التأثير الضار لغاز الأوزون على الشكل الظاهري والنمو والإنتاج لنباتي الفول البلدي والبسلة في مدينة الرياض: المملكة العربية السعودية

إبراهيم بن عايد المحيسن[1]، محمد بن ناصر اليمني[2]

[1] كلية العلوم والدراسات الإنسانية بالقويعية، جامعة شقراء، المملكة العربية السعودية

[2] قسم النبات والأحياء الدقيقة، كلية العلوم، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية

الملخص:

يعتبر غاز الأوزون الجوّي أحد ملوثات الهواء السامة التي تؤثر سلباً على مكونات النظم البيئية وبالأخص الحية فيعمل على خفض النمو والإنتاجية لعدد كبير من نباتات المحاصيل كما يؤثر على وظائفها الفسيولوجية. أجري البحث للتعرف على تأثير مستويات الغاز على نباتي الفول البلدي والبسلة اللذين يختلفان في طبيعة النمو ودرجة الحساسية للغاز. تم زراعة النباتات في أصص بلاستيكية في تربة مختلطة طينية رملية بنسبة 1:1 في غرف نمو حقلية. ضبط تركيز غاز الأوزون فيها عند (17 جزءا في البليون) ثم تم نقلها إلى أربعة مواقع متباينة في مستويات تركيز الغاز من مدينة الرياض وهي جامعة الملك سعود (61)، طريق الملك فهد (71)، حديقة المناخ (77)، المدينة الصناعية الثانية (112 جزءا في البليون) على التوالي. تم تعريض النباتات للغاز لثلاث فترات من مراحل النمو (شهر وشهرين وثلاثة أشهر). ثم أجري الحصاد بعد كل مرحلة وجلبت العينات إلى قسم النبات بجامعة الملك سعود، وتم فصل أجزائها وعملت القياسات اللازمة لتحديد النمو ودرجات الإصابة وإنتاجية البذور. أظهرت النتائج تأثيرًا معنويًا سلبيًا لغاز الأوزون على الشكل الظاهري ومظاهر الإصابة وعلى النمو والإنتاجية مع اختلاف في درجة الاستجابة تبعا للنوع النباتي، أظهر نبات الفول البلدي حساسية لغاز الأوزون لصفات عدد ومساحة الأوراق ودرجة الإصابة 3، فيما أظهر نبات البسلة حساسية أعلى للغاز لصفات درجة الإصابة 1 ولمعدل النمو النسبي ولوزن البذور، كما تبين عدم وجود اختلافات معنوية بين النباتين لصفتي طول النبات وعدد البذور.

الكلمات المفتاحية: الأوزون، مدينة الرياض، المقاومة، النباتات البقولية، النمو والإنتاجية.

المقدمة:

يعد تلوث الهواء بغاز الأوزون من الملوثات الخطرة على مكونات النظام البيئي، ويتشكل الغاز الضار في الطبقة السفلية من الغلاف الجوي نتيجة تفاعلات معقدة تحدث بين الأشعة فوق البنفسجية والبرق والملوثات الأولية الناتجة من احترق الوقود المستخدم في السيارات والمصانع ومحطات الطاقة الكهربائية (IPPC, 2001 and Laurence and Andersen, 2003). يؤدي الغاز دورًا ثانويًا في الاحتباس الحراري للأرض حيث يسهم بنحو 7٪ من تسخين الأرض(Krupa *et al*., 1998) . وتتراوح مستويات الغاز في الحالة الطبيعية ما بين 20- 30٪ نانولتر/لتر (Sandermann *et al*., 1998). وقد طرأ في الآونة الأخيرة ارتفاع في مستوى الغاز في الأماكن الحضرية ليصل إلى أربعة أضعاف النسبة الطبيعية (Findley *et al*., 2006).

وقد أحدث ارتفاع مستوى الغاز آثارًا ضارة على مكونات النظم البيئية ومنها الحياة النباتية. وتخضع النباتات كثيرًا إلى التعرض الحاد أو المزمن، والتعرض الحاد يتمثل في نمو النبات عند مستويات عالية لبضع ساعات متتالية إلى أيام، أما التعرض المزمن فتمثل في التعرض إلى مستويات منخفضة نسبيًا 40 نانولتر/ لتر لكامل حياة النبات بالمعاملة المتقطعة أو العشوائية لفترة زمنية أطول.

وجد كل من Krupa *et al*. (1998), Guidi *et al*. (2000), Mills *et al*. (2001) and Finnan *et al*. (2007) أن آثار التعرض للغاز تظهر على شكل حروق على السطح العلوي للورقة وتغير في لونها وظهور لآثار الشيخوخة المبكرة. وفي دراسة أخرى أشار Sawyer *et al*. (2000) إلى تغير في لون وتبقع الأوراق مع وجود نقر على السطح السفلي: ومن الآثار الأخرى التي يحدثها ارتفاع مستوى الغاز على النباتات تدن في نموها وتطورها وإنتاجيتها. ومن أهم الأضرار الداخلية تلف في الأغشية الخلوية واختلال في التوازن الأيوني والوظيفي يؤدي إلى تدن أو فقدان قدرة النبات على البناء الضوئي وخلل في توزيع المنتجات الأيضية ونقص في الإنتاج والنمو وتسارع في الشيخوخة. وتختلف نسبة هذه الأضرار من نبات لآخر تبعًا لدرجة حساسيتها وأعمارها وفترة تعرضها وتركيز

الغاز كما ذكر Krupa and Jagar (1996). وقد أكدت الدراسات أن هذه الأعراض تظهر بصورة أسرع على الأنواع النباتية الحساسة مقارنة بالأنواع غير الحساسة (Reich and Amundson, 1985 and Bulter and Tibbits, 1979). ومن الأعراض الظاهرية انخفاض في أعداد ومساحة سطوح الأوراق وتغير في نسبة المجموع الخضري إلى الجذري وانخفاض في الكتلة الحيوية وفي الإنتاجية ومعدل النمو (Keutgen *et al*., 2005).

