تأثير السيكوسيل وحمض السالسليك في بعض المؤشرات البيوكيميائية للبطاطا سبونتا المعرضة للإجهاد المائي

سوسن سليمان [1] ماهر دعيَس [2] هادية حسن [3]

Sawsan Soliman [1] Maher daais [2] Hadia Hasan [3]

(1) قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(1) Department of Horticulture ،Faculty of Agriculture ،Tishreen University ،Latakia ،Syria.

(2) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، مركز بحوث الهنادي، اللاذقية، سورية.

(2) General commission for Scientific Agricultural Research ،Al-Hinadi Center ،Latakia ،Syria..

(3) قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(3) Department of Horticulture ،Faculty of Agriculture ،Tishreen University ،Latakia ،Syria..

الملخص

نفذت الدراسة في محطة بحوث الهنادي التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية خلال موسم 2019–2020 ، لدراسة تأثير الرش الورقي بتراكيز متباينة من السيكوسيل (2000،1500،1000 ppm) وحمض السالسليك (150ppm،100،50) على نباتات البطاطا صنف سبونتا عند مستويي ري 40و80 % من السعة الحقلية في محتوى أوراقها من المحتوى المائي النسبي والكلوروفيل الكلي والبرولين وفعالية انزيم الكاتالاز . أظهرت النتائج تحسن الصفات المدروسة عند المعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسليك عند المستوى 40 % ، وأعطت معاملة السيكوسيل بتركيز1000 ppm أعلى محتوى من الكلوروفيل الكلي (0.132 مليمول / مغ) ، و الفعالية الأعلى لإنزيم الكاتالاز (0.041 مغ/غ) عند التركيز 1500ppm، بينما أعطت معاملة حمض السالسليك بتركيز 150 ppm أعلى محتوى للبرولين (35.57 مغ/غ) و أعلى محتوى من الكلوروفيل الكلي عند التركيز 50 ppm ،عند المستوى 40 %. وعند المستوى 80 % تميزت معاملة السيكوسيل 2000 ppm بأعلى محتوى للكلوروفيل الكلي في أوراق البطاطا (0.175 مليمول /مغ) وكان أعلى محتوى مائي نسبي في الأوراق في معاملة السيكوسيل 1500 ppm. وبالتالي يمكن تطبيق السيكوسيل وحمض السالسليك وبالتركيز 1000 و1500 ppm من السيكوسيل و بالتركيز50 و150 ppm حمض السالسليك لرفع كفاءة تحمل نبات البطاطا صنف سبونتا تحت ظروف نقص الماء.

الكلمات المفتاحية: البطاطا، السيكوسيل، حمض السالسليك، اجهاد الجفاف.

Abstract

This research was carried out at Al-Hanadi Research Station - Agricultural Scientific Research Center in Lattakia during 2019:2020، to study the effect of foliar application of different cycocel concentrations (1000، 1500 and 2000 ppm) and salicylic acid (50،100،150ppm) on potato plants planted at two field capacity levels 40% and 80%. The results showed that cycocel and salicylic acid improved biochemical parameters at 40% of field capacity، whereas cycocel 1000 ppm increased the

©2023 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. **ISSN: 2305-5243; AIF-023 (p: 249 - 260)**

total chlorophyll content (0.132 mmol/mg) and catalase activity at 1500 ppm (0.041 mg / g). Salicylic acid 150 ppm promote proline content (35.57mg/g) ،and total chlorophyll at 50 ppm at 40% of field capacity. At 80% of field capacity ، cycocel 2000 ppm increased total chlorophyll content (0.175mmol/mg), and leaf relative water content.in Generally، it was concluded that cycocel and salicylic acid can be used to improve potato plant tolerance to drought، especially at 1000 and 1500ppm of cycocel and 50 and150ppm of salicylic acid.

Keywords: Potato, Cicocel, Salicylic Acid, Dehydration Stress.

المقدمة

تعد البطاطا(*Solanum tuberosum L.*) رابع أهم محصول غذائي في العالم FAO (2011)، ومصدراً غذائياً هاماً في البلدان النامية لانخفاض تكلفة إنتاجها ولكونها مصدراً غنيا بالكربوهيدراتRomero وآخرون (2017). تعتبر رطوبة التربة أحد أهم العوامل المؤثرة في إنتاجية البطاطا ونوعيتهاEl-Ghamry وEl- Shikha (2004) ، وبالمقارنة مع المحاصيل الأخرى يعتبر نبات البطاطا حساساً للجفاف حيث يسبب الإجهاد المائي نقص إنتاجية ونوعية الدرنات الناتجة Stark وآخرون (2013) وتعتبر مرحلة تشكل الدرنات أكثر المراحل حساسية لنقص الرطوبة حيث يسبب نقص الماء في هذه المرحلة تأخر ظهور الدرنات وتضخمها Walworth وCarling (2002) وللحصول على إنتاجية عالية لابد من تجنب إجهاد النباتات من مرحلة تشكل الدرنات حتى نهاية مرحلة تضخم الدرنات.

يؤثر نقص الماء بشكل مباشر في صبغات التمثيل الضوئي، والنتح، والمسطح الورقي، ونمو الجذور، وتمثيل العناصر والتوازن الهرموني مما يؤثر في نمو النبات وتطوره Latif وآخرون (2016) ويتبع ذلك حالة من الإجهاد التأكسدي في النبات بسبب زيادة أشكال الأوكسجين الحرة (ROS) (جزيئة الأوكسجين الحرة O2 وبيروكسيد الهيدروجين H2O2 وجذور الهيدروكسيل OH) الناتجة عن الاختزال غير التام للأوكسجين Asada (2000)، حيث تسبب هذه الجذور أكسدة اللبيدات Chen وآخرون (2000) وتحلل البروتينات Jiang وZhang (2001) وتضرر الحمض النووي Hagar وآخرون (1996). كما يسبب الجفاف تضرر الصبغات و البلاستيدات، ويخفض محتوى الكلوروفيل والكاروتينات ويؤثر على التفاعلات الضوئية في النبات Reddy وآخرون (2004) ، مما ينعكس سلباً على نمو وإنتاج النبات Costa وآخرون (1997). تقاوم النباتات الجفاف بتعديل الضغط الأسموزي في الخلية من خلال مراكمة عدد من المواد العضوية Singh وآخرون (2015) كالبرولين، والسكريات Sharma وآخرون (2019) أو بزيادة مضادات الأكسدة الإنزيمية والتي تقلل الضرر الناجم عن زيادة الجذور الحرة تحت ظروف الإجهاد Horváth وآخرون (2007) . و تعتبر إنزيمات الكاتالاز والبيروكسيداز والسوبرأوكسيد ديسموتيز والغلوتاثيون ريد كتاز خط الدفاع الأول كأنزيمات مضادة للأكسدة Zhang وآخرون (2014) حيث تقوم بكنس الجذور الحرة والتخلص منها في الميتوكوندريا والسيتوبلازما والبيروكسيسوم Shigeoka وآخرون (2002) .

