

Research Article

Effect of Gibberellic acid (GA3) on Germination and Seedlings Growth of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under Salt Stress Conditions  
تأثير حمض الجبريليك (GA3) على الإنبات ونمو بادرات نبات البندورة تحت ظروف الإجهاد الملحي

Amani Tanbakji<sup>1\*</sup>, Imad Al-Din Al-Khalaf<sup>2</sup>, Mohammad Ali Najjar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Aleppo, Aleppo - Syria.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 4 Jul 2019

Accepted 2 Sep 2019

Published 30 Dec 2020

DOI: <https://doi.org/10.35192/jjoas-n.v14i2.1600>

\*Corresponding author:

University of Aleppo, Aleppo - Syria.

Email: [amani.tanbakji@gmail.com](mailto:amani.tanbakji@gmail.com)

Keywords:

Tomato  
Salt stress  
Gibberellic acid (GA3)  
Germination percentage

ABSTRACT

Salinity is one of the most important non-communicable pathogens affecting on plants growth, especially in arid and semi-arid regions, which lead to the lack to a severe shortage of production, the aim of the research was to study the effect of gibberellic acid soaking on seed germination and seedling growth of tomato under salt stress conditions. where The effect of the treatment was studied with different concentrations of sodium chloride salt (0,25,50,75,100,150,200 mM), and the effect of soaking the seeds with different concentrations of gibberellic hormone (0,25,50,100,150,200) ppm for 24 hours and the effect of the interaction between the gibberellic hormone and salt concentrations on (germination percentage, germination rate, length of Shoot and root, seedling fresh and dry weights). The results showed a significant decrease in the germination percentage, germination rate, length of Shoot and root, and seedling fresh and dry weights increased salinity concentration and the absence of germination in the final high concentrations of salt, and the soaking seeds with hormone to significantly improve the germination percentage, germination rate and other measurements was under conditions of salt stress. The results suggest that role of gibberellic acid in alleviated the adverse effect of salinity on germination and seedling growth of tomato.

المخلص

تعد الملوحة من أهم المسببات المرضية غير المعدية والتي تؤثر على نمو النباتات خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تؤدي إلى نقص حاد في كمية الإنتاج، لذا هدف هذا البحث هو دراسة تأثير النقع بحمض الجبريليك على الإنبات البذري ونمو بادرات نبات البندورة تحت ظروف الإجهاد الملحي، حيث درس تأثير المعاملة بتركيزات متدرجة من ملح كلوريد الصوديوم (0,25,50,75,100,150,200) mM، وتأثير نقع البذور بتركيزات متدرجة من حمض الجبريليك (0,25,50,100,150,200) ppm لمدة 24 ساعة، كما تم دراسة تأثير التداخل بين حمض الجبريليك والتركيز الملحية على (نسبة الإنبات، معدل الإنبات، متوسط طول المجموع الخضري والجذري، متوسط الوزن الرطب والجاف للبادرات)، وقد أظهرت النتائج انخفاض ملحوظ في نسبة ومعدل الإنبات وطول المجموع الخضري والجذري والوزن الرطب والجاف للبادرات بازدياد تركيز الملوحة وعدم حدوث إنبات نهائياً في التركيزات الملحية العالية، وأدى نقع البذور بحمض الجبريليك إلى تحسن ملحوظ في نسبة ومعدل الإنبات وباقي المعايير المأخوذة تحت ظروف الإجهاد الملحي، تشير هذه النتائج إلى دور حمض الجبريليك الهام في تقليل الآثار السلبية للملوحة على الإنبات ونمو بادرات نبات البندورة.

الكلمات المفتاحية:

نبات البندورة  
الإجهاد الملحي  
نسبة الإنبات  
حمض الجبريليك (GA3)

المقدمة:

المتراكمة في الخلايا وخاصةً أيونات الصوديوم والكلوريد، والتي تحدث ضرراً في أغشية الجذور وتسبب خللاً مما يؤثر في امتصاص العناصر المعدنية اللازمة لنمو النباتات كالكلسيوم والبوتاسيوم والمغنيزيوم (Hussain et al., 2014).

