استخدام مؤشر تحمل التلوث لتقييم قدرة بعض أنواع الأشجار على تحمل التلوث في مدينة الرياض

ثبيت سفر الشهراني ، إبراهيم محمد عارف ، ماجد ضاوي العتيبي

قسم الإنتاج النباتي-كلية علوم الأغذية والزراعة - جامعة الملك سعود - ص.ب. ٢٤٦٠ الرياض ١١٤٥١

الملخص:

أجريت الدراسة في مدينة الرياض بغرض حساب مؤشر التحمل لتلوث الهواء لبعض الأنواع الشجرية النامية باستخدام بعض الخصائص الفسيولوجية مثل الكلوروفيل الكلي للورقة، حمض الاسكوربيك، pH، والمحتوى المائي النسبي. شملت الأنواع المدروسة كل من الفيكس التيسما (*Ficus altissima* Blume.)، بروسوبس (*Prosopis juliflora* (Sw) Dc.)، كافور كمالديولنسس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.)،اللوز الهندي (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.) ، السدر (*Zizyphus spina-christi* (L.) Desf) واللبخ (*Albizia lebbek* (L.) Benth).سجل السدر أعلى مؤشر للتحمل (١٠,٢٤) بينما كان البرسوبس هو الأقل (٧,٠٨). إن استخدام مؤشر التلوث يبدو هاما لاختيار الأشجار المتحملة لتلوث الهواء.

الكلمات المفتاحية : الكلوروفيل ، المحتوى المائي النسبي، حمض الاسكوربيك، مدينة الرياض،مؤشر التلوث

المقدمة

تبلغ المساحة التي تغطيها الحدود العمرانية لمدينة الرياض دائرة قطرها ٧٥ كم (٤٤١٩ كم^{٢}) ويتجاوز عدد السكان ٤,٥ مليون نسمة (الأمانة, ٢٠٠١). ترافق الزيادة في عدد السكان زيادة التلوث نتيجة لاستخدام وسائل النقل والمواصلات ولهذا لا بد من تقليل نسبة التلوث . لقد بدأت أمانة مدينة الرياض برنامج زراعة الأشجار في عام ١٣٩٧هـ (الأمانة , ٢٠٠٢) للحد من أثار التلوث البيئي وبلغ عدد الأشجار المزروعة من أنواع مختلفة ما يقارب ١,٥ مليون شجرة موزعة بين الحدائق والشوارع (الأمانة, ٢٠٠٦).

يؤثر التلوث على العديد من الوظائف الحيوية في النبات كالبناء الضوئي حيث وجد Pagnata *et al.*, (1999) احتواء أوراق الزنزلخت *Melia azedarach* L. على تركيز أقل من الكلوروفيل نتيجة التعرض للملوثات والتي كان النبات حساساً لها . كما وجد Singh *et al.*, (1991) ارتباطاً بين محتوى الكلوروفيل الكلي والكثافة المرورية حيث كان تركيز الكلوروفيل أعلى في المواقع ذات الكثافة المرورية المنخفضة مقارنة مع المواقع ذات الكثافة المرورية العالية مما يشير إلى تأثر النبات بالملوثات.

كما إن النقص في حمض الاسكوربيك يتناسب مع زيادة تركيز العناصر الثقيلة في الأوراق (Lewin, 1976). و يعتبر حمض الاسكوربيك أحد المؤشرات الهامة الدالة على التلوث ووجدت التراكيز العالية من الحمض في النباتات المقاومة لتأثيرات الظروف البيئية الضارة كالتعرض للتلوث الهوائي (Lima *et al.*, 2000) وزيادة مستويات حمض الاسكوربيك في الأوراق تزيد من تحمل الملوثات في الهواء (Chaudhary and Rao, 1977).