يلعب حمض السالسليك دوراً هاماً في استجابة النباتات للإجهادات البيئية من بينها الجفاف Roychoudhury وزملاؤه (2016) وقد أظهرت دراسة El-Tohamy وآخرون (2018) أن حمض السالسليك يستخدم كمنظم نمو نباتي لتخفيف الأثر السلبي للجفاف ، وبينت دراسة Rao وآخرون (2012) أن للرش الورقي بحمض السالسليك والتريبتوفان دوراً فعالاً في تخفيض الآثار السلبية على نبات الذرة المعرض للجفاف. كما توجد مركبات أخرى يمكن أن تخفض التأثيرات السلبية لإجهاد الجفاف وتزيد تحمل النباتات لنقص الماء ومنها السيكوسيل، فقد وجد Davis وCurry (1991) أن منظمات النمو التي تثبط الجبرلين تكون قادرة على زيادة تحمل النبات للإجهاد المائي ، يلعب السيكوسيل دور المخفف للتأثيرات السلبية للجفاف الناجم عن نقص الماء من خلال تأثيره في تنظيم إغلاق الثغور بما يخفض النتح ويزيد كفاءة استعمال الماء Nejadsahebi وآخرون (2010) . فقد زادت المعاملة بالسيكوسيل مقاومة الثغور ومحتوى الكلوروفيل لنباتات البطاطا المعرضة لظروف من الإجهاد Gikloo وElhami (2012) ، كما نتج عن التطبيق الخارجي للسيكوسيل على البطاطا زيادة عدد الدرنات وحجمها Sharma وزملاؤه (1998).

أهمية البحث:

يعتبر فهم الأساس الفيزيولوجي والبيوكيميائي لتحمل النبات للإجهاد المائي أساساً لتطوير المحاصيل عند تعرضها للجفاف Manuela وآخرون (2003)، ونظراً لأهمية منظمات النمو النباتية في مقاومة الإجهادات البيئية، فقد كان الهدف دراسة رفع كفاءة نباتات البطاطا لتحمل ظروف الجفاف عن طريق المعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسليك.

مواد البحث وطرائقه

1- مكان تنفيذ البحث: تم تنفيذ التجربة في محطة بحوث الهنادي التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية. زرعت الدرنات في تربة رملية لومية ذات محتوى جيد من المادة العضوية، وذات محتوى عالي من الفوسفور ومتوسط المحتوى من البوتاسيوم، وفقاً لنتائج تحليل التربة في مخابر محطة بحوث الهنادي جدول (1).

جدول (1) : الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الزراعة

العمق	معلق 1:5		غرام/100غرام تربة		ملغ/كغ			التحليل الميكانيكي %		
	PH	EC ds/m	المادة العضوية	كربونات الكالسيوم الكلية	الآزوت المعدني	الفوسفور المتاح	البوتاسيوم المتاح	رمل	سلت	طين
30-0	7.61	0.44 غير مالحة	1.33 متوسط	34 عالية	6.5	22.5 عالية	228.75 متوسط	73.5	8.5	18

(المصدر: تحليل التربة و تقييم النتائج بحسب كتاب طرائق تحليل التربة والنبات والأسمدة- الهيئة العامة للبحوث العلمية والزراعية)

2- المادة النباتية: استخدم في الدراسة نباتات بطاطا صنف سبونتا Spunta، وهو صنف هولندي من الأصناف متوسطة النضج (100- 120 حتى النضج)، درناته متطاولة الشكل ، العيون سطحية، يتميز الصنف بحجم جيد للمجموع الخضري، إنتاجه كبير في العروة الربيعية وجيد في العروة الخريفية Anisimov (2000). تم تأمين البذار للصنف من المؤسسة العامة لإكثار البذار في اللاذقية.

3- تحضير الأرض والزراعة: تم تحضير التربة للزراعة بحراثتها حراثتين أساسيتين في نهاية كانون الثاني لعام 2019 م، وحراثة ثالثة (بواسطة العزاقة و الكالتيفاتور) على عمق 40 سم ، وتخطيط الأرض للزراعة في الأسبوع الأول من شهر شباط 2020. تمت زراعة الدرنات يدوياً في الحقل على عمق 10 سم وعلى مسافة 30 سم بين النباتات ضمن الخط و70 سم بين الخطوط. تم تنفيذ التجربة في ظروف محمية من الهطول المطري المحتمل.

4- الخدمة بعد الزراعة: قدمت عمليات الخدمة بري التربة بعد الزراعة مباشرة، وتسميد النباتات بالكميات المناسبة بناء على نتيجة تحليل التربة ووفقاً لتوصية وزارة الزراعة لتسميد البطاطا في الترب الرملية العروة الربيعية والصيفية بالكميات(36.95)كغ/دونم سماد يوريا و(24 كغ/دونم) سماد سلفات بوتاسيوم الزعبي وآخرون (2013). بعد 35 يوم من الزراعة (مرحلة بدء تشكل الدرنات) تم تطبيق معاملات التجربة والتي تضمنت الري عند مستويي رطوبة 40 و 80 % من السعة الحقلية، حيث تم حساب السعة الحقلية على أساس نسبة الرطوبة الحجمية في التربة المدروسة بواسطة جهاز الضغط الغشائي، حيث يمثل كل مستوى ري قطعة مستقلة تتوزع ضمنها معاملات التجربة كاملة وبثلاثة مكررات لكل معاملة.

5- رش النباتات: تم استخدام حمض السالسليك (مركب فينولي يتكون طبيعياً في النبات وبكميات قليلة جداً، و يتواجد إما في حال حرة أو غليكوسيدات أو أشكال أخرى Dempsey وآخرون (2011)). والسيكوسيل (Chlorocholinechloride (CCC) وهو مثبط لتصنيع الجبرلين ، صيغته الكيميائية $CLCH_2CH_2N+(CH_3)_3.CL$ لرش النباتات و ذلك بعد 35 يوم من الزراعة لأول مرة ، حتى البلل الكامل للنبات، لثلاثة مرات وبفاصل عشرة أيام بين الرشة والثانية، وكان توزيع المعاملات كالتالي:

السعة الحقلية 40% (معاملات الإجهاد):

C40-1 : رش ماء عادي فقط (شاهد)

CCC1-2 : رش بالسيكوسيل 1000 ppm

CCC2-3 : رش بالسيكوسيل 1500 ppm

CCC3-4 : رش بالسيكوسيل 2000 ppm

السعة الحقلية 80%:

C80-8 : رش ماء عادي فقط (شاهد)

CCC1-9 : رش بالسيكوسيل 1000 ppm

CCC2-10 : رش بالسيكوسيل 1500 ppm

CCC3-11 : رش بالسيكوسيل 2000 ppm

SA1-5: رش بحمض السالسليك ppm50	SA1-12: رش بحمض السالسليك ppm50
SA2-6: رش بحمض السالسليك ppm100	SA2-13: رش بحمض السالسليك ppm100
SA3-7 : رش بحمض السالسليك ppm 150	SA3-14 : رش بحمض السالسليك ppm 150

