دور المادة المنشطة PBO في نمو نباتات الحنطة *Triticum aestivum* L. النامية تحت ظروف الإجهاد ألجفافي

محمد سعيد فيصل

قسم علوم الحياة/ كلية التربية/ جامعة الموصل

E-mail: mohamed faisal 881@yahoo.com

(أستُلم 12/ 6 / 2013 ؛ قُبِل 7 / 10 / 2013)

الملخص

نفذت تجربة في البيت السلكي باستعمال الأصص في قسم علوم الحياة/ كلية التربية/ جامعة الموصل وفق تصميم العشوائي الكامل بهدف دراسة تأثير المادة المنشطة PBO في التخفيف من التأثيرات السلبية التي تسببها فترات الجفاف لنباتات الحنطة (صنف أباء) وذلك عن طريق نقع البذور بثلاث تراكيز من المادة المنشطة (0، 20، 40) مايكروليتر قبل الزراعة وتعريض النبات لفترتي جفاف بعد الزراعة واثر ذلك في صفات النمو وبعض الجوانب الفسيولوجية والمحتوى الكيمياوي لها. ويمكن إيجاز النتائج المختلفة بأن للجفاف تأثير سلبي في صفة ارتفاع النبات والمساحة الورقية والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري ونقص محتوى الماء والكلوروفيل وان فترة الجفاف الثانية أدت إلى نقص تراكيز عناصر الفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم وبنسب (28.1، 31.7، 22.2، 20.5 %) على التوالي مقارنة مع معاملة المقارنة (بدون جفاف) بينما حصلت زيادة معنوية في محتوى النبات من البرولين وتركيز الصوديوم بتأثير فترة الجفاف. وقد أظهر نقع البذور بالمادة المنشطة تأثيراً ايجابياً في الصفات أعلاه لوحدها وكذلك من خلال تداخلها مع الجفاف إذ أدى إلى تقليل الآثار السلبية الناتجة عن الجفاف مع حصول زيادة في تركيز العناصر أعلاه وبنسبة (45.9، 18.8، 51.7، 39.2 %) على التوالي عند نقع البذور بالتركيز 40 مايكروليتر مقارنة مع معاملة المقارنة (نقع ماء مقطر). وفيما يخص تراكم العناصر الغذائية في أجزاء النبات الثلاثة (جذر، ساق، حبوب) فقد ظهر أعلى تراكيز للفسفور والكالسيوم والمغنيسيوم في الحبوب مقارنة مع الجذر والساق.

الكلمات الدالة: الجفاف، المادة المنشطة PBO، الحنطة.

Role of Piperonyl Butoxide in Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Grown Under of Drought Stress

Mohamed S. Faysal

Department of Biology/ College of Education/ University of Mosul

ABSTRACT

The experiment was conducted in the wire house in the Department of Biology, College of Education, Mosul University according to the complete randomized design (C.R.D) to establish the synergetic effect of PBO in overcoming the negative effect caused by drought on the wheat (Ebba-95), by socking the seeds in three concentrations of PBO (0, 20, 40) microliter before culturing, and exposing the plant to two periods of drought after culturing to reveal its impact on the growth of the plant and some physiological aspects and chemical content of that plant. The result showed that drought period had a negative effect on the plant height, leaf area, dry weight of shoot, and root, deficient of water content and total chlorophyll. The second drought period caused decrease in the

concentrations of P. K. Ca. Mg by (28.1, 31.7, 22.2 and 20.5%) respectively, compared with the control treatment (without drought). Yet, there was a significant increase in the plant content of proline, sodium concentration with drought. Socking the seeds in PBO led to a stimulation in about qualition, as well as the interaction with drought reduces the negative effect of drought and increases the concentration of the above elements by (45.9, 18.8, 51.7, 39.2 %) respectively, at concentration 40 microliter compared with control. on the other hand, the accumulation of the nutrient elements in the three parts of plant (root, shoot, grain) has the highest concentration of (P, Ca, Mg) appeared in grains compared with root and shoot

Keywords: drought, PBO, wheat.

المقدمة

الجفاف هو احد أنواع الاجتهادات البيئية غير الحيوية الذي يحصل حين يقل ماء التربة نتيجة لنقص الميـاه المطريـة أو الري الصناعي أو عندما يفوق فقد الماء عن طريق النتح امتصاص الماء عن طريق الجذر مما يؤدي بصورة مباشـرة إلـى إحداث تغييرات في النبات وفي عملها الفسيولوجي والكيماوي (ياسين، 2001 وقنـديل، 2009). بـين فيـصل، (2001) أن تعريض صنفين من الحنطة الناعمة الى فترتين من الجفاف قد خفض من ارتفاع النبات والمساحة الورقيـة والـوزن الجـاف للمجاميع الخضرية الجذرية وكذلك محتوى الماء النسبي مقارنة مع معاملة المقارنة، أوضح علي وفيصل (2002) أن تعريض صنفين من الحنطة للجفاف سبب تأثيرات سلبية في التركيب المعدني لحبوب صنفي الحنطة، بـين Tan *et al.*, (2008) بـأن تعريض نبات الحنطة إلى جهد ازموزي أدى إلى زيادة تجمع الجذور المؤكسدة مؤثرا على نمو النبات. كمـا بـين الـساعدي وآخرون، (2012) في تحمل نبات الماش لفترات تعطيش مختلفة حصول انخفاض في تركيز عناصر النتـروجين والفـسفور والكالسيوم والمغنيسيوم مع زيادة فترات التعطيش، ومن جانب آخر فقد تم استخدام مركبات كيماوية ومـواد منـشطة لزيـادة مقاومة النباتات للإجهاد المائي فقد استخدم الدسوقي (2009) مشروعا لمحاربة الجفاف من خلال نقع أصناف حبوب القمح قبل الزراعة في حامض السلسليك أو رشها بالجليسين بيتايين ثم تعريضها للجفاف وفي عام 1947 نال Wachs براءة اختراع عن تحضير مركب البيرونيل بيوتوكسايد (PBO) حيث انه احد مركبات مجوعة Methylene dioxy. Phenyl وصيغته الجزيئية $C_{19}H_{30}O_4$ ووزنه الجزيئي 383.43 (Perry and Buckner, 1970) وقد تم كشف سايتوكروم P-450 في صـور الحيـاة كلها فهي موجودة في اللبائن والفطريات والنباتات (Estabrook, 2003) وقد تم تشخيص نـوعين مـن سـايتوكروم P-450 بالاعتماد على مكان وجوده وطريقة نقله للالكترونات وجد الأول مقترنا مع أغشية المايتوكوندريا والثاني مقترنا مـع أغـشية الشبكة البلازمية الداخلية وتتفق وظيفته مع بروتين فلافيني يحوي المرافقـات الأنزيميـة FAD, FUN (Masters *et al.*, 1975).

