



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة كربلاء

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم علوم الحياة

تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية
والفسلجية والتشريحية لنبات الباقلاء (*Vicia faba* L.) المعرض
للاجهاد الملحي

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة كربلاء وهي جزء من
متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الحياة

كُتبت بواسطة

علا محمد نوري محمد

بإشراف

أ.د. قيس حسين السماك

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

﴿ الَّذِي جَعَلَ لَكُمْ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَوَّكَ

لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً

فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَنْزُلًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى ﴾

صدق الله العلي العظيم

(سورة طه - الآية (53))

«إقرار المقوم اللغوي»

اشهد أن هذه الرسالة الموسومة بـ (تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية والفسلجية والتشريحية لنبات الباقلاء (*Vicia faba L.*) المعرض للإجهاد الملحي) في كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة/ جامعة كربلاء التي قدمتها الطالبة (علا محمد نوري) تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر بسلامة الأسلوب وصحة التعبير.

 التوقيع:

الاسم: د. مسلم مالك الاسدي

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة كربلاء / كلية العلوم الاسلامية

التاريخ: 2025 / /

«إقرار المقوم العلمي الأول»

اشهد أن هذه الرسالة الموسومة بـ (تأثير الرش الورقي بالبيوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية والفسلجية والتشريحية لنبات الباقلاء (*Vicia faba* L.) المعرض للإجهاد الملحي) في كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة/ جامعة كربلاء التي قدمتها الطالبة (علا محمد نوري) قد تمت مراجعتها من الناحية العلمية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة.

التوقيع:

الاسم: د. رحاب عيدان كاظم


المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة بابل / كلية العلوم

التاريخ: 2025 / /

﴿إقرار المقوم العلمي الثاني﴾

اشهد أن هذه الرسالة الموسومة بـ (تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية والفسلجية والتشريحية لنبات الباقلاء (*Vicia faba* L.) المعرض للإجهاد الملحي) في كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة / جامعة كربلاء التي قدمتها الطالبة (علا محمد نوري) قد تمت مراجعتها من الناحية العلمية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة .

التوقيع: 

الاسم: د. فاطمة كريم خضير

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الصرفة

التاريخ: 2025 / /

﴿إقرار المشرف﴾

اشهد بأن إعداد هذه الرسالة الموسومة بـ (تأثير الرش الورقي بالبيوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية والفسلجية والتشريحية لنبات الباقلاء (*Vicia faba* L.) المعرض للإجهاد الملحي) التي قدمتها الطالبة (علا محمد نوري) قد جرى تحت إشرافي في قسم علوم الحياة/ كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة كربلاء، وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الحياة

التوقيع: 

اسم المشرف: د. قيس حسين السماك

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة

التاريخ: 2025 / /

توصية رئيس قسم علوم الحياة

بناءً على التوصيات المقدمة أشرح هذه الرسالة للمناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.

التوقيع:

الاسم: د. علاء حسين الصافي

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

العنوان: جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة

التاريخ: 2025 / /

إقرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة الموقعين ادناه نشهد بأننا قد اطلعنا على الرسالة الموسومة بـ (تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية والفسلحية والتشريحية لنبات الباقلاء (*Vicia faba L.*) المعرض للإجهاد الملحي) في كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة / جامعة كربلاء التي قدمتها الطالبة (علاء محمد نوري) كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير، وبعد اجراء المناقشة العلنية وجد انها مستوفية لمتطلبات الشهادة و عليه نوصي بقبول الرسالة بتقدير (الامتياز).

عضو اللجنة

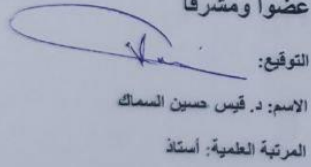
التوقيع: 

الاسم: د. أحمد نجم عبد الله

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة كربلاء / كلية الزراعة

عضواً ومشرفاً

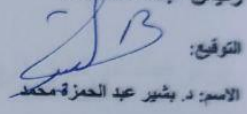
التوقيع: 

الاسم: د. قيس حسين السماك

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الصرفة

رئيس لجنة المناقشة

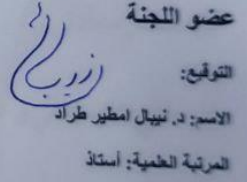
التوقيع: 

الاسم: د. بشير عبد الحمزة محمل

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة بابل / كلية العلوم

عضو اللجنة

التوقيع: 

الاسم: د. نihal امير طراد

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الصرفة

مصادقة عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة

التوقيع: 

الاسم: د. حميدة عيدان سلمان

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: جامعة كربلاء / كلية التربية للعلوم الصرفة

التاريخ: 2025 / 3 / 18



إلى النور الذي أضاء دربي إلى العزيز الذي سعى لتكون الأفضل .. والدي العزيز
إلى القلب الحنون إلى من أبصرت بها طريق حياتي الى من كانت دعواتها تحيطني .. أمي الغالية
إلى من كانتني لنشق طريق النجاح معاً..... رفيق دربي .. نروحي الحبيب
إلى من وهبني الله نعمة وجودهم في حياتي إخواني وأختي الغاليين
إلى مصدر سعادتي ... وقرّة عيني أولادي
إلى عائلتي الثانية (عمّي وعمّتي) الغاليين
إلى عمّتي الغالية
وإلى كل من ساعدني من قريبٍ أو بعيدٍ في إتمام هذه الدراسة أهدىكم ثمرة
جهدي

علا محمد

شكر و تقدير

قال تعالى (وَمَنْ يَشْكُرْ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ) نحمد الله تعالى ونشكره على توفيقه وتيسيره أمري و إلهامي الصبر والعزيمة لإتمام هذا العمل . والصلاة والسلام على أفضل المرسلين وخاتم النبيين "محمد" صلى الله عليه وعلى آله الطيبين الطاهرين

ومن هنا أتقدم بالشكر والتقدير لعمادة كلية التربية للعلوم الصرفة لإتاحتها الفرصة لي لإكمال دراستي .

ولا يسعني إلا أن أتقدم بالشكر والامتنان والتقدير إلى مشرفي الأستاذ الدكتور "قيس حسين السماك" لاقتراحه موضوع البحث وإشرافه المتواصل وإعطاء الكثير من وقته وجهده معي وتوجيهاته الكثيرة، كما أتقدم بالشكر والتقدير للأستاذ الدكتورة "نبيل امطير الكرعاعي" و زميلتي المدرس المساعد "نور جواد الأتمام المجانب التشريحي"، كما أتقدم بالشكر والعرفان لكل من ساعدني في هذه الدراسة الدكتورة: "فاطمة الأسدي" والمدرس المساعد . غفران حبيب "والاءعلي" و زميلاتي لدعمهم المتواصل لي شكراً لكم

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	العنوان	التسلسل
الفصل الأول : المقدمة		
1	المقدمة	1
الفصل الثاني : استعراض المراجع		
5	الإجهاد الملحيّ salt stress	1-2
6	نبات الباقلاء	2-2
7	زراعة نبات الباقلاء و انتشاره	1-2-2
7	استخداماته الطبية	2-2-2
8	بروتين الباقلاء	3-2-2
8	أهمية العناصر المغذية في نمو نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحيّ	3-2
8	البوتاسيوم	1-3-2
9	أسمدة البوتاسيوم النانوية و أهميتها للنبات	2-3-2
9	العناصر المغذية الأخرى	3-3-2
12	تأثير الإجهاد الملحيّ في فعالية الإنزيمات	4-2
13	إنزيم سوبر أوكسيد دسموتيز	1-4-2
13	إنزيم البيروكسديز	2-4-2
13	إنزيم الكاتليز	3-4-2
الفصل الثالث : المواد وطرائق العمل		
16	المواد وطرائق العمل	3
16	تنفيذ التجربة	1-3
16	موقع التجربة	1-1-3
16	تهيئة التربة	2-1-3
16	مصدر البذور	3-1-3
16	التصميم التجريبي والعمليات الزراعية	4-1-3
19	مستويات مياه الري والرش بالبوتاسيوم النانويّ	2-3
19	الصفات المدروسة	3-3
19	متوسط ارتفاع النبات (سم)	1-3-3
19	متوسط قطر الساق (مم)	2-3-3
19	متوسط عدد الأوراق (ورقة نبات ⁻¹)	3-3-3

19	المساحة الورقية (سم ²)	4-3-3
20	متوسط عدد الأفرع (فرع نبات ¹)	5-3-3
20	متوسط عدد الأزهار (زهرة نبات ¹)	6-3-3
20	متوسط عدد البذور (بذرة نبات ¹)	7-3-3
20	متوسط وزن البذور الطرية (غم نبات ¹)	8-3-3
20	متوسط وزن القرنات (غم نبات ¹)	9-3-3
20	مؤشرات النمو الفسلجية لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي	4-3
20	محتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق (وحدة سباد)	1-4-3
20	محتوى الماء النسبي للأوراق (%)	2-4-3
21	متوسط النمو المطلق للنبات الجاف (غم يوم ¹)	3-4-3
21	متوسط النمو النسبي للنبات الجاف (غم وزن جاف يوم ¹)	4-4-3
22	تقدير البرولين في الأوراق (ملغم كغم ¹)	5-4-3
23	تقدير فعالية الإنزيمات	5-3
23	تقدير فعالية إنزيم الكاتليز (CAT)	1-5-3
24	تقدير فعالية إنزيم سوبرأوكسيد (SOD)	2-5-3
25	تقدير فعالية إنزيم البيروكسيداز (POD)	3-5-3
27	قياس محتوى العناصر	6-3
27	تركيز الأوراق من الفسفور (%)	1-6-3
28	تركيز الأوراق من البوتاسيوم (%)	2-6-3
30	تركيز الأوراق من المغنسيوم (%)	3-6-3
30	تقدير النيتروجين بواسطة القياس الطيفي	4-6-3
33	محتوى الأوراق من الحديد	5-6-3
34	تركيز الأوراق من الزنك	6-6-3
36	تقدير حامض الأبسيسك	7-3
37	الدراسة التشريحية	8-3
39	التحليل الإحصائي	9-3
الفصل الرابع : النتائج		
	النتائج	4
41	تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي	1-4
41	ارتفاع النبات (سم)	1-1-4
41	قطر الساق (مم)	2-1-4
42	عدد الأوراق (ورقة نبات ¹)	3-1-4

43	المساحة الورقية (سم ²)	4-1-4
44	عدد الأفرع (فرع نبات ¹)	5-1-4
45	عدد الأزهار (زهرة نبات ¹)	6-1-4
46	عدد البذور (بذرة نبات ¹)	7-1-4
47	وزن البذور الطرية (غم نبات ¹)	8-1-4
48	وزن القرنات (غم نبات ¹)	9-1-4
49	تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات الفسيولوجية لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي:	2-4
49	محتوى الكلوروفيل (وحدة سباد)	1-2-4
50	محتوى الماء النسبي للأوراق (%)	2-2-4
51	متوسط النمو المطلق (غم وزن جاف يوم ¹)	3-2-4
52	متوسط النمو النسبي (غم وزن جاف يوم ¹)	4-2-4
53	تقدير البرولين في الأوراق (ملغم كغم ¹)	5-2-4
54	تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في فعالية الإنزيمات	3-4
54	فعالية إنزيم الكاتليز (وحدة .ملغم بروتين ¹ وزن طري)	1-3-4
55	فعالية إنزيم سوبر أوكسيد (وحدة .ملغم بروتين ¹ وزن طري)	2-3-4
56	فعالية إنزيم البيروكسيدز (وحدة .ملغم بروتين ¹ وزن طري)	3-3-4
57	تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز بعض العناصر المغذية في أوراق نبات الباقلاء	4-4
57	تركيز النيتروجين (%)	1-4-4
58	تركيز الفسفور (%)	2-4-4
59	تركيز البوتاسيوم (%)	3-4-4
60	تركيز الكالسيوم (%)	4-4-4
61	تركيز الصوديوم (%)	5-4-4
62	تركيز المغنسيوم (%)	6-4-4
63	محتوى الحديد (ملغم كغم ¹)	7-4-4
64	تركيز الزنك (%)	8-4-4
65	تركيز حامض الأبسيسك	5-4
66	تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات التشريحية لأوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و للبشرتين العليا و السفلى.	6-4
66	البشرة السفلى	1-6-4
66	أعداد الخلايا للبشرة السفلى	1-1-6-4
66	أبعاد الخلايا للبشرة السفلى	2-1-6-4

67	الثغور	3-1-6-4
67	أعداد الثغور للبشرة السفلى	4-1-6-4
67	أبعاد الثغور للبشرة السفلى	5-1-6-4
68	أعداد الغدد للبشرة السفلى	6-1-6-4
68	أبعاد الغدد للبشرة السفلى	7-1-6-4
68	البشرة العليا	2-6-4
68	أعداد الخلايا للبشرة العليا	1-2-6-4
68	أبعاد الخلايا للبشرة العليا	2-2-6-4
69	أعداد الثغور للبشرة العليا	3-2-6-4
69	أبعاد الثغور للبشرة العليا	4-2-6-4
69	أعداد الغدد للبشرة العليا	5-2-6-4
69	أبعاد الغدد للبشرة العليا	6-2-6-4
الفصل الخامس : المناقشة		
78	تأثير مستويات مختلفة من الملوحة و الرش بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية و الفسلجية و الكيموحيوية لنبات الباقلاء (<i>Vicia Faba.L</i>)	1-5
78	تأثير مستويات الملوحة المختلفة في الصفات المدروسة لنبات الباقلاء	1-1-5
82	تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفات نبات الباقلاء المدروسة	2-1-5
85	تأثير التداخل بين عاملي الملوحة و السماد البوتاسي النانوي في الصفات المدروسة لنبات الباقلاء	3-1-5
88	الدراسة التشريحية	2-5
الإستنتاجات والتوصيات		
90	الإستنتاجات	
91	التوصيات	
المصادر		
93	المصادر العربية	
94	المصادر الأجنبية	
125	الملاحق	

قائمة الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
17	الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة	1-3
18	التحليل الكيميائي للمياه المستعملة في التجربة	2-3
24	خطوات طريقة العمل لتقدير فعالية إنزيم الكاتليز	3-3
38	الأجهزة والمعدات المستخدمة في التجربة	4-3
39	المواد المختبرية المستخدمة في التجربة	5-3
42	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة ارتفاع نبات الباقلاء(سم) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	1-4
42	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة قطرالساق لنبات الباقلاء(ملم) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	2-4
43	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد الأوراق لنبات الباقلاء(ورقة نبات ¹) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	3-4
44	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة المساحة الورقية لنبات الباقلاء(سم ²) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	4-4
45	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد الأفرع لنبات الباقلاء(فرع نبات ¹) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	5-4
46	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد الأزهار لنبات الباقلاء(زهرة نبات ¹) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	6-4
47	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد البذور لنبات الباقلاء(بذرة نبات ¹) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	7-4
48	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة وزن البذور الطرية لنبات الباقلاء(غم نبات ¹) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	8-4
49	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة وزن القرينات لنبات الباقلاء(غم نبات ¹) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	9-4
50	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة دليل الكلوروفيل لنبات الباقلاء(سباد) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	10-4
51	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة محتوى الماء النسبي لنبات الباقلاء(%) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	11-4
52	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة متوسط النمو المطلق لنبات الباقلاء(غم وزن جاف يوم ¹) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	12-4

53	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة متوسط النمو النسبي لنبات الباقلاء(غم وزن جاف يوم ¹) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	13-4
54	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في صفة البرولين لنبات الباقلاء (ملغم كغم ¹) المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	14-4
55	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في فعالية إنزيم الكاتليز (وحدة.ملغم بروتين ¹ -اوزن طري) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	15-4
56	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في فعالية إنزيم سوبر أوكسيد (وحدة.ملغم بروتين ¹ -اوزن طري) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	16-4
57	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في فعالية إنزيم البيروكسيدز (وحدة.ملغم بروتين ¹ -اوزن طري) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي والتداخل بينهما	17-4
58	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في تركيز النتروجين (%) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و التداخل بينهما	18-4
59	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في تركيز الفسفور (%) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و التداخل بينهما	19-4
60	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في تركيز البوتاسيوم (%) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و التداخل بينهما	20-4
61	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي بينهما في تركيز الكالسيوم (%) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و التداخل بينهما	21-4
62	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في تركيز الصوديوم (%) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و التداخل بينهما	22-4
63	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في تركيز المغنسيوم (%) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و التداخل بينهما	23-4
64	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في محتوى الحديد (ملغم كغم ¹) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و التداخل بينهما	24-4
65	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في تركيز الزنك (%) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و التداخل بينهما	25-4
66	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في تركيز حامض الأبسيسك (مايكروغرام.غم ¹ -وزن جاف) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و التداخل بينهما	26-4
71	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في عدد و أبعاد الخلايا و الثغور في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي للبشرتين العليا و السفلى	27-4
72	تأثير الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي في عدد و أبعاد الغدد في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و للبشرتين العليا و السفلى	28-4

قائمة الصور و الملاحق

رقم الصفحة	الصور	رقم الصورة
73	لوحة الخلايا للبشرة السفلى لأوراق الباقلاء و قياسها (40X)	1-4
74	لوحة الخلايا للبشرة العليا لأوراق الباقلاء و قياسها (40X)	2-4
75	لوحة الثغور في أوراق الباقلاء (40X)	3-4
75	لوحة الغدد في أوراق الباقلاء و قياسها (40X)	4-4
	الملاحق	
126	شكل الأصص المستخدمة للتجربة وعددها 64 أصيص بارتفاع 35سم وقطر 30 سم	1
126	البذور المستخدمة بالتجربة	2
127	طريقة الرش الورقي للنبات بالسماذ البوتاسي النانوي	3
127	السماذ البوتاسي النانوي	4
128	قياس قطر الساق باستخدام أداة قياس القطر المسمك (القدمة)	5
128	جهاز (OPTI-SCIENCES) المستخدم لقياس دليل الكلوروفيل	6
129	الميزان الحساس لقياس وزن الأوراق المجففة لقياس محتوى الماء النسبي	7
129	تشريح الأوراق للبشرتين العليا و السفلى	8
	المختصرات	
AKT	Arabidopsis K ⁺ Tranporter	1
KUP	K ⁺ uptake permeas	2
SKOR	Steiar K outward rectifying	3
ROS	Reactive oxygen species	4
POD	Peroxide dismutase	5
SOD	Superoxide dismutase	6
CAT	Catalase	7

الخلاصة

تُقدِّم تجربة علمية على وفق التصميم تام التعشبية (CRD) بأربع مكررات في أصص بلاستيكية داخل أحد المشاتل في مدينة كربلاء المقدسة في أثناء الموسم الزراعي (2023-2024). بدأت التجربة بتاريخ 2023/10/15 وانتهت بتاريخ 2024/4/15 لمعرفة مدى استجابة نبات الباقلاء (*Vicia faba*L.) المروي بمستويات مختلفة الملوحة من مياه الري. وقد تمثّل العامل الأول الري بأربعة مستويات من المياه المالحة (2 و4 و6 و8) ديسي سيمنز م⁻¹ حُضرت من مياه بئر في جامعة كربلاء و الخلط بماء الحنفية. أما العامل الثاني فتمثّل بالرش الورقي بأربع تراكيز مختلفة من البوتاسيوم النانوي (0 و50 و100 و150) ملغم لتر⁻¹. وبذلك تضمنت التجربة (64) وحدة تجريبية. إذ شملت التجربة دراسة بعض الصفات المظهرية والفسلجية والتشريحية وبعض العناصر المغذية في أوراق النبات فضلاً عن فعالية بعض الإنزيمات النباتية، وقد تمّ تحليل النتائج إحصائياً وقورنت متوسطات الصفات المدروسة باستعمال قيم أقل فرق معنوي على مستوى احتمال (0.05).

أظهرت نتائج الدراسة :

- 1- أثر عامل الري بالمياه المالحة معنوياً بالانخفاض في تركيز بعض الصفات المظهرية والفسلجية والحاصل النبات منها: ارتفاع النبات وقطر الساق و عدد الأوراق والمساحة الورقية و عدد الأفرع و عدد الأزهار و عدد البذور ووزن البذور الطرية و وزن القرنات و محتوى الكلوروفيل و محتوى الماء النسبي و النمو النسبي و تركيز النيتروجين و الفسفور و البوتاسيوم و الحديد و الزنك. وبالمقابل أزداد تركيز البرولين و حامض الأبسيسك و تركيز الصوديوم و الكالسيوم عند الري بالمياه المالحة.
- 2- أثر الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي معنوياً في زيادة تركيز ارتفاع النبات وقطر الساق و عدد الأوراق و المساحة الورقية و عدد الأفرع والأزهار و عدد البذور ووزن البذور الطرية ووزن القرنات و محتوى الكلوروفيل و النمو النسبي و تركيز النيتروجين و الفسفور و البوتاسيوم و الحديد و الزنك. و بالمقابل انخفض تركيز البرولين و حامض الأبسيسك و تركيز الصوديوم و الكالسيوم.
- 3- أثر التداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و تركيز محلول الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي) معنوياً في بعض الصفات المظهرية والفسلجية والكيموحيوية والتشريحية وفعالية بعض الإنزيمات.
- 4- بيّنت الدراسة أنّ الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي بتركيز (100 ملغم لتر⁻¹) على نبات الباقلاء المروي بمياه مالحة (2 ديسي سيمنز م⁻¹) هي المعاملة الفضلى في زيادة بعض الصفات المدروسة مثل ارتفاع النبات وقطر الساق و عدد أوراقه و مساحته الورقية و عدد أفرعه و أزهاره و بذوره ووزن بذوره و قرناته و محتوى الكلوروفيل و محتوى الماء النسبي و النمو النسبي و المطلق و تركيز النيتروجين و الفسفور و البوتاسيوم و الحديد و الزنك.

5- أثنى الري بالمياه المالحة والرش بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات التشريحية المدروسة للبشرتين العليا والسفلى لأوراق نبات الباقلاء وشكل جدران الخلايا وطبيعتها وشكل الثغور والغدد وأبعادها .

الفصل الأول

المقدمة

Introduction

الفصل الأول

1- المقدمة :

إنّ الزيادة المضطربة في عدد السكان في الوقت الحاضر لا بدّ أن يقابلها زيادة في الإنتاج الغذائي و التي بدورها تحتم علينا استخدام مكثف للأراضي الصالحة للزراعة و الإدارة السليمة للماء ، إلا أنّ من أهم محدّدات الإنتاج الزراعيّ و الغذائيّ هو النقص الحاد في الموارد المائيّة ، ولاسيما في بلدنا العراق، لقلة الأمطار الساقطة و عدم حصوله على الكميات المخصّصة له بفضل السياسات المجحفة للدول المتشاطئة على نهري دجلة و الفرات و بناء السدود أو تغيير مسارات الأنهار المشتركة لتأمينه فضلاً عن احتياجاتها الخاصّة أو بسبب سوء إدارة استخدام المياه في البلد و تغيير المناخ ، ممّا زاد من تفاقم هذه الأزمة المائيّة التي تهدّد أمنه الغذائيّ و من ضمنه الإجراءات المتخذة لزيادة الإنتاج الغذائيّ على الرغم من شحة الموارد المائيّة لذا لا بدّ من اللجوء إلى استعمال مياه أقلّ جودة من مياه الأنهار و الأمطار مثل مياه الأبار و المبازل في عمليات الري المختلفة رغم رداءتها قياساً بمياه الأنهار و الأمطار و أثارها السلبية المتمثّلة بالتأثير الأزموزي و الايونيّ في نمو النباتات الناجم عن ارتفاع نسبة الملوحة فيها.

إنّ استخدام المياه المالحة في ري النباتات و الذي ينجم عنها تعرّضها للإجهاد الملحيّ يدعونا إلى التفكير في كيفية مواجهة هذه التحديات ، إذ أشارت عدد من الدراسات إلى اتّخاذ بعض الأساليب للتقليل من التأثير الملحيّ لتلك المياه منها زيادة التجهيز بكميات من العناصر المغذّية الأساسية لنمو النباتات ، و لعلّ البوتاسيوم أحد تلك العناصر التي تنظم نمو النباتات و تطورها من خلال دوره في بعض الفعاليات الإنزيمية و الفسليجيّة و العمليات الأيضية التي من الممكن ان تساعد النبات في زيادة تحمله للإجهاد الملحيّ و الذي يعكس بدوره في زيادة الإنتاج النباتيّ فضلاً عن التأثير في جاهزية العناصر المغذّية الأخرى في التربة تحت هذه الظروف .

يُعدّ الحديد و الزنك من العناصر الأساسية لنمو النبات و تطوره، لدورهما في تنشيط عدد من الإنزيمات التي لها دور فعال في الفعاليات الأيضية المهمة في النبات كالتنفس و البناء الضوئيّ و بناء البروتين و التقليل من اجهدات الأكسدة التي يتعرّض لها النبات من خلال دخولهما كعامل مساعد في زيادة فعالية المضادات الحيويّة الإنزيمية .

إنّ النجاحات التي حققتها استخدام تقنية النانو في مختلف المجالات ومنها إضافة المغذّيات إلى التربة أو رشاً على النباتات يدعونا إلى التحوّل من إضافة المغذّيات عن طريق الأسمدة التقليديّة إلى اضافتها باستخدام الأسمدة النانويّة لما تمتاز به الأخيرة من سرعة تحرّر للعنصر المغذّي و زيادة كفاءة امتصاصه من قبل النباتات و رخص أثمانها فضلاً عن تقليل التأثير السلبيّ على البيئة كمخلفات أسمدة عند استعمالها بصورة كفاءة .

يُعدّ نبات الباقلاء *Vicia faba* L. رابع أهم البقوليات في العالم بعد الحمص والبالاء و العدس فهو يحتوي على كمية عالية من البروتين الغني باللايسين (أحد الأحماض الأمينية الأساسية)، وقد سلّطت الدراسات الحديثة على القيمة الغذائية العالية للباقلأ بما في ذلك مستوياتها العالية من البروتين و الألياف و الفيتامينات و قدرته على تثبيت النيتروجين بالتربة .

مما تقدّم تتجلى فأنهذه الدراسة تهدف الى معرفة :

- 1- تأثير الإجهاد الملحيّ في بعض الصفات المظهرية و الفسلجية و الكيموحيوية و التشريحية لنبات الباقلاء.
- 2- تأثير الرش بالسماذ البوتاسيّ النانويّ في تحسين نمو نبات الباقلاء .
- 3- تأثير التداخل بين ملوحة التربة و الرش بالسماذ البوتاسيّ النانويّ في الصفات المظهرية و الفعاليات الإنزيمية و محتوى الباقلاء من العناصر المغذية و بعض الصفات التشريحية.
- 4- تحديد المعاملة الفضلى للرش بالسماذ البوتاسيّ النانويّ للتقليل من تأثير الإجهاد الملحيّ في صفات و نمو نبات الباقلاء.

الفصل الثاني

استعراض المراجع

Literature Review

الفصل الثاني

2- استعراض المراجع

1-2 الإجهاد الملحي salt stress

الإجهاد الملحيّ هو الإجهاد الذي يحدث بسبب التركيزات العالية من الصوديوم (Na) وأيونات الكلوريد في التربة و يسبب اضطرابات للنمو بسبب الإجهادات الأزموزية و الأيونية و انخفاض الماء في أنسجة النبات (2020, Yang *etal.*). و يُعدّ الإجهاد الملحيّ أحد أنواع الإجهاد الأحيائي والذي يكوّن مستويات كبيرة من الأملاح القابلة للذوبان في محلول التربة (2020, Yadav *etal.*) ، إذ تسبّب الملوحة تأخراً بالنمو و الشبخوخة و بالتالي موت النبات (2021, Miryeganeh) ، و تنتشر الملوحة في المناطق القاحلة و شبه القاحلة (2020, Velmurugan *etal.*) . و هناك ثلاثة مسارات للإجهاد : الأجهاد الأزموزي و الإجهاد الأيوني و الثانوي . ينتج الإجهاد الأزموزي عن تأثير التركيزات العالية للأملاح في التربة أو الماء و أن زيادة الأملاح الذائبة في التربة تقلّل جاهزية المياه حول جذر النبات ممّا يقلّل من امتصاص النبات للماء و بالتالي إلى نقص الماء في النباتات (2000, Hasegawa *etal.*) ، أمّا الإجهاد الأيوني فهو الإجهاد الناجم عن التأثير السام لأيونات الملح داخل الخلايا النباتية و التي يتم تناولها عن طريق الجذور و تنتقل لمسافات طويلة عن طريق النتج و تندفق إلى البراعم و من ثمّ تتراكم في النهاية في الأوراق (2008, Munns & Tester).

يمكن أن تسبّب الإجهادات الأيونية إجهادات ثانوية في النباتات بما في ذلك تراكم المركّبات السامة و تعطلّ المغذّيات. إذ إنّ تركيزات عالية من الصوديوم في السايروبلازم يعيق امتصاص الأيونات الأخرى إلى الخلايا النباتية على سبيل المثال أيون البوتاسيوم (K^+) المفيد للأنشطة التحفيزية في المسارات الأيضية (2011, Inci & Toker).

ذكر (2008, Munns & Tester) أنّ التربة المالحة هي عامل بيئيّ ضار للغاية يؤثّر في إنبات البذور و نمو المحاصيل و إنتاجيتها و أنّ أكثر من 800 مليون هكتار من الأراضي (حوالي 6% من إجمالي مساحة الأراضي في العالم) متأثرة بزيادة تراكم الأملاح فيها . و لاستمرار النمو الخضريّ و التطور تحت الأزموزية و الأيونية في ظروف الإجهاد، يجب أن تحصل النباتات قبل كلّ شيء، على الماء ، و لتلبية هذه الحاجة الأساسية لابدّ للنبات أن يستعمل بعض الآليات كدفاعات نباتية للحد من فقدان المياه و منها غلق الثغور ، و ضبط سلسلة من الأحداث الجارية في عملية التمثيل الضوئيّ، تثبيت الكربون و نقل الكربوهيدرات و الحفاظ على سلامة جهاز التمثيل الضوئيّ و السيطرة على عمليتي الأكسدة و الاختزال .

إنّ الإجهاد الملحيّ يعيق فعالية مركز التفاعل للنظام الضوئيّ الثاني (PSII) Photo system II أول معقد بروتيني في تفاعلات المعتمدة على الضوء لعملية التمثيل الضوئي ، الموجود في أوراق النبات إذ أن انخفاض معدل نقل الإلكترون يؤدي إلى تراكم الإلكترونات الزائدة و بالتالي تسرب الإلكترون. الإلكترونات المتسربة من

شأنها أن تهاجم جزيئات الأوكسجين الحرة في الخلية، مما يؤدي إلى تسرب أنواع الأوكسجين التفاعلية (ROS) (وتفاقمها (Bialasek *et al.*, 2017). ان النباتات التي تزرع في الظروف المالحة تؤدي إلى تلف في غشاء الخلية وترك الايونات و الجذور الحرة المؤكسدة (Masilamani *et al.*, 2020). ان استخدام الأسمدة النانوية يفيد في حماية النبات من الاجهاد من خلال تجميع العناصر في المناطق تحت الخلوية التي لديها القدرة على حماية النبات من الأجهادات اللاإحيائية (Pooja *et al.*, 2020)

إن تفاعل النبات مع الإجهاد الملحي يكون من خلال: (1) التحكم في امتصاص الأيونات بواسطة الجذور و انتقالها إلى الأوراق (2) الوقاية من الصوديوم و تراكم الكلورين في الساييتوبلازم (3) تراكم المواد غير السامة في العصارة الخلوية (4) تغيير مسار التمثيل الضوئي (5) تحريض نظام الأكسدة (6) تحفيز إنتاج الهرمونات النباتية مثل هرمون الأبسيسيك و تحقق هذه الآليات على مستوى النبات ككل (Rao *et al.*, 2006).

إن التراكم العالي من الصوديوم يؤدي إلى الاختلال في التوازن الأزموزي و انخفاض النمو و تثبيط في انقسام الخلايا (Alkahtani *et al.*, 2020). و تؤثر مستويات الملوحة العالية في جدران الخلايا و الأغشية الغشائية و على قابلية غشاء البلازما و تدفق الأيونات الخارجية (Abdelaal *et al.*, 2021).

أن أكثر الأجزاء المتضررة من الإجهاد الملحي هي أجزاء النبات الموجودة تحت الأرض التي تتحمل الإجهاد الأكبر مما دفع النباتات للتكيف (Zhang *et al.*, 2023). وأن تلف الأنسجة في النباتات التي تستجيب للإجهاد الملحي تسبب تغيرات في مورفولوجيا للنبات (Xiao & Zhou, 2023)

2-2 نبات الباقلاء

نبات الباقلاء من بين أقدم المحاصيل البقولية في العالم، و يُعدّ من البقوليات المهمة في فصل الشتاء و يحتلّ المرتبة الرابعة عالمياً بعد نباتات الحمص (*Cicer arietinum* L.) و البازلاء (*Pisum sativum* L.) و العدس (*Lens culinaris* L.) (Adhikari & Alharbi, 2020).

الباقلاء *Vicia faba* تنتمي إلى عائلة البقوليات Fabaceae و تمثّل محصول غذائي مهم (Hanelt & Mettin, 1989) بسبب نسبة البروتينات العالية في بذوره (Oukaltouma *et al.*, 2022). يصل ارتفاعه من 80-110سم و أزهاره بيضاء مع بقع سوداء أو أرجوانية اللون، إذ تمثّل بذور الباقلاء مصدراً مهماً للبروتين بنسبة (35%) و العديد من العناصر البوتاسيوم و الكالسيوم و الحديد و الزنك و المغنيسيوم (Karkanis *et al.*, 2018). تحتوي البقوليات على الأحماض الأمينية، إذ يحتوي الحمص على حامض الليوسين Leucinum و الأرجنين Argininum و العدس على حامض الفينيل Phenylalaninum و السيرين Serinum و اللوبيا تحتوي على حامض الميثونين Methioninum و الباقلاء غنية بفيتامين C الذي لا يتواجد في الفاصوليا (Margier *et al.*, 2018). يُمكن للباقلّاء تعزيز كمية النيتروجين في التربة من خلال علاقتها مع

البكتيريا الموجودة (*rhizobia*) وعندما تعمل على تثبيت النيتروجين بشكل أمثل فإنّ النبات يستغني عن النيتروجين المضاف (2018, Mouradi *etal.*). إنّ البقوليات غنية بالمركبات الثانوية و هي مركّبات عضوية مشتقة من عملية التمثيل الغذائيّ و التي تحسّن المظهر والطعم و النكهة (2018, Jamwal *etal.* و 2020, Erb & Kliebenstein). وهذه المركبات مثل البولي فينول و القلويات (2018, Pina & Pérez و 2020, Ku *etal.*) إنّ البولي فينول هو الذي يعطي محددات الألوان و له وظائف أخرى حيث يخفّف من الأضرار التاكسدية أمّا القلويات فهي المحدّات الرئيسية للنبات (2017, Abbas *etal.* و 2018, Yang *etal.*) وتتحمّل الظروف القاسية و المناخية (2022, AbouKhater *etal.* و 2023, Essa *etal.*) وتعمل بعض المحاصيل و منها الباقلاء و بالتناوب مع بعض الحبوب على تحسين التربة مثل الخصائص الكيميائية و الفيزيائية و خصوبة التربة و التقليل من النيتروجين غير العضوي من خلال تثبيت النيتروجين البيولوجي. إذ تحتوي بذور الباقلاء على 344 سعرة حرارية لكلّ 100 غرام و 1.3 غرام من الدهون و 59.2 من الكابوهيدرات (2005, Ofuya & Akhidue) وتعتمد إنتاجية الباقلاء على التسميد و تُعدّ الباقلاء من البقوليات متوسطة الحساسية للملوحة لقدرتها المتوسطة لتحمل الإجهاد الملحي إذ أن التراكيز العالية من الملوحة تقلل من الإجهاد الأزموزي (2016, Mahdi)

2-2-1 زراعة نبات الباقلاء و انتشاره

الباقلاء *Vicia faba L.* من البقوليات الحبوبية القديمة، و تزرع في جميع أنحاء العالم تحت الظروف المعتدلة و الاستوائية إلى الفاتحة الحارة (2011, Inci & Toker). و تُعدّ من البقوليات المتحملة بشكل جيد التي يمكنها تحمّل ظروف التربة المختلفة (قلوية حامضية أو مالحة). وفي الظروف الملائمة، فإنّها تعطي إنتاجية عالية جداً، ولكن قد يكون العائد المنخفض ناجماً عن الإجهاد الحيوي و غير الحيوي الذي يتعرّض له النبات (2012, Anil kumar *etal.*) .

2-2-2 استخدامات نبات الباقلاء الطبية

تستخدم الباقلاء أحياناً في علاج مرض باركنسون كونه مصدراً جيداً لـ 1-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-dopa) وهو مقدّمة للدوبامين، نتيجة لمرض باركنسون فإنّ الأشخاص المصابين غير قادرين على تصنيع الدوبامين الذي ينظّم الخلايا الحركية (1980, Lawes). و هو أيضاً عامل مدر للصوديوم والذي قد يساعد في السيطرة على ارتفاع ضغط الدم و يكون مضاداً للأكسدة و مضاداً للالتهابات يمنع كبار السن و بشكل عام الأطفال الصغار من تناولها نيئة (عندما تكون غير ناضجة)، لأنّها يمكن أن تسبب الإمساك و أعراض تشبه اليرقان (2018, Mejri *etal.* و 2022, Poonia *etal.*)

2-2-3 بروتين الباقلاء :

البروتين الموجود في الباقلاء هو ما يقارب ضعف محتوى البروتين الموجود في الحبوب الكلوبوليون (0.6) و الألبومين (0.2) و الكلوتينات (0.15) و البرولامينات (0.08). برولامين يشكل جزءاً كبيراً من بروتينات التخزين في الحبوب . (الكلوبولينات) هي البروتينات المخزنة في البقوليات، ولها تأثير كبير في الخصائص التركيبية للبروتينات حسب الحامض الأميني. فإن البروتين النباتي يختلف عن البروتين الحيواني لافتقاره للكبريت و يحتوي على أحماض أمينية مثل السيستين و الميثونين و يؤثر سلباً في البروتين. (2018, Warsame *etal.*)

2-3-3 أهمية العناصر المغذية في نمو نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي :

2-3-1 البوتاسيوم :

البوتاسيوم هو أكثر المواد الكيميائية غير العضوية وفرةً في الوسائط الخلوية النباتية ، و البوتاسيوم ليس أحد مكونات الهياكل النباتية الجزيئية و بالتالي يصعب ربطه بعملية التمثيل الغذائي . له دور في العديد من الوظائف الفسيولوجية بما في ذلك التحكم في النمو و تكوين الخشب و محتوى الماء في نسيج الخشب و اللحاء و حركته و نقل المغذيات و استجابةً للإجهاد و التحولات و الضغوط من خلال التحكم في إمكانات الغشاء و الماء و المغذيات ، و هذه الأدوار تمثل تركيزاته العالية في النبات الأكثر نشاطاً من الأعضاء مثل الأوراق إذ تبين الدراسات ان البوتاسيوم عنصر أساسي في وظيفة و بنية النظم البيئية (2021,Sardans &Peñuelas).