المؤشرات المدروسة:

1-6- المحتوى المائي النسبي: تم حساب المحتوى المائي النسبي حسب علاقة Barrs (1962) بأخذ خمس وريقات طرية (تم جمعها من الورقة الرابعة او الخامسة على النبات) ووزنها مباشرة (الوزن الطري)، ثم يتم غمرها في الماء المقطر لمدة 24 ساعة (في مكان مظلم)وتوزن بعدها (الوزن عند التشبع)، وبعد الوزن تجفف على حرارة 80 درجة مئوية حتى ثبات الوزن (الوزن الجاف) ويكون المحتوى المائي النسبي وفقا للمعادلة :

المحتوى المائي النسبي%= (الوزن الطري– الوزن الجاف)/(الوزن عند التشبع – الوزن الجاف)×100

2-6- محتوى الأوراق من الكلوروفيل: حسب Mackiney (1941) حيث تم وزن 100ملغ من الأوراق الطازجة، تم تقطيعها ونقعها في مزيج مكون من(75 %اسيتون مركز +25 %كحول) ثم تركها في الظلام لمدة 48 ساعة، بعد ذلك تمت قراءة الامتصاصية للعينات على جهاز السبيكتروفوتومتر200 Specord، Analytikjena عند طول موجة 645 و663 نانومتر وقدر تركيز الكلوروفيل b،a من المعادلة :

الكلوروفيل الكلي (مليمول/ مغ) = الكلوروفيل a + الكلوروفيل b

الكلوروفيل a = ((12.3×الامتصاصية عند طول موجة663)-(0.86×الامتصاصية عند طول موجة645)) /100

الكلوروفيل b = ((9.3×الامتصاصية عند طول موجة645)- (3.6× الامتصاصية عند طول موجة663)) /100

3-6- تـقدير البرولين :تم تقدير البرولين وفق Bates وآخرون (1973) ، بوزن 100 ملغ أوراق طازجة وطحنها مع 10 مل حمض السالفوسالسليك 3 %، ثم ترشيح العينة و سحب 2 مل من الرشاحة ووضعها في أنبوب اختبار وإضافة 2 مل حمض الخل الثلجي و2 مل ننهيدرين، بعدها وضعت العينات في حمام مائي وتركت لمدة نصف ساعة بعد الغليان. تم تبريد العينات بعد رفعها من الحمام المائي مباشرة في درجات منخفضة، وأضيف لكل عينة 5 مل توللوين فتشكل طبقتين، تم سحب الطبقة الملونة الحاوية على البرولين، وقياس الامتصاصية باستخدام جهاز المطياف الضوئي السبيكتروفوتومتر عند طول موجة 528 نانومتر بعد تحضيرمحاليل قياسية من البرولين النقي بتراكيز مختلفة ورسم منحني عياري.

4-6-تقدير فعالية انزيم الكاتالاز : تم تقدير فعالية الإنزيم بطريقة بلشكوف (1968)، حيث تم سحق 2غ من المادة النباتية مع 0.3 غ من كربونات الكالسيوم و20 مل من الماء المقطر حتى تشكلت كتلة متجانسة، تم نقل المزيج إلى دورق سعة 100 مل، وكمل الحجم بالماء المقطر، ترك المزيج مدة 40 دقيقة، ثم رشح بورق الترشيح الخاص، واستعملت الرشاحة كمستخلص إنزيمي، وتم أخذ20 مل من الرشاحة في دورقين سعة 100 مل، وغلي إحدى العينتين مدة 3 دقائق (عينة شاهد)، ثم بردت وأضيف لكل دورق 20 مل ماء مقطر و3 مل ماء أوكسجيني 1%، حضن الدورقين مدة 30-40 دقيقة بدرجة 40 درجة مئوية وبعدها أضيف 5 مل حمض الكبريت 10 %. تمت معايرة الماء الأوكسجيني المتبقي بمحلول برمنغنات البوتاسيوم 0.01 ن حتى ظهور اللون الوردي الخفيف، و حسبت الفعالية الأنزيمية مقدرةً بعدد ميلي غرامات H_2O_2 المتفككة في زمن الحضن محسوب بالنسبة إلى 1غ من المادة النباتية المدروسةBrenda (2009) وفق المعادلة الآتية: P =((A-B)×0.17)) / (T×H)

P : فعالية الكاتالاز، A: حجم برمنغنات البوتاسيوم (0.01 ن) المستهلك لمعايرة تجربة الشاهد ،

B : حجم برمنغنات البوتاسيوم (0.01 نظامي) المستهلك لمعايرة تجربة العينة، 0.17 : عدد الميلي غرامات من H_2O_2 المكافئة لـ1 مل من:$KMnO_4$ (0.01 N)، H : وزن العينة النباتية المأخوذة لدراسة الإنزيم فيها، T : زمن الحضن.

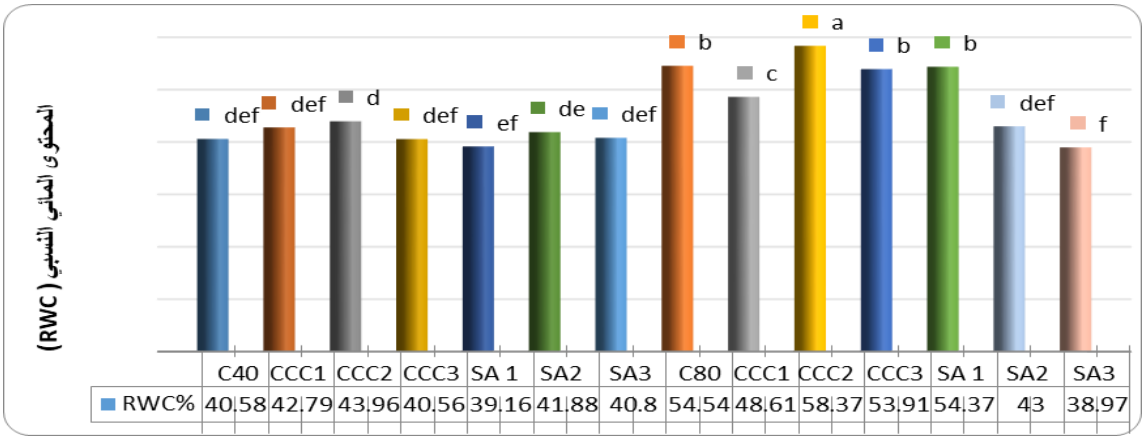
7-التحليل الاحصائي:

تم توزيع المعاملات وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملةCompletetly Randomized Blocks ، تم تحليل البيانات الناتجة باستخدام برنامج الكوستات وتم حساب الفروق المعنوية بين متوسطات المعاملات للتداخل باستخدام تحليل التباين واختبار دونكان عند مستوى ثقة 95 % Duncan(1955).