يدل ارتفاع الرقم الهيدروجيني في أوراق النباتات على قدرتها على تحمل الملوثات . (Agarwal, 1986) لقد وجد Singh and Rao(1983) و Shannigrahi *et al.*, (2004) زيادة (pH) في مستخلصات أوراق الأنواع المتحملة للتلوث وانخفاضه في الأنواع الحساسة . يرتبط المحتوى المائي النسبي للأوراق بكمية التلوث حيث أن المحتوى المائي يزيد بزيادة التلوث . لقد وجد Thangarasu *et al.*, (2002) تباينا في المحتوى المائي النسبي في الأنواع المتحملة للتلوث كالنوع الشجري *Eucalyptus globules* حيث بلغ المحتوى المائي النسبي 65% وكان منخفضاً في الأنواع الحساسة للتلوث مثل *Morinda tinctoria* و *nucifera Cocos* .

يمكن التعرف على قدرة النبات في تحمل الملوثات وذلك بحساب مؤشر التحمل لتلوث الهواء Air Pollution Tolerance Index (APTI) والذي يتطلب تقدير الكلوروفيل وحمض الاسكوربيك وكذلك الرقم الهيدروجيني (pH) والمحتوى المائي النسبي للأوراق. في دراسة أجراها Thangarasu *et al.*, (2002) أمكن تمييز الأنواع عالية التحمل من الأنواع الحساسة

. تتباين الأشجار في التأثر بالملوثات الناتجة من حركة السيارات والمصانع ، لذلك كان من المهم التعرف على قدرة أنواع الأشجار النامية في مواقع مختلفة من مدينة الرياض لتحمل التلوث باستخدام بعض المؤشرات الحيوية فيها كالكلوروفيل، وحمض الاسكوربيك، والمحتوى المائي النسبي و pH الأوراق بهدف معرفة الأنواع المتحملة للتوسع في زراعتها.

المواد وطرق العمل

تم تحديد أربعة مواقع لإجراء الدراسة في مدينة الرياض (٢٠٠٧م) ، وكان توزيع المواقع معتمدا على كثافة حركة السيارات وشملت المواقع: شمال مدينة الرياض (جامعة الملك سعود) ، وسط مدينة الرياض(تقاطع طريقي الملك فهد والوشم)، حديقة المناخ الواقعة جنوب مدينة الرياض والقريبة من مصنع الأسمنت، محطة الأبحاث التابعة لجامعة الملك سعود بديراب.

اختيرت ستة أنواع من الأشجار الأكثر انتشاراً في هذه المواقع وهي:
فيكس التيسما (*Ficus altissima* Blume.)، بروسوبس (*Prosopis juliflora* (Sw) Dc.) ، كافور كمالديولنسس (*Eucalyptus camaldulensis Dehn.*)، اللوز الهندي (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.)، السدر (*Ziziphus spina-christi* (L.) Desf) واللبخ (*Albizia lebbek* (L.) Benth) .

قياس الكلوروفيل في الأوراق

أخذت الأوراق مباشرة من النبات ثم قطعت إلى أجزاء صغيرة. تم أخذ ما مقداره ٠,٣ جم (±٠,٠٠٢) ، ووضعت في أنبوبة اختبار, ثم أضيف إليها ٥ ملليتر من (di- Methyl formaid) ثم غلقت الأنبوبة بالبارافيلم وتركت في الثلاجة لمدة ٢٤ ساعة، بعد ذلك أخذ المستخلص وتم قياس الكلوروفيل على جهاز(UV/ Visible Spectrophometer -Ultrospec 2000) عند طولين موجيين هما ٦٦٤ و٦٤٧ نانوميتر. تم حساب نسبة الكلوروفيل *a* و *b* باستخدام المعادلات التالية (Porra *et al.*, 1989).

Chl a = 13.43 $A^{663.8}$ - 3.47$A^{646.8}$
Chl b = 22.90 $A^{646.8}$ - 5.38 $A^{663.8}$
Chl a + b = 19.43 $A^{646.8}$ - 8.05 $A^{663.8}$

حيث A تمثل قيمة الامتصاص عند الطول الموجي المحدد.