إن متطلبات النبات للبوتاسيوم أعلى من أي مغذيات أخرى بعد النيتروجين . و يوجد البوتاسيوم بشكل طبيعي بكمية كافية في معظم أنواع التربة ، ومع ذلك، فإن زراعة أصناف عالية الإنتاجية، و عدم التناوب و الزراعة الأحادية المستمرة، أدت إلى نقص التربة في هذه المغذيات الأساسية للتربة (2022,Tariq *etal.*)

يلعب البوتاسيوم دوراً مهماً جداً في العديد من العمليات الفسيولوجية مثل عملية التمثيل الضوئي و تكوين الكربوهيدرات و البروتين، و بناء قدرة النباتات على تحمل الجفاف (2020,Aksu & Altay). و يعمل على تقليل من تثبيت ثاني أكسيد الكربون في أثناء عملية البناء الضوئي و يقلل من نقل و استهلاك المواد (2018,Traenkner *etal.*). يلعب سماد البوتاسيوم أيضاً دوراً مهماً في تحسين إنتاجية المحاصيل و جودتها (2020,Imran *etal.*). حيث يعمل البوتاسيوم على تنظيم التورم داخل الخلايا الحارسة في أثناء حركة الثغور وله دور في التعديل الأزموزي، إذ أن الفجوة العصارية و العصارة الخلوية هما المجمعان للبوتاسيوم في الخلايا النباتية (2019,Ragel *etal.*) .

تلبى المحاصيل احتياجاتها من البوتاسيوم من مصدرين :هما كبريتات البوتاسيوم و كلوريد البوتاسيوم (2021,Amanallah *etal.*). يُعدّ البوتاسيوم من العناصر الغذائية الرئيسية الضرورية لنمو النبات و يشارك في تنشيط الإنزيمات المهمة لاستخدام الطاقة و تخليق النشا و التنفس و التمثيل الغذائي و يلعب دوراً في التمثيل

الضوئي و فتح الثغور و غلقها ، و يعزز الطاقة في الوقت المناسب لنقل المغذيات و امتصاص الماء في النبات. (Sanyal *et al.* 2020). يلعب البوتاسيوم (K^+) دوراً حيوياً في استقلاب النيتروجين، إذ يتواجد كلا العنصرين على نطاق واسع لاستخدامهما كأسمدة في الإنتاج الزراعي (Xu, *et al.* 2020).

إن البوتاسيوم يحفز و يتحكم في إنزيم الطاقة ATPase في غشاء البلازما لتوليد حامض التحفيز و يؤدي إلى ارتخاء جدار الخلية (Oosterhuis *et al.* 2014) ، و بالتالي تعزيز نمو الخلايا و يلعب دوراً مهماً في الضغط الأزموزي للخلية (Hu *et al.* 2016) ، إذ إن توزيع البوتاسيوم داخل الأنسجة النباتية يتطلب وجود بروتينات النقل المرتبطة بالغشاء، إذ أثبتت الدراسات مدى تعقيد البوتاسيوم في النقل و تشمل البروتينات التي تنقل البوتاسيوم: (أ) البروتينات الناقلة في التربة للجذر مثل K^+ uptake permeas (KUP) (B) البروتينات الناقلة في الخشب K^+ outward steiar k rectifying (SKOR) حيث تعمل على نقل البوتاسيوم من عصارة الخشب باتجاه البراعم نتيجة لاختلاف الجهد عبر الغشاء (ج) البروتينات الناقلة في اللحاء قناة (AKT) Arabidopsis K^+ Tranporter, (د) البروتينات الناقلة في الخشب K^+ outward steiar k rectifying (SKOR) حيث تعمل على نقل البوتاسيوم من عصارة الخشب باتجاه البراعم نتيجة لاختلاف الجهد عبر الغشاء (ج) البروتينات الناقلة في اللحاء قناة (AKT) (Ahmed & Mathuis 2014, و Shabala 2016, *et al.*) ، إذ يعمل البوتاسيوم على تخفيف من الآثار الضارة للإجهاد الملحي (Pandey & Mahiwal 2020). أن النباتات التي تعاني من نقص البوتاسيوم يرتبط التحكم بالبوتاسيوم بنشاط الإنزيمات التي تعمل على إزالة السموم (Hasanuzzaman *et al.* 2020)، إذ ينظم البوتاسيوم أنواع الأوكسجين التفاعلية في النباتات لتحسين تحمل النبات للإجهادات (Kumar *et al.* 2020).

2-3-2 أسمدة البوتاسيوم النانوية و أهميتها للنبات :

نالت تقنية النانو أهمية كبيرة في مختلف التخصصات و منها الجانب الزراعي لدورها في زيادة الإنتاج إذ أن الأسمدة النانوية تكون أكثر كفاءة من الأسمدة الكيميائية ، و يعمل الرش الورقي بالعناصر المغذية بفعالية أكبر من تسميد التربة لاسيما عندما لا تكون الجذور قادرة على توفيرها للنبات، إذ يُعدّ الرش الورقي للبوتاسيوم النانوي أكثر فعاليةً (Ghidan *et al.* 2020).

يُعدّ سماد البوتاسيوم من أكثر الأسمدة استخداماً في الزراعة و نقصه يؤثر في نمو النبات ، وأن سماد البوتاسيوم النانوي يفيد بالتنوير الفسيولوجي للنبات. وأن السماد النانوي حجم جزيئاته أقل من 10 نانومتر الذي يتميز بفعاليته بالامتصاص و زيادة تحمل النبات للإجهادات (Marquez-Prieto, *et al.* 2022).

3-3-2 العناصر المغذية الأخرى :

تباينت النسب بشكل كبير في تراكم العناصر الغذائية في بذور الباقلاء، فإن أعلى متوسط لتراكم النيتروجين و الكالسيوم و المغنيسيوم و البوتاسيوم و الفسفور في البذور، أما تراكم العناصر في قشور الباقلاء تبين أن تركيز البوتاسيوم و الكالسيوم الأعلى. (Serafin *et al.* 2023).

ذكر Robertson (2009)، أن النيتروجين هو المكون الأساسي للنيتروكلبيوتيدات و البروتينات الأساسية في معظم النباتات، وتعتمد إنتاجية المحاصيل بشكل كبير على التسميد بالنيتروجين واستخدام الأسمدة النتروجينية يستهلك كميات هائلة من الطاقة و الإسراف يضر بالبيئة و بالتالي زيادة نمو النباتات تعبر عن كفاءة استخدام النتروجين (Xu, 2012)، لا يوجد عنصر آخر ضروري للحياة يتخذ أشكالاً عديدة في التربة مثل النيتروجين (N)، و التحولات بين هذه الأشكال تتم في الغالب عن طريق الميكروبات أي ميكروبات التربة تحول النيتروجين إلى أشكال قابلة للاستخدام في النبات (Millar & Robertson, 2015).

يُعدّ الفسفور عنصراً غذائياً مهماً للنباتات و يعتمد توفره في التربة على درجة حموضة التربة (Gulmezoglu & Dhugan, 2017). و يلعب دوراً في إنتاج الطاقة أثناء عملية التمثيل الغذائي الخلوي لتثبيت النيتروجين، ويحفز نمو الجذور و التمثيل الضوئي و زيادة الإنتاج و تحمّل النبات للملوحة (Fouda., 2017) و يلعب الفسفور دوراً رئيسياً في النواة و غشاء الخلية، ونسبة قليلة من سماد الفسفور الكيميائي غير متوقّرة للنبات، لأنّه على الأقلّ يتم تثبيت 70-90% من الفسفور الذي يدخل التربة بواسطة الحديد و الألمنيوم و الكالسيوم، و نقصه يؤثر في تثبيت النيتروجين (Nikfarjam & Aminpanah, 2015). و أنّ نقص الفسفور و الجفاف للنبات يؤدي إلى نقص في إنتاجية البقوليات (Chen *et al.*, 2023) إذ إن نمو الجذور يتأثر بامتصاص المغذيات كي يوفر الدعم الميكانيكي للنبات و من هنا يأتي دور الفسفور الضروري لنمو الجذور (Du *et al.*, 2021). بين Abd El-Hady *et al.* (2022)، و أنّ زيادة مستوى الفسفور للنبات تقوي الجذور لامتصاص المغذيات و قد أثرت الزيادة في المحصول و المحتوى الغذائي للنبات.

و قد ذكر Karim *et al.* (2020) أنّ الفسفور يُعدّ العامل الرئيسي الذي يحدّد المغذيات المعدنية في البقوليات و يؤثر في إنتاجية المحصول البقولية.

إنّ المغنيسيوم من العناصر المركّزة في جزيء الكلوروفيل و يلعب دوراً مهماً في عملية التمثيل الضوئي و العديد من العمليات تتأثر بالمغنيسيوم منها العمليات الإنزيمية و التمثيل الضوئي و تخليق ATP و بلمرة الحامض النووي RNA، و يلعب المغنيسيوم دوراً في تحميل عصارة اللحاء و تقسيم الكربوهيدرات (Hariadi & Shabala, 2004). و تحتوي البقوليات على نسبة عالية من العناصر الغذائية المعدنية مثل (الزنك والحديد و المغنيسيوم و الكالسيوم) مقارنةً بالحبوب الأخرى و تتمتع الباقلاء بمكانة مهمة كمحصول بروتيني نباتي مغذي (Khazaei & Vandenberg, 2020). أنّ الاستجابة المبكرة للنبات لنقص المغنيسيوم هو ضعف في عملية التمثيل الضوئي ممّا يؤدي إلى تراكم الكربوهيدرات في الأوراق و تثبيط في نمو الجذور و البذور (Peng *et al.*, 2018)، حيث إن أعراض النقص بالعنصر تظهر على شكل أخضرار بين الأوراق و يؤدي إلى أصفرار و بالتالي نخر بالأوراق (Guo *et al.*, 2016).

يُعدّ الكالسيوم عنصراً غذائياً و يلعب دوراً في الدفاع عن النبات من الأمراض ، ويمارس دوراً في النمو و كيميائية تكوين النبات ، يُعدّ حلاً مناسباً للدفاع من خلال تقليل التأثيرات الضارة للمعادن على صبغات التمثيل الضوئي و تخفيف من الأضرار التاكسدية الناتجة عن (ROS) (Abdoul-latif *et al.*, 2024). وأن نبات الباقلاء المعرّض للإجهاد الملحيّ تزداد فيه نسبة الكالسيوم في أوراق النبات (Benabderr *et al.*, 2018).

إنّ استخدام المياه المالحة تؤثر في جذور النباتات و امتصاصها للعناصر المغذية ، وأنّ عدم امتصاص لهذه العناصر يؤثر في الإنتاجية ، إذ بيّنت الدراسة أنّ للملوحة تأثيراً على العناصر وانخفاض تركيز هذه العناصر : النيتروجين و الفسفور و البوتاسيوم و المغنيسيوم و زيادة في تركيز الصوديوم (Matijević *et al.*, 2014).

يُعدّ الصوديوم عنصراً غذائياً دقيقاً أساسياً للعديد من الكائنات الحيّة، و يلعب دوراً مهماً في البيئة على الرغم من أنّ النباتات تتباين في احتياجاتها من الصوديوم حيث أنّ تراكم الصوديوم Na يُعدّ دالةً لزيادة تركيز كلوريد الصوديوم NaCl فإنّ النباتات الأكثر ملوحةً في التربة تثبت أنّها للصوديوم-2021, Santiago, Rosario *et al.*)

وقد ذكر Santiago *et al.* (2014) أنّ النباتات غير قادرة على منع امتصاص الصوديوم بشكلٍ كامل، في معظم الحالات، الأمر الذي له آثار سلبية في النبات ، من خلال تأثيراته الفسيولوجية المختلفة ، إنّ عنصر الصوديوم موجود في كلّ مكان من التربة و المياه و لا يُعدّ من مغذيات النبات الأساسية بسبب أنّه لا يستوفي شروط العنصر المغذيّ الأساس للنبات .

يُعدّ الزنك من أهم العوامل الغذائية الدقيقة التي تشارك بالعمليات الفسيولوجية منها تكوين الهرمونات منها (حامض الأبسيسيك و الجبرلين) و تكوين الكلوروفيل و البلاستيدات الخضراء و حماية لغشاء الخلية و عامل مساعد لكثير من الإنزيمات ، ويتمّ نقل الجسيمات النانوية عبر الجذور إلى البراعم عن طريق الأوعية (Sturikova *et al.*, 2018).

إنّ تركيز الزنك في محلول التربة منخفض جداً و ي بأشكال و أنواع مختلفة من الأملاح منها أكسيد الزنك و كبريتيد الزنك و يتأثر امتصاص النبات لعنصر الزنك بكاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ و حموضة التربة يعمل أكسيد الزنك على زيادة في الساق و الجذور و طول القرنة و زيادة في عدد الأوراق لنبات الباقلاء (Prasad *et al.*, 2012) ، و أنّ استخدامات الأسمدة النانوية حسن من قدرة النبات على امتصاص العناصر المغذية (Elhenawy *et al.*, 2018)، إذ إنّ سماد الزنك النانوي يقلّل من سمية التربة و الآثار الضارة و يعمل على زيادة ملحوظة في ارتفاع النبات و عدد القرنت و البذور (kahlel *et al.*, 2020) و يُعدّ الزنك من العناصر الأساسية لزيادة النمو و الإنتاج (Englbrecht *et al.*, 2004) و يلعب دوراً في تنشيط الإنزيمات المرتبطة به لتخليق الحيوئيّ للبروتين و الكربوهيدرات (Belal & Elramady, 2016)، وإنّ الرش الورقيّ للسماد النانويّ السائل الحاويّ على الزنك يكون من المغذيات الأكثر فعاليةً لتغذية النبات و تقليل من خسائرها عند تعرضها

للإجهادات المختلفة (2020, Al-Antary *etal.*)، وأن الزيادة في عنصر الزنك يسبب تلفاً لجذور النباتات و بالتالي يمنع عملية التمثيل الضوئي (2021, Guo *etal.*) .

يعد الحديد أحد العناصر الغذائية المسؤولة عن جودة المحصول و كميته وأن نقصه يؤثر في الإنتاج الزراعي و له دور في عمليات التمثيل الغذائي المتعلقة بنقل الالكتروليتات مثل عمليات التنفس و التمثيل الضوئي ، إذ يؤدي نقص 90% من الحديد في البلاستيدات الخضراء لأوراق النباتات خللاً في الوظائف (2016, López *etal.*) إذ يؤدي قلة الحديد إلى إصابة النبات بالشحوب الذي يؤدي إلى اصفرار الأوراق وتوقف النمو و بالتالي يؤثر في الإنتاجية (2021, Li *etal.*) . و أن محتوى التربة من الحديد يكون عالياً و يُعدّ العنصر الرابع من القشرة الأرضية حيث لا ترتبط بمحدودية توفر الحديد بتغذية النبات بل بانخفاض التربة منه ، حيث ان نقص الحديد يُعدّ صفة للتربة القلوية والتي تمثل هذه التربة 25% من سطح الأرض (2020, Celletti *etal.*) ، وأن الأنظمة الغذائية النباتية مرتبطة بزيادة استهلاك الحديد الموجود بالحبوب و الخضروات و البقوليات (2020, Bowman) ، وأن عنصر الحديد من المعادن المطلوبة بالعمليات الأيضية التي يحتاجها النبات لغرض النمو (2017, Palmqvist *etal.*) .

إنّ التربة جيدة التهوية تحتوي على كمية كبيرة من الحديد حيث تتشكل مجموعات و تكون غير قابلة للذوبان إذ لا ينتفع منها النبات ، وأنّ الأسمدة النانوية الحاوية على الحديد تزيد أنبات البذور و نمو المحاصيل و عدد البذور و القرنات (2021, Rezk *etal.*) . و أنّ خلايا التمثيل الضوئي تحتاج الكلوروفيل و الحديد ، إذ إنّ الساييتوكروم يحوي النظام الضوئي الأول و الثاني الحديد لهيكلتها و هذا يدلُّ على نشاط التمثيل الضوئي مرتبط بذرات الحديد ليزيد من الإنتاجية (2007, Briat *etal.*)

إنّ الأسمدة النانوية لديها القدرة على التقليل من الاجهاد التاكسدي لتعزيز النشاط البيوكيميائي، لزيادة البرولين و الكلوروفيل و تعمل على مقاومة الإجهادات (2023, Devi *etal.*) ، وأنّ الرش الورقي بالسماد السائل الحاوي على الحديد أظهرت زيادة في ارتفاع النبات و عدد القرنات (2018, AbdelSalam) ، وأنّ فيتامين سي الموجود في الباقلاء يسهل امتصاص عنصر الحديد الموجود بالتربة أو عند رشه على شكل سماد (2018, Margier *etal.*) وأنّ نسبة الحديد الموجودة في الباقلاء أكبر من نسبة الحديد الموجودة في الحمص و البازلاء (2015, Khan *etal.*) .

4-2 تأثير الإجهاد الملحي في فعالية الإنزيمات

1-4-2 سوبر أوكسيد دسميوتيز (SOD) Superoxide dismutase

إنزيم (SOD) هو إنزيم مضاد للأكسدة يعمل على استراتيجيات الدفاع الفسيولوجية في النباتات ضد الجذور الحرة و أنواع الأوكسجين التفاعلية (ROS) الناتجة عن الإجهاد الحيوي و غير

الحيوي (Stephenie, *etal.*, 2020). ويُعدّ من الإنزيمات المعدنية التي تحفّز تفكيك لل (O_2) إلى بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) و أوكسجين بوصفه خط الدفاع الأول ضد (ROS) (Zhao *etal.*, 2021). وأنّ زيادة الإنزيم يحمي النباتات من الإجهاد و الإصابة (Sahoo *etal.*, 2001). ويعمل إنزيم (SOD) في تحمّل النبات للملوحة و التي تحدث نتيجة زيادة في H_2O_2 (Gill *etal.*, 2010).

2-4-2 إنزيم البيروكسيداز Peroxide dismutase

يُعدّ إنزيم بيروكسيداز (POD) من البروتينات أحادية السكري يستخدمها النبات لأكسدة مجموعة من الجزيئات و يتمركز نشاطها في وسط الساييتوبلازم و جدار الخلية، و له دور في تقوية جدار الخلية النباتية من خلال مقاومته للتحلّل (Soffan *etal.*, 2014) ويُعدّ من الإنزيمات التي لديها القدرة على تحفيز و أكسدة المركبات العضوية و غير العضوية في وجود H_2O_2 (Zheng *etal.*, 2021)، و يلعب دوراً في العديد من التجارب كالكشف عن الكرياتينين و الكلوكوز و حامض اليوريك (Thanguda & Su, 2021)، و يقوم إنزيم البيروكسيداز بأكسدة المركبات الفينولية مع التحويل المتزامن لبيروكسيد الهيدروجين إلى ماء و أوكسجين (Bela *etal.*, 2015)، يُعدّ من الإنزيمات المهمة للنباتات لحمايتها من الأضرار الحشرية (War *etal.*, 2012)، و يلعب إنزيم البيروكسيداز دوراً في عمليات تقليل الأكسدة في الخلايا النباتية إذ يمنع تكوّن المادة السامة المتكوّنة في أثناء عملية أكسدة البيروكسيد من حيث تراكم H_2O_2 أي يعمل كمستقبل لبيروكسيد الهيدروجين و قد تبين من الدراسات أنّ نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة يعتمد على العمليات الأيضية التي تجري داخل الخلايا النباتية في أثناء إنبات الحبوب (Mirkhamidova & Shakhmurova, 2023)

2-4-3 إنزيم الكاتاليز (CAT) Catalase

يُعدّ إنزيم الكاتاليز واحداً من أهم إنزيمات الأكسدة للنباتات يقع بين إنزيمي الأوكسيداز (OXD) و بيروكسيداز (POD) و يلعب دوراً حيوياً في إزالة (ROS) والوقاية من تلف غشاء الخلية و تثبيط الخلايا السرطانية (Glorieux & Calderon, 2017). و لدى الإنزيم CAT تطبيقات محتملة في المجالات الطبية و الصناعية و تكون عالية التكلفة (Selamoglu, 2020).

عند زيادة نشاط إنزيم الكاتاليز المرتبط بنقص الماء في الجذور و الأوراق، فإنّ نشاط الأوراق يكون مستقرّاً أمّا النقص الحاد للماء سيعطل نشاط الإنزيم (Ghffar & Salimpour, 2015)، ويُثمّ التخلص من بيروكسيد الهيدروجين المتكوّن بواسطة إنزيم (SOD) عن طريق إنزيم الكاتاليز الذي يقع في البيروكسومات و المايكوكوندريا و يكون غائباً في البلاستيدات و يحوّل بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء و أوكسجين (Aly, 2010) & El-Beltagi)

إذ بيّن Farhangi & Torabian (2017) أنّ الملوحة تعمل على زيادة في نشاط الإنزيمات الثلاثة ، إذ تحمي النباتات نفسها من خلال آليات إنزيمية و غير إنزيمية للتخلص من أنواع الأوكسجين التفاعليّة و أثارها الضارة ، إذ تلعب الإنزيمات الثلاثة أدواراً في منع الإجهاد التاكسديّ والتخلص من بيروكسيد الهيدروجين المنتج.

الفصل الثالث

المواد وطرائق العمل

Materials and methods

الفصل الثالث

3- مواد وطرائق العمل

1-3 تنفيذ التجربة

1-1-3 موقع التجربة

نُفذت التجربة في داخل اصص بلاستيكية في أحد المشاتل الخاصة في محافظة كربلاء، و زرعت بذور الباقلاء (*Vicia faba L.*) في تاريخ 2023/10/15 واستمرت الزراعة لغاية 2024/4/15

2-1-3 تهيئة التربة

استخدم في التجربة نموذج تربة رملية مزيجة، جُففت هوائياً لمدة سبعة أيام، ومن ثم مررت خلال منخل قطر فتحاته (2) ملم وتم تعبئتها في الأصص البلاستيكية والمبين شكلها في الملحق (1) بمقدار (25) كغم تربة في كل أصيص (قطره 30سم و ارتفاعه 35سم). وأخذت عينة من التربة قبل الزراعة لغرض تحديد خواصها الكيميائية والفيزيائية الموضحة في (جدول 1). وفقاً لطرائق الموصوفة *etal.* (1982), page

3-1-3 مصدر البذور

تم الحصول على بذور نبات الباقلاء (*Vicia faba L.*) الهولندي من كلية الزراعة –جامعة كربلاء و المبيّن شكلها في الملحق(2)

4-1-3 التصميم التجريبي والعمليات الزراعية

صُممت التجربة كتجربة عاملية ضمن تصميم تام التعشبية (CRD) بأربعة مكررات. حيث يمثل العامل الأول السقي بمياه ري بأربعة مستويات ملوحة (2و4و6و8 ديسي سيمنزم¹) تم تهيئتها باستخدام مياه بئر مجهزة من جامعة كربلاء و تخفيفها إلى المستويات الملحية المذكورة بإضافة ماء الحنفية والجدول (2) يبين التحليل الكيميائي للمياه المستخدمة في عملية السقي، أما العامل الثاني فتمثل بالرش بالسماذ البوتاسي النانوي .

جدول (1-3) بعض الصفات الكيميائية و الفيزيائية لتربة الدراسة

الوحدة	القيمة	الصفة	
_____	7.70	درجة تفاعل التربة pH _{1:1}	
ديسي سيمنز م ⁻¹	2.00	الإيصالية الكهربائية EC _e	
غم كغم ⁻¹	8.62	المادة العضوية	
غم كغم ⁻¹	430.00	معادن الكربونات	
	5.00	كربون عضوي	
	5.40	الجبس	
سنتمول شحنة كغم ⁻¹	12.80	CEC	
%	1.70	SAR	
	1.23	ESP	
meq L ⁻¹	11.40	Ca ²⁺	الأيونات الموجبة الذائبة
	9.60	Mg ²⁺	
	7.80	Na ⁺	
	0.62	K ⁺	
	8.10	SO ₄ ²⁻	الأيونات الذائبة السالبة
	Nil	CO ₃ ²⁻	
	8.00	HCO ₃ ⁻	
	13.20	Cl ⁻	
ملغم كغم ⁻¹ تربة	10.50	النتروجين الجاهز	
	13.30	الفسفور الجاهز	
	88.90	البوتاسيوم الجاهز	
غم كغم ⁻¹ تربة	815.00	الرمل	النسجة / رملية مزيجة Loamy sand
	92.00	الغرين	
	93.00	الطين	

*أجريت تحاليل التربة في المختبر المركزي لكلية الزراعة - جامعة بغداد - قسم علوم التربة و الموارد المائية

(2-3) التحليل الكيميائي للمياه المستعملة في التجربة

مستويات الملوحة (ديسي سيمنز م ⁻¹)				الصفة
(8) S4	(6) S3	(4) S2	(2) S1	
8.38	8.32	8.22	8.15	درجة التفاعل Ph
7.75	5.9	3.86	1.82	الإصلالية الكهربائية EC دي سي سيمنز م ⁻¹
192.38	96.2	90.0	88.17	الكالسيوم ملغم لتر ⁻¹
28.08	25.86	16.81	14.1	المغنيسيوم ملغم لتر ⁻¹
1691	2073	625	206.5	الصوديوم ملغم لتر ⁻¹
57	49	21	9.5	البوتاسيوم ملغم لتر ⁻¹
2304.25	1949.7	1354.5	1063.5	الكلوريد ملغم لتر ⁻¹
4540	1500	1480	1000	(TH) ملغم لتر ⁻¹
146.4	117.12	112	100.04	البكارونات ملغم لتر ⁻¹
1464.91	1258.34	502.81	813.1	الكبريتات ملغم لتر ⁻¹

و أجريت عملية التسميد بالعناصر المغذية و بمقدار 50(كغم هـ⁻¹) فسفور من مصدر سوبر فوسفات الكالسيوم و بمقدار 50(كغم هـ⁻¹) النيتروجين من مصدر اليوريا و على ثلاث دفعات الأولى أضيفت قبل الزراعة و الثانية بعد شهر من الإضافة الأولى و الثالثة بعد شهرين من الإضافة الثانية (أضيفت رشاً على النبات) و مبيئة في الملحق(3).

وقد تمثّل العامل الثاني بإضافة السماد البوتاسيّ النانويّ *المجهّز من قبل الشركة الإيرانية Fanavar (Sepehr Parmis company) والمبيّن بالملحق (4) ، وذلك بإضافة أربع تراكيز (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) في التجربة ، و بدفتين متساوية (عند ظهور ثلاث أوراق كاملة على النبات و عند مرحلة التزهير 100%) و بذلك أصبح مجموع الوحدات التجريبية في الدراسة هو (64) وحدة تجريبية ، ووضع في كلّ أصيص 5 بذور و على مسافات متساوية ، و بعمق 2 سم حُفّف بعد ذلك إلى ثلاث بذور بالأصيص الواحد و تمّت عملية السقي للوحدات التجريبية على وفق مستويات الإجهاد الملحي في أعلاه قيد الدراسة والحفاظ على المحتوى الرطوبيّ للتربة في حدود السعة الحقلية .

2-3: مستويات مياه الري رَمَز لها وفق الآتي :

- S1 ماء بئر مخفّف بمياه الحنفية مستوى ملوحته (2ديسيمنز م⁻¹)
 S2 ماء بئر مخفّف بمياه الحنفية مستوى ملوحته (4ديسيمنز م⁻¹)
 S3 ماء بئر مخفّف بمياه الحنفية مستوى ملوحته (6ديسيمنز م⁻¹)
 S4 ماء بئر مخفّف بمياه الحنفية مستوى ملوحته (8ديسيمنز م⁻¹)

مستويات الرش بالبوتاسيوم النانوي وفق الآتي :

- K0 رش ورقي خالٍ من البوتاسيوم (ماء مقطر فقط)
 K1 رش ورقي بتركيز 50 ملغم لتر⁻¹
 K2 رش ورقي بتركيز 100 ملغم لتر⁻¹
 K3 رش ورقي بتركيز 150 ملغم لتر⁻¹

3-3 الصفات المدروسة

تمّت دراسة بعض الصفات المظهرية لنبات الباقلاء مع مراعاة التزهير الكامل للنبات والعشوائية في اختيار العينات .

1-3-3 متوسط ارتفاع النبات (سم)

تمّ قياس ارتفاع النباتات المزروعة في كلّ وحدة تجريبية وتمّ حساب متوسط الارتفاع حيث أخذ ارتفاع النباتات الموجودة في كلّ وحدة وقسمت على عددها (Ferrari *etal.*, 2022) .

2-3-3 متوسط قطر الساق (ملم)

تمّ قياس قطر النباتات في كلّ وحدة تجريبية ومن ثمّ احتسب متوسط قطر الساق للنبات الواحد باستخدام أداة القدمة ذات الورنيّة (Vernier) و مبيّن في الملحق (5).

3-3-3 متوسط عدد الأوراق (ورقة نبات⁻¹)

تمّ عد الأوراق يدوياً وقُسم على عدد النباتات الموجودة لاستخراج متوسط عدد الأوراق للنبات الواحد.

4-3-3 المساحة الورقية (سم²)

أعدمت طريقة الأقراص الورقية معلومة المساحة و تجفيفها مع تجفيف أوراق النبات جميعها على درجة حرارة 40-50 م لحين ثبات الوزن و حسبت المساحة حسب المعادلة الآتية: (Watson & Watson, 1953)

المساحة الورقية للأقراص × الوزن الجاف لأوراق النبات

$$\frac{\text{المساحة (سم}^2\text{)}}{\text{الوزن الجاف للأقراص}} = \text{-----}$$

3-3-5 متوسط عدد الأفرع في الاصيل

تمّ حساب عدد الأفرع للنباتات الموجودة في الوحدة التجريبية يدوياً و من ثمّ قُسم على عددها لاستخراج متوسط عدد الأفرع للنبات الواحد .

3-3-6 متوسط عدد الأزهار (زهرة نبات-1)

تمّ حساب عدد الأزهار يدوياً للنباتات الموجودة في كلّ وحدة تجريبية ومن ثَمَّ قُسم على عددها لاحتساب متوسط عدد الأزهار .

3-3-7 متوسط عدد البذور (بذرة نبات-1)

تمّ حساب عدد البذور الموجودة بالقرنة الواحدة و قُسم المجموع على عددها لاستخراج متوسط البذور للنبات الواحد.

3-3-8 متوسط وزن البذور الطرية (غم نبات-1)

تمّ حساب وزن البذور الموجودة في الأصيل الواحد و قُسم المجموع على عدد النباتات الموجودة بالأصيص نفسه.

3-3-9 متوسط وزن القرنات (غم نبات-1)

تمّ حساب وزن القرنات الموجودة بالأصيص و قُسم المجموع على عدد النباتات الموجودة بالأصيص نفسه.

3-4 مؤشرات النمو الفسلجية لنبات الباقلاء

3-4-1 قياس دليل الكلوروفيل الكلي للأوراق (وحدة سباد)

تمّ قياس محتوى الكلوروفيل للأوراق باستخدام جهاز قياس الكلوروفيل نوع (OPTI-SCIENCES) و المبيّن شكله في الملحق (6) حيث استخدم ميدانياً وأخذت جميع القياسات لجميع المعاملات. (1998, Reynolds *et al.*)

3-4-2 محتوى الماء النسبيّ للأوراق (Relative Water Content (%))

تمّ جمع خمس أوراق طرية من كلّ معاملة في مرحلة التزهير الكلي للنبات ومن ثمّ قياس وزنها مباشرة بعد الجمع و من ثم وضعها في أكياس بلاستيكية لضمان حفظ الرطوبة . وضعت في الماء المقطر لمدة (15) ساعة باضائة متوسطة ضمن حرارة الغرفة و من ثم جفّفت بورق نشاف ووضعت بالفرن بدرجة حرارة (65)م لمدة ثلاث ساعات . وزّنت بالميزان الحساس و المبيّن بالملحق (7) وتمّ قياس المحتوى النسبيّ فيها حسب المعادلة الآتية الموصوفة من قبل Srivastava,(2009).

$$R. W. C. = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

إذ إنّ :

R.W.C: محتوى الماء النسبيّ Relative water content

FW : الوزن الطري Fresh weight

DW : الوزن الجاف (غم) Dry weight

TW:الوزن الممتلئ Turgid weight

3-4-3 متوسط النمو المطلق للنبات الجاف (غم يوم⁻¹) A.G.R Growth Rate Absolute

تمّ حساب متوسط النمو المطلق على وفق المعادلة الموصوفة من قبل (Hunt,1978)

$$AGR = \frac{(W2 - W1)}{(T2 - T1)}$$

حيث إنّ :

W1: الوزن الجاف للجزء الخضري عند الزمن الأول

W2:الوزن الجاف للجزء الخضري عند الزمن الثاني

T1: زمن أخذ العينة الأولى محسوبة باليوم

T2: زمن أخذ العينة الثانية محسوبة باليوم

3-4-4 متوسط النمو النسبيّ للنبات الجاف (غم يوم⁻¹) (RGR) Relative Growth Rate

تمّ حساب متوسط النمو النسبيّ وفق المعادلة الآتية وحسب (Hunt., 1978)

$$RGR = \frac{(\text{Loge } w2 - \text{Loge } w1)}{(T2 - T1)}$$

حيث إنّ :

Logew1: اللوغار يتم الوزن الجزء الخضري الجاف عند الزمن الاول

Logew2: اللوغار يتم الوزن الجزء الخضري الجاف عند الزمن الثاني

T1: زمن أخذ العينة الاولى محسوبة باليوم

T2: زمن أخذ العينة الثانية محسوبة باليوم

3-4-5 تقدير محتوى البرولين في الأوراق (ملغم كغم⁻¹)

المواد

1. برولين.
2. نينهيدرين.
3. حامض الخليك الثلجي.
4. إيثانول (98%).

المحاليل:

تحديد البرولين

(المحاليل تخزن عند -20 درجة مئوية):

1. الاستخلاص: من 20 إلى 50 مرة من الوزن الطازج المخفف (وزن / حجم) يخفف عادةً في مزيج الإيثانول:ماء (70:30) (حجم / حجم).
2. المحلول القياسي للبرولين: يحضر محلول البرولين ليتراوح من 10.0 إلى 180 ملي غم/لتر ، في الوسط المستخدم للاستخلاص نفسه.
3. محلول العمل (كاشف التفاعل): ننهيدرين 1% (وزن / حجم) في حمض الخليك 60% (حجم / حجم) ، إيثانول 20% (حجم / حجم).

طريقة العمل:

الاستخلاص:

البرولين قابل للذوبان للغاية ويمكن استخراجه بسهولة من خلال مجانسة المستخلصات لمدة 20 دقيقة في الإيثانول النقي أو في الماء.

طريقة قياس البرولين باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي (المطياف):

1. في أنابيب اختبار 1.5 مل ذات غطاء محكم، أضيف 1000 ميكرو لتر من محلول العمل (كاشف التفاعل).
2. باستخدام ماصة مايكروية أضيف 500 ميكرو لتر من المستخلص النباتي الإيثانول الايثانولي و 100 ميكرو لتر من البرولين القياسي بحيث تحتوي 1.2 و 0.5 و 0.2 و 5 ملي مولاري من البرولين. ويكمل الحجم إلى 400 ميكرو لتر باستخدام الإيثانول: ماء (40:60 حجم / حجم).

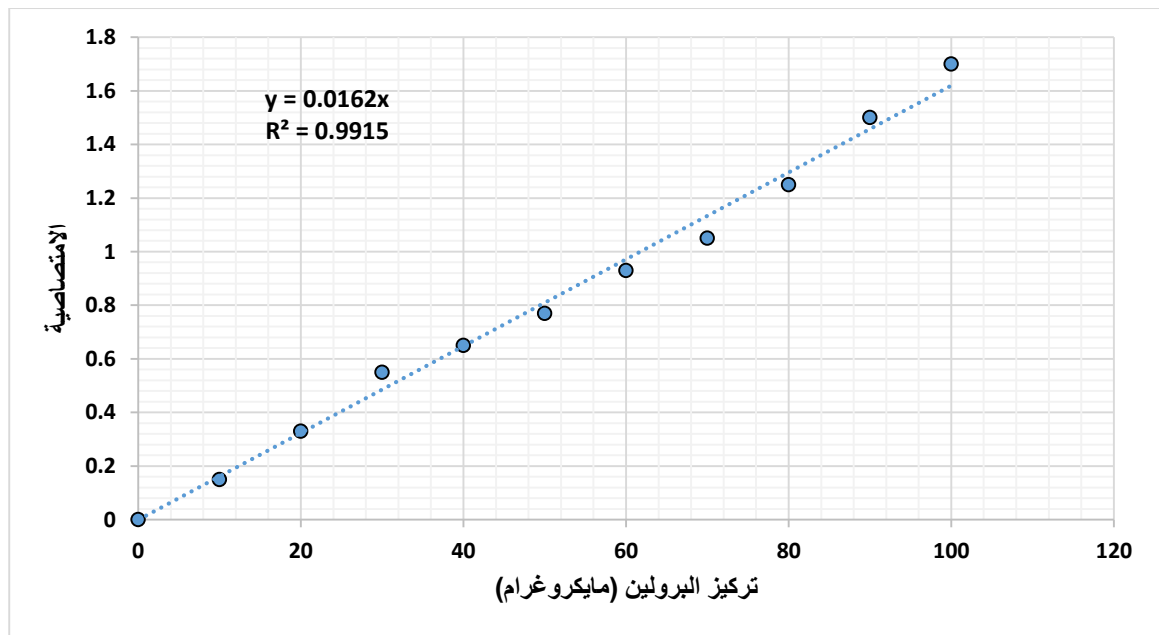
3. أغلق الأنابيب ، امزجها وسخنها عند 95 درجة مئوية في حمام مائي لمدة 20 دقيقة.

4. استخدم جهاز الطرد المركزي (دقيقة واحدة ، 10000 دورة في الدقيقة) لإزالة الراسب.

