

تأثير بعض منظمات النمو النباتية في الصفات الحقلية وإنتاج مضادات الاكسدة من أوراق نبات الحنطة

السوداء

عادل يوسف نصرالله* حسام سعد الدين محمد خيرالله* شامل إسماعيل نعمة**
* كلية الزراعة-جامعة بغداد ** مركز دراسات الصحراء-جامعة الأنبار
shamil7899@yahoo.com

المستخلص

نُفذت تجربة خلال عام 2013، بهدف دراسة إمكانية نجاح زراعة نباتات الحنطة السوداء *Fagopyrum esculentum* M. في الظروف البيئية العراقية، ومدى التغيرات التي تطرأ على بعض الصفات الحقلية للنبات من جراء إضافة التراكيز المختلفة لبعض منظمات النمو النباتية (حامض الساليسليك والبراسينوليد وجاسمونات المثل)، فضلاً عن حث إنتاج مضادات الأكسدة النباتية ذات التأثير الفعال في مجالي الطب والصيدلة داخل الجسم الحي لنبات الحنطة السوداء. أثرت معاملة نباتات الحنطة السوداء بالتراكيز المختلفة من منظمات النمو النباتية معنوياً في جميع الصفات قيد الدراسة، إذ حققت النباتات المعاملة بمنشط النمو حامض الساليسليك بالتركيز 60 ملغم.لتر⁻¹ تأثيراً معنوياً في صفتي ارتفاع النبات وعدد الأوراق للنبات الواحد كما استغرقت النباتات المعاملة بحامض الساليسليك بالتركيز 90 ملغم.لتر⁻¹ أقل معدل معنوي لعدد الأيام وصولاً لمرحلة 50% تزهير، في الوقت الذي حققت فيه النباتات المعاملة بذات التركيز أعلى معدل معنوي لصفات طول الجذر والوزن الجاف للنبات، بينما أدى رش النبات بمنشط النمو البراسينوليد بالتركيز 10 ملغم.لتر⁻¹ إلى إطالة المدة اللازمة لوصول النباتات لمرحلة 50% نضج فسليجي في الوقت الذي تفوقت فيه المعاملة بذات المنظم وبالتركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ معنوياً للحصول على أعلى معدل معنوي في وزن بذرة (13.067 غم) وحاصل النبات الفردي (3.492 غم) والحاصل الجايولوجي ودليل الحصاد. أما بالنسبة لمعاملة النباتات بمشبط النمو جاسمونات المثل فقد سبب التركيز 10 ملغم.لتر⁻¹ في الحصول على أعلى معدل معنوي لحاصل النبات الفردي، في حين بركت جاسمونات المثل عند إضافتها بالتركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ في وصول النباتات إلى مرحلة 50% نضج فسليجي وادى ذات التركيز إلى خفض معنوي لصفة ارتفاع النبات وعدد الأوراق للنبات الواحد، بينما سببت المعاملة بجاسمونات المثل بالتركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ في الحصول على أقل معدل معنوي لطول الجذر. في الوقت الذي حققت فيه معاملة النباتات بالتركيز 10 ملغم.لتر⁻¹ من جاسمونات المثل إلى زيادة معنوية في صفتي حاصل النبات الفردي ودليل الحصاد. حققت النباتات المعاملة بمنظم النمو البراسينوليد بالتركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ أعلى زيادة في مستوى إنتاج مركبات Caffeic acid و Quercetin و Rutin، في حين أعطت النباتات المعاملة بذات المركب وبالتركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ أعلى قيمة لإنتاج مركبات Chlorogenic acid و Orientin و Vitexin و Isovitexin، أما بالنسبة للنباتات المعاملة بالتركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ من جاسمونات المثل فقد أظهرت تفوقاً واضحاً في مركبات Vanillic acid و Gentic acid و Coumaric acid.

الكلمات المفتاحية: الحنطة السوداء، مضادات الأكسدة النباتية، منظمات النمو النباتية
البحث مستل من أطروحة الدكتوراه للباحث الأخير

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 46(5): 682-694, 2015

NASRALLA & et al.

EFFECT OF SOME PLANT GROWTH REGULATORS IN FIELD CHARACTERISTICS
AND PRODUCTION OF ANTI-OXIDANTS FROM BUCKWHEAT LEAVES

A. Y. NASRALLA* H. S. M. KHIERALLAH* S. I. NEAMAH**

* College of Agriculture- University of Baghdad

** Center of Desert Studies- University of Anbar

ABSTRACT

This experiment was conducted during 2013. The objectives were to study the possibility of buckwheat *Fagopyrum esculentum* M. in the Iraqi environmental conditions, and the production of the effect of active phenolic compounds in the fields of medicine and pharmacy *in vivo*, through the use of different concentrations of some plant growth regulators. Results indicated that the application of plant growth regulators on buckwheat plants in different concentrations had significant at effect in the study. Application of salicylic acid at 60 mg.L⁻¹ had asignificant effect on plant high and number of leaves per plant. While salicylic acid at 90 mg.L⁻¹ had superior effect in reducing days to 50% flowering and supremacy in significant to increase in root length and dry matter of plant. Brassinolide at 10 mg.L⁻¹ significantly effected the average number of days of plants to 50% Physiology maturity. While 20 mg.L⁻¹ had asignificant effect on weight 1000 seeds (13.067 g) plant yield (3.492 g) biology of yield and harvest index. The application of 10 mg.L⁻¹ of Methyl Jasmonate had asignificant effect on yield of plant. While 20 mg.L⁻¹ of Methyl Jasmonate caused was significant in reducing average the number of days of plant to 50% physiology maturity, plant high and number of leaves per plant. Application of 30 mg.L⁻¹ of Methyl Jasmonate had asignificant reduction in root length. While 10 mg.L⁻¹ of Metyl Jasmonate caused significant increase of plant yield and harvest index. The application of 20 mg.L⁻¹ Brassinolide gave highest product for Caffeic acid, Quercetin and Rutin. While 30 mg.L⁻¹ of Brassinolide increased Chlorogenic acid, Orientin, Vitexin and Isovitexin. The addition of 30 mg.L⁻¹ Methyl Jasmonate caused highest value for product of compounds Vanillic acid, Gentic acid and Coumaric acid.

Key words: Buckwheat, Plant anti-oxidants, plant growth regulators

Part of Ph.D. thesis of third author.

المقدمة

على زيادة إنتاجها للمركبات الفينولية، بوصفها واحدة من أهم مضادات الأكسدة الموجودة في ذلك النبات، عن طريق تعريضها للإجهاد باستخدام منظمات النمو النباتية وبتراكيز مختلفة ودراسة نظم الإستجابة دون اللجوء لتعديل الجينات أو لبرامج التربية طويلة الأمد.

المواد والطرق

نُفذت تجربة حقلية في عام 2013، أثبتت في تنفيذ التجربة تصميم القطاعات الكاملة المُعشاة (RCBD) وبثلاثة مكررات، وكانت عوامل الدراسة كما موضحة في الجدول 1 تم إعداد الأرض بحراستها ثم نعمت وسويت بعدها قسمت إلى وحدات تجريبية أبعادها 3×1.5 م لتصبح مساحة الوحدة التجريبية 4.5 م² واتبعت نظام الزراعة في خطوط، إذ احتوت الوحدة التجريبية على 6 خطوط المسافة بين خط وآخر 20 سم وبين جورة وأخرى على الخط نفسه 5 سم وتمت عملية الزراعة بعمق 2-3 سم (19).

جدول 1. منظمات النمو النباتية الداخلة في الدراسة وتراكيزها

مركز التراكيز (ملغم.لتر-1)	التصنيف	الصيغة الجزيئية	منظم النمو النباتي	رقم
0	----	-----	Control	1
(30 و 60 و 90)	منشط نمو	C7H6O3	Salicylic acid	2
(10 و 20 و 30)	منشط نمو	C28H48O6	Brassinolide	3
(10 و 20 و 30)	مثبط نمو	C13H20O3	Methyl Jasmonate	4

زرعت التجربة في 15 شباط من عام 2013 بوضع أربع بذور في الجورة الواحدة ثم رويت التجربة وعند وصول النباتات إلى مرحلة ظهور ورقتين حقيقيتين خُفت إلى نبات واحد في الجورة. تم الري اعتماداً على رطوبة التربة وحاجة النبات، أجريت عملية التعشيب مرتين لضمان مكافحة الأدغال في حقل التجربة. سمدت أرض التجربة بالسماد النتروجيني، إذ استعمل سماد اليوريا 46% N كمصدر للنتروجين وبمعدل 150 كغم.هـ⁻¹ وأضيف بدفعتين الأولى مع السماد الفوسفاتي قبل الزراعة والثانية عند وصول النباتات إلى مرحلة ظهور البراعم الزهرية وسط الأوراق الفتية، أما السماد الفوسفاتي فقد أُضيف قبل الزراعة مع عملية تهيئة الأرض وبمقدار 100 كغم.هـ⁻¹ واستخدم سماد السوبر فوسفات الثلاثي 46% P₂O₅ مصدراً له (19) حين تم إضافة السماد البوتاسي مع السماد الفوسفاتي وبمقدار 70 كغم.هـ⁻¹ واستخدم كبريتات البوتاسيوم

