جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة كربلاء
كلية التربية للعلوم الصرفة - قسم علوم الحياة

تأثير إضافة البوتاسيوم في قابلية الحنطة (*Triticum aestivum* L.) على تحمل الإجهاد المائي

رسالة تقدم بها الطالب

جواد كاظم عبيد الحجيري
بكالوريوس تربية-علوم حياة 2001

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

بإشراف

أ. م. د. قيس حسين عباس السماك

1434 هـ 2013 م

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education & Scientific Research
University of Karbala
College of Education for Pure Science
Department of Biology

The Effect of Potassium Application on the ability of Wheat Plant(*Triticum aestivum* L.) to Water Stress Tolerance

A Thesis submitted to the council College of Education for Pure Science of Karbala University as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of science in Biology – Botany

By

Jawad Kadhim Obaid Al-Hujayri

B. Sc. Biology / 2001

Supervised By

Assit. Prof. Dr. Qais Hussain Abbas Al-Semmak

2013 A .D. **1434 A .H.**

بسم الله الرحمن الرحيم

يَا أَيُّهَا النَّاسُ اعْبُدُوا
رَبَّكُمُ الَّذِي خَلَقَكُمْ وَالَّذِينَ
مِنْ قَبْلِكُمْ لَعَلَّكُمْ تَتَّقُونَ **(21)**
الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا
وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنْزَلَ مِنَ
السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ
الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَكُمْ فَلَا
تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ
تَعْلَمُونَ **(22)**

صدق الله العلي العظيم

سورة البقرة
الآيات 21-22

الإهـــداء

*الـى مـن بلَّغَ الرسالة وأدى الأمانة .. ونصح الأمة .. الــى نبيّ الرحمه ونور العالمين سيدنـا محـمـد (صلى الله عليه وآله وسلم) وعـتـرتـه الطيـبـيـن الطـاهـريـن .

*إلـى بسمة الأمل وبحـر الحنان المتدفق في عـروقـي ... إلـى أغـلـى ما فـي الوجـود ... إلـى الذيـن يلازمني دعاؤهـم بأستمــرار ... والـدي و والـدتــي أطـال الله عمرهم .

*الى مـن هـم أقـرب أليّ من روحي ... الى مـن شاركوني حضن الأم وبهم أستمد عـزتي و إصراري ... أخوتي و أخواتي حبـاً وأعتـزازاً .

*الى مـن شجعني في رحلتي الى التميّـز والنجـاح ... قدوتي عمي الأستاذ الدكتور عـلـي الحـجـيـري حفظه الله .

*الى توأم الروح و رفيقة الدرب الى صاحبة القلب الطيب والنوايا الصادقة .. الى مـن شاركتني العناء وستشاركني البناء...زوجتي حباً وإحتراماً ووفاءً

*الـى مـن أرى التفاؤل بعيونهم والسعادة في ضحكتهم ... أطفالي أسـراء وفاطمة و محمد .

*الى كل مـن أحبهم ويسـرّهم نجاحي ولا يسعـني المقام لـذكـرهـم ... أصدقائي جميعهم وفقهم الله .

أهــدي ثـمــرة جهــدي
الـمـتـواضــع هــذا وفــاءً وعرفـانـــاً

الباحث

جواد الحـجـيـري

شكر و تقدير

الحمد الله رب العالمين والصلاة والسلام على النبي الأمين المبعوث رحمةً للعالمين محمد وعلى آل بيته الطيبين الطاهرين ، بعد الإنتهاء من كتابة هذه الرسالة أسجد لله جل جلاله شاكراً فضله لما منحني من قوة وصبر على إنجاز هذا العمل ، وتثميناً للجهود التي ساهمت في أنجاز هذه الرسالة أتوجه بعظيم شكري وتقديري الى أستاذي المشرف الدكتور قيس حسين عباس السماك لما قدمه لي من التوجيهات العلمية السديدة والمتابعة المتواصلة طيلة مدة البحث . كما أتقدم بالشكر والتقدير الى الأستاذ الدكتور نورالدين شوقي علي رئيس لجنة المناقشة و الأستاذ المساعد الدكتور محمد أحمد أبريهي والأستاذ المساعد الدكتور بشير عبد الحمزة العلواني أعضاء لجنة المناقشة لتفضلهم بقبول مناقشتي وأبداء الملاحظات العلمية القيمة التي ساهمت في ترصين المادة العلمية وإغناء الإطروحة فجزاهم الله عني خير الجزاء . شكري وتقديري الخالص الى عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة ورئاسة قسم علوم الحياة وأساتذتي الكرام وأخص بالذكر منهم الأستاذ الدكتور عبدعون هاشم الغانمي والدكتور أحمد نجم الموسوي لأبدائهم المساعدة لي والشكر موصول للأخ المهندس الزراعي عقيل رحيم جبر ولأدارة أعدادية أبن البيطار المهنية في كربلاء المتمثلة بمديرها السيد قاسم لفته حمادة لمساعدتهم لي وتوفير الأرض الخاصة بالتجربة و لايفوتني إلاّ أن أشكر الأخ زهير علي مهدي والأخ سمير هويدي لمساعدتهم لي كما أجد من الوفاء أن أقدم شكري و أمتناني الخاص الى جميع أخوتي من طلبة الدراسات العليا وأخص بالذكر منهم الأخ هشام علي مهدي والأخ خالد علي حسين اليساري لما لمسته منهم من تعاون وعلاقة طيبة وروح صداقة حقيقية أتمنى لهم النجاح والموفقية . ولابد هنا من تسجيل تقديري وأمتناني لأصدقائي جميعهم لتشجيعهم ومساندتهم لي طيلة مراحل إجراء البحث . كما لا يسعفني إلا أن أشكر وأقدر جهود كل الطيبين والخيرين وكل من مد يد العون و أرجو من الباري عزَّ وجل أن يوفقني لرد الجميل .

ومسك الختام يكون حقاً عليّ أن أقدم أسمى وأرقى معاني الشكر والعرفان إلى عائلتي التي قاسمتني هذا الجهد داعياً الله لهم أن يوفقني لرد فضلهم .

والله ولي التوفيق ...

الباحث

جواد الحجيري

المستخلص

بهدف دراسة تأثير التسميد البوتاسي المضاف في نمو و حاصل الحنطة *Triticum aestivum* L. تحت مستويات مختلفة من الأجهاد المائي ، أجريت تجربة عاملية حقلياً وحسب تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD في حقل يقع في منطقة الحسينية الواقعة (5) كم شمال مدينة كربلاء لزراعة محصول الحنطة صنف أباء 99 خلال الموسم الزراعي الشتوي 2012 - 2013 ، ضمت التجربة عاملين بثلاثة مكررات ، مثل العامل الأول ثلاثة مستويات من ماء الري متمثلة بإضافة 100 % و 75 % و 50 % من قيمة الأستهلاك المائي لمحصول الحنطة خلال الموسم الزراعي والتي رمز لها S1 و S2 و S3 على التوالي . ومثل العامل الثاني أربعة مستويات من التسميد البوتاسي وهي 0 و 50 و 100 و 150 كغم K.هكتار$^{-1}$ والتي رمز لها K0 وK1 و K2 و K3 على التوالي ، ووزعت عشوائياً على جميع الوحدات التجريبية ، تضمنت التجربة 36 وحدة تجريبية . وقد تم تحليل النتائج إحصائياً حسب التصميم المتبع وقورنت المتوسطات بأستعمال أقل فرق معنوي وبمستوى أحتمال 0.05 . أخذت القياسات في مرحلة التزهير الكامل (100 %) لبعض مؤشرات النمو الخضري لنبات الحنطة والتي تضمنت أرتفاع النبات (سم) ، عدد الأشطاء.م$^{-2}$ ، مساحة ورقة العلم (سم^{2}) ، وبعض المؤشرات الفسلجية وهي محتوى الكلوروفيل في الأوراق ومحتوى الماء النسبي % وتركيز البرولين في الأوراق و فعالية أنزيم البيروكسيديز POD وأنزيم الكاتليز CAT وأنزيم السوبرأوكساید دسميوتيز SOD في الأوراق . وفي مرحلة النضج تم قياس الحاصل ومكوناته التي تضمنت طول السنبلة (سم) ، عدد السنابل . م$^{-2}$ ، عدد السنيبلات . سنبلة$^{-1}$ ، عدد الحبوب.سنبلة$^{-1}$ ، وزن 1000 حبة (غم) الحاصل البايولوجي (طن متري.هـ$^{-1}$)، حاصل الحبوب (طن متري.هـ$^{-1}$) ، نسبة البروتين في الحبوب % ، دليل الحصاد % ومحتوى حبوب الحنطة من العناصر المغذية الـ N ، P ، K .

وأوضحت نتائج الدراسة ما يأتي :

1- أعطى مستوى الإجهاد المائي بإضافة ماء ري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي أوطأ القيم لجميع صفات النمو الخضري المدروسة أرتفاع النبات ، عدد الأشطاء ، مساحة ورقة العلم والتي بلغت مقداراً 93.22 سم ، 339 شطأ ، 54.23 سم^{2} بالتتابع وبعض المؤشرات الفسلجية وهي محتوى الكلوروفيل في الأوراق ومحتوى الماء النسبي % والتي بلغت مقدار 33.02 وحدة سباد ، 73.53 % بالتتابع وصفات السنبلة و الحاصل وهي طول السنبلة (سم) ، عدد السنابل . م$^{-2}$ ، عدد السنيبلات . سنبلة$^{-1}$ ، عدد الحبوب . سنبلة$^{-1}$ ، وزن 1000 حبة (غم) والحاصل

البايولوجي (طن متري.هـ$^{-1}$) و حاصل الحبوب (طن متري.هـ$^{-1}$) ودليل الحصاد % ونسبة الفسفور في الحبوب % والتي بلغت مقداراً 11.89 سم ، 300 سنبلة ، 19.21 سنيبلة ، 44.42 حبة ، 23.65 غم ، 9.09 طن متري .هـ$^{-1}$ ، 2.88 طن متري . هـ$^{-1}$ ، 31.98 % ، 0.29 % بالتتابع بأستثناء تركيز البرولين وفعالية إنزيمات البيروكسيديز POD والكاتليز CAT والسوبر أوكساید دسميوتيز SOD في الأوراق ونسبة النتروجين % والبوتاسيوم % ونسبة البروتين % في الحبوب التي زادت قيم متوسطاتها عند مستوى الـ 50 % من الأستهلاك المائي والتي بلغت مقداراً 17.38 ملغم.كغم$^{-1}$ وزن جاف ، 120.36 ، 65.32 ، 1.159 وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري ، 3.65 % ، 0.85 % و 22.82 % بالتتابع . بينما أعطى مستوى الإجهاد المائي بإضافة ماء ري 100 % من قيمة الأستهلاك المائي أعلى القيم ، بأستثناء تركيز البرولين وفعالية إنزيمات البيروكسيديزPOD والكاتليز CAT والسوبر أوكساید دسميوتيز SOD في الأوراق ونسبة البروتين ونسبة النتروجين و البوتاسيوم في الحبوب .

2- حصلت أستجابة للتسميد البوتاسي وكان أفضل مستوى هو 150 كغم . هـ$^{-1}$ إذ أعطى هذا التركيز من البوتاسيوم المضاف أعلى القيم لصفات النمو الخضري المدروسة أرتفاع النبات ، عدد الأشطاء ، مساحة ورقة العلم والتي بلغت مقداراً 107.79سم ، 406.44 شطأ ،67.03 سم^{2} بالتتابع ولبعض المؤشرات الفسلجية وهي محتوى الكلوروفيل في الأوراق ومحتوى الماء النسبي والتي بلغت مقداراً 35.83 وحدة سباد ، 86.96 % ، بالتتابع ولصفات السنبلة والحاصل وهي طول السنبلة (سم) ، عدد السنابل . م$^{-2}$ ، عدد السنيبلات . سنبلة$^{-1}$ ، عدد الحبوب . سنبلة$^{-1}$ ، وزن 1000 حبة (غم) والحاصل البايولوجي (طن متري.هـ$^{-1}$) و حاصل الحبوب (طن متري.هـ$^{-1}$) ونسبة النتروجين في الحبوب % ونسبة الفسفور و البوتاسيوم في الحبوب % ونسبة البروتين في الحبوب % والتي بلغت مقداراً 13.94سم ، 362.67 سنبلة ،22.63 سنيبلة ، 58.70 حبة ، 25.89 غم ،11.27 طن متري.هـ$^{-1}$ ، 4.14 طن متري.هـ$^{-1}$ ، 3.82 % ، 0.36 % ، 0.85 % ، 23.87 % بالتتابع ، أما قيم البرولين وفعالية إنزيمات البيروكسيديزPOD والكاتليز CAT والسوبرأوكساید دسميوتيز SOD في الأوراق أنخفضت عند مستوى الـ 150 كغم K . هـ$^{-1}$ والتي بلغت 8.80 ملغم.كغم$^{-1}$ وزن جاف و(72.99 ، 29.31 ، 0.754) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري بالتتابع ، قياساً مع معاملة السيطرة (0 كغم K . هـ$^{-1}$) .

3 - أظهرت التداخلات بين مستويات الأجهاد المائي و البوتاسيوم المضاف تأثيراً معنوياً في جميع الصفات المدروسة لنبات الحنطة .

قائمــة المحتويــات

ت	الموضوع	رقم الصفحة
	المستخلص باللغـــة العربية	I-II
	قائمة المحتويـــــــــــات	III-VII
	قائمة الجـــداول	VIII-IX
1	**الفصل الأول** : المقدمـــــــــــة	1
2	**الفصل الثاني** : أستعراض المراجـــع	3
1-2	مفهـــــــوم الأجهـــاد المائـــي	3
1-1-2	تأثير الأجهاد المائي في نمو وتطور محصول الحنطة	4
2-2	تأثير الأجهاد المائي في مؤشرات النمو الخضـــــري	6
1-2-2	أرتـفـاع الـنـبـــــات (سم)	6
2-2-2	عـــدد الأشطـــــــــاء. م$^{-2}$	7
3-2-2	مساحة ورقة العلم (سم^{2})	8
3-2	تأثير الأجهاد المائي في مؤشرات النمو الفسلجية والكيموحيوية	9
1-3-2	محتوى الكلوروفيـــل في الأوراق	9
2-3-2	محتوى الماء النسبـــي %	10
3-3-2	محتوى البرولين في الأوراق	12
4-2	الأجـهـــــــــاد التأكسـدي	13
1-4-2	فعالية أنزيـــم البيروكسيـــديـــز POD	15
2-4-2	فعالية أنـزيـم الكـاتـلـيـــــــز CAT	16
3-4-2	فعالية أنزيم السوبرأوكسيد دسميوتيز SOD	17
5-2	تأثير الإجهاد المائي في صفات السنبلة و الحاصل و مكوناته	18
1-5-2	طـــول السنبلـــة (سـم)	18
2-5-2	عـــدد السنـابـــل . م$^{-2}$	19

3-5-2	عـدد السنيبلات في السنبلـة	20
4-5-2	عـدد الحـبـوب فـي السنبلــة	22
5-5-2	وزن 1000 حبـــة (غم)	23
6-5-2	تأثير الإجهاد المائي في الحاصل البايولوجي (طن متري . هـ$^{-1}$)	24
7-5-2	حاصل الحبوب (طن متري . هكتار$^{-1}$)	25
8-5-2	تأثير الإجهاد المائي فـي نـسبـة الـنـتـروجـيـن والـفـسـفـور والـبـوتـاسـيـوم فـي الحـبـــــوب	26
9-5-2	نسبة البروتين فـي الحبوب %	27
10-5-2	تأثير الإجهاد المائي في دليل الحصاد %	28
6 - 2	الـبـوتـاسـيـــــوم	29
1-6-2	أهـمـيـة الـبـوتـاسـيـوم لـلـنـبـات فـسـيـولـوجـيـاً	29
2-6-2	تأثيرالتسميد البوتاسي في نمو وتطور محصول الحنطة	31
3	**الفصل الثالث** : الـمـواد و طـرائـق الـعـمـل	34
1-3	مـوقــع الـتـجـربــة	34
2-3	تحـضـيـر الأرض والتصميم التجـريبي	34
3-3	خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية	34
4-3	العمليات الـزراعية	36
5-3	المعاملات المستخدمة فـي الـتـجـربـة	36
6-3	طــريـقــة الـــري	37
7-3	الـمـؤشـــرات الـمـدروســـــة	38
1-7-3	مـؤشـرات الـنـمـو الـخـضـــري	38
1-1-7-3	أرتـفـــاع الـنـبـــــــــات (سم)	38
2-1-7-3	عـــــــــدد الأشـطـــاء . م$^{-2}$	38
3-1-7-3	مساحة ورقة العلم للنبات (سم ^{2})	38
2-7-3	مـؤشـرات الـنـمـو الـفـسـلـجـيـة	38

1-2-7-3	تقدير محتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق (وحدة سباد)	38
2-2-7-3	محتوى الماء النسبي للأوراق %	38
3-2-7-3	تقدير محتوى البرولين في الأوراق	39
3-7-3	تقدير الأنزيمات	40
1-3-7-3	تقدير فعالية إنزيم البيروكسيديز Peroxidase (POD)	40
2-3-7-3	تقدير فعالية أنزيم Catalase (CAT)	41
3-3-7-3	تقدير فعالية أنزيم الـ Superoxide dismutase (SOD)	42
4-7-3	مكونات السنبلة و الحاصل	43
1-4-7-3	طول السنبلة (سم)	43
2-4-7-3	عدد السنابل . م $^{-2}$	43
3-4-7-3	عدد السنيبلات. سنبلة $^{-1}$	43
4-4-7-3	عدد الحبوب . سنبلة $^{-1}$	43
5-4-7-3	وزن 1000 حبة (غم)	43
6-4-7-3	الحاصل البايولوجي (طن متري . هـ $^{-1}$)	43
7-4-7-3	حاصل الحبوب (طن متري . هـ $^{-1}$)	44
8-4-7-3	تقدير تركيز بعض العناصر في الحبوب	44
9-4-7-3	تقدير البروتين % في الحبوب عند النضج	44
10-4-7-3	دليل الحصاد (HI) Harvest Index (%)	45
8-3	التصميم والتحليل الإحصائي	45
4	**الفصل الرابع** : النتائج والمناقشة	46
1-4	تأثير الأجهاد المائي ومستويات البوتاسيوم المضاف في مؤشرات النمو الخضري	46
1-1-4	أرتفاع النبات (سم)	46
2-1-4	عدد الأشطاء . م $^{-2}$	47

3-1-4	مساحة ورقة العلم (سم ^{2})	49
2-4	تأثير الأجهاد المائي ومستويات البوتاسيوم المضاف في مؤشرات النمو الفسلجية	51
1-2-4	محتوى الكلوروفيل في الاوراق	51
2-2-4	محتوى الماء النسبي % للأوراق	53
3-2-4	محتوى البرولين في الأوراق	54
4-2-4	فعالية أنزيم البيروكسيديز POD	56
5-2-4	فعالية أنزيم الكاتليز CAT	58
6-2-4	فعالية أنزيم السوبر أوكساید دسميوتيز SOD	60
3-4	تأثير الأجهاد المائي والبوتاسيوم المضاف في نسبة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ونسبة البروتين في الحبوب	62
1-3-4	تركيز النتروجين % في الحبوب	62
2-3-4	تركيز الفسفور % في الحبوب	63
3-3-4	تركيز البوتاسيوم % في الحبوب	65
4-3-4	نسبة البروتين % في الحبوب	67
4-4	تأثير الأجهاد المائي ومستويات البوتاسيوم المضاف في صفات السنبلة و الحاصل ومكوناته .	68
1-4-4	طول السنبلة (سم)	68
2-4-4	عدد السنابل . م$^{-2}$	70
3-4-4	عدد السنيبلات في السنبلة	71
4-4-4	عدد الحبوب . سنبلة$^{-1}$	73
5-4-4	وزن 1000 حبة (غم)	75
6-4-4	الحاصل البايولوجي (طن متري . هـ$^{-1}$)	77
7-4-4	حاصل الحبوب (طن متري . هـ$^{-1}$)	78
8-4-4	دليل الحصاد %	80
5	الأستنتاجات والتوصيات	82

1-5	الأستنتاجات	82
2-5	التوصيات	83
6	المصادر العربية والأجنبية	84
1-6	المصادر باللغة العربية	84
2-6	المصادر باللغات الأجنبية	87
	المستخلص باللغة الأنكليزية	

قائمة الجداول

قائمة الجداول		
رقم الجدول	العنوان	رقم الصفحة
1	الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لتربة حقل التجربة قبل الزراعة للموسم 2012 – 2013 .	**35**
2	رموز معاملات الإجهاد المائي ومعاملات التسميد البوتاسي	**37**
3	تأثير التسميد البوتاسي في معدل أرتفاع نبات الحنطة (سـم) تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .	**47**
4	تأثير التسميد البوتاسي في معدل عدد الأشطاء . م$^{-2}$ لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .	**48**
5	تأثير التسميد البوتاسي في معدل مساحة ورقة العلم (سم^{2}) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .	**50**
6	تأثير التسميد البوتاسي في محتوى الكلوروفيل الكلي (SPAD unit) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف(من قيمة الأستهلاك المائي)	**52**
7	تأثير التسميد البوتاسي في محتوى الماء النسبي % في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي)	**54**
8	تأثير التسميد البوتاسي في محتوى البرولين (ملغم.كغم$^{-1}$ وزن جاف) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف(من قيمة الأستهلاك المائي)	**55**
9	تأثير التسميد البوتاسي في فعالية أنزيم البيروكسيديز POD (وحدة .ملغم$^{-1}$ وزن طري) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي)	**57**
10	تأثير التسميد البوتاسي في فعالية أنزيم الكاتليز CAT (وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .	**59**
11	تأثير التسميد البوتاسي في فعالية أنزيم السوبرأوكسيد دسميوتيز SOD (وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .	**61**
12	تأثير التسميد البوتاسي في تركيز النتروجين % في حبوب نبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**63**

قائمة الجداول

13	تأثير التسميد البوتاسي في تركيز الفسفور % في حبوب نبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**64**
14	تأثير التسميد البوتاسي في تركيز البوتاسيوم % في حبوب نبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج	**66**
15	تأثير التسميد البوتاسي في نسبة البروتين % في حبوب نبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**68**
16	تأثير التسميد البوتاسي في معدل طول السنبلة (سم) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**69**
17	تأثير التسميد البوتاسي في معدل عدد السنابل . م$^{-2}$ لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**71**
18	تأثير التسميد البوتاسي في معدل عدد السنيبلات . سنبلة$^{-1}$ لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**72**
19	تأثير التسميد البوتاسي في معدل عدد الحبوب . سنبلة $^{-1}$ لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**74**
20	تأثير التسميد البوتاسي في معدل وزن 1000 حبة (غم) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**76**
21	تأثير التسميد البوتاسي في معدل الحاصل البايولوجي (طن متري . هـ $^{-1}$) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**78**
22	تأثير التسميد البوتاسي في معدل حاصل الحبوب (طن متري . هـ $^{-1}$) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**79**
23	تأثير التسميد البوتاسي في معدل دليل الحصاد % لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .	**81**

المقدمـــة Introduction :

تُـعدْ الحنطة غـذاء الإنسان ومادته الرئيسة وإذ أنها أهم المحاصيل الإستراتيجية التي تركزت عليها الدراسات والبحوث الزراعية لأن الحاجة إليها تزداد مع زيادة عدد السكان لذا أصبح من المهم أستثمار كافة السبل لزيادة إنتاج هذا المحصول وإمكانية زراعته في ظروف محدودية الماء لمعرفة إمكانية أستجابة أصناف الحنطة لهذه الظروف ، ولذا فإن التوسع في المساحة المزروعة بالحنطة ورفع إنتاجية وحدة المساحة من هذا المحصول تؤدي إلى زيادة الناتج العام وهما هدفان أساسيان لكل من يعمل في هذا المجال ، كما أن أستعمال الأساليب العلمية المتطورة في الزراعة وخدمة المحصول بشكل جيد في كافة مراحل النمو (زراعة الأصناف عالية الغلة المعتمدة حسب متطلباتها البيئية لكل صنف وتأمين الخدمة اللازمة والأحتياجات اللازمة من السماد الموصى بها والمقنن المائي اللازم والحصاد في الموعد المناسب ومكافحة الآفات) يحقق الإنتاج الأعلى .

يُعد الماء العامل المحدد الأول في نمو المحاصيل فضلاً عن تأثيراته في صفات النبات المورفولوجية والفسلجية خلال مرحلة النمو الخضري ، وتعد مشكلة نقص المياه من أهم مشاكل العالم في الوقت الحاضر لاسيما في العراق . وتعد مياه الأنهار والآبار من أهم المصادر الأساسية للأستخدام البشري (المنزلي ، الصناعي ، الزراعي) وأن كمية ونوعية هذه المياه تتدنى وتشح من سنة لأخرى نتيجة للأستعمال غير المقنن لهذه المياه وتدهور نوعيتها وذلك بسبب النمو الديموغرافي والتطور الزراعي والصناعي .

يعد الجفاف من أهم العوامل المحددة لإنتاج المحصول في المناطق الجافة وشبه الجافة ، إذ تعاني هذه المناطق من تغيّرات واسعة في ظروف البيئة والمناخ إلى جانب التغيرات الواسعة في أشكال الجفاف سواء في التربة أو الجو أو مدد حدوثه من حيث شمول الموسم بأكمله أو في المراحل المبكرة أو المتأخرة منه ، ففي مثل هذه الظروف تنخفض الإنتاجية وكفاءة أستعمال الماء فضلاً عن تذبذبهما من سنة إلى أخرى ، كذلك فأن قصور برامج تربية النبات في أستنباط أصناف ملائمة لهذه المناطق أدى إلى زيادة تدهور إنتاجيتها ، كما أن زيادة مساحة هذه المناطق سنوياً شد الأنتباه إلى مسألة في غاية الأهمية وهي أن مصادر المياه آخذة في النضوب وهذا يستدعي العناية بهذه المصادر وتقنين المياه لغرض الحصول على أفضل إنتاج بأقل كمية من الماء .

يعد عنصر البوتاسيوم من العناصر الغذائية الكبرى التي يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة لأدامة فعالياته الحيوية بدرجة لا تقل أهمية عن عنصر النتروجين ، وللبوتاسيوم وظائف حيوية مهمة لا تتوفر في بقية العناصر الغذائية التي تضاف الى النبات مثل الفسفور والحديد والكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها من العناصر الأخرى ، فالبوتاسيوم من العناصر الضرورية الواجب توفرها في النبات لكي يقوم بعملية التركيب الضوئي بدرجة عالية من الكفاءة كذلك فأنه يحفز النبات على نقل وخزن المواد المصنعة في الأوراق الى أماكن خزنها في الثمار، والبوتاسيوم يقوم بأداء عمل المضخة لرفع النتروجين الممتص من قبل النبات الذي يعد الأساس في عملية صنع البروتين ، ولا تقتصر وظائف البوتاسيوم الأيجابية بالنسبة الى النبات على هذا المقدار من الوظائف بل تتخطاها الى وظائف أخرى من جملتها أنه يعمل على تحفيز نمو الجذور في النبات ، يحسن قابلية النبات على تحمل الجفاف والعطش ، يزيد من قدرة النبات على مقاومة ظروف الشتاء القاسية من البرودة الشديدة و الأنجماد ، يعمل على تحسين كفاءة النبات على أمتصاص النتروجين ويزيد من قابلية النبات على عدم الأضطجاع . إن دور البوتاسيوم و أهميته في مختلف الفعاليات الأيضية للنبات يبرر الحاجة للتسميد بالبوتاسيوم لاسيما تحت الظروف الجافة و أرتفاع درجات الحرارة و التذبذب في كمية الإمطار الساقطة ، إلا أن التأثير الفعال للتسميد البوتاسي يبقى ماثلاً في خلق حالة من الأتزان الخصوبي مع المغذيات الأخرى ، كما أن التغذية الجيدة تزيد من كفاءة أستعمال المياه أو بتعبير أخر زيادة الحاصل لكل وحدة حجم من المياه المضافة .

وفي ضوء ما تقدم نفذت هذه الدراسة على أحد أصناف حنطة الخبز (*Triticum aestivum* L.) وهو صنف أباء 99 وذلك بهدف :-

1- معرفة تأثير الأجهاد المائي في نمو وحاصل الحنطة صنف أباء 99 .

2 - معرفة دور البوتاسيوم في التقليل من تأثير الأجهاد المائي في نمو و حاصل الحنطة و تحديد المستوى الأفضل للبوتاسيوم المضاف للتقليل من تأثير الأجهاد المائي في مؤشرات نمو وحاصل الحنطة .

3 - دراسة تأثير التداخل بين مستويات مختلفة من الأجهاد المائي والبوتاسيوم المضاف في نمو وحاصل نبات الحنطة .

أستعراض المراجع
Literature Review

2- 1- مفهوم الأجهاد المائي (Water Stress) :

الأجهاد المائي يعني حصول عجز أساسي للماء المتوفر للنبات لمدة زمنية كافية لإحداث أضرار فيه وقد يعبر عنه بأنه النقص في الماء المتيسر فـــي التربة والذي ينتج عنه نقص في الماء الذي يحتاجه النبات بشكل يؤثر في نموه الطبيعي، ويبدأ الأجهاد عندما يستنزف الماء الجاهز مـــن المنطقة الجذرية الى أن يتساوى الأجهاد المائي للنبات مـــع الأجهاد المائي للتربة ، عندها لا يستطيع النبات أمتصاص الماء ويصل الى نقطة الذبول الدائم ، وتساعد بعض الظروف الجوية على زيادة الضرر الناجم عن الأجهاد ويمكن القول أن الأجهاد هو تعبير عن الظروف غير الملائمة التي يعيش فيها الكائن الحي .

يُعد الإجهاد المائي Water Stress أحد أنواع الإجهاد البيئي غير الحيوي Abiotic الذي يشير إلى قلة أو زيادة الماء في محيط النبات ، و على هذا الأساس يستعمل تعبير إجهاد الجفاف (Drought stress) والذي هو نوع من الإجهاد المائي نتيجة لنقص الماء دون زيادته . أو يمكن أستعمال مصطلح الإجهاد التجفيفي (Desiccation Stress) الذي يعني فقدان الماء نتيجة للتبخر (ياسين ، 1992) .

أن الأجهاد المائي يؤدي إلى عجز الماء في النبات ومن ثم إلى تثبيط النمو في أجزاء النبات العليا ويتبعه قلة معدل أنقسام وأستطالة الخلايا ويقل نشاط الأنزيمات وأن زيادة الإجهاد يؤدي إلى أنغلاق الثغور أو الحد من فتحتها ومن ثم قلة أنتشار CO_2 وفقدان الماء عن طريق النتح مما يؤدي إلى أرتفاع درجة حرارة النبات ومن ثم زيادة التنفس يصاحبه أنخفاض أنتقال نواتج التمثيل الضوئي وإنخفاض تجمع السكريات و زيادة أحماض أمينية مثل البرولين وأمتصاص وأنتقال العناصر الغذائية وهذه التغيرات الفسيولوجية ترتبط بتغيرات تشريحية مثل تجويف الخشب وتساقط الأوراق وجفاف النبات (Hoogenboom ، 1987) .

صنّف Levitt (1972) ثلاث آليات من خلالها تستطيع النباتات التعايش مع الجفاف هي :

1. النباتات الهاربة من الجفاف drought escaping plants وهي النباتات التي لها القابلية على أكمال دورة حياتها بمدة قصيرة وجعل نموها يقتصر على المراحل التي تكون فيها الظروف المائية ملائمة.
2. النباتات المتجنبة للجفاف drought avoidance plants وهي النباتات التي لها القابلية على الأحتفاظ بجهد مائي مرتفع في أنسجتها أما بسحب ماء أكثر من التربة أو بأستعمال ماء التربة بصورة بطيئة في المراحل المبكرة من الجفاف.
3. النباتات المتحملة للجفاف drought tolerant plants وهي النباتات التي لها قابلية المحافظة على جهد مائي منخفض في خلاياها أو أنسجتها من خلال تركيز بعض الذائبات مثل السكريات بآلية تسمى التنظيم الازموزي osmoregulation ، مما يساعدها على القيام بفعاليتها الأحيائية بوساطة هذه الآلية ومقدرتها على أستعادة نموها بعد زوال تأثير الجفاف.

2-1-1- تأثير الأجهاد المائي في نمو وتطور محصول الحنطة :

لقد بيّن Staler و Good (1967) أن الأجهاد المائي يؤدي الى إختزال عدد الأيام اللازمة لمرحلتي التفريع وطرد السنابل قياساً بمعاملة المقارنة (بدون إجهاد) ، بينما أستنتج Day و Intalap (1970) أن الأجهاد المائي لمدة اسبوع عند مرحلة الأستطالة أدى الى التبكير في موعد التزهير بمدة 6 أيام فيما لم يتأثر عدد الايام اللازمة للنضج ، في حين أدى الأجهاد المائي خلال مرحلتي التزهير والطور العجيني الى تقليل عدد الأيام اللازمة للنضج بمقدار 7 - 8 أيام . في حين أشارت دراسات أخرى إلى أن المحصول حساس للإجهاد عند حجب الري لمدة أسبوعين في مرحلة التزهير (Fisher ، 1970) ، إذ تتأثر جميع العمليات التي تحدث في النبات بنقص الماء الذي لا يؤدي فقط الى تقليل معدل النمو الكلي و أنما يغيّر من شكل وطبيعة ذلك النمو (Hsiao وآخرون ، 1976) ، إذ يؤدي الأجهاد المائي في كل مراحل التطور إلى تقليل نمو وحاصل الحنطة وتكون هذه التأثيرات أكثر وضوحاً في الأنسجة والأعضاء الفتية والأسرع في النمو (Turner وBegg ، 1981) . وفي دراسة لمنظمة الزراعة والغذاء الدولية FAO (1986) تم تحديد ثلاث مراحل من دورة نمو محصول الحنطة عدت حساسة للإجهاد ، المرحلة الأولى عند نهاية الأشطاء وبداية الأستطالة عندما تكون النباتات بطول 15 سم تقريباً والتي يتحدد فيها عدد السنابل وعدد السنيبلات والمرحلة الثانية هي طرد السنابل والإزهار اللتين تؤثران في نقص عدد الحبوب للسنبلة أما الثالثة فهي مرحلة أمتلاء الحبوب التي تؤدي إلى

أنخفاض أنتاج الحاصل بسبب الحصول على حبوب ضامرة لاسيما إذا ترافق نقص الماء مع أرتفاع درجات الحرارة وزيادة سرعة الرياح ، في حين عبر Winter وآخرون (1988)عن قدرة تحمل نبات الحنطة للإجهاد بأنَّهُ قابلية النبات لتقليل الفقد في الحاصل عند غياب الحد الأمثل من الماء الجاهز للنبات . لقد أشار Khan وآخرون ، (1992) أن نمو وتطور المحصول يتأثر سلباً بالنقص الرطوبي للتربة أثناء أي مرحلة من مراحل نشوء أو تكشف الأعضاء وتعتمد درجة وطبيعة ذلك الضرر على وقت وشدة حدوث ذلك النقص وعلى الظروف المحيطة ، أذ يؤدي الأجهاد المائي في مرحلة تطورالأشطاء الى تقليل عدد الأشطاء الخصبة أثناء تطور الأشطاء ، وعدد السنيبلات للسنبلة في مرحلة الإستطالة ، وعدد الحبوب للسنبلة في مرحلة التزهير ، ووزن الحبة في مرحلة أمتلاء الحبوب (Ismail وآخرون ، 1999). وتعتمد درجة تأثر نبات الحنطة بالأجهاد المائي على وقت ومدة وشدة نقص الماء الذي يتعرض له ذلك النبات (Simane وآخرون ، 1993).

