

Effect of sodium nitroprusside on improving saline tolerance and indicators of vegetative growth and yield of three cultivars of *Brassica oleracea* var. *capitata* L.

*Talib M. M. Al-Jarah¹ **Awatif N. Jerry **Abbas M. Jasim

* Agriculture Directorate of Maysan - Ministry of Agriculture – Republic of Iraq.

** Department of Horticulture and Land Scene Design – College of Agriculture – University of Basrah – Republic of Iraq .

Abstract: The experiment was conducted during two winter seasons 2017 - 2018 and 2018 - 2019 in directorates of agriculture in Zubair district, Basrah . to study the salt tolerance of three cultivars of cabbage (Pruktor F1 , Luna , Rain ball F1) , number of sprays and four concentrations of sodium nitroprusside(SNP) (0 , 50 ,100 , 150) μ M and interaction between them . Split-Split Plot design was used in factorial experiment with three factors and three replicates and the average were compared by using L.S.D. at 0.05 probability.

The results were showed that the cultivar Pruktor F1 was more tolerant than Rain ball F1 and Luna cultivars in all vegetative parameters which include number of leaves, weight of plant , weight of head of plant and total yield . Spraying with SNP at concentration 100 μ M with twice sprays had significant increase than once spray.

The interaction between Pruktor F1 cultivar and SNP at 100 μ M concentration with twice sprays had significant increase in weight of plant head (1.587 , 1.403) kg for two growing seasons respectively comparing with control of Rain ball F1 cultivar (0.507 , 0.405) kg for two growing season respectively .

Keywords: Cabbage, Sodium nitroprusside, Nitric oxide, Pruktor F1, vegetative growth, yield, Harvest index.

1-Part of Ph.D. dissertation of the first author.

تأثير Sodium nitroprusside في تحسين التحمل الملحي و مؤشرات النمو الخضري و الحاصل لثلاث أصناف من اللهاثة *Brassica oleracea* var. *capitata* L.

طالب مطشر مزيد الجراح² عواطف نعمة جري عباس مهدي جاسم
وزارة الزراعة / مديرية زراعة ميسان قسم البستنة و هندسة الحدائق / كلية الزراعة / جامعة البصرة

المستخلص :

نفذت التجربة خلال الموسمين الشتويين 2017 – 2018 و 2018 – 2019 في أحد الحقول التابعة لمديرية زراعة البصرة / مشروع تنمية الطمطة في قضاء الزبير، بهدف دراسة تحسين التحمل الملحي لثلاث أصناف من اللهاثة عن طريق الرش بالمركب نتروبروسيد الصوديوم (SNP). وقد شملت الدراسة 24 معاملة وهي ثلاثة أصناف من اللهاثة (Pruktor F1 و Luna و Rain ball F1) و عدد رشات (رشة واحدة و رشتان) وأربعة تراكيز من SNP (0 و 50 و 100 و 150) مايكرومول. وقد تم استعمال تصميم القطع المنشقة – المنشقة (Split-Split- Plot Design) بتجربة عاملية بثلاثة عوامل و ثلاث مكررات، و قورنت المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي LSD عند مستوى احتمال 0.05 . وقد تمت دراسة المعاملات المشار إليها و تداخلاتها في مؤشرات النمو الخضري و الحاصل قيد الدراسة والتي شملت عدد ووزن الاوراق الملتهقة ووزن النبات ووزن الراس والحاصل الكلي ومؤشر الحصاد، إذ تفوق الصنف الهجين Pruktor F1 بتحملة للإجهاد الملحي مقارنة مع الصنفين الآخرين في مؤشرات النمو الخضري و الحاصل و لكلا موسمي النمو، أما معاملة الرش بـ SNP فقد أدت الى زيادة معنوية في جميع مؤشرات النمو الخضري و الحاصل و لكلا موسمي النمو. كما تفوقت معاملة الرش بـ SNP مرتين مقارنة بالرش لمرة واحدة و لجميع المؤشرات السابقة و لكلا موسمي النمو. اما التداخلات بين عوامل التجربة فقد كانت معنوية في تأثيرها في مؤشرات النمو الخضري و الحاصل و لكلا موسمي النمو، تفوقت نباتات الصنف الهجين Pruktor F1 التي رشت بـ SNP بتركيز 100 مايكرومول رشتين في وزن الراس بلغ (1.403، 1.587) كغم، على التوالي في حين اعطت نباتات الصنف الهجين Rain ball F1 التي رشت بالتركيز صفر رشة واحدة في الموسم الاول و رشتان في الموسم الثاني اقل القيم بلغت (0.405 و 0.507) كغم لكلا الموسمين بالتتابع.

الكلمات المفتاحية: اللهاثة، نتروبروسيد الصوديوم، Pruktor F1، النمو الخضري و الحاصل، مؤشر الحصاد.

الجهد الملحي وزيادة نسبة البوتاسيوم للصوديوم *Nabi et al.* (2019). هناك العديد من الدراسات التي تبين تأثير الرش بمركب نتروبروسيد الصوديوم على النباتات الواقعة تحت تأثير الإجهاد الملحي (Molassiotis et al., 2010). من خلال جزيء أكسيد النترريك الذي يخفف الضرر التأكسدي Hasanazzaman (2011) كما ويمكن لأوكسيد النترريك من زيادة نشاط أنزيم Plasma memberane H⁺-ATPase في النباتات المعرضة للإجهاد الملحي والذي يزيد من نسبة البوتاسيوم للصوديوم (K:Na) في الأنسجة لزيادة تكيف النبات للإجهاد الملحي (Zhao et al., 2004)، ومن بين العمليات الأساسية المتأثرة بالإجهاد الملحي هي عملية البناء الضوئي Photosynthesis لأنها الأكثر حساسية للملوحة (Munns et al., 2006). وقد بينت دراسات أن أكسيد النترريك يعمل كإشارة لتحفيز النمو والاستجابة للإجهاد وبالذات عند المعاملة بتراكيز منخفضة منه (He et al., 2010; Xu et al., 2004)، بالإضافة إلى إن أكسيد النترريك القدرة على التخلص من الجذور الحرة (ROS) أي انه يعمل كمضاد للأكسدة من خلال التغيير في التعبير الجيني لمضادات الأكسدة وبالتالي يعمل على حماية الخلايا النباتية من الأضرار التأكسدية الناجمة عن الإجهاد الملحي (Arasimowicz and Floryszak-wieczorek, 2007). وان إضافة مانح اوكسيد النترريك يؤدي الى انخفاض بيروكسيد الهيدروجين و أنيون superoxide في المايوتوكونديريا (Zheng et al. 2009). كما ان تأثير الملوحة في نمو وحاصل النبات يعتمد على عدة عوامل منها نوع الصنف لذا من وسائل التغلب على مشكلة الملوحة استعمال اصناف متحملة للملوحة (Sanoubar et al. 2016). ونظرا لمشكلة ملوحة مياه الري في منطقة الزبير وعدم وجود أي دراسة تحت ظروف العراق عن إمكانية استعمال مركب نتروبروسيد الصوديوم في تقليل إضرار الملوحة على نمو وإنتاج اللهانة وتحديد التركيز المناسب لها ولكونها مادة آمنة، لذا هدفت هذه الدراسة الى اختبار تأثير الرش بعدة تراكيز من تلك المادة وعدد مرات الرش في تحسين التحمل الملحي لثلاث أصناف من اللهانة ضمن قضاء الزبير في المنطقة الصحراوية جنوبي العراق.

تتبع اللهانة Brassica oleracea var. Capitata L. العائلة الصليبية Cruciferae وتعتبر من الخضروات الشتوية الرئيسية في العراق ويؤكل الرأس الذي يحتوي على عدد كبير من الأوراق الملفوفة، وتستهلك الأوراق في عمل المخللات والطبخ وقد تؤكل طازجة.

تزرع اللهانة في معظم مناطق العراق وقد بلغت المساحة المزروعة لعام 2016 بحدود 1404.5 هكتار³ و بإنتاج كلي 16,146 طن (مديرية الإحصاء الزراعي - الجهاز المركزي للإحصاء / العراق).

