مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (24) العدد (12)2002
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (24) No (12) 2002

تأثير التلوث الناتج عن مصفاة بانياس في أشجار الأوكاليبتوس والأكاسيا النامية حولها

الدكتورة سوزان مصطفى*

الدكتورة نجاة جنود *

(قبل للنشر في 2002/9/14)

□ الملخّص □

لاحظنا من خلال دراستنا أن الغازات المنطلقة من مصفاة البترول في بانياس تؤثر سلبا في الجهاز الإعاشي والتكاثري لأشجار الأوكاليبتوس والأكاسيا المجاورة للمصفاة ، ويتجلى الأذى في ضعف نمو الأشجار بسبب الاختلال الحاصل في النظام المائي والمعدني والغازي للنباتات، وفي أبعاد الثمار وحبات الطلع وحيويتها، ويتجلى الأذى بظهور بقع داكنة على الأوراق وفي المراحل المتقدمة يؤدي إلى تلف جزئي أو كامل لهذه الأوراق.

* مدرسة في قسم البيولوجيا – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.

مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (24) العدد (12)2002
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (24) No (12) 2002

The Effect of Banias Refinaery on Eucalyptus And Acacia trees growing around it

Dr. Suzan Mustapha*
Dr. Najat Janoud *

(Accepted 14/9/2002)

□ ABSTRACT □

We have noticed through our study that the gases emitted from petrol refinery in Banias affects negatively on the productively, and nourshing system of the Eucalyptus and Acacia trees nearby to the refinery. The injury, appears by reducing, trees grouth due to result disturbance of gaseous, mineral and water systems of plants, and regression in the dimensions of fruits and pollen and its virtality injury freshness. This injury reaches to a degree of occurance of several necrosis of leaves stages, it leads to partial or total destruction to these leaves.

* **Lecturer-at biology department, faculty of scienc, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

عاش الإنسان فترة طويلة من الزمن متناغماً ومنسجماً مع الطبيعة التي تمده بكل عناصر الحياة المكونة لبقائه واستمراره، غير أن التطور النسبي الذي حققه في الماضي وما تلاه من محاولات في كافة المجالات لاكتشاف وتطوير ما يحيط به، جعله يدفع ثمن ما حققه من التطور الصناعي والعمراني، إذ قادت هذه النشاطات إلى خلل في العلاقات بين العوامل التي تمده بالحياة، وبالتالي إلى فساد ظروف العيش والعمل، وإلى انتشار الأمراض التي يرتبط ظهورها بالملوثات وتودي بآلاف الضحايا.

يعتبر تلوث الوسط الآهل السمة العامة للحياة المعاصرة، ويلعب التلوث الكيميائي الدور الأكبر في انتشار هذه الظاهرة. يحدث التلوث الكيميائي غالباً في المدن أو المناطق المحيطة بها بسبب انتشار المؤسسات الصناعية، وسائط النقل أجهزة التسخين، كذلك رمي ومعالجة الفضلات والقاذورات والتي تعمل جميعها على إطلاق المخلفات التي تلوث الهواء والتربة والماء وتلحق الضرر بكل المنتجات الطبيعية والاصطناعية على حد سواء.

ولا يقتصر التلوث وآثاره السلبية على المدن بل يتعداه إلى مناطق أخرى من خلال انتقال هذه الملوثات في الجو والمياه السطحية والباطنية.

تتميز المدن التي تقوم بها مصافي البترول والمصانع الكيميائية عن غيرها بسلسلة من التبدلات والآثار، كالرائحة التي تسيطر على هذه المدن، والأمراض السائدة فيها، ويمكن لهذه الآثار ألا تظهر إذا ما اتخذت مجموعة من التدابير التي تعمل على عزل الأحياء السكنية عن المناطق الصناعية بالاعتماد على الدراسات الجغرافية والبيئية لكل منطقة من المناطق، إضافة إلى استخدام الطرائق الحديثة لحماية الوسط.

إن صناعة البترول وتكريره تلوث الجو بالهيدروكربونات، مركبات الكبريت (ثاني أوكسيد الكبريت، كبريتيد الهيدروجين)، أول وثاني أوكسيد الكربون، أوكسيد الآزوت، الرصاص، المنغنيز والزئبق.

