تقييم التلوث البيئي ببعض العناصر الثقيلة في ترب بعض مناطق مدينة تكريت ، العراق.

محمد عزيز نامق
قسم تربية تكريت ، مديرية تربية صلاح الدين ، العراق .
gfj2mem85@gmail.com

- **تاريخ استلام البحث 17/11/2020 وتاريخ قبوله 14/12/2020**

الخلاصة : Abstract

يعد التلوث من اهم المشاكل التي يواجهها الانسان في الوقت الحاضر ومشكلة تلوث التربة هي اخطرها وذلك لعلاقتها بصحة الانسان والكائنات الاخرى. تم اختيار مناطق جمع عينات التربة في مدينة تكريت بالاعتماد على عوامل عدة منها الحركة المرورية والانشطة الصناعية والعمرانية والكثافة السكانية. وأُخذت نماذج من الترب على مستوى عمق يتراوح بين 0- 15 سم من تحت سطح التربة وأوراق مسنة لنبات السدرة لكل موقع لتقدير بعض العناصر الثقيلة منها الرصاص Pb والكادميوم Cd والنحاس Cu والزنك Zn إبتداءاً من شهر أيلول 2019 الى شهر نيسان 2020 . تم اختيار نبات السدرة في الدراسة الحالية لكونه من النباتات الأكثر تواجداً بالقرب من شوارع مدينة تكريت كما أنه من الاشجار دائمة الخضرة. سجلت تربة موقع الحي الصناعي أعلى معدل له للرصاص (92.25) جزءاً بالمليون وأقل معدل له (26.25) جزءاً بالمليون في تربة موقع حي الزهور، ايضاً سجل الكادميوم معدلاً عالياً في تربة موقع الحي الصناعي حيث بلغ (1.12) جزءاً بالمليون وأقل معدل (0.07) جزءاً بالمليون في حي الزهور. أما النحاس والزنك فقد سجلا معدلات طبيعية حيث بلغ أعلى معدل لهما (3.03, 11.07) جزءاً بالمليون على التوالي في تربة موقع الحي الصناعي . أما بالنسبة لنبات السدرة فقد سجل الرصاص والكادميوم أعلى معدلات لهما في موقع الحي الصناعي (2.78, 0.56) جزءاً بالمليون على التوالي وأقل معدل لهما (1.22, 0.04) جزءاً بالمليون على التوالي في حي الزهور، تبين من هذا ان زيادة تراكيز تلك العناصر الثقيلة في التربة ادى الى زيادة امتصاصها من التربة وبالتالي زيادة تراكيزها في أوراق نبات السدرة ، وكما اظهر جميع مواقع الدراسة بأنه نظيف خالي من التلوث حسب تقدير العامل البشري Anthropogenic Factor (AF) لكل عنصر ودليل التلوث Pollution Index (PI) لكل مواقع الدراسة .

الكلمات الدالة: تلوث التربة ، السدرة ، العناصر الثقيلة ، الكادميوم ، دليل التلوث .

Assessment of environmental pollution with some heavy elements in the soils of some areas of Tikrit city, Iraq.

Mohammed Azeez Namuq.
Tikrit Education Department, Salah al-Din Education Directorate,Iraq.
gfj2mem85@gmail.com

- **Date of research received 17/11/2020 and accepted 14/12/ 2020.**

ABSTRACT

Pollution is one of the most important problems that humans confronts at the present time, and the problem of soil pollution is the most serious because of its relationship to human health and other organisms. The areas for soil sample collection in Tikrit were selected based on several factors, including traffic movement, industrial and urban activities, and population density. Soil samples were taken at a depth ranging from 0-15 cm from below the surface of the soil and old leaves of the *Ziziphus* plant for each site to estimate some heavy elements, including lead Pb , cadmium Cd, copper Cu and zinc Zn, starting from September 2019 to April 2020. The *Ziziphus* plant was chosen in the current study because it is one of the most common plants found near streets of Tikrit, as it is one of the evergreen trees. The soil of the industrial district site recorded its highest rate of lead (92.25) parts per million and its lowest rate (26.25) parts per million in the soil of district Al Zuhur site. Also, cadmium recorded a high rate in the soil of the industrial district site, reaching (1.12) parts per million and the lowest rate (0.07) parts per million in the district Al Zuhur site. As for

copper and zinc, they recorded natural rates, reaching their highest rates (3.03 and 11.07) parts per million, respectively, in the soil of the industrial district site. As for the *Ziziphus* plants, lead and cadmium recorded their highest rates in the industrial district site (2.78, 0.56) parts per million, respectively, and their lowest rates (1.22 , 0.04), respectively, in Al-Zuhur district site. This showed that the increase in the concentrations of these heavy elements In the soil, it increased its absorption from the soil and thus increased its concentrations in the leaves of the *Ziziphus* plant. This study also showed that all of its sites are clean and free of contamination according to the estimation of the Anthropogenic Factor (AF) for each element and Pollution Index (PI) for all study sites.
Keyword: soil pollution, *Ziziphus* , heavy elements , cadmium , Pollution Index.