تعد ملوحة مياه الري من أهم المشاكل التي تواجه الزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم وهي تعد أحد المشاكل الرئيسية التي تقف عقبة أمام زيادة الإنتاج الزراعي في المنطقة الصحراوية في قضاء الزبير/البصرة، فهي من العوامل البيئية الرئيسية المحددة لنمو وحاصل النبات لما تسببه من تأثيرات سلبية مباشرة على النبات مما يؤدي الى انخفاض نمو النبات وتقليل كفاءة عملية البناء الضوئي والتنفس وجاهزية العناصر كما ان الإجهاد الملحي كباقي الاجهاديات يؤدي الى الأكسدة من خلال زيادة الجذور الحرة (Reactive Oxygen Species (ROS) (Munns and Tester, 2008).

يعتمد الري في المنطقة الصحراوية كليا على مياه الابار لعدم توفر المياه السطحية كما تسقط عليها كميات قليلة من الامطار وان الاستعمال العشوائي لمياه الري المالحة يؤدي إلى نتائج سلبية على النبات وحاصله وكذلك على التربة من خلال سمية بعض الأيونات عند زيادة تركيزها في مياه الري كالصوديوم والكلوريد، وأن تراكم هذه الأيونات مع بعض الأملاح الأخرى في التربة تؤدي إلى زيادة الضغط الأزموزي واختلال التوازن الغذائي و عليه عند استعمال هذه المياه يتطلب إيجاد طرائق و وسائل لغرض الاستعمال الناجح لها دون التأثير السلبي في إنتاجية التربة وتلوث البيئة (Phocaides, 2001).

وتصنف اللهانة على انها متوسطة التحمل للملوحة Moderately sensitive to salinity ويتأثر إنتاجها بالملوحة (FAO, 1985). ومن الضروري استعمال بعض التقنيات بهدف تحسين التحمل الملحي ومنها استعمال مركب نتروبروسيد الصوديوم هو مركب غير عضوي اسمه الكيميائي Disodium nitroferricyanide صيغته Na₂[Fe(CN)₅NO].2H₂O يستعمل هذا المركب كدواء لعلاج حالات ارتفاع ضغط الدم الشديد وأحيانا يستعمل لعلاج بعض حالات قصور القلب. ويختصر أحيانا بـ (SNP) طريقة عمله هي تحرير أكسيد النترريك (NO) الذي له تأثير موسع للأوعية الدموية، ويعتبر هذا المركب على قائمة منظمة الصحة العالمية النموذجية للأدوية الأساسية (WHO, 2015)، وهو أحد التقانات التي استعملت مؤخرا كمنظم للعديد من العمليات الفسيولوجية منها الاستجابة للإجهادات البيئية والحيوية لدوره في زيادة التحمل الملحي عن طريق تحفيز الانزيمات المضادة للأكسدة، هذه الانزيمات تعتبر المفتاح الذي يلعب دورا فعالا في النظام الحامي للنبات وزيادة تحمله للجهد الملحي وتعمل على التوازن الأيوني والتعديل الأزموزي لمواجهة آثار

³ الهكتار = 1000 م²

المواد و طرائق العمل

نفذت التجربة في الموسمين الزراعيين الشتويين 2017 و 2018 في مشروع تنمية الطماطة خور الزبير / مديرية زراعة البصرة الواقع في قضاء الزبير على بعد 15 كم جنوب مدينة البصرة، أخذت عينات عشوائية من تربة الحقل قبل الزراعة، لأجل تقدير بعض خصائصها الفيزيائية و الكيميائية لكلا موسمي الزراعة بعمق 0 – 30 سم، خلطت العينات خلطاً متجانساً و جفّت و طحنت و نخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم، و يبين جدول 1 و 2 بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لتربة الحقل و ماء الري.

تم تهيئة الحقل بحرارة الأرض لمرتين متعاضتين بعمق 30 سم باستعمال المحراث القلاب و تنعيمها باستعمال الأمشاط القرصية لتفتيت الكتل الترابية الكبيرة و تركت التربة للتعقيم الشمسي صيفاً لفترة ثلاثون يوماً. بعدها سويت و خططت بشكل خطوط (مروز) بعدد 18 خط بطول 28.8 م و بعرض 40 سم للخط الواحد و بمسافة 40 سم بين خط و آخر و 2 م بين مكرر و آخر، ثم قُطع كل خط الى أربع وحدات تجريبية بطول 7.2 م.

جدول 1. بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية قبل الزراعة لتربة الحقل لموسمين 2017 و 2018

الطرق المستعملة	موسم 2018	موسم 2017	خصائص التربة	
Page et al. (1982)	7.40	7.11	الإبصالية الكهربائية (E C(ds m ⁻¹))	
	7.55	7.31	درجة التفاعل pH	
Richards (1954)	30.00	24.00	Na ⁺	
	20.00	17.75	Ca ⁺⁺	
	10.51	15.00	Mg ⁺⁺	
	23.14	19.62	SO ₄ ⁻	
Page et al. (1982)	65.00	67.00	Cl ⁻	
Richards .(1954)	2.80	2.62	HCO ₃ ⁻	
Page et al. (1982)	170	154	النتروجين الجاهز	
	75.40	69.02		الفسفور الجاهز
	185.4	201.0		البوتاسيوم الجاهز
Page et al. (1982)	5.08	4.64	المادة العضوية (غم كغم ⁻¹)	
مفصولات التربة (غم كغم ⁻¹)				
Black (1965)	830	830	رمل	
	36	36	غرين	
	134	134	طين	
	رملية مزيجية	رملية مزيجية	نسجة التربة	

جدول 2. الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لماء البئر المستعمل في الري التجربة

موسم 2018	موسم 2017	وحدة القياس	الصفة
7.4	7.1	-	pH
16.6	11.7	ds m ⁻¹	EC
480.0	570.0	mg L ⁻¹	Ca ⁺²
-	409.9		Mg ⁺²
1009.0	870.9		Na ⁺¹
55.2	40.5		K ⁺¹
211.0	177.2		Cl ⁻¹
9.0	8.0		NO ₃ ⁻¹
850.0	795.0		SO ₄ ⁻²

الزراعة مباشرة) بمعدل 0.5 كغم لكل وحدة تجريبية، و غطت الخطوط بطبقة من تربة الحقل بسمك 10 سم. جهز الحقل بمنظومة ري بالتنقيط، ثم غطيت الخطوط بالنايلون الأسود Mulching. تم شراء البذور الأصناف الثلاثة من

سمدت الوحدات التجريبية بالسماد العضوي كامل التحلل (مخلفات الأبقار) بمعدل 56 طن هكتار⁻¹ و أضيف السماد المركب NPK (15:15:15+TE) نوع Solumest، فيتنامي المنشأ إلى الخطوط (تحت خطوط

مكتب الريف الخضراء للتجهيزات الزراعية / بغداد، وهي الصنف الهجين Pruktor F1 وهو من الأصناف الدنماركية و المنتج من شركة Syngenta و صنف Luna المنتج من شركة Hi-Tech seeds و الصنف الهجين Rain Ball F1 و المنتج من شركة Rain Seeds و الصنفان الأخيران هما من الأصناف الهولندية، تمتاز هذه الأصناف بأنها من الأصناف البيضاء وذات رؤوس مستديرة ناعمة و شمعية متوسطة وزن الرأس 2-3 كغم.