يؤثرالأجهاد المائي في مراحل نمو نبات الحنطة وتشكله ومن ثم في حاصل النبات ، إذ وجد Donaldson (1996) أن الأجهاد المائي يؤخر إنبات ونمو البادرات ويقصر مدة التشطؤ والأستطالة مما يؤثر في الحاصل ومكوناته مثل عدد السنابل وعدد الحبوب. م$^{-2}$ وحجم الحبة ووزنها . وأستنتج المعيني (2004) أن الشد المائي في المراحل الخضرية لنمو محصول الحنطة سبّب أنخفاضاً معنوياً في المدة اللازمة من الزراعة الى التزهير، بينما أدى الشد في مرحلتي التزهير وأمتلاء الحبة الى تقليل المدة اللازمة للنضج . وبيـّن Katerji وأخرون (2009) تأثير الأجهاد المائي في الحالة المائية للنبات أثناء مرحلة التزهير وأنخفاض وزن الحبوب والحاصل لنبات الحنطة والشعير، فعند تعرض النباتات إلى أجهاد مائي تزداد نسبة الجذور الى الجزء الخضري ويزداد سمك جدران الخلايا وكمية اللگنين والكيوتين وأنخفاض المساحة الورقية (2009,Kumari) ، وتنغلق الثغور مما يؤدي الى تقليل معدل عملية التمثيل الضوئي ويزداد التنفس فيقل صافي التمثيل (Shahbazi وآخرون ، 2009) .

ولقد أستنتج Mirbahar وآخرون (2009) في دراستهم على 25 صنفاً من أصناف الحنطة أن الجفاف سبب انخفاضاً معنوياً في النمو الخضري لأصناف الحنطة المدروسة لاسيما في المراحل الأولى من عمر النبات (مرحلة ظهور البادرات ومرحلة تكوين الأشطاء). وأشار Khakwani وأخرون (2011) الى تأثير الأجهاد المائي في نبات الحنطة إذ وجد أنخفاضاً في محتوى الماء النسبي و أرتفاع النبات و مساحة الورقة و عدد الأشطاء و وزن الألف حبة و عدد الحبوب بالسنبلة وحاصل الحبوب عند تعرضه للأجهاد المائي . في حين لاحظ

Akram (2011) في تجربة أجراها على صنفين من الحنطة أنخفاض معنوي للحاصل ومكوناته وعزى السبب الى أنخفاض عدد الأفرع الخصبة ومن ثم أنخفاض عدد السنابل وعدد السنيبلات ووزن الحبة ، عند تعرضها للأجهاد المائي في مرحلتي الأستطالة والتزهير (المراحل الأكثر حساسية للأجهاد المائي) قياساً بتعرضها للأجهاد المائي في مرحلة التزهير فقط .

2-2- تأثير الإجهاد المائي في مؤشرات النمو الخضري :

2-2-1- أرتفاع النبات (سم) :

تعد صفة أرتفاع النبات من الصفات الكمية التي تتأثر بدرجة كبيرة بالصنف والظروف البيئية كأرتفاع درجات الحرارة ونقص الماء والأصابة بالأمراض ,وقد بيّنت دراسة Jamal وآخرون (1996) أن الأجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري أدى الى تقليل أرتفاع النبات وخفض عدد الأشطاء التي تحمل سنابل نتيجة لتأثير نقص الماء في أنقسام و أستطالة الخلايا . وأكد الموسوي (2001) أنّ إرتفاع سيقان نباتات الحنطة قد أنخفضت بصورة معنوية نتيجة لتباعد مدد الري (2 و 4 و 6) أيام على التوالي . وكما أوضحت دراسة Alam وآخرون (2003) وجود زيادة معنوية في أرتفاع نباتات الحنطة بزيادة عدد الريات وقد أختلفت معاملات الري بجميع مستوياته معنوياً في هذه الصفة عن المعاملة بدون ري ووصل طول النبات إلى 90.09 سم في المعاملة التي أضيف إليها ثلاث ريات مقارنة بـ 74.72 سم في المعاملة بدون ري . كما وجد El-Kholy و Gaballah (2005) في دراسة أجرياها على صنفي الحنطة (Sakha93 وGiza168) أن أرتفاع النبات قد أنخفض معنويا عند نقص الماء في مرحلة الطور الحليبي من دورة حياة النبات وبنسبة 4.54 % قياساً بمعاملة المقارنة .وذكر Al-Tabbal وآخرون(2006) أختزال أرتفاع النبات عند تعرض نباتات الحنطة للإجهاد المائي ، إذ كان متوسط أرتفاع النبات 63.5 سم قياساً إلى معاملات المقارنة 98.6 سم .

وقد لاحظ Sial وآخرون (2009) أن صفة أرتفاع النبات تتناسب طردياً مع زيادة عدد الريات, إذ وجد أن ارتفاع نباتات الحنطة كان (73.70 ، 96.90 ، 102.16) سم في الوقت الذي كانت فيه الريات (2 ، 3 ، 4) ريه . موسم$^{-1}$ ، على التوالي . وقد أشار Kilic و Yagbasanlar (2010) الى أن أرتفاع نباتات الحنطة قد أنخفض بشكل معنوي عند تعرضها الى أجهاد مائي وبلغ 88.8 سم مقارنةً بـ 96.2 سم في معاملة الري الكامل (الري في جميع مراحل النمو) . كما لاحظ Farhad وآخرون (2011) أن هناك تأثيراً معنوياً ملحوظاً عند

تعرض النبات الى أجهاد مائي بعد (24) يوماً من البذار في معدل أرتفاع النبات من 38.26 سم الى 21.25 سم بالتتابع عندما إنخفضت نسبة الرطوبة (من 100 % الى 75 %) من السعة الحقلية. ولاحظ هاشم والحيدري (2012) أن معاملة الري كل أسبوعين أعطت أعلى أرتفاعاً بلغ 100.74 و 98.39 سم للموسمين بالتتابع وأنخفض أرتفاع النبات تدريجياً بتباعد مدد الري فقد أعطت معاملة الري كل خمسة أسابيع أقل أرتفاعاً للنبات بلغ 90.37 و 89.61 سم للموسمين بالتتابع ويعود سبب هذا الأنخفاض بتباعد مدد الري الى قلة عدد الأيام في الوصول الى مراحل نمو المحصول بسبب نقص الماء لاسيما في مرحلتي الأستطالة والبطان ، أضافة الى تأثير نقص الماء في أنقسام وأستطالة خلايا الساق .

2-2-2- عـــدد الأشطـاء . م$^{-2}$:

يتحدد عدد الأشطاء المنتجة بمعدل نمو البراعم الجانبية ويعتمد ذلك على التركيب الوراثي وعلى الظروف البيئية ومنها توفر الرطوبة ، كما تشكل السيادة القمية دوراً في تحديد العدد النهائي للأشطاء . وقد وجد Qadir وآخرون (1999) أن عدد الاشطاء الخصبة للمتر المربع لمحصول الحنطة أنخفض عندما تعرض النبات لأجهاد في مرحلتي النمو الخضري والتكاثري إذ سجلت معاملة الأجهاد في النمو الخضري أنخفاض معنوي في عدد الأشطاء بلغ 259 شطأ للمتر المربع قياساً مع معاملة المقارنة التي سجلت 271 شطأ في المتر المربع . وفي دراسة Alam وآخرين (2003) كانت الزيادة في عدد الأشطاء . نبات$^{-1}$ بأضافة الري غير معنوية فيما عدا المستوى الذي أشتمل على أضافة ثلاث ريات كما لاحظوا زيادة في عدد الأشطاء الفعالة للحنطة على حساب الأشطاء غير الفعالة . وأشار Krenzer (2003) الى أن تأثير الأجهاد المائي في تقليل عدد الأشطاء لمحصول الحنطة يعتمد على مدة حدوثه وشدته ويكون التأثير كبيراً في بداية مرحلة النمو الخضري. وقد بيّنت نتائج دراسة Wajid (2004) أن معاملة الري الكامل (الري في جميع مراحل النمو) أعطت أعلى عدد من الأشطاء . م$^{-2}$ بلغ 289 و 369 في حين أعطت المعاملة بدون ري أقل عدد بلغ 189 و 239 في الموسمين بالتتابع . أما Al-Tabbal وآخرون (2006) فقد لاحظوا بأن هناك أنخفاضا معنويا في عدد الأشطاء الخصبة لنبات الحنطة تحت تأثير الإجهاد المائي . كما أستنتج Baque وآخرون (2006) أن عدد الأشطاء الخصبة لمحصول الحنطة أنخفض عندما رويت النباتات بـ 50 % من السعة الحقلية حيث بلغ معدل عدد الأشطاء فيها 1.25 . نبات$^{-1}$ في حين بلغت عدد الأشطاء في معاملة السيطرة (بدون أجهاد) 5.81 . نبات$^{-1}$. وأشارت دراسة

Ibrahim وآخرون (2010) إلى وجود فروق معنوية في متوسط عدد الأشطاء بتأثير عدد الريات إذ أعطت المعاملة المروية ست ريات أعلى متوسط لعدد الأشطاء . م$^{-2}$ بلغ 350.5 و 355.2 بينما سجلت المعاملة المروية ثلاث ريات أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 330.7 و 332.5 في موسمي الدراسة بالتتابع ، وأشار Johari-Pireivatlou وآخرون(2010) أن متوسط عدد الأشطاء . نبات$^{-1}$ قد أنخفض بصورة معنوية عند تعرض نباتات الحنطة للإجهاد المائي خصوصا في مرحلة الأشطاء ، وقد أظهرت نتائج Khakwani وأخرون (2011) في دراسة أجريت على نبات الحنطة أنخفاض معنوي في عدد الأشطاء نتيجة تعرضه للأجهاد المائي وهذا الإنخفاض يزداد بزيادة الإجهاد المائي ، وأظهر هاشم والحيدري (2012) في نتائجهما أن معاملة الري كل أسبوعين أعطت أعلى متوسط لعدد الأشطاء أذ بلغ 429.85 و 415.21 للموسمين بالتتابع في حين سجلت معاملة الري كل خمسة أسابيع أقل متوسط للصفة بلغ 342.77 و 352.59 في الموسمين بالتتابع .

2-2-3- مساحة ورقة العلم (سم^2) :

أن ظاهرة إختزال مساحة الأوراق تحت ظروف الأجهاد يعود الى إختزال حجم الخلايا المرتبط بأنخفاض الجهد المائي للأنسجة ومن ثم مقدرة الخلايا على الأستطالة والأنتفاخ Turner، (1986) ، وأن أنخفاض المساحة الورقية مع زيادة الإجهاد المائي تعد آليه مهمة لتجنب الجفاف Rawson و Turner(1982).

وأكدت نتائج Robertson و Giunta (1994) أن الأجهاد المائي الناجم عن قطع الري لمدة 28 يوماً في المرحلة المبكرة لنبات الحنطة من النمو الخضري أدى الى أختزال مساحة ورقة العلم بنسبة 70 % قياساً بمعاملة المقارنة (بدون أجهاد) .وتوصل Karron و Maranvilla (1995) الى أن قطع الري لمدة 12 يوماً لمحصول الحنطة في مرحلة الأستطالة أدى الى إختزال المساحة الورقية وأنعكس ذلك على خفض حاصل المادة الجافة للنبات . كما تعد مساحة ورقة العلم أكثر الأوراق مساهمة في حاصل الحبوب أذ تسهم بشكل كبير في أمتلاء الحبة خلال المدة من التزهير الى النضج الفسيولوجي (Stahli وآخرون ، 1995) . و قد بيّن Gupta وآخرون (2001) أن أختزال حجم الخلايا تحت ظروف عجز الماء قد يرتبط مع أختزال محتوى الماء النسبي الذي ينعكس على أختزال المساحة الورقية و بزيادة تكرار الري تزداد المساحة الورقية . وقد وضح Kazmi وآخرون (2003) أن هناك أنخفاضا في مساحة الورقة العَلَميِّة بنسبة 14% عند تعرض نباتات الحنطة للإجهاد المائي بعد 60 يوما من الزراعة (مرحلة ما قبل التزهير) . ووجد Sharief وآخرون (2006) أن مساحة الورقة العلمية أنخفضت معنوياً بنسبة

5.73 % عند السقي ريتين فقط طول مدة نمو محصول الحنطة مقـــارنة مع أربع ريات. وبيّنت نتائج Kumari (2009) وجود أنخفاض معنوي في مساحة الورقة الكلية لنبات الحنطة تحت ظروف الإجهاد المائي . وقد وجد Farhad وآخرين (2011) أن المساحة الورقية أنخفضت وبشكل معنوي عند أنخفاض المحتوى الرطوبي للتربة . كما ولاحظ هاشم والحيدري (2012) أن معاملة الري كل أسبوعين أعطت أعلى متوسط لمساحة ورقة العلم والتي كانت 44.54 و 41.56 سم^2 في الموسمين بالتتابع ، في حين سجلت معاملة الري كل خمسة أسابيع أقل متوسط لهذه الصفة 32.47 و 30.18 سم^2 لموسمي الدراسة بالتتابع ، ويعود سبب أنخفاض مساحة ورقة العلم بتباعد مدد الري الى أن مدة نشوء ونمو ورقة العلم الممتدة من أستطالة الساق الى التزهير تعد مرحلة حرجة تتأثر بنقص الماء الذي يؤدي الى تقليل مقدرة الخلايا على الانتفاخ والاستطالة وأختزال حجمها ، ومن ثم أختزال مساحة ورقة العلم ، وقد أوضحت الجبوري (2013) في نتائجها الى وجود تأثير معنوي لمستويات الأجهاد المائي التي عُرضت له نباتات الحنطة في صفة مساحة ورقة العلم في مرحلة التزهير بلغت المساحة الورقية في هذه المرحلة 28.82 ، 23.62 سم^2 عند تعرض النبات الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري (75 و 50)% من السعة الحقلية بالتتابع وبنسبتي أنخفاض مقدارهما (11.81 ، 27.72) % قياساً الى معاملة المقارنة بالتتابع نفسه . وكما بيّنت الفتلاوي (2013) في نتائجها الى وجود تأثير معنوي لمستويات الأجهاد المائي التي تعرض له نبات الحنطة في صفة المساحة الورقية ففي مرحلة التزهير بلغ معدل المساحة الورقية عند تعرض النبات الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري 50 % و 75 % من قيمة السعة الحقلية مقداراً 20.34 و 24.49 (سم^2) بالتتابع وبنسبتي أنخفاض مقـــدارهما 28.43 % و 13.83 % قياساً الى معاملة المقارنة (28.42 سم^2) بالتتابع نفسه .

2- 3- تأثير الأجهاد المائي في مؤشرات النمو الفسلجية والكيموحيوية :

2-3-1- محتوى الكلوروفيل في الأوراق :

أشارت العديد من المصادر الى أن الأغشية المزدوجة التي تحويها البلاستيدة الخضراء من النادر أن تبقى على حالها دون أن تتأثر بالأجهاد المائي ، وعليه فأن أنخفاض محتوى الكلوروفيل في الأوراق يحدث نتيجةً لتضرر هذه الأغشية بفعل الأجهاد (Ashraf وآخرون، 1992) . وتُعد البلاستيدات الخضر مراكز البناء الضوئي في النبات وفيها تنتظم

جزيئات الكلوروفيل والصبغات الاخرى المساعدة التي تشترك بصورة غير مباشرة في عملية البناء الضوئي (عيسى، 1990) . لقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن انخفاض المحتوى المائي للتربة و المسبب في خفض المحتوى المائي للنبات يؤثر في عملية البناء الضوئي و في فعالية أنزيماتها (Taizو Zeiger، 1998) .ومن ميزات صبغة الكلوروفيل بأن لها القابلية على أمتصاص الضوء المرئي وتحويل جزء منه إلى طاقة كيميائية مخزونة في مواد عضوية تُعد مصدراً للحياة (Feucht و Hofner ، 1982) . وأشار Ludlow وآخرون (1990) إلى أن الجفاف يؤدي إلى خفض الجهد المائي للأوراق فتقل عملية التمثيل الكاربوني نتيجة للأنغلاق الجزئي أو الكلي للثغور ، كما ويعمل على أختزال الصبغات النباتية بضمنها الكلوروفيل مما يقلل من الكاربوهيدرات الناتجة . وذكر Karron و Marnavilla (1995) أن نباتات الحنطة المعرضة للإجهاد عن طريق إيقاف الري لمدة 12 يوماً في مرحلة الأستطالة يؤدي إلى انخفاض تركيز الكلوروفيل قياساً بمعاملة المقارنة . وقد وجد عامر (2004) أن معاملة الري 100 % (35.7 لتر.م$^{-2}$) من الماء المضاف أنتجت أعلى متوسط لمحتوى الكلوروفيل بلغ 49.6 ميكروغرام/سم^{2} ولم تختلف معنوياً عن المعاملة 75 % (26.75 لتر.م$^{-2}$) من الماء المضاف ، بينما أعطت معاملة الري (رية أنبات + أمطار) أقل متوسط لتركيز هذه الصبغة وصل إلى 44.3 ميكروغرام. سم$^{-2}$. كما لاحظ Keyvan (2010) أنخفاضاً معنوياً في محتوى الكلوروفيل لأصناف الحنطة عند تعرضها لإجهاد مائي ويزداد هذا الانخفاض بزيادة مستوى الاجهاد المائي . كما بيّنت نتائج Akhkha وآخرون (2011) أن محتوى الكلوروفيل في أوراق نبات الحنطة قد أنخفض أنخفاضاً معنوياً مع نسبة الرطوبة من 100% الى 30% من قيمة السعة الحقلية. وبيّنت الفتلاوي (2013) في نتائجها الى حصول أنخفاض معنوي لمحتوى الكلوروفيل لنبات الحنطة مع أنخفاض كمية الماء المضاف من 100% الى 75% و 50% من قيمة السعة الحقلية عند مرحلة التزهير فقد بلغ محتوى الكلوروفيل في هذه المرحلة عند تعرضه الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري 50 % و 75 % من قيمة السعة الحقلية مقداراً 15.95 و 23.00 بالتتابع وبنسبة أنخفاض مقدارها 36 % و 7.70 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) بالتتابع .

2-3-2- محتوى الماء النسبي (%) :

يُعرف محتوى الماء النسبي بأنه كمية الماء في النسيج مقارنةً بالكمية التي يحتفظ بها النسيج من دون تسربه من المسافات البينية ، ويمكن القول بأن محتوى الماء النسبي هو النسبة

المئوية للمحتوى المائي للنسيج مقارنةً بكمية الماء في النسيج لو كان ممتلئاً تماماً (ياسين، 1992) . ويُعد محتوى الماء النسبي في الاوراق من المعايير المهمة لقياس الحالة المائية للنبات . وأوضحت نتائج Ashraf وآخرون (1994) وجود تباين بين التراكيب الوراثية للحنطة في محتواها من الماء النسبي وأن التراكيب التي تحتفظ بمحتوى ماء نسبي عالٍ في أوراقها تحت ظروف نقص الماء تُبدي انخفاضاً أقل في حاصلها، وقد تراوح محتوى الماء النسبي لأوراقها ما بين 78.7 و 71.2 % تحت ظروف الري والجفاف على التوالي . وبيّنت نتائج Siddique وآخرون (2000) أن نباتات الحنطة المعرضة للإجهاد المائي خلال مرحلة الأزهار أحتوت على أقل محتوى ماء نسبي بلغ 44.60 % مقارنة بـ 88.03 % في مرحلة النمو الخضري بينما أحتوت معاملة الري الكامل 86.36 % وعزا الباحثون عدم تأثر محتوى الماء النسبي في مرحلة النمو الخضري إلى مقدرة النبات على أستعادة نموه بشكل طبيعي في حالة إعادة الري . كذلك بيّن Siddique وآخرون (2000) وجود تباين بين أصناف الحنطة في محتواها من الماء النسبي عند التعرض للأجهاد المائي لاسيما في مرحلة التزهير . وأشار الكيار (2005) الى وجود تأثير معنوي لتقليل كميات الري في محتوى الماء النسبي للأوراق، إذ سُجّل أنخفاض معنوي في محتوى الماء النسبي للأوراق مقداره 9.8 و 7.2 و 3.0 % للمعاملات 200 و 300 و 400 ملم على التوالي عن المعاملة 500 ملم في الموسم الأول و 9.6 و 7.0 و 3.4 % على التوالي في الموسم الثاني، وقد أعطت المعاملة 200 ملم أقل محتوى للماء النسبي في الأوراق بلغ 69.84 و 70.75 % للموسمين الأول والثاني على التوالي، في حين أعطت المعاملة 500 ملم أعلى محتوى للماء النسبي في الأوراق بلغ 77.42 و 78.26 للموسمين على التوالي .ونفذت دراسات أخرى لقياس محتوى الماء النسبي وعلاقته بمقاومة الجفاف وقد أظهرت كلها أنه أنخفض مع زيادة نقص الماء (Lakshmi وآخرون ، 2005 و Dadashi ، 2006) في محصولي الحنطة والشعير . وكما ذكر Umar (2006) من أن محتوى الماء النسبي أنخفض مع أنخفاض المحتوى الرطوبي من قيمة السعة الحقلية من 75 % الى 25 % . ولاحظ Johari - Pirevatlou وآخرون (2010) و Bano وآخرون (2012) أنخفاضاً معنوياً في محتوى الماء النسبي لنبات الحنطة عند تعرضه للاجهاد المائي . وأظهرت دراسة Rahbarian وآخرون (2010) أن محتوى الماء النسبي أنخفض مع زيادة نقص الماء ، حيث بلغ أعلى محتوى للماء النسبي 77.69 % عند الري بـ 75 % من السعة الحقلية وبلغ أدنى محتوى ماء نسبي 65.44 % عند الري 25 % من السعة الحقلية . كما أشار Keyvan (2010) الى وجود أنخفاض في محتوى الماء النسبي عند تعريض أصناف من الحنطة للأجهاد المائي .

وذكرت الجبوري (2013) في دراستها الى وجود تأثير معنوي لمستويات الأجهاد المائي التي تعرضت لها نباتات الحنطة في صفة محتوى الماء النسبي في مرحلتي الاستطالة والتزهير . ولاحظت الفتلاوي (2013) في نتائجها حصول أنخفاض معنوي لمحتوى الماء النسبي لنبات الحنطة مع أنخفاض الماء المضاف في مرحلة التزهير فقد بلغ معدل محتوى الماء النسبي عند تعرض النبات الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري(50 و75)% من قيمة السعة الحقلية مقداراً 73.07% و 77.20 % بالتتابع قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) .

2-3-3- محتوى البرولين في الأوراق :

أكتسبت ظاهرة تراكم الأحماض الأمينية في مختلف أنسجة النبات أهمية قصوى في دراسات الإجهاد المائي و الملحي على نمو النباتات والجوانب الفسلجية والكيموحيوية له ، ومن بين أهم الأحماض حامض البرولين (proline) وكلايسين بيتان (glycine-betain) (Chauhan , 1980) . وقد يتواجد البرولين بشكل حر في النبات ،إذ يمتاز عن باقي الأحماض الأمينية الأخرى بأحتوائه على مجموعة أمين ثانوية مرتبطة ، والتي تكون حرة و غير مرتبطة في جميع الأحماض الأمينية الأخرى عدا البرولين . ويتجمع هذا الحامض بشكل ملحوظ عند تعرض النبات للجفاف و يحدث هذا التجمع نتيجة قلة قدرة الأنسجة النباتية على بناء البروتين و زيادة الكميات الناتجة من عملية هدم البروتين (النعيمي ،1990) .وقد يتراكم البرولين نتيجة لتحلل أو منع تخليق البروتين تحت جميع أنواع الإجهاد المعروفة و قد يؤدي مع الأحماض الأمينية الأخرى دوراً في خفض الأجهاد المائي للعصير الخلوي في ظروف تعرض النبات للأجهاد (ياسين ، 1992) ، وتتناسب كميته في الأنسجة النباتية مع شدة الأجهاد المائي التي تتعرض لها وطول مدة التعرض .كما وضحت نتائج Castro و Alfredo (2002) الى أن شدة الجفاف تزيد من محتوى أوراق النباتات من البرولين، وأن زيادة الاحماض الأمينية ومنها حامض البرولين تؤدي الى أنخفاض الشد الازموزي وبدوره يقلل من الأجهاد المائي للورقة ، وبذلك تزداد قابلية الخلية على سحب الماء والمغذيات الذائبة فيه من وسط النمو ومن ثم زيادة النمو الخضري للنباتات (Claussen ، 2004 و Amini و Ehsanpour ، 2005) . أن ظاهرة تراكم البرولين يمكن أن تستعمل مقياساً لتحمل الأجهاد المائي، فعند ظروف الأجهاد المائي لنبات الحنطة يحدث تجمع البرولين وتزداد نسبته بأزدياد مدة الأجهاد (Ashraf و Foolad ، 2007) . ويلعب البرولين دوراً في حماية النبات من الإجهاد المائي أذ يعمل كمنظم أزموزي يحمي النبات من الإجهاد من خلال المحافظة على ثباتية الأغشية

والأنزيمات وكمضاد للأكسدة (Farooq وآخرون ، 2009) . وأستنتج Keyvan (2010) أن تعرض نبات الحنطة الى أجهاد مائي يؤدي الى تغيرات فسلجية وكيموحيوية ومنها تراكم الكربوهيدرات والبرولين التي تزيد مقاومة النبات للجفاف .وبيّن الحمودي (2011) في نتائجه على أن الرش بحامض البرولين يؤدي الى زيادة في نمو نبات الحنطة وهذا يعود الى دوره الأيجابي في تنظيم الجهد الأزموزي عن طريق تنظيم الجهد الضغطي والجهد المائي مما يزيد من قابلية الخلية على سحب الماء من وسط النمو ومن ثم زيادة في نمو النبات وأدامة أستطالة الخلايا وأدامة فتح الثغور وعملية البنـــاء الضوئي . ولاحظ Moaveni (2011) تراكم حامض البرولين في أوراق نبات الحنطة المعرضة للأجهاد قياساً بمعاملة المقارنة غير المعرضة للأجهاد إذ سجلت معاملة المقارنة 100% من السعة الحقلية 44.5 ملغم.لتر$^{-1}$ بينما سجلت 50% من السعة الحقلية 68.5 ملغم.لتر$^{-1}$. وقد بيّنت نتائج الجبوري (2013) الى وجود تأثير معنوي لمستويات الأجهاد المائي المعرض أليها نبات الحنطة في تركيز البرولين عند مرحلتي الاستطالة والتزهير ، أذ بلغ معدل تركيز البرولين في مرحلة الأستطالة (6.45 و 7.71) ملغم.كغم$^{-1}$ عند التعرض الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري (75 و50)% من السعة الحقلية بالتتابع وبنسبة زيادة مقدارها (66.66 ، 99.22)% قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت 3.87 ملغم.كغم$^{-1}$ ، أما عند مرحلة التزهير فقد بلغ معدل تركيز البرولين (8.81 و 10.22) ملغم.كغم$^{-1}$عند تعرض النبات الى أجهاد مائي (75 و50)% بالتتابع وبنسبة زيادة مقدارها (77.97 ، 99.79)% قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت 4.95 ملغم.كغم$^{-1}$. كما أشارت الفتلاوي (2013) في نتائجها الى حصول زيادة معنوية لمحتوى البرولين لنبات الحنطة مع أنخفاض ماء الري المضاف من 100% الى 75% و 50 % من قيمة السعة الحقلية عند مرحلة التزهير فقد بلغ تركيز البرولين عند تعرضه الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري(50 و75) % من قيمة السعة الحقلية مقداراً (18.47 و 13.77) ملغم.كغم$^{-1}$ مادة جافة بالتتابع وبنسبة زيادة مقدارها (165 و 97.56) % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) بالتتابع نفسه.

2-4- الإجـهـاد التأكســدي :

أوضحت العديد من الدراسات أن الإجهاد المائي المعتدل أو الشديد يسبب زيادة في نشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة ، وقد بينّت كثير من البحوث أن الأجهاد المائي يمكن أن يستحث حالة من الأجهاد التأكسدي Oxidative stress في النبات Trippi وآخرون ،

(1998) ، بزيادة أنواع الأوكسجين الفعالة Reactive Oxygen Species (ROS) مثل جزيئة الأوكسجين الحرة Superoxide وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) وجذر الهيدروكسيل hydroxyl radical الناتجة عن الأختزال غير التام للأوكسجين الجوي (O_2) (Asada، 2000) وتعد جذور الاوكسجين الفعالة مصدراً أساسياً لإضرار الخلية تحت ظروف الإجهاد المائي Candan و Tarhan (2003) ، و يمكن أن يحدث الإجهاد ألتأكسدي عندما يكون هناك أنخفاض في مستويات مضادات التأكسد الإنزيمية ومضادات التأكسد غير الإنزيمية بسبب تغيرات أو تحورات في الفعل الجيني (Dypoukt وآخرون ،1994). وأكد Moller وآخرون (1999) أن من بين الجذور الحرة يعد جذر الهيدروكسيل الأكثر فتكاً وضراوة في الخلية وذلك لفعاليته العالية في هدم وتحطيم أشرطة الـDNA ، مما يصعب على الخلية الحية إصلاح هذا الضرر على الرغم من مقدرتها لإصلاح الضرر في المادة الوراثية الناتج من الجذور الأخرى .ويمكن أن يحدث الإجهاد ألتأكسدي في الخلية عندما تتجاوز تراكيز أنواع الأوكسجين الفعال (ROS) مثل أيون السوبر أوكساید ($O_2^{\cdot -}$) ، بيروكسيد الهيدروجين(H_2O_2) ، جذر الهيدروكسيل ($OH^{\cdot}$) والأوكسجين الجزيئي ($O^{\cdot -1}$) قدرة الأنظمة المضادة للتأكسد Antioxidant systems مسببة أضراراً خلوية متمثلة بتلف وهدم وموت الخلايا النباتية نتيجة أكسدة المكونات الخلوية والمتضمنة البروتين والكلوروفيل والدهون والـ DNA وغشاء البلازما (Shahbazi وآخرون، 2009), ومن أثار الأجهاد المائي هو زيادة بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) الذي يعمل على أكسدة الدهون وإنتاج Malondialdehyde (MDA) الذي يزيد من إنتاج الجذور الحرة (Free radicale) المؤدية إلى قلّة الكلوروفيل (Sairam و Srivastava , 2001).

تمتلك النباتات آلية دفاعية للحد من سمية (ROS) وتتضمن هذه الآلية نوعين من الأنظمة , الاولى هي أنظمة غير أنزيمية مثل الاسكوربت ascorbate والكاروتينات carotenoids والكلوتاثيون Glutathion والفلافونويد Flavonoid وغيرها ، والثانية أنزيمية مثل السوبرأوكساید دسميوتيز superoxide dismutase (SOD) والبيروكسيديز (POD) peroxidase و الكاتليز catalyase (CAT) , وهذه الأنزيمات تزيل سمية الجذور الحرة ، والتنظيم العالي لهذه الأنزيمات ضروري لأبقاء الجذور الحرة تحت السيطرة (Mittler،2002). إذ أن السوبرأوكساید دسميوتيز يسرع بتحويل جزيئتين أوكسجين حرة ($O_2^{\cdot}$) الى بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) وجزيئة أوكسجين (O_2) وأن بيروكسيد الهيدروجين يزال بواسطة أنزيمات الكاتليز (Kono و Fridovic , 1983 ; Scandalios , 1993) وأنزيمات

البيروكسيديز (Gara وآخرون ، 2003) . وتكون الجذور الحرة عالية السمية للخلايا حيث تتفاعل بصورة مباشرة مع مكونات الخلية ، فهي تتفاعل مع الدهون الموجودة بجدار الخلية مسببة تلفاً في جدار الخلية بسبب حصول ثقوب فيه ، مما يؤدي الى حدوث تسريب في محتويات الخلية وجفاف سريع لها ومن ثمَّ موتها ، وفي داخل الخلية ضرر الغلاف الخلوي يؤثر في الفعالية التنفسية في المايتوكوندريا وتحطيم صبغة الكلوروفيل وبذلك تقلل من قدرة تثبيت غاز ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2 بالبلاستيدة الخضراء ، وأذا تفاعلت مع البروتينات سببت تحطمه أو تغير طبيعته (Quiles و Lopez ، 2004) . وقد صنّف Laniewski و Grayson (2004) هذه الجذور إلى صنفين الأول ويضم عناصر الأوكسجين الفعالة (ROS) ، أما الصنف الثاني فيضم عناصر النتروجين الفعال (RNS) .