المقدمة : Introduction

إن تواجد المعادن الثقيلة في التربة بتراكيز عالية يعد مؤشرات واضحة لتلوث التربة (Adriano،2001 و Li وأخرون،2003). يساهم النمو الصناعي السريع ، السكان ، ونظام النقل في زيادة مستويات التلوث في المنطقة التي تضم عناصر ثقيلة في الغبار (Lin وأخرون ، 2000).وتتمركز خطورة المعادن الثقيلة في بقائها بالتربة لفترة طويلة من الزمن دون أن تتحلل أو تطرأ عليها أي تغيرات كيميائية ، لذا تعد من اخطر المواد المطروحة إلى التربة ، فإنها لا تؤثر فقط في نمو النبات نتيجة تواجدها في الترب الزراعية بل إنها تؤدي إلى تلوث الحبوب والثمار التي يتناولها الإنسان (شتيوي، 2005) . اذ ان محاولة الانسان للحد من التلوث غير كافية لوقف التلوث بغض النظر على انها غير كافية لإجراء التحسينات التي نحن بحاجة اليها (إبراهيم،2012). يعد النشاط المروري من أكبر الملوثات الصناعية التي تسبب تلوث كيميائي للتربة من حيث مركبات عضوية وعناصر ثقيلة ويقل تركيز هذه الملوثات كلما إزداد البعد عن الطرق الرئيسة (Hannah واخرون ، 2009). يؤثر التلوث بصورة خاصة في النباتات مظهرياً حيث يمكن ملاحظة تنخر الأوراق فضلا عن السقوط المبكر للأوراق والأزهار وقد يحدث توقف في نمو النبات وتأخر في نضج ثماره مما يؤثر في إنتاجيته وجودته ، كما تتمحور التأثيرات السلبية للتلوث على النباتات بثلاث مستويات مهمة ابتداءً من تلف أنسجة الأوراق مع تطور أنماط التنخر، إصفرار أو تغير لون النبات، وأخيراً تغيرات ملحوظة في النمو وخسارة مبكرة للأزهار (Alabama وAuburn ، 2004) . وتعد الحالة الغذائية للنبات ونوع التربة التي ينمو بها النبات فضلا عن جداول الري من العوامل المساهمة قي تحديد حساسية وقدرة النباتات لتحمل الملوثات (Roger ، 2016). إذ أشار (L.Marchiol واخرون ، 2004) على أنَّ تركيز كل من النحاس والرصاص في النباتات النامية بالترب الملوثة كان عشرة أضعاف تركيزهما في النباتات النامية بالمناطق غير الملوثة . وان تواجدهما بمستويات عالية في الهواء الجوي والتربة وتحت ظروف خاصة يؤدي إلى زيادة محتوى النباتات من العنصرين بتراكيز ربما تكون ذات خطورة على صحة الإنسان والحيوان ، إذ إنّ زيادة مستويات العناصر المعدنية الثقيلة في الوسط الغذائي للنبات قد يحفز أو يثبط امتصاص وتوزيع العناصر المعدنية الضرورية لنمو النبات (Shrebsky واخرون 2008). ان امتصاص النبات للمعادن الثقيلة يعتمد على عوامل عدة ذات علاقة بالتربة والنبات ، إذ ان المادة الأصل للتربة ونوعية المعادن السائدة فيها والمستويات الكلية والجاهزة للمعادن الثقيلة تعد من اهم عوامل التربة التي تؤثر في امتصاص النبات لهذه المعادن (النعيمي، 2000) .

المواد وطرق العمل : Materials and Methods

وصف المنطقة

شملت الدراسة ثلاث مواقع واقعة في مركز مدينة تكريت التي تقع على بعد 180 كيلومترا شمال مدينة بغداد و330 كيلومترا جنوب الموصل ، تقع فلكيّاً على خطٍّ طول 43.35 درجة شرق خط جرينتش، وعلى دائرةِ عرض 34.27 درجة شمال خطّ الاستواء.

جمع العينات

تم اختيار مناطق جمع عينات التربة وأوراق نبات السدرة في مدينة تكريت بالاعتماد على عوامل منها الحركة المرورية ، الانشطة الصناعية والعمرانية والكثافة السكانية وعلى اساسها تم تقسيم مدينة تكريت الى ثلاثة مناطق صناعية ممثلةً بالحي الصناعي ومرورية ممثلةً بحي الزهور وسكنية ممثلةً بحي القادسية لجمع العينات إبتداءاً من شهر أيلول 2019 الى شهر نيسان 2020. تم تجهيز استمارة خاصة لكل عينة تتضمن رقم العينة واسم الموقع.

خريطة مواقع الدراسة (www. Google. Com.)

جدول 1: مواقع جمع عينات التربة ونبات السدرة في مدينة تكريت.

رقم الموقع	الموقع	موقع جمع العينات	وصف الموقع
الاول	حي الصناعي	منطقة صناعية تضم محلات لتصليح السيارات ومحلات لتبديل الزيوت والتشحيم ومطحنة تكريت وساحة لاختبار قيادة السيارات التابعة لمديرية مرور صلاح الدين.	منطقة صناعية
الثاني	حي الزهور	منطقة حولي الزهور تضم محلات تجارية ومدارس وبيوت سكنية .	منطقة مرورية
الثالث	حي القادسية	منطقة سكنية فقط تكون قريبة من مديرية بيئة صلاح الدين	منطقة سكنية

التصنيف العلمي لنبات السدرة

Kingdom : plantae
Division : Magnoliophyta
Class: Magnoliopsida
Order: Rosales
Family : Rhamnaceae
Genus : Ziziphus
Species : *ziziphus spina –christi*
(Preeti و Shalini ، 2014)

عينات التربة: استخدمت طريقة الهضم لتحديد تراكيز العناصر الثقيلة المدروسة في ترب مواقع الدراسة بحسب ما جاء في (ICARDA ، 2001) ، حيث أُخذت عينات التربة من عمق يتراوح بين 0-15 سم تحت سطح التربة ، وضعت عينات التربة

داخل أكياس من البولي أثيلين، ونقلت الى المختبر، وجففت بتعريضها الى أشعة الشمس ثم وضعت في فرن كهربائي بدرجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة ساعة ، وطحنت ثم مررت من خلال منخل 2 ملم وجمعت في علب بلاستيكية حتى إجراء عملية الهضم لعينات التربة باستخدام بعض المحاليل منها إذابة 1.97 غرام من Diethylene Triamine Penta Acetic acid و 1.1 غرام من كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ في الماء المقطر. ثم أُذيب 14.92 غرام من Triethanol amine في الماء المقطر . ومزج المحلولين معاً وأُكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر ، تم أُخذ 10 غرام من التربة الجافة والمغربلة مسبقاً وأُضيف إليها 20 مل من مزيج المحلولين ورج لمدة ساعتين باستخدام جهاز الرج . بعد ذلك رشح المحلول باستخدام ورق ترشيح (Whatman.no.42). وبعدها أُستخدم الراشح لقياس تراكيز العناصر بوساطة جهاز الامتصاص الذري اللهبي Sequemental Atomic Absorption-AA240FS في شركة غاز الشمال في كركوك.

عينات النبات: استخدمت طريقة الهضم لتحديد تراكيز العناصر الثقيلة المدروسة في أوراق نبات السدرة بحسب ما جاء في (ICARDA ، 2001) ، حيث جمعت الأوراق المسنة لنبات السدرة ثم وضعت في أكياس من البولي أثيلين، ونقلت الى المختبر، وجففت في فرن كهربائي بدرجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة ساعة ، وطحنت وجمعت في علب بلاستيكية حتى إجراء عملية الهضم لعينات نبات السدرة باستخدام بعض المحاليل منها محلول الهضم المحضر من اضافة (500 مل) من حامض $HClO_3$ إلى (1 لتر) من حامض النتريك المركز HNO_3 ، تم أُخذ 1 غم من النبات الجاف المسحوق ونضعه في أُنبوبة الهضم ، أُضيف إليه 10 مل من محلول الهضم وترك المحلول ليوم كامل، بعدها وضعت أنابيب الهضم في جهاز الهضم تحت درجة حرارة 150 مْ، ونتوقف عن عملية الهضم بعد مرور30 دقيقة من ظهور أبخرة حامض$HClO_3$ داخل الأنبوب. نرفع الأنابيب من الجهاز ونترك المحلول ليبرد، ونكمل حجم المحلول المهضوم بالماء المقطر إلى 100 مل ومزج جيداً وترك لفترة قصيرة. ونثبت قراءات العناصر الثقيلة عن طريق جهاز الامتصاص الذري اللهبي Sequemental Atomic Absorption – AA 240 FS.

