مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (40) العدد (1) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (40) No. (1) 2018

دور الثغور وأهميتها في مقاومة أشجار الأكاسيا *Acacia synophyla* لملوثات الهواء الغازية

الدكتورة نجاة جنود*

(تاريخ الإيداع 30 / 8 / 2017. قُبِل للنشر في 8 / 11 /2017)

□ ملخّص □

تناول بحثنا دراسة المقاومة الموجودة عند أشجار الأكاسيا القريبة من اتوستراد جبلة– بانياس، وذلك من خلال دراسة الثغور وتوزعها على سطحي الورقة العلوي والسفلي. ودراسة تركيز اليخضور وشدة التركيب الضوئي ومقارنة النتائج بين المنطقة الملوثة ومنطقة الشاهد.

بينت النتائج بأن عدد الثغور ينخفض في المنطقة الملوثة مقارنةً بالشاهد حيث يلعب هذا النقصان دوراً في تخفيف الأذى الناتج عن ملوثات الهواء الغازية وانعكاس ذلك على شدة التركيب الضوئي والأصبغة اليخضورية.

الكلمات المفتاحية: الأكاسيا، الثغور، ملوثات الهواء.

* أستاذ مساعد، قسم علم الحياة النباتية، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الأساسية المجلد (40) العدد (1) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Basic Sciences Series Vol. (40) No. (1) 2018

The role of stomata and its importance in resistance of *Acasia synophyla* trees to gas air pollutants

Dr. Najat Janoud*

(Received 7 / 11 / 2017. Accepted 3 / 1 /2018)

□ ABSTRACT □

The present research was conducted to study the resistance of Acasia tree which were near to Banias- Jableh freeway. This study was performed by study the stomata and its distribution on the upper and down leaf surfaces.

Also, a concentration of chlorophyll and a severity of photosynthesis, then compared the results between the polluted region with the control one.

Results showed that a number of stomata decreased in polluted region compared to the control one, where this reduction play a role in reduce the injury resulting from gas air pollutants, and this reflexes on the severity of photosynthesis and the chlorophyll.

Key words: Acasia, stomata, air pollutants.

* **Assistance prof., Department of Botany, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria**

مقدمة:

تلوث الهواء أحد أكثر المشاكل العالمية التي تواجه عصرنا الحالي ويشكل خطراً على البلدان النامية والمتطورة ويعرف بأنه أي تغير في تركيز غازات الغلاف الجوي عن القيمة التي كانت قبل تدخل الإنسان واحتواء الهواء على مواد بتراكيز تعتبر ضارة بصحة الإنسان نفسه (Li, 2003; Tripathi and Gautam, 2007).

أدت الزيادة المستمرة في السكان ووسائط النقل والصناعات المختلفة والتطور الاقتصادي إلى الزيادة في تركيز الملوثات الغازية والجزيئية (Joshi *et al*., 2009).

حيث يؤثر تلوث الهواء على صحة الإنسان والنبات فيسبب للإنسان أمراض قلبية وتنفسية وأمراض نفسية وسرطانية ويعد مسؤولاً عن أذى النباتات وخسارة المحصول (Joshi and Swami, 2007; Kampa and Castanas, 2008).

أهم الملوثات الهوائية هي أكاسيد الكربون وأكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت والأوزون الأرضي والمواد الجزيئية المعلقة ويسبب تلوث الهواء العديد من المشكلات البيئية منها المطر الحامضي والدخان الصناعي والضباب الدخاني والاحتباس الحراري وتخريب طبقة الأوزون (Agarwal, 1980; Archibald *et al*., 2017).

تعد النباتات الأكثر تعرضا للأذى لوجود النبات دائمة الخضرة وهذا يؤدي إلى امتصاص أو تجميع أو اندماج هذه الملوثات داخل خلايا النبات.

تظهر النباتات تغييرات مورفولوجية وتعديل في العمليات الحيوية أو تراكم لمواد استقلابية معينة اعتماداً على درجة حساسيتها (Agbaire and Esiefarienrhe, 2009)

تستخدم النباتات كمؤشرات حيوية لدراسة تأثير تلوث الهواء على البيئة وهي طريقة مهمة وقيمة وغير مكلفة حيث تعمل النباتات والأشجار في البيئات المدنية الملوثة على تحسين نوعية الهواء عن طريق ترشيح ونفوذ الغازات والجزيئات (Beckett *et al*., 2000).