لذلك توجهت العديد من الدول حديثاً للبحث عن طرق أو استخدام تقانات زراعية جديدة اقتصادية وغير مكلفة تساهم في الاستفادة من الأراضي المتأثرة بالملوحة، حيث تعد تقانة المعاملة المسبقة للبذور أو ما يسمى بالتحصير الأولي للبذور سواء بالمياه العادية أو المياه المالحة أو الهرمونات النباتية لمدة زمنية معينة ثم تحفيها للقيام بزراعتها من الإجراءات قليلة التكلفة وربما تعد من إحدى الحلول الممكن اتباعها للتخفيف من الآثار السلبية للملوحة على النباتات (زيدان وآخرون، 2012)، حيث أشارت عدة دراسات إلى أن المعالجة المسبقة للبذور قبل الزراعة تساهم في تحسن إنبات البذور ونمو البادرات خاصة في الظروف المجهدة كالملوحة والجفاف (AL Sahil, 2015; Kumar et al., 2012; Bahrani And Pourreza, 2012; Sahil, 2016)، وقد بذلت محاولات عديدة لتخفيف من الآثار السلبية للملوحة من خلال تطبيق منظمات النمو النباتية (Bahrani And Pourreza, 2012).

تعد منظمات النمو النباتية مواد عضوية تنتجها النباتات بكميات قليلة وتلعب دوراً مهماً في تنظيم النمو وتغلب النباتات على الظروف البيئية غير الطبيعية فهي تحسن نسبة الإنبات والنمو والإنتاجية (Ghodrat and Roust, 2012; AL Sahil, 2016)، و يعد حمض الجبريليك أحد أهم هذه الهرمونات الذي أكدت الدراسات دوره الهام في زيادة نسبة الإنبات وسرعته من خلال تحفيز أنزيمات التحلل المائي وانقسام الخلايا، بالإضافة لدوره في استتالة الساق وزيادة مساحة الأوراق وتكوين الأزهار (Ghodrat and Roust, 2012; Neelambari et al., 2018).

تعرض النباتات خلال مراحل حياتها لأنواع مختلفة من ظروف الكرب الفسيولوجي البيئية، ويعد الإجهاد الملحي الناتج عن ملوحة المياه أو التربة من أهم الإجهادات اللاحيوية المحددة لنمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية في معظم مناطق العالم (Zahra et al., 2010; Singh et al., 2012)، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث تزداد مشكلة ملوحة التربة في هذه المناطق بسبب قلة الأمطار ودرجات الحرارة العالية وارتفاع معدل التبخر (Kaveh et al., 2011)، وحسب تقديرات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) هناك أكثر من 800 مليون هكتار من الأراضي تعاني من مشكلة الملوحة أي ما يعادل 6% من مساحة الأراضي في العالم، وتشير التقديرات إلى أن 50% من الأراضي الصالحة للزراعة ستأثر بالملوحة حتى عام 2050 (Torabi, 2014; Abdel - Hamid and Mohamed, 2014)، وتعد التربة بأنها ملحية عندما تكون الناقلية الكهربائية Electrical conductivity حوالي 4 dsm-1، ويعود سبب تملح التربة إلى عدة عوامل منها طبيعة الصخور الأم وطريقة الري بالغمر وسوء صرف الأراضي الزراعية والاستخدام المفرط للأسمدة مما يؤدي لتراكم الأملاح في الطبقة السطحية للتربة (Cha-um and Kirdmanee, 2009; Sungeeta et al., 2011)، حيث تؤثر هذه الأملاح على نسبة الإنبات البذري والنمو الخضري والإزهار وتكوين الثمار وبالتالي انخفاض إنتاجية المحاصيل الزراعية (Sairam and Tyagi, 2004). تعد مرحلة الإنبات من أكثر المراحل حساسية للملوحة (Nasri et al., 2015; Safari et al., 2018)، ويعود سبب انخفاض إنبات البذور أو تثبيطه نهائياً عند التركيزات العالية للملوحة إلى تأثيرين أساسيين وهما التأثير الاسموزي والتأثير السمي الذي تسببه الأيونات

تم تحليل النتائج بإجراء معاملات اختبار التباين ANOVA ONE WAY باستخدام برنامج SPSS الإصدار (16) وعند العثور على فرق معنوي عند مستوى الدلالة 0.05، استخدم التصميم العشوائي الكامل في حساب أقل فرق معنوي LSD لتحديد النتائج التي بينها اختلاف والمقارنة بين التراكيز.