تعاني مدينة الرياض في الوقت الحاضر كثيرًا من التلوث بغاز الأوزون حيث أسهمت الأنشطة البشرية والصناعية والزراعية والحضارية في رفع مستويات التلوث بالغاز حتى وصل إلى مستويات عالية 40 – 148 جزءا بالبليون (المحيسن، 2011، المويهي، 2010 علي واليمني، 2008). لذا فإن من أهداف البحث التعرف على الآثار المختلفة لغاز الأوزون في أجزاء متفرقة من المدينة على الصفات الظاهرية والإنتاجية ودرجة الإصابة على اثنين من المحاصيل الشتوية هما الفول البلدي والبسلة.

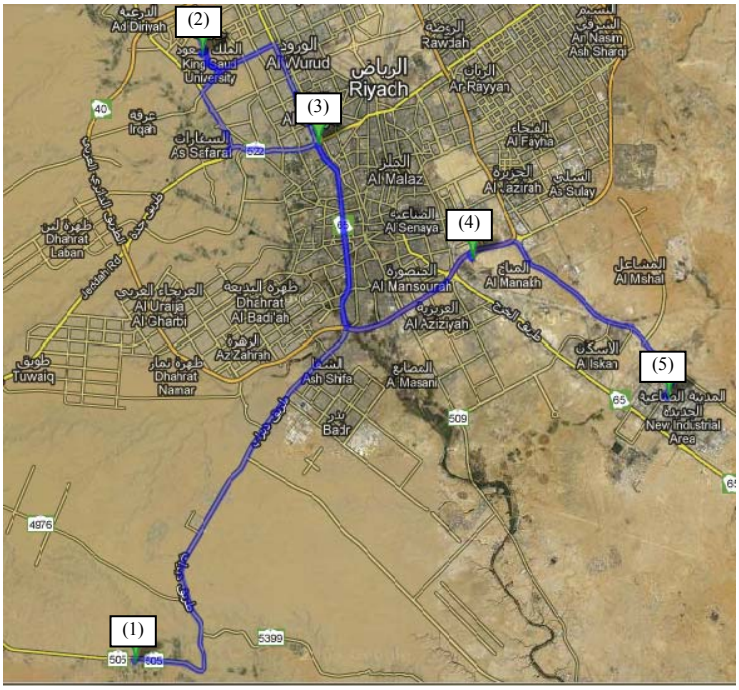
المواد وطرق العمل:

موقع الدراسة:

تقع مدينة الرياض في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية بين دائرتي عرض ′30 °19 و′30 °27 شمالاً وبين خطي طول °42 و°48 شرقاً، وعلى ارتفاع حوالي 600م فوق مستوى سطح البحر. وتبلغ مساحتها 4.900 كلم^2. تتميز مدينة الرياض بمناخ صحراوي جاف شديد الحرارة صيفاً (45°C) ومتوسط البرودة شتاءً (7°C). كما تتميز بانخفاض الأمطار والرطوبة النسبية إذ بلغ أعلى متوسط للأمطار 20.1 ملم شتاءً (المركز الوطني للأرصاد وحماية البيئة، 2009).

طرق العمل:

تم إجراء البحث في أربع مواقع داخل مدينة الرياض تمثل مستويات مختلفة من التلوث وآخر للمقارنة (شكل 1).



شكل (1) : رسم كروكي يوضح مواقع إجراء التجارب في مدينة الرياض وتوزيعها على الأحياء المختلفة حسب مستويات التلوث

1- منطقة ديراب 2- جامعة الملك سعود 3- ط. م. ف 4- حديقة المناخ 5- المدينة الصناعية الثانية

المصدر: http://maps.google.com.sa/maps?hl=ar&tab=wl

حيث ضبط تراكيز الغاز فيه عند 17 جزءا بالبليون باستخدام غرفة نمو حقلية (Mandl *et al*., 1973). وحددت مستويات الغاز في المواقع المختلفة في المدينة كما يلي: جامعة الملك سعود (61)، طريق الملك فهد (ط.م.ف) (71)، حديقة المناخ (77)، المدينة الصناعية الثانية (112) باستخدام جهاز تحليل الأوزون موديل Model UV-100, Serial #111 EcoSensors Inc.

تم استخدام نباتين من الفصيلة البقولية Leguminosae يختلفان في طبيعة النمو، هما كل من نبات الفول البلدي *Visia faba* ذو النمو القائم (صنف جيزة 40) ونبات البسلة *Pisum sativum* ذو النمو المفترش (صنف روندو).