لذلك عند اختيار نباتات للتحكم بالتلوث وزراعتها في المناطق الصناعية وبجانب الطرقات يجب أن تتمتع بخصائص معينة تتضمن أن تكون النباتات دائمة الخضرة كبيرة الأوراق وتملك لحاء قاسي وملائمة للبيئة وتطلبها للماء منخفض ولا تحتاج عناية وتستطيع امتصاص الملوثات ومقاومة هذه الملوثات وأن يكون لها منظر جمالي، ومن هذه الأشجار بعض أنواع الأكاسيا Acacia وأشجار الأوكاليبتوس Eucalyptus وغيرها من النباتات التي يجب أن تكون متأقلمة نسبياً وتتحمل الإجهاد والتلوث (ديب وداوود، 2004؛ Kumar *et al*., 2013).

لذلك تعد الأشجار في البيئات المدنية الملوثة مهمة للسكان ولإبقاء النظام البيئي صحي ومتوازن ولكنها بالوقت نفسه تكون معرضة لخطر التلوث فالنباتات الموجودة بجانب الطريق وبالقرب من المناطق الصناعية والمعرضة للتلوث تظهر تغييرات في محتوى اليخضور ونشاط التركيب الضوئي والتنفس وتغييرات تشريحية ومورفولوجية للأوراق وردود مختلفة في أعداد الثغور وسلوكها (Alaimo *et al*., 2000; Baycu *et al*., 2006; Thakar and Mishra, 2010; Shweta, 2012; Rai and Panda, 2014).

تعد الورقة هي المستقبل الأول للملوثات فالخصائص الفيزيولوجية والتشريحية للأوراق كحجم خلايا البشرة وعدد الأوبار وعدد الثغور وكثافتها تتأثر مباشرة بالملوثات الهوائية (Meerabai *et al*., 2012).

تعتبر الثغور آليات تنظيم لدخول الغازات أو خروجها من الأوراق وتقدم فرصة ممتازة لدراسة التفاعل بين النباتات وبيئتهم مثل تلوث الهواء في الغلاف الجوي (Robinson *et al*., 1998; Elagoz *et al*., 2006; Kardel *et al*., 2010).

لوحظ أن الملوثات الغازية مثل أكاسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين تدخل عبر الثغور وتتدخل في الاستقلاب وتؤدي إلى انخفاض العمليات الحيوية وإعاقة العمليات الفيزيولوجية للنبات (Farmer, 1993; Verma and Singh, 2006; Rai *et al*., 2010; Rai and Panda, 2015).

هذه التغيرات ربما بسبب الاختلافات الهامة في عدد وتكرارية الثغور فتلوث الهواء يسبب تغييرات في مورفولوجيا الأوراق ففي دراسة لتأثير تلوث الهواء على عدة أنواع نباتية لوحظ انخفاض في عدد الثغور ونقصان في محتوى السكر واليخضور في الموقع الملوث عند مقارنته مع الشاهد (Rai, 2016).

يعتقد أن انخفاض عدد وكثافة الثغور ربما طريقة مهمة للتحكم بامتصاص الملوثات(Verma *et al*., 2006) وإن استجابة الثغور للملوثات الهوائية معقد ويتفاوت بين الأنواع ويعتمد على الورقة وعمر النبات ووجود إجهادات بيئية أخرى (Robinson *et al*., 1998; Paoletti and Grulke, 2005).

يعتبر استخدام النباتات جزء أساسي لأية خطة شاملة لتحسين نوعية الهواء وكمؤشرات حيوية مهمة لتقييم ودراسة تلوث الهواء وتأثيره على البيئة (Morrison, 1974; Alfani *et al*., 2000; Rautio and Huttunen, 2003; Abida *et al*., 2009; Rai, 2013).

يعد نبات الأكاسيا مؤشر حيوي لتحديد تلوث الهواء والتربة في مواقع مختلفة صناعية وغير صناعية حيث وجد أن استخدام هذا النبات في بيئات ملوثة يؤدي إلى التحسين السريع للبيئة وتحملها للتلوث وأظهرت كثير من الدراسات أن الأكاسيا من الأنواع المهمة لتنظيف وتخفيف التلوث(Tiwari and Tiwari, 2006; Kamran and Hosein, 2011).

هنالك بعض أنواع من الاكاسيا مثل *A. tortilis* و *A.xanthopholea* عند تعرضها لإجهاد الماء فإنها تستجيب لنقصان الماء بتخفيض تركيز الثغور وهذا يفسر الهبوط في نسبة التعرق في فترات الجفاف، ويعتبر النوع *A. syanophyla* نبات متحمل بشكل كبير للجفاف (Nativ *et al*., 1999; Otieno *et al*., 2005).

أكدت بعض الدراسات التي تناولت تأثير تلوث الهواء على أحد أنواع الأكاسيا *A.auriculiformis* بأن هناك انخفاض في محتوى الكلوروفيل الكلي والسكريات والبروتينات في المنطقة الملوثة (Karmakar *et al*., 2016).

