

2023
فائز بتحدي
ARABIC
للتأليف السريع

تحدي تحمل الجفاف والملوحة

بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

د. منى عايد يوسف



تحدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية وارباعية الكربون

الدكتور منى عايد يوسف

تحدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

1445 هـ - 2024 م

الطبعة الأولى

اسم الكتاب: تحدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

الدكتورة منى عايد يوسف

مقاس الكتاب: 7" * 10"

عدد الصفحات: 136

المدقق اللغوي: أنعام جاسم محمد

التنسيق الفني: عدنان قلعه جي

رقم التسجيل الدولي ISBN :



arid.my | info@arid.my

رعاة الكتاب



المحفل العلمي الدولي
www.almahfal.org



منصة أريد العلمية
www.arid.my



جامعة أريد الدولية
university.arid.my



أكاديمية أريد لعلوم الفضاء والفلك
falak.arid.my



وقف الذكاء الاصطناعي
www.waqf.ai



القرية العلمية
sci-village.com



أبصر فايزر للمخيمات الافتراضية
www.abservisor.com



منصة الفاتحة
www.fatiha.id



منصة أبناء العلماء
sos.arid.my



منصة قادرة
www.qadirah.com



أبصر للتعليم الإلكتروني
www.abser.org



بوابة فلسبي للدفع الإلكتروني
www.filspay.com

الاهداء:

الى من علمني ان أُمسك بالقلم

واخذ بيدي لاقف على سُلّم العلم

الى ابي وامي (رحمهما الله)..

الى من ساندني وكان عوناً لي امام الصعاب..

الى من يفرح لفرحي ويحزن لحزني..

الى زوجي واسرتي الغالية.

الى كل من اتخذ من العلم مصباحاً

يضيء له الطريق

اهدي هذا الكتاب.

د. منى عايد يوسف

تحدي حمل الجناف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

شكرو تقدير

أقدم بفائق الشكر والامتنان لكادر منصة أُريد
الذي أتاح لي فرصة لتحويل أطروحة الدكتوراه الى كتاب.
والى هذه المبادرة الرائعة التي أثارت فينا روح التحدي ..
بالنسبة لي انا لا يهمني الفوز..
يكفيني شرف المشاركة بالتحدي..

شكراً أُريد..

المحتويات

4	الاهداء:
5	شكر وتقدير:
6	المحتويات:
10	المقدمة:
13	الفصل الاول:
13	انبات البذور Seed germination:
16	الفصل الثاني:
16	نمو النبات Plant growth:
23	الفصل الثالث:
23	تركيز الكلوروفيل في الاوراق Chlorophyll content of leaves:
26	الفصل الرابع:
26	تسرب المواد خارج الخلايا Leakage of substances outside the cells:
27	الفصل الخامس:
27	تركيز البرولين Proline content:
30	الفصل السادس:
30	التحمل الملحي والجفاف Salinity and Drought tolerance:
35	الفصل السابع:
35	تأثير الملوحة والجفاف على نباتات C3 و C4:
35	Effect of salinity and drought on C3 and C4 plants:
43	الفصل الثامن:
43	التجربة:

43Materials and methods العمل
50الفصل التاسع
50النتائج والمناقشة
61الفصل العاشر
61لماذا نباتات رباعية الكربون
64الخاتمة:
67المراجع

تقديم منصة أريد العلمية

الحمد لله الذي أنزل كتابه، ولم يجعل له عوجاً، وجعل السماء سقفاً وبروجاً، والصلاة والسلام على رسوله الذي أرسله للعالم بشيراً ونذيراً وسراجاً، وعلى آله وصحبه أجمعين.. أمّا بعد:

في إطار السعي المتواصل لمنصة أريد العلمية لإثراء المحتوى العربي العلمي، ودعم البحث العلمي والمؤلفين العرب، يسرنا أن نقدم لكم الإصدار الأخير من كتبنا العلمية التي فازت بجائزة "تحدي التأليف السريع خلال 24 ساعة" للفترة 1 إلى 3 تموز 2023م. هذا الكتاب، الذي يحمل عنوان "تحدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون"، قد تم الإعلان عنه كفائز ضمن فعاليات حفل ختام المحفل العلمي الدولي الثالث عشر يوم 3 نوفمبر 2023م.

المؤلفون في هذا الكتاب قد استعرضوا بعمق الفروقات الفيزيولوجية والبيوكيميائية بين نباتات C3 وC4 في استجابتها للضغوط البيئية مثل الملوحة والجفاف. تشمل الفصول موضوعات متنوعة تبدأ بالأساسيات مثل "انبات البذور" و"نمو النبات"، مروراً ب"تركيز الكلوروفيل في الاوراق" و"تسرب المواد خارج الخلايا"، وصولاً إلى تحليل مفصل حول "التحمل الملحي والجفاف" و"تأثير الملوحة والجفاف على نباتات C3 وC4".

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

نأمل أن يسهم هذا العمل في فهم أفضل للتحديات البيئية التي تواجه نباتاتنا، وأن يفتح أفقًا جديدًا للباحثين والمهتمين في هذا المجال لاستكشاف إمكانيات النباتات في مواجهة هذه التحديات.

نسأل الله -تعالى- أن يجعل هذا العمل خالصًا لوجهه الكريم، وأن ينفع به؛ ليكون منارة هاديًا يضيء للآخرين مسالك العمل التطوعي، وممرات للإبداع والابتكار فيه، وأن يُوفِّقنا إلى ما يحبّ ويرضى، وما توفيقنا إلا بالله العليّ العظيم.

د. سيف السويدي

رئيس منصة أريد العلمية

المقدمة:

الحمد لله، مستحق الحمد، والصلاة والسلام على رافع لواء المجد، أشرف خلق الله سيدنا محمد (صلى الله عليه وسلم). وبعد:

تعد الملوحة والجفاف، من بين اهم الاجهادات غير الحية التي تسبب خسائر في الحاصل في جميع بلدان العالم، وبخاصة تلك الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يقع العراق ضمنها والتي تعتمد على الري وهي من أهم العوامل الرئيسة لتملح الأراضي في وادي الرافدين كونها تضيف (3) مليون طن من الأملاح إلى الأراضي المروية سنوياً في مناطق وسط وجنوب العراق . إذ تشكل الترب الملحية مساحة (25.4) مليون دونم (7.14%) من اراضي العراق وان بقية الاراضي العراقية الخالية من الملوحة (اراضي المنطقة الشمالية والجزيرة والصحراء الغربية) ليست كلها صالحة للزراعة بسبب عوامل اخرى غير الملوحة مما تؤدي الى الحد من الانتاج الزراعي مثل عدم توفر مياه الري الكافية لري هذه الاراضي والتضاريس والميل بالإضافة الى تواجد الطبقات الجبسية الحاوية على نسبة عالية من الجبس على اعماق مختلفة من التربة كما في منطقة الجزيرة. كما أن للملوحة تأثيرات متعددة في نمو النباتات وتقع في جانبين اساسين:

الاول يتضمن التأثيرات المباشرة للأملاح مثل الصدمة الملحية Salt shock وتثبيط انبات البذور seed germination inhibition والنمو والتكشف growth and development .

أما النوع الثاني فهو التأثيرات غير المباشرة التي تشمل: التأثير الازموزي Osmotic effect والتأثير السمي toxic effect إضافة الى الاضطراب الأيضي Metabolic disturbance وان الضرر الذي تلحقه هذه التأثيرات في النبات يمكن ان يكون من خلال تأثير واحد أو أكثر منها في نمو النبات وإنتاجيته.

أما الشد المائي فهو الحالة التي يمر بها النبات عندما تكون كمية الماء الممتصة من قبل الجذر اقل من الكمية المطروحة بعملية النتج حيث يحدث نقص في الضغط الانتفاخي

تؤدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

Turgor pressure اللازم لانتفاخ الخلايا وانتصابها بشكل مناسب فعندما يقل الضغط الانتفاخي يقل نمو واستطالة الخلايا بالإضافة إلى بطء سرعة العمليات الحيوية التي تقوم بها خلايا النبات.

وعليه فإن الملوحة والجفاف تعد من المشاكل التي تجعل النباتات غير قادرة على استغلال قدراتها الفسلجية والوراثية الكامنة لأعلى مستوى وعليه فإن التفكير بوسائل جديدة أصبح امراً ضرورياً.

يوجد هناك ثلاثة مسالك ضوئية photosynthetic pathways في النباتات هي مسلك C3 ومسلك C4 ومسلك نباتات CAM (Crassulacean Acid Metabolism) فسميت نباتات ثلاثية الكربون C3 نسبة إلى أن أول مركب ينتج خلال عملية البناء الضوئي هو حامض الفسفو جلسرين Phosphoglyceric Acid وهو ثلاثي الكربون خلال مسار دورة كالفن بينما يتكون حمض أوكزالواستيك oxaloacetate وهو مركب رباعي جزيئات الكربون في نباتات C4 خلال مسار خاص بها يطلق عليه مسار هاتش وسلاك (Slack و Hatch).

ان نباتات رباعية الكربون (C4) تعتبر من النباتات المحتملة للظروف القاسية مقارنة بنباتات ثلاثية الكربون (C3).

لذا كان هدفنا من هذا الكتاب هو مقارنة بين نوعين من نباتات ذوات الفلقة الواحدة Monocotyledone ينتمي الاول الى العائلة النجيلية Poaceae حيث تعتبر نباتات الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) وهي النوع الوحيد المستزرع من الجنس (*Zea*) وهي واحدة من اقدم محاصيل الغذاء في العالم وتنتهي الى مجموعة نباتات رباعية الكربون (C4) وهذه النباتات ضرورية للأمن الغذائي العالمي الحالي والمستقبلي.

أما النوع الثاني فهو نباتات البصل (*Allium cepa* L.) الذي ينتمي للعائلة النرجسية Amaryllidaceae وهو نبات ذو حولين حيث يكون الأبصال في السنة الأولى من الزراعة ويكون الشمارخ الزهرية والبذور في السنة الثانية وينتمي الى نباتات ثلاثية الكربون (C3).

سوف نستند في هذه المقارنة على مدى تحمل هذين النوعين من النباتات الى الاجهاد البيئي من ناحية تأثير عاملي الملوحة والجفاف والتداخل بينهما في الإنبات والحاصل والصفات الفسلجية لنباتات رباعية الكربون (الذرة الصفراء)، ونباتات ثلاثية الكربون (البصل).

والسؤال هنا من سيتفوق على الثاني:

نباتات ثلاثية الكربون ام نباتات رباعية الكربون.

يضم الكتاب عشرة فصول بمواضيع مختلفة عن انبات ونمو نباتات ثلاثية ورباعية الكربون مع بعض الدراسات للباحثين على هذين النوعين من النباتات، وضم الفصل الأول انبات البذور وتأثير اجهاد الملوحة والجفاف على الانبات. أما الفصل الثاني فهو عن نمو النبات، والمقارنة بين نباتات رباعية وثلاثية الكربون في طول المجموع الخضري والجذري والوزن الجاف لهما والمساحة الورقية، وقوة البذور، والمساحة الورقية النوعية.. الخ. إضافة الى تأثير الاجهاد المائي والملحي على نمو النبات، بينما غطى الفصل الثالث والرابع والخامس، تركيز الكلوروفيل في الأوراق، وتسرب المواد خارج الخلايا، وتركيز البرولين في نباتات رباعية وثلاثية الكربون، تأثير الجفاف والملوحة على هذه الصفات، أما الفصل السادس فقد غطى التحمل الملحي والجفاف لنباتات ثلاثية ورباعية الكربون، وناقش الفصل السابع تأثير الملوحة والجفاف على نباتات C3 و C4، وفي الفصل الثامن تم ذكر مواد وطرق عمل تجربة الدكتوراه، بينما تطرق الفصل التاسع الى النتائج والمناقشة لتجربة الدكتوراه، وفي الفصل العاشر تم مناقشة لماذا نباتات رباعية الكربون، ولماذا يفضل زراعتها تحت ظروف الشد البيئي. ونأمل ان أكون قد وفقت بتحويل أطروحة الدكتوراه الى كتاب لتغطية بعض المواضيع المهمة لنباتات رباعية وثلاثية الكربون، لكي يستفيد منها الباحثين،

ونسأل الله التوفيق

الفصل الاول

انبات البذور Seed germination :

ان سكون البذور وانباتها عمليتان فسيولوجيتان متميزتان ، والانتقال من السكون إلى الإنبات ليس فقط خطوة تنموية حاسمة في دورة حياة النباتات ، ولكنه يحدد أيضًا فشل أو نجاح البادرات ونمو النبات. ويبدأ إنبات البذور بامتصاص البذور الجافة للماء (التشرب) وينتهي بظهور الجذور. ويتأثر إنبات البذور بالإجهادات البيئية بما في ذلك الملوحة وارتفاع درجة الحرارة والجفاف.

الملوحة هي مصدر الإجهاد البيئي الرئيسي الذي يحد من الإنتاجية الزراعية والاستدامة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة عن طريق خفض معدل الإنبات والتأخير في بدء الإنبات وتكوين البادرات . ويؤثر الملح سلبيًا على إنتاج المحاصيل في جميع أنحاء العالم. لأن معظم النباتات المزروعة عبارة عن نباتات حساسة او متوسطة الحساسية للملح ، حيث يؤثر الإجهاد الملحي على إنبات البذور وتكوين البادرات من خلال الإجهاد التناضحي وسمية الأيونات والإجهاد التأكسدي. فقد تؤثر الملوحة سلبيًا على إنبات البذور عن طريق تقليل كميات محفزات إنبات البذور مثل حامض الجبريليك GAs ، وتعزيز كميات حامض الابسيسيك ABA، وتغيير نفاذية الأغشية وسلوك الماء في البذور.

من العوامل المحددة لنجاح زراعة النباتات في الترب الملحية هي قابلية البذور على الانبات وتكوين بادرات قوية النمو تستطيع تحمل الظروف البيئية التي تواجهها خلال فترة نموها . فالأملاح لا تؤثر في الانبات نتيجة خفضها للجهد المائي فقط ولكنها تؤثر بصورة مباشرة في فعالية الخلايا الحية نتيجة دخول الايونات وتجمعها في الخلية بشكل غير طبيعي.

تشير التقديرات إلى أن حوالي 7٪ من أراضي العالم تتأثر بالملوحة وحوالي 20٪ من الأراضي المروية متأثرة بالملوحة، مع إمكانية زيادة هذه النسبة في المستقبل بسبب زيادة تملح الأراضي نتيجة للري الاصطناعي الملوث ، وتغير المناخ ، وإدارة الأراضي غير المناسبة. فتعتبر الملوحة من

تخدي حمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكاربون

الضغوط الرئيسية المسؤولة عن تثبيط إنبات البذور أو تقليل نسبة الإنبات وتأخير وقت الإنبات في المحاصيل. ففي الوقت الحاضر، يوفر حوالي 30 نباتًا للمحاصيل 90٪ من غذاء الإنسان النباتي، ومعظم هذه المحاصيل ليست متحملة للملوحة، بل حساسة أو متوسطة الحساسية للملوحة.

وإن تعرض بذور النباتات إلى الشد الرطوبي خلال فترة الإنبات يسبب انخفاض نسبة وسرعة الإنبات ويعزى ذلك إلى أن الماء يساعد في تقليل لزوجة البروتوبلازم ويزيد من فعالية الإنزيمات الهاضمة للمواد الغذائية وحركة المواد في البروتوبلازم. كما أن التأثير المضاد لملاح كلوريد الصوديوم يؤدي إلى تغييرات في الجهد الأزموزي نتيجة انخفاض جاهزية الماء للامتصاص من قبل الجذور وبالتالي يحدث انخفاض إنبات ونمو البادرات.

تؤثر الملوحة على كل العمليات الفسلجية والكيمو حيوية للنبات وتخفف من الحاصل بشكل ملحوظ وأن التراكيز العالية من الملوحة تؤثر على الإنبات وتؤدي إلى عجز في المحتوى المائي والتوازن الأيوني الذي يؤدي إلى السمية والشد الأزموزي، لأن الامتصاص العالي absorption لأيونات الصوديوم والكلور أثناء إنبات البذور يسبب تسمم الخلايا وبالتالي يبطئ ويثبط نسبة الإنبات. وتعد مرحلة إنبات البذور ومرحلة النضج maturity stage هي الأقل تأثرًا بالملوحة من مرحلة البادرة ومرحلة التلقيح. كما أن الملوحة قد تؤخر الإنبات ولكن ليس لها تأثير بعد البزوغ المتأخر.

أن التأثير التثبيطي لملاح كلوريد الصوديوم على إنبات ونمو البادرات قد يكون بسبب الشد الأزموزي osmotic stress أو التسمم الأيوني ion toxicities أو التوازن الأيوني ion imbalance أو التداخل بين هذه العوامل جميعها. أن التأثير الخارجي لضرر الملوحة يكون في تثبيط الإنبات والبزوغ ونمو البادرات وخفض الإنتاج بينما التأثير الداخلي يكون بتغيير الفعاليات الفسلجية والكيمو حيوية biochemical للنبات.

وان سبب انخفاض نسبة الانبات عند زيادة الملوحة هو بسبب انخفاض الجهد المائي water potential نتيجة الملوحة وبالتالي قد تسبب بطيء تشرب imbibition البذور بالماء . فقد اشار (Khodarahmpour وآخرون , 2012) عند دراستهم لتأثير خمسة تراكيز من ملح كلوريد الصوديوم على ثماني هجن من الذرة الصفراء , ان التأثير كان عكسيا حيث انخفضت نسبة الانبات ومعدل الانبات بزيادة تركيز الملوحة , حيث ان الشد المائي والملحي بمستويات عالية (high levels) يعمل على تثبيط الانبات . كما وجد (Silini وآخرون , 2012) ان دليل معدل الانبات ونسبة الانبات لصنفي الحنطة انخفضت مع زيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم وكان الانخفاض عالي المعنوية عند تركيز (300 ملي مول).

يعتبر الجفاف أحد اهم الاجهادات البيئية المؤثرة على نمو النبات وتطوره وإنتاجيته، لا سيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، حيث إن إنبات البذور ونمو البادرات المبكر يحتمل أن يكون أكثر المراحل أهمية للإجهاد المائي، لأن الجفاف يسبب بعض الاضرار الكيميائية والميكانيكية لأغلب الخلايا وان الحساسية Sensitivity للجفاف تختلف بين الانواع النباتية. وتعتمد النباتات استراتيجيات فسيولوجية وكيميائية حيوية وجزئية للتعامل مع هذه الظروف، على الرغم من أن استراتيجيات التكيف الطبيعي هذه ليست كافية لتحقيق النتائج المستهدفة. ومع ذلك، فإن آثار إجهاد الجفاف تختلف باختلاف المحصول، ومرحلة المحصول وكذلك مع الظروف البيئية المحيطة، فالجفاف يؤثر على إنبات البذور والنمو الخضري والتكاثر وكذلك مراحل النضج للمحصول على مستويات مختلفة اعتمادًا على مدة إجهاد الجفاف.

ففي مرحلة الإنبات والبادرات ، يؤثر الجفاف على الخصائص المورفولوجية (طول البادرة والكتلة الحيوية للبادرات) والفسيولوجية والكيمياء الحيوية (أنشطة الأميليز amylase والبروتيز protease والليباز lipase) والجزئية (بروتينات الإجهاد والأكوابورينات aquaporins والدهيدرينات dehydrins) ، مما يؤدي إلى تقليل في النمو الكلي للبادرات . اما في المرحلة الخضرية ، يؤثر الجفاف على عمليات النبات الرئيسية مثل التمثيل الضوئي ، والتغذية المعدنية ، والتمثيل الغذائي ، والانتقال ، ونسبة الهرمونات النباتية ، والنتح ، إلخ.

الفصل الثاني

نمو النبات Plant growth:

يعتبر نمو النبات وإنتاجيته ومقاومته للعوامل المناخية الغير ملائمة من الموضوعات الرئيسية التي تهتم الزراعة والتقنيات الحيوية القائمة على النبات. ويتسبب كل من الاجهادات الاحيائية (مثل مسببات الأمراض النباتية) واللاأحيائية (مثل الجفاف والملوحة والفيضانات والعواصف ودرجات الحرارة) في خسائر فادحة في الإنتاج الزراعي .

ان التأثير العام للملوحة هو خفض معدل النمو الذي يؤدي الى اختزال طول كل من المجموع الجذري والخضري والاوزان الطرية والجافة والمساحة الورقية، وصغر حجم الاوراق وقصر طولها مع قلة عددها أحيانا. ويختلف تأثير الملوحة في معدلات النمو للنباتات باختلاف حساسيتها للملوحة, لكن التأثير الاولي والاساسي للملوحة خاصة في التركيز الواطئ والمتوسط هو بسبب تأثير الازموزية. كما ان الزيادة العالية للتركيز الملحي ادى الى تراكم ايونات الصوديوم والكلور والسكريات والاحماض الامينية في اوراق وجذور الذرة الصفراء ولكن تركيزها في الاوراق كان اكبر بينما انخفض محتوى النترات في الاوراق وازداد في الجذور . فملح كلوريد الصوديوم ادى الى تثبيط توسع الورقة بشكل كبير بسبب تثبيط انقسام الخلايا بدلا من توسع الخلايا . فقد اوضح (الموسوي, 2001) ان التوليفة المؤلفة من 8 مليموز .سم⁻¹ كلوريد الصوديوم و 8 مليموز .سم⁻¹ من كبريتات الكالسيوم قد احدثت اعلى نسبة انخفاض في الوزن الجاف لنبات الحنطة . كما وجد (مغير, 1998) عند استخدامه مستويات مختلفة من ملوحة التربة, ازدياد محتوى اوراق نبات الذرة الصفراء من DNA بينما انخفض معنويا محتواها من RNA بازدياد ملوحة التربة.

ويمكن أن تحدث سمية الأيونات في النباتات تحت ظروف الإجهاد الملحي ، فالنباتات ذات نسبة متوازنة من ايونات الصوديوم الى البوتاسيوم Na^+ / K^+ ، وان ارتفاع ايونات الصوديوم Na^+ سيؤدي الى تلف النظام الإنزيمي الذي يحافظ على الغشاء الخلوي مما يتسبب في زيادة عملية الأكسدة ونفاذية الاغشية, وإلى خلل في التوازن الأيوني في جسم النبات ، مما يتسبب في

تؤدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

صعوبة دخول الماء للخلية ، فيحدث الجفاف الفسيولوجي للنباتات. ويمكن أن يحدث الإجهاد التأكسدي أيضًا وذلك لأن الإجهاد الملحي يزيد من أنواع الأوكسجين التفاعلية في الجسم وأكسدة الدهون في غشاء الخلية ، مما يتسبب في تدمير بنية ووظيفة غشاء الخلية وفقدان انتقائية الغشاء ، مما يؤدي إلى سلسلة من الاضطرابات الفسيولوجية والاستقلابية التي تؤثر على نمو وتطور النباتات.

فالإجهاد الملحي مثل بقية الاجهادات الغير حية تثبط نمو النبات ، والنمو البطيء هو ميزة تكيفية لبقاء النبات تحت ظروف الاجهاد لأنه يسمح للنبات بالاعتماد على المصادر المتعددة لمقاومة الاجهاد. كما ان المساحة الورقية تنخفض نتيجة لتعرض الورقة للشد الرطوبي، إذ تدبل وتموت الاوراق السفلية ومن ثم تتساقط لأنها اقل كفاءة في عملية البناء الضوئي من الاوراق العلوية وتعتبر وسيلة دفاعية تمكن النبات من تقليل النتج .

فالملوحة تقلل من قدرة النبات على اخذ الماء وهذا يسبب انخفاض سريع في نمو النبات مع تغييرات ايضية مماثلة لتلك المتسببة عن الجفاف، وان الانخفاض الاولي في نمو المجموع الخضري يكون ناتج عن اشارات هرمونية hormonal signals تتكون في الجذور . كما ان الملوحة تخفض من الجهد المائي water potential للجذور وهذا يسبب انخفاض سريع في معدل النمو growth rate . فقد ذكر(الربيعي, 2002) ان طول المجموع الجذري والخضري والوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري والمساحة الورقية لنبات الشعير قد انخفض بصورة تدريجية بازياد تراكيز الملوحة . كما وجد(Al-Harbi واخرون, 2002) عند زراعتهم لعشرة اصناف من البصل رويت بخمسة مستويات من الماء المالح, انخفاض معالم النمو الخضري معنويا مع ارتفاع ملوحة مياه . كما ذكر (Abbas و Ali , 2003) ان هناك انخفاض عالي المعنوية في طول المجموع الجذري والخضري والوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري لنبات الشعير عند استخدامه لثلاثة تراكيز من ملح كلوريد الصوديوم . ولاحظ (Barakat , 2003) عند استخدامة لثلاثة اصناف من الحنطة ان الملوحة قد خفضت من طول الجذر والمجموع الخضري .

هناك مشاكل فسلجية رئيسية قد تحدد اداء المحصول تحت الظروف الملحية ففي المرحلة الاولى المشاكل الازموزية تسبب اعاقا في النمو ويكون لون النبات اخضر داكن ويحدث في المرحلة الثانية التسمم الايوني ويثبط بشدة نمو النباتات الحساسة, وان انخفاض النمو في النباتات يكون بصورة رئيسية بسبب التأثيرات الحادة للملوحة على العمليات الكيمو حيوية والفسلجية المختلفة بسبب التأثيرات الازموزية والسامة للملح والتي تقلل من امتصاص بقية العناصر المعدنية المغذية مثل عنصر النتروجين والبوتاسيوم والكالسيوم من منطقة الجذور . فقد أشار (Chang , 2003) ان نمو نبات البصل قد انخفض مع زيادة الملوحة حيث اصبحت الجذور اصغر وقل حجم الاوراق القديمة ومن ثم ذبولها wilting وتنخرها necrosis وذلك لان زيادة ايون الصوديوم Na^+ والكلور Cl^- يؤدي الى ظهور اعراض symptoms نقص ايون البوتاسيوم K^+ مثل الاصفرار والتنخر. وان زيادة الملوحة ادت الى انخفاض معنوي في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الحنطة ولكن كان تأثير الشد القلوي alkali stress اكثر من الشد الملحي وان محتوى ايون الصوديوم ونسبة ايون الصوديوم الى البوتاسيوم قد ازدادت بينما انخفض محتوى ايون البوتاسيوم بزيادة الملوحة (Xiaoyu و اخرون , 2009). كما أكد (Whalley و اخرون , 2003) ان طول الجذور والمجموع الخضري لنبات البصل انخفض مع انخفاض الجهد المائي اذ لم يكن هناك نمو وبادرات البصل كانت اكثر حساسية للجهد المائي المنخفض من بادرات الذرة الصفراء .

كما ان الجفاف يؤدي إلى تسارع معدل العمليات الفسيولوجية نتيجة ارتفاع درجة حرارة نبات الحنطة فضلا عن شيخوخة الأوراق وجفاف الساق والسنابل وقلة كفاءتها في إمداد الحبة بنواتج التمثيل الضوئي مما قصر عدد أيام مراحل النمو لمرحلة امتلاء الحبوب ومن ثم الإسراع في النضج(عامر . 2004). وان الشد المائي للتربة water stress soil في أي مرحلة من مراحل النمو لنبات البصل والثوم growth stage يؤدي الى خفض الحاصل لكن التأثير الاعظم كان في مرحلة الخمسة والسبعة اوراق (Csiszar و اخرون , 2007) . ان الانخفاض في نمو النبات يكون بسبب نقصان في الضغط الانتفاخي turgor potential الناتج عن عجز

امتصاص الماء بسبب التجمعات العالية للاملاح في التربة, كما ان الشد المائي (انخفاض في الجهد المائي water potential) يمكن ان يكون نتيجة تبخر الماء وتجمع الاملاح , فان كميات الاملاح الزائدة والذائبة في محلول التربة تحدد توفر الماء للنباتات وبالتالي تخفض الجهد المائي في النباتات . وتستجيب النباتات لإجهاد الجفاف على مستوى جزيئي molecular وخليوي cellular وفسلجي physiological وهذه الاستجابة تعتمد على الانواع species والتركيب الوراثي genotype وشدة فقد الماء severity of water loss والعمر the age ومرحلة التطور.

ان الجفاف والملوحة تهدد معدل انتاج المحاصيل حول العالم فعجز الماء والتأثيرات الازموزية تخفض الاليات الفسلجية الرئيسية للنمو وكلا الاجهادين تقلل اخذ الماء من التربة وعموما الجفاف يقلل من اخذ العناصر الغذائية بواسطة الجذور والنقل من الجذور الى المجموع الخضري . لان الملوحة ونقص المياه تؤدي الى غلق الثغور وانخفاض في المساحة الورقية والنمو الخضري والجذري والاصفرار اضافة الى تاخير الازهار الانثوي والذكري وقلة الحاصل في الذرة الصفراء (Australian gov. , 2008). (Barnabas واخرون, 2008).