## 5- النتائج والمناقشة Results and Discussion

### 5-1-1- تأثير الملوحة على نسبة ومعدل الإنبات

يبين الجدول (1) تأثير التراكيز المتدرجة الملحية على نسبة ومعدل الإنبات، حيث أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً ( $p < 0.05$ ) في نسبة الإنبات بارتفاع تراكيز الملوحة، إذ بلغت نسبة الإنبات 10%، 20%، 53%، 82% عند التراكيز الملحية 100، 150، 200، 250 mm (التوالي في حين لم يحدث إنبات لأي بذرة عند التراكيز الملحية العالية 100، 150، 200) وقد تراوحت نسبة الانخفاض بين 7% عند التركيز 25 mm إلى 100% عند التركيز 200 mm (150، 200) مقارنة مع الشاهد الذي وصلت نسبة الإنبات فيه إلى 88%، وقد توافقت هذه النتائج مع العديد من الدراسات (Zahra et al., 2010; Abbas, 2010) على نبات البندورة، (XIU-LING et al., 2004) على نبات الخيار حيث بينت بأن زيادة تركيز الملوحة تأثير معنوي في خفض نسبة الإنبات مع وجود تفاوت بين النباتات تحت تأثير الإجهاد الملحي.

وأكدت أيضاً دراسة للباحث Olayinka وزملاؤه على نبات البندورة انخفاض نسبة الإنبات بازدياد تركيز الملوحة حتى تثبيطها نهائياً عند التراكيز العالية وخاصة عند التراكيز الأعلى من 100 mm (Olayinka et al.; 2016)، وربما يعود ذلك إلى تأثيرين أساسيين وهما: التأثير الاسموزي والذي يحدث بسبب انخفاض الجهد المائي بين البذور ووسط الإنبات مما يجعل البذور غير قادرة على امتصاص الماء اللازم لفعاليتها الحيوية وهذا بدوره يؤثر على العمليات الاستقلابية داخل البذور أو قد يعود إلى التأثير السمي والتركيبي لشوارد الصوديوم والكلوريد (Abbas, 2010; Nasri et al., 2011; Kockizgin, 2012).

وبينت دراسات أخرى أن زيادة تراكيز الملوحة أدت إلى انخفاض معدل الإنبات (Zahra et al., 2010; Ghodrat and Rousta, 2012; Nasri et al., 2015) الدراسة الحالية حيث أدت زيادة تراكيز الملوحة إلى تأخير واضح في معدل الإنبات وخفض معدل عدد البذور النابتة في اليوم الواحد حيث بلغت أعلى قيمة في عدد البذور النابتة في الشاهد بينما أعطت البذور المعاملة بالتركيز الملحي 100 mm أقل قيمة وقدرها 0.45، ويعزى انخفاض معدل الإنبات خاصة في ظروف الإجهاد الملحي إلى أن البذور أظهرت سكوناً مفروضاً بسبب انخفاض الجهد المائي وقد تكون هذه الاستراتيجية تكيفية للبذور لمنع إنباتها تحت بيئة مجهدة وبالتالي ضمان التكون السليم للبادرات (Hela et al., 2012).

وقد أشارت دراسة للباحث Dehghani وزملاؤه أن إنبات البذور يتضمن العديد من الخطوات وهي امتصاص الماء وتحلل المواد الغذائية المخزنة في البذور بفضل أنزيمات الحلمهة ليبدأ الجنين بالنمو وظهور الجذير (Dehghani et al., 2017)، وقد لوحظ من خلال العديد من الدراسات أنه تحت ظروف الإجهاد الملحي ينخفض الجهد المائي للوسط مما يؤدي إلى تباطؤ امتصاص الماء والذي يؤثر على سرعة التحولات والعمليات اللازمة لحدوث الإنبات كإنتاج هرمون الجبرلين حيث تنخفض مستوياته نتيجة التأثير السمي والتركيبي للأملاح مما يعيق تكون أنزيمات الأميلاز اللازمة لتحلل المواد الغذائية مما يؤدي في النهاية إلى تأخير إنبات البذور (Singh et al., 2012; Dehghani et al., 2017).

جدول 1. تأثير التراكيز المتدرجة الملحية على متوسط نسبة ومعدل الإنبات في بذور نبات البندورة

التراكيز (mM)	نسبة الإنبات %	معدل الإنبات (بذرة/يوم)
0	88	7
25	82	0.17
50	53	2.88
75	20	1.08
100	10	0.45
150	0	0
200	0	0