قياس حمض الاسكوربيك (فيتامين سي)

جمعت عينات أوراق الأشجار من المواقع المختارة ثم وزن ٥٠جم/ عينه بواقع ثلاث مكررات وغسلت بالماء المقطر ثم خلطت بالخلاط مع ١٠٠ملليتر ماء مقطر. تم ترشيح الرائق وأخذ منه ١٠ملليترات وأضيف لها ١٠ ملليمترات من حمض الأوكساليك ثم المعايرة بواسطة 2,6 dichlorophenol endophenol وتم حساب عدد الملليمترات المستخدمة في المعايرة وعبر عنها بحمض الأسكوربيك (عفيفي; ٢٠٠٠).

قياس pH في الأوراق

جمعت الأوراق من على الأشجار ثم وزن ما مقداره ٥٠جم وغسلت بالماء المقطر ووضعت في الخلاط لعمل عصير للأوراق. تم ترشيح العصير وقياس نسبة الحموضة وفقاً لطريقة A.O.A.C. (1980), بواسطة جهاز (Portable pH/EC/TDS/Temperature Meter)

قياس محتوى الماء النسبي في الأوراق

جمعت الأوراق تم قياس الوزن الرطب للأوراق بعد جمعها مباشرة, ولقياس وزن الامتلاء وضعت الأوراق في الماء لمدة ٢٤ساعة ثم أيجاد الوزن. ولقياس الوزن الجاف تم تجفيف الأوراق في الفرن على درجة ٧٥ درجة مئوية لمدة ٤٨ ساعة. تم إيجاد المحتوى المائي النسبي للأوراق بواسطة:

المحتوى المائي النسبي=((وزن الامتلاء الكامل-الوزن الجاف)/ (وزن الامتلاء الكامل-الوزن الجاف)) × ١٠٠

تم استخدام القياسات السابقة لحساب مؤشر التحمل لتلوث الهواء (Singh and Rao, 1983).

$$APTI = \frac{[A(T+P)]+R}{10}$$

حيث :

A = حمض الاسكوربيك ، T =الكلوروفيل الكلي ، pH =P لمستخلص الورقة R = المحتوى المائي النسبي للورقة

وباستخدام المعادلة السابقة أمكن تصنيف النباتات المدروسة حسب تحملها للتلوث, إلى ما يلي:

حساسة جدا (5,426- 7,308 APTI) , حساسة (7,727- 8,852 APTI) , مقاومة-(8,962 9,014 APTI) وعالية المقاومة (9.701-12,778 APTI) (Thangarasu *et al.*, 2002).

بعد جمع البيانات حللت التجربة إحصائياً كتجربة ذات عاملين الأول المواقع وهي (أربعة مواقع) والعامل الثاني الأنواع الشجرية وهي (ستة أنواع شجرية في تصميم عشوائي كامل باستخدام البرنامج (SAS) (SAS Inst, 1988)، وتم مقارنة المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي LSD .

النتائج والمناقشة

أوضح تحليل التباين وجود تأثير معنوي للمواقع والأنواع على جميع الصفات المدروسة (P=0.0001). بالنسبة لحمض الاسكوربيك فقد كان هناك تفاوتا واضحا في كمية الحمض ما بين الأنواع داخل الموقع وكذلك للنوع الواحد ما بين المواقع المختلفة. يبين الجدول ١ أن كمية حمض الاسكوربيك كانت الأعلى في النوع *Zizyphus spina-christi* في كل المواقع ما عدا موقع محطة الأبحاث والتجارب الزراعية بديراب. ارتفاع نسبة الحمض يدل على وجود مستوى تلوث مرتفع ويؤكد ذلك ارتفاع نسبة الحمض للنوع في حديقة المناخ بسبب قرب الموقع من مصنع الاسمنت والذي بلغ ١٠٥ ملجم/جم. بصفة عامة تميز السدر باحتوائه على أعلى كمية لحمض الاسكوربيك والتي كانت ٥٨ ملجم/جم بينما كان الفيكس هو الأقل (جدول ٢). تعد هذه النتائج مرتفعة مقارن بدراسات أخرى لأنواع أخرى فقد وجد Thangarasu *et al.*, (2002) في دراسة أجراها لتأثير مصنع اسمنت اريالور في الهند على بعض الأنواع الشجرية المعرضة لملوثات المصنع أن أعلى مستوى لحمض الاسكوربيك كان ٩,٨ ملجم/١٠٠جم وزن رطب في

