

Effects of Zinc nitrate $Zn(NO_3)_2$ and salinity in sunflower plant (*Helianthus annuus* L.) seedling

تأثير نترات الزنك $Zn(NO_3)_2$ والملوحة في بادرات نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus* L.

م . م . جواد كاظم عبيد الحجيري
مديرية تربية كربلاء / وزارة التربية

الخلاصة :

تمحورت الدراسة حول إمكانية استخدام نترات الزنك $Zn(NO_3)_2$ في تخفيف التأثيرات السلبية للإجهاد الملحي لبادرات زهرة الشمس *Helianthus annuus* L. أظهرت النتائج إن المستوى الملحي 8 ديسي سيمنز. م⁻¹ أختزل مؤشرات النمو المتمثلة بالوزن الطري والجاف ومحتوى الكلوروفيل ومعدل النتج للبادرات ، ومن جانب آخر سبب زيادة معنوية في النسب المئوية لتأثير الأملاح على المجموع الخضري والجذري ونسبة تسرب الأيونات (ضرر الغشاء البلازمي) . إن تجهيز البادرات بنترات الزنك قد حسن مؤشرات النمو من خلال التشجيع المعنوي لمعدل كل من الوزن الطري والجاف ومحتوى الكلوروفيل ومعدل النتج لها وكذلك خفض النسبة المئوية للتأثير السلبي للأملاح لكل من المجموع الخضري والجذري ونسبة ضرر الغشاء البلازمي وصولاً الى مستويات مقاربة لمعاملة السيطرة (البادرات غير المجهدة) .

Abstract :

The present study was carried out for possibility of using $Zn(NO_3)_2$ in alleviating of negative effects for salt stress using of sunflower (*Helianthus annuus* L.) . Results showed that saline level (8 dS.m⁻¹) reduced growth parameters including fresh & dry weight , chlorophyll content & transpiration rate in seedlings . In other hand, this salt rate caused significant increase in percentages of salts effect for shoot and root and ratio of ions leakage (plasma membrane damage). Providing of seedlings with $Zn(NO_3)_2$ has improved growth indicators through significant encourage for range of fresh & dry weight , chlorophyll content , transpiration rate , in addition through reducing of negative salts effect percentage of shoot & root and percentage of plasma membrane damage reaching levels which approach to control treatment (unstress seedling) .

المقدمة : Introduction

الملوحة واحدة من العوامل اللاحيائية التي تحدد إنتاج المحاصيل الغذائية عالمياً وأكثر من 6 % من أراضي العالم وتلث الأراضي المرورية تتأثر بشكل كبير بملوحة التربة [1] . والملوحة هي التراكم المفرط للأملاح في التربة وهذا ما يؤدي الى مشاكل في امتصاص الماء من قبل النبات ، و يحدث تملح التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة أكثر من أي جزء من الأراضي الأخرى لأن كمية الأمطار في هذه المناطق غير كافية لغسل الأملاح من المساحة المحيطة بالجذور [2] ، والملوحة تعيق نمو النبات من خلال إختزال الجهد المائي للتربة أو وسط النمو ، وخفض انتفاخ الخلايا النباتية وكذلك توازن المغذيات في التربة والنبات وأيضاً يمكن أن تسبب تأثيرات سامة [3] .

زهرة الشمس من المحاصيل الزيتية المهمة المزروعة في العالم إذ تحتل المرتبة الرابعة فيما يتعلق بإنتاج الزيت [4] وهي من النباتات شبه المتحملة للملوحة وحساسيتها للملوحة متغيرة في مراحل النمو المختلفة . والملوحة تعتبر من محددات إنتاجية هذا النبات في العراق وخصوصاً مناطق الوسط والجنوب لذلك فإن تحسين تحمل الملوحة في زهرة الشمس يؤثر في زيادة إنتاجها . يمكن للمغذيات أن تخفف التأثيرات الضارة للملوحة وذلك لأنها مهمة في نمو وتكشف النبات وكذلك تمكن النباتات لتحمل مختلف الأجهادات وهذا بالإضافة الى زيادة الإنتاجية تحت ظروف الأجهادات لذا فإن تحسين الحالة التغذوية للنباتات النامية في الظروف الملحية له دور مهم في حماية النباتات من السمية وهذا الدور يرجع الى حفظ تركيب وسلامة الأغشية البيولوجية ومن ثم السيطرة على أخذ المغذيات [5] . وتحسين الحالة التغذوية بالزنك للنباتات النامية في الظروف الملحية له دوراً مهماً في حماية النباتات من سمية الأملاح [6] ودور الحماية للزنك هو في حفظ سلامة الغشاء البلازمي وهذا يسيطر على أخذ الأيونات Na^+ والأيونات السامة الأخرى وكذلك عرف بأن الزنك مثبت قوي للأنزيمات التي تولد الجذور الحرة Reactive oxygen species (ROS) ويحمي النباتات المجهد ملحياً من ضرر مهاجمة الـ ROS [7] .