تمت زراعة بذور الأصناف الثلاثة في أطباق الفلين Styropor ذات 209 عينا، وقد عقت هذه الأطباق بمبيد بيلتانول SL% Beltanol 50 بتركيز 0.75 مل / لتر¹ ثم ملئت بوسط زراعي (البتموس) ألماني المنشأ، و زرعت بذرة واحدة في كل عين بتاريخ 2017/9/10 و 2018/9/9 للموسم الأول و الثاني بالتتابع، وضعت تلك الأطباق داخل ظلة مغطاة بشبكة تظليل خضراء اللون (الساوان) و قبل نقل الشتلات إلى تربة الحقل، تم تقسيبها عن طريق تحريك الأطباق من مكانها و تقليل عدد الريات و كذلك خلط مياه السقي العذبة (RO) بمياه العادية (الأسالة) بنسبة 1:3. نقلت الشتلات الى الحقل بعد 45 يوما من الزراعة بطول 12-15 سم وذات 4-5 أوراق حقيقية و لكلا الموسمين. أجريت جميع عمليات الخدمة الزراعية الموصى بها لزراعة محصول اللهانة في الحقول المكشوفة و بصورة متماثلة للمعاملات جميعها، تم شتل النباتات في الوحدات التجريبية مع ترك مسافة 45 سم بين شتلة و أخرى، بحيث زرع في كل وحدة تجريبية 16 نبات و ترك نباتين في بداية و نهاية كل خط كنباتات حارسة. أجريت عملية التعشيب اليدوي كلما دعت الحاجة. وقد أتبع برنامج وقائي لوقاية النباتات من الحشرات و الأمراض في أثناء موسمي النمو، أجريت أول رشة بنتروبروسيد الصوديوم بعد أسبوعين من الشتل، أما الرشة الثانية فتمت بعد أسبوعين من الرشة الأولى، و أضيف مع المحلول عند الرش مادة Tween 20 بتركيز 0.01% كمادة ناشرة، و رشت نباتات معاملة المقارنة بالماء المقطر. شملت الدراسة تأثير الصنف والرشد SNP و عدد الرشات بهذا المركب تحت ظروف الإجهاد الملحي (الملوحة بعد الري بماء البئر) في نمو و حاصل نبات اللهانة ، و قد كانت المعاملات كما يأتي:-

- أ- الصنف : و شمل ثلاثة أصناف و هي Pruktor F1 و Luna و Rain ball F1 .
 - ب- الرش بنتروبروسيد الصوديوم : رشت النباتات SNP بأربعة تراكيز هي 0 أو 50 أو 100 أو 150 مايكرومول.
 - ج- عدد الرشات : تم تقسيم الوحدات التجريبية الى قسمين الاول تم رشه مرة واحدة بعد أسبوعين من عملية زراعة الشتلات و الثاني مرتان بين الرش و الأخرى أسبوعين .
- أستعمل تصميم القطع المنشقة – المنشقة – Split Plot Design ، إذ يمثل معاملات الأصناف القطع الرئيسية Main Plots في حين عدت معاملات عدد الرشات القطع الثانوية Sub – Plots و معاملة تراكيز (SNP) القطع تحت الثانوية Sub – Sub – Plots. و بذلك بلغ عدد

المعاملات 24 معاملة هي عبارة عن عدد الوحدات التجريبية للمكرر الواحد (2×3×4) و بثلاث مكررات و بلغ العدد الكلي 72 وحدة تجريبية. اختيرت عشوائياً خمس نباتات من كل وحدة تجريبية للمكررات الثلاثة و بعد نضج الرؤوس (من خلال اكتمال تكون الرؤوس و صلابتها و وجود أوراق لماعة في قمة الرأس) وضع عليها علامات دالة لأجل قياس مؤشرات النمو الخضري و الحاصل و قد شملت عدد الأوراق الملتفة (ورقة نبات⁻¹) و وزن الأوراق الملتفة (كغم) و وزن النبات الكلي (كغم) و وزن الرأس (كغم) و الحاصل القابل للتسويق (طن هكتار⁻¹) اما مؤشر الحصاد (%) حسب المعادلة التالية:

$$\text{مؤشر الحصاد} \% = \frac{\text{الحاصل الاقتصادي (وزن الرأس)}}{\text{الحاصل البيولوجي (وزن النبات كاملا)}} \times 100$$

النتائج والمناقشة

يبين جدول 3 التأثيرات الرئيسية للصنف و تركيز SNP و عدد الرشات و تداخلاتها في عدد الأوراق الملتفة فيلاحظ تفوق نباتات اللهانة الصنف الهجين Pruktor F1 بأعلى عدد من الأوراق الملتفة بلغ 32.8 و 31.5 ورقة و لكلا موسمي النمو 2017-2018 و 2018-2019، في حين كان أقل عدد في نباتات الصنف Rain ball F1 بلغ 29.4 و 27.9 ورقة و لكلا موسمي النمو. تفوقت النباتات التي رشت بتركيز 150 مايكرومول SNP بأعلى عدد بلغ 34.6 و 33.2 ورقة لكلا الموسمين الا انها لا تختلف معنوياً مع المعاملة بتركيز 100 مايكرومول، في حين كان أقل عدد عند الرش بالماء المقطر بلغت 25.3 و 23.9 ورقة لكلا موسمي النمو، على التتابع . كما يلاحظ تفوقت النباتات التي رشت مرتين على النباتات التي رشت مرة واحدة بنسبة 7.6 % و 8 % لكلا موسمي النمو. و أعطت نباتات Pruktor F1 التي رشت بـ SNP تركيز 100 مايكرومول أعلى عدد بلغت 36.0 و 34.7 ورقة لكلا موسمي النمو، في حين اعطت نباتات Luna التي رشت بالماء المقطر أقل عدد بلغت 24.3 و 23.0 ورقة. و أعطت نباتات الصنف Pruktor F1 و التي رشت مرتين أعلى عدد بلغ 33.5 و 32.0 ورقة مقارنة مع أقل عدد عند نباتات Rain ball F1 التي رشت مرة واحدة بلغ 27.8 و 26.3 ورقة لكلا موسمي النمو. و أعطت النباتات التي رشت مرتين بـ SNP بتركيز 100 مايكرومول أعلى عدد بلغ 37.2 و 35.6 ورقة لكلا موسمي النمو، في حين كان أقل عدد عند الرش بالماء المقطر رشة واحدة بلغ 25.2 و 23.9 ورقة لكلا الموسمين.

كان للتداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة تأثيراً معنوياً في تلك الصفة اي ان المعاملة SNP قد أدت الى زيادة معنوية في عدد الأوراق الملتفة تحت الظروف الملحية، وفقاً للصنف المزروع و عدد الرشات و تركيز SNP ، و كان التأثير أكثر وضوحاً في الصنف PruktorF1 ، إذ اعطت النباتات التي رشت بتركيز 100 مايكرومول لمرتين أعلى عدد بلغ 38.3 و 36.7 ورقة لكلا موسمي النمو في حين كان أقل عدد في نباتات Rain ball F1 التي رشت بالماء المقطر مرة واحدة بلغت 24.0 ، 22.7 ورقة لكلا الموسمين.

جدول 3. تأثير الصنف و عدد و تراكيز الرش بنتروبروسيد الصوديوم و تداخلاتها في عدد الأوراق الملتفة (ورقتهبات¹)

موسم النمو 2018 - 2019				موسم النمو 2017 - 2018				عدد الرشاشات	SNP مايكرومول
عدد الرشاشات × SNP	الصنف			عدد الرشاشات × SNP	الصنف				
	Rain ball F1	Luna	Pruktor F1		Rain ball F1	Luna	Pruktor F1		
23.89	22.67	23.33	25.67	25.22	24.00	24.67	27.00	رشة واحدة	0
24.00	23.33	23.33	25.33	25.33	24.67	24.67	26.67	رشتان	
26.22	24.67	25.33	28.67	27.78	30.00	27.33	30.00	رشة واحدة	50
31.67	28.67	32.67	33.67	33.22	28.67	34.33	35.33	رشتان	
30.44	27.00	31.67	32.67	31.78	28.67	33.00	33.67	رشة واحدة	100
35.56	34.33	35.67	36.67	37.22	36.00	37.33	38.33	رشتان	
34.00	31.00	34.33	36.67	35.44	32.67	35.67	38.00	رشة واحدة	150
32.44	31.33	33.67	32.33	33.85	32.85	35.00	33.67	رشتان	
0.61	0.99			0.73	1.26			LSD 0.05	
تأثير SNP	27.88	30.00	31.46	تأثير SNP	29.36	31.50	32.83	معدل تأثير الصنف	
	0.47				0.32			LSD 0.05	
23.94	23.00	23.33	25.50	25.33	24.33	24.67	26.83	0	الصنف × SNP
28.94	26.67	29.00	31.17	30.50	28.00	30.83	32.67	50	
33.00	30.67	33.67	34.67	34.50	32.33	35.17	36.00	100	
33.22	31.17	34.00	34.50	34.65	32.78	35.33	35.83	150	
0.38	0.67			0.57	0.89			LSD 0.05	
تأثير عدد الرشاشات				تأثير عدد الرشاشات					
28.64	26.33	28.67	30.92	30.06	27.83	30.17	32.17	رشة واحدة	الصنف × عدد الرشاشات
30.92	29.42	31.33	32.00	32.41	30.89	32.83	33.50	رشتان	
0.46	0.63			0.27	0.40			LSD 0.05	

اما في الموسم الثاني تفوقت نباتات نفس الصنف لكن الرش بالتركيز 150 مايكرومول بأعلى وزن بلغ 1.100 كغم، في حين كان اقل وزن في الصنف Rain ball F1 التي رشت بالماء المقطر بلغ 0.432 و 0.335 كغم ولكلا موسمي النمو. و حققت نباتات الصنف Pruktor F1 والتي رشت مرتين بأعلى وزن بلغ 0.922 و 0.942 كغم مقارنة مع نباتات الصنف Rain ball F1 التي رشت مرة واحدة بأقل وزن بلغ 0.593 و 0.546 كغم ولكلا موسمي النمو.