ان التحديات التي تواجه نباتات المحاصيل المزروعة في فائض من الملوحة هي اضطراب في التنظيم الازموزي وعدم التوازن الايوني واجهاد الأوكسدة والذي يضعف ايض metabolism ونمو النبات , كما ادت الملوحة الى تأثيرات سلبية حيث خفضت معدل النمو growth rate والوزن الحيوي وارتفاع النبات وحجم الاوراق والى تأثير ازموزي ونقص في المغذيات. فالملوحة قد خفضت من الوزن الطري للبادرة والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري وعدد الجذور وطول المجموع الخضري والجذري بينما زاد معنويا الوزن الجاف للبادرة ونسبة الجذور الى المجموع الخضري root /shoot لنبات الحنطة (Rafiq واخرون , 2006). وعموما المجموع الخضري هو اكثر تأثرا بالشد الملحي من المجموع الجذري في هجن الذرة الصفراء. إذ ان هناك علاقة سلبية بين مدخلات النمو الخضري والزيادة في تركيز الملح في ماء الري عند استخدامهم لهجن فردية من الذرة الصفراء في اربعة مستويات ملحية (Hussein واخرون , 2007) . كما أشار (Radic واخرون , 2007) الى وجود تأثيرات سلبية ملح كلوريد الصوديوم

على طول البادرة والجذير في نبات الذرة الصفراء. وان تثبيط النمو بواسطة الملوحة هو التأثير الاكثر وضوحا في كل نباتات المحاصيل فتقريبا كل النمو مرتبط بمعالم مثل الوزن الجاف والطري للبادرة seedling fresh and dry weights والوزن الجاف وطول المجموع الخضري والجذري كانت متأثرة عكسيا مع مستوى الملوحة. وان نمو الاوراق والحرائر silks في نبات الذرة الصفراء تحت ظروف الجفاف قد يربط جينيا وان تحمل الجفاف كان نتيجة تفاعل التركيب الوراثي مع البيئة (Welcker واخرون , 2007). حيث يحصل اختزال للنمو وصفات الحاصل الفسلجية والنوعية تحت فترات الجفاف وهذا الاختزال يزداد بازدياد فترة التعرض للجفاف. إن سبب انخفاض مساحة ورقة العلم في الحنطة بتأثير الجفاف, ربما يعود إلى اختزال عمليات النمو المتمثلة بالانقسام والاتساع والتنظيم الخلوي وهي من المظاهر العامة التي يمكن ملاحظتها تحت تأثير الشد المائي الذي يؤدي إلى اختزال معظم الصفات المورفولوجية (الجويني, 2012). ان انخفاض نمو النبات قد يتعلق بالتثبيط الازموزي لامتصاص الماء والى تراكم الايونات السامة أو بسبب مجموع هذه العوامل الفيزيولوجية , ولأن نمو النبات يعتمد على انقسام division واستطالة enlargement وتميز differentiation الخلايا اضافة الى ان التفاعلات المعقدة بين العوامل الوراثية والفسلجية والبيئية والمظهرية تشترك كلها في نمو النبات والذي يتأثر بإجهاد الجفاف , وان نقص الماء الحاد يقيد نمو النبات حيث يثبط استطالة الخلايا بسبب توقف تدفق الماء من نسيج الخشب xylem الى الخلايا المحيطة مما يؤدي الى خفض توسع وانقسام الخلايا الاعتيادي mitosis .

ان البولي اثيلين كلايكول (PEG) يلعب دورا مهما في استجابة النبات للشد المائي والملحي حيث يزيد من الضغط الازموزي في خلايا الجذور والذي يقود الى نقص الماء المتدفق خلال الجذور ومن ناحية اخرى يمكن ان يحصل تثبيط للنمو بسبب السمية او نقص المغذيات . كما ان اجهاد ملوحة التربة يخفض نمو النبات بشكل رئيسي خلال ثلاثة ميكانيكيات ازموزية هي الشد المائي والسمية لأيونات معينة بسبب التركيز العالي لأيونات الصوديوم والكلور والتي تسبب ايضا عدم توازن العناصر الغذائية وتؤدي بالتالي الى انخفاض اخذ عناصر

البوتاسيوم والنترات والفوسفات. وان نبات الذرة الصفراء المتحمل للملوحة salt tolerant maize قد يغير من الصفات المظهرية ليحسن من نمو وتطور المجموع الجذري والخضري ليجمع مادة عضوية اكثر لمنع الخسارة الناتجة عن الصدمة الملحية (Ding salt shock) واخرون , 2009). وان نبات الرز المعدل وراثيا (OsZIP23) اظهر تطورا معنويا في تحمل الملوحة العالية والجفاف والحساسية لهرمون (ABA) ولكن تحت الظروف الطبيعية لم تكن هناك اختلافات مظهرية (مثل ارتفاع النبات وعمق وحجم الجذور) بين النوع المعدل وراثيا والنوع البري (Xiang واخرون , 2008).

تسبب الملوحة سمية الصوديوم + وعدم التوازن الأيوني وتعطل عمليات التمثيل الغذائي الحيوية في الخلايا النباتية ، مثل تخليق البروتين والتفاعلات الأنزيمية ووظائف الريبوسوم [12 ، 13 ، 14]. يتنافس الصوديوم عالي التركيز مع العناصر الغذائية الأساسية الأخرى مثل البوتاسيوم والمغنيسيوم والأمونيوم والنترات والفوسفات [15]. ومع ذلك ، من غير الواضح كيف يؤثر الجفاف على عدم التوازن الأيوني الناجم عن الملوحة في النباتات. تتأثر العمليات الفسيولوجية للنبات بشكل مباشر أو غير مباشر بسبب نقص المياه. يتم تثبيط التمثيل الضوئي بشكل مباشر بسبب إجهاد الجفاف [16،17]. يقلل الجفاف من الصفات المورفولوجية والفسيولوجية ، والتمثيل الضوئي ، وإمكانات ماء الأوراق ، وحركة النسغ ، والتوصيل الثغري [18]. علاوة على ذلك ، فإن الإجهاد التناضحي ، الناجم عن الملوحة ، يضعف آلية التمثيل الضوئي ، ويقلل من توصيل الثغور ، والذي بدوره يقلل من دخول ثاني أكسيد الكربون ، وفي النهاية معدل التمثيل الضوئي [19]. علاوة على ذلك ، فإن سمية الصوديوم الناتجة عن الملوحة لها تأثير ضار على عملية التمثيل الضوئي [20]. ومع ذلك ، ليس من الواضح أي من الإجهاد ، أو الملوحة ، أو الجفاف ، له تأثير سلبي أكبر على عملية التمثيل الضوئي. لا يمكن التنبؤ بالتأثير المشترك للملوحة والجفاف على التمثيل الضوئي للنبات بناءً على استجابات النبات للضغوط الفردية [21]. علاوة على ذلك ، يُظهر الجمع بين الملوحة والجفاف تأثيرًا معاكسًا إضافيًا على التمثيل الضوئي [22] ، ولكن حجم الانخفاض

تؤدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

غير معروف. في النباتات ، تسبب أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) في تمسخ البروتين ، وبيروكسيد الدهون ، وتلف الحمض النووي ، وأكسدة الكربوهيدرات ، وانهيار الصباغ ، وضعف النشاط الإنزيمي [23]. يقلل إغلاق الفم الناجم عن الجفاف من قدرة النبات على الاستفادة من أشعة الشمس والسمية الناتجة عن الملوحة في الصوديوم، مما يؤدي إلى زيادة تكوين الأكسجين التفاعلية في الأنسجة الخضراء [12، 24]. نتيجة لذلك، يمكن أن تسبب الملوحة وإجهاد الجفاف في زيادة إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية.

الفصل الثالث

تركيز الكلوروفيل في الاوراق Chlorophyll content of leaves

يعتبر التمثيل الضوئي أهم مصدر للطاقة لنمو النبات وتمثل صبغة الكلوروفيل Chlorophyll pigment احد أهم المكونات الرئيسية في عملية البناء الضوئي , والتي تنقسم بشكل أساسي إلى ثلاث خطوات: (1) التفاعل الأولي ، (2) نقل الإلكترون الضوئي والفسفرة الضوئية ، و (3) استيعاب الكربون , ويعتبر الكلوروفيل a والكلوروفيل b ضروريان للتفاعل الأولي, حيث يمتص كلوروفيل a و كلوروفيل b ضوء الشمس بأطوال موجية مختلفة (يمتص كلوروفيل a بشكل أساسي الضوء الأحمر البرتقالي ويمتص كلوروفيل b الضوء الأزرق البنفسجي بشكل أساسي) ، مما يؤدي إلى افتراض أن إجمالي محتوى الورقة من الكلوروفيل a و b يؤثر بشكل مباشر على قدرة النباتات على التمثيل الضوئي. وهناك علاقة ايجابية بين محتوى الكلوروفيل ومعدل البناء الضوئي وان انخفاض محتوى الكلوروفيل تحت اجهاد الجفاف يعتبر كعلامة على اجهاد الاكسدة oxidative stress وقد يكون نتيجة اكسدة الصبغة. وان تعريض نباتات الحنطة إلى فترات التعطيش أثناء النمو ادى إلى حصول انخفاض معنوي في محتوى كلوروفيل a و b والكلبي (العبيدي , 2012).

تحدث تغييرات في نمو النباتات عندما يثبط اجهاد الملوحة أو الجفاف الآليات الفسيولوجية المختلفة. فعندما تتراكم الأملاح في مناطق الجذور، تعاني النباتات من الجفاف الفسيولوجي، مما يؤثر على فسيولوجيا الثغور ويقلل من عملية التمثيل الضوئي والنمو. وعندما ترتفع ملوحة التربة بشكل مفاجئ، يقل حجم خلايا الأوراق. ويتباطأ ظهور الأوراق بمرور الوقت، وتصبح الأوراق أصغر. وبالمثل، فإن الإجهاد الناتج عن الجفاف يعطل التوازن الغذائي للنبات والتمثيل الضوئي. وتفقد الخلايا النباتية انتفاخها تحت إجهاد الجفاف بسبب نقص المياه، مما يعيق نمو النبات. أن إجهاد الملوحة والجفاف مجتمعين يؤثران سلبًا على الآليات الفسيولوجية للنبات وأنماط النمو بشكل أكثر وضوحًا من الإجهاد الفردي. ومع ذلك، ليس

هناك دراسات كثيرة عن النمو استجابةً للجفاف والملوحة معاً، مقارنة بدراسات الملوحة والجفاف كل على حده.

ان الملوحة لها تأثير سلبي في نمو النبات من خلال تأثيرها على الافعال الحيوية ومنها عملية البناء الضوئي. وان سبب اصفرار اوراق النباتات المعرضة للجفاف ناتج عن هدم الكلوروفيل وبطء سرعة تكوينه لعدم وصول كميات كافية من النتروجين وقلة فعالية انزيم Nitrate reductase. وان انخفاض محتوى الكلوروفيل في الاوراق قد يتعلق الى حد كبير بارتفاع محتوى H_2O_2 والذي تم تحفيزه بواسطة الملوحة. وان الارتفاع النسبي للملوحة يخفض من التخليق الحيوي للكلوروفيل في نبات الحنطة من خلال انخفاض بادئات تخليقه خصوصا الحامض الاميني (glutamate) الذي يستعمل لتخليق البرولين أيضا (بوشارب , 2008).

ان زيادة الشد المائي سوف يسبب هبوطا في الجهد المائي للأوراق وبالتالي يسبب هبوطا في عملية البناء الضوئي, لأنه عندما تعاني النباتات من اجهاد الجفاف فان تركيب طبقة البلاستيدة الخضراء chloroplast سوف تتحطم وبالنتيجة فان عملية بناء الكلوروفيل ستتوقف اضافة الى تحلل الكلوروفيل المتكون سابقا وبالتالي فان كلوروفيل a و b والكلبي سوف ينخفض. وان قلة المساحة الورقية نتيجة التعرض للشد المائي أو الجفاف تعد تأثيرا غير مباشر في الكلوروفيل وكميته في النباتات. كما ان النيكوتين اميد Nicotinamide او التربتوفان tryptophan في نباتات الحنطة قد زاد معنويا من محتوى كلوروفيل a و b مع عدم حصول اختلافات معنوية في محتوى الكاروتينات carotenoid تحت الظروف الملحية (EL- Bassiouny , 2005). ووجد (الموسوي, 2001) عند دراستها لتأثير مستويات مختلفة من الملوحة مع ثلاث فترات ري ان زيادة تركيز ملح الطعام في مياه الري وتباعد فترات الري قد خفض معنويا من محتوى الكلوروفيل الكلبي في اوراق نبات الحنطة. وان الكميات المفرطة من ملح كلوريد الصوديوم قد سببت انخفاض 30% من كلوروفيل a بينما انخفض كلوروفيل b بشكل ملحوظ عندما تعرض الى مستوى ملوحة (10 ديسمنز. م⁻¹) في أصناف الذرة الصفراء

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

(Nawaz, 2007). بينما وجد (Sacala واخرون , 2003) ان الشد الملحي لم يؤدي الى اختلافات معنوية في تركيز محتوى الكلوروفيل الكلي في نبات الذرة الصفراء.

أشار (Aldesuquy واخرون , 2012) ان الشد المائي ادى الى انخفاض كبير في محتوى كلوروفيل a و b والكلي ومحتوى الكاروتينيدات carotenoid ولكن كانت نسبة الانخفاض في صنف الحنطة الحساس اكبر من الصنف المقاوم . بينما وجد (Almeselmani واخرون , 2012) انه ليس هناك اختلافات في محتوى الكلوروفيل بين انواع الحنطة المتحملة ذات التأثير السريع بالجفاف في مرحلة النمو الخضري بينما كان اعلى محتوى للأصناف المتوسطة التحمل moderately tolerant . الكلوروفيل هو احد المكونات الرئيسية للبلاستيدات الخضراء chloroplast في عملية البناء الضوئي ومحتوى الكلوروفيل chlorophyll content له علاقة ايجابية مع معدل البناء الضوئي وورقة العلم flag leaf في نبات الحنطة كما انه مؤشر على نشاط واستقرار عملية البناء الضوئي (Almeselmani واخرون , 2012).

الفصل الرابع

تسرب المواد خارج الخلايا Leakage of substances outside the cells

طورت العديد من النباتات طريقة فعالة للحفاظ على تركيز الأيونات في السيتوبلازم عند مستوى منخفض. حيث تلعب الأغشية، جنبًا إلى جنب مع المكونات المرتبطة بها دورًا أساسيًا في الحفاظ على تركيز الأيونات داخل العصارة الخلوية خلال فترة الإجهاد، من خلال تنظيم امتصاص الأيونات ونقلها، ويتم تنفيذ ظاهرة النقل بواسطة بروتينات حاملة مختلفة، حيث يعد الحفاظ على التوازن الخلوي Na^+ / K^+ أمرًا بالغ الأهمية لبقاء النبات في البيئات المالحة. إن استقرار الغشاء Membrane stability يعد ميزة في تعريف تحمل بادرات الذرة الصفراء للملوحة حيث تعتبر هذه الصفة مقياس بسيط واقتصادي وسريع لانتخاب النباتات المتحملة للملوحة الداخلة في برامج التربية (Collado و اخرون, 2010). فقد لاحظ (العكيدي, 2012) أن التراكيز المتزايدة من ملح كلوريد الصوديوم كان لها تأثير معنوي في زيادة النسبة المئوية لدليل ضرر الأغشية الخلوية في نباتات الذرة البيضاء والماش. كما ان الملوحة قد اضعفت من نفاذية الغشاء وزادت من تسرب الالكترولونات electrolyte leakage في نبات الذرة الصفراء (Tuna و اخرون, 2007).

إن الحفاظ على التوازن الأيوني عن طريق امتصاص الأيونات وتنظيمها ليس أمرًا ضروريًا لنمو النبات الطبيعي فحسب، بل هو أيضًا عملية أساسية للنمو أثناء الإجهاد الملحي. بغض النظر عن طبيعتها، فلا يمكن للنباتات أن تتحمل تركيز الملح العالي في السيتوبلازم. وبالتالي، يتم نقل الملح الزائد إما إلى الفجوة، أو عزله في الأنسجة القديمة التي يتم التضحية بها في النهاية، وبالتالي حماية النبات من إجهاد الملوحة.

ان اجهاد الجفاف drought stress يزيد من نضوح المواد الألكتروليتية نتيجة الضرر الحاصل للأغشية الخلوية للأوراق. وان اضافة كلوريد الصوديوم الى التربة بتركيز متزايدة تزيد من نسبة دليل الضرر للأغشية الساييتوبلازمية. فقد ذكر (الشلال , 2005) حصول انخفاض معنوي في النسبة المئوية لدليل الضرر للأغشية الخلوية، وارتشاح ايونات البوتاسيوم، مع ازدياد مستويات الرطوبة في نبات الحنطة.

الفصل الخامس

تركيز البرولين Proline content

البرولين هو مركب عضوي يلعب دورا هاما في تعديل الازموزية اضافة الى انه يعتبر خزان رئيسي للطاقة energy, والنيتروجين nitrogen, وهو الحامض الاميني الذي يتراكم بمدى واسع في مختلف انواع الكائنات الحية من البكتريا الى النباتات الراقية عندما تتعرض الى الاجهاد الغير الحيوي abiotic stress, مثل الشد الملحي, والجفاف. حيث توفر المكونات الهرمونية والإشارات النباتية في ظل ظروف الإجهاد للأحيائية المختلفة آليات حماية مختلفة لإدارة الإجهاد، فيساعد البرولين والسكريات القابلة للذوبان في إزالة الجذور الحرة من الخلايا، عن طريق زيادة التركيز الأزموزي للحد من تأثيرات الإجهاد على الوظائف الفسيولوجية مثل فتح الثغور، والتمثيل الضوئي. كما يمكن أن يؤدي النشاط العالي لمضادات الأكسدة إلى تجنب موت الخلايا، وتحسين تحمل الإجهاد. ولمنع الأكسدة، تعمل النباتات على تحسين أنشطة إنزيمات مضادات الأكسدة مثل السوبر بيروكسيد ديسموتيز Superoxide dismutase (SOD)، والكاتاليز catalase (CAT)، والبيروكسيداز peroxidase (POD). فقد صنفت الجينات المعروفة لتحسين التحمل للجفاف والملوحة الى الجينات المسؤولة عن تشفير الانزيمات المانعة للتأكسد مثل SOD وPOD والمحفزات catalase, اما الصنف الثاني فهو مسؤول عن تشفير انزيم بناء البرولين.

ان تراكم الحامض الاميني البرولين بكميات كبيرة عند زيادة تركيز كلوريد الصوديوم في وسط النمو، يكون بسبب تحرر البرولين من البروتين المتحلل، او قد يكون بسبب سرعة تحول بعض الاحماض الامينية المتكونة نتيجة لتحليل البروتينات الى برولين تحت تأثير الشد الملحي. فتحت هذه الظروف يتراكم البرولين بكميات كبيرة اكثر من أي حامض اميني اخر في النباتات الراقية، وهذا التراكم يعتبر هو احدى الخصائص المشتركة في العديد من نباتات ذوات الفلقة الواحدة، لان النتيجة الرئيسية للشد الملحي (NaCl) هو خسارة للماء داخل الخلية intracellular water ولمنع هذه الخسارة وحماية البروتينات الخلوية تقوم النباتات بتجميع

العديد من المركبات مثل البرولين والكلايسين بيتان Glycine betaine . فقد وجد (يوسف واخرون 2003) ان صنف الرز (عبر فرات) يراكم البرولين والكاربوهيدرات في خلاياه مما انعكس ذلك على زيادة الجهد المائي للخلية وبالتالي زيادة تحمله للملوحة. كما ان البرولين يعتبر مصدر للكربون والنروجين يمكن الاستفادة منه للتحسن السريع من الاجهاد الملحي، اضافة الى تحسين نمو النبات وفعالية الاغذية. اضافة الى مساهمة البرولين في تنظيم الجهد الأزموزي للخلايا، وبالتالي تحملها للجفاف الناتج من زيادة تركيز الملوحة في وسط نمو الجذور. ان زيادة محتوى البرولين يمكن ان يكون بسبب حث بناء البرولين من الكلوتامين glutamate او بسبب قلة استخدامه في بناء البروتين.

ان تراكم البرولين في العديد من انواع النباتات هو خط دفاعي اساسي للإبقاء على الضغط الأزموزي osmotic pressure في الخلية، وهو استجابة للإجهاد الأزموزي osmotic stress الذي يستحث بواسطة الجفاف والملوحة والبرودة وهرمون الاجهاد ABA. وان تراكم البرولين في نبات الحنطة عند تعرضه لمستويات عالية من الملوحة، كان بسبب التخليق الجديد للبرولين من قبل الخلايا المجهدة، وانخفاض هدم البرولين، اضافة الى وجود جهاز نقل نوعي يعمل على توزيع البرولين في المواقع التي تحتاجه (بوشارب , 2008). لأن التأثير الاولي لتحمل الشد الملحي والجفاف، هو تراكم الحامض الاميني البرولين والكلايسين بيتان glycine betaineleg , والسكر والذي يستخدم لموازنة الضغط الأزموزي في الخلايا . وان استجابة النباتات للشد الملحي يرتبط بتنظيم الايض والذي يتضمن تراكم البرولين والسكريات الذائبة، التي تتفاعل لمواجهة الشد الأزموزي osmotic stress والناتج عن الاجهاد الأحيائي. فتراكم البرولين في ظروف الشد الملحي، سببه تنشيط تركيبه الحيوي فهو يساعد في ابقاء المحتوى المائي الضروري للنمو والوظائف الخلوية، عالي نسبيا. وان قابلية عدد من المحاصيل على تجميع البرولين استجابة للملوحة او انواع الشد الاخرى تكون متغيرة جدا بين او ضمن الانواع النباتية. كما ان الانخفاض المعنوي في نشاط النقل الالكتروني في الماييتوكونديريا يرافق زيادة تراكم البرولين تحت ظروف الشد البيئي، وقد يكون هذا التراكم استجابة مستحثة

تؤدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

نتيجة الشد، وزيادة انتاج البرولين، مما يعطي المحاصيل قابلية تحمل tolerance ضد هذا الشد. فقد أشار (اللحام واخرون , 2006) الى زيادة معدل تراكم السكريات الذائبة والاحماض الامينية الحرة والبرولين في الاجزاء الهوائية لنبات الذرة البيضاء مع الزيادة التدريجية لملح كلوريد الصوديوم في وسط الزراعة. وان تعطيش نباتات الحنطة في مراحل النمو، اظهرت زيادة معنوية في محتوى البرولين الكلي في اوراق النباتات المعرضة للتعطيش (الشلال , 2005).

فالبرولين يمكن ان يلعب دورا مهما في العمليات التكيفية adaptive processes والتي ترتبط بتحمل الجفاف drought tolerance ولهذا يمكن ان يكون كمقياس جيد لفحص مقدرة انواع النباتات لتحمل الجفاف .

الفصل السادس

التحمل الملحي والجفاف Salinity and Drought tolerance

تطور النباتات آليات فسيولوجية، وكيميائية حيوية مختلفة من أجل البقاء على قيد الحياة في التربة ذات التركيز الملحي العالي. وتتضمن الآليات الأساسية، على سبيل المثال ، (1) توازن الأيونات ، (2) نقل الأيونات وامتصاصها ، (3) التخليق الحيوي لمواد حماية التناضح ، (4) تنشيط إنزيم مضادات الأكسدة ، وتخليق مركبات مضادات الأكسدة ، (5) تخليق البولي أمين polyamines ، (6) توليد أكسيد النترريك nitric oxide ، و (7) تعديل الهرمونات.

تسبب الملوحة سمية الصوديوم وعدم التوازن الأيوني وتعطل عمليات التمثيل الغذائي الحيوية في الخلايا النباتية، مثل تخليق البروتين والتفاعلات الأنزيمية ووظائف الرايبوسوم . كما يتنافس التركيز العالي للصوديوم مع العناصر الغذائية الأساسية الأخرى مثل البوتاسيوم والمغنيسيوم، والأمونيوم والنترات والفوسفات. ومع ذلك، من غير الواضح ان نعرف كيف يؤثر الجفاف على عدم التوازن الأيوني الناجم عن الملوحة في النباتات.

تتأثر العمليات الفسيولوجية للنبات بشكل مباشر أو غير مباشر بسبب نقص المياه. ويتم تثبيط التمثيل الضوئي بشكل مباشر بسبب إجهاد الجفاف. إضافة الى ان الجفاف يقلل من الصفات المورفولوجية والفسيولوجية، والتمثيل الضوئي، والضغط المائي للأوراق ، وحركة النسغ ، وفتح الثغور . علاوة على ذلك، فإن الإجهاد التناضحي ، الناجم عن الملوحة ، يضعف آلية التمثيل الضوئي ، ويقلل من فتح الثغور ، والذي بدوره يقلل من دخول ثاني أكسيد الكربون ، وفي النهاية يقلل من معدل التمثيل الضوئي . كما ان، سمية الصوديوم الناتجة عن الملوحة لها تأثير ضار على عملية التمثيل الضوئي. ومع ذلك، ليس من الواضح أي من الإجهادين، الملوحة ، أو الجفاف ، له تأثير سلبي أكبر على عملية التمثيل الضوئي. ولا يمكن التنبؤ بالتأثير المشترك للملوحة والجفاف على التمثيل الضوئي للنبات بناءً على استجابات النبات للإجهادات كل على حده. لكن مع ذلك، يُظهر الجمع بين الملوحة والجفاف تأثيرًا معاكسًا إضافيًا على التمثيل الضوئي، ولكن حجم الانخفاض غير معروف. ففي النباتات،

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

تتسبب جذور الأوكسجين الحرة النشطة (ROS). في دنتر البروتين ، وأكسدة الدهون ، وتلف الحمض النووي DNA ، وأكسدة الكربوهيدرات ، وتفكك الصبغة ، وضعف النشاط الإنزيمي ، والتي يمكن اعتبارها تقييداً لعملية التمثيل الضوئي والحد من امتصاص البوتاسيوم K ، والسمية الأيضية وموت الخلايا.

تسبب الملوحة العالية اجهاد ازموزي، وايوني، والذي يؤدي الى التعديل في ايض النبات ويتضمن ذلك خفض الجهد المائي water potential والتوازن الايوني اضافة الى التسمم الايوني . وان تحمل وحساسية انواع النباتات للملوحة مسيطر عليه جينيا، وان تطور النباتات في المراحل المبكرة earlier stages لا تُظهر نفس المستوى من التحمل في مراحل البلوغ لان النبات في مرحلة البادرة لم يطور الاليات الفسلجية mechanisms physiological لتحمل الزيادة في تركيز الملوحة . ان صفة تحمل الملوحة هي صفة كمية وفي نبات الرز يسيطر على هذه الصفة عدد من الجينات وان هذه الجينات تتوافق مع الصفات الفسلجية والتي تعزى اليها تحمل الملوحة (يوسف واخرون , 2009). كما ان التحمل لشد ملح كلوريد الصوديوم NaCl في النباتات الراقية higher plants مرتبط بمستويات انظمة مانعة التأكسد . antioxidant systems

وتصنف الذرة الصفراء maize , وزهرة الشمس sunflower , وحنطة المعكرونة durum wheat , من المحاصيل المتوسطة الحساسية moderately sensitive لتحمل الملوحة salt tolerance , بينما الباقلاء broadbean , وفول الصويا soybean , والطماطة tomato تصنف كمحاصيل اكثر حساسية للملوحة وهذه الحساسية قد تجد تفسيرها في حساسية بكتريا العقد الجذرية rhizobium bacteria للملوحة والتي تؤثر على تجهيز النتروجين والتعديل الازموزي أو بسبب إطالة فترة التزهير flowering period نتيجة الملوحة . ويصنف البصل كنبات حساس للملوحة salt sensitive مع تحمل قليل للملوحة (1.2 ديسمنز م⁻¹) (, Chang 2003).

ان التحمل للملوحة يمكن ان يصنف الى ثلاثة اليات: وهي التحمل الى الشد الازموزي osmotic stress , وآلية التحكم بهذه المرحلة لا ترتبط بصورة نوعية بالملوحة بل ترتبط بالشد المائي water stress , والثانية هي تجميع ايون الصوديوم بواسطة الجذور لحماية الاوراق حتى لا تصل الملوحة الى المستوى السمي toxic level , وثالث آلية هي تحمل النسيج tissue tolerance لتراكم ايون الصوديوم في الخلايا . ويمكن تطوير تحمل النباتات للملوحة اما حيويًا Biologically , بواسطة التسميد الحيوي , او جينيًا Genetically بواسطة تطبيقات الهندسة الوراثية , او كيميائيًا Chemically باستخدام الهرمونات او البولي امين Polyamines او المعادن Minerals او البرولين Proline .

هناك طرق مختلفة لتحسين التحمل الملحي في النباتات, منها زراعة النباتات المتحملة للملوحة, والطرق الكيميائية , وادارة التغذية في الترب المتأثرة بالملوحة لان النباتات تحتاج الى المعادن المغذية الضرورية للنمو والتطور مثل البوتاسيوم بسبب الفسلجة المتشابهة بين الصوديوم والبوتاسيوم. فلقد تم اثبات ان هناك علاقة عكسية بين مقاومة الذرة الصفراء للملوحة وتركيز الصوديوم في الاوراق بينما لم يتم ايجاد أي علاقة بين تركيز البوتاسيوم ومقاومة النبات للإجهاد الملحي ولكن بحساب نسبة الصوديوم الى البوتاسيوم تأكد ان تأثير هذه النسبة له دور اهم في مقاومة الذرة للملوحة من القيمة المطلقة لهذين العنصرين (Ali, 2011). وان تطوير التحمل الملحي لأصناف الرز من خلال التقنيات الجزيئية التقليدية والحديثة سوف تحل مشكلة الغذاء العالمي الآمن, كما ان زراعة الاصناف المتحملة المتنوعة في الحقول الملحية قد تخفض الملوحة ايضا بواسطة الاستصلاح الحيوي (Joseph وآخرون , 2010) . وأبدى نبات حنطة المعكرونة (*Triticum durum*) مقاومة للملوحة ,حيث يقوم بعملية التحليل الازموزي بتراكم الحامض الاميني البرولين, والحفاظ على وظائفه الحيوية, ولكن مع هذا يتراجع نموه ومردوده ومحتواه من الاحماض النووية عند التراكيز المرتفعة من الملوحة (بوشارب , 2008) .