حيث تسبب الملوثات الغازية بعد امتصاصها من قبل النبات نقصاً في تركيز أصبغة التركيب الضوئي (Tiwari *et al*., 2006).

تعد دراسة معدل التركيب الضوئي ومحتوى اليخضور آداة ومؤشر هام لتقييم تأثير الهواء المتزايد على نمو الأشجار ودلائل مهمة ومفيدة للأداء الفيزيولوجي للنبات (Wagh *et al*., 2006; Girma *et al*., 2013).

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى دراسة أهمية أشجار الأكاسيا ودورها في مقاومة الملوثات الهوائية الغازية عن طريق التحكم بكثافة وعدد الثغور، حيث تستخدم هذه الأشجار كمؤشر حيوي لتلوث الهواء وذلك بسبب وجودها بشكل كبير في المناطق المعرضة للتلوث، وتستخدم أشجار الأكاسيا لأغراض تزيينية، وللتحكم بالكثبان الرملية، ولمقاومتها للتلوث.

طرائق البحث و مواده:

1-مواقع الدراسة:

تم تحديد موقعين للدراسة يتوفر فيها النوع المدروس، وهي كالتالي:

الموقع الأول: المنطقة الملوثة _ أوتستراد (جبلة – بانياس).

الموقع الثاني: منطقة الشاهد _ حديقة جامعة تشرين.

2-النوع المدروس:

Acacia syanophyla يعود إلى فصيلة Facaceae جنس *Acacia*، وهي شجيرة صغيرة ترتفع 2-8 م دائمة الخضرة أوراقها خضراء مزرقة رمحية الشكل مع عروق طويلة وقمة مستديرة. والأزهار صفراء ذهبية مرتبة في رؤوس زهرية كروية حوالي 2-10 في العنقود الواحد، وفترة الإزهار من شباط إلى آذار وتتجمع حبات الطلع في رباع يات (لايقة، 1995)

الشكل (1) نبات الأكاسيا

3-طرائق العمل:

3-1- الدراسة المورفولوجية:

- تم اختيار عينات الأوراق بصورة عشوائية حيث تمت دراسة ثلاثين عينة لكل منطقة.
- تم قياس أطوال الأوراق بالمسطرة العادية وأما الأوزان فقد تم قياسها بالميزان الحساس.
- تم قياس مساحة الورقة كما يلي: أخذت ورقة مليمترية صغيرة مربعة معلومة المساحة وتم وزنها، بعد ذلك وضعت الورقة النباتية المطلوب حساب مساحتها على ورقة مليمترية وحددت حوافها بقلم، قصت الورقة المليمترية عند الحواف المرسومة، فأصبحت هذه القصاصة معبرة عن مساحة الورقة النباتية، تم وزن هذه القصاصة ومن خلال وزن ومساحة القطعة الورقية المربعة ووزن القصاصة تمت معرفة مساحة الورقة النباتية.

3-2 – حساب المحتوى المائي:

لحساب المحتوى المائي للأوراق، تم تحديد الوزن الرطب لها ومن ثم جففت في فرن عند درجة حرارة 105C° حتى ثبات الوزن، وحسبت النسبة المئوية للمحتوى المائي بالعلاقة الآتية:

النسبة المئوية للمحتوى المائي = (الوزن الرطب – الوزن الجاف /الوزن الرطب)X 100

3-3– دراسة الثغور:

أولاً: نحضر ملمع الأظافر ونلون بطبقة خفيفة على سطحي الورقة العلوي والسفلي ثم ننتظر حتى يجف الملمع جيدا لفترة من (15-20) دقيقة.

ثانياً: نأخذ قطعة صغيرة من شريط لاصق مع طي نهايتها لسهولة نزعها ونضعها على الجانب العلوي للورقة ثم نأخذ قطعة صغيرة أخرى وتوضع على الجانب السفلي وننزع الشريط بسرعة.

ثالثاً: نجهز شريحتي مجهر وعندما يقشر الشريط من قمة الورقة يوضع الشريط على الشريحة وتدرس تحت المجهر لدراسة الثغور وكثافتها في عينات الأوراق من المنطقتين.