5. انقل الراشح إلى خلية زجاجية سعة 1.5 مل واقراء الطول الموجي 520 نانومتر

الحسابات:

كما هو مبين في الشكل 1 ، العلاقة بين كمية البرولين وما يقابلها من الامتصاص الطيفي في 1-100 نانومتر في مقياس المطياف الضوئي. (2011,Carillo &Gibon)



شكل (1) قياس تركيز البرولين

تستخدم المعادلة التالية لحساب كمية البرولين في المستخلصات:

$$\text{Proline } \mu\text{g.g}^{-1} \text{ FW} = \frac{(\text{Abs}_{\text{extract}} - \text{blank}) / \text{slope} * \text{Vol}_{\text{extract}} / \text{Vol}_{\text{aliquot}} * 1 / \text{FW}}$$

5-3 تقدير فعالية الإنزيمات

1-5-3 تقدير فعالية إنزيم الكاتليز Catalase (CAT) (katal /g.f.wt)

الكواشف

1. تمّ تحضير محلول حامض الكبريتيك (0.5 م) بالتخفيف المناسب لحمض الكبريتيك المركز في 200 مل من الماء المقطر.

2. تحضير محلول الأمونيوم ميتا فناديت (0.01 M) بإذابة 0.2925 غم من الأمونيوم ميتا فناديت في 200 مل من حمض الكبريتيك المحضّر في الخطوة 1.

3. تحضير دارئ الفوسفات (50 ملي مولاري؛ الرقم الهيدروجيني 7.0) عن طريق خلط المحاليل أ و ب بنسبة 1:1.5. تمّ تحضير المحلول (أ) عن طريق إذابة 6.81 جم من KH_2PO_4 في لتر واحد من الماء المقطر، وتمّ تحضير المحلول (ب) عن طريق إذابة 8.90 جم من $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ في لتر واحد من الماء المقطر.

4. محلول بيروكسيد الهيدروجين القياسي: تمّ تحضير محلول H_2O_2 الطازج (10 مولاري عن طريق مزج 0.1134 مل من 30% H_2O_2 مع 100 مل من محلول دارئ الفوسفات).

الجدول (3-3) خطوات طريقة العمل لتقدير فعالية إنزيم الكاتليز

الكواشف	أنبوب اختبار النموذج	أنبوب الاختبار القياسي	محلول الكفئ
مستخلص النموذج القياسي	100 μ l	-----	-----
دارئ الفوسفات	900 μ l	1000 μ l	3000 μ l
بيروكسيد الهيدروجين	2000 μ l	2000 μ l	----
امزج الأنابيب جيداً ثم احضنها في حمام مائي بدرجة 37 سيليزي لمدة دقيقتين.			
كاشف الامونيوم فناديت	2000 μ l	2000 μ l	2000 μ l
بعد ذلك، احفظ الأنابيب في درجة حرارة الغرفة لمدة عشر دقائق، ثم اقرأ الامتصاصية عند طول موجي 452 نانو متر.			

الحسابات

تمّ حساب فعالية إنزيم الكاتليز من المعادلة الآتية الموصوفة من قبل (Hadwan & kadhum, 2018):

$$\text{Catalase Activity of test kU} = \frac{2.303}{t} * \log \frac{S^0}{S} \quad \text{--- (1)}$$

حيث S^0 هي امتصاصية الأنبوب القياسي

و S هي امتصاصية أنبوب اختبار النموذج.

الفعالية الناتجة تقسم على عدد غرّامات النبات التي تمّ مجانستها في لتر من المستخلص

2-5-3 تقدير فعالية إنزيم سوبر أوكسيد دسميوتيز (u/g.f.wt) Superoxide dismutase

عداد الكواشف

1. تريس EDTA -البفر درجة الحموضة 8.2

تمّ إذابة 2.85 جم من تريس و 1.11 جم من EDTA-Na₂ في 1 لتر من DW

2. محلول بيروكالكول (0.2 مم)

تمّ إذابة وزن 0.252 جم من بيروكالكول في محلول قدره 0.06 مل من حمض الهيدروكلوريك المركز

المخفف في 1 لتر من DW.

تمّ ضبط الطيف الضوئي لقراءة الصفر باستخدام المخزن المؤقت تريس EDTA. وتمّ تحضير أنابيب

اختبار التحكم والعينة ثمّ ضخها في أنابيب الاختبار.

تمت قراءة الامتصاص عند الطول الموجي 420 نانومتر ضد محلول الكفي في وقت صفر وبعد دقيقة واحدة من

إضافة بيروكالكول.

حساب فعالية السوبر أوكسيد دسيموتيز من قبل (1974, Marklund, S. & Marklund, G.)

$$\% \text{ Inhibition of pyrogallol autoxidation} = \frac{\Delta A_{\text{control}} - \Delta A_{\text{test}}}{\Delta A_{\text{control}}} \times X$$

$$\% \text{ inhibition of pyrogallol autoxidation} = \frac{\Delta A_{\text{control}}}{50\%}$$

(Cu-Zn) SOD Activity (U/ml) =

الكواشف	محلول الاختبار (μl)	محلول الكفي (μl)
النموذج	50	-
بفر الترس	1000	1000
الماء المقطر	-	50
بيروكالكول	1000	1000

3-5-3 تقدير فعالية إنزيم البيروكسيداز (u/g.f.wt) peroxide dismutase

يشتمل البيروكسيداز (POD) بأوسع معانيه على مجموعة من الإنزيمات المحددة مثل (NAD-Peroxidase) و (NADP-Peroxidase) و(بيروكسيداز الأحماض الدهنية) وما إلى ذلك بالإضافة إلى مجموعة من

الإنزيمات غير المحددة للغاية من مصادر مختلفة والتي تُعرَف ببساطة باسم (POD) المانح : H2O2- (oxidoreductase 1.11.1.7). يُحَفِّز (POD) نزع الهيدروجين عن عدد كبير من المركبات العضوية مثل الفينولات والأمينات العطرية والهيدروكينون

إذ يُستخدم (Guaiacol) كركيزة لفحص البيروكسيديز (Guaiacol4-H2O2POD) من المُحتمل أن يكون جاياكول المؤكسد (منزوع الهيدروجين) الناتج من أكثر من مُركَّب واحد ويعتمد على ظروف التفاعل ومتوسط تكوين منتج نزع الهيدروجين (Guaiacol) هو مقياس لنشاط (POD) ويمكن قياسه طيفياً عند (436) نانومتر.

المواد :

1- محلول الفوسفات 0.1 لتر (درجة الحموضة 7.0)

2- محلول Guaiacol 20 m

تَمَّ إذابة (240)mg guaiaco في الماء وشكّل ما يصل إلى (100) مل يمكن تخزينها مُجمَّدة لعدة أشهر.

- محلول بيروكسيد الهيدروجين (0.042% = 12.3 ملي مولار). تميع (0.14) مل من (H2O2%30) إلى (100) مل بالماء .

- مُستخلص الإنزيم : استُخرج (1) جرام من الأنسجة النباتية الطازجة في (3) مل من (0.1) لتر الفوسفات العازلة رقمها الهيدروجيني (7) عن طريق الطحن بمدافع الهاون والمدقة المبردة مسبقاً , ثمَّ الطرد المركزي المتجانس في (18000) جم عند (5 درجات مئوية) لمدة (15) دقيقة , ومن ثمَّ استُخدمت المادة الطافية كمصدر للإنزيم خلال (2-4) ساعات , وتجمَّد حتى يتم إجراء الفحص.

طريقة العمل :

1. ماصة من محلول عازل (3 مل ، محلول غاياكول 0.05 مل ، مستخلص إنزيم 0.1 مل و 0.03 مل من محلول بيروكسيد الهيدروجين في كفييت (أحضر محلول المخزن المؤقت إلى 25 درجة مئوية قبل الفحص).

2. خُلِطَت جيداً , ووضع الكوفييت في مقياس الطيف الضوئي .

3. إنتظرنا حتى ازداد الامتصاص بمقدار (0.05) أُعْتُودَت ساعة الإيقاف ولاحظنا الوقت المطلوب بالدقائق حتى ازداد الامتصاص بمقدار (0.1) %.

الحسابات:

يتمُّ حساب نشاط الإنزيم لكلِّ لتر من المستخلص على النحو الآتي: من قبل (Pitotti *etal.*, 1995)

Enzyme activity units/liter =	3.18 x 0.1 x 1000
	6.39 x 1 x Δt x 0.1

6.39 : مُعامل نزع الهيدروجين

ملاحظة :

1. يتم الحصول على القيم الأكثر دقةً عندما تكون (Δt) بين دقيقة إلى 3 دقائق . لذلك يجب تخفيف مستخلص الإنزيم بشكلٍ مناسب.

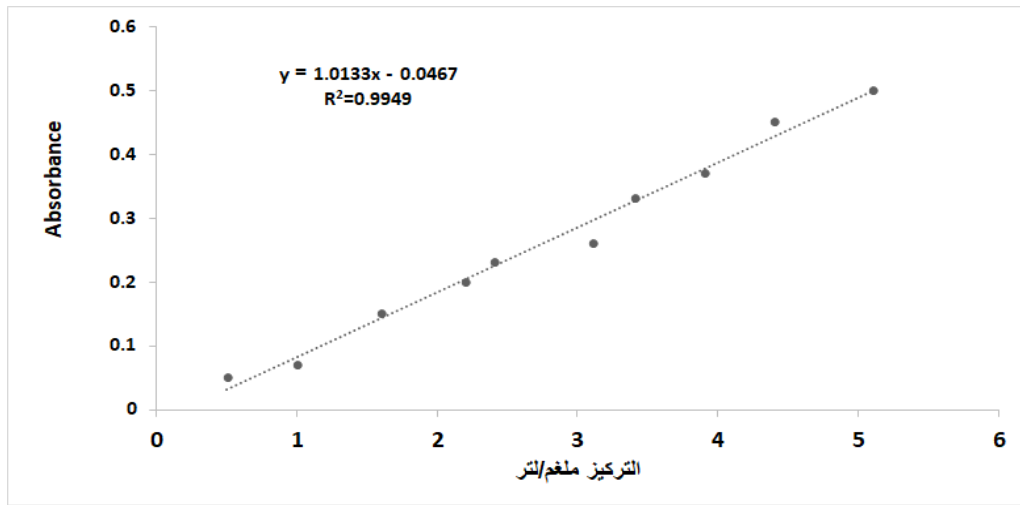
2. يُمكن استخدام (1) O-dianisidine مجم / مل ميثانول كركيزة بديلة للمقايسة . يُقاس O-dianisidine المؤكسد (مركب أصفر / برتقالي اللون) عند (430) نانومتر , أُخِذَ (3.5) مل من محلول الفوسفات (درجة الحموضة 6.5) في كوفيت نظيف وجاف , ثم إضافة مستخلص إنزيمات (0.2) مل و (0.1) مل من محلول (-O-dianisidine) المحضّر حديثاً , وحُضِرَ خليط الفحص إلى (28-30) درجة مئوية ثم وُضِعَ الكوفيت في مقياس الطيف الضوئي عند (430) نانومتر , ثم أُضيف (0.2 مل 0.2 م H₂O₂) وحُطِط وشُعِلت ساعة الإيقاف فوراً , بعدها تمّ قراءة الامتصاص الأولي ثم كل (30) ثانية حتى (3) دقائق , وإذا كان متوسط الزيادة مرتفعاً جداً , نكّر الاختبار باستخدام المُستخلصات المخففة , رسم الزيادة في الامتصاص مع الزمن , وفُرنت التغييرات في الامتصاصية لكل دقيقة , وسجّلت نشاطات الإنزيم من حيث متوسط زيادة الامتصاص لكل وحدة زمنية لكل مجم بروتين أو وزن نسيج . (Pitotti *etal.* , 1995)

3-6 قياس تركيز العناصر

3-6-1 تركيز الأوراق من الفسفور (%)

إنّ قدر تركيز الأوراق من الفسفور باستعمال طريقة موليبيدات الأمونيوم وحامض الأسكوريك على وفق طريقة Sommers & Olsen (1982) إذ أخذ 10 مل من العينة المهضومة ووضعت في دورق حجمي سعة 50 مل وأكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر , ثم سحب 10 مل من المحلول السابق ووضع في دورق مخروطي سعة 100 مل وأضيف له 0.1 غم من حامض الأسكوريك و 4 مل من موليبيدات الأمونيوم {المحضّرة من إذابة 10 غم من موليبيدات الأمونيوم في 400 مل ماء مقطر ثم أُضيف 150 مل من حامض الكبريتيك المركز ثم نقل إلى دورق حجمه (1 لتر) وأكمل الحجم بالماء المقطر} ثم سُخِنَ الدورق على صفيحة ساخنة لمدة دقيقة لحين تغيّر لون المحلول إلى الأزرق , ثم نقلت محتويات الدورق بصورة كاملة إلى دورق معياري سعته (100 مل) وأكمل إلى العلامة بالماء المقطر ثم سجّلت القراءة في جهاز المطياف الضوئي UV-

visible Spectrophotometer السابق ذكره على الطول الموجي 620 نانوميتر, كما أخذت قراءات الامتصاص الضوئي لسلسلة تراكيز من محاليل قياسية للفسفور لعمل منحنى القياس وذلك بتجفيف 2.5 غم فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين KH_2PO_4 في فرن التجفيف عند درجة حرارة 105 م لمدة ساعة واحدة وبعد أن بردت في الفرن اخذ منها 0.439 غم وإذيب في 1 لتر ماء مقطر خالي من الأيونات (ليصبح محلولاً قياسياً 100 ملغم فسفور.لتر⁻¹) ومنه حضرت سلسلة من المحاليل القياسية بأخذ 1، 2، 3، 4، 5 مل بعدها أخذت قراءات الامتصاص الضوئي لهذه المحاليل ورسم المنحنى القياسي (شكل 2) ومن ثم حوّلت وحدة القياس للقيم المستحصل عليها إلى وحدات التركيز كنسبة مئوية.



شكل(2) المنحنى القياسي للفسفور

3-6-2 تركيز الأوراق من البوتاسيوم (%)

إن قدر تركيز الأوراق من البوتاسيوم في العينة المهضومة كما ورد في Horneck&Hanson (1998) وذلك باستعمال جهاز اللهب الضوئي Flame-photometer .

لقد تم إجراء التحليل باستخدام مقياس الضوء باللهب كما تم اعتماده بواسطة . Ahanger *etal* (2015) تم أخذ 0.5 جم من المادة النباتية المجففة في ورق مخروطي وهضمها في خليط ثلاثي حامض ($H_2SO_4 + HNO_3 + HClO_4$ بنسبة 9 : 3 : 1). تم ترشيح المادة المهضومة عديمة اللون من خلال ورق الترشيح Whatman رقم 1 إلى ورق حجمي سعة 100 مل ممّا يشكّل الحجم الكلي إلى 25 مل. بعد ذلك تم أخذ قسامة 5 مل وجعلها تصل إلى 25 مل بالماء المقطر وتمت قراءتها مباشرة على مقياس الضوء الرقمي باللهب ، باستخدام مرشحات K بشكل منفصل وتم تحديد النسبة المئوية لـ K باستخدام المحاليل القياسية.

الهضم:

الهضم مناسب بشكلٍ خاص للعمل الروتينيّ على سلسلةٍ كبيرةٍ من عينات النبات لتحديد النيتروجين و البوتاسيوم و الكالسيوم و الصوديوم و المغنيسيوم في المواد النباتية (2004, Temminghoff *etal.*).

الكواشف

1. حمض الكبريتيك ، 96 %.
2. بيروكسيد الهيدروجين ، 30%.
3. مسحوق السيلينيوم.
4. مسحوق حامض الساليسيليك.
5. حامض الكبريتيك - خليط السيلينيوم - يذوب 3.5 غرام من السيلينيوم في 1 لتر من حامض الكبريتيك عن طريق التسخين إلى حوالي 300 درجة مئوية، مع تغطية الدورق. تستغرق العملية بأكملها 3-4 ساعات.
6. مزيج الهضم - يمزج 7.2 غرام من حمض الساليسيليك (الخطوة 4) في 100 مل من حمض الكبريتيك- خليط السيلينيوم (الخطوة 5).

طريقة العمل:

يتم وزن 0.2 غم من عينة المواد النباتية وتنقل العينة إلى أنبوب الهضم. يتم إضافة 2.5 مل من مزيج الهضم (المحضر بالخطوة 6) بعناية حتى يتم ترطيب جميع المواد النباتية.

يترك المزيج لمدة ساعتين على الأقل. ضع الأنبوب في كتلة التسخين والحرارة عند 100 درجة مئوية لمدة ساعتين على الأقل، يسمح بالتبريد، وإضافة ثلاث إضافات متتالية كل منها 1 مل من بيروكسيد الهيدروجين (المحضر بالخطوة 2). امزج بعناية، ولكن بدقة بعد كل إضافة.

تحذير: يجب الانتظار حتى يتوقف التفاعل مع بيروكسيد الهيدروجين (حوالي 10 ثوانٍ) قبل إضافة الجزء الآتي.

الخطوة اللاحقة تتضمن وضع الأنبوب في التسخين عند 330 درجة مئوية. و ننتظر لمدة ساعة وإذا كان لون المستخلص أصفر داكن، نبرد ونضيف 1 مل آخر من بيروكسيد الهيدروجين. ونسخن الأنبوب مرة أخرى عند 330 درجة مئوية. إذ نعدّ الهضم كاملاً عندما يتحول المحلول المهضوم إلى عديم اللون أو أصفر فاتح؛ يستغرق هذا عادة حوالي ساعتين. ننزل الأنبوب من التسخين ويبرد إلى درجة حرارة الغرفة. ثم نضيف 48.3 مل من الماء و امزجه جيداً.

ثم نترك المحلول ليستقر ثم نمزجه مرة أخرى، وننقله إلى أنبوب اختبار ونتركه يستقر قبل قياس العناصر المطلوبة. ونقدر البوتاسيوم باستخدام جهاز اللهب الضوئي Flame-photometer.

3-6-3 تركيز الأوراق من المغنيسيوم (%)

إنَّ قدر تركيز الأوراق من المغنيسيوم بالتسحيح إذ نقلت العينة المهضومة إلى دورقٍ حجمي سعة 100 مل وأكمل إلى العلامة بالماء المقطَّر وأخذ 25 مل من محلول الهضم ووضع في دورقٍ معياري سعة 100 مل وأضيف له 5 مل من كلوريد الحديد 5% مع الرج المستمر وأضيفت له كمية من هيدروكسيد الصوديوم العياري إلى أن تغيَّر لونه وأصبح بني متعكَّر وتمَّ ملاحظة عدم وجود راسب ونضيف له 20 مل من محلول الحامض القياسي (Standard Acetate pH 4.63)، ووضعت العينة في حمام مائي لمدة 15 دقيقةً مع الرج بيِّن اونة واخرى وبعدها بردت وأكملت إلى العلامة وبعدها تمَّ ترشيحها من خلال ورق الترشيح الاعتيادي وقدر المغنيسيوم بأخذ 25 مل من الراشح النهائي وأضيف له 10 مل من هيدروكسيد الصوديوم العياري مع كمية قليلة من البيروكسيد في دورقٍ مخروطي سعة 300 مل ثمَّ تمَّ تسحيحه مع الـ EDTA-Na (Carlson & Johnson., 1961)

$$س \times 100 \times 100 \times 100$$

النسبة المئوية للمغنيسيوم = $100 \times$

$$ص \times 25 \times 25 \times 1000$$

إذ إنَّ س تمثّل ملغم 25/Mg مل من العينة عند التسحيح

2 (0.5 عياري) إلى أن تغيَّر لونه إلى بني وطبقت المعادلة الآتية (الصحاف, 1989).

3-6-4 تقدير النيتروجين الكلي بواسطة القياس الطيفي

1. مبدأ الطريقة

1.1. يستند تحديد كمية النتروجين على تفاعل Berthelot ، الذي يعتمد على تشكيل صبغة الأزو بوجود الأمونيا وكاشف الهيبوكلوريت.

يكون للإندوفينول مع النتروجين لون أخضر - مزرق ، يتمُّ قياس الامتصاصية في الطول الموجي 660 نانومتر. وهذا هو مقياس لتركيز الأمونيوم ، و يُعدّ هذا القياس فعالاً لتحديد كمية مركبات النيتروجين في العينة.

1. لمنع ترسب الهيدروكسيدات ، يجب إضافة EDTA قبل رفع درجة الحموضة.

2. يجب ضبط الرقم الهيدروجيني بمحلولٍ مؤقت ، حيث إنَّ الهضم يحتوي على كمياتٍ متغيِّرة من الحامض.

3. نيتروبروسيد الصوديوم هو عامل مساعد لتفاعل Berthelot.

2.1. ينتج عن هذا القياس منحنى قياسي يصل حدّ كشفه إلى حوالي 15 ملغم لتر⁻¹ نيتروجين.

الكواشف

1. محلول القياسي بتركيز N 2500 ملغم لتر⁻¹ - يذوب 11.793 جم من كبريتات الأمونيوم في الماء في قنينة حجمية سعة 1000 مل و يكمل الحجم بالماء اللايوني.
2. محلول هيدروكسيد الصوديوم 10 مل لتر⁻¹ - إذابة 200 غرام من هيدروكسيد الصوديوم في 400 مل ماء غير أيوني. بعد التبريد يكمل الحجم إلى 500 مل.
3. محلول الساليسيلات - إذابة 110 جم من حمض الساليسيليك في 105 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (محلول هيدروكسيد الصوديوم المحضر بالخطوة 2) ويكمل مباشرةً بالماء إلى 250 مل.
4. محلول ضبط درجة الدالة الحامضية (12.3 pH) - يحضر بإذابة 26.70 غرام من فوسفات هيدروجين الصوديوم ثنائي الهيدرات ، $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ، في بعض الماء في قنينة حجمها 2 لتر. إضافة 10 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم ويخفف الحجم بالماء.
5. EDTA Solution - يحضر بإذابة 4 غم من $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ، في 100 مل ماء غير أيوني.
6. محلول هيبوكلوريت - المحلول الرئيسي ، يحتوي على حوالي 1 مولاري هيبوكلوريت صوديوم مع 0.1 مولاري هيدروكسيد الصوديوم ، تذاب 20 مل من هذا المحلول في 100 مل من الماء اللايوني.
7. محلول النيتروبروسيد - يذوب 50 ملغم من ثنائي هيدرات نيتروبروسيد الصوديوم ، $[\text{Fe}(\text{CN})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}] \cdot 5\text{NO}$ ، في 100 مل ماء. تحضر قبل الاستخدام.
8. الكاشف المختلط I - مزيج 50 مل من محلول الساليسيلات (المحضر بالخطوة 3) مع 100 مل من محلول نيتروبروسيد (المحضر بالخطوة 7) و 5 مل من محلول EDTA (المحضر بالخطوة 5)
9. الكاشف المختلط II - يتكون من مزيج 200 مل من محلول ضبط درجة الدالة الحامضية مع 50 مل من محلول الهيبوكلوريت.

*يجب تجفيف كبريتات الأمونيوم عند درجة حرارة 105 مئوية لمدة ساعتين على الأقل قبل الوزن مباشرة.

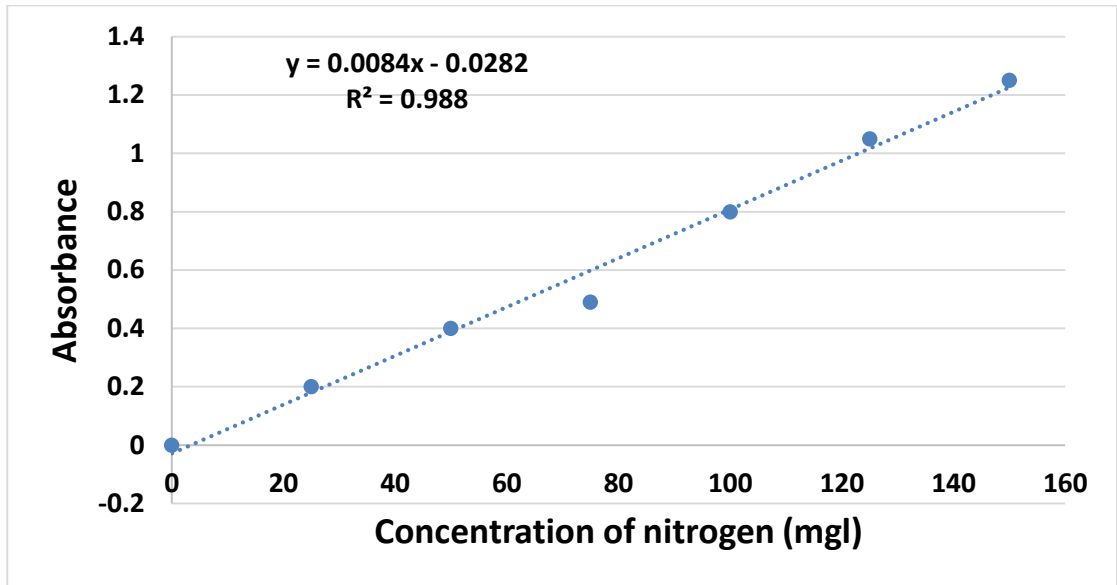
قبل التجفيف، ويجب سحق أي قطع متكتلة حتى تبقى البلورات الناعمة؛ لأنّ البلورات الخشنة تحتوي على الكثير من المياه المغطاة في تجاويها وبالتالي سوف تحتاج إلى ارتفاع درجة حرارة التجفيف.

المعايرة

في قناني حجمها 100 مل ، تحتوي على 40 مل ماء و 4.5 مل من حمض الكبريتيك المركز (96 %). مزيج وبعد أن يبرد نضيف (0 - 1.00 - 2.00 - 3.00 - 4.00 - 5.00 - 6.00 مل من محلول النتروجين القياسي (المحضر بالخطوة 1) ويكمل الحجم بالماء. تحتوي هذه السلسلة القياسية على N تركيز - 0 - 25 - 50 - 75 - 100 ملغم / لتر.

طريقة العمل

لكل 1 مل من العينة أو المحلول القياسي. أضف 3.0 مل من الكاشف المختلط I (المحضر بالخطوة 8) وتخلط.
ثم أضف 5.0 مل من الكاشف المختلط II (المحضر بالخطوة 9) وتمزج و تحضن لمدة لا تقل عن 2 ساعة.
ثم تقاس الامتصاصية للمحاليل القياسية ولمحلول العينة ويستخرج تركيز النتروجين عن طريق المقارنة بالمحاليل القياسية.



الشكل 3: المنحني القياسي للنتروجين.

الحسابات:

محتوى النيتروجين من المواد النباتية ، هو

محسوبة بواسطة:

$$V / w * 0.07139 \text{ (أ-ب)}$$

بحيث:

أ هو تركيز النيتروجين في العينة المهضومة ، ملغم لتر⁻¹

b هو تركيز النيتروجين في محلول الكفى (البلانك) ، بالملغم لتر⁻¹

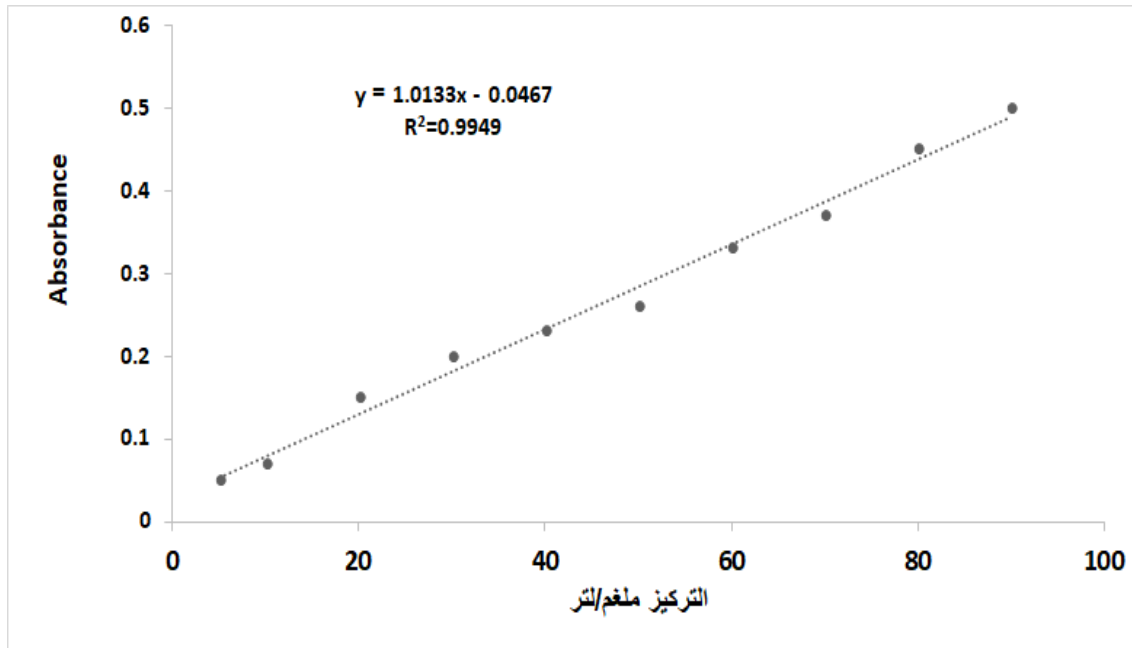
V هو الحجم الكلي للهضم في نهاية إجراء الهضم ، بالملل

W هو وزن عينة المواد النباتية.

0.07139 ثابت نستخدمه بشكلٍ اختياري عندما نريد تحويل النتائج إلى ملي مول/لتر

3-6-5 محتوى الأوراق من الحديد (ملغم كغم⁻¹ وزن جاف)

قدر محتوى الأوراق من عنصر الحديد بحسب الطريقة الموصوفة من قبل Sandell (1950)، إذ أخذت عينات ورقية عشوائياً من الشتلات المعاملة وجفقت بواسطة الفرن الكهربائي بدرجة 70 م° لحين ثبات الوزن وطحنت وأضيف إليها 1 مل من حامض الكبريتيك وتركت لمدة ساعة ثم أحرقت بواسطة الفرن الكهربائي حتى ابيض الرماد ، وإذيب الرماد في 5 مل من حامض الهيدروكلوريك (6 عياري) ، ورشح خلال ورقة ترشيح مغسولة بالحامض وأكمل الحجم إلى 100 مل حامض الهيدروكلوريك (0.1 عياري). وأخذ 25 مل من المحلول وأضيف إليه كمية من محلول سترات الصوديوم المحضرة مسبقاً بإذابة (250 ملغم من السترات بـ 1 لتر ماء مقطر) حتى أصبح الرقم الهيدروجيني 3.5 ، ثم أضيف إليه 1 مل من كل من محلول الهيدروكينون المحضر بإذابة (1غم في 1 لتر ماء) ومحلول الاورثوفينوثرولين (المحضر بإذابة 0.5 غم إلى 100 مل ماء مقطر والمخزون في زجاجة معتمة) ، ثم ترك المحلول لمدة ساعة بدرجة حرارة 20 م° لاختزال كمية الحديد الموجودة ، وقرأت الكثافة الضوئية على طول موجي 508 نانوميتر باستعمال جهاز UV-Spectrophotometer . وتم تحضير المحاليل القياسية لعنصر الحديد بتركيز 5 و 10 و 20 و 50 و 70 و 90 ملغم/لتر⁻¹ لعمل المنحنى القياسي له (شكل 4) لتسقيط القراءات عليه.



شكل (4) المنحنى القياسي لعنصر الحديد

3-6-6 تركيز الأوراق من الزنك (%)

تم استخدام العدة الكاملة abnova لقياس كمية الزنك (الخارصين) بعد إكمال الهضم الملائم للعينة. (2009, Knoell)

مبدأ الفحص

يحتاج الكت (العدة) إلى إجراءات بسيطة ومباشرة للتشغيل الآلي لقياس تركيز الزنك في العينات البيولوجية المرغوب قياس الزنك فيها للأغراض البحثية والدوائية. وتمّ تصميم مجموعة عدّة فحص الزنك لقياس الزنك مباشرةً في النماذج الحيوية من دون أيّ معالجة مسبقة. وتستخدم الطريقة الحالية الكروموجين الذي يشكّل لوناً مركباً على وجه التحديد مع الزنك. شدة اللون، المقاسة عند 425 نانومتر، تتناسب طردياً مع تركيز الزنك في العينة.

المكونات والمحاليل:

List of component

Component	Amount
Reagent A	50 mL
Reagent B	1 mL
Reagent C	1 mL
EDTA	1 mL 100 mM
Zinc standard	1 mL 50 µM

تحضير الكاشف

موازنة جميع الكواشف لدرجة حرارة الغرفة. الكواشف B و C قبل الفحص.

كاشف العمل: قم بخلط 200 ميكرو لتر كاشف A و 4 ميكرو لتر كاشف B و 4 ميكرو لتر كاشف C.

أعداد العينة

يجب أن تكون العينات صافية وخالية من التعكّر أو الرواسب. إذا كانت موجودة، يجب أن تزال الرواسب بالترشيح أو بالطرد المركزي.

تفاصيل الفحص

الإجراء باستخدام لوحة 96 بأبعاد الميكروية:

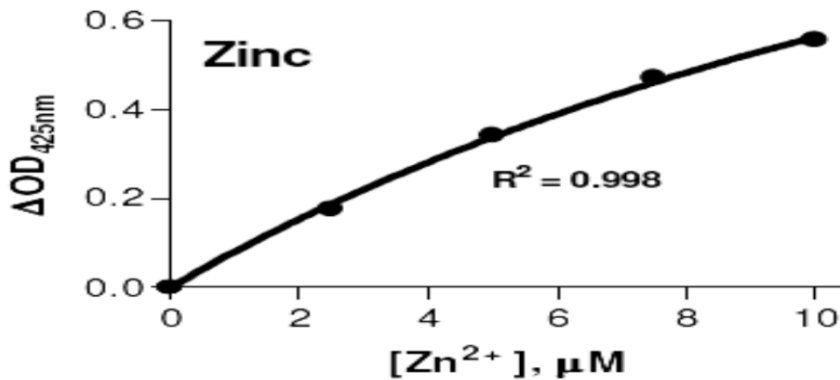
1. تنقل المحاليل إلى الحفر الميكروية الموجود في اللوحة الميكروية.

No	STD + H ₂ O	Vol (μL)	Zn ²⁺ (μM)
1	20μL + 80μL	100	10.0
2	15μL + 85μL	100	7.5
3	10μL + 90μL	100	5.0
4	5μL + 95μL	100	2.5
5	0μL + 100μL	100	0

نقل 50 ميكرو لتر عينة وعينة فارغة (عينة 50 ميكرو لتر + 2 ميكرو لتر EDTA) إلى الحفر الملائمة في الصفيحة). أضف 200 ميكرو لتر من كاشف العمل وحرك اللوحة برفق للمزج.
3. احتضان 30 دقيقة في درجة حرارة الغرفة وقراءة الكثافة الضوئية عند 425 نانومتر (المدى 420-426 نانومتر).

الحسابات:

يتم حساب كمية الزنك من المنحني الناتج من القياس



Standard Curve in 96-well plate assay

شكل (5) منحى تركيز الزنك

7-3 تقدير محتوى حامض الأبيسيك

تحضير المحاليل تتم على وفق لطريقة (Ergun *etal.*, 2002) و كما يلي:

1-يحضر المزيج بحجم 100 مل من مزج كل من الميثانول و كلوروفورم و هيدروكسيد الأمونيوم بنسب (12:3:5) على التوالي و الذي يحفظ بدرجة حرارة (-20)م لحين إجراء باقي عمليات الاستخلاص .

2-تحضر تخافيف متسلسلة من الحامض المركز HCL و القاعدة المركزة لغرض تعديل الPH

طريقة العمل: Method

- 1- يضاف 3 مل من الخليط (ميثانول :كلوروفورم :هيدروكسيد الأمونيوم) إلى 0.05 غم من النسيج النباتي المجفّف .
- 2- يضاف 1.25 مل من الماء المقطّر إلى المزيج السابق .
- 3- تزال طبقة الكلوروفورم السفلية من الأنبوب و تترك الطبقة العلوية .
- 4- يعدل الPH للطبقة المائية ال PH=2.5.
- 5- يستخلص المزيج ب 3 مل بالأثيل استيت –Ethylacetate و تمزج بجهاز Vortex ثم تقاس الكثافة الضوئية للطبقة العلوية لتقدير حامض الأبسيسك أسد عند طول موجي (263)نانومتر.
- 6- تمّ استعمال الأثيل استيت كبلانك Blank.

8-3 الدراسة التشريحية

Anatomical study

تشريح بشرة الأوراق preparation epidermal of Leave

تمّ تحضير بشرة الأوراق الطرية من جمع مجموعة من الأوراق (موقع الدراسة) من دون تجفيف و تمّ استخدام وسط الأوراق أما طريقة تحضير البشرة فقد اتبعت طريقة Ahmed et al. (2010) مع بعض التحوير اذ تم مزج صبغة السفرانين مع الكليسرين لغرض الحفظ والتصبيغ في ان واحد و قطع الجزء الوسطي للورقة من منطقة العرق الوسطي طولياً و أصبحت جزئين أخذ الجزء الأول و سلخت منها البشرتين العليا والسفلى مباشرة لان البشرة في نبات الباقلاء سهلة السلخ ، اذ تم عمل شق في البشرة وبواسطة ملقط يتم سحب حافة الشق ليتم سلخ البشرة و من ثمّ نقلت بواسطة ملقط إلى شريحة زجاجية نظيفة ، بعد ذلك قلبت البشرة على سطحها العلوي للاعلى سواء البشرة السفلى او العليا وتم وضع قطرة كليسرين الممزوج مع صبغة السفرانين و بعد ذلك تم وضع غطاء الشريحة و أصبحت جاهزة للفحص المجهرى و من ثمّ حفظت.

أخذت أبعاد (طول و عرض) الخلايا و الثغور و الغدد ، بينما الغدد أخذت الشكل الحلبي وقيست أبعادها ، حيث استخدمت وحدة (μm) المايكرو ميتر و هي الوحدة المستخدمة لقياس الأبعاد كافة للخلايا و الثغور و الغدد ، و هي وحدة دولية تعادل (1000000) من المتر وأنّ السنتمتر يساوي (10000) مايكرو متر و المايكرومتر يساوي (0.0001) و تم التصوير عند الفحص بعدسة قوة تكبيرها (40X) بكاميرا موبايل نوع هواوي.