أن الزنك يلعب دور مهم في إنتاجية النبات وتكوين الكلوروفيل [8] ونقصه يسبب انخفاض تحمل النبات [5] بالإضافة الى أن الزنك يختزل إنتاج ROS ويزيد فعالية الأنزيمات المضادة للأكسدة مثل ، (CAT)

Catalase Superoxide dismutase (SOD) , Peroxidase (POD) في المستويات الملحية العالية ويمنع الضرر المتسبب بالجذور الحرة [9] لذا جاءت هذه الدراسة لمعرفة تأثير نترات الزنك $Zn(NO_3)_2$ في مؤشرات نمو بادرات زهرة الشمس وتقييم دوره في إزالة أو تخفيف الأضرار السمية عند ظروف الأجهاد الملحي .

المواد وطرائق العمل : Materials and Methods

نفذت تجربة مختبرية في مختبر قسم علوم الحياة في كلية العلوم – جامعة كربلاء باستخدام التصميم العشوائي الكامل Completely Randomized Design (CRD) بثلاث مكررات وتضمنت التجربة عاملين حيث يمثل العامل الأول الملوحة بثلاث مستويات (2 و 4 و 8) دييسي سيمنز . م⁻¹ ، والعامل الثاني يمثل خمسة مستويات من نترات الزنك $Zn(NO_3)_2$ إذ تم زراعة عشرة بذور من زهرة الشمس *Helianthus annuus L.* في كل طبق بتري سعة 15 سم حاوي على طبقتين من أوراق الترشيح العادية .

تحضير المحاليل :

- 1 - تحضير تراكيز نترات الزنك : حضر محلول $Zn(NO_3)_2$ من إذابة 0.05 غرام من $Zn(NO_3)_2$ في لتر للحصول على تركيز 50 جزء بالمليون ومنه حضرت باقي التراكيز باستخدام قانون التخفيف .
- 2 - حضرت المستويات الملحية بإستعمال ماء نهر عذب وقيست التوصيلية الكهربائية EC وكانت 2 دييسي سيمنز . م⁻¹ وأخذ لتر من ماء النهر وسخن حتى وصول الحجم الى 500 مل للحصول على 4 دييسي سيمنز وأخذ لتر وسخن حتى وصول الحجم الى 250 مل للحصول على 8 دييسي سيمنز ، وتم إضافة المحاليل الى الأطباق حسب المعاملات لمدة 15 يوم ، ثم أخذت 15 بادرة متماثلة من كل معاملة وتم دراسة كل من :

1 - الوزن الطري و الجاف : Fresh & Dry weight

أختيرت 15 بادرة عشوائياً من كل معاملة بعد عشرون يوماً من موعد وضع البذور في أطباق بتري ووزنت باستخدام ميزان حساس نوع Sartorius TE214S كوري الصنع وسجل الوزن الطري لها ، أما الوزن الجاف حدد بعد تجفيف البادرات في فرن حراري (oven) على 80 م° لمدة 48 ساعة [10] .

2- محتوى الكلوروفيل : Chlorophyll content

تم وزن 0.25 غرام من أوراق البادرات وأستخلصت الصبغات باستخدام الأسيتون 80 % ورشح المستخلص بإستخدام أوراق الترشيح ثم قرأت الأمتصاصية بإستخدام جهاز الـ u.v. spectrophotometer على طول موجي 663 نانوميتر و 645 نانوميتر وقدر محتوى الكلوروفيل استناداً الى [11] .