تعد الحنطة السوداء *Fagopyrum esculentum* أحدى تلك النباتات الطبية، فهي حديثة العهد في عالمنا العربي، للحنطة السوداء قيمة غذائية عالية من خلال نسبة البروتين الحاوية عليها ونوعيته، إذ تتراوح نسبته من 11-15% أما عن نوعيته فتمتاز بإحتوائها على الأحماض الأمينية الثمانية الأساسية التي يحتاجها الجسم البشري لاسيما الأحماض الأمينية الثلاث Lysine و Arginine و Aspartic acid هذاميميز بروتين الحنطة السوداء من ماسواه من بروتينات الحبوب. كما تتميز بذور الحنطة السوداء بمحتواها من الحوامض الدهنية غير المشبعة مثل Oleic acid و Linolenic acid، فضلاً عن محتواها العالي من الفيتامينات مثل: B₁ و B₂ و B₆ و P (8) هذا فضلاً عن احتوائها على كثير من المركبات الطبيعية التي تمتاز بفعاليتها العلاجية المهمة منها: flavonoids و flavones و phytosterols و Inositol و myo-inositol والتي يعزى لها الأثر الكبير في علاج كثير من الأمراض المزمنة (31). توصف المركبات الفينولية بأنها من أهم نواتج الأيض الثانوي (23)، وتصنف من ضمن مضادات الأكسدة نظراً لمساهمتها في حماية الخلية ومكوناتها من مهاجمة الجذور الحرة (Free radicals) التي تنشأ من خلال عملية أكسدة الغذاء لإنتاج الطاقة في الجسم البشري والتي تعمل على مهاجمة وتدمير المكونات الخلوية محدثةً أضراراً بالغة في مادتها الوراثية ووظائفها الخلوية المختلفة. بالنظر لما تملكه تلك المركبات من قدرة على منع أو إبطاء عملية أكسدة الغذاء داخل الأغشية الخلوية، فضلاً عن دورها في حماية الخلايا الحية من التلف البيولوجي التي تحدثه عملية تأكسد الدهون من خلال الأنظمة الدفاعية التي تمتاز بها تلك المركبات، إذ تساهم في إزالته أو تقليله ومن ثم حماية الجسم من الأمراض التي يُعد الإجهاد التأكسدي أساساً لنشوتها. يهدف هذا البحث إلى تحديد إمكانية إنتاج زراعة نبات الحنطة السوداء تحت الظروف البيئية العراقية ودراسة التغيرات الفسلجية التي قد تطرأ على النباتات المزروعة من جراء حثها بالتراكيز المختلفة لبعض منظمات النمو النباتية، فضلاً عن استخدام بعض الأساليب البسيطة التي قد تكون فعالة في زيادة إنتاج الجزء النباتي من المركبات الطبيعية كمحاولة حث الخلية النباتية

الأولى في مرحلة ظهور ست أوراق حقيقية والثانية قبل ظهور HPLC: تم قياس العينة باستخدام جهاز كروماتوغرافيا السائل ذي الأداء العالي HPLC نوع ATVP 10- Shimadzu LC، نظراً لقابلية هذه المنظومة على فصل المكونات الكيميائية لمستخلص أوراق نباتات الحنطة السوداء ومقارنتها بالعينات القياسية. حققت العينات في العمود Column نوع C18 بوجود مكونات الطور المتحرك جدول 2 مزج المحلول باستخدام جهاز الأمواج فوق الصوتية للحصول على محلول كامل التجانس وكان معدل الجريان 1.4 مليلتر/دقيقة. قدرت العينات على الطول الموجي 330 نانوميتر، إذ تم قياس زمن الإحتجاز ومساحة الحزمة للمركب الناتج من حقن العينة مع زمن الإحتجاز ومساحة الحزمة للمحلول القياسي. وكانت عدد مرات التخفيف لمرة واحدة فقط. تحت الظروف نفسها وحساب تركيز المركب الفينولي المعني في أوراق نبات الحنطة السوداء على وفق المعادلة الآتية:

مساحة حزمة المركب

$$\text{تركيز المركب} = \frac{\text{تركيز النموذج القياسي} \times \text{مساحة حزمة المحلول القياسي}}{\text{مساحة حزمة المركب}}$$

أجري التحليل الأحصائي حسب تحليل التباين ثم قورنت المتوسطات الحسابية بإستعمال أقل فرق معنوي LSD عند مستوى احتمال 0.05 من خلال استخدام برنامج GenState 4 Discovery Edition الموضوع في الحاسبة الإلكترونية.

50% K₂O مصدراً له (14). رشت معاملات الدراسة مرتين البراعم الزهرية (3). حُدثت خمس وعشرون نبتة بصورة عشوائية من نباتات الخطوط الوسطية لكل وحدة تجربة لدراسة بعضالصفات الحقلية.

استخلاص مضادات الاكسدة النباتية من أوراق نبات الحنطة السوداء : أجري هذا الجزء من التجربة في مختبرات شركة الحقول البيضاء للأستشارات البيئية والهندسية، إذ تم إستخلاص مضادات الأكسدة النباتية بحسب طريقة Hohmann وآخرون (12) في استخلاص المركبات الفينولية، فبعد الحصول على أوراق نباتات الحنطة السوداء النامية في الحقل والمعاملة بمنظمات النمو الثلاث الداخلة في الدراسة عند مرحلة التزهير. أخذت عينة نباتية مجففة وزنها 100 ملغم وأضيف إليها 10 مل ماء مقطر معقم ومحمض بحامض الهيدروكلوريك 0.1 N HCl بحيث يكون الأس الهيدروجيني (pH) 2.5 وضعت العينة في حمام مائي هزاز ذو الموجات فوق الصوتية Ultrasonic Shaker Water Bath على درجة حرارة 25°م رُشح المحلول من خلال أوراق الترشيح Whatman No.1 بقطر 9 سم. كز الراشح في جهاز المبخر التفرغي الدوار (Rotavapor)، إلى حين وصول حجم الراشح النهائي إلى 1 مل وأصبح جاهز للتحليل.

التشخيص النوعي والكمي لمضادات الأكسدة النباتية باستخدام جهاز كروماتوغرافيا السائل ذي الأداء العالي

جدول 2. بعض مواصفات جهاز كروماتوغرافيا السائل ذي الأداء العالي (HPLC) المُستعمل في عملية التشخيص الكمي والنوعي للمركبات الفينول.

HPLC	نوع العمود
Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan (50× 4.6 mm I.D) C-18 column Solvent A: 0.1% phosphoric acid in deionized water, Solvent B: 50:50 V/v, 0.1% phosphoric acid in deionized water: acetonitrile HPLC grade, linear gradients 0%b-100%B Particle size 3µm 1.4 ml./min. Binary delivery pump model LC-10ATVP shimadzu	الشركة و الموديل أبعاد العمود الطور المتحرك حجم الجزيئات سرعة الجريان نوع وعدد المضخات

معنوية بين تراكيز رش منظمات النمو النباتية المختلفة في المدة اللازمة لوصول النباتات إلى مرحلة 50% تزهير، إذ استغرقت النباتات المعاملة بمنشط النمو حامض الساليسيليك وبالتركيز 90 ملغم. لتر⁻¹ أقل معدل لعدد الأيام وصولاً لمرحلة 50% تزهير بلغ 38.33 يوماً مختلفة بذلك معنوياً على

النتائج والمناقشة

تأثير الرش بالتراكيز المختلفة من حامض الساليسيليك والبراسينوليد وجاسمونات المثل في بعض الصفات الحقلية لنباتات الحنطة السوداء عدد الأيام من الزراعة إلى 50% تزهير: يتبين من نتائج الجدول 3 وجود إختلافات

يوماً ومع أن مستوى الإختلاف لم يبلغ حدود المعنوية قياساً بباقي تراكيز البراسينولايد (20 أو 30 ملغم.لتر⁻¹) إلا أن الإختلاف المعنوي كان واضحاً قياساً بمعامليتي المقارنة وإضافة منشط النمو حامض السالسليك بالتركيز 10 ملغم.لتر⁻¹ اللتان حققتا معدلاً للصفة بلغ 93.33 و 92.00 ويوماً بالتتابع. في الوقت الذي لم تتمكن فيه باقي تراكيز إضافة حامض السالسليك (20 أو 30 ملغم.لتر⁻¹) من بلوغ مستوى المعنوية في إطالة المدة اللازمة للوصول نباتات الحنطة السوداء إلى مرحلة النضج الفسلجي. كما حققت معاملة إضافة مثبط النمو جاسمونات المثيل بالتركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ تأثيراً معنوياً في هذه الصفة بلغ 88.00 يوماً إختلفت من خلاله معنوياً عن معاملة المقارنة فيما لم تحقق أي إختلاف معنوي قياساً بباقي تراكيز إضافة ذات المثبط (10 أو 30 ملغم.لتر⁻¹). ربما يعزى السبب إلى دور الجاسمونات في تشجيع الشيخوخة للنبات ونضج ثماره من خلال دورها في تكسير وتحطيم صبغة الكلوروفيل والتي يصاحبها تأثيرات أخرى متمثلة بتحطيم إنزيم RUBDase ومنع تخليقه الحيوي وزيادة النشاط الأنزيمي لكل من إنزيمي البيروكسيداز Peroxidase والبروتيز Protase (2).