3-4 – دراسة اليخضور في الأوراق:

أخذت أوزان متقاربة من العينات المدروسة (0.5غرام)، تم تقطيعها إلى قطع صغيرة ومن ثم سحقت في هاون زجاجي مع 35 مل أسيتون. تم ترشيح المزيج عبر أربع طبقات من الموسلين، تم تثفيل الراشح (في المثفلة المبردة) بسرعة 6000 دورة /دقيقة لمدة 10 دقائق. تم فصل المحلول الطافي وقياس امتصاصيته باستخدام مقياس الطيف الضوئي عند الأطوال الموجية (470, 645, 647, 663, 664 نانو متر) ضمن المجال المرئي، وجرى حساب كمية أصبغة التركيب الضوئي عن طريق المعادلات التالية (عياش والسعد، 2006):

Cchl.a=11.78 O.D664-2.29 O.D647 * V/W*1000 (mg Chl./g tissue) Cchl.b = 20.05 O.D647 – 4.77 O.D664 *V/W*1000 (mg Chl./g tissue)

Cchl.achl.b = 20.2 O.D645 + 8.0 O.D663* V/W*1000 (mg Chl./g tissue)

إذ أن : V: الحجم النهائي لمستخلص الأصبغة في الكحول (مل).

W: الوزن الطري للنسيج النباتي الذي تم استخلاص الأصبغة منه (غرام).

3-5- قياس شدة التركيب الضوئي:

لقياس شدة التركيب الضوئي عمدنا إلى ربط ورقة نباتية طازجة معلومة الوزن بخيط ودليت ضمن حوجلة زجاجية سعتها 1000 مل بحيث يتلقى السطح العلوي للورقة كميات متساوية من الإضاءة صادرة عن مصباح ذي ضوء أبيض على بعد 20 سم إضافة إلى ضوء الغرفة نهاراً.

أغلقت الزجاجة بإحكام بواسطة سدادة مطاطية يخترقها أنبوب زجاجي أسطواني معقوف بقطر يساوي 3 ملم، تحتوي إحدى ثنياته على قطرة من مادة سائلة ملونة، ينطلق الأوكسجين نتيجة قيام الورقة بعملية التركيب الضوئي فيدفع القطرة الملونة في الأنبوب، نقيس ارتفاع القطرة الملونة بواسطة مسطرة عادية لمدة 10 دقائق فيكون كل 1 سم يعادل 0.07 سم ³ أي 0.07 مل من الأوكسجين المتحرر.

النتائج والمناقشة:

1- الدراسة المورفولوجية: كما في **الجدول الآتي (1)**:

الجدول (1) متوسط طول الورقة ووزنها ومساحتها في منطقتي الدراسة (± SD)

المنطقة	طول الورقة (سم)	وزن الورقة (غ)	المسطح الورقي (سم)^2
الملوثة	1.5 ± *a17.20	0.05 ± 0.53a	1.35 ± 27.30a
الشاهد	2.3 ± a18.50	0.10 ± 0.67a	2.41 ± 28.70a
LSD 5%	5.3	1.15	4.61

*: الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية.

نستنتج من الجدول أن طول الورقة ووزنها ومسطحها الورقي نقصت في منطقة التلوث مقارنةً مع الشاهد وهذا النقصان غير معنوي ويدل على تكيف هذا النبات مع الملوثات الغازية الموجودة في الجو.

2 – حساب المحتوى المائي: كما يوضح الجدول الآتي (2):

الجدول (2) متوسط المحتوى المائي للورقة (± SD)

المنطقة	المحتوى المائي للورقة %
الملوثة	3.4 ± *a50.98
الشاهد	1.55 ± a51.88
LSD 5%	3.02

*: الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية.

نلاحظ من الجدول أن المحتوى المائي للورقة لم يعرض نقصاناً واضحاً في منطقة التلوث مقارنة بالشاهد ويفسر ذلك بأن محتوى الماء ضمن النبات يساعد على إبقاء توازنه الفيزيولوجي تحت ظروف الإجهاد مثل التعرض لتلوث الهواء وعندما يكون التعرق عالي عادة سوف يؤدي إلى التجفيف لذا تعديل وتحسين المحتوى المائي النسبي بواسطة النبات ربما يساهم بالتحمل النسبي تجاه تلوث الهواء (Verma, 2003).

3 – دراسة الثغور: تمت دراسة الثغور بعد طباعتها على الشريط اللاصق للسطح السفلي والعلوي للورقة عند مقارنة الوجه السفلي للمنطقة الملوثة مع الوجه السفلي لمنطقة الشاهد وجد أن كثافة الثغور تناقصت في المنطقة الملوثة مقارنة مع الشاهد، ولوحظت نفس النتيجة بمقارنة الوجه العلوي لكل من المنطقة الملوثة ومنطقة الشاهد فقد تناقصت كثافة الثغور في المنطقة الملوثة عند مقارنتها مع عينات الأوراق من منطقة الشاهد كما هو موضح في الجدول (3) وتتفق نتائجنا مع (Verma *et al.*, 2006) الذين وجدوا نقصان في كثافة الثغور وتكرارها في النباتات النامية تحت شروط التلوث عند مقارنتها مع المناطق غير الملوثة.