3-النتائج والمناقشة:

3-1-المحتوى المائي النسبي:

يبين الشكل (1) انخفاض المحتوى المائي النسبي معنوياً في معاملة الشاهد مع انخفاض مستوى رطوبة التربة عند المستوى 40% مقارنة بالمستوى 80 %. وعند مستوى الرطوبة 40% لم يلاحظ وجود تأثير للمعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسليك في المحتوى المائي النسبي للأوراق مقارنة بالشاهد لكن تفوقت معاملة السيكوسيل بتركيز1000ppm معنوياً على معاملة حمض السالسليك بتركيز50ppm ولم تكن الفروق معنوية مع باقي المعاملات.



الشكل (1) المحتوى المائي النسبي في أوراق البطاطا المعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسليك عند مستويي رطوبة 40 و80%

في حين أنه عند الري بالمستوى 80 % زاد المحتوى المائي النسبي معنوياً عند المعاملة بالسيكوسيل 1500 ppm متفوقة بفروق معنوية على باقي المعاملات ومعاملة الشاهد (54.54%)، بينما انخفض المحتوى المائي النسبي في أوراق البطاطا المعاملة بحمض السالسليك مع زيادة التركيز المستخدم وكان أفضلها في معاملة حمض السالسليك 50ppm (54.37%).

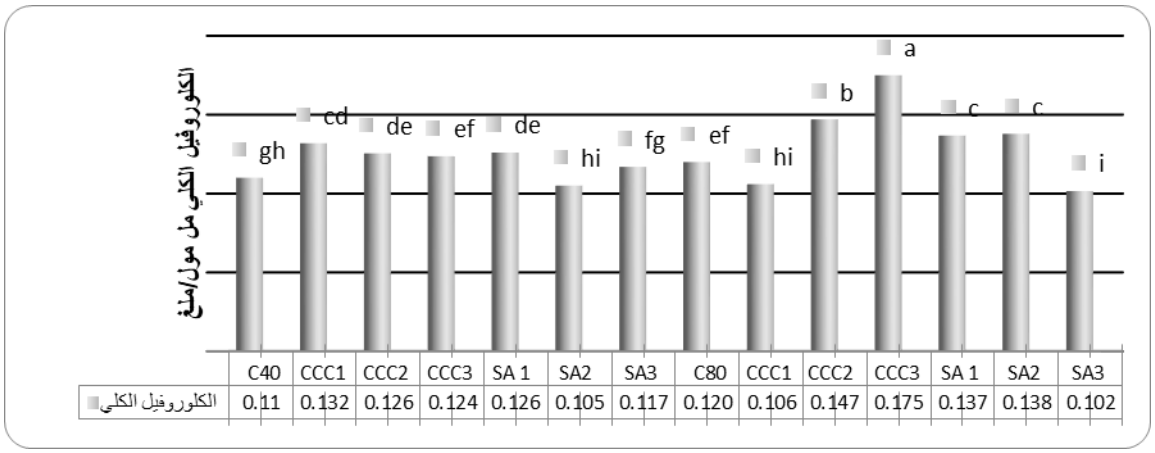
تشير الدراسات إلى أن النباتات المزروعة تحت ظروف الإجهاد المائي تميل لتعديل الضغط الاسموزي عن طريق مراكمة السكريات والبرولين ومواد عضوية أخرى في الخلية مما يخفض فقدان الماء من داخل الخلية الناتج عن ارتفاع التركيز خارج الخلية مما ينعكس إيجاباً في نمو النبات وإنتاجيته (Ludlow and Muchow،1999) . ويعتبر إغلاق الثغور آلية تكيفية لنقص الماء حيث يحافظ النبات من خلالها على المحتوى المائي في الخلية ويحمي النبات من الإجهاد Moriana وآخرون (2002)، ويؤدي إلى تقليل امتصاص الماء ونقله، كما يخفض التبادل الغازي في خلايا الورقة وخاصة CO_2 والذي ينظم عملية التمثيل الضوئي Slatyer(1969). وهذا ما أشار إليه Khalilzadeh وآخرون (2016) من انخفاض محتوى الكلوروفيل، والمحتوى المائي النسبي ، والكاروتينات، والمساحة الورقية، والإنتاجية لنباتات القمح المعرضة للإجهاد. كذلك Basu وآخرون (1998) أشاروا إلى انخفاض المحتوى المائي النسبي لأوراق البطاطا مع انخفاض جهد ماء الورقة من 0.2 إلى 0.1 MPa، وزيادة محتوى الأوراق من السكريات الكلية الذائبة وانخفاض في التمثيل الضوئي. تسبب المعاملة بالسيكوسيل تحت ظروف نقص الري زيادة إغلاق الثغور مما يخفض النتح ويزيد المحتوى المائي النسبي Nejadsahebi وآخرون (2010) و Giorio وآخرون (1999) ، وفسرPrakash و (2000 Ramachandran) زيادة المحتوى المائي النسبي في أوراق الزيتون عند المعاملة بالسيكوسيل لكون السيكوسيل يؤثر في استقلاب الخلايا الداخلية للمسام مما يزيد كفاءة استخدام الماء ضمن الخلية ويخفض النتح مما يخفف الأثر السلبي للإجهاد. بينما أشار Anosheh وآخرون (2012) إلى الدور الإيجابي لمركبي السيكوسيل وحمض السالسيليك في تخفيض الضرر الناجم عن نقص الماء وذلك لتأثير المركبين في تنظيم فتح وإغلاق الثغور، والحفاظ على محتوى الكلوروفيل، وزيادة كفاءة استعمال المياه، وتحفيز نمو الجذور. وهذا يخالف ما أشار إليه El-Tohamy وآخرون (2018) من تحسن المحتوى المائي النسبي عند المعاملة بحمض السالسليك لنبات اللوبياء و الخرشوف تحت ظروف الجفاف.

3-2- محتوى أوراق البطاطا من الكلوروفيل الكلي:

تبين النتائج الموضحة في الشكل (2) انخفاض محتوى الكلوروفيل الكلي في أوراق البطاطا المزروعة عند المستوى 40 % مقارنة بالنباتات عند المستوى 80 % وبفروق معنوية. وقد أدت المعاملة بالسيكوسيل بتركيز 1000و1500و2000 ppm إلى زيادة في

محتوى الكلوروفيل في نباتات البطاطا المجهدة وكان أعلاها عند معاملة السيكوسيل 1000 ppm بقيمة (0.132 مليمول/مغ) مقارنة بالشاهد

(0.11 مليمول/مغ) عند مستوى الرطوبة 40% .والفروق معنوية، كما أدت المعاملة بحمض السالسليك بتركيز 50 ppm إلى زيادة معنوية في محتوى الكلوروفيل الكلي للنباتات المجهدة مقارنة بالشاهد (0.11 مليمول/مغ). أما عند المستوى 80 % فقد كان أعلى محتوى للكلوروفيل الكلي في أوراق نباتات البطاطا المعاملة بالسيكوسيل بتركيز 2000 ppm (0.175 مليمول/ مغ) وبفروق معنوية مقارنة بباقي المعاملات و معاملة الشاهد(0.120 مليمول/مغ). كما أعطت المعاملة بحمض السالسليك بتركيز50 و100 ppm زيادة معنوية في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي مقارنة بالشاهد(0.120 مليمول/مغ) بينما لم تؤثر المعاملة بحمض السالسليك بتركيز 150 ppm وبالسيكوسيل بتركيز 1000ppm في زيادة محتوى أوراق البطاطا من الكلوروفيل الكلي مقارنة بالشاهد.