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

ان الغشاء البلازمي قد يكون هو الموقع الأساسي primary site لاستجابة النبات للملوحة, وقد يرتبط مع تحمل الملوحة , ففي الاصناف الحساسة يغير الشد الملحي من نفاذية الغشاء البلازمي بدرجة كبيرة, اما في الاصناف المتحملة فيكون التغيير طفيف. وقد أشار (Cha-um) واخرون , (2009) ان الازموزية زادت في كلا الصنفين لنبات الرز المتحمل salt tolerant , والحساس للشد الملحي عند تعريضها الى تركيز (342 ملي مولر NaCl) لاربعة ايام . كما وجد (Hameed واخرون , 2008) ان اصناف الحنطة المتحملة للملوحة اعطت وزن طري اكثر مقارنة مع بقية الأصناف, فتحت ظروف الشد الملحي المنخفض low salt stress كان الوزن الطري لبادرة الصنف المتحمل اعلى مقارنة مع الصنف الحساس , عند مستوى (5 ديسمنز م⁻¹ NaCl).

يشير تحمل الجفاف إلى قدرة النبات على البقاء أثناء الجفاف. حتى أن بعض النباتات تكون مقاومة للجفاف ، أي أنها تستطيع العيش لفترات طويلة بدون ماء (مثل الصبار). اما النباتات التي تتحمل الجفاف، فهي لا تزال بحاجة إلى بعض الماء وتعتبر ببساطة نباتات (منخفضة الاحتياج للماء). وتقوم النباتات التي تتحمل الجفاف, بالعديد من التكيفات الخاصة لكي تكون نباتات منخفضة الاحتياج للماء, مثل تقليل المساحة الورقية, او زيادة طبقة الكيوتكل , او تقزم النبات .. الخ.

ان ميكانيكية تحمل الجفاف لعدد من التراكيب الوراثية للذرة الصفراء كانت في مرحلة البادرة (Moussa وAbdel-Aziz, 2008). وقد لاحظ (Ibrahim واخرون , 2013) ان اصناف نبات الذرة الصفراء اختلفت في استجابتها لشد الجفاف , اضافة الى ان هذه الاصناف كانت اكثر مقاومة للجفاف في مرحلة النمو الخضري vegetative stage, عنها من مرحلة التكاثر .

في ظل ظروف الجفاف يتم تقليل معدل التمثيل الضوئي بشكل أساسي عن طريق إغلاق الثغور بسبب زيادة حمض الأبسيسيك (ABA) في الخلايا النباتية ، وتلف الغشاء ، والنشاط المضطرب للإنزيمات المختلفة, وهناك العديد من الدراسات التي تُظهر أن الجفاف يؤدي إلى أكسدة الدهون في أنسجة النبات. كما يقلل إغلاق الثغور الناجم عن الجفاف من قدرة

تؤدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

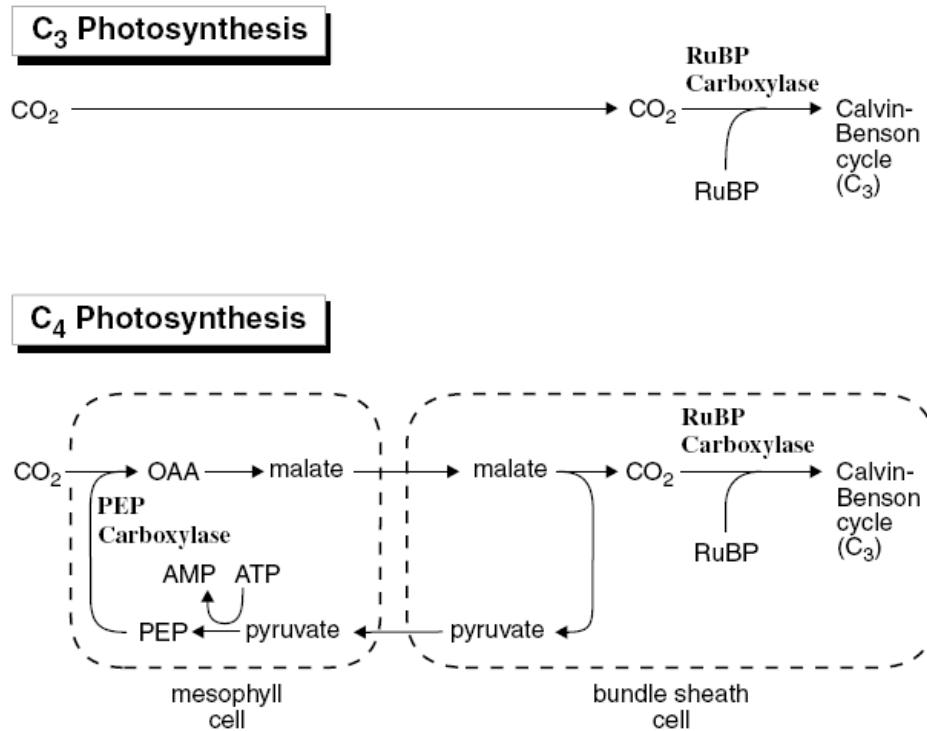
النباتات على الاستفادة من أشعة الشمس، وتسبب الملوحة السمية للنبات نتيجة الزيادة في ايون الصوديوم Na^+ ، مما يؤدي إلى زيادة تكوين الجذور الحرة النشطة (ROS) في الأنسجة الخضراء . وبالنتيجة، يمكن أن نقول ان إجهاد الملوحة والجفاف يتسبب في زيادة إنتاج أنواع الجذور الحرة النشطة (ROS).

الفصل السابع

تأثير الملوحة والجفاف على نباتات C3 و C4

Effect of salinity and drought on C3 and C4 plants

اقترح العالمان Slack و Hatch في عام (1960) مسار جديد لتثبيت ثاني أوكسيد الكربون في بعض الانواع النباتية خاصة الاستوائية وشبه الاستوائية مثل الذرة وقصب السكر , وفيه يكون PEP فوسفو اينول بايروفيت المستقبل لثاني اوكسيد الكربون CO_2 ويتكون OAA حامض اوكزالو خليك oxaloacetate والذي يختزل الى حامض الماليك malate وينتقل من خلايا النسيج المتوسط في الاوراق الى خلايا غمد الحزمة حيث يتم تمثيل CO_2 من خلال دورة كالفن Calvin cycle :



(شكل 1) المسالك الضوئية لنباتات ثلاثية ورباعية الكربون (Elkichaoui, 2000)

تخدي حمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

ويلاحظ ان نباتات رباعية الكربون C_4 تكون اكفاً من نباتات ثلاثية الكربون C_3 لان نباتات C_4 يتم بها مساران Hatch و Slack ومسار كالفن اما نباتات C_3 فلها مسار واحد هو كالفن (شكل 1) كما توجد اختلافات عديدة بين هذين النوعين وهي كالآتي :

نباتات C_3	نباتات C_4
تكون نسبة 90-96% من الانواع النباتية	تكون نسبة 4-10% من الانواع النباتية
منخفضة الكفاءة التمثيلية مثل القمح والشعير والكتان وفول الصويا والبصل	مرتفعة الكفاءة التمثيلية مثل قصب السكر والذرة الصفراء والبيضاء والدخن
يثبت من 15-40 ملغم CO_2 / دسم ² الساعة ⁻¹	يثبت من 40-80 ملغم CO_2 / دسم ² الساعة ⁻¹
حرارة معتدلة أو جو بارد	حرارة مرتفعة وإضاءة عالية
التنفس الضوئي عالي	التنفس الضوئي قليل او معدوم
يتكون phosphoglycerate ثلاثي الكربون	يتكون حمض الاوكزاليك رباعي الكربون
تنتج 0.5 غم وزن جاف دسم ⁻² من سطح الورقة/ يوم	تنتج 4-5 غم وزن جاف دسم ⁻² من سطح الورقة/ يوم
تصل إلى الإشباع الضوئي عند 3/1 كمية الإشعاع (الضوء الكامل)	لا تصل إلى الإشباع الضوئي
درجة حرارة 15-25 مئوية	درجة حرارة 30-40 مئوية
كلوروفيل أقل	كلوروفيل عالي
لا توجد	توجد بلاستيدات خضراء في غلاف الحزمة الوعائية تختلف في الشكل والوظيفة
المستقبل لغاز CO_2 هو RuBP	المستقبل لغاز CO_2 هو PEP
لا يوجد	تشرح خاص للأوراق يسمى Kranz anatomy
اهم الانزيمات RuBP Carboxylase موقعه في الكلوروبلاست	اهم الانزيمات PEP Carboxylase موقعه في الساييتوبلازم
متكيفة للظروف الباردة والرطوبة الحارة او الرطوبة	متكيفة للظروف الحارة او الجافة او الرطوبة

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

انخفاض معدل الماء المفقود مقارنة بكمية المادة الجافة	معدل الماء المفقود مقارنة بكمية المادة الجافة
المادة الجافة المتكونة في النبات gm 350- 50	المادة الجافة المتكونة في النبات gm 950-450
D.wt gm / H2O	D.wt gm / H2O
معظمها تتحمل الملوحة حيث عنصر Na يزيد	قليلة التحمل للملوحة
نشاط PEP Carboxylase	
تتميز بالنظام الصبغي الأول (PSI) pigment	تتميز بالنظام الصبغي الثاني (PSII) pigment
system I	system II
تختص بامتصاص الموجات الأطول	تختص بامتصاص الموجات الأقصر

لتجنب الجفاف يقوم النبات بعدة استراتيجيات قد تتضمن تغيير شكل الورقة leaf morphology, وزيادة حساسية الثغور stomatal sensitivity, وتغيير خصائص الجذور, وتعديل الازموزية, اضافة الى تغيير في مطاطية الخلايا , و تخزين الماء, واستعمال المسالك الايضية البديلة مثل CAM و مسلك نباتات رباعية الكربون C4 photosynthesis . فنباتات رباعية الكربون C4 تتضمن بعض اهم المحاصيل المهمة في العالم مثل الذرة الصفراء, والبيضاء, والدخن, وهي تمثل نسبة قليلة من الانواع النباتية حوالي 4% ورغم ذلك فهي تساهم بحوالي 18-20% من الانتاج الاساسي العالمي بسبب انتاجيتها العالية.

هناك جمع بين تشريح كرانز Kranz anatomy وتثبيت ثاني اوكسيد الكربون الجوي في احماض نباتات رباعية الكربون C4 المصنعة, وانه قد اصبح من الواضح ان نباتات رباعية الكربون C4 لديها مستوى عالٍ من (phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) اضافة الى تشريح خاص للورقة, حيث خلايا غمد الحزمة تكون كبيرة ومتميزة , والبلاستيدات الخضراء تكون كبيرة تحيط بالنسيج الوعائي vascular tissue مقارنة مع نباتات ثلاثية الكربون C3 .

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

ومن الجدير بالذكر ان هناك ثلاثة مسالك للبناء الضوئي photosynthetic pathways للنباتات وهي مسلك نباتات ثلاثية الكربون C3 ومسلك نباتات رباعية الكربون C4 ومسلك النباتات العصارية (metabolism CAM Crassulacean acid). ومن الجدير بالذكر ان مسلك نباتات ثلاثية الكربون C3 يحدث في كل النباتات، وهذا يعني ان المنتج الاول في البناء الضوئي هو مركب ثلاثي جزيئات الكربون، اما مسلك نباتات رباعية الكربون C4 فالمنتج الاول من عملية البناء الضوئي هو رباعي جزيئات الكربون، وهو يحدث في النباتات الاكثر تقدما تشريحيًا خاصة في نباتات ذوات الفلقة الواحدة monocots مثل الحشائش grasses، بينما هو غير شائع في نباتات ذوات الفلقتين dicots اما مسلك (CAM)، فيحدث عادة في النباتات العصارية النامية في المناطق القاحلة .

في اوائل السبعينات عُرف بان تشريح كرانز Kranz anatomy هو واحد من اهم الميزات الرئيسية لعملية البناء الضوئي في نباتات رباعية الكربون C4 حيث يحصل فصل خاص Spatial separation بين عملية تثبيت ثاني اوكسيد الكربون الجوي CO₂ atmospheric , بواسطة فوسفواينول بايروفيت كاربوكسليز phosphoenolpyruvate carboxylase , ووهب لثاني اوكسيد الكربون donation بواسطة عملية نزع الكربوكسيل decarboxylation من احماض نباتات رباعية الكربون C4 الى رابيسكو Rubisco.

ففي النباتات الوعائية vascular plants توجد آلية لتركيز concentrating mechanisms غاز ثاني اوكسيد الكربون وذلك في عملية البناء الضوئي لنباتات رباعية الكربون C4 ونباتات CAM , بينما تفتقر نباتات ثلاثية الكربون C3 لهذا المسلك , وهو يعد ملحقاً لمسلك نباتات ثلاثية الكربون C3 pathway وليس بديلاً عنه .

في الطبيعة يصاحب إجهاد نقص الماء للنباتات، إجهاد آخر وهو الإضاءة ، فعند بدء الإجهاد ينخفض مستوى البناء الضوئي، ولكن طاقة التهيج الساقطة على المستوى الثاني لا بد من التخلص منها ولذا يبدأ تكوين الجذور الحرة radicals free وما تشمله مما يعرف بالأشكال

تخدي حمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

الأوكسجينية النشطة active oxygen species خاصة في معقد تحلل الماء في المستوى الثاني من البناء الضوئي .

فالذرة الصفراء حساسة sensitive جدا لإجهاد الجفاف في المراحل الانتاجية مع ضعف شديد لعملية البناء الضوئي photosynthesis وامتلاء الحبوب grain filling وان انزيم C4-phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) يساهم في السيطرة على تدفق الكربون في مسار البناء الضوئي لنباتات رباعية الكربون (Jeanneau وآخرون , 2004). كما ان الشد الملحي قد خفض من عملية البناء الضوئي في النباتات نتيجة انخفاض تثبيت غاز ثاني اوكسيد الكربون CO₂-fixation , وان اضافة حامض السليسليك قد حفز انزيم Rubisco ونشط عملية البناء الضوئي .

ان الكفاءة التمثيلية للبناء الضوئي لنباتات رباعية الكربون C4 تكون اعلى من نباتات ثلاثية الكربون C3 عند الاجهاد الملحي, والمائي, وارتفاع درجة الحرارة .وان الاختلاف في تحمل الشد الملحي tolerance salt stress قد يكون نتيجة النشاط المرتفع لأنزيم مانع التأكسد antioxidant enzyme في نباتات الذرة الصفراء(C4) مقارنة مع نباتات الحنطة (C3) أو في الانواع المتحملة tolerant اكثر من الانواع غير المتحملة intolerant species (Stepien و Klobus, 2005) .

كما ان معدل النمو في نباتات رباعية الكربون C4 كانت اقل تأثرا بالجفاف من نباتات ثلاثية الكربون C3, لان نباتات ثلاثية الكربون C3 تعمل بدورة كالفن Calvin-Benson cycle فقط, بينما نباتات رباعية الكربون C4 تعمل بدورتين حيث تثبت ثاني اوكسيد الكربون في خلايا الميزوفيل من خلال دورة سلاك وهيتج Hatch-Slack cycle , ثم تذهب الى خلايا غمد الحزمة bundle-sheath cells حيث تنشط دورة كالفن, ومن الملاحظ , ان هناك علاقة بين محتوى الكلوروفيل, ونشاط البناء الضوئي, وعملية تثبيت ثاني اوكسيد الكربون ,وان النقص الحاصل في محتوى الكلوروفيل والكاروتينات في حالة الاجهاد الملحي, ما هو الا نتيجة للتأثير غير المباشر لملاح كلوريد الصوديوم , اما نقص تثبيت ثاني اوكسيد الكربون CO₂ فهو نتيجة

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

لنقص الماء، وغلق الثغور، وتراكم الاملاح وبالتالي تفقد خلايا الميزوفيل mesophyll cells انتفاخها، اضافة الى التأثير المباشر وهو السمية وذلك لتجمع الايونات الملحية، كل هذه الحالات السلبية هي مؤشرات عامة لتدهور النشاط الأيضي metabolic activity .

وان محتوى النباتات من الايض الثانوي كان اعلى في النباتات التي تعاني من شد الجفاف والملوحة حيث يؤدي الشد الى غلق الثغور، وبالتالي قلة ثاني اوكسيد الكربون ثم انخفاض البناء الضوئي. وان الانخفاض في قدرة عملية البناء الضوئي photosynthetic اثناء الجفاف، هو دليل على تثبيط في استلام الضوء او هو التأثير المباشر للجفاف على عملية البناء الضوئي. حيث تزداد كثافة الثغور stomatal density مع انخفاض الجهد المائي water potential تحت ظروف العجز المائي المتوسط moderate water deficit, وان زيادة كثافة الثغور مع انخفاض حجم الخلايا الحارسة guard cell size لربما يرتبط مباشرة مع تطور المساحة الورقية وانقسام الخلايا cell division وان الثغور لها تأثير مباشر على عملية التبادل الغازي gas exchange وعملية البناء الضوئي photosynthesis وكفاءة استخدام الماء.

ان السبب الرئيسي في ان نباتات رباعية الكربون C4 تستطيع التأقلم في البيئات القاحلة arid environments يكمن في مسلك البناء الضوئي photosynthetic pathway, والذي يشمل عدة تكيفات كيميائية حيوية biochemical, وهيكلية structural . فالنقصان في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الذرة الصفراء بزيادة مستويات الملوحة يمكن ان يعزى الى انخفاض البناء الضوئي نتيجة الانخفاض المعنوي للكوروفيل والكاربوهيدرات الكلية بسبب الشد الملحي (Hassanein واخرون, 2009). بينما نباتات الذرة الصفراء (C4) المعرضة لإجهاد الجفاف بعد عشرة ايام من التعطيش قد تعافت بالكامل اثناء اسبوع واحد من اعادة الري (Sliogeryte واخرون, 2009). إذ يتحدد معدل تصنيع المادة الجافة وتراكمها، ومن ثم معدل نمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها بحجم المسطح الورقي الأخضر، وفعالية الاوراق التمثيلية، ويتحدد كل من نمو الاجزاء الهوائية (السوق والاوراق)، ومعدل التمثيل الضوئي فيها بمحتوى الاوراق من الازوت الضروري لتصنيع البروتينات المهمة في عملية التمثيل الضوئي مثل الانزيم

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

Rubisco الذي يتوسط تفاعل إضافة غاز ثاني اوكسيد الكربون الى المستقبل الاولي المركب خماسي الكربون Ribulose 1,5 biphosphate خلال تفاعلات الضوء والبروتينات المعقدة الحاصدة للضوء complex proteins Light harvesting .

الاجهاد البيئي Environmental stresses له تأثير مباشر على عملية البناء الضوئي بواسطة عرقلة كل المكونات الرئيسية لعملية البناء الضوئي بضمن ذلك, نقل الالكترونات, وانخفاض دورة الكربون carbon reduction cycle , وسيطرة الثغور على تجهيز ثاني اوكسيد الكربون CO₂ , مع تراكم متزايد للكربوهيدرات carbohydrates واضطراب الموازنة المائية .

ان زيادة سمك الورقة leaf thickness في نباتات ثلاثية الكربون C₃ يؤدي الى نسيج حشوي اسمك parenchyma والذي يمكن ان يحتوي على اعداد اكبر من مواقع تثبيت ثاني اوكسيد الكربون CO₂-fixation sites , بينما النسيج الاسفنجي الحشوي spongy parenchyma يمكن ان يؤدي الى انتشار اسهل لثاني اوكسيد الكربون الى هذه المواقع . ان انزيم (PEPC dikinase pyruvate, وانزيم NADP-malic وانزيم carboxylase Phosphoenolpyruvate phosphate , يشارك في عملية تركيز ثاني اوكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي لنباتات رباعية الكربون C₄ , وان هذه الانزيمات والتي هي موجودة في كل النباتات تلعب ادوارا مهمه في الحماية , وتجديد دورة كريس Krebs cycle وبذلك تساهم في البناء الحيوي للأحماض الامينية والمركبات الاخرى وبناء نظام مانع الاكسدة antioxidant system . وان تعرض النبات للشد الملحي يخفض من عملية البناء الضوئي التي تحدث تدريجيا متزامنة مع انخفاض صبغات البلاستيدات في الأوراق.

ان انواع نباتات رباعية الكربون C₄ تطورت تحت الظروف البيئية لارتفاع غاز ثاني اوكسيد الكربون, وهذا يزيد من النتروجين, وكفاءة استخدام الماء ,مقارنة مع نباتات ثلاثية الكربون C₃ ,اضافة الى ان نباتات رباعية الكربون C₄ لها قدرة على تجميع ثاني اوكسيد الكربون CO₂ اكثر من نباتات ثلاثية الكربون C₃ . اشارت الدراسات الفسلجية physiological والتشريحية anatomical الى ان نباتات رباعية الكربون C₄ هي اكثر تحملا للشد الملحي salt stress

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

والاكسدة الثانوية secondary oxidative من نباتات ثلاثية الكربون C3 وهذا يوضح امكانية تأقلم adaptation هذه النباتات للملوحة . ويعتبر Rubisco الانزيم المركزي في عملية تثبيت ثاني اوكسيد الكربون في النباتات وهو انزيم ثنائي الوظيفة bifunctional وان عملية التنفس الضوئي التي تحدث في نباتات ثلاثية الكربون C3 هي ليست الخسارة الوحيدة للطاقة ولكنها تؤدي الى خسارة صافية في تثبيت الكربون والنتروجين .

ان البناء الضوئي لنباتات رباعية الكربون C4 هو مثال للتطور المتوازي والذي يتضمن تغييرات جينية متعددة، اضافه الى تغييرات كيموحيوية biochemical, وتشريحه فبالمقارنة مع الاعشاب grasses نسبة الانتقالات من نباتات ثلاثية الكربون C3 الى رباعية الكربون C4 اعلى في النباتات المقاومة للجفاف drought resistant والمتحملة للملوحة salt-tolerant أي ان تكيفا للجفاف والبيئة الملحية ادت الى تطور نباتات رباعية الكربون C4, وان هناك احتمال حصول انقلابات من رباعية الكربون C4 الى ثلاثية الكربون C3.

الفصل الثامن

التجربة

المواد وطرائق العمل Materials and methods

اجريت تجربتان الأولى مختبريه والثانية تجربة أصص لدراسة تأثير ثلاثة تراكيز من الملوحة وهي (0 و 50 و 100 ملي مولر) مع ثلاثة فترات من الري وهي (ري مستمر حسب الحاجة , والري كل أربعة أيام , والري كل ستة أيام).

نفذت التجربة المختبرية في مختبرات دائرة فحص وتصديق البذور/ فرع صلاح الدين لدراسة تأثير ثلاثة مستويات من الملوحة وهي (0 و 50 و 100 ملي مولر) مع ثلاثة فترات من الري وهي (ري مستمر , والري كل أربعة أيام , والري كل ستة أيام) بهدف دراسة تأثير هذه العوامل في انبات وتطور البادرات لنباتات الذرة الصفراء (صنف العز) التي تمثل مسار البناء الضوئي لنباتات رباعية الكربون C4 والبصل صنف (Huizer دنماركي) الذي يمثل مسار نباتات ثلاثية الكربون C3. زرعت البذور بتاريخ 2012\2\28 في أطباق بتري ووضعت 15 بذرة في كل طبق بواقع ثلاث مكررات لكل مستوى ملحي وبعد مرور ثمانية أيام من الزراعة عرضت البادرات لفترات الري وتم دراسة الصفات الآتية:-

النسبة المئوية للإنبات (%): وقد استخدمت المعادلة الآتية لحساب النسبة المئوية للإنبات:

$$\text{النسبة المئوية للإنبات} = \text{عدد البذور النابتة} / \text{العدد الكلي للبذور} \times 100$$

طول الجذير والرويشة (سم), الوزن الجاف للجذير والرويشة (ملغم)

وقوة البذور Seed vigor: تم حسابها حسب المعادلة الآتية :

قوة البذور = النسبة المئوية للإنبات × طول البادرة / 100 (Ellis و Roberts, 1981)

ودليل قوة البادرة Seedling vigor index: تم حسابها حسب المعادلة الآتية:

دليل قوة البادرة = النسبة المئوية للإنبات × الوزن الجاف للبادرة (غم) (Farahani و Maroufi, 2011)

تجربة الأخص

أجريت تجربة عامليه وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) في حقول كلية الزراعة / جامعة تكريت للموسم الزراعي 2011-2012 . ولأجل الحصول على التراكيز الملحية المستخدمة في التجربة فقد تم تمليح التربة باستخدام طريقة الرش المستخدمة من قبل (Al-Saadawi , 1987) حيث فرغت التربة المراد تمليحها بسمك 5 سم على منضدة مغلقة بطبقة من النايلون , ثم رشت بصورة متجانسة بالمحلول الملحي حسب التراكيز ولعدة مرات وقلبت التربة بمقلاب خشبي لضمان تجانس التربة وللحصول على المستويين الملحين (50 و100ملي مولر) كما واستخدمت تربة بدون تمليح لغرض المقارنة , ثم ملئت أخص بلاستيكية غير مثقبة من الأسفل ذات قطر علوي 32 سم وارتفاع 33سم بالتربة بواقع 20 كغم لكل أخص وقبل تعبئة التربة تم وضع 1.5 كغم من الحصى في اسفل الأخص. وتم إجراء تقدير السعة الحقلية للتربة المستخدمة في الدراسة وذلك بأخذ جفنه صغيرة مثقبة القاعدة، ومعروفة الوزن ثم وضعت ورقة ترشيح مبللة بالماء في قاعدتها وتم وزنها ايضاً. وبعد ذلك وضع فيها (100) غم من التربة المجففة في فرن لمدة (48) ساعة بدرجة حرارة (70م) ثم غمرت قاعدة الجفنة في اناء يحتوي على الماء وتركت مدة من الزمن لتتشبع التربة بالماء، ثم اخرجت من الاناء وتركت حتى نزول اخر قطرة من الماء (بعد 48 ساعة) ثم وزنت مرة أخرى(الشلال (2005).

زرعت بذور الذرة الصفراء والبصل وسمدت حسب التوصيات، وتم ري النباتات بشكل مستمر ولحين إنبات البذور وظهور البادرات واعتمادها على نفسها في صنع الغذاء بعد ذلك عرضت النباتات إلى فترات الري المحددة في التجربة. وتم دراسة الصفات الآتية:-

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

طول المجموع الجذري والمجموع الخضري (سم)، والوزن الجاف للمجموع الجذري والمجموع الخضري (غم)،

والمساحة الورقية (سم²): طبقت المعادلة الآتية لحساب المساحة الورقية لنبات الذرة الصفراء:

$$\text{المساحة الورقية (سم}^2\text{)} = \text{اقصى طول للورقة} \times \text{اقصى عرض للورقة} \times 0.75$$

إذ ان 0.75: معامل التصحيح (Foote, 1965 و Carleton) Correction factor

اما المساحة الورقية للبصل فقد طبقت المعادلة الآتية لحسابها:

$$A = -93.1 + 1.83L + 38.6 C25$$

إذ ان A: المساحة الورقية، L: طول الورقة، C25: محيط الورقة على مسافة 25% من قاعدتها

قيس طول الورقة ومحيطها (على مسافة 25% من قاعدة الورقة) بواسطة شريط قياس لعشر أوراق من نباتات مختلفة من كل وحدة تجريبية ثم اخذ معدل لورقة واحدة واستخرجت مساحة الورقة الواحدة (Gamiely وآخرون, 1991).

والمساحة الورقية النوعية (سم².غم⁻¹) leaf area specific: تم حسابها حسب المعادلة الآتية:

المساحة الورقية النوعية = المساحة الورقية / وزن الأوراق (Radford, 1967)

ودليل المساحة الورقية الكلية leaf area index: تم حسابه حسب المعادلة الآتية:

دليل المساحة الورقية الكلية = المساحة الورقية الكلية / مساحة الأرض التي يشغلها النبات (Ohlrogge, 1988 و Winter)

ونسبة المساحة الورقية (LAR): %Leaf area ratio

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

$$LAR \% = L / TW_t \times 100$$

إذ ان: L = المساحة الورقية للنبات, TW_t = الوزن الجاف الكلي للنبات (Evans ,1972)

ونسبة وزن الأوراق الجاف : Leaves dry weight ratio (LWR%)

$$LWR = LW_t / TW_t \text{ إذ ان:}$$

LW_t = الوزن الجاف الكلي للأوراق, TW_t = الوزن الجاف الكلي للنبات (Evans ,1972)

ونسبة وزن الجذور الجاف (RWR): Root dry weight ratio % قيست حسب المعادلة:

$$RWR = RW_t / TW_t \text{ إذ ان:}$$

RW_t = الوزن الجاف الكلي للجذور, TW_t = الوزن الجاف الكلي للنبات (Evans ,1972)

وعدد الأوراق في النبات Number of leaves: تم قياسه بحساب عدد الأوراق لجميع النباتات النامية في الأصيص الواحد ثم قسم على عددها .