(3-4) الأجهزة و المعدات المستخدمة بالتجربة

البلد المصنع	الأجهزة و المعدات المستخدمة	ت
Germany	Sensitive electronic balance ميزان الكتروني حساس	1
China	electronic balance ميزان الكتروني كهربائي كيلو غرامات	2
Bulgaria	Optical dissecting microscope مجهر تشريح ضوئي	3
China	شرائح زجاجية (slide)	4
Iraq	أكياس بلاستيكية مُختلفة الأحجام	5
Iraq	غربال ذو فتحات بقطر 2 ملم	6
Iraq	64 من الأصص البلاستيكية بطول 35 سم و قطر 30 سم	7
China	Salinity meter جهاز قياس الملوحة	8
China	Length measuring tape شريط قياس الطول	9
China	Diameter measuring tool (القدمة) أداة قياس القطر المسمك	10
China	digital calculator حاسبة رقمية	11
Germany	Electric oven فرن كهربائي	12
Finland	جهاز قياس محتوى الكلوروفيل (OPTI-SCIENCES)	13
USA	جهاز كروماتوغرافيا الغاز- مطياف الكتلة Gas Chromatography- Mass	14
Germany	Micro – Kijeldahl جهاز مايكروكلدال	15
China	Flame-photometer جهاز اللهب الضوئي	16
China	مسطرة عينية لقياس الخلايا و الأنسجة	17
Iraq	شفرات حادة	18
Iraq	ملاقط دقيقة	19

Laboratory materials (3-5) المواد المختبرية المستخدمة بالتجربة

البلد المصنع	المواد المستخدمة	ت
Iraq	Water distilater ماء مقطر	1
China	صبغة السفرانين	2
Spain	مجموع الأسمدة المستخدمة (سوبر فوسفات الكالسيوم واليوريا)	3
Iran	البوتاسيوم النانوي و بعض العناصر النادرة من شركة Fanavar (Sepehr Parmis company)	4
China	كليسرين	5

9-3 التحليل الإحصائي

صممت التجربة العاملية Factorial Experiment باستخدام البرنامج الإحصائي (SAS) Statistical Analysis System وقورنت معنوية الفروق بين متوسطات المعاملات باختبار أقل فرق معنوي Least significant difference (L.S.D) عند مستوى معنوية 0.05.

الفصل الرابع

النتائج

Results

الفصل الرابع

4- النتائج

4-1 تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي :

4-1-1 ارتفاع النبات (سم):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-1) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة ارتفاع نبات الباقلاء. وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي لعامل الإجهاد الملحي في الصفة المذكورة، إذ نلاحظ انخفاض في صفة ارتفاع نبات الباقلاء مع زيادة الإجهاد الملحي، إذ انخفضت قيمة هذه الصفة قياساً عند الري بمستوى إجهاده الملحي 2 ديسي سيمنز م¹ و بنسبة انخفاض بلغت (33.83% و 39.87% و 45.63%) مع زيادة مستوى الإجهاد الملحي إلى 4 و 6 و 8 ديسي سيمنز م¹ بالتتابع.

بيّنت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي أدى إلى زيادة معنوية في صفة ارتفاع نبات الباقلاء و بنسبة زيادة مقدارها (9.16% و 11.69% و 7.69%) عند مستوى الإضافة للبوتاسيوم النانوي (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع قياساً بمستوى بدون الرش. وسجّل أعلى مستوى ارتفاع للنبات عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و البالغ مقدارها 64.58 سم والذي لم يختلف معنوياً عن المستويين 50 و 150 ملغم لتر⁻¹.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة تداخل الرش بالمستوى 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوخته 2 ديسي سيمنز م¹ أعلى قيمة لارتفاع النبات و بلغت 94.50 سم و بنسبة زيادة مقدارها (103.97%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوخته 8 ديسي سيمنز م¹ و البالغ مقدارها 45.66 سم

4-1-2 قطر الساق (ملم):

بيّنت النتائج المعروضة في جدول (4-2) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في قطر الساق، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي لعامل الإجهاد الملحي في صفة قطر الساق لنبات الباقلاء، ونلاحظ انخفاض في الصفة المذكورة مع زيادة الإجهاد الملحي، إذ انخفضت قيمة الصفة المذكورة قياساً بالمستوى الإجهاد الملحي التي بلغت 2 ديسي سيمنز م¹ (8.00% و 22.00% و 36.00%) مع زيادة مستوى الإجهاد الملحي إلى 4 و 6 و 8 ديسي سيمنز م¹ بالتتابع.

جدول (1-4) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة ارتفاع النبات (سم) المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات الإجهاد الملحي (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
88.20	94.50	90.16	88.33	79.83	2
58.36	56.83	60.66	58.66	57.29	4
53.03	51.12	56.66	56.50	47.83	6
47.95	46.66	50.83	49.00	46.33	8
	62.27	64.58	63.12	57.82	متوسط K
K*S		K		S	L . s . d 0.05
5.6132		2.8066		2.8066	

جدول (2-4) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة قطر الساق (ملم) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات الإجهاد الملحي (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
0.50	0.52	0.62	0.46	0.40	2
0.46	0.50	0.52	0.45	0.40	4
0.39	0.37	0.40	0.43	0.36	6
0.32	0.30	0.39	0.33	0.27	8
	0.42	0.48	0.42	0.36	متوسط K
K*S		K		S	L . s . d 0.05
0.0762		0.0381		0.0381	

3-1-4 عدد الأوراق (ورقة نبات⁻¹):

تشير النتائج المعروضة في جدول (3-4) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد الأوراق ، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي في الصفة المذكورة مع زيادة الإجهاد الملحي ، وبلغت أعلى قيمة لعدد الأوراق عند مستوى ملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹ والبالغ قيمته 24.10 ورقة نبات⁻¹، ولم تختلف معنوياً مع قيمتها عند مستوى ملوحة 4 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها (23.08) و انخفضت قيمة عدد الأوراق

جدول (3-4) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد الأوراق (ورقة نبات¹) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
24.10	24.00	28.66	24.75	19.00	2
23.08	23.66	27.66	26.00	15.00	4
20.31	19.00	26.00	20.33	15.91	6
16.24	16.00	17.33	17.00	14.66	8
	20.66	24.91	22.02	16.14	متوسط K
K*S		K		S	L . s . d 0.05
3.9694		1.9847		1.9847	

لنبات الباقلاء و بنسبة انخفاض بلغت (15.72% و 32.61%) مع زيادة الإجهاد الملحي (6 و 8 دي سي سيمنز م⁻¹ بالتتابع .¹

وقد أظهرت النتائج تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في عدد الأوراق لنبات الباقلاء ، إذ أدت إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة و بنسبة زيادة (36.43% و 54.33% و 28.00%) عند مستوى عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش ، و تحققت أعلى زيادة في عدد الأوراق عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و البالغ قيمته 24.91 ورقة نبات¹.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمة لعدد الأوراق و البالغ مقدارها 28.66 ورقة نبات¹ و بنسبة زيادة مقدارها (95.49%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 14.66 ورقة نبات¹.

4-1-4 المساحة الورقية (سم²) :

وضّحت النتائج المعروضة في جدول (4-4) وجود تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في المساحة الورقية للنبات ، إذ أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي في صفة المساحة الورقية لنبات الباقلاء، مع زيادة الإجهاد الملحي ، إذ بلغت أعلى قيمة للمساحة الورقية عند مستوى ملوحة 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمتها 15.95، وانخفضت قيمة المساحة الورقية لنبات الباقلاء بنسبة بلغت (4.75% و 14.97% و 29.63%) مع الإجهاد الملحي (4 و 6 و 8 دي سي سيمنز م⁻¹) بالتتابع قياساً بالإجهاد الملحي 2 دي سي سيمنز م⁻¹

جدول (4-4) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة المساحة الورقية (سم²) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
15.96	16.86	16.92	15.77	14.29	2
15.23	15.79	15.88	15.50	13.76	4
13.57	12.67	15.63	14.40	11.59	6
11.23	11.24	12.08	11.38	10.23	8
	14.14	15.13	14.26	12.47	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
1.47		0.735		0.735	

أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة و بنسبة (14.35% و 21.33% و 13.39%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) بالنتابع قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش ، وازدادت المساحة الورقية لنبات الباقلاء عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و البالغ قيمتها 15.13 سم².

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة التداخل للرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمةً للمساحة الورقية و البالغ مقداره 16.92 سم² و بنسبة زيادة مقدارها (65.39%) قياساً إلى أقل قيمةً عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره (10.23) سم²

4-1-5 عدد الأفرع (فرع نبات⁻¹):

بيّنت النتائج المعروضة في جدول (4-5) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد الأفرع لنبات الباقلاء، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي لعامل الإجهاد الملحي في الصفة المذكورة، إذ نلاحظ انخفاض في الصفة المذكورة مع زيادة الإجهاد الملحي ، ولم يلاحظ وجود فرق معنوي مع مستوى ملوحة 4 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره (2.93 فرع) ، إذ انخفضت قيمةً هذه الصفة قياساً بمستوى ملوحة 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و بنسبة (18.65% و 24.46%) عند زيادة مستوى ملوحة 6 و 8 دي سي سيمنز م⁻¹ بالنتابع و اللتان لم تختلفا فيما بيّنها معنوياً .

جدول (4-5) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد الأفرع (فرع نبات¹) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
3.27	3.66	4.08	3.00	2.33	2
2.93	3.33	3.33	2.91	2.16	4
2.66	3.00	3.16	2.66	1.83	6
2.47	2.66	3.00	2.50	1.75	8
	3.16	3.39	2.77	2.02	متوسط K
K*S		K		S	L . s . d 0.05

بيّنت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدّى إلى زيادة معنوية في هذه الصفة و بنسبة زيادة مقدارها (37.12% و 67.82% و 56.43%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش. حيث ازداد عدد الأفرع لنبات الباقلاء عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و البالغ مقداره (3.39) فرع والتي لم تختلف معنوياً هذه الصفة عن قيمتها عند الرش بالمستوى 150 ملغم لتر⁻¹.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمةً لعدد الأفرع و البالغ مقداره 4.08 فرع و بنسبة زيادة مقداره (133.14%) قياساً إلى أقل قيمةً عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره 1.75 فرع.

4-1-6 عدد الأزهار (زهرة نبات¹):

أظهرت النتائج المعروضة في جدول (4-6) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد الأزهار لنبات الباقلاء ، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي لعامل الإجهاد الملحي في الصفة المذكورة مع زيادة الإجهاد الملحي إلى مستوى ملوحة ماء ري 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و بنسبة انخفاض مقدارها 27.34% قياساً بمستوى 2 دي سي سيمنز م⁻¹، ولم يلاحظ وجود فرق معنوي عند الري بالماء مستوى ملوحته 4 و 6 دي سي سيمنز م⁻¹ في صفة عدد أزهار نبات الباقلاء و البالغ مقدارها (3.58 زهرة و 3.41 زهرة) بالتتابع

جدول (4-6) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد الأزهار (زهرة نبات¹) نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات الإجهاد الملحي (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
3.95	3.66	4.50	4.50	3.16	2
3.58	3.33	4.32	3.66	3.00	4
3.41	3.16	4.16	3.66	2.66	6
2.87	3.00	3.33	3.00	2.16	8
	3.29	4.08	3.70	2.74	متوسط K
K*S		K		S	L . s . d 0.05
1.9232		0.9616		0.9616	

بيّنت النتائج أن الرش بالبوتاسيوم النانوي و بعض العناصر النادرة قد أدّى إلى زيادة معنوية في صفة عدد الأزهار و بنسبة زيادة مقدارها (35.03% و 48.90%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و ملغم لتر⁻¹) بالتتابع و التي لم تختلف فيما بينها معنوياً في حين لم يكن للمستوى 150 ملغم لتر⁻¹ تأثير معنوي في هذه الصفة قياساً بمعاملة عدم الرش .

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحتة 2 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمة لعدد الأزهار و البالغ مقداره (4.50 زهرة) و بنسبة زيادة مقدارها (108.33%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحتة 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 2.16 زهرة.

4-1-7 عدد البذور (بذرة نبات¹):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-7) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد البذور ، تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود انخفاض في الصفة المذكورة ، مع زيادة الإجهاد الملحي ، و بلغت أعلى قيمة لعدد البذور عند مستوى ملوحتة 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته (3.93) بذرة ، و انخفضت قيمة عدد البذور بنسبة انخفاض بلغت (9.41% و 17.30% و 28.49%) مع زيادة الإجهاد الملحي (4 و 6 و 8 دي سي سيمنز م⁻¹) بالتتابع قياساً إلى قيمتها عند مستوى الإجهاد الملحي 2 دي سي سيمنز م⁻¹.

جدول (4-7) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة عدد البذور (بذرة نبات¹-لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
3.93	3.75	4.75	4.25	3.00	2
3.56	3.25	4.25	3.75	3.00	4
3.25	3.00	4.00	3.75	2.25	6
2.81	3.00	3.25	3.00	2.00	8
	3.25	4.06	3.68	2.56	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.607		0.3035		0.3035	

أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدت إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة و بنسبة زيادة مقدارها (43.75% و 58.59% و 26.95%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش. و بلغت أعلى قيمة عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر و البالغ قيمتها (4.06) بذرة. أمّا بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمة لعدد البذور و البالغ مقدارها 4.75 بذرة و بنسبة زيادة مقدارها (137.5%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 2.00 بذرة.

8-1-4 وزن البذور الطرية (غم نبات¹):

بيّنت النتائج المعروضة في جدول (4-8) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي و بعض العناصر النادرة في صفة وزن البذور الطرية لنبات الباقلاء ، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود تأثير معنوي لعامل الإجهاد الملحي في انخفاض الصفة المذكورة مع زيادة الإجهاد الملحي ، إذ انخفضت قيمة وزن البذور الطرية لنبات الباقلاء و بنسبة (23.80% و 46.93% و 53.28%) مع زيادة مستوى الإجهاد الملحي 4 و 6 و 8 دي سي سيمنز م⁻¹ بالتتابع قياساً بمستوى الإجهاد الملحي 2 دي سي سيمنز م⁻¹.

جدول (4-8) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة وزن البذور الطرية (غم نبات¹⁻) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ¹⁻) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ¹⁻) S	
	150	100	50	0		
4.41	5.79	6.25	3.52	2.09	2	
3.36	4.32	5.61	2.15	1.36	4	
2.34	3.59	3.84	1.23	0.69	6	
2.06	3.28	3.52	0.88	0.57	8	
	4.24	4.80	1.95	1.18	متوسط K	
	K*S		K		S	
	0.2029		0.1015		0.1015	
						L.S.D 0.05

بيّنت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي أدى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة و بنسبة زيادة مقدارها (65.25% و 306.77% و 295.32%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر¹⁻) بالتتابع قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش وبلغت أعلى قيمةً للبوتاسيوم النانوي عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر و البالغ مقداره (4.80) غم.

بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر¹⁻ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م¹⁻ أعلى قيمةً لوزن القرنة و البالغ مقداره 6.25 غم بنسبة زيادة مقداره (996.49%) قياساً إلى أقل قيمةً عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م¹⁻ و البالغ مقدارها (0.57) غم

9-1-4 وزن القرنة (غم نبات¹⁻):

بيّنت النتائج المعروضة في جدول (4-9) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في وزن القرنة، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي في الصفة المذكورة، مع زيادة الإجهاد الملحي، و بلغت أعلى قيمةً لوزن القرنة عند مستوى ملوحة 2 دي سي سيمنز م¹⁻ و البالغ قيمتها (8.39) غم، إذ انخفضت قيمةً وزن القرنة و بنسبة بلغت (15.25% و 37.54% و 41.35%) مع زيادة الإجهاد الملحي (4 و 6 و 8 دي سي سيمنز م¹⁻) بالتتابع قياساً بقيمتها عند مستوى ملوحة ماء ري 2 دي سي سيمنز م¹⁻.

جدول (4-9) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة وزن القرنات (غم نبات¹⁻) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ¹⁻) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ¹⁻) S
	150	100	50	0	
8.39	9.34	10.76	7.92	5.07	2
7.11	7.23	10.25	6.64	4.35	4
5.24	6.88	7.22	4.29	2.58	6
4.92	6.48	6.86	3.90	2.46	8
	7.60	8.77	5.68	3.61	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.5362		0.2681		0.2681	

بيّنت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدت إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة و بنسبة زيادة بلغت (57.34% و 142.93% و 110.52%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر¹⁻) بالتتابع قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش، و تفوق وزن القرنة عند مستوى 100 ملغم لتر¹⁻ و البالغ قيمته (8.77) غم على بقية المستويات الأخرى

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر¹⁻ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م¹⁻ أعلى قيمة لوزن القرنة و البالغ مقداره 10.76 غم و بنسبة زيادة مقدارها (337.39%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م¹⁻ و البالغ مقدارها 2.46 غم نبات¹⁻.

4-2 تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات الفسيولوجية لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي:

4-2-1 دليل الكلوروفيل الكلي للأوراق (وحدة سباد):

بيّنت النتائج المعروضة في جدول (4-10) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي و بعض العناصر النادرة في دليل الكلوروفيل، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي في صفة محتوى الكلوروفيل لنبات الباقلاء مع زيادة الإجهاد الملحي، و تبين عدم وجود فرق معنوي مع ملوحة 4 دي سي سيمنز م¹⁻ و البالغ قيمته (16.24) سباد في حين انخفضت قيمة الصفة المذكورة و بنسبة (16.21% و 38.91%) مع زيادة الإجهاد الملحي (6 و 8 دي سي سيمنز م¹⁻) بالتتابع قياساً بماء ري ملوحته 2 دي سي سيمنز م¹⁻.

جدول (4-10) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة دليل الكلوروفيل (وحدة سباد) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
17.14	16.15	18.56	17.93	15.93	2
16.24	14.76	17.86	17.06	15.28	4
14.36	13.70	14.33	16.46	12.96	6
10.47	10.46	10.51	10.60	10.33	8
	13.77	15.31	15.51	13.62	متوسط K
K*S		K		S	
2.1861		1.093		1.093	
L . s . d 0.05					

أظهرت النتائج أن الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة وبنسبة (13.87% و 12.40%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع قياساً إلى مستوى الإضافة بدون الرش ، و لم يلاحظ وجود فرق معنوي عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و البالغ قيمته (13.77) سباد.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمةً لمحتوى الكلوروفيل و البالغ مقدارها 18.56 سباد و بنسبة زيادة مقدارها (95.49%) قياساً إلى أقل قيمةً عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 10.33 سباد.

2-2-4 محتوى الماء النسبي للأوراق (%):

أظهرت النتائج المعروضة في جدول (4-11) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة محتوى الماء النسبي للأوراق، إذ أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود انخفاض معنوي لعامل الإجهاد الملحي في الصفة المذكورة ، مع زيادة الإجهاد الملحي ، و بلغت أعلى قيمةً لمحتوى الماء النسبي للأوراق عند مستوى ملوحة 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 0.53 % ، وانخفضت قيمةً محتوى الماء النسبي بنسبة (7.54% و 20.75% و 28.30%) مع زيادة الإجهاد الملحي (4 و 6 و 8 دي سي سيمنز م⁻¹) بالتتابع قياساً إلى مستوى ملوحة 2 دي سي سيمنز م⁻¹.

جدول (4-11) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة محتوى الماء النسبي للأوراق (%) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S ⁽¹⁾
	150	100	50	0	
0.53	0.56	0.57	0.56	0.45	2
0.49	0.48	0.55	0.52	0.43	4
0.42	0.49	0.49	0.39	0.34	6
0.38	0.44	0.40	0.35	0.33	8
	0.49	0.50	0.45	0.39	متوسط K
K*S	K		S		L . s . d 0.05
0.0409	0.0205		0.0205		

أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة وبنسبة بلغت (15.38% و 28.20% و 25.64%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع قياساً إلى مستوى الإضافة بدون الرش، وكان أعلى محتوى للماء النسبي للأوراق عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و البالغ قيمته 0.50% و الذي لم يختلف معنوياً عن محتواها عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹.

بالنسبة للتداخل بين عاملَي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حَققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمةً لمحتوى الماء النسبي للأوراق و البالغ مقداره 0.57% و بنسبة زيادة مقدارها (72.72%) قياساً إلى أقلّ قيمةً عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 0.33%

4-2-3 النمو المطلق للنبات الجاف (غم يوم⁻¹):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-12) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في النمو المطلق للنبات الجاف، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي للإجهاد الملحي في هذه الصفة

كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي للرش بالبوتاسيوم النانوي في هذه الصفة.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملَي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) كان تأثيره معنوياً في هذه الصفة فقد حَققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و التي لم تختلف معنوياً عن المستوى 150 ملغم لتر⁻¹ و الري 2 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمةً للنمو المطلق للنبات الجاف و البالغ مقداره 0.139 غم يوم⁻¹ و بنسبة زيادة مقدارها (152.72%) قياساً إلى أقلّ قيمةً عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 0.055 غم يوم⁻¹

جدول (4-12) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة النمو المطلق للنبات الجاف (غم يوم⁻¹) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹ K)				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹ S)
	150	100	50	0	
0.114	0.133	0.139	0.099	0.086	2
0.101	0.129	0.110	0.088	0.078	4
0.080	0.087	0.094	0.077	0.063	6
0.065	0.068	0.069	0.067	0.055	8
	0.132	0.103	0.082	0.070	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.1417		0.0708		0.0708	

4-2-4 النمو النسبي للنبات الجاف (غم يوم⁻¹):

وضّحت النتائج المعروضة في جدول (4-13) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة النمو النسبي للنبات الجاف، إذ أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود انخفاض معنوي في الصفة المذكورة مع زيادة الإجهاد الملحي، إذ انخفضت قيمة النمو النسبي لنبات الباقلاء قياساً بمستوى الملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹ و بنسبة (29.00% و 37.40% و 51.90%) مع زيادة الإجهاد الملحي إلى (4 و 6 و 8 ديسي سيمنز م⁻¹) بالتتابع.

وقد أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدّى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة، و تبيّن عدم وجود فرق معنوي عند مستوى الإضافة 50 ملغم لتر⁻¹ و البالغ مقداره 0.082 غم يوم⁻¹، في حين تحقّقت زيادة معنوية في هذه الصفة بنسبة زيادة (31.94% و 68.05%) عند مستوى الإضافة (100 و 150 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع قياساً بالمستوى بدون الرش.

أمّا بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي والتسميد البوتاسي النانوي) فقد حقّقت معاملة الرش بالمستوى 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 ديسي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمةً للنمو النسبي للنبات الجاف و البالغ مقداره 0.195 غم يوم⁻¹ و بنسبة زيادة مقدارها (275%) قياساً إلى أقلّ قيمةً عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره 0.052 غم يوم⁻¹

جدول (4-13) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة النمو النسبي للنبات الجاف (غم يوم⁻¹) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
0.131	0.195	0.126	0.113	0.091	2
0.093	0.118	0.100	0.080	0.075	4
0.082	0.094	0.092	0.072	0.070	6
0.063	0.076	0.063	0.062	0.052	8
	0.121	0.095	0.082	0.072	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.0467		0.0233		0.0233	

4-2-5 البرولين في الأوراق (ملغم كغم⁻¹):

بيّنت النتائج المعروضة في جدول (4-14) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي وبعض العناصر النادرة في البرولين في الأوراق، إذ أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى زيادة في البرولين مع زيادة الإجهاد الملحي و تحققت أعلى قيمة للبرولين عند مستوى ملوحة 8 دييسي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 1022.31 ملغم كغم⁻¹ و الذي لم يختلف معنوياً عن قيمته عند المستوى 6 دييسي سيمنز م⁻¹. و ارتفعت نسبة البرولين مع زيادة مستوى الإجهاد الملحي بمقدار (82.37% و 118.97% و 136.98%) عند المستويات (4 و 6 و 8 دييسي سيمنز م⁻¹)

أظهرت النتائج أن الرش بالبوتاسيوم النانوي لم يحقق فرقاً معنوياً عند مستوى الإضافة 50 ملغم لتر⁻¹ و البالغ مقداره 876.56 ملغم كغم⁻¹ بينما انخفضت قيمة البرولين معنوياً و بنسبة (11.42% و 11.04%) عند مستوى الإضافة (100 و 150 ملغم لتر م⁻¹) بالتتابع قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حَققت معاملة الرش بالمستوى بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دييسي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمة للبرولين في الأوراق و البالغ مقداره 1057.50% و بنسبة زيادة مقدارها (169.77%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دييسي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره 392.00 ملغم كغم⁻¹

جدول (4-14) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفة البرولين (ملغم لتر⁻¹) في الأوراق لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
431.38	392.00	399.75	418.75	515.00	2
786.75	684.75	687.25	1015.00	760.00	4
944.63	892.75	871.25	1019.75	994.75	6
1022.31	990.25	988.75	1052.75	1057.50	8
	739.94	736.75	876.56	831.81	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
182.79		91.395		91.395	

3-4 تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في فعالية الإنزيمات

1-3-4 فعالية إنزيم الكاتليز (وحدة . ملغم بروتين⁻¹ وزن طري):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-15) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في إنزيم الكاتليز لنبات الباقلاء ، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير عامل الإجهاد الملحي في الصفة المذكورة ، وأن هناك زيادة معنوية في إنزيم الكاتليز مع زيادة الإجهاد الملحي ، وبلغت أعلى قيمة لإنزيم الكاتليز عند مستوى ملوحة 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 1.23 وحدة . ملغم بروتين⁻¹ وزن طري وارتفعت بنسبة (80.00% و 332.00% و 392.00%) مع زيادة الإجهاد الملحي إلى (4 و 6 و 8 ديس سيمنز م⁻¹) بالتتابع قياساً إلى مستوى ملوحة ماء ري 2 ديسي سيمنز م⁻¹ .

وقد أظهرت النتائج أن الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة عند مستوى الإضافة (150 ملغم لتر⁻¹) و بنسبة زيادة مقدارها (11.74%) والذي لم يختلف معنوياً عند قيمته عند الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ إلا أنه لم يلاحظ فرق معنوي مع مستويي الإضافة (50 و 100 ملغم لتر⁻¹) قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش .

جدول (4-15) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في فعالية إنزيم الكاتليز (وحدة. ملغم بروتين-أوزن طري) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
0.25	0.39	0.34	0.14	0.12	2
0.45	0.53	0.44	0.38	0.44	4
1.08	1.19	0.92	1.15	1.08	6
1.23	1.28	1.29	1.14	1.19	8
	0.85	0.75	0.70	0.71	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.2219		0.1109		0.1109	

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حَققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 8 ديسي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمةً لإنزيم الكاتليز و البالغ مقدارها (1.29) وحدة. ملغم بروتين-أوزن طري و بنسبة زيادة مقدارها (975%) قياساً إلى أقل قيمةً عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 2 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 0.12 وحدة. ملغم بروتين-أوزن طري

4-3-2 فعالية إنزيم سوبر أوكسيد دسيموتيز (وحدة. ملغم بروتين-أوزن طري):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-16) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في إنزيم سوبر أوكسيد دسيموتيز ، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي تأثير عامل الإجهاد الملحي في الصفة المذكورة ، إذ يلاحظ زيادة في فعالية إنزيم SOD مع زيادة الإجهاد الملحي ، و بلغت أعلى قيمةً لإنزيم SOD عند مستوى ملوحة 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 1.65 وحدة. ملغم بروتين-أوزن طري ، الذي اختلف معنوياً مع مستوى ملوحة ماء (2) ديسي سيمنز م⁻¹ و بنسبة (55.66%) و لم يختلف معنوياً مع قيمةً عند مستويي الإجهاد الملحي (4 و 6 ديسي سيمنز م⁻¹).

وقد أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي لم يؤثر معنوياً في فعالية إنزيم سوبر أوكسيد دسيموتيز لنبات الباقلاء .

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حَققت معاملة الرش بالمستوى 50 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 8 ديسي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمةً لفعالية إنزيم SOD و البالغ

جدول (4-16) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في فعالية إنزيم سوبر أوكسيد دسيموتيز. (وحدة.ملغم بروتين¹-وزن طري) نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
1.06	0.84	1.06	1.08	1.25	2
1.38	1.28	1.53	1.20	1.50	4
1.49	1.49	1.42	1.50	1.56	6
1.65	1.55	1.63	1.75	1.67	8
	1.29	1.41	1.38	1.49	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.6663		0.3331		0.3331	

مقدارها 1.75 وحدة. ملغم بروتين¹-وزن طري و بنسبة زيادة مقدارها (108.33%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 0.84 وحدة. ملغم بروتين¹-وزن طري.

3-3-4 إنزيم البيروكسيدز (وحدة. ملغم بروتين¹-وزن طري):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-17) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في إنزيم البيروكسيدز ، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي تأثير عامل الإجهاد الملحي في الصفة المذكورة ويلاحظ زيادة في إنزيم POD مع زيادة الإجهاد الملحي ، وبلغت أعلى قيمة لإنزيم POD عند مستوى ملوحة 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 5.50 وحدة. ملغم بروتين¹-وزن طري ، و بنسبة زيادة مقدارها (34.15%) قياساً إلى مستوى ملوحة ماء ري 2 دي سي سيمنز م⁻¹ . و كما لم تختلف فعالية الإنزيم عند الري بمستوى ملوحة ماء 4 دي سي سيمنز م⁻¹ عن قيمتها عند الري بمستوى ملوحة ماء 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمتها 5.14 وحدة. ملغم بروتين¹-وزن طري .

وقد أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي لم يحقق فرقاً معنوياً في فعالية الإنزيم عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش .

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي التجربة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمة لإنزيم POD و البالغ مقدارها 6.60 وحدة. ملغم بروتين¹-وزن طري و بنسبة زيادة مقدارها (76.94%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى

جدول (4-17) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في فعالية إنزيم البيروكسيداز (وحدة.ملغم بروتين⁻¹وزن طري) لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
4.10	3.73	4.04	4.78	3.86	2
3.83	3.60	4.08	4.57	4.09	4
5.14	5.66	5.06	4.53	5.29	6
5.50	5.42	5.05	4.94	6.60	8
	4.68	4.56	4.70	4.96	متوسط K
	K*S	K	S		L . S . D 0.05
	1.5783	0.7891	0.7891		

الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 ديسي سيمنز م⁻¹ أو البالغ مقداره 3.73 وحدة.ملغم بروتين⁻¹وزن طري

4-4 تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز بعض العناصر المغذية في أوراق نبات الباقلاء 1-4-4 تركيز النيتروجين (%):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-18) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز النيتروجين في أوراق نبات الباقلاء ، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي لهذه الصفة مع زيادة الإجهاد الملحي ، إذ انخفضت قيمة تركيز عنصر النيتروجين و بنسبة (6.12% و 12.54% و 19.43%) مع زيادة ملوحة (4 و 6 و 8 ديسي سيمنز م⁻¹) بالتتابع قياساً إلى تركيزه عند مستوى ملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹.

وقد أظهرت النتائج أن الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة ولاسيما عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و البالغ مقداره 2.809% و بنسبة زيادة مقدارها (28.38% و 28.06%) عند مستوى الإضافة للبوتاسيوم 100 و 150 ملغم لتر⁻¹ اللذان لم يختلفا فيما بينهما معنوياً قياساً بالمستوى بدون الرش ولم يكن للرش بالبوتاسيوم النانوي و بعض العناصر النادرة تأثير في هذه الصفة عند مستوى الرش 50 ملغم لتر⁻¹.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حَققت معاملة الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ عند الري بماء ملوحته 2 ديسي سيمنز م⁻¹ و التي لم تختلف معنوياً عن المستوى 150 ملغم لتر⁻¹ أعلى قيمة لعنصر النيتروجين و البالغ مقداره 3.153% و بنسبة زيادة مقدارها (66.29%)

جدول (4-18) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي من النيتروجين %

متوسط	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S	
	150	100	50	0		
2.758	3.000	3.153	2.469	2.403	2	
2.589	2.913	2.803	2.243	2.398	4	
2.412	2.771	2.763	2.059	2.056	6	
2.222	2.516	2.516	1.959	1.896	8	
	2.802	2.809	2.182	2.188	متوسط K	
	K*S		K		S	L . S . D 0.05
	0.247		0.1235		0.1235	

قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره 1.896%

4-4-2 تركيز الفسفور (%):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-19) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في عنصر الفسفور، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي في الصفة المذكورة مع زيادة الإجهاد الملحي، و انخفضت قيمة تركيز الفسفور في أوراق نبات الباقلاء قياساً بمستوى ملوحة 2 دي سي سيمنز م⁻¹ إلا أنه لم يلاحظ وجود فرق معنوي مع ملوحة 4 دي سي سيمنز م⁻¹ في حين انخفضت معنوياً بنسبة (9.47% و 17.29%) مع زيادة الإجهاد الملحي إلى 6 و 8 دي سي سيمنز م⁻¹ بالتتابع.

وقد أظهرت النتائج أن الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى أوراق نبات الباقلاء من الفسفور قد أدى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة و بنسبة زيادة مقدارها (5.05% و 20.22% و 12.92%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى محتوى للأوراق من عنصر الفسفور و البالغ مقداره 0.457% و بنسبة زيادة مقدارها (47.89%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 0.309%

جدول (4-19) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي من الفسفور (%)

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
0.422	0.434	0.457	0.397	0.400	2
0.407	0.412	0.440	0.394	0.383	4
0.382	0.395	0.434	0.369	0.331	6
0.349	0.367	0.383	0.337	0.309	8
	0.402	0.428	0.374	0.356	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.0341		0.0171		0.0171	

4-4-3 تركيز البوتاسيوم (%):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-20) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى أوراق نبات الباقلاء من البوتاسيوم، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي في الصفة المذكورة مع زيادة الإجهاد الملحي، وبلغت أعلى قيمة لتركيز الأوراق من البوتاسيوم عند مستوى ملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 1.143%، و انخفضت قيمة عنصر البوتاسيوم لنبات الباقلاء قياساً بمستوى ملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹ و بنسبة (16.53% و 27.99% و 31.40%) مع زيادة ملوحة ماء الري 4 و 6 و 8 ديسي سيمنز م⁻¹ بالتتابع.

وقد أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى أوراق نبات الباقلاء من البوتاسيوم إذ أدت إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة و بنسبة زيادة مقدارها (26.35% و 73.79% و 73.95%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع قياساً بمستوى الإضافة بدون الرش، ولم يختلف تركيز أوراق الباقلاء من البوتاسيوم معنوياً عند مستوى الرش بالبوتاسيوم النانوي وبعض العناصر النادرة 100 و 150 ملغم لتر⁻¹.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي) فقد حققت معاملة الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 ديسي سيمنز م⁻¹ أعلى محتوى لعنصر البوتاسيوم في أوراق نبات الباقلاء و البالغ مقداره 1.580% و بنسبة زيادة مقدارها (165.99%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره 0.594%

جدول (4-20) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي من البوتاسيوم (%)

متوسط	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S	
	150	100	50	0		
1.143	1.490	1.580	0.853	0.650	2	
0.954	1.165	1.055	0.881	0.718	4	
0.823	0.938	0.944	0.790	0.620	6	
0.784	0.896	0.907	0.739	0.594	8	
	1.122	1.121	0.815	0.645	متوسط K	
	K*S		K		S	
	0.1582		0.0791		0.0791	
						L . S . D 0.05

4-4-4 تركيز الكالسيوم (%):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-21) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى أوراق الباقلاء من الكالسيوم، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير عامل الإجهاد الملحي في الصفة المذكورة حيث نلاحظ زيادة في عنصر الكالسيوم مع زيادة الإجهاد الملحي، وبلغت أعلى قيمة لتركيزها من الكالسيوم عند مستوى ملوحة 8 ديبي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 1.646%، وازدادت بنسبة (05.70% و 18.83% و 28.59%) مع زيادة الإجهاد الملحي إلى (4 و 6 و 8 ديبي سيمنز م⁻¹) قياساً بمستوى ملوحة 2 ديبي سيمنز م⁻¹.

وقد أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي على محتوى أوراق نبات الباقلاء من الكالسيوم قد أدى إلى انخفاض معنوي في الصفة المذكورة و لاسيما عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و البالغ مقداره 1.283 و بنسبة انخفاض مقدارها (7.43% و 8.18% و 19.20%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 و 150 ملغم لتر م⁻¹) بالتتابع قياساً إلى مستوى الإضافة بدون الرش .

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 ديبي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمة لعنصر الكالسيوم و البالغ مقداره 1.868% و بنسبة زيادة مقدارها (58.97%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 ديبي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره 1.175%.

جدول (4-21) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي من الكالسيوم (%)

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
1.280	1.175	1.337	1.306	1.302	2
1.353	1.212	1.442	1.352	1.406	4
1.521	1.295	1.470	1.537	1.781	6
1.646	1.450	1.584	1.686	1.868	8
	1.283	1.458	1.470	1.588	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.1428		0.0714		0.0714	

4-4-5 تركيز الصوديوم (%):

تظهر النتائج المعروضة في جدول (4-22) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز الصوديوم في أوراق نبات الباقلاء ، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي لعامل الإجهاد الملحي تأثيره في الصفة المذكورة، ولوحظ زيادة في عنصر الصوديوم مع زيادة الإجهاد الملحي ، و بلغت أعلى تركيز لعنصر الصوديوم في أوراق النبات عند مستوى ملوحة 8 دييسي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 0.326 %، و ازداد محتوى أوراق نبات الباقلاء من الصوديوم مع زيادة مستوى الإجهاد الملحي إلى 4 و 6 و 8 دييسي سيمنز م⁻¹ بنسبة (1.29% و 2.90% و 5.16%) بالتتابع قياساً إلى محتواه عند مستوى ملوحة ماء ري 2 دييسي سيمنز م⁻¹.

وقد أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أثر معنوياً في تركيز عنصر الصوديوم في أوراق نبات الباقلاء حيث أدى إلى انخفاض معنوي في الصفة المذكورة . وكان الانخفاض بنسبة (1.86% و 2.80%) عند مستوى الإضافة (50 و 100 ملغم لتر⁻¹) بالتتابع ولم يلاحظ وجود فرق عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ قياساً بمستوى عدم الرش .

أمّا بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 8 دييسي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمة لعنصر الصوديوم في أوراق نبات

جدول (4-22) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي من الصوديوم (%)

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
0.310	0.310	0.306	0.311	0.315	2
0.314	0.315	0.308	0.313	0.318	4
0.319	0.327	0.313	0.316	0.320	6
0.326	0.332	0.319	0.322	0.331	8
	0.321	0.312	0.315	0.321	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.005		0.0025		0.0025	

الباقلء و البالغ مقدارها 0.332 % وبنسبة زيادة مقدارها (8.49%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 0.306 %

4-4-5 تركيز المغنيسيوم (%):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-23) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز عنصر المغنيسيوم في أوراق نبات الباقلاء ، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي لتأثير عامل الإجهاد الملحي في الصفة المذكورة ، وأن هناك زيادة معنوية في عنصر المغنيسيوم في الأوراق مع زيادة الإجهاد الملحي ، عند مستوى ملوحة ماء ري 8 دي سي سيمنز م⁻¹ إلا أنه لم يختلف تركيز المغنيسيوم في أوراق نبات الباقلاء عند ريه بالمستويين 4 و 6 دي سي سيمنز م⁻¹ قياساً بمعاملة الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹.

وقد أظهرت النتائج أن الرش بالبوتاسيوم النانوي لم يؤثر معنوياً في مستوى أوراق نبات الباقلاء من عنصر المغنيسيوم .