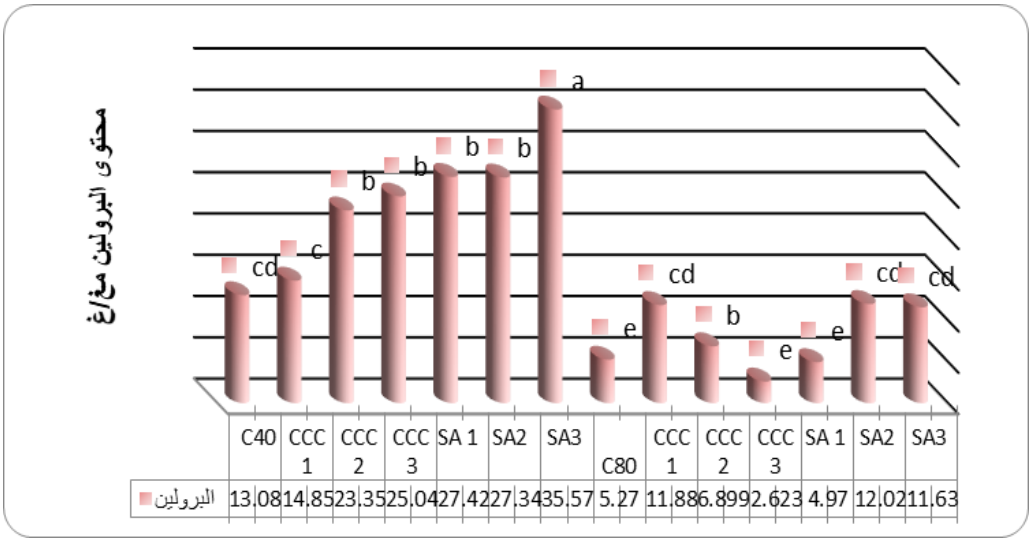


الشكل (2) محتوى الكلوروفيل الكلي في أوراق البطاطا المعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسليك عند مستويي رطوبة 40و80%

أظهرت دراسات Hsu وآخرون (2013) أن الكلوروفيل ومشتقاته تؤدي دور مضادات أكسدة تمنع أكسدة DNA واللبيدات من خلال كنس الجذور الحرة و ربط الأيونات. ويعود انخفاض الكلوروفيل في النباتات عند المستوى 40 % إلى أنه عند نقص الماء يحدث انخفاض الكلوروفيل b،a وباقي الكاروتينوئيدات ،وتضرر الصبغات والبلاستيدات ، وتحلل البروتينات كما يؤثر على التفاعلات الضوئية في معظم النباتات Reddy وآخرون (2004). وهذا يشابه نتائج Khalilizadah وآخرون (2016) التي أظهرت انخفاض الكلوروفيل b،a والكلوروفيل الكلي، وناقلية الثغور، ومساحة الورقة، والمحتوى المائي النسبي للقمح عند نقص رطوبة التربة، لكن ازداد نشاط انزيمات الكاتالاز والبيرواوكسيداز والفينول اوكسيداز، ومحتوى البرولين. يحفز حمض السالسليك الآلية الدفاعية للنبات من خلال تنظيم مضادات الأكسدة Horváth وآخرون(2007) ، فقد زادت المعاملة بحمض السالسليك مضادات الأكسدة الانزيمية وغير الأنزيمية وخففت من التأثير الضار للمواد المؤكسدة Krantev وآخرون (2008). كما ذكر Tadaو Miura (2014) أن التراكيز المنخفضة من حمض السالسليك تعتبر ذات فعالية اكبر في مواجهة الاجهادات البيئية مقارنة بالعالية منه. وقد يعود الأثر الإيجابي للسيكوسيل في زيادة محتوى الكلوروفيل الكلي في أوراق البطاطا إلى أن المعاملة بالسيكوسيل تسبب زيادة الكلوروبلاست، ورفع تركيز الكلوروفيل والكاروتينات، وتسريع عملية الفسفرة الضوئية، وزيادة معدل التمثيل الضوئي Wangو Xiao (2009)، وتحفيز تمثيل البروتينات الذائبة والانزيمات Wafsyو El-Din، (1995). أوقد يعود ذلك إلى تأثيره كمعيق نمو في تأخير شيخوخة الورقة Guerfel وآخرون(2009) من خلال دوره في زيادة نشاط انزيم الروبيسكوOsman (2014) وهذا يوافق نتائج Gikloo وElhami (2012) التي أشارت إلى زيادة محتوى الكلوروفيل في أوراق البطاطا المعاملة بالسيكوسيل، ويوافق نتائج Farooq وBano (2006) التي بينت زيادة محتوى البرولين والكلوروفيل ونشاط أنزيمات البيروكسيداز والكاتالاز في أوراق الفاصولياء بعد معاملتها بالسيكوسيل .

3-3-نسبة البرولين في الأوراق (مغ/غ):

تبين النتائج زيادة محتوى البرولين في أوراق النباتات مع زيادة شدة الإجهاد شكل(3). وعند مستوى الرطوبة 40 % تفوقت معاملات الرش بالسيكوسيل وحمض السالسليك في المحتوى من البرولين على معاملة الشاهد (13.1مغ/غ)، وأعطت النباتات المعاملة بحمض السالسليك بتركيز150 ppm



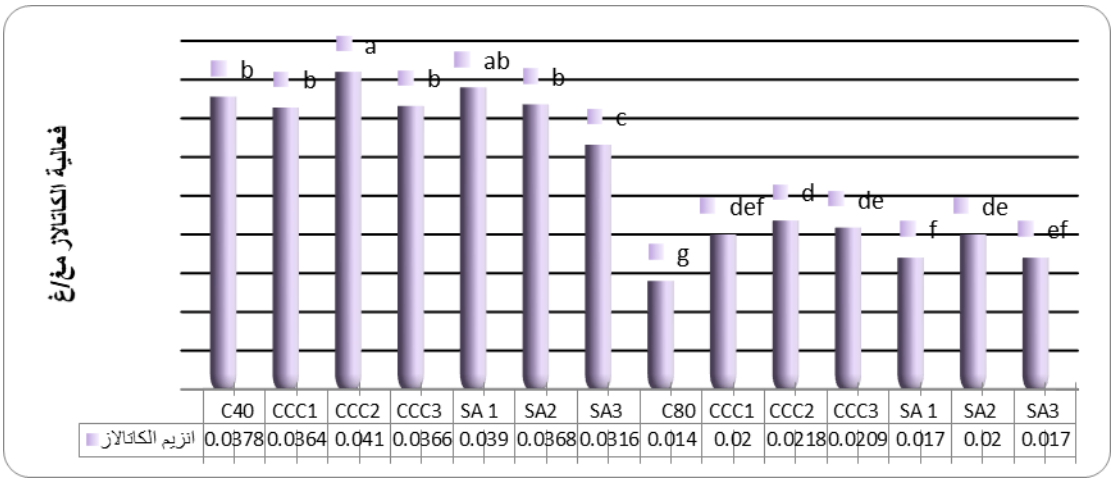
الشكل (3) نسبة البرولين في أوراق البطاطا سبونتا المعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسليك عند مستوى رطوبة40و80%

