تأثير الهواء الملوث في الفصة

ربيعة زحلان[1] وعدنان علي نظام[2] و يوسف مسلماني[3]

[1، 2] قسم علم الحياة النباتية، [3] هيئة الطاقة الذرية

تاريـخ الإيداع 2004/11/08
قبل للنشـر في 2005/05/12

الملخص

زرعت الفصة الصنف المحلي *Medicago sativa* l.var.local (من الفصيلة الفولية) وبمعدل عشرة أصص في كل موقع: الموقع الأول الأكثر تلوثاً في باب توما، والموقع الثاني متوسط التلوث فـي جـسر فكتوريا، والموقع الشاهد في داريا غربي دمشق, وقيست درجات الحرارة ومعـدلات الرطوبـة وتراكيـز بعض ملوثات الهواء الأساسية في مواقع الدراسة.

تبين النتائج أن الهواء الملوث يؤثر في النباتات إذ ينخفض طول النباتات ونموها، ومحتوى الأوراق من اليخضور, والإنتاجية, وعدد الأزهار والقرون ومساحة المسطح الورقي, فـي المـوقعين الملـوثين مقارنة مع الموقع الشاهد.

الكلمات المفتاحية: تلوث الهواء، تأثير الهواء الملوث في النبات، تأثير الهواء الملوث في الفصة.

The effect of Polluted Air on Alfalfa

Rabia Zahalan[1] , Adnan ALI NIZAM[2] and Yousef Meslmani [3]

[1], [2] **Department of Plant Biology,** [3]**Atomic energy commision**

Received 08/11/2004
Accepted 12/05/2005

ABSTRACT

Cultivars of *Medicago Sativa* l.var local were planted in three locations, ten pots per location. The first location wich is the most polluted one is (Bab Toma), second polluted one is (Jeser Victoria), and the reference location is (Daria), in the west of Damascus.

Temperature, relative humidity and concentrations of main pollutants in that three locations were measured.

Resultes showed that air pollution decreased growth of plants, amount of chlorophyll, production of plants, number of flowers, number of pods and leaf area in comparison with reference location.

Key words: Air pollution, Effect of polluted air on plant, Effect of polluted air on Alfalfa.

المقـدمـة

يعد تلوث الهواء إحدى المشكلات البيئية التي تؤثر في مكونات النظـام البيئـي الحيـة وغيرالحية، إذ يؤثر بصورة سلبية في صحة الإنـسان وفـي الغطـاء النبـاتي والمبـاني والمنشآت؛ فمثلاً تسبب أكاسيد الكبريت اصفرار الأنسجة النباتيـة بـين عـروق الأوراق، وظهور بقع برونزية ثم تجعد النصل ومـوت الأوراق، وتخفّـض محتـوى الأوراق مـن اليخضور فتنخفض كفاءة التركيب الضوئي، وتقلل عدد البراعم الزهرية والورقية فتنخفض إنتاجية النبات، ويسبب كبريت الهدرجين H_2S تبقع أوراق النبات وتراجـع نمـوه، وتـؤثر أكاسيد النتروجين NO_x في الجهاز التنفسي للإنسان، وفي النباتات أيـضاً؛ ففـي التراكيـز المرتفعة ينخفض معدل التركيب الضوئي، والنمو النباتي ويحدث موت موضعي في أنسجة الأوراق، ويزداد تأثير أكاسيد النتروجين في حالة وجودها مع ملوثات أخرى وبخاصة ثنائي أكسيد الكبريت في الهواء، ويعد الأوزونO_3 من أخطر ملوثات الهواء المحيط بالنباتـات؛ إذ يؤدي إلى غلق المسام، وتخريب الصانعات الخضراء، وظهور بقـع علـى الأوراق، كمـا يخفض عدد الأزهار والثمار، ويؤدي ترسب الجسيمات الدقيقـة المختلفـة علـى النباتـات وبخاصة الأوراق إلى غلق المسام، وكذلك تعوق عملية التأبير فينخفض إنتاج الثمار والبذور [Mansfield., 1976, Bell., 1986, Agrawal et al., 1999, Brian et al., 1975 العودات، 2000].

تُعد دراسة تأثير الملوثات الهوائية في النباتات من المسائل الحيوية الهادفة إلى تعيـين التراكيز التي تؤدي إلى خفض النمو النباتي من جهة، وإلى إيجاد الوسائل الكفيلة بالحـد من هذه التأثيرات، يهدف البحث إلى دراسة تأثير الملوثات الهوائية في نمو نبات الفـصة وإنتاجه وإلى الوقوف على إمكانية استعمال النباتات ككواشف لملوثات الهواء في المـدن ذات الأنشطة الصناعية والبشرية مثل مدينة دمشق؛ كطريقة بديلة وقليلة التكلفـة وأكثـر حساسية من أجهزة قياس الملوثات، اعتماداً على التغيرات التي تحدثها الملوثات مجتمعـة في النباتات [El-banna et al., 1999]، بعد أن ازدادت تراكيز الملوثـات فـي الهـواء المحيط في معظم المدن السورية وفاق بعضها الحدود المـسموح بهـا؛ نتيجـة للتقـدم الصناعي والزراعي وبرامج التنمية المختلفة في سورية وازدياد عدد وسائط النقـل ومـا رافقها من استهلاك كميات كبيرة من الوقود [Meslmanni, 2000؛ مسلماني والعـودات، 2004].