### 5-1-2- تأثير الملوحة على طول المجموع الخضري والجذري للبادرات

يبين الجدول (2) تأثير التراكيز المتدرجة الملحية على متوسط طول المجموع الخضري والجذري للبادرات نبات البندورة، حيث أظهرت النتائج انخفاض متوسط طول المجموع الخضري والجذري وبفروق معنوية ( $p < 0.05$ ) كلما ازداد تركيز الملوحة وأعطى التركيز 100 mm أقل قيمة لمتوسط طول المجموعين الخضري والجذري حيث بلغ متوسط طول المجموع الخضري 1.9 cm ومتوسط طول المجموع الجذري 2.8 cm بانخفاض قدره 42%، 70% على التوالي مقارنة بالشاهد، بينما لم يظهر نمو لأي بذرة عند التراكيز العالية، ويعزى انخفاض طول المجموع الخضري والجذري إلى ارتفاع تركيز الشوارد السامة في وسط النمو كلما ازداد تركيز الملوحة مما أدى لزيادة امتصاصها وتجمعها في البادرات وزيادة تأثيرها السمي والمثبط للنمو بسبب إعاقته لسير العمليات الحيوية والبنائية وخاصة الانقسام والاستطالة والتي تلعب الدور الرئيسي في نمو البادرات (Bahrani And Pourreza, 2012; Nasri et al., 2015; Safari et al., 2018) وقد توافقت هذه النتيجة مع عدة دراسات سابقة والتي أظهرت بأن طول المجموع الخضري والجذري من أكثر المؤشرات المتأثرة بالملوحة (Zahra et al., 2010; Ghodrat and Rousta, 2012; Nasri et al., 2015).

وقد لوحظ أيضاً من خلال النتائج أن طول المجموع الجذري لنبات البندورة أكثر تأثراً من طول المجموع الخضري بتراكيز الملوحة حيث تراوحت نسبة الانخفاض من 8% عند التركيز 25 mm إلى 70% عند التركيز 100 mm، وقد توافقت هذه النتيجة مع عدة دراسات على نبات البندورة (Zahra et al., 2010) وعلى نبات الخس (Nasri et al., 2015).

يوجد العديد من المحاصيل الزراعية الاستراتيجية المتأثرة بالملوحة كنبات البندورة (Lycopersicon esculentum) الذي يتبع للفصيلة الباذنجانية Solanaceae، وهو من النباتات متوسطة الحساسية للملوحة (Singh et al., 2012; Olayinka et al.; 2016)، ففي دراسة سابقة أجريت على نبات البندورة باستخدام تراكيز متدرجة من الملوحة بينت النتائج حدوث انخفاض في نسبة ومعدل الإنبات وطول المجموع الخضري والجذري، وتثبيط نسبة الإنبات والنمو نهائياً عند التركيز (Sardei and Mohammadi, 2010) 100 mM (2014)، وأكدت دراسة أخرى للباحث Singh وزملاؤه انخفاض في نسبة وسرعة الإنبات والوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري لنبات البندورة وازدياد نسبة عنصر الصوديوم بينما انخفضت نسبة البوتاسيوم بازدياد تركيز الملوحة (Singh et al., 2012)، وفي دراسة للباحث David وزملاؤه بين فيها دور الهرمونات النباتية في تعديل الاستجابات الفيزيولوجية للنباتات تحت الظروف الملحية وذلك لدور الهرمونات المهم في تكيف النباتات في البيئات المجهدة (Javid et al.; 2011). فقد أظهرت بذور الخيار (Cucumis sativus) المنقوعة بحمض الجبريليك والساليسيليك زيادة ملحوظة في نسبة ومعدل الإنبات وطول البادرات والوزن الجاف والرطب (Al Sahil, 2016)، وأشارت دراسة أخرى أن تطبيق حمض الجبريليك على نبات القمح (Triticum aestivum) كان له دور في تخفيف تأثيرات الملوحة السلبية على نسبة الإنبات وطول البادرات والوزن الجاف والرطب ومحتواها من الكلوروفيل والكاروتين (Turkiilmaz, 2012).

## 2- أهمية وأهداف البحث Aims and Importance of the Research

نظراً للحاجة الماسة إلى زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية نتيجة للتضخم السكاني وتفاقم مشكلة الملوحة خاصة في الأراضي القروية في المناطق الجافة ومنها سوريا، كان لابد من البحث عن طرق وتقانات جديدة لتعزيز مقاومة النباتات للإجهاد الملحي، لذلك استخدم الكثير من الباحثين الهرمونات النباتية كونها مركبات طبيعية تنتجها النباتات ذاتياً ولم تعرف لها آثار سلبية على النباتات، ومنها حمض الجبريليك الذي يعمل على تحسين تحمل النباتات تحت الظروف الملحية.