تم الإنبات في أصص بلاستيكية مقاس 40 سم معبأة بتربة طينية رملية مختلطة بنسبة 1:1 وتم زراعتها في 2007/11/14م، بالقرب من غرفة النمو الحقلية، وبعد اكتمال الأوراق الأولية تم نقلها إلى المواقع المختلفة في 2007/11/28م حيث تم توزيع (24) أصيص في كل موقع ويحتوي كل أصيص على خمسة نباتات. قسم الحصاد إلى ثلاث مراحل حسب مرحلة النمو. الحصاد الأول تم بعد شهر والثاني بعد شهرين والثالث بعد ثلاثة أشهر من عملية النقل للمواقع. جلبت العينات إلى قسم النبات بالجامعة، وتم فصل الأجزاء النباتية عن بعضها لإجراء القياسات اللازمة المتمثلة في أطوال وأعداد الأجزاء النباتية وأوزانها الرطبة والجافة. ثم جففت الأجزاء النباتية في فرن عند درجة 80°C ولمدة 48 ساعة، كما تم قياس مساحة الأوراق باستخدام جهاز Portable area meter model L1-3000، وقدرت درجات الإصابة وفقًا لطريقة Chaung and Yu, 2001 كذلك تم قياس معدل النمو النسبي للأوراق الجافة لنباتي الفول البلدي والبسلة وفقًا لمعادلة Hunt, 1982:

$$\frac{\log W_2 - \log W_1}{t2} - \times 100$$

النتائج:

أ- الصفات المورفولوجية ومظاهر الإصابة:

يبين جدول (1أ) نتائج تأثير غاز الأوزون الضار على الصفات المورفولوجية إذ بلغ متوسط طول الفول البلدي والبسلة 52.8 و52.7 سم على التوالي وتوضح النتائج وجود فروق معنوية بين قيم المستوى الأول والثاني والثالث مع قيم المستوى الرابع والخامس.

جدول رقم (1)

تأثير غاز الأوزون على (أ) الصفات المورفولوجية لنباتي الفول البلدي والبسلة (ب) متوسط نسب الانخفاض في المستويات من 2 – 5 مقارنة بالمعاملة الضابطة %

الأنواع النباتية / مستويات الغاز	(أ) طول النبات (سم)		المساحة الورقية (سم2)		عدد الأوراق	
	الفول البلدي	البسلة	الفول البلدي	البسلة	الفول البلدي	البسلة
1	9.9±55.9a	7.9±55.9a	692±2092.6a	385±1792.2a	309±94.1a	14.9±65.9a
2	9.8±54.2a	6.4±54.8a	609±1948.9a	224±1740.0a	31.0±84.1b	17.7±69.3a
3	9.8±55.3a	6.3±54.a	630±2010.1a	327±1768.6a	27.5±84.0b	10.6±59.0b
4	5.4±50.1b	4.2±51.0b	436±1505.0±	271±1463.9b	22.2±67.3c	8.4±54.3c
5	8.1±48.7b	9.0±46.9c	426±1290.0c	347±1351.1c	25.3±61.8d	13.8±48.7c
LSD0.05	3.1	3.5	171.2	71.2	4.6	4.1
المتوسط	8.9±52.8a	7.4±52.7a	631±1776.6a	352±1623.2b	28.9±78.3a	14.2±58.4b

(ب)

	طول النبات (سم)			المساحة الورقية (سم2)			عدد الأوراق		
نسبة الانخفاض	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05
	6.6a	6.9a	3.4	18.0a	11.2b	2.8	21.6a	14.3b	2.1

علمًا بأن الانحراف المعياري (±) والمتوسطات لكل صفة لكل معاملة والتي تحمل نفس الحروف لا تختلف معنوياً عن بعضها البعض باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (0.05)

وفيما يخص مستويات نبات البسلة أعطت قيم المستوى الخامس أقل فرق معنوي وبلغ متوسط المساحة الورقية للنباتين 1776.6 و1623.2 سم^2 ففي نبات الفول البلدي أعطت قيم المستوى الخامس أقل فرق معنوي في حين لا توجد فروق معنوية بين قيم المستويات من الأول إلى الرابع وفيما يخص مستويات نبات البسلة فلا توجد فروق معنوية بين قيم المستوى الأول والثاني والثالث مع قيم المستوى الرابع والخامس وأعطت قيم المستوى الخامس أقل فرق معنوي، وبلغ عدد الأوراق 78.3، 58.4 ورقة لنباتي الفول البلدي والبسلة على التوالي. ففي نبات الفول البلدي توضح النتائج أن قيم المستوى الأول أعطت قيمًا معنوية أعلى، يلي ذلك قيم المستويين الثاني والثالث فالمستوى الرابع ثم الخامس، وفيما يخص مستويات نبات البسلة فأعطت قيم المستويين الأول والثاني

فروقًا معنوية أعلى يلي ذلك قيم المستوى الثالث فقيم المستويين الرابع والخامس. وأعطت متوسطات نسب الانخفاض لعدد الأوراق ومساحتها في نبات الفول البلدي فروقًا معنوية أعلى مقارنة بنبات البسلة كما في الجدول (1ب).

يوضح الجدول (2أ) نتائج تأثير غاز الأوزون الضار على مظاهر الإصابة.

جدول رقم (2)

تأثير غاز الأوزون على (أ) متوسط درجات الإصابة في أوراق نباتي الفول البلدي والبسلة (ب) ومتوسط نسب الانخفاض في المستويات من 2–5 مقارنة بالمعاملة الضابطة

