International Multilingual Journal of Science and Technology (IMJST)
ISSN: 2528-9810
Vol. 6 Issue 6, June - 2021

أثر التدخين بغاز ثاني أكسيد الكبريت على بعض الصفات الظاهرية لبادرات القمح والشعير

The Effect of Smoking with Sulfur Dioxide Gas on some Phenotypic Characteristics of Wheat and Barley Seedlings

فتحي علي الطاهر البوعيشي
قسم النبات ، كلية العلوم ، جامعة الزاوية
Email: fathi.elpoashi@zu.edu.ly

الملخص Abstract:

تم في هذا البحث دراسة تأثير دخان غاز SO2 بتركيزات (2 ppm، 4، 6) على نبات القمح وصنف (بحوث 208) والشعير صنف (اكساد 175). بهدف دراسة الأعراض المرئية للتلوث بالغاز على بعض الصفات الظاهرية للنباتين. وأجريت عملية التدخين للبادرات بعد14 يوم من الزراعة، بتراكيز (2ppm, 4ppm, 6ppm), وتم قياس أطوال النباتات وعدد الأوراق ومساحة الورقة، واخذ الوزن الجاف بعد 23 يوم من الزراعة، وتم إجراء تحليل إحصائي باستخدام اختبار F وتحليل التباين الثنائي وإجراء المقارنات بين متوسطات المعاملات عند مستوى معنوية 5%، حيث أظهرت النتائج وجود فروق معنوية في متوسط مساحة الورقة بين التراكيز عند نبات القمح، كما أدى تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت إلى تباطأ نمو المجموع الخضري لنبات القمح في العينات المعاملة بالغاز حيث تبين وجود ارتباط معنوي بين العينة الضابطة والعينات المعاملة بتركيز (2ppm, 4ppm) كما تبين عدم وجود فروق معنوية في متوسط طول النبات بين نبات القمح ونبات الشعير عند التركيز (6ppm). كما تبين أن زيادة التركيز يقلل من طول النباتين. كما تبن ان زيادة التركيز يقلل من عدد الأوراق، وأن نسبة الضرر في الأوراق قد ارتفعت في أوراق القمح بازدياد تركيز الغاز من (3ppm) إلى (4ppm) كما اتضح ان الوزن الجاف للشعير أقل منه مقارنة بنات القمح، وأن القمح أكثر تأثراً بالغاز.

الكلمات المفتاحية: Sulfurdioxide, Fumigation, Barley, Wheat Chlorotic areas,

المقدمة:

يُشكل التلوث تهديداً حقيقياً للبيئة الحيوية، نتيجة زيادة النمو الصناعي، والإهمال المتنامي في التقنيات المستخدمة في حماية البيئة الطبيعية والمحاصيل الزراعية، ويعتبر ثاني أكسيد الكبريت من أهم العناصر الكيميائية الضارة لمحصولي القمح والشعير وكذلك المحاصيل الزراعية الأخرى.

خُصِص هذا البحث لدراسة تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت على بعض الظاهرية لنباتي القمح والشعير، لما لهذا الغاز من تأثير مباشر على هذه النباتات والعديد من النباتات الأخرى كما يؤثر على إنتاجيتها (أبومريفة وندى، 2005)، وهذا أمر خطير، حيث تعاني المناطق القريبة من محطات الطاقة ومصافي البترول من تلوث الهواء والتربة والمياه بالعناصر الكيميائية والتي من أهمها الكبريت محور البحث الرئيسي (عفيفي، 2000). وتتحصل الدول الصناعية والدول النامية -على حد السواء- على نسبة مرتفعة من الغاز كما يبين الجدول رقم (1)، حيث يكثر في أجواء صناعات البترول والتعدين وحرق الوقود المحتوي على الكبريت خاصة الفحم الحجري ومشتقات البترول مثل الكيروسين المستعمل في التدفئة المنزلية وفي محطات توليد الطاقة الكهربائية.

جدول (1) توزيع غاز ثاني أكسيد الكبريت في العالم (1992) (بالمليون طن)

الدول النامية	شرق أوروبا وروسيا	الدول الصناعية
20	1.29	39.9

المصدر: (حسين، 2010).

ويحتوي هواء المدن من 5- 20% من حامض الكبريتيك الذي يلامس الأرض محدثا اتلافا للنباتات واتلافا لحجارة الابنية (حاتوع ومحمد، 1995).