واتضح أن السايتوكروم P-450 يوجد في مناطق عديدة في مسار البناء الحيوي لكثير من المواد في العديد مـن الأنـواع النباتية وله دور كبير في نقل الالكترون في السلسلة التنفسية (Gorinova *et al.*, 2005). وبناء على ما تقـدم فقـد جـاءت الدراسة الحالية وهي الأولى في العراق في استخدام المادة المنشطة PBO في زيادة التحمل الجفافي لنباتات الحنطة.

المواد وطرائق العمل

أجريت الدراسة في البيت السلكي التابع لقسم علوم الحياة/ كلية التربية/ جامعة الموصل حيث جلبت تربة من احد الحقول الزراعية في منطقة الرشيدية وجففت هوائيا ثم مررت من خلال منخل (2 ملم) وتم الحصول على حبوب الصنف اباء من هيئة فحص وتصديق البذور/ نينوى إذ نقعت الحبوب لمدة ست ساعات بثلاثة تراكيـز مـن المـادة المنـشطة (صـفر، 20، 40) مايكروليتر قبل الزراعة، ثم زرعت عشرة من الحبوب في أصص (سعة 5 كغم) بعد خلط التربة بـسماد NPK (0 – 27 -

27) بتاريخ 2008/1/3 وتم الري بواسطة الماء الاعتيادي حيث تم المحافظة على المحتوى الرطوبي للتربة عند مستوى (75%) من السعة الحقلية (المحسوب بالطريقة الوزنية)، وبعد ذلك تم خفض عدد البادرات إلى خمس بادرات متجانسة النمو/ أصيص، ثم عرضت النباتات الى فترة الجفاف الأولى في مرحلة الإنبات والتي استغرقت (7) أيام وبعد ثلاثون يوما من تلك الفترة عرضت النباتات إلى فترة الجفاف الثانية (7) أيام وبعد ظهور ورقة العلم قلعت النباتات وبواقع ثلاث مكررات لإجراء قياسات صفات النمو والصفات الفسلجية لكل معاملة وتركت ثلاث مكررات لغرض الحصول على الحاصل ولغاية 2008/6/3 لدراسة المحتوى الكيماوي للحبوب.

الصفات المدروسة

أولا: صفات النمو

1. ارتفاع النبات.
2. المساحة الورقية: حسب المعادلة الآتية:

المساحة الورقية= طول الورقة × عرض الورقة × 0.905 (Kemp, 1960)

3. الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري

قُدرت وزن المادة الجافة للمجموعين الخضري والجذري للنبات بعد وضعها داخل أكياس ورقية مثقبة ثم جففت في فرن كهربائي بدرجة (75 مْ) لمدة (72) ساعة. (العبيدي، 1990)

ثانيا: الصفات الفسلجية

1. محتوى الماء النسبي: تم التقدير حسب المعادلة المتبعة من قبل Schon-feld *et al.*, 1988

$$\text{المحتوى الماء النسبي \%} = \frac{\text{الوزن الطري - الوزن الجاف}}{\text{الوزن ألامتلائي - الوزن الجاف}} \times 100$$

2. الكلوروفيل الكلي: تم تقديره حسب الطريقة التي أوردها (Saied, 1990) باستخدام المعادلة الآتية:

Chl. (a+b)=20.2 (A645)+ 8.02 (A663) XV/1000 XW

D= قراءة الكثافة الضوئية للكلوروفيل المستخلص على الأطوال الموجية 663 و 645 نانوميتر على التوالي.

V= الحجم النهائي لمستخلص الكلوروفيل في الاسيتون (80%)

W= الوزن الرطب (غم) للنسيج النباتي

3. تقدير البرولين: حسب طريقة Bates *et al.*, (1973) باستخدام جهاز المطياف الضوئي تحت طول موجي (520) نانوميتر

4. تقدير درجة ثبات الأغشية السايتوبلازمية ودليل الضرر وحسب طريقة (Shimada and Paremachandra,1988) وحسب معادلة (Hubac *et al.*, 1989)

$$\text{دليل الضرر} = \frac{\text{قياس رواشح الانسجة الحية}}{\text{قياس رواشح الانسجة الميتة}} \times 100$$

ثالثا: المحتوى الكيماوي لأجزاء النبات

بعد الحصول على الحاصل طحنت الحبوب والمجموع الخضري والجذري والتي تم الحصول عليها سابقاً بمطحنة وتم اخذ (0.5) غم من كل عينة وهضمت بطريقة الهضم الرطب (Chapman and Pratt, 1961) ثم قدرت العناصر الآتية:

1. الفسفور: باستخدام جهاز المطياف (Spectro photometer) حسب طريقة (Matt, 1970)

البوتاسيوم والصوديوم: باستخدام جهاز (Corning flame photometer) كما ورد في (Richard,1954).