يوضح الجدول 4 تأثير الصنف وتركيز SNP و عدد الرشاشات و تداخلاتهم في وزن الأوراق الملتفة، إذ يلاحظ تفوق الصنف Pruktor F1 بأعلى وزن للأوراق الملتفة بلغ 0.837 و 0.836 كغم مقارنة مع أقل وزن في الصنف Rain ball F1 بلغ 0.653 و 0.620 كغم ولكلا موسمي النمو. و تفوقت النباتات التي رشت بالتركيز 100 مايكرومول في الموسم الأول بأعلى وزن بلغ 0.948 كغم، أما في الموسم الثاني فقد تفوقت النباتات التي رشت بالتركيز 150 مايكرومول في أعلى وزن بلغ 0.900 كغم. كما تفوقت النباتات التي رشت مرتين معنوياً عن النباتات التي رشت مرة واحدة بنسبة 21.1% و 27.6% ولكلا موسمي النمو. ويلاحظ تفوق نباتات Pruktor F1 التي رشت بالتركيز 100 مايكرومول في الموسم الأول بأعلى وزن بلغ 1.097 كغم

جدول 4. تأثير الصنف و عدد و تراكيز الرش بنتروبروسيد الصوديوم و تداخلاتها في وزن الأوراق الملتفة (كغم)

موسم النمو 2018 - 2019				موسم النمو 2017 - 2018				عدد الرشاشات	SNP مايكرومول
عدد الرشاشات ×	الصنف			عدد الرشاشات ×	الصنف				
	Rain	Luna	Pruktor		Rain	Luna	Pruktor		

SNP	ball F1		F1	SNP	ball F1		F1		
0.392	0.340	0.363	0.473	0.454	0.423	0.457	0.483	رشة واحدة	0
0.389	0.330	0.370	0.467	0.468	0.440	0.460	0.503	رشتان	
0.483	0.467	0.453	0.530	0.552	0.460	0.560	0.637	رشة واحدة	50
0.804	0.683	0.773	0.957	0.852	0.710	0.873	0.973	رشتان	
0.728	0.610	0.727	0.847	0.739	0.640	0.757	0.820	رشة واحدة	100
1.061	0.977	1.037	1.213	1.157	0.973	1.123	1.373	رشتان	
0.894	0.767	0.843	1.070	0.951	0.847	0.933	1.072	رشة واحدة	150
0.929	0.783	0.873	1.131	0.759	0.727	0.803	0.837	رشتان	
0.021	0.037			0.021	0.036			LSD 0.05	
تأثير SNP	0.620	0.675	0.836	تأثير SNP	0.653	0.746	0.837	معدل تأثير الصنف	
	0.008				0.017			LSD 0.05	
0.391	0.335	0.367	0.470	0.461	0.432	0.458	0.493	0	الصنف × SNP
0.644	0.575	0.613	0.743	0.702	0.585	0.717	0.805	50	
0.894	0.793	0.860	1.030	0.948	0.807	0.940	1.097	100	
0.911	0.775	0.858	1.100	0.870	0.787	0.868	0.955	150	
0.016	0.026			0.015	0.026			LSD 0.05	
تأثير عدد الرشاشات				تأثير عدد الرشاشات					
0.624	0.546	0.597	0.730	0.674	0.593	0.677	0.753	رشة واحدة	الصنف × عدد الرشاشات
0.796	0.693	0.752	0.942	0.816	0.713	0.815	0.922	رشتان	
0.006	0.010			0.011	0.019			LSD 0.05	

الصنف Luna التي رشت مرة واحدة و بذات التركيز، أما في الموسم الثاني فقد حققت نباتات الصنف Rain ball F1 التي رشت مرتين بالماء المقطر أقل وزن بلغ 0.330 كغم. يوضح الجدول 5 التأثيرات الرئيسية للصنف وتركيز SNP و عدد الرشاشات و تداخلاتها في معدل وزن نبات اللهانة و لموسمي النمو، فيلاحظ فروق معنوية في وزن النبات تبعاً للصنف، إذ حقق الصنف Puktor F1 اعلى معدل لوزن النبات بلغ 1.527 و 1.457 كغم ولكلا موسمي النمو، في حين كان أقل معدل لوزن نبات اللهانة في الصنف Rain ball F1 بلغ 1.296 و 1.240 كغم ولكلا موسمي النمو.

وتفوقت النباتات المعاملة التي رشت مرتين بتركيز 100 مايكرومول بأعلى وزن بلغ 1.157 و 1.061 كغم ولكلا موسمي النمو، في حين كان اقل وزن في النباتات التي رشت مرة واحدة بالماء المقطر في الموسم الأول بلغ 0.454 كغم، أما في الموسم الثاني فقد كان أقل وزن عند رش النباتات بالماء المقطر مرتين بالماء المقطر بلغ 0.389 كغم. و تفوقت نباتات Puktor F1 و المعاملة بالرش مرتين و بتركيز 100 مايكرومول بأعلى وزن بلغ 1.373 و 1.213 كغم ولكلا موسمي النمو، في حين كان أقل وزن عند معاملة نباتات Rain ball F1 بالرش بالماء المقطر مرة واحدة في الموسم الأول بلغ 0.423 كغم و عن نباتات

جدول 5. تأثير الصنف و عدد و تراكيز الرش بنتروبروسيد الصوديوم و تداخلاتها في وزن النبات الكلي (كغم)

موسم النمو 2018 - 2019				موسم النمو 2017 - 2018				عدد الرشاشات	SNP مايكرومول
عدد الرشاشات × SNP	الصنف			عدد الرشاشات × SNP	الصنف				
	Rain ball F1	Luna	Puktor F1		Rain ball F1	Luna	Puktor F1		
0.918	0.805	0.868	1.082	1.006	0.900	0.992	1.125	رشة واحدة	0
0.908	0.782	0.862	1.082	1.016	0.915	0.980	1.153	رشتان	
1.021	0.983	0.978	1.102	1.134	1.020	1.138	1.254	رشة واحدة	50
1.475	1.327	1.503	1.595	1.509	1.365	1.530	1.632	رشتان	
1.372	1.278	1.325	1.512	1.413	1.347	1.390	1.502	رشة واحدة	100
1.841	1.788	1.763	1.970	1.959	1.803	1.892	2.183	رشتان	

1.647	1.475	1.605	1.862	1.682	1.518	1.630	1.899	رشة واحدة	150
1.438	1.478	1.383	1.452	1.477	1.498	1.452	1.480	رشتان	
0.027	0.043			0.030	0.056			LSD 0.05	
تأثير SNP	1.240	1.286	1.457	تأثير SNP	1.296	1.375	1.527	معدل تأثير الصنف	
	0.011				0.036			LSD 0.05	
0.913	0.793	0.865	1.082	1.011	0.907	0.986	1.139	0	الصنف × SNP
1.248	1.155	1.241	1.348	1.322	1.192	1.334	1.438	50	
1.606	1.533	1.544	1.741	1.686	1.575	1.641	1.842	100	
1.542	1.477	1.494	1.657	1.580	1.508	1.541	1.690	150	
0.018	0.029			0.022	0.043			LSD 0.05	
تأثير عدد الرشات				تأثير عدد الرشات					
1.240	1.135	1.194	1.389	1.309	1.196	1.288	1.443	رشة واحدة	الصنف × عدد الرشات
1.415	1.344	1.378	1.525	1.490	1.395	1.463	1.612	رشتان	
0.018	0.023			0.018	NS			LSD 0.05	