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمة لعنصر المغنيسيوم و البالغ مقدارها 1.227 % وبنسبة زيادة مقدارها (5.23%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 4 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 1.166 %

جدول (4-23) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز عنصر المغنيسيوم (%) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط S	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
1.204	1.211	1.205	1.218	1.183	2
1.197	1.195	1.166	1.217	1.213	4
1.211	1.218	1.219	1.200	1.208	6
1.215	1.227	1.212	1.195	1.226	8
	1.213	1.200	1.207	1.207	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
0.0158		0.0079		0.0079	

4-4-7 محتوى الحديد (ملغم كغم⁻¹ وزن جاف):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-24) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى الحديد في أوراق نبات الباقلاء، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي في الصفة المذكورة، مع زيادة الإجهاد الملحي، إذ بلغت أعلى قيمة لعنصر الحديد عند مستوى ملوحة 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 44.76 ملغم كغم⁻¹ وزن جاف، وانخفضت معنوياً قيمة تركيز الحديد في أوراق نبات الباقلاء و بنسبة (6.34% و 16.64% و 24.62%) مع زيادة الإجهاد الملحي إلى (4 و 6 و 8 دي سي سيمنز م⁻¹) بالتتابع.

بيّنت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى الحديد في أوراق نبات الباقلاء قد أدّى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة و لاسيما عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و البالغ مقداره (42.31) و بنسبة زيادة مقدارها (4.61% و 14.51% و 16.97%) عند مستوى الإضافة 50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹ بالتتابع قياساً إلى تركيزه في أوراق الباقلاء عند المستوى عدم الرش.

أمّا بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و التي لم تختلف معنوياً عن المعاملة 100 ملغم لتر⁻¹ عند مستوى ملوحة ماء ري نفسه أعلى قيمة لعنصر الحديد و البالغ مقداره 47.13 ملغم كغم وزن جاف و بنسبة زيادة مقدارها (54.62%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها 30.48%.

جدول (4-24) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى الحديد (ملغم كغم⁻¹ وزن جاف) في أوراق نبات

الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
44.76	47.13	46.76	42.50	42.66	2
41.92	46.76	43.26	40.32	37.50	4
37.31	39.53	40.31	35.37	34.06	6
33.74	35.97	35.36	33.17	30.48	8
	42.31	41.42	37.84	36.17	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
2.0635		1.0317		1.0317	

4-4-8 تركيز الزنك (%):

بيّنت النتائج المعروضة في جدول (4-25) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز أوراق النبات من عنصر الزنك، إذ بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود انخفاض معنوي في الصفة المذكورة، ولوحظ انخفاض في محتوى أوراق النبات منه عنصر الزنك مع زيادة الإجهاد الملحي، وبلغت أعلى قيمة لعنصر الزنك في الأوراق عند مستوى ملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمتها 897.36% و انخفضت قيمة تركيز الزنك في الأوراق عند زيادة الإجهاد الملحي إلى 4 و6 و8 ديسي سيمنز م⁻¹ و بنسبة انخفاض مقدارها (1.21% و 1.93% و 3.21%) قياساً إلى تركيزه عند المستوى 2 ديسي سيمنز م⁻¹.

أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدى إلى زيادة معنوية في الصفة المذكورة ولاسيما عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ والذي لم يختلف معنوياً عن المستوى 50 ملغم لتر⁻¹ و البالغ مقداره 885.93% و بنسبة زيادة مقدارها (0.43% و 0.86% و 0.85%) عند مستوى الإضافة للبوتاسيوم 50 و 100 و 150 ملغم لتر⁻¹ بالتتابع قياساً بالمستوي بدون الرش و البالغ قيمته 878.37.

أما بالنسبة للتداخل بين عاملي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 ديسي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمة لتركيز عنصر الزنك في الأوراق و البالغ مقداره 903.77% و بنسبة زيادة مقدارها (5.92%) قياساً إلى أقل قيمة عند مستوى الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره 853.25%.

جدول (4-25) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في تركيز الزنك (%) في أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي

متوسط	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
897.36	903.77	896.33	893.33	896.00	2
886.46	884.33	888.83	887.44	885.25	4
880.04	877.25	883.33	880.58	879.00	6
868.50	878.00	875.25	867.50	853.25	8
	885.84	885.93	882.21	878.37	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
4.2415		2.1208		2.1208	

4-5 محتوى حامض الأبسيسك (مايكروغرام.غم⁻¹وزن جاف):

تشير النتائج المعروضة في جدول (4-26) إلى تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى أوراق الباقلاء من حامض الأبسيسك، إذ بينت نتائج التحليل الإحصائي زيادةً معنويةً في حامض الأبسيسك مع زيادة الإجهاد الملحي، وبلغت أعلى قيمةً لحامض الأبسيسك عند مستوى ملوحة 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ قيمته 32.58 مايكروغرام.غم⁻¹وزن جاف، و كانت نسبة الزيادة في محتوى أوراق نبات الباقلاء من حامض الأبسيسك بمقدار (9.07% و 34.17% و 43.46%) عند زيادة مستوى الإجهاد الملحي إلى 4 و 6 و 8 ديسي سيمنز م⁻¹ بالتتابع قياساً إلى محتواه في الأوراق عند مستوى الإجهاد الملحي 2 ديسي سيمنز م⁻¹.

وقد أظهرت النتائج أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي قد أدى إلى انخفاضٍ معنويٍّ ولاسيما عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و البالغ مقداره 26.582 مايكروغرام.غم⁻¹وزن جاف و بنسبة انخفاض مقدارها (5.47%)، و لم يلاحظ وجود فرق معنوي عند مستوى الإضافة 50 و 100 ملغم لتر⁻¹ قياساً بمستوى الصفة المذكورة بالإضافة بدون الرش.

أمّا بالنسبة للتداخل بين عاملَي الدراسة (الإجهاد الملحي و التسميد البوتاسي النانوي) فقد حققت معاملة الإضافة بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 ديسي سيمنز م⁻¹ أعلى قيمةً لحامض الأبسيسك في أوراق نبات الباقلاء و البالغ مقداره 33.96 مايكروغرام.غم⁻¹وزن جاف و بنسبة زيادة مقدارها (58.97%) قياساً إلى أقل قيمةً عند مستوى الإضافة 50 ملغم لتر⁻¹ و الري بماء ملوحته 2 ديسي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقداره 20.40 مايكروغرام.غم⁻¹وزن جاف

جدول (4-26) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في محتوى أوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي من حامض الأبسيسيك (مايكروغرام.غم⁻¹وزن جاف)

متوسط K	مستويات تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي (ملغم لتر ⁻¹) K				مستويات ملوحة ماء الري (ديسي سيمنز م ⁻¹) S
	150	100	50	0	
22.71	24.55	23.80	20.40	22.10	2
24.77	23.24	24.75	27.55	25.14	4
30.47	27.55	29.44	33.63	31.27	6
32.58	30.96	31.79	33.63	33.96	8
	26.58	27.44	28.40	28.12	متوسط K
K*S		K		S	L . S . D 0.05
2.6472		1.3236		1.3236	

4-6 تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات التشريحية لأوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و للبشرتين العليا و السفلى.

Abaxial Epidermis

4-6-1 البشرة السفلى

4-6-1-1 أعداد الخلايا للبشرة السفلى :

أظهرت النتائج التشريحية المعروضة في جدول (4-27) للبشرة السفلى لأوراق نبات الباقلاء خلايا متعرجة إلى شديدة التعرج وذات جدران رقيقة واضحة في المجهر عند فحصها ابتداءً من قوة تكبير (10X) تكون ذات جدران رقيقة متعرجة لا تفصل بينها مسافات بيئية ، بينما الثغور أخذت الشكل الاهليلجي و من جانب آخر

حيث تبين من النتائج أن أعداد الخلايا للبشرة السفلى تتناسب طردياً مع عامل الإجهاد الملحي حيث بلغ أقل قيمة عند مستوى ملوحة 2 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها (23.80) خلية للمعاملة S1K2 بينما بلغ أعلى قيمة عند مستوى ملوحة 6 دي سي سيمنز م⁻¹ و البالغ مقدارها (34.50) خلية للمعاملة S3K3 و أن هذه الزيادة في الخلايا جاءت نتيجة الانكماش الحاصل نتيجة زيادة الإجهاد الملحي حيث أظهرت النتائج أن أعلى نسبة بمتوسط (31.34) خلية عند الري بماء ملوحته 6 دي سي سيمنز م⁻¹ و أقل نسبة بمتوسط (25.07) خلية عند الري بماء ملوحته 2 دي سي سيمنز م⁻¹

4-6-1-2 أبعاد الخلايا للبشرة السفلى:

يظهر جدول (4-27) أبعاد الخلايا لأوراق نبات الباقلاء حيث بينت النتائج تتناسب الأبعاد تناسباً عكسياً مع عدد الخلايا ، حيث كلما زاد عدد الخلايا قلت أبعاد الخلايا ، أما بالنسبة للبعد الأول حيث تراوح أطوال الخلايا بين أقل طول عند معاملة S3K3 (11.25) مايكرومتر و أعلى طول عند المعاملة S1K1 (18.75) مايكرومتر

حيث سجّلت المعاملات نفس القيمة S1K2 و S2K2 و سجّل أقلّ متوسط عند المعاملة S3K3 (24.75) مايكرومتر وأعلى متوسط للطول عند المعاملة S1K1 (38) و أمّا بالنسبة للبعد الثاني من أبعاد الخلايا وهو العرض حيث سجّل أعلى قيمة للعرض عند المعاملة S2K2 (8.75) مايكرومتر حيث سجّلت المعاملة نفس القيمة S2K0 مقارنة، حيث سجّل أقلّ قيمة للعرض عند المعاملة S4K2 (5.25) مايكرومتر حيث بلغ أعلى متوسط للعرض عند المعاملة S2K2 (12.75) مايكرومتر. أمّا أقلّ قيمة لمتوسط العرض بلغ (9.75) مايكرومتر للمعاملة S4K2.

3-1-6-4 الثغور Stomata :

و هي خلايا حية متخصصة تحوي على فتحة واحدة و خليتين حارستين و في بعض الأحيان تحيطها خلايا مساعدة. وتعتمد أعدادها على نوع البيئة المتواجد فيها، و يكثر وجودها في العادة على السطح السفلي لأوراق النبات، حيث لوحظ وجودها على السطحين العلويّ و السفليّ لنبات الباقلاء قيد الدراسة .

4-1-6-4 أعداد الثغور للبشرة السفلى:

تشير نتائج الجدول (4-27) إلى أعداد الثغور لأوراق نبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحيّ حيث وصل أدنى حد للثغور عند المعاملات S4K0, S4K2, S4K3, S1K0, S3K1 (3) ثغرة، المروية بمياه ملوحتها 8 و 6 ديسي سيمنز م⁻¹ حيث بلغ أعلى عدد للثغور عند المعاملة S2K0 (14) ثغرة المروية بمياه ملوحتها 4 ديسي سيمنز م⁻¹ وحيث بلغ أعلى متوسط لعدد الثغور عند المعاملة S2K0 (11) ثغرة، حيث بلغ أقلّ متوسط عند المعاملة S4K0, S3K0, S3K2 (5) ثغرة

5-1-6-4 أبعاد الثغور للبشرة السفلى:

أظهرت النتائج في جدول (4-27) أنّ أبعاد الثغور تتناسب عكسياً مع زيادة الإجهاد الملحي و عدد الثغور حيث بلغ أعلى طول للثغر عند المعاملة مايكرومتر S1K3 و S2K1 (4.75)، حيث بلغ أقلّ طول عند المعاملة S4K0 (2.5) مايكرومتر، وبلغ أعلى متوسط للطول عند المعاملة S2K3 (9.97) مايكرومتر و أقلّ متوسط للطول عند المعاملة S2K2 (7.9) مايكرومتر، أمّا بالنسبة للبعد الثاني العرض إذ بلغ أعلى عرض عند المعاملة S1K2 (3.75) مايكرومتر و أقلّ عرض عند المعاملات S4K0 و S4K3 و S3K2 (1) مايكرومتر، حيث بلغ أقصى متوسط للعرض عند المعاملة S1K0 (6.2) مايكرومتر وأوطأ متوسط عند المعاملة S3K1 (3.82) مايكرومتر

4-6-1-6 أبعاد الغدد للبشرة السفلى:

تتميز أوراق نبات الباقلاء بوجود غدد رحيقية تحت الأذينات تظلّ منتجةً للرحيق طوال فترة النمو الخضريّ للنبات حيث بيّن الجدول (4-28) أنّ غدد نبات الباقلاء تتناسب عكسياً مع الإجهاد الملحيّ حيث وصل أعلى عدد للغدد عند المعاملات S1K0 و S1K1 و S2K1 و S1K3 (3) غدة وأقلّ عدد للغدد عند المعاملات S3K3 و S3K1 (0) غدة حيث بيّنت النتائج أعلى متوسط للغدد عند المعاملة S1K2 (1.43) غدة وأقلّ متوسط للغدد عند المعاملات S2K2 و S2K3 و S3K0 (0.76) غدة

4-6-1-7 أبعاد الغدد للبشرة السفلى :

بيّن الجدول (4-28) أنّ أبعاد الغدد الموجودة في أوراق الباقلاء أنّها تتناسب عكسياً مع عدد الغدد، إذ أظهر البعد الأول أعلى طول بلغ من الغدد عند المعاملات S1K1 و S1K2 (12) مايكرومتر و أقلّ طول عند المعاملة S3K0 (4.25) مايكرومتر أمّا بالنسبة لمتوسط الطول فقد وصل أعلى متوسط (22.82) مايكرومتر للمعاملة S1K2، و أدنى متوسط للمعاملة S4K0 (14.45) مايكرومتر أمّا البعد الثاني فهو العرض فقد بلغ أعلى قيمةً للعرض (5.25) مايكرومتر عند المعاملة S1K3 وأقلّ قيمةً للعرض (2) مايكرومتر للمعاملة S3K3, S4K1 فقد وصل أعلى متوسط للعرض (11.07) مايكرومتر للمعاملة S2K2 و أقلّ متوسط للعرض (6.27) مايكرومتر للمعاملة S3K3

4-6-2 البشرة العليا Adaxial Epidermis:

أظهرت النتائج التشريحية لأوراق نبات الباقلاء للبشرة العليا خلايا ذات جدران رقيقة متعرجة و لاتفصل بينها مسافات بيئية و تكون غير منتظمة الشكل و الثغور اهليلجية الشكل أمّا الغدد فهي حلّيمية الشكل و تم قياس أبعاد الخلايا و الثغور و الغدد حيث تبين أنّ عددها أقلّ في البشرة العليا مقارنة بالسفلى

4-6-2-1 أعداد الخلايا للبشرة العليا :

بيّن الجدول (4-27) إنّ أعداد الخلايا للبشرة العليا لأوراق نبات الباقلاء تزداد بزيادة الإجهاد الملحيّ وذلك لانكماش الخلايا و صغر الحجم حيث بلغ أعلى عدد للخلايا عند المعاملة S3k2 (50) خلية وأقلّ عدد للخلايا عند المعاملة S1K1 (22) خلية، إذ سجّل أعلى متوسط لعدد الخلايا (35.16) خلية عند المعاملة S3K2 و بالمقابل سجّل أقلّ متوسط لعدد الخلايا (25.50) خلية عند المعاملة S1K1

4-6-2-2 أبعاد الخلايا للبشرة العليا :

أظهر جدول (4-27) أنّ أبعاد الخلايا للبشرة العليا تتباين تبايناً واضحاً حيث بلغ أعلى طول للخلايا (18) مايكرومتر للمعاملة S1K0 و سجّل أقلّ طول للخلايا (5.5) مايكرومتر عند المعاملة S4K0 أمّا بالنسبة لمتوسط الطول حيث بلغ أعلى متوسط للطول (32) مايكرومتر عند المعاملة S2K3 و بالمقابل سجّل أقلّ متوسط للطول

(24.25) مايكرومتر عند المعاملة S4K0 أما بالنسبة للبعد الثاني سجّلت أقل قيمةً للعرض (1.5) مايكرومتر عند المعاملة S2K0 ، و سجّلت أعلى قيمةً للعرض (3.75) مايكرومتر عند المعاملات S1K3 و S2K3 بينما سجّلت أقلّ متوسط للعرض بلغ (6.75) مايكرومتر عند المعاملة S2K0 و أعلى متوسط للعرض بلغ (12) عند المعاملة S1K3

4-2-6-4 أعداد الثغور للبشرة العليا:

تشير النتائج في جدول (4-27) أن أعداد الثغور للبشرة العليا لأوراق نبات الباقلاء تتناسب عكسياً مع زيادة الإجهاد الملحي ، حيث بلغ أقلّ عدد للثغر (2) ثغر عند المعاملة S4K0, S4K1, S4K3 عند ملوحة 8 ديسي سيمنز م¹ و أعلى عدد للثغر (9) ثغر عند المعاملة S1K3 عند الري بماء ملوحته بلغت 2 ديسي سيمنز م¹ حيث سجّل أقلّ متوسط لعدد الثغور (4.3) ثغر عند المعاملة S3K0 عند الري بملوحة 6 ديسي سيمنز م¹ و أعلى متوسط لعدد الثغور (7) ثغر عند المعاملة S2K0 عند الري بملوحة 4 ديسي سيمنز م¹.

4-2-6-4 أبعاد الثغور للبشرة العليا

بيّنت النتائج في جدول (4-27) لأبعاد الخلايا للبشرة العليا لأوراق نبات الباقلاء ، إذ تناسبت عكسياً مع عدد الثغور ، حيث بيّنت أقلّ قيمةً لطول الثغر (2.5) مايكرومتر عند المعاملة S2K2, S3K2 ، وأعلى قيمةً لطول الثغر (4.75) مايكرومتر عند المعاملة S1K1, S2K0, S2K3 ، إذ سجّل أعلى متوسط لطول الثغر (9.67) عند المعاملة S1k0 ، أما أقلّ متوسط لطول الثغر (7.67) عند المعاملة S2K2 أما بالنسبة للبعد الثاني العرض حيث سجّلت أقلّ قيمةً للعرض بلغ (0.5) مايكرومتر عند المعاملة S3K3 أما أعلى قيمةً للعرض بلغ (4.75) مايكرومتر عند المعاملة S2K2 كما ظهر أقلّ متوسط للعرض (5.07) مايكرومتر عند المعاملة S2K2 و أعلى متوسط للعرض (6.87) مايكرومتر عند المعاملة S1K0.

4-2-6-4 أعداد الغدد للبشرة العليا

تشير النتائج في جدول (28) أن أعداد الغدد للبشرة العليا لأوراق نبات الباقلاء تتناسب عكسياً مع زيادة الإجهاد الملحي ، إذ بلغ أقلّ عدد الغدد (0) عند المعاملة S3K0 عند ملوحة 6 ديسي سيمنز م¹ و أعلى عدد للغدد (3) غدة عند المعاملة S1K0, S1K2, S1K3 عند الري بملوحة ماء بلغت 2 ديسي سيمنز م¹ . إذ سجّل أقلّ متوسط لعدد للغدد (0.8) غدة عند المعاملة S4K0 و S3K0 عند الري بملوحة 6 و 8 ديسي سيمنز م¹ و أعلى متوسط لعدد للغدد (1.33) غدة عند المعاملة S3K2 عند الري بملوحة 6 ديسي سيمنز م¹.

4-2-6-4 أبعاد الغدد للبشرة العليا

بيّنت النتائج في جدول (4-28) لأبعاد الغدد للبشرة العليا لأوراق نبات الباقلاء ، أنها تناسبت عكسياً مع عدد الغدد ، و ظهرت أقلّ قيمةً لطول الغدد (5) مايكرومتر عند معامليتي S4K0, S4K1 ، وأعلى قيمةً لطول الغدد (10) مايكرومتر عند المعاملة S1K0 ، إذ سجّل أعلى متوسط لطول الغدد (21.37) عند المعاملة S2K2 أما أقلّ متوسط

لطول الغدد (14.87) مايكرومتر عند المعاملة S4K2 أمّا بالنسبة للبعد الثاني العرض فقد سجّلت أقلّ قيمةً للعرض (2) مايكرومتر عند المعاملة S4K2 وقد سجّلت أعلى قيمةً للعرض (3.25) مايكرومتر عند المعاملات S2K0 و S2K2 حيث أظهرت النتائج أقلّ متوسط للعرض (6.1) مايكرومتر عند المعاملة S4K3 و أعلى متوسط للعرض (9.37) مايكرومتر عند المعاملة S1K2.

جدول (4-27) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في أعداد وأبعاد الخلايا و الثغور لنبات الباقلاء المعرض للإجهاد الملحي و للبشرتين العليا و السفلى

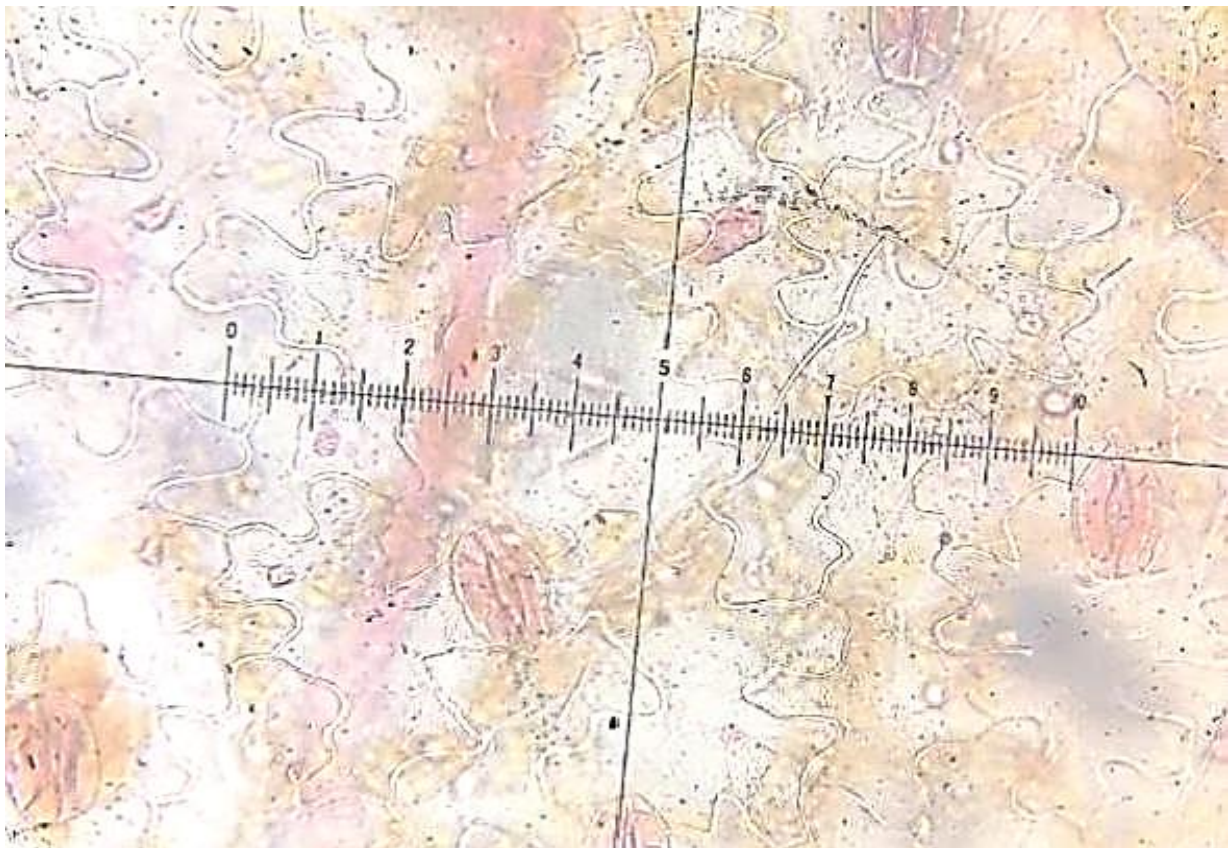
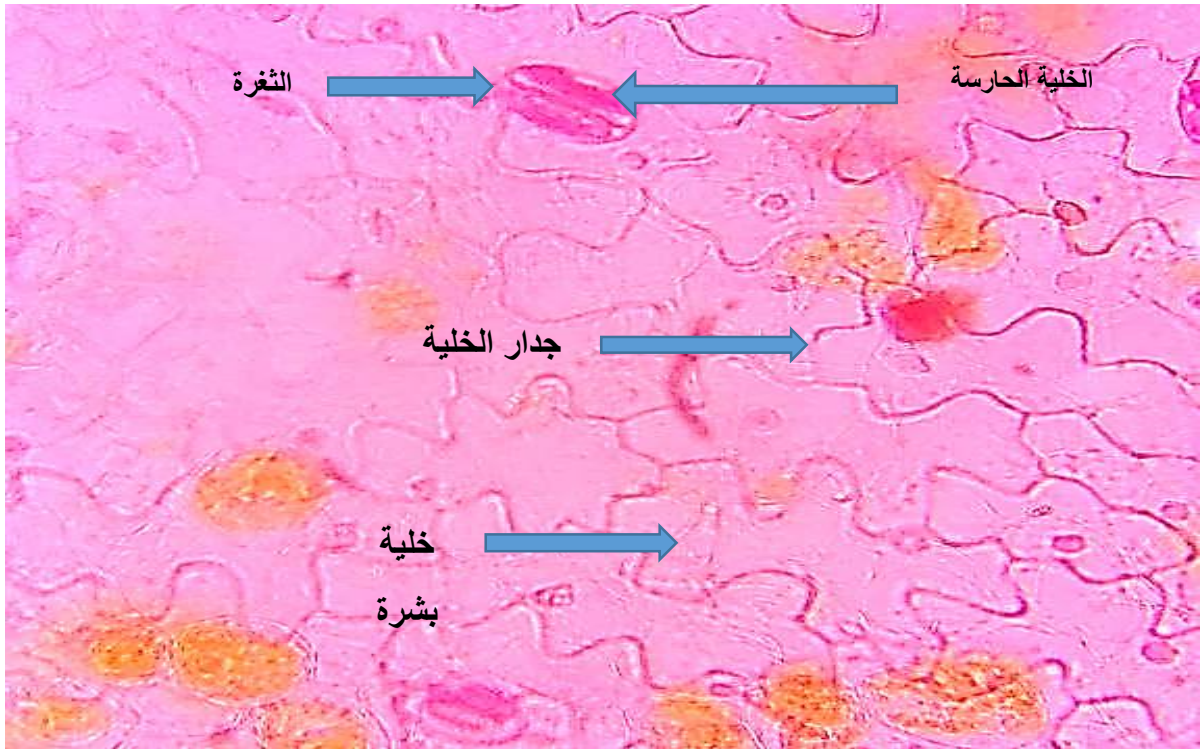
M	البشرة السفلى Abaxial Epidermis						البشرة العليا Adaxial Epidermis					
	أعداد الخلايا	L W للخلايا مايكرومتر		أعداد الثغور	L W للثغور مايكرومتر		أعداد الخلايا	L W للخلايا مايكرومتر		أعداد الثغور	L W للثغور مايكرومتر	
		L	W		L	W		L	W		L	W
S1k0	25	8.25	2	3	3	2.5	23	9.75	3.75	4	3	2.25
	(25.56)	(31)	(10.92)	(5)	(9.02)	(6.2)	(25.80)	(27.25)	(10.5)	(6.3)	(9.67)	(6.87)
	35	13.75	7.25	10	4.5	5.25	32	18	7.5	8	4.5	2.75
S1k1	23	12.5	2.5	8	3.25	2	22	5.75	3	3	3.25	2.5
	(26.73)	(38)	(11.65)	(10)	(8.52)	(6.17)	(25.50)	(28.25)	(8.5)	(5.7)	(9.37)	(5.62)
	29	18.75	5.75	13	4.25	2.75	28	15.5	5	8	4.75	3
S1k2	20	8	2.5	5	3	2.25	24	7.5	3	3	3	2.25
	(23.80)	(29.7)	(12.42)	(8)	(9.1)	(5.4)	(27.90)	(25.75)	(11.5)	(5.1)	(9.55)	(6.02)
	28	17.5	6.75	12	4.25	3.75	32	15	6.25	7	4	2.5
S1k3	18	7.5	2.25	3	3	1.75	25	8.25	3.75	3	3	2.25
	(24.20)	(28.7)	(12.3)	(5)	(8.87)	(5.25)	(26.93)	(27.55)	(12)	(5.6)	(9)	(6.22)
	29	13.75	5.75	8	4.75	2.5	30	13.75	6.25	9	4	3
S2k0	25	8	2.5	4	3	2.25	25	8	1.5	3	2.75	2.25
	(31.46)	(25.7)	(10.07)	(11)	(9.3)	(6.77)	(29.30)	(25.2)	(6.75)	(7)	(8.3)	(6.55)
	36	12.25	7.5	14	4.5	3.25	34	12.75	4.25	7	4.75	3.75
S2k1	25	7.5	1.75	5	3.75	2.25	23	8.75	3	4	2.75	2
	(29.06)	(29.2)	(9.45)	(8)	(8.87)	(6.5)	(27.53)	(31.5)	(11)	(4.9)	(8.87)	(6.37)
	36	15.5	5.75	11	4.75	3	31	15	5.5	7	4.5	3.25
S2k2	23	8.25	4.25	4	3.25	2.5	25	8.75	3.5	4	2.5	2.5
	(26.60)	(35.2)	(12.75)	(6)	(7.9)	(6.37)	(28.53)	(30.5)	(9.75)	(5.8)	(7.67)	(5.6)
	30	18.75	8.75	9	4.5	3.25	31	15.75	6.25	8	4.25	2.75
S2k3	25	8	3.75	5	3.5	2	27	8.25	3.75	4	3	3
	(28.13)	(30.2)	(9.7)	(6)	(9.97)	(6.12)	(27.20)	(32)	(12.25)	(6.2)	(7.85)	(5.07)
	31	16.25	6.75	8	4.5	3	31	16.75	6.25	7	4.75	4.75
S3k0	27	7.5	3.25	3	3	1.75	25	8.75	3.75	3	3	1
	(30.06)	(28.7)	(11.27)	(5)	(8.32)	(4.42)	(29.20)	(31.5)	(11.75)	(4.3)	(8.55)	(3.9)
	35	14	6.25	7	4.25	2.5	35	14.25	5.75	5	4.25	3
S3k1	27	8.75	3	3	3.25	1.25	24	10	3.75	3	3.25	0.75
	(30.80)	(29.2)	(11.22)	(6)	(7.95)	(3.82)	(30.30)	(29.75)	(11)	(4.9)	(7.72)	(4.2)
	31	11.5	6	7	4	2.5	35	13	5.75	5	4.5	3.25
S3k2	27	7.5	3.75	5	3.5	1	30	9.5	3.5	4	2.5	1.5
	(30)	(31.7)	(10.05)	(5)	(8.92)	(4.62)	(35.16)	(30.75)	(10.25)	(5.4)	(9.02)	(5.15)
	31	14.25	6.25	10	3.75	2.5	50	14.25	5.5	7	4.75	2.75
S3k3	30	7.5	2.25	4	3	2	29	8	3	3	3	0.5
	(34.50)	(24.7)	(10.15)	(8)	(9.3)	(5)	(30.16)	(25.5)	(11)	(5.9)	(9.02)	(4.3)
	47	11.25	5.75	12	3.75	2.75	37	11.75	5	5	4.5	2.75
S4k0	29	7.5	3.75	3	2.5	1.25	27	5.5	3.25	2	3	1.25
	(32.76)	(26.7)	(12.17)	(5)	(8.5)	(4.92)	(28.50)	(24.25)	(9.25)	(4.5)	(8.77)	(5.7)
	43	12.5	5.75	6	3.75	2.25	33	11.25	5	6	4.25	3
S4k1	25	7.5	2.5	4	2.75	1	23	7.5	3.25	2	3	1.25
	(28.76)	(27.7)	(10.9)	(6)	(8.67)	(4.42)	(29.63)	(27.75)	(10.75)	(5.7)	(8.6)	(5.27)
	32	13.5	6	8	4	2.75	33	13.75	6.25	7	4.5	2.75
S4k2	28	8.25	3.5	3	3	1.5	25	7.5	3.5	4	3.25	2.25
	(29.96)	(26.7)	(9.75)	(7)	(8.75)	(4.85)	(29.13)	(26.25)	(9.5)	(5.4)	(8.42)	(5.05)
	31	13	5.25	6	3.75	3	35	13.75	5	8	4.25	2.5
S4k3	25	7.5	3.25	3	3	1	28	8.75	3.25	2	2.75	1.5
	(29.36)	(28)	(10.55)	(6)	(8.32)	(4.55)	(30.16)	(29.75)	(10.5)	(5)	(8.35)	(4.97)
	37	14.25	5.75	7	4.25	2	35	14	4.75	8	4.25	3

العدد داخل القوس المتوسط لعشر عينات مصورة والعدد أعلى القوس يُمثل الحد الأدنى والعدد أسفل القوس يُمثل الحد الأعلى .

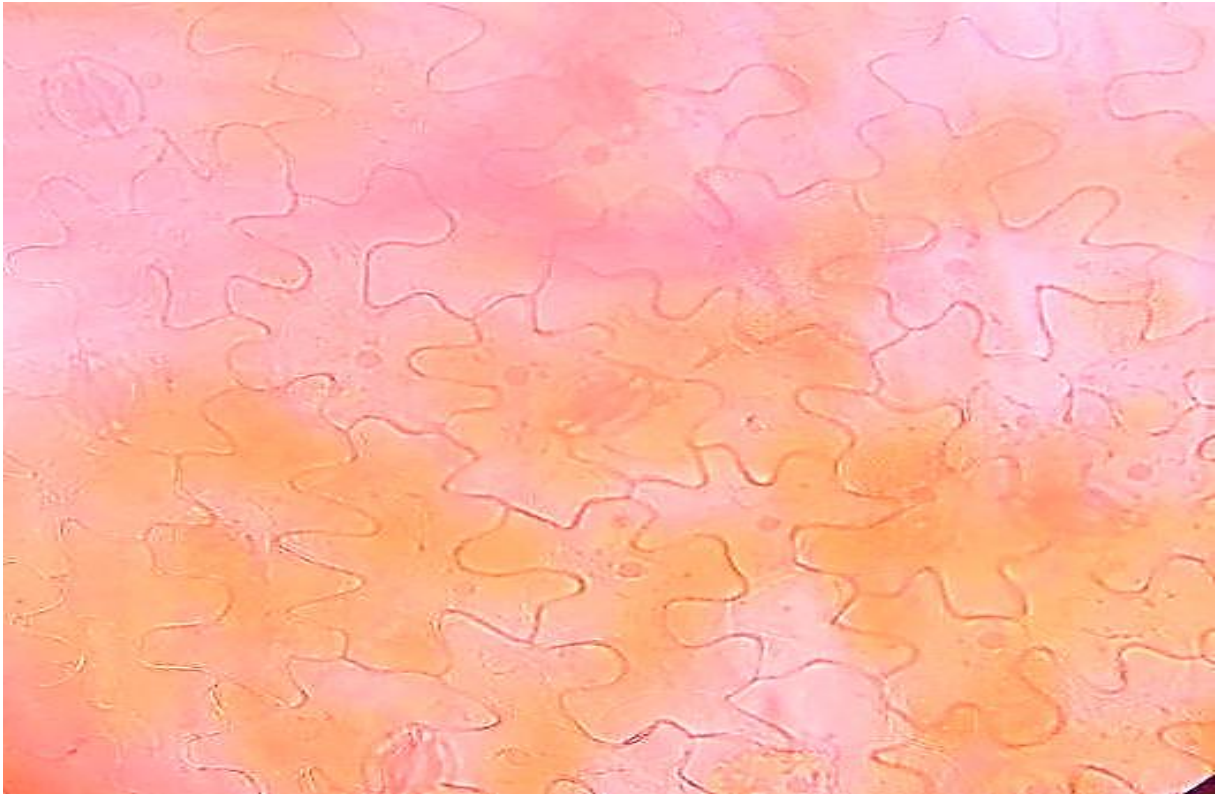
جدول (28-4) تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في عدد و أبعاد الغدد العطرية لنبات البافلاء للبشرتين العليا و السفلى

M	البشرة السفلى Abaxial Epidermis			البشرة العليا Adaxial Epidermis		
	أعداد الغدد	LW مايكروميتر		أعداد الغدد	LW مايكروميتر	
		L	W		L	W
S1k0	1	8.25	3	1	6	2.75
	(1.2)	(20.55)	(10.15)	(0.96)	(17.37)	(6.92)
	3	11.5	4.75	3	10	3.75
S1k1	1	7.5	3.25	1	5.75	2.75
	(0.93)	(19.37)	(9.5)	(1.03)	(17.87)	(8.65)
	3	12	5	3	8.25	4
S1k2	1	5	3.25	1	5	3
	(1.43)	(22.82)	(10.15)	(0.9)	(20.15)	(9.37)
	2	12	4.5	2	8.75	4.25
S1k3	1	7.5	3.25	1	5.25	3
	(1.06)	(20.4)	(8.87)	(1)	(20.8)	(8.3)
	3	11.25	5.25	3	8.25	3.75
S2k0	1	7.25	3.25	1	7.25	3.25
	(0.96)	(19.42)	(8.57)	(0.9)	(21.17)	(9.15)
	2	9.75	4.5	2	9.5	4.5
S2k1	1	7	3	1	6	3.25
	(1.13)	(19)	(8.2)	(1.20)	(20.25)	(7.55)
	3	9.5	4.25	3	8.75	3.75
S2k2	1	7.25	3	1	7	3
	(0.76)	(20.12)	(11.07)	(1.10)	(21.37)	(8.75)
	2	10	4.75	2	8.75	4
S2k3	1	6.75	2.75	1	6.25	2.5
	(0.76)	(20.77)	(8.77)	(0.93)	(16.82)	(7.5)
	2	10.25	4.75	2	9.75	4.5
S3k0	0	4.25	2.5	0	5.5	2.75
	(0.76)	(16.12)	(7.27)	(0.80)	(15.55)	(7.72)
	1	9.25	3.75	1	8.5	3.75
S3k1	0	5.75	2.25	1	5.5	2.25
	(1)	(6.28)	(6.8)	(1.10)	(16.35)	(8.6)
	1	5.75	4	2	7.25	4
S3k2	1	5.5	3	1	5.75	2.5
	(0.86)	(16.37)	(8.27)	(1.33)	(17.02)	(8)
	2	8	3.75	2	8.25	4
S3k3	0	5.75	2	1	5.75	2.25
	(0.93)	(18.32)	(6.27)	(1.06)	(16.67)	(9.3)
	2	5.25	3.25	2	7.5	3.75
S4k0	1	5.25	3	1	5	2.25
	(0.86)	(14.45)	(8)	(0.83)	(16.95)	(8.32)
	2	8.5	3.75	2	7.25	3.25
S4k1	1	5.5	2	1	5	2.25
	(1)	(14.87)	(6.35)	(1.16)	(16.37)	(7.37)
	2	8.75	3.25	2	8.25	4
S4k2	1	5.75	2.25	1	5.75	2
	(1)	(16.42)	(6.35)	(1.03)	(14.87)	(6.35)
	2	7	3.25	2	7.5	3.25
S4k3	1	6	2.5	1	5.25	2.5
	(1)	(16.5)	(6.37)	(1.13)	(15.25)	(6.1)
	2	7.5	3.75	2	7.25	3.75