2. الكالسيوم والمغنيسيوم: بالتسحيح مع الفرسنيت كما ورد في (Richard,1954).
3. صممت التجربة حسب التصميم العشوائي الكامل (C.R.D) وتحليل النتائج لكل معاملة حسب برنامج SAS وقورنت المعادلات باستخدام اختبار دنكن المتعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05 كما جاء به (الراوي وخلف، 1980). وقد حسب نسبة الانخفاض او الزيادة عن المقارنة في كل الصفات وفق المعادلة:

Reduction or Stimulation % = 100 – A/B x 100

A= القياس للصفة في المعاملة

B= القياس للصفة في المقارنة (المزوري، 1996)

النتائج

1) صفات النمو

يبين الجدول (1) تأثير فترات الجفاف وتراكيز المادة المنشطة PBO في بعض صفات النمو حيث نلاحظ حصول انخفاض معنوي نتيجة تأثير فترتي الجفاف في صفة ارتفاع النبات والمساحة الورقية والوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري وبلغت نسبة الانخفاض في فترة الجفاف الثانية (12.3، 16.8، 35.5، 47.8 %) على التوالي مقارنة مع معاملة المقارنة (بدون جفاف) بينما كانت للمادة المنشطة تأثيرا ايجابيا حيث حصلت زيادة معنوية عند التركيز 40 مايكروليتر للمادة النشطة في صفة ارتفاع النبات والوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري وبلغت نسبة الزيادة (17.0، 94.0، 21.5%) على التوالي مقارنة مع معاملة المقارنة (بدون نفع) في حين لم تظهر المادة المنشطة تأثير معنويا في صفة المساحة الورقية وبتداخل تأثير العاملين معا فان أعلى قيمة حصلت في صفة ارتفاع النبات وصفة الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري عند النباتات الغير معرضة للجفاف والمعاملة بالتركيز 40 مايكروليتر.

الجدول 1: تأثير فترات الجفاف وتراكيز المادة المنشطة في بعض صفات النمو لنبات الحنطة (اباء)

فترات الجفاف	تراكيز المادة المنشطة مايكروليتر	ارتفاع النبات (سم)	المساحة الورقية (سم^2)	الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم)	الوزن الجاف للمجموع الجذري (غم)
مقارنة (بدون جفاف)	0	70.510de	20.0305ab	2.154 d	1.409 cd
	20	80.200 b	20.273 ab	2.994 c	2.019 a
	40	85.210	21.305 a	3.747 a	2.113 a
فترة الجفاف الأولى	0	68.530 e	21.718 a	1.115 f	1.257 d
	20	76.200bc	20.977 a	3.310 b	1.494 c
	40	79.830 b	19.775 ab	3.130 bc	1.810 b
فترة الجفاف الثانية	0	65.400 e	17.282 ab	1.411 e	1.229 d
	20	67.100 e	16.241 b	2.119 d	0.867 e
	40	74.300cd	17.945 ab	2.205 d	0.811 e
متوسط تأثير الجفاف	مقارنة	78.640 a	20.536 a	2.965 a	1.847 a
	جفاف أولى	74.853 b	20.823 a	2.518 b	1.520 b
	جفاف ثانية	68.933 c	17.156 b	1.911 c	0.969 c
متوسط تأثير المادة المنشطة	0	68.147 c	19.768 a	1.560 c	1.298 c
	20	74.500 b	19.164	2.807 b	1.460 b
	40	79.780 a	19.675 a	3.027 a	1.578 a

المعدلات التي تحمل أحرفا متشابهة كل حسب حالتها لا يوجد بينها فروق معنوية

2) الصفات الفسلجية

توضح نتائج الجدول(2) ان للجفاف تأثيراً سلبياً في صفة محتوى الماء النسبي والكلوروفيل الكلي حيث حصل انخفـاض معنوي في الصفتين معا وخصوصا في فترة الجفاف الثانية قياسا مع معاملة المقارنة وفترة الجفاف الأولى في حـين حـصل زيادة معنوية في محتوى النبات من الحامض الاميني البرولين مع زيادة فترات الجفاف وكذلك حصل انخفاض معنوي في ثبات الأغشية مع فترات الجفاف من خلال الزيادة الحاصلة في دليل الضرر بينما حصلت زيادة معنوية في محتوى المـاء النـسبي والكلوروفيل بتأثير المادة المنشطة وبلغت نسبة الزيادة عند 40 مايكروليتر (26.3، 29.8 %) على التوالي مقارنة مع معاملـة المقارنة في حين حصل انخفاض معنوي في صفتي محتوى النبات من البرولين ودليل الضرر، أما من ناحية تـأثير التـداخل الثنائي (الجفاف × المادة المنشطة) اظهر التداخل في الصفات الفسلجية مشابها للتأثير الحاصل في صفات النمو مـن حـصول زيادة في محتوى الماء النسبي ومحتوى الكلوروفيل في النباتات الغير معرضة للجفاف والمعاملة بالتركيز 40 مايكروليتر للمادة المنشطة في حين حصلت أعلى قيمة في محتوى النبات من البرولين عند فترة الجفاف الثانية في النباتات الغير المعاملة بالمادة المنشطة.

الجدول 2: تأثير فترات الجفاف وتراكيز المادة المنشطة في بعض الصفات الفسلجية لنبات الحنطة (لباء)

فترات الجفاف	تركيز المادة المنشطة (مايكروليتر)	محتوى الماء النسبي (%)	الكلوروفيل (ملغم/غم)	البرولين (مايكرومول/غم)	دليل الضرر
مقارنة (بدون جفاف)	0	59.814 d	2.754 bc	14.086 g	40.891 d
	20	80.501 a	2.762 bc	9.599 h	41.169 d
	40	84.418 a	3.165 a	18.245 f	37.453 e
فترة الجفاف الأولى	0	60.245 d	2.202 d	26.812 cd	72.527 b
	20	70.052bc	2.643 bc	19.671 ef	68.747 c
	40	73.478 b	3.032 ab	27.526 c	66.388 c
فترة الجفاف الثانية	0	56.761 d	2.070 d	46.701 a	82.254 a
	20	60.191 d	2.584 c	23.174 de	81.248 a
	40	65.525 c	2.930 abc	33.664 b	79.322 a
متوسط تأثير الجفاف	مقارنة	74.911 a	2.893 a	13.977 c	39.837 c
	جفاف أولى	67.927 b	2.625 b	24.670 b	69.220 b
	جفاف ثانية	60.826 c	2.528 b	34.513 a	80.941 a
متوسط تأثير المادة المنشطة	0	58.940 c	2.342 c	29.200 a	65.224 a
	20	70.250 b	2.663 b	17.481 c	63.721 a
	40	74.474 a	3.042 a	26.478 b	61.054 b