2-4-1- فعالية أنزيم البيروكسيديز (Peroxidase (POD :

تعتمد ميكانيكية عمل إنزيم البيروكسيديز على وجود عدد من المواد الواهبة للهيدروجين وهي مواد مساعدة للتفاعل Substrate مثل الأمينات والفينولات وغيرها ومواد أخرى تكون مستقبلة للهيدروجين مثل بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 إذ تبدأ العملية بتكوين معقدات بين الإنزيم وSubstrate (الواهبة للهيدروجين) ثم تعقبها خطوة أكسدة . ويعمل إنزيم البيروكسيديز على أكسدة المواد الفينولية والمركبات العطرية والتي تتواجد بشكل طبيعي داخل النبات وبوجود العامل المساعد بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 (Padiglia وآخرون،1994) .ويعد إنزيم البيروكسيديز أحد إنزيمات الأكسدة والاختزال Oxidoreductase ، ويتواجد هذا الإنزيم طبيعياً في خلايا النباتات والحيوانات والأحياء المجهرية(Dey وآخرون،1997) و ينتشر إنزيم البيروكسيديز في جدران الخلايا النباتية ، ويتم تخليقه في سايتوبلازم الخلية .أذ تشير الدراسات إلى أن النباتات عند تعرضها إلى إجهاد معين فأن فعالية إنزيم البيروكسيديز تزداد كأستجابة لإزالة التأثير الضار لذلك الإجهاد (Yamaguchi وآخرون ، 1995 ; Shahbazi وآخرون،2009) . وحيث لاحظ Abedi و Pakniyat (2010) أن فعالية الأنزيمات المضادة للأكسدة لاسيما أنزيم البيروكسيديز تزداد معنوياً كلما أنخفض المحتوى الرطوبي للتربة. وحصل Nadall وآخرون (2011) على زيادة معنوية في إنزيم POD عند تعرض نبات الحنطة إلى جهد الملوحة وبزيادة المستويات المستعملة. كما أستنتج Sharifi وآخرون (2012) في دراستهم على ستة أصناف من الحنطة المعرضة لأجهاد مائي أن زيادة فعالية أنزيم البيروكسيديز تعود الى زيادة التعبير الجيني المسؤول عن تصنيع هذا الأنزيم في ظل ظروف الجفاف بالمقارنة مع النباتات غير

المعرضـة للأجـهـاد وكذلك بيّـنوا أن هناك زيادة معنوية في فعالية البيروكسيديز تحت ظروف الجفاف عند دراستهم لنبات الحنطة . وقد أظهرت الجبوري (2013) في دراستها الى وجود تأثير معنوي لمستويات الأجهاد المائي المعرض إليها نبات الحنطة في فعالية أنزيم البيروكسيديز POD عند مرحلتي الأستطالة والتزهير. أذ بلغت فعالية أنزيم البيروكسيديز في مرحلة الأستطالة (96.08 ، 104.93)وحدة/ملغم بروتين عند التعرض الى أجهاد مائي (75% و50%) من السعة الحقلية بالتتابع وبنسبة زيادة مقدارها (36.49 % ، 49.06 %) قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) . أما عند مرحلة التزهير فقد بلغت فعالية أنزيم البيروكسيديز (116.71، 151.00) وحدة/ملغم بروتين عند تعرض النبات الى أجهاد مائي (75% و50%) بالتتابع وبنسبة زيادة مقدارها (3.61 % ، 34.05 %) قياساً الى معاملة المقارنة . و كما وجدت الفتلاوي (2013) في نتائجها حصول زيادة معنوية لفعالية أنزيم البيروكسيديزPOD لنبات الحنطة مع أنخفاض ماء الري المضاف من 100% الى 75% و 50 % من قيمة السعة الحقلية عند مرحلة التزهير فقد بلغت فعالية أنزيم البيروكسيديزعند تعرض النبات الى أجهاد مائي 50 % و75% بأضافة ماء ري 50 % و75% من قيمة السعة الحقلية مقداراً 202.10 و158.80 وحدة. ملغم بروتين$^{-1}$ بالتتابع وبنسبة زيادة مقدارها 87.65 % و47.45 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت 107.70 وحدة . ملغم بروتين$^{-1}$ بالتتابع نفسه.

2-4-2- فعالية أنزيم الكاتليز Catalyase (CAT) :

يعد أنزيم الكاتليز CAT من الأنزيمات المهمة المضادة للأكسدة antioxidant والكاسحة للجذور الحرة وهو من الأنزيمات التي تمت تنقيتها وبلورتها(Scandalios ,1997). تكمن الوظيفة الاساسية لأنزيم الكاتليز في النبات هو حماية الأنسجة من التأثيرات السمية لبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) كما يعمل على أزالة الالكترونات التي تقود الى أنتاج ($O_2^{\cdot -}$) (Abassi وآخرون ، 1998) . وكما هو معروف فأن مركب بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 هو عامل مؤكسد قوي وسام وأنه يتراكم في الأنسجة النباتية نتيجة لبعض الفعاليات الحيوية ، لذا فأن خلايا النبات تقوم بتحليله إلى ماء وأوكسجين للتخلص من تأثيره الضار . وهذاالأنزيم شائع يوجد تقريباً في كل الكائنات الحية التي تتعرض للاوكسجين ووظيفته تحطيم بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 الى ماء و أوكسجين Chelikani (2004) . وقد حصل Moussa و Abdel-Aziz (2008) على نتائج في دراستهم أنه عند تعرض نبات الذرة الصفراء لجهد الجفاف زيادة معنوية في إنزيم CAT عند التعرض لذلك الإجهاد . حيث أن إنزيم الكاتليز يعمل على تحلل بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 إلى الأوكسجين والماء ، لذا فأن عمل

إنزيم الكاتليز يمكن عدّه على إنها عملية هدم لـ H_2O_2 وبأستعمال H_2O_2 ذاته أي إن المادة المستقبلة والمانحة للهيدروجين هو H_2O_2 وهذا هو الفرق بينه وبين إنزيم البيروكسيديز Peroxidase (المظفر، 2009) . وقد نفّذ بحث من قبل Shahbazi وآخرون (2009) في جامعة أزاد الإيرانية لدراسة تأثير إجهاد الجفاف على نباتات الحنطة وبأستعمال معايير الإنزيمات المانعة للتأكسد ، إذ أشارت النتائج وجود تأثير عالي المعنوية عند وجود الإجهاد في فعالية إنزيم الـ CAT قياساً إلى معاملة المقارنة . وتوصل Ghazihamid وآخرون (2007) مع أصناف الحنطة الناعمة وكذلك نتائج Ahmadizadeh وآخرون (2011) مع أصناف الحنطة الخشنة والتي أوضحت إن تعرّض أصناف الحنطة لعدد من الأجهادات الحيوية تعمل على زيادة فعالية إنزيمات مضادات الأكسدة.

2-4-3- فعالية أنزيم السوبرأوكسايد دسميوتيزSuperoxide dismutas

صُنّف إنزيم الـ (**SOD**) من ضمن البروتينات المعدنية ، وقد عزل لأول مرة من قبل Markowitz وآخرون في عام 1959 ووصف في حينه بأنه من البروتينات المعدنية الحاوية على عنصر النحاس .ولقد أشار Herouart وآخرون (1991) إلى أن هذا الأنزيم يشترك مع أنزيمات أخرى في إزالة سمية الجذور الحرة فقد لوحظ زيادة تعبير الجينات المسؤولة عن تكوين أنزيم SOD في النباتات عند تعرضها الى كافة الأجهادات .

توجد عدة صور لإنزيم SOD منها Cu/Zn-SOD ويرمز له (SOD_1) و Mn-SOD ويرمز له (SOD_2) (Mclntyre وآخرون،1999) . إن جميع الصور المتعددة لأنزيم SOD تتشابه جميعها في كونها إنزيمات معدنية تتميز بقابليتها التحفيزية على تحويل جذور السوبر أوكسايد السالبة ($O_2^{\cdot-}$) والتي تنتج في جميع الخلايا المستهلكة للأوكسجين خلال عملياتها الأيضية إلى الأوكسجين الجزيئي والبيروكسيد (Gupta وآخرون،1993 ; Fridovich ،1995 ; Qu: وآخرون،2010) . وكما وضح Wu و Wilen (1999)عند دراستهما لتأثير إجهاد الجفاف ودرجات الحرارة على نبات الحنطة ، و فيها أستعملا صنفين من نبات الحنطة هما (Katepwa و Norstar) وأن كلا الصنفين يعودان إلى hexaploid ، بيّنت النتائج أختلاف الصنفين في فعالية إنزيم SOD في أوراق كلا الصنفين عند الجفاف وعند الترطيب وتفوق صنف Norstar في إعطاء أعلى قيمة لإنزيم SOD مقارنة مع الصنف Katewa عندما كان تحت الإجهاد . أن إنزيم الـ SOD يعد أحد أهم الإنزيمات المضادة للتأكسد Antioxidant enzymes ووظيفته تكمن في حماية الخلايا من الإخطار الناجمة عن جذور السوبر أوكسايد

(Fattman وآخرون، 2000 ; Al-Omar وآخرون،2004) . يُعد إنزيم الـ SOD الخط الدفاعي الأول والمفتاح الرئيس ضد تأثيرات الـ ROS إذ بإمكانه التفاعل مع جذر السوبر أوكساید (O^{-}_{2}) ومن ثم تحويلها إلى بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) والأوكسجين O_2 (Alscher ،2002) , ومن ثم يتم التخلص من H_2O_2 بواسطة إنزيمي POD وCAT إلى الأوكسجين والماء (Luna وآخرون،2004 ; Shahbazi وآخرون ، 2009). وتشير العديد من الدراسات إلى إمكانية أستعمال هذا الإنزيم كمؤشر للفصل بين الأصناف الكفوءة وغير الكفوءة عند تعرضها للإجهاد إذ أجمعت تلك الدراسات إلى إمكانية تحسين تحمل أصناف النباتات للأجهادات المختلفة عند إزالة أو إخماد التأثيرات الضارة للـ ROS ، وأن أصناف النباتات تتباين في كفاءتها لتطوير مضادات الأكسدة الإنزيمية ،لاسيما الخط الدفاعي الأول إنزيم SOD (Stepien وKlobus ،2005 ،Afzal وآخرون،2006 ،Nadall وآخرون،2011) . وقد نُفّذ بحث من قبل Shahbazi وآخرين (2009) لدراسة تأثير وأختبار لأصناف كفوءة معرضة للجفاف من خلال أستعمال معايير الإنزيمات المانعة للتأكسد Antioxidant enzymes ، تم خلال البحث أستعمال سبعة أصناف من حنطة الخبز (Sabalan و Azar2 و Pishtaz و Alvand و Mv17 و Gaspard و Siosson) والتي زرعت في أصص سعة (10كغم)، أشارت النتائج إلى وجود تأثير عالي المعنوية عند وجود الإجهاد وفي فعالية إنزيمات SOD و CAT مقارنة مع معاملة المقارنة وبيّنت النتائج وجود أختلافات معنوية بين الأصناف المستعملة .

2-5- تأثير الإجهاد المائي في صفات السنبلة و الحاصل و مكوناته :

ترتبط صفات السنبلة و الحاصل أرتباطاً وثيقاً بجملة من العمليات الفسيولوجية المتأثرة بالظروف البيئية التي ينمو فيها النبات أثناء مراحل تكشفه المختلفة .

2-5-1- طول السنبلة (سم) :

أن تعرض النباتات للأجهاد المائي في هذه المرحلة يؤدي إلى أعاقة أو توقف أنقسام الخلايا وأستطالتها وعندما يستمر الأجهاد لمدة طويلة يؤدي إلى أختزال طول السنبلة وتقليل عدد السنيبلات (Sionit وآخرون ، 1980) . ولاحظ Jamal وآخرون (1996) أن تعرض نبات الحنطة للاجهاد المائي في مراحل الأشطاء أو الإستطالة أو البطان أو التزهير قد أدى الى أنخفاض طول السنبلة بشكل معنوي .وفي مجال تأثير الري على طول السنبلة فقد وجد Alam وآخرون (2003) زيادة معنوية في طول السنبلة بزيادة عدد الريات من صفر إلى ثلاث ريات

وبلغ معدل طول السنبلة لمعاملات الري 8.6 ، 8.9 ، 9.2 ، 9.5 سم على التوالي . ووجد Saleem (2003) أنخفاضاً غير معنوي في طول السنبلة لأربعة أصناف من الحنطة الناعمة وأربعة أصناف من الحنطة الخشنة عند عدم أضافة الري مقارنة مع إضافة 75 ملم ري تكميلي . ولقد بيّنت نتائج المعيني (2004) أن الإجهاد المائي في مراحل الأشطاء والأستطالة والتسنبل له أثر معنوي في تقليل طول السنبلة ، وقد أعطت معاملة الإجهاد في مرحلة الاستطالة أقل متوسطاً لطول السنبلة بلغ 8.7 سم وبنسبة أنخفاض 19% قياساً الى معاملة المقارنة (بدون إجهاد). وأشار Baque (2006) أن طول السنبلة قد أنخفض عند أنخفاض السعة الحقلية من 75% الى 50% أنخفاضا معنوياً . ولاحظ Ibrahim وآخرون (2010) حصول زيادة معنوية في متوسط طول سنبلة الحنطة بزيادة عدد الريات اذ أعطت النباتات المروية 6 ريات أعلى متوسطاً لطول السنبلة بلغ 13.60 و13.37 سم مقارنة بالنباتات المروية 3 ريات التي أعطت أقل متوسطاً لهذه الصفة بلغ 11.73 و11.30 سم في موسمي الدراسة بالتتابع . وأشارت نتائج Aldesuquy وآخرون (2012) الى أنخفاض في طول السنبلة عند تعرض نبات الحنطة للاجهاد المائي .أكدت نتائج دراسة Aown وآخرون (2012) أن طول السنبلة قد أنخفض معنويا عند تعرض محصول الحنطة للجفاف في مراحل مختلفة من عمر النبات ، إذ أنخفض من 10.03سم في معاملة المقارنة (الري الكامل) الى (7.81) سم عند تعرض المحصول للجفاف في مرحلة الأشطاء . وأشارت الفتلاوي (2013) في نتائجها الى وجود تأثير معنوي لمستويات الأجهاد المائي المعرض لها نبات الحنطة في صفة معدل طول السنبلة عند مرحلة التزهيرأذ بلغ معدل طول السنبلة عند تعرض النبات الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري 50 % و 75 % من قيمة السعة الحقلية مقداراً 9.60 ، 10.40 سم بالتتابع وبنسبة أنخفاض مقدارها 18.51 % و 11.69% قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت 11.78سم .

2-5-2- عدد السنابل . م$^{-2}$:

أوضحت بعض الدراسات أن تعرض نباتات الحنطة لنقص الماء خلال مراحل تكّون الأشطاء أو الأستطالة أو بداية مرحلة طرد السنابل يؤدي الى تقليل عدد السنابل في وحدة المساحة بشكل معنوي (Robertson و Giunta، 1994). أن عدد السنابل غالباًما يرتبط أرتباطاً موجباً مع حاصل الحبوب قياساً ببقية مكونات الحاصل (Hasanpour و آخرون ، 2012) ، ويعد عدد السنابل في وحدة المساحة أحد مكونات الحاصل المهمة والتي تتأثر بالعوامل البيئية والوراثية (محمد ، 2000) . وقد وجد EL-Batal وآخرون (2002)

أن زيادة رطوبة التربة بزيادة الكمية المضافة من الماء إلى صنف القمح جيزا 168 خاصة في المرحلة المتأخرة من تكوين العقد Late jointing أو مرحلة الإزهار أدى إلى زيادة معنوية في عدد السنابل للنبات . وبيّنت دراسة Wajid وآخرين (2002) أن عدد السنابل. م$^{-2}$ كان بين 390 إلى 485 في المعاملة غير المروية والمعاملة المروية بالتتابع . وأشارت نتائج Kakar (2003) إلى حصول زيادة معنوية في عدد السنابل. م$^{-2}$ بزيادة عدد الريات ، إذ أزداد عددها من 347.75 الى 402.00 سنبلة عندما زاد عدد الريات من ريتين الى خمس ريات . وأوضحت نتائج الـگيار (2005) وجود تأثير معنوي لأختلاف كميات مياه الري في هذه الصفة، إذ أدى تقليل كميات الري في المعاملات الثلاث 200 و 300 و 400 ملم الى أنخفاض معنوي في عدد السنابل/م^2 عن معاملة المقارنة 500 ملم بمقدار 17 و 14 و 8 % على التوالي في الموسم الأول و 16 و 14 و 7 % على التوالي في الموسم الثاني . وبيّن محمد وآخرون (2005) أن إضافة رية تكميلية واحدة في مرحلة البطان إلى مجموعة من أصناف الشعير مقارنة مع زراعتها بالاعتماد على الأمطار أدت إلى زيادة معنوية في عدد السنابل/م^2 في الموسم 2002 . كما أوضحت الطيبي (2009) حصول أنخفاض معنوي في عدد السنابل للنبات ، وإن نسبة الأنخفاض تزداد بزيادة التعرض إلى مدد الأجهاد المائي قياساً الى معاملة المقارنة (غير المعرضة للإجهاد المائي) ، وأشارت الفتلاوي (2013) في نتائجها الى حصول أنخفاض معنوي في معدل عدد السنابل لنبات الحنطة مع أنخفاض ماء الري المضاف من 100 % الى 75 % و 50 % من قيمة السعة الحقلية أذ بلغ معدل عدد السنابل عند تعرضها الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري 50 % و 75% من قيمة السعة الحقلية مقداراً 3.78 و 4.72 بالتتابع وبنسبة أنخفاض مقدارها 32.38 % و 15.56 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) بالتتابع نفسه .

2-5-3-عـدد السنيبلات في السنبلـة :

عـنـدمـا تـبـدأ القمة النامية للساق بالتحول السريع من طور النمو الخضري الى طور النمو التكاثري يتحدد عندها عـدد البادئات التي سوف تتحول الى سنيبلات وتستمر القمة النامية بالنمو والتكشف حتى أنتهاء تكوين بادئات السنيبلات الطرفية والتي تتحدد عندها عدد السنيبلات للسنبلة (Gallagher وآخرون، 1976).ولاحظ Kheiralla وآخرون (1989) أنخفاض عدد السنيبلات في السنبلة بمعدل 9.7 و 10.5 و 9.5 % عند حجب الري في مراحل أنتاج الأشطاء وطرد السنابل وظهور العقد على الساق الرئيسي على التوالي . وقد ذكر الحسني (1996) أن تكوين السنيبلات يتزامن مع أستطالة الساق السريع النمو الذي سيؤدي الى تنافس شديد على

المواد الممثلة بين نمو وتطور الساق وتكوين السنيبلات فتحدث حالة إجهاض وموت للسنيبلات لعدم كفاية مواد التمثيل لإتمام عملية تشكل وتكوين السنيبلات .إذ بيّنت نتائج Wajid (2004) إلى وجود تأثير معنوي بين معاملات الري في عدد السنيبلات في السنبلة إذ أعطت معاملة الري الكامل أعلى متوسطاً لهذه الصفة بلغ 15.83 و16.69 وبنسبة زيادة 39.10 و 47.04 % عن المعاملة بدون ري في موسمي الدراسة بالتتابع .أظهرت نتائج الكّيار (2005) أنخفاض عدد السنيبلات في معاملات الري الثلاث 200 و 300 و 400 ملم عن معاملة المقارنة 500 ملم بمقدار 14 و 9 و 5 % في الموسم الأول و 14 و 8 و 4 % على التوالي في الموسم الثاني، وقد أعطت المعاملة 200 ملم أقل متوسطاً لعدد السنيبلات بلغ 15.53 و 15.89 سنيبلة في الموسمين الأول والثاني على التوالي ، بينما أعطت معاملة الري 500 ملم أعلى متوسطاً لعدد السنيبلات بلغ 18.02 و 18.55 سنيبلة للسنبلة لكلا الموسمين على التوالي . وقد وجد Baque (2006) أن عدد السنيبلات للسنبلة ينخفض من 14.54 الى 14.04 عند أنخفاض نسبة الرطوبة من 75% الى 50% من قيمة السعة الحقلية.وقد بينت دراسة Ibrahim وآخرين (2010) أن هناك زيادة معنوية بعدد السنيبلات في السنبلة لنباتات الحنطة بزيادة عدد الريات ، إذ أعطت النباتات المروية 6 ريات أعلى متوسطاً لعدد السنيبلات في السنبلة بلغ 23.50 و 25.50 في حين سجلت النباتات المروية 3 ريات أقل متوسطاً لهذه الصفة بلغ 21.20 و21.30 لموسمي الدراسة بالتتابع . وقد أشار Moayedi وآخرون (2010a) الى أنخفاض معنوي ملحوظ لعدد السنيبلات .سنبلة$^{-1}$ عند تعرض نبات الحنطة للاجهاد المائي في مرحلة بدء التزهير . ولاحظ Bano وآخرون (2012) عند دراستهم لنبات الحنطة تأثير الأجهاد المائي في عدد السنيبلات .سنبلة$^{-1}$ بأنها قد أنخفضت تحت مستوى الاجهاد المائي المدروس . وأظهرت نتائج Aown وآخرون (2012) أن نقص مياه الري أدى الى أختزال عدد السنيبلات للسنبلة ،إذ أنخفض عدد السنيبلات من 13.61 في معاملة المقارنة (بدون أجهاد) الى 12.10 عند تعرض النبات للجفاف في مرحلة التفرعات . كما أظهرت الجبوري (2013) في دراستها الى وجود تأثير معنوي لمستويات الأجهاد المائي المعرض إليها نبات الحنطة في صفة عدد السنيبلات عند مرحلة النضج .أذ بلغ معدل عدد السنيبلات.سنبلة$^{-1}$ في هذه المرحلة (14.78 و 12.68) عند تعرضه الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري (75 و50)% من قيمة السعة الحقلية بالتتابع وبنسبة أنخفاض مقدارها (11.70 و 24.25) % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت 16.74 .

2-5-4-عـدد الحـبـوب فـي السنبلة :

أشارت بعض الدراسات الى الأجهاد المائي الناجم عن حجب الري في مراحل مبكرة من نمو محصول الحنطة وحتى التزهير تُعد مدة حرجة في تحديد عدد الحبوب في السنبلة (Foulkes وآخرون، 2002) . كما لاحظ Qadir وآخرون (1999) أن تعرض محصول الحنطة للأجهاد المائي في كل من مرحلتي النمو الخضري والتكاثري أدى الـى أنخـفـاض عـدد الحـبـوب فـي الـسـنـبـلـة الـى (41.9 و 40.0) حبة . سنبلة $^{-1}$ بالـتـتـابـع قـيـاسـاً بمعاملة المقارنـة (بـدون أجهاد) التي سجلت (48.4) حبة . سنبلة $^{-1}$. وقد لاحظ Hussain وآخرون (2004) أن الأجهاد المائي بمراحله المختلفة وبشكل خاص في مرحلة الإزهار أدى إلى أنخفاض عدد الحبوب. سنبلة$^{-1}$ وعللوا ذلك بأنخفاض نسبة التلقيح عند حدوث الأجهاد في هذه المرحلة بالذات وبالتالي أنخفاض عدد الحبوب المتكونة بالسنبلة **.** وأستنتج Wajid (2004) أن معاملة الري الكامل أعطت أعلى عدداً حبوب للسنبلة بلغ 43.73 و 49.05 حبة . سنبلة $^{-1}$ في حين أعطت المعاملة بدون ري أقل عدداً حبوب بلغ 31.40 و 36.6 حبة . سنبلة $^{-1}$ في موسمي الدراسة بالتتابع . وأظـهرت نتـائـج Mirbahar وآخرون (2009) أن تعرض محصول الحنطة في مراحل مختلفة من عمر المحصول أدى الى إنخفاض عدد الحبوب للسنبلة وقد بلغ أدنى معدل لعدد الحبوب 31.17 حبة . سنبلة $^{-1}$ عندما تعرض المحصول للجفاف في مرحلة الأشطاء قياساً بمعاملة المقارنة (بدون جفاف) التي بلغ عدد الحبوب فيها 42.17 حبة . سنبلة $^{-1}$**.** وذكر Susan و Pendergast (2009) أن تعريض نبات الحنطة للإجهاد المائي في المراحل المبكرة من نمو النبات سبب أنخفاضاً معنوياً في عدد الحبوب بالسنبلة . و وجد هاشم (2011) في دراسته على محصول الحنطة تحت مدد ريات مختلفة أن معاملة الري كل خمسة أسابيع سجلت أقل متوسطاً لعـدد الـحـبـوب فـــي الـسـنـبـلـة بـلـغ 18.72 و 17.99 حبة . سنبلة $^{-1}$ في موسمي الدراسة بالتتابع .أن صفة عدد الحبوب تتأثر بمختلف أنواع الأجهادات ومن ضمنها الأجهاد المائي إذ يعمل على أنخفاض عدد الحبوب ومن ثمَّ أنخفاض الحاصل(Aldesuquy وآخرون,2012) . وجدت الفتلاوي (2013) في نتائجها الى حصول أنخفاض معنوي فـي عـدد الحبوب لنبات الحنطة مـع أنخفاض كمية الماء المضاف مـن 100 % الى 75 % و 50 % من قيمة السعة الحقلية ، أذ بلغ معدل عدد الحبوب عند تعرضه الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري 50 % و 75% من قيمة السعة الحقلية مقداراً 42.87 و 48.02 بالتتابع وبنسبة أنخفاض مقدارها (28.22 و 19.59) % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت 59.72 حبة .

2 - 5 - 5 - وزن 1000 حبة (غم) :

يؤدي الأجهاد المائي بعد التزهير وفي مدة أمتلاء الحبة إلى تقليل وزنها وذلك نتيجة لخفض معدلات التمثيل المرتبط بأنغلاق الثغور والشيخوخة المبكرة للمساحة الورقية وتقصير مدة أمتلاء الحبة وخفض المقدرة على ملء الحبوب من أعادة تحريك ونقل صافي التمثيل المخزون قبل التزهير (Palta وآخرون ، 1994) . وأستنتج الشلال (2005) أن عدد الحبوب في السنبلة ووزن ألف حبة والحاصل أنخفض في صنفين من الحنطة الناعمة عند أنخفاض مستويات رطوبة التربة . فقد ذكر Pierre وآخرون (2008) ، أن تعرض محصول الحنطة للأجهاد المائي خلال مدة أمتلاء الحبوب سبب أنخفاضاً معنوياً في وزن الف حبة .وبيّن Mirbahar وآخرون (2009) في دراستهم أن محصول الحنطة يكون حساس للجفاف في مراحل معينة ، إذ وجد أن وزن 1000 حبة قد أنخفض من 30.42 غم في معاملة المقارنة الى (23.00 و 25.13 و 27.04) غم عندما تعرض المحصول للجفاف في مرحلة الأشطاء وقبل التزهير و بعد التزهير على التتابع . وبيّنت دراسة Ibrahim وآخرين (2010) أن هناك زيادة معنوية في وزن الف حبة بزيادة عدد الريات اذ اعطت نباتات الحنطة المروية 5 ريات أعلى متوسطاً لوزن ألف حبة بلغ 51.60 و 51.95 غم ، بينما أعطت النباتات المروية 3 ريات أقل متوسطاً لهذه الصفة بلغ 47.50 و 47.82 غم في كلا الموسمين على التتابع . ووجد Johari-Pireivatlou وآخرون (2010) أن معاملة الري الكامل أعطت أعلى وزناً لألف حبة بلغ 37.12 غم وبنسبة زيادة مقدارها 11.90 % عن معاملة الإجهاد المائي بعد مرحلة التزهير. وقد أكد الحمودي (2011) أن تعريض نبات الحنطة الى الأجهاد المائي في مراحل مختلفة من النمو قد قلّل معنوياً من وزن الحبوب وأزدادت متوسطات وزن ألف حبة مع تقليص مدد الري ، و قد لاحظ هاشم والحيدري (2012) أن معاملة الري كل أسبوعين أعطت أعلى متوسط لوزن ألف حبة بلغ 38.65 و 37.48 غم في الموسمين بالتتابع ، وأعطت معاملة الري كل خمسة أسابيع أقل متوسطاً لهذه الصفة بلغ 34.84 و 34.16 غم لموسمي الدراسة بالتتابع . وأشارت نتائج Aldesuquy وآخرون (2012) الى أنخفاض في وزن الحبوب عند تعرض نبات الحنطة للاجهاد المائي .وذكر Rafat (2012) عند تعرض النبات الى الأجهاد في مرحلة النمو الخضري وقبل التلقيح سبّب أنخفاضاً في وزن الحبة وكان الأنخفاض أقوى عند تعرض المحصول للجفاف قبل التلقيح . ووجدت الفتلاوي (2013) في نتائجها حصول أنخفاض معنوي في وزن الـ (1000) حبة لنبات الحنطة مع أنخفاض كمية الماء المضاف من 100% الى 75% و 50% من قيمة السعة الحقلية، أذ بلغ معدل وزن الـ (1000) حبة عند تعرض

النبات الى أجهاد مائي بإضافة ماء ري 50 % و75% من قيمة السعة الحقلية مقداراً 25.00 و28.01 غم بالتتابع وبنسبة أنخفاض مقدارها (16.97 و 6.97) % بالتتابع نفسه قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت30.11 غم .

2-5-6- تأثير الإجهاد المائي في الحاصل البايولوجي(طن متري.هـ$^{-1}$) :

أزداد الحاصل البايلوجي وحاصل الحبوب ووزن البذور عندما رويت النباتات عند أستنزاف (40 %) من السعة الحقلية Hussain (1991) . ولاحظ Wookey (1991) أن الإجهاد المائي يؤثر في إنتاج الورقة ومعدلات توسعها الأمر الذي يؤدي إلى تحديد الحاصل البايلوجي . ويعزى سبب الزيادة في الحاصل البايلوجي بتقليل المدة بين الريات الى زيادة قيم مكونات المادة الجافة مثل أرتفاع النبات وعدد الأشطاء ومساحة ورقة العلم ووزن المادة الجافة عند التزهير ، وذلك لدور الماء في نمو الخلايا وأنقسامها وأنتظام عملية التمثيل الضوئي وجاهزية العناصر الغذائية Al-Salmani وآخرون (1986) . وأشارت دراسة Giunta وآخرون (1995) إلى وجود أنخفاض معنوي في الحاصل البايولوجي للحنطة عند تعريضها للأجهاد في بداية ظهور السنابل مقارنة مع المعاملة المروية أو المعتمدة على الأمطار فقط وبلغ الحاصل البايولوجي لهذه المعاملات 528 ، 777 ، 777 غم.م$^{-2}$ بالتتابع . ولاحظ Jamieson وآخرون (1996) تغييراً واضحاً في الحاصل البايولوجي للحنطة عند تغيير مدد الجفاف التي تم تعريض النباتات لها والتي امتدت لمدة تراوحت من 3 أسابيع إلى كامل الموسم الزراعي وتراوح الحاصل البايولوجي للحنطة عند تعريضها لهذه المعاملات بين 15.7– 23.7 طن.هـ$^{-1}$. ولم يلاحظ الحفوظي (2000) أنخفاضاً معنوياً في الحاصل البايولوجي للشعير بزيادة الأجهاد المائي من - 0.03 الى - 1.5 ميكاباسكال . وكما وضح عامر (2004) أن معاملة الري 100 % (35.7 لتر. م$^{-2}$) من الماء المضاف أعطت أعلى حاصلاً للمادة الجافة بمتوسط قدرة 19.078 طن/هكتار و أختلفت معنوياً عن بقية المعاملات ولم تلاحظ أختلافات معنوية بين معاملتي الري 75 % و50 % في حاصل المادة الجافة بينما أعطت معاملة الري (رية أنبات + أمطار) أقل متوسط لحاصل مادة جافة وصل إلى 9.625 طن/هكتار ويعود سبب أنخفاض قيم الحاصل البيولوجي بتناقص كميات الماء إلى تناقص قيم مكونات المادة الجافة مثل عدد الاشطاء وعدد السنابل وأرتفاع النبات ومساحة الأوراق وعدد ووزن الحبوب . ووجد هاشم والحيدري (2012) في نتائجهما أن معاملة الري كل أسبوعين قد حققت أعلى متوسط للحاصل

البايلوجي بلغ 15.37 و 14.95 طن . هـ $^{-1}$ في الموسمين بالتتابع بينما أعطت معاملة الري كل خمسة أسابيع أقل متوسطاً لهذه الصفة بلغ 13.05 و 12.88طن . هـ $^{-1}$ لموسمي الزراعة بالتتابع .

2-5-7- حاصل الحبوب (طن متري . هكتار$^{-1}$) :

يتحدد حاصل الحبوب بثلاثة مكونات رئيسة مترابطة مع بعضها وهي عدد السنابل وعدد الحبوب للسنبلة ووزن الحبة المفردة وينشأ كل مكون من هذه المكونات في مدة محددة من حياة النبات والتي تتأثر بجميع الفعاليات التي تجري في النبات .إذ لاحظ Saleem (2003) أن زيادة مدد الجفاف ووجود الإجهاد المائي أدى إلى أنخفاض حاصل الحبوب في الحنطة إلا أن الأصناف المقاومة للجفاف كانت أقل تأثراً بالأجهاد وهذا ما لاحظه الباحث عند دراسته لمجموعة أصناف من حنطة الخبز والمعكرونية تختلف في قابليتها لمقاومة الجفاف . يؤثر الإجهاد المائي في إنتاج الحبوب بطرائق مباشرة وغير مباشرة فعندما يتعرض المحصول للإجهاد المائي في مرحلة النمو الخضري تقل مساحة الأوراق ومن ثم كفاءتها في أعتراض الضوء مما ينعكس على أنخفاض المادة الجافة ومن ثم حاصل الحبوب (Lin وآخرون2004). ولاحظ Pessarakli وآخرون (2005) حصول زيادة معنوية في حاصل حبوب الحنطة عند الري كل 7 أيام مقارنة بالري كل 14 يوماً . في حين أشار Bankar وآخرون (2008) أن أعلى حاصل حبوب تم الحصول عليه من ري الحنطة 5 ريات على أساس مراحل التطور الفسلجية للنبات وهي عند نشوء الجذور التاجية ومرحلتي الأشطاء والأستطالة وعند التزهير والطور الحليبي . وذكر Gharib وآخرون (2009) في دراسة أجروها في السودان لمعرفة تأثير ثلاثة مدد ري على محصول الحنطة وهي 7 و 14 و 21 يوماً أن الري كل 7 و 14 يوماً أعطى أعلى حاصل حبوب مقارنةً بالري كل 21 يوماً . وأظهرت نتائج Keyvan (2010) أن حاصل نبات الحنطة قد أنخفض الى (4725 و4312 و3663) كغم.هكتار$^{-1}$ عند تعرض المحصول للجفاف في (مرحلة ملئ الحبوب والبطان و الاستطالة) بالتتابع وقياساً بمعاملة المقارنة (ري كامل) التي سجلت 6793 كغم.هكتار$^{-1}$. وقد وجد أنخفاضاً معنوياً في حاصل الحبوب تحت مستويات مختلفة من الأجهاد المائي لنبات الحنطة (الحمودي ، 2011 ; Aldesuquy وآخرون ، 2012) . وبينّت الفتلاوي (2013) في نتائجها حصول أنخفاض معنوي في حاصل الحبوب لنبات الحنطة مع أنخفاض كمية الماء المضاف من 100 % الى 75 % و 50 % من قيمة السعة الحقلية، أذ بلغ معدل حاصل الحبوب عند تعرض النبات الى أجهاد مائي بإضافة ماء ري 50 % و75 %من قيمة السعة الحقلية

مقداراً 4.16 و 5.38 غم .نبات$^{-1}$ بالتتابع وبنسبة أنخفاض مقدارها (42.38 و 25.48) % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت 7.22 غم . نبات$^{-1}$ بالتتابع نفسه . وأوضحت نتائج معظم الدراسات وجود تأثير أيجابي لأضافة الري على حاصل الحبوب في الحنطة وقد أختلفت أنماط وطرق وكميات الري المضاف حسب طبيعة الدراسة ، كما أزداد حاصل الحبوب بزيادة عدد الريات حسب (Alam وآخرون ، 2003) .