تقدير درجة التلوث Evaluation of degree of pollution

لتقدير درجة التلوث بالمعادن الثقيلة في المناطق الدراسة ، استعمل بعض الدلائل او المؤشرات الكمية Quantitative indices ليوضح وضع التركيز وكذلك لكي يسهل المقارنة بين المتغيرات المقاسة في الدراسة ، ومن هذه المؤشرات :

تحليل دليل المعامل التلوث المفرد single factor index analysis أو يسمى بالعامل البشري Anthropogenic Factor (AF) :

يشير إلى درجة التلوث الناتج من نسبة معدل العنصر المعني المقاس في التربة إلى قيمة العنصر الطبيعي في التربة أو المأخوذ ة من منطقة مشابهه جيوكيميائياً للتربة الملوثة ولكن في منطقة غير ملوثة ويعبر عنه بالمعادلة التالية :

$$AF = Cm / Bm$$

حيث Cm :التركيز المقاس للعنصر في التربة Measured concentration of metal in soil

Bm : التركيز الطبيعي للعنصر في التربة Background measured concentration of metal in soil إما Bm يؤخذ من النسب الطبيعية في الدراسات السابقة أو من منطقة مشابهه جيوكيميائياً ولكن غير ملوثة وفي الدراسة الحالية أخذت من الدراسات السابقة (Hong-gui وأخرون ، 2012).

تقدير درجة التلوث بالعناصر المتعددة Multi-element contatmination أو يسمى دليل التلوث Pollution Index (PI) يسمى ايضا بدليل الوفرة Enrichment Index (EI) وهذه تعتبر أفضل طريقة لتقدير درجة التلوث لان التلوث بالعناصر الثقيلة في المحيط السطحي (البيئة السطحية لتربة) تكون نتيجة لتلوث بملوثات مشكلة أكثر مما لعنصر واحد (Chon واخرون ، 1998).اذ هناك أنواع من PI يستعمل من قبل باحثين ، لكن المبادئ الأساسية هي نفسها .

في هذه الدراسة PI للتربة حسبت باستعمال مجموع معدل نسبة تركيز كل عنصر إلى حد المسموح (الحرج) . في هذه الدراسة هي 4 عناصر المعادلة التالية (Adamu و Nganje ، 2010) .

$$PI = \frac{\sum (\text{metal concentration in soil} / \text{permissible level for metal})}{\text{Number of metal}}$$

PI اكبر من 1 يشير الى ان تراكيز المعادن فوق المستويات المسموحة (الحرجة) (Dampare واخرون 2005).

النتائج والمناقشة : Results and Discussion

محتوى التربة من الرصاص Pb

يوضح الجدول 2 أدناه قيم للرصاص في التربة مسجلة خلال فترة الدراسة وموضحاً فيه أعلى وأقل قيمة بالاعتماد على تأريخ جمع العينات ، ومواقع أخذ العينات . سجل الرصاص في الدراسة الحالية أعلى قيمة له كانت 116 جزءاً بالمليون في موقع الحي الصناعي في شهر كانون الثاني من فصل الشتاء ، وأقل قيمة كانت 21 جزءاً بالمليون في موقع القادسية في شهر تشرين الثاني من فصل الخريف . ان التلوث بالرصاص يتوقف على عوامل عديدة منها ، المسافة على جانبي الطريق وطبيعة سطوح النباتات وفترة التعرض للتلوث والكثافة المرورية واتجاه الرياح (النعيمي، 2000). تعزى التراكيز العالية في معدلات هذا العنصر في موقع الحي الصناعي الى وجود العديد من ورش تصليح السيارات ، والمكائن الزراعية والصناعية المختلفة فضلاً عن زيادة عدد السيارات والتي تعتبر من أهم مصادر التلوث بالرصاص (عبد الكريم ، 2005) وأيضاً وجود ساحة لاختبار قيادة السيارات التابعة لمديرية مرور محافظة صلاح الدين بالقرب من تلك الموقع. وبالمقارنة مع النتائج الاخرى فإنها أعلى من النتائج التي حصل عليها (الزبيدي والجوراني ، 2014) لدراسة التلوث البيئي بالرصاص في مدينة بعقوبة وضواحيها التي بلغت معدلاته فيها 63.41 جزءاً بالمليون واقل من نتائج تركيز الرصاص Pb لتربة المنطقة الصناعية في بيجي في دراسة (صالح ، 2006) التي تراوحت بين 156.43-184.85 جزءاً بالمليون .

جدول2: قيم عنصر الرصاص لعينات التربة (جزءاً بالمليون ppm) في مواقع الدراسة.

المواقع / الاشهر	الحي الصناعي	حي الزهور	حي القادسية
ايلول	109	45	23
تشرين الاول	83	31	25
تشرين الثاني	91	33	21
كانون الاول	112	50	30
كانون الثاني	116	47	33
شباط	78	27	32
اذار	80	34	24
نيسان	69	35	22
المعدل	92.25	37.75	26.25

محتوى النبات من الرصاص pb

ان محتوى النباتات من الرصاص لا يرتبط بمحتواه في التربة على النقيض من حال المعادن الثقيلة الاخرى (الكوبلت ،النيكل و الكاديميوم) وربما يعزى السبب في زيادة محتوى النبات من الرصاص الى الترسيب الهوائي لهذا العنصر والناتج عن الازدحام في حركة المرور اكثر منه عامل التربة وما يضاف اليها من مخلفات تحتوي على المعادن الثقيلة ومن ضمنها الرصاص (Abdel-Sabour و Aly ، 2000) . وإن المستويات العالية نسبيا للعناصر الثقيلة من ضمنها الرصاص Pb في أوراق نبات الدراسة في موقع الحي الصناعي قد يعود إلى احتمال مرور هذه العناصر خلال الثغور عن طريق الترسيب السطحي من مياه الامطار والغبار فضلاً عن عملية أخذها من التربة من خلال الامتصاص الحيوي عن طريق الجذر ، إذ إن هذه العناصر توجد على أسطح النباتات بصورة مذابة وهذا يشير إلى إن المعادن الثقيلة تتخلل إلى النبات عن طريق الأوراق و الجذور (Caselles واخرون ،2001؛ Murphy واخرون ، 2000) . اختيرت أوراق النباتات للتحليل، لان النباتات تنقل اكبر كميات من المعادن إلى أوراقها أكثر مما إلى ثمارها أو بذورها (Auburn ، 2000). يتضح من الجدول 3 إن معدل تركيز عنصر الرصاص Pb في أوراق نبات السدرة لموقع الحي الصناعي بلغ 2.78 جزءاً بالمليون . بينما معدل تركيز الرصاص Pb في أوراق النبات لموقع حي الزهور بلغ 2.32 جزءاً بالمليون . أما بالنسبة لموقع حي القادسية فان معدل تركيز الرصاص Pb بلغ 1.22 جزءاً بالمليون. بصورة عامة فإن تركيز الرصاص Pb في نبات الدراسة كان ضمن الحدود المسموحة والذي يتراوح بين1-3 جزءاً بالمليون (Yadavواخرون ،2010).