أوراق *E. globules* و٦,٦ ملجم/ ١٠٠جم في *F. religiosa* و ٤,٢ ملجم/١٠٠جم في *Cassia Siamea* و٢,٨ملجم/١٠٠جم في *Albizia lebbeck* (L.) Benth. لقد وجد (2003) Yadav and Agrawal ارتفاع مستوى حمض الاسكوربيك في الأنواع المقاومة للتلوث كالنوع *Dalbergia sissoo* والنامي في المناطق الملوثة بعكس النوع *A. lebbeck* والذي تميز بانخفاض حمض الاسكوربيك مما جعله أكثر حساسية للملوثات.

تعطي كمية الكلوروفيل في الورقة مؤشرا على مقدار التلوث حيث تتناقص الكمية بزيادة التلوث. كان محتوى الأوراق من الكلوروفيل لمعظم الأنواع مرتفعا في موقع محطة الأبحاث والتجارب بينما احتوت الأنواع في موقع جامعة الملك سعود على محتوي منخفض من الكلوروفيل (جدول ١). كما تميز اللوز الهندي بارتفاع محتوى الأوراق من الكلوروفيل بينما سجل الكافور أقل محتوى (جدول ٢). لقد وجد Lal and Ambasht (1981) أن هناك تأثير للملوثات كالفلورايد عل محتوى ورقة النوع *Diospyros melanoxylon* من الكلوروفيل. كما وجد Joshi and Swami (2007) انخفاضا في محتوى الكلوروفيل في أوراق العديد من الأشجار المزروعة على الطرقات مثل *Mangifera indica Eucalyptus citriodora, Tectona grandis Shorea robusta* والمعرضة للملوثات الصادرة عن المركبات.

جدول رقم (1) بالعرض (مرفق على cd)

- تابع جدول (١)

النوع	المحتوى المائي الكلي(RW C)				مؤشر تحمل تلوث الهواء (APTI)			
	الموقع				الموقع			
	جامعة الملك سعود	شارع الوشم	حديقة المناخ	محطة الأبحاث بديراب	جامعة الملك سعود	طريق الوشم	حديقة المناخ	محطة الأبحاث بديراب
اللوز الهندي *P. dulce*	٧٢,٦ cd ± ٢,٥٢	٦٦,٧ b ± ٢,٧٩	٦٢,٤ c ± ٦,٩	٦٧,٣ b ± ١,١٥	٧,٩ c ± ٠,٣٢	٧,٧ b ± ٠,٣	٧,٠ cd ± ٠,٧١	١٠,٢ a ± ٠,١٢
الغاف *P. juliflora*	٥٩,٢ e ± ٢,٠٢	٧٤,٧ b ± ٢,٦	٥١,٣ c ± ٣,٥	٦٨,١ b ± ٠,٩٧	٦,٤ d ± ٠,٢١	٨,١ b ± ٠,٢٨	٥,٩ d ± ٠,٣٦	٧,٨ c ± ٠,١٢
الكافور *E. camaldulensis*	٦٩,٠ d ± ٢,١٢	٥٣,٦ e ± ١,٥١	٦٠,٤ c ± ٨,٦	٨١,٣ a ± ١,٠٤	٧,٤ c ± ٠,٢٠	٥,٨ c ± ٠,١٤	٦,٧ cd ± ٠,٨٦	٨,٩ b ± ٠,١٥
الفيكس *F. altissimoa*	٨٠,٩ ab ± ٠,٠٨	٨٩,٠ a ± ٠,٨	٩١,٦ a ± ٢,٢	٨٥,٧ a ± ٢,٣٦	٨,٩ b ± ٠,٠٧	٩,٦ a ± ٠,٠٧	٩,٩ b ± ٠,٢٢	٩,٣ b ± ٠,٢٥
السدر *Z. spina-christi*	٨٥,٠ a ± ٢,٣٢	٧٤,٨ b ± ٥,١٧	٦٤,٥ bc ± ٢,٤	٦٤,٩ b ± ٢,٣٣	١٠,٣ a ± ٠,٣١	١٠,٠ a ± ٠,٥٢	١٢,٦ a ± ١,٣	٧,٩ c ± ٠,٢٣
اللبخ *A. lebbek*	٧٧,٦ bc ± ٣,٣	٨٦,٢ a ± ١,٨٦	٧٨ ab ± ١,٥	٦٤,٧ b ± ٢,٨٥	٨,٧ b ± ٠,٢٨	٩,٩ a ± ٠,٢٢	٨,٦ bc ± ٠,١٦	٧,٧ c ± ٠,٣٢