يعتبر وجود ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2) في الجو مسبباً رئيسياً للأذى الذي يصيب النباتات، إذ أن أنواعاً متعددة من النباتات شديدة التأثر بهذا الملوث بالمقارنة مع الإنسان والحيوان.

إن تعرض النباتات لثاني أوكسيد الكبريت (SO_2) يؤدي إلى إصابتها بالشحوب الذي يترافق مع ضعف وخمول في عملية التركيب الضوئي (الصطوف،1995).

النباتات المعرضة لتأثير (SO_2) بنسبة 0.1–1 جزء في المليون تسبب انخفاضاً في إنتاج المحاصيل وتبقعاً في الأوراق وصعوبة في نمو الأشجار المخروطية (حاتوغ، أبودية،1993).

إن تعرض النباتات إلى تراكيز خفيفة ولكن لفترة طويلة من الزمن لـ (SO_2) يؤدي إلى اصفرار وسقوط الأوراق أما التعرض إلى تراكيز عالية منه لفترة قصيرة فيؤدي إلى موت أجزاء من سطوح الورقة وتحولها إلى اللون الداكن (حميد،1987).

في المناطق التي يحدث فيها إطلاق مستمر لغاز (SO_2) على مدى أعوام فإن النباتات المعمرة بما فيها الأشجار تصاب أوراقها بأذى وكذلك تنقص أبعادها ويقل عددها (غوتغريد، 1988).

أوراق الصنوبر الحرجي التي تحوي حتى 0.19% من وزنها كبريت تحتفظ بمقدرتها الحياتية من 3–4 سنوات، وإن ارتفاع التركيز حتى 0.24% يقلص عمرها إلى سنتين،بينما تزايد نسبته إلى 0.3% يؤدي إلى موت الأوراق في نهاية العام الأول وبداية العام الثاني من عمرها (كولاغين، 1974).

يعود ضرر غاز (SO_2) إلى تخثر المواد الغروية في السيتوبلازما وعرقلة تصنيع الأحماض النووية في مراكز النمو الإخلال بعملية البناء الضوئي، إعاقة امتصاص الماء مما يؤدي إلى خلل في النظام المائي (شكارلت، 1974، نصير 1984).

أما بالنسبة لكبريتيد الهيدروجين (H_2S) فقد أظهرت التجارب أن تعرض النباتات لتركيز قدره (60000) ملغ/م^3 لمدة خمس ساعات لم يؤد إلى تغير يذكر في حين أنها تأثرت خلال تعرضها لتركيز أعلى. وقد تبين أن البندورة والتبغ والخيار هي

أكثر الأنواع تضرراً في حال تعرضها لتركيز مرتفع من (H_2S) علماً بأن النباتات الفتية أقل مقاومة له، إذ يظهر عليها الذبول، وفي النهاية التلف (الصطوف، 1995).

عند تعرض النبات لتأثير (H_2S) تختل كيميائية التركيب الضوئي، وينتج عنه أيضاً نقصان في كمية اليخضور (أ) واليخضور (ب) بمقدار 30% و 50% على الترتيب وذلك مقارنة مع الشاهد (الكون، 1978).

يعتبر أول أوكسيد الكربون (CO) من أكثر الغازات الملوثة انتشاراً، وتعتبر وحدات التقطير الوسائطية في مصافي البترول المسؤول الرئيسي عن مصدره، فالنباتات البالغة المعرضة لتركيز يقدر بـ 100 جزء من المليون من (CO) ولمدة تتراوح بين 1–3 أسابيع لم يظهر عليها أي أثر من الضرر، وإن قدرة تثبيت البكتريات للآزوت تضعف وأحياناً تتلاشى خلال التعرض لمدة 35 ساعة بتركيز قدره 2000 جزء في المليون (الصطوف، 1995).

يمثل أول أوكسيد الآزوت (NO) الناتج عن العمليات البيولوجية الجزء الأكبر من كمية أكاسيد الآزوت في الجو، فالمصادر الطبيعية تنتج حوالي 50×10^7 طن من (NO) سنوياً، في الوقت الذي ينتشر فيه من NOX عن المصادر الصناعية نتيجة للنشاطات البشرية كمية تقدر بـ 5×10^7 طن سنوياً مجملها من أول وثاني أوكسيد الآزوت (Robinson،1970).