مـواد البحث وطـرائـقه

أ. المواقع

تم اختيار ثلاثة مواقع تتباين في درجة تلوث الهواء وفي الأنشطة البشرية فيها، وهي:

1. باب توما الموقع الأكثر تلوثاً [Meslmanni, 2000]
2. جسر فكتوريا أقل تلوثاً مقارنة بموقع باب توما.
3. داريا وتقع في الغوطة إلى الغرب من مدينة دمشق، وهي بعيدة نسبياً عن التلـوث الهوائي وقد عدت شاهداً.

ب. النبات

جرت الدراسة على الفصة الصنف المحلي (*Medicago sativa* l.var.local) وهـي من الفصيلة الفولية *Fabaceae* ورتبة الفوليات *Fabales*، والفصة محصول علفي معمر عالي الإنتاج، ويعد من أكثر المحاصيل البقولية مقاومة لظروف البيئة القاسية كالجفـاف والبرودة الشديدة والأمراض [فضيل، 1977].

ج. التربة

استخدمت كميات مناسبة من التربة الزراعية من منطقة الصبورة وهي مـن الـنمط Inceptisol [أكساد 1985] وتتميز بلونها البني المحمر، وتحتوي على نسبة مرتفعة مـن الغضار Clay الذي يتمدد عند ترطيب التربة وينكمش عند جفافها، لذا فـإن مـن أهـم خصائص هذه التربة تشققها في الفترة الجافة من السنة، وقـد حـضرت التربـة بخلـط المكونات الآتية: 4 أجزاء من التربة الأصلية وجزء من السماد العضوي المتخمر وجزء من الرمل، وخلطت خلطاً جيداً، وعقمت قبل عملية الزرع بالمبيـد الحـشري موكـاب "Mocap" بتركيز 200 غ/ل، وبالمبيد الفطـري كربنـدازيم "Carbendazim" بتركيـز 50%.

د. تصميم التجربة

صممت التجربة بطريقة المجموعات كاملـة العـشوائية Randomized Complete Block Design وبعشرة مكررات، واستعمل في تحليل النتـائج البرنـامج الإحـصائي (ANOVA) LSD, Stat view (4).

هـ. العمليات الزراعية

استعملت في التجارب أصص سوداء ارتفاعها 35 سم وقطرها 33 سم ووضع في كل أصيص 20 كغ من التربة، وزرعت فيها بذور الفصة المتجانسة والنقية بمعـدل 0.13 غ لكل أصيص وكانت الزراعة على عمق ½ سم، ووضعت الأصص على مستوى سـطح الأرض في مناطق مكشوفة ومضاءة ما أمكن، وكان موعد الزراعـة فـي 20 نيـسان

2003. وقسمت الأصص المستعملة في الزراعة إلى قسمين في كل موقع، يحتـوي كـل قسم على خمسة أصص، حصدت نباتات القسم الأول في نهاية التجربـة (28 / 7)، أمـا نباتات القسم الثاني فحشت في 17 / 6 وتركت لتنمو من جديد.

و. قياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية في الهواء

استعمل جهازا مسجل الحرارة Thermograph ومـسجل الرطوبـة Hygrograph، لتعيين درجة حرارة ورطوبة الهواء النسبية، ويعمل الجهازان بشكل آلي ومستمر.

ز. قياس الملوثات الهوائية Air pollutants

قيست تراكيز الملوثات الهوائية الآتية: كبريت الهـدروجين H_2S باسـتعمال جهـاز CH_2S، وثنائي أكسيد الكبريت SO_2 باسـتعمال جهـاز $AF_{21}M$، وأكاسـيد النتـروجين NO, NO_2 باستعمال جهـاز $AC_{31}M$، وأول أكـسيد الكربـون CO باسـتعمال جهـاز $CO_{11}M$، والأوزون O_3 باستعمال جهاز O_3 $_{41}M$، وتوجد الأجهزة جميعها فـي محطـة مراقبة التلوث الهوائي Air Pollution Monitoring Station صنع الـشركة الفرنـسية A-Environment S، كما قيست تراكيز الجسيمات الدقيقـة المعلقـة الإجماليـة Total Suspended Particulates TSP باستعمال جهاز High Volume Air Sampler HVAS.

ح. البيانات

جرى في أثناء التجربة أخذ البيانات الآتية:

- **الإنبات:** أحصي عدد البادرات بعد عشرة أيام من الزراعة.
- **طول النبات:** قيست أطوال نباتات القسم الأول بعد 50 و75 و100 يوم من الزراعة، أما نباتات القسم الثاني فقيست أطوالها بعد 20 و46 يوماً من الحش وذلك في المكـررات جميعاً وبمعدل 15 نباتاً في المكرر.
- **محتوى الأوراق من اليخضور**: تم تحديد محتوى الأوراق من اليخـضور باسـتعمال جهاز Minolta, Spad-502 Chlorophyll meter (30 قياساً لكل مكرر).
- **الوزن الجاف**: حسب الوزن الجاف للنباتات بفصل الأوراق عن الساق ثم تجفيف كل جزء على حدة في درجة حرارة 60^{o}م حتى ثبات الوزن (15 نباتاً لكل مكرر).
- **المسطح الورقي:** اعتمدت طريقة كلين (Klein & Klein, 1970) لحساب المـسطح الورقي، إذ أُخذت 50 ورقة نباتية مكتملة النمو من كل مكرر، وبصورة عـشوائية، ثـم صورت على أوراق تصوير معروفة المساحة، وقـصت صـورها ووزنـت، وحـسبت مساحتها من نسبة وزنها إلى وزن ورقة التصوير معلومة المـساحة والـوزن، وجففـت عينات الأوراق وحدد وزنها الجاف، وحسبت مساحة المسطح الورقي بالمعادلة الآتية:

مساحة المسطح الورقي = <u>مساحة أوراق العينة × الوزن الإجمالي للأوراق</u>

وزن أوراق العينة

- **عدد الأزهار**: أحصي عدد الأزهار في: 6/11 و6/22 و2003/7/2 لنباتات القسم الأول، وفي 7/2 و7/12 و2003/7/20 لنباتات القسم الثاني.
- **الحصاد**: حصدت النباتات بعد 100 يوم من زراعتها (2003/7/28) لنباتات القسم الأول، وبعد 46 يوماً من الحش (2003/8/23) لنباتات القسم الثاني، وحسب الوزن الجاف للمجموع الخضري وإنتاج الحبوب (15 نباتاً لكل مكرر).

النتـائـج والمناقشـة

- درجات الحرارة Temperature

يبين الجدول (1) متوسط درجة الحرارة الشهرية الصغرى والعظمى، حيث يتضح أن الفروق في متوسط درجة الحرارة في مواقع الدراسة الثلاثة كانت متقاربة، كما يتضح أيضاً أن متوسط درجة الحرارة لم يتعد الحدود الحرجة (أعلى من 40 م° أو أدنى من الصفر)، والتي تؤدي إلى توقف نشاط النبات [مجاهد وآخرون، 1987].

الجدول (1) متوسطات درجة الحرارة العظمى والصغرى في مواقع الدراسة (درجة مئوية)

الشهر	باب توما		جسر فكتوريا		داريا	
	متوسط درجة الحرارة		متوسط درجة الحرارة		متوسط درجة الحرارة	
	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى
نيسان	23.5	11	23	11	22.5	9.5
أيار	32.5	16.5	31.5	17	31.5	14.5
حزيران	34.5	18.5	33.5	19.5	33.5	17
تموز	37	20	36.5	21.5	35.5	18
آب	37	20.5	37.5	21.5	37	18
أيلول	33.5	17.5	33	18	32.5	16

- الرطوبة النسبية

تُعد الرطوبة النسبية من العوامل البيئية المهمة التي تؤثر على نحو مباشر **في** معدل عمليتي النتح في النباتات والبخر من سطح التربة، وذلك بسبب ازدياد قابلية الهواء لاستخلاص الماء من الأوراق والتربة الرطبة، إذ تبين الدراسات [مجاهد وآخرون، 1987] أن معدل النتح يتضاعف ست مرات عند انخفاض الرطوبة النسبية من 95% إلى

5%، ويوضح الجدول (2) أن الفروق في متوسط الرطوبة النسبية للهواء، فـي المواقـع الثلاثة المدروسة، كانت مهملة، أما بالنسبة لرطوبة التربة فقد كانت كمية الماء المـضافة واحدة.

الجدول (2) متوسطات الرطوبة النسبية الشهرية في مواقع الدراسة (%).

الشهر	باب توما	جسر فكتوريا	داريـ ـا
نيسان	53.02	47.66	51.37
أيار	36.14	31.48	34.09
حزيران	42.69	38.35	44.28
تموز	47.71	40.47	38.15
آب	48.23	43.31	40.09
أيلول	48.15	41.45	36.93

- تركيز الملوثات الهوائية المقيسة

يبين الجدول (3) تراكيز بعض ملوثات الهواء الأساسية المقيسة في أثناء فترة التجربة في المواقع المدروسة، بلغ متوسط تركيز ثنـائي أكـسيد الكبريـتSO_2: 1.05 و15.44 و34.16 ppb في كل من داريا (الشاهد) وجسر فكتوريا وباب توما على الترتيب، أي أن تركيز SO_2 تجاوز عتبة التأثير السلبي في النباتات (12- ppb19) [WHO, 1987]. أما بالنسبة للأوزون O_3 فقد بلغ متوسط تركيزه: 5 و16.59 و31.91 ppb فـي كـل مـن الشاهد وجسر فكتوريا وباب توما على الترتيب، أي أن تركيـز الأوزون تجـاوز عتبـة التأثير السلبي في النباتات (10 ppb) [Agrawal et al., 1999] في كل من بـاب تومـا وجسر فكتوريا. بلغت تراكيز آكاسيد النتروجين NOX: 12.54 و41.75 و70.01 فـي كل من الشاهد وجسر فكتوريا وباب توما على الترتيب، علماً بأن عتبة التأثير السلبي في النباتات لأكاسيد النتروجين وفي الظروف الحقلية تتراوح بين 15 و70 ppb [Agrawal et al., 1999]. أما تركيز كبريت الهيدروجين H2S فبلغ: 0.38 و2.22 و2.99 ppb في الشاهد وباب توما وجسر فكتوريا على الترتيب. وبلغ متوسط تركيز أول أكسيد الكربـون CO: 0.075 و2.28 و3.06 ppm في الشاهد وجسر فكتوريا وباب توما على الترتيب.

