مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية ... المجلد (9) العدد (3) 2018
Journal of kirkuk University for Agricultural Sciences ...Vol (9) No. (3) 2018

دليل تحمل تلوث الهواء لأشجار وشجيرات جوانب الطرق في مدينة تكريت

عمار فخري خضير الشمري[1]

- **[1] جامعة تكريت ـ كلية ألزراعة**
- تاريخ تسلم البحث 2015/4/26 وقبوله 2016/11/22

الخلاصة

تضمنت الدراسة دليل تحمل تلوث الهواء (APTI) لتسعة انواع من الاشجار والشجيرات المستخدمة في التزيين وهي (*Eucalyptus camaldulensis* ،*Albizzia lebbek* ، *Olea europaea* ، *Nerium aleander* ، *Ziziphus spina-christi*، *Melia azederach*، *Dodonaea viscosa* ، *Biota orientalis* ، *Callistemon laneeloata*) من خلال دراسة المؤشرات الفسلجية والكيموحيوية المتمثلة بالمحتوى الرطوبي للاوراق و وحامض السكوربيك والكلوروفيل الكلي للأوراق ودرجة حموضة مستخلص الاوراق ، وقد اعطت هذه المؤشرات اختلاف كبيرا في قيمها للأنواع المختلة في الدراسة حث تراوحت بين (52.56- 77.17) للمحتوى الرطوبي و(4.56-6.81) لدرجة الحموضة و (1.17-2.94) ملغم/غم للكلوروفيل الكلي للاوراق و (1.20-1.64) ملغم/كغم لحامض السكوربيك ، كما درست نسبة الزيادة في قيمة دليل تحمل تلوث للهواء للنباتات في جوانب ووسط الطرق مقارنة مع منطقة المقارنة وتراوحت بين(5.94%-24.34%) ، وكانت الاشجار والشجيرات حسب تحملها للملوثات الهوائية كما يلي . *Eucalyptus camaldulensis* < *Albizzia lebbek* < *Olea europaea* < *Nerium aleander* < *Ziziphus spina-christi* < *Melia azederach* < *Dodonaea viscosa* < *Biota orientalis* < *Callistemon laneeloata*

الكلمات المفتاحية: تلوث الهواء، الاشجار، مدينة تكريت

Air pollution tolerance indices (APTI) of trees and shrubs For roads sides in Tikrit city

Ammar, F. K[1]

- **[1] Tikrit University - College of Agriculture**
- Date of research received 26/4/2015 and accepted 22/11/2016

Abstract

Tikrit is one of the city situated in middle of Iraq, at last years, it became green and more active with ornamental shrubs ,trees at roads sides and streets medians . The study examined air pollution tolerance indices (APTI) of nine of those trees and shrubs which mentioned above and its effect on physiological and biochemical parameters; leaf relative water content (RWC) ascorbic acid content (AA), total leaf chlorophyll content (TCh) and leaf extract pH were used to compute the APTI values. The result showed that combining variety of these parameters gave a more reliable result than those of individual parameter. The result showed order of tolerance as *Eucalyptus camaldulensis* > *Albizzia lebbek* > *Olea europaea* > *Nerium aleander* >*Ziziphus spina-christi* > *Melia azederach* > *Dodonaea viscosa* > *Biota orientalis* > *Callistemon laneeloata* .

Key words: Air pollution, trees, Tikrit city

المقدمـــة

يعد التلوث الهوائي من أوسع المشكلات البيئية انتشاراً وأخطرها أثرا ، والتلوث بمفهومه العام في غاية الصعوبة باعتباره مشكلة بيئية متعددة الجوانب وغير محددة الأبعاد كغيرها من المشكلات البيئية الأخرى وذلك لعدم إمكانية السيطرة على الهواء وتحديد انتشاره من مكان إلى آخر . اذ ان وسائط النقل على مختلف انواعها تشكل المصدر الرئيسي لتلوث الهواء في المدن التي تشهد كثافة مرورية عالية حيث تقوم هذه الوسائط التي تعتمد في طاقتها التشغيلية على البنزين والديزل بتوليد وبعث الملوثات الغازية الى المحيط من عوادمها ، فأصبحت الملوثات التي تطرح من العوادم تشكل نسبة كبيرة تقدر ب (40%) من ملوثات الوسط البيئي الاخرى وفي بعض المدن تزيد على ذلك (جودة ، 2011) .

تلعب النباتات دورا هاما في ازالة الملوثات الغازية والصلبة من الهواء الجوي عن طريق امتصاص جزء كبير منها اما مباشرة او بعد ذوبانها في مياه الامطار من خلال فتحات الثغور التنفسية وادمصاص الملوثات على الاسطح الخارجية للاوراق كما تقوم النباتات بحجب (تخفيف او تشتيت او استبدال) الروائح الكريهة بروائح طيبة تخرج من الاوراق والازهار مع طرح الاوكسجين مما يزيد في نقاوة الهواء وانعاشه (مصطفى واخرون ، 2014) كما تزداد كفاءة الاوراق النباتية في امتصاص غاز الاوزون وثاني اوكسيد الكبريت وثاني اوكسيد النتريت بزيادة اعداد الثغور واحجامها (الجميلي ، 1999) فالاوراق والشعيرات الموجودة عليها والافرع والسيقان والتجاويف والشقوق الموجودة في قلف السيقان والاغصان تقوم باصطياد الملوثات الهوائية لاختلاف الشحنات الكهربائية بين جزيئات الملوثات على اسطح الاجزاء النباتية المختلفة وترسيبها . (اسرار ، 2007)

وتختلف النباتات في مواكبتها للعامل البيئي اذ يعتمد ذلك على القدرة الوراثية لكل نبات واختلاف العامل الزمني (ليل او نهار ، صيف او شتاء) واختلاف المراحل العمرية له (بذرة ، بادرة ، نبات كامل) (San واخرون ، 2009 و saxen واخرون ، 2008) .