أعلى نسبة للبرولين في أوراقها (35.6 مغ/غ) متفوقة بفروق معنوية على باقي المعاملات، بينما تقاربت نسبة البرولين في أوراق النباتات المعاملة بالسيكوسيل ppm1000 مع معاملة الشاهد. كما أدت المعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسيليك إلى زيادة معنوية في محتوى البرولين عند مستوى الري80 %، وخاصة في المعاملة بالسيكوسيل بتركيز ppm1000 والمعاملة بحمض السالسليك بتركيز150ppm، 100 مقارنة مع الشاهد (5.27 مغ/غ).

تشير العديد من الدراسات الى ارتفاع معدل البرولين في النبات عند نقص الماء وانخفاضه عند الري الطبيعي Khalilzadeh وآخرون (2016) وبينت نتائج Mamnabi وآخرون(2020) زيادة محتوى البرولين والسكريات الذائبة ونشاط إنزيم الكاتالاز والبولي فينول أوكسيداز، والبيروكسيداز، والسوبر اوكسيد ديسموتيز، تحت ظروف الإجهاد. وقد تعود الزيادة الحاصلة في البرولين عند النباتات المعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسليك لتأثير هذه المواد في زيادة تراكم الغلوتومات والأمونيا عند التعرض للإجهاد المائي مما يؤدي الى تحفيز تكون البرولين، أوقد يعود تراكمه إلى نقص نشاط أنزيم برولين أوكسيداز وبرولين ديهايدروجيناز Taiz و Zeiger (2002). حيث زاد البرولين في النباتات المجهدة بمقدار60% مقارنة بالشاهد نتيجة المعاملة بالسيكوسيل والسماد الحيوي وفقاً لنتائج Maiti وآخرون (2002)، وتعود هذه الزيادة لكون السيكوسيل يؤخر الشيخوخة إضافة إلى دوره في زيادة محتوى الأوراق من النتروجين مما يسمح بزيادة تكوين المركبات البروتينية في هذه النباتات وذلك قبل انتقال الآزوت إلى أجزاء النبات الأخرى Khalilzadeh وآخرون (2016). وأشارت نتائج مشابهة إلى زيادة تراكم البرولين والمركبات الفينولية في البطاطا المعاملة بحمض السالسليك تحت ظروف من الإجهاد الملحي Faried وآخرون (2016)، حيث ينتج عن المعاملة بحمض السالسليك إشارات في مسارات الاستقلاب والأنظمة الناقلة داخل الخلية، مما ينظم تمثيل وتخليق الأنزيمات عن طريق تعديل الأسموزية بزيادة تركيز البرولين Idrees وآخرون (2012) وقد يعود ذلك لتحسين تمثيل أو تخليق انزيم pyrroline -5-carboxylate reductase وglutamyl kinase وخفض نشاط انزيم برولين أوكسيداز المحلل للبرولين Misra و Saxena (2009) وتتوافق هذه النتائج مع نتائج Hayat وآخرون(2008) التي أشارت إلى زيادة محتوى البرولين في نباتات البندورة المعاملة بحمض السالسليك و المعرضة لإجهاد الجفاف.

3-4-فعالية إنزيم الكاتالاز (مغ/غ):

تشير نتائج دراسة فعالية الكاتالاز في أوراق البطاطا إلى زيادة هذه الفعالية مع زيادة شدة الإجهاد شكل (4). وعند مستوى الرطوبة 40%لم يكن للمعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسليك أي تأثير في زيادة نشاط إنزيم الكاتالاز للنباتات المجهدة باستثناء النباتات المعاملة بالسيكوسيل بتركيز 1500 ppm والتي تميزت بالنشاط الأعلى للإنزيم (0.041 مغ/غ). بينما عند مستوى الرطوبة 80% فقد ازداد نشاط انزيم الكاتالاز في جميع معاملات السيكوسيل وحمض السالسليك مقارنة مع الشاهد (0.014 مغ/غ) وبفروق معنوية، وكان أفضلها المعاملة بالسيكوسيل بتركيز ppm1500 حيث بلغت (0.022مغ/غ) مقارنة بالشاهد.



الشكل (4) فعالية إنزيم الكاتالاز في أوراق البطاطا سبونتا المعاملة بالسيكوسيل وحمض السالسليك عند مستويي رطوبة 40و80%

يسبب اجهاد الجفاف تثبيط النشاط الإنزيمي وتخرب الغشاء الخلوي بسبب تغير العلاقات المائية في النبات، وانخفاض كفاءة التمثيل الضوئي، وزيادة الأكسدة الخلوية في نباتات البطاطا Batool وآخرون (2020). ويمكن تفسير زيادة فعالية الكاتالاز في النباتات المجهدة (عند المستوى 40%) لكونه من مضادات الأكسدة الانزيمية والتي يزداد نشاطها تحت ظروف الإجهاد. حيث تلعب دوراً هاماً في تعطيل الجذور الحرة المتراكمة في الخلية، مما يساعد في حماية النبات من التأثيرات الضارة للإجهادات البيئية، كما أظهرت نتائج Boguszewska وآخرون (2010) أن زيادة في نشاط انزيمات البيرواوكسيداز وسوبراوكسيد ديسموتيز والكاتالاز قد ساهمت في حماية نباتات البطاطا من الإجهاد التأكسدي وبالتالي حالت دون انخفاض إنتاجية الدرنات. أيضاً نتائج Mamnabi وآخرون (2020) أشارت إلى زيادة نشاط انزيم الكاتالاز عند التعرض للإجهاد. يلعب حمض السالسليك دوراً هاماً في تحسين نشاط الانزيمات المضادة للأكسدة (البيرواوكسيداز، والكاتالاز، وسوبراوكسيد ديسموتيز) وتنظيم الضغط الأسموزي وتحسين التبادل الغازي والمحتوى المائي في الخلية Faried وآخرون (2016)، وهذا يتوافق مع دراسات بينت زيادة نشاط مضادات الأكسدة الانزيمية وزيادة تحمل النبات للإجهادات اللاحيوية من خلال تثبيط تشكل الجذور الحرة عند المعاملة بحمض السالسليك Metwaly و El-Shatoury (2017). وتتوافق هذه النتائج مع نتائج تشير إلى انخفاض النشاط الإنزيمي عند الري الطبيعي وزيادة فعالية أنزيم الكاتالاز والبيروكسيداز للنباتات المعرضة للإجهاد نتيجة المعاملة بالسيكوسيل والسماد الحيوي Khalilzadeha وآخرون (2016) ، ومع نتائج أخرى بينت ازدياد نشاط انزيم البيروكسيداز والكاتالاز والبولي فينول اوكسيداز في أوراق القمح عند المعاملة بالسيكوسيل تحت ظروف الإجهاد. وأيضاً Farooq و Bano (2006) أشاروا إلى زيادة محتوى البرولين والكلوروفيل ونشاط أنزيمات البيروكسيداز والكاتالاز في أوراق الفاصولياء المعاملة بالسيكوسيل.