الجدول (3): متوسط أعداد الثغور (± SD)

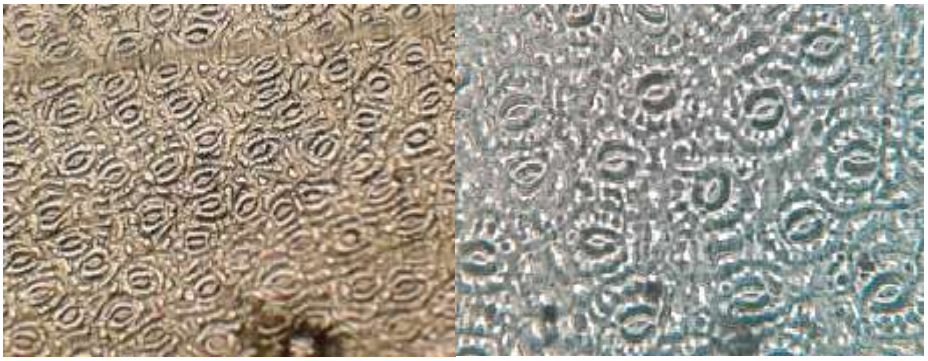
سطح الورقة	منطقة الشاهد	المنطقة الملوثة	LSD 5%
وجه سفلي	0.35 ± *a30	1.05 ± 26b	2.35
وجه علوي	2.11 ± a37	1.26 ± a35	2.22

***: الأحرف المختلفة ضمن نفس السطر تدل على وجود فروق معنوية**

أوضح Gostin (2009) أن التعديل في كثافة وتكرارية الثغور كاستجابة لإجهادات البيئة يكون أسلوب وطريقة مهمة للتحكم بامتصاص الملوثات من قبل النبات.

حيث يلعب هذا النقصان دوراً في تخفيف الأذى الناتج من الملوثات فهناك العديد من العوامل التي تساعد على بقاء الورقة واستمرار النبات في المنطقة الملوثة ومن هذه العوامل مدة التعرض للملوثات وطبيعة سطح الورقة وقدرة الثغور على تكثيف الملوثات وبحسب Liu *et al.* (2012) أن مقدار الأذى والتخريب يزيد مع زيادة عدد وكثافة الثغور. هذا يدل أنه كلما نقصت الثغور يتناقص الأذى والتخريب الذي يلحق بالنبات وهذا ما لاحظناه من خلال الدراسة الحالية.

يظهر الشكل (2) و (3) مقارنة بين الوجه السفلي للمنطقة الملوثة ومنطقة الشاهد حيث يلاحظ نقصان في كثافة الثغور بالمنطقة الملوثة.

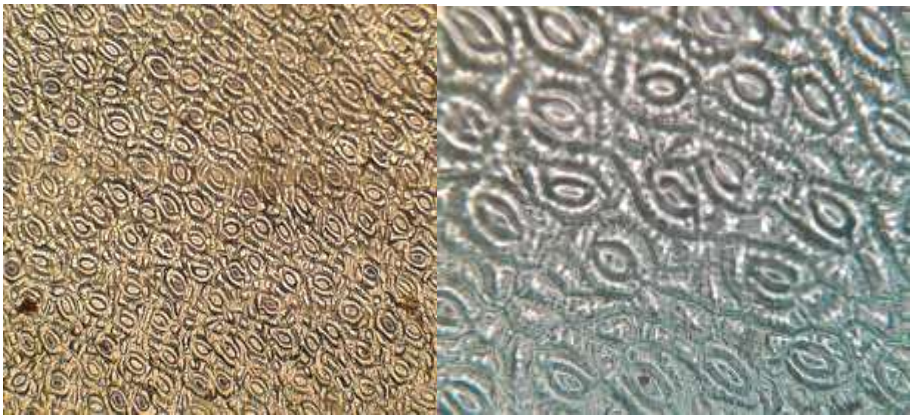


الشكل (2): الوجه السفلي للورقة في المنطقة الملوثة

الشكل (3): الوجه السفلي للورقة في منطقة الشاهد

يظهر الشكل (4) و (5) نقصان كثافة الثغور في منطقة التلوث بمقارنتها مع الشاهد.