ان التغير في الظروف البيئية يكون مرتبطا بتغير الاستجابات لمختلف النباتات لا سيما الصفات المظهرية والتشريحية والفسيولوجية والكيمياء الحياتية نتيجة لتكيف النبات مع الظروف البيئية الجديدة (Pandey واخرون ، 2006) وقد اظهرت الدراسات ان لملوثات الهواء تاثير على محتوى الاوراق من حامض الاسكوربيك (Hoque واخرون ، 2007) ومحتوها من الكلوروفيل (Flowers واخرون ، 2007) ودرجة حموضة مستخلص الاوراق (Klumpp واخرون ، 2000) والمحتوى المائي النسبي للاوراق (Rao، 2006) ودرجة تحمل تلوث الهواء بالاعتماد على المؤشرات السابقة (Agbaire و Esiefarienrhe ، 2009) وان مؤشر دليل تحمل تلوث الهواء يعطي فكرة عن النباتات حسب قابليتها على تحمل الملوثات الهوائية في موقع معين (Raza و Murthy، 1988) وكانت دراستنا لتقييم قدرة نباتات الزينة المزروعة في جوانب الطرق لمقاومة تلوث الهواء المنبعث من عوادم السيارات .

المواد وطرائق البحث

تضمنت الدراسة الحالية الانواع النباتيه (*Eucalyptus camaldulensis*، *Albizzia lebbek* ، *Olea europaea*، *Nerium aleander* ، *Ziziphus spina-christi*، *Melia azederach*، *Dodonaea viscosa* ، *Biota orientalis*، *Callistemon laneeloata*) المستخدمة في تزيين جوانب الطرق والجزرات الوسطية في مدينة تكريت حيث تم اخذ العينات من اربع نباتات لكل نوع تم تاشيرها في كل موقع من مناطق الدراسة وكان الموقع الاول في اكثر المناطق نشاطا بالحركة المرورية في وسط المدينة باعتبارها مناطق ملوثة بعوادم السيارات ومقارنتها مع موقع حدائق جامعة تكريت والتي تقع خارج المدينة وبحدود 12 كم عن مركزها (مقارنة) حيث جمعت العينات في شهر تشرين الاول /2013 واجريت عليها عدة اختبارات وحسبت متوسطات نتائج هذه الاختبارات والخطأ القياسي لها .

تقدير المحتوى الرطوبي النسبي للاوراق (RWC) %:

اخذت عينات من اوراق الأشجار للمنطقة الملوثة المتمثلة بجوانب الطرق والجزرات الوسطية لمركز المدينة ومنطقة المقارنة (حدائق الجامعة) وحسب الطريقة التي ذكرها Tripathi وآخرون (2009) حيث وزنت هذه الاوراق وهي طرية (FW) ثم غمرت في الماء المقطر لمدة 24 ساعة نشفت الاوراق من الماء الزائد بوساطة ورق الترشيح واخذت اوزانها للحصول على الوزن الانتفاخي (Turgid weight) (TW) ثم جففت الاوراق على درجة حرارة 70م ووزنت مرة ثالثة للحصول على الوزن الجاف ، وحسب المحتوى الرطوبي النسبي من العلاقة الاتية .

$$RWC = \{(FW-DW) / (TW-DW)\} X 100$$

FW : الوزن الطري .

DW : الوزن الجاف .

TW : الوزن الانتفاخي .

تقدير الكلوروفيل الكلي (TCH) ملغم/غم :

اعتمدت الطريقة التي استخدمها Agbaire (2009) حيث اخذت 3 غم من قطع صغيرة من الاوراق الطرية وسحقت في هاون نظيف ثم اضيف اليها 10 مل من الاستون تركيزه 80% وسحقت به الانسجة النباتية لمدة خمس عشرة دقيقة ، ثم نقل السائل الأخضر الى جهاز الطرد المركزي لمدة 3 دقيقة وبسرعة 2500 دورة بالدقيقة ثم أخذت قراءة الامتصاص باستخدام جهاز Spectrophotmeter على الطول الموجي 663نانوميتر و 645 نانوميتر واستخدمت المعادلتان الأتيتان لحساب مقدار الكلوروفيل a,b مقدرة ملغم/غم .

$$Chlorophyll\ a = [\ 12.7(\ D663) – 2.69(D645)]\ X\ V_{ml}/1000W$$

$$Chlorophyll\ b =[22.9(D645) – 4.68(\ D663)\ ]\ X\ V_{ml}/1000W$$

$$T= Chlorophyll\ a+ Chlorophyll\ b$$

إذ أن :

V : الحجم النهائي للراشح بعد اتمام عملية الفصل بوساطة جهاز الطرد المركزي

D : قراءة الكثافة الضوئية للكلوروفيل المستخلص .

W : الوزن الطري (غم)

T : الكلوروفيل الكلي

تقدير محتوى الاوراق من حامض الاسكوربك (AA) ملغم/غم :

أُخذ 1 غم من الاوراق الطرية وسحقت بهاون مع 5 غم من حامض الاوكزاليك 2% ثم وضعت بجهاز الطرد المركزي 4000 دورة/دقيقة لمدة 10 دقائق فنحصل على محلول رائق تم معايرته عن طريق التسحيح مع صبغه 2-6 dichlorophenol-indophenol . و بحسب الطريقة التي اتبعها (Meng وآخرون ، 2011)

تقدير درجة الحموضة لمستخلص الاوراق (pH) :

نظفت عينات الاوراق جيدا للإزالة اي مواد عالقة ثم أُخذ 5 غم من العينة النباتية وسحقت واضيف إليها 50 مل من الماء المقطر ثم قدر قيمة ال pH باستخدام جهاز pH meter

دليل تحمل تلوث الهواء Air Pollution tolerance index (APTI)

وبحسب الطريقة الموصوفة من قبل الباحثان Singh و Rao ، (1983) تم اعتماد المعادلة التالية في تقدير دليل تحمل تلوث الهواء .

$$APTI=\{A(T+P)+R\}/10$$

إذ ان :

A : حامض الأسكوربيك (ملغم/غم)

T : الكلوروفيل الكلي (ملغم/غم)

P : الاس الهيدروجيني لمستخلص الاوراق (pH)

R : محتوى الرطوبي النسبي للأوراق (%)