لذا فقد هدف البحث إلى: دراسة تأثير نقع بذور نبات البندورة بحمض الجبريليك على نسبة الإنبات ونمو بادرات نبات البندورة تحت ظروف الإجهاد الملحي.

## 3- مواد وطرائق البحث Materials and Methods

### 3-1- مواد البحث

#### 3-1-1- المادة النباتية

تم الحصول على بذور نبات البندورة (Lycopersicon esculentum) صنف (واهي) من مؤسسة إكثار البذار في محافظة حلب.

#### 3-2- طرائق البحث

اشتمل البحث على ثلاثة تجارب وفي كل تجربة عدة معاملات وتضمنت كل معاملة 30 بذرة في كل طبق وبثلاث مكررات:

### 1- تأثير معاملة البذور بتراكيز متدرجة من ملح كلوريد الصوديوم

تم تطهير بذور نبات البندورة (Lycopersicon esculentum) سطحياً عن طريق نقع البذور بمحلول هيبوكوريت الصوديوم تركيز 5% لمدة عشر دقائق، ثم تم غسلها عدة مرات بالماء المقطر للتخلص من آثار المادة المطهرة، ثم وزعت البذور على أطباق بتري Petri dishes ذات قطر 9 cm مزودة بورق ترشيح Whatman No.1، ثم تم إضافة 10 ml من التراكيز المتدرجة الملحية (100، 150، 200، 250، 75، 100) mm لكل معاملة و 10 ml من الماء المقطر بالنسبة للشاهد.

### 2- تأثير نقع البذور بتراكيز متدرجة من حمض الجبريليك

بعد تطهير البذور نقعت بتراكيز متدرجة من حمض الجبريليك لمدة 24 ساعة ppm (25, 50, 100, 150, 200)، بالإضافة للنقع بالماء العادي ليجري استخدامها كشاهد، وبعد 24 ساعة غسلت البذور بالماء المقطر عدة مرات، ثم وزعت البذور على أطباق بتري Petri dishes وتم سقايتها بالماء العادي طوال فترة التجربة.

### 3- تأثير التداخل بين التراكيز المتدرجة الملحية وحمض الجبريليك

نقعت البذور بتراكيز متدرجة من حمض الجبريليك لمدة 24 ساعة ppm (25, 50, 100, 150, 200) بعد تطهيرها سطحياً، وبعد 24 ساعة غسلت البذور بالماء المقطر عدة مرات، ثم وزعت البذور على أطباق بتري Petri dishes، ثم تم إضافة 10 ml من التراكيز المتدرجة الملحية (100، 150، 200، 250، 75، 100) mm لكل معاملة.

ووضعت الاطباق بدرجة حرارة  $25 \pm 2$  درجة مئوية. تم مراقبة الاطباق وتسجيل عدد البذور المنتشة في كل طبق يومياً وتعد البذور نابتة عندما يكون طول الجذير 2 mm وتم إضافة إليها الماء المقطر و التراكيز الملحية بمقدار 5 ml عند الحاجة، وبعد 12 يوماً تم حساب مؤشرات الإنبات التالية (Ghodrat and Rousta, 2012):

$$1- \text{النسبة المئوية للإنبات} = \frac{\text{عدد البذور المنتشة}}{\text{العدد الكلي للبذور}} \times 100$$

$$2- \text{معدل الإنبات (بذرة/يوم)} = \frac{\text{عدد البذور المنتشة في اليوم الأول}}{\text{عدد البذور المنتشة في اليوم الأخير}} + \frac{\text{رقم اليوم الأول}}{\text{رقم اليوم الأخير}}$$

وأخذت القياسات التالية: متوسط طول المجموع الخضري والجذري ومتوسط الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري.

## 4- التحليل الإحصائي

جدول ٢. تأثير التراكيز المتدرجة الملحية على متوسط طول المجموع الخضري والجذري الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري لبادرات نبات البندورة

التراكيز (mM)	طول المجموع الخضري (cm)	طول المجموع الجذري (cm)	وزن المجموع الخضري (mg/ نبات)		وزن المجموع الجذري (mg/ نبات)	
			الرطب	الجاف	الرطب	الجاف
0	3,33	9,63	33	3,5	7,2	0,5
25	3,24	8,85	32	2	6,4	0,4
50	3,10	8,50	27	1,8	5,1	0,4
75	2,96	8,12	25	1,4	3,8	0,3
100	1,97	2,85	11	1,2	0,8	0,2
150	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0

وربما يعود تأثير طول المجموع الجذري بالملوحة أكثر من طول المجموع الخضري كون الجذر على تماس مباشر مع الأملح في الوسط والتي تمثل الهدف المباشر لشوارد الصوديوم والكلوريد السامة (Bahrani And Pourreza, 2012; Safari et al., 2018).