والأضرار التي تحدث للنباتات نتيجة التعرض لهذا الغاز هي أضرار موضعية وليست جهازية (حاتوع ومحمد، 1995)، حيث تمتص أوراق النبات الغاز من خلال النسيج المتوسط عبر الثغور، وحينما يمتص فإنه يتأكسد إلى ثالث أكسيد الكبريت، وبالتالي يتحول إلى حمض كبريتوز، ووجد أن سمية الكبريتيت تزيد عن الكبريتات 30 مرة، ويبدو أن الأثر السام لغاز SO2 يتسبب أساساً عن تأكسد واختزال الكبريتيت، وزيادة تركيز SO2، وتعمل على تراكم أيون الكبريتيت ومن ثم يحدث موت للخلايا، وعلى هذا فإن الضرر الناتج للأوراق يتوقف على كمية الغاز الممتص أكثر مما يتوقف على تركيز الغاز في الهواء الجوي (إدوارد، 2014).

وتمتص أوراق النبات الغاز من خلال النسيج المتوسط عبر الثغور، وحينما يمتص فإنه يتأكسد إلى ثالث أكسيد الكبريت، وبالتالي يتحول إلى حمض كبريتوز، ووجد أن سمية الكبريتيت تزيد عن الكبريتات 30 مرة، ويبدو أن الأثر السام لغاز SO2 يتسبب أساساً عن تأكسد واختزال الكبريتيت، وزيادة تركيز SO2، وتعمل على تراكم أيون الكبريتيت ومن ثم يحدث موت للخلايا، وعلى هذا فإن الضرر الناتج للأوراق يتوقف على كمية الغاز الممتص أكثر مما يتوقف على تركيز الغاز في الهواء الجوي (إدوارد، 2014). في هذا البحث سوف يتم دراسة الأعراض المرئية للتلوث ثاني أكسيد الكبريت على بعض الصفات الظاهرية لنباتي القمح والشعير.

المواد وطرق البحث:

المواد المستخدمة:

أصص بلاستيك- تربة طبيعية- تربة تحتوي على سماد عضوي- هود من البلاستيك المقوى- بادرات قمح- بادرات شعير- ماء- كلوركس- مراوح- مسطرة cm- منضدة- حامض الهيدروكلوريك المركز- كبريتات الصوديوم (ابومريفة، وندى، 2006).

المادة النباتية: عينة الدراسة

تم اختيار بذور نبات القمح صنف (بحوث 208)، والشعير صنف (أكساد 176).

طريقة العمل:

التدخين بغاز So_2:

أجريت عملية التدخين التي استمرت 105 دقائق لكل معاملة في غرفة خاصة من البلاستيك أبعادها 120 سم× 60 سم×45 سم، ولضمان توزيع الهواء داخل غرفة التدخين توزيعاً متجانساً تم تزويد الغرفة بمروحتين صغيرتين على جانبيها (ابو مريفة، وندى، 2006).

حساب تركيز الغاز:

تم الحصول على التركيزات المطلوبة من غاز SO_2 من قسم الكيمياء بكلية العلوم بجامعة الزاوية، حيث استخدمت التركيزات 2، 4، 6 جزء من المليون ppm (ابومريفة، وندى، 2005).

طريقة التدخين بالغاز:

تمت العملية بوضع طبق زجاجي في منتصف غرفة التدخين تحتوي على الوزن المطلوب من كبريتات الصوديوم ($Na\ So_3$)، وزعت العينات داخل الغرفة ثم أضيف حجم معلوم من حمض الهيدروكلوريك (H CL) من خلال فتحة في الصندوق ثم أغلقت سريعاً، وأديرت المراوح على فترات قصيرة خلال فترة التدخين. (ابو مريفة، وندى، 2005).

تحضير البادرات:

- استخدمت أصص بلاستيكية بقطر14سم وعمق12سم. وخليط بنسبة (5:4) تربة طبيعية الى تربة تحتوي على دبال، وملئت الأصص بطريقة متساوية من التربة.
- اختيرت البذور المتجانسة حجما ولونا وذات قصرة خالية من التجاعيد.
- عقمت البذور بمادة الكلوركس المخفف لمدة دقيقتان، ثم شطفها بالماء المقطر وتجفيفها.
- قسمت التجربة إلى خمسة مكررات للقمح، وخمسة مكررات للشعير.
- زرعت البذور عند عمق 1-2سم بمعدل 15 بذرة لكل أصيص.
- بعد أسبوع خففت البادرات إلى عشر متماثلة تقريباً في كل أصيص.
- تم ري البذور بكمية متساوية من الماء – كل ثلاثة أيام مرة- وتركت لتنمو في درجة حرارة الغرفة واضاءة طبيعية.
- أجريت عملية التدخين للبادرات بعد14 يوم، وتركت العينة الضابطة تحت نفس الظروف دون معاملة بالغاز.
- أعيدت النباتات بعد إجراء عملية التدخين لتنمو في نفس الظروف التي نمت فيها لمدة 23 يوم، وملاحظة التأثيرات الظاهرية على النباتات،
- تم قياس أطوال النباتات وعدد الأوراق ومساحة الورقة بعد 23 يوم من الزراعة
- وضعت العينات في الفرن على درجة 73 مئوية لمدة 3 ايام. ثم أُخذ الوزن الجاف للعينات بعد طحنها بواسطة الهاون.
- تحليل النتائج إحصائيا باستخدام قيم "F "test عن طريق تحليل التباين الثنائي "Tow way analysis of variance" وأجريت المقارنة بين متوسطات المعاملات لإيجاد أقل فرق معنوي "Least significat difference; L.S.D." عند مستوى معنوية 0.05 .(Snedecor & Cochran.,1989)

النتائج والمناقشة

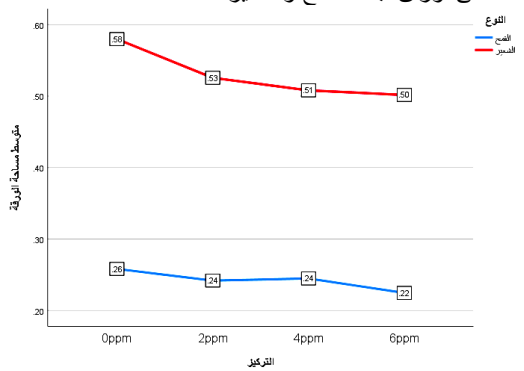
أولاً: التأثيرات الظاهرية لغاز ثاني أكسيد الكبريت على أوراق النبات

بالملاحظة المباشرة بعد التدخين مباشرة أصيبت النباتات بالذبول، ولون الأوراق تغير بعد 24 ساعة من التدخين مع ظهور تأثير مدمر لغاز ثاني أكسيد الكبريت، فقد حدث انعدام في اللون الأخضر واصفرت أجزاء كبيرة من الأوراق، وامتد الضرر من القمة إلى أسفل النصل، ثم أخذت الأوراق في الجفاف في كلا النوعين عند جميع التركيزات، وبمتابعة النباتات لوحظ بعد عشرة وعشرين يومًا من المعاملة أن المساحة المتضررة ظلت ثابتة على الأوراق في النباتين، وكانت هذه المساحة في أوراق الشعير أكبر منها في أوراق القمح، واستعادت النباتات حيويتها بعد عشرين يومًا من المعاملة وكانت الأوراق المسنة أكثر تأثرًا بالتلوث من الأوراق الحديثة. وقد اتفقت نتائج هذه الدراسة من ظهور الأعراض الضارة المرئية على النبات مع ما توصل إليه (Nandi et al., 1990).

جدول (2) مقارنة متوسط مساحة الورقة بين التراكيز عند كل نوع نبات

نوع النبات	التركيز	العدد	متوسط مساحة الورقة	الانحراف المعياري	قيمة F	مستوى الدلالة
القمح	0ppm	50	0.26	0.038	8.127	0.000
	2ppm	50	0.24	0.035		
	4ppm	50	0.24	0.030		
	6ppm	50	0.22	0.033		
الشعير	0ppm	50	0.58	0.060	19.057	0.000
	2ppm	50	0.53	0.049		
	4ppm	50	0.51	0.054		
	6ppm	50	0.50	0.066		

من الجدول رقم (2) بحساب مساحة الأوراق نلاحظ أن التأثير قد تساوى في شدته على أوراق نبات القمح والشعير.