يوضح الجدول 6 التأثيرات الرئيسية للصنف وتركيز SNP و عدد الرشات و تداخلاتها في وزن الرأس و لموسمي النمو، يلاحظ تفوق نباتات الصنف Pruktor F1 بأعلى وزن للرأس بلغ 1.010 و 0.995 كغم لكلا الموسمين، في حين كان أقل وزن في نباتات الصنف Rain ball F1 بلغ 0.785 و 0.742 كغم لكلا الموسمين. و يلاحظ ان هناك زيادة معنوية في وزن الرأس مع زيادة التركيز لكلا موسمي النمو، إذ تفوقت النباتات المعاملة بالرش بالتركيز 100 مايكرومول في وزن الرأس، بلغ 1.121 و 1.055 كغم مقارنة مع أقل وزن للرأس بلغ 0.569 و 0.487 كغم عند معاملة النباتات بالماء المقطر ولكلا موسمي النمو. و تفوقت النباتات التي رشت مرتين على النباتات التي رشت لمرة واحدة بنسبة زيادة بلغت 18.4 % و 18.9 % ولكلا موسمي النمو. كما يلاحظ تفوق نباتات الصنف Pruktor F1 و المعاملة بالرش بالتركيز 100 مايكرومول بأعلى وزن للرأس بلغ 1.289 و 1.204 كغم ولكلا موسمي النمو، في حين كان أقل وزن للرأس عند معاملة رش نباتات الصنف Rain ball F1 بالماء المقطر بلغ 0.517 و 0.410 كغم ولكلا موسمي النمو. ولم يكن للتداخل بين الصنف و عدد الرشات تأثيراً معنوياً ولكلا موسمي النمو.

ويلاحظ تفوق معاملة الرش بالتركيز 100 مايكرومول بأعلى معدل لوزن النبات بلغ 1.686 و 1.606 كغم مقارنة مع أقل معدل للوزن عند رش النباتات بالماء المقطر بلغ 1.011 و 0.913 كغم ولكلا موسمي النمو. كما يتضح من الجدول ذاته التأثير الرئيس لعامل عدد رشات SNP في معدل وزن الرأس، إذ تفوقت معاملة الرش مرتين على الرش الواحدة بنسبة 13.8 % و 17.3 % و لكلا موسمي النمو. كما يلاحظ تفوق نباتات الصنف Pruktor و المعاملة بالرش بالتركيز 100 مايكرومول بأعلى وزن بلغ 1.842 و 1.741 كغم لكلا موسمي النمو، في حين كان أقل وزن في الصنف Rain ball F1 والرش بالماء المقطر بلغ 0.907 و 0.793 كغم لكلا الموسمين. لم يكن للتداخل بين الصنف و عدد الرشات تأثيراً معنوياً في تلك الصفة في الموسم الأول، أما في الموسم الثاني فقد أعطى رش الصنف Pruktor مرتين أعلى وزن بلغ 1.525 كغم مقارنة مع رش الصنف Rain ball مرة واحدة التي اعطت أقل وزن بلغ 1.135 كغم. كما يلاحظ ان النباتات المعاملة بالرش مرتين و بالتركيز 100 مايكرومول أعطت أعلى وزن بلغ 1.959 و 1.841 كغم لكلا موسمي النمو، في حين اعطت النباتات التي رشت بالماء المقطر مرة واحدة في الموسم الأول أقل وزن بلغ 1.006 كغم أما الموسم الثاني فقد كان أقل وزن عند معاملة النباتات بالرش بالماء المقطر رشتين بلغ 0.908 كغم.

جدول 6. تأثير الصنف و عدد و تراكييز الرش بنتروبروسيد الصوديوم و تداخلاتها في وزن الرأس (كغم)

موسم النمو 2018 - 2019				موسم النمو 2017 - 2018				عدد الرشات	SNP مايكرومول
عدد الرشات × SNP	الصنف			عدد الرشات × SNP	الصنف				
	Rain ball F1	Luna	Prukto r F1		Rain ball F1	Luna	Prukto r F1		
0.488	0.415	0.455	0.595	0.562	0.507	0.562	0.618	رشة واحدة	0
0.485	0.405	0.462	0.588	0.576	0.528	0.563	0.637	رشتان	
0.604	0.563	0.572	0.678	0.691	0.583	0.692	0.798	رشة واحدة	50
0.988	0.853	1.020	1.122	1.018	0.862	1.040	1.152	رشتان	

0.863	0.718	0.865	1.005	0.893	0.777	0.910	0.992	رشة واحدة	100
1.247	1.132	1.207	1.403	1.348	1.147	1.312	1.587	رشتان	
1.118	0.978	1.115	1.262	1.137	1.002	1.120	1.289	رشة واحدة	150
0.923	0.868	0.913	0.988	0.948	0.878	0.958	1.007	رشتان	
0.028	0.047			0.023	0.041			LSD 0.05	
تأثير SNP	0.742	0.826	0.995	تأثير SNP	0.785	0.895	1.010	معدل تأثير الصنف	
	0.009				0.024			LSD 0.05	
0.487	0.410	0.458	0.592	0.569	0.517	0.562	0.628	0	الصنف × SNP
0.801	0.708	0.796	0.900	0.854	0.722	0.866	0.975	50	
1.055	0.925	1.036	1.204	1.121	0.962	1.111	1.289	100	
1.021	0.923	1.014	1.125	1.042	0.940	1.039	1.148	150	
0.021	0.032			0.017	0.031			LSD 0.05	
تأثير عدد الرشاشات				تأثير عدد الرشاشات					
0.768	0.669	0.752	0.885	0.821	0.717	0.821	0.924	رشة واحدة	الصنف × عدد الرشاشات
0.913	0.815	0.900	1.025	0.972	0.854	0.968	1.095	رشتان	
0.015	0.018			0.012	0.024			LSD 0.05	

المعاملة بالرش مرتين على النباتات المعاملة بالرش مرة واحدة بنسبة 18.47 و 18.86 % لكلا موسمي النمو. وتفوقت نباتات Puktor F1 والمعاملة بـ SNP بتركيز 100 مايكرومول بأعلى حاصل لنباتات اللهانة بلغ 35.81 و 33.45 طن هكتار⁻¹ مقارنة مع أقل حاصل عند معاملة نباتات الصنف Rain ball F1 التي رشت بالماء المقطر بلغ 14.38 و 11.39 طن هكتار⁻¹ لكلا موسمي النمو. ولم يكن للتداخل بين الصنف و عدد رشاشات تأثير معنوي في تلك الصفة. وتفوقت النباتات المعاملة بالرش بتركيز 100 مايكرومول مرتين و بأعلى حاصل بلغ 37.45 و 34.65 طن هكتار⁻¹ لكلا موسمي النمو، في حين كان أقل حاصل في هذا التداخل عند معاملة النباتات بالرش بالماء المقطر مرة واحدة في الموسم الأول بلغ 15.62 طن هكتار⁻¹، أما في الموسم الثاني فقد حققت النباتات التي رشت بالماء المقطر مرتين أقل حاصل بلغ 13.47 طن هكتار⁻¹. ويلاحظ أن المعاملة بـ SNP قد أدت الى زيادة في الحاصل القابل للتسويق تحت الظروف الملحية وقد اعتمد ذلك على الصنف وتركيز SNP وعدد الرشاشات وكان التأثير أكثر وضوحاً في صنف Puktor F1، وقد كان أعلى حاصل في نباتاته التي رشت بـ SNP بتركيز 100 مايكرومول لمرتين و بلغ 44.07 و 38.98 طن هكتار⁻¹ و لكلا موسمي النمو، في حين كان أقل حاصل عند رش نباتات الصنف Rain ball F1 بالماء المقطر مرة واحدة في الموسم الأول بلغ 14.07 طن هكتار⁻¹، أما في الموسم الثاني فقد كان أقل حاصل في نباتات الصنف Rain ball F1 التي رشت بالماء المقطر مرتين بلغ 11.25 طن هكتار⁻¹.