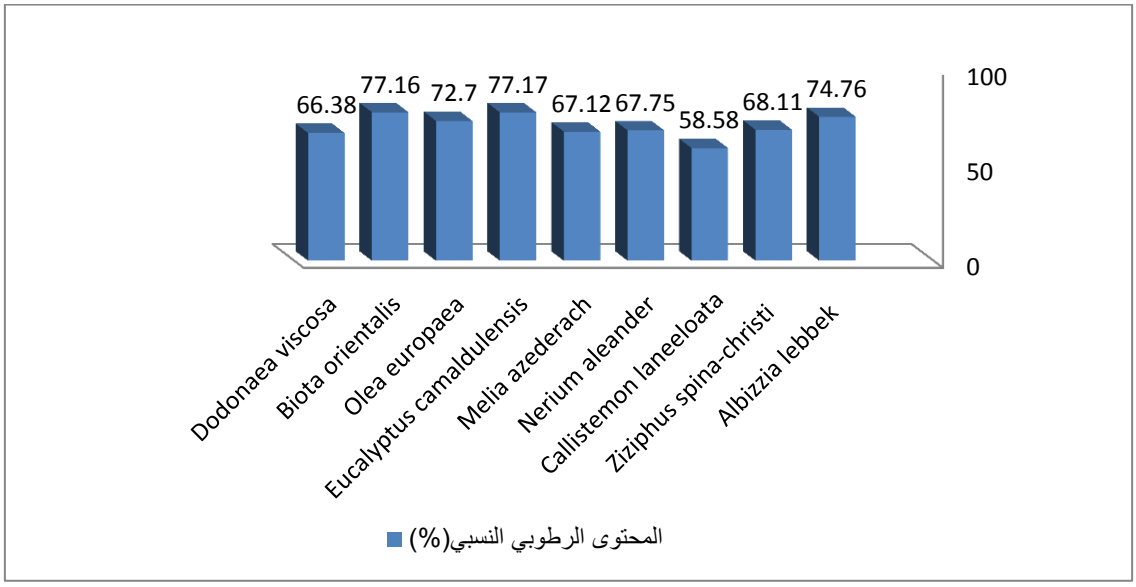
النتائج والمناقشة

ان النباتات التي تتعرض باستمرار الى الملوثات الهوائية لها القدرة على تجميع واستيعاب هذه الملوثات في نظامها الحيوي (Agbaire و Esiefarienrhe 2009) وان تراكم هذه الملوثات يؤدي الى حدوث تغيرات حيوية وفسلجية نتيجة لتراكم نواتج الايض وتشمل هذه التغيرات معايير التلوث الرئيسية المتمثلة بتركيز حامض الاسكوربيك والكلورفيل الكلي في النبات والمحتوى الرطوبي النسبي للاوراق ودرجة حموضة مستخلص الاوراق ، وبالتالي حدوث تغيير في قيمة دليل تحمل تلوث الهواء النباتي بحسب Singh و Rao ، (1983) حيث يلاحظ اختلاف في قيم دليل تحمل تلوث للهواء للنباتات فيما بينها بالإضافة الى الاختلاف بالنسبة للنوع الواحد في المناطق الملوثة ومنطقة المقارنة .

المحتوى الرطوبي النسبي للاوراق (RWC)% :

يستخدم المحتوى الرطوبي كأحد المؤشرات الحيوية للنبات التي تتاثر بتلوث الهواء ، والمحتوى الرطوبي للاوراق مؤشر على حالة النبات فيما يتعلق بالعمليات الفسلجية وأن الحموضة العالية تنتج عن انخفاض في المحتوى المائي للورقة مما يزيد من تركيز الحوامض (Sarala و Prathipa ، 2012) ، وان زيادة المحتوى الرطوبي النسبي للنبات يساعد على المحافظة على التوازن الفسيولوجي تحت ظروف الاجهاد الناتج عن الملوثات الجوية (Agrawal ، 1986) كما يشير Dedio (1975) ان زيادة RWC لبعض الأنواع تزيد من قدرة مقاومتها للجفاف ، وقد تباينت نباتات الدراسة المزروعة على جوانب الطرق في محتواها الرطوبي وكانت حسب الشكل (1) *Biota orientalis* < *Eucalyptus camaldulensis* < *Melia azederach* < *Nerium aleander* < *Ziziphus spina-christi* < *Olea europaea* < *Albizzia lebbek* < *Callistemon laneeloata* < *Dodonaea viscosa* ، ويلاحظ ان الانواع قد تباينت في محتواها الرطوبي بين الانواع في ظروف الحقل وذلك تبعا للعوامل الوراثية كما يلاحظ زيادة في المحتوى الرطوبي في ظروف جوانب الطرق عن منطقة المقارنة وذلك في محاولة لتخفيف تركيز الحوامض المترسبة من تاثير الملوثات البيئية اتفقت نتائجنا مع ما توصل اليه الباحث (الشمري ،2013) في دراسته للدلائل الحيوية على تلوث الهواء في مدينة الموصل اذ تباينت قيم المحتوى الرطوبي حسب الانواع والمواقع في الدراسة ولوحظ زيادة لتراكيز بعض الانواع في المناطق الملوثة عن منطقة الغابات ، كما اتفقت هذه النتائج مع ما أورده الباحثان Sarala و Prathipa ، (2012) في دراستهما على تقييم نوعية الهواء من خلال الدلائل الحيوية في مدينة Dindigul إذ بلغت أعلى القيم للمحتوى الرطوبي للاوراق (86.5%) في المنطقة الصناعية في نبات *Calotropis gigantean* وفي المنطقة السكنية فكانت أعلى القيم في نباتات *Cynodon dactylon* (75.6%) ، أما في المناطق ذات الكثافة المرورية العالية فقد كانت أعلى قيمة في نبات *Azadiracta indica* وقد بلغت (65%) ، كما اقتربت القيم في الدراسة مما توصل إليه الباحثان Sadeghian و Mortazaienezhad ، (2012) في دراستهما لاختيار وتحديد أنواع الأشجار التي تتحمل التلوث الجوي في الحدائق العامة في اصفهان إذ كانت أعلى قيمة للمحتوى للرطوبي