الأنواع النباتية	(أ)												
	صفر		1		2		3		4				
مستويات الغاز	الفول البلدي	البسلة	الفول البلدي	البسلة	الفول البلدي	البسلة	الفول البلدي	البسلة	الفول البلدي	البسلة			
1	0.02±98.7a	0.1±97.0a	0.1±0.5d	0.1±0.6c	0.1±0.5c	0.1±0.6d	0.1±0.50d	0.1±0.6a	0.01±0.50a	0.10±0.6a			
2	8.1±70.1b	8.9±69.5b	7.5±16.5a	6.9±16.2b	1.8±2.0b	0.9±1.8c	0.9±1.7c	1.1±1.7c	0.1±0.50a	0.10±0.60a			
3	11.8±63.2c	9.1±68.2b	6.2±13.6b	7.2±17.2ab	1.8±17.2ab	2.1±6.8b	2.1±2.8b	1.9±2.5b	0.1±0.50a	0.05±0.7a			
4	11.8±63.2c	13.9±59.3c	6.2±14.0b	7.8±8.0a	2.5±7.5a	2.1±6.8b	2.1±2.8b	1.9±2.5b	0.1±0.50a	0.0±0.7a			
5	12.2±60.7d	15.2±55.8d	4.8±11.9c	19.7±18.2a	2.3±7.6a	2.9±8.4a	2.7±7.4a	2.5±3.1a	0.1±0.50a	0.10±0.60a			
LSD0.05	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1			
المتوسط	10.8±74.5a	12.4±72.1b	6.2±9.8b	7.7±12.1a	2.2±3.0a	2.1±3.1a	1.7±2.1a	1.4±1.8b	0.1±0.70a	0.10±0.60a			
(ب)													
نسبة الانخفاض	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05	
	66.3a	63.3b	1.1	14.0b	17.4a	1.04	4.8a	4.7b	3.4	3.5a	2.3b	0.6	0.11

علمًا بأن الانحراف المعياري (±) والمتوسطات التي تحمل نفس الحروف لا تختلف معنوياً عن بعضها البعض باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (0.05).

بلغ نسبة أعداد الأوراق السليمة في نباتي الفول البلدي والبسلة 74.5٪، 82.1٪، وبلغ متوسط نسبة الإصابة في نباتي الفول البلدي 9.8، 3، 2.1، 0.7٪ والبسلة 12.1، 3.1، 1.8، 0.6٪ على التوالي، في المستويات من 2 – 5 ولدرجات الإصابة 1، 2، 3، 4 مع وجود فروق معنوية بين نسب الإصابة مع الزيادة في تركيز الغاز في المستويات المختلفة.

ونظرا لوجود قيم منخفضة جدا في المعاملة الضابطة فقد استخدم التحويل الزاوي لمتوسط المستويات من 2- 5 في هذه الحالة حيث لا يمكن إجراء المقارنة. وأوضحت النتائج في الجدول (2 ب) أن نسب متوسط الانخفاض لنبات الفول البلدي في المستويات

من 2 – 5 مقارنة بالضابطة قد أعطت فروقًا معنوية أعلى لدرجات الإصابة صفر، 3 مقارنة بنبات البسلة الذي أعطى فروق معنويًا على لدرجة الإصابة 1.

ب- النمو والإنتاجية

يبين جدول (3أ) نتائج تأثير غاز الأوزون الضار على النمو.

جدول رقم (3)

تأثير غاز الأوزون على (أ) الوزن الجاف لأوراق نباتي الفول البلدي والبسلة (جم) (ب) متوسط نسب الانخفاض في المستويات من 2 – 5 مقارنة بالمعاملة الضابطة ٪

الأنواع النباتية / مستويات الغاز	(أ) الفول البلدي	البسلة
1	16.1±36.5a	14.83±30.5a
2	15.42±2.3b	8.02±22.8b
3	15.93±26.6c	6.57±18.7c
4	9.99±17.8d	2.28±15.6d
5	7.83±14.9e	5.15±14.3e
LSD0.05	2.01	1.7
المتوسط	15.13±25.0a	10.58±20.4

(ب)			
نسبة الانخفاض	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05
	42.1a	39.3b	2.9

علمًا بأن الانحراف المعياري (±) والمتوسطات التي تحمل نفس الحروف لا تختلف معنوياً عن بعضها البعض باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (0.05).

إذ بلغ متوسط الوزن الجاف لأوراق نباتي الفول البلدي والبسلة 25 و20.4 جم على التوالي، مع وجود فروق معنوية بين جميع المستويات (المستوى الأول وحتى الخامس) مع الزيادة في تركيز الغاز. مع عدم وجود فروق معنوية بين قيم متوسطات نسب الانخفاض في المستويات من 2 – 5 للنباتين جدول (3ب).

أوضحت النتائج جدول (4أ) أن متوسط معدل النمو النسبي للأوراق الجافة لنباتي الفول البلدي والبسلة بلغ 1.2٪ و1.12٪على التوالي.

جدول رقم (4)

تأثير خمسة مستويات من غاز الأوزون على (أ) متوسط معدل النمو النسبي للأوراق الجافة لنباتي الفول البلدي والبسلة (ب) متوسط نسب الانخفاض في المستويات من 2–5 مقارنة بالمعاملة الضابطة ٪

الأنواع / المستويات	(أ)	
	الفول البلدي	البسلة
1	1.31a±1.16	1.30a±1.14
2	1.27a±0.87	1.17b±1.20
3	1.28a±0.83	1.08bc±0.99
4	1.13b±0.59	1.05bc±0.63
5	1.06b±0.60	0.99c±0.84
LSD0.05	0.1	0.01
المتوسط	1.21a±0.80	1.12b±0.92

(ب)			
نسبة الانخفاض	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05
	9.9b	16.9a	0.4

علمًا بأن الانحراف المعياري (±) والمتوسطات التي تحمل نفس الحروف لا تختلف معنوياً عن بعضها البعض باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (0.05).

أوضحت نتائج نبات الفول البلدي وجود فروق معنوية بين قيم المستوى الأول والثاني والثالث وقيم المستوى الرابع والخامس، كما توضح نتائج نبات البسلة وجود فروق معنوية بين قيم المستوى الأول والمستويات الأخرى وكذلك قيم المستوى الثاني وقيم المستوى الخامس.