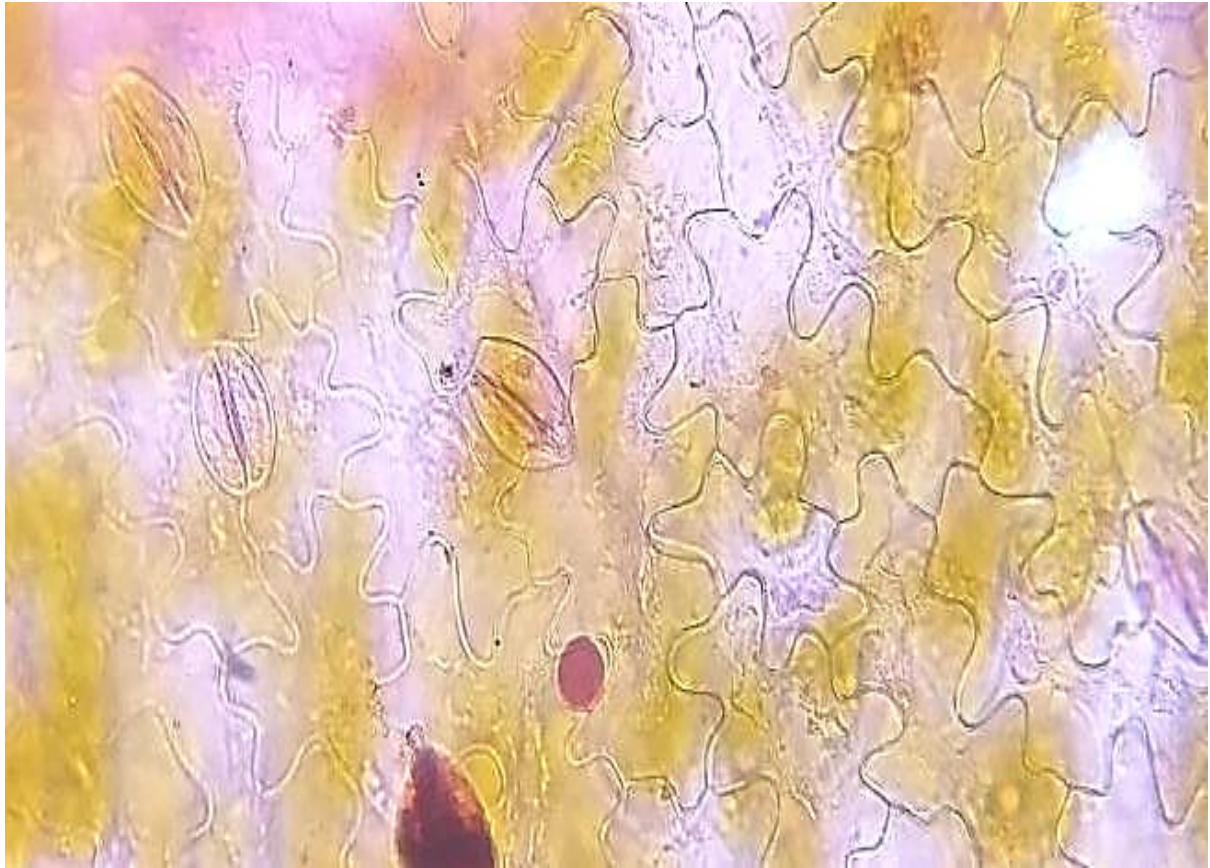
حيث يبين العدد بين الأقواس متوسط لعشر عينات أما العدد أعلى القوس (حد أدنى) و العدد أسفل القوس (حد أعلى) أما الأبعاد حيث يمثل L: الطول W: العرض



(1-4) لوحة الخلايا للبشرة السفلى لأوراق نبات الباقلاء وقياسها (40X)



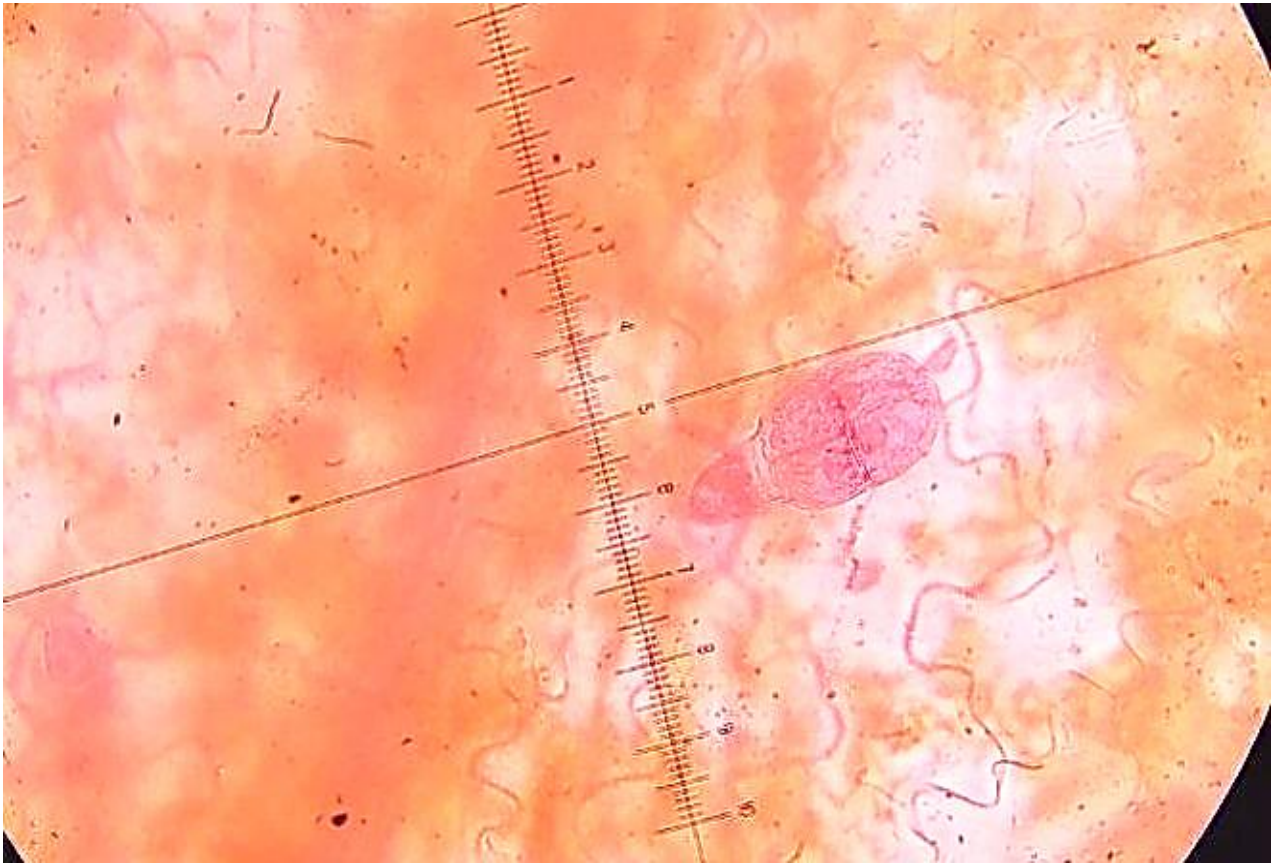
(2-4) لوحة الخلايا للبشرة العليا و قياسها تحت قوة تكبير (40X)



(3-4) لوحة الثغور في أوراق نبات الباقلاء تحت قوة تكبير (40X)



غدة كروية الشكل



(4-4) لوحة الغدد لنبات الباقلاء وقياسها (40X)

الفصل الخامس

المناقشة

Discussion

الفصل الخامس

discussion

5- المناقشة

1-5 تأثير مستويات مختلفة من الملوحة و الرش بالبوتاسيوم النانوي في بعض الصفات المظهرية و الفسلجية والتشريحية لنبات الباقلاء (*Vicia Faba.L.*)

1-1-5 تأثير مستويات الإجهاد الملحي المختلفة في الصفات المدروسة لنبات الباقلاء:

بيّنت النتائج المعروضة في الجداول الفصل الرابع (4-1 و 2 و 3 و 4 و 5 و 6 و 7 و 8 و 9) إلى وجود تأثير معنوي بالصفات المظهرية قيد الدراسة إذ تشير تلك الجداول بالتتابع إلى انخفاض في صفة ارتفاع النبات و قطر الساق و عدد الأوراق والمساحة الورقية و عدد الأفرع و الأزهار و وزن البذور و وزن البذور و القرنت بالنسبة للنباتات التي عرضت للإجهاد الملحي (4 و 6 و 8 ديسي سيمنز م⁻¹) ولاسيما للمعاملة (S4K0) بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 ديسي سيمنز م⁻¹ مقارنة بمعاملة السيطرة (S1K0) بدون الرش و السقي بماء إجهاده الملحي 2 ديسي سيمنز م⁻¹ يرجع ذلك الانخفاض في ارتفاع النبات إلى أنّ كلوريد الصوديوم يمنع نمو الباقلاء لأنه قد يعمل على تثبيط انقسام الخلايا حيث تستطيل الخلايا لوجود خلل في النمو و الكتلة الحيوية للنبات ولذلك تقل إنتاجيته (2016, Ahmad *etal*)، حيث تعمل الملوحة الزائدة على التقليل من امتصاص العناصر المختلفة المفيدة للنبات و تسبب اختلالاً هرمونياً (2010, Ashraf *etal*). إنّ ارتفاع الجهد الأزموزي للتربة يقلل امتصاص الماء و يزيد من امتصاص الأملاح (2020, Olivier *etal*). وأن تثبيط امتصاص العناصر المعدنية بسبب تراكم الصوديوم و انخفاض في امتصاص البوتاسيوم يسبب تقليل نمو النبات لزيادة مستويات الملوحة (2021, Dawood *etal*). إذ تُعدّ الملوحة عاملاً غير حيوي يحد من النمو في ارتفاع النبات و عدد الأزهار (2020., Habib *etal*).

أما بالنسبة لقطر الساق فإنّ تعرضه للإجهاد الملحي سوف يخفّض من قطر الساق ولاسيما عند ماء إجهاده الملحي 8 ديسي سيمنز م⁻¹ مقارنة بمعاملة السيطرة، إذ إنّ حدوث تغيرات كيميائية للنبات تعمل للتقليل من حجم الخلايا، وهذا ما أشار إليه الرحبوي (2012). ويعود ذلك الانخفاض في القطر إلى تركيز الأملاح إذ يقوم النبات بتنشيط آلية بقاءه في الوسط المحيط بالساق لوجود مادة قابلة للذوبان تقلل من الجهد الأزموزي وتقوم الأملاح بزيادة احتباس الماء ممّا تسبب انخفاض في امتصاص الماء و المغذيات من قبل النبات وبالتالي تسبب انخفاض في النمو الخضري (2019, Guimaraes *etal*) (2019, Granga *etal*).

بيّنت النتائج في جدول (4) تأثير الإجهاد الملحي في صفة المساحة الورقية لنبات الباقلاء إذ بيّنت النتائج انخفاض في المساحة الورقية عند مستوى ملوحة 8 ديسي سيمنز م⁻¹ مقارنة بمعاملة السيطرة وهذا ما أشار إليه (2015), Mena *etal*. إذ بيّنوا أنّ زيادة مستويات الملوحة تقلل من المساحة الورقية. و بيّن *Abid et al*.

(2017) أن المساحة الورقية تقل نتيجة الإجهاد الذي يؤدي إلى قلة في انقسام الخلايا و توسعها للأوراق و تبطئ من عملية التمثيل الضوئي.

أما بالنسبة لعدد الأوراق و الأفرع و الأزهار و البذور فإن تعرضها للإجهاد الملحي أدى إلى انخفاض في عددها و يعود ذلك إلى الانخفاض في استطالة الخلايا و انقسامها و انخفاض في امتصاص الماء بسبب الأملاح الزائدة (Silva *et al.*, 2019). و أن الانخفاض في عدد البذور و إنتاجيته يعود إلى عدم التوازن الأيوني و الإجهاد الأزموزي و انخفاض في امتصاص المغذيات (Paul & Lade, 2014)، أما الانخفاض في عدد الأوراق فيعود إلى تراكم الأملاح في جدران الخلايا و السايكوبلازم و بالتالي فإن العصارة داخل الخلايا غير قادرة على امتصاص المغذيات و بالتالي تموت الأوراق (Munns, 2002). و أن الانخفاض في عدد الأفرع عند ملوحة (6 و 8 ديسي سيمنز م⁻¹) بسبب التراكيز الملحية العالية، و أتفقت النتائج مع ما توصل إليه (Eldardiry, 2017) (*etal.*)

إن الانخفاض في وزن البذور و القرينات نتيجة الإجهاد الملحي يعود ذلك إلى ما ذكره (Miransari, 2007) & Smith) إن الري بالمياه المالحة عند مستوى ملوحة 8 ديسي سيمنز م⁻¹ يخفّض من إنتاجية نبات الباقلاء. و إن الانخفاض في متوسط وزن القرنة نتيجة الإجهاد الملحي أدى إلى انخفاض في إنتاجية البذور بسبب انخفاض وزن البذور و كميتها الناجم عن انخفاض في عملية التمثيل الضوئي للنبات و بالتالي يؤدي إلى انخفاض في تركيز المغذيات في الأوراق، و قد تمّ تأكيد النتائج من قبل (López-Aguilar *et al.*, 2003) بدراستهم على اللوبيا (*Vigna unguiculata L.*) و الفاصوليا (*Phaseolus filiformis L.*).

وقد أظهرت النتائج في جدول (10) إلى وجود تأثير معنوي للملوحة في محتوى الكلوروفيل في الأوراق لنبات الباقلاء، وهذا يتناسب مع نتائج الدراسات التي قام بها (Dark-Wa *et al.*, 2016) التي بينت أن محتوى الكلوروفيل انخفض مع انخفاض المساحة الورقية نتيجة الإجهاد الملحي عند دراستهم على نبات الفاصوليا. إذ إن الانخفاض أدى إلى انخفاض في الكلوروفيل (أوب) وقد يعود إلى خلل في الأغشية الخلوية بسبب انخفاض في عملية التمثيل الضوئي؛ نتيجة انخفاض صبغة الكلوروفيل (Mane *et al.*, 2010). و أن الإجهاد يسبب انخفاضاً في التراكيز الصبغية وهذا ما توصل إليه (Tantawy *et al.*, 2009) و (Dawood & Awadi, 2015). و تؤثر الملوحة في فسيولوجية الباقلاء من ناحية الكلوروفيل إذ تعمل على تخفيض معدل التمثيل الضوئي و تخفيض متوسط معدل فتح الثغور و غلقها و كذلك على عملية النتح، وهذا خلاف ظروف النمو الطبيعية (Desouky *et al.*, 2021)، وهذه النتائج تماثلت مع ما توصلت إليه الزبيدي (2011). و قد يكون انخفاض الكلوروفيل نتيجة انخفاض إنزيم الكلوروفليز حيث الذي يمنع تحفيز الكلوروفيل (Dawood, 2020) (& Azooz). كذلك تؤثر الملوحة في قابلية النبات في امتصاص العناصر المغذية (النيتروجين و الحديد) الضرورية لبناء الكلوروفيل، وهذا ما توصلت إليه الركابي و السماك (2016).

بيّنت النتائج في جدول (11) تأثير الإجهاد الملحي في محتوى الماء النسبي للأوراق مسبباً انخفاضاً في قيمة محتوى الماء النسبي للأوراق حيث أن هذه النتائج قد تعود إلى تراكم المواد السامة مما يقلل من تمدد الأوراق و إغلاق الثغور و يؤدي إلى انخفاض في ثاني أكسيد الكربون داخل الخلايا (Munns, 2002)، وهذا الانخفاض في محتوى الماء النسبي؛ نتيجة الإجهاد الملحي و التي أتفقت مع الدراسات الأخرى التي أجراها كل من (Rady, 2011) و (Ali *et al.*, 2017) على نبات الفاصوليا إذ بيّنوا أنّ انخفاض محتوى الماء النسبي للأوراق نتيجة الانخفاض في امتصاص الماء و التوصيل الهيدروليكي للجذور في ظلّ الظروف المجهدّة للنبات و هذه النتائج أتفقت مع ما جاء به الركابي (2016) و الزويبي (2017).

وقد بيّنت النتائج في جدول (4-12 و 13) تأثير الإجهاد الملحي في النمو المطلق و النسبي، إذ انخفض النمو المطلق و النسبي عند ملوحة 6 ديسي سيمنز م⁻¹، و هذه النتائج توافقت مع نتائج Oliveira Lopes *et al.*, (2022) إذ بيّن أنّ هناك تأثيراً سلبياً للملوحة في النمو المطلق لنبات الفاصوليا. وتحمّل النبات للملوحة يؤدي إلى انخفاض النمو للنبات تحت ظروف الإجهاد الملحي، إذ انخفض النمو المطلق و النسبي للنبات (Mbarki *et al.*, 2020). و أيضاً الامتصاص العالي للأملاح بواسطة الخلايا النباتية التي تؤدي إلى التسمّم

الأيوني و بالتالي موت الخلايا التي تؤدي إلى انخفاض النمو النسبي للنبات (Viana Campos, 2023). وقد أظهرت النتائج في جدول (4-14) تأثير الإجهاد الملحي في ارتفاع البرولين إذ بيّن (Stoeva & Kaymakanova, 2008) أنّ زيادة البرولين ناتج من زيادة التحلل البروتيني بالإضافة إلى دوره في الحماية الإنزيمية ويزيد من استقرار الغشاء في ظلّ الظروف المجهدّة للنبات، و يؤدي الإجهاد الملحي إلى ارتفاع في البرولين و هذا ما ذكره (Dar *et al.*, 2016) و (Hu *et al.*, 2016). و قد بيّن (Arteaga *et al.*, 2020)، أنّ زيادة البرولين؛ نتيجة الإجهاد كونه يعمل على التعديل الأزموزي الخلوي و يزيل الجذور الحرّة المضرة للنبات، و أنّ النباتات التي تعيش بالبيئة المالحة تكسب زيادةً بالبرولين و ثنائي حامض الكاربوكسيل (Bhattacharya, 2022). و بغض النظر عن دور البرولين في الإجهاد الأزموزي فإنّه يلعب دوراً في حماية أغشية الخلايا و البروتينات من التلف و يعمل على توازن في عملية الأكسدة و الأختزال و يعمل كمضاد للأكسدة (Zhang *et al.*, 2021). إذ بيّن الشريف (2018) أنّ زيادة البرولين نتيجة تحول بعض الأحماض الأمينية مثل الكلوتاميك إلى البرولين بالظروف المجهدّة للنبات .

وقد أظهرت النتائج في الجداول (15 و 16 و 17) تأثير الملوحة في إنزيم الكاتليز و سوبر أوكسيد دسيموتيز و البيروكسيداز بالتتابع حيث بيّنت النتائج لعامل الملوحة زيادةً فعالية الإنزيمات بزيادة الإجهاد حيث ظهرت أعلى قيمةً عند مستوى ملوحة 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و أقلّ قيمةً عند مستوى 2 ديسي سيمنز م⁻¹. وأنّ ما توصل إليه (Shams *et al.*, 2019) و (Al-Masoudi & Al-Semmak, 2021) أنّ الزيادة في إنزيم POD و SOD و CAT عند ظروف الإجهاد توافقت مع نتائج الدراسة في حين تماثلت النتائج مع ما توصل إليه (Rahnama & Ebrahimzadeh, 2005). وأنّ زيادة فعالية إنزيم SOD مع زيادة الملوحة تماثل النتائج التي

توصّل إليها Bayat *etal.* (2014). إذ بيّنت الدراسات على نبات البزاليا المعرّض للملوحة أدى الى زيادة في إنزيم SOD وCAT اللذان يعملان على إزالة أنواع الأوكسجين التفاعليّة (ROS) و بالتالي تمنع الضرر التأكسدي من خلال تحويل بيروكسيد الهيدروجين إلى أوكسجين وماء (Ahmad *etal.* 2018) و الأسيدي (2014). في حين بيّن (Irshad *etal.* 2021) أن إنزيم SOD وPOD تزداد بزيادة الإجهاد الملحي إذ إنّ النشاط العالي من الإنزيمات يعمل على تثبيط بيروكسيد الهيدروجين و بالتالي التخلّص من أنواع الأوكسجين التفاعليّة (ROS) ، و هذا متوافق مع نتائج الدراسة ، إذ تعمل الملوحة على زيادة الإجهاد التأكسدي في البراعم و الجذور و بالتالي تزيد من تركيز البروتينات و بعض الإنزيمات (SOD وCAT و Anaya *etal.* 2016).

بيّنت نتائج الجداول (4-18 و19 و20 و21 و22 و23 و24 و25) تأثير الإجهاد الملحي في تركيز عنصر النيتروجين و الفسفور و البوتاسيوم و الكالسيوم و الصوديوم و المغنسيوم و الحديد و الزنك في أوراق نبات الباقلاء بالتتابع وجود فرق معنوي لعامل ملوحة ماء الري، إذ يؤدي الإجهاد إلى انخفاض في تركيز النيتروجين و البوتاسيوم (Ashrafi *etal.* 2015) متوافق مع نتائج الدراسة. وأن الانخفاض في امتصاص الفسفور في النباتات التي تنمو تحت الإجهاد الملحيّ كون الأخير يقلّل من توفر الفسفور بسبب التأثيرات الأيونية و قابلية ذوبان فوسفات الكالسيوم (Adabnegad *etal.* 2015).

أن تأثير الإجهاد الملحيّ في تركيز الكالسيوم و الصوديوم و المغنسيوم في أوراق نبات الباقلاء بالتتابع هو زيادتها بزيادة الإجهاد الملحيّ و هذا ما ذكره (Sarkar *etal.* 2021)، إذ بيّنت النتائج في جدول (24) أن تركيز الصوديوم يزداد بزيادة الإجهاد الملحي ، وقد بيّن Shams (2019) في دراسته على البزاليا أنّ الانخفاض في عنصر البوتاسيوم؛ نتيجة تراكم الصوديوم في النبات ، وبيّن (Naveed *etal.* 2020) أنّ الإجهاد الملحيّ يسبب زيادة في عنصر الصوديوم داخل النبات الذي يعيق امتصاص العناصر المغذية الأساسية ، وبيّن Gulmezoglu & Ezgi (2020) في دراسته على نبات الفاصوليا ارتفاع تركيز الصوديوم تحت تأثير الملوحة يعمل على زيادة تأثيره السميّ عند زيادة امتصاصه من قبل النبات و يؤثر في نمو الجذور و بقية أعضاء النبات حيث يمنع نمو النبات من خلال زيادة الجهد الأزموزي وتأثيره السام يقلّل من امتصاص العناصر. إذ يُعدّ الكالسيوم من العناصر الغذائيّة التي تزداد بزيادة الإجهاد الملحي و تحافظ على تركيز البوتاسيوم داخل النبات و نقصه يسبّب موت النبات إذ يعد ناقلاً خلويّاً (Ahanger *etal.* 2017).

وبيّنت نتائج الجداول (4-24 و25) أنّ الإجهاد الملحي يقلّل من تركيز عنصرَي الحديد و الزنك في أوراق نبات الباقلاء، وأنّ تأثير الملوحة في تركيز عنصر الحديد من خلال إعاقة نقل الحديد إلى البراعم ، بسبب تفاعل الحديد و الصوديوم داخل النبات (Ashraf *etal.* 2023) ، وبيّن (Boukari *etal.* 2019) في دراسته أنّ الملوحة تؤثر على جذور النباتات عن طريق تثبيط نشاط الإنزيمات المخصّصة لامتصاص الحديد و لاسيما إنزيم الطاقة الموجود في الغشاء البلازمي؛ لذلك تمتصّ الجذور كميةً أقلّ من الحديد، إذ بيّن (Nadeem *etal.* 2020) أنّ

تركيز الزنك يقلُّ بزيادة الإجهاد الملحي على الرغم من أهميته في التقليل والامتصاص الزائد للصدويوم في البيئات المالحة من خلال الحفاظ على سلامة الغشاء للخلايا ونقصه يسبب تراكم للأيونات السامة .

بيّنت نتائج جدول (4-26) لحامض ABA أنّ تراكم الأملاح يسبب إغلاق الثغور عبر انكماش الخلايا الحارسة و منع النتج للحفاظ على محتوى مناسب من المياه و يقلل من تركيز ثاني أكسيد الكربون و متوسط امتصاص العناصر (Bharath *etal.*, 2021) . وقد لاحظ الباحثان (Al-Samak & Alasadi, 2020) زيادةً في تراكم حامض الأبسيسيك في أوراق النبات مع زيادة مستوى الإجهاد الملحي .

5-1-2 تأثير الرش بالبوتاسيوم النانوي في صفات نبات الباقلاء المدروسة:

بيّنت النتائج في جدول (1) أنّ تأثير البوتاسيوم النانوي في ارتفاع النبات ولاسيما عند الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ هو زيادة عنصر البوتاسيوم الذي يلعب دوراً في تحفيز انقسام الخلايا و استطالتها و خاصةً الخلايا المرستيمية في القمم النامية و يعمل على تنظيم منظّات النمو، و زيادة قدرة النبات على تصنيع الغذاء من خلال عملية البناء الضوئي التي تسبب زيادةً في ارتفاع النبات، و تتفق هذه النتائج مع ما ذكر (Gomaa *etal.*, 2017) و (Amin, 2018) و (Ali *etal.*, 2020) و (Alhasany *etal.*, 2021) .

بيّنت النتائج في جدول (4-2) تأثير البوتاسيوم النانوي في قطر الساق حيث أظهرت أنّ معاملة الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ هي الأكثر قطر لساق النبات مقارنة بمعاملة السيطرة إذ يزداد قطر الساق بزيادة البوتاسيوم و هذه النتائج تماثلت لما توصل إليه (Addow *etal.*, 2020). وأنّ السماد البوتاسي يعمل على زيادة في قطر الساق إذ يعمل على تكوين البروتين و السكر والنشأ و له دور في نشاط الإنزيم لأنّ البوتاسيوم مادة مغذية (2023) (Yusuf *etal.*) . وبيّن أنّ الرش بالبوتاسيوم يعمل على زيادة في قطر الساق لزيادة عدد أحزمة الخشب و زيادة في سمك جدار الساق تحت الظروف المجهدة للنبات (Hasan *etal.*, 2018)

وقد أظهرت نتائج الجدولين (4-3 و 4-7) تأثير البوتاسيوم النانوي في عدد البذور و الأوراق و خاصةً عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ حيث إنّ إضافة البوتاسيوم النانوي زاد من عدد الأوراق و تماثلت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Abdel-Salam, 2018). وأنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي زاد من عدد الأوراق و يرجع السبب في ذلك إلى زيادة كفاءة النبات لاستيعاب أكبر قدر من أشعة الشمس للقيام بعملية التمثيل الضوئي وبذلك تمكّن النبات للقيام بمهامه (الأنشطة الحيوية) وبناء الكربوهيدرات وهذه النتائج متوافقة مع ما توصل إليه (Laftha & Habib, 2021). وأنّ الرش بالسماد البوتاسي يعمل على تعزيز نشاط النبات من خلال زيادة في عدد الأوراق و مساحتها و هذا ما توصل إليه (Salem *etal.*, 2017)

و بيّنت نتائج جدول (4-4) أنّ تأثير البوتاسيوم النانوي في زيادة المساحة الورقية لنبات الباقلاء، قد يعود ذلك لانقسام الخلايا و استطالتها (الخلايا الورقية) و يزيد من نقل نواتج التمثيل الضوئي إلى المواقع المحتاجة، و

زيادة صفات النمو الخضري، و هذا كله يرجع لتأثير البوتاسيوم الذي يزيد المساحة الورقية (2016, Al-Fahdawi- Anmar) و بين (2019, Mahmoud *etal.*) و (2019, Mahmoud *etal.*) أن المساحة الورقية هي من أكثر الصفات التي تستجيب للأسمدة النانوية، ويعمل البوتاسيوم على استطالة الخلايا الورقية فتزيد المساحة الورقية لنبات الباقلاء، وهذه النتائج متوافقة مع ما توصل إليه (2021, Ding *et al.*).

وبيّنت نتائج الجدولين (4-5 و 6) تأثير البوتاسيوم النانوي في عدد الأفرع والأزهار إذ يعمل البوتاسيوم على انقسام الخلايا وزيادة النمو الخضري، وزيادة في نمو الأنسجة الجانبية والنسجية للنبات، ويزداد عدد الأفرع بزيادة البوتاسيوم (2010, Kamil & Ayyub) و بين (2022, El Sheikha *etal.*) وأن السماد البوتاسي يعمل على زيادة في عدد الأفرع نتيجة لانقسام الخلايا واستطالتها بالبراعم الأبوية. و ذكر (2019, Kwizera *etal.*) أن السماد البوتاسي يعمل على زيادة عدد الأزهار وخاصةً عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ إذ بينوا أن أعلى عدد للأزهار وجد بالمعاملات التي زاد فيها تركيز البوتاسيوم.

وقد أظهرت نتائج الجدولين (4-8 و 9) تأثير البوتاسيوم النانوي في وزن البذور الطرية، ووزن القرنات إذ يزداد وزن القرنات وخاصةً عند مستوى 100 ملغم لتر⁻¹ من البوتاسيوم، في دراسة قام بها (2021, Swelam & El-Basir) على نبات الفاصوليا ولاحظوا زيادة محتويات العناصر المغذية بالأوراق مع زيادة البوتاسيوم ثم تنتقل إلى القرنات والبذور. ولاحظ (2022, Goud *etal.*) أن البوتاسيوم يعمل على زيادة وزن البذور و القرنات. وأن الرش البوتاسي يعمل على زيادة القرنات و البذور؛ وذلك بسبب زيادة مساحة الورقة لاختراق الضوء و الهواء حيث يزيد من المستقبلات في النبات (2017, Abd El-Moneim *etal.*)

بيّنت نتائج جدول (4-10) أن تأثير البوتاسيوم النانوي في الكلوروفيل عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ مقارنةً بمعاملة السيطرة التي أعطت أقل قيمةً، و هذا يعود إلى دور البوتاسيوم في تنشيط العديد من الإنزيمات المسؤولة عن تنشيط الكلوروفيل لزيادة نسبته في الأوراق، كما أن البوتاسيوم من شأنه أن يقلل من شيخوخة الأوراق و تحلل الكلوروفيل، و هذا متوافق مع نتائج الدراسة التي توصل إليها (2021, Alfalah & Abdulkafoor) و (2020, Ali *etal.*).

وبيّنت نتائج جدول (4-11) أن تأثير البوتاسيوم النانوي في محتوى الماء النسبي الذي يُعدّ مؤشراً لحالة توازن الماء؛ كونه يعبر عن الكمية المطلقة من الماء التي يحتويها النبات (2014, Saeed). أن محتوى الماء ازداد بإضافة البوتاسيوم النانوي وخاصةً عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و هذا ما أشار إليه (2022, El-shal) بأن البوتاسيوم يعزّز قدرة النبات على امتصاص الماء من الأوساط ذات التركيز العالي من الأملاح. ولاسيما أن محتوى الماء النسبي يعبر عن كمية الماء في النبات في ظل الظروف القاسية (2018, Bielsa *etal.*).

وبيّنت النتائج المعروضة في الجدولين (4-12 و 13) تأثير البوتاسيوم النانوي في النمو المطلق و النسبي إذ لوحظ عدم وجود فرق معنوي للنمو المطلق عند إضافة البوتاسيوم النانوي، وبيّنا تبين زيادة في النمو النسبي

لنبات الباقلاء عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹، وهذه النتائج توافقت مع نتائج (Jaquetti, 2021, & Gonçalves) إذ بيّن زيادة في النمو النسبي للنبات .

وقد أظهرت نتائج جدول (4-14) تأثير البوتاسيوم النانوي في البرولين إذ انخفضت نسبة البرولين بإضافة البوتاسيوم و خاصة عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ لاحظ. Saida *etal.* (2015) في دراسة قام بها على نبات البزاليا انخفاض البرولين عند إضافة البوتاسيوم لتقليل الضرر الناتج من زيادة تركيز الصوديوم في النبات حيث يلعب البوتاسيوم دوراً في موازنة جهد الغشاء والإنزيمات و تنظيم الضغط الأزموزي للنبات. وهو متماثل مع ما توصل إليه. Mohammadpur *etal.* (2021).

و بيّنت النتائج في الجداول (4-15 و 16 و 17) تأثير البوتاسيوم النانوي في فعالية الإنزيمات (CAT و SOD و POD) بالتتابع حيث يعمل البوتاسيوم على تحفيز الإنزيمات تحت ضغط الإجهاد الملحيّ و يعمل على إزالة السموم (ROS) و مضاد للأكسدة (Jan *etal.*, 2017). إذ بيّن. Irshad *etal.* (2021) أنّ انخفاض الصوديوم داخل الساييتوبلازم بإضافة البوتاسيوم يحافظ على نشاط العديد من العمليات الإنزيمية داخل الخلايا. وبيّن (Cui & Tcherkez, 2021) أنّ إنزيم الكاتليز ينخفض بإضافة البوتاسيوم النانوي، و كذلك توصل إلى نتيجة مماثلة (Abbas *etal.*, 2022) و بيّن. Hafez *etal.* (2021) ، كذلك بيّنت النتائج عدم وجود فرق معنوي لإنزيمي SOD و POD عند إضافة البوتاسيوم النانوي .

وقد أظهرت النتائج في الجداول (4-18 و 19 و 20 و 21 و 22 و 23 و 24 و 25) تأثير البوتاسيوم النانوي في تركيز النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم والمغنسيوم والحديد والزنك بالتتابع، وقد لاحظ Mohamed (2021) أنّ إضافة السماد البوتاسي إلى نبات الفاصوليا زاد محتواها من عناصر النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، و هذا متوافق مع نتائج دراستنا .

وبيّنت النتائج في الجداول (21 و 22 و 23) تأثير البوتاسيوم النانوي في تركيز الكالسيوم والصوديوم والمغنسيوم، وانخفضت نسبة الصوديوم عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و هذا ما توصل إليه. Richter *etal.* (2019) عند إضافة البوتاسيوم، وعند إضافة البوتاسيوم سوف تنخفض قيمة المغنسيوم والكالسيوم و خاصةً عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ وهذا ما أشار إليه. Luz *etal.* (2020) و Pauletti & Motta (2019)، إذ بيّن. Xie *etal.* (2021) أنّ استخدام السماد البوتاسي سوف يقلل من المغنسيوم الناتج من التداخل لامتصاص النبات للمغنسيوم .

وبيّنت نتائج جدولي (4-24 و 25) تأثير البوتاسيوم النانوي في تركيز الحديد والزنك، وأنّ إضافة البوتاسيوم رشاً يعمل على تحفيز الإنزيمات المتعلقة بعملية التمثيل الضوئي ويزيد من امتصاص الحديد لتخليق الكلوروفيل (Mahdi *etal.*, 2021) ، و أنّ إضافة البوتاسيوم النانوي يزيد من عنصر الحديد و خاصةً عند

مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ ولا يتأثر الزنك بمستوى الإضافة ويزداد عنصر البوتاسيوم بإضافة السماد البوتاسي إذ يعمل على انقسام الخلايا و استغلالتها و تماثلت النتيجة مع ما توصل إليه. Temagne *etal.* (2019) و بيّنت النتائج في جدول (26) تأثير البوتاسيوم النانوي في حامض الأبسيسك إذ انخفض الحامض عند إضافة البوتاسيوم و خاصةً عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و لاحظ. Tu *etal.* (2017) أن البوتاسيوم النانوي قلّل من حامض الأبسيسك؛ لأنّ البوتاسيوم يعمل على تحفيز فتح الثغور ونقل لعملية التمثيل الضوئي، وأنّ التقليل من الحامض يؤدي إلى فتح الثغور.

5-1-3 تأثير التداخل بين عاملي الملوحة و السماد البوتاسي النانوي في الصفات المدروسة:

وقد أظهرت النتائج في جداول الفصل الرابع (4-1 و 2 و 3 و 4 و 5 و 6 و 7 و 8 و 9) أنّ التداخل بين عاملي التجربة بأنّ الرش بالمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ من السماد البوتاسي النانوي و الري بمستوى ملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹ أعطت أعلى قيمةً لارتفاع النبات و قطر الساق و عدد الأوراق و المساحة الورقية و عدد الأفرع و الأزهار و البذور و وزن البذور الطرية و القرنات بالتتابع أمّا أقلّ قيمةً للصفات المذكورة عند مستوى الإضافة عدم الرش و مستوى ملوحة 8 ديسي سيمنز م⁻¹، إذ بيّن. Alharbi *etal.* (2022) أنّ ارتفاع النبات و عدد الأوراق انخفض عند زيادة مستوى الملوحة و فسروا سبب الانخفاض بتنشيط انقسام الخلايا و تراكم الصوديوم في الساييتوبلازم و جدران الخلايا للأوراق و يسبب خللاً في توازن العناصر حيث يقلل من الأنشطة الأيضية فيؤثر على نمو النبات و يقلل من عدد الأوراق، و هذه النتائج متماثلة مع ما توصل إليه (Ayub *etal.*, 2021). وأنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي أدى إلى زيادة في ارتفاع النبات، لأنّ البوتاسيوم يساعد النبات على امتصاص العناصر المغذية من التربة (Poudel & Shrestha, 2021).

وقد أعطى الرش بالبوتاسيوم النانوي بمستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و ملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹ أعلى وزن للقنات الرطبة إذ يعمل البوتاسيوم لاحتواء على العناصر المهمة لنمو النبات، و تسريع انقسام الخلايا و عملية التمثيل الضوئي تحت الظروف المألحة (Mahdi *etal.*, 2021). و هذه النتائج متماثلة مع ما توصل إليه. Panda *etal.* (2020)، و El-Zawily *etal.* (2018). إذ بيّن Laftta & Habib (2021) أنّ إضافة البوتاسيوم يعمل على زيادة ارتفاع النبات و عدد الأوراق و المساحة الورقية و الأفرع و عدد البذور و وزن البذور و وزن القنات تحت الظروف المجهدة للنبات.