2-5-8- تأثير الأجهاد المائي في نسبة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم في الحبوب :

تعد عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم (N و P و K) ذات أهمية خاصة نظراً لأرتباطها بنمو وتطور النبات ودخولها في معظم العمليات الحيوية والفسيولوجية وفعالية الإنزيمات الضرورية للبناء الضوئي وبناء الاغشية ، وكل عنصر من هذه العناصر له دور مهم في حياة النبات ، لذا فأن نقص هذه العناصر يؤثر في حالة النبات ، ومن الظروف التي تؤثر في نقص هذه العناصر و تؤثر في نمو النبات هي الأجهاد المائي .فقد أوضح Karlen وآخرون (1980) أنه بأنخفاض المحتوى الرطوبي للتربة زاد تركيز البوتاسيوم . وقد لاحظ El-Ashry وEl-Kholy (2005) في دراسة أجريت على نباتات الحنطة المعرضة لأجهاد مائي أنخفاض محتوى الفسفور في حبوب الحنطة بالمقارنة مع النباتات غير المعرضة للأجهاد ، وقد عزا ذلك الى أن نقص الماء يؤثر في أمتصاص المواد المغذية بسبب التغير في الأنتشار والتدفق الكتلي وكذلك بسبب أنخفاض نمو الجذور والتغير في قابلية أمتصاص الجذور . و وجد Abayomi (2007) في دراسته عند حجب الري خلال أربع مراحل فسيولوجية من مراحل نمو نبات الحنطة (من الأشطاء وحتى النضج) أن حجب الري خلال مرحلة الأشطاء أدى الى زيادة تركيز النتروجين والبوتاسيوم في كل من الأوراق والبذور مقارنة بمرحلة النضج . في حين لوحظ في دراسة أخرى أن نسبة النتروجين والبوتاسيوم تزداد في المجموع الخضري مع زيادة شدة الأجهاد المائي لاسيما البوتاسيوم وقد عزوا ذلك الى دوره الفعال في المحافظة على أوزموزية الخلية وتنظيم عمل الثغور (Kamran وآخرون،2009) . وأشارت Ebtisam وآخرون (2010) إلى أنّ أستعمال أربعة مستويات رطوبية هي 40 و 60 و 80 و 100 % من السعة الحقلية فإن المستوى الرطوبي 80 % من السعة الحقلية أدى الى زيادة معنوية في كمية النتروجين والفسفور والبوتاسيوم الممتص في الأوراق والبذور . وبيّن Aldesuquy وآخرون (2012) زيادة تركيز النتروجين بزيادة الأجهاد المائي أثناء دراستهم لصنفين من

الحنطة . كما لاحظ التميمي (2012) في دراسته أن الأجهاد المائي المنخفض (الري عند أستنزاف 50 % من الماء الجاهز) تميّز بأعلى محتوى لمغذي النتروجين في الحبوب بلغ 1.96 % ، قياساً بالجهدين المائيين المتوسط والعالي (الري عند أستنزاف 70 % و 90 % من الماء الجاهز) أذ كان تركيز النتروجين في حبوبهما 1.82 و 1.71 % بالتتابع . وأشار التميمي (2012) أيضاً في نتائجه الى أزدياد تركيز N و P و K (%) في حبوب الحنطة بأنخفاض الأجهاد المائي، وأنخفض ذلك التركيز بزيادة الأجهاد المائي . وقد يعود ذلك الى أنه في الأجهاد المائي المنخفض (الري عند أستنزاف 50 % من الماء الجاهز) تكون رطوبة التربة مناسبة للمغذيات الموجودة فيها فتكون أما بشكل ذائب في محلول التربة أو متبادل على سطوح غروياتها أي أنها تكون أكثر جاهزية للأمتصاص من قبل النبات قياساً بالأجهادين المائيين المتوسط والعالي (الري عند أستنزاف 70% و 90 % من الماء الجاهز) .

2-5-9- نسبة البروتين في الحبوب (%):

تحتوي أصناف حنطة الخبز على نسبة بروتين تتراوح بين 11 – 15% وتتأثر هذه النسبة بالعوامل الوراثية والبيئية (اليونس وآخرون، 1987) ، ووجد Shalaby وآخرون (1990) في دراسة عن تأثير حجب الري في مراحل مختلفة من دورة نمو محصول الحنطة في صفات الجودة لصنفين من الحنطة الطري والقاسي أن محتوى البروتين تناقص بزيادة الريات كما أن التعطيش في مرحلة التزهير كان له أثر في زيادة نسبة البروتين إلا أن أعلى نسبة بروتين حصلت عندما أعطيت رية واحدة في مرحلة تكوين الجذور التاجية ورية في مرحلة الأستطالة إذ بلغت 15.06% مقارنة بـ 12.81% في معاملة الري الكامل . وأظهرت نتائج عامر (2004) أن هناك زيادة في نسبة البروتين لحبوب حنطة الخبز بأنخفاض كميات مياه الري وأرتفاع درجات الحرارة ولاسيما في مرحلة أمتلاء الحبة، إذ بلغت هذه النسبة 13.01% في معاملة الأجهاد المائي قياساً بـ 12.05% لمعاملة المقارنة. وكما أوضحت نتائج Zhao وآخرون (2004) الذين بيّنوا أن التعرض للأجهاد المائي في مرحلة ملء الحبوب أدى الى زيادة محتوى البروتين في الحبوب .وأشار Pierre وآخرون (2008) إلى حصول زيادة معنوية في محتوى البروتين في الحبوب عند تعرض محصول الحنطة إلى إجهاد مائي خلال مرحلة أمتلاء الحبوب . وهذا ما أتفق مع Kilic و Yagabasanlar (2010) اللذان بيّنا أن التعرض للأجهاد المائي أدى الى زيادة نسبة البروتين في حبوب الحنطة . وأكد Hasanpour وآخرون (2012) أن النسبة المئوية لبروتين الحبوب أزدادت في معاملة الاجهاد الشديد عند

دراستهم لنبات الحنطة حيث بلغت 13 % وكانت هذه الزيادة معنوية قياساً الى معاملة المقارنة (غير المعرضة للاجهاد) والتي بلغت 11 % .وأشارت الجبوري (2013) في نتائجها الى وجود زيادة في نسبة البروتين في حبوب الحنطة عند تعرضه لمستويات من الأجهاد المائي في مرحلة النضج . إذ بلغت نسبة البروتين في هذه المرحلة (10.47 % ، 12.42 %)عند تعرض النبات الى أجهاد مائي بأضافة ماء ري (75 % و 50 %) من قيمة السعة الحقلية بالتتابع وبنسبة زيادة مقدارها (17.77 % ، 39.70 %) قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت 8.89 % .

2-5-10- تأثير الإجهاد المائي في دليل الحصاد (%) :

تعد زيادة دليل الحصاد في محاصيل الحبوب من الصفات المرغوبة وتفصح عن كفاءة تحويل المواد الممثلة إلى المصبات وأن توفر العوامل البيئية التي تزيد من حجم المصبات مثل (زيادة عدد السنابل وعدد الحبوب/سنبلة) يسهم في زيادة أنتقال نواتج التمثيل إلى المصبات فيزداد حاصل الحبوب بمقدار أكبر من حاصل المادة الجافة الكلية مما يؤدي إلى زيادة دليل الحصاد (Donald ، 1962) . وقد وجد Passioura (1977) أن هناك علاقة قوية بين دليل الحصاد وجاهزية الماء للمحصول بعد مرحلة التزهير والتي تكون حساسة لنقص الماء .وتوصل Austin وآخرون (1980) الى أن تحسين كفاءة نقل المادة الجافة الى الحبوب في ظروف الري الأعتيادية يزيد من قيمة دليل الحصاد . وقد بيّنت دراسة Innes وBlackwell (1981) بأن أدنى دليل حصاد تم الحصول عليه في معاملة قطع الري قبل الإزهار وبعد الإزهار وصل إلى 0.32 مقارنة بـ 0.44 في معاملة الري الكامل وأوضح الباحثان أن الأجهاد المتأخر أدى إلى أنخفاض دليل الحصاد لأن نسبة أنخفاض حاصل الحبوب كانت أكثر من حاصل القش أما أنخفاض دليل الحصاد في الجفاف المبكر فكان سببه أنخفاض المادة الجافة المتراكمة أثناء المراحل الأولى من النمو ومن ثم قلّت كفاءتها في إمداد الحبة أثناء مرحلة امتلاء الحبوب مما أنعكس في أنخفاض الحاصل الحبوبي ومن ثم دليل الحصاد .وأوضح Innes وBlackwell(1981) أن الأجهاد المائي المتأخر (بعد التزهير) يؤدي إلى تقليل دليل الحصاد لأنه يعرقل عملية أنتقال المادة الجافة بأتجاه السنابل وتكوين حاصل الحبوب أما الأجهاد المائي المبكر (قبل التزهير) فأنه يزيد من دليل الحصاد لأنه يقلل حاصل القش فيزداد دليل الحصاد نتيجة تحسن عملية نقل المادة الجافة بأتجاه السنابل وزيادة حاصل الحبوب. وأشارت بعض الدراسات الى تأثر قيم دليل الحصاد بالأجهاد المائي عند التعرض له في جميع مراحل نمو

الحنطة ولاسيما الحرجة منها مقارنة مع الري الأعتيادي (Saflar وآخرون، 1990 و Ismail وآخرون، 1999). ويستعمل مصطلح دليل الحصاد للإشارة إلى جزء الحاصل البيولوجي الممثل للحاصل الاقتصادي والذي يصف أنتقال جزء من المادة الجافة إلى الجزء المحصود من النبات (عيسى ، 1990) . وقد أشار Ehdaie (1995) الى أن الأجهاد المائي في مرحلة البطان وبعد مرحلة التزهير قد أدى الى تقليل قيمة دليل الحصاد بمقدار 9% قياساً بمعاملة المقارنة. ويتأثر دليل الحصاد بعوامل البيئة تبعاً لتأثر مكوناته بتلك العوامل , فقد أشار Ibrahim وأخرون (2010) الى حصول زيادة معنوية في دليل لحصاد مع زيادة عدد الريات اذ أعطت نباتات الحنطة المروية 6 ريات أعلى قيمة لدليل الحصاد بلغ 37% في حين سجلت النباتات المروية 3 ريات أقل متوسطاً بلغ 31 % .ولاحظ هاشم والحيدري (2012) أن معاملة الري كل أسبوعين أعطت أعلى متوسطاً لدليل الحصاد بلغ 33.81 و 33.28 % لموسمي الزراعة بالتتابع في حين أعطت معاملة الري كل خمسة أسابيع أقل قيمة لهذه الصفة بلغت 31.01 و 29.42 % في الموسمين بالتتابع .

2- 6- البوتاسيـــــوم :

2-6-1- أهمية البوتاسيوم للنبات فسيولوجياً :

أن من أهم مصادر البوتاسيوم من معادن التربة الأولية هي الفلدسبارالبوتاسي والمايكا (Mengel وKirkby ،2001) ، أذ تعد معادن المايكا و نواتج تجويتها من أهم وأعظم مصـــــادر البوتاسيـــــوم القابل للتجهيز للنبات في أي نظام للتربة (Kafkafi وآخرون،2001) .لقد أتفق عدد من الباحثين على تقسيم بوتاسيوم التربة الى أربعة صيغ مختلفة (Buchholz وBrown , 2005 ; Nutra Flo's , 2005) مرتبة على وفق تيسّرها و جاهزيتها للنبات بالشكل الآتي :-

1- بوتاسيوم محلول التربة K Solution الأكثر تيسراً وجاهزية .
2- البوتاسيوم المتبـــادل K Exchangable متيسر وجاهـــز .
3- البوتاسيوم المثـــبت K Fixed بطـــئ الجاهزيـــة .
4- البوتاسيوم التركيبي K Structural صعب الجاهزية .

تحتاج النباتات البوتاسيوم بكميات قد تكون مماثلة وأحيانا أكثر مما تحتاجه من عنصر النتروجين (Daliparthy وآخرون ، 1994) . هناك وظائف تصنّف على أساس حركة البوتاسيوم بين مختلف مكونات الخلية أو بين الخلايا والأنسجة المختلفة ، ويقصد بها الوظائف

المعتمدة على التراكيز العالية من البوتاسيوم والمستقرة نسبيا في أجزاء محددة من الخلايا مثل عملية بناء البروتين والتنشيط الأنزيمي ومعادلة الشحنات السالبة على البروتينات (Marschner, 1995) ، ووظائف أخرى ترتبط بحركة البوتاسيوم العالية نتيجة القوى المحركة الناجمة عن التغيرات الأزموزية مثل فتح وغلق الثغور و الحركات الناجمة عن الضوء وعملية النقل في اللحاء (Armengaud وآخرون , 2004) .

يعد البوتاسيوم أحد المغذيات الضرورية الكبرى التي يحتاج أليها النبات ، أذ يطلق عليه الآيون الموجب الرئيس أو سيد الأيونات الموجبة . ويوجد على شكل أيون حر داخل النبات ولا يدخل في تكوين أي مركب عضوي للنبات (Mengel و Kirkby , 2001 ; Havlin وآخرون ، 2005) . وتختلف النباتات في أحتياجها للبوتاسيوم بأختلاف أنواعها ، بل بين أجزاء النبات الواحد مثل المجموع الجذري أو المجموع الخضري (Dobermann , 2001) . ولا تتجلى ضرورة البوتاسيوم للنبات في المراحل الأولى لنموه فحسب ، بل تتعداها الى مرحلة النضج (PPI , 2006) .

تبرز أهمية البوتاسيوم وتأثيره في فسلجة النبات من خلال الأوجه المختلفة التي يؤثر فيها هذا المغذي في الفعاليات الحيوية التي يقوم بها النبات (Havlin وآخرون , 2005 ; علي , 2012) وهو ما يمكن أجماله على نحو الأختصار أنه يساهم في عملية البناء الضوئي وزيادة كفاءة الأوراق أثناء هذه العملية (الوهبي وصلاح ،1995) ونقل نواتج عملية البناء الضوئي (السكريات) ذات الأهمية في نمو النبات وخزنها في الثمار والجذور والحبوب والدرنات (Jensen , 2003) ويساعد في تنظيم أستعمال الماء من قبل النبات وخفض معدل النتح من خلال تنظيمه لعملية فتح وغلق الثغور ومن ثمَّ زيادة كفاءة أستعمال المياه (Armengaud وآخرون ، 2004) وكذلك يحافظ على توازن الشحنات الكهربائية عند موقع تكوّن الـ ATP (Uchida , 2000) ، ويحافظ على توازن الأيونات الموجبة والسالبة في العصير الخلوي والفجوي Amrutha وآخرون (2007) كما يساهم في تنظيم التوازن المائي في النسيج النباتي ويحافظ على أنتفاخ الخلايا وتنظيم حركة الأوراق والأنتحاءات المختلفة Chaves وآخرون، (2005) كما يؤدي دوراً فعالاً في العمليات الفسيولوجية الرئيسية مثل تمثيل ونقل البروتين من خلال دوره في أنتاج ATP (Ashley وآخرون ، 2006) وتأثيره في تعزيز أخذ النتروجين وتثبيته و تمثيله (Jensen , 2003) ويساعد أيضاً في تحويل السكريات الى نشويات وسيليلوز ويزيد محتوى النبات من الدهون (Clarkson و Hanson ،

1980) ويشجع على نمو جذور النبات ويحفز على أنقسام الخلايا النباتية ويزيد من حجم البذور والحبوب ويحسّن نوعية الثمار والمجموع الخضري (Ashley و آخرون ، 2006) كما أنه يؤثر تأثيراً مباشراً أو غير مباشر في تنشيط أكثر من 80 نظاماً أنزيمياً من أنزيمات نقل الطاقة وتكوين السكر والنشأ والبروتين في النبات (Havlin وآخرون ، 2005) ويلعب دوراً كبيراً في الميكانيكيات المتعلقة بتحمل النبات للتغيرات المناخية والإجهادات المختلفة (Krauss , 2003) مثل زيادة تحمل النبات للجفاف (Popp , 2007)والأنجماد (PPI،2006) والملوحة (الأنصاري وآخرون ، 2000) والأضطجاع (Mengel و Kirkby , 2001) .

وعلى ضوء ما تقدم تتجلى حقيقة أهمية البوتاسيوم في فسلجة النبات و قد أشار إلى هذه الحقيقة المختصون في هذا المجال ، أذ يعد نقص البوتاسيوم من الأمور التي تشكل خطورة في الجانب الزراعي (Laegried وآخرون , 1999) .

2-6-2- تأثيرالتسميد البوتاسي في نمو وتطور محصول الحنطة :

يؤدي البوتاسيوم دوراً حيوياً مهماً في تنظيم معظم الفعاليات الداخلية للنبات فقد ذكر Rader (1943) أن أهمية البوتاسيوم تكمن في زيادة مقاومة النبات أو تحمله الأجهاد المائي عن طريق زيادة الضغط الأزموزي للخلايا كما أنه يؤثر في سرعة وحركة أنفتاح وأنغلاق الثغور والذي يمنع الذبول المبكر للنباتات والناجم عن الأجهاد المائي . إن أستعمال كبريتات البوتاسيوم في تسميد نباتات الحنطة أدى الى زيادة النسبة المئوية للبروتين في الحبوب ولحد 13.5 % (Zehier وآخرون ، 1981). وبيّن Sherchand و Paulsen (1985) أن رش نباتات الحنطة بفوسفات البوتاسيوم بمستويين (6 و 12) كغم هـ$^{-1}$ أدى الى زيادة في حاصل الحبوب ، ووزن ألف حبة ، وزيادة كل من N و P الممتص، وزيادة محتوى البوتاسيوم في أوراق وحبوب الحنطة . وبيّن نجم وآخرون (1997) أن محاصيل الحبوب تحتاج عنصر البوتاسيوم بدرجة كبيرة نسبياً فهو يعمل على تنشيط عدد من الأنزيمات التي تعمل على أتمام العمليات الحيوية مثل التمثيل الضوئي وتكوين البروتين ويزيد من مقدرة النبات على تحمل الأجهاد المائي كما انه يزيد من كفاءة أستعمال الأسمدة الأخرى وخاصة النيتروجينية . وأشار Edward , (2000) الى أن البوتاسيوم عنصر رئيس في تغذية نبات الحنطة ويحتاجه كما يحتاج النتروجين وهو يدخل في الكثير من عمليات الفسلجة في النبات مثل التركيب الضوئي و أنتقال السكريات داخل النبات وتنشيط عمل الأنزيمات وأن نقص عنصر

البوتاسيوم في النبات يقلل من مقاومة النبات للجفاف والأضطجاع في مدد ري الحقل أضافة الى ذلك فأن نقص البوتاسيوم يؤدي الى تقليل مقاومة النبات للأمراض والحشرات . وبيّن المعيني (2004) أن تداخل البوتاسيوم مع الأجهاد المائي أدى الى زيادة معنوية في المساحة الورقية ، وأرتفاع النبات ، والوزن الجاف ، والحاصل البايولوجي ووزن ألف حبة وحاصل الحبوب ودليل الحصاد وكانت أضافة البوتاسيوم بالمستوى 160 كغم. هـ$^{-1}$ مع الأجهاد المائي بمستوى 65-75% هي الأفضل . وأشار Cakmak (2005) أن النباتات المعرضة للأجهاد المائي وقلة التجهيز بالبوتاسيوم تعاني من أضرار شديدة تتمثل بزيادة أنتاج الـ ROS الناتجة عن تثبيط أختزال الـ CO_2 ونقل نواتج البناء الضوئي الى أعضاء الخزن . أن أضافة السماد البوتاسي بمستوى عال (320) كغم . هـ$^{-1}$ أدت الى زيادة معنوية في معظم صفات الحاصل مع زيادة تركيز N و P و K في حبوب الحنطة (Abdullahi وآخرون ، 2006) . كما بيّن السماك (2009) أن أضافة مستويات البوتاسيوم 75 و150و300 كغم k . هـ$^{-1}$ أدت الى زيادة في وزن الـ 500 حبة (غم) لمحصول الذرة الصفراء بنسب 22 و 29 و 16% بالتتابع قياساً إلى مستوى المقارنة ، ولاحظ Fanaei وآخرون (2009) أن أضافة البوتاسيوم بمستويات 0 و 150 و 250 كغم K هـ$^{-1}$ بأستعمال ثلاثة مستويات رطوبية هي عند أستنزاف (50 و 70 و 90)% من الماء الجاهز ، يؤدي الأجهاد المائي العالي فيها الى أنخفاض كبير في الحاصل والصفات الفسيولوجية بما في ذلك المحتوى المائي النسبي ومحتوى الكلوروفيل (SPAD) . وعند تداخل الأجهاد المائي مع البوتاسيوم أدت أضافة البوتاسيوم الى التقليل من الآثار السلبية للأجهاد المائي ، كما أدى الى زيادة واضحة في الحاصل ومحتوى الكلوروفيل عند المستوى 250 كغمK. هـ$^{-1}$ مع أستنزاف 50% من الماء الجاهز . كما لاحظ Alderfasi و Refay (2010) أن أضافة البوتاسيوم بمستويات 100 و 200 و 300 كغم K_2O. هـ$^{-1}$ مع ثلاثة مستويات رطوبية وهي 4000 و 6000 و 8000 م^3. هـ$^{-1}$ ، كان تأثير التداخل للبوتاسيوم بالمستوى 200 كغم. هـ$^{-1}$ مع أعلى مستوى رطوبي (8000) م^3. هـ$^{-1}$ أدى الى زيادة معنوية في حاصل الحنطة ومكوناته وأن تأثير البوتاسيوم كان واضحاً في تقليل الأجهاد المائي لكافة المستويات الرطوبية. وأشارت Ebtisam وآخرون (2010) الى أن التداخل بين مستويات البوتاسيوم 0 و 0.42 و 0.84 غم K_2O . أصيص$^{-1}$ والمستويات الرطوبية 40 و 60 و 80 و 100% من السعة الحقلية أدى الى زيادة معنوية في حاصل الحنطة ومكوناته ، فضلاً عن أمتصاص N و P و K في الحبوب والاوراق عند المستويين 0.42 و 0.84 غم K_2O مع المستوى الرطوبي 80 % . وأظهرت نتائج Mollasadeghi وآخرون (2011) أن أضافة سماد

البوتاسيوم الى نباتات الحنطة المعرضة للأجهاد المائي أدى الى زيادة معنوية في وزن 1000حبة والحاصل البايلوجي وحاصل الحبوب 58.20غم و 7.43 طن.هـ$^{-1}$ و 3.52 طن.هـ$^{-1}$ بالتتابع ، قياساً بالنباتات غير المجهدة وغيرالمعاملة بالبوتاسيوم التي سجلت (55.78 غم ،6.54 طن.هـ$^{-1}$، 3.05 طن.هـ$^{-1}$) بالتتابع نفسه . وكما وجد Aown وآخرون (2012) أن نقص الماء في المراحل الحرجة (الأشطاء ، التزهير، ملئ الحبة) من نمو محصول الحنطة يعيق بشدة نمو المحصول وأنخفاض أنتاجيته في حين أن رش النباتات بتركيز 0.1 % بوتاسيوم حسّن نمو النبات وكل مكونات الحاصل ولاسيما مرحلة ملء الحبة التي كانت الأكثر أستجابة .

المواد و طرائق العمل
Materials and Methods

3-1- موقع التجربة :

نفّذت تجربة عاملية حقلياً وحسب تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD في إعدادية أبن البيطار المهنية التابعة لمديرية تربية كربلاء والواقعة في منطقة الحسينية في محافظة كربلاء لزراعة محصول الحنطة (*Triticum aestivum* L.) صنف أباء 99 خلال الموسم الزراعي الشتوي 2012 - 2013 .

3- 2- تحضير الأرض والتصميم التجريبي :

حرثت الأرض حراثتين متعامدتين بالمحراث المطرحي القلاب وجرى تنعيم التربة وتسويتها وقسمت أرض التجربة الى ثلاثة قطاعات يحتوي كل قطاع على (12) لوح ، أبعاد الواحد منها 1 × 2 م ، وكل لوح يشتمل على 4 خطوط بطول 2 م للخط الواحد وبمسافة 20 سم بين خط وآخر وتكون المسافة بين وحدة تجريبية وأخرى 1 م لمنع تسرب المياه والمغذيات بين الألواح ، وتم وضع غطاء بلاستيكي (نايلون زراعي بسمك 2 ملم) على هياكل حديدية صنعت لهذا الغرض على أرتفاع 2 م لحماية المعاملات من المطر مع ترك الجوانب مفتوحة للتهوية .

3-3- خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية :

لغرض معرفة صفات التربة الكيميائية والفيزيائية تم أخذ عينات عشوائية من ثلاث أماكن مختلفة من تربة حقل التجربة قبل الزراعة ومن الطبقة (0 – 30) سم ، جففت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم ثم مزجت مع بعضها لمجانستها ، قدّرت بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية وفق الطرائق القياسية (Page وآخرون ، 1982) وكما في الجدول (1) الذي يبيّن بعض صفات تربة الحقل الذي أجريت فيه التجربة .

جدول (1) : بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لتربة حقل التجربة قبل الزراعة للموسم 2012 – 2013 *

الخاصية	الوحدة القياسية	النتيجة
الرمل Sand	غم.كغم$^{-1}$	500
الغرين Silt	غم.كغم$^{-1}$	312
الطين Clay	غم.كغم$^{-1}$	188
نسجة التربة	مزيجة رملية (Sandy loam)	
الأيصالية الكهربائية EC	ديسيمنز .م$^{-1}$	4.5
الأس الهيدروجيني pH	ــــــ	7.48
المادة العضوية	غم . كغم $^{-1}$	7.4
$CaCO_3$	غم . كغم $^{-1}$	214
النتروجين الكلي	غم . كغم $^{-1}$	0.23
الفسفور	غم . كغم $^{-1}$	0.17
الكالسيوم Ca^{2+}	ملي مول . لتر $^{-1}$	20
المغنيسيوم Mg^{2+}	ملي مول . لتر $^{-1}$	5
الصوديوم Na^{+}	ملي مول . لتر $^{-1}$	7.8
البوتاسيوم K^{+}	ملي مول . لتر $^{-1}$	2.68
الكلور Cl^{-}	ملي مول . لتر $^{-1}$	17.5
SO_4^{-}	ملي مول . لتر $^{-1}$	10.6
HCO_3^{-}	ملي مول . لتر $^{-1}$	4.7

* تمت التحاليل في مختبرات تحليل التربة في كلية الزراعة – جامعة بغداد .

3 -4- العمليات الزراعية :

زرعت بذور الحنطة صنف (أباء 99) والتي تم الحصول عليها من الهيئة العامة لفحص وتصديق البذور/ فرع كربلاء على شكل خطوط منتظمة في داخل الوحدة التجريبية وبعمق 5 سم وبمعدل بذار 120 كغم . هكتار$^{-1}$ وذلك بتاريخ 18 / 11 / 2012 .

أضيف سماد اليوريا (N % 46) بمعدل 150 كغم N. هـ$^{-1}$ قسمت على ثلاث دفعات متساوية (عند تحضير التربة للزراعة وعند ظهور ثلاث أوراق كاملة على النبات وعند التزهير 100 %) ، وأضيف سماد السوبر فوسفات الثلاثي (P_2O_5 %46) بمعدل 75 كغم P .هـ$^{-1}$ دفعة واحدة عند تحضير الأرض للزراعة (بشور وآخرون ،2007) ، وجرت مكافحة الأدغال يدويا حسب الحاجة ، وأستعمل مبيد الكومودور لمكافحة حشرة المن السوداء ولمرة واحدة .

3-5- المعاملات المستخدمة في التجربة :

تضمنت التجربة عاملين بثلاث مكررات إذ مثل العامل الأول ثلاثة مستويات من الماء المضاف وهي (100 و 75 و 50) % من قيمة الأستهلاك المائي لمحصول الحنطة خلال الموسم الزراعي والتي رمز لها S1 و S2 و S3 على التوالي . ومثل العامل الثاني أربعة مستويات من التسميد البوتاسي وهي (0 و 50 و 100 و 150) كغم K . هكتار$^{-1}$ والتي رمز لها K0 وK1 و K2 و K3 بالتتابع ، وزعت عشوائيا على جميع الوحدات التجريبية ، إذ أضيف السماد البوتاسي بصورة كبريتات البوتاسيوم (K_2O 51%) وبثلاث دفعات متساوية لكل مستوى (عند ظهور ثلاث أوراق كاملة على النبات وعند التزهير 100 % وقبل النضج بحدود 30 يوماً) وعليه كان عدد الوحدات التجريبية في هذه الدراسة هي 36 وحدة تجريبية .

جدول (2) رموز معاملات الأجهاد المائي ومعاملات التسميد البوتاسي .

الرمز	المعاملـــــة
S1	المستوى الأول من الأجهاد المائي بأضافة ماء ري بمقدار (100 %) من قيمة الأستهلاك المائي (معاملة المقارنة) .
S2	المستوى الثاني من الأجهـاد المائي بأضافة ماء ري بمقدار (75 %) من قيمة الأستهـلاك المائي .
S3	المستوى الثالث من الأجهـاد المائي بأضافة ماء ري بمقدار (50 %) من قيمة الأستهلاك المائي .
الرمز	**المعاملـــــة**
K 0	المستوى الاول من التسميد بالبوتاسيوم (بـدون سـمـاد بـوتـاســي) .
K 1	المستوى الثاني من التسميد البوتاسي (تسميد بكمية 50 كغم K /هكتار).
K 2	المستوى الثالث من التسميد البوتاسي (تسميد بكمية 100 كغم K /هكتار) .
K 3	المستوى الرابع من التسميد البوتاسي (تسميد بكمية 150 كغم K /هكتار) .

6-3- طريقـة الـــري :

تمت عملية الـري بوساطة أنابيب بلاستيكية مربوطة بمضخة كهربائية مزودة بعداد لقياس كميات الماء المضافة لكل وحدة تجريبية عند كل رية . حيث ضمت التجربة ثـــلاثة مستويات من المـاء المضاف وهـــــي (50 و 75 و 100) % من قيمة الأستهلاك المائي المضاف لمحصول الحنطـــة 450 ملم خلال الموسم الزراعي بأكمله Elsahooki ، (2013) . وتم السقي من ماء البئر الذي كان ذو قيمة E.C. تساوي ($2.14\ ds\ .\ m^{-1}$) .

3-7- المؤشرات المدروسة :

3-7-1- مؤشرات النمو الخضري :

تم قياس مؤشرات النمو بتاريخ 13 – 14 – 15 / 3 / 2013 عند أكتمال عملية التزهير 100 % ، وهي كما يأتي :

3-7-1-1- أرتفاع النبات (سم) :

أخذت أطوال عشرة نباتات عشوائية من كل وحدة تجريبية في مرحلة التزهير 100 % من قاعدة النبات عند سطح الأرض وحتى نهاية السنبلة من دون السفا وأحتسب معدل ارتفاع النبات الواحد .

3-7-1-2- عدد الأشطاء . م$^{-2}$:

قُدّرت من مساحة 0.25 م^2 من الخطوط الوسطية المحروسة داخل الوحدة التجريبية ثم حولت إلى المتر المربع .

3-7-1- 3- مساحة ورقة العلم للنبات (سم ^{2}) :

حسبت مساحة ورقة العلم للنبات عند أكتمال التزهير 100 % وذلك بحساب مساحة عشر أوراق علم عشوائية من كل وحدة تجريبية وحسب معادلة Thomas (1975) والتي تتضمن:

طول ورقة العلم × أقصى عرض للورقة × 0.95 .

3-7-2- مؤشرات النمو الفسلجية :

3-7-2-1- تقدير محتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق (وحدة سباد) :

حسب محتوى الكلوروفيل في ورقة العلم عند أكتمال التزهير 100 % كمعدل لعشر قراءات عشوائية لكل وحدة تجريبية لورقة العلم للساق الرئيس بجهاز SPAD502 ياباني الصنع (Reynolds وآخرون ، 1998).

3-7-2-2- محتوى الماء النسبي للأوراق (%) :

قُدّر محتوى الماء النسبي في ورقة العلم عند مرحلة التزهير 100 % وحسب المعادلة الأتية (Siddique وآخرون ، 2000) .

$$\text{Relative Water Content.} = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

حيث أن:

FW = الوزن الطري (غم) .

DW = الوزن الجاف (غم) .

TW =الوزن الممتلئ (غم) .