وتوضح النتائج في الجدول 4 ب أن متوسط نسب الانخفاض لنبات البسلة في المستويات من 2 – 5 مقارنة بالمعاملة الضابطة أعطى فروقًا معنوية أعلى مقارنة بنبات الفول البلدي.

يوضح الجدول (5أ) نتائج تأثير غاز الأوزون الضار على الإنتاجية النباتية.

جدول رقم (5)

تأثير خمسة مستويات من غاز الأوزون على (أ) عدد ووزن البذور في نباتي الفول البلدي والبسلة (ب) متوسط نسب الانخفاض في المستويات من 2–5 مقارنة بالمعاملة الضابطة ٪

الأنواع النباتية / مستويات الغاز	(أ) عدد البذور		(أ) وزن البذور (جم)	
	الفول البلدي	البسلة	الفول البلدي	البسلة
1	217.3a±2.5	200.0a±10.0	72.3a±3.2	66.0a±4.0
2	209.0a±19.9	186.0ab±11.6	69.3a±6.7	48.7b±2.3
3	181.7b±7.6	183.3ab±5.8	66.0a±6.0	45.7b±2.1
4	146.7c±3.5	173.0±6.1	54.0b±2.0	40.0c±3.0
5	123.3d±2.9	103.3c±15.3	41.3c±2.3	25.4d±2.2
LSD0.05	14.3	18.9	8.1	5.1
المتوسط	175.6a±37.8	169.3a±36.3	60.6a±12.5	45.2b±13.8

(ب)

نسبة الانخفاض	الفول البلدي	البسلة	LSD 0.05	الفول البلدي	البسلة	LSD
	24.0a	19.2a	5.88	20.3b	39.5a	4.77

علمًا بأن الانحراف المعياري (±) والمتوسطات التي تحمل نفس الحروف لا تختلف معنوياً عن بعضها البعض باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (0.05).

بلغ متوسط عدد البذور لنباتي الفول البلدي والبسلة 175.6 و169.3 بذرة على التوالي وفيما يخص مستويات نبات الفول البلدي فأعطت قيم المستوى الأول والثاني فروقًا معنوية أعلى يلي ذلك قيم المستوى الثالث ثم المستويين الرابع والخامس أما في نبات البسلة فأعطت قيم المستوى الأول فروقًا معنوية أعلى من المستويات الأخرى. كما أوضحت النتائج في الجدول (5أ) أن متوسط وزن البذور الجافة لنباتي الفول البلدي والبسلة بلغ 60.6 و45.2 جم، وفيما يخص مستويات الفول البلدي فأعطت قيم المستويات الأول والثاني والثالث قيما معنوية أعلى يلي ذلك قيم المستوى الرابع

فالخامس وفي البسلة أعطت قيم المستوى الأول فروقًا معنوية أعلى يلي ذلك المستويان الثاني والثالث فقيم المستوى الرابع ثم الخامس وتوضح النتائج في الجدول (5ب) الخاص بنسب الانخفاض وجود فروق معنوية لمتوسط نسب الانخفاض لنبات البسلة في المستويات من 2 – 5 مقارنة بالمعاملة الضابطة لوزن البذور الجاف.

المناقشة:

أكد عدد من الباحثين أن تعرض النباتات لغاز الأوزون الحاد والمزمن يؤدي إلى خفض في عملية البناء الضوئي والتنفس وتغيير في توزيع المحتوى الكربوني وبالتالي تغير في الشكل الظاهري وإنتاج المادة من الكتلة الحيوية (Zhang *et al*., 2001 and Biswas *et al*., 2008). كما أكدوا تبايناً في مدى استجابتها للتغير لتركيزات مختلفة من غاز الأوزون حسب نوع النبات وأطوار نموه، وأشار (Morgan *et al*., 2003) أن معدل النمو يكون أكبر في نباتات المحاصيل عنه في نباتات الأشجار، حيث وصلت نسبة النمو في نباتات المحاصيل إلى 30٪ بينما في الأشجار وصلت النسبة إلى 13٪.

أن معدل النمو ينخفض بنسب أكبر في نباتات المحاصيل وهذا يتفق مع نتائج الدراسة حيث أدى التعرض للغاز إلى خفض في الصفات الظاهرية (عدد الأوراق ومساحتها وطول النبات) وفي الدراسة الحالية أدى تعرض النباتات لمستويات مرتفعة ومستمرة من غاز الأوزون إلى انخفاض معنوي في عدد الأوراق وفي مساحتها ويزداد التأثير المعنوي للغاز مع الزيادة في تركيز الغاز حسب الموقع، وأظهر نبات الفول البلدي حساسية أعلى للغاز مقارنة بنبات البسلة وبالنسبة لعدد الأوراق فظهر التأثير المعنوي للغاز عند المستوى 61 جزءا بالبليون (الجامعة)، وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Keutgen *et al*., 2005, Elagöz and Manning, 2005 and Bou Joude *et al*., 2008 على نبات البرسيم والفاصوليا والفراولة.

أما بالنسبة لاستجابة المساحة الورقية للأوزون فظهر التأثير المعنوي للنباتين عند مستوى التركيز 77 جزءا بالبليون (المناخ). ويتفق هذا مع ما وجده (Elagöz and Manning, 2005 and Bou Joude *et al*., 2008) على نباتات البرسيم والفاصوليا والفراولة والبنجر.