الشكل (4): الوجه العلوي للورقة في المنطقة الملوثة



الشكل (5): الوجه العلوي للورقة في منطقة الشاهد

4 – دراسة اليخضور وشدة التركيب الضوئي: كما يوضح الجدول الآتي (4):

الجدول (4): تركيز اليخضور (أ) واليخضور (ب) والنسبة أ/ب وشدة التركيب الضوئي

المنطقة	يخضور (أ)	يخضور (ب)	أ/ب	شدة التركيب الضوئي مل o2/غ/دقيقة
المنطقة الملوثة	0.92	0.38	2.40	1.840
الشاهد	0.97	0.41	2.30	1.900

يبين الجدول انخفاض بسيط غير معنوي في تركيز اليخضور أ في منطقة التلوث عند مقارنتها بالشاهد حيث يعتبر اليخضور (أ) الصبغة الأهم في عملية التركيب الضوئي، ويعود سبب هذا الانخفاض إلى الفرق في تركيز الثغور وتأثير الملوثات.

كما وجد انخفاض غير معنوي في كل من اليخضور (ب) والنسبة (أ/ب) حيث يعد اليخضور (ب) من الصبغات المساعدة التي تعمل على امتصاص الضوء وتقديمه لليخضور أ.

أيضاً كانت شدة التركيب الضوئي متقاربة في منطقة الشاهد عند مقارنتها مع منطقة التلوث.

أكد نظام وقاسم (2001) بأن التلوث يؤثر على اليخضور حيث يدخل SO2 عبر ثغور الورقة ويتحول إلى حمض الكبريت الذي يخرب الصانعات الخضراء ويتحول اليخضور إلى فيتوفيتن Pheophytin وكذلك NO2 يؤثر على اليخضور بسبب دخوله في سلسلة تفاعلات كيميائية ضوئية. وتؤدي هذه التأثيرات إلى انخفاض معدل التركيب الضوئي وزيادة التنفس ومن ثم تأخر النمو وانخفاض الإنتاج (نظام وقاسم، 2001).

من خلال دراستنا لاحظنا بأن هنالك ضرر خفيف في بعض الأوراق عند نبات الأكاسيا ولكن هذا الضرر لم يؤثر على عملية التركيب الضوئي لأن شدة التركيب الضوئي في المنطقة الملوثة وفي منطقة الشاهد متقاربة.

أكدت نتائجنا بأن الفروق في صبغات التركيب الضوئي وشدة التركيب الضوئي غير معنوية وبالتالي يعتبر نبات الأكاسيا متحمل للتلوث حيث لاحظ Weinstein و Davison (2003) أن النباتات المتحملة هي النباتات التي تظهر إما ضرر خفيف أو لا تظهر أي ضرر عندما تكون مجاورة لمصدر التلوث، وهذا ما تم ملاحظته عند بعض أوراق الأكاسيا.

الاستنتاجات والتوصيات:

1.من خلال هذه الدراسة نوصي بمتابعة الأبحاث فيما يتعلق بقدرة أشجار الأكاسيا على مقاومة ملوثات الهواء المختلفة، والتعمق في فيزيولوجيا الأوراق لتحديد المسؤول المباشر عن هذه المقاومة وإمكانية تطويرها.

2. كما نوصي بالعموم بالمحافظة على نظافة البيئة وحمايتها من جميع أشكال التلوث ومتابعة الدراسات والأبحاث في هذا المجال لما للأشجار من أهمية كبيرة في حماية البيئة وجمالها.

3. يجب الانتباه والعمل على اختيار أشجار تقاوم التلوث كي يبقى الهواء نقياً ونظيفاً ولا بد أن تظل الرقابة دائمة ومستمرة على مراقبة تلوث الهواء.

المراجع:

المراجع العربية:

1-ديب، جورج؛ وداوود لينا. تأثير الهواء الناتج عن عوادم السيارات على أشجار الهيبيسكس والدفلة في محافظة طرطوس، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث، المجلد (26). 2004.

2-عياش، عبدالكريم؛ والسعد، عبدالله. تجارب في فيزيولوجيا النبات، منشورات دار الرشد للنشر والتوزيع، السعودية، 2006، ص (23).

3-لايقة، سرحان. الفصائل النباتية –من منشورات جامعة تشرين، كلية العلوم، 1995.

4-نظام، عدنان؛ وقاسم، هيفا. تأثير الهواء الملوث بمدينة دمشق في البيئة الخلوية للنبات. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد (7)، العدد الثاني، 2001.

المراجع الأجنبية:

1. ABIDA, B.; HARIKRISHNA, R. and KHAN, M. "*Analysis of heavy metal concentration in soil and lichens from various localities of Hosur Road*." E-Journals of Chemistry, 2009, 6:13-22.

2. AGARWAL, V. P. "Today and Tomorrow's Printers and publishers", New Delhi. 1980.

3. AGBAIRE, P. O. and ESIEFARIENRHE, E. "*Air pollution tolerance indices (apti) of some plants around Otorogun gas plant in Delta State, Nigeria.*" J. Appl. Sci. Environ Manage, 2009, 13(1): 11-14.

