1990 and 2000 using Moss". Journal of atmospheric chemistry. 49: 5

27- Prasad, M. N. V. .(2006). Trace Element in the Environment

Biogeochemistry. Biotechnology, and Bioremediation. CRC Press. 523-547.

28- Rascio, N., and Navaria-Izzo, F. (2011). "Heavymetal hyper accumulating

plant". Plant Science. 180: 169-181.

29- Sabina R., and Pasi, R. (2004). "Could ornamental plats serve as passive biom-onitors in

urban areas". Journal of atmospheric chemistry. 49 : 137-148.

30- Schuhmacher, M., Bocio, A., Agramunt,M. C., Domingo, J. L., and, de Kok H. A. M. (2002). "PDCC/F and metal concentration in soil and herbage

samples collected in the vicinity of a cement plant". Chemosphere. 48: 209-217.

31- Semhi, K., Al-Khirbash, S., Abdalla, O., Khan, T., Duplay, J., Chaudhuri, S., and Al-Saidi, S. (2010). "Dry atmospheric contribution to plant-soil system around a cement factory: spatial variations and sources- a cases study from Oman". Water, Air, Soil Pollution 205: 343-357.