تعتمد الإصابة المرئية على تركيز وفترة تعرض النباتات للغاز بالإضافة إلى النوع النباتي والظروف البيئية السائدة (Madkour and Laurence, 2002, El-Katib, 2003, and Burkey *et al*., 2005)، وقد عزا (Elkiey and Ormord, 1979) الإصابة المرئية إلى فقدان الخلايا المصابة لمحتواها المائي نتيجة لتلف الغشاء الخلوي وتظهر الإصابة المرئية على هيئة بقع مصفرة Chrlorosis نتيجة لتحطم صبغة الكلوروفيل يتبعها إصابة أو موت الخلايا يتبعها التقرح (Guidi *et al*., 2000) وأوضحت الدراسة أن هذه الآثار تبدأ في بداية مرحلة النمو الخضري وتزداد مع التقدم في عمر النبات حيث بدأت باصفرار الأوراق ثم تبرقشها مع وجود بقع حمراء أو بيضاء وانخفاض في حواف الأوراق. وفي الدراسة الحالية انعكست آثار مستويات الأوزون المرتفعة على الإصابة المرئية للنبات ففي المستويات المنخفضة من الغاز كان عدد الأوراق السليمة مرتفعًا ونسبة المساحة المصابة من الورقة منخفضًا والعكس في المستويات المرتفعة من الغاز حيث كان عدد الأوراق السليمة منخفضًا ونسبة المساحة المصابة مرتفعًا، وأعطى نبات الفول البلدي فروقًا معنوية أعلى مقارنة بنبات البسلة، وظهر التأثير المعنوي للغاز على النباتين عند المستوى 61 جزءا بالبليون (الجامعة). إن الاستجابة المنخفضة للغاز للنباتين تتفق مع ما وجده كل من(Madkour and Laurence, 2002) على الأنواع المتحملة من *Vicia faba*، *Lactuca sativa*.

أشار Ashmore (2002) إلى أن تركيز الأوزون الجوي الواقع بين 40 – 60 جزءا بالبليون كافٍ لإحداث انخفاض في الكتلة الحيوية وإنتاج الحبوب. كما أكد عدد من الباحثين (Hacour *et al*., 2002 and Bindi *et al*., 2002) أن النسبة الأكبر تحدث في أطوار النمو المتأخرة. وعلل Tingey *et al*. (2002) ذلك بأنه يعود للتأثيرات التراكمية للغاز على الأوراق المعرضة مما يؤدي إلى ظهور علامات الشيخوخة المبكرة والتي تقود إلى خفض المساحة الورقية وعدد الأوراق وبالتالي تؤدي إلى انخفاض الكتلة الحيوية للنبات، ففي الدراسة الحالية أدى تعرض النباتات لمستويات مرتفعة ومستمرة من الغاز إلى انخفاض معنوي في الكتلة الحيوية للورقة والنبات، وظهر التأثير المعنوي

للغاز على النباتين عند المستوى 61 جزءا بالبليون (الجامعة)، وهذه النتائج تتفق مع ما وجده Heagle *et al*. (2002) و Temple *et al*. (1988).

وكذلك أدى التعرض لمستويات مرتفعة من غاز الأوزون إلى انخفاض الإنتاج البذري معنوياً من حيث العدد والوزن، ويزداد الانخفاض المعنوي مع الزيادة في مستوى الغاز، وأظهر نبات البسلة حساسية أعلى للغاز لصفة وزن البذور الجافة مقارنة بنبات الفول البلدي، وظهر التأثير المعنوي للغاز لعدد البذور لنبات الفول البلدي عند المستوى 71 جزءا بالبليون (طريق الملك فهد) وعلى نبات البسلة عند المستوى 61 جزءا بالبليون (الجامعة)، وبالنسبة لوزن البذور فظهر التأثير المعنوي على نبات الفول البلدي عند المستوى 77 جزءا بالبليون (المناخ) وعلى نبات البسلة عند المستوى 61 جزءا بالبليون (الجامعة). إن الاستجابة المنخفضة للغاز للنباتين يتفق مع ما وجده Flowers *et al*. (2007) لصنف الفاصوليا المتحمل R123 وكذلك ما وجده Pleijel *et al*. (2006) على نبات القمح إذ ظهر التأثير المعنوي للغاز لمعدل النمو النسبي للوزن الجاف للورقة على نبات الفول البلدي عند المستوى 77 جزءا بالبليون (المناخ) وعلى نبات البسلة عند المستوى 61 جزءا بالبليون (الجامعة)، وتتفق هذه النتائج مع ما وجده Cardoso-Vilhena *et al*. (2004) على نبات القمح الربيعي.

يتضح من هذه الدراسة أن تعرض نباتي الفول البلدي والبسلة لمستويات مختلفة من غاز الأوزون الجوي الضار له تأثيرات سلبية على الشكل الظاهري والنمو والإنتاج لكلا النباتين إذ تختلف درجة التأثير حسب درجة التعرض للغاز، وبمقارنة نسب الانخفاض للصفات المدروسة في المستويات من 2- 5 مقارنة بالمعاملة الضابطة يلاحظ أن نبات الفول البلدي قد أظهر حساسية أعلى للغاز لصفات مساحة وعدد الأوراق ودرجة الإصابة صفر وثلاثة فيما أظهر نبات البسلة حساسية أعلى للغاز لصفات درجة الإصابة واحد ومعدل النمو النسبي ووزن البذور.

التوصيات:

من أهم التوصيات المبنية على نتائج الدراسة ما يلي:

أولاً: إمكانية استخدام النباتات موضوع الدراسة كمؤشرات حيوية للدلالة على التلوث بغاز الأوزون.