3) المحتوى الكيمياوي

1. الفسفور

يبين الجدول (3) حصول انخفاض معنوي عند مستوى احتمال (5%) في تركيز الفسفور نتيجة تأثير فترات الجفاف وبلغت نسبة الانخفاض عند فترة الجفاف الثانية (28.1%) مقارنة مع معاملة المقارنة في حين حصلت زيادة معنوية نتيجة المعاملة بالمادة المنشطة قياسا مع معاملة المقارنة مع حصول زيادة في تركيز العنصر في الحبوب مقارنة مع تركيز العنصر في المجموعين الخضري والجذري وعليه يمكن ترتيب العنصر في نبات كالآتي: الحبوب > الجذر > الساق وفيما يخص تأثير التداخل الثنائي بين أجزاء النبات وتراكيز المادة المنشطة فقد تفوقت معاملة 40 مايكروليتر للمادة المنشطة في محتوى فسفور الحبوب مقارنة مع باقي المعاملات، وبالنسبة لتأثير تداخل الجفاف مع التراكيز فقد حصل انخفاض معنوي عند فترة الجفاف الثانية وفي النباتات غير المعاملة بالمادة المنشطة وفيما يخص تأثير التداخل الثلاثي (أجزاء النبات × التراكيز × الجفاف) فإن أعلى قيمة سجلت هي 0.545% في فترة الجفاف الأولى وعند التركيز 40 مايكروليتر في حبوب النباتات.

الجدول 3: تأثير فترات الجفاف وتراكيز المادة المنشطة في تركيز الفسفور (%) في أجزاء نبات الحنطة (لباء)

أجزاء النبات	تراكيز المادة المنشطة مايكروليتر	فترات الجفاف			أجزاء النبات × التراكيز	تأثير أجزاء النبات	تأثير التراكيز
		بدون جفاف	جفاف أولى	جفاف ثانية			
الجذر	0	0.224 f-h	0.219 f-h	0.153 gh	0.198 d		
	20	0.240 G-f	0.232 f-h	0.159 gh	0.210 d		
	40	0.229 f-h	0.204 f-h	0.139 gh	0.190 d		
الساق	0	0.211 f-h	0.230 f-h	0.131 h	0.190		
	20	0.389 c-e	0.366 de	0.295 ef	0.350 c		
	40	0.390 c-e	0.385 c-e	0.306 ef	0.360 c		
الحبوب	0	0.385 c-e	0.382 c-e	0.264 f	0.343 c		
	20	0.494 ab	0.481 a-c	0.367 de	0.447 b		
	40	0.571 a	0.545 a	0.435 c-d	0.517 a		
اجزاء النبات × الجفاف	جذر	0.231c	0.218 c	0.150 d		0.200 c	
	ساق	0.330 b	0.327 b	0.244 c		0.300 b	
	حبوب	0.483 a	0.469 a	0.355 b		0.436 a	
التراكيز × الجفاف	0	0.273 b	0.277 b	0.182 c			0.244 b
	20	0.374 a	0.359 a	0.273 b			0.336 a
	40	0.396 a	0.378 a	0.293 b			0.356 a
تأثير الجفاف		0.348 a	0.338 a	0.250b			

2. البوتاسيوم

يتضح من الجدول (4) حصول انخفاض معنوي في تركيز العنصر عند فترتي الجفاف الأولى والثانية وبنسبة (13.7، 31.7 %) قياسا مع معاملة المقارنة وقد تفوقت المعاملة 40 مايكروليتر للمادة النشطة وبنسبة (18.8، 5.57 %) مقارنة مع 20 مايكروليتر ومعاملة المقارنة ويمكن ترتيب تركيز العنصر كما يأتي الساق ثم الحبوب والجذر وفيما يخص تداخل أجزاء النبات والجفاف فأقل تركيز حصل في فترة الجفاف الثانية في المجموع الجذري للنبات وعن التداخل الثلاثي فإن أقل قيمة حصلت في معاملة المجموع الجذري في فترة الجفاف الثانية عند النباتات غير المعاملة بالمادة المنشطة.

الجدول 4: تأثير فترات الجفاف وتراكيز المادة المنشطة في تركيز البوتاسيوم (%) في أجزاء نبات الحنطة (لباء)

أجزاء النبات	تراكيز المادة المنشطة مايكروليتر	فترات الجفاف			أجزاء النبات التراكيز	تأثير أجزاء النبات	تأثير التراكيز
		بدون جفاف	جفاف أولي	جفاف ثانية			
الجذر	0	1.801f-i	1.410 jk	1.020 l	1.410 G		
	20	1.978 gf	1.546 i-k	1.335 k	1.619 f		
	40	2.094 d-f	1.84 f-i	1.569 g-k	1.834 e		
الساق	0	2.890 ab	2.431 cd	2.328 c-e	2.549 bc		
	20	3.009 ab	2.448 cd	2.074 ef	2.510 bc		
	40	3.213 a	2.997 ab	2.414 c-e	2.874 a		
الحبوب	0	2.660 bc	2.330 c-e	1.690 g-j	2.226 d		
	20	2.960 ab	2.440 cd	1.810 f-i	2.403 cd		
	40	3.060 a	2.965 ab	1.914 f-h	2.646 b		
أجزاء النبات × الجفاف	جذر	1.957 d	1.599 e	1.308 f		1.621 c	
	ساق	3.037 a	2.625 b	2.272 c		2.644 a	
	حبوب	2.893 a	2.578 b	1.804 d		2.425 b	
التراكيز × الجفاف	0	2.450 b	2.057 c	1.679 d			2.062 c
	20	2.649 a	2.144 c	1.739d			2.177 b
	40	2.789 a	2.600 ab	1.965 c			2.451 a
تأثير الجفاف		2.629 a	2.267 b	1.795 c			

3. الكالسيوم

نتائج الجدول (5) تشير عدم حصول اختلافات معنوية بين معاملة فترة الجفاف الأولى ومعاملة المقارنة إلا أنهما اختلفا معنويا مع فترة الجفاف الثانية وفي ذات الوقت لم تحصل اختلافات معنوية بين تركيزي المادة المنشطة إلا أنهما أظهرتا تفوقا معنويا قياسا مع معاملة المقارنة وبنسبة (74.5، 51.7) على التوالي وعن تأثير أجزاء النبات فإن أعلى تركيز حصل في الحبوب ولم تظهر اختلافات معنوية بين المجموع الخضري والجذري وعن تأثير التداخل بين أجزاء النبات والتراكيز فقد أظهرت معاملة تركيزي المادة المنشطة في الحبوب تفوقا معنويا قياسا مع باقي المعاملات.