ولحساب الوزن الممتلئ والجاف أخذت عدد من الأوراق الطرية وجزأت ووضعت في أكياس نايلون لمنع فقد الرطوبة ووزنت بعد القطع مباشرة ثم وضعت في ماء مقطر 12 - 24 ساعة تحت إضاءة ودرجة حرارة الغرفة ثم جففت الأوراق بأستعمال ورق نشاف وتم وزنها لتمثل الوزن الممتلئ ثم وضعت في فرن بدرجة حرارة 65 م° لمدة ثلاث ساعات ووزنت وقد تم قياسه حسب المعادلة الآتية الموصوفة من قبل Schonfeld وآخرون (1988) :

3-7-2-3- تقدير محتوى البرولين في الأوراق :

أتبعت طريقة Bates وآخرون ،(1973) و التي تم إجراؤها على أوراق مجففة بدرجة حرارة 65- 70 م° (الورقة الخامسة) وذلك بسحق 0.5 غم من الأوراق الجافة مع 10مل من حامض السلفوسالسيك Sulfosalicylic acid (3%) في هاون خزفي و رشح بعدئذ في ورق ترشيح Whathman's No.1 ، بعد ذلك تم مزج 3 مل من الراشح مع 3 مل من حامض النهدرين Ninhydrin acid مع 3 مل من حامض الخليك الثلجي في أنابيب اختبار التي تم وضعها في حمام مائي بدرجة 100 م° و لمدة ساعة واحدة ، بعدها بردت الأنابيب لدرجة حرارة المختبر ، وأضيف أليها بعد ذلك 5 مل من مادة التولوين Toluene مع الرج لمدة 20 ثانية ، وتم قياس طبقة التولوين الحمراء بجهاز المطياف Spectrophotometer و على طول موجي قدره (520 نانوميتر) . أما الـ Blank فيتكون من 5 مل من مادة التولوين فقط ثم يقاس الطول الموجي لتراكيز مختلفة من البرولين النقي Standard لعمل منحني قياسي Standard curve ، ومن ثم جرى حساب تركيز حامض البرولين بالمقارنة مع المنحني القياسي لحامض البرولين .

3-7-3- تقدير الإنزيمات:

3-7-3-1- تقدير فعالية إنزيم البيروكسيديز Peroxidase (POD) :

A- المواد والمحاليل المستخدمة:

1 – الـگواياگول Guaicaol : 0.1 % .

2- بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 : 0.15 % .

3- بفر الفوسفات (pH = 7 phosphate buffer solution , 0.1 M) .

B- طريقة العمل The procedure :

لتقدير الفعالية الإنزيمية لأنزيم الـ POD تم سحق الجزء الخضري للعينات النباتية الطرية (ورقة العلم لنبات الحنطة) مع 10 مل من بفر الفوسفات الدارئ KH_2PO_4 في هاون خزفي وتحت ظروف مبردة ثم رشح المزيج بواسطة ورق الترشيح ووضع في الثلاجة بدرجة حرارة 2 مْ وتهيئتها لغرض تقدير الفعالية الإنزيمية فيما بعد وذلك حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Pitotti وآخرون ، 1995) ثم قيست الأمتصاصية للأنزيم في جهاز spectrophotometer على الطول الموجي 436 نانوميتر ، وتم مراقبة التغير بالأمتصاصية لكل 30 ثانية ولمدة خمس دقائق .

بعدها تم حساب الفعالية لإنزيم POD من خلال المعادلة التالية:

$$\text{الفعالية الإنزيمية } (U.ml^{-1}) = \text{الميل} \times \frac{\text{الحجم الكلي لخلية الجهاز}}{\text{حجم الانزيم} \times \text{طول المسار الضوئي} \times \text{ثابت النفوذية}} \times 1000$$

حيث أن :

- طول المسار الضوئي لخلية جهاز المطياف = 1 سم .

- ثابت النفوذية المولارية للـگواياگول = 6.4 ملي مولار $^{-1}$. سم ^{2} ولكن المطلوب هنا بوحدات المايكرومولار وليس الملي مولار ، لذلك نضرب المعادلة في 1000 .

3-7-3-2- تقدير فعالية أنزيم Catalase (CAT) :

تم تقدير فعالية الأنزيم حسب طريقة (Aebi, 1983) اذ أن مزيج التفاعل يتكون من 40 مايكروليتر من المستخلص الأنزيمي مضافاً أليه 2 مل من محلول بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2 10mM) المحضر في المحلول المنظم بوتاسيوم فوسفيت (Potassium phosphate buffer pH 7, 20Mm) . يمتص هذا المحلول الضوء عند طول موجي 240 نانوميتر إذ يلاحظ أنخفاض الأمتصاصية مع مرور الوقت .

أستخلاص الأنزيم Extraction of Enzyme :

سُحق 1 غم من العينات النباتية الطرية (الأوراق) مع 10 مل من محلول الفوسفيت المنظم بأضافة 0.3 غم من مادة PVP (Polyvinylpolypyrrolidone) أثناء السحق بأستعمال الهاون الخزفي تحت جريش من الثلج ، ثم رُشح المستخلص من خلال قماش الشاش ونُبذ مركزياً بقوة 10000 دورة في الدقيقة لمدة 10 دقائق وبدرجة 4 م^{o}. ثم يسحب 40 مايكروليتر من المستخلص الأنزيمي ويضاف إليه 2 مل من محلول بيروكسيد الهيدروجين (30%) و يُحضن لمدة دقيقة واحدة بعدها تأخذ القراءات الخاصة بتقدير فعالية الأنزيم عند طول موجي 240 nm .

حسبت فعالية الأنزيم حسب المعادلة التالية :-

$$\text{Catalase activity (unit)} = \frac{\Delta bs \backslash \min \times \text{Reaction volume}}{0.001}$$

حيث أن :

Δ bs = الفرق بين الامتصاصية (الامتصاصية الاولى– الامتصاصية الثانية)

Min = زمن التفاعل

Reaction valume = 2.04 مل

0.001 = ثابت

3-3-7-3- تقدير فعالية أنزيم الـ (SOD) Estimation of Superoxide dismutase

بأستعمال طريقة marklund and marklund ، (1974) تم تقدير فعالية أنزيم SOD إذ أن مزيج التفاعل يتكون من (50 µL) من محلول الأستخلاص مضافاً أليه (2 ml) من محلول – Tris buffer و(0.5 ml) من محلول Pyragallol (0.2 mM) أن هذا المحلول يمتص الضوء عند طول موجـــي 420 nm .

أستخلاص الأنزيم Extraction of Enzyme :

أخذ 1 غم من أجزاء أوراق العلم من نبات الحنطة وتم طحنها ومزجها مع (10 ml) من المحلول الدارىء phosphate buffer(7.4 - 7.2 =pH) ، والمستخلص تم ترشيحه من خلال قماش الشاش ونبذ الراسب بجهاز الطرد المركزي وبسرعة (10000 دورة) لمدة 15 دقيقة بدرجة حرارة 4 م^{o} بعدها أخذ (50 مايكروليتر) من المستخلص مضافاً أليه (2 ml) من محلول الـ Tris –buffer (PH=8.2) و (0.5 m) من محلول الـ Pyragallol بالنسبة لمحلول النموذج Test ويقارن بالتغير في الأمتصاصية لمحلول السيطرة control (والحاوي على ماء مقطر µL 50 بدل الأنزيم مع الباريكالول 0.5 ml و Tris base 2 ml) ، أستعمل الماء المقطر كمحلول Blank وتعرف الوحدة الواحدة للأنزيم Unit (U) بأنها كمية الأنزيم القادرة على تثبيط أكسدة البايروكالول بنسبة 50 % .

وحسب المعادلات الاتية تم تقدير فعالية الأنزيم :-

$$I\ \% = \frac{C}{T}$$

$$\text{SOD activity (Units)} = \frac{I\ \% \ / \ 50\ \% \times r.v}{\text{total time}}$$

حيث أن:-

I = نسبة التثبيط .

C = التغير في الامتصاصية لمحلول السيطرة.

T = التغير في الامتصاصية للعينة النباتية .

r.v = reaction volume = 2.55 مل .

3-7-4- مكونات السنبلة و الحاصل :-

بعد وصول نباتات الحنطة إلى مرحلة النضج الكامل وجفاف السنابل فضلاً عن المجموع الخضري تم حصادها بتاريخ (26 / 4 / 2013) وقد تم حساب مكونات الحاصل وهـــي :-

3-7-4-1- طـول السنبلة (سم) :

تم تحديد طول السنبلة بالقياس من قاعدة السنبلة الى نهاية السنيبلة الطرفية ولعشر سنابل أختيرت عشوائياً من العينة المأخوذة من الوحدة التجريبية بأستعمال مسطرة قياس.

3-7-4-2- عـدد السنابل . م $^{-2}$:

قُدّر من عدد النباتات المحصودة بعد نضج المحصول من مساحة 0.25 م^2 للخطوط الوسطية المحروسة من كل وحدة تجريبية ثم حولت للمتر المربع .

3-7-4-3- عـدد السنيبلات. سنبلة $^{-1}$:

قدّر عدد السنيبلات للسنبلة من متوسط عدد سنيبلات عشر سنابل أخذت من الخطوط الوسطية المحروسة .

3-7- 4 - 4 - عـدد الحبوب . سنبلة $^{-1}$:

تم أستخراج الحبوب من السنابل بالفرك باليد ، وحسب من متوسط عشر سنابل أخذت عشوائيا من الوحدة التجريبية .

3-7 – 4 – 5- وزن 1000 حبة (غم):

أخذت 1000 حبة عشوائياً من الحاصل النهائي لكل وحدة تجريبية ثم وزنت بميزان حساس وأستخرج وزنها (غم).

3-7-4-6- الحاصل البايولوجي (طن متري . هـ$^{-1}$) :

حسب من مساحة 0.25 م ^{2} المحصودة أذ وزنت النباتات (حبوب + قش) قبل أجراء عملية الدراس ومن ثم حول الوزن الى طن متري . هـ$^{-1}$.

3-7-4-7- حاصل الحبوب (طن متري . هـ$^{-1}$) :

تم دراس سنابل الـ 0.25 م^2 المحصود يدوياً وعزل الحبوب عن القش ووزنت ثم حول الوزن الى طن متري . هـ$^{-1}$.

3-7-4-8- تقدير تركيز بعض العناصر في الحبوب :

تم أخذ (0.5) غم من البذور المحصودة من كافة المعاملات وطحنت جيداً وهضمت بطريقة الهضم الرطب بأستعمال حامضي الكبريتيك والبيروكلوريك المركزين من كل وحدة تجريبية (Chapman و Pratt، 1961) وتم تقدير عناصر الـ N,P,K وحسب الطرائق الآتية :

A- النيتروجين % :

قدّر النتروجين في الحبوب بأستعمال جهاز مايكروكلدالMicro – Kijeldahl حسب طريقة Bremner الموضحة في Page وآخرين (1982) .

B- الفسفور % :

قدّر بوساطة مولبيدات الامونيوم وحامض الأسكوربيك وبأستعمال جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer حسب طريقة Olsen وWatnab وكما وردت في Page وآخرين (1982) .

C- البوتاسيوم % :

قدر في النبات بوساطة جهاز اللهب Flame-photometer وكما ورد في Haynes (1980) .

3-7-4-9- تقدير البروتين (%) في الحبوب عند النضج :

قدّر البروتين في الحبوب عند مرحلة النضج وذلك بضرب النسبة المئوية للنتروجين في العامل 6.25 وفقاً لطريقة Tkachuk (1977) .

النسبة المئوية للبروتين = تركيز النتروجين في البذور × 6.25

3-7-4-10- دليل الحصاد Harvest Index (HI) (%) :

حسب دليل الحصاد حسب المعادلة التالية (Donald، 1962) :

$$HI = \frac{Gy}{By} \times 100$$

HI = دليل الحصاد %

Gy = حاصل الحبوب (طن متري . هـ$^{-1}$)

By = الحاصل البيولوجي او حاصل المادة الجافة (حبوب+قش) (طن متري . هـ$^{-1}$) .

3-8- التصميم والتحليل الإحصائي :

تم تحليل النتائج إحصائيا وفقاً لتصميم التجربة وهو تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD (Randomized Complete Block Design) كتجربة عاملية ، وتمت المقارنة بين المتوسطات بأستعمال أقل فرق معنوي L.S.D (Least Significant Difference) وبمستوى أحتمال 0.05 (الراوي وخلف الله ، 1980) .

النتائج والمناقشة
Results and Discussion

4 – 1 - تأثير الأجهاد المائي ومستويات البوتاسيوم المضاف في مؤشرات النمو الخضري :

4 – 1 – 1- أرتفاع النبات (سم) :

تبيّـن النتائج الموضحة فـي الجدول (3) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة أرتفاع نبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الـري الـى أنخـفـاض أرتفاع النبات ، وقد بلـغ مـعدل الأرتفاع للنباتات مقدار (93.22 و 109.16) سم عنـد أضافة ماء الـري 50 % و 75 % مـن قـيـمـة الأستهلاك المائي بالتـتـابع وبـنـسـب أنخفـاض مـقـدارهـا 18.2 و 4.2 % قـيـاسـاً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتـتـابـع نـفـسـه . ويمكن أن يعـزى سبب أختزال أرتفاع النباتات عند تعرضها للأجهاد المائي لاسيما في المدة الممتدة من أنتاج الأشطاء وحتى التزهير الى قلة أنقسام خلايا الساق والأوراق وصغر حجمها نتيجةً لأنخفاض الجهد المائي فيهما بسبب نقص جاهزية ماء التربة ، مما يؤدي الى أنخفاض كفاءة إعتراض وتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيميائية وأنتاج المادة الجافة اللازمة لأتمام عملية الأستطالة (المعماري ، 2000) فضلاً عن تثبيط عمل الأوكسين ضوئياً والمسؤول عن السيادة القمية للسـاق (عيسى ، 1990) . وتتفق هذه النتائج مع ما وجده الـگيار (2005) والتميمي (2012) والجبوري (2013) والفتلاوي (2013) من أن الأجهاد المائي قد أدى الى أختزال أرتفاع النبات لمحصول الحنطة لاسيما عند التعرض له في مرحلة أستطالة الساق .

كما تـشـيـر الـنتائج فـي الـجدول (3) الى وجود تـأثـيـر مـعـنوي لأضافـة مـسـتـويات الـبـوتـاسـيوم فـي صفـة أرتـفاع نـبـاتات الـحنطـة أذ بـلغ مـعدل أرتـفاع الـنـبات مقداراً 107.79 سم عند مـسـتـوى الـبـوتاسـيـوم المضاف 150 كغم K.هـ$^{-1}$ وبـنـسبـة زيـادة مـقـدارهـا 6.3 % قـياساً الى مـعاملة المـقـارنـة (بـدون بـوتـاسـيـوم) ، وقد يعزى سبب الزيادة الى أن البوتاسيوم يؤدي الى تحفيز أنزيمات النبات على زيادة الكاربوهيدرات المصنعة ونقلها الى مواقع الأستفادة منها داخل النبات ومن ثمَّ زيادة أرتفاع النبات وهذا يؤدي الى زيادة طول السلامية بزيادة المستويات السمادية للبوتاسيوم وكذلك قد يعود السبب في زيادة أرتفاع النبات الى دور البوتاسيوم في تحسين نمو النبات ، ذلك أن البوتاسيوم يؤدي دوراً حـيـويـاً فـي تخليـق أنزيمات

جدول (3) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل أرتفاع نبات الحنطة (سم) تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	108.00	103.83	92.27	101.37
K 50	113.93	110.42	93.20	105.85
K 100	115.67	111.02	93.43	106.71
K 150	118.00	111.39	93.97	107.79
LSD 0.05	**8.47**			**5.37**
معدل تأثير الأجهاد المائي	113.90	109.16	93.22	
LSD 0.05	**4.73**			

تصنيع البروتينات والطاقة (Kinases) والسايتوكاينينات (FAO، 2000) ، وتتفق هذه النتائج مع الراوي وآخرين (2005) وكذلك مع ما توصل إليه المبارك وأخرين (2009) والتميمي (2012) و الجبوري (2013) بأن زيادة السماد البوتاسي يؤدي الى زيادة معنوية في أرتفاع النبات .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة أرتفاع النبات ، إذ بلغت أعلى قيمة للأرتفاع في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغمK .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي 118 سم ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 92.27 سم في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4- 1- 2- عدد الأشطاء . م$^{-2}$:

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (4) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة عدد الأشطاء لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض

جدول (4) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل عدد الأشطاء . م$^{-2}$ لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	341.33	334.00	311.00	328.78
K 50	347.00	342.00	318.00	335.67
K 100	384.00	364.00	341.00	363.00
K 150	429.33	404.00	386.00	406.44
LSD 0.05	**71.28**			**41.15**
معدل تأثير الأجهاد المائي	375.42	361.00	339.00	
LSD 0.05	**35.64**			

عدد الأشطاء في المتر المربع ، وقد بلغ معدل عدد الأشطاء للنباتات مقدار 339 شطأ.م$^{-2}$ عند أضافة ماء الري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي وبنسبة أنخفاض مقدارها 9.7 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي). وقد يعود السبب في أنخفاض عدد الأشطاء عند تزايد عدد الأيام للري الى تأثير نقص الماء في تقليل عدد البراعم النامية على عقد الساق تحت سطح التربة نتيجةً لأنخفاض نواتج التمثيل الضوئي وزيادة التنافس بين الأشطاء المتكونة على هذه النواتج ومن ثم خفض مقدرة النبات على تكوين أشطاء جديدة Karron و Marnivila (1994) أو ربما يعود لشدة المنافسة بين الأشطاء القديمة والحديثة التكوين على المواد الغذائية التي يجهزها الساق الرئيس تحت ظروف الأجهاد المائي ، وغالباً ما تكون هذه المواد غير كافية لتلبية متطلبات كل هذه الأشطاء للبقاء على قيد الحياة وإكمال نموها ، مما يؤدي إلى موت قسم منها وأنخفاض عددها . وهذه النتائج أتفقت مع نتائج Khakwani وآخرين (2011) الذين توصلوا الى أن تأثير الأجهاد المائي للتربة يؤدي الى تقليل عدد الأشطاء في نبات الحنطة وعزوا سبب ذلك الى أنخفاض معدل نشوئها ومقدرتها على مواصلة النمو ومن ثم فشلها في حمل السنابل . كما تماثل النتائج التي تم التوصل إليها مع ما

توصل إليه عدد من الباحثين المعيني (2004) والحمودي (2011) والفتلاوي (2013) من أن تعرض المحصول للأجهاد المائي في مراحل النمو المبكرة أدى إلى أختزال عدد الأشطاء .

كما تشير النتائج في الجدول (5) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في صفة عدد الأشطاء لنباتات الحنطة أذ بلغ معدل عدد الأشطاء للنبات مقداراً 406.44 شطأ.م$^{-2}$ عند مستوى البوتاسيوم المضاف 150 كغم K.هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 23.6 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) ، ويمكن أن يعزى السبب في زيادة عدد الأشطاء في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم الى تأثيره الأيجابي في تشجيع نمو الأنسجة المرستمية فأنعكس ذلك في زيادة عدد الأشطاء الخضرية للنبات (Tisdaleوآخرين، 1985) ، وإن وجود كميات كافية من البوتاسيوم يعد مؤشراً واضحاً على زيادة النمو الخضري والذي ينعكس بدوره على زيادة الأشطاء (Khan وآخرين،2004) ، كما إن إضافة البوتاسيوم يزيد من أمتصاص النتروجين والذي يؤدي الى زيادة نمو النبات والذي ينعكس على زيادة أشطاء النبات (Sahai, 2004) . وتماثلت هذه النتيجة مع نتائج Baque وآخرين (2006) والجبوري (2013) الذين بيّنوا أن عدد الأشطاء الخصبة لمحصول الحنطة قد زادت بزيادة مستويات البوتاسيوم .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة عدد الأشطاء لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لعدد الأشطاء في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي 429.33 شطأ.م$^{-2}$ ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 311.00 شطأ . م$^{-2}$ في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4 – 1 – 3 – مساحة ورقة العلم (سم ^{2}) :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (5) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة مساحة ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض مساحة ورقة العلم ، وقد بلغ معدل مساحة ورقة العلم للنباتات مقدار (54.23 و 65.56) سم^2 عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 24.2 و 8.4 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) و بالتتابع نفسه . ويمكن أن يكون سبب ذلك في تزامن نشوء وتطور ورقة العلم مع توسع أوراق النبات الأخرى وأستطالة الساق والأشطاء فتزداد بذلك شدة المنافسة على

جدول (5) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل مساحة ورقة العلم (سم^2) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	69.93	61.65	50.02	60.53
K 50	71.00	65.30	51.21	62.50
K 100	71.91	66.99	56.45	65.12
K 150	73.52	68.31	59.25	67.03
LSD 0.05	**9.78**			**5.65**
معدل تأثير الأجهاد المائي	71.59	65.56	54.23	
LSD 0.05	**4.89**			

المواد الغذائية المصنعة بين المرستيمات العائدة لهذه الأعضاء (Ginuta وآخرين ،1995) ، كما أن أختزال مدة النمو الخضري بتأثير الأجهاد المائي ينعكس سلباً على أختزال مساحة ورقة العلم . وكذلك سبب آخر هو أن أختزال مساحة ورقة العلم بأنخفاض كميات الري يعود الى أن نشوء ومدة توسع ورقة العلم الممتدة من أستطالة الساق الى التزهير تعد مرحلة حرجة تتأثر بالأجهاد المائي وبما ينعكس سلباً على مساحة وفعالية ورقة العلم ومساهتمها في حاصل الحبوب (Foulkes وآخرين، 2002)، وتماثل هذه النتائج مع ما توصل إليه Krenzer (2003) من إن الأجهاد المائي أثناء مراحل النمو الخضري يؤدي الى تقليل مقدرة الخلايا على الأنتفاخ والأستطالة وأختزال حجمها ومن ثم أختزال مساحة الأوراق العلمية ،وكذلك أكدت هذه النتائج مع Kamran وآخرين (2009) والتميمي (2012) والجبوري (2013) والفتلاوي (2013) الذين لاحظوا أختزال مساحة الأوراق مع أنخفاض قيمة السعة الحقلية .

كما تشير النتائج في الجدول (5) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في صفة مساحة الورقة العلمية لنباتات الحنطة أذ بلغ معدل مساحة ورقة العلم للنبات مقدار 67.03 سم^2 عند مستوى البوتاسيوم المضاف 150 كغم K.هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 10.7 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) ، ويمكن أن يعزى

السبب في تأثير البوتاسيوم في زيادة مساحة أوراق العلم الى دوره الفعال في تنظيم معظم الفعاليات الحيوية ولاسيما عمليات نمو وأنقسام الخلايا وتحسين أمتصاص العناصرالمغذية بالأضافة الى دوره في تنظيم عمل الأوكسينات التي تزيد من أنقسام خلايا الأوراق Adrian (2004) . وتؤكد هذه النتائج ما ذكره Al-Zubaidi (2001) والآلوسي (2002) والمعيني (2004) من أن البوتاسيوم المضاف يحسّن عمليات النمو والتطور لمحصول الحنطة . كما أتفقت هذه النتائج مع ما وجده التميمي (2012) والجبوري (2013) من أن أضافة البوتاسيوم زاد من المساحة الورقية لنبات الحنطة في مرحلتي الأستطالة و التزهير .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة مساحة ورقة العلم لنبات الحنطة ،إذ بلغت أعلى قيمة لمساحة ورقة العلم في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغمK .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي 73.52 سم^2 ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 50.02 سم^2 في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4-2- تأثير الأجهاد المائي ومستويات البوتاسيوم المضاف في مؤشرات النمو الفسلجية :

4-2-1- محتوى الكلوروفيل في الاوراق :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (6) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في محتوى صبغة الكلوروفيل في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض محتوى هذه الصبغة في الأوراق، وقد بلغ محتواها من الكلوروفيل مقدار (33.02 و 34.06) وحدة سباد عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 7.1 و 4.2 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه . ويمكن أن يعزى سبب أنخفاض تركيز صبغة الكلوروفيل بتأثير الأجهاد المائي الى أن معدل التمثيل الضوئي ينخفض نتيجة الأجهاد المائي في التربة والنبات مسببا غلق الثغور وأنخفاض تركيز CO_2 وتغير مكونات السايتوبلازم ، لا سيما لزوجته ، مما يؤثر في أنتقال CO_2 ونشاط الأنزيمات ، كما تفقد الأغشية الخلوية ماءها وكذلك أختزال أنتاج الصبغات النباتية ومنها الكلوروفيل (عامر، 2004) . وقد يعود سبب الأنخفاض أيضاً الى قلة المساحة الورقية (جدول 5) أذ أن التعرض للأجهاد المائي يؤثر تأثيراً غير مباشر

جدول (6): تأثير التسميد البوتاسي في محتوى الكلوروفيل الكلي (SPAD unit) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي).

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	33.86	30.76	30.14	31.59
K 50	35.05	34.39	33.02	34.15
K 100	36.24	35.38	34.19	35.27
K 150	37.07	35.69	34.72	35.83
LSD 0.05	2.13			1.23
معدل تأثير الأجهاد المائي	35.56	34.06	33.02	
LSD 0.05	1.07			

في الكلوروفيل وكميته في النباتات، وجاءت هذه النتائج مماثلة لما توصلت إليه التميمي (2012) والجبوري (2013) والفتلاوي (2013) من أن نباتات الحنطة المعرضة للأجهاد المائي حصل فيها أنخفاض في محتوى الكلوروفيل مقارنةً بالنباتات غير المعرضة للأجهاد .

كما تشير النتائج في الجدول (6) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في محتوى الكلوروفيل الكلي في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ محتواها من الكلوروفيل مقدار (34.15 و 35.27 و 35.83) وحدة سباد عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 8.1 , 11.6 , 13.4 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى سبب الزيادات المتحققة في محتوى الكلوروفيل في الأوراق والناتجة عن إضافات البوتاسيوم إلى دور البوتاسيوم في تنشيط عدد كبير من الإنزيمات لاسيما المسؤولة عن بناء الكلوروفيل إذ إن نقصه يؤدي إلى تهدم البلاستيدات (أبو ضاحي واليونس ، 1988)، كما تماثل هذه النتائج التي توصلنا إليها مع نتائج Asgharipour وHeidari (2011) والتميمي (2012) والذين

وجدوا إن زيادة الإضافة في مستويات البوتاسيوم حققت زيادة معنوية في محتوى الكلوروفيل لأوراق النبات .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة محتوى الكلوروفيل ،إذ بلغت أعلى قيمة لمحتوى الكلوروفيل في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150.هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي 37.07 وحدة سباد ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 30.14 وحدة سباد في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4-2-2- محتوى الماء النسبي للأوراق % :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (7) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة محتوى الماء النسبي (%) في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض محتوى الماء النسبي في الأوراق، وقد بلغ محتواها من الماء النسبي مقدار (73.53 و 85.86) % عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 19.3 و 5.7 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه. وهذا يتماثل مع ماوجده Sairam و Srivastava (2001) إذ لاحظوا أن تعرض النبات لظروف نقص الماء (الجهد المائي) يؤدي إلى أنخفاض محتوى الماء النسبي في الورقة ومن ثم أنخفاض مجمل فعالياته الفسيولوجية الجارية في النبات جراء نقص الماء ويزداد هذا العجز بتباعد المدة بين الريات ، وقد يعود سبب أنخفاض محتوى الماء النسبي للأوراق بتأثير الأجهاد المائي الى أنخفاض جهد ماء التربة ، مما يؤدي الى تقليل مقدرة النباتات في أمتصاص الماء ، وهذه النتيجة تؤكد ما ذكره Bano وآخرين(2012) من أن محتوى الماء النسبي يتأثر بالأجهاد المائي أذ أنخفض في أصناف نبات الحنطة المعرضة للأجهاد المائي ، وربما يعزى سبب أنخفاض محتوى الماء النسبي الى أنخفاض الجهد الأزموزي ، وأتفقت هذه النتائج مع ما توصلت إليه الجبوري (2013) والفتلاوي (2013) من أن الأجهاد المائي قد أدى الى أنخفاض محتوى الماء النسبي في أوراق العلم لنبات الحنطة .

كما تشير النتائج في الجدول (7) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في محتوى الماء النسبي % في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ محتواها من الماء النسبي مقداراً (84.79 و 86.96) % عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 6.0 و 8.7 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى ذلك الى دور البوتاسيوم الفعال

جدول (7): تأثير التسميد البوتاسي في محتوى الماء النسبي (%) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي).

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	87.18	82.34	70.40	79.97
K 50	89.92	84.61	72.19	82.24
K 100	92.05	87.16	75.17	84.79
K 150	95.19	89.33	76.36	86.96
LSD 0.05	**8.00**			**4.62**
معدل تأثير الأجهاد المائي	91.09	85.86	73.53	
LSD 0.05	**4.00**			

في تنظيم أستعمال الماء من قبل النبات وخفض معدل النتح عن طريق تنظيمه لعملية فتح وغلق الثغور (Armengaud وآخرين ،2004) ، وجاءت هذه النتائج مماثلة لما توصل إليه Alderfasi و Refay (2010) والذين وجدوا إن زيادة الإضافة في مستويات البوتاسيوم حققت زيادة معنوية في محتوى الماء النسبي % لأوراق النبات .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة محتوى الماء النسبي % ، إذ بلغت أعلى قيمة لمحتوى الماء النسبي في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بتركيز 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100 % من قيمة الأستهلاك المائي 95.19 % ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 70.40 % في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4-2-3- محتوى البرولين في الأوراق:

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (8) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في محتوى البرولين في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى

جدول (8): تأثير التسميد البوتاسي في محتوى البرولين (ملغم.كغم$^{-1}$ وزن جاف) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي).

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	8.59	13.33	20.11	14.01
K 50	7.75	10.84	18.30	12.29
K 100	6.06	8.72	16.71	10.50
K 150	4.34	7.59	14.47	8.80
LSD 0.05	5.92			3.42
معدل تأثير الأجهاد المائي	6.69	10.12	17.38	
LSD 0.05	2.96			

زيادة معدل محتوى البرولين في الأوراق ، وقد بلغ معدل محتوى البرولين في أوراق النباتات مقدار(17.38 و 10.12) ملغم.كغم$^{-1}$ وزن جاف عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 159.8 و 51.3 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه .ويعزى سبب زيادة محتوى الأوراق من البرولين الى أن الأجهاد المائي يزيد من نشاط الإنزيمات المحللة للبروتين كأنزيم Protease وهبوطاً في قيمة الرقم الهيدروجيني pH المؤدي إلى زيادة تركيز البرولين Goring و Plescher (1986) ، أو ربما بسبب تحول بعض الأحماض الأمينية (مثل حامض الكلوتاميك) المتكونة نتيجة لتحلل البروتينات إلى البرولين تحت تأثير الأجهاد المائي Pirjo (1999) وهذا يعني أنّ بروليناً إضافياً غير البرولين المتحرر من البروتين المتحلل قد يتكون تحت تأثير الجهد المائي ليشارك في عملية التنظيم الأزموزي . ويذكر أن تراكم البرولين يعد مظهراً تكيفياً في حالات الإجهاد المائي لكونه وسيلة التنظيم الأزموزي Taylor وآخرين (2002) . وهذه النتائج تماثل ما توصل إليه Naqvi وآخرين (2002) الذين أشاروا الى أن زيادة الأجهاد المائي أدت الى زيادة محتوى البرولين في أوراق الحنطة ،

وكذلك تماثل ماحصل عليه كل من Nazarli و Faraji (2011) والتميمي (2012) والجبوري (2013) بوجود زيادة معنوية في محتوى البرولين في أوراق نبات الحنطة المعرضة للأجهاد المائي .

كما تشير النتائج في الجدول (8) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في محتوى البرولين في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ محتواها من البرولين مقدار (10.50 و 8.80) ملغم.كغم$^{-1}$ وزن جاف عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 22.6 و 37.2 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى سبب هذا الى الدور الفسلجي لهذا العنصر في تحسين نمو النباتات وعملية التمثيل الضوئي وبناء البروتين في النباتات ودوره المحفز لأنتاج منظم النمو السايتوكاينين الذي يؤخر الشيخوخة ومن ثم تأخير هدم البروتينات في النبات مما يؤدي الى خفض البرولين ، مما أنعكس في محتواها من البرولين(Cakmak ، 2005 ; Mujtaba ، 2007) وهذا يظهر بوضوح الدور الفاعل للبوتاسيوم في ضبط الموازنة الأوزموزية داخل الخلايا النباتية والحد من الأجهادات الضارة فيها ، وجاءت هذه النتائج مماثلة لما توصل إليه التميمي (2012) والجبوري (2013) من أن نباتات الحنطة المعاملة بالبوتاسيوم حصل فيها إنخفاض في تركيز البرولين مقارنةً بالنباتات غير المعاملة .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة محتوى البرولين في الأوراق، إذ بلغت أعلى قيمة لمحتوى البرولين في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم 0 كغمK .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 50% من قيمة الأستهلاك المائي 20.11 ملغم.كغم$^{-1}$، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 4.34 ملغم.كغم$^{-1}$ في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغمK .هـ$^{-1}$ وعند ماء ري مضاف 100% من الأستهلاك المائي .

4-2-4- فعالية أنزيم البيروكسيديز POD :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (9) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في فعالية أنزيم البيروكسيديز POD في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل فعالية أنزيم الـ POD في الأوراق ، وقد بلغ معدل فعالية أنزيم الـ POD في أوراق النباتات مقدار (120.36 و 88.76) وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب زيادة

جدول (9) : تأثير التسميد البوتاسي في فعالية أنزيم البيروكسيديزPOD (وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	67.81	102.38	139.59	103.26
K 50	62.11	90.41	132.79	95.10
K 100	57.33	82.33	121.32	86.99
K 150	51.29	79.92	87.75	72.99
LSD 0.05	16.37			9.45
معدل تأثير الأجهاد المائي	59.64	88.76	120.36	
LSD 0.05	8.19			

مقدارها 101.8 و 48.8 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه . قد يعود سبب زيادة فعالية إنزيم البيروكسيديز إلى زيادة الأحماض الأمينية أوالبروتينات الذائبة في سايتوبلازم الخلايا التي قد تساهم في زيادة بناء وفعالية الأنزيم ، وهذه النتيجة أيّدت ما ذكره Shahbazi وآخرين (2009) ؛ و Sharifi وآخرون (2012) والجبوري (2013) والفتلاوي (2013) على نبات الحنطة الذين لاحظوا زيادة فعالية أنزيم الـ POD في هذه النباتات بزيادة مستويات الأجهاد المائي ، إذ يعمل الأنزيم على أزالة سمية الجذور الحرة ROS بعمله كمجموعة تكميلية يعجل أكسدة البروتون معطياً مركبات ترتبط مع H_2O_2 وبالتالي يؤدي الى تحطم H_2O_2 وبذلك يزيل سميته حيث يحفز ويسرع من تحول H_2O_2 الى ماء و أوكسجين بالأضافة الى دوره في زيادة ثباتية غشاء الخلية والكلوروفيل لذا فأن فعالية إنزيم البيروكسيديز تزداد كأستجابة لكبح التأثير الضار للإجهاد المائي .