كما تفوقت النباتات التي رشت مرتين بـ SNP بتركيز 100 مايكرومول بأعلى وزن للرأس بلغ 1.247 و 1.348 كغم ولكلا موسمي النمو، في حين كان أقل وزن للرأس في النباتات التي رشت مرة واحدة بالماء المقطر في الموسم الأول بلغ 0.562 كغم أما في الموسم الثاني فقد كان أقل وزن للرأس عند معاملة النباتات بالرش بالماء المقطر مرتين بلغ 0.485 كغم. و تفوقت نباتات الصنف Puktor F1 المزروعة في الظروف ملحية و المعاملة بـ SNP مرتين و بالتركيز 100 مايكرومول بأعلى وزن لرأس اللهانة بلغ 1.587 و 1.403 كغم ولكلا موسمي النمو، في حين كان أقل وزن للرأس و في نفس الظروف عند معاملة نباتات الصنف Rain ball F1 بالرش مرة واحدة بالماء المقطر في الموسم الأول بلغ 0.507 كغم، في حين كان أقل وزن للرأس في الموسم الثاني عند رش نباتات Rain ball F1 بالماء المطر رشتين بلغت 0.405 كغم.

يوضح الجدول 7 تأثير الصنف وتركيز SNP وعدد الرشاشات و تداخلاتهم في الحاصل القابل للتسويق لنباتات اللهانة و لموسمي النمو، إذ يلاحظ تأثير الصنف على الصفة أعلاه، فقد حققت نباتات الصنف Puktor F1 أعلى حاصل بلغ 28.05 و 26.53 طن هكتار⁻¹ لكلا موسمي النمو، في حين كان أقل حاصل لنباتات Rain ball F1 بلغ 21.82 و 20.60 طن هكتار⁻¹ لكلا الموسمين.

كما يلاحظ ان تأثير الرش بـ SNP في الحاصل كان معنوياً، فقد تفوقت النباتات المعاملة بـ SNP بتركيز 100 مايكرومول بالحاصل بلغ 31.13 و 29.30 طن هكتار⁻¹ مقارنة مع النباتات التي رشت بالماء المقطر التي حققت أقل حاصل بلغ 15.81 و 13.52 طن هكتار⁻¹ لكلا موسمي النمو. و يلاحظ زيادة معنوية في الحاصل مع زيادة الرشاشات، إذ تفوقت النباتات

جدول 7. تأثير الصنف و عدد و تراكيز الرش بنتروبروسيد الصوديوم و تداخلاتها في الحاصل القابل للتسويق (طن هكتار⁻¹)

موسم النمو 2018 - 2019				موسم النمو 2017 - 2018				عدد الرشاشات	SNP مايكرومول
الصنف			عدد الرشاشات ×	الصنف					
عدد الرشاشات ×	Rain	Luna		Puktor	Rain	Luna	Puktor		

SNP	ball F1	F1	SNP	ball F1	F1	رشة واحدة	0
13.56	11.53	12.64	16.53	15.62	14.07	15.60	17.18
13.47	11.25	12.82	16.34	16.00	14.68	15.65	17.68
16.79	15.65	15.88	18.84	19.20	16.20	19.22	22.18
27.73	23.70	28.33	31.16	28.27	23.94	28.89	31.99
23.96	19.95	24.03	27.92	24.80	21.57	25.28	27.55
34.65	31.44	33.52	38.98	37.45	31.85	36.44	44.07
31.06	27.18	30.97	35.05	31.94	27.82	31.11	35.80
25.65	24.12	25.37	27.45	26.33	24.40	26.62	27.96
0.78	1.29		0.62	1.14		LSD 0.05	
تأثير SNP	20.60	22.94	26.53	تأثير SNP	21.82	24.85	28.05
	0.25			0.66		LSD 0.05	
13.52	11.39	12.73	16.44	15.81	14.38	15.62	17.43
22.26	19.68	22.11	25.00	23.74	20.09	24.05	27.08
29.30	25.74	28.77	33.45	31.13	62.71	30.86	35.81
28.36	25.65	28.17	31.25	28.95	26.11	28.86	31.88
0.58	0.88		0.46	0.86		LSD 0.05	
تأثير عدد الرشاشات			تأثير عدد الرشاشات				
21.35	18.58	20.88	24.58	22.80	19.92	22.80	25.68
25.38	22.63	25.01	28.48	27.01	23.72	26.90	30.43
0.40	NS		0.33	NS		LSD 0.05	

بالرش بالمستوى 150 مايكرومول بأعلى قيمة بلغت 65.87 و 66.06 % لكلا موسمي النمو، في حين كانت أقل قيمة في النباتات التي رشت بالماء المقطر بلغت 56.39 و 53.12 % لكلا موسمي النمو.

كما يشير الجدول الى التأثير الرئيس لتركيز SNP وعدد الرشاشات في تلك الصفة فقد كان معنوياً ولكلا موسمي النمو، إذ تفوقت النباتات المعاملة بالرش مرتين على النباتات المعاملة بالرش مرة واحدة بنسبة 3.87 و 4.16 % و لكلا موسمي النمو.

يوضح الجدول (8) تأثير الصنف وتركيز SNP و عدد الرشاشات وتداخلاتهم في النسبة المئوية لمؤشر الحصاد لموسمي النمو، فيلاحظ أن هناك اختلافات معنوية بين الأصناف، إذ تفوقت نباتات الصنف Pruktor F1 بأعلى قيمة الحصاد بلغ 64.94 و 64.35 % و لكلا موسمي النمو، في حين كانت أقل قيمة لتلك الصفة في نباتات الصنف Rain ball بلغت 60.02 و 58.67 % لكلا موسمي النمو. كما يوضح الجدول ذاته التأثير الرئيس لمستوى الرش بـ SNP، فقد تفوقت النباتات المعاملة

جدول 8. تأثير الصنف و عدد و تراكيز الرش بـ بنتروبروسيد الصوديوم و تداخلاتها في مؤشر الحصاد (%)

موسم النمو 2018 - 2019				موسم النمو 2017 - 2018				عدد الرشاشات	SNP مايكرومول
الصنف			عدد الرشاشات × SNP	الصنف					
Rain ball F1	Luna	Pruktor F1		Rain ball F1	Luna	Pruktor F1	عدد الرشاشات	SNP	
52.97	51.53	52.39	55.00	55.97	56.27	56.64	55.00	رشة واحدة	0
53.26	51.80	53.58	54.39	56.80	57.73	57.48	55.20	رشتان	
59.10	57.28	58.44	61.57	60.70	57.19	60.77	64.14	رشة واحدة	50
67.47	64.24	67.85	70.32	67.23	63.12	67.97	70.59	رشتان	
62.65	56.19	65.27	66.48	63.05	57.64	65.47	66.04	رشة واحدة	100
67.64	63.28	68.42	71.23	68.53	63.58	69.34	72.67	رشتان	
67.85	66.33	69.46	67.76	67.52	65.97	68.72	67.87	رشة واحدة	150
64.28	58.73	66.02	68.09	64.22	58.62	66.02	68.02	رشتان	

1.18	1.95			0.95	1.59			LSD 0.05	
تأثير SNP	58.67	62.68	64.35	تأثير SNP	60.02	64.05	64.94	معدل تأثير الصنف	
	0.42				0.72			LSD 0.05	
53.12	51.66	52.99	54.70	65.39	57.00	57.06	55.10	0	الصنف × SNP
63.28	60.76	63.14	65.95	63.96	60.16	64.37	67.37	50	
65.15	59.74	66.85	68.85	65.79	60.61	67.41	69.36	100	
66.06	62.53	67.74	67.92	65.87	62.29	67.37	67.94	150	
0.86	1.32			0.64	1.10			LSD 0.05	
تأثير عدد الرشات				تأثير عدد الرشات					
60.64	57.83	61.39	62.70	61.81	59.27	62.90	63.26	رشة واحدة	الصنف × عدد الرشات
63.16	59.51	63.97	66.01	64.20	60.76	65.20	66.62	رشتان	
0.65	NS			0.64	NS			LSD 0.05	