أرتفاع النبات (سم):

أظهرت نتائج الجدول 3 وجود إختلافات معنوية في صفة ارتفاع النبات، إذ أثرت معاملات رش المجموع الخضري لنباتات الحنطة السوداء بالتراكيز المختلفة من منظمات النمو النباتية معنوياً في هذه الصفة وتوقت النباتات المعاملة بالتركيز 60 ملغم.لتر⁻¹ من منشط النمو حامض السالسليك بتحقيقها لأعلى معدل للصفة بلغ 44.33 سم تفوقت من خلاله معنوياً عن معاملة المقارنة التي أعطت معدلاً لأرتفاع النبات بلغ 40.67 سم كما تفوقت وبمستوى معنوي أيضاً على معاملة رش النباتات بالتركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ لمنشط النمو البراسينولايد والتي أعطت معدلاً لصفة أرتفاع النبات بلغ 40.67 سم. في الوقت الذي لم يصل تفوقها مستوى المعنوية قياساً بباقي تراكيز رش منشطي النمو (حامض السالسليك والبراسينولايد). في ذات الوقت سببت معاملة رش نباتات الحنطة السوداء بالتركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ من مثبط النمو جاسمونات المثيل في إحداث خفض معنوي في صفة ارتفاع النبات وينسبة بلغت 9.90 و 9.92% قياساً

النباتات المعاملة بمنشط النمو البراسينولايد وبتراكيزها الثلاثة 10 و 20 و 30 ملغم.لتر⁻¹ والتي إحتاجت نباتاتها إلى مدة أطول للوصول إلى مرحلة التزهير بلغت 40.33 و 40.67 و 41.00 يوماً بالتتابع، في الوقت الذي لم يحقق فيه التركيز 90 ملغم.لتر⁻¹ أي إختلاف معنوي قياساً بمعاملة المقارنة وباقي تراكيز رش منشط النمو حامض السالسليك. كما لم تختلف معاملات رش المجموع الخضري لنباتات الحنطة السوداء بمثبط النمو جاسمونات المثيل على مدى تراكيزها الثلاث (10 و 20 و 30) ملغم.لتر⁻¹ معنوياً قياساً بمعاملة المقارنة والتي أعطت مدة قدرها 39.00 يوماً لبلوغ النباتات مرحلة 50% تزهير. وقد يعزى سبب تقليص حامض السالسليك لعدد الأيام وصولاً لمرحلة التزهير إلى دوره في الحفاظ على المحتوى المائي للنبات من خلال زيادته لمحتوى الماء النسبي داخل النبات وخفض العجز المائي الداخلي لكون مرحلة التزهير من أهم المراحل إحتياجاً للماء ولتلك المنظمات القدرة في تقليل إضطراب موازنة الماء الداخلي (21,6). كما يساهم في زيادة إمتصاص النبات للعناصر الغذائية من خلال تسهيله لعملية الأرتباط بالأحماض الأمينية وبالتالي رفع إمتصاص العناصر المعدنية ومنها عنصر الفسفور بالغ الأهمية والذي يعد من العناصر المعدنية المهمة في تكوين البراعم الزهرية للنبات وصولاً لمرحلة التزهير، فضلاً عن دور حامض السالسليك في زيادة نسبة الجبرلينات والتي لها دور في عملية التزهير من خلال إتحادها مع Anthesin لإنتاج هرمون التزهير Florigen الذي يساهم في حث عملية التزهير (18 و 27) وللحامض دوراً بالغ الأهمية في زيادة نسبة الكاربوهيدرات إلى النتروجين وبالتالي التسريع في وصول النبات لمرحلة التزهير (20). وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (4) الذي بين بأن لحامض السالسليك دوراً كبيراً في تقليص المدة من الزراعة إلى التزهير.

عدد الأيام من الزراعة إلى 50% نضج فسلجي

أظهرت النتائج وجود إختلافات معنوية بين المعاملات المختلفة الداخلة في الدراسة في هذه الصفة، ويتبين من الجدول 3 ان معاملات رش المجموع الخضري لنباتات الحنطة السوداء بمنشط النمو البراسينولايد بالتركيز 10 ملغم.لتر⁻¹ قد حقق أعلى معدل معنوي للصفة بلغ 99.33

خفضاً معنوياً لهذه الصفة ونسبة بلغت 6.29% قياساً بمعاملة المقارنة في الوقت الذي لم تختلف فيه تلك التراكيز فيما بينها معنوياً في هذه الصفة. أشارت دراسة Ozeker و Isfendiaroglu (13) أن حامض الساليسليك يحمي الأوكسينات من الأكسدة بإنزيم IAA oxidase. كما ان للحامض دوراً في زيادة الإنقسامات الخلوية في المناطق المرستيمية لقمم الجذور وحث الجذور لتحمل الإجهادات البيئية Abiotic stresses (28,9). ويعتقد أن لإرتباط حامض الساليسليك بالأحماض الأمينية ومنها Tryptophan والذي يؤدي دوراً مهماً في تشجيع نمو الجذور ودوره في زيادة نسبة السايوتوكاينينات دوراً في عملية تشجيع النمو الجذري وزيادة طول الجذر في الظروف الطبيعية (25 و 22).

عدد الأوراق نبات :

أظهرت نتائج الجدول 3 وجود تباين في صفة عدد الأوراق للنبات الواحد باختلاف معاملات إضافة منظمات النمو النباتية رشاً على المجموع الخضري لنباتات الحنطة السوداء، فقد حققت معاملة رش منشط النمو حامض الساليسليك بالتركيز 60 ملغم.لتر⁻¹ لأعلى معدل معنوي للصفة بلغ 14.00 ورقة.نبات⁻¹ ففي الوقت الذي لم تختلف فيه معنوياً قياساً بمعاملة المقارنة وباقي تراكيز رش حامض الساليسليك نجد بان تفوقها المعنوي قد تحقق مقارنةً بمعاملة رش البراسينولايد وبالتركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ والتي اعطت معدلاً لعدد الأوراق بالنبات الواحد بلغ 11.33 ورقة.نبات⁻¹. أما بالنسبة لمنشط النمو جاسمونات المثل فأنا نجد بان معاملة إضافته بالتركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ هي من أعطت ادنى معدل لعدد الاوراق بالنبات الواحد بلغ 9.00 ورقة.نبات⁻¹ واختلقت بذلك معنوياً عن معاملة المقارنة فقط والتي أعطت معدلاً لعدد الأوراق بالنبات بلغ 11.67 ورقة.نبات⁻¹. ربما يعود السبب في تفوق معاملات حامض الساليسليك إلى ان للحامض تأثيراً في المحافظة ومنع تسرب الأيونات من الجذور إلى التربة والمحافظة على الكربوهيدرات والسكريات وزيادة فعالية إنزيم Ribulase1-5 biphosphate و Carboxylase وزيادة كفاءة إمتصاص الماء والعناصر المعدنية الرئيسية كالنتروجين والفسفور والبوتاسيوم (24). أكدت هذه النتائج علاقة الإرتباط الموجبة والمعنوية بين عدد الأوراق-نبات وكل من ارتفاع النبات وطول الجذر (ملحق 2)

بمعاملتي المقارنة والرش بالتركيز 10 ملغم.لتر⁻¹ من منظم النمو جاسمونات المثل، ومع ذلك فان الإنخفاض الذي حققه باقي تركيزي جاسمونات المثل 10 أو 30 ملغم.لتر⁻¹ لم يصل لحدود المعنوية قياساً بمعاملة المقارنة. أشارت دراسة كل من Tripathi و Tripathi (26) و Hao وآخريين (10) بأن سبب تفوق معاملات رش منظم النمو الساليسليك أسيد في صفة ارتفاع النبات إلى دوره في رفع كفاءة إمتصاص الماء مما يساهم في زيادة نمو الخلايا وأنقسامها نتيجة لتراكم نواتج الأيض في القمم النامية الذي يؤدي إلى زيادة إنقسامها وزيادة في نسبة الإنقسام الخيطي وفعالية الأحماض النووية DNA و RNA. فضلاً عن دوره في خفض تركيز حامض الإبيسيسيك وتنشيط تمثيل الأثلين المؤدي إلى شيخوخة النبات كما أن لحامض الساليسليك دوراً في رفع كفاءة عملية تمثيل الكربون والبناء الضوئي وزيادة تركيز الهرمونات كالسايوتوكاينينات والجبرلينات والأوكسينات (11 و 29). كل هذه العوامل ادت في النهاية إلى تفوق معاملات حامض الساليسليك في هذه الصفة وبالتالي إيجاد الإختلاف المعنوي فيها. فضلاً عن علاقة الإرتباط الموجبة والمعنوية بين كلاً من عدد الأيام من الزراعة إلى 50% نضج فسليجي وارتفاع النبات.