### ١-١-٥- تأثير الملوحة على الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري لبادرات

لوحظ من خلال الجدول (٢) انخفاض متوسط الأوزان الرطبة والجافة للمجموع الخضري والجذري انخفاضاً معنوياً ( $p < 0.05$ ) كلما ازداد التركيز الملحي حيث بلغت نسبة الانخفاض بالنسبة لمتوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري 3%, 18%, 24%, 66% بينما بلغت في متوسط الوزن الرطب للمجموع الجذري 11%, 29%, 47%, 89% عند التراكيز mM (25, 50, 75, 100) على التوالي مقارنة بالشاهد.

وهذا ما أكده الباحث محمد في دراسته على نبات القمح حيث أكد أن للملوحة تأثير سلبي في خفض الوزن الرطب والجاف للبادرات نتيجة ارتفاع الضغط الاسموزي في محيط الجذر وانخفاض معدل امتصاص الماء مما يؤثر على العمليات الفيزيولوجية والحيوية داخل البادرات والتي تنعكس سلباً على نموها مما يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في الأوزان الرطبة والجافة لكل من المجموع الخضري والجذري (محمد، 2013).

### ١-٢-٥- تأثير حمض الجبريليك على نسبة ومعدل الإنبات

بينت النتائج ازدياد النسبة المئوية للإنبات عند المعاملة بتراكيز متدرجة من حمض الجبريليك وبفروق غير معنوية ( $p > 0.05$ ) حيث بلغت أعلى نسبة إنبات 96% عند التركيز 100 ppm وبنسبة زيادة 9% مقارنة مع الشاهد الذي وصلت نسبة الإنبات فيه إلى 88%، وقد أدت المعاملة بالهرمون أيضاً إلى زيادة في معدل الإنبات حيث وصلت نسبة الزيادة إلى 10% عند التراكيز ppm (25, 150, 200) وإلى 14% عند التركيز 100 ppm الجدول (٣)، وقد توافقت هذه النتيجة مع دراسة الباحث Sahil على نبات الخيار حيث بين فيها أن نفع البذور بحمض الجبريليك أدى إلى تحسن ملحوظ في نسبة الإنبات وكان التركيز 100 ppm هو الأفضل (Al Sahil, 2016)، بينما تخالفت مع دراسة على نبات الذرة حيث لم يكن للهرمون أي تأثير على نسبة الإنبات (Ghodrat and Rousta, 2012)، وتعود زيادة نسبة ومعدل الإنبات عند المعاملة بحمض الجبريليك إلى دور الجبريلينات في تحفيز الإنبات بواسطة حلمهة النشاء وزيادة نشاط أنزيمات الأميلاز في البذور (Al Sahil, 2016).

جدول ٣. تأثير حمض الجبريليك على متوسط نسبة ومعدل الإنبات البذري لنبات البندورة

التراكيز (ppm)	نسبة الإنبات %	معدل الإنبات (بذرة/ يوم)
0	88	7
25	89	6,7
50	89	7,7
100	96	8
150	94	7,7
200	91	7,7

### ٢-٢-٥- تأثير حمض الجبريليك على طول المجموع الخضري والجذري لبادرات

يبين لنا الجدول (٤) تأثير التراكيز المتدرجة من حمض الجبريليك على متوسط طول المجموع الخضري والجذري، فقد لوحظ ازدياد طول المجموع الخضري بشكل ملحوظ وبفروق معنوية ( $p < 0.05$ ) كلما ازداد التركيز الهرموني حيث بلغ أعلى قيمة لمتوسط طول المجموع الخضري 5.4 cm عند التركيز 200 ppm بزيادة قدرها 62% مقارنة بالشاهد الذي وصل إلى 3.3 cm، بينما لم يظهر الهرمون أي تأثير ملحوظ على طول المجموع الجذري وقد توافقت هذه النتيجة مع دراسة على نبات الذرة (Ghodrat and Rousta, 2012).