وعند تأثير التداخل الثلاثي فإن أعلى قيمة ظهرت في تركيز المادة المنشطة 40 مايكروليتر وعند النباتات الغير معرضة للجفاف وفي معاملة الحبوب مقارنة مع المعاملات الأخرى.

الجدول 5: تأثير فترات الجفاف وتراكيز المادة المنشطة في تركيز الكالسيوم (%) في أجزاء نبات الحنطة (لباء)

أجزاء النبات	تراكيز المادة المنشطة (مايكروليتر)	فترات الجفاف			أجزاء النبات التراكيز	تأثير أجزاء النبات	تأثير التراكيز
		بدون جفاف	جفاف أولي	جفاف ثانية			
الجذر	0	0.346c-i	0.340 d-i	0.245 hi	0.313 cd		
	20	0.395 c-h	0.340 d-i	0.293 e-i	0.342 bc		
	40	0.415 a-g	0.354 c-i	0.301 e-i	0.356 bc		
الساق	0	0.263 g-i	0.250 hi	0.216 i	0.243 d		
	20	0.466 a-d	0.425 a-e	0.350 c-i	0.413 b		
	40	0.481 a-d	0.425 a-f	0.358 b-i	0.421b		
الحبوب	0	0.323 d-i	0.291 e-i	0.273 f-i	0.295 cd		
	20	0.556 a	0500 a-c	0.450 a-e	0.502 a		
	40	0.567 a	0.514 ab	0.468 a-d	0.516 a		
أجزاء النبات× الجفاف	جذر	0.385 bcd	0.344 c-e	0.282 e		0.337 b	
	ساق	0.403 abc	0.367 b-d	0.308 de		0.359 b	
	حبوب	0.482 a	0.435 ab	0.397 bc		0.438 a	
التراكيز×الجفاف	0	0.310 cd	0.293 cd	0.247 d			0.284 b
	20	0.472 a	0.422 ab	0.364 bc			0.419 a
	40	0.488 a	0.431 ab	0.375 bc	0.375 bc		0.431 a
تأثير الجفاف		0.423 a	0.382 a	0.329 b			

4. المغنيسيوم

أظهر التحليل الإحصائي في الجدول (6) حصول انخفاض معنوي في فترة الجفاف الأولى والثانية مقارنة مع معاملة المقارنة فيما حصل تفوق معنوي نتيجة نقع الحبوب بتركيز 40 مايكروليتر للمادة المنشطة وبنسبة (9.6، 39.2 %) على التوالي مقارنة مع التركيز 20 مايكروليتر ومعاملة المقارنة ومن جانب يمكن ترتيب العنصر في أجزاء النبات الثلاث بالشكل الآتي: الحبوب > الساق > الجذر وعن تأثير التداخل الثنائي (التراكيز × الجفاف) فإن أعلى قيمة حصلت في التركيز الثاني للمادة المنشطة وعند معاملة النباتات غير المعرضة للجفاف قياسا مع المعاملات الثمانية الباقية وعن التداخل الثلاثي فإن أقل قيمة حصلت 0.18 المجموع الجذري عند فترة الجفاف الثانية وفي النباتات غير المعاملة بالمادة المنشطة.

الجدول 6: تأثير فترات الجفاف وتراكيز المادة المنشطة في تركيز المغنيسيوم (%) في أجزاء نبات الحنطة (الباء)

اجزاء النبات	تراكيز المادة المنشطة	فترات الجفاف			أجزاء النبات التراكيز	تأثير أجزاء النبات	تأثير التراكيز
		بدون جفاف	جفاف أولي	جفاف ثانية			
الجذر	0	0.241f-i	0.219 hi	0.181 i	0.213 e		
	20	0.270 d-i	0.227 g-i	0.208 hi	0.235 de		
	40	0.287 c-h	0.257 e-i	0.212 hi	0.252 de		
الساق	0	0.252 e-i	0.238 g-h	0.181 i	0.223 de		
	20	0.346 b-e	0.308 c-h	0.282 c-i	0.312 bc		
	40	0.359 a-d	0.324 b-g	0.331 c-h	0.331 b		
الحبوب	0	0.308 c-h	0.256 e-i	0.262 e-i	0.275 cd		
	20	0.410 ab	0.341 c-f	0.358 c-g	0.385 b		
	40	0.443 a	0.408 ab	0.373 a-c	0.408 a		
اجزاء النبات × الجفاف	جذر	0.266 c-e	0.234 ef	0.200 f		0.233 c	
	ساق	0.319 bc	0.290 b-d	0.257 de		0.288 b	
	حبوب	0.387 a	0.335 b	0.319 bc		0.347 a	
التراكيز × الجفاف	0	0.267 cd	0.237 de	0.208 e			0.237 c
	20	0.342 ab	0.292 bc	0.271 cd			0.301 b
	40	0.363 a	0.329 ab	0.298 bc			0.330 a
تأثير الجفاف		0.324 a	0.286 b	0.259 b			

5. الصوديوم

توضح نتائج الجدول (7) حصول زيادة معنوية في تركيز الصوديوم عند فترة الجفاف الثانية وبنسبة (13.6%) قياسا مع النباتات الغير معرضة للجفاف في حين لم تظهر اختلافات معنوية بين التراكيز 20 مايكروليتر للمادة المنشطة ومعاملة المقارنة ألا إنهما انخفضا معنويا بالمقارنة مع التركيز 40 مايكروليتر وحصلت زيادة معنوية في تركيز العنصر في المجموع الجذري قياسا مع المعاملتين الأخرى وعليه نستطيع ترتيب العنصر في أجزاء النبات الجذر – ساق – الحبوب وعن تأثير التداخل الثنائي بين أجزاء النبات والتراكيز فإن أعلى قيمة ظهرت في المجموع الجذري عند التركيز 40 مايكروليتر للمادة المنشطة قياسا مع باقي المعاملات وعن تأثير التداخل الثلاثي فإن أعلى قيمة بلغت 0.443 في الحبوب في معاملة المقارنة للجفاف و (40) مايكروليتر المادة المنشطة قياسا مع المعاملات الستة والعشرون الباقية.