لقد تبين أن النباتات تتأذى نتيجة تعرضها المباشر في الجو لأكاسيد الآزوت سواء من المصادر الصناعية أو في المختبرات، ويمكن أن يتأتى تلف النباتات من التركيز المرتفع لثاني أوكسيد الآزوت (NO_2) الذي يسهم في تشكل حمض الآزوت. فتعرض النباتات لتركيز 25 جزء في المليون يؤدي إلى تساقط الأوراق، وخاصة في طور النمو (حاتوغ، أبودية 1993) غير أن تعرضها ساعة واحدة لتركيز 4–8 جزيئة في المليون يؤدي إلى نخر الأوراق ليشمل 5% تقريباً من سطحها، وكذلك فإن تعريض النبات إلى جزء واحد في المليون لمدة زمنية تقدر بحوالي 48 ساعة تؤدي إلى تساقط ثمار هذه النباتات، كما أن التعرض المتواصل لتركيز يقدر بـ 0.5 جزيئة في المليون ولمدة 35 يوماً يؤدي إلى تساقط الأوراق وظهور الفاقة باليخضور (الصطوف، 1995).

لقد ثبت بالبرهان القاطع الدور الذي تلعبه دورة التفكك الضوئي لـ NO_2 في عملية تشكل المؤكسدات الكيمباضوئية، كما أنها تلعب دوراً أساسياً في خلق ملوثين من أخطر الملوثات يتشكلان نتيجة لاشتراك الهيدروكربونات في هذه الدورة هما الأوزون وآزوتات البيروكسي أستيل (PAN) (Altshuller, 1963) (Stephens,1969).

والجدير بالذكر أن الهيدروكربونات غير المشبعة تلعب دوراً أكثر أهمية في العمليات الكيمياضوئية من الهيدروكربونات المشبعة، كما أنها تلعب دوراً رئيسياً في تشكيل المؤكسدات الضوئية (Haagen, 1959)، (Schuck, 1956).

تعتبر النباتات من أكثر الكائنات تأثراً بالمؤكسدات الكيمياضوئية، ويجب التنويه إلى أن معرفة الآثار التي يخلفها الأوزون و (PAN) يتم الحصول عليها من المعطيات المخبرية لأنه يتعذر معرفة آثار هذه المركبات ببساطة في الهواء المحيط الذي يحوي هذه المركبات إذ أنها تسبب لأوراق النباتات النخر، والقصور في نمو الأشجار في طور النمو، وانخفاض من حيث الكم والنوع في إنتاج الفواكه، فالأوزون يولد الآفات في أوراق الأشجار المعرضة إلى تركيز 3% جزء في المليون، في حين تتفاقم هذه الآثار بوجود SO_2، بينما يسبب (PAN) جفافاً للأوراق لدى استمرار تعرضها لتركيز 0.02 جزءاً في المليون مدة خمس ساعات (الصطوف، 1995).

إن أملاح العناصر المعدنية الثقيلة من المصانع تؤثر بشكل سلبي على النباتات، وأهم هذه الأملاح، مركبات الرصاص ويليها الزئبق، وهذه العناصر تخترق النباتات عن طريق الأوراق والجذور، حتى التراكيز الضعيفة منها تخل بالعمليات الحيوية إذ تعيق التنفس والتركيب الضوئي والنمو وتسبب خللاً في عدد المسامات وآلية انغلاقها وتفتحها (الكون، 1977).

يمكن أن ترتفع نسبة الرصاص في النباتات من 8–10 مرات قياساً بالقيم الطبيعية وذلك في المناطق المجاورة لمصادر التلوث بالرصاص. وإن ارتفاع نسبة الرصاص في النباتات لها أثر واضح على الحيوانات التي تقتات بهذه النباتات سواء كانت حديثة القطاف أو مخزنة كأعلاف ويتكدس الرصاص بصورة خاصة في العظام (Hammond, 1970).

إن أبخرة الزئبق بتركيز 10 مع/م3 تؤدي إلى إيذاء أنواع كثيرة من النباتات والورد، فالورود تعتم ألوانها وتسمر أوراقها (الصطوف، 1995).

أهداف البحث:

يهدف بحثنا إلى دراسة تأثير التلوث الناتج عن مصفاة البترول في مدينة بانياس الساحل على أشجار الأوكاليبتوس والأكاسيا النامية حولها، وذلك من الناحية المورفولوجية والفيزيولوجية ومقارنتها بنظيرتها النامية في منطقة الشاهد.