شكل (1): يبين متوسط مساحة أوراق القمح والشعير عند مختلف التراكيز مقارنة بالعينة الشاهدة

يبين الشكل (1) أن أدنى نسبة ضرر في أوراق القمح والشعير قد تحققت عند العينة المعاملة بالتركيز.2ppm وأظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية في متوسط مساحة الورقة بين التراكيز عند نبات القمح، حيث أن زيادة التركيز يقلل من مساحة الورقة، كما تبين وجود فروق معنوية في متوسط مساحة الورقة بين التراكيز عند نبات الشعير، حيث أن زيادة التركيز يقلل من مساحة الورقة. ويمكن تفسير الضرر المرئي على الأوراق الذي سجلته نتائج هذه الدراسة بأنه ناشئ عن نقص اليخضور في أوراق النباتات المعاملة بالغاز (أبو مريفة وندى، 2001) و(Muhamad and Latiff., 1990) وقد تعود الأعراض الضارة على النبات إلى ارتفاع نشاط إنزيم البيروكسيديز والمركبات الفينولية في النباتات المعاملة بالغاز حيث يتفاعل الإنزيم مع الفينولات مما يؤدي إلى تغير في أصباغ اليخضور (Nandi et al, 1990).

أما (Gruber and Luetz., 1992) فقد أرجعا ظهور أعراض الأضرار الظاهرية في أوراق النباتات المعاملة بالغاز إلى حدوث خلل في تركيب البلاستيدات الخضراء لخلايا النسيج الوسطي في الورقة تمثل في تغير تركيب غشاء الثايلاكويدات ونقص في عدد الجرانا وظهور مساحات فارغة في الحشوة.

ثانياً: تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت على طول المجموع الخضري

أدى تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت إلى تباطأ نمو المجموع الخضري لنبات القمح في العينات المعاملة بالغاز، في حين كان التباطؤ أكثر حدة على عينات الشعير المعاملة بالغاز.

جدول (3) مقارنة متوسط طول المجموع الخضري بين نبات القمح والشعير عند كل تركيز

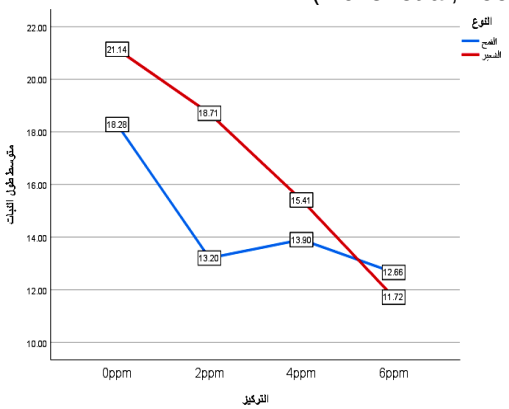
التركيز	نوع النبات	العدد	متوسط طول النبات	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة
0ppm	القمح	50	18.25	3.911	-4.178	0.000
	الشعير	50	21.14	2.847		
2ppm	القمح	50	13.20	2.408	-9.579	0.000
	الشعير	50	18.71	3.271		
4ppm	القمح	50	13.90	3.265	-2.406	0.018
	الشعير	50	15.41	2.998		
6ppm	القمح	50	12.66	2.810	1.953	0.054
	الشعير	50	11.72	1.921		

من الجدول (3) يظهر أن متوسط طول نبات القمح أقل معنوية من متوسط طول نبات الشعير عند التراكيز (0ppm, 2ppm,4ppm)، كما أنه لا توجد فروق معنوية في متوسط طول النبات بين نبات القمح ونبات الشعير عند التركيز (6ppm). كما يتبين وجود ارتباط معنوي بين العينة الضابطة والعينات المعاملة بتركيز (2ppm, 4ppm) ومن هنا يتضح أن التراكيز العالية لها تأثير مباشر على طول النبات. وهذا يتفق مع ما توصل اليه كلا من (أبومريفة، ندى، 2005).

جدول (4) مقارنة متوسط طول المجموع الخضري بين التراكيز عند كل نوع نبات

نوع النبات	التركيز	العدد	متوسط طول النبات	الانحراف المعياري	قيمة F	مستوى الدلالة
القمح	0ppm	50	18.28	3.911	33.176	0.000
	2ppm	50	13.20	2.408		
	4ppm	50	13.90	3.265		
	6ppm	50	12.66	2.810		
الشعير	0ppm	50	21.14	2.847	106.320	0.000
	2ppm	50	18.71	3.271		
	4ppm	50	15.41	2.998		
	6ppm	50	11.72	1.921		

ومن الجدول (4) يتضح وجود فروق معنوية في متوسط طول النبات بين التراكيز عند نبات القمح، حيث أن زيادة التركيز يقلل من طول النبات. كذلك وجود فروق معنوية في متوسط طول النبات بين التراكيز عند نبات الشعير، حيث أن زيادة التركيز يقلل من طول النبات. وتتفق النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة نتيجة الإجهاد التلوثي بغاز ثاني أكسيد الكبريت في القمح والشعير مع النتائج التي سجلها كل من (Muhamad and Latiff, 1990) و(Muller *et al*, 1997).