4. ALAIMO, M. G.; LIPANI, B.; LOMBARDO, M. G.; ORECCHIO, S.; TURANO, M. and MELATI, M. R. "*The mapping of stress in the predominant plants in the city of Palermo by lead dosage*". Aerobiol, 2000, 16: 47–54.

5. ALFANI, A.; BALDANTONI, G.; MAISTO, G.; BARTOLI, G. and VIRZO DE SANTO, A. "*Temporal and spatial variation in C, N, S and trace elements contents in the leaves of Quercus ilex within the urban area of Naples*". Agriculture Mediterranean, 2000, 194-199.

6. ARCHIBALD, A. T.; FOLBERTH, G.; WADE, D. C. and SCOTT, D."*A world avoided: impacts of changes in anthropogenic emissions on the burden and effects of air pollutants in Europe and North America*. Farad. Discuss.2017, 200: 475-500.

7. BAYCU, G.; TOLUNAY, D.; O¨ZDEN, H.; and GU¨NEBAKAN, S. "*Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn, and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul*. Environ Pollut, 2006, 143: 545–554.

8. BECKETT, K. P.; FREER-SMITH, P. H.; and TAYLOR, G. "*Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and wind speed*. Glob Change Biol, 2000, 6: 995–1003.

9. ELAGOZ, V.; HAN, S. S.; and MANNING, W. J. "*Acquired changes in stomatal characteristics in response to ozone during plant growth and leaf development of bush beans (Phaseolus vulgaris L.) indicate phenotypic plasticity.*" Environ Pollut, 2006, 140: 395–405.

10. FARMER, A. M. "*The effects of dust on vegetation*- A review. Environmental Pollution, 1993, 79: 63-75.

11. GIRMA, A.; SKIDMORE, A. K.; BIE, C. M. DE; BONGERS, F.; and SCHLERF, M. " *Photosynthetic bark: use of chlorophyll absorption continuum index to estimate Boswelliapapyrifera bark chlorophyll content*. Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinform., 2013, 23: 71-80.

12. GOSTIN, I. N. "*Air pollution effects on the leaf structure of someFabaceae species.* Not Bot Horti Agrobot Cluj-Napoca, 2009, 37: 57–63.

13. JOSHI, N.; CHAUHAN, A. and JOSHI, P. C. "*Impact of industrial air pollutants on some biochemical parameters and yield in wheat and mustard plants*." Environmentalist, 2009, 29: 398-404.

14. JOSHI, P. C. and SWAMI, A. "*Physiologigal responses of some tree species under roadside automobile pollution stress around city of Haridwar, India*". Environmentalist, 2007, 27: 365-374.

15. KAMPA, M. and CASTANAS, E. "*Human health effects of airpollution. Environ*". Pollut. 2008, 151, 362–367.

16. KAMRAN, A. and HOSEIN, A. "*Biomonitoring of Trace Element in Air and Soil Pollution by Using Acacia*," Journal of Research in Agricultural Science. 2011, 7: 115- 124.

17. KARDEL, F.; WUYTS, K.; BABANEZHAD, M.; VITHARANA, U. W. A.; WUYTACK, T.; POTTERS, G. and SAMSON, R. "*Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of Plantagolanceolata L*." Environ Pollut, 2010, 158: 788–794.

18. KARMAKAR, D.; MALIK, N.; and PADHY, P. K. "*Effects of Industrial Air pollution on Biochemical parameters of Shorea robustaand Acacia auriculiformis* . Research Journal of Recent Sciences, 2016, 5: 29- 33.

19. KUMAR, A.; ARUMUGAM, T.; KUMAR, A.; BALAKRISHNAN, S., and RAJAVEL, S. "*Use of Plant Species in Controlling Environmental Pollution"*. Bull. Env. Pharmacol. Life. Sci, 2013, 2: 52- 63.

20. LI, M. H. "*Peroxidase and superoxide dismutase activities in fig leaves in response to ambient air pollution in a subtropical city"*. Arch Environ Contam Toxicol, 2003, 45: 168-176.

21. LIU, L.; GUAN, D.; PEART, M. R. "*The morphological structure of leaves and the dust-retaining capability of afforested plants in urban Guangzhou, South China.* Environ Sci Pollut Res, 2012, 19: 3440–3449.

22. MEERABAI, G.; VENKATA RAMANA, C. and RASHEED, M." *Effect of Air Pollutants on Leaves of Pigeon Pea, a Pulse Crop of Fabaceae Growing in the Vicinity of a Silicon Industry*" World Rural Observations, 2012, 4(2): 19-21.