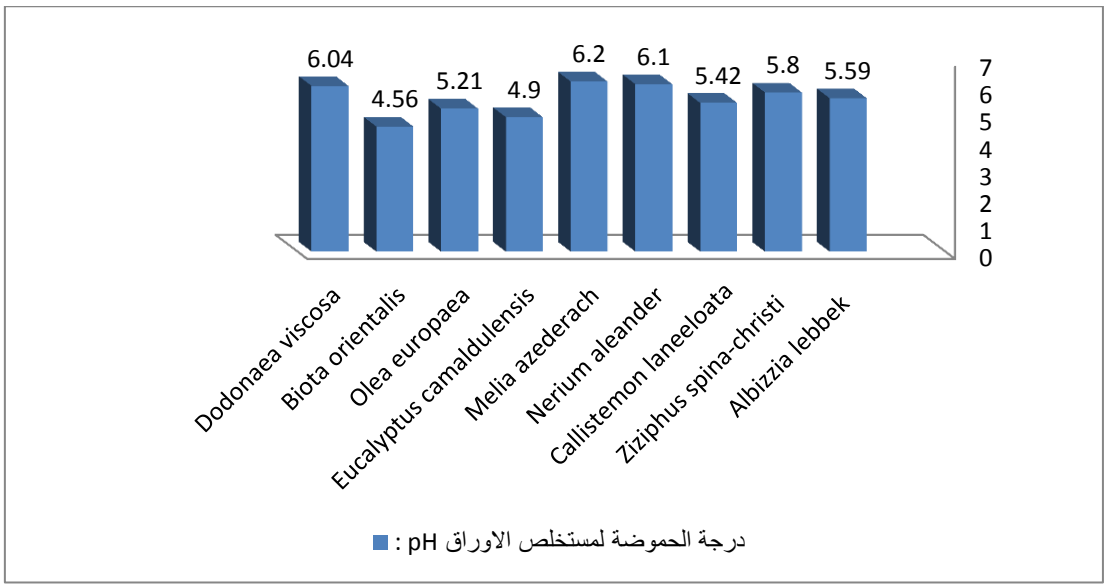
للاوراق (84.7%) في أشجار لسان الطير في حين كانت أقل قيمة للمحتوى الرطوبي للاوراق (62.3%) في اوراق أشجار الجنار الشرقي ، كما اقتربت النتائج مع ما توصل إليه الباحث Mondal وآخرون ،(2011) في دراستهم على الاداء المتوقع لبعض أنواع الأشجار واعتماده لتطوير الحزام الاخضر في غرب مدينة Bengal في الهند إذ بلغت أعلى قيمة للمحتوى الرطوبي للاوراق (83.45%) في أشجار *Ficus benghalensis* في حين كانت أقل قيمة في أشجار *Ficus hispida* (69.96%) . كما اقتربت القيم من ما توصل إليه الباحثان Agbaire و Esiefarienrhe ، (2009) في دراستهما على استخدام بعض النباتات كدليل لتحمل تلوث الهواء حول مواقع استكشاف الغاز في نايجيريا إذ بلغت أعلى قيمة للمحتوى الرطوبي للاوراق (82.14%) في نباتات *Manihot esculenta* وأقل قيمة في نباتات *Impereta cylindrical* بلغت (65.91%) .



شكل (1) المحتوى الرطوبي النسبي لاوراق الاشجار المزروعة في جوانب الطرق

درجة الحموضة لمستخلص الاوراق pH :

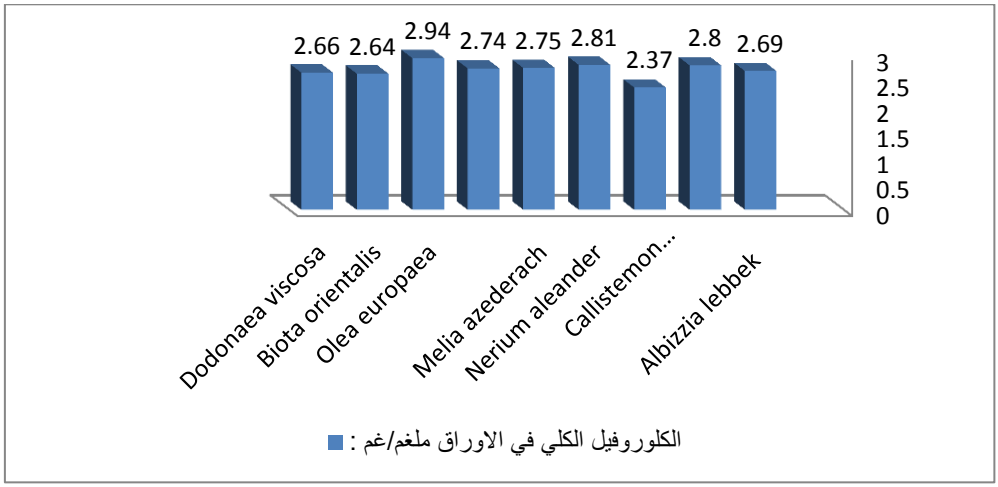
التساقطات الجوية الحامضية (Acid precipitation) ليست بالضرورة ان تكون في شكل أمطار وثلوج وضباب، فقد تصل مركبات الحامض في شكلها الجاف، وعلى ذلك فالسواقط الحامضية من وجه النظر الكيميائية يعني تساقط الكيميائيات الجوية على سطح الأرض بكل السبل، سواء أكانت رطبة عن طريق الأمطار والثلوج أم جافه عن طريق الجاذبية الأرضية ، (الاسدي وجابر ، 2010)، ويلاحظ من خلال الدراسة في الشكل (2) تباين النباتات في درجة حموضة مستخلص الاوراق بين (4.56 – 6.20) في جوانب الطرق مما يشير الى اختلاف قابلية النباتات على ترسيب هذه الملوثات وتجميعها وقد كانت النباتات حسب درجة الحموضة *Olea europaea* < *Eucalyptus camaldulensis* < *Biota orientalis* < *Dodonaea viscosa* < *Ziziphus spina-christi* < *Albizzia lebbek* < *Callistemon laneeloata* < *Melia azederach* < *Nerium aleander* ، اقتربت نتائجنا مما توصل إليه الباحث Nugrahani وآخرون ، (2012) في دراستهم على عشرة أنواع من الشجيرات المستعملة في هندسة الحدائق في مدينة Surabaya ثاني أكبر المدن في اندونسيا لغرض استخدامها في تشجير جوانب الطرق والجزرات الوسطية في المدينة وقد تباينت قيم درجة الحموضة لمستخلص الاوراق (5.2-6.4) وكانت أكبر القيم في شجيرات *Heliconia psittacorum* وأقلها في شجيرات *Mussaenda philippica* ، كما اقتربت نتائجنا مما توصل إليه الباحثان Sadeghian و Mortazaienezhad ، (2012) في دراستهما لاختيار وتحديد أنواع الأشجار التي تتحمل التلوث الجوي في الحدائق العامة في اصفهان إذ كانت قيمة درجة الحموضة (5.46-6.63) وكانت اعلى قيمة في أشجار الروبينيا *Robinia pesudoacacia* في حين كانت أقل قيمة في أشجار الجنار الشرقي *Platanus orintalis* ، كما اقتربت نتائجنا مما أورده الباحثان Sarala و Prathipa ، (2012) في دراستهم على تقييم نوعية الهواء من خلال الدلائل الحيوية في مدينة Dindigul حيث كانت أقل القيم (3.65) في المنطقة `ذات الكثافة المرورية في نبات *Cynodon dactylon* وفي المنطقة السكنية فكانت أعلى القيم في أشجار النيم *Azadiracta indica* بلغت (5.85) ، أما في المناطق الصناعية فقد كانت أقل قيمة (5.2) في نبات *Thyme rosemary* . ومن الجدير بالذكر ان زيادة قيمة الـ pH للاوراق تساعدها على مقاومة الملوثات الحامضية .