مواد وطرائق البحث:

المواد:

تقع منطقة الدراسة في الأراضي المحيطة تماماً بمصفاة البترول في بانياس (نفذت في الشهر التاسع 1979 وبدء بتشغيلها 1982) وأما منطقة الشاهد فهي البرجان وتقع على بعد 8.5كم من المصفاة باتجاه شمال شرق، تنمو أشجارها في بيئة نظيفة نسبياً بعيدة عن المصفاة وبمنأى عن التلوث بعوادم السيارات وغيرها من الملوثات. عمر الأشجار في كلتي المنطقتين (18-20) عاماً.

تم اختيار نوعين نباتيين ناميين بكثافة حول المصفاة هما الأوكاليبتوس والأكاسيا هما:

- الأوكاليبتوس Eucalyptus camaldulensis: يتبع الفصيلة الآسية Myrtacecue موطنه الأصلي أستراليا، تزرع من أجل أخشابها وظلها وجمالها، يستخرج منها زيوت كانت تستعمل سابقاً في علاج الحمى التيفية، وهي شجرة دائمة الخضرة، أوراقها متقابلة جلدية كاملة الحواف، زهرتها خنثوية ذات أسدية منفصلة عددها كبير جداً، الثمرة فيها بشكل العلبة (لايقة، 1995).
- الأكاسيا Acacia cyanophylla: تتبع للفصيلة Fabaceae شجيرة دائمة الخضرة، تستخدم كمصدات للرياح وتثبيت الكثبان الرملية، يستخرج منها مواد تستعمل في الدباغة، أوراقها ريشية زهرتها خنثوية ذات أسدية عديدة والثمرة فيها قرنية، وتتجمع حبات الطلع في رباعيات (لايقة، 1995).

إن مجموعة المركبات الهيدروكربونية ذات الصيغة العامة CnH_2n^{+2} هي جزء من مشتقات أو نواتج تقطير النفط وهي:

1-غاز الميتان CH_4، 2- الإيتان C_2H_6، 3- البروبان C_3H_8، 4- البوتان C_4H_{10}، 5-البنتان C_5H_{12} ، الهكسان C_6H_{14}.

الأول والثاني غازات خفيفة جداً لا يمكن إسالتها فتنطلق لتحرق في الشعلة وتعطي نواتج الاحتراق الطبيعي H_2O و CO_2.

الغاز الثالث والرابع قطفة نهاية غليانها 65C° يمكن إسالتها تحت ضغط معين وهي الغاز المنزلي والمستخدم في بعض المشاريع الصناعية.

الغاز الرابع والخامس قطفة مجالها 65C°-105C° وهي البنزين الممتاز.

الغاز السادس والسابع وما فوق قطفة مجالها من 145 إلى 180C° وهي البنزين العادي.

أما بالنسبة لبقية الغازات الأخرى فهي ليست جزءاً من النفط إنما هي شوائب مرافقة للنفط وممزوجة معه وتتحرر منه نتيجة أعمال التقطير بمساعدة الحرارة والضغط وبعض العوامل المساعدة كالبخار المحمص (مسخن لدرجة حرارة حوالي 270C°) وهي غازات كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، وبخار ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، أول أكسيد الآزوت (NO)، وثاني أكسيد الآزوت (NO_2)، أما نواتج الاحتراق كعملية ضرورية مرافقة لتقطير النفط فهي الماء وثاني أكسيد وأول أكسيد الكربون. إضافة إلى ما تطلقه المداخن من مركبات الرصاص والزئبق والمنغنيز.

طرائق البحث:

- اخترنا عينات الأوراق والأزهار والثمار بصورة عشوائية حيث تمت دراسة ثلاثين عينة في كل 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.
- قيس تركيز اليخضور بطريقة (Todd,Basler,1965)، حيث استخلص اليخضور بطحن 0.25غ من الأوراق الطازجة في 20مل من محلول الأسيتون 85%، تم نقل الخليط إلى أنبوبة الطرد المركزي، حيث تعرض لطرد مركزي سرعته 4000 دورة في الدقيقة في درجة حرارة الغرفة ولمدة 30 دقيقة، ثم أكمل المحلول الرائق إلى 25مل في دورق معياري بمحلول الأسيتون 85%، تم تحديد تركيز اليخضور في كل عينة بواسطة جهاز spectrophotometer عند طول موجة 663 و 645 نانومتر لليخضورين (أ،ب) على الترتيب.
- تم حساب تركيز اليخضورين طبقاً لمعادلة (Vishniac, 1957).
- لحساب المحتوى المائي للأوراق، عين الوزن الرطب لها ومن ثم جففت في فرن عند درجة حرارة 105C° حتى ثبات الوزن، وحسبت النسبة المئوية للمحتوى المائي بالعلاقة التالية:

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

- وأما بالنسبة لقياس شدة التركيب الضوئي، عمدنا إلى ربط ورقة نباتية طازجة معلومة الوزن بخيط ودليت ضمن حوجلة زجاجية سعتها 1000مل بحيث يتلقى السطح العلوي للورقة كميات متساوية من الإضاءة صادرة عن مصباح ذي ضوء أبيض على بعد 20سم 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 0.07سم^3 أي 0.07مل من الأوكسجين المتحرر تبعاً للعلاقة المعروفة في حساب حجم الأسطوانة.
- تم قياس طول الثمرة وقطرها بالنسبة للأوكاليبتوس بالقدم القنوية بخطأ مقداره 0.05ملم.
- حسب قطر حبة الطلع بالنسبة للأكاليبتوس وقطر الرباعيات للأكاسيا بواسطة المجهر العادي والعدسة القياسية.
- حساب النسبة المئوية لخصوبة حبات الطلع تم بتلوينها بالكارمن الخلي، حيث تتلون السيتوبلازما والأعراس في الحبة الخصبة بلون أحمر كثيف وأما بقية أجزاء الحبة فتتلون باللون الزهري، وأما الحبات العقيمة فإنها تقريباً لا تتلون أو تتلون بشكل غير متجانس وتكون محتوياتها خارجة من الغلاف وتعاني درجات متفاوتة من التلف ولا يوجد داخلها أعراس.

النتائج والمناقشة:

يتضح جلياً من خلال الشكل (1) والشكل (2) أن أوراق أشجار الأوكاليبتوس والأكاسيا النامية حول المصفاة تعاني من ظهور بقع داكنة على حوافها، ومن الملاحظ أن أجزاء من سطوح الورقة عند الأوكاليبتوس متآكلة.

(b) (a)

الشكل (1) أوراق الأكاسيا

a: منطقة المصفاة

b: منطقة الشاهد

(a) (b)

الشكل (2) أوراق الأوكاليبتوس

يوضح الجدول (1) طول الورقة ووزنها ومساحتها في منطقتي الدراسة:

الجدول (1) المؤشرات المورفولوجية للأوراق المدروسة

النبات	المنطقة	طول الورقة(سم)	وزن الورقة (غ)	المسطح الورقي(سم^2)
أوكاليبتوس	المصفاة	12.20	0.59	12.70
	الشاهد	15.50	0.73	15.95
أكاسيا	المصفاة	17.20	0.53	27.30
	الشاهد	18.50	0.67	30.70

نستنتج من الجدول أن الغازات المنبعثة من المصفاة تؤدي إلى نقص في طول الورقة ووزنها ومسطحها الورقي مقارنة مع الشاهد.

يوضح الجدول (2) % للمحتوى المائي للورقة وشدة التركيب الضوئي O_2/غ/د.

الجدول (2) % للمحتوى المائي للورقة وشدة التركيب الضوئي

النبات	المنطقة	المحتوى المائي للورقة %	شدة التركيب الضوئي مل O_2/غ/دقيقة
أوكاليبتوس	مصفاة	42.73	1.142
	شاهد	47.61	1.548
أكاسيا	مصفاة	50.98	1.248
	شاهد	55.38	1.900

نلاحظ من الجدول أن % للمحتوى المائي للورقة وشدة التركيب الضوئي في منطقة المصفاة أدنى من نظيرتها في منطقة الشاهد.

يوضح الجدول (3) تأثير الملوثات الناتجة عن المصفاة في تركيز الكلوروفيل (أ) والكلوروفيل (ب) والنسبة بينهما.

الجدول(3) تركيز الكلوروفيل (أ) والكلوروفيل (ب) (مغ/غ) والنسبة أ/ب

النبات	المنطقة	الكلوروفيل (أ)	الكلوروفيل (ب)	أ/ب
أوكاليبتوس	المصفاة	0.80	0.29	2.75
	الشاهد	0.94	0.44	2.34
أكاسيا	المصفاة	0.92	0.38	2.40
	الشاهد	0.97	0.41	2.30

نستنتج من الجدول أن الملوثات تؤدي إلى نقصان تركيز كل من الكلوروفيل (أ) والكلوروفيل (ب) والنسبة أ/ب مقارنة مع الشاهد.