وهكذا فإن أعلى تراكيز لملوثات الهواء كانت في باب توما وهذا يتوافق مع الدراسـة التي أجريت حول جودة هواء مدينة دمشق [Meslmani, 2000]، والتـي أوضـحت أن تراكيز الملوثات الهوائية كانت في جسر فكتوريا أقل منها في باب توما، ونظراً لتعـرض النباتات لنسب متفاوتة من ملوثات الهواء بضعة أشهر، انعكس ذلك بوضوح على إنتاجها ومورفولوجيتها، فانخفض الإنتاج بزيادة تراكيز الملوثات الهوائية.

تؤكد الدراسات [Bell, 1986] أن عتبة تأثير SO2 في النباتات تـنخفض انخفاضـاً كبيراً في حال طول فترة التعرض وبوجود ملوثات أخرى، إذ يبدأ SO_2 بالتأثير الـسلبي في النباتات بتركيز 88 ppb فيما لوكان الملوث الوحيد وفي ظروف المختبر، وتـنخفض هذه العتبة حتى 12- 19 ppb في ظروف الحقل وبوجود ملوثات أخرى، إضـافة إلـى طول فترة التعرض [Mansfield, 1976 - WHO, 1987]. كما يبدأ تأثير الأوزون فـي النباتات بتركيز 40 ppb في ظروف المختبر وتنخفض هذه العتبة إلى 10 ppb في الحقل وبوجود ملوثات أخرى تتعرض لها النباتات لعدة أشهر [Agrawal et al., 1999]. ويبـدأ تأثير أكاسيد النتروجين في النباتات ابتداء من 68 ppb في ظروف المختبـر فـي حـين تتراوح عتبة التأثير بين 15 و70 ppb في ظـروف الحقـل [Agrawal et al., 1999]. وبالمقارنة بين القيم المقيسة وعتبات تأثير الملوثات المدروسة نجـد أن معظـم ملوثـات الهواء قد تجاوز الحد المسموح به في الموقعين الملوثين مما أدى إلـى إلحـاق الـضرر بالنباتات.

الجدول (3) المتوسط اليومي لتراكيز الملوثات الهوائية في المواقع المدروسة ppb.

الموقع/الملوث	التاريخ	SO_2	O_3	NO	NOX	NO_2	H_2S	CO ppm
داريا	6/22-6/17	1.05	5	1.25	12.54	11.21	0.38	0.075
جسر فكتوريا	6/2-5/28	15.44	16.59	23.34	41.75	18.97	2.22	2.28
باب توما	5/27-5/22	34.16	31.91	43.25	70.61	24.21	2.99	3.06
عتبة التأثير للملوث منفرداً (في المختبر)		88	40	-	68	-	-	-
عتبة التأثير بوجود ملوثات أخرى (في الحقل)		12-19	10	-	15-70	-	-	-

بلغ متوسط التركيز اليومي للجسيمات الكلية TSP (الجدول 4)، 51.33 مكغ/م^3 فـي الشاهد وارتفع ليصل إلى 285.67 مكغ/م^3 في جسر فكتوريا وإلى 792.3 مكغ/م^3 فـي باب توما، مما يؤكد أن باب توما كان الموقع الأكثر تلوثاً، ومعروف أن الجسيمات الدقيقة تؤثر سلباً في النباتات؛ إذ تخفض وزن الأوراق ومساحتها وعددها وعدد التفرعات وكمية اليخضور في النباتات [مسلماني والعودات 2004].

الجدول (4) متوسط التراكيز اليومية لإجمالي الجسيمات الكلية العالقة TSP في الهواء بالمواقع المدروسة، مكغ/م^3.

الموقع	داريا	جسر فكتوريا	باب توما
التاريخ	6 / 22 - 6 / 17	6 / 2 - 5 / 28	5 / 27 - 5 / 22
تركيز TSP	51.33	285.67	792.3

- **تأثير الملوثات الهوائية Pollutants effects في الفصة**

- **الإنبات**

توضح النتائج أنه لم يكن للملوثات الهوائية أي تأثير في الإنبات (الجدول 5)؛ إذ كان متوسط عدد البادرات متقارباً في المواقع المختلفة، وربما يعود هذا إلى صعوبة اختـراق الملوثات للطبقة السطحية من التربة، إضافة إلى طول فترة الإنبات القصيرة (عدة أيام).

الجدول (5) عدد البادرات بعد عشرة أيام من الزرع (في 30 / 4 / 2003)

الموقع	داريا	جسر فكتوريا	باب توما	L.S.D 95%
العدد	25 ± 0.577	24.6 ± 0.581	24 ± 0.471	1.583

- **طول النباتات**

أ. طول نباتات القسم الأول (دون حش)

توضح النتائج اختلاف أطوال النباتات اختلافا بيناً وفقاً لدرجة التلوث (الجدول 6)، إذ لوحظ بعد 50 يوماً من الزراعة أن متوسط طول النباتات تراوح بين 40.46 سـم فـي الشاهد و20.02 سم في باب توما، في حين كان 29.62 سم في جسر فكتوريا، والأمـر نفسه كان بعد 75 يوماً من الزراعة فالفروق بدت كذلك واضحة ومعنوية في متوسـطات الأطوال وتراوح متوسط طول النباتات بين 46.06 سم في الشاهد و29.74 سم و36.6 سم في باب توما وجسر فكتوريا على التوالي، وأوضحت القياسـات المنحـى نفـسه عنـد الحصاد (بعد مرور 100 يوم من الزراعة)؛ إذ بلغ متوسط طول النباتات 55.82 سم فـي داريا في حين كان 32.38 سم و44.16 سم في باب توما وجسر فكتوريا على التوالي.