ونسبة المجموع الخضري الى الجذري shoot \ root ratio:

تم حساب النسبة بقسمة الوزن الجاف للمجموع الخضري لخمسة نباتات على الوزن الجاف للمجموع الجذري لها .

ومعدل النمو النسبي (RGR): Relative growth rate: تم قياسه حسب المعادلة:

$$RGR = \frac{\text{Loge} TW_{t_2} - \text{Loge} TW_{t_1}}{t_2 - t_1} \text{ إذ ان:}$$

TW_{t_1} = الوزن الجاف الكلي للنبات قبل بداية التجربة

TW_{t_2} = الوزن الجاف الكلي للنبات في نهاية التجربة

$t_2 - t_1$ = الفرق في الزمن بين بداية ونهاية التجربة. (Rawson وآخرون , 1987)

وتركيز كلوروفيل A و B (ملغم.غم-1 وزن طري) Concentrate of Chlorophyll

قدر تركيز الكلوروفيل في أوراق نباتات الذرة الصفراء والبصل بعد تعريضها لفترات الري حسب طريقة (Makinny / Arnon (Makinny، 1941) و (Arnon، 1949) إذ أخذ وزن 200 ملغم من الأوراق النباتية الطرية وسحقت مع 20 مل أسيتون بتركيز 80% بواسطة هاون خزفي ثم أجريت عملية الطرد المركزي على قوة 3000 دورة / دقيقة ولمدة 5 دقائق أخذ الراشح في قنينة حجميه وأكمل الحجم إلى 20 مل بإضافة الأسيتون 80% و تمت قراءة الامتصاصية absorbance على الطولين الموجيين 663 و 645 نانوميتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي Cam / Spectrophotometer واستخدمت المعادلة الآتية لحساب كمية كلوروفيل A و B :

$$\text{Chlorophyll A} = (12.7 \times A_{663}) - (2.69 \times A_{645}) \times V / (1000 \times W)$$

$$\text{Chlorophyll B} = (22.9 \times A_{645}) - (4.68 \times A_{663}) \times V / (1000 \times W)$$

إذ ان : V = حجم الاسيتون , W = وزن الأوراق

وتقدير ثباتية الغشاء البلازمي Determination of plasma membrane stability

تم تقدير أرتشاح الأيونات بقياس درجة التوصيل الكهربائي (EC) لرواشح عينات شريطية بطول 1 سم من أوراق الذرة الصفراء والبصل بوزن 1غم/عينة بعد تعريضها للملوحة وفترات الري وحسب طريقة (Paremachandra و Shimada, 1988) وذلك بقياس درجة التوصيل الكهربائي لرواشح العينات بجهاز Electrolytic Conductivity Measuring من نوع (5003 Kent Eli) وتم الحصول على النتائج بعد 24 ساعة من غمر العينات في الماء المقطر ، وتسخين هذه العينات لدقائق عدة حتى الغليان لقتل الأنسجة الحية ثم بردت في درجة حرارة الغرفة 25م^o وأعيد قياس التوصيل الكهربائي لرواشحها وتم تقدير ثبات الغشاء الخلوي باستخراج دليل الضرر (Injery Index) حسب معادلة (Hubac وآخرون, 1989):

دليل الضرر = القراءة الأولى للتوصيل الكهربائي / القراءة الثانية $\times 100$

وتقدير تركيز الحامض الأميني البرولين في الأوراق

تم تقدير الحامض الأميني البرولين في أوراق نباتات الذرة الصفراء والبصل المزروعة في الأصص بعد تعريضها لفترات الري حسب طريقة (Bates وآخرون, 1973) باستعمال جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer \ cam) وعلى طول موجي 520 نانوميتر . وكما يأتي:

تؤخذ العينات من الأوراق الطازجة، وباستخدام النهايدين أسيد Ninhydrin acetic acid الذي يحضر من تسخين 1.25 من النهايدين مع 30 مل من حامض الخليك الثلجي Glacial acetic acid و 20 مل من 6 M Phosphoric acid مع التحريك حتى الذوبان ويستعمل خلال 24 ساعة من تحضيره لأنه يتحلل بعدها ويصبح غير صالح للاستخدام ويحفظ بارداً في الثلاجة بدرجة 4 م. o . يؤخذ 250 ملغم من العينة النباتية الطرية ثم توضع في جفنه خزفية ثم يوضع 5 مل من Sulfosalicylic acid تركيز 3% ثم يسحق إلى حد التجانس ثم يرشح خلال ورق ترشيح ، بعد ذلك يؤخذ 2 مل من هذا الراشح ويضاف 2 مل من النهايدين المحضر و 2 مل من حامض الخليك الثلجي ثم توضع في أنبوبة اختبار وتوضع في حمام مائي بدرجة حرارة 100 م. o ولمدة ساعة ثم يحول إلى حمام ثلجي لمدة نصف ساعة ، بعدها يضاف لكل عينة 4 مل من التولوين Toluene إذ يمزج بشكل جيد في كل أنبوبة اختبار (بواسطة خلاط هزاز) لمدة 15 - 20 ثانية ، الطبقة الحاوية على التلوين تسحب من الطور المائي ثم تترك لحين وصول النموذج الى درجة حرارة الغرفة ثم تقرأ الامتصاصية عند طول موجي 520 نانوميتر، معنى ذلك سوف تتكون طبقتان ، الطبقة العليا ذات لون وردي والسفلى مائية إذ إن الطبقة العليا تحتوي على البرولين ، يتم قياس البرولين في الطبقة العليا عن طريق قياس الامتصاصية عند طول موجي 520 نانوميتر ، كما يستخدم التلوين للمقارنة .

ودليل التحمل tolerance index: تم حساب دليل التحمل الملحي والجفاف حسب معادلة (Carpici وآخرون , 2009):

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون

$$\text{Salt (or Drought) tolerance index (\%)} = (\text{TDW at } S_x / \text{TDW at } S_0) \times 100$$

إذ ان: TDW: الوزن الجاف الكلي, S_0 : معاملة المقارنة ,

S_x : معاملات التجربة (ملوحة أو جفاف)

الفصل التاسع النتائج والمناقشة

أولاً: تأثير الملوحة

تؤثر الملوحة في جميع مراحل نمو النباتات، ولكن حساسية النبات تختلف من مرحلة الى اخرى. إن الزيادة في تركيز الملوحة يؤدي الى انخفاض نسبة الإنبات والنمو والإنتاجية، وهذا يرجع الى التأثيرات السمية وعدم التوازن الأيوني والى التأثيرات الازموزية .

فنلاحظ من نتائج هذه الدراسة ان نباتات رباعية الكربون C4 (الذرة الصفراء) و نباتات ثلاثية الكربون C3 (البصل) لم تختلف معنوياً في نسبة الإنبات (الجدول 1) وقد يعزى سبب ذلك الى قلة حساسية إنبات بذور النباتين للملوحة . فالذرة الصفراء اكثر حساسية في مرحلة نمو البادرات من مراحل الإنبات والمراحل المتقدمة الأخرى، ان دخول الماء الى البذرة يكون نتيجة فرق الجهد الكبير فعندما تكون البذرة جافة فالماء يدخل الى البذور حتى اذا كان المحلول الملحي مرتفعاً . وهذا يتفق مع نتائج (Hussain وآخرون, 2010) و (Javed وآخرون , 2011) حيث لم يجدوا فروقا معنوية في نسبة الإنبات بينما لم يتفق مع نتائج (الربيعي 2002, و Carpici وآخرون, 2009) و(العكيدي, 2012) .

ان قوة البذور seed vigour , وقوة البادرات seedling vigour هما معلمان مختلفان فقوة البذور هي قابلية البذور على الإنبات والنمو بسرعة لتنتج بادرات طبيعية وهي دليل على مدى التدهور الفسيولوجي او السلامة الميكانيكية للإنبات والتي تبين قابلية البذور على التحكم في مدى واسع من الظروف الحقلية بينما قوة البادرات فهي تعني النمو السريع للبادرات خلال مرحلة ظهور الفلق والمرحلة المبكرة لظهور الأوراق الحقيقية . تشير نتائج الدراسة الى انخفاض قوة البذور ودليل قوة البادرة مع ارتفاع مستويات الملوحة (الجدول 2 و 3) وان تفوق نباتات رباعية الكربون C4 على نباتات ثلاثية الكربون C3 في هاتين الصفتين قد يعزى سببه الى انخفاض الضغط الازموزي osmotic potential . في نباتات ثلاثية الكربون C3 اكثر

من نباتات رباعية الكربون C4 وهذا يتفق مع ما أوجده (Seyedi وآخرون , 2012) بينما لم يتفق مع ما أوجده (Khan وآخرون , 2009).

تظهر الدراسة ان الملوحة سببت اختزالا في نمو بادرات الذرة الصفراء والبصل في حين تفوقت نباتات رباعية الكربون C4 على ثلاثية الكربون C3 في صفة طول الجذير والرويشة (الجدول 5و4) . فالملوحة خفضت الجهد المائي للجذور الذي سبب انخفاض سريع في معدل النمو مع تغييرات ايضية مماثلة لتلك الناتجة عن الشد المائي. ان السبب الرئيسي للجفاف الفسيولوجي، ومن ثم انخفاض انقسام الخلايا وبالتالي انخفاض توسع نمو الجذور من المحتمل ان تكون بسبب تداخل الملوحة مع بناء وعمل الهرمونات. إضافة لذلك تكون الجذور ذات خلايا سميكة الجدران يكثر فيها اللكتين مما يؤدي إلى زيادة مقاومة الجذور لدخول الماء، وبالتالي خفض معدل نموها وعدد تفرعاتها. كما انخفض الوزن الجاف للجذير والرويشة (الجدول 6 و 7) لنوعي النبات وتفوقت نباتات رباعية الكربون C4 على ثلاثية الكربون C3 في كلا الصفتين. وهذا يتفق مع ما أوجده (Ali و Abbas,2003) و (Khodary,2004) بينما لم تؤيده (القحطاني,2004).

كما أظهرت النتائج انخفاض طول المجموع الخضري والجذري للنباتين مع زيادة مستويات الملوحة (الجدول 8 و 9) وتفوقت نباتات رباعية الكربون C4 على ثلاثية الكربون C3. وقد يرجع سبب تراجع النمو الخضري تحت ظروف الشد الملحي، الى التأثير المباشر للشوارد المتراكمة Na^+ , Cl^- في نفاذية الأغشية السايوبلازمية ونشاط الانزيمات والى عجز الماء داخل الخلايا النباتية بسبب قلة امتصاص الماء، بفعل تراجع الجهد المائي في الوسط المغذي . او قد يعود سبب الانخفاض الى ضعف نمو الجذور عند زيادة ملوحة التربة والذي يؤدي بالنتيجة الى قلة امتصاص الماء، والعناصر الغذائية، التي تسهم في نمو واستطالة النبات. فالتركيز المرتفع للملوحة يؤدي الى انخفاض نمو النبات، والمساحة الورقية، نتيجة لانخفاض النشاط المرستيمي، واستطالة الخلايا في القمم النامية، مما يؤدي الى تقزم النبات , إضافة الى ان الملوحة تثبط عملية البناء الضوئي، وتصنيع المواد الكربوهيدراتية، وبالتالي تؤثر سلبيا في

انقسام الخلايا, ومن ثم نمو النبات . وهذا ما أيده (Shereen وآخرون , 2005) و (العودة , 2007).

وتشير نتائج الدراسة الى تفوق نباتات رباعية الكربون C4 على ثلاثية الكربون C3 في الوزن الجاف للجذور والمجموع الخضري المعرضة للشد الملحي للنبات (الجدول 10 و 11) مما يدل على أن نبات الذرة الصفراء أكثر مقاومة للملوحة في مرحلة النمو الخضري. كما ان سبب الاختزال قد يعود الى تأثير عملية البناء الضوئي مما ينعكس على كمية المواد الكربوهيدراتية المتكونة وبالتالي يؤدي الى نقصان الوزن الجاف للمجموع الخضري . وهذا يتفق مع نتائج (Azevedoneto وآخرون, 2004) و (Neto وآخرون , 2004) و (الدوري, 2005) و (Chen وآخرون , 2005) بينما لم يتفق مع نتائج (Bekheet وآخرون , 2006).

اما صفة المساحة الورقية والمساحة الورقية النوعية ودليل المساحة الورقية الكلية ونسبة المساحة الورقية (الجدول 12 و 13 و 14 و 15) فقد انخفضت مع زيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم في كلا النباتين وتفوقت نباتات رباعية الكربون C4 على نباتات ثلاثية الكربون C3 في هذه الصفات. ويمكن ان يعزى سبب ذلك الى انخفاض انقسام الخلايا وتوسعها , نتيجة لانخفاض تراكيز الهرمونات المحفزة لهذه العملية الفسيولوجية, وقد يكون سبب انخفاض المساحة الورقية, نتيجة ارتفاع الضغط الأزموزي لخلايا الأوراق بتأثير الملوحة , مما ادى الى قلة كمية الماء الداخلة الى المجموع الخضري, ومن ثم قلة الجهد المائي لخلايا الورقة, وبالتالي قلة استطالتها . وهذا يتفق مع ما أوجده (Al-Busaidi وآخرون , 2007) و (Gautam و Singh , 2011) و (El-Khawaga, 2013). ويمكن ان يفسر انخفاض المساحة الورقية النوعية, الى انخفاض مكوناتها (مساحة الورقة ووزنها) نتيجة ارتفاع تركيز ملح كلوريد الصوديوم . وهذا يتفق مع (احمد , 2006) . كما يمكن ملاحظة تغيرات مورفولوجية, وتشريحية عديدة على المحاصيل المعرضة لتراكيز عالية من الاملاح , كصغر حجم الورقة, وقلة عدد الخلايا فيها, مع كبر حجم الخلية , وزيادة سمك الورقة, وصغر فتحات الثغور ,وتغير لون الورقة الى الاخضر المزرق .

تفوقت نباتات رباعية الكربون C4 على نباتات ثلاثية الكربون C3 في صفة نسبة الوزن الجاف للجذور (الجدول 16) بينما لم تختلف نباتات رباعية الكربون C4 عن نباتات ثلاثية الكربون C3 في صفة نسبة الوزن الجاف للأوراق (الجدول 17).

نستنتج من نتائج الدراسة تفوق نباتات رباعية الكربون C4 على نباتات ثلاثية الكربون C3 في صفة عدد الأوراق (الجدول 18) ومعدل النمو النسبي (الجدول 19). ويمكن ان يرجع انخفاض عدد الأوراق الى تجمع ايونات الكلور والصدوديوم في الأوراق مما يؤدي الى تساقطها, نتيجة سمية هذين العنصرين, أو ان أول استجابة للأنواع الحساسة للملوحة تتمثل, في تقليل عدد الأوراق لأن المجموع الخضري يتأثر أسرع من المجموع الجذري خلال فترة قصيرة من تعرض النبات للملوحة. وهذا يتفق مع نتائج (Al-Harbi وآخرون, 2002) و (Nawaz, 2007) و (El Sayed, 2011).

أما صفة نسبة المجموع الخضري الى الجذري (الجدول 20) فقد انخفضت في كلا النباتين ولكن لم تصل الى حدود المعنوية. وهذا يتفق مع نتائج (Ali وآخرون, 2004) و (El Sayed, 2011). ولم يتفق مع نتائج (Rafiq وآخرون, 2006) و (Tejera وآخرون, 2006).

نلاحظ من نتائج الدراسة ايضا ان نباتات رباعية الكربون C4 و ثلاثية الكربون C3 لم تختلف معنويا في صفة تركيز كلوروفيل A (الجدول 21) بينما تفوقت نباتات الذرة الصفراء على نباتات البصل في تركيز كلوروفيل B (الجدول 22). ان انخفاض الكلوروفيل قد يرجع الى التأثير السمي للأملاح في نشاط الانزيمات المسؤولة عن تكوين الصبغات, ونشوء البلاستيديات, كما تسبب تشوها في البلاستيديات الخضراء, اضافة الى استبدال بوتاسيوم البلاستيديات بالصدوديوم, او قد تسبب اختزال في حجم النمو الخضري للنبات مما يؤدي الى صغر حجم الأوراق, ومن ثم قلة عدد البلاستيديات الخضراء. وهذا يتفق مع ما وجدته (الموسوي, 2001) و (السعيد والعبادي, 2012) و (Siringam وآخرون, 2012) بينما لم يتفق مع ما أوجده (Rahdari وآخرون, 2012).

كما توضح نتائج (الجدول 23) ان نباتات رباعية الكربون C4 وثلاثية الكربون C3 لم تختلف معنويا في صفة دليل الضرر. حيث ان إجهاد الأوكسدة Oxidative stress وهو الاجهاد الثانوي الناتج عن اجهاد الملوحة، والذي يؤدي الى تشكيل انواع الاوكسجين النشط AOS، وبالتالي يؤدي الى تلف لبيدات، وبروتينات الاغشية اضافة الى الاحماض النووية للخلية. وهذا يتفق مع ما أوجده (الدوري, 2005) و(Kaya وآخرون , 2010).

بينما تظهر نتائج الدراسة تفوق نباتات رباعية الكربون C4 على ثلاثية الكربون C3 في صفة تركيز البرولين (الجدول 24). وقد يكون السبب هو زيادة بناء البرولين من قبل الخلايا المعرضة للشد الملحي ليندفع في الساييتوبلازم لخلق حالة من التوازن الازموزي داخل الخلايا خاصة في الفجوات، والساييتوبلازم، او لموازنة الشد الحاصل على اغشية الماييتوكوندريا نتيجة لزيادة تركيز الملح في وسط النمو. وهذا يتفق مع ما أوجده (يوسف وآخرون 2003) و(اللحام وآخرون , 2006) و(Golezani وآخرون, 2011) و(السعيد والعبادي , 2012).

اما بالنسبة لصفة التحمل الملحي (الجدول 25) فلم تختلف نباتات C4 معنويا عن نباتات C3. حيث يمكن تعريف تحمل النبات للملوحة من الناحية الفسيولوجية بأنه تجمع الايونات، وتراكمها، في جسم النبات دون ظهور اي تأثيرات سلبية على معالم النمو والإنتاج، وان صفة تحمل الملوحة، هي صفة كمية ويسيطر عليها عدد من الجينات، وان هذه الجينات تتوافق مع الصفات الفسلجية، والتي تعزى اليها تحمل الملوحة. وقد يعود سبب الاختلاف في التحمل الملحي، الى نشاط انزيمات مانعة التاكسد antioxidant enzymes، او اللبيدات lipid peroxidation والتي ترتبط بالإنتاج الجاف الكلي. وهذا يتفق مع نتائج (Bekheet وآخرون , 2006) و(Carpici وآخرون, 2009).

نلاحظ من مجمل هذه الدراسة، تفوق نباتات رباعية الكربون C4 على نباتات ثلاثية الكربون C3 في صفات طول الجذير، والرويشة، وقوة البذور، ودليل قوة البادرة، والوزن الجاف للجذير، والرويشة، وطول الجذور، والوزن الجاف للمجموع الخضري، والجذري، والمساحة الورقية، والمساحة الورقية النوعية، ودليل المساحة الورقية الكلية، ونسبة المساحة

الورقية, ونسبة وزن الجذور, وعدد الأوراق, وكلوروفيل b , بينما ارتفع تركيز البرولين في مجموعة نباتات رباعية الكربون C4 بصورة اعلى من نباتات ثلاثية الكربون C3. ويمكن ان يعزى هذا التفاوت بين نباتات C4 و C3 الى نوع النبات, وتحمله للملوحة وذلك بإحداث بعض التغييرات في شكله الظاهري, خاصة شكل, ومساحة الأوراق. وهذا يتفق مع ما أوجده (العكيدي, 2012) في طول الجذير, والوزن الجاف للجذير, بينما لم يتفق معه في نسبة الإنبات, وطول الرويشة, والوزن الجاف للرويشة, حيث تفوقت نباتات C3 على نباتات C4. وقد يعزى سبب ذلك الى الاختلاف التشريحي للنباتين, فالملوحة تسبب تثبيط في النشاط الكامبيومي, الذي يسبب بدوره تقليل التكشف للأنسجة الناقلة, والذي يؤدي الى صغر حجم, وطول, ووزن الجذور , وهي تؤدي أيضا الى موت خلايا بشرة الجذور, وخلايا القشرة الوسطية, وبالتالي تلف الجذور, وضعف قدرتها على امتصاص الايونات, مما ينعكس على النمو الخضري, والجذري .

ثانيا: تأثير فترات الري:

الشد المائي, هو الحالة التي يمر بها النبات عندما تكون كمية الماء الممتصة من قبل الجذور اقل من الكمية المطروحة بعملية النتح, مما يؤدي الى قلة محتوى الخلايا, والانسجة من الماء, وبالتالي قلة جهده الازموزي, ومن ثم جهده المائي, إضافة الى حدوث نقص في الضغط الانتفاخي اللازم لانتفاخ الخلايا, وانتصابها, وبهذا يقل نمو, واستطالة الخلايا, بالإضافة الى بطء سرعة العمليات الحيوية, التي تقوم بها خلايا النبات.

تشير نتائج الدراسة الى انخفاض نسبة الإنبات (الجدول 1) مع تباعد فترات الري لنباتات رباعية الكربون C4 وثلاثية الكربون C3 ولكنها لم تصل حد المعنوية. وهذا يتفق مع نتائج (Ahmad وآخرون , 2009) و(عبيد و حداد , 2011) بينما لم يتفق مع نتائج (Zhang وآخرون , 2010) .

كما تظهر نتائج الدراسة عدم وجود اختلافات معنوية في صفة قوة البذور (الجدول 2) لنباتات C4 و C3 مع تباعد فترات الري وتفوقت نباتات C4 على C3 في صفة دليل قوة البادرة (الجدول 3) .

وتوضح نتائج الدراسة عدم اختلاف نباتات C4 و C3 معنويا في صفة طول الجذير (الجدول 4) بينما تفوقت نباتات C4 على C3 في صفة طول الرويشة (الجدول 5) وسبب ذلك يعود الى ان الجفاف السريع يؤثر بقوة على تكوين الحويصلات vesicles في خلايا البصل مما يؤدي الى تقلص حجم الخلايا بطريقة بحيث اثناء متابعة ترطيب الخلايا لا تستطيع استعادة حجمها الأصلي وتتمزق مسببة موت الخلايا بعد الصدمة الازموزية osmotic shock. وهذا يتفق مع نتائج (Whalley وآخرون , 2003) حيث كانت بادرات البصل أكثر حساسية للجهد المائي المنخفض من بادرات الذرة الصفراء..

كما تظهر نتائج الدراسة انخفاض الوزن الجاف للجذير (الجدول 6) ولكن لم يصل الانخفاض الى حد المعنوية بينما تفوقت نباتات C4 على نباتات C3 في صفة الوزن الجاف للرويشة (الجدول 7) مع تباعد فترات الري. ويمكن ان يعزى ذلك الى التباين في معدل البناء الضوئي بين الأنواع النباتية والنتيجة عن التباين في الخصائص البايوكيميائية والتشريحية والشكلية لأوراقها والذي يدفع النبات لتسخير كمية اكبر من نواتج البناء الضوئي باتجاه الجذور . لان الشد المائي يقلل توسع وانقسام الخلايا cell division وبالتالي نمو النبات. وهذا يتفق مع نتائج (Aslam وآخرون , 2013) بينما لم يتفق مع نتائج (Aldesuquy وآخرون , 2012) حيث وجدوا ان الشد المائي سبب زيادات ملحوظة في طول الجذر.

وتوضح نتائج الدراسة انخفاض طول المجموع الخضري والجذري (الجدول 8 و 9) لنباتات C4 و C3 ولكنها لم تصل حد المعنوية. فان انقسام وتوسع الخلايا تساهم في نمو الجذور وان شكل وطول الخلايا يكون نتيجة توسع الخلايا اضافة الى النمو المستقطب polarity of growth فبينما يدخل الماء الى الخلية يزداد حجم البروتوبلازم ومكونات جدار الخلية المختلفة تدريجيا وبالتالي يؤدي الى ارتخاء الجدار ثم توسعه وبالمقابل تتوقف استطالة الخلايا. ان

الانخفاض في نمو أجزاء النبات الهوائية ومن ثم الكتلة الحية يمكن الا يكون ناجما عن تأثير الجفاف فقط، بل يمكن ان يكون نتيجة تأثير التداخل بين الجفاف وتدني امتصاص العديد من العناصر الغذائية في التربة. وهذا ما أيده (الشلال , 2005) و (Vitkauskaite) و (Venskaityte, 2011) و (Aslam وآخرون , 2013) و (Li وآخرون , 2013).

وتوضح النتائج انخفاض الوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري (الجدول 10 و 11) مع تباعد فترات الري، ولكن لم يصل الانخفاض الى حد المعنوية بين نباتات C4 و C3. وهذا ما أيده (Vitkauskaite و Venskaityte, 2011) كما وجد (Ibrahim وآخرون , 2013) ان الوزن الجاف للمجموع الخضري في مرحلة النمو الخضري انخفض تحت ظروف الجفاف لنبات الذرة البيضاء.

تظهر النتائج انخفاض المساحة الورقية والمساحة الورقية النوعية ودليل المساحة الورقية الكلية ونسبة المساحة الورقية (الجدول 12 و 13 و 14 و 15) مع تباعد فترات الري إذ تفوقت نباتات C4 على نباتات C3 في صفة المساحة الورقية وهذا يتفق مع ما أوجده (الجابري, 2002) و (Whalley وآخرون , 2003) و (Moussa و Abdel-Aziz, 2008) و (الجويبي, 2012). وقد يكون سبب ذلك ان فترات الري المتباعدة تقلل من المحتوى المائي للنسيج النباتي وبالتالي من الجهد المائي لخلايا الورقة وما يصاحبه من قدرة الورقة على الانقسام والتوسع وتثبيط النمو العام للنبات. بينما لم تصل الاختلافات حد المعنوية في صفات المساحة الورقية النوعية ودليل المساحة الورقية الكلية ونسبة المساحة الورقية عند المقارنة بين نباتات C4 و نباتات C3 .

تشير نتائج الدراسة الى انخفاض غير معنوي في صفات نسبة الوزن الجاف للأوراق والجذور (الجدول 16 و 17) بين نباتات C4 و نباتات C3 وقد يعزى سبب ذلك الى انخفاض الوزن الجاف للأوراق والجذور نسبة الى الوزن الكلي للنبات.

ومن جانب آخر توضح نتائج التجربة تفوق نباتات C4 على نباتات C3 في صفات عدد الأوراق ومعدل النمو النسبي (الجدول 18 و 19) بينما لم تختلف كلا المجموعتين النباتية معنويا في صفة نسبة المجموع الخضري الى الجذري (الجدول 20) مع تباعد فترات الري.

انخفض تركيز كلوروفيل A (الجدول 21) مع تباعد فترات الري لنباتات C4 و C3 ولكن لم يصل هذا الانخفاض الى حدود المعنوية بين المجموعتين بينما تفوقت نباتات C4 في صفة تركيز كلوروفيل B (الجدول 22) على نباتات C3. ويمكن ان يعزى انخفاض تركيز الكلوروفيل الى تقليص فتح الثغور بغرض تقليل فقد الماء وبقاء هذا الأخير يؤدي الى تمدد المحلول الكلوروفيلي وبالتالي تناقص تركيزه. او ربما يعود السبب كون نقص المحتوى المائي يسرع من عملية هدم الكلوروفيل التي من أعراضها اصفرار أوراق النباتات المعرضة للشد المائي نتيجة لهذا الهدم كما قد يعود سبب انخفاض تركيز الكلوروفيل بزيادة فترات التعطيش إلى تثبيط عملية التمثيل الضوئي للحد من فتحة الثغور مما أثر على نمو البلاستيدات الخضراء ومن ثم اختزال صبغة الكلوروفيل. وهذا يتفق مع ما أوجده (الدسوقي , 2009) و(العبيدي , 2012) بينما لم يتفق مع ما أوجده (Slugenova وآخرون , 2011).

توضح النتائج ازدياد نسبة الضرر (الجدول 23) مع تباعد فترات الري، ولكن لم تختلف نباتات C4 عن C3 معنويا في هذه الصفة. فعند تعرض النباتات للجفاف وفقدتها لضغط الامتلاء فانه ينتج عن الشد الميكانيكي انهيار للجدار الخلوي وتخریب للغشاء الخلوي غير العكسي . وهذا يتفق مع نتائج (الشلال , 2005) و(Wang وآخرون, 2008) و(Li وآخرون , 2013).

ازداد تركيز البرولين (الجدول 24) مع تباعد فترات الري ولكن لم تختلف نباتات C4 عن نباتات C3 معنويا في هذه الصفة . حيث ان التأثير الأولي لتحمل الشد الملحي والجفاف هو تراكم الحامض الاميني البرولين والكلايسين بيتان والسكر والذي يستخدم لموازنة الضغط الازموزي في الخلايا. وهذا يتفق مع ما أوجده (Slugenova وآخرون , 2011) و(الجويني 2012, و Li وآخرون , 2013).