كما تشير النتائج في الجدول (9) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في فعالية أنزيم الـ POD في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ معدل فعالية أنزيم الـ POD مقدار(86.99 و 72.99) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند مستويات البوتاسيوم

المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 15.8 و29.3 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى سبب ذلك الى تأثير البوتاسيوم في الحد من تحول الأوكسجين الى أنواع الأوكسجين الفعالة الـ ROS وذلك من خلال تنظيمه لعملية فتح وغلق الثغور والمحافظة على كفاءة عملية تثبيت الـ CO_2 ومن ثم المحافظة على كفاءة عملية البناء الضوئي وسلامة عضيات الخلية من ضرر الأكسدة في ظل ظروف الجفاف (Sen Gupta وآخرين ، 1989) ، وهذه النتائج أكدت ما ذكره Cakmak (2005) والجبوري (2013) من أن النباتات التي تعاني نقص في تجهيز البوتاسيوم تزداد فيها فعالية أنزيم البيروكسيديز مقارنة بالنباتات المجهزة بكميات وافرة من البوتاسيوم .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة فعالية أنزيم البيروكسيديز POD في الأوراق ، إذ بلغت أعلى قيمة لفعالية أنزيم البيروكسيديز في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم 0 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي 139.59 وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 51.29 وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند ماء ري مضاف 100 % من الأستهلاك المائي .

4-2-5- فعالية أنزيم الكاتليز CAT :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (10) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في فعالية أنزيم الكاتليز CAT في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل فعالية الكاتليز CAT في الأوراق ، وقد بلغ معدل فعالية أنزيم الـ CAT في أوراق النباتات مقدار (65.32 و 37.23) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 132.7 و 32.6 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه . وربما يعود سبب زيادة فعالية إنزيم الـ Catalase الى قدرته على تحطيم الجذور الحرة مما يوفر للنبات فرصة أكبر في النمو والتطور ، وقد يكون سبب زيادة فعالية أنزيم الكاتليز هو أنه أحدى الوسائل لمقاومة ظروف الجفاف التي تؤدي الى أستحداث الجهد التأكسدي المتمثل بزيادة أصناف الاوكسجين الفعالة (ROS) الضارة للنبات لما له من دور في التخلص منها ، والمتمثل بأزالة بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 (Gara وآخرين 2003) ، وأن قدرة الخلايا ومن ثمَّ النبات ككل تقاس في قدرته على مقاومة ظروف الأجهاد لاسيما الأجهاد التأكسدي من محافظته

جدول (10) : تأثير التسميد البوتاسي في فعالية أنزيم الكاتليزCAT (وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	37.00	55.70	78.10	56.93
K 50	28.60	35.90	73.30	45.93
K 100	25.90	33.30	66.70	41.97
K 150	20.77	24.00	43.17	29.31
LSD 0.05	**12.64**			**7.30**
معدل تأثير الأجهاد المائي	28.07	37.23	65.32	
LSD 0.05	**6.32**			

على مستوى عالي من الأنزيمات الفعالة المضادة للأكسدة (عبدالقادر ، 2007) . وتماثلت هذه النتائج مع ما توصل إليه Zhang و kirkham (1994) و Shahbazi وآخرين (2009) و Nazarli و Faraji (2011) و Chakraborty و Pradhan (2012) من أن الإجهاد المائي في نبات الحنطة أدى الى زيادة معنوية في إنزيم الـ CAT .

كما تشير النتائج في الجدول (10) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في فعالية أنزيم الـ CAT في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ معدل فعالية أنزيم الـ CAT مقدار (45.93 و 41.97 و 29.31) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 19.3 و 26.3 و 48.5 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، وسبب ذلك أن البوتاسيوم يقلل الضرر التأكسدي الناتج من الإجهاد المائي وبالتالي سوف يقل النظام الدفاعي لمضادات الأكسدة وهذا يعود الى أدوار البوتاسيوم في تقليل ضرر الإجهاد المائي وتحسين نمو وتكيّف النبات في ظروف الإجهاد ، وهذا يتماثل مع نتائج Soleimanzadeh

وآخرين (2010) من أن النباتات التي تعاني نقص في تجهيز البوتاسيوم تزداد فيها فعالية أنزيم الـ CAT مقارنة بالنباتات المجهزة بكميات وافرة من البوتاسيوم .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة فعالية أنزيم الكاتليزCAT في الأوراق إذ بلغت أعلى قيمة لفعالية أنزيم الكاتليزفي النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم 0 كغمK .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 50% من قيمة الأستهلاك المائي 78.10 وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 20.77 وحدة.ملغم$^{-1}$وزن طري في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغمK .هـ$^{-1}$ وعند ماء ري مضاف 100 % من الأستهلاك المائي .

4 -2 - 6 - فعالية أنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيز SOD :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (11) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في فعالية أنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيز SOD في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل فعالية أنزيم الـ SOD في الأوراق ، وقد بلغ معدل فعالية أنزيم الـ SOD في أوراق النباتات مقدار (1.159 و 0.898) وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 78.9 و 38.6 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه . وقد تعود الزيادة في فعالية الأنزيمات ومنها الـ SOD بزيادة تعرض أصناف الحنطة الخشنه الى الأجهاد المائي الى التأثير الضار لهذا الأجهاد في زيادة مستويات الـ ROS داخل خلايا النبات مما حفز النبات على مقاومة وأزالة تأثير تلك الجذور بواسطة مضادات الأكسدة والمتمثلة بأنزيمات الـ SOD و POD و CAT ، Ahmadizadeh وآخرين (2011) ومن ثمَّ حماية الخلايا من التأثيرات المدمرة للـ (H_2O_2 , $O_2^{\cdot-}$) ، أو قد يكون السبب الى أنه في حالة أنخفاض مستويات فعالية أنزيم الـ SOD سوف يؤدي الى تراكم جذر السوبرأوكسيد $O_2^{\cdot-}$ وهذا بدوره يؤدي الى ظهور تسمم شديد بجذر الهيدروكسيل وبالتالي تلف الخلايا Mittler (2002) . وهذه النتائج تؤكد ماتوصل إليه Wang وآخرون (2007) بأن فعالية أنزيم الـ SOD تزداد عند تعرض النباتات للجفاف وخاصة نوع Mn-SOD . وتماثل هذه النتائج مع ما توصل أليه Zhang و kirkham (1994) و Sairam و آخرين (1998) و Sairam و Srivastava (2001) من أن الأجهاد المائي قد أدى الى أرتفاع فعالية الأنزيم في الحنطة .

جدول (11) : تأثير التسميد البوتاسي في فعالية أنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيز SOD (وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري) في ورقة العلم لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	0.740	0.977	1.747	1.154
K 50	0.677	0.937	1.020	0.878
K 100	0.610	0.863	0.990	0.821
K 150	0.567	0.817	0.880	0.754
LSD 0.05	0.142			0.082
معدل تأثير الأجهاد المائي	0.648	0.898	1.159	
LSD 0.05	0.071			

كما تشير النتائج في الجدول (11) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في فعالية أنزيم الـ SOD في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ معدل فعالية أنزيم الـ SOD مقدار (0.878 و 0.821 و 0.754) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 23.9 و 28.9 و 34.7 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، وقد يعزى السبب في ذلك إلى نفس السبب التي ورد ذكره في أنزيم الكاتليز وهذا يتفق مع نتائج Soleimanzadeh وآخرين (2010) من أن النباتات التي تعاني نقص في تجهيز البوتاسيوم تزداد فيها فعالية أنزيم الـ SOD مقارنة بالنباتات المجهزة بكميات وافرة من البوتاسيوم .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة فعالية أنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيزSOD في الأوراق إذ بلغت أعلى قيمة لفعالية أنزيم الـ SOD في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم 0 كغمK .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 50% من قيمة الأستهلاك المائي 1.747 وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار

0.567 وحدة.ملغم$^{-1}$ وزن طري في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند ماء ري مضاف 100 % من الأستهلاك المائي .

4- 3- تأثير الأجهاد المائي والبوتاسيوم المضاف في نسبة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والبروتين في الحبوب :

4- 3- 1- تركيز النتروجين % في الحبوب :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (12) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في تركيز النتروجين % في حبوب الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل تركيز النتروجين في الحبوب عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل تركيز النتروجين % في حبوب نباتات الحنطة مقدار 3.65 % عند أضافة ماء الري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي وبنسبة زيادة مقدارها 10.9 قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) ، وقد يعود السبب الى قلة النمو الخضري للنبات أثناء الأجهاد المائي مما يؤدي الى زيادة في تركيز بعض العناصر ومنها النتروجين ، وهذه النتيجة تؤكد ما توصل إليه راضي (2001) و Asgharipour و Heidari (2011) و محمد (2012) والفتلاوي (2013) من أن أنخفاض المحتوى الرطوبي للتربة والنقص بجاهزية الماء يؤدي الى زيادة تركيز النتروجين في نبات الحنطة .

كما تشير النتائج في الجدول (12) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في معدل تركيز النتروجين % في حبوب نبات الحنطة أذ بلغ معدل تركيز النتروجين مقدار (3.65 و3.82) % عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 18.9 و 24.4 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى السبب في هذه الزيادات الى دور البوتاسيوم في أنتقال النتروجين من الأوراق (Source) الى الحبوب أي المصب أو المخزن (Sink) ، فضلاً عن دور البوتاسيوم في تأخير الشيخوخة لورقة العلم مما يسمح بإنتاج المزيد من المركبات النتروجينية ومن ثم أنتقال أكبر كمية ممكنة الى مواقع الخزن في الحبوب وهذا ما أكده وأشار إليه عدد من الباحثين Sherchand وPaulsen (1985) و أبو ضاحي واليونس (1988) . وهذا يتماثل مع نتائج ما توصل أليه التميمي (2012) والجبوري (2013) من أن أستعمال البوتاسيوم بمستويات مختلفة أدى الى زيادة تركيز النتروجين في الحبوب .

جدول (12) : تأثير التسميد البوتاسي في تركيز النتروجين % في حبوب نبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	2.91	3.03	3.27	3.07
K 50	3.15	3.23	3.46	3.28
K 100	3.41	3.65	3.89	3.65
K 150	3.68	3.80	3.98	3.82
LSD 0.05	0.51			0.30
معدل تأثير الأجهاد المائي	3.29	3.43	3.65	
LSD 0.05	0.26			

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في تركيز النتروجين % لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لتركيز النتروجين % في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 50% من قيمة الأستهلاك المائي 3.98 % ، و بلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 2.91 % في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 100 % من الأستهلاك المائي .

4- 3- 2- تركيز الفسفور % في الحبوب :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (13) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في معدل تركيز الفسفور % في حبوب الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض تركيز الفسفور في الحبوب عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل تركيز الفسفور % في حبوب نباتات الحنطة مقدار 0.29 % عند أضافة ماء الري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي وبنسبة أنخفاض مقدارها 14.7 % قياساً الى معاملة المقارنة 100%(بدون أجهاد مائي) ،وقد أتفقت هذه النتائج مع العديد من الباحثين الذين وجدوا أن أمتصاص النباتات لبعض العناصر

جدول (13) : تأثير التسميد البوتاسي في تركيز الفسفور % في حبوب نبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	0.29	0.28	0.26	0.28
K 50	0.33	0.30	0.28	0.30
K 100	0.36	0.32	0.29	0.32
K 150	0.39	0.37	0.31	0.36
LSD 0.05	0.08			0.04
معدل تأثير الأجهاد المائي	0.34	0.32	0.29	
LSD 0.05	0.04			

الغذائية يقل تحت ظروف الأجهاد المائي بسبب قلة عملية النتح والنقل الفعال ، ونفاذية الأغشية البلازمية مما ينتج عنه تقليل قوة الأمتصاص في منطقة الجذر، الطيبي (2009) . أو قد يعزى السبب الى أن الأجهاد المائي يؤثر في ذوبان العناصر الغذائية وأنتقالها من التربة الى النبات (أبو ضاحي واليونس ،1988) ، وتؤكد هذه النتائج ما ذكره التميمي (2012) والجبوري (2013) والفتلاوي (2013) من أن محتوى عنصر الفسفور يقل بزيادة مستوى الأجهاد المائي .

كما تشير النتائج في الجدول (13) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في معدل تركيز الفسفور % في حبوب نبات الحنطة أذ بلغ معدل تركيز الفسفور مقدار (0.32 و 0.36) % عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 14.3 و 28.6 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى السبب في ذلك الى التأثير الأيجابي للبوتاسيوم في زيادة قابلية النبات على أمتصاص الفسفور في أجزاء النبات المختلفة وللتداخل الأيجابي الذي يحدث بين الفسفور والبوتاسيوم والذي ينعكس أيجاباً لصالح النبات وهذا يؤكد ما أشار إليه Sherchand و Paulsen (1985) من أن الرش بالبوتاسيوم يؤدي الى زيادة

محتوى حبوب الحنطة من الفسفور والذي قد عزي الى زيادة نمو وتطور المجموعة الجذرية فضلاً عن زيادة كفاءة عملية البناء الضوئي وزيادة عملية التنفس ومن ثمَّ زيادة أنتاج الطاقة وهذا كله من شأنه أن يزيد من كفاءة أمتصاص النبات للمغذيات ومنها أيونات الفوسفات (أبو ضاحي واليونس ، 1988) ، وتماثل هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحثين السماك (2009) والموسوي (2010) الذين أشاروا الى أن أضافة السماد البوتاسي أدت الى زيادة محتوى حبوب الذرة من الفسفور ، كما لاحظوا التميمي (2012) والجبوري (2013) أن أضافة السماد البوتاسي أدت الى زيادة محتوى حبوب الحنطة من الفسفور .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في تركيز الفسفور% في الحبوب لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لتركيز الفسفور % في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي 0.39 % ، و بلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 0.26 % في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4- 3- 3- تركيز البوتاسيوم % في الحبوب :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (14) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في تركيز البوتاسيوم % في حبوب الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل تركيز البوتاسيوم في الحبوب عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل تركيز البوتاسيوم % في حبوب نباتات الحنطة مقدار (0.85 و 0.82) %عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 11.8 و7.9 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه ، وقد يعود سبب الزيادة في ذلك الى كون البوتاسيوم يقلل من الجهد الأوزموزي لعصير الخشب (أي يقلل من الجهد المائي) وهذا من شأنه يشجع أمتصاص الماء من ناحية ويقلل من نشاط جزيئات الماء في عملية النتح من ناحية أخرى Mengel و Pfluger (1969) وهذه النتيجة تماثلت مع ما توصل إليه Hussein وEl-Dewiny (2011) والجبوري (2013) والفتلاوي (2013) من أن محتوى عنصر البوتاسيوم يزداد بزيادة مستوى الأجهاد المائي .

كما تشير النتائج في الجدول (14) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في معدل تركيز البوتاسيوم % في حبوب نبات الحنطة أذ بلغ معدل تركيز البوتاسيوم مقدار 0.85 % عند مستوى البوتاسيوم المضاف 150 كغم K . هـ$^{-1}$

جدول (14) : تأثير التسميد البوتاسي في تركيز البوتاسيوم % في حبوب نبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	0.73	0.78	0.80	0.77
K 50	0.75	0.81	0.84	0.80
K 100	0.76	0.82	0.87	0.82
K 150	0.78	0.86	0.90	0.85
LSD 0.05	**0.13**			**0.07**
معدل تأثير الأجهاد المائي	0.76	0.82	0.85	
LSD 0.05	**0.06**			

وبنسبة زيادة مقدارها 10.4 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) ، ويمكن أن يعزى سبب الزيادة في تركيز البوتاسيوم في النبات الى زيادة البوتاسيوم الجاهز بزيادة مستويات الأضافة في محلول التربة والقابل للأمتصاص من قبل الجذور وبالتالي زيادة تركيزه في النبات (Saranga وآخرين ، 1993) . وأكدت هذه النتائج مع ما توصل إليه أبوضاحي وتعبان (2005) و التميمي (2012) والجبوري (2013) الذين أشاروا الى أن أضافة السماد البوتاسي أدت الى زيادة محتوى حبوب الحنطة من البوتاسيوم .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في تركيز البوتاسيوم % في الحبوب لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي 0.90 % ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 0.73 % في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 100 % من الأستهلاك المائي .

4- 3- 4- نسبة البروتين % في الحبوب :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (15) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في تركيز البروتين % في حبوب الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل تركيز البروتين في الحبوب عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل تركيز البروتين % في حبوب نباتات الحنطة مقدار 22.82 % عند أضافة ماء الري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي وبنسبة زيادة مقدارها 11.2 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) ، وقد يعزى سبب الزيادة في البروتين الى زيادة النتروجين في الحبوب أثناء الأجهاد المائي (جدول 12) أو يعود السبب في زيادة محتوى البروتين في الحبوب في ظروف الأجهاد المائي الى أنخفاض حاصل الحبوب وزيادة محتوى النتروجين لهذه الحبوب لاسيما أذا كان ذلك مصحوباً بالتسميد النتروجيني الجيد (الحيدري ، 2004) . وتؤكد هذه النتائج ما ذكره الكيار (2005) و Kilic وYagabasanlar (2010) والجبوري (2013) والفتلاوي (2013) من أن محتوى عنصر النتروجين في النبات يزداد بزيادة مستوى الأجهاد المائي .

كما تشير النتائج في الجدول (15) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في معدل تركيز البروتين % في حبوب نبات الحنطة أذ بلغ معدل تركيز البروتين مقدار (22.79 و 23.87) % عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 19.5 و 25.2 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، وقد يعود السبب في الزيادة الحاصلة في النسبة المئوية للبروتين الى أن البوتاسيوم يحفز أكثر من 80 أنزيماً في النبات لاسيما أنزيمات تصنيع البروتين (Proteases) ، وأن التغذية الجيدة بالبوتاسيوم تعمل على نقل المركبات النتروجينية الى الحبوب التي تؤدي الى زيادة المحتوى البروتيني في الحبوب (أبوضاحي واليونس ،1988). وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه كل من التميمي (2012) والجبوري (2013) الذين أشاروا الى أن أضافة السماد البوتاسي أدت الى زيادة محتوى حبوب الحنطة من البروتين .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في تركيز البروتين % في الحبوب لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لتركيز البروتين % في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي 24.88 % ، و بلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 18.17 % في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 100 % من الأستهلاك المائي .

جدول (15) : تأثير التسميد البوتاسي في نسبة البروتين % في حبوب نبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	18.17	18.58	20.46	19.07
K 50	19.67	20.21	21.63	20.50
K 100	21.29	22.79	24.29	22.79
K 150	23.00	23.73	24.88	23.87
LSD 0.05	**3.26**			**1.88**
معدل تأثير الأجهاد المائي	20.53	21.33	22.82	
LSD 0.05	**1.63**			

4 - 4- تأثير الأجهاد المائي ومستويات البوتاسيوم المضاف في صفات السنبلة والحاصل و مكوناته :

4-4-1- طول السنبلة (سم) :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (16) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة طول السنبلة (سم) لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض طول السنبلة عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل طول السنبلة للنباتات مقدار 11.89 سم عند أضافة ماء الري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي وبنسبة أنخفاض مقدارها 16.7 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) ، ويعود سبب أنخفاض طول السنبلة بتقليل كميات مياه الري الى أشتداد المنافسة على نواتج البناء الضوئي بين الساق الذي يبدأ بالأستطالة السريعة والأوراق الآخذه بالنمو والتوسع وبادئات السنيبلات التي تبدأ بالتشكل فيقل تبعاً لذلك عدد السنيبلات نتيجة لفشل نمو وتكشف بعض السنيبلات بسبب تلك المنافسة مما يؤدي الى أنخفاض طول السنبلة (Moayedi وآخرين ، 2010b) .

جدول (16) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل طول السنبلة (سم) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج.

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	13.57	12.43	11.30	12.43
K 50	14.10	13.60	11.67	13.12
K 100	14.57	14.20	12.07	13.61
K 150	14.83	14.50	12.50	13.94
LSD 0.05	1.56			0.90
معدل تأثير الأجهاد المائي	14.27	13.68	11.89	
LSD 0.05	0.78			

وهذه النتيجة تؤكد ما ذكره المعيني (2004) و Sial وآخرين (2009) والحمودي (2011) والفتلاوي (2013) من أن تعريض نبات الحنطة الى الأجهاد المائي في مراحل مختلفة من النمو قلّل معنوياً طول السنبلة .

كما تشير النتائج في الجدول (16) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في صفة طول السنبلة لنبات الحنطة أذ بلغ طول السنبلة مقداراً (13.61 و 13.94) سم عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 9.5 و 12.1 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، وقد يعزى سبب زيادة طول السنبلة الى دور البوتاسيوم في تحسين أمتصاص العناصر المغذية لاسيما النتروجين والفسفور التي تعمل معا على زيادة كفاءة العمليات الأيضية ومن ثم زيادة نمو النبات بشكل عام، وهذه النتائج تؤكد ما ذكره Mesbah (2009) والجبوري (2013) من أن أستخدام البوتاسيوم أدى الى زيادة طول السنبلة .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة طول السنبلة لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لطول السنبلة في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك

المائي 14.83 سم ، و بلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 11.30 سم في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4- 4- 2- عدد السنابل . م$^{-2}$:

تبيّـن النتائج الموضحة فـي الجدول (17) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة عدد السنابل لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض عدد السنابل في المتر المربع عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل عدد السنابل للنباتات مقدار 300 سنبلة . م$^{-2}$ عند أضافة ماء الري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي وبنسبة أنخفاض مقدارها 19.4 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) . ويمكن أن يعزى السبب في أنخفاض عدد السنابل تحت تأثير الأجهاد المائي الى موت بعض الأشطاء وأنخفاض عددها (جدول 4) وأنخفاض نواتج التمثيل الضوئي وعقم السنابل (Dolferus وآخرين ،2011) . وتماثل هذه النتائج ما توصل إليه المعيني (2004) والگيار (2005) وKilic و Yagbasanlar(2010) والفتلاوي (2013) من أن تعريض نبات الحنطة للإجهاد المائي خلال مراحل النمو المبكرة يؤدي إلى خفض عددالسنابل. م$^{-2}$.

كما تشير النتائج في الجدول (17) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في صفة عدد السنابل لنبات الحنطة أذ بلغ معدل عدد السنابل في المتر المربع لنباتات الحنطة مقدار 356.00 و 362.67 سنبلة.م$^{-2}$ عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 14.1 و 16.2 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى سبب زيادة عدد السنابل الى أن البوتاسيوم يشجع النمو الخضري والجذري للنبات وتأخير شيخوخة الأنسجة فتزداد مدة التمثيل ويزداد تبعاً لذلك تراكم المادة الجافة ونقلها داخل النبات ومن ثم زيادة عدد الاشطاء (جدول 4) وبالتالي زيادة عدد السنابل للنبات ، وقد يعود السبب إلى أن زيادة مستويات السماد البوتاسي قد تؤدي إلى تحفيزالأنزيمات في النبات لاسيما إنزيمات الكربوهيدرات و النشأ المسؤولة بشكل مباشرعن زيادة مكونات الحاصل ومنهاعدد السنابل وأكدت هذه النتيجة مع ما توصل إليه حمادي وصالح (2002) من أن زيادة التسميد البوتاسي من 0 الى 249 كغم K.هـ$^{-1}$ أدى الى زيادة عدد السنابل . وتماثلت هذه النتائج أيضاً مع ما وجده Jarret وBaird (2001) والآلوسي (2002) والمعيني (2004) والجبوري (2013) من أن إضافة السماد البوتاسي لمحصول الحنطة تؤدي إلى زيادة معنوية في عدد السنابل .

جدول (17) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل عدد السنابل . م$^{-2}$ لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	336.00	324.00	276.00	312.00
K 50	376.00	368.00	300.00	348.00
K 100	384.00	376.00	308.00	356.00
K 150	392.00	380.00	316.00	362.67
LSD 0.05	**67.38**			**38.90**
معدل تأثير الأجهاد المائي	372.00	362.00	300.00	
LSD 0.05	**33.69**			

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة عدد السنابل لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لعدد السنابل في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي 392.00 سنبلة.م$^{-2}$ ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 276.00 سنبلة.م$^{-2}$ في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4-4-3- عدد السنيبلات في السنبلة :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (18) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة عدد السنيبلات في السنبلة لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض عدد السنيبلات في السنبلة عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل عدد السنيبلات في السنبلة للنباتات مقدار (19.21 و 22.40) سنيبلة عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 17.1 و 3.3 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه ، وقد يعود سبب

جدول (18) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل عدد السنيبلات . سنبلة$^{-1}$ لنبات الحنطة تحت ثلاث مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	22.33	20.53	18.40	20.42
K 50	22.93	22.53	19.07	21.51
K 100	23.27	22.87	19.23	21.79
K 150	24.10	23.67	20.13	22.63
LSD 0.05	1.53			0.88
معدل تأثير الأجهاد المائي	23.16	22.40	19.21	
LSD 0.05	0.76			

أنخفاض عدد السنيبلات بتأثير نقص الماء الى أختزال مدة نمو هذه السنيبلات الممتدة من نشوء مواقعها حتى بداية ظهور السنيبلة الطرفية . ويؤكد ذلك ما وجده الكيار (2005) وهاشم (2011) والفتلاوي (2013) من أن تقليل كمية مياه الري يزيد من معدل سرعة تطور السنيبلات لمحصول الحنطة ويختزل من المدة اللازمة لنشوئها فيقل بذلك عددها .

كما تشير النتائج في الجدول (18) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في صفة عدد السنيبلات في السنبلة لنبات الحنطة أذ بلغ معدل عدد السنيبلات في السنبلة مقدار21.51 و 21.79 و 22.63 سنيبلة عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 5.3 و6.7 و10.8 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى سبب زيادة عدد السنيبلات للسنبلة بأضافة البوتاسيوم إلى الدور المهم الذي يؤديه البوتاسيوم في المرحلة من بدء الأستطالة إلى التزهير (وهي المدة التي يحصل فيها نمو وتطور السنابل) في تحفيز عملية التمثيل الضوئي ونقل نواتج المواد الممثلة وكفاءة أمتصاص ونقل الماء والمغذيات داخل النبات لاسيما النتروجين (نجم وآخرين ، 1997) الذي يؤدي بدوره إلى زيادة عدد الخلايا وحجمها . وهذه

النتائج تؤكد ما ذكره المعيني (2004) و Mesbah (2009) والجبوري (2013) من أن أستعمال البوتاسيوم بمستويات مختلفة أدى الى زيادة عدد السنيبلات.سنبلة $^{-1}$.

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة عدد السنيبلات في السنبلة لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لعدد السنيبلات في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري100%من قيمة الأستهلاك المائي 24.10 سنيبلة.سنبلة $^{-1}$ ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 18.40 سنيبلة.سنبلة $^{-1}$ في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4- 4 – 4 – عدد الحبوب . سنبلة $^{-1}$:

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (19) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة عدد الحبوب في السنبلة لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض عدد الحبوب في السنبلة عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل عدد الحبوب في السنبلة للنباتات مقدار 44.42 حبة . سنبلة $^{-1}$ عند أضافة ماء الري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي وبنسبة أنخفاض مقدارها 28.8 قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) ، ويعود سبب أنخفاض عدد الحبوب في السنابل بتقليل كميات مياه الري الى أنخفاض عدد سنيبلاتها (جدول 18) ، فضلاً عن أن نقص الماء في مرحلة التزهير يؤدي الى خفض عدد الزهيرات الخصبة ومن ثم عدد الحبوب في السنبلة ، وكذلك أن قلة عدد الحبوب في السنبلة يرتبط مع قلة جاهزية مياه الري ما قبل مرحلة التزهير وأثناءها Foulkes وآخرين (2002) . وكانت هذه النتيجة مشابهة لما حصل عليه Hussain وآخرين (2004) حيث لاحظوا أن الأجهاد المائي بمراحله المختلفة وبشكل خاص في مرحلة الإزهار أدى إلى إنخفاض عدد الحبوب .سنبلة$^{-1}$ وعللوا ذلك بإنخفاض نسبة التلقيح عند حدوث الأجهاد في هذه المرحلة بالذات وبالتالي إنخفاض عدد الحبوب المتكونة بالسنبلة . ويؤكد ذلك ما وجده المعيني (2004) وهاشم (2011) والفتلاوي (2013) الذين توصلوا الى أن تأثير الأجهاد المائي يؤدي الى تقليل عدد الحبوب في نبات الحنطة .

جدول (19) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل عدد الحبوب . سنبلة$^{-1}$ لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	58.53	53.80	40.07	50.80
K 50	62.93	57.80	41.53	54.09
K 100	64.47	59.53	46.33	56.78
K 150	65.60	60.77	49.73	58.70
LSD 0.05	9.30			5.37
معدل تأثير الأجهاد المائي	62.38	57.98	44.42	
LSD 0.05	4.65			

كما تشير النتائج في الجدول (19) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في صفة عدد الحبوب في السنبلة لنبات الحنطة أذ بلغ معدل عدد الحبوب في السنبلة مقدار (56.78 و 58.70) حبة عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 11.8 و 15.6 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، وقد يعود سبب الزيادة الى دور البوتاسيوم في زيادة عدد الحبوب للسنبلة من خلال تأثيره في زيادة النمو وتراكم المادة الجافة مما يشجع نشوء وتطور مواقع الحبوب ، وكذلك دور البوتاسيوم في السيطرة على الهرمونات النباتية التي لها علاقة بتكون وتطور الزهيرات وتلقيحها وأخصابها ، وهذا يؤكد ما ذكره Jarret و Baird (2001) والآلوسي (2002) والمعيني (2004) والجبوري(2013) من أن عدد الحبوب في السنبلة يزداد كلما زاد التسميد البوتاسي .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة عدد الحبوب في السنبلة لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لعدد الحبوب في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة

الأستهلاك المائي (65.60 حبة.سنبلة $^{-1}$) ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار (40.07 حبة.سنبلة $^{-1}$) في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4- 4- 5- وزن 1000 حبة (غم) :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (20) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة وزن الـ 1000 حبة لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض وزن الـ 1000 حبة (غم) عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل وزن الـ 1000 حبة للنباتات مقدار 23.65 غم عند أضافة ماء الري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي وبنسبة أنخفاض مقدارها 9.2 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) ، ويعود سبب زيادة وزن الحبة في فترات الري المتقاربة الى دور الماء في زيادة نشاط عملية التمثيل الضوئي والفعاليات الحيوية الأخرى داخل أنسجة النبات فكان تأثيره الأيجابي في زيادة مساحة ورقة العلم مما زاد من كفاءتها في أعتراض الضوء فأثر أيجابياً في عملية نقل المواد الغذائية المصنعة ومن ثم زيادة وزن الحبوب ، فضلاً عن تأثير الأجهاد المائي في تثبيط تراكم المادة الجافة خلال مراحل النمو الخضرية والتي تُمثّل لاحقاً الى الحبوب (Rab وآخرون ، 1984) . وأتفقت هذه النتائج مع Johari-Pireivatlou وآخرين (2010) والتميمي (2012) وهاشم والحيدري (2012) وHasanpour وآخرين (2012) والفتلاوي (2013) .

كما تشير النتائج في الجدول (20) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في صفة وزن الـ 1000 حبة لنبات الحنطة أذ بلغ معدل وزن الـ 1000 حبة مقداراً 25.89 غم عند مستوى البوتاسيوم المضاف 150 كغم K.هـ$^{-1}$ وبنسبة زيادة مقدارها 8.9 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) ، ويمكن أن يعزى سبب الزيادة في وزن ألف حبة الى دور البوتاسيوم في أطالة مدة أمتلاء الحبوب عن طريق تأخير شيخوخة ورقة العلم مما يزيد من كمية المواد المصنعة المنقولة من الأوراق التي تعد المصدر الى الحبوب في السنابل والتي تعد بمثابة المصب وأن النباتات ذات التغذية الجيدة بالبوتاسيوم تكون ذات كفاءة عالية في نقل البروتين من الأوراق الى الحبوب وهذا ما أشار أليه Mengel و Kirkby (1987) و Aown وآخرين ،(2012) . أو قد يعود سبب زيادة وزن الحبة إلى أن أضافة البوتاسيوم أدت إلى زيادة النمو الخضري والجذري وزيادة مساحة ورقة العلم (جدول 5) وتحسين صفات السنبلة مما أدى إلى زيادة حجم مواقع الحبوب (حجم المصبات) وأن حركة

جدول (20) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل وزن 1000 حبة (غم) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) في مرحلة النضج .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	24.28	24.03	22.96	23.76
K 50	25.84	24.32	23.03	24.40
K 100	26.29	24.78	24.22	25.10
K 150	27.82	25.46	24.39	25.89
LSD 0.05	3.21			1.85
معدل تأثير الأجهاد المائي	26.06	24.65	23.65	
LSD 0.05	1.60			

نواتج التمثيل من المصدر إلى المصب تعتمد على حاجة المصب لتلك المواد بعد الأخصاب (عطية ووهيب ، 1989) ، وتماثلت هذه النتائج مع نتائج الآلوسي (2002) من أن التسميد بالبوتاسيوم يؤدي إلى زيادة معنوية لوزن حبة الحنطة . ولقد توصل كل من Anderson و Bullock (1998) والسماك (2009) والتميمي (2012) والجبوري (2013) إلى نتائج مماثلة لما توصلنا إليها .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة وزن الـ 1000 حبة (غم) لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لوزن 1000 حبة في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي 27.82 غم ، و بلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 22.96 غم في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4- 4- 6- الحاصل البايولوجي (طن متري . هـ $^{-1}$) :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (21) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة الحاصل البايولوجي لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض الحاصل البايولوجي طن متري.هـ $^{-1}$ عند مرحلة النضج، وقد بلغ معدل الحاصل البايولوجي للنباتات مقدار 9.09 طن متري . هـ $^{-1}$ عند أضافة ماء الري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي وبنسبة أنخفاض مقدارها 17.3 و % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) ، ويعزى سبب الأنخفاض في الحاصل البايولوجي بتأثير تقليل كميات الري الى أنخفاض مكونات الحاصل البايولوجي بسبب أختزال أرتفاع النبات ومساحة الأوراق وقلة عدد الأشطاء والسنابل والحبوب وصغر حجمها، فضلاً عن أنخفاض نواتج البناء الضوئي اللازمة لأدامة نمو هذه الأعضاء بسبب قلة أعتراض الطاقة الشمسية وتحويلها الى طاقة كيميائية لأنغلاق الثغور وزيادة معدل التنفس وحدوث أضطرابات أيضية (Lauer و Boyer ، 1992). وتماثل هذه النتائج مع ما توصل إليه Ismail وآخرين (1999) والمعيني (2004) و الكيار (2005) الذين بيّنوا أن التعرض للأجهاد المائي خلال مختلف مراحل نمو الحنطة قد أدى الى أنخفاض الحاصل البايولوجي . وكذلك أكدت هذه النتائج مع نتائج Gholami و Asadollahi(2008) والتميمي (2012) وهاشم والحيدري (2012) الذين وجدوا زيادة في الحاصل البايولوجي بتقليل المدة بين مدد الري .