الجدول (6) طول النبات في الأصص التي تركت دون حش

الموقع	الزمن بعد - يوم من الزراعة.تاريخ القياس	داريا	جسر فكتوريا	باب توما	L.S.D 95%
متوسط طول النبات سم	50 (6/9)	40.46±2.819	29.62±1.295	20.02±2.639	3.240
	75 (7/5)	46.06±0.450	36.6±1.829	29.74±1.240	4.012
	100 (7/28)	55.82±0.528	44.16±1.356	32.38±1.193	3.347

ب. طول نباتات القسم الثاني (التي تم حشها)

تم حش النباتات بعد 75 يوماً من الزراعة، وقيست الأطوال بعد 20 يوماً مـن ذلـك، ويوضح الجدول 7 انخفاض متوسطات أطوال النباتات مـع زيـادة تراكيـز الملوثـات الهوائية، وتراوح بين 51.64 سم في الشاهد و33.72 و42.4 سم في باب تومـا وجـسر

فكتوريا على التوالي، وبعد 46 يوماً من الحش بقيت الفروق واضـحة ومعنويـة وبلـغ متوسط طول النباتات 66.5 سم في الشاهد و64.58 سم و54.62 سم في باب توما وجسر فكتوريا على التوالي.

قد يعود انخفاض طول النباتات إلى أن عملية التركيب الـضوئي تتـأثر بـالتعرض للملوثـات إمـا بطريقـة مباشـرة عـن طريـق الأذى الـذي يلحـق بالـصانعات، أو بطريقـة غيـر مباشـرة بغلـق المـسام وعـدم دخـول كميـة كافيـة مـن CO_2 [Colbek and Mackenzie, 1994; Zvereva and Kozlov ,2001] ومن ثم نقص كمية منتجات عملية التركيب الضوئي اللازمة للنمو بصورة طبيعية، مما ينعكس فـي نقـص أطـوال النباتـات الموجـودة فـي المنـاطق الملوثـة مقارنـة بالـشاهد [El-banna and El-akied,1999].

الجدول (7) أطوال النباتات التي تم حشها في 17 / 6 / 2003

الموقع	الزمن بعد الحش- يوم	داريا	جسر فكتوريا	باب توما	L.S.D 95%
متوسط طول النبات، سم	20 (7/7)	51.64±1.353	42.4±1.085	33.72±0.272	3.123
	46 (8/23)	66.5±0.527	54.62±0.563	46.58±0.796	1.973

- **محتوى الأوراق من اليخضور**

أثرت الملوثات الهوائية بشكل واضح في محتوى الأوراق من اليخضور إذ انخفـضت كمية اليخضور مع ازدياد تراكيز الملوثات (الجدول 8)، ففي النباتات التي لم تحش كـان متوسط محتوى الأوراق من اليخضور 53.85 في الشاهد، وانخفض إلى 30.76 و41.91 في باب توما وجسر فكتوريا على التوالي.

وكانت النتائج نفسها تقريباً في النباتات التي تم حشها (الجـدول8)، إذ بلـغ متوسـط محتوى الأوراق من اليخضور في الشاهد 52.04 وانخفض إلى 30.70 و40.90 في بـاب توما وجسر فكتوريا على التوالي، وهذا يتفق مع نتائج الدراسات التي تؤكد أن الاسـتجابة

الكيميائية للتلوث الناتج عن احتراق الوقود تؤدي إلى خفض تركيز اليخضور في النباتات المزروعة [Agrawal et al., 1999-El-banna et al., 1999-Odasz Albrigtsen et al., 2000].

الجدول (8) كمية اليخضور في أوراق النبات في المواقع الثلاثة (13 / 7)

الموقع	داريا	جسر فكتوريا	باب توما	L.S.D 95%
النباتات التي لم تحش	53.85±0.356	41.91±0.334	30.67±0.821	1.699
النباتات التي تم حشها	52.04±0.638	40.90±0.633	30.70±0.721	2.050

- **عدد الأزهار**

أ ـ عدد الأزهار الإجمالي في نباتات القسم الاول

بدأ الإزهار بعد 38 يوماً من الزراعة في باب توما وجسر فكتوريا وكان أبكر بمعدل 20 يوماً من موعد إزهار نباتات الشاهد (الجدول 9)، وهذا يعود إلى أن الإجهادات التي تتمثل بالملوثات الهوائية تؤدي إلى التبكير في الإزهار [Mansfield, 1976-Ahmad, 1999]، وكان عدد الأزهار في الموقعين الملوثين في 6/11 أعلى منه في الموقع الشاهد، واستمر كذلك بعد عشرة أيام (6/22)، أما في نهاية فترة الإزهار فكان عدد الأزهار في الشاهد أعلى منه معنوياً في جسر فكتوريا وباب توما بـ 48% و38% على التوالي (الجدول 9).