طول الجذر (سم) :

أثرت معاملة نباتات الحنطة السوداء بالتراكيز المختلفة لبعض منظمات النمو النباتية معنوياً في صفة طول الجذر، إذ يتضح من الجدول 3 تفوق معاملة رش النباتات بمنشط النمو حامض الساليسليك بالتركيز 90 ملغم.لتر⁻¹ بإعطائها لأعلى معدل للصفة بلغت 6.300 سم، ومع أنها لم تصل لحدود المعنوية قياساً بباقي تركيزي منشط النمو حامض الساليسليك (30 أو 60 ملغم.لتر⁻¹) ومعاملة المقارنة (C₀) والتركيز 10 ملغم.لتر⁻¹ من منشط النمو البراسينولايد اللاتي حققن معدلاً للصفة بلغ 6.100 و 6.233 و 6.033 و 6.133 سم بالتتابع. إلا ان ذلك التفوق قد تجاوز حدود المعنوية مقارنةً بالتركيزين (20 أو 30 ملغم. لتر⁻¹) من منظم النمو البراسينولايد التي حققت معدلاً للصفة بلغ 5.867 و 5.800 سم للتراكيز انفة الذكر وبالتتابع. كما أظهرت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملة إضافة منشط النمو جاسمونات المثل بالتركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ والتي سببت

مع ما توصل اليه Abdala (1) و AL-Mentafji (4). وزن 1000 بذرة (غم): أظهرت لنا النتائج في الجدول 3 وجود تأثير معنوي لمعاملات إضافة منظمات النمو النباتية الداخلة في الدراسة في وزن 1000 بذرة، إذ تفوق التركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ لمنشط النمو البراسينولايد بتحقيقه أعلى معدل للصفة بلغ 13.067 غم متفوقاً به معنوياً على معاملة المقارنة وتراكيز رش منشط النمو حامض السالسيك 30 و 60 و 90 ملغم.لتر⁻¹ والتي أعطت كل منها معدلاً للصفة بلغ 12.033 و 11.900 و 12.200 و 11.833 و وغم للتركيز أنفة الذكر بالتتابع، في الوقت الذي لم تتمكن فيه جاسمونات المثل من إحداث إختلاف معنوي في هذه الصفة قياساً بمعاملة المقارنة. وربما يعود السبب في تفوق معاملة البراسينولايد في زيادة وزن 1000 بذرة إلى دوره في تنظيم نمو النبات من خلال إزالة التأثيرات السلبية التي تسببها عملية إنتاج الخلايا النباتية لبيروكسيد الهيدروجين وبالتالي تؤدي إلى زيادة نفاذية غشاء الخلية وزيادة قدرة الأوراق على القيام بعملية التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة صافي البناء الضوئي (17) قد أظهرت النتائج وجود علاقة بين صفة وزن 1000 بذرة وعدد الأيام من الزراعة إلى 50% تزهير (جدول 3).

حاصل النبات الفردي (غم):

أثرت منظمات النمو النباتية الداخلة في الدراسة وبكلا صفتيها (المنشطة والمنشطة للنمو) معنوياً في صفة حاصل النبات الفردي لنباتات الحنطة السوداء، كما تباين حاصل النبات باختلاف التركيز المستخدم لتلك المنظمات النباتية (جدول 3). وبالعودة إلى الشكل في أدناه يتبين لنا التفوق عالي المعنوية الذي حققته نباتات الحنطة السوداء المعاملة بمنشط النمو البراسينولايد وبالتركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ بإعطائه لأعلى معدل للصفة بلغ 3.492 غم متفوقاً بذلك عن باقي تراكيز رش البراسينولايد 10 و 30 ملغم.لتر⁻¹ اللذين حققا معدلاً للصفة بلغ 3.104 و 3.194 غم بالتتابع، ومع أن هذا التفوق لم يصل لحدود المعنوية إلا أنه قد تجاوز مستوى المعنوية قياساً بباقي المعاملات الأخرى (معاملة المقارنة و تراكيز منشط النمو حامض السالسيك) والتي أعطت معدلاً لصفة حاصل البذور بلغ 2.145 و 2.311 و 2.653 و 2.430 غم للتركيز أنفة الذكر بالتتابع. أيضاً أثرت تراكيز

الوزن الجاف للنبات (غم): يتضح من الجدول 3 وجود تأثير معنوي لإضافة منظمات النمو النباتية وبالتركيز المختلفة على الوزن الجاف لنباتات الحنطة السوداء ويظهر لنا الجدول 3 التفوق المعنوي الذي حققته المعاملة بمنشط النمو حامض السالسيك وبالتركيز 90 ملغم.لتر⁻¹ في صفة الوزن الجاف للنبات والذي بلغ 9.211 غم تفوق من خلاله معنوياً على معاملة المقارنة ومعاملي رش منظم النمو البراسينولايد بالتركيزين 20 و 30 ملغم.لتر⁻¹ التي أعطت معدلاً للصفة بلغ 8.68 و 8.535 و 8.317 غم بالتتابع. ولم يصل تفوق معاملي حامض السالسيك بالتركيز 30 و 60 ملغم.لتر⁻¹ مستوى المعنوية قياساً بالمعاملة المتفوقة، إذ حقق كل منها معدلاً لوزن النبات الجاف بلغ 8.817 و 9.087 غم بالتتابع. أيضاً لم يؤثر مثبط النمو جاسمونات المثل معنوياً في الوزن الجاف للنبات الواحد، إذ لم تختلف التراكيز فيما بينها معنوياً كما لم تختلف عن معاملة المقارنة. ربما يعزى السبب إلى تأثير حامض السالسيك في زيادة نسبة حامض البرولين مما يؤدي رفع إزموزية الأوراق وبالتالي سحب الماء مما يساهم في خفض عجز ماء التشبع وزيادة محتوى الماء النسبي فضلاً عن دور حامض السالسيك في تقليل عملية فقدان الماء بواسطة النتح وتقليل التبخر من خلال التحكم بحركة الثغور وزيادة فرق الجهد الأزموزي للأوراق من خلال تراكم الأحماض الأمينية والسكريات الذائبة مما يزيد من قدرة وسرعة إمتصاص الماء من قبل الجذور (5 و 30). كما إن لحامض السالسيك القدرة على الإقتران بالأحماض الأمينية والبروتينات ويحافظ على تميؤ Haydration وإنتفاخ التراكيب الخلية والأغشية البلازمية عن ظروف إجهاد الجفاف، إذ تتجمع الأحماض الأمينية ومنها البرولين وتقترب مع حامض السالسيك وتداخل جزئيات البرولين مع البروتينات مع السطوح الكارهة للماء مما يزيد من مساحة المناطق المحبة للماء مما يعتقد انه يؤدي إلى الحفاظ على كمية الماء داخل الخلايا والأنسجة وبالتالي استمرار وتيرة عملية التمثيل الضوئي بشكل طبيعي نتيجة لتوفر الماء (29). كما أن التأثير الإيجابي لحامض السالسيك في زيادة حجم المجموع الجذري (جدول 3) وبالتالي زيادة إمتصاص الماء والمغذيات النباتية يلعب دور مهم في زيادة الوزن الجاف للنبات هذه النتيجة جاءت متفوقة