3 - معدل النتح : Transpiration rate

حسب بإستخدام الطريقة الوزنية من خلال معرفة وزن الماء المفقود في الوقت حيث توزن الفيالات vials والبادرات (5 بادرات لكل فيال) مع الماء المقطر (15 مل لكل فيال) وكذلك قطرات الزيت التي وضعت لمنع التبخر وبعد مرور 24 ساعة توزن الفيالات مرة ثانية وبحسب وزن الماء المفقود لكل بادرة ولكل ساعة من خلال المعادلة الموصوفة من قبل [12] :

$$\text{وزن الماء المفقود} \times 1000$$

$$= \text{معدل النتح (مايكرو لتر/ ساعة / بادرة) } = \frac{\text{وزن الماء المفقود} \times 1000}{\text{عدد البادرات} \times 24 \text{ ساعة}}$$

$$24 \text{ ساعة / عدد البادرات}$$

4 - النسبة المئوية للمؤثر السلبي للأملح في المجموع الخضري والجذري :

percentage of negative salts effect of shoot & root :

تم حساب طول المجموع الخضري وطول المجموع الجذري للبادرات لكل المعاملات ومن ثم حسبت النسبة المئوية لسمية الملح لكل من المجموع الخضري والجذري من خلال المعادلة الموصوفة من قبل [13] .

$$\text{النسبة المئوية لتأثير الأملاح في طول (ارتفاع) البادرات} = 100 \times \frac{\text{معدل طول المجموع الخضري للبادرة في المعاملة}}{\text{معدل طول المجموع الخضري للبادرة في السيطرة}}$$

$$\text{النسبة المئوية لتأثير الأملاح في طول جذور البادرات} = 100 \times \frac{\text{معدل طول جذر البادرة في المعاملة}}{\text{معدل طول جذر البادرة في السيطرة}}$$

5 - النسبة المئوية لضرر الغشاء : The percentage of membrane damage

أخذ 0.1 gm من أوراق البادرات وغسلت بالماء المقطر وقطعت الى أقراص ووضعت في أنابيب اختبار حاوية على 10 مل ماء خال من الأيونات ووضعت بعدها في حمام مائي بدرجة 40 م° لمدة 30 دقيقة ثم قيس EC بإستعمال ECmeter ثم وضعت في حمام مائي بدرجة 100 م° ولمدة 15 دقيقة وسجلت لها ال- EC (التوصيلية الكهربائية) وبالأعتماد على الطريقة الموصوفة من قبل [14] .

$$\text{النسبة المئوية لضرر الغشاء} = 100 \times \frac{\text{EC } 40 \text{ C}^\circ}{\text{EC } 100 \text{ C}^\circ}$$

التحليل الاحصائي :

حللت البيانات احصائياً بأستخدام الحاسوب بأستخدام برنامج أكسل (Microsoft , 2010) وأعدمت قيم L.S.D للمقارنة بين متوسطات المعاملات على مستوى احتمالية 0.05 في كل التجارب [15] .

النتائج : Results

1 - الوزن الطري : Fresh weight

تبيّن النتائج المشار لها في الجدول (1) إن الوزن الطري لبادرات زهرة الشمس قد أنخفض معنوياً عند تعرض البادرات للمستوى 4 و 8 ديسي سيمنز . م⁻¹ وبنسبة إنخفاض 67.08 % و 73.41 % على الترتيب ، أما عند إضافة نترات الزنك أثرت على الوزن الطري للبادرات معنوياً وحصلت زيادة بزيادة مستويات Zn(NO₃)₂ وصولاً الى التركيز 30 ملغم .لتر⁻¹ وبعد هذا التركيز أنخفض الوزن الطري للبادرات . وكما نلاحظ إن تواجد نترات الزنك مع الأملاح أدى الى أنخفاض تأثيرات الملح على الوزن الطري للبادرات وأعلى وزن طري سجل عند التركيز (30) مع (4) هو 0.035 غم و 0.029 غم عند المستويين 4 و 8 ديسي سيمنز . م⁻¹ على الترتيب .