شكل (2): يبين متوسط طول المجموع الخضري للقمح والشعير عند مختلف التراكيز مقارنة بالعينة الشاهدة

من الشكل أعلاه يتضح أن تأثير الغاز كان أكثر حدة في نباتات الشعير منه في القمح، كما أن النسبة المئوية للضرر ارتفعت عند جميع التركيزات باستثناء التركيز (4pmm) في القمح، وانخفضت هذه النسبة في نبات الشعير عند جميع التركيزات باستثناء التركيز (6ppm) عند ثلاثة وعشرين يومًا من المعاملة.

وتتفق نتائجنا إلى حد بعيد مع ما توصل إليه (عياش *وآخرون*، 2011) في أن التعرض للملوثات الغازية ينعكس سلباً على نمو وطول المجموع الخضري عند نباتات المحاصيل. كما أنه من المتوقع أن SO_2 قد يؤذي الأغشية الحيوية لذلك فإن جزء من الطاقة الحيوية في خلايا النبات تصرف لترميم وإصلاح هذه الأغشية مما يؤدي إلى تباطؤ في معدلات النمو الخضري للنبات (Wang, *et al*, 2005)، من جهة أخرى ينحل جزء كبير من SO_2 في ماء التربة على هيئة محاليل حامضية تتسرب إلى التربة وتعمل على التقليل من نمو القمم الجذرية، وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها (woo, 2009) في تراجع جذور أشجار الغابات في كوريا بفعل الملوثات الغازية.

ثالثاً: تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت على عدد الأوراق في النباتات المدروسة

من الجدول (5) والشكل (3) يتضح أن متوسط عدد أوراق نبات القمح أعلى معنويا من متوسط عدد أوراق نبات الشعير عند التراكيز 2ppm و6ppm. ويعزي الباحث هذا إلى أن القمح أكثر حساسية تجاه الغاز، نتيجة لتكون أحماض مخففة على أسطح الأوراق تتسرب داخل أنسجة النبات عبر الثغور لتسهم في إتلاف الخلايا التي تقع في مسارها (أبومريفة وندى، 2005). كما يبين الجدول أنه لا توجد فروق معنوية في متوسط عدد الأوراق بين نبات القمح ونبات الشعير عند التراكيز (2ppm, 4ppm).

وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Tung *et al*., 1995) من أن هذه الأحماض تستقر داخل أنسجة النبات وتؤثر على جميع صور الحياة فيها.

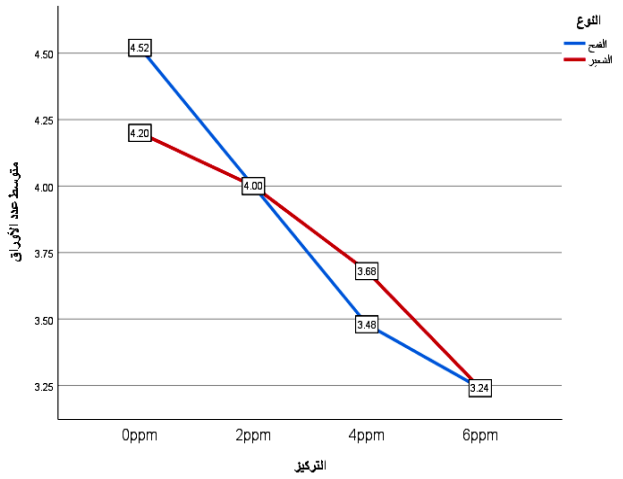
جدول (5) مقارنة متوسط عدد الأوراق بين نبات القمح والشعير عند كل تركيز

التركيز	نوع النبات	العدد	متوسط عدد الأوراق	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة
0ppm	القمح	50	4.52	0.580	2.229	0.028
	الشعير	50	4.20	0.833		
2ppm	القمح	50	4.00	0.833	0.000	1.000
	الشعير	50	4.00	0.833		
4ppm	القمح	50	3.48	0.647	-1.381	0.170
	الشعير	50	3.68	0.794		
2ppm	القمح	50	3.24	0.657	0.000	1.000
	الشعير	50	3.24	0.657		