الجدول (9) عدد الأزهار الإجمالي في النباتات التي لم تحش (زهرة / نبات)

التاريخ / الموقع	داريا	جسر فكتوريا	باب توما	L.S.D 95%
بعد 63 يوماً من الزرع (6/22)	31±2.55	47.4±3.076	43.2±3.072	8.966
بعد 73 يوماً من الزرع (7/2)	83±2.958	60.4±1.72	56.4±2.064	6.732

ب. عدد الأزهار الإجمالي في نباتات القسم الثاني

يوضح الجدول (10) تأخر ظهور أزهار الشاهد مقارنة بالموقعين الملوثين (7/2)، وبعد عشرة أيام كان عدد الأزهار متقارباً في المواقع الثلاثة؛ أما في نهاية فترة الإزهار فكان عدد الأزهار في الشاهد أعلى منه معنوياً في جسر فكتوريا وباب توما، لأن التعرض للملوثات الهوائية يغير من فيزيولوجية النباتات مثل سقوط الأزهار والبراعم بسبب حساسية هذه الأعضاء [Mansfield, 1976 - Ahmad, 1999].

الجدول (10) عدد الأزهار الإجمالي في النباتات التي تم حشها في المواقع الثلاثة (زهرة/ نبات)

التاريخ / الموقع	داريا	جسر فكتوريا	باب توما	L.S.D 95%
7 / 2	-	24.4±4.545	18 ±2.864	9.557
7 / 12	46.8±3.338	46.4±3.842	35±2.739	10.281
7 / 20	68.2±4.212	56.2±3.891	52.6±1.887	10.739

- **الوزن الجاف**

أ. نباتات القسم الأول

يوضح الجدول 11 أن الوزن الجاف الإجمالي بلغ 57 و25 و19 غ في الشاهد وجسر فكتوريا وباب توما على الترتيب، مما يعني أن الوزن الجاف الإجمالي انخفض كلما زادت تراكيز ملوثات الهواء.

الجدول (11) الوزن الجاف للنباتات التي لم تحش غ / أصيص (عند الحصاد، 28/7/ 2003)

الموقع	داريا	جسر فكتوريا	باب توما	L.S.D 95%
الوزن الجاف الكلي	56.66±1.701	24.84±1.772	18.45±0.684	4.536
الوزن الجاف للأوراق	26.54±0.829	10.14±0.454	7.31±0.526	1.925
الوزن الجاف للسوق	30.12±0.929	14.71±1.408	11.13±0.444	3.103

ب. نباتات القسم الثاني

يبين الجدول (12) أن الوزن الجاف الإجمالي بلغ 18 و9 و5 غ (17/6 عند الحش) في الشاهد وجسر فكتوريا وباب توما على الترتيب، وبقي الأمر نفسه بعد حش هذه النباتات ونموها مجدداً، ويوضح الجدول (13) أن الوزن الجاف الإجمالي بلغ 77 و44 و33 غ (8/23 عند الحصاد) في الشاهد وجسر فكتوريا وباب توما على الترتيب، ومن الملاحظ أن هذه الفروق معنوية وكبيرة بين مقادير الوزن الجاف للنباتات في المواقع الثلاثة؛ ويتفق ذلك مع نتائج الدراسات [El-banna et al., 1999 ,Boubel, Athers, 1992]، التي تبين أن تلوث الهواء يقلل من إنتاجية المحاصيل ومن العمليات الحيوية النباتية ومن ثم تناقص في الكتلة الحيوية Biomass، ويعود ذلك لانخفاض معدل التركيب الضوئي بسبب تخريب الصانعات وانخفاض عددها أو بسبب انغلاق المسام وعدم دخول CO_2 بتأثير الملوثات، فقد أكدت الدراسات [Brian et al., 1975 - Bell, 1986 – علي نظام وقاسم، 2001] أن المسام تغلق في الأوساط ذات التراكيز المرتفعة من الملوثات الهوائية، ويتأذى قسم كبير من خلايا النسيج الحباكي والفراغي للأوراق؛ وقد يؤدي إلى تموتها.

الجدول (12) الوزن الجاف للنباتات التي تم حشها غ/ أصيص (17/6/ 2003)

الموقع	داريا	جسر فكتوريا	باب توما	L.S.D 95%
الوزن الجاف الكلي	17.91±1.544	9.166±0.690	4.832±0.635	3.213
الوزن الجاف للأوراق	9.06±0.779	4.23±0.345	2.416±0.331	1.626
الوزن الجاف للسوق	8.86±0.835	4.88±0.422	2.42±0.307	1.752

الجدول (13) الوزن الجاف للنباتات التي تم حشها عند الحصاد غ/أصيص (23/ 8/ 2003)

الموقع	داريا	جسر فكتوريا	باب توما	L.S.D 95%
الوزن الجاف الكلي	77.06±2.617	43.99±1.605	32.69±1.617	6.174
الوزن الجا ف للاوراق	29.33±1.462	15.56±0.609	13.8±0.787	3.146
الوزن الجاف للسوق	47.73±2.683	28.43±1.548	18.29±1968	6.528

- **المسطح الورقي**

أ. نباتات القسم الأول

يبين الجدول (14) أن الفروق في المسطح الورقي كانت كبيرة في المواقـع الثلاثـة؛ وانخفض المسطح الورقي مع زيادة تراكيز الملوثات الهوائية، وقد بلغ انخفاض المـسطح الورقي لنباتات باب توما وجسر فكتوريا معدل 191% و165% علـى التـوالي مقارنـة بالشاهد، وبلغ متوسط مساحة المسطح الورقي في الشاهد3310.84 سم^2، في حـين كـان 912.92 و1264.87 سم^2 في باب توما وجسر فكتوريا على التوالي.