جدول3: قيم عنصر الرصاص لعينات نبات السدرة (جزءاً بالمليون ppm) في مواقع الدراسة.

المواقع / الاشهر	الحي الصناعي	حي الزهور	حي القادسية
ايلول	2.3	1.8	1.2
تشرين الاول	1.9	1.6	1

تشرين الثاني	3	2	0.9
كانون الاول	3.6	1.9	1.5
كانون الثاني	3.2	2.8	1.7
شباط	3.3	2.4	1.4
اذار	2.7	3.1	1
نيسان	2.3	3	1.1
المعدل	2.78	2.32	1.22

محتوى التربة من الكادميوم Cd

الكادميوم من المعادن عالية السمية يعتمد تواجده وانتقاله في الترب على الصفات الفيزيائية والكيميائية والمعدنية للترب Sanchez (Camazano - واخرون ، 1994). إنّ مستويات الكادميوم الطبيعية في البيئة واطئة عموما ، ولكن فعاليات التطور الحضاري أسهمت في زيادة هذه المستويات ومنها : انصهار الزنك وتعدينه ، واستخدام فضلات المجاري كسماد زراعي ، وزيادة أنبعاثات المحركات (دخان عوادم السيارات) ، ونواتج احتراق الوقود المستخرج من الأرض واستعمال الأسمدة الفوسفاتية وعمليات الإنتاج الصناعي (Malan و Farrant ، 1998)، ويستهلك في صناعة الأصباغ والطلاء الكهربائي والبطاريات وتكوين الزجاج والسيراميك (العمر، 2000).

في الدراسة الحالية سجل عنصر الكادميوم أعلى تركيز له في تربة الحي الصناعي في شهر ايلول إذ بلغ 2 جزءاً بالمليون ، في حين سجل أوطأ تركيز له في تربة حي القادسية في شهر اذار وبلغ 0.03 جزءاً بالمليون كما في جدول 4 . لذا فالدراسة الحالية أثبتت بأن عنصر الكادميوم بحسب هذه المواقع يعد ملوثاً لترب الحي الصناعي وحي القادسية ويعزى سبب التراكيز العالية للكادميوم في تلك المواقع إلى تلوث التربة بهذا العنصر نتيجة كثرة الاستعمالات الصناعية لهذا العنصر كدخوله في البطاريات القابلة للشحن وفي زيوت التشحيم وفي سائل تزييت المحركات وانبعاثه من الوقود الرديء عند احتراقه ومن احتكاك إطارات السيارات (الجبوري ، 2017). وعند مقارنة نتائج هذه الدراسة مع دراسات أخرى يتبين إن نتائج الدراسة الحالية أعلى من النتائج التي وجدها (سعيد ، 1998) في الأتربة القريبة من محطة الطاقة الكهربائية في بيجي التي تراوحت 1.10- 1.91جزءاً بالمليون ، واقل من نتائج (صالح ، 2006) التي تراوحت بين 3.7- 10.4 جزء بالمليون لتربة المنطقة الصناعية في بيجي .

جدول 4 : قيم عنصر الكادميوم لعينات التربة (جزءاً بالمليون ppm) في مواقع الدراسة.

المواقع / الاشهر	الحي الصناعي	حي الزهور	حي القادسية
ايلول	2	1.7	0.2
تشرين الاول	1.6	1	0.08
تشرين الثاني	1.3	0.8	0.05
كانون الاول	1.1	0.4	0.07
كانون الثاني	0.7	0.2	0.04
شباط	0.5	0.3	0.05
اذار	0.9	0.4	0.03
نيسان	0.9	0.3	0.04
المعدل	1.12	0.63	0.07

محتوى النبات من الكادميوم Cd

تعد النباتات هي الأكثر أهمية في استخداماتها كمؤشر لتقييم التراكيز الكلية وحركة المعادن في التربة ، فان تركيز العناصر في الأجزاء النباتية تشير إلى التركيز الكلي لها في التربة ولفهم سلوك النباتات عند التراكيز المفرطة من هذه العناصر يجب تحليل أجزاء هذه النباتات (الحسيني ،2007). يعد عنصر الكادميوم من العناصر غير الضرورية للحيوان والنبات ومع ذلك فانه يدخل إلى جسم الإنسان عن طريق السلسلة الغذائية ، ان % 99 من الكادميوم يتحد مع طور الصلب لبعض الترب إذ يرتبط مع المادة العضوية مكونا معقدات عضوية-معدنية و بالتالي تنخفض جاهزيته للنبات (Christensen و Haung ، 1999). سجل عنصر الكادميوم في نبات الدراسة الحالية أعلى تركيز له في الحي الصناعي في شهر ايلول إذ بلغ 0.9 جزءاً بالمليون ، في حين سجل أوطأ تركيز له في حي القادسية في شهر كانون الاول وبلغ 0.01 جزءاً بالمليون كما في الجدول 5 ، لذا يعزى سبب التراكيز العالية للكادميوم في موقع الحي الصناعي إلى تلوث التربة بهذا العنصر نتيجة قدرة الكادميوم ان يحل محل الكتيونات مثل Ca و Mgفي التربة وبالتالي يصبح سهل الامتصاص من قبل النبات (Hiroyuki واخرون ، 2002) .

جدول 5 : قيم عنصر الكادميوم لعينات نبات السدرة (جزءاً بالمليون ppm) في مواقع الدراسة.