كما تشير النتائج في الجدول (21) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في صفة الحاصل البايولوجي طن متري .هـ $^{-1}$ لنبات الحنطة أذ بلغ معدل الحاصل البايلوجي مقدار (10.60 و 11.27) طن متري .هـ $^{-1}$ عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 16.7 و24.1 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى سبب الزيادة الى الدور الذي يؤديه البوتاسيوم في تأثيره في عدد كبير من الأنزيمات فضلاً عن زيادة النمو الخضري والجذري وأمتصاص المغذيات (Krauss ، 1993 و IPI ، 2000) ، وهذا يؤيد ما أشار إليه الآلوسي (2002) والمعيني (2004) و Abdullahi وآخرين (2006) والتميمي (2012) الذين أكدوا أن زيادة مستوى سماد البوتاسيوم أدى إلى زيادة في الحاصل البايولوجي .

جدول (21) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل الحاصل البايلوجي (طن متري . هـ $^{-1}$) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	9.42	9.34	8.49	9.08
K 50	10.93	10.68	8.63	10.08
K 100	11.37	11.04	9.38	10.60
K 150	12.23	11.72	9.86	11.27
LSD 0.05	2.15			1.24
معدل تأثير الأجهاد المائي	10.99	10.70	9.09	
LSD 0.05	1.08			

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة الحاصل البايولوجي طن متري.هـ $^{-1}$ لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة للحاصل البايولوجي في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي 12.23 طن متري.هـ $^{-1}$ و بلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 8.49 طن متري .هـ $^{-1}$ في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4- 4- 7- حاصل الحبوب (طن متري . هـ $^{-1}$) :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (22) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة حاصل الحبوب لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض حاصل الحبوب طن متري . هـ $^{-1}$ عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل حاصل الحبوب للنباتات مقدار (2.88 و 3.59) طن متري .هـ $^{-1}$ عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 34.7 و 18.6 % قياساً الى

جدول (22) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل حاصل الحبوب (طن متري . هـ $^{-1}$) لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	3.65	2.99	2.38	3.01
K 50	4.33	3.51	2.69	3.51
K 100	4.62	3.80	3.13	3.85
K 150	5.05	4.06	3.32	4.14
LSD 0.05	1.08			0.62
معدل تأثير الأجهاد المائي	4.41	3.59	2.88	
LSD 0.05	0.54			

معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه ، ويعزى تناقص الحاصل عند تقليل كمية مياه الري إلى تناقص واحد أو اكثر من مكونات الحاصل فأنخفاض عدد الأشطاء ومن ثم عدد السنابل وعدد السنيبلات وعدد الحبوب للسنبلة ووزن الحبة (الجداول 4 و 17 و18 و 19 و 20) كلها كانت سبباً لذلك . وتماثل هذه النتائج مع ما توصل إليه عامر (2004) والتميمي (2012) و Bano وآخرين (2012) والفتلاوي (2013) من أن تأثير عجز الماء سبّب في خفض حاصل حبوب هذه النباتات .

كما تشير النتائج في الجدول (22) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في صفة حاصل الحبوب طن متري .هـ $^{-1}$ لنبات الحنطة أذ بلغ معدل حاصل الحبوب مقدار (3.85 و 4.14) طن متري . هـ $^{-1}$ عند مستويات البوتاسيوم المضافة (100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها 27.9 و 37.5 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى سبب الزيادة إلى تأثيرات البوتاسيوم في النمو والسيطرة على الوظائف الفسيولوجية للنبات وأطالة مدة إمتلاء الحبوب وتحسين صفات النمو المرتبطة بمكونات الحاصل وزيادة مكونات الحاصل والحاصل البيولوجي التي أسهمت في زيادة حاصل الحبوب . وتؤكد هذه النتيجة ما توصل إليه الآلوسي (2002)

والمعيني (2004) والتميمي (2012) والجبوري (2013) من أن إضافة السماد البوتاسي إلى الحنطة أدت إلى زيادة معنوية في حاصل الحبوب نتيجة لتحسن صفات النمو وزيادة مكونات الحاصل. أو ربما يعزى زيادة الحاصل أيضا بزيادة مستويات البوتاسيوم الى زيادة عدد الأشطاء الحاملة للسنابل (جدول 4) . وهذه النتائج تؤكد ما ذكره Aown وآخرين (2012) من أن أستخدام البوتاسيوم بمستويات مختلفة أدى الى تحسين مكونات الحاصل .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة حاصل الحبوب طن متري .هـ $^{-1}$ لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لحاصل الحبوب في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100 % من قيمة الأستهلاك المائي 5.05 طن متري . هـ $^{-1}$ ، و بلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 2.38 طن متري . هـ $^{-1}$ في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

4- 4- 8- دليل الحصاد % :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (23) الى وجود تأثير معنوي لمستويات ماء الري المضاف في صفة دليل الحصاد % لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض دليل الحصاد عند مرحلة النضج ، وقد بلغ معدل دليل الحصاد للنباتات مقدار (31.98 و 34.01) % عند أضافة ماء الري 50 % و 75 % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 20.2 و 15.1 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % (بدون أجهاد مائي) وبالتتابع نفسه ، ويعزى سبب أنخفاض دليل الحصاد الى نقص الماء الذي أدى الى أنخفاض كفاءة الأوراق في أمداد الحبة بنواتج التمثيل الضوئي وقصر مدة أمتلاء الحبة مما أدى الى أنخفاض حاصل الحبوب أكثر من أنخفاض الحاصل البايولوجي فأنخفض دليل الحصاد (هاشم والحيدري ،2012). وهذا يتفق مع ما وجده Ismail وآخرين (1999) وعامر (2004) والكيار (2005) من أن التعرض للأجهاد المائي خلال مراحل النمو يؤدي الى أنخفاض قيمة دليل الحصاد .

جدول (23) : تأثير التسميد البوتاسي في معدل دليل الحصاد % لنبات الحنطة تحت ثلاثة مستويات من ماء الري المضاف (من قيمة الأستهلاك المائي) .

تراكيز البوتاسيوم كغم k . هـ$^{-1}$	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	38.58	32.05	28.37	33.00
K 50	39.41	34.19	32.28	35.29
K 100	40.67	34.45	33.40	36.17
K 150	41.67	35.36	33.88	36.97
LSD 0.05	**11.34**			N.S.
معدل تأثير الأجهاد المائي	40.08	34.01	31.98	
LSD 0.05	**5.67**			

وتبيّن النتائج في جدول (23) أن السماد البوتاسي لم يؤثر معنوياً في صفة دليل الحصاد إذ بلغت متوسطات دليل الحصاد (33.00 و35.29 و 36.17 و 36.97) % لكل من K0 وK50 وK100 و K150 على التوالي . يعود السبب ربما إلى الموازنة التي أحدثها البوتاسيوم في زيادة حاصل القش والحبوب . تماثلت هذه النتيجة مع ما توصل إليه الربيعي (2002) من أن الأسمدة الكيميائية المضافة لم يكن لها تأثير في دليل الحصاد % لمحصول الحنطة .

كما كان للتداخل بين مستويات ماء الري المضاف والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة دليل الحصاد % لنبات الحنطة ، إذ بلغت أعلى قيمة لدليل الحصاد في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي 41.67 % ، و بلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 28.37 % في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

5 - الأستنتاجات والتوصيات
Conclusions and Recommendations

5 – 1 - الأستنتاجات :

1- أثر الأجهاد المائي في أنخفاض صفات النمو الخضري والصفات الفسلجية وصفات الحاصل ومكوناته وأنخفاض تركيز الفسفور في الحبوب وزيادة تركيز النتروجين والبوتاسيوم ونسبة البروتين في الحبوب ، كما أزداد محتوى الأوراق من البرولين ومضادات الأكسدة الأنزيمية وهي الـ POD و الـ CAT و الـ SOD كوسيلة دفاعية ضد الإجهاد المائي العالي .

2- أثرت مستويات التسميد البوتاسي في زيادة صفات النمو الخضري والصفات الفسلجية وصفات الحاصل ومكوناته وتركيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ونسبة البروتين في الحبوب لاسيما عند أضافته بتركيز 150 كغم K . هـ$^{-1}$ ، وكذلك أزداد حاصل الحبوب نتيجة لزيادة مساحة ورقة العلم (المصدر) ووزن ألف حبة (المصب) ، كما أدت أضافة البوتاسيوم الى تحسين الأتزان المائي لنبات الحنطة المعرض للأجهاد المائي من خلال زيادة المحتوى الماء النسبي للأوراق وبالتالي تخفيف الأجهاد المائي العالي على نمو وحاصل النبات وذلك من خلال زيادة تركيز البوتاسيوم في النبات المنظم لفتح وغلق الثغور .

3- يستنتج أمكانية السقي بأضافة ماء 75 % من قيمة الإستهلاك المائي مع أضافة 150 كغم . هـ$^{-1}$ وهذا يمكن أن يؤدي الى تقنين المياه للحصول على أفضل أنتاج لأن هذا التداخل لم يختلف معنوياً عن أضافة ماء 100 % من قيمة الأستهلاك المائي مع التسميد البوتاسي 150 كغم . هـ$^{-1}$.

5 – 2 - التوصيـــــات :

1- نوصي بأعادة التجربة في أكثر من موقع وأكثر من سنة لدراسة تأثير المواقع والسنين على النتائج .

2- نوصي بأضافة سماد البوتاسيوم لتقليل التأثير السلبي للأجهاد المائي في محصول الحنطة .

3 - أستمرار الدراسات فـــــي تقليل التأثير السلبي للأجهاد المائي عند تعرض النبات لظروف التعطيش في مراحل نموه المختلفة بأضافة البوتاسيوم أو مواد لها تأثير مماثل .

4 - نوصي أستمرار دراسة تأثير سماد البوتاسيوم بالتداخل مع الأجهاد المائي على أصناف أخرى من الحنطة لمعرفة طبيعة تحملها وكذلك على محاصيل الحبوب الأخرى .

5- نوصي بتنفيذ تجربة لدراسة أي المراحل أفضل لإضافة السماد البوتاسي .

6 – المصادر باللغات العربية والأجنبية :

6 - 1 - المصادر العربية :

أبو ضاحي ، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس . 1988 . دليل تغذية النبات . مديرية دار الكتب للطباعة والنشر - جامعة بغداد .

أبو ضاحي ، يوسف و صادق كاظم تعبان .2005 . تأثير أضافة البوتاسيوم الى التربة وبالرش في حاصل قش وحبوب الحنطة وتركيز عناصر NPK فيهما .مجلة العلوم الزراعية العراقية 36 (2) : 23-30 .

الآلوسي ، يوسف احمد محمود. 2002. تأثير الرش بالحديد والمنغنيز في تربة متباينة التجهيز بالبوتاسيوم في نمو وحاصل الحنطة. أطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد .

الأنصاري ، عبد المهدي صالح ومصطفى علي فرج وزينب كاظم حسن . 2000 . تأثير طريقة أضافة البوتاسيوم على التداخل بين البوتاسيوم والملوحة وأثر ذلك على نمو نبات الشعير (*Hordeum vulgare* L.). مجلة الزراعة العراقية . 5 (2) 83-95.

بشور ، عصام ومحمد الفولي وانطوان صايغ وديليك أناك وحنفي عبد الحق وأيونيس بابا دوبولس ونزار أحمد . 2007 . دليل استخدام الأسمدة في الشرق الأدنى .منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO) . روما ،ايطاليا .

التميمي ، محمد صلال عليوي . 2012 . تأثير الرايزوبكترين والبوتاسيوم والشد المائي في نمو وحاصل حنطة الخبز (*Triticum aestivum* L.). أطروحة دكتوراه ـ كلية الزراعة ـ جامعة بغداد .

الجبوري ، بسمه عزيز حميد . 2013 . تأثير مستويات مختلفة من رطوبة التربة والبوتاسيوم في نمو وحاصل الحنطة *Triticum aestivum* L. (صنف سالي) . رسالة ماجستير . كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة كربلاء .

الحسني ، عقيل جابر عباس .1996 . تأثير السايكوسيل والنتروجين في نمو وحاصل الشعير (*Hordeum vulgare* L.) المزروع في مواعيد مختلفة. أطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الحفوظي ، سعد الدين ماجد حامد عبد الله . 2000 . تأثير الاثيفون ومعدل البذار والشد المائي في نمو وحاصل الشعير الأسود المحلي . أطروحة دكتوراه . كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل .

حمادي ، حمدي جاسم , أحمد خلف صالح . 2002 . تأثير معدلات البذار في حاصل الحبوب ومكوناته للشعير. مجلة العلوم الزراعية العراقية . 33 (1) : 89- 92 .

الحمودي ، مالك عبد الله عذبي (2011) . أستجابة أربعة أصناف من الحنطة (*Triticum aestivum* L.) لتراكيز البرولين المضافة تحت مستويات إجهاد مائي مختلفة . رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة كربلاء ، العراق .

الحيدري ، هناء خضير محمد علي . 2004 . تاثير مواعيد أضافة مستويات من النتروجين ومعدلات البذار في صفات نمو وحاصل ونوعية حنطة الخبز (*Triticum aestivum* L.) أطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد .

راضي، فائق حسن علي . 2001 . تأثير طرائق أستخدام الالار والمحتوى الرطوبي للتربة في النمو والحاصل وبعض الجوانب الفسيولوجية لنبات الحنطة (*Triticum aestivum* L.) ، رسالة ماجستير، كلية التربية ، جامعة الموصل ، العراق .

الراوي ، احمد عبدالهادي وتركي مفتن ورحيم عبدالله . 2005. تأثير الكثافة النباتية ومستوى السماد النتروجيني في نمو وحاصل الذرة الصفراء.المجلة الزراعة العراقية مجلد (10) عدد (2) .

الراوي ، خاشع محمود وعبد العزيز محسن خلف الله .1980. تصميم وتحليل التجارب الزراعية . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة بغداد .

الربيعي ، فائز عبد الواحد حمود. 2002. تأثير طريقة وموعد إضافة النيتروجين والبوتاسيوم في نمو وحاصل ونوعية ضنفين من الحنطة الناعمة (Triticum aestivum L.). أطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

السماك ، قيس حسين عباس.2009. سلوكية بعض الأسمدة البوتاسية في تربة صحراوية مستغلة زراعياً تحت أنظمة ري مختلفة.أطروحة دكتوراه.كلية الزراعة – جامعة بغداد .

الشلال ،علاء حسين علي . 2005. تأثير معوق النمو مبكويت كلورايد (pix) ورطوبة التربة في بعض الصفات المظهرية والفسلجية والإنتاجية لصنفين من الحنطة الناعمة (*Triticumaestivum* L.). رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل،العراق.

الطيبي ،شيماء محمد عبد . 2009. أستخدام منظم النمو (IAA) لتقليل ضرر الجفاف في نمو صنفين من الحنطة الناعمة (*Triticum aestivum* L.). رسالة ماجستير ، كلية التربية - جامعة الموصل .

عامر ، سرحان أنعم عبده . 2004 . أستجابة أصناف مختلفة من قمح الخبز (*Triticum aestivum* L.). للاجهاد المائي تحت ظروف الحقل . أطروحة دكتوراه - كلية الزراعة – جامعة بغداد .

عطية، حاتم جبار وكريمة محمد وهيب. 1989. فهم انتاج المحاصيل. الجزء الاول. دار الحكمة للطباعة والنشر. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة بغداد. مترجم .

علي ، نور الدين شوقي. 2012 . تقانات الأسمدة وأستعمالاتها. وزارة التعليم العالي والبحث والعلمي. جامعة بغداد – كلية الزراعة . مطبعة الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة .

عيسى ، طالب أحمد . 1990. فسيولوجيا نباتات المحاصيل. للمؤلفين جاردنر ، ر. ب. بيرس ور. آل. منجيل . كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الفتلاوي ، سناء خادم عبد الأمير . 2013. تأثير الرش بحامض الأبسسك في تحمل نبات الحنطة (*Triticum aestivum* L.) النامي تحت مستويات مختلفة من الاجهاد المائي. رسالة ماجستير . كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة كربلاء .

الگيار ، عادل سليم هادي علي . 2005 .أستجابة بعض أصناف حنطة الخبز *Triticum aestivum* L. لكميات مياه الري ومواعيد الزراعة . أطروحة دكتوراه . كلية الزراعة – جامعة بغداد .

المبارك ، نادر حافظ عباس و عباس عبد الرحمن .2009 . تأثير حامض الجبريليك GA_3 والسماد البوتاسي في الحاصل الحبوبي للصنف أباء 99 والتركيب الوراثي 12 - 9 من الشعير *Hordeum vulgare* L. .

محمد ، حسين عزيز . 2012. التغذية الورقية لعنصري المنغنيز والبورون في نمو وحاصل الذرة الصفراء *Zea mays* L. تحت نسب أستنزاف رطوبية مختلفة . أطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد .

محمد ، محفوظ عبد القادر واحمد عبد الجواد و ذياب احمد قاسم . 2005. تأثير الري التكميلي في الحاصل ومكوناته لعدة تراكيب وراثية من محصول الشعير تحت الظروف المطرية في شمال العراق . مجلة تكريت للعلوم الزراعية . مجلد 5 (1) : 1-10.

محمد ، هناء حسن . 2000. صفات نمو وحاصل ونوعية أصناف من حنطة الخبز بتأثر موعد الزراعة. أطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد.

المظفر ، سامي عبد المهدي . 2009 . كيمياء البروتينات . الطبعة الأولى ، دار المسيرة للنشر والتوزيع –عمان- الأردن .

المعماري، بشرى خليل شاكر. 2000. تأثير الشد المائي على ثبات الغشاء الخلوي ودالة الانقسام الميتزوي في صنفين من الحنطة. مجلة التربية والعلوم. العدد 40: 11 – 19.

المعيني ، أياد حسين علي .2004 . الأحتياجات المائية لأربعة أصناف من حنطة الخبز(*Triticum aestivum* L.). تحت ظروف الشد المائي والسماد البوتاسي . أطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الموسوي ، أحمد نجم عبد الله .2010. تأثير تجزئة السماد البوتاسي والماء الممغنط في نمو و حاصل الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) . أطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد .

الموسوي ، ندى سالم عزيز . 2001. تأثير الشد الملحي والمائي في نمو وإنتاج نبات الحنطة (*Triticum aestivum* L.) . رسالة ماجستير، كلية التربية - جامعة القادسية .

نجم ، عبد الواحد يوسف ، عبد الله همام عبد الهادي ومحمد صالح خضر. 1997. حقائق عن البوتاسيوم. مركز البحوث الزراعية. وزارة الزراعة والأصلاح الزراعي – جمهورية مصر العربية .

النعيمي ، سعد الله نجم عبد الله . 1990 . علاقة التربة بالماء والنبات. مطابع التعليم العالي ، جامعة الموصل - العراق.

هاشم ، عماد خليل. 2011 . تأثير فترة الري وموعد الزراعة في نمو وحاصل حنطة الخبز(*Triticum aestivum* L.) رسالة ماجستير. كلية الزراعة .جامعة بغداد .

هاشم ، عماد خليل وهناء خضير الحيدري . 2012 . أستجابة بعض صفات نمو حنطة الخبز لمواعيد الزراعة وفترات الري . مجلة العلوم الزراعية العراقية 43(5) :42-51.

الوهبي ، محمد حمد وصلاح محمد عمر. 1995 . فسيولوجيا النبات العامة. الجزء الأول. كلية العلوم – جامعة الملك سعود .

ياسين ، بسام طه. 1992. فسلجة الشد المائي في النبات ، دار الكتب للطباعة والنشر،جامعة الموصل.

اليونس، عبد الحميد احمد ومحفوظ عبد القادر محمد وزكي عبد الياس. 1987. محاصيل الحبوب. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.

6 -2 - المصـــادر الأجنـبيـــــة :

- Abassi , N. A. ; M. Kushad and Endress. 1998 . Active oxygen scavenging enzyme activities in developing and fruits . *Sientia Horticulturae* . 74:183-194 .

-Abayomi , Y.A. 2007. Comparative effects of induced water stress on nutrient uptake and water soluble carbohydrates accumulation in sugar beet and wheat. Ife J. of Agric. 22 (1).

-Abdullahil , B. ; M.D. ; Abdulkarim , A. and Hidakatetushi. 2006. Effects of fertilizer potassium on growth , yield and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum*) under water stress conditions . South Pacific Studies . 27 (1).

-Abedi,T. and Pakniyat, H.2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) . Czech J. Genet. Plant Breed., 46 (1): 27–34.

- Adrian , .Dr. 2004. Potassium role in plant growth . J. of Plant and Soil . 80(3) : 37-39.

-Aebi,H.,(1983).Catalase in vitro, Methods of Enzymology,105:121-126.

-Afzal,I.,Basra.S.M.,Hameed.A. And Fakoo Q.m.(2006).Physiological enhancements for alleviation of salt stress in wheat. Pak .J .Bot. 38(5):m1649-1659.

-Ahmadizadeh, M.Valizadeh M., Zaefizadeh M. and Shahbazi H.(2011) . Antioxidative protection and electrolyte leakage in durum wheat under drought stress condition. J. Applied Sciences Research, 7(3):236-246.

-Akhkha, A. ; T., Boutraa and A., Alhejely. 2011. The rates of photosynthesis, chlorophyll content, dar respiration, proline and abscicic acid (ABA) in wheat (*Triticum durum*) under water deficit conditions,Int. J. of Agriculture and Biology.

-Akram,M.2011. Growth and yield components of wheat under water stress of different growth stages. Bangladesh J. Agric. Res. 36(3) : 455-468.

-Alam , M.Z. ; M. S. Rahman ; M. E. Haque ; M . S. Hossain ; M.A.K Azad ; and M.R.H khan 2003. Response of irrigation frequencies and different doses of N fertilization on the growth and yield of wheat . Pakistan J. of Biological Science . 6 (8) : 732-734 .

-Alderfasi, A.A. and Y.A. Refay. 2010. Integrated use of potassium fertilizer and water schedules on growth and yield of two wheat genotypes under arid environment is Saudi Arabia . 1- Effect on growth characters. Amer. Eur. J. Agric. And Environ. Sci., 9 (3) : 239-247.

-Aldesuquy,H.S.; Abbas,M.A., Abo- Hamed,S.A., Elhakem,A.H. and Alsokari,S.S.(2012). Glycine betaine and salicylic acid induced modification in productivity of two different cultivars of wheat grown under water stress, J. of Stress Physiol.and Biochem. , 8(2) : 72-89.

-Al-Omar, M.A.,Chrstine B.and Alsarra I.A.(2004).Pathological roles of reactive oxygen species and their defense mechanisms. Saudi Pharmaceutical Journal . 12:1-18.

-Al-Salmani , H.K. , A.A. Alrawi and N.A.K. Hassn . 1986. Effect of P. fertilizer and irrigation on the growth and yield of wheat . 4th Scientific Conf. Scientific , Res. Council. Baghdad , Nov. 1986.

-ALscher, R.G., Erturk N.and Heath L.S.(2002). Role of superoxide dismutase (SODs)in controlling oxididative stress in plants . J.Exp. Bot.53(372):1331-1341.

-Al-Tabbal, J. A. ;Kafawin, O. M. and Ayad, J. Y. (2006). Influence of water stress and plant growth regulators on yield and development of two durum wheat (*Triticumturgidum l.* var. durum) cultivars . Jordan J. of Agric. Sci., 2 (2): 28-37.

-Al-Zubaidi, A. H. 2001. Potassium status in Iraqi soil. Regional workshop on: Potassium and water management in West Asia and North Africa IPI Amman / Jordan.

-Amrutha, R. N.; P. N. Sekhar; R. K. Varshney, and P. B. K. Kishor. 2007. Genome-wide analysis and identification of genes related to potassium transport families in rice (*Oryza sativa* L.) .Plant Science.172:708 – 721 .

-Amini, F. and Ehsanpour A. A., 2005. Soluble proteins, proline, carbohydrates and Na^+\ K^+ changes in tow tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars under in *vitro* salt stress. Am. J. of Biochem. and Biotechn.,1(4):204 – 208.

-Anderson, L. L., and D. G. Bullock. 1998. Variable rate fertilizer application for corn and soybean. J. of pl. Nutr. 21 (7) : 1355 – 1361.

-Aown,M. , S. Raza, M. F. Saleem, S. A. Anjum, T. Khaliq and M. A. Wahid. 2012. Foliar application of potassium under water deficit conditions improved the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.).J. Anim. Plant Sci., 22(2): 431- 437.

-Armengaud, P.; R. Breitling, and A. Amtmann. 2004. The potassium-dependent transcriptome of Arabidopsis reveals a prominent role of Jasmonic acid in nutrient signaling. Pl. Physiol. 136:2556–2576.

-Asada , K . 2000 The water-water cycle as alternative photon and electron sinks. Phill.Trans. R. Soc. Lond. B., 355:1419-1431.

-Asgharipour, M.R. and M . Heidari .2011. Effect of potassium supply on drought resistance in sorghum: plant growth and macronutrient content.Pak. J. Agric. Sci., 48(3):197-204.

-Ashley, M. K.; Grant, M. and Grabov, A. (2006). Plant responses to potassium deficiencies : role for potassium transport proteins. J. of Experimental Botany, 57 (2) : 425 – 436.

-Ashraf, M. Y.; A. H. Khan and R. A. Azmi. 1992. Cell membrane stability and its relation with some physiological processes in wheat . Acta. Agromic. Hungarica. 41: 183-191.

-Ashraf, M. Y.; A. R. Azmi, A. H. Khan and S.A.Ala. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.) Acta. Physiologiae Plantarum. 16. (3): 185 – 191.

-Ashraf, M. and Foolad, M. R. (2007). Roles of glycinebetaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Env. Exp. Bot., 59 (2) : 206-216 .

-Austin, R. B.; J. Bingham, R. D. Black well, L. T. Evans, M. A. Ford, C. L. Morgan and M. Tylor. 1980. Genetic improvement in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. J. Agric. Sci Camb. 94: 675 – 689.

-Bankar , K.B., S.V. Gosavi and V.K. Balsane .2008. Effect of different irrigation treatments on growth and yield of wheat crop varieties.Int . J. Agric.Sci. 4: 114-118.

-Bano, A. ;Ullah , F. and Nosheen , A. (2012). Role of abscisic acid and drought stress on the activities of antioxidant enzymes in wheat. Plant Soil Environ., 58 (4): 181–185.

-Baque, Md. A.; Md. A. Karim, A. Hamid and H.Tetsushi.2006.Effect of fertilizer potassium on growth, yield and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum*) under water stress conditions. South Pacific Studies. 27(1):25-35.

-Bates,L.S., Waldes, R.P. & Teare, T.D.1973 .Rapid determination of free proline for water stress studies .Plant & Soil. 39 : 205 –207.

-Buchholz, D.D., and J.R. Brown. 2005. Potassium in Missouri soils. University of Missouri. Columbia.

-Cakmak, I., 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects in plants. J. Pl. Nutr. 168, 521-530.

-Candan, N. and Tarhan, L. (2003) The correlation between antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation levels in *Mentha pulegium* organs grown in Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} and Mn^{2+} stress conditions. Plant Science, 163: 769-779 .

-Castro-Nava, S. and J. H. Alfredo. 2002. Accumulation of proline in the leaves of grain sorghum [*Sorghum bicolor* L. Moench] genotypes which differ in their response to drought.

-Chakraborty, U. and Pradhan, B.(2012). Oxidative stress in wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) exposed to water stress and study of their antioxidant enzyme defense system , water stress responsive metabolites and H_2O_2 accumulation.Braz.J.Pl. Physiol. , 24(2) : 117-130.

-Chapman, H. D. and F. P. Pratt (1961). Methods of analysis for soils, plants and water. Univ. of. Calif. Div. Dav. Division of Agric. Sci. 309P.

-Chauhan , K. P. S. , Chauhan, C. P. S. & Kumar, D. 1980. Free Proline accumulation in cereals in relation to salt tolerance . Plant & Soil , 57 : 167 – 175 .

-Chaves, L. H. G.; R. A. Viegas ; A. C. F. Vasconcelos, and H. Vieira. 2005. Effect of potassium on moringa plants grown in nutrient solution.Revista De Biologia E Ciencias Da Terra.5 (2).

-Chelikani ,P., Fita,I. and Loewen,P.C (2004).Diversity of structures and properties among catalases .Cell.Mol.life Sci.61(2) :192-208.

-Clarkson, D. T., and J. B. Hanson. 1980. The mineral nutrition of higher plants. Ann. Rev. pl. Physiol. 31 : 239 – 298.

-Claussen , W. 2004. Proline as a measure of stress tomato plants .Plant Sci. 168 p 241 248. Available online at www. Sci. direct. Com.

-Dadashi, M.R. 2006. Evaluation of effect of drought and salinity stresses on barley landrace genotypes. The first International conference on the theory and practices in biological water saving (ICTPB), boiting responses against drought stress. Pl. Physiol. 126: 1196 – 1204.

-Daliparthy, J.; A. V. Barker, and S. S. Mondal. 1994. Potassium fractions with other nutrients in crops. A review focusing on the tropics. J. pl. Nutr. 17 : 1859 – 1886.

-Day, A. D. and S. W. Intalap. 1970. Some effects of soil moisture stress on the growth of wheat (*Triticum aestivum* L.).Agron.J. 62: 27–29.

-Dey, P.M., M.D.Browneader and J. B. Harbone . (1997) . The plant , the Cell and its molecular components. In ; plant Biochemistry (eds. Dey, P.M. and J. B. Harborne) . 1 – 47 Academic press (AP) . California. USA .

-Dobermann , A. 2001. Crop potassium nutrition implications for fertilizer recommendations. Supplemental paper for the proceeding of thirty first North Central Extension Industry Soil Fertility Conference. Vol. 17.

-Dolferus, R. ;Xuemei,J.I., Baodi,D., Behrouz,S., JaneE E.,Trijntje,H., Rosemary , G. W. and Frank , G. , (2011) . Control of ABA catabolism and ABA homeostasis is important for reproductive stage stress tolerance in cereals, the American Society of Plant Biologists,: 52 pp.

-Donald, C.M.1962. In search of yield.J.Aust.Inst.Agric.Sci.28:171–178.

-Donaldson , E. 1996 . Crop traits for water stress tolerance , Am. J. Altern . Agric. Greenbelt, M. D. Henry, A. Wallace Institute for Alternative Agriculture V. 11: 80-83. (Abs.)

-Dypbukt, J.M.,Ankarcrona, M.,Burkittm ., Sjoholm A., Strom K. , and P.Nlcotera.(1994).Different pro oxidant levels secreting growth , trigger apoptosis, or produce necrosis of in 5 ulinsecreting RIN m51 cells; the role intracellular polyamines . J.Biol. Chem. .269 ; 30553 - 30560.

-Ebtisam , I. , Eldardiry , M. Abd El-Hady and Soadm. El-Ashry. 2010. Effect of water regime and potassium application on water relations and nutrients uptake of wheat plant. International Journal of Academic Res. 2(2): March .

-Edward , N.k. 2000. Potassium. In The Wheat Book, Principles and Practices by Anderson, W.K. and Garlinge , J., Agric. Western Australia , Dept. of Agric., October 2000.

-Ehdaie, B. 1995. Variation in water use efficiency and its components in wheat: II. Pot and field experiments. Crop. Sci 35: 1617 – 1626.

-El-Ashry., M. Soad and M.A. El-Kholy. 2005. Response of wheat cultivars to chemical desiccants under water stress conditions. J. Appl. Sci. Res., 1 (2): 253-262.

-El-Batal, M.A; M.H. Abdul-Gawad; A.M. Mona; and El-Set A. Abdel-Aziz (2002). Water requirements in relation to growth stages in wheat. Zaka. J.of Agric. Res. Vol.29(3).

-El-Kholy and M.S. Gaballah .2005. Productivity of wheat cultivars as affected by seeding methods and reflectant application under water stress condition. J.Agron.,4(1):23-30.

-Elsahooki,M.M.2013.Breeding Crop for Abiotic Stress Molecular and Epigenetic Approach . Coll. of Agric. Univ. of Baghdad ,p.p.244.

-Fanaei , H.R. , M. Galavi , M. Kafi , A. Ghanbari B. 2009. Amelioration of water stress by potassium fertilizer in two oil seed species. International J. Plant Production , 3 (2) : April.

-FAO , 1986. Crop Water Requirement. Irrigation and Drainage paper (24),164-169.

-FAO , 2000. Fertilizers and their use. A Pocket Guide for Extension Officers, 4th edition. Roma , Italy.

-Farhad, W.; M.A. Cheema , M. F. Saleem and M.Saqib.2011.Evaluation of drought tolerance in maize hybrids. Int. J. Agric. Biol. ,13(4) : 523-528 .

-Farooq, M. ;Basra S. M. A. ,Wahid, A. ,Cheema, Z. A. , Cheema, M. A. and Khaliq,A.(2009). Physiological role of exogenously applied glycinebetaine in improve drought tolerance of fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). J. Agron. Crop Sci., 194:325-333.

-Fattman , C. L. ,Enghild J. J. , Crapo J. D. , Schaeter L. M. , valnickova Z. and oury T. D. (2000) . Purification and characterization of Extracellular superoxide dismutase in Mouse lung .Bio. chem. Biophys. Research comnunicutions. 275;542-548.

-Feucht, D. M. S. and Hofner, N. (1982). Changes in leaf blades and the chlorophyll content of flag leaves of winter wheat due to growth regulator applications. Zeitschrift Fur Flanzenernahung and Bodenkunde, 145: 288-295.