ب. نباتات القسم الثاني

كان انخفاض المسطح الورقي للنباتات في باب توما وجسر فكتوريـا بتـاريخ 6/17 كبيراً ومعنوياً وبلغ 275% و114% على التوالي مقارنة بالشاهد (الجدول 14)، والأمر نفسه كان عند الحصاد (8/23) إذ بلغ انخفاض المسطح الورقي للنباتات في بـاب تومـا 113% وفي جسر فكتوريا 88% مقارنة بالشاهد (الجدول14)، وهذا يتفق مع دراسـات [El-banna et al., 1999] التي أوضحت حدوث انخفاض المسطح الورقي فـي المواقـع الملوثة، وربما يعود ذلك للتأثير السلبي للملوثات في عملية التركيب الضوئي الأمر الـذي يؤدي إلى انخفاض مساحة السطح الورقي [Bell, 1986 - العودات, 2000].

الجدول (14) المسطح الورقي للنباتات التي لم تحش والنباتات التي تم حشها في المواقع الثلاثة (سم^2/ أصيص)

الموقع / التاريخ	داريا	جسر فكتوريا	باب توما
7/28	3310.84±103.42	1264.87±56.67	912.92±65.07
6/17	1129.5±97.14	527.68±43.07	301.37±41.28
8/23	3658.29±182.37	1940.95±87.95	1721.55±98.19

- **عدد القرون ووزنها الجاف**

أ ـ نباتات القسم الأول

يوضح الجدول (15) أن الفروق في عدد القرون ووزنها الجاف تأثر بشكل واضح ومعنوي بالملوثات الهوائية، إذ انخفض متوسط عدد القرون في نباتات باب توما وجسر فكتوريا بمعدل 79% و42% على التوالي مقارنة بالشاهد، كما انخفض متوسط وزنها الجاف بمعدل 75% و40% في باب توما وجسر فكتوريا على التوالي مقارنة بالشاهد.

الجدول (15) عدد القرون (قرن /أصيص) ووزنها الجاف (غ/أصيص) في النباتات التي لم تحش

التاريخ/ الموقع	داريا		جسر فكتوريا		باب توما	
	عدد القرون	الوزن الجاف للقرون	عدد القرون	الوزن الجاف للقرون	عدد القرون	الوزن الجاف للقرون
7 / 28	1941 ±41.472	31.78 ±1.132	1362.8 ±35.804	22.77 ±0.605	1084.4 ±63.723	18.12 ±1.066
L.S.D لعدد القرون = 149.504						
L.S.D لوزن القرون الجاف = 2.968						

ب. نباتات القسم الثاني

يوضح الجدول (16) أن الفروق في عدد القرون ووزنها الجاف واضحة ومعنوية بين الشاهد ونباتات الموقعين الآخرين سواء قبل حش النباتات أو بعد الحش، وكان انخفاض متوسط عدد القرون ووزنها في نباتات باب توما وجسر فكتوريا بمعدل 94% و70% على التوالي مقارنة بالشاهد، 94% و71%، وهكذا فإن تأثير التلوث الهوائي كان أكثر وضوحاً في عدد القرون ووزنها مقارنة بالنباتات التي لم تحش، وربما يعود هذا إلى ضعف النباتات التي تنمو في المواقع الملوثة مما لم يمكنها من تجديد الأذيات التي لحقت بها [Odasz Albrigtsen et al., 2000].

الجدول (16) عدد القرون (قرن /أصيص) ووزنها الجاف (غ/أصيص) في النباتات التي تم حشها

التاريخ /الموقع	داريا		جسر فكتوريا		باب توما	
	عدد القرون	الوزن الجاف للقرون	عدد القرون	الوزن الجاف للقرون	عدد القرون	الوزن الجاف للقرون
8/23	1735 ±115.772	36.45 ±2.433	1023.6 ±61.824	21.27 ±1.2	893.8 ±31.77	18.77 ±0.664
L.S.D بالنسبة لعدد القرون =240.228						
L.S.D بالنسبة للوزن الجاف للقرون =4.968						

الاستنتـاجات

- كانت تراكيز الجسيمات الدقيقة الإجمالية TSP في الهواء أعلى من الحدود المـسموح بها (150 مكغ/م^3) في باب توما وجسر فكتوريا بمعدل يتراوح بين 1.9 و5.3 مـرة، وتجاوزت تراكيز غازات O_3, SO_2, NO_X عتبات التأثير في النبات في بـاب تومـا وجسر فكتوريا.
- لم يتأثر الإنبات بالملوثات الهوائية، وكان عدد البادرات متقاربا في المواقع جميعاً.
- انخفض طول النباتات متأثراً بملوثات الهواء بمعدل 100 % و37% وانخفض محتوى الأوراق من اليخضور بمعدل 69% و27% في باب توما وجسر فكتوريا على التوالي مقارنة بالشاهد.
- كان الإزهار مبكراً في الموقعين الملوثين، كان عدد الأزهار في نهاية فترة الإزهار في باب توما وجسر فكتوريا أقل منه في منطقة الشاهد .
- أدى تلوث الهواء بـ NOX,SO2,O3 إلى خفـض واضـح ومعنـوي فـي بيانـات النمو المقيسة جميعاً، وصل إلى 300% للإنتاج في الموقع الأكثر تلوثاً .
- انخفض المسطح الورقي في باب توما وجسر فكتوريا بمعدل 191% و165% علـى التوالي مقارنة بالشاهد.
- انخفض عدد القرون ووزنها الجاف انخفاضاً معنوياً في باب تومـا وجـسر فكتوريـا مقارنة بالشاهد.
- يمكن عد نبات الفصة من النباتات الحساسة لتلوث الهواء .