شكل (2) درجة الحموضة لمستخلص الاوراق pH للاشجار المزروعة في جوانب الطرق

الكلوروفيل الكلي في الاوراق (TCH) ملغم/غم :

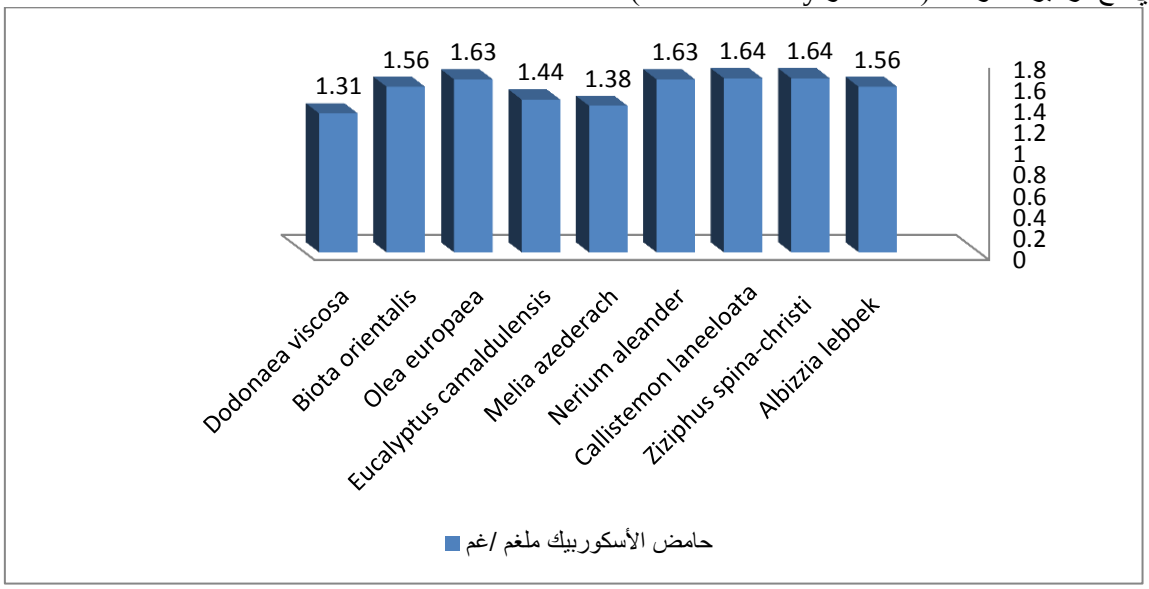
ان محتوى النبات من الكلوروفيل يساعد على زيادة فعالية التركيب الضوئي ونمو وتطور الكتلة الحيوية (Radhapirye وآخرون ، 2012) فالكلوروفيل يعد مؤشرا حيويا مهما للتلوث والاجهاد البيئي ويصف حالة تحمل الانواع حيث ان النبات الذي يحتوي على كمية كبيرة من الكلوروفيل يكون اكثر تحملا للاجهاد البيئي (Singh واخرون ، 1991) وان بعض الملوثات تزيد من محتوى الكلوروفيل في النبات (Allen واخرون ، 1987) واخرى تعمل على تقليل كمية الكلوروفيل خصوصا تلك الملوثات التي تحتوي على الدقائقيات التي تعمل على تشتيت او حجب اشعة الشمس كالملوثات المنطلقة من معامل الاسمنت والطابوق ومعامل الجص ومعامل الاسفلت . ويلاحظ من خلال الدراسة الموضحة بالشكل (3) ان النباتات اخذت الترتيب التالي من حيث محتوى الاكلوروفيل الكلي في انسجة الاوراق *Olea europaea* < *Nerium aleander* < *Albizzia lebbek* < *Eucalyptus camaldulensis* < *Melia azederach* < *Ziziphus spina-christi* < *Callistemon laneeloata* < *Biota orientalis* < *Dodonaea viscosa* . حيث اعطى نبات *Olea europaea* اعلى قيمة للكلوروفيل الكلي بلغت (2.94) ملغم/غم مقارنة بباقي النباتات ، كما يلاحظ ان اعلى قيمة للكلوروفيل الكلي في ظروف الحقل بلغت (2.48) ملغم/غم في نبات *Nerium aleander* وبالاعتماد على ما ذكره (Senthilkumar و Paulsamy ، 2011) من ان النباتات التي تحوي نسبة عالية من الكلوروفيل تحت ظروف الحقل فانها أكثر مقاومة للملوثات ، يكون نبات *Nerium aleander* من افضل النباتات في ظروف الموقع ويعزى انخفاض تركيزه في ظروف الحقل عن تركيز نبات *Olea europaea* لكون ظروف الموقع تتطلب زيادة بقدر محدود لامتلاك النبات وسائل دفاعية اخرى متمثلة بزيادة التركيز في حامض الاسكوربيك بنسبة كبيرة تحت ظروف الاجهاد ، اقتربت نتائجنا مما أورده الباحثان Jyothi و Jaya ، (2010) في دراستهما على عدد من الأشجار والشجيرات في مدينة Kerala في الساحل الجنوبي الغربي في الهند لمعرفة مدى حساسية الأشجار لتلوث الهواء إذ أعطت قيما مختلفة للكلوروفيل بحسب نوع الأشجار وما توصل إليه الباحث Amini وآخرون (2009) من اختلاف كمية الكلوروفيل باختلاف أنواع الأشجار.