-Fisher, R. A. 1970. The Effect of Water Stress at Various Stages of Development on Yield Processes in Wheat. In Plant Response to Climatic Factor (ed. R.O. Slater) Proceeding of the Uppsals Symposium UNESCO, Paris .1973.

-Fridovich, I. (1995). Superoxide radicals and superoxide dismutase . Annu.Rev.Biochem.64;97-112.

-Foulkes, M. J.; R. K. Scott and R. Sylvester. 2002. The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK condition : formation of grain yield. D. J. Agric. Sci. Cambridge. 138: 153 – 169.

-Gallagher, J. N.; P. V. Biscoe and B. Hunter. 1976. Effect of drought on grain growth. Nature. 264: 541 – 542.

-Gara, L. D., M. C. Pinto, F. Tommasi. 2003. The antioxidant systems vis-á-vis reactive oxygen species during plant-pathogen interaction,Pl. Physiol. and Biochem. 41: 863-870.

-Gharib ,A . F ., I .E . Mohamed and M .A. Kareem .2009. Effect of Irrigation intervals and NPK on yield and seed quality of wheat (*Triticum aestivum* L .). Sudan J. of Agric. Res.13 :37 – 46 .

-Ghazihamid,B.,Izzat,S.H.and Noboru , N. 2007 . Induction of some antioxidant enzymes in selected wheat genotype . African Crop . Sci. Conference Proc.Vol.8 PP. 841-848.

-Gholami , A. and A.P. Asadollahi. 2008. Improving wheat grain yield under water stress by stem hydrocarbon reserve utilization. Pak. J. Biol. Sci. 11 : 2484-2489.

-Ginuta, F.; R. Motozo and F. Deidda. 1995. Effects of drought on leaf area development, biomass production and nitrogen uptake of durum wheat grown in Mediterranean environment. Aust. J. Agric. Res. 46: 99 – 111.

-Goring, H. and Plescher, F. 1986. Proline accumulation induced by weak acid and IAA. in coleoptiles of wheat seedling plants. Biol. Plant. 28 (6): 401- 406.

-Gupta , A. S. , R. P. Webb , Holaday A. S. , Allen R. D. , (1993) . Over expression of superoxide dismutase protects plants from oxidative stress induction of ascorbate peroxidase in superoxide dismutase-over expressing plants. Plant physiol.103 ; 1067-1073.

-Gupta , N. K. , Gupta , S. and Kumar , A. 2001 .Effect of water stress on physiological Attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages J. of Agron.& Crop Sci. Vol. (186) : 1-7 .

-Hasanpour, J. ;Arabsalmani, K. , Panahi, M. and Sadeghi Pour Marvi, M.(2012). Effect of inoculation with vamycorrhiza and azotobacter on grain yield,LAI and protein of wheat on drought stress condition. Inter. J. of Agriscience, 2(6): 466-476.

-Havlin,J.L.; J.D. Beaton; S.L. Tisdale ; W.L. Nelson. 2005. Soil fertility and fertilizers, An Introduction to Nutrient Management,7th ed, Upper Saddle River New Jersey. USA. pp.515.

-Haynes , R. J. 1980 .A comparison two modified Kijeldahl digestion techniques for multi element plant analysis with convention wet and dry ashing methods Commune in Soil Sci. Plant Analysis. 11- 459 – 467.

-Herouart D,Bowler C.Tsang EWT,Van Camp W.Van Montagu M,Inze D.(1991).Differential expression of superoxide dismutase gene in Nicotina Plumbaginifolia exposed to environmental stress conditions .IN EJ Pell .Kl steffen ,eds,active oxygen/oxidative stress and plant Metabolism .Amer .Soc.plant Physiologists , Rockville,MD,PP250-252.

-Hoogenboom, G., C. M. Peterson and C. M. Hunk and M. G. Hunk 1987. Shoot growth rate of soybean as affected by drought stress. Agron. J. 79:598-606.

-Hsiao. T. C. , E. Acevedo , E. Fereves and D. W. Henderson .1976. Stress metabolism, water stress, growth, and osmotic adjustment. Phil. Trans. R. Soc. London B273: 479-500.

-Hussain , G. ; A. A. AL – Ghsmdi, and A. A. AL-Noaim. (1991). Effect of irrigation intervals on yield and water use efficiency of sun flower (*Helianthus annuus* L.) in AL. Ahsa. Sudia Arabia. Arid Soil Res. and Rehabilitation. 5 (4) : 289 – 296 .

-Hussain , A.; M.R. Chaudhry ; A. Wajid ; A.Ahmed ; M. Rafiq ; M. Ibrahim ; and A.R. Goheer (2004). Influence of water stress on growth , yield and radiation use efficiency of various wheat cultivars. International J. of Agric. And Biology . 6 (6): 1074-1079.

-Hussein, M.M. and C. Y. El-Dewiny.2011. Mineral constituents of fenugreek varieties grown under water stress condition. Aust. J. Basic & Appl. Sci., 5(12): 2904-2909.

-Ibrahim , M.E. , S.M. Abdel-Aal , M.F.M. Seleiman , H. Khazaei and P. Monneveux. 2010. Effect of different water regimes on agronomical traits and irrigation efficiency in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in the Nile delta. From internet : http : // www. Shigen. Nig. Ac. Jp / ewis / article / html / 73 article. html.

-Innes, P. ; and R. D. Blackwell. 1981. The effect of drought on the water use and yield of two spring wheat genotypes. J. Agric. Sci. Camb. 96: 603 – 610.

-International potassium Institute(IPI).2000.Potassium in plant production . Basel . Switzerland.

-Ismail, M. I.; M. Duwayri and O. Kafawin. 1999. Effect of water stress on growth and productivity of different durum wheat crosses compared to their parents. Dirasat, Agric. Sci. 26: 98 – 105.

-Jamal, M.; M. S. Nazir, S. H. Shah and N. Ahmed. 1996. Varietal responses of wheat to water stress at different growth stages effect on grain yield, straw yield, harvest index and protein content in grain. Rachis(ICARDA) Barley and Wheat.News Letter 15:38–45.

-Jamieson , P.D. ; R.J. Martin ; G.S. Francis , and J.R. Porter (1996). Analysing wheat biomass and grain yield response to drought using Afric wheat . proceeding of the 8th Australian Agro. Conference , Toowoomba , 1996.

-Jarret, E. R. and V. J. Baird. 2001. Specific nutrient recommendation grain production giude No. 4 Published by Center for Integrated Pest Management North Carolina. Cooperative extention. P: 1-6.

-Jensen , H. H. 2003 . The effect of potassium deficiency on growth and N_2 - fixation in *Trifolium repens*. Physiol. Plant. .119(3):440-449.

-Johari-Pirevatlou, M. ;Qasimov, N. and Maralia, H. (2010). Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines . Afr. J. of Biotech. , 9(1):36-40.

-Kafkafi , U.; G. Xu ; P. Imas; H. Magen, and J. Tarchitzly. 2001. Potassium and Chloride in Crops and Soils. The Role of Potassium Chloride Fertilizer in Crop Nutrition. IPI Research Topics No. 22. IPI. Basel, Switzerland.

-Kakar , K.M. (2003). Irrigation and N-levels for wheat varieties under bed – planting system. Ph.D. Dissertation. NWFP Agricultural University , Peshawar – Pakistan.

-Kamran, M.; M. Shahbaz, M. Ashraf and N.A. Akram .2009. Alleviation of drought-induced adverse effects in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) using proline as a pre-sowing seed treatment. Pak. J. Bot., 41(2): 621-632.

-Karlen, D. L.; Ellis, L. RWhitney, D. A. and Crunes D. L., (1980). Influence of soil moisture on soil solution cation concentration and the tetany potential of wheat forage. J. Agron., 72: 73-78.

-Karron, M. J. and J. H. Maranvilla. 1994. Response of wheat cultivars to different soil nitrogen and moisture regime I. Dry matter partitioning and root growth. J. of Pl. Nutr. 17: 729-744.

- Karron, M. J. and J. H. Maranvilla. 1995. Response of wheat cultivars to different soil nitrogen and moisture regime I. leaf water conductance an photosynthesis. J. of Pl. Nutr. 18: 777.

-Katerji, N. ,Mastrorilli, M. , Hoornc, J. W. , Lahmerd, F. Z. , Hamdyd, A. and Oweise (2009). Durum wheat and barley productivity in saline-drought environments. Euro. J. Agron., 31(1):1-9.

-Kazmi, R. H. ; Khan, M. Q. and Abbasi, M. K. (2003). Effect of water stress on the performance of wheat grown under controlled conditions at rawalakot. Sarhad J. Agric., 19:61-68.

-Keyvan, S. (2010) . The effect of drought stress on yield , relative water content , proline , soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. J. of Animal And Plant Sci., 8 (3): 1051 – 1060.

-Khakwani, A. A. ; Dennett, M. D. and Munir, M. (2011). Drought tolerance of screening wheat varieties by inducing water stress conditions.Songklanakarin J. Sci. Technol., 33 (2): 135-142.

-Khan , A. H., M. Y. Ashraf , A.R. Azmi and S.S. Naqvi. 1992. The effect of drought on the water relation and tolerance of different wheat varieties. Sci., Int. 2 : 185-188.

-Khan, H. Z .; M .A . Malik , M . F. Saleem and I. Aziz .2004. Effect of different potassium fertilization levels on growth, seed yield and oil content of Canola (*Brassica nopus* L.) Int. J. Agri. Biol.,3,557-559.

-Kheiralla, K. A.; B. R. Bakheat and R. A. Dawood. 1989. Response of wheat to drought conditions at different growth stages. Assuit. J. of Agric. Sci. 20(1): 161 – 175.

-Kilic , H. and Yagbasanlar, T. (2010). The effect of drought stress on grain yield , yield components and some quality traits of durum wheat (*Triticum turgidum Ssp. Durum*) cultivars. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj ., 38 (1) : 164-170.

-Kono, Y. and I. Fridovich, 1983. Inhibition and reactivation of Mn-Catalase. J. Biol. Chem. , 258: 13646-13468.

-Krauss,A.1993.Role of Potassium in Fertilizer Nutrient Efficiency.Cited by K. Mengel and A.Kraus.1993.K Availability of Soils in West Asia and North Africa-Status and Perspectives. Basel ,Switzer land.

-Krauss, A. 2003. Assessing soil potassium in view of contemporary crop production. Regional IPI – LIA – LUA workshop on balanced fertilization in contemporary plant production. IPI.

-Krenzer, E. G. 2003. Wheat Growth Development and Yield Components. Oklahoma Cooperative Extension Service, Wheat Management in Oklahoma A handbook for Oklahoma's Wheat Industry, Oklahoma State University E. 831.

-Kumari,S.(2009).Cellular change and their relationship to morphology , abscisic acid accumulation and yield in wheat (*Triticum aestivum*) cultivars under water stress.Amer. J. of Pl. Physiol. , 21pp.

-Laegried, M.; O. C. Bockman; and O. Kaarstad. 1999. Agriculture, Fertilizers and Environment. CABI, Oxon, UK.

-Lakshmi, P.M., R.B. Chandra, J.E. Cairns, and H.R. Lafitte.2005. Comparative physiology of rice and wheat under drought, Inter Drought – II: Coping with drought University of Rome "LA sapienza", Rome, Italy.

-Laniewski, N.G.and Grayson J.M.(2004) . Antioxidant treatment reduces expansion and contraction of antigen specific CD8T cells during primary but not secondary viral infection. J. Virology . 78(20) : 11246 – 112567.

-Lauer, M. J. and J. S. Boyer. 1992. Internal CO_2 measure directly in leaves: abscisic acid and low water potential cause opposing effect. Pl. Physiol. 98: 1010 – 1016.

-Levitt, J. 1972. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. 1. Academic Press, New York. 697.

-Lin , D. L . ; Helyer, K. R. , Conyers , M. K. , Fisher , R. and Poile, G.(2004). Response of wheat triticale and barley lolim application in semi arid soil. Field Crop. Res. , 90(2-3): 287 – 301(on Line Abstr).

-Ludlow, M. M. ; Santamaria, F. J. and Fukai, S. 1990. Contribution of osmotic adjustment to grain yield of [*Sorgum Bicolor* (L.) Moench] under water-limited conditions .2. water stress after anthesis. Aust . J. Agric. Res. 4l: 67-78 .

-Luna , G.M.Pastori , S.Driscoll, K.Groten S. Bernard and C.H.Foyer , (2004) . Drought controls on H_2O_2 accumulation , catalase (CAT) activity and CAT gene expression in wheat . J. of Experimental Botany , 56:417-423.

-Marklund,S.and Marklund,G.,(1974).Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. J. Biochem. , 47(3):469-474.

-Markowitz , H. , cartwrigh TG. E. and wintrobe M. M.(1959) .Studies on copper metabolism XXVII. the isolation and properties of an erythrocyte cuproprotein (erythrocuprein).J.Biol.chem. 234;40-50.

-Marschner , H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.San Diego. NY.

-Mclntyre , M. , Bohr , D. F. and Dominiczak A. F.(1999). Hyperetnsion . 34:539- 454.

-Mengl,K. and Pfluger, R(G).1969 . The influence of several salts and several inhibitors on the root pressure of *Zea mays* , Pl. Physiol. , 22: 840-849.

-Mengel , K ., and E . A . Kirkby . 1987 . Principles of Plant Nutrition , 4th Edition . IPI , Bern , Switzerland .

-Mengel , K. and E. A. Kirkby . 2001. Principle of Plant Nutrition.5th ed kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

-Mesbah, E.A.E. 2009. Effect of irrigation regimes and foliar spraying of potassium on yield, yield components and water use efficiency of wheat(*Triticum aestivum* L.) in sandy soils. World J. Agric. Sci., 5(6):662-669.

-Mirbahar, A.A.; G.S. Markhand, A.R. Mahar, S. A. Abro and N. A. Kanhar.2009 . Effect of water stress on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. Pak. J. Bot., 41(3): 1303-1310.

-Mittler, R. (2002). Oxidative Stress, antioxidants and stress tolerance trends. Plant Sci., 7:405-410.

-Moaveni, P . 2011. Effect of water deficit stress on some physiological traits of wheat(*Triticum aestivum* L.). Agric. J. Sci. Res.1(1) 64 – 68.

-Moayedi, A. A. ; Boyce, A. N. and Barakbah, S. S. (2010a) . The performance of durum and bread wheat genotype associated with yield and yield component under water deficit conditions .Austr. J. of Basic and Applied Sci., 4(1):106-113.

-Moayedi,A.A. ; Boyce,A. N. and Barakbah,S.S.(2010b).Spike traits and characteristics of durum and bread wheat genotypes at different growth and developmental stages under water deficit conditions. Austr. J. of Basic and Applied Sci.,4 (2): 144 – 150.

-Mollasadeghi ,V.; M. Valizadeh, R. Shahryari and A. A. Imani.2011. Evaluation of drought tolerance of bread wheat genotypes using stress tolerance indices at presence of potassium humate. Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci., 10 (2): 151-156.

-Moller, P., Wallin H.and Knudsen L.(1999).Oxidative stress associatcd with exercise, psychological stress and lifestyle factors. Chem. Biol. Interact. 102;17-36.

-Moussa, H.R.and Abdel-Aziz S.M.(2008).Comparative response of drought tolerant and drought sensitive maize genotypes to water stress. Australian Journal of crop science. 1(1) ; 31-36 .

-Mujtaba , S.M., Muhammad A. , M.Y. Ashraf , B. Khanzada, S..M. Farhan, M.U. Shirazi, M.A. Khan , A. shereen and Mumtaz . 2007. Physiological responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes under water stress conditions at seedling stage. Pak. J. Bot., 39 (7) : 2575-2579.

-Nadall,S.M. Balogy E.R. and Jochvic N.L.,(2011).Hydrogen Peroxide is scavenged by antioxidant enzymes in wheat plants.Plant cell physiol .29;534-541 .

-Naqvi,S.S.M. ,Mumtaz,S. , Shereen ,A. and Khan,M.A. (2002). Comparative perfomance of two methods for proline estimation in wheat . pak.j.Bot. , 34(4):355-358 .

-Nazarli , H. and Faraji , F. (2011) . Response of Proline , Soluble sugars and antioxidant enzymes in wheat (*Triticum aestivum* L.) to different irrigation regimes in greenhouse condition .Vol. XLIV , No. 4 (148).

-Nutra flo's. 2005. Effective potassium management. Bulletin No. 6p 12-15. Fertilizer Technology. Nutra flo's online Resource for Agricultural Fertilizers.

-Padiglia, A., Rescigno A.,Medda R.and floris G.(1994).On the use of 2,4,5,Trihydroxy phenethylamine as peroxidase substrate . Ana. Lett. 27(3); 523-530 .

-Page, A.L. ; Miller, R.H. and Kenney, D.R. (1982). Methods of Soil Analysis 2nd (ed), Agron. 9, Publisher ,Madiason, Wisconsin .

-Palta, J. A.; J. Kobata, N. C. Turner, and I. R. fillery. 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by post-anthesis water deficit. Crop Sci. 34: 118-124.

-Passioura, J. B. 1977. Grain yield, harvest index and water use of wheat. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 43: 117 – 120.

-Pessarakli , M. M. ; P. V., Morgan and J. Gilbert . 2005. Dry – matter yield , protein synthesis , starch , and fiber content of Barley and Wheat plants under two irrigation regimes. J. Pl. Nutr. 28 (7) : 1227-1241.

-Pierre , C.S., C.J. Pelerson , A.S. Ross, J.B. Ohm , M.C. Verhoeven , M. Larson and B. Hoefer. 2008. White wheat grain quality changes with genotype nitrogen fertilization, and water stress. Agron. J. 100 : 414-420.

-Pirjo, M. 1999. Foliar application of Glycine beatine and physiological response in Tomato & Turnip rape. University of Helsinki, Finland. 52: 9- 19.

- Pitotti,A.; B.E., Elizalde and M., Anese .1995.Effect of caramellzation and maillard reaction products on peroxidase activity. J. Food Biochem.18:445-457.

-Popp , T. 2007 . The effect of simulated drought and potassium fertilizration . International Potash Institute (IPI). e-ifc. No. 12

-Potash and phosphate Institute (PPI). 2006. Role of potassium in crop establishment. Agri-Briefs Agronomic News Items. No. 2.

-Qadir,G.; M.,Saeed and M. A., Cheema.1999. Effect of water stress on growth and yield performance of four wheat cultivars. Pak. J. Biol. Sci., 2(1): 236-239.

-Qu, chun.pu, Xu Zhi-Ru, Lin G.J., Liuc., Li .Y., Weiz. G and Liu . G.F.,(2010).Differential expression of Copper- Zinc superoxide dismutase gene of polygouum sibirioum leaves, stems and underground stems, subjected to high – salt stress , Int . J. Mol . Sci. 11 :5234 – 5245.

-Quiles, M.J. and Lopez, N.I. (2004) Photoinhibition of photosystems I and II induced by exposure to high light intensity during oat plant grown effects on the chloroplastic NADH dehydrogenase complex, Plant Science, 166: 815-823.

-Rab, A.; H. E. Jensen and V. O. Mogensen. 1984. Dry matter production of spring wheat subjected to water stress at various growth stages. C. A. Field Crop Abs. 37. No. 12.

-Rader, L. F.; L. M. White, and C. S. Wittaker. 1943. The salt index, a measure of the effect of fertilizer on the concentration of the soil solution. Soil Sci. 55: 201-218.

-Rafat,N. ; M. Yarnia and D. H. Panah .2012 . Effect of drought stress and potassium humate application on grain yield-related traits of corn (cv. 604) . J. Food, Agric. Environ. 10 (2) : 5 8 0 - 5 8 4.

-Rahbarian,P.; G. Afsharmanesh and M.H. Shirzadi .2010. Effects of drought stress and manure on relative water content and cell membrane stability in dragonhead (*Dracocephalum moldavica*). Pl. Ecophysiol. 2 : 13-19.

-Rawson, H.M., and Turner, N.C. 1982. Recovery from water stress in five sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. I. Effects of the timing of water application on leaf area and seed production. Aust. J. Pl. physiol. 9: 437- 448.

-Reynolds, M. P, P. R .singh, A. Ibrahim, O. A. A. Ageeb, A. Larque saavedra and J. S. Quik. 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection of wheat in warm environments. H. J. Braum etal (Eds) .Wheat Prospects for Global Improvement . 143-152 .

-Robertson, M. J. and F. Giunta. 1994. Response of spring wheat exposed to pre-anthesis water stress. Aust. J. Agric. Res. 45:19- 45.

-Saflar , G. A. ; F. H. Anderade and E. H. Satore. 1990 . Genetic improvement effect on pre-anthesis physiological attribute , related to wheat grain yield. Field Crop. Res. 23: 255 – 263.

-Sahai, V. N. 2004. Mineral Nutrients. In Fundamentals of Soil. 3rd Edition. Kalyani Publishers, New Dehli, India. pp:151-155.

-Sairam, R. K. , Deshmukh , P.S. and Saxena, D.C. 1998 . Role of antioxidant systems in wheat genotypes tolerance to water stress . Biol. Plant .41: 387-394 .

-Sairam , R . K . and Srivastava, g . C. . 2001 . Water stress tolerance of Wheat (*Triticum aestivum* L .) Variations in hydrogon peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes . Agron . J . and Crop Sci . , Vol. . 186: 1- 63 .

-Saleem , M. (2003). Response of Durum and bread wheat genotypes to drought stress : Biomass and yield components . Asian J. of Pl. Sci. 2(3): 290 – 293.

-Saranga, Y. D., Zamir A., Maranis and J., Rudich. 1993. Breeding tomato for salt tolerance: variations in ion concentrations associated with response to salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(3): 405 – 408.

-Scandalions J.G.(1993).Oxygen stress and superoxide dismutase .Pl. Physiol.,101:7-12.

-Scandalios , T. Q. , Guan , L. M. , and Polidors , A. (1997) In Oxidative Stress and the Molecular Biology of Antioxidant Defense , ed. Scandalios , J. C. (Cold spring Harber Lab press , palin view , NY) , PP. 343-406 .

-Schonfield, M. A.; Johnson, R. C. Carver, B. F. and Momhinweg, D. W. (1988).Water relations in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Sci., 28: 526-531.

-Sen Gupta, A.; G.A. Berkowitz and P.A. Pier.1989. Maintenance of photosynthesis at low leaf water potential in wheat. Pl. Physiol. 89: 1358-1365.

- Sial, M. A. ;Dahot, M. U. ,Arain, M. A. and Mirbahar, A. A. (2009). Effect of water stress on yield and yield component of semi-dwarf bread wheat (*Triticum aestivum* L.) . Pak. J. Bot., 41(4): 1715-1728.

- Siddique, M. R.; M. S. Ahamid and I. Islam. 2000. Drought stress effects on water relation of wheat. Bot. Bull. Acad. Sin. 41: 35 -39.

-Simane, B.; J. M. Peacock, and P. C. Struik. 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum wheat (*Triticum turgidum* L.) Var durum. Plant and Soil 157: 155-166.

-Sionit, N.; I. D. tears, and P. J. Kramer. 1980. Effect of repeat application of water stress on water status and growth of wheat. Physiol. Plant. 50: 11-15.

-Shahbazi ,H. , M.Taeb , M.R .Bihamta and F.Darvish .(2009)Inheritance of antioxidant activity of bread wheat under terminal drought stress . J. Agic. & Environ sci., 6(3) :298-302.

-Shalaby, E. M.; M. G. Mossaad; H. M. Abdel rahim and M. M. Masoud. 1990. Effect of watering regime on some quality characteristics of wheat. Assiut. J. of Agric. Sci. 2(1): 95-104.

-Sharief, A. E. ; Sultan, M. S. ; El-Hindi, M. H. ; Abd El-Latif, A. H. and El-Hawary, M. N. (2006) . Response of some bread wheat genotypes to water stress. J. of Appl. Sci. Res., 5 (3): 350-361.

- Sharifi, P. ; Amirnia, R., Hadi, H. , Majidi, E., Nakhoda, B. , Moradi, F., Roustaii, M. and Alipoor, H. M. (2012). Relationship between drought stress and some antioxidant enzymes with cell membrane and chlorophyll stability in wheat lines. African. J. Microbiol. Res. , 6(3): 617-623.

-Sherchand,K. and G.M.Paulsen.1985.Response of wheat to foliar KH_2PO_4 treatments under field and high temperature regimes . J. of Pl. nutr. 8(12):1171-1181 .

-Soleimanzadeh , H. Habibi, D. Ardakani , M.R. Paknejad ,F. and Rejali , F. (2010) .Effect of potassium levels on antioxidant enzymes and malondialdehyde content under drought stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.) . American J. of Agric. and Biol. Sci. 5 (1):56-61.

-Stahli , D., D. Perrissin-Fabert , A. Bloet and A. Guckert . 1995. Contribution of wheat (*Triticum aestivum* L.) flag leaf to grain yield in response to plant growth regulators. Plant Growth. Regul. 16 : 293-297.

-Staler, P. J. and J. E. Good. 1967. Crops response to water stress at different growth stages. Commonwealth. Bureau of horticulture-East-Malling-Research. Review. No: 2 (C. F. Innes and Blackwell).

-Stepien, P.,Klobus G.(2005) Antioxidant defeuse in the leaves of C_3 and C_4 plants under salinity stress. Physiol. Plant.125:31-40.

-Susan , M. and L. Pendergast. 2009. Cotton tales. Cotton catchmeat communities (CRC). No. 1 pp. 2. Irrigation wheat.

-Taiz ,L. and zeiger , E. 1998 . Plant physiology .Chapter 25 , 2nd ed. , Sinauer Associates In C. ,Sander Land , Massachusetts ,USA .

-Taylor , N.L. , David , A. & Millar , A. H. 2002 . Environmental stress causes oxidative damage to plant mitochonderia leading to inhibition of Glycine decarboxy case. J. Biol. Chem., 277(45) : 42663-42668 .

-Thomas, H. (1975). The growth response to weather of simulated vegetative Swards of a single genotype of Lolium perenne. J. Agric. Sci. Camb. 84:333-343.

-Tisdale, S. L., W. L. Nelson and J. D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizer 4th (ed) Collier Mcmillan.

-Tkachuk, R. (1977). Calculation of the nitrogen to protein conversion factor in Husle, J. H.; K. O. Rachi and L. W.Billing sley ed. Nutritional standards and methods of evaluation for food legeume breeders.Intern. Develop. Rese . Center , Ottawa, P78 – 82.

-Trippi, V.S.; Gidrol, X. and Pradet, A. (1998) Effects of oxidative stress caused by oxygen and hydrogen peroxide on energy metabolism and senescence in Oat leaves . Plant Cell Physiol., 30: 210-217.

-Turner, N. C.; J. E. Begg. 1981. Plant-water relations and adaptation to stress. Plant and Soil 58: 97-131.

-Turner, N. C. 1986. Adaptation to water deficits: changing perspective. Aust. J. of Pl. Physiol. 13: 175 – 190.

-Uchida, R. (2000). Essential Nutrients for Plant growth : Nutrient Functions and Deficiency Sysptoms. Plant Nutrient Management in Hawii's Soils. Chapter 3 : pp. 31 – 55.

-Umar,S. 2006. Alleviating adverse effects of water stress on yield of sorghum, mustard and groundnut by potassium application. Pak. J. Bot., 38(5): 1373-1380.

-Wajid , A. , Hussain , A. , Maqsood , M. , Ahmada. and Awais , M. (2002) . Influence of sowing date and irrigation levels on growth and grain yield of wheat . Pak. Agri., 39 (1) : 22-24.

-Wajid , A. 2004. Modeling development, growth and yield of wheat under different sowing dates plant populations and irrigation levels .Ph.D. Thesis . Faculty of Agric. Univ. of Agric. Fasialabad , Pakistan.

-Wang, Y., Wisniewski, M., Meilan, R., Uratsu, S. L., Cui, M. G., Dandekar, A. and Fuchigami, L. (2007). Ectopic expression of Mn-SOD in *Lycopersicon esculentum* leads to enhanced tolerance to salt and oxidative stress. J. Appl. Hort., 9: 3-8.

-Winter ; S. R. ,Musik, J. T. and Porter, K. B. (1988). Evaluation of screening techniques for breeding drought resistant winter wheat.Crop. Sci., 28 (3) : 512 - 516 .

-Wookey, P. A. ; C. J. Atkinson ; T. A. Mansfield, and J. R. Wilkinson (1991). Control of plant water deficit using the snow and tingey system and their influence on the water relations and growth of sunflower. J. of Exp. Bot. 42 (238) : 589 –595.

-Wu , C. , Wilen R. W. , Robertson A. I. , Gusta I. V. (1999) . Isolation chromosoml localization and differential expression of mitochondrial manganese superoxide dismutase and chloroplast copper\zinc superoxide dismutase genes in wheat . Pl. Physiol. . 120: 513-520 .

-Yamaguchi, K., Mori H., Nishimura M.(1995).A novel isoenzyme of ascorbate peroxidase localized on glyoxysomal and leaf peroxisomal membranes in pumpkin.Plant Cell Physiol.36;1157- 62.

-Zehier,E.; H.Kripe and P.A.Gething.1981.Potassium sulphate and potassium chloride.their influnce on the yield and quality of cultivated plants.Research topics , No9 .Int. Potash. Inst. Bern, Switzerland.

- Zhang , J. , Kirkham ,M.B. 1994 . Drought stress induced changes in activities of superoxide dismutase , catalase and peroxidase in wheat species . Plant Cell Physiol. 35 : 785- 791 .

- Zhao, C.; L., Liu, J., Wang, W., Huang, X., Song and C., Li .2004. Predicting grain protein content of winter wheat using remote sensing data based on nitrogen status and water stress. Int. J. Applied Earth Observation and Geoinformation .

ABSTRACT

In order to study the effect of potassium fertilizer application on the growth of wheat crop ***Triticum aestivum*** **L.** under different levels of water stress , a field trial with factorial experiment had been conducted , according to the randomized complete block design (RCBD) at Al - Husseiniyah district in Karbala governorate for growing of wheat IPAa99 cultivar during the winter growing season 2012 – 2013 , the experiment had included two factors with three replications , the first factor represented three levels of irrigation water, represented by adding (100 , 75 and 50) % of wheat water consumption during growing season which have been coded as (S1 , S2 and S3) respectively . Second factor had been represented by four Potassium fertilizer levels(0 , 50 ,100 and 150) kg K. he**.** $^{-1}$. Which had been coded as (K0 , K1 , K2 and K3) respectively , They have been randomly distributed on all experimental units , the experiment has included 36 experimental units . Results were statistically analyzed according to the followed design and the means were compared through the usage of the least significant difference and with an endurance level of (0.05) . The measurements of some vegetative growth of wheat were taken in the complete flowering stage (100%) which are included plant height (cm), the number of tillers.m^{-2} and area of flag leaf (cm^{2}) and some physiological indicators which are chlorophyll content in leaves , relative water content % , proline concentration in leaves , the activity of the enzymes peroxidase POD , catalase and superoxide dismutase SOD in the leaves . In maturity stage , the crop with its contents had been measured , they were including spike length (cm) , number of spikes.m^{-2} , number of spikelete . spike $^{-1}$, number of grains . spike $^{-1}$, weight of 1000 grains (g) ,grain yield (m.ton. he.$^{-1}$) , the

percentage of protein in the grain , biological yield (m.ton. he.$^{-1}$) , harvest index % and the content of wheat grains on nutritious elements N, P, K .

Results could be summarized as following:

1 – The level of water stress when adding of irrigation water in a ratio 50 % of water consumption value , has given the lowest values to all studied vegetarian growth characteristics included plant height , number of tillers.m^{-2} and the area flag leaf (cm^2) which reached a value of 93.22 cm , 339 tiller, 54.23 cm^2 respectively. Physiological indicators chlorophyll content in leaves , relative water content % reached a value of 33.02 spad unit , 73.53% respectively , yield parameters (spike length (cm) , number of spikes .m^{-2}, number of spikelete . spike $^{-1}$, number of grains . spike $^{-1}$ **,** weight of 1000 grains (g) , biological yield (m.ton. he.$^{-1}$) , Grains yield (m.ton. he.$^{-1}$) , harvest index % and the percentage of phosphorus in grain %) which reached a value of 11.89 cm , 300 spike , 19.21 spikelete , 44.42 grains , 23.65 g , 9.09 m.ton .he.$^{-1}$, 2.88 m.ton . he.$^{-1}$, 31.98 % , 0.29 % respectively except the ratio of proline , the activity of peroxidase POD , catalase CAT and superoxide dismutase SOD enzymes in leaves and the ratio of nitrogen % , potassium % , protein % in grains which their mediums increased in the level of 50% of watery consumption which reached an average of 17.38 mg.kg $^{-1}$ dry weight , 120.36 , 65.32 , 1.159 unit . mg $^{-1}$ fresh weight , 3.65% , 0.85% and 22.82 % respectively . While the level of water stress gave the highest values by adding irrigation water of 100% of water consumption value, except proline concentration and the activity of peroxidase POD , catalase CAT and superoxide dismutase SOD enzymes in leaves and the ration of protein , nitrogen and potassium in grains .

2 – A response to added potassium fertilizer has been obtained , the best level was 150 kg K . he.$^{-1}$, giving best results in plant height , number of

tillers .m^{-2} , area of flag leaf (cm^2) which reached an average of 107.79 cm , 406.44 tiller , 67.03 cm^2 respectively and for physiological indicators which are chlorophyll content in leaves and relative water content % which reached a value of 35.83 spad unit , 86.96% respectively and yield parameters spike length(cm) , number of spikes.m^{-2} , number of spikelete . spike $^{-1}$, number of grains . spike $^{-1}$ **,** weight of 1000 grains (g) , biological yield (m.ton.$he.^{-1}$) , grains yield (m.ton. $he.^{-1}$) , the % of nitrogen in grains , % of phosphorus in grains , % of potassium in grains and % of protein in grains which reached an a value of 13.94 cm , 362.67 spike , 22.63 spikelete , 58.70 grains , 25.89 (g) , 11.27 m.ton. $he.^{-1}$, 4.14 m.ton.$he.^{-1}$, 3.82 %, 0.36 % , 0.85 % , 23.87 % respectively . Values of proline , the activity of POD , CAT and SOD enzymes in leaves decreased at the level of 150 kg K . $he.^{-1}$ giving 8.80 mg. kg $^{-1}$ dry weight , 72.99 , 29.31 , 0.754 unit.mg^{-1} fresh weight respectively , compared with control (0 kg K . $he.^{-1}$) .

3 – The interferences between the levels of water stress and added potassium showed a significant effect in all studied specifications of wheat plant.