المـراجـع REFERENCES

عليوي، محمد. (1985). خريطة الترب السورية، المركز العربي لدراسة المنـاطق الجافـة والأراضـي القاحلة ACSAD، دمشق.

علي نظام؛ عدنان- قاسم؛ هيفاء (2001). تأثير الهواء الملوث بمدينة دمشق في البنية الخلوية للنبـات, دمشق، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية, المجلد (17) العدد 2, 2001, ص63-78.

العودات؛ محمد (2000). النظام البيئي والتلوث، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الإدارة العامـة للتوعية العلمية والنشر، المملكة العربية السعودية، ص47.

فضيل؛ أحمد (1977). الفصة, مديرية الشؤون الزراعية، قـسم الإرشـاد بـوزارة الزراعـة والإرشـاد الزراعي، النشرة ذات الرقم 127، دمشق, الجمهورية العربية السورية.

مجاهد؛ أحمد- العودات؛ محمد- عبد ا ؛ عبد السلام؛ وآخرون (1987). علم البيئـة النباتيـة، قـسم النبات من كلية العلوم بجامعة الملك سعود, المملكة العربية السعودية, الطبعة الأولى، ص92.

مسلماني؛ يوسف- العودات؛ محمد (2004). دراسة تلوث الهواء بالغبار النـاتج عـن معمـل إسـمنت طرطوس وتأثيره في نباتات المنطقة المجاورة، هيئة الطاقة الذرية السورية، دمـشق، الجمهوريـة العربية السورية، ص9.

هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية SASMO (2003). جودة الهواء المحيط, وزارة الصناعة, الجمهورية العربية السورية.

Agrawal, S. B., Agrawal, M., (1999). Environmental pollution and Plant Responses, Department of Biological Sciences, Allahabad, India.

Ahmad, M. (1999). The effect of air pollutants of Arak Aluminium factory on growth and development of certain species of Leguminoseae. Dep. Of Biology, Faculty of Sciences, Tarbiat Moalem University. Tahran – Iran). Supreme Council of Sciences. 39 th Science week. 1999. Damascus. University of Damascus.

Bell, J. N. B., (1986). Book, Direct Effects of Air Pollutants in the Atmosphere and on Plants. Department of Pure and Applied Biology, Imperial College of Science and Technology , Silwood Park, Ascot, Berkshire SL5 7Ph, United Kingdom.

Boubel, Richard. W., Fox, Donald. L., Turner, Bruce. D., Stem, Arthur. C., (1992). Fundamentales of Air Pollution, Academic press San Diego, New York, Boston London, Sydney, Tokyo, Toronto. p113.

Brian, J. M., Kozlowski, T. T., (1975). Responses of Plants to Air Pollution, Academic press, New York, Sanfrancisco, London.

Colbeck, I., Mackenzie, A. R., (1994). Air Pollution by Photochemical Oxidants, Air Quality Monographs. vol.1., Amsterdam, London, New York, tokyo.

El-banna, Y., El-akied, Z., (1999). Effects of Smoke Producted by Burning Crude Oil on Growth and Leaf Ultrastructure of Vicia Faba, Al-zagazig University & Mansoura University, Egypt. Supreme Council of Sciences. 39 th Science week, 1999, Damascus, University of Damascus.

Zvereva, EL Kozlov, MV., (2001). Effects of pollution-induced habitat disturbance on the response of willows to simulated herbivory, Journal of Ecology, 2001, Vol.89, Iss 1, pp.21-30 Zvereva EL, Univ Turky, Dept Biol, Sect Ecol, FIN-20014 Turku, FINLAND.

Klein, R. M., Klein, D.T., (1970). Research Methods in Plant Science, the Natural History Press, Garden City.

Mansfield, T. A., (1976). Effects of Air Pollutants on Plants, Cambridge University Press, Cambridge, London, NewYork, Melbourne.

Meslmani, Y., Habbel, W., (2000). Air Quality in Damascus, Project of Technical Coperation between the Syrian Arab Republic (E.S.R.C: Environmental and Scientific Research Center) and the German Federal Republic (GTZ).

Odasz Albrigtsen, AM., Tommervik, H., Murph, P., (2000). Decreased photosynthetic efficiency in plant species exposed to multiple airborne pollutants along the Russian-Norwegian border. Canadian Journal of Botany - Revue Canadienne de Botanique, 2000, Vol.78, Iss 8, pp. 1021-1033, Natl Research Council Canada, Research Journals, Montreal Rd, Ottawa, Ontario K1a 0R6, Canada.

WHO: World Health Organization (1987). Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publications, European Series No.23.