وقد أظهرت النتائج في الجداول الفصل الرابع (4-10 و 11 و 12 و 13) أنّ التداخل بين عاملي الملوحة و التسميد البوتاسي النانوي أنّ مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ من السماد البوتاسي النانوي المضاف رشاً و الري بمستوى ملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹ ازداد فيها مستوى الكلوروفيل و محتوى الماء النسبي و النمو النسبي لنبات الباقلاء و مستوى بدون الرش و الري بماء ملوحته 8 ديسي سيمنز م⁻¹ انخفض فيه، و بيّن. Zafar *etal.* (2018)

و Ashraf *et al.* (2020) أن إضافة البوتاسيوم النانوي زاد من الكلوروفيل و التمثيل الضوئي من خلال تنظيم العلاقة بين الماء و النبات و العمليات الفسيولوجية داخل البلاستيدة الخضراء في النباتات التي نمت في الظروف المالحة. وأدت معاملة الرش بالبوتاسيوم إلى زيادة محتوى الكلوروفيل ويرجع السبب إلى أن البوتاسيوم يرتبط بنشاط الإنزيمات التي تعمل على إزالة السموم (Hasanuzzaman *et al.* 2020). (Johnson *et al.* 2022) إذ بين أن زيادة محتوى الكلوروفيل يساعد امتصاص الضوء على امتصاص صبغات الكلوروفيل بكميات كافية. إن الملوحة و التسميد البوتاسي عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بمستوى ملوحة ماء بلغت 2 ديسي سيمنز م⁻¹ أعطت زيادة في قيمة محتوى الماء النسبي للأوراق و الري بمستوى الإجهاد الملحي 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و مستوى الإضافة عدم الرش بالبوتاسيوم أعطى أقل قيمة لمحتوى الماء النسبي وأن إضافة البوتاسيوم تحت الظروف المالحة يعمل على زيادة امتصاص الماء و العناصر المغذية، وهذا ما توصل إليه (Rady *et al.* 2023). إذ بين Matłok *et al.* (2022) أن زيادة تراكم السائل الأزموزي كان مفيداً في تقليل من الإجهاد التأكسدي و بالتالي يعمل على زيادة محتوى الماء النسبي للأوراق و يقلل من شيخوخة الأوراق.

إن الملوحة و التسميد البوتاسي النانوي عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بمستوى ملوحة بلغت 2 ديسي سيمنز م⁻¹ وأعطت زيادة في قيمة النمو المطلق و النسبي و الري بمستوى 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و مستوى الإضافة عدم الرش بالبوتاسيوم أعطى أقل قيمة للنمو المطلق و النسبي ، إذ بين (El-Shazly 2019) (Ghieth & أن تقليل الإجهاد الملحي و إضافة السماد البوتاسي يعمل على زيادة النمو المطلق للنبات .

وبيّنت النتائج في جدول الفصل الرابع (4-14) أن الملوحة و التسميد البوتاسي النانوي عند مستوى الإضافة 150 ملغم لتر⁻¹ و الري بمئص 13 مستوى ملوحة بلغت 2 ديسي سيمنز م⁻¹ أعطت أقل قيمة للبرولين و الري بمستوى 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و عدم الرش بالبوتاسيوم أعطى أعلى قيمة للبرولين ، وأن الإجهاد الملحي يسبب زيادة في محتوى البرولين أما الرش بالبوتاسيوم النانوي فإنه يقلل من البرولين عند معاملة السيطرة و هذا ما توصل إليه (Banerjee *et al.* 2021) بيّن (El-Moghazy *et al.* 2018) أن إضافة السماد يقلل من البرولين الزائد عند مستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بالمياه المالحة.

وقد أظهرت النتائج في الجداول (4-15 و 16 و 17) وأن التداخل بين عاملي الدراسة و تأثيرها في الإنزيمات أن إضافة البوتاسيوم يعمل على السيطرة على الكثير من الإنزيمات تحت الظروف المالحة (Kumar 2020) (*et al.*) ، إذ يلعب البوتاسيوم دوراً في التحكم بالعمليات الفسيولوجية من خلال التحكم في إنزيماتها ؛ و ذلك من خلال أن تركيز البوتاسيوم الموجود بالخلية يحدد عدد الإنزيمات المراد تنشيطها لإجراء التفاعل الكيميائي (Guo *et al.* 2017).

وقد أظهرت النتائج في الجداول الفصل الرابع (8 و 19 و 20 و 21 و 22 و 23 و 24 و 25) أن التداخل بين عاملي الدراسة للعناصر النيتروجين و الفسفور و البوتاسيوم و الكالسيوم و الصوديوم و المغنيسيوم و الحديد و الزنك

بالتتابع وبيّن *Trnkner et al.* (2018) أنّ الرش بالبوتاسيوم النانوي زاد من عنصر النيتروجين في الأوراق و يرجع السبب إلى دور البوتاسيوم بتحفيز الإنزيمات المسؤولة على نقل العناصر و المغذيات من الجذور إلى النبات فضلاً عن العلاقة ما بين النيتروجين و البوتاسيوم من خلال انتقال N من الجذور إلى الأوراق (El-2020, Gedwy) تحت الظروف المجهدة للنبات. وبيّن *Xu et al.* (2020) و *Patel et al.* (2022) أنّ البوتاسيوم يعمل على التخفيف من آثار الملح الضار للنبات. وأظهرت النتائج أنّ الملوحة العالية تسبّب في انخفاض الفسفور عند الرش بالبوتاسيوم النانوي بمستوى الإضافة 100 ملغم لتر⁻¹ وارتفعت نسبة عنصر الفسفور في الأوراق مقارنةً بمعاملة عدم الرش و الملوحة العالية ويرجع السبب إلى دور البوتاسيوم الموجود في الجذور بحيث يعمل على نقل المغذيات إلى الأوراق (*Misskire et al.* 2019) و (*Gnanasundari et al.* 2019). وأنّ انخفاض في تركيز NPK بسبب التوازن الأيوني الناتجة عن الاضطراب في الأغشية البلازمية عند مستوى ملوحة 8 ديسي سيمنز م⁻¹ و مستوى عدم الرش وتزداد بإضافة السماد عند مستوى 100 ملغم م⁻¹ (*Roshdy et al.* 2021).

وبيّنت النتائج المعروضة في جداول (4-21 و 22 و 23) تأثير التداخل بين عاملي الدراسة في عناصر الصوديوم و الكالسيوم و المغنسيوم وأنّ إضافة السماد البوتاسي يعمل على تقليل عنصر الصوديوم إذ يتمّ حركته من الجذور إلى البراعم للتقليل من تراكم الصوديوم تحت ظروف الإجهاد الملحي (*Desai et al.* 2023). *Samet et al.* (2013) إذ توصّلوا في دراستهم على نبات الفاصوليا أنّ المغنسيوم و الكالسيوم يقلّ بإضافة السماد البوتاسي.

وبيّنت النتائج في جدول (24 و 25) زيادةً في محتوى النبات من الحديد و الزنك و كذلك توصّلوا في دراسة قام بها *Dursun et al.* (2010) وبيّن أنّ مستوى الحديد و الزنك يزداد بإضافة البوتاسيوم. ويزداد الحديد و البوتاسيوم و النيتروجين و الفسفور بزيادة البوتاسيوم و يرجع ذلك لدور البوتاسيوم لامتصاص العناصر الغذائية ممّا يزيد من عملية التخليق الحيوي لعملية التمثيل الضوئي (*Taha et al.* 2016). و ذكر (*Adhikari et al.* 2020) أنّ التركيز العالي من الصوديوم لا تستطيع الجذور امتصاص كمية كافية من البوتاسيوم وأنّ الرش الورقي للبوتاسيوم يزود النبات بكمية كافية من البوتاسيوم.

2-5 الدراسة التشرّحية:

بيّنت النتائج في جدول (4-27) و (4-28) ما يأتي:

1- حدث تغيير في شكل جدران أوراق نبات الباقلاء من متعرّج إلى شديد التعرّج بسبب تعرّض النبات إلى إجهادات مختلفة و هذا ما اتفق عليه *Liu et al.* (2022) إذ بيّن أنّ الإجهاد الملحي يؤدي إلى انكماش شديد في جدار الخلية، و هذا يرجع بسبب زيادة السليلوز في جدران الخلايا و اللزوجة العالية بسبب تركيز الصوديوم و هذا

يؤثر سلباً في النمو. و بيّن *Farooq et al.* (2017) في دراسته لنبات الباقلاء انكماش في جدران الخلايا وتقليل من نموها.

2- تزداد أعداد الخلايا بسبب الانكماش الحاصل فيها بسبب زيادة الإجهاد الملحيّ إذ تبين وجود نتوات تنمو من أطرافها نتيجة تعرضها للإجهاد ، و هذا ما أشار إليه *Kushima et al.* (2017).

3- تقلّ أعداد الثغور في الأوراق بسبب الإجهاد الملحيّ حيث يقل فقدان الماء بعملية النتح نتيجة الإجهاد وتقليل عملية التمثيل الضوئيّ نتيجة الإجهاد و بذلك تقلّ أعداد الثغور خاصةً عند مستوى الإجهاد الملحي (6 ديسي سيمنز م⁻¹) و هذا ما توصل إليه من نتائج مماثلة *Kwon et al.* (2019).

4- تقلّ أعداد الغدد لنبات الباقلاء و خاصةً عند تعرض النبات للملوحة العالية إذ تبين أنّ الغدد موجودة على الخلايا المتعرجة للأوراق المقابلة للمنطقة المركزية للساييتوبلازم حيث يزداد سطح التلامس للخلايا مع المنطقة المركزية فيطلق الإفراز للغدد تحت البشرة فعند تعرضه للإجهاد يقلّ الإفراز و يتقلص حجم الغدد *Zanotti-Ávila et al.* (2023).

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions

and

Recommendation

الاستنتاجات :

- 1- بيّنت الدراسة الحالية أنّ زيادة مستويات الإجهاد الملحي قد أدت إلى انخفاض في الصفات المظهرية لنبات الباقلاء منها ارتفاع النبات و قطر الساق و عدد الأوراق و عدد الأزهار و عدد الأفرع و عدد البذور ووزنها الطري و وزن القرنات و المساحة الورقية ، والصفات الفسلجية منها محتوى الكلوروفيل و محتوى الماء النسبي و النمو النسبي و المطلق و تركيز العناصر المغذية منها تركيز النيتروجين و الفسفور والبوتاسيوم و الحديد و الزنك. و مقارنة بتراكيز البرولين و حامض الأبسيسك حيث ارتفعت نسبتهم عند زيادة الإجهاد الملحي .
- 2- أظهر الرش بالبوتاسيوم النانوي و بعض العناصر النادرة تأثيراً معنوياً في زيادة الصفات المظهرية منها ارتفاع النبات و عدد أوراقه و عدد أزهاره ووزن بذوره الطري و وزن قرناته و قطر الساق و المساحة الورقية و الصفات الفسلجية المدروسة ما عدا النمو المطلق و كان للرش بالبوتاسيوم النانوي أيضاً تأثير معنوي في زيادة نسب العناصر الغذائية في أوراق نبات الباقلاء متمثلةً بالنيتروجين و الفسفور و البوتاسيوم و الحديد و الزنك.
- 3- أظهرت الدراسة الحالية أنّ تأثير التداخل بين عاملي التجربة (الري بالمياه المالحة و الرش الورقي بالبوتاسيوم النانوي و بعض العناصر النادرة) قد أدى إلى تحسن في الصفات المظهرية و الفسلجية و الكيمو حيوية و في فعالية بعض الإنزيمات (POD) وSOD و CAT و التشريرية .
- 4- المعاملة الفضلى هي الرش بالبوتاسيوم النانوي عند مستوى 100 ملغم لتر⁻¹ و الري بمستوى ملوحة 2 ديسي سيمنز م⁻¹
- 5- أظهرت الصفات التشريرية لبشرات أوراق نبات الباقلاء تغيراً في أشكال و أبعاد و أعداد خلايا البشرة و الثغور و الغدد إذ يزداد عدد الخلايا للبشرة عند تعرضها للإجهاد الملحي و يزداد تعرج جدرانها و يقل حجمها فيما يقل عدد الثغور و الغدد و يصغر حجمها كذلك عند الري بالمياه المالحة .

التوصيات

حسب دراستنا الحالية نوصي بما يأتي :

- 1- إمكانية استخدام مياه الري المالحة بحدود معيّنة في ري بعض النباتات لمواجهة قلّة المياه الصالحة للري ، وذلك من خلال رش النباتات بالمغذّيات لاسيما البوتاسيوم النانويّ لزيادة تحملها للظروف الملحية .
- 2-الرش بالبوتاسيوم النانويّ و بعض العناصر النادرة بتركيز (100) ملغم لتر¹ للتقليل من الآثار الناتجة من الري بتركيز عالية من المياه المالحة .
- 3-إجراء دراسات على عناصر مغذّية نانويّة أخرى ولاسيما العناصر النادرة و إضافتها رشاً لحاجة النبات .
- 4- إجراء دراسات تشريحية على أجزاء أخرى من النبات كنسيج مقطع الساق و بشرة الساق و الازهار و الاثمار
- 5-أجراء دراسة مقارنة للمركبات الفعالة في النبات قبل و بعد تعرض النبات للإجهاد الملحي و المعاملة بالمغذيات النانوية و مقارنة مدى تأثير المركبات الطبية بالخصوص.

المصادر

References

المصادر العربية:

- 1- الأسدي ،فاطمة كريم خضير.2014تأثير التغذية الورقية في النمو والحاصل والحالة الغذائية لبعض أصناف الحنطة (*Triticum aestivum* L.) . رسالة ماجستير . جامعة كربلاء , كلية التربية للعلوم الصرفة .
- 2- الصحاف ،فاضل حسين ،1989. تغذية النبات التطبيقي .بيت الحكمة-جامعة بغداد- وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .العراق
- 3-الرحباوي ،شيماء مازن جبار .2012.تأثير نوعية و كمية مياه الري في نمو و إنتاجية نبات الحنطة في محافظة النجف الاشرف .رسالة ماجستير.كلية العلوم .جامعة الكوفة
- 4-الركابي ، بتول عبد سلطان وقيس حسين عباس السماك . 2016 . تأثير مستويات الملوحة المختلفة وتراكم الكلايسين بيتاين المضاف رشاً في بعض الصفات الفسلجية لنبات الحنطة *Triticum aestivum* L. مجلة جامعة كربلاء العلمية . 14 (4) : 251 – 258 .
- 5-الركابي ،بتول عبد سلطان .2016. تأثير الرش (Glycine betaine) في تحمل نبات الحنطة (*Triticum aestivum*L)تحت مستويات مختلفة من الإجهاد الملحي .رسالة ماجستير ،كلية التربية للعلوم الصرفة –جامعة كربلاء
- 6-الزبيدي ،مهند وهيب مهدي . 2011تأثير مغنطة البذور و مياه الري العذبة و المالحة في حاصل نبات الذرة الصفراء ،رسالة ماجستير ،كلية التربية الرازي –جامعة ديالى
- 7-الزويني ،رواء غافل شنان2017 . تأثير الرش الورقي بسكر التريهالوز في تحمل محصول الحنطة للإجهاد الملحي.رسالة ماجستير ،كلية التربية للعلوم الصرفة –جامعة كربلاء
- 8-الشريفي ، حسين فؤاد حمزة . 2018. تأثير الرش بحامض الجاسمونك في تقليل الإجهاد الملحي لمحصول الذرة الصفراء . رسالة ماجستير . جامعة كربلاء . ع ص . 108.

المصادر الاجنبية :

- Abbas, M., Saeed, F., Anjum, F. M., Afzaal, M., Tufail, T., Bashir, M. S., ... and Suleria, H. A. R. (2017). Natural polyphenols: An overview. *International Journal of Food Properties*, 20(8), 1689-1699.
- Abbas, T., Fan, R., Hussain, S., Sattar, A., Khalid, S., Butt, M., ... and Al-Yahyai, R. (2022). Protective effect of jasmonic acid and potassium against cadmium stress in peas (*Pisum sativum* L.). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4), 2626-2633.
- Abd El-hady, A., Mohamed, A., Abd-Elkrem, Y.M., Rady, M.O., Mansour, E., El-Tarabily, K.A., AbuQamar, S.F., El-Temsah, M.E. (2022). Impact on plant productivity under low fertility sandy soil in the arid environment by the revitalization of lentil roots. *Frontiers in Plant Science*.13, 937073
- Abdelaal, Kh.A.A., El-Afry, M., Metwaly M., Zidan, M., Rashwan, E. (2021) Salt tolerance activation in faba bean plants using proline and salicylic acid associated with physio-biochemical and yield characters improvement, *Fresenius Environmental Bulletin*, 30 (4), 3175-3186.
- Abdel-Salam, M. (2018). Implications of applying nano-hydroxyapatite and nano-iron oxide on faba bean (*Vicia faba* L.) productivity. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 9(11), 543-548.
- Abdoul-latif, F. M., obsleh, M. E., ALI, A. M., Abdirahman, E. L. M. I., and Mohamed, H. (2024). Calcium amendment based on the shells of *Amiantis umbonella*: Elaboration, characterization and its use in planta in the cultivation of *Vicia faba* L. *Journal of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*, 6(1).
- Abid G, Hessini K, Aouida M, Aroua I, Baudoin JP, Muhovski Y, Jebara M (2017). Agrophysiological and biochemical responses of faba bean (*Vicia faba* L. var. 'minor') genotypes to water deficit stress. *Biol. Agron. Société Env.* 21(2):41-53

- Abou-Khater, L., Maalouf, F., Jighly, A., Rubiales, D., and Kumar, S. (2022). Adaptability and stability of faba bean (*Vicia faba* L.) accessions under diverse environments and herbicide treatments. *Plants*, 11(3), 251.
- Adabnejad, H., Kavousi, H. R., Hamidi, H., and Tavassolian, I. (2015). Assessment of the vacuolar Na⁺/H⁺ antiporter (NHX1) transcriptional changes in *Leptochloa fusca* L. in response to salt and cadmium stresses. *Molecular Biology Research Communications*, 4(3), 133.
- Addow, M. A., Hassan, A. A., Adde, M. S. N., Noor, A. A., and Kabir, M. A. (2020). Effect of nitrogen and potassium on the growth, yield and yield contributing traits of French Bean. *IOSR J. Agric. Vet. Sci*, 13, 01-12.
- Adhikari, B., Dhungana, S. K., Kim, I. D., and Shin, D. H. (2020). Effect of foliar application of potassium fertilizers on soybean plants under salinity stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(4), 261-269.
- Adhikari K. N. and Alharbi, N. H. (2020). "Factors of yield determination in faba bean (*Vicia faba*)." *Crop and Pasture Science* 71(4).
- Ahanger, M. A., Agarwal, R. M., Tomar, N. S., and Shrivastava, M. (2015). Potassium induces positive changes in nitrogen metabolism and antioxidant system of oat (*Avena sativa* L cultivar Kent). *Journal of plant interactions*, 10(1), 211-223.
- Ahanger, M.A.; Tomar, N.S.; Tittal, M.; Argal, S.; Agarwal, R(2017). Plant growth underwater/salt stress: ROS production; antioxidants and significance of added potassium under such conditions. *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 23, 731–744.
- Ahmad, I., and Maathuis, F. J. (2014). Cellular and tissue distribution of potassium: physiological relevance, mechanisms and regulation. *Journal of plant physiology*, 171(9), 708-714.
- Ahmad, P., Abass Ahanger, M., Nasser Alyemeni, M., Wijaya, L., Alam, P., and Ashraf, M. (2018). Mitigation of sodium chloride toxicity in *Solanum lycopersicum* L.

- by supplementation of jasmonic acid and nitric oxide. *Journal of plant interactions*, 13(1), 64-72.
- Ahmad, P., Abdel Latef, A. A., Hashem, A., Abd_Allah, E. F., Guzel, S., and Tran, L. S. P. (2016). Nitric oxide mitigates salt stress by regulating levels of osmolytes and antioxidant enzymes in chickpea. *Frontiers in plant science*, 7, 347.
- Ahmad, K. H. A. L. I. D., Khan, M. A., Ahmad, M., Shaheen, N. I. G. H. A. T., and Nazir, A. B. D. U. L. (2010). Taxonomic diversity in epidermal cells of some sub-tropical plant species. *Int. J. Agric. Biol*, 12(1), 115-118.
- Aksu, G., and Altay, H. (2020). The effects of potassium applications on drought stress in sugar beet. *Sugar Tech*, 22(6), 1092-1102.
- Al-Amin, A.F. (2018). Response of cucumber plant *cucumissativus* L. to spray with hornwort extract and magnetically treated water on growth and yield parameters. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. University of Kufa. Iraq.
- Al-Antary, T.A., Kahlel, A. , Ghidan, A. and Asoufi, H. (2020) Effects of nanotechnology liquid fertilizers on fruit set and pods of broad bean (*Vicia faba* L.). *Fresen. Environ. Bull.* 29 (6), 4794-4798.
- Al-Fahdawi, Anmar Ismail Ali Fayyad. 2016. Effect of copper spray and potassium levels on the growth and yield of green faba bean (*Vicia faba* L). Master's thesis Department of Field Crops - College of Agriculture - University of Anbar.
- Al-Falahi, A. S., and AbdulKafoor, A. H. (2021, November). Effect of nano potassium and cytokinins in the vegetative growth traits of Faba bean (*Vicia faba* L.). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 904, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.
- Alharbi, K., Al-Osaimi, A. A., and Alghamdi, B. A. (2022). Sodium chloride (NaCl)-induced physiological alteration and oxidative stress generation in (*Pisum sativum* L.): A toxicity assessment. *ACS omega*, 7(24), 20819-20832.

- Alhasany, A. R., Leiby, H. R., and Noaema, A. H. (2021).** Effectiveness Of Spraying Nano-Fertilizers Of Iron And Potassium On The Growth And Yield Of Faba Bean Crop (*Vicia Faba L.*). *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 17(1).
- Ali Hulail Noaema, Haider R. leiby, Ali R. Alhasany.2020.** The First International Conference of Pure and Engineering Sciences .
- Ali, Q., Zahir, Z. A., Asghar, H. N., and Jamil, A. (2017).** Inoculation with Rhizobial consortium for improving the growth, yield and quality of maize under salt-stressed conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 54(1).
- ALKahtani, M.D., Attia, K.A., Hafez, Y.M., Khan, N., Eid, A.M., Ali, M.A.M., Abdelaal, Kh.A.A. (2020)** Chlorophyll Fluorescence Pa-rameters and Antioxidant Defense System Can Display Salt Tolerance of Salt acclimated sweet Pepper Plants Treated with Chitosan and Plant Growth Promoting rhizobacteria. *Agronomy*. 10(8), 1180
- Al-Masoudi, F.N., Al-Semmak, Q.H. 2021** Effect of Indole Acetic Acid and Chelated Nano-Zinc Foliar Application on Some Wheat Enzyme Under Saline Conditions .*Biochemical and Cellular Archives*, , 21(1), pp. 1769–1775.
- **Al-Semak, Q.H., Khudair Alasadi, F.K. 2020.**Hormones of maize crop as affected by potassium fertilization, water quality and ascorbin foliar pplication.Karbala International Journal of Modern . 6(3), pp. 246– 250 .
- Aly, A. A. and H. E. S. El-Beltagi (2010).** "Influence of ionizing irradiation on the antioxidant enzymes of *Vicia faba L.*" *Grasas y Aceites* 61(3): 288-294.
- Amanullah, Yar, M., Khalid, S., Elshikh, M. S., Akram, H. M., Imran, ... and Ali, A. (2022).**.. Phenology, growth, productivity, and profitability of mungbean as affected by potassium and organic matter under water stress vs. no water stress conditions *Journal of. Plant Nutrition.*,45(5) 629-650.

- Anil Kumar Singh, B. P. B., Ashutosh Upadhyaya¹, Santosh Kumar¹, P. K. Sundaram¹, Brijesh Kumar Singh², Naresh Chandra¹ and R. C. Bharati¹ (, 2012). "Improvement of faba bean (*Vicia faba* L.) yield and quality through biotechnological approach: A review." *African Journal of Biotechnology* 11(87),: 15264-15271.
- Anaya, F., Fghire, R., Wahbi, S., and Loutfi, K. (2017). Antioxidant enzymes and physiological traits of *Vicia faba* L. as affected by salicylic acid under salt stress. *J Mater Environ Sci*, 8(7), 2549-2563.
- Arteaga, S., Yabor, L., Díez, M. J., Prohens, J., Boscaiu, M., and Vicente, O. (2020). The use of proline in screening for tolerance to drought and salinity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Agronomy*, 10(6), 817.
- Ashraf, M. A., Rasheed, R., Rizwan, M., Hussain, I., Aslam, R., Qureshi, F. F., ... and Ali, S. (2023). Effect of exogenous taurine on pea (*Pisum sativum* L.) plants under salinity and iron deficiency stress. *Environmental Research*, 223, 115448.
- Ashraf, M. A., Ashraf, M. U. H. A. M. M. A. D., and Ali, Q. (2010). Response of two genetically diverse wheat cultivars to salt stress at different growth stages: leaf lipid peroxidation and phenolic contents. *Pak. J. Bot*, 42(1), 559-565.
- Ashraf, M. Y., Tariq, S., Saleem, M., Khan, M. A., Hassan, S. W. U., and Sadeq, Y. (2020). Calcium and zinc mediated growth and physio-biochemical changes in mungbean grown under saline conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 43(4), 512-525.
- Ashrafi, V., Pourbozorg, H., Kor, N. M., Ajirloo, A. R., Shamsizadeh, M., and Shaaban, M. (2015). Study on seed protein and protein profile pattern of chickpea (*Cice arietinum* L.) by SDS-PAGE under drought stress and fertilization. 9(1) 87–90.
- Ayub, Q.; Khan, S.M.; Hussain, I.; Gurmani, A.R.; Naveed, K.; Mehmood, A.; Ali, S.; Ahmad, T.; Haq, N.; Hussain, A(2021). Mitigating the adverse effects of NaCl salinity on pod yield and ionic attributes of okra plants by silicon and gibberellic acid application *Italus Hortus*, 28(1), 1–59.

- Banerjee, P., Venugopalan, V. K., Nath, R., Althobaiti, Y. S., Gaber, A., Al-Yasi, H., and Hossain, A. (2021).** Physiology, growth, and productivity of spring–summer black gram (*Vigna mungo* L. Hepper) as influenced by heat and moisture stresses in different dates of sowing and nutrient management conditions. *Agronomy*, 11(11), 2329.
- Bayat, R.A., Kuşvuran, Ş., Ellialtıođlu, Ş., Üstün, A.S. (2014).** Effects of proline application on antioxidative enzymes activities in the young pumpkin plants (*Cucurbita pepo* L. and *C. moschata* Poir.) under salt stress. *Turk. J. Agric. Nat. Sci.*, 1(1), 25–33.
- Bela, K.; Horváth, E.; Gallé, Á.; Szabados, L.; Tari, I.; Csiszár, J.** Plant Glutathione Peroxidases: Emerging Role of the Antioxidant Enzymes in Plant Development and Stress Responses. *Journal of Plant Physiology*. **2015**, 176, 192–201.
- Benabderr Ahmane Safia, T.-B. F., Bouazza Sofiane, and M. N. A. B. Mohamed (2018).** "Effect of salt stress on Phyto-Biochemical Attributes in faba bean (*Vicia faba* L.)." (0972-2025): 205–215.
- Belal, E. S., and El-Ramady, H. (2016).** Nanoparticles in water, soils and agriculture. *Nanoscience in food and agriculture* 2, 311-358.
- Bharath, P.; Gahir, S., and Raghavendra, A.S(2021).** Abscisic Acid-Induced Stomatal Closure: An Important Component of Plant Defense Against Abiotic and Biotic Stress. *Front. Plant Science.*, 12, 615114.
- Bhattacharya, A(2022).** Low-temperature stress and nitrogen metabolism in plants: A review. In *Physiological processes in plants under low temperature stress*,. 299–407.
- Bialasek M, Górecka M, Mittler R, and Karpiński S. 2017.** Evidence for the involvement of electrical, calcium and ROS signaling in the systemic regulation of non-photochemical quenching and photosynthesis *Plant Cell Physiology*. 58(2):207–215.

- Bielsa, B., Hewitt, S., Reyes-Chin-Wo, S., Dhingra, A., and Rubio-Cabetas, M. J. (2018).** Identification of water use efficiency related genes in ‘Garnem’ almond-peach rootstock using time-course transcriptome analysis. *PLoS One*, 13(10), e0205493.
- Boukari, N., Jelali, N., Renaud, J.B., Youssef, R.B., Abdelly, C., Hannoufa, A., (2019).** Salicylic acid seed priming improves tolerance to salinity, iron deficiency and their combined effect in two ecotypes of Alfalfa. *Environ. Exp. Bot.* 167, 103820.
- Bowman, S. A. (2020).** A vegetarian-style dietary pattern is associated with lower energy, saturated fat, and sodium intakes; and higher whole grains, legumes, nuts, and soy intakes by adults: National Health and Nutrition Examination Surveys 2013–2016. *Nutrients*, 12(9), 2668.
- Briat, J. F., Curie, C., Gaymard, F. (2007).** Iron utilization and metabolism in plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 10(3): 276-282.
- Carillo, P., and Gibon, Y. (2011).** Protocol: Extraction and determination of proline. PrometheusWiki, 2011, 1–5.
- Carlson, R. M., and Johnson, C. M. (1961).** Chelometric titration of calcium and magnesium in plant tissue. Method for elimination of interfering ions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* Nov;9(6):460-3.
- Celletti, S., Astolfi, S., Guglielmo, N., Colla, G., Cesco, S., and Mimmo, T. (2020).** Evaluation of a legume-derived protein hydrolysate to mitigate iron deficiency in plants. *Agronomy*, 10(12), 1942.
- Chen Z., Wang L., Cardoso J., Zhu S., Liu G., Rao I., and Lin Y., (2023),** Improving phosphorus acquisition efficiency through modification of root growth responses to phosphate starvation in legumes, *Frontiers in Plant Science*, 14: 1094 157.
- Cui, J., and Tcherkez, G. (2021).** Potassium dependency of enzymes in plant primary metabolism. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166, 522-530.

- Dar, M. I., Naikoo, M. I., Rehman, F., Naushin, F., and Khan, F. A. (2016). Proline accumulation in plants: roles in stress tolerance and plant development. *Osmolytes and plants acclimation to changing environment: emerging omics technologies*, 155-166.
- Darkwa, K., Ambachew, D., Mohammed, H., Asfaw, A., Blair, M.W. (2016). Evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes for drought stress adaptation in Ethiopia. *Crop J.*, 4(5), 367–376.
- Dawood MF, and Azooz MM (2020) Insights into the oxidative status and antioxidative responses of germinating broccoli (*Brassica oleracea var italica* L) seeds in tungstate contaminated water. *Chemosphere* 261:127585.
- Dawood, M. A., Noreldin, A. E., and Sewilam, H. (2021). Long term salinity disrupts the hepatic function, intestinal health, and gills antioxidative status in Nile tilapia stressed with hypoxia. *Ecotoxicology and environmental safety*, 220, 112412.
- Dawood, M. G., and El-Awadi, M. E. (2015). Alleviation of salinity stress on *Vicia faba* L. plants via seed priming with melatonin. *Acta Biológica Colombiana*, 20(2), 223-235.
- de Oliveira Lopes, Á. L., Setubal, I. S., da Costa Neto, V. P., Zilli, J. E., Rodrigues, A. C., and Bonifacio, A. (2022). Synergism of Bradyrhizobium and Azospirillum baldaniorum improves growth and symbiotic performance in lima bean under salinity by positive modulations in leaf nitrogen compounds. *Applied Soil Ecology*, 180, 104603.
- Desai, S., Mistry, J., Shah, F., Chandwani, S., Amaresan, N., and Supriya, N. R. (2023). Salt-tolerant bacteria enhance the growth of mung bean (*Vigna radiata* L.) and uptake of nutrients, and mobilize sodium ions under salt stress condition. *International Journal of Phytoremediation*, 25(1), 66-73.
- Desouky, A. F., Hanafy Ahmed, A. H., Stützel, H., Jacobsen, H. J., Pao, Y. C., and Hanafy, M. S. (2021). Enhanced abiotic stress tolerance of *Vicia faba* L. plants heterologously expressing the PR10a gene from potato. *Plants*, 10(1), 173.

- Devi, S., Kumar, N., Kumar, A., Dhansu, P., Pazhany, A. S., Mann, A., ... and Sheoran, P. (2023). Potential use of nanofertilizers in alleviating stresses in plants. In *Salinity and Drought Tolerance in Plants: Physiological Perspectives* (pp. 521-535). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Ding Z, Ali EF, Almaroai YA, Eissa MA, Abeed AH (2021). Effect of potassium solubilizing bacteria and humic acid on faba bean (*Vicia faba* L.) plants grown on sandy loam soils. *J. Soil Sci. Plant Nutrition*. 21: 791-800.
- Dursun, A., Turan, M., Ekinci, M., Gunes, A., Ataoglu, N. Esringu, A. and Yildirim, E. (2010). Effects of boron fertilizer on tomato, pepper, and cucumber yields and chemical composition. *Commun Soil Science of Plant analysis* 41(13):1576-1593.
- El Sheikha, A. F., Allam, A. Y., Taha, M., and Varzakas, T. (2022). How does the addition of biostimulants affect the growth, yield, and quality parameters of the snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.)? How is this reflected in its nutritional value?. *Applied Sciences*, 12(2), 776.
- Eldardiry, E. I., Abd El-Hady, M., and Ageeb, G. W. (2017). Maximize faba bean production under water salinity and water deficit conditions. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 7(4), 819-826.
- El-Gedwy, E.-S. M. (2020). Effect of Water Stress, Nitrogen and Potassium Fertilizers on Maize Yield Productivity. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 58(3), 515–534.
- El-Henawy A., El-Sheikh,I., Hassan,A., Madein,A., El-Sheikh,A., El-Yamany,A., Rad-wan, A., Mohamed,F., Khamees,M., Youssef,S. and SalKalah E.D.F. (2018) Response of cultivated broccoli and red cabbage crops to mineral, or-ganic and nano-fertilizers. *Env. Biodiv. Soil Se-curity*. 2(2018), 221 - 231.
- El-Moghazy, M.S.M., R.M. Ahmed, N.G. Shams El-Din and A. Magdy, 2018. The role of nano phosphorus on growth, nutrient availability and yield of tomato plants. *J. Plant Nutrition*, 41(9): 1158-1170

- El-Shal, R. M., El-Naggar, A. H., El-Beshbeshy, T. R., Mahmoud, E. K., El-Kader, N. I. A., Missaui, A. M., ... and El-Sharkawy, M. S. (2022).** Effect of nano-fertilizers on alfalfa plants grown under different salt stresses in hydroponic system. *Agriculture*, 12(8), 1113.
- El-Shazly, M., and Ghieth, W. M. (2019).** Effect of some biofertilizers and humic acid application on olive seedlings growth under irrigation with saline water. *Alexandria Science Exchange Journal*, 40(APRIL-JUNE), 263-279.
- El-Zawily, A. E. S., El-Sawy, M., EL-Semellawy, E. S., and Abd-EL-Ghaffar, R. (2018).** Effect of magnetization and nano potassium particles on growth, yield and fruit quality of cucumber under plastic house conditions. *Journal of Productivity and Development*, 23(3), 627-652.
- Englbrecht, C.C, Schoof, H. and Böhm, S. (2004)** Conservation, diversification and expansion of C2H2 zinc finger proteins in the *Arabidopsis thaliana* genome. *BMC Genomics*. 5,1-17 x
- Erb, M., and Kliebenstein, D. J. (2020).** Plant secondary metabolites as defenses, regulators, and primary metabolites: the blurred functional trichotomy. *Plant physiology*, 184(1), 39-52.
- Ergun, N.; Topcuoglu, S.F. and Yildiz, A. 2002.** Auxin (Indole-3-acetic acid), gibberellic acid (GA₃), abscisic acid (ABA) and cytokinin (zeatin). Production in some species of mosses and lichens, *Turkish Journal of Botany*. 26: 13-18.
- Essa, S. M., Wafa, H. A., Mahgoub, E. S. I., Hassanin, A. A., Al-Khayri, J. M., Jalal, A. S., El-Moneim, D. A., ALshamrani, S. M., Safhi, F. A., and Eldomiaty, A. S. (2023).** Assessment of Eight Faba Bean (*Vicia faba* L.) Cultivars for Drought Stress Tolerance through Molecular, Morphological, and Physiochemical Parameters. *Sustainability*, 15(4), 3291.

- Farhangi-Abriz, S., and Torabian, S. (2017). Antioxidant enzyme and osmotic adjustment changes in bean seedlings as affected by biochar under salt stress. *Ecotoxicology and environmental safety*, 137, 64-70.
- Farooq, M., Gogoi, N., Hussain, M., Barthakur, S., Paul, S., Bharadwaj, N., ... and Siddique, K. H. (2017). Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 118, 199-217.
- Ferrari, S., do Valle Polycarpo, G., Vargas, P. F., Fernandes, A. M., Luís Oliveira Cunha, M., and Pagliari, P. (2022). Mix of trinexapac-ethyl and nitrogen application to reduce upland rice plant height and increase yield. *Plant Growth Regulation*, 96(1), 209–219.
- Fouda, K. F. (2017). Effect of phosphorus level and some growth regulators on productivity of faba bean (*Vicia faba* L.). *Egypt. J. Soil Sci*, 57(1), 73-87.
- Ghffar Roohizadeh, S. A., Golvaz Tajadod, Ahmad Majd and and F. Salimpour (2015). "ehT study of Nano silica effects on the total protein content and the activities of Catalase, Peroxidase and Superoxid Dismutase of *Vicia faba* L." (2349 – 1183): 2349 – 9265.
- Ghidan, A., Kahlel, A., Al-Antary, T. A., and Asoufi, H. (2020). Efficacy of nanotechnology liquid fertilizers on weight and chlorophyll of broad bean (*Vicia faba* L.). *Fresen. Environ. Bull*, 29(6), 4789-4793.
- Gill, T., Sreenivasulu, Y., Kumar, S., and Ahuja, P. S. (2010). Over-expression of superoxide dismutase exhibits lignification of vascular structures in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of plant physiology*, 167(9), 757-760.
- Glorieux, C., and Calderon, P. B. (2017). Catalase, a remarkable enzyme: targeting the oldest antioxidant enzyme to find a new cancer treatment approach. *Biological chemistry*, 398(10), 1095-1108.