جدول (1) : تأثير نترات الزنك في تخفيف الملوحة على الوزن الطري(غم) لبادرات زهرة الشمس sunflower

معدل تأثير نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂	مستويات الملوحة (ديسي سيمنز . م ⁻¹)			تراكيز نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂ ملغم .لتر ⁻¹
	8	4	2	
0.019	0.017	0.020	0.021	0
0.025	0.021	0.023	0.031	10
0.032	0.025	0.032	0.039	20
0.034	0.029	0.035	0.040	30
0.022	0.016	0.020	0.030	50
0.006	0.010			LSD 0.05
	0.021	0.026	0.032	معدل تأثير الملوحة
	0.004			LSD 0.05

2 – الوزن الجاف : Dry weight

يوضح الجدول (2) أن الوزن الجاف للبادرات النامية في ظروف الإجهاد إنخفض معنوياً مع زيادة الإجهاد الملحي ، حيث كان في الظروف البعيدة عن الإجهاد يساوي 0.011 غم وإنخفض الى 0.009 غم في المستوى 4 ديسي سيمنز . م⁻¹ و 0.008 غم في المستوى 8 ديسي سيمنز . م⁻¹ . وإن نترات الزنك سببت زيادة في الوزن الجاف وكانت الزيادة معنوية عند التراكيز 20 و 30 ملغم .لتر⁻¹ في حين إن التراكيز 10 و 50 ملغم .لتر⁻¹ لم يكن تأثيرها معنوياً مقارنةً بالسيطرة ، وعند تواجد نترات الزنك مع الملوحة فقد إنخفضت التأثيرات الضارة للإجهاد الملحي على الوزن الجاف للبادرات وأعلى قيمة سجلت في المعاملتين (30 و 2) و (30 و 8) التي سجلت قيم أعلى من كل التداخلات الثنائية ما عدا المعاملة (20 و 2) التي تفوقت معنوياً على كل المعاملات .

جدول (2) : تأثير نترات الزنك في تخفيف الملوحة على الوزن الجاف(غم) لبادرات زهرة الشمس sunflower

معدل تأثير نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂	مستويات الملوحة (ديسي سيمنز . م ⁻¹)			تراكيز نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂ ملغم .لتر ⁻¹
	8	4	2	
0.007	0.006	0.009	0.007	0
0.009	0.007	0.010	0.011	10
0.011	0.010	0.010	0.014	20
0.012	0.011	0.012	0.013	30
0.007	0.006	0.007	0.009	50
0.002	0.003			LSD 0.05
	0.008	0.009	0.011	معدل تأثير الملوحة
	0.001			LSD 0.05

3 - محتوى الكلوروفيل : Chlorophyll content

تبيّن النتائج المشار لها في الجدول (3) إن محتوى البادرات من صبغة الكلوروفيل قد تأثر معنوياً بمستويات الملوحة وعند مستوى إحصائية 0.05 إذ إزداد الكلوروفيل من 9.61 ملغم .غم⁻¹ وزن طري الى 12.51 ملغم .غم⁻¹ وزن طري في حين المستوى العالي (8) ديبي سيمنز . م⁻¹ لم يؤثر معنوياً على محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل ، ومحتوى الكلوروفيل أيضاً قد تأثر بشكل معنوي بنترات الزنك وأعلى محتوى سجل في التركيز 30 ملغم .لتر⁻¹ في حين إن التركيز العالي 50 ملغم .لتر⁻¹ لم يؤثر على محتوى الاوراق من الكلوروفيل و أعلى القيم للكلوروفيل عند التداخل ما بين الملح ونترات الزنك فقد سجلت عند المعاملة (4) ديبي سيمنز . م⁻¹ مع 30 ملغم .لتر⁻¹ من نترات الزنك وبلغت 15.44 ملغم .غم⁻¹ وزن طري .

جدول (3): تأثير نترات الزنك في تخفيف الملوحة على محتوى الكلوروفيل (ملغم .غم⁻¹ وزن طري) في بادرات زهرة الشمس sunflower

معدل تأثير نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂	مستويات الملوحة (ديبي سيمنز . م ⁻¹)			تراكيز نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂ ملغم .لتر ⁻¹
	8	4	2	
8.76	6.22	11.88	8.17	0
11.30	11.57	12.21	10.12	10
11.78	12.15	13.13	10.05	20
13.13	11.95	15.44	12.02	30
9.10	9.71	9.90	7.70	50
1.794	3.108			LSD 0.05
	10.32	12.51	9.61	معدل تأثير الملوحة
	1.390			LSD 0.05