شكل (3) الكلوروفيل الكلي في الاوراق للاشجار المزروعة في جوانب الطرق

تركيز حامض الاسكوربيك في الاوراق (AA) ملغم/غم :

حامض الاسكوربيك واحد من الفيتامينات التي تتواجد في النباتات الراقية والتي تحتاجه بكميات ضئيلة للمحافظة على نموها الطبيعي (Oertli ، 1987) ، وهو يصنع في المايتوكوندريا ثم يتوزع الى الاجزاء الأخرى في الخلية ، ويكون تركيزه الأعلى في حشوات البلاستيدات الخضراء (20-300 مليمول) وان 90% من هذه الكمية يكون بشكل مختزل (Ascorbate) تحت الظروف الفسيلوجية الطبيعية ، وان تركيزه في السايتوبلازم يصل الى (20-50 مليمول) ، أما تركيزه في ما بين الخلايا (Apoplast) فيكون (0.2 – 2 مليمول) ، كما انه يتواجد في الفجوات (Gara ، 2005) ، وعند تعرض النبات الى ظروف غير طبيعية كالتعرض الى مسببات الاجهاد غير الحيوية (Abiotic stress) كانخفاض او ارتفاع درجات الحرارة او الجفاف او قلة الماء او الملوحة او شدة الاضاءة العالية او الاوزون او التسمم بالمبيدات المختلفة والتي تسبب زيادة جهد الأكسدة نتيجة تكوين ما يسمى Reactive Oxygen Species(ROS) والذي يشمل ثلاثة مكونات هي جذر الاوكسجين الحر ($O^{=}$) وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) وجذر الهيدروكسيل (OH^{-}) فان حامض الاسكوربيك يقوم بحماية النباتات من التأثير الضار لهذه المواد عن طريق المساعدة في تحويلها الى اوكسجين جزيئي وماء (Logan وآخرون ، 2006) كما ان حامض الاسكوربيك يعمل على التقليل من تأثير SO_2 ويعمل كمضاداً للأكسدة (Sarala و Kumar ، 2011) ، وهناك عوامل عدة تؤثر في تركيز هذا الحامض في النبات ، فالأنواع المختلفة واصناف النوع الواحد تتباين في محتواها من حامض الاسكوربيك ، كما ان انسجة النبات الواحد تختلف فيما بينها في محتواها من هذا الحامض فيلاحظ ان تركيزه يميل الى الزيادة في الانسجة المرستيمية النشطة التي تتميز بسرعة انقسام خلاياها ، وان هذا كله يتاثر بعوامل البيئة المحيطة ، فالنباتات النامية في أماكن ذات درجات حرارة واطئة او كثافة ضوئية عالية تميل الى امتلاك أكبر كمية من حامض الاسكوربك (Proietti وآخرون ، 2009) ، وتشير نتائج دراستنا في الشكل (4) الى زيادة تراكيز هذا الحامض في النباتات وبالشكل التالي : Ziziphus spina-christi = *Nerium aleander* < *Olea europaea* < *Callistemon laneeloata* = *Albizzia lebbek* < *Biota orientalis* < *Eucalyptus camaldulensis* < *Melia azederach* < *Dodonaea viscosa* . اما اقل زيادة في تركيز الحامض مقارنة بمنطقة المقارنة فقد بلغت (4.54%) في نبات *Melia azederach* ، في حين كانت اعلى زيادة في نبات *Nerium aleander* بلغت (35.83%) مما يشير الى القابلية الكبيرة لهذا النبات في مقاومة التغير في الظروف البيئية من خلال زيادة تركيز هذا الحامض في انسجته وهذا ما يفسر الانتشار الواسع لهذا النبات وزراعته على نطاق واسع كنبات زينة واسيجة في مختلف المناطق السكنية والصناعية وجوانب الطرق . وتتفق نتائجنا مع ما توصل اليه (Agbaire و Esiefarienrhe ، 2009) في زيادة تركيز حامض الاسكوربيك في المناطق الملوثة ، وذلك يعود كون حامض الاسكوربيك مختزل قوي وانه ينشط العديد من العمليات الفسلجية وان الية الدفاع لدى النبات تتناسب بشكل طردي مع تركيز الملوثات (Raza و Murthy، 1988) .



شكل (4) تركيز حامض الاسكوربيك في الاوراق للاشجار المزروعة في جوانب الطرق

دليل تحمل تلوث الهواء (APTI)

تباينت قيم دليل تحمل تلوث الهواء لنباتات الزينة المزروعة في جوانب الطرق الموضحة بالجدول (1) فقد بلغت (7.14 - 8.82) لنباتات *Nerium aleander* < *Ziziphus spina-christi* < *Melia azederach* < *Dodonaea viscosa* < *Biota orientalis* < *Eucalyptus camaldulensis* < *Albizzia lebbek* < *Olea europaea* < *Callistemon laneeloata* ، ومن خلال ما تقدم يتبين ان النباتات قد تباينت في طرق مقاومتها للملوثات الهوائية حسب المؤشرات الحيوية المختلفة ولدى جمع هذه المؤشرات في دليل (APTI) يتبين ان افضل النباتات من حيث تحملها لظروف الموقع كان *Eucalyptus camaldulensis* واقلها مقاومة نبات *Callistemon laneeloata* ، اما نسبة الزيادة في قيمة

(APTI) لكل نبات فقد اشار الجدول (1) الى اعلى زيادة في نبات *Dodonaea viscosa* بلغ (24.34%) والذي يعني ان هذا النبات قد بلغ اعلى جهد في مقاومة الاجهاد البيئي في موقع التلوث مقارنة بموقع المقارنة اما نبات *Melia azederach* فقد اعطى اقل نسبة زيادة في قيمة (APTI) بلغت (3.55%) مقارنة بموقع المقارنة والذي يعني ان قابلية النبات على مقاومة الاجهاد البيئي قليلة وفي بعض الاحيان يكون قيم مؤشراته الحيوية في ظروف الحقل عالية فلا يحتاج الى اجهاد كبير ليتحمل التغير في ظروف الموقع .