ثانيًا: الحاجة الماسة لسن قوانين وتشريعات تمكن من خفض انبعاث الغازات الملوثة في مدينة الرياض، وإلزام المؤسسات المصدرة للتلوث الثابت والمتحرك بالحد منه عندما يتعدى الحد المسموح به، وإنشاء هيئة تهتم بالشؤون البيئية للحد من التلوث ووضع برنامج متكامل لتحقيق هذا الهدف.

ثالثًا: زيادة المساحات الخضراء داخل المدن وحول مصادر التلوث وإحاطتها بأحزمة خضراء للحد من الملوثات وآثارها.

المراجع:

علي، أكرم عبدالمنعم. اليمني، محمد ناصر. 2008. التغيرات الظاهرية في نبات الفول تحت تأثير ملوثات الهواء الغازية في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، المجلة السعودية لعلوم الحياة، 15(3)139- 145.

المحيسن، إبراهيم عايد. 2011، تأثير الأوزون الجوي على أربعة من نباتات المحاصيل في مدينة الرياض. رسالة دكتوراة، كلية العلوم، جامعة الملك سعود.

المركز الوطني للأرصاد وحماية البيئة. 2009. الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، المملكة العربية السعودية.

المويهي، محمد عبدالرحمن. 2010. تأثيرات الأوزون وثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين وحمض الإسكوربيك على ستة من نباتات المحاصيل في مدينة الرياض. رسالة دكتوراة، كلية العلوم، جامعة الملك سعود.

Ashmore, M. R. 2002. Effects of antioxidants at the whole plant and community level. In: Bell, J.N.B., Treshow, M. (Eds.), Air Pollution and Plants. John Wiley, London, UK. pp. 89–118.

Bindi, M., Hacour, A., Vandermeiren, K., Craigon, J., Ojanpera, K., Selld´en, G., Högy, P., Finnan, J. and Fibbi, L. 2002. Chlorophyll concentration of potatoes grown under elevated carbon dioxide and/or ozone concentrations. Eur. J. Agron. 17: 319–335.

Biswas, D.K., Xu, H., Li, Y.G., Sun, J.Z., Wang, X.Z., Han, X.G., and Jiang, G.M. 2008. Genotypic differences in leaf biochemical, physiological and growth responses to ozone in 20 winter wheat cultivars released over the past 60 years. Global Change Biology. 14: 46–59.

Bou Joudé, M., Katerji, N., Mastrorilli and M., and Rana, G. 2008. Analysis of the ozone effect on soybean in the Mediterranean region II. The consequences on growth, yield and water use efficiency. Europ. J. Agronomy. 28: 519–525.

Burkey K. O., Miller J. E and Fiscus, E.L. 2005. Assessment of Ambient Ozone Effects on Vegetation Using Snap Bean as a Bioindicator species. Journal of Environmental Quality. 34: 1081-1086.

Butler, L.K., and Tibbits, T.W., 1979. Stomatal mechanisms determining genetic resistance to ozone in *Phaseolus vulgaris* L, J. Am. Soc. Hort. Sci. 104: 211-213.

Cardoso-Vilhena, J., Balaguer, L., Eamus, D., Ollerensham, J., and Barnes. J., 2004. Mechanisms underlying the amelioration of O_3- induced damage by elevated atmospheric concentrations of CO_2. Journal of Experimental Botany. 55: 771-781.

Chaung, Y. and Yu, M. R. 2001. Correlation between zone resistance and relative chlorophyll florescence or relative stomata conductance of bedding plants. Botanic Bulletin of Academic Sinica. 42: 265-272.

Elagöz , V. and Manning, W. J., 2005. Responses of sensitive and tolerant bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to ozone in open-top chambers are influenced by phenotypic differences, morphological characteristics, and the chamber environment. Environmental Pollution. 136: 371-383.

El-Khatib A. A. 2003. The response of some common Egyptian plants to ozone and their use as biomonitors. Environmental Pollution. 124: 419–428.

Elkiey, T. and Ormrod, D.P. 1979. Ozone and/or sulphur dioxide effects on tissue permeability of petunia leaves. Atmospheric Environment. 13: 1165–1168.

Findley, D.L., Keever, G.J., Chappelka, A.H., Gilliam, C.H., and Eakes, D.J. 2006. Differential response of buddleia (*Buddleia davidii* Franch.) to ozone. Environ. Pollut. 98:105-111.4

Finnan, J.M., Burke, J.I. and Jones, M.B. 2007. A time concentration study of the effect of ozone on spring wheat. 3: Effects on leaf area and flag leaf senescence. Agric. Ecosys. Envir. 69: 27-35

Flowers, M. D., Fiscus, E. L., Burkey, K. O., Booker, F. L., and Dubois, J.J.B., 2007. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence, and yield of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in sensitivity to ozone. Environmental and Experimental Botany. 61: 190–198.

Guidi, L., Di Cagno, R. and Soldatini, G.F. 2000. Screening of bean cultivars for their response to ozone as evaluated by visible symptoms and leaf chlorophyll fluorescence. Environ. Pollut. 107: 349–355.

Hacour, A., Craigon, J., Vandermeiren, K., Ojanpera, K., Pleijel, H., Danielsson, H., H¨ogy, P., Finnan, J. and Bindi, M., 2002. CO_2 and ozone effects on canopy development of potato crops across Europe. Eur. J. Agron. 17: 257–272.

Heagle, A.S., Miller, J.E., Burkey, K.O., Eason, G., and Pursley,W.A. 2002. Growth and yield responses of snap bean to mixtures of carbon dioxide and ozone. J. Environ. Qual. 31: 2008–2014.