النباتية وبالتراكيز المختلفة في صفة دليل الحصاد، إذ نلاحظ تفوقاً عالي المعنوية حققتة معاملة المجموع الخضري لنباتات الحنطة السوداء بالتراكيز 20 ملغم/لتر¹ من منظم النمو البراسينولايد في صفة دليل الحصاد، إذ أعطت معدلاً للصفة بلغ 29.04% تفوقت من خلاله معنوياً على معاملة المقارنة ومعاملات إضافة منشط النمو حامض الساليسليك 30 و 60 و 90 ملغم/لتر¹ والتي اعطى كل منها معدلاً لدليل الحصاد بلغ 19.83 و 20.78 و 22.61 و 20.82% بالتتابع. بينما لم تختلف تراكيز رش منشط النمو البراسينولايد فيما بينها معنوياً. كما أثرت معاملة النباتات بمشبط النمو جاسمونات المثيل بالتراكيز 10 أو 20 ملغم/لتر¹ معنوياً في دليل الحصاد إذ حققت معدلاً للصفة بلغ 25.21 و 24.42%. تفوقت من خلاله معنوياً عن معاملة المقارنة والتي اعطت معدلاً لدليل الحصاد بلغ 19.83%. إن التباين بين المعاملات قيد الدراسة في هذه الصفة قد يرجع إلى اختلاف طبيعة عمل تلك المنظمات وتراكيز كلاً منها والذي ينعكس في اختلاف إستجابتها من الناحية الفسلجية وبالتالي اختلافها في هذه الصفة، إذ حسنت منظمات النمو النباتية وتراكيزها كفاءة نقل وتوزيع نواتج عملية التمثيل الضوئي لصالح الحاصل الأقتصادي (حاصل النبات الفردي). إن معنوية التأثير تشير إلى إن النباتات المعاملة بمنظم النمو حامض الساليسليك لم تكن كفوءة في استغلال المادة الجافة العالية لها لزيادة حاصل النبات الفردي (جدول 3) فانعكس هذا في تدني قيمة دليل الحصاد فيها على عكس النباتات المعاملة بمنظمي النمو البراسينولايد وجاسمونات المثيل التي كانت اكفاً منها في ذلك.

المعاملة بمشبط النمو معنوياً في حاصل النبات الفردي، إذ حقق التراكيزين 10 و 20 ملغم/لتر¹ أعلى معدل معنوي لحاصل النبات وينسبة زيادة عن معاملة المقارنة بلغت 31.79% و 29.18% للتراكيزين أنفي الذكر وبالتتابع. إن حاصل البذور بوحدة المساحة يُعد دالة لمكوناته ولذلك فإن هذه الزيادة في الحاصل جاءت نتيجة تأثير منظمات النمو النباتية في تحسين صفات النمو وبالتالي رفع بعض صفات مكونات الحاصل وفي مقدمتها وزن 1000 بذرة (جدول 3).

الحاصل البيولوجي (غم/نبات¹)

أشارت النتائج في الجدول 3 وجود فروقات معنوية بين تأثير المعاملات المختلفة الداخلة في الدراسة في صفة الحاصل البيولوجي لنباتات الحنطة السوداء، إذ تفوقت النباتات المعاملة بالتراكيز 20 ملغم/لتر¹ من منشط النمو البراسينولايد بتحقيقها لأعلى معدل لهذه الصفة بلغ 12.027 غم ومع أن هذه القيمة لم تؤهلها إلى بلوغ مستوى المعنوية مقارنةً بتراكيز رش منشط النمو البراسينولايد الداخلة في الدراسة لكننا نجد بأن ذلك التفوق قد تجاوز حدود المعنوية قياساً بمعاملي المقارنة والرش بالتراكيز 30 ملغم/لتر¹ من منظم النمو حامض الساليسليك اللذان حققا معدلاً للصفة بلغ 10.825 و 11.128 غم لكلا التراكيزين انفي الذكر وبالتتابع. أما بالنسبة لمشبط النمو جاسمونات المثيل فلم تختلف معاملته معنوياً عن معاملة المقارنة فضلاً عن انها لم تختلف فيما بينها معنوياً أيضاً. قد يرجع السبب في تفوق منظم النمو الساليسليك أسيد في هذه الصفة إلى تفوقه في صفتي عدد الأيام من الزراعة إلى 50% نضج فسلجي ووزن 1000 بذرة وحاصل النبات الفردي (جدول 3). دليل الحصاد (%): يبين الجدول 3 وجود تأثير معنوي لمعاملات رش منظمات النمو

جدول 3. تأثير المعاملة بتراكيز مختلفة من حامض الساليسليك والبراسينولايد وجاسمونات المثيل في بعض الصفات الحقلية

لنبات الحنطة السوداء.

دليل الحصاد (%)	الحاصل البيولوجي (غم/نبات)	حاصل النبات الفردي (غم)	وزن بذرة 1000 (غم)	وزن النبات الجاف (غم)	عدد الأوراق / نبات	طول الجذر (سم)	ارتفاع النبات (سم)	المدة إلى 50% نضج فسلجي (يوم)	المدة إلى 50% تزهير (يوم)	منظمات النمو النباتية	
										التركيز (ملغم/لتر ¹)	المنظم
19.83	10.825	2.145	12.033	8.680	11.67	6.033	40.67	93.33	39.00	0	Salicylic acid
20.78	11.128	2.311	11.900	8.817	12.67	6.100	42.00	92.00	39.00	30	
22.61	11.740	2.653	12.200	9.087	14.00	6.233	44.33	95.00	38.67	60	
20.82	11.641	2.430	11.833	9.211	12.33	6.300	41.67	97.00	38.33	90	
25.87	11.995	3.104	12.667	8.891	12.00	6.133	41.33	99.33	40.67	10	Brassinolide
29.04	12.027	3.492	13.067	8.535	12.67	5.867	42.00	96.67	40.33	20	
27.75	11.511	3.194	12.833	8.317	11.33	5.800	40.67	94.33	41.00	30	
25.21	11.205	2.827	12.200	8.378	11.33	5.733	40.33	91.67	39.33	10	
24.42	11.321	2.771	11.867	8.550	9.00	5.867	37.00	88.00	39.67	20	Methyl Jasmonate
23.12	11.084	2.594	12.167	8.490	9.67	5.676	38.33	90.00	38.67	30	
3.735	0.7414	0.549	0.6046	0.455	2.576	0.345	3.280	5.217	1.725		L.S.D 0.05

مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ كما أظهرت معاملات إضافة منظم النمو البرسينولايد تحسناً في إنتاج هذا المركب من أوراق نباتات الحنطة السوداء إذ حقق التركيزين 10 و 20 ملغم. لتر⁻¹ قيمة لإنتاج المركب بلغ 6.746 و 8.006 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع في حين كانت معاملة النباتات بالتركيز العالي من البرسينولايد (30 ملغم. لتر⁻¹) قد أظهرت أدنى قيم إنتاج المركب بلغ 0.732 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹. كما بينت المعاملات الحقلية بأن منظم النمو جاسمونات المثل قد أظهرت معاملات زيادة واضحة في رفع إنتاج هذا المركب وبالأخص التركيز 30 ملغم. لتر⁻¹ الذي حقق أعلى قيمة لإنتاج هذا المركب بلغ 12.039 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ تفوق من خلالها على كافة المعاملات الداخلة في الدراسة. إستخدم جاسمونات المثل كمحفز لتعزيز إنتاج المركبات الفينولية، عن طريق إحداث تغيرات في التعبير الجيني والدفع بإتجاه إظهار الجينات المسؤولة عن البناء الحيوي للمركبات الفينولية، مما سبب في إحداث تغيرات في النشاط البيولوجية وبالتالي زيادة تراكم المركبات الفينولية في النبات (17). أيضاً أظهرت منظمات النمو النباتية إمكانية في رفع إنتاج مركب Gentisic acid من أوراق نباتات الحنطة السوداء (جدول 4) إذ تمكن منظم النمو حامض السالسيليك من زيادة إنتاج هذا المركب وحقق التركيز 60 ملغم. لتر⁻¹ أعلى قيمة لإنتاجه بلغ 7.284 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ ومع ان مستوى التفوق كان طفيفاً عن التركيزين 30 و 90 ملغم. لتر⁻¹ اللذان حققا قيمة لإنتاج المركب بلغت 7.13 و 6.202 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع، إلا أن كافة التراكيز أنفة الذكر قد تفوقت وبشكل واضح عن معاملة المقارنة التي أعطت قيمة لإنتاج المركب بلغ 3.725 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹. كما اظهرت معاملات رش البراسينولايد تحسناً واضحاً في مدى إنتاج هذا المركب وكان التركيز 20 ملغم. لتر⁻¹ هو من حقق أعلى إنتاج للمركب من بين معاملات البراسينولايد (7.673 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹) ونسبة زيادة بلغت 61.30% قياساً بالتركيز 10 ملغم. لتر⁻¹ في حين خَفَضَ التركيز العالي من البراسينولايد (30 ملغم. لتر⁻¹) وبشكل كبير من إنتاج هذا المركب إذ اعطى أدنى قيم الإنتاج على مدى جميع المعاملات الداخلة