الجدول 7: تأثير فترات الجفاف وتراكيز المادة المنشطة في تركيز الصوديوم (%) في أجزاء نبات الحنطة (لباء)

أجزاء النبات	تراكيز المادة المنشطة (مايكروليتر)	فترات الجفاف			أجزاء النبات × التراكيز	تأثير أجزاء النبات	تأثير التراكيز
		بدون جفاف	جفاف أولى	جفاف ثانية			
الجذر	0	0.275 a	0.154 de	0.121 ef	0.183 b		
	20	0.110 gf	0.170 cd	0.215 b	0.165 b		
	40	0.197 bc	0.219 b	0.225 b	0.213 a		
الساق	0	0.038 j-l	0.022 l	0.022 l	0.027 f		
	20	0.031 kl	0.045 i-l	0.068 h-k	0.0480 e		
	40	0.037 j-l	0.050 h-l	0.073 g-j	0.053 e		
الحبوب	0	0.066 h-k	0.088 f-h	0.077 g-j	0.077 cd		
	20	0.038 j-l	0.073 g-j	0.088 f-i	0.066 de		
	40	0.069 h-k	0.112 fg	0.085 f-i	0.088 c		
أجزاء النبات × الجفاف	جذر	0.194 a	0.181 a	0.187 a		0.187 a	
	ساق	0.035 d	0.039 cd	0.054 cd		0.077 b	
	حبوب	0.057 c	0.091 b	0.083 b		0.043 c	
التراكيز × الجفاف	0	0.126 a	0.088 bc	0.073 cd			0.095 b
	20	0.059 d	0.096 b	0.123 a			0.093 b
	40	0.101 b	0.127 a	0.127 a			0.118 a
تأثير الجفاف		0.095 b	0.103 ab	0.108 a			

المناقشة

أشارت نتائج الجدول (1، 2) إلى وجود انخفاض معنوي في صفة ارتفاع النبات ومحتوى الماء النسبي والكلوروفيل الكلي والمساحة الورقية والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري حين حصلت زيادة معنوية في تراكم الحامض الاميني البرولين ودليل الضرر نتيجة تعرض النباتات إلى فترتي الجفاف وإن فترة الجفاف الثانية اكثر شدة في التأثير قياسا مع فترة الجفاف الأولى. إن للجفاف تأثيرات مختلفة على الجوانب الفسيولوجية المدروسة وهي تعتمد على زمن حدوثه ويعد الجفاف من أكثر العوامل البيئية التي تحد من نمو النبات وان الانخفاض الحاصل في ارتفاع النبات مع فترات التعرض للجفاف يعود إلى انخفاض المحتوى الرطوبي للتربة نتيجة فترتي الجفاف وهذه تتفق مع ألنعيمي وآخرون، 2001 من أن للجفاف تأثير معنوي في ارتفاع النبات لأصناف نباتات السلجم وان الانخفاض الحاصل في صفتي محتوى الماء النسبي ومحتوى الكلوروفيل الكلي نتيجة فترات الجفاف قد يعزى الى أن التربة الرطبة لا يكون الماء فيها ممسوكا بقوة أما التربة الجافة فيكون الماء ممسوكا او مقيداً بقوة فهناك حاجة لجهد كبير لاستخلاص الماء من التربة وهذا الجهد يعرف بالشد الرطوبي وقد فسر Schon-feid *et al*., 1988 انخفاض محتوى الماء النسبي في الأوراق إلى تعرض النباتات للإجهاد المائي بسبب الاختلافات الحاصلة في التنظيم الازموزي ومرونة النسيج، وتوصل Sing *et al*., 1973 الى وجود علاقة ترابطية بين حالة نقص الماء ومحتوى الكلوروفيل وان الصبغات النباتية (الكلوروفيل والكاروتين) يتناقصان بانخفاض رطوبة التربة وان الانخفاض الحاصل في المساحة الورقية بسبب الجفاف في الدراسة الحالية تتفق مع الجبوري، (2008) من أن زيادة الشد المائي أدى إلى خفض المساحة الورقية لنبات زهرة الشمس عند النضج الفسلجي مقارنة مع معاملة الري الاعتيادية وقد فسر ذلك من قبل Bartles and Souer, (2003) بأنه ينتج عن العجز المائي الخلوي زيادة تركيز الذائبات وفقدان الانتفاخ وحصول تغير في حجم الخلية والتأثير على تدرج جهد الماء وتمزق الأغشية.

وان الزيادة الحاصلة في تركيز البرولين ودليل الضرر في فترتي الجفاف حيث بين أن تراكم البرولين يعد مظهرا تكيفيا في حالات الإجهاد المائي كوسيلة التنظيم الازموزي وذلك من خلال خفض قيمة الجهد المائي لخلايا الورقة مسببة دخول الماء إليها، وان النبات يدافع في حالة تعرضه للجفاف عن طريق إزالة الجذور الحرة المؤكسدة (حيث أن الجذور تحطم أنظمة النقل الالكتروني) والمحافظة على مستوى عال من المركبات المضادة للأكسدة كحامض البرولين اذ يعمل منظما ازموزيا وكذلك يحافظ على ثباتية الأغشية الخلوية وإزالة التأثير السلبي للجذور الحرة لكونه مقتنصا لهذه الجذور الحرة. (Cushman and Bohnert, 2000 و Tan *et al*., 2008).