4 – معدل النتح : Transpiration rate

تظهر البيانات الموضحة في الجدول (4) بأن معدل النتح للبادرات لم يتأثر بمستويات الملوحة وتظهر البيانات في الجدول نفسه بأن نترات الزنك أثرت معنوياً في معدل النتح للبادرات وأعلى معدل للنتح قد سجل في التركيز 30 ملغم لتر⁻¹ وبلغ 22.52 مايكرو لتر / ساعة / بادرة ونسبة زيادة مقدارها 90.52 % مقارنة بالسيطرة والتداخل ما بين عوامل التجربة كان معنوياً وأعلى معدل للماء المنتوح فقد سجل في المعاملة (2 , 30) وأقل معدل للنتح في البادرات سجل عند المعاملة (8 و 0) وبلغ 11.30 مايكرو لتر / ساعة / بادرة .

جدول (4): تأثير نترات الزنك في تخفيف الملوحة على معدل النتح (مايكرو لتر/ساعة/بادرة) لبادرات زهرة الشمس sunflower

معدل تأثير نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂	مستويات الملوحة (ديسي سيمنز . م ⁻¹)			تراكيز نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂ ملغم لتر ⁻¹
	8	4	2	
11.82	11.30	12.40	11.76	0
13.17	12.17	13.84	13.50	10
15.44	19.07	14.41	12.83	20
22.52	20.32	20.95	26.31	30
14.26	14.07	15.74	12.97	50
2.126	3.682			LSD 0.05
	15.38	15.47	15.47	معدل تأثير الملوحة
	N.S			LSD 0.05

5 - النسبة المئوية للتأثير السلبي للأملح في المجموع الخضري :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (5) بأن النسبة المئوية للتأثير السلبي للأملح في المجموع الخضري تزداد مع زيادة تركيز الأملاح وإزدادت من 0.167 في البادرات غير المجهدة الى 0.199 في مستوى الملوحة 4 دي سي سيمنز. م⁻¹ وإزدادت الى 0.327 عند وصول الملوحة الى مستوى 8 دي سي سيمنز. م⁻¹ والتي كانت فيها الزيادة معنوية عند مستوى احتمالية 0.05 وإن نترات الزنك سببت إنخفاض التأثير السلبي للأملح ولكن بشكل غير معنوي ولكن عند تواجد الإجهاد المتمثل بالأملاح فقد كان لها تأثيراً معنوياً في خفض النسبة المئوية للتأثير السلبي للأملح في المجموع الخضري للبادرات وأعلى نسبة إنخفاض سجلت عند التركيز 30 ملغم لتر⁻¹ من نترات الزنك عند المعاملة 4 و 8 دي سي سيمنز. م⁻¹ مقارنة مع باقي معاملات التجربة .

جدول (5): النسبة المئوية لتأثير نترات الزنك في تخفيف الملوحة على طول (ارتفاع) المجموع الخضري لبادرات زهرة الشمس sunflower

معدل تأثير نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂	مستويات الملوحة (ديسي سيمنز . م ⁻¹)			تراكيز نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂ ملغم لتر ⁻¹
	8	4	2	
0.245	0.371	0.203	0.162	0
0.230	0.333	0.195	0.162	10
0.215	0.295	0.192	0.158	20
0.203	0.267	0.187	0.155	30
0.261	0.369	0.217	0.198	50
0.083	0.144			LSD 0.05
	0.327	0.199	0.167	معدل تأثير الملوحة
	0.065			LSD 0.05

6 - النسبة المئوية للتأثير السلبي للأملح في المجموع الجذري :

توضح البيانات في الجدول (6) بأن مستويات الملوحة أثرت معنوياً في النسبة المئوية للتأثير السلبي للأملح في المجموع الجذري وأعلى قيمة سجلت عند المستوى (8) ديسي سيمنز . م⁻¹ وكانت قيمتها 0.368 وإن نترات الزنك خفضت التأثير السلبي للأملح في المجموع الجذري وأعلى نسبة إنخفاض فقد كانت عند التركيز 30 ملغم لـتر⁻¹ والتي كان إنخفاضها معنوياً بالنسبة الى المقارنة والمعاملة بـ (2) ديسي سيمنز . م⁻¹ ، والتداخل ما بين نترات الزنك والاملح كان له تأثير معنوي وأعلى القيم قد سجلت عند المعاملة (عدم وجود نترات الزنك مع 8 ديسي سيمنز . م⁻¹) وأقل نسبة تأثير سلبي للأملح قد سجلت عند المعاملة (30 نترات الزنك مع الماء العذب [المستوى 2]) وأعطت نسبة ضرر مقدارها 0.124 .