تظهر نتائج الدراسة انخفاض دليل تحمل الجفاف (الجدول 25) مع تباعد فترات الري ولكن لم تختلف نباتات C4 عن C3 معنوياً في هذه الصفة. وقد يعزى سبب ذلك الى تحول النشا الى سكريات بسيطة عند تعرض النبات للشد الرطوبي كوسيلة دفاعية للنبات ضد الشد الرطوبي فالنشا لا يغير الجهد المائي للأوراق اما السكريات الذائبة فانها تقلل من الجهد الازموزي للنبات إذ يصبح سلبياً فيزيد من قوة امتصاص الماء بزيادة الفرق بين التربة والنبات. فآلية التحمل تكون باستخدام النباتات للسكريات للمحافظة على ثبات الانزيمات والتراكيب الخلوية في غياب الماء او في زيادة في تعبير المورثات المتعلقة بالمسارات الايضية لتحمل الجفاف وتساهم الدهون والهرمونات النباتية وخاصة حامض الابسيسيك في اعطاء الاشارة والاستحثاث لتعبير هذه المورثات او استخدام آلية التأقلم الشكلي على هيئة شيخوخة جزئية للأنسجة والحد من المساحة السطحية للأوراق. وهذا يتفق مع نتائج (عامر وآخرون, 2009) و(Ahmad وآخرون, 2009).

نلاحظ من نتائج الدراسة تفوق نباتات C4 على C3 في صفات دليل قوة البادرة وطول الرويشة والوزن الجاف للجذير والمساحة الورقية وعدد الأوراق ومعدل النمو النسبي وكلوروفيل b. وقد يكون سبب ذلك ان نمو النبات يعتمد على انقسام division واستطالة enlargement وتميز differentiation الخلايا إضافة الى التفاعلات المعقدة بين العوامل الوراثية والفسلجية والبيئية والتي تشترك جميعها في نمو النبات المتأثر بإجهاد الجفاف (Kasim وآخرون, 2013).

ان اجهاد الجفاف والملوحة يخفض من نمو الخلية cell growth والبناء الضوئي photosynthesis وينشط التنفس activate respiration وبالتالي يخفض من نمو النبات وان NADPH هو احد اكثر العوامل اهمية في نمو الخلية وفي الانتشار proliferation والتسمم detoxification وهو ناتج كرد فعل يتحفز بواسطة NADP-ME. نتيجة لتداخل تأثيرات العوامل على النبات ربما يصعب التفريق بين تأثير الإجهاد المائي والملحي اذا لم يحدد تأثير كل عامل على حده لتجنب تداخل العوامل المؤثرة كما لا يمكن اغفال العوامل البيئية الأخرى

المحيطة بالنبات . حيث ان تراكم المادة الجافة هو حصيلة لنشاط عملية البناء الضوئي وان اي عامل يثبط هذا النشاط ينعكس حتما في قلة نمو النبات وبالتالي قلة المادة الجافة وقد لوحظ ان عاملي الملوحة وتباعد فترات الري أثرت سلبا في مؤشرات النمو حيث قللت من النمو الخضري والجذري للنباتات والمساحة الورقية.. الخ مما يشير الى إمكانية تأثير الفعل السلبي في تراكم نواتج عملية البناء الضوئي.

تظهر النتائج وجود فروق بين معاملات التداخل لمستويات الملوحة وفترات الري ولكنها لم تصل الى حد المعنوية لأغلب الصفات وقد يكون سبب ذلك سيادة تأثير الشد المائي على الملحي أو العكس. وقد يعزى سبب تفوق نباتات C4 على C3, الى ان معدلات البناء الضوئي في نباتات رباعية الكربون اعلى مما في انواع ثلاثية الكربون لانها ذات تنفس ضوئي قليل جدا او معدوم كما ان نباتات C4 تحتوي على البلاستيدات الخضراء في غلاف الحزمة الوعائية اضافة الى تواجدها في خلايا النسيج الوسطي كما ان عدد وحجم الأوراق يتأثر بالتركيب الوراثي والبيئة . مما يدل على أن نبات الذرة الصفراء له قدرات تكيفية عالية لمواجهة الإجهادات البيئية ومنها الإجهاد الملحي وإجهاد الجفاف فنباتات C4 تمتلك ميزات تشريحية تجعل نموها أسرع من نباتات C3. حيث ان النباتات تستجيب لإجهاد الجفاف على مستوى جزيئي molecular وخليوي cellular وفسلجي physiological وهذه الاستجابة تعتمد على الانواع species والتركيب الوراثي genotype وشدة خسارة الماء severity of water loss والعمر the age ومرحلة التطور . كما ان نمو النبات يعتمد على انقسام division واستطالة enlargement وتميز differentiation الخلايا اضافة الى ان التفاعلات المعقدة بين العوامل الوراثية والفسلجية والبيئية والمظهرية تشترك كلها في نمو النبات والذي يتأثر بإجهاد الجفاف، وان نقص الماء الحاد يقيد نمو النبات حيث يثبط استطالة الخلايا بسبب توقف تدفق الماء من نسيج الخشب xylem الى الخلايا المحيطة مما يؤدي الى خفض توسع وانقسام الخلايا الاعتيادي mitosis ومن ثم انخفاض في نمو النبات . وان انخفاض النمو في النباتات يكون بصورة رئيسية بسبب التأثيرات الحادة للملوحة على العمليات الكيمياوية الحيوية والفسلجية المختلفة بسبب التأثيرات الازموزية والسامة للملح والتي تقلل من امتصاص بقية العناصر المعدنية المغذية مثل عنصر النتروجين والبوتاسيوم والكالسيوم من منطقة الجذور.

الفصل العاشر

لماذا نباتات رباعية الكربون

في عملية التمثيل الضوئي لنباتات رباعية الكربون C4 ، يتم إنتاج مركب رباعي الكربون ، ويسمح تشريح الأوراق الفريد، لثاني أكسيد الكربون بالتركز في خلايا غمد الحزمة bundle sheath حول Rubisco. وهذا الهيكل يقوم بتسليم ثاني أكسيد الكربون مباشرة إلى انزيم Rubisco ، ويزيل بشكل فعال اتصاله بالأوكسجين، والحاجة إلى التنفس الضوئي photorespiration.

من المعروف أن الجفاف والملوحة هما العاملان اللاحيويان الرئيسيان اللذان يقللان من الإنتاجية العالمية للمحاصيل الرئيسية. وحتى الآن، لا تزال معرفتنا الحالية حول العمليات الرئيسية التي تنطوي عليها تكيفات النبات مع ظروف الإجهاد اللاأحيائي محدودة للغاية. لذلك، هناك حاجة لفهم آليات تحمل وتكيف النباتات واستراتيجيات التخفيف من الاجهادات اللاأحيائية. وقد تكون نباتات رباعية الكربون هي الحل!

فتحت ظروف الإجهاد اللاأحيائي مثل الجفاف والملوحة ودرجة الحرارة العالية والضوء العالي وتركيز ثاني أكسيد الكربون الحالي في الغلاف الجوي، يكون مسار نباتات رباعية الكربون C4، أكثر كفاءة من التمثيل الضوئي لنباتات ثلاثية الكربون C3 ، لأنه يزيد من تركيز ثاني أكسيد الكربون حول إنزيم تثبيت ثاني أكسيد الكربون الرئيسي روبيسكو Rubisco ، يتم قمع تفاعل الأوكسجينيز The oxygenase reaction إلى حد كبير ، وبالتالي ، التنفس الضوئي.

يمكن أن يلعب فهم كيفية استجابة النباتات للجفاف، والملوحة، والضغط المصاحبة لها دوراً رئيسياً في تثبيت أداء المحاصيل في ظل هذه الاجهادات البيئية، وفي حماية الغطاء النباتي الطبيعي. وتعتبر تقنيات الإدارة الملائمة، والتربية الوراثية النباتية أدوات لتحسين كفاءة استخدام الموارد (بما في ذلك المياه) بواسطة النباتات. يعتبر التمثيل الضوئي، إلى جانب نمو الخلايا، من بين العمليات الأولية التي تتأثر بالجفاف أو بالملوحة، ويمكن أن تكون هذه

تؤدي حمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

التأثيرات مباشرة ، نظرًا لانخفاض توافر ثاني أكسيد الكربون الناجم عن تقييد انتشاره من خلال الثغور والميزوفيل ، أو التغيرات في عملية التمثيل الضوئي، أو يمكن أن تنشأ آثار للإجهاد بشكل ثانوي ، وهو الإجهاد التأكسدي oxidative stress. حيث تتواجد هذه الأخيرة في الغالب في ظل ظروف إجهاد متعددة ويمكن أن تؤثر بشكل خطير على آلية التمثيل الضوئي للأوراق.

تتجنب نباتات رباعية الكربون C4 التنفس الضوئي photorespiration باستخدام إنزيم آخر يسمى PEP أثناء الخطوة الأولى من تثبيت الكربون. تحدث هذه الخطوة في خلايا الميزوفيل mesophyll cells الموجودة بالقرب من الثغور حيث يدخل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين إلى النبات. يستقطب PEP جزيئات ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي فهو أقل عرضة للتفاعل مع جزيئات الأكسجين. ويقوم PEP بتثبيت ثاني أكسيد الكربون في جزيء رباعي الكربون، يسمى malate، ويتم نقله إلى خلايا غمد الحزمة التي تحتوي على إنزيم Rubisco. ثم يتم تقسيم الماليت malate، إلى مركب يعاد تدويره مرة أخرى إلى PEP وثاني أكسيد الكربون الذي يثبته إنزيم روبيسكو Rubisco في السكريات ، دون الاضطرار إلى التعامل مع جزيئات الأكسجين المتوفرة بكثرة في الخلايا المتوسطة mesophyll cells.

أما نباتات ثلاثية الكربون C3 فلا تحتوي على التركيب التشريحي (لا توجد خلايا غمد الحزمة) ولا وفرة من PEP الكربوكسيليز PEP carboxylase، لتجنب التنفس الضوئي، مثل نباتات رباعية الكربون C4. ان نباتات ثلاثية الكربون C3 محدودة بثاني أكسيد الكربون، وقد تستفيد من زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي الناتجة عن أزمة المناخ.

تحتوي نباتات C3 على بعض أهم مصادر السرعات الحرارية في جميع أنحاء العالم: مثل الحنطة والشعير، واللوبيا وفول الصويا والأرز.. الخ. غالبًا ما تكون المناطق التي تزرع فيها هذه المحاصيل هي المناطق الحارة والجافة، مما يعني أنها يمكن أن تستفيد من آليات توفير الطاقة

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

لعملية التمثيل الضوئي لنباتات رباعية الكربون C4. في حين أن التمثيل الضوئي لنباتات ثلاثية الكربون C3 لديه مساحة أكبر للتحسين لزيادة إنتاج المحاصيل.

تكون معدلات التنفس الضوئي مرتفعة في نباتات ثلاثية الكربون C3. بينما تتمتع نباتات رباعية الكربون C4 بكفاءة استخدام المياه، مقارنة مع نباتات ثلاثية الكربون C3, لأن عملية التمثيل الضوئي يمكن أن تعمل بتركيزات منخفضة من ثاني أكسيد الكربون بين الخلايا، إضافة الى تحسين كفاءة استخدام النيتروجين أيضًا، نظرًا لاستخدام انزيم Rubisco بشكل أكثر كفاءة، بسبب الحد من عملية التنفس الضوئي.

حاولنا تحديد كيف يؤثر إجهاد الملوحة مع إجهاد الجفاف على نمو النبات. كان الهدف من هذه الدراسة هو التحقيق في استجابة النبات لإجهاد الجفاف والملوحة المشتركين باستخدام نهج منظم. فقد أدى الإجهاد الملحي، والمائي، الى حدوث نقص معنوي واضحاً وتدرجياً في دالات النمو، بينما حصلت زيادة معنوية في صفة دليل ضرر الأغشية الخلوية، وتركيز البرولين في الأوراق، بزيادة مستويات الملوحة والجفاف.

اعتماداً على نتائج هذه الدراسة نرى:

ضرورة دعم التجارب المختبرية والتجارب الحقلية لنباتات رباعية الكربون C4, لكونها من التقنيات التي تؤدي إلى زيادة التحمل الملحي والمائي للنباتات للحصول على افضل النتائج في التحمل، وزيادة النمو، والحاصل للنباتات، ولاسيما الاقتصادية منها, وبذلك نقلل من مشاكل الملوحة والجفاف.

الخاتمة:

تضمن هذا الكتاب دراسة للمقارنة بين نوعين من النباتات تنتهي لنباتات ذوات الفلقة الواحدة، أحدها هو نباتات ثلاثية الكاربون (البصل)، والأخرى هي نباتات رباعية الكاربون (الذرة الصفراء).

تم اجراء تجربتين الأولى تجربة مختبرية، تمت لدراسة تأثير ثلاثة تراكيز من كلوريد الصوديوم (0 , 50 , 100 ملي مولر) , وثلاث فترات ري هي (ري مستمر , الري كل أربعة أيام , الري كل ستة أيام), في الصفات الفسلجية والمظهرية في مرحلة البادرة لنباتي الذرة الصفراء (Zea mays L.) والبصل (Allium cepa L.).

درست صفات نسبة الإنبات، قوة الإنبات , دليل قوة البادرة , طول الجذير , طول الرويشة والوزن الجاف لكل من الجذير والرويشة .

اما التجربة الثانية, فكانت تجربة سنادين هدفها دراسة تأثير ثلاثة تراكيز من كلوريد الصوديوم (0 , 50 , 100 ملي مولر) , وثلاث فترات ري هي (ري مستمر , الري كل أربعة أيام , الري كل ستة أيام), في بعض صفات المجموع الخضري لنباتي الذرة الصفراء والبصل , وتم دراسة صفات طول الجذر , ارتفاع النبات , الوزن الجاف لكل من المجموع الجذري والخضري, المساحة الورقية , المساحة الورقية النوعية , دليل المساحة الورقية , نسبة المساحة الورقية , نسبة الوزن الجاف للأوراق , نسبة الوزن الجاف للجذور , عدد الأوراق , نسبة المجموع الخضري الى الجذري , معدل النمو النسبي , تركيز كلوروفيل a وكلوروفيل b , النسبة المئوية لدليل ضرر الأغشية الخلوية , تركيز البرولين في أنسجة الورقة ودليل التحمل وذلك بعد 6 أسابيع من إنبات البذور .

وللإجابة على سؤال من سيتفوق نباتات ثلاثية الكربون ام نباتات رباعية الكربون.

نرى ان نباتات رباعية الكربون قد تفوقت على ثلاثية الكربون في صفة الانبات، حيث لم تؤثر مستويات الملوحة او فترات الري تأثيرا معنويا في نسبة الإنبات لنبات الذرة الصفراء بينما انخفضت نسبة إنبات البصل مع زيادة تراكيز الملوحة ولم يكن هناك تأثيرا معنوي لفترات الري او التداخل بين معاملات الملوحة والري في انبات بذور البصل.

اما اثار استخدام التراكيز الملحية الثلاثة في خفض الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجزري فقد تأثرت نباتات ثلاثية الكربون بدرجة أكبر وكانت نسبة الانخفاض بها أكثر من نباتات رباعية الكربون.

بينما كانت نسبة انخفاض المساحة الورقية في نباتات رباعية الكربون أكبر من الانخفاض في نباتات ثلاثية الكربون نتيجة الاجهاد الملحي. بينما انخفض دليل قوة البادرة ونسبة الوزن الجاف للجذور ونسبة المجموع الخضري الى الجزري انخفاضا معنويا في نباتات ثلاثية الكربون (البصل) فقط .

وأدى زيادة تباعد فترات الري إلى انخفاض معنوي في صفات قوة البذور وطول الجذير والرويشة والوزن الجاف للجذير والرويشة وطول الجذور وارتفاع النبات والوزن الجاف للمجموع الجزري والخضري والمساحة الورقية والمساحة الورقية النوعية ودليل المساحة الورقية الكلية ونسبة المساحة الورقية ونسبة الوزن الجاف للأوراق وعدد الأوراق ومعدل النمو النسبي وكلوروفيل a و b ودليل التحمل لكلا النباتين.

اما دليل قوة البادرة ونسبة الوزن الجاف للجذور ونسبة المجموع الخضري الى الجزري فقد انخفضت معنويا في نباتات ثلاثية الكربون (البصل) فقط.

وبالنسبة للتداخل في تراكيز ملح كلوريد الصوديوم وفترات الري، فنتج عنه فروقات معنوية في صفات طول الرويشة وطول الجذور وارتفاع النبات والمساحة الورقية النوعية ونسبة

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

المساحة الورقية ونسبة الوزن الجاف للأوراق ومعدل النمو النسبي للنباتين وقد تفوقت نباتات رباعية الكربون (الذرة الصفراء) على نباتات ثلاثية الكربون (البصل) في صفات طول الجذير والمساحة الورقية ودليل المساحة الورقية الكلية وكلوروفيل a و b ودليل الضرر , في حين تفوق نباتات ثلاثية الكربون (البصل) على نباتات رباعية الكربون (الذرة الصفراء) في صفات والوزن الجاف للمجموع الخضري ونسبة الوزن الجاف للجذور ونسبة المجموع الخضري الى الجذري ودليل التحمل .

ومن هذه التجربة نلاحظ أن التراكيز المتزايدة من ملح كلوريد الصوديوم وتباعد فترات الري كان لها تأثير معنوي في زيادة كل من كمية البرولين في أوراق النبات والنسبة المئوية لدليل ضرر الأغشية الخلوية.

بينت النتائج المتحصلة من هذه الدراسة أن نبات الذرة الصفراء والذي ينتمي إلى مجموعة نباتات رباعية الكربون (C4) من نباتات ذوات الفلقة الواحدة والذي يعود للعائلة النجيلية كان أكثر مقاومة للشد الملحي من نبات البصل الذي ينتمي إلى مجموعة نباتات ثلاثية الكربون (C3) من العائلة النرجسية من ذوات الفلقة الواحدة.

مما يدل على أن نباتات رباعية الكربون (الذرة الصفراء) له قدرات تكيفية عالية لمواجهة الإجهاد الملحي بوجود الماء او عدم وجوده.

المراجع

- احمد، رياض عبد اللطيف. 1984. الماء في حياة النبات. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.
- احمد، شذى عبد الحسين، رعد هاشم بكر، ضياء عبد محمد. 2009. استجابة صنفين من الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor L.Moench.*) للإجهاد المائي تحت ظروف الحقل . 1- التأثير في حاصل الحبوب ومكوناته والاستهلاك المائي وكفاءة استعمال الماء. مجلة الزراعة العراقية . 14 (7) 71 – 82 .
- احمد، عبد الله إسماعيل محمد . 2006 . استجابة ثلاثة أنواع من الكافور للري بمياه مالحة. رسالة ماجستير. كلية علوم الاغذية والزراعة . جامعة الملك سعود.
- احمد، نهلة محمد علي خليل. 2008 . الجهد الأليوباثي لمخلفات الحنطة صنف (أبي غريب-3) *Triticum aestivum L.* ورطوبة التربة في نمو وإنتاجية نوعين من الحنطة. رسالة ماجستير. كلية التربية. جامعة الموصل.
- التكريتي، شذى عايد يوسف . 1994. استجابة تراكيب وراثية من الباقلاء للملوحة والتسميد ودراسة فعالية الانزيم المختزل للنترات. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد .
- الجابري، فضيلة حسان حميدي. 2002 . تأثير الجبريلين والكلتار وفترات الري في نمو وإنتاج نبات الحلبة (*Trigonella foenum-graceum L.*). رسالة ماجستير. كلية التربية. جامعة القادسية.
- الجوي، هيثم برهان خلف. 2012 . تأثير الشد المائي وموعد رش مبيد الشيفالير في كفاءة مكافحة أدغال الحنطة *Triticum aestivum L.* و حاصلها. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة تكريت.
- الحميشي، انتصار حسين مهدي. 2006 . دراسة مختبرية وحقلية للشد الملحي والمائي لنبات البزاليا. اطروحة دكتوراه. كلية التربية. جامعة القادسية.

- الدسوقي، حشمت سليمان أحمد. 2009. زيادة مقاومة نباتات الذرة الرفيعة للإجهاد المائي بالمعاملة بالجليسين بيتاين وحمض الشيكيميك. المؤتمر الثالث لتسويق البحوث التطبيقية والخدمات الجامعية. جامعة المنصورة .
- الدوري، ايناس قصي دوري خليل. 2005. تأثير اضافة المستخلص المائي لدرنات السعد (*Cyperus rotundus*) و NaCl في النمو والانتاج والتركيب المعدني لنبات الحنطة (*Triticum aestivum* L.). رسالة ماجستير. كلية التربية. جامعة الموصل.
- الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله . 2000 . تصميم وتحليل التجارب الزراعية. جامعة الموصل – وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- الربيعي، فاضل عليوي عطية. 2002. تأثير نقع البذور بمحاليل املاح الكالسيوم في تحمل نبات الشعير (*Hordeum vulgare* L.) للملوحة. رسالة ماجستير. كلية التربية (ابن الهيثم). علوم الحياة. جامعة بغداد.
- الزبيدي، احمد حيدر. 1989. ملوحة التربة – الاسس النظرية والتطبيقية - . بيت الحكمة. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- السعيد، صباح ناهي ناصر . 2008 . دراسة فسلجية وتشريحية لبعض النباتات الصحراوية المتحملة للملوحة في جنوب العراق . أطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة البصرة ، العراق .
- السعيد ، صباح ناهي ناصر و عبد الوهاب ريسان عيال العبادي . 2012 . دراسة مقارنة عن فسلجة التحمل الملحي لنباتي الفاصولياء (*Phaseolus vulgaris* L.) واللوبياء (*Vigna sinensis* L.). مجلة كلية التربية. جامعة ذي قار. 2 (1): 187 - 202 .
- الشلال، علاء حسين علي. 2005. تأثير معوق النمو مبكوييت كلورايد (Pix) ورطوبة التربة في بعض الصفات المظهرية والفسلجية والانتاجية لصنفين من الحنطة الناعمة (*Triticum aestivum* L.). رسالة ماجستير . كلية التربية . جامعة الموصل.

- الشمري, ابراهيم عبد الله حمزه. 2001. استجابة ثلاث اصناف من قصب السكر لاستحداث الكالس وتقويمها لتحمل الملوحة . رسالة ماجستير . كلية الزراعة . جامعة بغداد.
- الصالحي, نور صباح ناجي. 2008. تقسية بذور الحنطة (*Triticum aestivum* L.) باملاح الكالسيوم واثره في تحمل النبات للملوحة .رسالة ماجستير. كلية التربية .علوم الحياة. جامعة ديالى.
- الصحاف , فاضل حسين. 1989. تغذية النبات التطبيقي. مطبعة الحكمة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق.
- الطيبي , شيماء محمد عبد . 2009. استخدام منظم النمو (IAA) لتقليل ضرر الجفاف في نمو صنفين من الحنطة الناعمة (*Triticum aestivum* L.) .رسالة ماجستير . كلية التربية . جامعة الموصل.
- العبودي ، فاضل جواد فرج . 2008. التأثير الفسلجي لنوعية مياه الري في نمو وإنتاج صنفين من الطماطة (*Lycopersicon esculentum* Mill.) .رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة ذي قار ، العراق .
- العبيدي, أشواق إبراهيم بشير. 2012. التحري عن مؤشرات وراثية وفسلجية لتحمل الجفاف لصنفين من الحنطة *Triticum aestivum* L. رسالة ماجستير. كلية علوم الحياة .جامعة تكريت.
- العكيدي, عبدالله ياسين علي. 2012. تأثير كلوريد الصوديوم و منظم النمو IAA في بعض صفات النمو لنباتي الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* L.) والماش (*Phaseolus aureus* L.) .رسالة ماجستير. كلية علوم الحياة .جامعة تكريت.
- العلي ,عبد عزيز. 2000. تأثير الاجهاد الملحي واندول حامض الخليك في تجذير عقل العنب الاصل (B-41).مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية.16(1):95-109 .

- العوده, ايمن الشحاذة. 2007. تقويم أهمية التحريض وطبيعته في تحسين تحمل بعض سلالات اكساد من القمح القاسي والطري للاجهاد الملحي . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 11 (2):15-36 .
- القحطاني, رمزية سعد. 2004. تأثير حامض الجبريليك وملوحة كلوريد الصوديوم على انبات البذور والنمو والايض في نبات السننا (السيديبان).رسالة ماجستير. جامعة الملك سعود .كلية العلوم. المملكة العربية السعودية.
- اللحام ,غسان ومحمود صبوح وأبو الحسن صالح ابراهيم . 2006. دراسة تحمل طرز وراثية من الذرة البيضاء لمستويات مختلفة من الملوحة (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) في مراحل النمو الاولية . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 22 (1):-270. 255
- المشهداني، إبراهيم إسماعيل حسن. 1997. تحمل الملوحة لبعض التراكيب الوراثية المنتخبة من حنطة الخبز. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- الموسوي , ندى سالم عزيز. 2001. تأثير الشد الملحي والمائي في نمو وانتاج نبات الحنطة.. رسالة ماجستير . كلية التربية . جامعة القادسية.
- الوهبيي, محمد بن حمد. 2004. نباتات الإفاقة . Saudi. J. Biol. Sc. 11 (2):11-23.
- امين , سامي كريم محمد ,علي فاروق قاسم. 2009. تأثير ملوحة ماء الري الممغنط في صفات النمو الخضري لنبات الجرييرا (*Gerbera jamesonii*). مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 25 (1):63-74.
- باقة, م. و.ع. فرشة, و.ح. غروشة ,ول. بدور. 2006. معاكسة أثر الملوحة باستخدام منظمات النمو نقعا ورشا على محتوى نبات القمح الصلب من بعض المواد العضوية أثناء المرحلة الخضرية والثمارية . علوم وتكنولوجيا. 24: 163-177 .

- بوشارب , راضية. 2008 . مدى توازن الاحماض النووية والامينية في القمح الصلب (*Triticum durum* Desf) النامي تحت الظروف الملحية .رسالة ماجستير .جامعة منتوري .قسنطينية . الجزائر.
- جامع , عبد الله .2007. المحتوى الكيميائي لأوراق و بذور أصناف من القمح (*Triticum durum* Desf) الصلب النامية تحت ظروف الإجهاد المائي والمعاملة بالأوكسين (AIA) نقعا ورشا. رسالة ماجستير .جامعة منتوري .قسنطينية . الجزائر.
- خيتي , مأمون .2010. تقييم القدرة الانتاجية لبعض المحاصيل العلفية استجابة لظروف الري والتسميد الأزوتي .26 (2):163-177 .
- شهاب، الهام محمود، بشرى خليل شاكر. 2001 . تأثير الشد المائي على انبات ونمو صنفين من حنطة الخبز (*Triticum aestivum*)، مجلة علوم الرافدين، 12 (1): 42 – 50 .
- عامر، سرحان أنعم عبده . 2004 . استجابة بعض أصناف من قمح الخبز *Triticum aestivum* L. للإجهاد المائي تحت ظروف الحقل. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة . جامعة بغداد.
- عامر، سرحان أنعم عبده، شذى عبد الحسين احمد , رعد هاشم بكر. 2009 . استجابة أصناف مختلفة من قمح الخبز *Triticum aestivum* L. للإجهاد المائي تحت ظروف الحقل. 1- التأثير في حاصل الحبوب ومكوناته والاستهلاك المائي وكفاءة استخدام الماء.مجلة الزراعة العراقية . 14 (7): 83 – 96 .
- عبد الواحد ,عقيل هادي .2012 . ميكانيكية التحمل الملحي لنخيل التمر2- تأثير الشد الملحي في محتوى أوراق بادرات نخيل التمر *Phoenix dactylifera* L من المواد الشبيهة بالهرمونات النباتية. مجلة أبحاث البصرة.38(1):72-79 .

- عبيد, حسان وسهيل حداد. 2011. تقييم استجابة بذور أصناف مختلفة من الخيار (*cucumis sativa*) لاجهاد الجفاف. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 27 (1): 97 – 114 .
- عزيز, حكيم كريم. 2009. توزيع الترب الملحية في العراق. مجلة عطاء الرافدين . 35 : 40
- عيسى, طالب احمد. 1990. فسيولوجيا نباتات المحاصيل . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. مترجم .
- فيصل, محمد سعيد . 2003. تأثير الكلثار (paclobutrazol) وفترة الجفاف في انبات ومظهر ونوعية بذور الحنطة المحسودة من النباتات المعاملة، المجلة العراقية للعلوم الزراعية. 4 (3) : 122 – 126 .
- قاسم, عبد الكريم, مثال ستار محمد, نورا صاحب عبد. 2009. نمو الكالس لصنفي الرز عباسية ومناذرة في مستويات ملحية مختلفة. وقائع المؤتمر العلمي الاول. كلية العلوم. جامعة تكريت. 82-85.
- مغير, عباس حسين. 1998. تأثير الملوحة والكاينتين على محتوى أوراق نبات الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) من الاحماض النووية. مجلة جامعة بابل . (3) : 341-346 .
- نصرالله, عادل يوسف, شذى عايد يوسف. 2001. تأثير مستويات الملوحة في تراكيب وراثية من نبات الرز. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 1 (4) : 190 – 199 .
- يوسف, شذى عايد, ابراهيم شعبان السعداوي , حفصة روناك , عادل يوسف نصرالله. 2009. تقويم تحمل الملوحة لأصناف مختلفة من الرز. مجلة الزراعة العراقية. 14 (7) : 121 – 133 .
- يوسف, شذى عايد, ابراهيم شعبان السعداوي , عادل يوسف نصرالله. 2003. تأثير التشيع في بعض الصفات الفسيولوجية في كالس صنفي الرز عنبر بغداد وعنبر فرات. مجلة الزراعة العراقية. 8 (4) : 71 – 79 .