اتفقت نتائجنا مع ما توصل إليه الباحثون في دراسات عدة من حيث اختلاف أنواع الأشجار في قيمة (APTI) بحسب الموقع ومنها ما أورده الباحثان Sarala و Prathipa ، (2012) في دراستهما على تقييم نوعية الهواء من خلال الدلائل الحيوية في مدينة Dindigul حيث بلغت قيمة (APTI) (8.66) في المنطقة `السكنية في نبات *Delonix regia* أما في المنطقة ذات الكثافة المرورية العالية فقد بلغ قيمة (APTI) (9.08) أما في المنطقة الصناعية فقد بلغت قيمة (APTI) (10.31) ، أما في أشجار *Calotropis gigantean* بلغت (9.16) في المنطقة السكنية وفي المنطقة الصناعية بلغت قيمة (APTI) (10.34) ، كما اقتربت نتائجنا مما توصل إليه الباحثان Sadeghian و Mortazaienezhad ، (2012) في دراستهما لاختيار وتحديد أنواع الأشجار التي تتحمل التلوث الجوي في الحدائق العامة في اصفهان إذ تباينت القيم باختلاف الأنواع وكانت أعلى قيمة (APTI) في أشجار لسان الطير *Ailanthus altissima* بلغت (10.7) في حين كانت أقل قيمة في أشجار الجنار الشرقي *Platanus orintalis* بلغت (6.81) ، كما اقتربت نتائجنا من دراسة للباحث Amini وآخرون (2009) في اصفهان إذ بلغت أعلى قيمة (APTI) في أشجار منطقة *Azadi Square* بلغت (10.27) في حين كانت أقل قيمة (APTI) في *أشجار* *Fraxinus excelsior* بلغت (8.30) .

الجدول (1): بعض المؤشرات الفسلجية ودليل تحمل تلوث الهواء (APTI) للأشجار والشجيرات المزروعة على جوانب الطرق ومنطقة المقارنة

النوع	الموقع	المحتوى الرطوبي النسبي(%)	pH	الكلورفيل ملغم/غم	حامض الأسكوربيك ملغم/ غم	APTI	نسبة الزيادة في قيمة APTI (%)
Albizzia lebbek	جوانب طرق	74.76	5.59	2.69	1.56	8.77	5.94
	مقارنة	72.67	5.95	2.06	1.26	8.28	
Ziziphus spina-christi	جوانب طرق	68.11	5.80	2.80	1.64	8.22	7.02
	مقارنة	66.32	6.44	1.17	1.38	7.68	
Callistemon laneeloata	جوانب طرق	58.58	5.42	2.37	1.64	7.14	14.70
	مقارنة	51.15	6.54	1.84	1.32	6.22	
Nerium aleander	جوانب طرق	67.75	6.10	2.81	1.63	8.23	10.57
	مقارنة	63.39	6.70	2.48	1.20	7.44	
Melia azederach	جوانب طرق	67.12	6.20	2.75	1.38	7.95	3.55
	مقارنة	66.11	6.81	1.25	1.32	7.67	
Eucalyptus camaldulensis	جوانب طرق	77.17	4.90	2.74	1.44	8.82	15.63
	مقارنة	64.82	6.57	2.09	1.32	7.63	
Olea europaea	جوانب طرق	72.70	5.21	2.94	1.63	8.60	7.20
	مقارنة	68.95	5.98	2.18	1.38	8.02	
Biota orientalis	جوانب طرق	77.16	4.56	2.64	1.56	7.20	11.41
	مقارنة	69.23	5.10	1.87	1.45	6.97	
Dodonaea viscosa	جوانب طرق	66.38	6.04	2.66	1.31	7.78	24.34
	مقارنة	52.56	6.29	1.64	1.26	6.26	

المصادر

1. ابو سعدة ، محمد نجيب ابراهيم .(2000). التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة ايجابا وسلبا ، دار الفكر العربي – القاهرة – جمهورية مصر العربية – ص274 .
2. الاسدي ، كفاح صالح وجابر ، عبد الكاظم علي .(2010). الأمطار الحامضية ومخاطرها البيئية ، مجلة اداب الكوفة ، العدد 2 ص 55- 68 .
3. اسرار ، عبد الواحد عبد الغفور .(2007) . ملوثات الهواء ودور النباتات في المحافظة على البيئة ، قسم الانتاج النباتي ، كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود ، المملكة العربية السعودية .
4. الجميلي ، السيد وحمدي الجميلي .(1999). تلوث البيئة : مصادره واخطاره ووسائل العلاج – دار الامين للنشر والتوزيع – القاهرة – جمهورية مصر العربية – ص112 .
5. جودة ، ميثاق عبد مسلم .(2011). دراسة تاثير الملوثات البيئية في المؤشر الحيوي الكلوروفيل (A.B) وبعض المؤشرات التشريحية والمظهرية لبعض النباتات في محافظة النجف الاشرف ، رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة الكوفة ، العراق.
6. الشمري ، عمار فخري .(2013). نوعية السواقط الجافة والرطبة وبعض الدلائل الحيوية من بعض اشجار الغابات على تلوث الهواء في مدينة الموصل ، اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل ، العراق .
7. مصطفى ، شاهين عباس ،محمد احمد نجم الدين ، توانا عبد المجيد (2014) . دراسة علمية مقترحة حول التقنية الحديثة للتشجير والتقليل من التلوث البيئي الحاصل في المدن ، وزارة البيئة ، دائرة حماية وتحسين البيئة في المنطقة الشمالية .
8. Agarwal SK(1986). A new distributional function of foliar phenoconcentration in the evaluation of plants for their air pollution toleranc index.Acta Ecol.8(2)29-36.
9. Agbaire, P. O. (2009). Air pollution tolerance indices (APTI) of some plants around Erhoike-Kokori oil exploration site of Delta State, Nigeria . International Journal of Physical Sciences .4 (6) : 366-368.
10. Agbaire, P.O. and E. Esiefarienrhe. (2009). Air Pollution tolerance indices (apti) of some plants around Otorogun Gas Plant in Delta State, Nigeria. J. Appl. Sci. Environ. Manage. Vol. 13(1) 11 – 14.
11. Allen (Jnr), L.H; Boote, J.W Jones, R.R Valle, B Acock, H.H Roger, R.C. Dahlmau . (1987). Response of vegetation to rising carbon dioxide photosynthesis, biomass and seed yield of soybeans. Global Biogeochem Cycle 1; 1-44.
12. Amini, M., H., Hoodaji, M., Najafi, P., Kar .(2009). Evaluation of some tree species for heavy metal biomonitoring and pollution tolerance index in urban zone in Isfahan. International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia (53- 56).
13. Dedio, W. (1975). Water relations in wheat leaves as screening test for drought resistance. Canadian J. Plant Sci., 55: 369-378.
14. Flowers, M.D; E.L Fiscus, K.O. Burkey. (2007). Photosynthesis, chlorophyll flourescene and yield of snap bean (Phaseolus Vulgaris L) genotypes differing in sensitivity to Ozone. Environmental and Experimental Botany 61:190-198.
15. Gara, L.D.(2005). Ascorbate and plant growth : from germination to cell death . In: Vitamin C , Function and biochemistry in animals and plants . Edited by Asard, H., J.M.May and N. Smirnoff, Published in the Taylor & Francis , E-Library , London and new York .
16. Hoque, M.A; M.N.A Banu, E. Oluma. (2007). Exogenous proline and glycinebetaine increase NaCl-induced Ascorbate-glythione cycle enzyme activities and praline improves salt tolerance more than glycinebetaine in tobacco bright yellow-2 suspension-cultural cells. Journal of plant physiology 164, 1457-1468.
17. Jyothi, S.J.and D.S Jaya. (2010). Evaluation of air pollution tolerance index of selected plant species along roadsides in Thiruvananthapuram, Kerala . Journal of Environmental Biology. 379-386 .
18. Klumpp, G; C.M Furlan, M. Domingos. (2000). Response of stress indicators and growth parameters of Tibouchina Pulchra Cogn exposed to air and soil pollution near the industrial complex of Cubatao, Brazil. The science of the total environmental 246:79-91.
19. Logan, B.A.,D.Kornyeyev, J. Hardison and A.S. Holaday. (2006). The role of antioxidant enzymes in photo protection . Photosynthesis Res., 88:119-132.