جدول (6): النسبة المئوية لتأثير نترات الزنك في تخفيف الملوحة على طول المجموع الجذري لبادرات زهرة الشمس

معدل تأثير نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂	مستويات الملوحة (ديسي سيمنز . م ⁻¹)			تراكيز نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂ ملغم لـتر ⁻¹
	8	4	2	
0.309	0.507	0.226	0.195	0
0.290	0.490	0.210	0.172	10
0.225	0.332	0.195	0.147	20
0.172	0.239	0.153	0.124	30
0.211	0.273	0.170	0.189	50
0.118	0.205			LSD 0.05
	0.368	0.191	0.165	معدل تأثير الملوحة
	0.092			LSD 0.05

7 - النسبة المئوية لضرر الغشاء : Percentage of plasma membrane damage :

تشير النتائج في الجدول (7) بأن الملوحة سببت زيادة في تسرب الأيونات من خلال الإضرار المتسببة على الغشاء وأعلى نسبة ضرر سجلت في التركيز 8 ديسي سيمنز . م⁻¹ وكانت قيمتها 26.00 بنسبة زيادة مقدارها 32.99 % مقارنة مع نسبة الضرر في البادرات غير المجهدة . ونترات الزنك في التراكيز 0 , 10 , 20 , 50 ملغم لـتر⁻¹ لم يكن لها تأثيراً على نسبة الضرر للغشاء من خلال تسرب الأيونات أما التركيز 30 ملغم لـتر⁻¹ فقد كان له أثراً معنوياً في خفض نسبة الضرر للغشاء . أما التداخل الثنائي فقد كان له أثراً معنوياً في خفض نسبة الضرر للغشاء وإن أقل القيم للضرر سجلت عند المعاملة (0 و 2) .

جدول (7) : تأثير نترات الزنك في تخفيف الملوحة على النسبة المئوية لضرر الغشاء لأوراق بادرات زهرة الشمس sunflower

معدل تأثير نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂	مستويات الملوحة (ديسي سيمنز . م ⁻¹)			تراكيز نترات الزنك Zn(NO ₃) ₂ ملغم لـتر ⁻¹
	8	4	2	
24.41	31.84	23.53	17.86	0
22.70	24.32	21.98	21.81	10
23.26	27.93	21.72	20.15	20
19.30	21.90	18.06	17.95	30
21.52	24.03	20.53	20.00	50
3.807	6.594			LSD 0.05
	26.00	21.16	19.55	معدل تأثير الملوحة
	2.949			LSD 0.05

المناقشة : Discussion

التغيرات في أيض النبات عند إستجابته للملوحة هي المسؤولة عن إنخفاض نمو النبات تحت التراكيز العالية من NaCl [16] ، والإجهاد الملحي يحدد نمو النبات بواسطة الكثير من العمليات الفسلجية والبايوكيميائية والتي منها البناء الضوئي والتوازن الأيوني داخل النبات وتقليل التغيرات لهذه العمليات الأيضية والسيطرة عليها يؤدي الى تحسين مؤشرات النمو والتي تنعكس على نمو وتطور وإنتاجية النبات .

في هذه الدراسة إنخفض الوزن الطري والجاف للبادرات المعرضة للإجهاد المعتدل (المستوى الملحي 4 ديسي سيمنز . م⁻¹) والحاد (المستوى الملحي 8 ديسي سيمنز . م⁻¹) ويعزى هذا الإنخفاض للوزن الطري للبادرات الى إنخفاض المحتوى المائي لتلك البادات المعرضة الى المستويات العالية من الأملاح بسبب غلق الثغور وإنخفاض كفاءة البادرة لسحب الماء وبالتالي قلة الوزن الطري [17] . أما الإنخفاض في الوزن الجاف للبادرات بزيادة تركيز الأملاح في وسط نمو البادات يمكن أن يكون بسبب التأثيرات الضارة للملوحة على النبات والتي سببت هدم (قلة) الكلوروفيل (جدول 3) وهذا ما أثر على عملية البناء الضوئي ومن ثم على مؤشرات نمو البادرة ككل والمتمثلة بالوزن الطري والجاف (جدول 1 و 2) على التوالي ، أو يكون بسبب إنخفاض عملية البناء الضوئي (تكوين الكربوهيدرات) لغلق الثغور والتي أدى ذلك الى قلة دخول غاز ثنائي أكسيد الكربون CO₂ الى الأوراق وهذا مما سبب في إنخفاض الغذاء المنتج وكل هذه الأحداث تصب في إتجاه واحد هو إنخفاض الوزن الطري والجاف للبادرات .