المواقع / الاشهر	الحي الصناعي	حي الزهور	حي القادسية
ايلول	0.9	0.8	0.08
تشرين الاول	0.7	0.3	0.06
تشرين الثاني	0.7	0.2	0.04
كانون الاول	0.4	0.1	0.01
كانون الثاني	0.3	0.3	0.03
شباط	0.5	0.2	0.02
اذار	0.4	0.4	0.04
نيسان	0.6	0.5	0.06
المعدل	0.56	0.35	0.04

محتوى التربة من النحاس Cu

يتواجد النحاس في التربة بكميات قليلة ونظراً لدخول عنصر النحاس في التركيب البنائي للصخور فإن محتوى الترب الكلي من هذا العنصر يختلف على وفق طبيعة مادة الأصل يترسب في التربة بحسب موقع التربة وبحسب الخصائص الفيزيائية والكيميائية التي تتصف بها . يتواجد النحاس في الغلاف الجوي بتراكيز تتراوح ng/m^3 5-200 في أغلب المناطق الحضرية (Kabata -Pendias و Pendias ، 2001) .

يوضح الجدول 6 أدناه قيم للنحاس مسجلة خلال فترة الدراسة وموضحاً فيه أعلى وأقل قيمة بالاعتماد على تأريخ ومواقع جمع العينات . سجل النحاس في ترب الدراسة الحالية أعلى قيمة له كانت 4 جزءاً بالمليون في موقع الحي الصناعي في شهر كانون الثاني من فصل الشتاء ، وأقل قيمة كانت 0.6 جزءاً بالمليون في موقع القادسية في شهر كانون الاول من فصل الشتاء ، لذا فإن إرتفاع قيم النحاس في ترب بعض مواقع الدراسة قد يعود الى النحاس المترسب والناتج من تآكل محركات وبطانة فرامل السيارات وطرح هذه العناصر مع إنبعاثات السيارات فضلاً عن أجزاء الربط والتوصيل المصنوعة من الحديد والألمنيوم والنحاس في السيارات ، وكما يوجد العنصر على جوانب الطرق ذات الكثافة المرورية العالية (Manno واخرون ، 2006)، على العكس من ذلك انخفاض قيم النحاس في موقع القادسية كونه موقع قليل الازدحام بسبب قلة زخم المركبات فيه .

جدو 6: قيم عنصر النحاس لعينات التربة (جزءاً بالمليون ppm) في مواقع الدراسة.

المواقع / الاشهر	الحي الصناعي	حي الزهور	حي القادسية
ايلول	2.7	1.8	0.6
تشرين الاول	2.4	2	0.9
تشرين الثاني	3.3	1.7	0.7
كانون الاول	3.9	1.5	0.6
كانون الثاني	4	1.7	0.8
شباط	3	1.3	0.7
اذار	2.8	0.8	0.9
نيسان	2.2	0.9	1
المعدل	3.03	1.46	0.77

محتوى النبات من النحاس Cu

يحتاج النبات للنحاس كمغذي دقيق اساسي للنمو الطبيعي ولتطور اعضائه ، وعندما لايتوفر العنصر بالكميات المناسبة فإنَّ هنالك أعراضاً تظهر على النباتات وأغلبها تكون في الأوراق الفتية والأعضاء التكاثرية ، عموماً الزيادة أو النقصان في محتوى النحاس وتوافره للنبات في التربة ، يسبب اضطرابات في نمو النبات وتطوره من خلال تاثيره على العمليات الفسلجية المهمة ولا سيما عمليات نقل الألكترون للبناء الضوئي ، والتي تعاني من تغييرات عند نقص النحاس أو مركباته ، وأيضاً عند الزيادة المفرطة بتراكيزه داخل الأنسجة النباتية (Inmaculada، 2005) . إذ أشار (L.Marchiol واخرون ، 2004) على أنَّ تركيز كل من النحاس والرصاص في النباتات النامية بالترب الملوثة كان عشرة أضعاف تركيزهما في النباتات النامية بالمناطق غير الملوثة .يوضح الجدول 7 أعلى قيمة للنحاس في نبات السدرة كانت 44.1 جزءاً بالمليون في موقع حي الزهور في شهر كانون الثاني من فصل الشتاء ، وأقل قيمة له كانت 18.8 جزءاً بالمليون في موقع القادسية في شهر كانون الثاني من فصل الشتاء ايضاً . يعود سبب اختلاف تراكيز النحاس في نبات السدرة بين مواقع الدراسة الى ترسب النحاس في التربة بحسب موقع التربة وبحسب الخصائص الفيزيائية والكيميائية التي تتصف بها هذا ما ينعكس على اختلاف تراكيزه في داخل انسجة النبات بين مواقع الدراسة (FAO،1972).

نتائج الدراسة الحالية توافق نتائج الدراسة التي أجراها (العربي ، 2017) اذ سجل قيم تركيز النحاس لنبات السدرة بين 12.3- 57.3 جزءاً بالمليون. ويختلف مع ما توصل إليه (Lalitha Eswari واخرون ، 2013) على مستويات العناصر الثقيلة منها النحاس في نبات السدرة وبلغ فيها 0.158 جزءاً بالمليون. أظهر نبات السدرة قدرة تحملية عالية لتراكيز العناصر الثقيلة في التربة ، إذ سجل تراكيز تراكمية مرتفعة في أوراقها ، وهذا يدل على معدل الامتصاص العالي لنبات السدرة ، ولهذا تعد من النباتات المهمة التي تستخدم في عمليات المعالجة النباتية (Alloway، 1995).

جدول 7: قيم عنصر النحاس لعينات نبات السدرة (جزءاً بالمليون ppm) في مواقع الدراسة.

المواقع / الاشهر	الحي الصناعي	حي الزهور	حي القادسية
ايلول	22.9	43.6	20
تشرين الاول	24.2	41.3	22.4
تشرين الثاني	25	39.9	20.1
كانون الاول	25.5	42.7	19.6
كانون الثاني	27.4	44.1	18.8
شباط	28.4	40.6	19
اذار	31.7	39.7	20.7
نيسان	33.2	38.6	22.2
المعدل	27.28	41.31	20.35

محتوى التربة من الزنك Zn

الزنك من العناصر الثمانية التي يحتاجها النبات بكميات قليلة للنمو والتكاثر ، يدخل الزنك إلى الغلاف الجوي من خلال حرق الفحم والنفط والعديد من العمليات الصناعية مثل صهر المعادن وحرق الفضلات ، يبلغ تركيزه في الغلاف الجوي ما يقارب 80 جزءاً بالمليون، وتعد وسائل النقل من أهم المصادر المساهمة في انتشاره للهواء ، إذ إنَّه يدخل في صناعة إطارات السيارات ، وخلال حركة السيارات واحتكاك الإطارات بالأرض يتم إنبعاث الزنك إلى الهواء ، فضلاً عن أنَّه أحد العناصر الموجودة في مادة الأسفلت الكاسية للشوارع الرئيسية (Winther و Slentø ، 2010).