وتماشيا مع الانخفاض الحاصل في بعض مؤشرات النمو والصفات الفسلجية فقد حصل انخفاض معنوي في تركيز العناصر الغذائية في أجزاء النبات الثلاثة (جذر– ساق– حبوب) في تركيز عناصر المغنيسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفسفور نتيجة التعرض لفترات الجفاف (جدول 3، 4، 5، 6) وهذه النتائج تتفق مع ما ذكره الساعدي وآخرون، 2012 من حصول انخفاض معنوي في تركيز عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم في نبات الماش والحنطة مع زيادة فترة التعطيش مع حصول زيادة في تركيز حامض البرولين. ان العناصر الغذائية المعدنية المذابة في الماء تتحرك من الجذر إلى الساق عن طريق الخشب لذا فهي تدخل في الكثير من التفاعلات الأساسية وتلعب دور منظم للضغط الازموزي وعليه يمكن تفسير الانخفاض الحاصل في تركيز العناصر أعلاه إلى عوامل عديدة نذكر ثلاثة عوامل أساسية منها:

فالعامل الأول أن انخفاض تركيز العناصر مع زيادة فترة الجفاف يرجع إلى التغير في الجهد المائي نتيجة الشد المائي والذي يؤثر في نفاذية الأغشية الخلوية والطاقة المؤثرة في نقل الايونات وبذلك يحدث اختلال في تركيز هذه العناصر داخل أنسجة النبات (Erlandssoon, 1975) **والثاني** أن الجفاف يؤثر في تقليل وإذابة وحركة العناصر الغذائية وبالتالي تصبح قدرة النباتات على امتصاص العناصر الضرورية محددة (Farah, 1981) **والعامل الثالث** حيث أن تعرض النبات إلى الجفاف يؤدي إلى إنتاج الجذور الحرة المؤكسدة (ROS) حيث تؤثر هذه الجذور سلبا على جزء الدهون في الغشاء البلازمي محدثة أكسدتها وبذلك تؤثر على نفاذية الأغشية (Gratato *et al*., 2005) ونتائج هذه الدراسة تتفق مع الدراسة الحالية من حصول زيادة في دليل الضرر وثبات الأغشية الخلوية (الجدول 2) نتيجة التعرض للجفاف ومن ناحية زيادة تركيز الصوديوم نتيجة التعرض الى الجفاف تتفق مع ما ذكره Al-Dakheil, 2002 أن محتوى عنصر الصوديوم قد ازداد في نباتات الحنطة المعرضة إلى إجهاد ملحي بينما انخفض محتوى عناصر أخرى ومنها البوتاسيوم وقد يفسر ذلك إلى التنافس بين ايونات الصوديوم والبوتاسيوم في مواقع الامتصاص لوجود نفس العدد من الشحنات.

ومن جانب آخر فإن نقع البذور بالمادة المنشطة PBO اثر في كثير من صفات النمو الفسلجية والمحتوى الكيمياوي حيث حصلت زيادة في صفة ارتفاع النبات ومحتوى الماء النسبي والكلوروفيل مع زيادة الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري وكذلك حصول زيادة في تركيز المغنيسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفسفور في نباتات الحنطة المعاملة وأظهرت المادة المنشطة أيضا تأثيرا ايجابيا خلال التداخل مع فترات الجفاف في كثير من الصفات المدروسة.

إن الزيادة الحاصلة يمكن أن تعزى إلى دور المادة المنظمة PBO في التأثير على السايتوكروم P450 وان هذا التأثير يكون ثنائي الطور، أما في تثبيط أو تحفيز الفعالية الأنزيمية وقد أوضح Anna *et al*., (1999) عند دراسته نباتات Arabidopsis من أن النباتات تبني العديد من مركبات الايض الثانوية التي تستخدم كإشارات للنمو وان التربتوفان مستمد من مركبات الايض الثانوي والتي تشمل اندول حامض الخليك (IAA) وان الخطوات الأولى في هذا البناء من التربتوفان وقد حددت اثنان من السايتوكروم P450S التي تحول التربتوفان الى IAOX والتي تعتبر الجزيئة الأولية إلى IAA وعليه فإن التأثير الايجابي للمادة النشطة قد يعزى إلى عاملين الاول هو التأثير البايوكيمياوي من ناحية تاثيرها على منظومة الانزيمات والثاني هو تأثير فسلجي من خلال إظهار التأثير في بناء الاوكسينات إذ أن للاوكسينات تاثيرات ايجابية في نمو النبات وهذه

تتفق مع Alizadeh *et al*., (2003) من أن خاصية التحفيز للاوكسين ترجع الى قدرته على تغيير الموازنة الداخلية لمنظمات النمو النباتية وبهذه الطريقة يساعد في تحفيز النمو الخضري وكذلك فإن الاوكسينات تساعد في زيادة الفسفرة الضوئية وزيادة صبغات البناء الضوئي وكذلك تثبيت CO_2 (Amin *et al*., 2007).

المصادر العربية

الجبوري، كامل مطشر مالح (2008). التغيرات المورفولوجية في نبات زهرة الشمس (*Helianshus annuns* L.) تحت ظروف التطويع لتحمل الجفاف 11. عدد أوراق النبات ومساحته الورقية. مجلة بغداد للعلوم، **6**(3)، 470-479.

الدسوقي، حشمت سليمان احمد (2009). التحكم في نمو وإنتاجية نباتات القمح المعرضة للجفاف بالجليسين بيتايين وحمض السلسليك. المؤتمر الثالث لتسويق البحوث التطبيقية والخدمات الجامعية 11-12. جامعة المنصورة.

الراوي، خاشع محمود؛ خلف الله، عبدالعزيز (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.

الساعدي، عباس جاسم حسين؛ علوان، عبد عون هاشم؛ حسن، ريشا حميد (2012). تأثير فترة التعطيش وحامض البرولين في تركيز بعض المغذيات الكبرى لنبات الماش، *Vigna radiate* L. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية **4**(2)، 346-354.

العبيدي، محمد سعيد فيصل (1990). تأثير شدة الإضاءة وعمر النبات على إفرازات بعض المحاصيل في الإنبات والنمو المبكر لصنفين من حنطة الخبز *Triticum aestivum* L. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.