جدول (6) مقارنة متوسط عدد الأوراق بين التراكيز عند كل نوع نبات

نوع النبات	التركيز	العدد	متوسط عدد الأوراق	الانحراف المعياري	قيمة F	مستوى الدلالة
القمح	0ppm	50	4.52	0.580	34.554	0.000
	2ppm	50	4.00	0.833		
	4ppm	50	3.48	0.646		
	6ppm	50	3.24	0.657		
الشعير	0ppm	50	4.20	0.833	14.330	0.000
	2ppm	50	4.00	0.833		
	4ppm	50	3.68	0.794		
	6ppm	50	3.24	0.657		

من الجدول رقم (6) يتضح وجود فروق معنوية في متوسط عدد الأوراق بين التراكيز عند نبات القمح، حيث أن زيادة التركيز يقلل من عدد الأوراق. وهذا يتفق مع ما توصل إليه (أبومريفة وندى، 2005) أن أعلى نسبة للضرر في الأوراق المعاملة بالتركيز (4ppm). كما تبين وجود فروق معنوية في متوسط عدد الأوراق بين التراكيز عند نبات الشعير، حيث أن زيادة التركيز يقلل من عدد الأوراق. وقد اشارت الدراسة التي قام بها كلا من (أبومريفة والجويزع، 2001) أن نسبة الضرر قد ارتفعت في أوراق القمح بازدياد تركيز الغاز من (3ppm) إلى (4ppm)



شكل (3): يبين متوسط عدد الأوراق عند مختلف التراكيز مقارنة بالعينة الشاهدة

رابعًا: تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت على الوزن الجاف في النباتات المدروسة

يتضح من النتائج بجدول رقم (7) أن متوسط الوزن الجاف للقمح أعلى معنويًا منه للشعير نتيجة للمعاملة بالتركيزات (0ppm, 2ppm, 6ppm)

من الغاز بعد ثلاث وعشرون يوماً من المعاملة مقارنة بالعينة الشاهدة، في حين أشارت التحاليل الإحصائية إلى عدم وجود لفروق معنوية عند المعاملة بالتركيز (4ppm) بين استجابة القمح والشعير للمعاملة بالغاز باختلاف البنات.

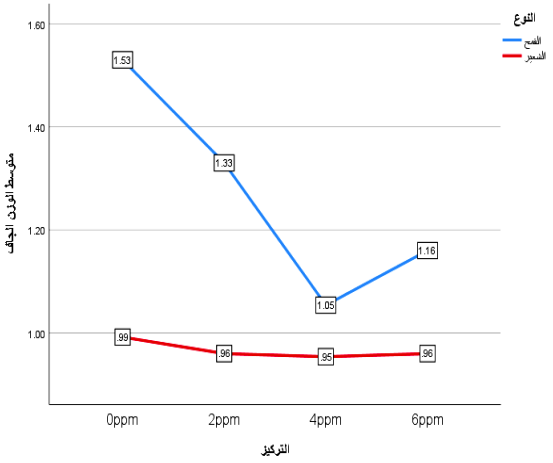
جدول (7) مقارنة متوسط الوزن الجاف بين نبات القمح والشعير عند كل تركيز

التركيز	نوع النبات	العدد	متوسط الوزن الجاف	الانحراف المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة
0ppm	القمح	50	1.53	0.363	8.058	0.000
	الشعير	50	0.99	0.302		
2ppm	القمح	50	1.33	0.384	4.473	0.000
	الشعير	50	0.96	0.441		
4ppm	القمح	50	1.05	0.453	1.181	0.240
	الشعير	50	0.95	0.391		
6ppm	القمح	50	1.16	0.441	2.263	0.026
	الشعير	50	0.96	0.443		

جدول (8) مقارنة متوسط الوزن الجاف بين التراكيز عند كل نوع نبات

نوع النبات	التركيز	العدد	متوسط الوزن الجاف	الانحراف المعياري	قيمة F	مستوى الدلالة
القمح	0ppm	50	1.53	0.363	12.757	0.000
	2ppm	50	1.33	0.384		
	4ppm	50	1.05	0.453		
	6ppm	50	1.16	0.441		
الشعير	0ppm	50	0.99	0.302	0.094	0.964
	2ppm	50	0.96	0.441		
	4ppm	50	0.95	0.391		
	6ppm	50	0.96	0.443		

من الجدول أعلاه يتضح وجود فروق معنوية في متوسط الوزن الجاف بين تراكيز الغاز عند نبات القمح، حيث أن زيادة التركيز يقلل من الوزن الجاف. كما لا توجد فروق معنوية في متوسط طول النبات بين تراكيز الغاز عند نبات الشعير.