يتم ترسيب الزنك من الغلاف الجوي إلى التربة عن طريق تأكسده خلال الظروف المناخية الرطبة مثل الأمطار والثلوج والضباب .ويرتبط الزنك مع معقد التربة (طين أو مواد عضوية) بالاعتماد على عوامل فيزيائية وكيميائية مثل : الأس الهيدروجيني ، المحتوى العضوي، السعة التبادلية للكاتيونات ، جهد الأكسدة والإختزال ، المكونات المعدنية ومحتوى التربة للمواد العضوية ، هذه العوامل تحدد من ذوبانية الزنك في التربة وبذلك فإنَّها تحدد من توافره وسهولة إمتصاصه من قبل النبات . يبلغ تركيز الزنك في التربة بمعدل حوالي 55 mg Zn/kg وتتأثر كميته هذه بنسجه التربة ، إذ إنَّ التربة الرملية تكون ذات محتوى زنك واطئ على العكس من الترب الطينية التي تتزايد بها مستويات الزنك بسبب قابلية جزيئات الطين على امتزاز الزنك وحجزه داخل التربة (AGA، 2013) . الجدول 8 أدناه يوضح قيم للزنك مسجلة خلال فترة الدراسة وموضحاً فيه أعلى وأقل قيمة بالاعتماد على تأريخ جمع العينات ومواقع أخذ العينات . نتائج الدراسة الحالية سجلت أعلى قيمة للزنك 12.3 جزءاً بالمليون في شهر نيسان من فصل الربيع في موقع الحي الصناعي ، وأقل قيمة قد سجلت 3 جزءاً بالمليون في شهر أذار في موقع حي القادسية. نتائج الدراسة الحالية من الزنك ضمن القيم المحددة للعناصر الثقيلة في التربة والبالغة 0.5 – 35جزءاً بالمليون (Adriano،2001) . يعزى وجود الزنك في ترب الدراسة الى استخدامها في بطانة فرامل السيارات بسبب خصائص التوصيل الحراري لها، وبهذا فأنه ينطلق خلال عمليات التآكل الميكانيكي للمركبات وخلال احتراق زيت المحركات واطارات السيارات ، وبالتالي فإن مصدرها في الترب على جوانب الطرق السريعة يمكن ان يكون من السيارات وغيرها من النشاطات البشرية (Manno واخرون ، 2006).

جدول 8: قيم عنصر الزنك لعينات التربة (جزءاً بالمليون ppm) في مواقع الدراسة.

المواقع / الاشهر	الحي الصناعي	حي الزهور	حي القادسية
ايلول	10.9	9	5.6
تشرين الاول	11	10.5	4.8
تشرين الثاني	11.2	9.7	5.1
كانون الاول	12	8.9	4.9
كانون الثاني	10.8	10.2	5.2
شباط	9.9	8.2	3.3
اذار	10.5	8	3
نيسان	12.3	7.9	3.5
المعدل	11.07	9.05	4.42

محتوى النبات من الزنك Zn

يعدُّ الزنك من أهم العناصر الأساسية الصغرى micronutrients للعديد من النباتات ، ونقصه يؤدي إلى تردٍ واضح في النمو ويبدو هذا أكثر وضوحا في المناطق الاستوائية ، بينما ينتج عن زيادته تسمم النبات phytotoxicity ، أما في الإنسان فإن سميته تعد منخفضة إلى حد ما ، إلا إن وجود بعض العناصر الأخرى الرصاص والكادميوم وغيرها كثيرا ما تضاعف من سميته (محمد ، 1999) .

يوفر تواجد الزنك بمواقع المحاليل الذائبة أو الأيونات ظروف جيدة لزيادة توافره للنبات وسهول إمتصاصه ، كما إنَّ محتوى الزنك الكلي و الأس الهيدروجيني و المحتوى العضوي و المحتوى الطيني و كاربونات الكالسيوم و ظروف الأكسدة و الأختزال و النشاط الميكروبي و الرطوبة و تركيز العناصر الأُخرى وخاصة الفسفور فضلاً عن العوامل المناخية ، جميع هذه العوامل في التربة تحدد من توافر الزنك للنباتات حيث تؤثر على معدلات امتصاصه وتحرره من وإلى التربة (Gabriella و Attila، 2002) . يوضح الجدول 9 أعلى قيمة للزنك في السدرة كانت 45.6 جزءاً بالمليون في شهر كانون الثاني من فصل الشتاء في موقع حي الزهور، وأقل قيمة لها 20 جزءاً بالمليون في شهر كانون الاول من فصل الشتاء في موقع حي القادسية . وبصورة عامة فان النتائج الحالية

تتفق مع القيم الطبيعية التي اقرها (Adriano،2001) الذي يتراوح مدى الزنكZn في المادة النباتية بين 20- 100جزءاً بالمليون. نتائج الدراسة الحالية تتفق مع نتائج دراسة (الدليمي ، 1992) التي تراوحت تركيز الزنك Zn بين (7-27.3) جزءاً بالمليون في نبات اليوكالبتوس .

جدول 9: قيم عنصر الزنك لعينات النبات (جزءاً بالمليون ppm) في مواقع الدراسة.

المواقع / الاشهر	الحي الصناعي	حي الزهور	حي القادسية
ايلول	30.4	42.3	23.2
تشرين الاول	34.7	41.7	22.1
تشرين الثاني	33.6	39.5	20.8
كانون الاول	34.4	44	20
كانون الثاني	35	45.6	19.7
شباط	32.8	42.1	20.4
اذار	31.4	43.3	23
نيسان	30.7	41.8	22.5
المعدل	32.87	42.53	21.46

تقدير درجة التلوث : Evaluation of degree of pollution

الدلائل أو المؤشرات التي تستعمل لتقدير التلوث بالمعادن الثقيلة هي العامل البشري Anthropogenic Factor (AF) أو دليل عامل التلوث المفرد Single-Factor index . ودليل التلوث Pollution Index (PI) أو Enrichment Index يمكن تحديد درجة التلوث بعامل AF اعتمادا على ما موجود في الجدول 10 .