•المتوسطات التي لها نفس الأحرف عموديا لا تختلف معنويا عند ٠,٠٥

جدول (٢): المتوسط الكلي لحمض الاسكوربيك والكلوروفيل وتركيز ايون الهيدروجين والمحتوى المائي الكلي ومؤشر التلوث لأنواع من الاشجار نامية في مواقع مختلفة بمدينة الرياض.

النوع	حمض الاسكوربيك AA (mg g)*	كمية الكلوروفيل TCh (mg g^{-1})	pH	المحتوى المائي الكلي (RWC)	مؤشر تحمل تلوث الهواء للنوع(APTI)	تصنيف النوع حسب قيمة مؤشر التلوث
اللوز الهندي	١٥,٠^{b}	٠,٨٦^{a}	٥,٣١^{d}	٦٧,٣٠^{cd}	٨,٢٦^{c}	حساس
P. dulce	٣,٥٥±	٠,٣٢±	٠,٠٨±	٤,٠٦±	٠,٦٢±	
الغاف	٦,٨١^{bc}	٠,٤٠b^{c}	٤,٨١^{e}	٦٣,٥٥^{d}	٧,٠٨^{d}	حساس جدا
P. juliflora	١,٤٩±	٠,١١±	٠,٠٨±	٤,٣٥±	٠,٤٥±	
الكافور	١١,٢٥^{bc}	٠,١٧^{d}	٤,٦٦^{e}	٦٦,١٠^{d}	٧,٢٤^{d}	حساس
E. camaldulensis	٢,٤١±	٠,٠٥±	٠,١٩±	٦,٠٤±	٠,٦٣±	
الفيكس	٣,٦٦^{c}	٠,٢٨^{cd}	٦,٨٣^{a}	٨٦,٨٣^{a}	٩,٤٦^{ab}	مقاوم
F. altissimoa	٠,٤٣±	٠,٠٥±	٠,١٤±	٣,٣٢±	٠,٢٢±	
السدر	٥٨,٠^{a}	٠,٤٣^{bc}	٥,٧٧^{b}	٧٣,٣٥^{bc}	١٠,٢٤^{a}	عالي المقاومة
Z. spina-christi	١٨,٥٧±	٠,٠٨±	٠,١٣±	٤,٤٥±	٠,٩٧±	
اللبخ	١٠,٩^{bc}	٠,٥٢^{b}	٥,٥٦^{c}	٧٦,٨٢^{b}	٨,٧٨^{bc}	حساس
A. lebbek	١,٣٩±.	٠,١١±	٠,١٦±	٣,٩٧±	٠,٤٠±	