- **Abd–Elbaky**,G.K.; B.F.Siefritz ; H.M.Man; H.Weiner; R.Kaldenhoff and W.M.Kaiser.2000.Nitrate reductase in *Zea mays* L.under salinity.Plant Cell and Environment.23:515-521.
- **Abid**, M. ;A. Qayyum ; A .A. Dasti and R. A. Wajid.2001. Effect of salinity and SAR of irrigation water on yield, physiological growth parameters of maize (*ZEA MAYSL.*) and properties of the soil. J. res. Sci. 12(1): 26-33.
- **Afzal**, I. ;Shahzad M.A. Basra and Amir Iqbal.2005. The effects of seed soaking with plant growth regulators on seedling vigor of wheat under salinity stress. J. Stress Physiol. & Bio. 1 (1):6-14.
- **Afzal**, I. ;S. M. A. Basra ; Nazir Ahmad and Toheed Elahi Lodhi.2007. Counteraction of salinity stress on wheat plants by presowing seed treatments. Pak. J. Agri. Sci. 44(1):50-58.
- **Afzal**, I. ; S. Rauf ; S.M.A. Basra and G. Murtaza.2008. Halopriming improves vigor, metabolism of reserves and ionic contents in wheat seedlings under salt stress. Plant Soil Environ. 54 (9): 382–388.
- **Ahmad**, S. ;R. Ahmad ; M. Y. Ashraf; M. Ashraf and E. A. Waraich.2009. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. Pak. J. Bot. 41(2): 647-654.
- **Akbari**, G. ; S.A.M.M.Sanavy and S.Yousefzadeh. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) Pak. J. Biol.Sci.10(15):2557-2561.

- **Akram**, M.; M. A. Malik ; M. Y .Ashraf; M. F. Saleem and M. Hussain.2007. Competitive seedling growth and K^+/Na^+ ratio in different maize (*Zea mays* L.) hybrids under salinity stress. Pak. J. Bot., 39(7): 2553-2563.
- **Akram**, M.; M. Y. Ashraf;R. Ahmad; M. Rafiq; I. Ahmad and J. Iqbal. 2010. Allometry and yield components of maize (*Zea mays* L.) hybrids to various potassium levels under saline conditions. *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 62 (4), 1053-1061.
- **Al-Busaidi**, A. ;T.Yamamoto ;M.Inoue ;Y.Mori ;M.Irshad and A.Zhoor.2007.Monitoring saline irrigation effects on barley and salts distribution in soil at different leaching fractions.Asian J.Plant Sci.6(5):718-722.
- **Aldesuquy**, H. S. ;Samy. A. Abo- Hamed ; Mohmed. A. Abbas and Abeer. H. Elhakem.2012. Role of glycine betaine and salicylic acid in improving growth vigour and physiological aspects of droughted wheat cultivars. Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 8 (1): 149-171.
- **Al-Harbi** ,A.R.; H.H.Hegazi ;A.A.Alsadon and F.Al- Adgham.2002.Growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) cultivars under different levels of irrigation water salinity. J.King Saud.Univ.14(1):23-32.
- **Ali** ,Fatma.Z.M. 2011. The Determinants of Salinity Tolerance in Maize (*Zea mays* L.). Athesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosphy in botany. Rijks university. Groningen.

- **Ali, R.M. and H.M. Abbas.** 2003. Respons of salt stressed barley seedlings to phenylurea .Plant Soil Environ.49(4):158-162.
- **Ali, Y. ; Z. Aslam, A.R. Awan, F. Hussain and A.A. Cheema.**2004. Screening rice (*Oryza sativa* L.) lines/cultivars against salinity in relation to morphological and physiological traits and yield components. Int. J. Agri. Biol. 6(30): 572–575.
- **Ali, Z. ; S. M. A. Basra ; H. Munir ; A. Mahmood and S. Yousaf.**2011. Mitigation of Drought Stress in Maize by Natural and Synthetic Growth Promoters.Agriculture J. & Social Sci. 7(2): 56–62.
- **Almeselmani , M. ;AbdAlrzak Saud ; Kamal Al Zubi; Fouad Hareri; Mahran Naaesan; Mohammad Adel Ammar and Osama Zuher Kanbar..**2012. Physiological performance of different durum wheat varieties grown under rainfed condition. Global Journal of Science Frontier Research Agriculture & Biology.12(1):54-64.
- **Al-Saadawi ,I.S.** 1987.Evaluation of salt tolerance of two barley mutants cv.numar. J.Agric.Water Reso.Res.6(2):51-68.
- **Anjum, S. A. ; Xiao-yu Xie ; Long-chang Wang ; Muhammad Farrukh Saleem ; Chen Man and Wang Lei.**2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. Afr. J. Agric. Res. 6(9): 2026-2032.
- **Arin, L. ;S. Polat ; M. Deveci and A. Salk.** 2011. Effects of different osmotic solutions on onion seed emergence. Afr. J. Agric. Res. 6(4): 986-991.

- **Arnon**, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta Vulgaris*. Plant physiol. 24:1-15.
- **Ashraf**, M., 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora. 199: 361-376.
- **Ashraf** , M. and P.J.C. Harris.2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science 166 : 3–16.
- **Aslam**, T. J. ;S. N. Johnson and A. J. Karley.2013. Plant-mediated effects of drought on aphid population structure and parasitoid attack. J. Appl. Entomol. 137 : 136–145.
- **Assani** , A. ; S. Moundanga ; L. Beney and P. Gervais.2009. Vesicle formation in the membrane of onion cells (*Allium cepa*) during rapid osmotic dehydration. Annals of Botany 104: 1389–1395.
- **Australian gov.** 2008.The biology of *Zea mays* L.ssp. *mays* (Maizr or Corn).Office of the gene technology regulator.pp.81.
- **Azevedoneto**,A.D.;J.T. Prisco;J.E. Filho;C.F. Lacerda;J.V. Silva;P.H.A. Costa and E.G. Filho. 2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. Braz. J. Plant Physiol., 16(1):31-38.
- **Azooz**, M.M., A.M. Ismail and M.F.A. Elhamd, 2009. Growth, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities as a selection criterion for the salt tolerance of three maize cultivars grown under salinity stress. Int. J. Agric. Biol., 11: 21–26.

- **Azooz**, M.M. and M.M.Youssef.2010.Evoaluation of heat shock and salicylic acid treatments as inducers of drought stress tolerance in Hassawi wheat.Am. J. Plant Physiol.5(2):56-70.
- **Bajguz** ,A. and S. Hayat.2009. Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. Plant Physiology and Biochemistry 47 :1–8.
- **Barakat** , H.2003. Interactive effects of salinity and certain vitamins on gene expression and cell division. Int. J. Agri. Biol. 5(3): 219–225.
- **Barnabas**, B.; K. Jager and A. Fener.2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant, Cell and Environment . 31: 11–38.
- **Bassuony**,F.M.; R.A. Hassanein; D.M. Baraka and R.R. Khalil. 2008. Physiological effects of nicotinamide and ascorbic acid on *Zea mays* plant grown under salinity stress II-Changes in nitrogen constituents, protein profiles, protease enzyme and certain inorganic cations. Aust. J. Basic & Appl. Sci., 2(3): 350-359.
- **Bates** , L. S, Waldren . R. P, and Teare . I. D. 1973 . Rapid determination of free proliine for Water stress studies. Plant and Soil , 39:205-207.
- **Bekheet**, S.A.; H.S.Taha and M.E. Solliman.2006. Salt tolerance in tissue culture of onion (*Allium cepa* L.). Arab J. Biotech. 9 (3) : 467-476.
- **Beltagi** ,M.S.2008. Molecular responses of Bt transgenic corn (*Zea mays* L.) plans to salt (NaCl) stress. Australian Journal of Crop Science. 2(2):57-63.

- **Bhowmik**, S. K. ;S.Titov ; M. M. Islam ; A. Siddika ; S. Sultana and M. S. Haque.2009. Phenotypic and genotypic screening of rice genotypes at seedling stage for salt tolerance. Global J. Biotech. & Biochem. 4 (2): 126-131.
- **Bibi** , A. ; H. A. Sadaqat ; H. M. Akram and M. I. Mohammed.2010. Physiological markers for screening sorghum (*Sorghum bicolor*) germplasm under water stress condition . Int. J. Agric. Biol. 12(3): 451– 455.
- **Borde** , M.; M. Dudhane and P. K. Jite.2010. AM Fungi Influences the Photosynthetic Activity, Growth and Antioxidant Enzymes in *Allium sativum* L. under Salinity Condition. Not Sci Biol. 2 (4) : 64-71.
- **Calcagno**, A.M. ;M. Rivas and M. Castrillo.2011. Structural, physiological and metabolic integrated responses of two tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars during leaf rehydration. Aus. J. Crop Sci. 5(6):695-701.
- **Carleton** V.A. and J.W. Foote. 1965. A comparison of methods for estimating total leaf area of barley plants. Crop Sci., 5(6): 602-603.
- **Carpici**,E.B.; N.Celik and G,Bayramr.2009.Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.)cultivars.African J.Biotechnology. 8(19):4918-4922.
- **Chang** ,P.T. 2003. Changes of flavor components of onion (*Allium cepa* L.) in a saline environment. A Thesis for the degree master of science. The University of Georgia. Athens.
- **Chang** ,P.T. and W.M. Randle. 2004. Sodium chloride in nutrient solutionscan affect onion growth and flavor development.Hort Sci.39(6):1416-1420.

- **Chartzoulakis, K.** and G. Klapaki. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 86: 247–260.
- **Cha-um, S.** and C. Kirdmanee. 2009. Effect of salt stress on proline accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize Cultivars. *Pak. J. Bot.*, 41(1): 87-98.
- **Cha-um, S.** ; T. Boriboonkaset ; A. Pichakum and C. Kirdmanee. 2009. Multivariate physiological indices for salt tolerance classification in indica rice (*Oryza sativa* L. Spp. *Indica*). *General and Applied Plant Physiology* . 35 (1–2): 75–87.
- **Chen, S.** ; X. Cui ; Y. Chen ; Chunsun Gu ; H. Miao ; H. Gao ; F. Chen ; Z. Liu ; Z. Guan and W. Fang . 2011. CgDREBa transgenic chrysanthemum confers drought and salinity tolerance. *Environmental and Experimental Botany*. 06.007.
- **Chen, Z.** ; I. Newman, M. Zhou, N. Mendham, G. Zhang and S. Shabala. 2005. Screening plants for salt tolerance by measuring K⁺ flux: a case study for barley. *Plant, Cell and Environment*. 28: 1230–1246.
- **Chikkappaiah A.W.** 2010. Seed hardening techniques to improve drought tolerance in rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.). partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in crop physiology. University of Agricultural Sciences, Dharwad.
- **Chohan , M. S. M.**; M. Saleem ; M. Ahsan and M. Asghar. 2012. Genetic Analysis of Water Stress Tolerance and Various Morpho-Physiological Traits

- in *Zea mays* L. Using Graphical Approach. Pakistan Journal of Nutrition. 11 (5): 489-500.
- **Christy** T. Carter and Catharine M. Grieve.2008. Mineral Nutrition, Growth, and Germination of *Antirrhinum majus* L. (Snapdragon) when Produced Under Increasingly Saline Conditions. HORT Sci. 43(3):710–718.
 - **Cicek**,N. and H.Cakirlar.2002.The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars.Bulg.J.Plant Physiol.28(1-2):66- 74.
 - (إ) **Collado**, M .B.; M .B. Aulicino; M .C. Molina and M .J.Arturi .2010. The use of electrolyte leakage in the evaluation of salinity tolerance at seedling stage in maize (*Zea mays* L.). Maize Genetics Cooperation Newsletter. Vol: 84.
 - **Collado** ,M.B.; M.J. Arturi; M.B. Aulicino and M.C. Molina.2010. Identification of salt tolerance in seedling of maize (*Zea mays* L.) with the cell membrane stability trait. Int. Res. J. Plant Sci. 1(5) : 126-132.
 - **Collado** ,M.B.; M.J. Arturi; M.B. Aulicino and M.C. Molina.2011. Use of foliage and root characters for the evaluation of salinity tolerance at seedling stage in maize. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata . 110 (1): 12- 19.
 - **Csiszar**, J. ; E. Lantos; I. Tari; E. Madosa ; B. Wodala ; A. Vashegyi ; F. Horvath ; A. Pecsvaradi ; M. Szabo ; B. Bartha ; A. Galle ; A. Lazar ; G. Coradini ; M. Staicu ; S. Postelnicu ; S. Mihacea ; G. Nedelea and L. Erdei.2007. Antioxidant enzyme activities in *Allium* species and their cultivars under water stress. Plant Soil Environ. 53 (12): 517–523.

- **Dashti**, H. ; M. R. Bihamta; H. Shirani and M.M. Majidi.2012. Genetic analysis of salt tolerance in vegetative stage in wheat (*Triticum aestivum*).Plant Omisc J. 5(1):19-23.
- **David**, M.O. and Nilsen, E.T. 2000. The physiology of plant under stress. John Wiley & Sons, Inc. p-420.
- **De Pascale**, S. and G. Barbieri. 1995. Effects of soil salinity from long-term irrigation with saline-sodic water on yield and quality of winter vegetable crops. Scientia Horticulturae, 64: 145–157.
- **Dey**, S. ; Anindita Dey and Sukhen Das.2012. Invigouration of rice varieties a comparative study on invigouration of two rice varieties through chemical treatments. Agricultural Science Research J. 2(1): 51 – 58.
- **Ding** ,D.;L. Zhang;H. Wang;Z. Liu;Z. Zhang and Y. Zheng.2009. Differential expression of miRNAs in response to salt stress in maize roots. Annals of Botany 103: 29–38.
- **Dong** ,H.2012. Technology and field management for controlling soil salinity effects on cotton. Aust. J. Crop Sci.6(2):333-341.
- **Doubnerova**, V. and Helena Ryslava.2011. What can enzymes of C4 photosynthesis do for C3 plants under stress?. Plant Science 180 : 575–583.
- **Edwards**, G.E. ;V.R.Franceschi ;M.S.B.Ku ;E.V.Voznesenskya ;V.I.Pyankov and C.S.Andreo.2001. Compartmentation of photosynthesis in cells and tissues of C4 plants . J.Experimental Botany.52(356):577-590.

- **Ehleringer**, J. R. and T. E. Cerling. 2002. C3 and C4 Photosynthesis. Volume 2, The Earth system: biological and ecological dimensions of global environmental change. pp 186–190.
- **Eker** , S. ; G. Cmertpay ; O. Konuskan ; A. C. Ulger; L. Ozturk and I. Akmak.2006. Effect of Salinity Stress on Dry Matter Production and Ion Accumulation in Hybrid Maize Varieties. Turk J. Agric. 30 : 365-373.
- **EL-Bassiouny** ,H. M.S. 2005. Physiological Responses of Wheat to Salinity Alleviation by Nicotinamide and Tryptophan. Int. J. Agri. Biol. 7(4): 653–659.
- **El-Khawaga** ,A.S. 2013.Effect of anti-salinity agents on growth and fruiting of different date palm cultivars.Asian J. Crop Sci.5(1): 65-80.
- **Elkichaoui**, A. Y. 2000. Plant physiology. University of Agricultural Sciences.Egypt.
- **Ellis**, R.A. and Roberts E.H. 1981 . The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Tech. 9: 373-409.
- **El Sayed** , H.E.A.2011. Influence of salinity stress on growth parameters, photosynthetic activity and cytological studies of *Zea mays*, L. plant using hydrogel polymer. Agric. Biol. J. N. Am. 2(6): 907-920
- **Evans**, G. C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. Back Well. Scientific Publication. Oxford, London, Melbourne.
- **Faizan**, S. ; S. Kausar and R. Perveen. 2011. Varietal differences for cadmium-induced seedling mortality, foliar toxicity symptoms, plant growth, proline and nitrate reductase activity in chickpea (*Cicer arietinum* L). Biology and Medicine. 3 (2) : 196-206.

- **Farahani**, H. A. and K. Maroufi.2011. Hydropriming and NaCl Influences on Seedling Growth in Fenugreek (*Trigonella Foenum-Graecum*). *Advances in Environmental Biology*, 5(5): 821-827.
- **Farahbakhsh** , H. 2012. Germination and seedling growth in un-primed and primed seeds of Fenel as affected by reduced water potential induced by NaCl. *Intl. Res. J. Appl. Basic. Sci.* 3 (4): 737-744.
- **Farhad**, W., M.A. Cheema, M.F. Saleem and M. Saqib, 2011. Evaluation of drought tolerant and sensitive maize hybrids. *Int. J. Agric. Biol.*, 13: 523–528.
- **Fessehazion**, M.K. 2005 .Predicting and improving seedling emergence of three vegetable crops.submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree MSe Horticulture in the department of plant production and soil science .University of Pretoria.
- **Flowers** ,T.J.; H. K. Galal and L. Bromham.2010. Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plants. *Functional Plant Biology* .37: 604–612.
- **Gamiely**, S. ; W.M. Randle ; H.A. Mills and D.A. Smittle. 1991. A rapid and nondestructive method for estimating leaf area of onions. *HortScience*26:206.
- **Gandahi**, A. W. ; M. R. Wagan ; M. K. yosup ; F. C. Oad ; I. Rajper and M. H. Siddiqui.2009. Water quality effect on fodder maize and soil characteristics. *Sarhad J. Agric.* 25(2):217-224.

- **Gautam,S.** and P.K. Singh. 2011. Effects of salicylate on growth and biochemical changes in maize seedlings under salt stress. IIOAB. J. 2(5):16–20.
- **Ghannoum, O.** 2009 .C4 photosynthesis and water stress . Annals of Botany. 103: 635–644.
- **Ghannoum, O.;** Evans, J.R. and Caemmerer, S.V. 2011 . Nitrogen and water use efficiency of C4 plants. In: Raghavendra, A.S. & Sage, R.S. (Eds.) C4 Photosynthesis and Related CO₂ Concentrating Mechanisms, Springer Science+Business Media B.V., Dordrecht, The Netherlands, pp.129-146.
- **Ghannoum, O. ;** S.V. Caemmerer ; L.H.Ziska and J.P.Conroy.2000.The growth response of C4 plants to rising atmospheric CO₂ partial pressure: a reassessment.Plant ,Cell and Environment.23: 931-942.
- **Gholami ,A. ;** S. Sharafi and H .Abbasdokht.2010. Effects of Salinity and Drought Levels in Seed Germination of Five Crop Species. World Academy of Science, Engineering and Technology 68:935-938.
- **Gholizadeh, F.** and S.Navabpour.2011.Effect of salinity on morphological and physiological characteris in correlation to selection of salt tolerance in rice (*Oriza sativa* L.) .Int.J.Agric .Res.6(11):780-788.
- **Giaveno ,C.D.;** R. V. Ribeiro; G. M .Souza; and R. F. Oliveira.2007. Screening of tropical maize for salt stress tolerance. Crop Breeding and Applied Biotechnology 7: 304-313.

- **Golezani**,K.G.; M T. Noori; S. Oustan; M .Moghadda and S. S. Rahmani. 2011. Physiological performance of soybean cultivars under salinity stress. Plant Physiology and Breeding J. 1(1): 1-7.
- **Golshani**, M. ;H.Pirdashti ; K.Saeb ;B.Babakhani and A.Heidarzade.2010. Response of seed germination and seedling emergence of rice (*Oriza sativa* L.)genotypes to different osmopriming levels.World Applied Sci.J.9(2):221-225.
- **Gopal**, R. and B. K. Dube. 2003. Influence of variable potassium on barley metabolism. Ann. Agri. Res., 24: 73-77.
- **Greenway**, H. and R. Munns.1980.Mechanism of salt tolerance in non halophytes. Ann. Rev. Plant Physiology. 31: 149-190.
- **Hamdia**, M. A . and M. A. K Shaddad.2010. Salt tolerance of crop plants. Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 6(3): 64-90.
- **Hameed**, A. ;S. Naseer ; T. Iqbal ; H. Syed and M. A. Haq.2008. Effects of NaCl salinity on seedling growth, senescence, catalase and protease activities in two wheat genotypes differing in salt tolerance. Pak. J. Bot. 40(3): 1043-1051.
- **Hamid** , M. ; M. Y. Ashraf ; K .Rehman and M. Arashad.2008. Influence of salicylic acid seed priming on growth and some biochemical attributes in wheat grown under saline conditions. Pak. J. Bot., 40(1): 361-367., Inc. New York.
- **Hassanein**,R.A.; F.M. Bassuony; D.M. Baraka and R.R. Khalil. 2009. Physiological effects of nicotinamide and ascorbic acid on *Zea mays* plant

- grown under salinity stress. I-Changes in growth, some relevant metabolic activities and oxidative defense systems. Res. J. Agric. & Biol. Sci. 5(1): 72-81.
- **Hendawy**, S.F.; S.E. El-Sherbeny ; M.S. Hussein and A.A.Youssef. 2012. Evaluation of some cultivars of foxtail plants under salinity conditions. Journal of Applied Sciences Research. 8(2): 620-627.
 - **(أ)Hossain** , M. A. ;M. Ashrafuzzaman and M. R. Ismail.2011. Salinity triggers proline synthesis in peanut leaves. Maejo Int. J. Sci. Technol. 5(1), 159-168.
 - **Hossain**, M.A.; M. R. Ismail;M. Ashrafuzzaman ;and H.Koyama.2011. Reduction of Al-induced oxidative damage in wheat. Aust. J.Crop Sci. 5(10):1157-1162.
 - **Hu** , Y. and U. Schmidhalter.2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Plant Nutr. Soil Sci. J. 168, 541–549.
 - **Hubac**, C.D, G.J. Ferran ,and A. Termoleres.1989. Change of leaf lipid composition of during water strass in tow genotypes of *Lupinus albas* resistant of susceptible drought, Physiol. Biochem. 27:737-744.
 - **Hussain**, K.; A.Majeed; K.Nawaz and M.F.Nisar.2010. Changes in morphological atteibutes of maize(*Zea mays* L.) under NaCl salinity. American-Eurasian J. Agric.and Environ Sci.8(2):230-232.
 - **Hussein** ,M.M.; L.K. Balbaa and M.S. Gaballah. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. Res. J. Agric. & Biol. Sci., 3(4): 321-328.

- **Hussein**, O.S.; A.H.H.Ahmed ;A.R.Ghalab and A.M.El-Hefny.2012.Some active ingredients ,total protein and amino acids in plants produced from irradiated *Ambrosia maritime* seeds growing under different soil salinity levels. *Am. J. Plant Physiol.*7(2): 70-83.
- **Ibrahim**, A.H. ; El-Shahaby O.A. ; Abo-Hamed S.A. and Younis M.E.2013. Parental Drought and Defoliation Effect on Yield, Grains Biochemical Aspects and Drought Performance of Sorghum Progeny. *J. Stress Physiology & Biochemistry* . 9 (1): 258-272.
- **Ikeda**, T. ; Y. Fujime ;S.Terabayashi and S.Date. 2002. Water status of garlic callus under various salt and osmotic stress conditions. *Hort Sci.*37(2):404-405.
- **Iqbal**,M.; M. Aslam; A.M.Ranjha and J.Akhtar.2000. Salinity tolerance of rice as affected by Zn application.*Pakistan J. Bio. Sci.*3(12):2055-2057.
- **Islam** , M. S.; M. M. Akhter ; A .El Sabagh ;L .Y. Liu ;N.T. Nguyen ; A. Ueda ; Y .Masaoka and H . Saneoka.2011. Comparative studies on growth and physiological responses to saline and alkaline stresses of Foxtail millet (*Setaria italica* L.) and Proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Aus.J. Crop Sci.* 5(10):1269-1277.
- **Ismail**, A.M.;M.F.Abou-Alhamd ;H.R.M.Galal and F.A.Nasr-Aldeen. 2011. Modification of photosynthetic pigments ,osmotic solutes and ions accumulation in *Chlorella vulgaris* and wheat cv. Sds-1 seedlings under the influence of NaCl with salicylic acids .*Res.J.Bot.* 6(3):100-111.

- **Jamil** ,M. and E.S.Rha.2007. Response of transgenic rice at germination and early seedling growth under salt stress. Pakistan J. Bio. Sci. 10(23):4303-4306.
- **Janmohammadi** ,M.; P. M. Dezfuli and F. Sharifzadeh.2008. Seed invigoration techniques to improve germination and early growth of inbred line of maize under salinity and drought stress. Gen. Appl. Plant Physio. 34(3-4):215-226 .
- **Javed**, M. A. ;F. Z. Huyop ; A. Wagiran and F. M. Salleh.2011. Identification of QTLs for Morph-Physiological Traits Related to Salinity Tolerance at Seedling Stage in *Indica* Rice. Procedia Environmental Sci. 80 : 389 – 395.
- **Jeanneau** , M.; D. Gerentes ; X. Foueillassar ; M. Zivy ; J.Vidal ;A. Toppan and P. Perez.2004. Improvement of drought tolerance in maize: towards the functional validation of the *Zm-Asr1* gene and increase of water use efficiency by over-expressing C4–PEPC. Biochimie 84 : 1127–1135.
- **Joseph**,B.;D.Jini and S.Sujatha.2010. Biological and Physiological Perspectives of Specificity in Abiotic Salt Stress Response from Various Rice Plants. Asian Journal of Agricultural Sciences. 2(3): 99-105.
- **Kadereit**, G. ; David Ackerly and Michael D. Pirie.2012. A broader model for C4 photosynthesis evolution in plants inferred from the goosefoot family (Chenopodiaceae s.s.). Proc. R. Soc. B.pp.1-8.
- **Kanjoo**, V. ; S. Jearakongman ; K. Punyawaew; J. L. Siangliw; M. Siangliw ; A. Vanavichit and T. Toojinda. 2011. Co-location of quantitative trait loci for drought and salinity tolerance in rice. Thai J. Genet. 4(2) : 126-138.

- **Karmoker**, J.L.;S. Farhana and P. Rashid.2008. Effects of salinity on ion accumulation in maize(*ZEA MAYS* L. CV. BARI-7). Bangladesh J. Bot. 37(2): 203-205.
- **Kasim** , Wedad A. ;Mohammed E. Osman ; Mohammed N. Omar ; Islam A. Abd El-Daim ; Sarosh Bejai and Johan Meijer.2013. Control of drought stress in wheat using plant growth promoting bacteria. J Plant Growth Regul . 32:122–130.
- **Katerji**, N. ;J.W. van Hoorn ; A. Hamdy and M. Mastroilli.2000. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. Agricultural Water Management, 43 (99-109):133-147.
- **Kaviani**, B.2011. Conservation of plant genetic resources by cryopreservation. Asian J.Crop Sci. 5(6):778-800.
- **Kaya**, C. ;A. L. Tuna and A. M. Okant.2010. Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions. Turk J. Agric. 34: 529-538.
- **Kaydan**,D.; M.Yagmur and N.Okul.2007. Effect of salicylic acid on the growth and some physiological charactors in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). Tarim Bilimleri Dergisi. 13(2):114-119.
- **Keeley** , Jon E. and Philip W. Rundel.2003. Evolution of CAM and C4 carbon-concentrating mechanisms. Int. J. Plant Sci. 164(3 Suppl.):S55–S77.
- **Khan**, H.A. ;C.M. Ayub, M.A. Pervez, R.M. Bilal, M.A. Shahid and K. Ziaf. 2009. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper(*Capsicum annuum* L.) at seedling stage. Soil & Environ. 28(1): 81-87.

- **Khan, M.I. ;G. Hassan ; I. Khan ; M. Saeed ; A.A. Khakwani ; M. Idrees and K. Nawab.** 2011. Factors influencing seed germination of wild onion and chickpea cultivars. Pak. J. Bot. 43(6): 2787-2792.
- **Khatoon, T., K. Hussain, A. Majeed, K. Nawaz and M.F. Nisar,** 2010. Morphological Variations in Maize (*Zea mays* L.) Under Different Levels of NaCl at Germinating Stage. World Applied Sci. J., 8(10): 1294- 1297.
- **Khayatnezhad , Majid and Roza Gholamin.**2011. Effects of salt stress levels on five maize (*Zea mays* L.) cultivars at germination stage. African Journal of Biotechnology . 10(60): 12909-12915.
- **Khodarahmpour, Zahra.**2012. Evaluation of salinity effects on germination and early growth of maize (*Zea mays* L.) hybrids. African Journal of Agricultural Research . 7(12): 1926-1930.
- **Khodarahmpour, Zahra ; M. ifar and M. Motamedi.**2012. Effects of NaCl salinity on maize (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stage. African Journal of Biotechnology . 11(2): 298-304.
- **Khodary,S.E.A.** 2004. Effect of Salicylic Acid on the Growth, Photosynthesis and Carbohydrate Metabolism in Salt Stressed Maize Plants. Int. J. Agri. Biol 6(1): 1560–8530 .
- **Khoshokhan, F. ;M. Babalar ;H.R. Chaghazardi and M.R. F. Moghadam.**2012. Effect of salinity and drought stress on germination indices of two thymus species. Cercetari Agronomice în Moldova. 1 (149):27-35.