(AF >1) يشير كمعدل بان تراكيز المعادن فوق المستويات المسموحة ، وأي زيادة أخرى يعدَّ مصدراً بشرياً أو مصدراً جيولوجياً طبيعياً (Dampare واخرون 2005) في الدراسة الحالية يبين جدول 10 مستويات العناصر الثقيلة الناتجة من المصادر البشرية للمحطات وللمعدل العام كانت كالآتي : Zn < Cu < Cd < Pb

يستنتج بان Pb و Cd و Cu أكثر العناصر المضافة إلى التربة من المصادر البشرية . أي AF لعنصري الرصاص والكادميوم للموقعين الحي الصناعي والزهور اكبر من 1 . من المعطيات السابقة نستنتج بان الرصاص والكادميوم هي من المعادن الملوثة الخطرة في موقعي الحي الصناعي والزهور بالأخص عنصر الرصاص ، اذ يكون هذا العنصر ذات مستويات عالية فيهما وبالتالي الأقرب الى النشاط السكاني والصناعي والكثافة المرورية لسيارات البنزين والذي يحتوي على رابع أوكسيد الرصاص، ثم تنخفض مستويات هذا العنصر في حي القادسية الابعد عن النشاطات الصناعية. أمّا بالنسبة لطريقة دليل التلوث PI (أو طريقة تقدير درجة التلوث المتعدد) فهي لا تأخذ فقط التلوث بعنصر واحد بل نوعية دليل التلوث للبيئة اعتمادا على جميع العناصر ، أي يعكس درجة التلوث الناتج من ملوثات مختلفة (العناصر الثقيلة) . في النتائج الحالية لدليل التلوث PI كما يوضحه جدول 10 يلاحظ بأن PI لجميع مواقع الدراسة أقل من 1 وهذا يدل ان جميع مواقع الدراسة خالية من التلوث ويتفق مع دراسة أجراها (Ali ، 2007) لتقييم التلوث بالعناصر الثقيلة للترب السطحية لمنطقة الحويجة –جنوب غرب كركوك، إذ أشار إلى أنّها تعد من الأماكن الخالية من التلوث إلى ملوثة قليلاً .

جدول 10: معدل التراكيز للعناصر الثقيلة والعامل البشري AF لكل عنصر ودليل التلوث PI لكل مواقع الدراسة .

العناصر الثقيلة	Pb	Cd	Cu	Zn
معدل التركيز الحي الصناعي	92.25	1.12	3.03	11.07
AF	6.15	2.24	0.15	0.12
IP	clean 0.340			
حي الزهور	37.75	0.63	1.46	9.05
AF	2.51	1.26	0.07	0.10
IP	clean 0.157			
حي القادسية	26.25	0.07	0.77	4.42
AF	1.75	0.14	0.03	0.04
IP	clean 0.076			
المعدل الطبيعي للعنصر	15	0.5	20	90
المعدل المسموح	100	3	100	300

الاستنتاجات : conclusions

تميزت ترب ونبات الدراسة (السدرة) في الحي الصناعي وحي الزهور بارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة Pb,Cd عن بقية العناصر الاخرى Zn,Cu. اما تراكيز العناصر الثقيلة كانت ضمن الحدود المسموحة. ليس هنالك تأثير تلوثي للعنصر المفرد على تلوث العنصر الآخر ، أي إنّ هناك قدرة مفردة للتلوث ولكل عنصر في الأنظمة البيئية المدروسة. تبين ان نبات الدراسة كان له القدرة على تجميع كميات عالية من العناصر الثقيلة و خاصة Pb و Cd لذا هو من الأنواع المفضلة لاستعماله في المعالجة النباتية Phytoremediatian ، يبدو أن كل من Cd و Pb أكثر العناصر المضافة إلى التربة من المصادر البشرية، ولاسيما في موقع الحي الصناعي وحي الزهور بالأخص عنصر Pb، نتيجة وسائط النقل . وأظهرت النتائج لدليل التلوث PI بان جميع مواقع الدراسة ذات أماكن خالية من التلوث .

المصادر: References

- إبراهيم، مريم عدنان (2012). دراسة معالجة مياه الفضلات لمصافي بيجي وإمكانية استخدامها كمياه لري بعض الخضر. رسالة ماجستير. كلية التربية-جامعة تكريت.
- الجبوري ، تميم سليمان محمد (2017). تلوث جوانب الطرق بمجموعة من العناصر الثقيلة ، رسالة ماجستير، كلية العلوم ،جامعة تكريت.
- الحسيني، يسرى بدري نوري (2007). "تأثير التلوث بالمواد العالقة بالهواء وأثره على البيئة" رسالة ماجستير، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق.
- الدليمي ، ياسين محمد احمد (1992). تأثير الاشجار الغابية في جاهزية بعض العناصر الصغرى لتربة غابة الرياض ، رسالة ماجستير، كلية العلوم ، جامعة صلاح الدين .
- الزبيدي ، نجم عبدالله والجوراني ، احمد هاشم ابراهيم ، (2014) . دراسة التلوث البيئي بالرصاص في مدينة بعقوبة وضواحيها، مجلة ديالى للعلوم الصرفة ، المجلد 10 ، العدد 4.
- سعيد، بدران عدنان.(1998). التلوث الصناعي بالعناصر الثقيلة وتأثيره في الغطاء النباتي المحيط بالمواقع الصناعية في بيجي. رسالة دكتوراه ،كلية التربية، جامعة الموصل.
- شتيوي ، مسعد (2005) . تأثير السموم على صحة وسلامة الإنسان .كلية العلوم الزراعية بالعريش ، جامعة قناة السويس.

- صالح ، موفق نهاب (2006) . دراسة نوعية وتركيز الملوثات الغازية الصادرة من بعض مصانع بيجي بطريقة البالونات الطائرة ، اطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة تكريت.
- عبدالكريم ، نور نزار (2005). دراسة التلوث بعنصر الرصاص في مدينة بغداد ، رسالة ماجستير ، كلية العلوم للبنات ، جامعة بغداد.
- العربي، بلال أحمد (2017). أثر عوادم السيارات على نباتي اليوكالبتوس والسدر النامية في التقاطعات المرورية لمدينة بغداد. أطروحة دكتوراه ، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة تكريت.
- العمر ، مثنى عبد الرزاق (2000) . التلوث البيئي ، دار وائل للنشر ، عمان ـ الأردن .
- محمد، عبد الله ابراهيم، (1999). " مقدمة في علم السموم والتلوث البيئي "، الطبعة الأولى ، منشورات جامعة قاز يونسن، بنغازي .
- النعيمي ، سعد الله نجم (2000). مباديء تغذية النبات (مترجم) تأليف مينكل .ك و دي أ .كيربي ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل.
- Adriano Domy C. (2001). Trace elements in terrestrial environments:biogeochemistry, bioavailability, and risks of metals. Volume I Second edition.
- Abdel-Sabour ,M.F and Aly, R.O(2000).Bioremediation of heavy metal contaminated soils in dry lead: case studies in E.J.; Inyang H.I.; Stotmeister,U(eds.).bioremediation of contaminated soils. Marcel Dekker, INC. New York.
- Adamu , C . I. and Nganje , T . N . (2010) .Heavy Metal Contamination of Surface Soil in Relationship to Land Use Patterns : A Case Study of Benue State , Nigeria . Materials Scie . and Appl., Published Online August 2010 (http://www.Scirp.org/journal/msa).
- Alabama and Auburn universities .(2004) , air pollution damage to plants. The Alabama Cooperative Extension system , ANR-913.
- Ali, H.A. (2007). Heavy Metals Concentrations in Surface Soils of the Haweja Area South Western of Kirkuk, IRAQ. *Journal of Kirkuk University –Scientific Studies*, vol.2, No.3.
- Alloway, B.J. (1995). Cadmium. In: Heavy Metal in Soils. B.J. Alloway, ed. Blackie Corp. London. pp. 122–151.
- American Galvanizers Association(AGA). (2013). Hot-Dip galvanized steel's contribution to zinc levels in the soil environment. www.galvanizeit.org .
- Auburn, A.L. (2000).Heavy Metal Soil Contamination. Soil quality – Urban Technical Note. No. 3.USDA.
- Caselles , J ; Collige, G and Zornoza , P. (2001) . "Evaluation of trace element pollution from vehicle emission in petunia points".