23. MORRISON, I. K. "*Mineral nutrition of conifers with special reference to nutrient status Interpretation":* A review of literature, Canadian Forest Service Publication, 1974, P 74.

24. NATIV, R.; EPHRATH, J. E.; BERLINER, P. R. and SARANGA, Y. "*Drought resistance and water use efficiency in Acacia saligna*". Aust. J. Bot., 1999, 47: 577-586.

25. OTIENOA, D.; SCHMIDTA, M.; KINYAMARIOB, J.; and TENHUNEN, J. "*Responses of Acacia tortilis and Acacia xanthophloea to seasonal changes in soil water availability in the savanna region of Kenya*", Journal of Arid Environments, 2005, 62: 377–400.

26. PAOLETTI, E.; and GRULKE, N. E. "*Does living in elevated CO2 amelioratetree response to ozone*? A review on stomatal responses. Environ Pollut, 2005, 137: 483–493.

27. RAI, A.; KULSHRESHTHA, K.; and SRIVASTAVA, P. K. "*Leaf surface structure alterations due to particulate pollution in some common plants*." Environmentalist, 2010, 30: 18-23.

28. RAI, P. K. "*Environmental magnetic studies of particulates with special reference to bio magnetic monitoring using roadside plant leaves*". Atmospheric Environment, 2013, 72: 113-129.

29. RAI, P. K. "*Biodiversity of roadside plants and their response to air pollution in an Indo-Burma hotspot region: implications for urban ecosystem restoration*" Journal of Asia-Pacific Biodiversity, 2016, 9: 47-55.

30. RAI, P. K.; PANDA, L. S. "*Leaf dust deposition and its impact on biochemical aspect of some roadside plants in Aizawl, Mizoram, North-East India*". International Research Journal of Environmental Sciences, 2014, 3: 14-19.

31. RAI, P. K.; and PANDA, L. S. "*Roadside plants as bio indicators of air pollution in anindustrial region, Rourkela, India.*" International Journal of Advancements in Research and Technology, 2015, 4: 19-41.

32. RAUTIO, P. and HUTTUNEN, S. "*Total vs. internal elements concentrations in Scots pine needle along a sulphur and metal pollution gradient*". Environmental Pollution, 2003, 122: 273-289.

33. ROBINSON, M. F.; HEATH, J.; MANSFIELD, T. A. "*Disturbances in stomatalbehaviour caused by air pollutants*." J. Exp. Bot. 1998, 49: 461-469.

34. SHWETA, T. "*Foliar response of two species of Cassia to heavy air pollution load at Indore city, India*." Research Journal of Recent Science, 2012, 1: 329-332.

35. THAKAR, B. K.; and MISHRA, P. C. "*Dust collection potential and air pollution tolerance index of tree vegetation around Vedanta Aluminium Limited, Jharsuguda*." An International Quarterly Journal of Life Sciences, 2010, 3: 603-612.

36. TIWARI, S.; ADRAWAL, M.; and MARSHALL, F. M. "*Evaluation of Ambient Air Pollution Impact on Carrot Plants at a Sub Urban Site Using Open Top Chambers.*" Environment Monitoring Assessment, 2006, v. 119, p. 15-30.

37. TIWARI, S. and TIWARI, M. "*Air pollution tolerance indices of few plants growing near raigarh (INDIA).*" Journal of Environmental Researh and Development, 2006, 1: 129-135.

38. TRIPATHI, A. K. and GAUTAM, M. "*Biochemical parameters of plants as indicators of air pollution*". Journal of Environmental Biology, 2007, 28 (1): 127-132.

39. VERMA, A. "Attenuation of automobile generated air pollution by higher plants. Dissertation, University of Lucknow, 2003.

40. VERMA, A. and SINGH, S. N. "*Biochemical and ultra-structural changes in plant foliageexposed to autopollution*". Environmental Monitoring and Assessment, 2006, 120: 585-602.

41. VERMA, R. B.; MAHMOODUZZAFAR, SIDDIQUI, T. O, and IQBAL, M. "*Foliar response of Ipomeapes-tigridis L. to coal-smoke pollution*." Turkish J. Bot, 2006, 30: 413–417.

42. WAGH, N.D.; POONAM, V.; SARIKASHUKLA, B.; TAMBE, and INGLE, S.T. *Biological monitoring of road-side plants exposed to vehicular pollution in Jalgaon city*. J. Environ. Biol., 2006, 27, 419-421.

43. WEINSTEIN, L. H.; and DAVISON, A. W. "*Native plant species suitable asbioindicators and biomonitors for airbone fluoride*". Environ Pollut, 2003, 125: 3–11.