وعلى جانب آخر إن محتوى أوراق البادات المعاملة بالمستويات الملحية (4 و 8) ديسي سيمنز . م⁻¹ من صبغة الكلوروفيل إنخفض في الظروف الملحية وقد ذكر هذا في الكثير من النباتات المعرضة للملوحة [18] و [19] وقد أشاروا بأن الإنخفاض في صبغة الكلوروفيل هو سببه الزيادة في فعالية إنزيم الـ Chlorophyllase [20]. ويتضح من خلال هذه الدراسة التأثير الإيجابي بإضافة نترات الزنك Zn(NO₃)₂ على كل من الوزن الطري والوزن الجاف ومحتوى الكلوروفيل للبادرات النامية تحت الظروف الملحية قد يكون هو لدور أو مساهمة الزنك الفسلجية في تخليق الكلوروفيل والتي يمكن أن تكون هي المسؤولة عن التحسين الذي حدث والذي أنعكس إيجاباً على عملية البناء الضوئي والذي إنعكس على كل من الوزن الطري والجاف . وتناغمت النتائج مع كل من [18] في نبات فول الصويا و [19] في نبات الطماطة والذين أشاروا الى دور الزنك Zn في تقليل أضرار الملوحة على كل من الوزن الطري والوزن الجاف ومحتوى الكلوروفيل . كما وجد إنخفاض معدل النتج للبادرات المعرضة للإجهاد حيث إن الإستجابة الأولى لكل النباتات عند النمو تحت ظروف الإجهاد الملحي المؤدي الى نقص الماء هو غلق ثغورها لمنع فقد الماء (المحافظة على التوازن المائي داخل جسم النبات) [21] . أما النسبة المئوية لسمية NaCl لكل من المجموع الخضري والجذري فقد إرتفعت بزيادة تراكيز الأملاح لكن كان التأثير أكبر للمجموع الجذري والتي كانت نسبة الزيادة بمقدار (35.88 %) مقارنةً بالنسبة المئوية للضرر على المجموع الخضري وهذا ما يؤكد إن النبات قلل من إنتقال الأيونات السامة Na⁺ و Cl⁻ وربما حجزها في الجذور ومنع إنتقالها الى مراكز تصنيع الغذاء (الأوراق) والتي تعد إحدى ميكانيكيات التحمل للتراكيز الملحية ولكن بإضافة الزنك إنخفضت النسب المئوية لسمية المجموع الخضري والجذري للبادرات وبإنخفاض أكبر في المجموع الخضري وهذا يرجع الى دور الزنك في حفظ سلامة الغشاء البلازمي للشعيرات الجذرية . كما لوحظ حصول زيادة في التسرب الأيوني في الملوحة العالية لهذه الدراسة وهذه الظاهرة شائعة في النباتات المعرضة للإجهاد [22] وعند إضافة الزنك Zn إنخفض التسرب الأيوني للبادرات المجهددة وهذا ناتج عن أدوار الزنك الفسيولوجية المهمة في تركيب ووظيفة الأغشية البلازمية وعرف بأنه مطلوب في حفظ الأغشية الحيوية من خلال تداخله مع الدهون المفسفرة ومجاميع SH- لبروتينات الغشاء [23] وجاءت نتائج دراستنا متوافقة مع [24] الذي وجد بأن 5 مايكرومول من الزنك تخفف وبشكل معنوي التسرب الأيوني في النباتات المعرضة للإجهاد .