- Chon , H . T . , Ahn, J . S . and Jung, M . C .(1998). Heavy Metal Contamination in the Vicinity of some Base Metal Mines in Korea __ A Review , Geosystem Engineering , Vol . 1 , No . 2 , PP . 74-83.
- Christensen, T.H and Haung, P.M (1999).Solid phase cadmium and the reaction of aqueous cadmium with soil surfaces.,pp.1-9.In Mclaughlin, M.j. and Singh, B.R. Cadmium in soil and plants. Kluwer Academic publishers, Dordrechat.
- Dampare, S.B., Ameyaw, Y., Adotey, D.K., Osae, S. (2005). Seasonal Trend of Potentially Toxic Trace Elements in Soils Supporting Medicinal Plants in the Eastern Region Ghana. Water, Air, and Soil Pollution. 169: 185-206.
- Food And Agriculture Organization of The United Nations (FAO), (1972). Trace elements in soils and agriculture. FAO Soils Bulletin 17.
- Gabriella Mathe-Gaspar, Attila Anton. (2002). Heavy metal uptake by radish varieties. Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology, Volume 46(3-4): 113-114.
- Hannah Shayler, Murray Mc Bride, Ellen Harrison. (2009). Sources and impacts of contaminants in soils. Cornell Waste Management Institute.
- Hiroyuki, H. ; Eriko, A and Mitsuo, CH (2002).Estimate of cadmium concentration in brown rice. 17th WCSS . ,1992 (29):1-5.
- Hong-gui, D., Teng-feng, G., Ming-hui, L., Xu, D. (2012). Comprehensive Assessment Model on Heavy Metal Pollution in Soil. *Int. J. Electrochem. Sci.* 7: 5286-5296.
- ICARDA,(2001) , Ryan J. , George Estefan and Abdul Rashid . soil and plant analysis laboratory manual , second edition . international center for agriculture research in the dry areas (ICARDA) and the national agriculture research center (NARC).
- Inmaculada, Y. (2005). Copper in plants. Braz. J. Plant Physiol., 17(1): 145-156.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. (2001). Trace elements in soils and plants. 3d ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- L. Marchiol, S. Assolari, P. Sacco, G. Zerbi, (2004), Phytoextraction of heavy metals by canola (Brassica napus) and radish (Raphanus sativus) grown on multicontaminated soil, Environmental Pollution 132 ,p: 21-27.
- Lalitha Eswari, R Vijaya Bharathi, N Jayshree. (2013). Preliminary phytochemical screening and heavy metal analysis of leaf extracts of Ziziphus oenoplia (L) mill. gard. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research: 5(1): 38-40. ISSN 0975-248X.

- Li, Y.M ; Chaney, R ; Brewer, E ; Roseberg, R ; Angle, J.S ; Baker, A.J.M ; Reeves, R ; Nelkin, J. (2003). Development of a technology for commercial phytoextraction of nickel: economic and technical considerations. Plant and Soil 249, 107e115.

- Lin Jian,Qiu Qingru, Chen Jian et al.,(2000), Assessment on pollution of heavy metals and metalloid in soil along road. Journal of Environment and Health, v.17, n.5, p.284-286.

- Malan H and Farrant JM (1998). Effects of the metal pollutants cadmium and nickel on soybean seed development. Seed Science Research 8, 445-453.

- Manno E.; Varrica, D and Dongarra, G. (2006). Metal distribution in road dust samples collected in an urban area close to a petrochemical plant at Gela, Sicily.Atmosphere and Environment 40, 5929-5941.

- Murphy , A.P ; Coudert, M and Barker , J. (2000). "Plants as biomarker for monitoring heavy metal contaminates on landfill sites during sequential and inductively coupled plasma atomic emission 133pectrophotometry (ICP-AES). " J. Environ. Monit., 2:621-627.

- Preeti and Shalini Tripathi. (2014). ZIZIPHS JUJUBA: A phytopharmacological review. International Journal of Research and Development in Pharmacy and Life Sciences. Vol.3, No.3, pp 959-966. ISSN: 2278-0238.

- Roger L. Calduell. (2016). Eftects of air pollution on vegetation. Progressive Agriculture in Arizona.

- Sanchez-Camazano, M. ; Sanchez-Martin, M.J. and Lorenzo, L.F. (1994). The content and distribution of cadmium in soils as influenced by the soil properties. Sci. Total Environ. 156 : 183-190.

- Shrebsky, E.C., Taballdi, L.A., Pereira, L.B., Rauber, R., Maldaner, J., Carrgnelutti, D., Goncalves, J.F., Castro, G.Y., Shetinger, M.R.C., Nicoloso, F.T. (2008). Effect of cadmium on growth, micronutrient concentration, and ♍- aminolevulinic acid dehydratase and phosphatase activities in plants of *Pfaffia glomerata.* Braz. J. Plant Physiol. Vol. 20 no. 4 pp. 1-12.

- Winther, M. & Slentø, E. (2010). Heavy Metal Emissions for Danish Road Transport. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 99 pp. – NERI Technical Report no. 780. http://www.dmu.dk/Pub/FR780.pdf.

- Yadav, D.V., Jain, R., Rai, R.K. (2010). Impact of Heavy Metals on Sugarcane. Soil Heavy Metals, Soil Biology, Vol. 19.