علي، فائزة عزيز محمود؛ فيصل، محمد سعيد (2002). تأثير استخدام الكلتار في التركيب المعدني لحبوب صنفين من الحنطة الناعمة *Triticum aestivum* L. تحت ظروف الجفاف. مجلة علوم الرافدين،**13** (1) خاص بعلوم الحياة، 125-136.

فيصل، محمد سعيد (2001). استخدام الكلتار والايثفون لتحسين النمو، الحاصل والتحمل الجفافي لصنفين من الحنطة الناعمة، *Triticum aestivum* L. أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة الموصل.

قنديل، احمد النجار (2009). زراعة العلف ونباتات مراعي في الأراضي الرملية والملحية بدون ري وتسميد. المؤتمر الثالث لتسويق البحوث التطبيقية والخدمات الجامعية، جامعة المنصورة، 55-59.

المزوري، حسن امين (1996). دراسات في الجهد الاليلوباثي للذرة الصفراء. أطروحة دكتوراه، كلية التربية، ابن الهيثم، بغداد، العراق.

النعيمي، سعدالله نجم؛ حسن، مؤيد يونس؛ إبراهيم، ضياء ايوب (2001). تأثير التسميد والجفاف في نمو وتجمع الحامض الاميني البرولين لستة أصناف من السلجم. المجلة العراقية للعلوم الزراعية**. 2**(1)، 70-78.

ياسين، بسام طه (2001). أساسيات فسيولوجيا النبات. كلية العلوم، جامعة قطر.

المصادر الأجنبية

Al-Dakheil, B.A. (2002). Effect of Kinetin and Sodium Chloride on growth and metabolism of *Triticum aestivum* L. seedling M. S. C. Thesis, Botany Department. King Saud Univ./Ksa.

Alizadeh, K.H.; Naghid, O.M.; Saatia, B. (2003). Effect of plant growth regulators on direct shoot regeneration of wheat (*Triticum aestivum* L.) Dept of Biotech. Faculty of Agric Tehran Univ./Iraq.

Amin, A.A.; El-Rashad, Sh.M.; El-Abaqy, H. (2007). Physiological effect of indole -3- Butyric acid and salicylic acid on growth yield and chemical constituents of onion plants. *J. Applical Sci. Res*. **3**(11), 1554-1563.

Anna, K.; Hull, R.V.; John, L.C. (1999). Arabidopsis cytochrom p. 450s that catalyze the first step of tryptophan- dependent indole -3- acetic acid biosynthesis plant – biology. http:// www.pnas.org/cgi/doi/10/073 pnas.

Bartles, D.; Souer, E. (2003). Molecular response of higher plants to dehydration. In: plant response to abiotic stress. Topics in current *Genetics, Berlin, Springer*. **4**, 9-38.

Bates, L.S.; Waldren, R.P.; Tears, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, **39**, 205-207.

Chapman, H.D.; Pratt, F.P. (1961). Methods of analysis for soils, plant and water. Univ. Calif. *Div. Agric., Sci.*, 160-170.

Cushman, J.; Bohnert, H.J. (2000). Genomic approaches to plant stress tolerance. *Curr. Opin. Plant. Boil*., **3**, 117-124.

Erlandsson, G. (1975). Rapid effects on ion and water uptake induced by changes of water potential in young wheat plant. *Plant Physiol*., **35**, 256-262.

Estabrook, R. (2003). A passion for p450 (remembrares of the early history of research on cytochrome 450) *Drug metab*. **3**(12), 1461-1471.

Farah, S.M. (1981). An examination of the effect of water stress on leaf growth of groups of field beans (*Vicia faba* L.) crop growth and yield . *J. Agric. Sci. Camb*. **96**, 327-336.

Gorinova, N.M. ; Nedkovska, M.; Atanassov (2005). Cytochrome p450 Monooxygenases as a tool for metabolizing of herbieds plant. *Biotechnol*. **Special Issue**, 105-115.

Gratato, P.L.; Polle, A.; Lea, P.J.; Azeredo, R.A. (2005). Making the life of heavy metal – stressed plant a little easier. *Funct. Plant Biol*., **32**, 481-494.

Hubac, C.D.; Ferran, G.J.; Termsleres, A. (1989). Chang of leaf lipid composition during water stress in two genotypes of *lupins albes* of susceptible droughty. *Physiol. Biochem* **27**, 737-744.

Kemp, C.D. (1960). Methods of estimating the leaf area of grasses from linear measurement. *Ann. Bot. Lon.* **24**(96), 491-499.

Masters, B.S.; Prough, R.A.; Kamin, H. (1975). Biochemistry 14: 607 In: xenobiotic metabolism in vitro methods. Acs, Washington, pp.147-175.

Matt, K.J. (1970). Colorimetric determination of phosphorus in soil and plant materials with ascorbic acid. *Soil Sci*., **109**, 514-220.

Perry, A.S.; Buckner, A.J. (1970). Study on microsomal cytochrome p-450 in resistant and susceptible house flies life. *Sci*., **9**, 335-350.

Premachandra, G.S.; Shimada, T. (1988). Evaluation of polyethylene glycol test of measuring cell membrane stability as a drought tolerance test in wheat. *J. Agris. Sci*., **110**, 429-433.

Richard, L.A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali. U.S.D.A. Hand book, No. 60, 160.

Saied, N.T. (1990). Studies of variation in primary productivity growth and morphology in relation to the selective improvement of broad leaved three species. Ph. D. National Univ. Ireland.

Schon- feld, M.A.; Johnson, R.C.; Carver, B.F.; Momhinweg, D.W. (1988). Water relations in winter wheat as drought resistance inducators. *Crop Sci*., **28**, 526-531.

Sing, A.; Rajwa, M.S.; Singh, N.T. (1973). Efficiency of moisture and nutrient use by wheat under different moisture regimes and fertilizers schedules. *Can. J. Agr. Sci*., **343**, 133-137.

Tan, J.; Zhao, H.; Hon, J.; Han, Y.; Li, H.; Zhao, W. (2008). Effected of exogenous nitric oxide on photosynthesis, antioxidant capacity and proline accumulation in wheat seedling subjected to osmotic stress world. *J. Agric. Sci*., **4**(3), 307-313.