4- الخلاصة:

نستنتج من هذه الدراسة أن زراعة نباتات البطاطا عند مستويات مختلفة من الرطوبة قد أدى الى تباين في محتوى أوراقها من الصفات البيوكيميائية المدروسة وأن رش نباتات البطاطا بالسيكوسيل وحمض السالسليك قد زاد في تحمل البطاطا لنقص الرطوبة حيث أثر إيجاباً في رفع محتوى أوراقها من المحتوى المائي النسبي، والكلوروفيل والبرولين وزاد نشاط انزيم الكاتالاز تحت ظروف الإجهاد وخاصة التركيز 1000و1500 ppm وحمض السالسليك بالتركيز 50 ppm ،150.

المراجع

- الزعبي، محمد، وانس الحصني، حسان درغام .2013.طرائق تحليل التربة والنبات والأسمدة والمياه .الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية –وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي –الجمهورية العربية السورية.
- بلشكوف .1968. كتاب العملي في بيوكيمياء النبات، مؤسسة العلوم، موسكو.

- Ananieva، E.A.، K.N. Christov and L.P، Popova.2004. Exogenous treatment with salicylic acid leads to increased antioxidant capacity in leaves of barley plants exposed to Paraquat. J. Plant Physiol، 161: 319-328.
- Anisimov،F، B.2000. potato varieties approved for agriculture and seed potato production. FGNY،148p. (in Russian).
- Anosheh، H.P.، Y. Emam.، M. Ashraf and M.R. Foolad. 2012. Exogenous application of salicylic acid and chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. Adv. Stud. Biol.، 4(11)، 501–520.
- Asada، K . 2000. The water-water cycle as alternative photon and electron sinks. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 355**:** 1419–1431.
- Batool،T .،S. Ali .،F.M.Seleiman.،H.N. Naveed .،A. Ali .،K. Ahmed .،M. Abid.،M. Rizwan.،R.M. Shahid.،M.Alotaibi.،I. Al-Ashkar and M.Mubushar.2020. Plant growth promoting rhizobacteria alleviates drought stress in potato in response to suppressive oxidative stress and antioxidant enzymes activities . Scientifc Reports ، 10:16975 .
- Basu،S.P.،A.Sharma، and P.N.Sukumaran.1998. Changes in net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in potato leaves induced by water stress.Photosynthetica،35(1):13-19.
- Boguszewska،D.،M.Grudkowska، and B.Zagdanska. 2010.Drought-Responsive Antioxidant Enzymes in potato (*Solanum tuberosum* L.).Potato Res،53،373-382.
- Chen،W.P.،P.H. Li .،T.H. Chen .2000. Glycinebetaine increase chilling tolerance and reduce chilling-induced lipid peroxidation in Zea mays L. Plant، Cell and Environment، 23: 609–618.
- Costa، L.D.،D.G. Vedove.،G. Gianquintoi.،R. Giovanardi and A. Peressotti.1997. Yield، water use efficiency، and nitrogen uptake in potato: Infl uence of drought stress. Potato Res، 40:19–34.
- Davis، T.D. and E.A. Curry. 1991.Chemical regulation of vegetative growth. Critical Reviewsin Plant Science، 10، 151-188.
- Dempsey، D. A.،A.C، Vlot.،M.C، Wildermuth، and D.F، Klessig. (2011). Salicylic acid biosynthesis and metabolism. Arabidopsis Book v 9، e 0156.
- Duncan D.B .1955. Multiple range multiple. Biometric، 11: 1–42.
- EC 1.11.1.6 - catalase. Brenda.2009: The Comprehensive Enzyme Information System. Department of Bioinformatics and Biochemistry، Technische Universität Braunschweig .Retrieved -05-26.
- El-Ghamry،M.A and M.D، El-Shikha.2004.Effects of different irrigation systems and nitrogen fertilizer sources on potato growth and yield. J Agric Sci Mansoura Univ.، 29:6393–6410.
- El-Tohamy ، H.، E. Maher.، A.A.M. Badr.، N. Gruda.2018. Effect Of Exogenous Salicylic Acid On The Response Of Snap Bean (Phaseolus vulgaris L.) And Jerusalem Artichoke (Helianthus tuberosus L.) To Drought Stress. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus، 17(4)، 81–91.
- FAO .2011. Food and Agricultural Organization of the United Nations Database. Rome.
- Faried،N.H.، M.C. Ayyub.، M. Amjad.،R. Ahmed.،M.F. Wattoo.، M. Butt،M.،M. Bashir.،R.M. Shaheen andA.M. Waqasc. 2016.Salicylic acid confers salt tolerance in potato plants by improving water relations، gaseous exchange، antioxidant activities and osmoregulation. Journal of the Science of Food and Agriculture ·