*المتوسطات التي لها نفس الأحرف عموديا لا تختلف معنويا عند ٠,٠٥

أما بالنسبة للرقم الهيدروجيني (pH) فقد كان هناك تفاوت بين الأنواع في قيم pH (جدول ١). سجل الكافور اقل تركيز للرقم الهيدروجيني في موقع جامعة الملك سعود كما كان هو الأقل في موقع طريق الوشم (جدول ١). بصفة عامة تميزت أوراق الفيكس بارتفاع التركيز الهيدروجيني لها والذي بلغ ٦,٨٣ بينما كان ٤,٦٦ في أوراق الكافور (جدول ٢). لقد وجد Thangarasu *et al.*, (2002) تفاوتا في قيم الرقم الهيدروجيني للأنواع التي درسها حيث أوضحت نتائجه أن قيم (pH) لأوراق النوع *Eucalyptus globulus* كانت ٧,٥٥ بينما كانت ٧,٥٤ للنوع *Prosopis cineario* أما النوع *Ficus religiosa* فكانت ٧,٥٢ بينما في النوع *Morinda tinctoria* كانت قيم الرقم الهيدروجيني ٤,٧ وفي *Cocos nucifera* ٥,٠١ و أما في *Azadirachta indica* فكانت ٥,٣٩.

بينت النتائج أن المحتوى المائي لأوراق الفيكس كان هو الأعلى في حديقة المناخ بينما كانت أوراق البرسوبس هي الأقل في ذات الموقع (جدول١)، كما تفاوت المحتوى المائي للأوراق في الأنواع الأخرى اعتمادا على الموقع. وبصفة عامة فقد سجل الفيكس أعلى محتوي مائي نسبي للأوراق حيث كان ٨٦,٨٣ بينما كان المحتوى المائي النسبي للأوراق في البرسوبس هو الأقل حيث كان ٦٣,٣٥ (جدول ٢). لقد وجد Thangarasu *et al.*, (2002) أن المحتوى المائي في أوراق *B. bambos* كان الأعلى بنسبة ٦٦٪ يليه *Eucalyptus globules* بنسبة ٦٥٪ ثم *Ficus religiosa* بنسبة ٦٢,٥٪ ،أما أقل نسبة فكانت ٢٩,٤٪في أوراق *C. nucifera* .

استخدام المؤشرات السابقة لحساب مؤشر التحمل للأنواع في مواقع الدراسة بين أن السدر كان هو الأعلى في حديقة المناخ حيث كانت قيمة مؤشر التلوث ١٢,٦ جدول (١) بينما كانت قيمة مؤشر التلوث للسدر في موقع محطة الأبحاث بديراب ٧,٩ (جدول ١). كما سجل الكافور اقل قيمة في مؤشر التحمل للأنواع المدروسة في طريق الوشم حيث كانت قيمة المؤشر ٥,٨ (جدول ١) كما سجل البرسوبس اقل مؤشر للتحمل للأنواع النامية في حديقة المناخ بقيمة مؤشر ٥,٩ (جدول ١). يمكن القول أن مؤشر التحمل قد تباين للنوع الواحد بين المواقع المختلفة مما يدل على اختلاف التلوث بين المواقع النامية فيها الأشجار.

في الدراسة الحالية سجل السدر أعلى مؤشر لتحمل الهواء بين الأنواع حيث أظهر السدر أعلى متوسط لمؤشر التجمل لتلوث الهواء والذي كان ١٠,٢٤ بينما كان البرسوبس هو الأقل حيث كان متوسط المؤشر تحمل التلوث ٧,٠٨ (جدول ٢).أظهر مؤشر تحمل التلوث أمكانية تصنيف الأنواع المدروسة إلى حساسة جدا كالغاف وحساسة كاللوز الهندي والكافور واللبخ وأنواع مقاومة كالفيكس أما الأنواع العالية المقاومة فتضمنت السدر (جدول ٢). لقد وجد Joshi and Swami (2007) أن النوع *S. robusta* سجل أعلى مؤشر للتحمل والذي بلغ ٩,٠٢ بينما كان *M. indica* هو الأقل حيث كان المؤشر ٦,٧٦، كما وجد (2007) and Dwivedi Tripathi انخفاض قيمة مؤشر التحمل في النوع *Aecidium sativum* والذي سجل أقل مؤشر تلوث حيث بلغ٥,٢٧ مما يدل على حساسية النوع للملوثات.