المائي، (Ashraf and Foolad, 2005)، كما يؤدي النقص في جاهزية المياه نتيجة ارتفاع الجهد الأزموزي إلى النقص في امتلاء الخلايا Turgor الذي له تأثيرات محددة في انقسام الخلايا واستطالتها التي يتم السيطرة عليها من قبل الأوكسينات و التي يثبط بناءها بتأثير الشد الملحي (Kaya et al., 2009)، فضلا عن أن النقص في الجهد المائي يؤثر في فتح الثغور و غلقها ويسبب عدم توازن في كل من عمليتي التبادل الغازي والبناء الضوئي (Chartzoulakis et al., 2002) أي أن الاجهاد الملحي يسبب غلق الثغور لمنع عملية النتح وزيادة مقاومة الثغور التي تنعكس سلبا على تمثيل CO₂ (Assimilation CO₂) الذي يسبب نقصاً في معدل البناء الضوئي ونقصاً في امتصاص العناصر ومن ثم نقصاً في نمو النبات (Cha-Um and Kirdmanee, 2009) كما أن غلق الثغور و قلة النتح يؤدي إلى رفع درجة حرارة الورقة (Halim et al., 1990) هذا الارتفاع في درجة الحرارة والنقص في الجهد المائي يسبب نقصاً في نمو النبات وتطوره (Razzaghi et al., 2011). أن نقص كفاءة عملية البناء الضوئي لا يعود لدور الملوحة في غلق الثغور فقط بل تتعداه لدورها في تقليل تكوين صبغات البناء الضوئي والمساحة الورقية. كما قد يعود النقص في نمو النبات إلى التراكم الفائق للأيونات في السيتوبلازم والمعروف بتأثير الايون Ion effect (Eker et al., 2006)، إذ أن زيادة تركيز Cl⁻ قد يثبط معدل البناء الضوئي من خلال تثبيط امتصاص NO₃-N (Banuls et al., 1990)، كما أن التراكيز العالية لأيونات الصوديوم والكلورايد في مياه الري يمكن أن تؤدي إلى عدم التوازن الايوني وذلك بخفض امتصاص العناصر الضرورية للنمو ومنها البوتاسيوم والكالسيوم مما أثر في نمو النبات. كما أن التراكيز العالية من الاملاح الداخلة للنبات تسبب ضرراً في الخلايا وهذا يسبب نقصاً في النمو.

كما يلاحظ من الجداول اعلاه ان المعاملة بـ SNP لها تأثيراً معنوياً في صفات النمو الخضري و الحاصل لنباتات اللهانة تحت ظروف الإجهاد الملحي، اذ بينت هذه الجداول الانخفاض الواضح في جميع صفات النمو الخضري و الحاصل عند التعرض للإجهاد الملحي، و هذا التأثير يعتمد على التركيز الأفضل لـ SNP و الذي يختلف حسب الأنواع النباتية و الظروف التجريبية و طريقة المعاملة. و لأوكسيد النترريك (NO) العديد من الأدوار الفسيولوجية منها أنه يزيد من نسبة البوتاسيوم للصوديوم K:Na Ratio في داخل الساييتوسول من خلال زيادة

ويلاحظ تفوق نباتات الصنف Puktor F1 و الرش بالمستوى 100 مايكرومول بأعلى قيمة لتلك الصفة بلغت 69.36 و 68.85 % لكلا موسمي النمو، في حين كانت أقل قيمة في نباتات الصنف Puktor F1 في الموسم الأول و المعاملة بالماء المقطر بلغت 55.10 % و نباتات الصنف Rain ball F1 في الموسم الثاني و المعاملة بنفس التركيز بلغت النسبة 51.66 %. كما أشارت النتائج أن التداخل بين الصنف و عدد رشات SNP كان غير معنوياً و لكلا موسمي النمو. أما التداخل بين تركيز SNP و عدد الرشات كان معنوياً و لكلا موسمي النمو، إذ تفوقت النباتات التي رشت بتركيز 100 مايكرومول لمرتين في الموسم الأول في أعلى قيمة بلغت 68.53 %، أما في الموسم الثاني فقد تفوقت النباتات التي رشت بتركيز 150 مايكرومول مرة واحدة بأعلى قيمة بلغت 67.85 %. أما التداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة، فقد كان معنوياً تحت ظروف الإجهاد الملحي، إذ تفوقت نباتات الصنف Puktor F1 رشت بتركيز 150 مايكرومول مرتين بأعلى قيمة لمؤشر الحصاد بلغت 72.67 و 71.23 % لكلا موسمي النمو في حين كانت أقل قيمة و تحت نفس الظروف في نباتات الصنف Rain ball F1 و المعاملة بالرش بالماء المقطر مرة واحدة بلغت 56.27 و 51.53 % لكلا الموسمين. يتضح من الجداول 3 و 4 و 5 و 6 و 7 و 8 تفوق الصنف Puktor F1 معنوياً على باقي الأصناف الأخرى في معظم صفات النمو الخضري و الحاصل لكلا موسمي النمو وقد يعزى ذلك التفوق للأصناف إلى تأثير العوامل الوراثية أو في قابليتها على منع أو صد أيونات الصوديوم الموجودة في وسط النمو (التربة أو ماء الري) من الدخول إلى جذور النباتات.

يتبين من الجداول السابقة ان هناك زيادة في نمو النبات عند رش SNP في الظروف الملحية الناتجة عن السقي بمياه الأبار ذو التركيز الملحي المرتفع (11.7 و 16.6 ديسيسيمينز م⁻¹) للموسمين الأول و الثاني بالتتابع (جدول، 2)، كما يلاحظ الانخفاض المعنوي الواضح في معظم الصفات النمو الخضري و الحاصل نتيجة السقي بمياه الأبار المالحة و بدون المعاملة بـ SNP، وقد يعود هذا الانخفاض إلى دور الزيادة في ملوحة مياه الري بالتأثير في العمليات الفسيولوجية في النباتات المعرضة لها كالتوازن الايوني والحالة المائية للنبات وسلوك الثغور وكفاءة عملية البناء الضوئي (Munns, 1993)، فعند زيادة تركيز الاملاح في الانسجة النباتية نتيجة الري بالمياه ذات الملوحة العالية يزداد الجهد الأزموزي و مما يؤدي إلى خفض الجهد

و أشارت النتائج السابقة الى التفوق المعنوي للرش مرتين بـ SNP وقد يعود السبب في التفوق بالرش مرتين وبالتحديد عند الرش بالتركيزين 50 أو 100 مايكرومول الى أن الرش بالتركيز العالي 150 مايكرومول ولمرتين قد يسبب تثبيط للنمو (Hayat et al., 2014) وقد يعود السبب الى التداخل المشترك مع (ROS) و الذي يسبب التلف أو التحطم للخلايا في أكثر من موقع بما في ذلك الغشاء الخلوي مسبباً جهداً تأكسدياً (Beligni and Lamattina, 1999).

و يمكن الاستنتاج من هذه الدراسة أن جميع صفات النمو الخضري و الحاصل تتخفض عند تعرض النبات للإجهاد الملحي بسبب تراكم الجذور الحرة ROS داخل النبات و اضطراب العمليات الفسيولوجية مثل البناء الضوئي و التنفس و العلاقات المائية و عدم استقرار الأغشية البلازمية و خلل في التوازن الهرموني و كذلك في عملية الأيض و التغيير في التركيب التشريحي للنبات، و أن المعاملة بالنتروبروسيد الصوديوم قد حسنت من نمو النبات من خلال أدوارها الفسيولوجية المختلفة في النبات.

growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. *Agricultural Sciences in China*, 8(1), pp.51-58.

Crawford, N.M. and Guo, F.Q., 2005. New insights into nitric oxide metabolism and regulatory functions. *Trends in plant science*, 10(4), pp.195-200.