شكل (4): يبين متوسط الوزن الجاف عند مختلف التراكيز مقارنة بالعينة الشاهدة

من الشكل رقم (4) يتضح الوزن الجاف للشعير أقل منه مقارنة بنات القمح، وأن القمح أكثر تأثراً بالغاز، وأن المعاملة بالتركيز (6ppm) قد أحدثت زيادة طفيفة في الوزن الجاف مقارنة بالتركيز (4ppm)، في حين كان تأثر الوزن الجاف للشعير بشكل أقل مقارنة بالقمح، ويعزي الباحث هذا إلى اختلاف النباتين وراثيًا. وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (أبومريفة وندى، 2005) من حيث عدم وجود فروق معنوية بالنسبة للوزن الجاف لكلا النباتين عند جميع التركيزات.

قائمة المراجع

المراجع العربية:

1. **أبو مريفة، شريفة سلامة، ندى إبراهيم الجويزع، 2005.** *تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت على المحتوى المعدني والأضرار الظاهرية على أوراق القمح والشعير*، مجلة العلوم- جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية، ص57-96.
1. **أبو مريفة، شريفة سلامة وندى إبراهيم الجويزع، 2001.** *تأثير التعرض لغاز ثاني أكسيد الكبريت* ***SO_2*** *على بادرات القمح والشعير*. مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية، 22 (1)، ص ص: 34 – 39.
2. **إدوارد أ. كلير، 2014.** الجيولوجيا البيئية، سلسلة الكتب الجامعية المترجمة- العلوم الأساسية. المجلد التاسع. وزارة التعليم العالي، المملكة العربية السعودية. ص: 514
3. **حاتوغ، بوران عليا، ومحمد حمدان ابودية،** 1995. علم البيئة. دار الشروق للنشر والتوزيع عمان-الأردن، ص 9-227).
4. **حسين، سحر أمين، 2010.** التلوث البيئي، موسوعة التلوث البيئي، دار دجلة، عمان، الأردن، ص250.
5. **عفيفي، فتحي عبد العزيز، 2000.** دورة السموم والملوثات البيئية في مكونات النظام البيئي. الناشر: دار الفجر.القاهرة.
6. **عياش، عبدالكريم، ورفعت وهبي، وسمر شمالي، 2011.** *تأثير بعض الملوثات الغازية الصناعية في بعض الخواص المورفوفيزيولوجية لنبات القمح الطري* ***Triticum aestivum L.*** مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (44) العدد (6).

المراجع الأجنبية

1. **Gruber, A.S. and Luetz, C., 1992.** Ultra-structure of mesophyll cell chloroplasts of spruce needles exposed to **O_3**, **SO_2** and **NO_2** alone and in combination. Environ. Exp. Bot., 32 (3): 243-254.
2. **Muhamad, A, and Latiff, A., 1990.** Effect of Sulphur dioxide **SO_2** on oil plam (Elaeis guineensis Jaq.) seedlings. Malays. Appl. Biol. 19 (1): 47-55.
3. **Muller, M.; Zelling, G.; Tausz, M.; Wonisch, A.; Kok, L.D.; Sola, G. and Grill, D. and., 1997.** Structural change and physiological stress responses of spruce tree to **SO_2**, **O_3** and elevated levels of **CO_2**. **Forestry Sci. 42, 93-102.**
4. **Nandi, P.K.; Agrawal, M. and rao, D.N., 1990.** Physiological responses of Vicia faba plants to sulfur dioxide. Ectoxic, Environ Safety, 19: 64-71.
5. **Sendecor, G.WandCochran, W.G:, 1989.** Statical Methods Lowa State**.** Univ. press, Ames. Lowa, U.S.A.
6. **Wang, C.; Da, X.; Lizhang, Z., Chunfeng, D., Qun, C., 2005.** Effect of artificial acid rain and **SO_2** on characteristics of delayed light emission. Luminescence. 20, 51-56.
7. **WOO, S. Y., 2009.** Forest decline of the: A linkage with air pollution and global warming. African Journal of Biotechnology Vol. 8 (25), 7409-7414**.**