يبدو مؤشر التلوث هاما في الدلالة على حساسية النوع النباتي للملوثات وبالتالي تقسيم الأنواع النباتية إلى مجموعات استنادا على المؤشر . لقد وجد Thangarasu *et al.*, (2002) أن بالإمكان استخدام مؤشر التلوث لتقسيم الأنواع التي درسها إلى ٤ مجموعات حيث كانت الأولى ذات مقاومة عالية للتلوث وهي *Ficus religiosa* و *Eucalyptus globules* و *Bambusa bambos* , وفيها تراوحت قيمة مؤشر التحمل للتلوث ما بين ٩,٧-١٢,٧٧ أما المجموعة الثانية فكانت متوسطة لمقاومة التلوث وهي الأنواع *T. indica* و *A. indica* حيث كان المؤشر لها ٨,٩٨ - ٩,٠١ , أما المجموع الثالثة فقد تضمنت الأنواع الحساسة مثل *M. oleifera* و *Z. Jujube* و *C. nucifera* و كانت قيم مؤشر التلوث لها من-٧,٧٢-٨,٨٥ أما المجموعة الرابعة فكانت الأنواع الحساسة جداً حيث تراوح المؤشر لها ما بين ٥,٤٢- ٧,٣٠ ومنها الأنواع *L. carnea* و *A. Lebbek* و *M. tincoria*.

إن استخدام المؤشرات الفسيولوجية مثل الكلوروفيل ، حمض الاسكوربيك ، pH ، والمحتوى المائي النسبي بغرض حساب مؤشر التحمل للتلوث مفيدة جدا في معرفة الأنواع المتحملة للتلوث والحساسة حيث بالإمكان استخدام ذلك في مشاريع التشجير داخل المدن ذات الكثافة المرورية العالية كمدينة الرياض بغرض استخدام الأنواع الملائمة من الأشجار في هذه

المواقع . كما يتبين ملائمة الأنواع المحلية كالسدر للزراعة في المناطق الملوثة حيث كان مؤشر التحمل للنوع هو الأعلى بين الأنواع المدروسة والذي يدل على مقاومة النوع للتلوث.

المراجع

أولاً : مراجع باللغة الإنجليزية :

Agarwal, S. K. 1986. A new distributional function of foliar phenol concentration in the evaluation of plants for their air pollution tolerance index. Acta Ecol. 8: 29-36.

A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis, Official Association of Analytical Chemists, 13th Edition, Washington, DC. 265 p.

Chaudhary, C. S. and D. N. Rao. 1977. Study of some factors in plants controlling their susceptibility to SO_2 pollution. Proe. of the Indian Nat!. Sci. Academy. 43: 236-241.

Dwivedi, A K. and B D Tripathi. 2007. Pollution tolerance and distribution pattern of plants in surrounding area of coal-fired industries. Journal of Environmental Biology. 28:257-263.

Joshi, P. C and A. Swami. 2007. Physiological responses of some tree species under roadside automobile pollution stress around city of Haridwar, India. The Environmentalist. 27 :365-374.

Lima, J. S., E. S. Fernandes, and W. N. Fawcett. 2000. *Mangifera indica* and *Phaseolus vulgaris* in the bioindication of air pollution in Bahia, Brazil". Ecotoxicology and Environmental Safety. 46: 275-278.