20. Meng, H.E.; J.U. Wang, K.A. Yang, L.E. Tian, W.E Sun, and C.H Fang (2011) Effects of Simulated Acid Rain on Main Nutritional Indicators of Three Leafy Vegetables.chem.res.chinese universities . 27(3): 397—401
21. Mondal, D.a.; S. Gupta, and J.K. Datta (2011) Anticipated performance index of some tree species considered for green belt development in an urban area . International Research Journal of Plant Science. 2(4): 099-106,.
22. Nugrahani, p.; E.T Prasetyawati, A. Sugijanto and H. Purnobasuki (2012). Ornamental shrubs as plant palettes and bioindicators based on Air pollution tolerance index in Surabaya city, Indonesia . Asian Journal Exp.Biol.Sci.(2):298-302.
23. Oertli, J.J.(1987) . Exogenous application of vitamins as regulators for growth and development of plants, a review . J.Plant Nutri . Soil Sci ., 150 : 375-391.
24. Pandey S. N Kumar, R. Kushwahar .(2006) Morpho-anatomical and Physiological leaf traits of two alpine herbs , Podophyllum hexandrum and Rheum emodi in the western Himalaya under different irradiances . photosynthetic 44:11-16 .
25. Proietti, S., S. Moscatello, F. Famiani and A. Battistelli. (2009) . Increase of ascorbic acid content an nutritional quality in Spinach leaves during Physiological accumulation to low temperature . Plant Physiol. Biochem., 47(8):717-723.
26. Radhapriye , P.; G A. Navaneetha, P. Malini, A. Ramachandran. (2012). Assessment of air pollution tolerance levels of selected plants around cement industry, Coimbatore, India J. Environ. Biol. 33, 635-641
27. Rao, C.S. (2006): Environmental pollution Control Engineering. New Age international Publishers. Revised Second Edition.
28. Raza S.H. and M.S.R. Murthy. (1988). Air Pollution Tolerance index of certain plants of Nacharam Industrial Area, Hyderabed, Indian J. Bot 11(1). 91-95.
29. Sadeghian, M.M. and F. Mortazaienezhad (2012) Selection and identification of air pollution-tolerant plants by air pollution tolerance index (APTI) in urban parks of Isfahan, Iran . African Journal of Biotechnology. 11(55). 11826-11829.
30. San,S.Q.,D.Y.Wang , He M and C.Zhang.(2009)Monitoring of bag atmospheric heave metal deposition in Chongqing , China –based on moss bag technique . EnvironMonit.Assess 148:1-9 .
31. Sarala, T. D. and S. R. Kumar. (2011). The monthly changes of chloroplast pigments content in selected plant species exposed to cement dust pollution. Journal of research in Biology. 8:660-666.
32. Sarala, T. D. and V. Prathipa. (2012). Assessment of Air Quality through biomonitors of selected sites of Dindigul town by air pollution tolerance index approach . Journal of research in Biology., 3: 193-199.
33. Saxena,D.K.,S.Singh and K.Srivastava.(2008). Atmospheric Heave Metal Deposition in Garhwal Hill Area (India) : Estimation Based on Native moss Analysis . Aerosol and Air Quuallity Research . 8:94-111.
34. Senthilkumar, P.and S. Paulsamy . (2011) . Evaluation of air pollution tolerant tree species for Kothagiri Municipal Town, the Nilgiris, Tamil Nadu. Journal of research in Biology . 2: 148-152 .
35. Seyyednejad, S.M.; M. Niknejad and M. Yusefi (2009) The effect of air pollution on some Morphological and Biochemical Factors of Callistemon citrinus in Petrochemical Zone in South of Iran . Asian Journal of Plant Sciences (8); 562-565 .
36. Singh S.K; D.N Rao, M Agrawal, J Pandey, D Narayan. (1991): Air Pollution Tolerance index of plants. Journal of Environmental Management. 32: 45-55.
37. Singh, S.K.and D.N. Rao (1983). Evaluation of the plants for their tolerance to air pollution. Proc symp on air pollution control held at , Delhi.pp.218-224.
38. Tripathi, A.; P.B. Tiwari and D. Singh .(2009). Assessment of air pollution tolerance index of some trees in moradabad city , india . Journal of Environmental biology. 30(4):545-550 .

39. Wu,T.M.,Y-T.Hsu and T.M.Lee .(2009). Efect of cadmium on the regulation of antioxidant enzyme activity , gene expression , and antioxidant defenses in the marine macroalga Ulva fasciata Bot . Studies 50:25-34 .
40. Wyszkowski M, J. Wyszkowska .(2003). Effect of soil contamination by copper on the content of macro elements in spring barley . pol.j.Nat.Sci.14:309-320 .