- Farooq، Uand A.Bano،. 2006. Effect of abscisic acid and chlorocholine chloride on nodulation and biochemical content of Vigna raditata L، under water stress. Pakistan J Bot.، 38:1511–1518.
- Gikloo،S.T and B.Elhami.2012. Physiological and morphological responses of two almond cultivars to drought stress and cycocel. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. Vol.، 3 (5)، 1000-1004، ISSN 2251-838.
- Giorio، P.، G. Sorrentino and R. D'andria، 1999. Stomata behavior، leaf water status and photosynthetic response in field-grown olive trees under water deficit. Environ. Exp. Bot.، 42: 95-104.
- Guerfel،M.،O. Baccouri.، D. Boujnah.، W.Chaibic، and M. Zarrouk .2009.Impacts of water stress on gas exchange، water relations، chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (Olea europaea L.) cultivars. Scientia Horticulturae،Volume 119، Issue 3، 3 February 2009، Pages 257-263.
- Hagar، H.، N. Ueda and S.V.Shal. 1996. Role of reactive oxygen metabolites in DNA damage and cell death in chemical hypoxic injury LLC-PK1 cell. American Journal of Physiology، 271: 209–215.
- Hayat، S.،S.A. Hasan.،Q. Fariduddin and A.Ahmad.2008. Growth of tomato (Lycopersicon esculentum، mill) in response to salicylic acid under water stress. J. Plant. Interact. 3(4):297-304.
- Horváth، E; M.Pál .،G. Szalai.،E. Páldi، .،T.Janda.2007. Exogenous 4-hydroxybenzoic acid and salicylic acid modulate the effect of short-term drought and freezing stress on wheat plants. Biol Plant، 51: 480-7.
- Hsu، C.Y.، P.Y. Chao.، S.P. Hu and C.M. Yang. 2013. The antioxidant and free radical scavenging activities of chlorophylls and pheophytins. Food Nutr Sci، 4:1–8.
- Idrees، M.،M. Naeem، .،M.N. Khan.،T. Aftab and M.M.A. Khan.2012.Alleviation of salt stress in lemongrass by salicylic acid. Protoplasma ،249:709–720.
- Jiang، M. and J، Zhang. 2001. Effect of abscisic acid on active oxygen species، antioxidative defence system and oxidative damage in leaves of maize seedlings. Journal of Plant Cell Physiology، 42: 1265–1273.
- Krantev، A.،R. Yordanova.،T. Janda.،G. Szalai and L.Popova. 2008. Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. Journal of Plant Physiology، 165: 920–931.
- Khalilzadeh،R .،S.R. Sharifib and J. Jalilianc. 2016.Antioxidant status and physiological responses of wheat (Triticum aestivum L.) to cycocel application and bio fertilizers under water limitation condition .Journal of plant interations، vol. 11، No. 1، 130–137.
- Latif،F.،F.Ullah.،S.Mehmood .،A.Kattak.،U.A.Khan.،S.Khan.2016. Effects of salicylic acid on growth and accumulation of phenolics in *Zea mays* L. under drought stress. Acta Agriculturae Scandinavica،Section B-Soil and Plant Science ، 66،(4) 325–332.
- Ludlow M.M، and R.C، Muchow. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yield in water limited environment. Science Direct. Advance in agronomy، Vol 43: pp107-143.
- Maiti، R.K.، S. Moreno-limon .،P. Wesche-Ebeling. 2002. Responses of some crops to various abiotic stress factors and its physiological and biochemical basis of resistances. Agric Rev. 21:155–167.

- Mamnabi ،S.،H.S. Nasrolla .،K. Ghassemi-Golezani،and Y، Raei.2020. Improving yield-related physiological characteristics of spring rapeseed by integrated fertilizer management under water deficit conditions . Science Direct Saudi Journal of Biological Sciences،27:797-804.
- Manuela، M.،A.B.D. Chaves، P. João .،B.C. Maroco and S. João .،A. Pereira**.** 2003.Understanding plant responses to drought — from genes to the whole plant. Functional Plant Biology، 30، 239–264 .
- Metwaly، E. E and S.R. El-Shatoury. 2017.Impact of Foliar Application with Salicylic Acid on Growth and Yield of Potato (*Solanum tuberosum* L.) under Different Irrigation Water Quantity. J. Plant Production، Mansoura Univ.، Vol. 8 (10): 969 - 977.
- Misra، N and P.Saxena. 2009.Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. Plant Sci.، 177:181–189.
- Moriana، A.، F.J. Villalobos and E. Fereres. 2002. Stomata and photosynthetic responses of olive (Olea europaea L.) leaves to water deficits. Plant Cell Environ، 25: 395-405.
- Miura ،K and Y.Tada .2014. Regulation of water، salinity، and cold stress responses by salicylic acid. Front Plant Science. 23;5:4.
- Nejadsahebi، M.،N. Moallemi and A، Landi.2010.Effects of Cycocel and Irrigation Regimes on Some Physiological Parameters of Three Olive Cultivars. American Journal of Applied Sciences، 7 (4): 459-465، ISSN 1546-9239.
- Osman ،A.R. 2014. Improving some quantitative and qualitative characteristics of Solidago canadensis “Tara” using cycocel and planting density under drip irrigation and lighting systems. Life Sci J.، 11:110–118.
- Prakash، M. and K. Ramachandran، 2000. Effects of chemical ameliorants on stomata frequency and water relations in Brinjal (Solanum melogena L.،) under moisture stress conditions. J. Agron. Crop Sci.، 185: 237-239.
- Rao، S.R.، A.Qayyum.،A. Razzaq.، M.Ahmad.،I. Mahmood.،A. Sher. 2012. Role of foliar application of salicylic acid and L-Tryptophan in drought tolerance of maize. J. Anim. Plant Sci.، 22(3)، 768–772.
- Reddy، A.،K. Chaitanya.، and M. Vivekanandan. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. Plant Physiol.* 161، 1189–1202.
- Romero، A.P.،A. Alarcón .،R.I. Valbuena and C.H.Galeano .2017.Physiological Assessment of Water Stress in Potato Using Spectral Information. Front. Plant Sci. 8:1608.
- Roychoudhury، A.،S. Ghosh .،S.Paul. 2016. Pre-treatment of seeds with salicylic acid attenuates cadmium chlorideinduced oxidative damages in the seedlings of mung bean (Vigna radiata L. Wilczek). Acta Physiol. Plant، 38، 11. DOI:10.1007/s11738-015-2027-0.
- Sharma، N.،N. Kaur.،A،K. Gupta. 1998. Effects of gibberellic acid and chlorocholine chloride on tuberization and growth of potato (Solanum tuberosum L). Journal Sci. Food Agric. 78: 466-470.
- Sharma، A.،B. Shahzad .،V. Kumar.،S.K. Kohli.،G.P.S.Sidhu .،A.S. Bali.، N.Handa.، D.Kapoor، .،R. Bhardwaj .،B. Zheng. 2019.Phytohormones regulate accumulation of osmolytes under abiotic stress. Biomolecules، 9، 285.
- Shigeoka ،S.،T. Ishikawa .،M. Tamoi .،Y. iyagawa .،T.Takeda .،Y.Yabuta et al. 2002.Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. J Exp Bot.، 53: 1305-19.

- Singh، M.،J. Kumar.،S. Singh.،V.P. Singh.،S.M. Prasad. 2015.Roles of osmoprotectants in improving salinity and drought tolerance in plants: A review. Rev. Environ. Sci. Biotechnol.، 14، 407–426
- Slatyer، R. O.،1969. "Physiological Significance of Internal Water Relations to Crop Yield" 1969. Agronomy & Horticulture -- Faculty Publications. 186.p10.
- Taiz، L and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. Sunderland، MA: Sinauer Associates.
- Wafsy، E and El-Din. 1995. Growth regulators and flowering. Academic Bookshop، Modern Egyptian Press، p. 503–510.
- Walworth، J.، and D. Carling. 2002. Tuber initiation and development in irrigated and non-irrigated potatoes. Am. J. Potato Res. 79، 387–395.
- Wang ،H.Q and L.T. Xiao. 2009. Effects of chlorocholine chloride on phytohormones and photosynthetic characteristics in potato (Solanum tuberosum L.). J Plant Growth Regul. 28:21–27.
- Zhang، X.،H.B. Yin .،S.H. Chen .،J. He.،S. Guo. 2014.Changes in antioxidant enzyme activity and transcript levels of related genes in Limonium sinense kuntze seedlings under NaCl Stress. J Chem; 1-6.

N° Ref: 1067