- Gnanasundari, R., Sellamuthu, K. M., and Malathi, P. (2019).** Effect of potassium on growth, yield and npk uptake of hybrid maize in black calcareous soil. *Madras Agricultural Journal*, 106(march (1-3), 1
- Gomaa, M.A, Radwan, F.I, Kandil E.E, and Challabi, D.H.H. 2017.** Comparison of some new maize hybrid's response to mineral fertilization and some nano fertilizers. Plant Production Department, The Faculty of Agriculture, Alexandria *Exchange Journal*, 38(July-September), 506-514.
- Goud, V. V., Konde, N. M., Jaybhave, C. P., Solunke, P. S., and Kharche, V. K. (2022).** Influence of Potassium on Growth, Yield, Water Relation and Chlorophyll Content of Greengram [*Vigna radiate* L. Wilczek] in Inceptisols. *Legume Research- An International Journal*, 45(12), 1523-1527.
- Granja, M. B., Vitorino, P. J. P., de Oliveira Sousa, V. F., Rodrigues, M. H. B. S., Diniz, G. L., de Andrade, F. H. A., and Nobre, R. G. (2019, April).** Variedades de feijão-fava submetidas à níveis de salinidade e adubação orgânica. In *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215 (Vol. 15, No. 1, pp. 104-114).
- Guimarães, M. J., Simões, W. L., Oliveira, A. R. D., de Araujo, G. G., Silva, Ê. F. D. F., and Willadino, L. G. (2019).** Biometrics and grain yield of sorghum varieties irrigated with salt water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 23, 285-290.
- Gulmezoglu, N. and H. Dughan (2017).** The interactive effects of phosphorus and salt on growth, water potential and phosphorus uptake in green beans. *Appl. Ecology and Environ. Res.* 15 (3): 1831-1842.
- Gulmezoglu, N., and Ezgi, İ. Z. C. I. (2020).** Ionic responses of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants under salinity stress and humic acid applications. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(3), 1317-1331.

- Guo, K.; Tu, L.; He, Y.; Deng, J.; Wang, M.; Huang, H.; Li, Z.; Zhang, X (2021). Interaction between calcium and potassium modulates elongation rate in cotton fiber cells. *Journal of Experimental Botany*, 68(18), 5161–5175.
- Guo, W., Nazim, H., Liang, Z., and Yang, D. (2016). Magnesium deficiency in plants: An urgent problem. *The Crop Journal*, 4(2), 83-91.
- H Abd El-Moneim, M., A Omar, M., S EL-Tabbakh, S., Nawar, A. I., and Nawar, A. I. (2017). The effect of date and pattern of sowing on growth, productivity and technological characters of cotton (*Gossypium barbadense* L.) variety Giza 86. *Alexandria Science Exchange Journal*, 38(July-September), 389-396.
- Habib, N., Ali, Q., Ali, S., Javed, M.T., Zulqurnain Haider, M., Perveen, R.,, and Bin-Jumah, M., (2020). Use of nitric oxide and hydrogen peroxide for better yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under water deficit conditions: growth, osmoregulation, and antioxidative defense mechanism *Plants*, 9(2), 285.
- Hadwan, M. H., and kadhum Ali, S. (2018). New spectrophotometric assay for assessments of catalase activity in biological samples. *Analytical biochemistry*, 542, 29–33
- Hafez, E. M., Osman, H. S., El-Razek, U. A. A., Elbagory, M., Omara, A. E. D., Eid, M. A., and Gowayed, S. M. (2021). Foliar-applied potassium silicate coupled with plant growth-promoting rhizobacteria improves growth, physiology, nutrient uptake and productivity of faba bean (*Vicia faba* L.) irrigated with saline water in salt-affected soil. *Plants*, 10(5), 894.
- Hanelt, P., and Mettin, D. (1989). Biosystematics of the genus *Vicia faba* L.(Leguminosae). *Annual review of ecology and systematics*, 199-223.
- Hariadi, Y., and Shabala, S. (2004). Screening broad beans (*Vicia faba*) for magnesium deficiency. I. Growth characteristics, visual deficiency symptoms and plant nutritional status. *Functional Plant Biology*, 31(5), 529-537.

- Hasan, M. A., Al-Taweel, S. K., Alamrani, H. A., Al-Naqeeb, M. A., Al-Baldawwi, M. H. K., and Hamza, J. H. (2018). Anatomical and physiological traits of broad bean (*Vicia faba* L.) seedling affected by salicylic acid and salt stress. *Indian Journal of Agricultural Research*, 52(4), 368-373.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A., ... and Fotopoulos, V. (2020). Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the crucial role of a universal defense regulator. *Antioxidants*, 9(8), 681.
- Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., and Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual review of plant biology*, 51(1), 463-499.
- Hu, W., Jiang, N., Yang, J., Meng, Y., Wang, Y., Chen, B., ... and Zhou, Z. (2016). Potassium (K) supply affects K accumulation and photosynthetic physiology in two cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars with different K sensitivities. *Field Crops Research*, 196, 51-63.
- Hu, Y., Xia, S., Su, Y., Wang, H., Luo, W., Su, S., and Xiao, L. (2016). Brassinolide increases potato root growth in vitro in a dose-dependent way and alleviates salinity stress. *BioMed Research International*, 2016(1), 8231873.
- Hunt, E. (1978). Mechanics of verbal ability. *Psychological Review*, 85(2), 109.
- Hussein, H. T., Radhi, I. M., and Hasan, M. M. (2024). Role of abscisic acid and potassium in broad bean growth under water stress conditions. *SABRAO J. Breed. Genet*, 56(1), 399-411.
- Inci, N. E. and C. Toker (2011). "Screening and selection of faba beans (*Vicia faba* L.) for cold tolerance and comparison to wild relatives." *Genetic Resources and Crop Evolution* 58(8): 1169-1175.

- Irshad, A., Rehman, R. N. U., Abrar, M. M., Saeed, Q., Sharif, R., and Hu, T. (2021).** Contribution of rhizobium–legume symbiosis in salt stress tolerance in *Medicago truncatula* evaluated through photosynthesis, antioxidant enzymes, and compatible solutes accumulation. *Sustainability*, 13(6), 3369.
- Jamwal, K., Bhattacharya, S., and Puri, S. (2018).** Plant growth regulator mediated consequences of secondary metabolites in medicinal plants. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, 9, 26-38.
- Jan, A. U., Hadi, F., Nawaz, M. A., and Rahman, K. (2017).** Potassium and zinc increase tolerance to salt stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 116, 139-149.
- Jaquetti, R. K., and Gonçalves, J. F. C. (2021).** Data on the effects of fertilization on growth rates, biomass allocation, carbohydrates and nutrients of nitrogen-fixing and non-nitrogen-fixing tree legumes during tropical forest restoration. *BMC Research Notes*, 14, 1-3.
- Johnson, R., Vishwakarma, K., Hossen, M. S., Kumar, V., Shackira, A. M., Puthur, J. T., Abdi, G., Sarraf, M., and Hasanuzzaman, M. (2022).** Potassium in plants: Growth regulation signaling, and environmental stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 172, 56–69.
- Kahlel, A., Ghidan, A., Al-Antary, T. A., Alshomali, I., and Asoufi, H. (2020).** Effects of nanotechnology liquid fertilizers on certain vegetative growth of broad bean (*Vicia faba* L.). *Fresen. Environ. Bull*, 29(6), 4763-4768.
- Kamil, A. J., and Ayyub, E. B. (2010).** Role of plant growth regulators Atonik and Hypertonik in reducing flower dropping and its affect on seed yield. *Iraqi Journal of Science*, 51(1), 28-39.
- Karim, S., Uddin, F. J., Rashid, H. O., and Hadiuzzaman, M. (2020).** Effect of phosphorus and potassium on the growth and yield of French bean. *Journal of Scientific Agriculture*, 4, 0108-0112.

- Karkanis, A., Ntatsi, G., Lapse, L., Fernández, J. A., Vågen, I. M., Rewald, B., ... and Savvas, D. (2018). Faba bean cultivation—revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. *Frontiers in plant science*, 9, 1115.
- Khan, M. A., Ammar, M. H., Migdadi, H. M., El-Harty, E. H., Osman, M. A., Farooq, M., et al. (2015). Comparative nutritional profiles of various faba bean and chickpea genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(3), 449–457
- Khazaei, H. and A. Vandenberg (2020). "Seed Mineral Composition and Protein Content of Faba Beans (*Vicia faba* L.) with Contrasting Tannin Contents." *Agronomy* 10(4),511
- Knoell, DL et al (2009). Zinc deficiency increases organ damage and mortality in a murine model of polymicrobial sepsis. *Crit Care Med* 37(4):1380-8.
- Ku, Y.; Contador, C.A.; Ng, M.; Yu, J.; Chung, G.; Lam, H.-M(2020). The effects of domestication on secondary metabolite composition in legumes. *Front. Genet.* 11, 58135
- Kumar, P., Kumar, T., Singh, S., Tuteja, N., Prasad, R., and Singh, J. (2020). Potassium: A key modulator for cell homeostasis. *Journal of Biotechnology*, 324, 198-210.
- Kushima, A., So, K. P., Su, C., Bai, P., Kuriyama, N., Maebashi, T., Fujiwara, Y., Bazant, M. Z., and Li, J. (2017). Liquid cell transmission electron microscopy observation of lithium metal growth and dissolution: Root growth, dead lithium and lithium flotsams. *Nano Energy*, 32, 271–279.
- Kwizera, C., Ong'or, B. T. I., Kaboneka, S., Nkeshimana, F., and Ahiboneye, N. (2019). Effects of Potassium Fertilizer on Bean growth and Yield parameters. *IJ of Advances in Scientific Research and Engineering*, 5, 1-7.

- Kwon, O. K., Mekapogu, M., and Kim, K. S. (2019).** Effect of salinity stress on photosynthesis and related physiological responses in carnation (*Dianthus caryophyllus*). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 60, 831–839.
- Lafitta, W. M., and Habib, Z. K. (2021).** Effect of Spraying with Boron and the added Potassium Fertilizer on the growth of Broad Bean (*Vicia faba* L.). *Int. J. Agricult. Stat. Sci*, 17, 1111-1117.
- Lawes, D. A. (1980).** Recent developments in understanding, improvement, and use of *Vicia faba*.
- Li, J., Cao, X., Jia, X., Liu, L., Cao, H., Qin, W., and Li, M. (2021).** Iron Deficiency Leads to Chlorosis Through Impacting Chlorophyll Synthesis and Nitrogen Metabolism in *Areca catechu* L. *Frontiers in Plant Science*, 12,710093.
- Liu, J., Shao, Y., Feng, X., Otie, V., Matsuura, A., Irshad, M., Zheng, Y., and An, P. (2022).** Cell wall components and extensibility regulate root growth in *Suaeda salsa* and *Spinacia oleracea* under salinity. *Plants*, 11(7), 900.
- López-Aguilar, R., Orduño-Cruz, A., Lucero-Arce, A., Murillo-Amador, B., and Troyo-Diéquez, E. (2003).** Response to salinity of three grain legumes for potential cultivation in arid areas. *Soil Science and Plant Nutrition*, 49(3), 329–336.
- López-Millán, A. F., Duy, D., and Philippar, K. (2016).** Chloroplast iron transport proteins—function and impact on plant physiology. *Frontiers in plant science*, 7, 178.
- Luz, J. M. Q., Oliveira, R. C., Lana, R. M. Q., Silva, J. R. R., and Rebouças, T. N. H. (2020).** Potassium chloride fertilization of potatoes: nutrient uptake rate and tuber yield of cultivars Ágata and Atlantic. *Horticultura Brasileira*, 38(4), 400-406.
- Mahdi, A. H. A. (2016).** Improvement of salt tolerance in *Vicia faba* L. plants by exogenous application of polyamines. *Egypt. J. Agron.* 38 (1): 1-21.
- Mahdi, A. H., Badawy, S. A., Abdel Latef, A. A. H., El Hosary, A. A., Abd El Razek, U. A., and Taha, R. S. (2021).** Integrated effects of potassium humate and planting

- density on growth, physiological traits and yield of *Vicia faba* L. grown in newly reclaimed soil. *Agronomy*, 11(3), 461.
- Mahdi, A. H., Badawy, S. A., Abdel Latef, A. A. H., El Hosary, A. A., Abd El Razek, U. A., and Taha, R. S. (2021).** Integrated effects of potassium humate and planting density on growth, physiological traits and yield of *Vicia faba* L. grown in newly reclaimed soil. *Agronomy*, 11(3), 461.
- Mahmoud, A. W. M., Abdelaziz, S. M., El-Mogy, M. M., and Abdeldaym, E. A. (2019).** Effect of foliar ZnO and FeO nanoparticles application on growth and nutritional quality of red radish and assessment of their accumulation on human health. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 65(1), 16-29.
- Mahmoud, A. W. M., Abdeldaym, E. A., Abdelaziz, S. M., El-Sawy, M. B., and Mottaleb, S. A. (2019).** Synergetic effects of zinc, boron, silicon, and zeolite nanoparticles on confer tolerance in potato plants subjected to salinity. *Agronomy*, 10(1), 19.
- Mane, A. V, Karadge, B. A., and Samant, J. S. (2010).** Salinity induced changes in photosynthetic pigments and polyphenols of *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle. *J. Chem. Pharm. Res*, 2(3), 338–347.
- Margier, M., Georg'e, S., Hafnaoui, N., Remond, D., Nowicki, M., and Du Chaffaut, L., (2018).** Nutritional composition and bioactive content of legumes: Characterization of pulses frequently consumed in France and effect of the cooking method. *Nutrients*, 10, 1668.
- Marklund, S., and Marklund, G. (1974).** Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *European Journal of Biochemistry*, 47(3), 469–474.
- Marquez-Prieto, A. K., A. Palacio-MÁRquez, E. Sanchez, B. C. Macias-LÓPez, S. PÉRez-ÁLvarez, O. Villalobos-Cano and P. Preciado-Rangel (2022).** "Impact of the foliar application of potassium nanofertilizer on biomass, yield, nitrogen assimilation

- and photosynthetic activity in green beans." *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 50(1).
- Masilamani P, Arulmozhiselvan K, Alagesan AJJOA, (2020)** Science N: prospects of biodrainage to mitigate problems of waterlogging and soil salinity in context of India. *ANSF*. 12:229–243. <https://doi.org/10.31018/jans.vi.2285>.
- Matłok, N., Piechowiak, T., Królikowski, K., and Balawejder, M. (2022)**. Mechanism of reduction of drought-induced oxidative stress in maize plants by fertilizer seed coating. *Agriculture* 12 (5), 662. doi: 10.3390/agriculture12050662
- Matijević, L., Romić, D., Romić, M., Maurović, N., and Kondres, N. (2014)**. Faba bean (*Vicia faba* L.) salt stress response under different soil organic matter content. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79(1), 13-18.
- Mbarki, S., Skalicky, M., Vachova, P., Hajihashemi, S., Jouini, L., Zivcak, M., ... and Zoghلامي Khelil, A. (2020)**. Comparing salt tolerance at seedling and germination stages in local populations of *Medicago ciliaris* L. to *Medicago intertexta* L. and *Medicago scutellata* L. *Plants*, 9(4), 526.
- Mejri, F., Selmi, S., Martins, A., Benkhoud, H., Baati, T., Chaabane, H., Njim, L., Serralheiro, M. L. M., Rauter, A. P., and Hosni, K. (2018)**. Broad bean (*Vicia faba* L.) pods: A rich source of bioactive ingredients with antimicrobial, antioxidant, Enzyme inhibitory, anti-diabetic and health-promoting properties. *Food and Function*, 9(4), 2051–2069.
- Mena, E., Leiva-Mora, M., Jayawardana, E. K. D., García, L., Veitía, N., Bermúdez-Caraballoso, I., ... and Ortíz, R. C. (2015)**. Effect of salt stress on seed germination and seedlings growth of *Phaseolus vulgaris* L. *Cultivos tropicales*, 36(3), 71-74.
- Miransari, M., and Smith, D. L. (2007)**. Overcoming the stressful effects of salinity and acidity on soybean nodulation and yields using signal molecule genistein under field conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 30(12), 1967–1992.

- Mirkhamidova, P., and Shakhmurova, G. (2023).** Determination of the activity of some antioxidant enzymes during the germination periods of cereals and legumes. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 01018). EDP Sciences
- Misskire, Y., Mamo, T., Tadesse, A. M., and Yermiyahu, U. (2019).** The effect of potassium on yield, nutrient uptake and efficiency of teff (*Eragrostis tef* Zucc. Trotter) on vertisols of North Western Ethiopian Highlands. *Journal of Plant Nutrition*, 42(4), 307-322.
- Miryeganeh, M. (2021).** Plants' epigenetic mechanisms and abiotic stress. *Genes*, 12(8), 1106.
- Millar, N., and Robertson, G. P. (2015).** Nitrogen transfers and transformations in row-crop ecosystems. *The ecology of agricultural ecosystems: long-term research on the path to sustainability*. Oxford University Press, New York, New York, USA, 213-225.
- Mohamed, M. H. M. (2021).** Effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizers Sources and Levels on Growth, Productivity and Quality of Snap Bean Grown Under Greenhouses Conditions. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 59(5), 683-696.
- Mohammadpur, M., Nasroallahzadeh Asl, A., Roshdi, M., and Jalili, F. (2021).** Investigation of physiological characteristics and grain yield of pinto bean under irrigation disruption and methods to increase drought tolerance. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 14(4), 951-959.
- Mouradi, M., Farissi, M., Bouizgaren, A., Qaddoury, A., and Ghoulam, C. (2018).** *Medicago sativa*-rhizobia symbiosis under water deficit: Physiological, antioxidant and nutritional responses in nodules and leaves. *Journal of Plant Nutrition*, 41(3), 384-395.
- Munns R (2002).** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment* 25(2):239-250.
- Munns, R., and Tester, M. (2008).** Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59(1), 651-681.

- Nadeem, F., Azhar, M., Anwar-ul-Haq, M., Sabir, M., Samreen, T., Tufail, A., ... and Juan, W. (2020). Comparative response of two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to applied zinc and manganese for mitigation of salt stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20, 2059-2072.
- Naveed, M., Ramzan, N., Mustafa, A., Samad, A., Niamat, B., Yaseen, M., ... and Xu, M. (2020). Alleviation of salinity induced oxidative stress in *Chenopodium quinoa* by Fe biofortification and biochar—endophyte interaction. *Agronomy*, 10(2), 168.
- Oosterhuis, D. M., Loka, D. A., Kawakami, E. M., and Pettigrew, W. T. (2014). The physiology of potassium in crop production. *Advances in agronomy*, 126, 203-233.
- Oukaltouma, K., El Moukhtari, A., Lahrizi, Y., Makoudi, B., Mouradi, M., Farissi, M., ... and Ghoulam, C. (2022). Physiological, biochemical and morphological tolerance mechanisms of faba bean (*Vicia faba* L.) to the combined stress of water deficit and phosphorus limitation. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(2), 1632-1646.
- Ofuya, Z. M., and Akhidue, V. (2005). The role of pulses in human nutrition: a review. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 9(3), 99-104.
- Olivier, S., Zhang, W.-Q., and Zwiazek, J. J. (2020). Tissue sodium and chloride concentrations in relation to needle injury in boreal conifer seedlings subjected to salt stress. *Trees*, 34, 521–529
- Palmqvist, N. M., Seisenbaeva, G. A., Svedlindh, P., and Kessler, V. G. (2017). Maghemite nanoparticles acts as nanozymes, improving growth and abiotic stress tolerance in *Brassica napus*. *Nanoscale research letters*, 12, 1-9.
- Page A.L., Miller R.H. and Kenney D.R. (1982). *Method of Soil Analysis* .2nd (ed), Agron. 9, Publisher, Madiason, Wisconsin.

- Panda, J., Nandi, A., Mishra, S. P., Pal, A. K., Pattnaik, A. K., and Jena, N. K. (2020).** Effects of nano fertilizer on yield, yield attributes and economics in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Int J Curr Microbiol Appl Sci*, 9(5), 2583-2591.
- Pandey, G. K., and Mahiwal, S. (2020).** *Role of potassium in plants* (Vol. 49). Cham, Switzerland: Springer.
- Patel, S., Mohanty, P., Baral, J. P., Mohanta, A., and Jena, D. (2022).** Effects of potassium and saline water irrigation on growth of maize plant. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 11(5), 195–201.
- Paul, D., and Lade, H. (2014).** Plant-growth-promoting rhizobacteria to improve crop growth in saline soils: a review. *Agronomy for sustainable development*, 34, 737-752.
- Peng, W. T., Zhang, L. D., Zhou, Z., Fu, C., Chen, Z. C., and Liao, H. (2018).** Magnesium promotes root nodulation through facilitation of carbohydrate allocation in soybean. *Physiologia plantarum*, 163(3), 372-385.
- Pitotti A, Elizalde B E and Anese M (1995)** Effect of caramelization and maillard reaction products on peroxidase activity. *J. Food Biochem.* 18, 445-457.
- Pauletti, V., and Motta, A. C. V. (2017).** Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. *Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.*
- Pina-Pérez, M. C., and Pérez, M. F. (2018).** Antimicrobial potential of legume extracts against foodborne pathogens: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 72, 114-124.
- Pooja, P., Nandwal, A. S., Chand, M., Pal, A., Kumari, A., Rani, B., ... and Kulshreshtha, N. (2020).** Soil moisture deficit induced changes in antioxidative defense mechanism of sugarcane (*Saccharum officinarum*) varieties differing in maturity. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 90(3), 507-512.

- Poonia, A., Vikranta, U., Chaudhary, N., and Dangi, P. (2022). Current and potential health claims of faba beans (*Vicia faba*, L.) and its components. In *Faba bean: Chemistry, properties and functionality* (pp. 331-355). Cham: Springer International Publishing.
- Poudel, R., and Shrestha, R. K. (2021). Effect of Different Level of Potassium on Early Growth of Maize (*Zea mays* L.) Genotypes. *J. Agric. Res. Pestic. Biofertil*, 2, 3–5.
- Prasad tnvkv, Sudhakar P, Sreenivasulu Y, Latha P, Munaswamy V, Reddy KR, Sreeprasad TS, Sajanalal PR, Pradeep T (2012) Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. *J Plant Nutr* 35(6):905–927.
- Rady, M. M. (2011). Effect of 24-epibrassinolide on growth, yield, antioxidant system and cadmium content of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants under salinity and cadmium stress. *Scientia horticulturae*, 129(2), 232–237.
- Rady, M. M., Mossa, A. T. H., Youssef, A. M., Osman, A. S., Ahmed, S. M., and Mohamed, I. A. (2023). Exploring the reinforcing effect of nano-potassium on the antioxidant defense system reflecting the increased yield and quality of salt-stressed squash plants. *Scientia Horticulturae*, 308, 111609.
- Rady, M.M.; Abd El-Mageed, T.A.; Abdurrahman, H.A.; Mahdi, A.H(2016). Humic acid application improves field performance of cotton (*Gossypium barbadense* L.) under saline conditions. *J. Anim. Plant Sci.* 2016, 26, 487–493.
- Ragel, P., Raddatz, N., Leidi, E. O., Quintero, F. J., and Pardo, J. M. (2019). Regulation of K⁺ nutrition in plants. *Frontiers in Plant Science*, 10, 281.
- Rahnama, H., Ebrahimzadeh, H. (2005). The effect of NaCl on antioxidant enzyme activities in potato seedlings. *Biol. Plant.*, 49(1), 93–97.
- Rao, K. M., Raghavendra, A. S., and Reddy, K. J. (Eds.). (2006). *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants*. Springer Science and Business Media.

- Rasool, N. (2023). Role of plant hormones in mitigating abiotic stress. In *Abiotic Stress in Plants-Adaptations to Climate Change*. IntechOpen.
- Rezk, A.I., El-Nasharty, A.B., El-Nwehy, S. S., Nofal O. A. (2021). Nano Fertilizers, their role and uses in crop productivity. A Review. *Current Science International* Volume 10(2): 295-308.
- Reynolds, M. P.; P. R. Singh; A. Ibrahim; O. A. A. Ageeb; A. Larque saavedra and J. S. Quik. 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection of wheat in warm environments. *Wheat prospects for Global improvement Proceedings of the 5th International Wheat Conference, 10–14 June, 1996, Ankara, Turkey* (pp. 143-152). Springer Netherlands.
- Richter, J. A., Behr, J. H., Erban, A., Kopka, J., and Zörb, C. (2019). Ion-dependent metabolic responses of *Vicia faba* L. to salt stress. *Plant, Cell and Environment*, 42(1), 295-309.
- Robertson, G. P., and Vitousek, P. M. (2009). Nitrogen in agriculture: balancing the cost of an essential resource. *Annual review of environment and resources*, 34(1), 97-125.
- Roshdy, A. E. D., Alebidi, A., Almutairi, K., Al-Obeed, R., and Elsabagh, A. (2021). The effect of salicylic acid on the performances of salt stressed strawberry plants, enzymes activity, and salt tolerance index. *Agronomy*, 11(4), 775.
- Saeed, R., Mirza, S., and Ahmad, R. (2014). Electrolyte leakage and relative water content as affected by organic mulch in okra plant (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) grown under salinity. *FUUAST Journal of Biology*, 4(2), 221-227.
- Sahoo, R., Kumar, S., and Ahuja, P. S. (2001). Induction of a new isozyme of superoxide dismutase at low temperature in *Potentilla astrisanguinea* Lodd. variety *argyrophylla* (Wall. ex. Lehm) Griens. *Journal of plant physiology*, 158(8), 1093-1097.

- Saida, C., Hadjar, S., Houria, B., Leila, B., Hocine, G., and Moubarek, B. (2015). Interactive effects of potassium and sodium on the growth and nodulating capacity of pea (*Pisum sativum* L) var: Merveile de Kelvedon under salt stress.
- Salem, H., Abo-Setta, Y., Aiad, M., Hussein, H. A., and El-Awady, R. (2017). Effect of Potassium Humate and Potassium Silicate on Growth and Productivity of Wheat Plants Grown under Saline Conditions. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 8(11), 577-582.
- Samet, H., Çıkılı, Y., and Dursun, S. (2013). Interactive effects of boron and potassium on the growth and mineral composition of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Soil-Water Journal*, 2(2-1), 689-696.
- Sandell EB(1951). Colorimetric determinations of traces of metals. *Soil Science*. Mar 1;71(3):245.
- Santiago-Rosario, L. Y., K. E. Harms, B. D. Elder, P. B. Hart and M. Dassanayake (2021). "No escape: The influence of substrate sodium on plant growth and tissue sodium responses." *Ecol Evol* 11(20): 14231-14249.
- Sanyal, S. K., Rajasheker, G., Kishor, P. K., Kumar, S. A., Kumari, P. H., Saritha, K. V., ... and Pandey, G. K. (2020). Role of protein phosphatases in signaling, potassium transport, and abiotic stress responses. *Protein phosphatases and stress management in plants: Functional genomic perspective*, 203-232.
- Sardans, J., and Peñuelas, J. (2021). Potassium control of plant functions: Ecological and agricultural implications. *Plants*, 10(2), 419.
- Sarkar, S., Khatun, M., Era, F. M., Islam, A. M., Anwar, M. P., Danish, S., ... and Islam, A. A. (2021). Abiotic stresses: Alteration of composition and grain quality in food legumes. *Agronomy*, 11(11), 2238.
- SAS 2018. **Statistical Analysis System**, User,s Guide. Statistical. Versio 9.1th ed. SAS. Institute Incorporated Cary. N.C. USA

- Serafin-Andrzejewska, M., Jama-Rodzeńska, A., Helios, W., Kotecki, A., Kozak, M., Białkowska, M., ... and Bártoová, V. (2023). Accumulation of minerals in faba bean seeds and straw in relation to sowing density. *Agriculture*, 13(1), 147.
- Selamoglu, Z. (2020). Use of enzymes in dairy industry: a review of current progress. *Archives of Razi Institute*, 75(1), 131.
- Shabala S, Bose J, Fuglsang AT, Pottosin I (2016) On a quest for stress tolerance genes: membrane transporters in sensing and adapting to hostile soils. *J Exp Bot* 67(4):1015–1031
- Shams, M., Ekinici, M., Ors, S., Turan, M., Agar, G., Kul, R., and Yildirim, E. (2019). Nitric oxide mitigates salt stress effects of pepper seedlings by altering nutrient uptake, enzyme activity and osmolyte accumulation. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 25, 1149-1161.
- Silva, A. A. D., Veloso, L. L. D. S., Nascimento, R. D., Nascimento, E. C., Bezerra, C. V. D. C., and Pereira, M. C. D. A. (2019). Gas exchanges and growth of cotton cultivars under water salinity. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 23(6), 393-399.
- Srivastava, G. C. (2009). *Modern methods in plant physiology*. New India Publishing.
- Nikfarjam, S. G., and Aminpanah, H. (2015). Effects of phosphorus fertilization and *Pseudomonas fluorescens* strain on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Idesia*, 33(4), 15-21.
- Soffan, A., S. S. Alghamdi and A. S. Aldawood (2014). "Peroxidase and polyphenol oxidase activity in moderate resistant and susceptible *Vicia faba* induced by *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae) infestation." *J Insect Sci* 14: 285.
- Stephenie, S., Chang, Y. P., Gnanasekaran, A., Esa, N. M., and Gnanaraj, C. (2020). An insight on superoxide dismutase (SOD) from plants for mammalian health enhancement. *Journal of Functional Foods*, 68, 103917.

- Stoeva, N., and Kaymakanova, M. (2008).** Effect of salt stress on the growth and photosynthesis rate of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Central European Agriculture*, 9(3), 385-391.
- Sturikova H, Krystofova O, Huska D, Adama V (2018)** Zinc, zinc nanoparticles and plants. *J Hazard Mater* 349:101–110.
- Swelam, W. M., and El-Basir, A. (2021).** Relationship between potassium fertilization sources and improvement of snap bean green pods quality for exportation. *Journal of Plant Production*, 12(4), 397-404.
- Taha, A., Omar, M., and Khedr, H. (2016).** Effect of different sources and levels of potassium on growth, yield and chemical composition of faba bean plants. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 7(3), 243-248.
- Tantawy, A. S., Abdel-Mawgoud, A. M. R., El-Nemr, M. A., and Chamoun, Y. G. (2009).** Alleviation of salinity effects on tomato plants by application of amino acids and growth regulators. *Eur. J. Sci. Res*, 30(3), 484–494.
- Tariq, M., B. Ahmad, M. Adnan, I.A. Mian, S. Khan, S. Fahad and Ali.S(2022).** Improving boron use efficiency via different application techniques for optimum production of good quality potato (*Solanum tuberosum* L.) in alkaline soil. *PloS one*, 17(1): e0259403
- Temegne, N. C., Taffouo, V. D., Tadoh, T. C., Gouertoumbo, W. F., Wakem, G. A., Nkou, F. T. D., ... and Youmbi, E. (2019).** Effect of phosphate fertilization on growth, yield and seed phosphorus content of Bambara pea (*Vigna subterranea*) land races. *JAPS: Journal of Animal and Plant Sciences*, 29(3),703-713.
- Temminghoff, Erwin EJM, and Victor JG Houba, eds(2004).** "Plant analysis procedure; Springer." 157-163.
- Thangudu S,and Su C-H(2021).** Peroxidase mimetic nanozymes in cancer phototherapy: Progress and perspectives. *Biomolecules.*;11(7):1015.

- Tränkner, M., Tavakol, E., and Jákli, B. (2018). Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. *Physiologia Plantarum*, 163(3), 414–431.
- Tu, B., Liu, C., Tian, B., Zhang, Q., Liu, X., and Herbert, S. J. (2017). Reduced abscisic acid content is responsible for enhanced sucrose accumulation by potassium nutrition in vegetable soybean seeds. *Journal of Plant Research*, 130, 551-558.
- Velmurugan, A., Swarnam, P., Subramani, T., Meena, B., and Kaledhonkar, M. J. (2020). Water demand and salinity. *Desalination-challenges and opportunities*, 10.
- Viana Campos, W. (2023). Growth Rate of Young African Mahogany Plants under Saline Stress Conducted with Nutritive Solution. Available at SSRN 4377479.
- Watson, D. J., and Watson, M. A. (1953). Comparative physiological studies on the growth of field crops: iii. the effect of infection with beet yellows and beet mosaic viruses on the growth and yield of the sugar-beet root crop. *Annals of Applied Biology*, 40(1), 1-37.
- War, A. R., Paulraj, M. G., War, M. Y., and Ignacimuthu, S. (2012). Differential defensive response of groundnut germplasms to *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Plant Interactions*, 7(1), 45-55.
- Warsame, A. O., O’Sullivan, D. M., and Tosi, P. (2018). Seed storage proteins of faba bean (*Vicia faba* L): Current status and prospects for genetic improvement. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 66(48), 12617-12626.
- Xiao, F., and Zhou, H. (2023). Plant salt response: Perception, signaling, and tolerance. *Front. Plant Sci.* 13, 1053699.
- Xie, K., Cakmak, I., Wang, S., Zhang, F., and Guo, S. (2021). Synergistic and antagonistic interactions between potassium and magnesium in higher plants. *The Crop Journal*, 9(2), 249-256.
- Xu, X., Du, X., Wang, F., Sha, J., Chen, Q., Tian, G., Zhu, Z., Ge, S., and Jiang, Y. (2020). Effects of potassium levels on plant growth, accumulation and distribution of

- carbon, and nitrate metabolism in apple dwarf rootstock seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 11, 904.
- Yadav, S., Modi, P., Dave, A., Vijapura, A., Patel, D., and Patel, M. (2020). Effect of abiotic stress on crops. *Sustainable crop production*, 3(17), 5-16.
- Yang, F., Chen, H., Liu, C., Li, L., Liu, L., Han, X., ... and Sha, A. (2020). Transcriptome profile analysis of two *Vicia faba* cultivars with contrasting salinity tolerance during seed germination. *Scientific reports*, 10(1), 7250.
- Yang, C., Hu, Z., Lu, M., Li, P., Tan, J., Chen, M., ... and Lin, Z. (2018). Application of metabolomics profiling in the analysis of metabolites and taste quality in different subtypes of white tea. *Food Research International*, 106, 909-919.
- Yusuf, M., Fitria, F., Risnawati, R., Susanti, R., Alqamari, M., Khair, H., and Alridiwirah, A. (2023). Application Of Potassium Fertilizer And Organic Fertilizer For Rabbits On The Growth And Years Of Okra (*Albemoschus Esculentus* L). *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, 5(1), 185-192.
- Zafar, S., Ashraf, M. Y., and Saleem, M. (2018). Shift in physiological and biochemical processes in wheat supplied with zinc and potassium under saline condition. *Journal of Plant Nutrition*, 41(1), 19-28.
- Zanotti-Ávila, A., Fernandes, V. F., Barros, K. A., Dalvi, V. C., Azevedo, A. A., and Meira, R. M. S. A. (2023). Unraveling the secretion mechanism of the curious nectaries in Gentianaceae. *Protoplasma*, 260(2), 637-649.
- Zhang, X., He, P., Guo, R., Huang, K., and Huang, X. (2023). Effects of salt stress on root morphology, carbon and nitrogen metabolism, and yield of Tartary buckwheat. *Sci. Rep.* 13, 12483.
- Zhang, Y.; Cabassa-Hourton, C.; Planchais, S.; Lebreton, S.; Savouré, A (2021). The Proline Cycle as an Eukaryotic Redox Valve. *J. Exp. Bot.*, 72, 6856–6866.

- **Zhao, H., R. Zhang, X. Yan and K. Fan (2021).** "Superoxide dismutase nanozymes: an emerging star for anti-oxidation." *Journal of Materials Chemistry B* **9**(35): 6939-6957.

الملاحق

Appendice



الملحق (1) يبين شكل الأصبص البلاستيكية ذات قطر (30) سم و ارتفاع (35) سم



الملحق (2) شكل بذور الباقلاء



الملحق (3) الرش بالسماذ البوتاسي النانوي



الملحق (4) السماذ البوتاسي النانوي



الملحق (5) أداة قياس قطر الساق (القدمة ذات الورنيّة)



الملحق (6) جهاز قياس محتوى الكلوروفيل



الملحق (7) الميزان الحساس لقياس محتوى الماء النسبي لأوراق المجففة



الملحق (8) الجانب التشريحيّ لأوراق للبشرتين العليا و السفلى

SUMMARY

A factorial experiment was conducted according to a completely randomized design (CRD) with four replicates in plastic pots inside a nursery in the holy city of Karbala during the agricultural season (2023-2024). The experiment started on 15/10/2023 and ended on 15/4/2024 to know the response of faba bean (*Vicia Faba*L.) irrigated with different levels of saline water. The first factor was irrigation with four levels of saline water (2, 4, 6, 8) ds m⁻¹ prepared from well water at the University of Karbala. The second factor was foliar spraying with four different concentrations of nano potassium (0, 50, 100, 150) mg L⁻¹. Thus, the experiment included (64) experimental units. The experiment included studying some morphological, physiological, and anatomical characteristics and some nutritional elements in plant leaves, in addition to the effectiveness of some plant enzymes. The results were statistically analyzed and the averages were compared. The studied traits were calculated using the least significant difference values at the probability level (0.05). The results of the study showed:

1- The factor of irrigation with saline water significantly affected by the decrease in some morphological and physiological traits and plant yield, including: plant height, , diameter of stem, number of leaves, leaf area , number of branches, number of flowers, number of seeds, fresh seed weight and pods weight, chlorophyll content, relative water content, absolute and relative growth, and concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, iron and zinc. On the other hand, the concentration of proline, abscisic acid, sodium, magnesium and calcium increased when irrigated with saline water.

2- Foliar spraying with nano potassium significantly affected the increase in plant height, , diameter of stem, number of leaves, leaf area ,number of branches, number of flowers, number of seeds,fresh seed weight and pods weight, chlorophyll content, relative growth, concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, iron and zinc, On the other hand, the concentration of proline, abscisic acid, sodium and calcium decreased..

3- The interaction between the two experimental factors (salinity of irrigation water and concentration of foliar spray solution with nano potassium affected Rare) significantly affected some morphological, physiological, biochemical, and anatomical traits and the activity of some enzymes.

4- The study showed that foliar spraying with nano potassium at a concentration of (100 mg L⁻¹) on faba bean plants irrigated with saline water (2 ds m⁻¹) is the best treatment in increasing some of the studied traits such as plant height, , diameter of stem, number of leaves, leaf area ,number of branches, number of flowers, number of seeds,fresh seed weight and pods weight, chlorophyll content, relative water content, relative and absolute growth, and concentration of nitrogen, phosphorus, potassium, iron, and zinc .

5- Irrigation with saline water and spraying with nano potassium affected some of the studied anatomical traits of the upper and lower epidermis of fava bean leaves, and the shape and nature of cell walls, stomata, and glands.



Republic of Iraq
Ministry of Higher Education & Scientific Research
University of Kerbala
College of Education for Pure Sciences
Department of Biology

Effect of foliar spraying with nano potassium on some morphological, physiological and Anatomical characteristics of faba bean (*Vicia faba* L.) exposed to salt stress

A Thesis
**submitted to the Council of the College of Education for Pure Sciences/
University of Kerbala as part of the requirements for obtaining a
Master's Degree in Biology**

Written by
Ola Mohammed Noori Mohammed
Supervised by
Pro.Dr. Qais Hussain Al Semmak