يوضح الجدول (4) تأثير الملوثات الناتجة عن المصفاة على وزن الثمرة وطولها وقطرها للنباتات المدروسة.

نستنتج من هذا الجدول أن وزن الثمرة وطولها وعرضها في الأشجار المجاورة للمصفاة أدنى مما هي عليه في منطقة الشاهد.

جدول (4) وزن الثمرة وأبعادها

النبات	المنطقة	الوزن (غ)	الطول (مم)	العرض (مم)
أوكاليبتوس	مصفاة	0.77	6.60	4.50
	شاهد	0.85	7.22	5.15
أكاسيا	مصفاة	1.62	138.2	5.20
	شاهد	1.83	155.3	5.63

يوضح الجدول (5) تأثير الملوثات الناتجة عن المصفاة على قطر حبة الطلع ونسبة خصوبتها.

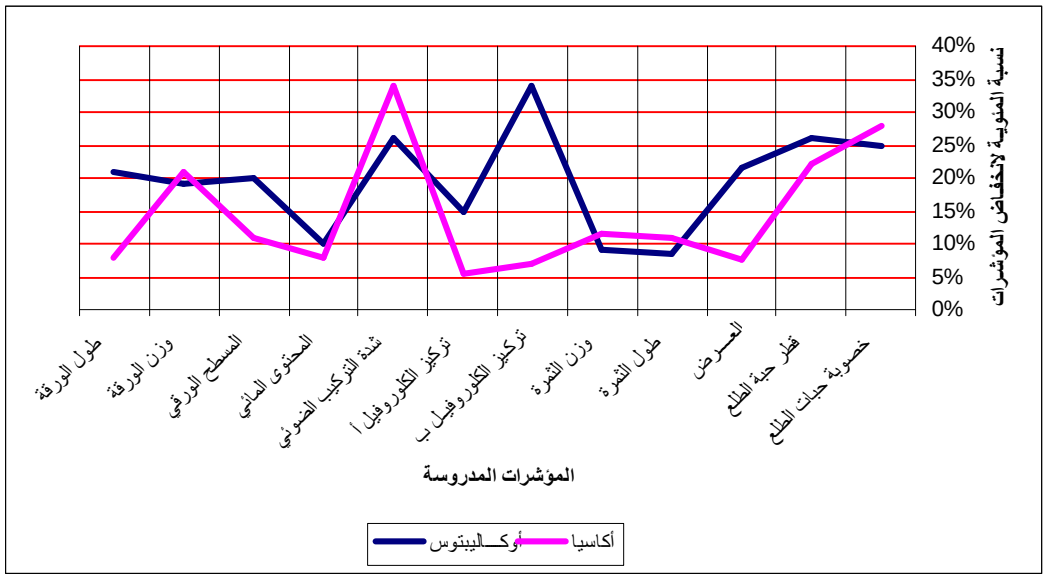
نلاحظ من الجدول أن قطر حبات الطلع والنسبة المئوية لخصوبتها في منطقة المصفاة هي الأدنى مقارنة مع الشاهد.

الجدول (5) قطر حبة الطلع للأوكاليبتوس والرباعيات الطلعية للأكاسيا والنسبة المئوية للخصوبة

النبات	المنطقة	قطر حبة الطلع ميكرون	نسبة الخصوبة
أوكاليبتوس	المصفاة	20.74	57.12
	الشاهد	28.06	76.30
أكاسيا	المصفاة	52.46	62.14
	الشاهد	67.06	86.35

يوضح الشكل (2) انخفاض النمو مقدراً بالنسبة المئوية مقارنة مع الشاهد لكلي النباتين.

نلاحظ أن المنحنيين البيانيين يتقاطعان في نقاط عديدة مما لا يسمح بتحديد أي من النباتين أكثر مقاومة للتلوث، ولكن يبدو جلياً من الشكل أن عملية التركيب الضوئي وحبات الطلع أكثر تأثراً بالتلوث من الظواهر الأخرى، حيث تنخفض شدة التركيب الضوئي بمقدار 26% و 34% في الأوكاليبتوس والأكاسيا على الترتيب. وتنخفض خصوبة حبات الطلع بمقدار 25% و 28% بحسب الترتيب السابق.