المصادر : Reference

- 1- FAO. (2011) . Food and Agricultural Organization of the Unted Nations .
- 2- Owens, S. (2001). Salt of the Earth.Genetic Engineering May Help to Reclaim Agricultural Land Lost Due to Salinization. EMBO Rep., 2: 877–879 .
- 3- Shilpim, M. and Narendra, T. (2005). Cold salinity and drought stresses: an overview. Arch Biochem Biophys 444: 139- 158 .
- 4- Lühs, W. and W. Friedt. (1994). The Major Oil Crops in Designer Oil Crops Breeding, Processing Biotechnol. p. 5-71.
- 5- Cakmak, I. and Marschner, H. (1988). Increase in membrane permeability and exudation in roots of zinc deficient plants. J. Plant Physiol., 132: 356-361.
- 6- Cakmak, I. (2000). Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytol., 146: 185-205.
- 7- Weisany,W., Sohrabi,Y., Heidari,G., Siosemardeh,A. and Ghassemi- Golezan.K. (2012). Changes in antioxidant enzymes activity and plant performance by salinity stress and zinc application in soybean (*Glycine max* L.) . POJ 5(2):60- 67 .

- 8- Kaya, C., Higgs, D., Saltali, K. and Gezeral, O. (2002). Response of strawberry grown at high salinity and alkalinity to supplementary potassium. *J. plant. Nutr.* 25 (7) : 1415 -1427.
- 9- Chawla, S., Jain, S. and Jain, V. (2013). Salinity induced oxidative stress and antioxidant system in salt tolerant and salt sensitive cultivars of rice (*Oryza sativa* L.) . *J. plant Biotech. Biochemi.* , 1 : 27:34 .
- 10- Tetio, F. K., and Gardner, F.P. (1988). Responses of maize to plant population density. 1. Canopy development, light interception and vegetative growth. *Agron. J.*, 80 : 930-935.
- 11- Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.*, 24: 1– 15.
- 12- AL-yasari, K. A. H. (2014). Physiological, biochemical and anatomical study of plants differing in their tolerance to boron toxicity and its recovery by Zinc salts, in terms of rooting response . Ph.D Dissertation, Education for Pure Sciences , University of Karbala .
- 13- Chou. C.H. and Lin, H.J. (1976). Autointoxication mechanism of *Oriza sativa* L. phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. *J. Chem. Ecol.*, 2:353-367.
- 14- Sairam, R.K. and G.C. Srivastava (2001). Water stress tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) : variations in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. *J. Agron. Crop Sci.*, 186 : 63 -70 .
- 15- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. and Dickie, D.A. (1997). Principles and Procedures of Statistics-a Biometric Approach. 3rd edition. McGraw-Hill Publishing Company. Toronto.
- 16- Erdal, S., Aydin, M., Genisel, M., Taspinar, M.S., Dumlupinar, R., Kaya, O., and Gorcek, Z. (2011) Effect of salicylic acid on wheat salt sensitivity. *Afr. J. Biotechnol.*, 10:5713-5718.
- 17- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environment*, 25(2): 239-250.
- 18- Weisany, W., Sohrabi, Y., Heidari, G., Siosemardeh, A., and Ghassemi Golezani, K. (2011). Physiological responses of soybean (*Glycine max* L.) to zinc application under salinity stress. *Aust J Crop Sci* 5:1441-1447.
- 19- Askari, M., Amini, F., and Jamali, F. (2015). Effects of zinc on growth, photosynthetic pigments, proline, carbohydrate and protein content of *Lycopersicon esculentum* under salinity. *JPPF* 3:45-58.
- 20- Chookhampaeng, S. (2011). The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, proline content and antioxidative enzymes of pepper (*Capsicum annum* L.) seedling. *Europ. J. Sci. Res.*, 49:103-109.
- 21- Mansfield, T.J. and Alkinson, C.J. (1990). Stomatal behavior in water stressed plants. In Alscher, R.G. and Cumming, J.R., (Eds.), *Stress responses in plants: Adaptation and acclimation mechanism*. New York: Wiley-Liss. (pp. 241 – 264).
- 22- Farhoudi, R., Modheij, A. and Afrous, A. (2015) . Effect of salt stress on physiological and morphological parameters of rape seed cultivars . *J. Sci. Res. Dev.* , 2:111-117 .
- 23- Alloway, B.J. (2008). Zinc in soil and crop nutrition , second edition published by IZA & IFA , Brussels Belgium & Paris, France pp. 30-50 .
- 24- Abedini, M. (2016). Physiological responses of wheat plant to salinity under different concentrations of Zn. *Acta Biol. Szeged.*, 60(1):9-16 .