وقد يعزى زيادة طول المجموع الخضري إلى دور الجبريلينات في تعزيز الانقسام الخلوي من خلال تنشيط انقسام الخلايا في القمم النامية بسبب زيادة النشاء المتحلل والذي يسبب استمالة الخلايا عن طريق زيادة إنتاج الأوكسينات (الإسحاق وآخرون، ٢٠١٥).

### ٢-٣-٥- تأثير حمض الجبريليك على الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري لبادرات

لوحظ أيضاً من خلال الجدول (٤) ازدياد متوسط الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري وبفروق معنوية ( $p < 0.05$ ) عند المعاملة بحمض الجبريليك، حيث بلغت نسبة الزيادة بالنسبة لمتوسط الوزن الرطب للمجموع الخضري 6%, 9%, 15% عند التراكيز 100, 150, 200 ppm، أما بالنسبة لمتوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري

بلغت أعلى نسبة زيادة 20% عند التركيز 200 ppm مقارنة بالشاهد، أما بالنسبة لمتوسط الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري أعطى التركيز 100 ppm أعلى نسبة زيادة وقدرها

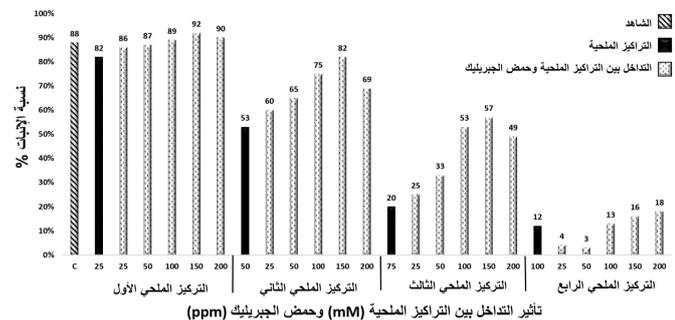
جدول ٤. تأثير حمض الجبريليك على متوسط طول المجموع الخضري والجذري والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري لبادرات نبات البندورة

التراكيز (ppm)	طول المجموع الخضري (cm)	طول المجموع الجذري (cm)	وزن المجموع الخضري (mg/ نبات)		وزن المجموع الجذري (mg/ نبات)	
			الرطب	الجاف	الرطب	الجاف
0	3,33	9,63	33	3,5	7,2	0,5
25	3,84	8,66	28,6	2,0	7,7	0,4
50	4,17	8,50	24	2,5	7,1	0,5
100	4,55	9,70	35	3,8	8,5	0,6
150	5,22	9,12	36	3,9	7,2	0,3
200	5,41	9,28	38	4,2	8,0	0,4

18% بالنسبة للوزن الرطب للمجموع الجذري و20% بالنسبة للوزن الجاف للمجموع الجذري مقارنة بالشاهد، وقد توافقت هذه النتيجة مع دراسة على نبات الذرة (Ghodrat and Rousta, 2012).

١-3-٥- تأثير التداخل بين الملوحة وحمض الجبريليك على نسبة ومعدل الإنبات  
يبين شكل رقم (1) تأثير المعاملة بتراكيز متدرجة من حمض الجبريليك على متوسط النسبة المئوية للإنبات تحت ظروف الإجهاد الملحي، حيث لوحظ ازدياد نسبة الإنبات عند معاملة التركيز الملحي 25 mM بتراكيز متدرجة من حمض الجبريليك وبفروق غير معنوية ( $p > 0.05$ ) حيث بلغت أعلى نسبة إنبات 92% عند التركيز الهرموني 150 ppm وبزيادة قدرها 12%، كما أدت المعاملة بحمض الجبريليك للتركيزين الملحيين mM (50, 75) إلى زيادة في نسبة الإنبات وبفروق معنوية ( $p < 0.05$ ) حيث بلغت أعلى نسبة إنبات عند التركيز 150 ppm وبزيادة بلغت 185%, 54% على التوالي، بينما بلغت أعلى نسبة إنبات بالنسبة للتركيز الملحي 100 mM عند التركيز 200 ppm وبزيادة معنوية ( $p < 0.05$ ) بلغت 50%، بينما لم تظهر المعاملة بحمض الجبريليك أي تأثير على إنبات البذور عند التراكيز الملحية العالية (150, 200) mM.