Hunt, Roderich. 1982. Plant growth curves, the functional approach to plant growth analysis. University park press. USA.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 881pp (ISBN 0521 807670).

Keutgen, A. J., Noga, G. and Pawelzik, E. 2005. Cultivar-specific impairment of strawberry growth, photosynthesis, carbohydrate and nitrogen accumulation by ozone. Environmental and Experimental Botany. 53: 271–280.

Krupa, S.V., Kickert, R.N. and JaÈ ger, H.-J., 1998. Elevated Ultraviolet (UV)-B Radiation and Agriculture. Springer, Heidelberg and Landes Bioscience, Georgetown, TX.

Krupa, Sagar V., and Hans-Jurg Jäger. 1996. Global climate change and agricultural production. Direct and indirect effects.7-Adverse effects of elevated levels of ultraviolet (UV)-B radiation and ozone (O_3) on grape growth and productivity. FAO corporate document repository.

Laurence, J. A. and Andersen, C. P. 2003. Ozone and natural systems: understanding exposure, response, and risk. In: Heck, W. W., Chappelka, A. H. W., Hunt, F., Innes, J. L., and Unsworth, M. (eds.) Future directions in air quality research. Ecological, atmospheric, regulatory-policy-economic and educational issues. Proceedings of a conference, Research Triangle Park, North Carolina, USA. 12-15 February 2001.

Madkour, S. A. and Laurence, J.A. 2002. Egyptian plant species as new ozone indicators. Environmental Pollution. 120: 339–353.

Mandl, R. H., Weintein, L. H., McCone, D. L., and Kerny, Y. M. 1973. A cylindrical open-topped chamber for exposure of plants to air pollutants in the field. J. Environ. Qual. 2: 371-6.

Mills, G., Fumagalli, I., Gimeno, B. S., Velissariou, D., and De Temmerman, L. 2001. Evidence of ozone-induced adverse effects on crops in the Mediterranean region. Atmospheric Environment. 35: 2583-2587.

Morgan, P.B., Ainsworth, E.A. and Long, S.P. 2003. How does elevated ozone impact soybean: Ameta-analysis of photosynthesis, growth, and yield. Plant Cell Environ. 26: 1317–1328.

Pleijel, H., Berglen, A., Danielsson, H., Bondesson, N. and Selld'en, G. 2006. Differential ozone sensitivity in an old and a modern Swedish wheat cultivar – grain yield and quality, leaf chlorophyll and stomatal conductance. Environmental and experimental botany. 56: 63-71.

Reich, P. B. and Amundson, R.G., 1985.Ambient levels of ozone reduce net photosynthesis in tree and crop species, Science. 230: 566-570.

Sandermann, H.; Ernst, D.; Heller, W. and Langebartels, C. 1998. Ozone; An abiotic elicitor of plant defense. Trends in plant science. 3(2): 47-50.

Sawyer, R.F.; Harley, R.A.; Cadle, S.H.; Norbeck, J.M.; Slott, R. and Bravo, H.A. 2000. Mobile sources critical review: 1998 NARSTO assessment. Atmos. Environ., 34:2161-2181.

Temple, P. J., Kupper, R. S., Lennox, R. W., and k. Rohr. A 1988. Physiological and growth responses of differentially irrigated cotton to ozone. Environ. Pollut. 53: 255-263.

Tingey, D. T., Robecap, K. D., Lee, E. H., Hogslt, W. E. and Gregg, J. W. 2002. Pod development increases the ozone sensitivity of *Phaseolus vulgaris*. Water air soil pollut. 139: 325-341.

Zhang, J., Ferdinand, J.A., Vanderheyden, D.J., Skelly, J.M. and Innes, J.L., 2001.Variation of gas exchange within native plant species of Switzerland and relationship with ozone injury: an open-top experiment. Environmental Pollution. 113: 177-185.

Harmful Effect of Ambient Ozone on Phenotype, Growth and Productivity of *Vicia Faba,* and *Pisum Sativum* in Riyadh City, Kingdom of Saudi Arabia

Ibrahim A. Al-Muhaisen[(1)] and Mohammad N. AlYmemeni[(2)]

[(1)] Faculty of Science and Humanity Studies, Shaqra University, Alqwaiaiah
[(2)] Department of Botany and Microbiology, College of Science,
King Saud University, Riyadh, KSA

Abstract:

Ozone (O_3) is one of the most phytotoxic pollutants with deleterious effects on living and nonliving components of Ecosystems. It reduces growth and yield of many crops as well as alters the physiology and crop quality.

The present study described series of experiments to investigate the effects of different ambient levels of O_3 depending at different locations with proximity to pollutant source and ranged between 17 ppb/h in control experiment to 112 ppb/h in industrial area, respectively.

The ambient levels in three locations (King Saud University botanical garden, King Fahd Rd, and Almanakh Garden) were 61, 61, 77 ppb/h respectively. Two legume crop species (*vicia vaba* L; and *Pisum sativum*) differ in their phenology and sensitivity were used.

The results showed a significant negative effect for ozone on morphology, number of injured leaves, growth and productivity with a difference in the degree of response depending on the plant type. *Visia faba* showed sensitivity to ozone for leaf number, leaf area and the degree of injury leaves 3. *Pisum sativum* showed higher sensitivity for the gas for degree of injury 1 along with the relative growth rate and seed weight. It turns out that there is no significant difference between the two plants in plant height and number of seeds.

Key Words: growth, Legumes, Ozone, Productivity, Resistance, Riyadh.