الشكل (2): % لانخفاض النمو مقارنة مع الشاهد

أظهرت النتائج أن أوراق الأشجار النامية حول المصفاة تعاني من بقع داكنة على حوافها، بالإضافة إلى تآكل هذه الحواف عند الأوكاليبتوس وهذا يتفق مع ما يؤكده كل من (حميد،1987)، (غوتغريد، 1988)، (حاتوغ، أبودية، 1933)، (الصطوف، 1995) ويعود هذا إلى تأثير الضباب الدخاني Smog الناتج عن مداخن المصفاة والذي يؤدي إلى تراكم سريع للكبريتيت SO_3^{-2} داخل الخلايا الذي يعيق عمليات الاستقلاب في خلايا نسيج الميزوفيل مما ينعكس على الأنسجة ومظهر الأوراق (نظام، قاسم، 2001) حيث أن الغازات الناجمة عن المصفاة تتفاعل عند مستوى الأغشية الخلوية المحيطة بالخلية أو بالمتعضيات الخلوية وتعمل بالتالي على إذابة الجزء الدهني المشكل لها، فيؤدي هذا إلى مرور الغازات عبر المسام وعبر النسج وتراكمها في الأوراق وبالتالي تآكل حواف الأوراق.

أظهرت النتائج أن طول الورقة ووزنها ومسطحها الورقي تتأثر سلباً بالتلوث الناتج عن المصفاة حيث كانت أدنى من نظيرتها في منطقة الشاهد وهذا يتفق مع ما توصل إليه كل من (شكارلت، 1974)، (نصير، 1984)، (الكون، 1977)، (غوتغريد، 1988) حيث بينوا أن التلوث يعيق النمو. من المعروف أن ملوثات الهواء تؤدي –وفقاً لتراكيز محددة– إلى أشكال مختلفة من التأثير في النبات، تأثير فيزيولوجي لا مرئي مزمن يحدث خللاً بوظيفة المادة الحية وبعض الجمل الأنزيمية مما يسبب تأخر النمو أو توقفه، وتأثير مباشر حاد يتجلى بنخر Necrosis في الأنسجة الورقية أو سقوط الأوراق والثمار، أو تقزم الأوراق وانحناء الساق (نظام، قاسم، 2001). كما أن هذه الغازات سوف تؤدي إلى صغر المسطح الورقي حتى يقلل النبات ما أمكن من عدد المسام التي هي المنفذ الأساسي لدخولها.

أوضحت النتائج أن المحتوى المائي للأوراق ينخفض في المنطقة الملوثة وهذا يتفق مع ما توصل إليه (شكارلت، 1974)، (نصير، 1984). وهذا عائد إلى أن الماء المار في التربة يحمل البروتونات وأيونات Al^{+++} التي تؤدي إلى تقليل معدل نمو الجذور وبالتالي تسبب اضطراب النسج الجذرية فتعيق امتصاص ونقل الماء مما يثبط بالتالي عملية البناء الضوئي.

يتضح من التجارب أن تركيز الكلوروفيل (أ) والكلوروفيل (ب) تنخفض في منطقة المصفاة عن نظيرتها في الشاهد وتنخفض أيضاً النسبة أ/ب وبالتالي تتناقص شدة التركيب الضوئي، وهذا يتفق مع ما توصل إليه كل من (شكارلت، 1974) (كولاغين، 1978)، (الكون، 1978)

(نصير، 1984) الذين يؤكدون أن التلوث يخلّ بعملية التركيب الضوئي ويسبب خللاً في عمل المسامات، حيث تتخرب الصانعات اليخضورية ويصبح لونها شاحباً بتأثير SO_2 حتى بتراكيز أقل من جزء في المليون، إذ يساعد التلوث على انفتاح المسام مما يسمح بدخول كميات كبيرة من هذا الغاز والملوثات الأخرى إلى داخل الورقة، ويتحول SO_2 في الورقة إلى حمض الكبريت الذي يخرب الصانعات الخضراء ويحوّل اليخضور إلى فيوفيتين Pheophytin. كما يخربNO_2 بتركيز جزء في المليون الصانعات ويشكل ملوثات ثانوية بسبب دخوله في سلسلة التفاعلات الكيميائية الضوئية وتؤدي هذه التأثيرات إلى انخفاض في معدل التركيب الضوئي وزيادة معدل التنفس ومن ثم تأخر النمو وانخفاض الإنتاج (نظام، قاسم،2001).