Lal, Bechu and R. S. Ambasht. 1981. Impairment of chlorophyll content in leaves of *Diospyros melanoxylon* by fluoride pollution. Water, Air and Soil Pollution. 16:361-365.

Lewin, S. 1976. Vitamin C: Its Molecular Biology and Medical Potential. London. Academic Press. 231p.

Pagnata, M. L. G., L. Gudino, M. S. Canas, and L. Orellana. 1999. Relationship between foliar chemical parameters measured in *Melia Azedarach* L. and environmental conditions in urban areas. The Science of the Total Environment. 244: 85- 96.

Porra, R. J., Thompson, W. A. and Kriedemann, P. E. 1989. Determination

of accurate extinction coefficients and Simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. Biochemica et Biophysica Acta., 975: 384-394.

SAS. Institute. 1988. SAS/TAT guide for personal computer. Version 6.02 (ed.) SAS Institute. Inc. Cary, N.C.

Shannigrahi, A. S., T. Fukushima and R. C. Sharma.2004. International Journal of Environmental Studies. 61: 125- 137.

Singh,S. K. and D. N. Rao.1983. Evaluation of plants for their tolerance to air pollution, Proceedings of the Symposium on Air Pollution Control, pp. 218-224.

Singh, S. K., D. N. Rao, M. Agrawal, J. Pandey and D. Narayan.1991. Air pollution tolerance index of plants. Journal of Environmental Management. 32:45-55.

Thangarasu, S., V. Gopalkrishnan and S. Rajasekaran. 2002. Evaluation of certain plants for their tolerance to cement kiln- dust emitted from Ariyalour cement factory. Geobios. 29:105- 108.

Yadav, R. S. and M. Agrawal. 2003. Seasonal variations in ascorbic acid content of some exotic and indigenous plant species growing in an opencast coal mine. Biochemical and Cellular Archives. 3: 109-112.

ثانياً : مراجع باللغة العربية :

- أمانة مدينة الرياض (٢٠٠٦) - تقرير عن الإدارة العامة للحدائق وعمارة البيئة ٢٠٠٥-٢٠٠٦م - الإدارة العامة للحدائق وعمارة البيئة - الرياض- المملكة العربية السعودية

- أمانة مدينة الرياض (٢٠٠٢) - منجزات التشجير والتجميل بمدينة الرياض - وكالة الخدمات- الإدارة العامة للحدائق والتجميل - الرياض- المملكة العربية السعودية

- أمانة مدينة الرياض بالتعاون مع الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض (٢٠٠١) . التطور السكاني والجغرافي لمدينة الرياض . المملكة العربية السعودية.

- عفيفي, عادل سيد (٢٠٠٠) . تحليل الفيتامينات ، المكتبة الأكاديمية القاهرة , الطبعة الأولى : ٣٣٤.

ABSTRACT

Using Air Pollution Tolerance Index to Evaluate Ability of Some Tree Species to Tolerate Pollution in Riyadh City

Thobayet S. Alshahrani, Ibraheem M. Arif, Majed D. Alotabi
Plant Production Dept., College of Food and Agriculture Science, King Saud Univ. , Riyadh, P.O. Box 2460, Riyadh 11451

Study was carried out in Riyadh city to determine Air pollution tolerance index (APTI) for some tree species by using physiological parameters such as total leaf chlorophyll (TCh), ascorbic acid (AA), leaf extract pH, and leaf relative water content (RWC)were used to determine an APTI in many roadside tree species in Riyadh city. Species were *Ficus altissima* Blume, *Prosopis juliflora* (Sw) Dc, *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth, *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf) and *Albizia lebbek* (L.) Benth. Higher value of air pollution tolerance index (APTI) was recorded for *Z. spina-christi.* (10.24) while the minimum value of APTI was obtained for *P. juliflora.* (7.08). Air pollution tolerance index is useful to select tree species tolerant to air pollution.