- **Kulya, J.** ;Watanachai Lontom; Sumontip Bunnag and Piyada Theerakulpisut.2011. *Cleome gynandra* L. (C4 plant) shows higher tolerance of salt stress than its C3 close relative, *C. viscosa* L. AAB Bioflux . 3(1):59-66.
- **Li , Feng** ;Xianyan Qin ; Yonghong Xie ; Xinsheng Chen ; Jiayu Hu ; Yinyin Liu and Zhiyong Hou.2013. Physiological mechanisms for plant distribution pattern: responses to flooding and drought in three wetland plants from Dongting Lake, China. Limnology . 14:71–76.
- **Li, Meiru** ;Yan Li ; Hongqing Li and Guojiang Wu.2011. Overexpression of *AtNHX5* improves tolerance to both salt and drought stress in *Broussonetia papyrifera* (L.) vent. Tree Physiology 31: 349–357.
- **Mahajan, S.** and N. Tuteja. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics 444: 139–158.
- **Mahmood, A.** 2009. A new rapid and simple method of screening wheat plants at early stage of growth for salinity tolerance. Pak. J. Bot., 41(1): 255-262.
- **Magnaye,A.M.A;**P.J.A. Santos and P.C.S. Cruz. 2011. Responses of yellow corn (*Zea mays* L.) inbreds to salinity. Asia Life Sciences. 20(2): 521-533.
- **Makinny, G.** .1941. Absorption of light by chlorophyll solution. J. Biol. 140:315-322.
- **Mamatha, H.** 2008. Physiological investigations in pop sorghum. Thesis submitted to the University of Agricultural Sciences, Dharwad in partial fulfillment of the requirement for the Degree of master of science (agriculture) in crop physiology. University of agricultural sciences, Dharwad.

- **Mansour**, M. M. F.; K. H. A. Salama ; F. Z. M. Ali¹ and A. F. Abou Hadid.2005. Cell and plant responses to NaCl in *ZEA MAYS* L. cultivars differing in salt tolerance. GEN. Appl. Plant Physiol.31(1-2): 29-41.
- **Maqsood** ,T.2009. Response of maize (*Zea mays* L.) to salinity and potassium supply.The degree of doctor of philosophy in soil science. University of Agriculture, Faisalabad. Pakistan.
- **Maqsood** ,T.; J. Akhtar; M.R. Farooq; M.A. Haq and Z.A. Saqib. 2008. Biochemical attributes of salt tolerant and salt sensitive maize cultivars to salinity and potassium nutrition. Pak. J. Agri. Sci. 45(1):1-5.
- **Mohamed** ,A. A.2005. Two-dimensional electrophoresis of soluble proteins and profile of some isozymes isolated from maize plant in response to NaCl. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 1(1): 38-44.
- **Mohamed** ,A.A.; B. E. Lobermann and E. Schnug.2007. Response of crops to salinity under Egyptian conditions: a review. Landbauforschung Volkenrode .2 (57):119-125.
- **Mohamed** , Amal .A. and A.A.Aly. 2008.Alterations of some secondary metabolites and enzymes activity by using exogenous antioxidant compound in onion plants grown under seawater salt stress.Am.Euras.J.Sci.Res. 3(2):139-146.
- **Mokhberdoran** , F.;S.M.N.Kalat and R.S.Haghighi.2009. Effect of temperature ,iso-osmotic concentrations of NaCl and PEG agents on germination and some seedling growth yield components in rice (*Oriza sativa* L.).Asian J.Plant Sci.8(6):409-416.

- **Molazem**, D. ; E.M. Qurbanov and S.A. Dunyamaliyev.2010. Role of proline, Na and chlorophyll content in salt tolerance of corn (*Zea mays* L.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 9 (3): 319-324.
- **Molazem** ,D. and J. Azimi.2011. Proline reaction, peroxide activity and antioxidant enzymes in varieties of maize(*Zea mays* L.) under different levels of salinity. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(10): 1248-1253.
- **Moud**, Aliakbar Maghsoudi and Kobra Maghsoudi.2008. Salt Stress Effects on Respiration and Growth of Germinated Seeds of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. World Journal of Agricultural Sciences. 4 (3): 351-358.
- **Moussa**, H.R. 2006. Influence of exogenous application of silicon on physiological response of salt-stressed maize (*Zea mays* L.). Int. J. Agri. Biol. 8(2): 293–297.
- **Moussa**, H. R. and S. M. Abdel-Aziz.2008. Comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress. Australian Journal of Crop Science. 1(1):31-36.
- **Mudgal**, V. ;N.Madaan and A. Mudgal.2010.Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants :Areview.Int.J.Bot.6(2):136-143.
- **Munns**, R.2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment .25: 239–250.
- **Munns** , R.; S .Husain ; A. R. Rivelli ; R. A. James ; A.G. T.Condon ; M. P. Lindsay ; E. S. Lagudah ; D. P. Schachtman and R. A. Hare.2002. Avenues for

increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. *Plant and Soil* 247: 93–105.

- **Naidu** , B. P. 2003. Production of betaine from Australian *Melaleuca* spp. for use in agriculture to reduce plant stress. *Aus. J. Exp. Agric.* , 43 : 1163-1170.
- **Naseer**, S. ;E. Rasul and M. Ashraf. 2001. Effect of foliar application of indole-3-acetic acid on growth and yield attributes of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress. *Int. J. Agri. Biol.* 3(1): 139–142.
- **Nawaz**,K.2007. Alleviation of the adverse effects of salinity stress on maize (*Zea mays* L.) by exogenous application of glycine betaine. Athesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in botany. University of agriculture Faisalabad. Pakistan.
- **Nayyar**, H. and D. Gupta 2006 .Differential sensitivity of C₃ and C₄ plants to water deficit stress: association with oxidative stress and antioxidants . *Environmental and Experimental Botany.* 58: 106–113.
- **Nejad** ,G. M .; R.K. Singh ; A. Arzani ; A.M. Rezaie ; H. Sabouri and G.B. Gregorio.2010. Evaluation of salinity tolerance in rice genotypes. *International Journal of Plant Production* . 4(3): 199-208.
- **Neto**, A. D. A. ; J. T. Prisco ; J. E .Filho ; C. F. de Lacerda ; J. V. Silva ; P. H. Alves da Costa and E. G .Filho.2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. *Braz. J. Plant Physiol.* 16(1):31-38.

- **Noaman**, M. N. 2004. Effect of potassium and nitrogen fertilizers on growth and biomass of some halophytes grown under high level of salinity. *Journal of Agronomy* 3: 25-30.
- **Offermann**, Sascha ; Thomas W. Okita, and Gerald E. Edwards.2011. Resolving the Compartmentation and Function of C4 Photosynthesis in the Single-Cell C4 Species *Bienertia sinuspersici*. *Plant Physiology*. 155: 1612–1628.
- **Paremachandra**, G.S, and T.Shimada .1988. Evaluation of polyethylene glycol test of measuring cell membrane stability as a drought tolerance test in Wheat. *J. Agric. Sci.* 110: 429-433.
- **Pesqueira**,J.;M.D. García;S. Staltari and M.C. Molina.2006. NaCl effects in *Zea mays* L. x *Tripsacum dactyloides* (L.) L. hybrid calli and plants. *Electronic J. Biotechnology* ISSN 9(3): 286-290.
- **Pugnaire**, F.l., L. Serrano and J. Pardos. 1999. Constraints by water stress on plant growth. pp. 271-283. In: M. Pessarakli (ed.). *Handbook of plant and crop stress*. Marcel Decker. Inc., New York.
- **Qiang** , L. ; C. Jianhua ;Y. Longjiang ; Li.Maoteng ; L. Jinjing and G. Lu.2012. Effects on physiological characteristics of Honeysuckle (*Lonicera japonica* Thunb) and the role of exogenous calcium under drought stress . *Plant Omisc J.* 5(1):1-5.
- **Rabie** , G. H. and A. M. Almadini.2005. Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress. *African Journal of Biotechnology* . 4 (3): 210-222.

- **Radford**, P.J. 1967 . Growth analysis formulae, their use and abuse . Crop Sci. 7: 171-175.
- **Radic**, V. ;D. Beatovic and Jelena Mrda.2007. Salt tolerance of corn genotypes (*Zea mays L.*) during germination and later growth. Journal of Agricultural Sciences. 52(2): 115-120.
- **Rafiq**, S. ; T. Iqbal ; A. Hameed ; Z. A. Rafiqi and N. Rafiq.2006. Morphobiochemical analysis of salinity stress response of wheat. Pak. J. Bot., 38(5): 1759-1767.
- **Rahdari**, P. ; Shahrokh Tavakoli and S. Meysam Hosseini.2012. Studying of Salinity Stress Effect on Germination, Proline, Sugar, Protein, Lipid and Chlorophyll Content in Purslane (*Portulaca oleracea L.*) Leaves. Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 8: 182-193.
- **Rastgoo**, L. and A. Alemzadeh.2011. Biochemical responses of Gouan (*Aeluropus littoralis*) to heavy metals stress.Australian J. Crop Sci. 5(4):375-383.
- **Rawson**, H.M. ; P.A. Gardner and M.J. Long . 1987. Sources of variation in specific leaf area in wheat grown at high temperature , Aust. J. Plant Physiol., 14, 287-298.
- **Reddy**, B.V.S; A. A. Kumar; P. S. Reddy; M. Ibrahim; B. Ramaiah; A.J. Dakheel; S. Ramesh and L. Krishnamurthy. 2010. Cultivar options for salinity tolerance in sorghum. Journal of SAT Agricultural Research 8.
- **Rohman**, M. M. ;M. S. Uddin and M. Fujita.2010. Up-regulation of onion bulb glutathione *S*-transferases (GSTs) by abiotic stresses: A comparative

study between two differently sensitive GSTs to their physiological inhibitors. Plant Omics J. 3(1):28-34.

- **Sacala** ,E. ;A.Demczuk and T.Michalski.2003.Response of maize (*Zea mays* L.) to rimsulfuron under salt conitions.Acta Societa Tis Botanicorum Poloniae.72(2):93-98.
- **Sage**, R. F.2004. The evolution of C₄ photosynthesis. New Phytol.(161) : 341–370
- **Salama**, K. H. A.2009. Amelioration of NaCl-induced alterations on the plasma membrane of *Allium Cepa* L. by ascorbic acid. Aust. J. Basic & Appl. Sci. 3(2): 990-994.
- **Schubert** ,S.; A. Neubert ; A . Schierholt ; A. Sumer and C. Zorb.2009. Development of salt-resistant maize hybrids: The combination of physiological strategies using conventional breeding methods. Plant Science 177 : 196–202.
- **Scott** ,S.J. ;Jones R.A. and Williams W.A. 1984 . Review of data analysis methods for seed germination. Crop Sci. 24: 1192-1199.
- **Segalen** , L. ;Julia A. Lee-Thorp and Thure Cerling. 2007. Timing of C4 grass expansion across sub-Saharan Africa. Journal of Human Evolution 53 : 549-559.
- **Seyedi**, M. ;J. Hamzei ; H. Fathi ; A. Bourbour and V. Dadrasi.2012. Effect of seed priming with zinc sulfate on germination characteristics and seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salinity stress. Intl. J. Agric: Res & Rev. 2 (3): 108-114.

- **Shannon**, M.C. and C.M. Grieve.1999. Tolerance of vegetable crops to salinity . *Scientia Horticulturae* 78 : 5-38.
- **Shehab**, G. G.; O. K. Ahmed and H. S. El-Beltagi.2010. Effects of Various Chemical Agents for Alleviation of Drought Stress in Rice Plants (*Oryza sativa* L.). *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 38 (1) : 139-148.
- **Shereen**, A. ;S. Mumtaz, S. Raza, M.A. Khan and S. Solangi.2005. Salinity effects on seedling growth and yield components of different inbred rice lines. *Pak. J. Bot.*, 37(1): 131-139.
- **Silini**, A. ;H.S.Cherif and M.Goul.2012.Effect of *Azotobacter vinelandii* and compatible solutes on germination wheat seeds and root concentrations of sodium and potassium under salt stress .*Pak. J. Biol. Sci.*15(3):132-140.
- **Siringam**, K.; N. Juntawong ;S. Cha-um ; T. Boriboonkaset and C. Kirdmanee. 2012. Salt tolerance enhancement in *indica* rice (*Oryza sativa* L. spp. *indica*) seedlings using exogenous sucrose supplementation. *Plant Omisc J.* 5(1):52-59.
- **Sliogeryte**, K., Sakalauskiene S. and Brazaityte A. 2009 .Response of photosynthetic and biometric indices of maize(*Zea mays* L.) cultivated on different water stress and temperature Condition. *Lithuanian.* 28 (4): 189–197 .
- **Slugenova**, K. ;L. Ditmarova ; D. Kurjak and J. Valka.2011. Drought and aluminium as stress factors in Norway spruce(*Picea abies* [L.]Karst) seedlings. *J. FOR. Sci.* 57 (12): 547–554.

- **Stepien**, P. and G. Klobus. 2005. Antioxidant defense in the leaves of C3 and C4 plants under salinity stress. *Physiol. Plant.* 125:31–40.
- **Tammam**, A. A.; M. F. Abou Alhamd and M. M. Hemeda. 2008. Study of salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar Banysoif. *Australian Journal of Crop Science.* 1(3):115-125.
- **Tavili** , A. ;S. Zare ; S. A. Moosav and A. Enayat. 2010. Effects of Priming Techniques on Seed Germination and Early Growth Characteristics of *Bromus tomentellus* L. and *Bromus inermis* L. *Not Sci Biol* 2 (1) : 104-108.
- **Tejera** ,N.A.; M. Soussi and C. Lluch. 2006. Physiological and nutritional indicators of tolerance to salinity in chickpea plants growing under symbiotic conditions. *Environmental and Experimental Botany* 58 : 17–24.
- **Tester**, M. and R. Devenport, 2003. Mechanism of salinity tolerance: Na tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Ann. Bot.*, 91: 503-527.
- **Theriappan**,P.; A. K. Gupta. And P. Dhasarathan. 2011. Accumulation of Proline under Salinity and Heavy metal stress in Cauliflower seedlings. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 15 (2) 251 – 255.
- **Tullio**,M.C.;C. Paciolla;F.D. Vecchia;N. Rascio;S. D'Emerico;L. Gara;R. Liso and O. Arrigoni. 1999. Changes in onion root development induced by the inhibition of peptidyl-prolyl hydroxylase and influence of the ascorbate system on cell division and elongation. *Planta J.* 209: 424-434.
- **Tuna**, A. L. ; C. Kaya ; M . Dikilitas ; İ. Yokas ; B. Burun and H. Altunlu. 2007. Comparative effects of various salicylic acid derivatives on key growth

- parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize (*Zea mays* L.) plants. Pak. J. Bot., 39(3): 787-798.
- **Turan**, M. A. ; A. H. A. Elkarim ; N. Taban and S. Taban.2010. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. Afr. J. Agric. Res. 5(7) : 584-588.
 - **Turan**, M. A. ; A. H. A. Elkarim ; N. Taban and S. Taban.2009. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. Afr. J. Agric. Res. 4 (9): 893 – 897.
 - **Vitkauskaitė**, G. and L. Venskaitytė.2011. Differences between C₃ (*Hordeum vulgare* L.) and C₄ (*Panicum miliaceum* L.) plants with respect . Zemdirbyste ,Agriculture. 98(4): 349–356.
 - **Voznesenskaya**, Elena V. ;Vincent R. Franceschi; Olavi Kiirats; Elena G. Artyusheva; Helmut Freitag and Gerald E. Edwards.2002. Proof of C4 photosynthesis without Kranz anatomy in Bienertia cycloptera(Chenopodiaceae). The Plant J. 31(5), 649 – 662.
 - **Wang**, C.; A .Yang; H .Yin and J. Zhang. 2008 . Influence of water stress on endogenous hormone contents and cell damage of maize seedlings. J. Integr. Plant Biol. 50(4), 427–434.
 - **Wang**, Lei ; Hong-Ling Wang ; Chuan-Hua Yin and Chang-Yan Tian.2011. Cold stratification, but not stratification in salinity, enhances seedling growth of wheat under salt treatment. African Journal of Biotechnology. 10(66): 14888-14890.

- **Wang,Z.** and B.Huang.2003.Genotypic variation in abscisic acid accumulation ,water relations and gas exchange for Kentucky bluegrass exposed to drought stress.J.Amer.Soc.Hort.Sci.128(3):349-355.
- **Ward** , Joy K.; David T.T. ; Richard B.T. and B.R.Strain.1999.Comparative responses of model C3 and C4 plants to drought in low and elevated CO₂. Global Change Bio.(5): 857-867.
- **Welcker**, C. ; B. Boussuge ; C. Bencivenni ; J-M. Ribaut and F. Tardieu.2007. Are source and sink strengths genetically linked in maize plants subjected to water deficit? A QTL study of the responses of leaf growth and of Anthesis-Silking Interval to water deficit. Journal of Experimental Botany. 58(2): 339–349.
- **Whalley**, W.R.;J.Lipiec ;W.E.F.Savage ;R.E.Cope;L.J.Clark and H.R.Rowse. 2003.Water stress can induce quiescence in newly-germinated onion (*Allium cepa* L.)seedling .J.Experimental Bot.52(358):1129-1133.
- **Winter**, S.R. and A.J.Ohlorgge .1988.Leaf angle, leaf area and corn (*Zea mays* L.) yield .Agron.J.65:395-402.
- **Witzel**,K.;A.Weidner;G.K.Surabhi;A.Borne and H.P.Mock.2009.Salt stress induced alterations in the proteome of barley genotypes with contrasting response towards salinity.Oxford J.Life Sci.Experimental Botany J. 60(12):3545-3557.
- **Xiang**, Y. ; N .Tang ; H. Haiyan Ye and L. Xiong.2008. Characterization of osbZIP23 as a key player of the basic leucine zipper transcription factor

- family for conferring abscisic acid sensitivity and salinity and drought tolerance in rice. *Plant Physiology* . 148: 1938–1952.
- **Xiaoyu**, Li ; J. Liu ; Y. Zhang ; Jixiang Lin and Chunsheng Mu . 2009 . Physiological responses and adaptive strategies of wheat seedlings to salt and alkali stresses, *Soil Science and Plant Nutrition*, 55:5, 680-684.
 - **Xu**, Zhenzhu and Guangsheng Zhou.2008. Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. *Journal of Experimental Botany*. 59(12): 3317–3325.
 - **Yang**, A. ;X. Dai and W.H. Zhang.2012. A R2R3-type MYB gene, OsMYB2, is involved in salt, cold, and dehydration tolerance in rice. *Journal of Experimental Botany*.2: 1 -16.
 - **Yin** , G. ;Ye-jie Shen ;Na Tong ;jian Gu ;Liang Hao and Zuo-Xin Liu.2012. Drought induced changes of physio-biochemical parameters in maize. *Journal of Food, Agriculture & Environment* .10 (1): 853-858.
 - **Zahoor**, M., R. Khaliq, Z. U. Zafar and H. R. Athar. 2011. 'Degree of salt tolerance in some newly developed maize (*Zea mays* L.) varieties'. *Iranian Journal of Plant Physiology*. 1 (4):223 -232.
 - **Zandstra**, B. H; E. I; Grafius; M. L. lacy and D. D. Warnaco. 2003 . Onions. *Commercial vegetable Recommendations*. PP.11.
 - **Zeid**, I.M. 2009. Trehalose as Osmoprotectant for Maize Under Salinity-Induced Stress. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 5(5): 613-622.

- **Zeng**, L. ;M.C. Shannon and C.M. Grieve.2002. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by multiple agronomic parameters. *Euphytica* 127: 235–245.
- **Zhang**, H. ;L. J. Irving ; C. M .Gill ; C. Matthew ; D. Zhou and P. Kemp. 2010. The effects of salinity and osmotic stress on barley germination rate: sodium as an osmotic regulator. *Annals of Botany* 106: 1027–1035.
- **Zhang** , H. and Y. Zhao.2011. Effects of different neutral and alkaline salinities on seed germination and early seedling growth of maize(*Zea mays* L.). *Afr. J. Agric. Res.* 6(15): 3515-3521.
- **Zhu**, Jian-Kang.2001 Plant salt tolerance. *TRENDS in Plant Science* .6 (2):66-71.
- **Zorb** , C. ;S. Schmitt ; A . Neeb; S. Karl ; M. Linder and S. Schubert.2004. The biochemical reaction of maize (*Zea mays* L.) to salt stress is characterized by a mitigation of symptoms and not by a specific adaptation. *Plant Science* 167: 91–100.

جدول (1) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في نسبة أنبات بذور نباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولي)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء	94.074	93.333	93.333	95.555	94.814	91.11	95.55	97.78	0
				a	ab	ab	a	a	a	a	a	50
88.889	91.851	89.630	91.111	89.630	88.889	88.889	91.111	91.111	88.89	91.11	93.33	
				a	ab	ab	ab	a	a	a	a	100
88.889	89.63	84.445	89.629	84.445	84.444	84.445	84.445	89.629	88.89	88.89	91.11	
				b	b	b	b	a	a	a	a	
89.38	91.85	89.38	91.85		88.889	88.889	90.370		89.63	91.851	94.073	تأثير فترات الري
					a	a	a		a	a	a	
t = 1.80 n.s		t = 0.78 n.s										

(n.s) لا يوجد بينها فروق معنوية

تحدي حمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ورباعية الكاريون

جدول (2) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة دليل قوة البادرة لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء		6	4	0		6	4	0	
0.551	0.861	0.473	0.796	0.473	0.343	0.449	0.626	0.796	0.640	0.778	0.969	0
				a	cd	b	a	a	bc	abc	a	
0.393	0.713	0.419	0.726	0.419	0.294	0.402	0.561	0.726	0.597	0.731	0.849	50
				b	d	bc	a	ab	c	abc	ab	
0.270	0.608	0.323	0.660	0.323	0.175	0.328	0.466	0.660	0.585	0.629	0.765	100
				c	e	cd	b	b	c	bc	a	
0.41	0.73	0.41	0.73		0.270	0.393	0.551		0.608	0.713	0.861	تأثير فترات الري
t = 2.94*		t = 5.48**			c	b	a		b	b	a	

**يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1 % , * يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5 %

جدول (3) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة قوة البذور لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء		6	4	0		6	4	0	
10.798	20.769	8.382	19.818	8.382	4.030	7.839	13.276	19.818	15.943	18.680	24.831	0
				a	f	d	a	a	cd	bc	a	
5.779	14.641	6.224	14.848	6.224	2.999	5.607	10.065	14.848	9.209	13.975	21.359	50
				b	g	e	b	b	h	deh	b	
2.919	11.419	4.890	12.164	4.890	1.727	3.892	9.053	12.164	9.106	11.269	16.117	100
				c	h	fg	c	c	h	eh	cd	
6.50	15.61	6.50	15.61		2.919	5.779	10.798		11.419	14.641	20.769	تأثير فترات الري
t = 2.54 ^{n.s}		t = 3.70*			c	b	a		c	b	a	

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1 % , * يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5 %

تحدي حمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكاريون

جدول (4) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة طول الجذير لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
6.969	12.028	5.076	11.563	5.076	2.500	4.841	7.887	11.563	10.397	11.120	13.173	0
				a	fg	d	a	a	bc	b	a	
3.908	8.749	4.290	9.114	4.290	2.113	3.797	6.960	9.114	5.070	9.123	13.150	50
				b	g	e	b	b	d	c	a	
1.969	6.648	3.480	6.747	3.480	1.293	3.087	6.060	6.747	4.477	6.003	9.760	100
				c	h	ef	c	c	d	d	bc	
4.28	9.14	4.28	9.14		1.969	3.908	6.969		6.648	8.749	12.028	تأثير فترات الري
					c	b	a		c	b	a	
t = 2.27 ^{n.s}		. t = 3.32*										

* يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5% , n.s, لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (5) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة طول الرويشة لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري	مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			مستويات الملوحة (ملي مولر)	
	مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري			فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)				
	البصل	الذرة الصفراء		البصل	الذرة الصفراء	6		4	0	6		4
4.928	9.991	3.786	9.237	3.786	1.795	3.558	6.004	9.237	7.01	8.493	12.207	0
		a		a	f	d	a	a	bcd	b	a	
2.537	7.131	2.634	7.087	2.634	1.259	2.535	4.108	7.087	5.287	6.163	9.810	50
		b		b	fg	e	c	b	d	cd	b	
1.276	6.022	2.321	6.821	2.321	0.775	1.518	4.671	6.821	5.770	6.737	7.957	100
		b		b	g	f	b	b	d	bcd	bc	
2.91	7.71	2.91	7.71		1.276	2.537	4.928		6.022	7.131	9.991	تأثير فترات الري
t = 3.01*		t = 5.43**			c	b	a		c	b	a	

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1% , *يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%

جدول (6) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة الوزن الجاف للجذير لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء		6	4	0		6	4	0	مستويات الملوحة (ملي مولي)
2.301	3.684	1.867	3.459	1.867	1.155	1.822	2.625	3.459	2.890	3.240	4.247	0
				a	ef	bc	a	a	bc	bc	a	
1.545	2.952	1.651	3.072	1.651	1.137	1.554	2.262	3.072	2.790	3.137	3.290	50
				ab	f	ce	ab	ab	bc	bc	bc	
1.068	2.771	1.395	2.877	1.395	0.911	1.259	2.015	2.877	2.633	2.480	3.517	100
				b	f	ef	bc	b	bc	c	ab	
1.638	3.136	1.638	3.136		1.068	1.545	2.301		2.771	2.952	3.684	تأثير فترات الري
t = 3.29*		t = 6.85**			c	b	a		b	b	a	

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1% , * يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%

جدول (7) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة الوزن الجاف للرويشة لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									مستويات الملوحة (ملي مولر)
3.778	5.430	3.151	4.881	3.151	2.525	2.989	3.938	4.881	4.153	4.900	5.59	0
				a	cd	bc	a	a	ab	ab	ab	
2.862	4.802	3.007	4.862	3.007	2.151	2.976	3.895	4.862	3.927	4.847	5.813	50
				a	d	bc	a	a	b	ab	a	
1.943	4.012	2.425	4.501	2.425	1.153	2.621	3.501	4.501	3.957	4.660	4.887	100
				b	e	cd	ab	a	b	ab	ab	
2.914	4.748	2.914	4.748		1.943	2.862	3.778		4.012	4.802	5.430	تأثير فترات الري
t = 1.60 ^{n.s}		t = 3.97*			c	b	a		b	ab	a	

*يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5% , n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (8) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة طول المجموع الجذري لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي موار)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء	10.240	7.140	10.907	12.673	26.742	16.100	22.260	41.867	0
				a	de	b	a	a	f	c	a	
9.391	19.720	9.180	18.780	9.180	6.393	9.800	11.347	18.780	12.460	19.193	24.687	50
				b	e	c	b	b	g	de	b	
6.226	13.204	7.550	16.520	7.550	5.143	7.467	10.040	16.520	11.053	17.707	20.800	100
				c	f	d	c	c	g	ef	cd	
8.99	20.68	8.99	20.68		6.226	9.391	11.353		13.204	19.720	29.118	تأثير فترات الري
					c	b	a		c	b	a	
t = 2.41 ^{n.s}		t = 3.66 [*]										

* يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5% , n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (9) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة طول النبات لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولي)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
18.006	53.404	14.520	38.830	14.520	9.493	14.133	19.933	38.830	22.443	29.17	64.877	0
				a	g	d	a	a	e	d	a	
12.500	25.349	12.944	32.516	12.944	8.493	12.433	17.907	32.516	20.927	24.370	52.250	50
				b	h	e	b	b	e	de	b	
8.404	20.906	11.446	28.313	11.446	7.227	10.933	16.178	28.313	19.347	22.507	43.087	100
				c	g	f	c	c	e	e	c	
12.97	33.22	12.97	33.22		8.404	12.500	18.006		20.906	25.349	53.404	تأثير فترات الري
					c	b	a		c	b	a	
t = 1.92 ^{n.s}		t = 6.36 ^{**}										

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1%, n.s, لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (10) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة الوزن الجاف للمجموع الجذري لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري	مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة	تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي موار)		
			فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)					
			6	4	0		6	4	0			
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
0.738	9.059	0.698	6.466	0.698	0.480	0.740	0.873	6.466	4.01	5.65	9.737	0
		a		f	b	a	a	e	c	a		
0.613	5.124	0.553	5.571	0.553	0.347	0.607	0.707	5.571	2.173	5.323	9.217	50
		b		g	e	bd	b	f	cd	ab		
0.378	2.490	0.478	4.637	0.478	0.307	0.493	0.633	4.637	1.287	4.400	8.223	100
		c		g	f	de	c	f	de	b		
0.58	5.56	0.58	5.56		0.378	0.613	0.738		2.490	5.124	9.059	تأثير فترات الري
					c	b	a		c	b	a	
t = 2.61 ^{n.s}		t = 9.37 ^{**}										

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1% , n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (11) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة الوزن الجاف للمجموع الخصري لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
1.167	14.309	1.020	9.33	1.020	0.507	0.793	1.760	9.33	4.967	7.877	15.147	0
				a	ef	c	a	a	e	c	a	
0.693	7.242	0.693	8.497	0.693	0.367	0.700	1.013	8.497	4.007	7.093	14.39	50
				b	fg	cd	b	b	f	cd	a	
0.369	3.867	0.516	7.591	0.516	0.233	0.587	0.727	7.591	2.627	6.757	13.390	100
				c	g	de	cd	c	g	d	b	
0.74	8.47	0.74	8.47		0.369	0.693	1.167		3.867	7.242	14.309	تأثير فترات الري
					c	b	a		c	b	a	
t = 2.51 ^{n.s.}		t = 14.77 ^{**}										