Eker, S., Cömertpay, G., Konuşkan, Ö., Ülger, A.C., Öztürk, L. and Çakmak, İ., 2006. Effect of salinity stress on dry matter production and ion accumulation in hybrid maize varieties. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 30(5), pp.365-373.

FAO (1985). *Irrigation and Drainage* P. 29.

Fatma, M. and Khan, N.A., 2014. Nitric oxide protects photosynthetic capacity inhibition by salinity in Indian mustard. *J Funct Environ Bot*, 4(2), pp.106-116.

Fatma, M.; Masood, A. ; Per, T.S. and Khan, N.A. (2016) Nitric oxide alleviates salt stress inhibited photosynthetic performance by interacting with sulfur assimilation in mustard. *Front. Plant Sci.*, 7(521):1-16.

Halim, R.A., Buxton, D.R., Hattendorf, M.J. and Carlson, R.E., 1990. Crop water stress index and forage quality relationships in alfalfa. *Agronomy Journal*, 82(5), pp.906-909.

Hasanuzzaman, M., Hossain, M.A. and Fujita, M., 2011. Nitric oxide modulates antioxidant defense and the methylglyoxal detoxification system and reduces salinity-induced damage

التعبير الجيني لمضخات ATPase - H⁺ في غشاء الفجوات Tonoplast و الذي له دور في زيادة هذه النسبة (Zhao et al., 2004) و كذلك تنشيط الناقل Antiport Na⁺/ H⁺ الذي يساعد بنقل الصوديوم الى داخل الفجوات (Zhang et al., 2006)، كما ان المعاملة بـ NO تقلل من مستوى بيروكسيد الهيدروجين الى أدنى مستوى له من خلال تحسين نشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة و بذلك قد حسنت من التحمل النباتي للشد الملحي (Fatma et al., 2016)، إضافة الى ما ذكر فإن الرش بـ SNP قد أعطت القدرة على تعديل النظام الدفاعي المضاد للأكسدة من خلال كس و إزالة الجذور الحرة (ROS) من النباتات تحت الإجهاد الملحي (Fatma and Khan, 2014)، حيث وجد أن النباتات تنتج كميات كبيرة من الجذور الحرة عند تعرضها لظروف غير ملائمة للنمو (الاجهادات الحيوية و اللاحيوية) لذلك عند معاملةها بأوكسيد النترريك فإنه يعمل بعدة طرق لغرض التخفيف من أثر هذه الشدود (Crawford and Guo, 2005)

المصادر

مديرية الإحصاء الزراعي(2016). الجهاز المركزي للإحصاء، وزارة التخطيط، العراق.

Arasimowicz, M. and Floryszak-Wieczorek, J., 2007. Nitric oxide as a bioactive signalling molecule in plant stress responses. *Plant Science*, 172(5), pp.876-887.

Ashraf, M. and Foolad, M.R., 2005. Pre-sowing seed treatment—A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in agronomy*, 88, pp.223-271.

Banuls, J., Legaz, F. and Primo-Millo, E., 1990. Effect of salinity on uptake and distribution of chloride and sodium in some citrus scion-rootstock combinations. *Journal of Horticultural Science*, 65(6), pp.715-724.

Beligni, M.V. and Lamattina, L., 1999. Nitric oxide counteracts cytotoxic processes mediated by reactive oxygen species in plant tissues. *Planta*, 208(3), pp.337-344.

Black, C.A., 1965. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin.

Chartzoulakis, K., Loupassaki, M., Bertaki, M. and Androulakis, I., 2002. Effects of NaCl salinity on growth, ion content and CO₂ assimilation rate of six olive cultivars. *Scientia Horticulturae*, 96(1-4), pp.235-247.

Suriyan, C.U. and Chalernpol, K., 2009. Proline accumulation, photosynthetic abilities and

2011. Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under salinity and soil drying. *Journal of agronomy and crop science*, 197(5), pp.348-360.
- Allison, L.E. and Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils (No. 60). Soil and Water Conservative Research Branch, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.
- Sanoubar, R. ; Cellini, A. ; Veroni, A. M. ; Spinelli, F. Masia, A. ; Antisari, L. V. ; Orsini, F. and Gianquinto, G. (2016). Salinity thresholds and genotypic variability of cabbage (*Brassica oleracea* L.) grown under saline stress. *J Sci Food Agric* 2016;
- Santisree, P., Adimulam, S.S., Sharma, K., Bhatnagar-Mathur, P. and Sharma, K.K., 2019. Insights Into the Nitric Oxide Mediated Stress Tolerance in Plants. In *Plant Signaling Molecules* (pp. 385-406). Woodhead Publishing.
- United States Department of Agriculture (USDA) (2019). National Nutrient Database for Standard Reference Legacy Release Available from:
- World Health Organization(WHO)Model List of Essential Medicines (April 2015) .19th
- Xu, J., Wang, W., Yin, H., Liu, X., Sun, H. and Mi, Q., 2010. Exogenous nitric oxide improves antioxidative capacity and reduces auxin degradation in roots of *Medicago truncatula* seedlings under cadmium stress. *Plant and Soil*, 326(1-2), p.321.
- Zhang, Y., Wang, L., Liu, Y., Zhang, Q., Wei, Q. and Zhang, W., 2006. Nitric oxide enhances salt tolerance in maize seedlings through increasing activities of proton-pump and Na⁺/H⁺ antiport in the tonoplast. *Planta*, 224(3), pp.545-555.
- Zheng, C., Jiang, D., Liu, F., Dai, T., Liu, W., Jing, Q. and Cao, W., 2009. Exogenous nitric oxide improves seed germination in wheat against mitochondrial oxidative damage induced by high salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 67(1), pp.222-227.
- Zhao, L., Zhang, F., Guo, J., Yang, Y., Li, B. and Zhang, L., 2004. Nitric oxide functions as a signal in salt resistance in the calluses from two ecotypes of reed. *Plant Physiology*, 134(2), pp.849-857.
- of wheat seedlings. *Plant Biotechnology Reports*, 5(4), p.353.
- Hayat, S., Yadav, S., Alyemeni, M.N. and Ahmad, A., 2014. Effect of sodium nitroprusside on the germination and antioxidant activities of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Bulg J Agric Sci*, 20(1),: 156-160.
- He, Y., Tang, R.H., Hao, Y., Stevens, R.D., Cook, C.W., Ahn, S.M., Jing, L., Yang, Z., Chen, L., Guo, F. and Fiorani, F., 2004. Nitric oxide represses the *Arabidopsis* floral transition. *Science*, 305(5692), pp.1968-1971.
- Jackson, M.L., 1958. *Soil chemical analysis* prentice Hall. Inc., Englewood Cliffs, NJ,USA. p: 558 .
- Kaya, C. ; Tuna, A. L. and Yokas, I. (2009). The Role of Plant Hormones in Plants Under Salinity Stress. In: *Salinity and Water Stress* (Eds: Ashraf, M., Ozturk, M. and Athar, H.R.), Springer Verlag. pp: 45-50.
- Molassiotis, A., Tanou, G. and Diamantidis, G., 2010. NO says more than 'YES' to salt tolerance: salt priming and systemic nitric oxide signaling in plants. *Plant signaling & behavior*, 5(3), pp.209-212.
- Munns, R., 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell & Environment*, 16: 1107-1114.
- Munns, R., James, R.A. and Läuchli, A., 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of experimental botany*, 57(5), pp.1025-1043.
- Munns, R. and Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59, pp.651-681.
- Nabi, R.B.S., Tayade, R., Hussain, A., Kulkarni, K.P., Imran, Q.M., Mun, B.G. and Yun, B.W., 2019. Nitric oxide regulates plant responses to drought, salinity, and heavy metal stress. *Environmental and Experimental Botany*, 161, pp.120-133.
- Page, A. L. ; Miller, R. H. and Keeney, D. R. (1982). *Method of soil and analysis Part 2*, 2nd ed , Agron . 9. Publisher , Madison , Wisconsin , USA.
- Phocaides, A., 2001. *Hand book on pressurized irrigation techniques* FAO consultant.
- Razzaghi, F., Ahmadi, S.H., Adolf, V.I., Jensen, C.R., Jacobsen, S.E. and Andersen, M.N.,