تأثير المعاملة بتركيز مختلفة من حامض السالسيليك والبراسينولايد وجاسمونات المثل في إنتاج مضادات الأكسدة النباتية من أوراق نبات الحنطة السوداء: أظهرت النتائج في الجدول 4 وجود تأثير واضح لمعاملات رش منظم النمو حامض السالسيليك في زيادة إنتاج مركب Caffeic acid من أوراق نباتات الحنطة السوداء، إذ حققت المعاملة به وبالتركيز 90 ملغم. لتر⁻¹ قيمة لإنتاج هذا المركب بلغ 25.066 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ متفوقة بذلك على معاملة المقارنة وباقي تركيزي حامض السالسيليك 30 و 60 ملغم. لتر⁻¹ التي أعطت معدلاً لإنتاج مركب Caffeic acid بلغ 11.15 و 13.79 و 15.522 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع. أما بالنسبة لمنظم النمو البراسينولايد فقد حقق التركيز 20 ملغم. لتر⁻¹ أعلى إنتاج لهذا المركب بلغ 26.578 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ تفوق من خلاله بإعطائه أعلى إنتاج لهذا المركب ولكافة المعاملات قيد الدراسة في حين كان أدنى قيم الإنتاج من هذا المركب قد أظهرته المعاملة بالبراسينولايد وبالتركيز 30 ملغم. لتر⁻¹ بلغ 1.877 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹. في ذات الوقت التي لم تحقق معاملات رش مثبط النمو جاسمونات المثل أية زيادة في إنتاج مركب Caffeic acid من أوراق نباتات الحنطة السوداء، إذ أعطت قيمة لإنتاج هذا المركب بلغت 8.741 و 9.66 و 9.528 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع. ربما يعود السبب في تفوق معاملة البراسينولايد لفعاليتها الحيوية في تحفيز ظهور الجينات المسؤولة عن إنتاج بناء العديد من المركبات الحيوية المهمة من خلال تفعيل بعض المسارات التي من شأنها تخليق تلك المركبات المهمة فضلاً عن دوره في تنظيم دورة الخلية (2) كما يُظهر الجدول 4 قدرة منظم النمو حامض السالسيليك في رفع إنتاج مركب Vanillic acid والمستخلص من أوراق نباتات الحنطة السوداء، إذ حقق التركيز 60 ملغم. لتر⁻¹ زيادة في إنتاج هذا المركب بلغ 10.96 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ تفوق من خلالها على معاملتي رش حامض السالسيليك بالتركيز 30 و 90 ملغم. لتر⁻¹ واللذان أعطت قيمة لإنتاج Vanillic acid بلغ 6.849 و 9.347 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع وجميع هذه المعاملات أظهرت تفوقاً ملحوظاً عن معاملة المقارنة التي أعطت قيمة لإنتاج المركب بلغ 4.401

بينت النتائج في الجدول 4 وجود تباين في مدى إنتاج مركب Orientin باختلاف نوع وتركيز منظمات النمو المستخدمة في الدراسة، وعلى العموم كان لحامض الساليسليك دوراً في زيادة إنتاج هذا المركب إذ حققت معاملة رشه بالتركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ نسبة زيادة بلغت 11.56% قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت قيمة لإنتاج المركب بلغ 9.322 مايكروغرام.100ملغم⁻¹ ومع انها لم تختلف عن معاملة إنتاج المركب عند إضافة حامض الساليسليك بالتركيز 60 ملغم.لتر⁻¹ إلا ان كلاهما قد اختلفا وبشكل واضح عن كمية المركب المستخلص من النباتات المعاملة بالتركيز 90 ملغم.لتر⁻¹، إذ سبب التركيز أعلاه في خفض كمية المركب المنتج (6.834 مايكروغرام. 100ملغم⁻¹). أيضاً ساهمت معاملات رش منظم النمو البراسينولايد في زيادة إنتاج هذا المركب من خلال معاملة النباتات بالتركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ والذي اعطى اعلى الإنتاج لهذا المركب ولجميع المعاملات قيد الدراسة بلغ 23.96 مايكروغرام.100ملغم⁻¹ في الوقت الذي أعطت النباتات المعاملة بالتركيز 20 ملغم.لتر⁻¹ قيمة لإنتاج المركب بلغ 11.923 مايكروغرام.100ملغم⁻¹ في حين ظهرت أدنى قيم الإنتاج (3.768 مايكروغرام.100 ملغم⁻¹) عند معاملة النباتات بالتركيز 10 ملغم.لتر⁻¹ من منظم النمو البرسينولايد. كما كان لجاسمونات المثل دوراً واضحاً في زيادة إنتاج المركب عند معاملة النباتات بالتركيز 10 و 20 ملغم.لتر⁻¹ إذ اعطى إنتاجاً لهذا المركب بلغ 11.93 و 12.16 مايكروغرام. 100ملغم⁻¹ في حين سببت المعاملة بالتركيز 30 ملغم. لتر⁻¹ في خفض مستوى الإنتاج لهذا المركب 8.124 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹. قد يعود تفوق النباتات المعاملة بمنظم النمو البراسينولايد في زيادة إنتاج هذا المركب إلى دور هذا المنظم في زيادة نشاط إنزيمي Glutamine-ammonia وNitrate reductase اللذين يعملان لتنشيط العمليات الفسلجية المختلفة للخلية النباتية ومنها تراكم المركبات الحيوية (2) أيضاً نلاحظ في الجدول 4 عدم وجود أي تأثير لمنظم النمو حامض الساليسليك في رفع إنتاج مركب Vitexin إذ سبب منظم النمو أنف الذكر وعلى مدى تراكيزه الثلاثة في خفض إنتاج هذا المركب عند إستخلاصه من أوراق النباتات المزروعة في الحقل. كما أظهرت نتائج البراسينولايد خفض مستوى إنتاج ذات المركب

في الدراسة (1.863 مايكروغرام.100ملغم⁻¹). كما ساهمت تراكيز رش منظم النمو جاسمونات المثل وبشكل واضح في تحسن ورفع إنتاج مركب Gentisic acid، إذ حقق التركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ أعلى إنتاج للمركب بلغ 8.436 مايكروغرام. 100ملغم⁻¹ تفوق من خلالها على معاملات جاسمونات المثل وعلى كافة المعاملات قيد الدراسة في الوقت الذي حقق فيه التراكيز 10 و 20 ملغم.لتر⁻¹ قيمة لإنتاج المركب بلغ 3.829 و 5.737 مايكروغرام.100ملغم⁻¹ بالتتابع. ويوضح الجدول 4 بان منظم النمو حامض الساليسليك قد ساهم نوعاً ما في تحسين إنتاج مركب Chlorogenic acid إذ حققت تراكيز المنظم الثلاثة 30 و 60 و 90 ملغم.لتر⁻¹ قيمة لإنتاج المركب بلغ 3.424 و 4.434 و 4.582 مايكروغرام.100ملغم⁻¹ بالتتابع، في حين كانت معاملة المقارنة قد أعطت قيمة لإنتاج المركب من أوراق نباتات الحنطة السوداء بلغ 3.672 مايكروغرام.100ملغم⁻¹. أما منظم النمو البراسينولايد فقد حققت تراكيزه زيادة واضحة في إنتاج المركب وبالأخص التركيز 30 ملغم.لتر⁻¹ الذي حقق أعلى إنتاج لهذا المركب (30.33 مايكروغرام.100 ملغم⁻¹) على مدى كافة المعاملات الداخلة في الدراسة، في حين أظهرت نتائج التراكيزين 10 و 20 ملغم. لتر⁻¹ قيمة لإنتاج المركب بلغ 3.237 و 5.345 مايكروغرام. 100ملغم⁻¹ بالتتابع. كما بينت النتائج وجود تأثير لمعاملة إضافة منظم النمو جاسمونات المثل في إحداث تغير لإنتاج مركب Chlorogenic acid من أوراق نباتات الحنطة السوداء إذ أتضح بان التركيز الأدنى (10 ملغم.لتر⁻¹) هو من حقق أفضل إنتاج لهذا المركب بلغ 6.347 مايكروغرام. 100ملغم⁻¹ في حين كان التراكيزين 20 و 30 ملغم.لتر⁻¹ قد أعطيا قيمة لإنتاج المركب بلغ 4.363 و 4.499 مايكروغرام.100 ملغم⁻¹. أن تفوق التركيز العالي للبراسينولايد في إنتاج هذا المركب له دليل على القدرة العالية التي يتمتع بها هذا المركب من خلال صيانة الأجزاء الخلوية وإدامة فعاليتها الحيوية، إذ يؤدي إلى إزالة التأثيرات السمية التي تسببها بعض المركبات المنتجة داخل الخلية ومنها بيروكسيد الهيدروجين وبالتالي زيادة نفاذية غشاء الخلية وزيادة قدرة الأوراق على القيام بعملية التمثيل الضوئي والتخفيف من ضرر الإجهاد التأكسدي (16). كما

مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ تفوق من خلاله على جميع التراكيز قيد الدراسة بينما لم تحقق التراكيز 10 و 20 ملغم. لتر⁻¹ أية زيادة تذكر في مستوى إنتاج هذا المركب قياساً بمعاملة المقارنة. لم تؤثر معاملات جاسمونات الميثيل وبتراكيزها الثلاثة في تحقيق زيادة لإنتاج هذا المركب بل بالعكس سببت خفضاً في إنتاجه إذا ما قيس بمعاملة المقارنة. ربما يعود السبب في ذلك لعدم قدرة التراكيز المستخدمة في إستحداث تغيرات في المسارات الأيضية المخصصة لبناء هذا المركب. يُلاحظ من الجدول 4 وجود إختلاف بين منظمات النمو النباتية في التأثير على إنتاج مركب Quercetin بإختلاف التركيز المعامل به النبات إذ أظهرت النتائج وجود تأثير لمنظم النمو حامض الساليسيليك في كمية المركب المستخلصه من أوراق نباتات الحنطة السوداء وحقق التركيز 60 ملغم. لتر⁻¹ أعلى قيمة لإنتاج المركب بلغ 9.588 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ تفوق من خلالها على معاملة المقارنة والتركيزين 30 و 90 ملغم. لتر⁻¹ التي أعطت قيمة أقل لإنتاج هذا المركب بلغ 6.314 و 7.286 و 8.031 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع. كما أظهرت النتائج وجود تأثير واضح لمنظم النمو البراسينولايد في رفع وتحسين إنتاج هذا المركب من أوراق نباتات الحنطة السوداء وحقق التركيز 20 ملغم. لتر⁻¹ أعلى قيمة للإنتاج بلغ 14.846 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ تفوق من خلالها على كافة التراكيز قيد الدراسة في حين سببت المعاملة بالتركيز 30 ملغم. لتر⁻¹ إحداث خفض واضح في كمية المركب المستخلص من النبات (2.863 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹). بينما لم يظهر جاسمونات الميثيل أي دور يذكر في زيادة إنتاج هذا المركب بل بالعكس ساهم في خفض إنتاجه إذا ما قورنت بمعاملة المقارنة وباقي التراكيز الداخلة في الدراسة. وأن هذا الإختلاف في عمل منظمي النمو البراسينولايد وجاسمونات الميثيل في إنتاج هذا المركب ربما يعود إلى الإختلاف في آلية الإنتقال والإستجابة لكل منهما من قبل النبات الكامل مما أحدث تغييراً في المسارات الأيضية المختلفة وأثر على إنتاج هذا المركب بإختلاف منظم النمو. يتضح جلياً في الجدول 4 الدور الكبير والفعال الذي تؤديه منظمات النمو النباتية بتراكيزها المختلفة في التأثير على إنتاج مركب Rutin من أوراق نباتات الحنطة السوداء، إذ أظهر الشكل آف الذكر

من النباتات المعاملة بالتركيز 10 و 20 ملغم. لتر⁻¹ والتي حققت قيمة لإنتاج المركب بلغ 3.492 و 8.680 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع، إلا أن مستوى الإنتاج العالي من هذا المركب أظهرته النباتات المعاملة بالتركيز 30 ملغم. لتر⁻¹ إذ حققت أعلى إنتاج لهذا المركب على مدى جميع المعاملات الحقلية المدروسة بلغ 21.297 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹. وبفس الطريقة لم تتمكن معاملات رش جاسمونات الميثيل من إحداث أية زيادة في مستوى الإنتاج بل بالعكس سببت في خفض إنتاج ذلك المركب بزيادة تركيز الرش. قد يعود تفوق النباتات المعاملة بمنظم النمو البراسينولايد في زيادة إنتاج هذا المركب إلى دور هذا المنظم في زيادة نشاط إنزيمي Nitrate reductase و Glutamine-ammonia اللذين يعملان على زيادة القدرة الإمتصاصية للماء وبالتالي زيادة نمو الخلايا النباتية وانقسامها وتنشيط العمليات الفسلجية المختلفة ومنها تراكم المركبات الحيوية (2). وإلى دور هذا المنظم في صيانة الخلية النباتية وحمايتها من التأثيرات السلبية التي تسببها تراكم الإفرزات السمية داخلها، إذ يعمل هذا المنظم على تفعيل الأنشطة الأيضية المعقدة وفي مقدمتها مسارات تخليق مضادات الأكسدة النباتية من خلال تحفيز إنتاج الأنزيمات المسؤولة عنها مما يؤدي إلى قلة إنتاج بيروكسيد الهيدروجين وزيادة في إنتاج مضادات الأكسدة النباتية (16 و 17 و 18) منظمات النمو النباتية تبايناً في إنتاج مركب Isovitexin بإختلاف التراكيز المستخدمة (جدول 4) إذ نلاحظ في الشكل السابق تفوق معاملة إضافة منظم النمو الساليسيليك أسيد بالتركيز 90 ملغم. لتر⁻¹ بتحقيقها أعلى قيمة لإنتاج المركب بلغ 11.036 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ تفوقت من خلاله على معاملة المقارنة التي أعطت قيمة لإنتاج هذا المركب بلغ 9.068 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ في حين لم تطرأ أية تغيرات في قيمة المركب المستخلص من أوراق نباتات الحنطة السوداء المعاملة بحامض الساليسيليك بالتركيز (30 و 60 ملغم. لتر⁻¹) والتي أعطت قيمة لإنتاج المركب بلغ 8.637 و 7.919 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع. كما أثر منظم النمو البراسينولايد وبشكل كبير في رفع إنتاج مركب Isovitexin عند معاملة النباتات بالتركيز 30 ملغم. لتر⁻¹ إذ حقق التركيز آف الذكر قيمة لإنتاج المركب بلغ 18.332

كلاً منهم في التأثير على مسالك إنتاج هذه المركب يتضح من الجدول 4 الدور الفعال لمنظمات النمو النباتية في رفع إنتاج مركب Coumaric acid كما يتضح لنا جلياً مدى التباين في كمية إنتاج هذا المركب عند كل تركيز من تراكيز منظمات النمو النباتية الداخلة في الدراسة. وعلى العموم فقد حقق منظم النمو السالسيليك أسيد عند إضافته بالتركيز 90 ملغم. لتر⁻¹ زيادة في قيمة إنتاج المركب بلغت 15.53 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ متفوقاً بذلك على معاملة المقارنة وباقي تراكيز منظم النمو حامض السالسيليك (30 و 60 ملغم. لتر⁻¹) والتي و بلغ 14.160 و 12.698 و 10.500 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع. بينما لم يصل مستوى التغير الذي أحدثه البراسينولايد في قيمة هذا المركب بالمستوى الذي كان عليه منظم النمو حامض السالسيليك إذ حققت تراكيز البراسينولايد الثلاثة (10 و 20 و 30 ملغم. لتر⁻¹) قيمة لإنتاج هذا المركب بلغو 9.029 و 13.663 و 5.901 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ بالتتابع. وعلى العموم كان جاسمونات المثل هو من حقق أعلى الإنتاج لهذا المركب عند المعاملة بالتركيز 30 ملغم. لتر⁻¹ (20.492 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹) متفوقاً بذلك على التركيز 20 ملغم. لتر⁻¹ الذي اعطى إنتاجاً للمركب بلغ 15.932 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹

جدول 4. تأثير المعاملة بالتراكيز المختلفة من حامض السالسيليك والبراسينولايد وجاسمونات المثل في إنتاج مضادات الأكسدة النباتية من أوراق نبات الحنطة السوداء.

قدرة حامض السالسيليك في تحسين إنتاج هذا المركب عند معاملة النباتات بالتركيز 60 ملغم. لتر⁻¹، إذ حققت قيمة بلغ 17.103 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ تفوق من خلالها على النباتات المعاملة بالتركيز 90 ملغم. لتر⁻¹ التي أعطت إنتاجاً للمركب بلغ 11.412 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ وكلاهما قد اختلفت عن النباتات المعاملة بالتركيز 30 ملغم. لتر⁻¹ (6.172 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹) في حين اعطت معاملة المقارنة ادنى إنتاجاً لهذا المركب بلغ 4.852 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹. كما ساهم منظم النمو البراسينولايد في إحداث تغييراً في مقدار إنتاج هذا المركب وحقق التركيز 20 ملغم. لتر⁻¹ أعلى إنتاج لهذا المركب ولجميع المنظمات قيد الدراسة وتراكيزها بلغ 27.241 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹ في حين أعطى التركيز 30 ملغم. لتر⁻¹ أدنى قيم الإنتاج بصورة عامة بلغ 4.654 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹. كما ساهم جاسمونات المثل من خلال تراكيزه الثلاث (10 و 20 و 30 ملغم. لتر⁻¹) في تحسين كمية المركب المستخلص من اوراق النبات وبقيمة بلغت 13.653 و 8.837 و 13.860 مايكروغرام. 100 ملغم⁻¹. ومن الملاحظ هنا بأن جميع منظمات النمو قيد الدراسة قد ساهمت في رفع إنتاج هذا المركب الحيوي المهم في نباتات الحنطة السوداء مع إختلاف مستوى الزيادة لكل منظم وهذا نابع من إختلاف آلية عمل