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1% , n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (12) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة المساحة الورقية لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري الملوحة		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
8.813	157.633	7.407	139.679	7.407	5.193	7.067	9.960	139.679	88.647	112.287	218.103	0
				a	e	d	a	a	c	b	a	
6.264	94.760	6.431	95.010	6.431	4.280	6.300	8.713	95.010	68.930	89.257	126.843	50
				b	f	d	b	b	cd	c	b	
4.444	71.827	5.684	89.531	5.684	3.860	5.427	7.767	89.531	57.903	82.737	127.953	100
				c	f	e	c	b	d	c	b	
6.51	108.07	6.51	108.07		4.444	6.264	8.813		71.827	94.760	157.633	تأثير فترات الري
					c	b	a		c	b	a	
t = 3.96*		t = 6.39**										

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1% , * يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%

جدول (13) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة المساحة الورقية النوعية لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي موار)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
8.350	14.109	8.325	15.928	8.325	10.306	8.932	5.737	15.928	14.598	14.663	18.522	0
				c	bcd	d	e	a	bc	bc	a	
9.062	13.178	9.790	13.268	9.790	11.737	9.003	8.629	13.268	16.351	12.079	11.373	50
				b	b	d	d	b	ab	d	d	
12.878	16.074	12.176	14.166	12.176	16.591	9.251	10.685	14.166	17.273	12.792	12.434	100
				a	a	cd	bc	b	a	cd	dc	
10.10	14.45	10.10	14.45		12.878	9.062	8.350		16.074	13.178	14.109	تأثير فترات الري
					a	b	b		a	b	b	
t = 2.65 ^{n.s}		t = 3.19 [*]										

* يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%، n.s، لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (14) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة دليل المساحة الورقية الكلية لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C4 ونباتات C3 في تأثير فترات الري	مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم وم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)		
	البصل	الذرة الصفراء		البصل	الذرة الصفراء	فترات الري (يوم)			فترات الري (يوم)				
						6		4	0	6		4	0
0.045	1.867	0.036	1.520	0.036	0.020	0.031	0.055	1.520	0.725	1.060	2.776	0	
				a	dg	bcd	a	a	d	c	a	0	
0.026	0.822	0.028	0.921	0.028	0.014	0.026	0.043	0.921	0.551	0.746	1.466	50	
				b	dg	cdg	ab	b	de	d	b	50	
0.015	0.570	0.022	0.817	0.022	0.011	0.020	0.037	0.817	0.433	0.660	1.358	100	
				c	g	dg	bc	b	e	de	b	100	
0.03	1.09	0.03	1.09		0.015	0.026	0.045		0.570	0.822	1.867	تأثير فترات الري	
					c	b	a		c	b	a		
t = 2.66 ^{n.s}		t = 4.83 ^{**}											

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1% n.s, لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (15) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة نسبة المساحة الورقية لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي موار)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
19.61	63.531	16.58	72.548	16.58	16.55	16.30	16.89	72.548	64.594	63.377	89.672	0
				a	c	c	bc	a	bc	bc	a	
15.69	53.075	17.50	56.743	17.50	16.21	16.05	20.25	56.743	71.717	48.200	50.312	50
				a	c	c	ab	b	b	c	c	
16.32	75.097	17.55	62.412	17.55	16.22	14.74	21.69	62.412	88.980	47.647	50.608	100
				a	c	c	a	b	a	c	c	
17.21	63.901	17.21	63.901		16.32	15.69	19.61		75.097	53.075	63.531	تأثير فترات الري
					b	b	a		a	c	b	
t = 2.13 ^{ns}		t = 3.15*										

* يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5% , n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (16) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة نسبة الوزن الجاف للجذور لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
0.403	0.387	0.434	0.418	0.434	0.487	0.483	0.333	0.418	0.446	0.418	0.391	0
				b	b	b	c	a	a	abc	abc	
0.468	0.414	0.454	0.388	0.454	0.486	0.464	0.410	0.388	0.345	0.428	0.390	50
				b	b	b	bc	ab	bc	ab	abc	
0.514	0.374	0.496	0.369	0.496	0.567	0.456	0.466	0.369	0.332	0.395	0.381	100
				a	a	b	b	b	bc	ab	abc	
0.46	0.39	0.46	0.39		0.514	0.468	0.403		0.374	0.414	0.387	تأثير فترات الري
					a	b	c		a	a	a	
t = 2.05 ^{ns}		t = 3.00*										

* يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5% n.s. لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (17) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة نسبة الوزن الجاف للأوراق لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري	مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة	تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)		
			فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)					
			6	4	0		6	4	0			
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء	0.566	0.513	0.517	0.667	0.573	0.675	0.571	0.474	0
0.597	0.476	0.566	0.573	a	ab	ab	a	b	b	c	d	
0.532	0.582	0.546	0.586	a	ab	ab	ab	b	b	c	d	50
0.487	0.740	0.504	0.639	b	b	ab	ab	a	a	c	d	100
0.54	0.60	0.54	0.60		0.487	0.532	0.597		0.740	0.582	0.476	تأثير فترات الري
t = 0.73 ^{n.s}		t = 2.23 ^{n.s}			c	b	a		a	b	c	

n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

تحدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية وريعية الكاريون

جدول (18) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة عدد الأوراق لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
4.089	9.344	3.711	8.122	3.711	3.133	3.533	4.467	8.122	6.533	7.600	10.233	0
				a	bcd	bc	a	a	e	cd	a	
3.267	6.889	3.333	7.444	3.333	2.667	3.333	4.000	7.444	6.400	6.667	9.267	50
				b	de	bc	ab	b	e	de	b	
2.689	6.311	3.000	6.978	3.000	2.267	2.933	3.800	6.978	6.000	6.400	8.533	100
				c	e	cde	ab	b	e	e	bc	
3.35	7.52	3.35	7.52		2.689	3.267	4.089		6.311	6.889	9.344	تأثير فترات الري
					c	b	a		c	b	a	
t = 4.11*		t = 10.67**										

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1%، * يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%

جدول (19) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة معدل النمو النسبي لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري / مستويات الملوحة (ملي مولر)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
0.1241	0.1707	0.1256	0.1623	0.1256	0.1214	0.1253	0.1302	0.1623	0.1553	0.1610	0.1707	0
				a	a	a	a	a	abc	ab	a	
0.1235	0.1601	0.1208	0.1595	0.1208	0.1170	0.1231	0.1223	0.1595	0.1481	0.1596	0.1708	50
				b	a	a	a	ab	bc	ab	a	
0.1198	0.1474	0.1209	0.1564	0.1209	0.1209	0.1222	0.1197	0.1564	0.1389	0.1598	0.1705	100
				b	a	a	a	b	c	ab	a	
0.12	0.16	0.12	0.16		0.1198	0.1235	0.1241		0.1474	0.1601	0.1707	تأثير فترات الري
t = 5.39**		t = 15.88**			b	a	a		c	b	a	

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1%

تحدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية وريعية الكاريون

جدول (20) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة نسبة المجموع الخضري الى الجذري لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
1.541	1.586	1.385	1.404	1.385	1.058	1.075	2.023	1.404	1.252	1.393	1.567	0
				a	c	c	a	a	c	abc	abc	
1.141	1.422	1.221	1.652	1.221	1.057	1.157	1.451	1.652	2.056	1.337	1.564	50
				b	c	c	b	a	ab	bc	abc	
0.960	1.806	1.035	1.758	1.035	0.765	1.192	1.149	1.758	2.111	1.536	1.628	100
				c	d	bc	c	a	a	abc	abc	
1.21	1.61	1.21	1.61		0.960	1.141	1.541		1.806	1.422	1.586	تأثير فترات الري
t = 1.91 ^{n.s}		t = 2.68 ^{n.s}			c	b	a		a	a	a	

n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (21) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة تركيز كلوروفيل a لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولي)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
0.833	0.932	0.773	0.866	0.773	0.520	0.767	1.033	0.866	0.653	0.823	1.120	0
				a	de	b	a	a	ef	bd	a	
0.629	0.790	0.616	0.761	0.616	0.453	0.627	0.767	0.761	0.603	0.783	0.897	50
				b	ef	cd	b	b	f	bd	b	
0.453	0.616	0.527	0.711	0.527	0.387	0.493	0.700	0.711	0.590	0.763	0.780	100
				c	f	ef	bc	b	f	cde	bde	
0.64	0.78	0.64	0.78		0.453	0.629	0.833		0.616	0.790	0.932	تأثير فترات الري
t = 0.98 ^{n.s}		t = 1.65 ^{n.s}			c	b	a		c	b	a	

n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (22) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وفترات الري والتداخل بينهما في صفة تركيز كلوروفيل b لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات الذرة الصفراء			فترات الري / مستويات الملوحة (ملي موار)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
0.288	0.770	0.267	0.732	0.267	0.240	0.262	0.298	0.732	0.573	0.703	0.920	0
				a	e	bc	a	a	ce	b	a	
0.255	0.613	0.262	0.593	0.262	0.236	0.255	0.295	0.593	0.467	0.603	0.710	50
				a	ef	cd	a	b	f	dc	b	
0.233	0.464	0.248	0.522	0.248	0.224	0.248	0.271	0.522	0.353	0.533	0.680	100
				b	f	de	b	c	g	e	b	
0.26	0.62	0.26	0.62		0.233	0.255	0.288		0.464	0.613	0.770	تأثير فترات الري
t = 3.99*		t = 5.77**			c	b	a		c	b	a	

** يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 1% , * يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%

تحدي حمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية وريعية الكاريون

جدول (23) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة دليل الضرر لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري		مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة		تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)
					فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)			
					6	4	0		6	4	0	
البصل	الذرة الصفراء	البصل	الذرة الصفراء									
24.471	27.936	32.800	21.099	32.800	43.700	32.207	22.493	21.099	29.933	17.453	15.910	0
				c	b	d	e	c	f	g	g	
34.478	43.447	34.911	42.927	34.911	45.413	34.733	24.587	42.927	56.170	45.417	27.193	50
				b	ab	c	de	b	c	d	f	
45.469	53.124	36.707	60.481	36.707	47.293	36.493	26.333	60.481	73.270	67.470	40.703	100
				a	a	c	d	a	a	b	e	
43.81	41.50	43.81	41.50		45.469	34.478	24.471		53.124	43.447	27.936	تأثير فترات الري
					a	b	c		a	b	c	
t = 0.70 ^{ns}		t = 0.58 ^{ns}										

n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

جدول (24) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة تركيز البرولين لنباتي الذرة الصفراء والبصل

مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري	مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة	تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم م	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)		
			فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)					
			البصل	الذرة الصفراء	البصل		الذرة الصفراء	6	4		0	6
4.833	5.905	13.624	21.858	13.624	24.947	13.607	2.320	21.858	37.203	23.467	4.905	0
		c		c	c	f	h	c	b	d	e	
16.307	27.249	16.829	25.365	16.829	29.647	16.280	4.560	25.365	42.961	27.661	5.474	50
		b		b	b	e	h	b	a	c	e	
29.540	41.850	20.227	27.780	20.227	34.027	19.033	7.620	27.780	45.385	30.621	7.335	100
		a		a	a	d	g	a	a	c	e	
16.89	25.00	16.89	25.00		29.540	16.307	4.833		41.850	27.249	5.905	تأثير فترات الري
					a	b	c		a	b	c	
t = 0.64 ^{n.s}		t = 3.16*										

يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5% n.s, لا يوجد بينها فروق معنوية

تحدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية وريعية الكاريون

جدول (25) تأثير تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم و فترات الري والتداخل بينهما في صفة دليل التحمل لنباتي الذرة الصفراء والبصل

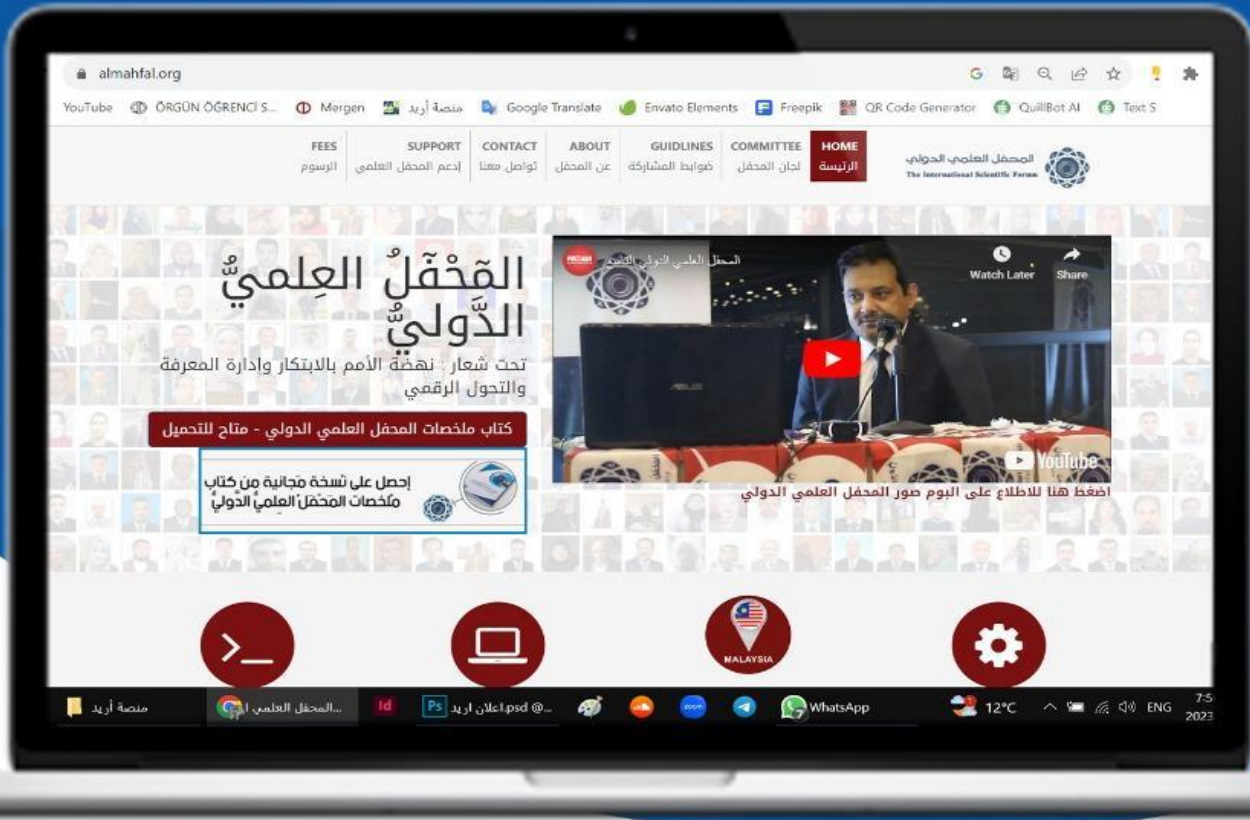
مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير فترات الري	مقارنة بين نباتات C3 ونباتات C4 في تأثير مستويات الملوحة	تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم وم	نبات البصل			تأثير تراكيز كلوريد الصوديوم وم	نبات الذرة الصفراء			فترات الري مستويات الملوحة (ملي مولر)		
			فترات الري (يوم)				فترات الري (يوم)					
			6	4	0		6	4	0			
72.534	93.970	65.450	63.489	65.450	37.696	58.653	100.000	63.489	36.143	54.323	100.000	0
		a	e	c	a	a	e	c	a			
49.925	49.757	47.603	56.623	47.603	27.342	49.900	65.567	56.623	24.957	49.990	94.923	50
		b	f	d	b	b	f	cd	a			
28.579	25.683	37.986	49.298	37.986	20.700	41.223	52.035	49.298	15.950	44.957	86.987	100
		c	g	e	d	c	g	d	b			
50.35	56.47	50.35	56.47		28.579	49.925	72.534		25.683	49.757	93.970	تأثير فترات الري
		c	b	a	c	b	a	c	b	a		
t = 0.26 ^{n.s}		t = 0.68 ^{n.s}										

n.s لا يوجد بينها فروق معنوية

تخدي تحمل الجفاف والملوحة بين نباتات ثلاثية ومرباعية الكربون



المحفل العلمي الدولي



يُعد "المحفل العلمي الدولي" وعاءً علميًّا خاصًّا بأعضاء منصة أريد، يستوعب ما يمكنهم القيام به من أنشطة وفعاليات علمية، وثقافية، وفكرية، وتواصلية، تُحقِّق الفائدة للمنصة وأعضائها في ضوء ما أقرّه أعضاء اللجنة التحضيرية لهذا المحفل من قيم، ورسالة، ورؤية.

منصة أريد العلمية

ARID Scientific Platform



منصة أريد هي منظمة غير ربحية تتيح التسجيل المجاني لتحقيق أهداف علمية متعددة الأوجه. تم تأسيسها من قبل باحثين وخبراء مهتمين بتطوير البحث العلمي.

مقرات المنصة: بريطانيا - ماليزيا - العراق - تركيا (13467806) ARID SCIENTIFIC LTD
All rights reserved - Address: 128 City Road, London, EC1V 2NX

● WWW.ARID.MY للتسجيل مجاناً في المنصة



Arid



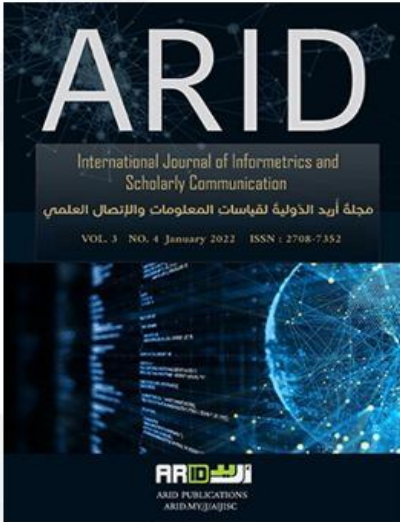
Arid

مجلات أريد الدولية

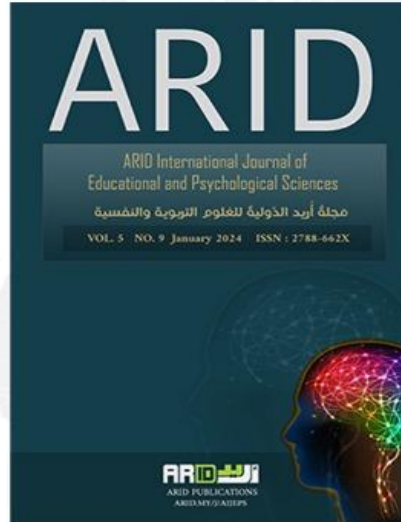
مجلات علمية تهدف الى الرقي بالمستوى العلمي
لناطقين باللغة العربية

WWW.ARID.MY

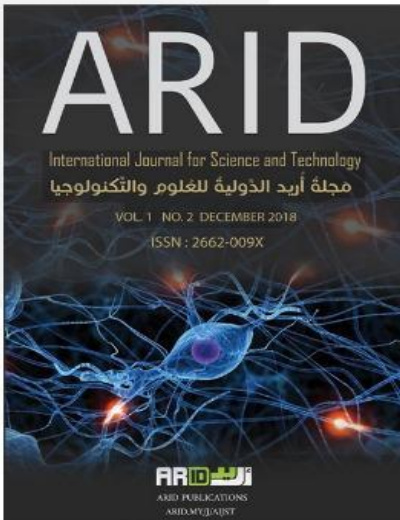
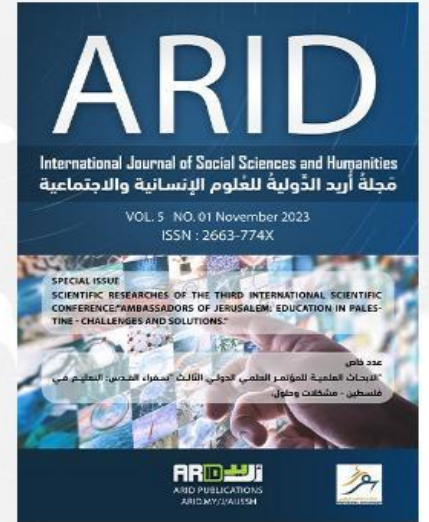
مجلة أريد الدولية لقياسات
المعلومات والاتصال العلمي



مجلة أريد الدولية للعلوم
التربوية والنفسية



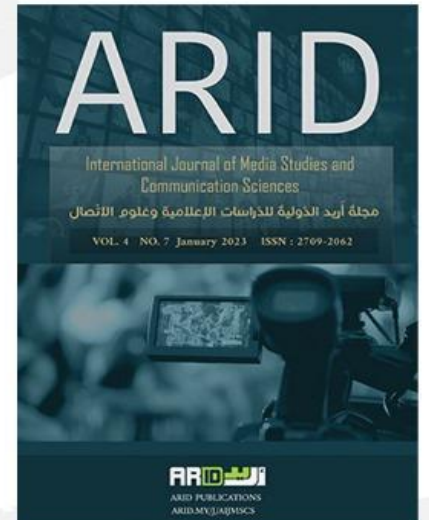
مجلة أريد الدولية للعلوم
الإنسانية والاجتماعية



مجلة أريد الدولية للدراسات
الإعلامية وعلوم الإتصال

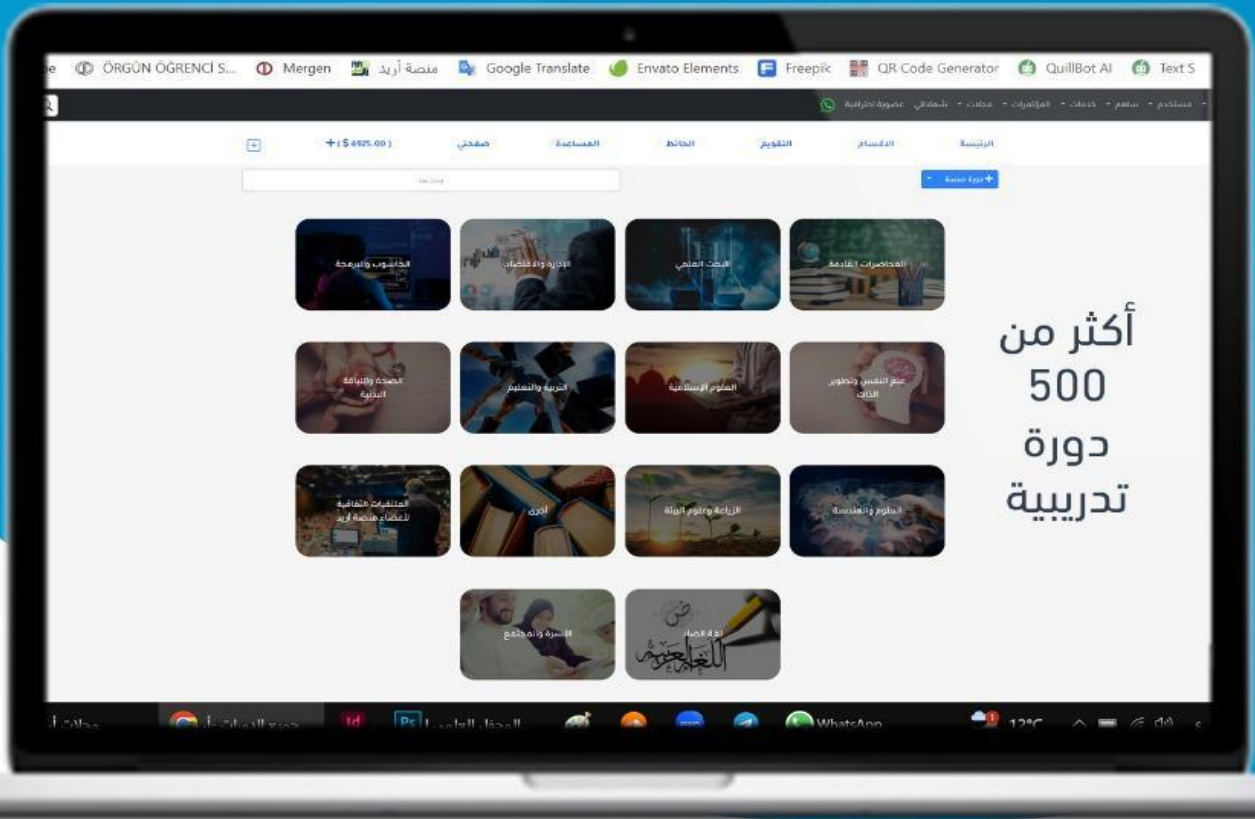


مجلة أريد الدولية للعلوم
والتكنولوجيا



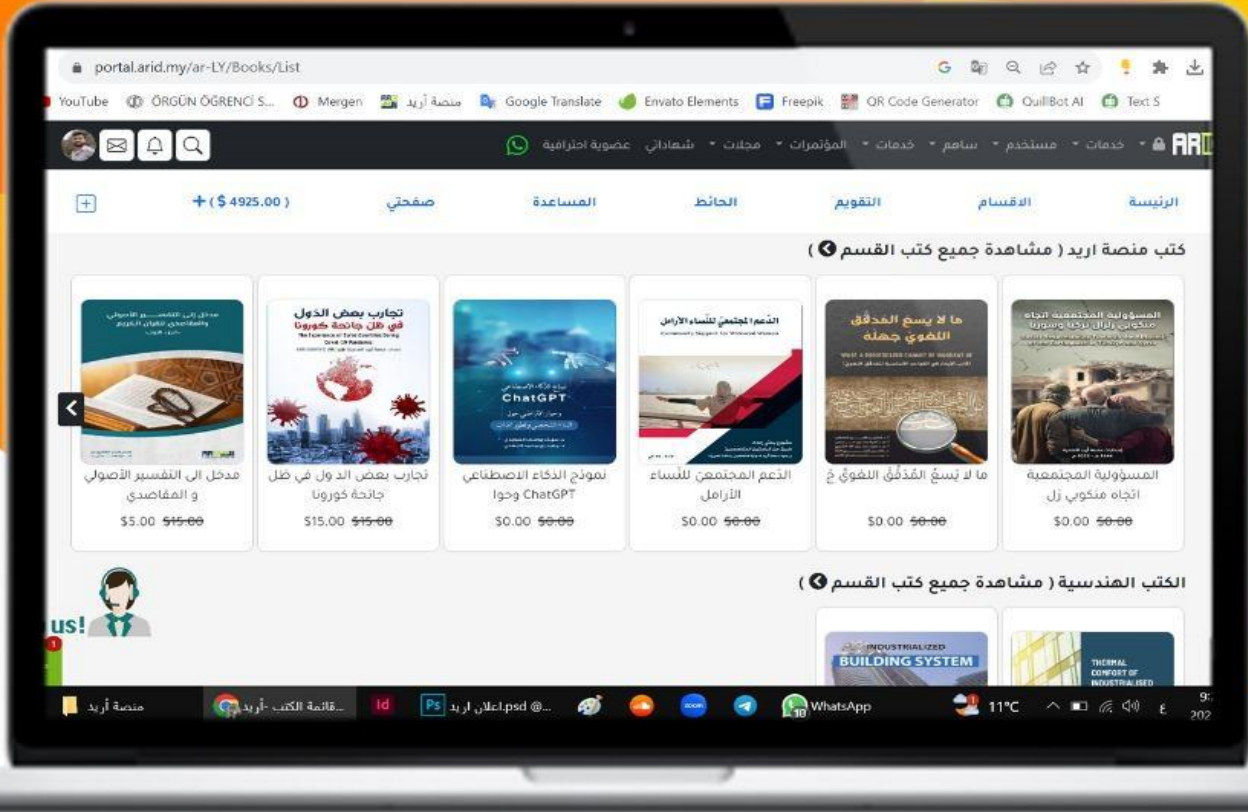
نظام عليم للتعليم الالكتروني في منصة أريد العلمية

أكثر من 500 دورة تدريبية ومحاضرة علمية



المكتبة الرقمية في منصة أريد

مكان واحد لجميع إصدارات أريد العلمية



الموقع الرسمي للمكتبة الرقمية

portal.arid.my/ar-LY/Books/List



أريد
Arabic Researcher ID

WWW.ARID.MY

أوسمة منصة أريد العالمية

سجل في منصة أريد العلمية واحصل على الأوسمة العلمية مع الشواهد وكتب التأييد

تحدي تحمل الجفاف والملوحة

بين نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

د. منى عايد يوسف

كان هدفنا من هذا الكتاب هو مقارنة بين نوعين من نباتات ذوات الفلقة الواحدة *Monocotyledone* ينتمي الاول الى العائلة النجيلية *Poaceae* حيث تعتبر نباتات الذرة الصفراء (*Zea mays L*) وهي النوع الوحيد المستزرع من الجنس (*Zea*) وهي واحدة من اقدم محاصيل الغذاء في العالم وتتنمي الى مجموعة نباتات رباعية الكربون (*C4*) وهذه النباتات ضرورية للأمن الغذائي العالمي الحالي والمستقبلي

1445 هـ - 2024 م

ARID
اصدارات منصة أريد العلمية
ARID SCIENTIFIC PUBLICATIONS