تؤكد النتائج أن وزن الثمرة وأبعادها تتأثر سلباً بالملوثات، كما أن الملوثات تؤثر سلباً في أبعاد حبات الطلع وخصوبتها وهذا يتفق مع ما توصل إليه (حاتوغ، أبودية، 1933)، (الصطوف، 1995) (نصير، 1984) حيث يؤكدون أن التلوث يسبب انخفاضاً في إنتاج المحاصيل وهذا بالطبع نتيجة حتمية لكل ما تقدم من أنواع الأذى التي يصاب بها النبات.

تثبت نتائج دراستنا أن للغازات المنبعثة من مصفاة بانياس تأثيراً سلبياً واضحاً في أشجار الأوكاليبتوس والأكاسيا المجاورة لها، ولما للأشجار من أهمية كبيرة في حماية البيئة وجمالها، فإنه لا يسعنا إلاّ أن نهيب بالمسؤولين عن حماية البيئة أن يتخذوا جميع التدابير اللازمة للإقلال من تلوث الجو المحيط، وأن يوفروا أجهزة القياس اللازمة للأبحاث، وأن تظل الرقابة قائمة على تلوث الهواء، وحبذا أن تتضافر جهود المواطنين وعلى كافة المستويات من أجل الوصول إلى بيئة نظيفة خالية من الملوثات.

المراجع :

.....

المراجع العربية:

1- الصطوف، عبد الإله، 1995–*التلوث البيئي، مصادره، آثاره، طرق الحماية*– جامعة سبها، الجماهيرية الليبية.

2- بوران، حاتوغ، أبو دية، محمد، 1993 –*علم البيئة*– الجامعة الأردنية وجامعة العلوم التطبيقية.

3- حميد، لطيف، 1987 –*التلوث الصناعي*– جامعة الموصل – العراق.

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

5- نصير، سمير، 1984 – *البيئة النباتية*، جامعة تشرين.

6- نظام، عدنان، قاسم، هيفاء، *تأثير الهواء الملوث بمدينة دمشق في البنية الخلوية للنبات*، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد (7) العدد الثاني 2001.

المراجع الروسية:

1- إلكون غ،م، *تلوث الهواء المحيط والنباتات*، كييف ناأوكادومكا، 1978، صفحة 274.

2- شكارلت و.د، *تأثير غازات المداخن على تشكل الأعضاء التكاثرية للصنوبر الحرجي (على سبيل المثال، معمل لصهر النحاس في الأورال)*، أطروحة لنيل الدكتوراه في العلوم البيولوجية سفيردلوف 1974.

3- غوتفريد خالبافش، رد *فعل النباتات العليا على تلوث الهواء المحيط بأكاسيد الكبريت والفلوريدات*، من كتاب تلوث الهواء وحياة النباتات، لينغراد ص (206–247).

4- كولاغين يو.ز *الأشجار والبيئة الصناعية*، موسكو، ناأوكا، 1977، صفحة 155.

المراجع الأجنبية:

1- Altshullera p., Air Water Pollut, 7.787 (1963)
2- Haagen-Smit, M.M.Fox. IND.ENG.Chemi, 48,1484 (1956)
3- Hammond P. B. Essays Intoxicol, 1.115 (1970)
4- Robinson. F, Robins R.C.J. Air Pollut. Contrassoc, 20, 303 (1970).
5- Schuck E. A. Doyle, G. J. Photooxidation Of Hidrocarbons In Mixtures Containing Oxids Of Nitrogen And Sulfurdioxide. Air Pollution Foundation San Marino – Calif Report, NR. 29 (1959).
6- Stephens E. R. Advances In Environ Metale. Sciences ED. J.N. Pltt And R. L. Meteealf, New York, Vol. 1, 19, 9, p. 119.
7- Todd, G.W. and Basler E. Fate of Various Protoplasmic Constituents In Droughted Wheat Plant, Phytton 22 (1) 79-85 (1965).
8- Vishniac, W. Method Of Study Of Hill Reaction In Method In enzymology Vol (1). EDS. S. P. Colowick And N. O.Kaplan, Academic press, New York, p. 343 (1957).