Methyl Jasmonate (ملغم. لتر ⁻¹)			Brassinolide (ملغم. لتر ⁻¹)			Salicylic acid (ملغم. لتر ⁻¹)				المركب (مايكروغرام. 100 ملغم ⁻¹) (¹)
30	20	10	30	20	10	90	60	30	C ₀	
9.660	9.528	8.741	1.877	26.578	14.936	25.066	15.522	11.154	13.791	Caffeic acid
12.039	5.683	4.262	0.732	8.006	6.746	9.347	10.960	6.849	4.401	Vanillic acid
8.436	5.737	3.829	1.863	7.673	4.757	6.202	7.284	7.130	3.725	Gentistic acid
4.499	4.363	6.347	30.330	5.345	3.237	4.582	3.424	4.434	3.674	Chlorogenic acid
8.124	12.160	11.930	23.962	11.923	3.768	6.834	9.384	10.400	9.322	Orientin total
2.681	4.324	5.741	21.297	8.680	3.492	4.469	8.455	7.698	12.331	Vitexin
5.717	5.071	4.743	18.332	8.913	3.536	11.036	7.919	8.637	9.068	Isovitexin
3.422	3.751	3.645	2.863	14.846	5.235	8.031	9.588	7.286	6.314	Quercetin
13.860	8.837	13.653	4.654	27.241	5.484	11.412	17.103	6.172	4.852	Rutin
20.492	15.932	12.658	5.901	13.663	9.029	15.530	10.500	14.160	12.698	Coumarin

REFERENCES

1. Abdala, B. A. 2013. *in vitro* and *in vivo* Production of Thymol and Its Derivatives in Black Seed *Nigella sativa* L. Ph.D Dissertation, Department of Field Crops,

College of Agriculture, University of Baghdad pp: 135.

2. Abu Zaid, A. N. 2003. Plant Hormones and Agricultural Applications. Third Edition.

- Arab House of Publishing and Distribution. Arab Republic of Egypt. In Arabic. pp: 351.
3. Al-Mehemdi, A. F. 2011. Effect of Sowing Dates, GA₃, Plant Extracts and Vitamins on Growth and Yield of Two Caraway Cultivars. Ph.D. Dissertation, Department of Field Crop Sciences, College of Agriculture, University of Baghdad. pp:153
 4. Al-Mentafji, H. N. 2011. Effect of Aspirin spraying (Acetylsalicylic-acid) on Growth and yield of mung bean plant *Vigna radiate* L. Exposed to drought stress. M.Sc. thesis Department of Biology, College of Education, Ibn Al-Haitham, University. pp: 109
 5. Baghizadeh, A. and M. Hajmohammadrezaei. 2011. Effect of Drought stress and its interaction with ascorbate and salicylic acid on Okra (*Hibiscus esculents* L.) germination and seedling growth. Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 7(1):55-65
 6. Barkosky, R. B. and Einhelling. 1993. Effect of salicylic acid on plant-water relationships. Journal of Chemical Ecology. 19(2): 137-147.
 7. El-Mashad, A. A. and H. I. Mohamed. 2012. Brassinolide alleviates salt stress and increases antioxidant activity of cowpea plants *Vigna sinensis*. Protoplasma. 249:625-635.
 8. Gang, Z.; Y. Tang; A. Wang. and Z. Hu. 2004. China's Buckwheat Resources and Their Medicinal Values. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. pp:630- 632.
 9. Guo, B.; L. Yong-Chao; L. Zhaojun and G. Wai. 2007. Role of salicylic acid alleviating cadmium toxicity in rice root. Journal of Plant Nutrition. 30:427-439.
 10. Hao, L.; L. Zhou; X. Xu; J. Cao and T. Xi. 2006. The role of salicylic acid and carrot embryo genic callus extract in somatic embryogenesis of naked oat (*Avena nuda*). Plant Cell Tissue and Organ Culture. 85:109-133.
 11. Hayat, S.; B. Ali; and A. Ahmad. 2007. Salicylic Acid A Plant Hormone. Edited by S. Hayat and A. Ahmad. Springer. pp: 401
 12. Hohmann, J.; I. Zupko.; D. Redi.; M. Csanyi.; G. Falkay.; I. Mathe and G. Janicsak. 1999. Protective effects of the aerial parts of *Salvia officinalis*, *Melissa officinalis* and *Lavandula angustifolia* and their constituents against enzyme-dependent and enzyme-independent lipid peroxidation. Planta Medica. 65:576-578.
 13. Isfendiyarolu, M. and E. Ozeker. 2008. Rooting of *Olea europea* "Domat" cutting by auxin and salicylic acid treatment. Pakistan Journal of Botany. 40(3):1135-1141
 14. Kwiatkowski, J.; S. Stefan and T. Jozef. 2004. Production of Buckwheat Seeds on Soil of a Good Wheat Soil Suitability Complex. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. pp:475- 480
 15. Lu, X.; J. Sun; S. Guo and L. He. 2012. Effects of brassinolide on mitochondria antioxidant system and cellular ultrastructure of cucumber seedling roots under hypoxic stress. Yuanyi Xuebao. (5):888-896.
 16. Lu, X. and W. Yang. 2013. Alleviation effects of brassinolide on cucumber seedlings under NaCl stress. Yingyong Shengtai Xuebao. 24 food. Food Research International. 49:389-395. (5): 1409-1414.
 17. Luo, H.; Z. Yingjie; S. Jingyuan; X. Lijia; S. Chao; Z. Xin; X. Yanhong; H. Liu; S. Wei; X. Haibin; W. Bo; L. Xian'en; L. Chuyuan; L. Juyan and C. Shilin. 2014. Transcriptional data mining of *Salvia miltiorrhiza* in response to methyl jasmonate to examine the mechanism of bioactive compound biosynthesis and regulation. Physiologia Plantarum. 152: 241–255.
 18. Martinez, C.; E. Pons; G. prats and J. Leon. 2004. Salicylic acid regulate flowering time and links defence responses and reproductive development. The plant Journal. 37: 209-217.
 19. Omidbaigi, R.; G. De Mastro and K. Bahrami. 2004. Influence of Nitrogen and Phosphorus Fertilization on the Grain Characteristics of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. pp:457- 460
 20. Pessarakli, M. 2011. Hand book of plant and Crop Stress. 3rd(ed). CRC Press Com. Rome. Italy. p: 1194
 21. Popova, L.; T. Pancheva and A. Uznuva. 1997. Salicylic acid: Properties, biosynthesis and physiological role. Bulgarian Journal of Plant Physiology. 230(1-2):85-93.
 22. Saifzadeh, S.; D. Habibi; D. F. Taleghani; A. H. Kashani; S. Vasan; S. H. H. Qean; M.

- M. Boojar and M. Rshidi. 2011. Response of antioxidant enzymes activities and root yield in sugar beet to drought stresses. International Journal of Agriculture and Biology. 13(3):357-362.
23. Sarfaraj, M. ; S. F. Hussain; A. Saba; Md. A. R.; Iffat Z. A. and Mohd. S. 2012. Current approaches toward secondary plant metabolites. Journal of pharmacy and BioAllied sciences. 4(1):10-20.
24. Singh , B. and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress. Plant Growth Regulators.39(2):137-141.
25. Talaat , I. M. ; M. A. Bekheta and M. H. Mahjoub.2005 . Physiological response of periwinkle plant (*Catharanthus roseus* L.) to tryptophan and purescine. International Journal of Agriculture and Biology. 7(2): 210-213.
26. Tripathi, L. and J. N. Tripathi. 2003 . Role of biotechnology in medicinal Plant . Tropical Journal Pharmaceutical Research. 2(2): 243 – 253
27. Verma, S. K. and Verma, M. 2010. Atex Book of Plant Physiology Biochemistry and Biotechnology. S. Chand and Company. New Delhi. pp:112
28. Yang, Z. M.; H. S. Wang and L. Xu. 2003. Salicylic acid induced aluminium tolerance by modulation of citrate efflux from roots of *Cassia tora* L. Planta. 217:168 – 174.
29. Yanova, P.2010. Design synthesis and properties of synthetic Cytokinin recent advances their application. General Applied Plant physiology. 36(3-4): 124-147.
30. Yuan, S. and H. H. Lin.2008.Role of salicylic acid in plant abiotic stress.The Nature Science and Biology. 5(12):1233-1241
31. Zhang, Z.; Z. Mei-Liang; T. Yu; L. Fa-Liang; T. Yi-Xiong; S. Ji- Rong; X. Wen-Tong and W. Yan-Min. 2012. Bioactive compounds in functional buckwheat.