وقد لوحظ أيضاً من خلال النتائج زيادة في معدل الإنبات عند المعاملة بحمض الجبريليك كلما ازداد التركيز تحت ظروف الإجهاد الملحي مقارنة بالشاهد، وبلغت أعلى نسبة زيادة في متوسط معدل الإنبات عند معاملة التراكيز الملحية mM (25, 50, 75) بحمض الجبريليك عند التركيز 150 ppm وبزيادة قدرها 6%, 68%, 184% على التوالي، بينما أعطى التركيز 200 ppm أعلى قيمة لمتوسط معدل الإنبات عند التركيز الملحي 100 Mm، وقد أكدت العديد من الدراسات دور حمض الجبريليك في زيادة الإنبات وسرعته تحت ظروف الإجهاد الملحي (Al Sahil, 2016; Neelambari et al., 2018)، وتعزى زيادة نسبة ومعدل الإنبات عند المعاملة بحمض الجبريليك إلى دور الجبريلينات في تحفيز إنبات البذور فبعد امتصاص البذرة للماء يحفز الجنين على إنتاج الجبريلينات التي تنتقل إلى طبقة الأورون التي تحيط بخلايا السويداء الخازنة للنشاء فتقوم بتحفيز أنزيمات Amylase حيث تقوم بتحويل النشاء إلى سكريات بسيطة مما يحفز الإنبات ويزيد نمو الجنين (Al Sahil, 2016; Neelambari et al., 2018)، وهذا ما أكده الباحث Hela وزملاءه أن نفع البذور بحمض الجبريليك يساهم في تسريع التحولات والتفاعلات الاستقلابية قبل الإنبات مما يجعل الإنبات ممكناً تحت الإجهاد الملحي (Hela et al., 2012).



شكل ١. تأثير التداخل بين التراكيز المتدرجة الملحية وحمض الجبريليك على متوسط نسبة الإنبات البذري لنبات البندورة

### ٢-٣-٥- تأثير التداخل بين الملوحة وحمض الجبريليك على طول المجموع الخضري والجذري لبادرات

يبين لنا الشكلين (3,4) تأثير التداخل بين التراكيز الملحية وحمض الجبريليك على متوسط طول المجموع الخضري والجذري، حيث أظهرت النتائج زيادة ملحوظة في متوسط طول المجموع الخضري والجذري وبفروق معنوية ( $p < 0.05$ ) كلما ازداد التركيز الهرموني مقارنة بالشاهد تحت ظروف الإجهاد الملحي، حيث بلغت أعلى قيمة لمتوسط طول المجموع الخضري 5.6 cm للتركيز الملحي 25 mM عند البذور المنقوعة بالتركيز الهرموني 150 ppm وبزيادة قدرها 75%، بينما بلغت أعلى قيمة لمتوسط طول المجموع الخضري عند التراكيز الملحية 50, 75, 100 mM للبذور المنقوعة بالتركيز 200 ppm

المنقوعة بالتركيز 150 ppm من حمض الجبريليك الجدول (5)، وقد توافقت النتائج مع دراسة على نبات السكر (Jamil and Rha, 2007) ودراسة على نبات الذرة (Ghodrat and Rousta, 2012).

جدول 5. تأثير التداخل بين التراكيز المتدرجة الملحية وحمض الجبريليك على متوسط الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري لبادرات نبات البندورة

التركيز المائي (ppm)	وزن المجموع الجذري		وزن المجموع الخضري		نبات / mg
	الجاف	الرطب	الجاف	الرطب	
0	0.5	7.2	3.5	33	0
25	0.4	6.4	2	32	25
50	0.4	6.8	2.1	41	50
75	0.5	6.2	1.7	46	75
100	0.8	7.6	3	50	100
150	0.6	6.9	2	45	150
200	0.4	6.6	1.9	42	200
0	0.4	0.1	1.8	27	0
25	0.2	0.2	1.8	29	25
50	0.4	0	1.7	32	50
75	0.4	6.8	1.9	28	75
100	0.4	7	2	33	100
150	0.6	7	2	33	150
200	0.5	0.9	1.6	30	200
0	0.3	3.8	1.4	25	0
25	0.4	3.4	1.9	27	25
50	0.3	3.9	1.8	24	50
75	0.5	4.8	2.4	39	75
100	0.6	4.5	2	30	100
150	0.4	4.2	2.2	36	150
200	0.2	0.8	1.2	11	200
0	0.2	0.8	1.3	12	0
25	0.1	0.8	1.3	12.5	25
50	0.4	1.2	1.4	14	50
75	0.5	1.5	1.5	18	75
100	0.5	1.4	1.4	13	100

#### 6- الاستنتاجات

من خلال النتائج نستنتج أن الإجهاد الملحي يؤثر سلباً على إنبات بذور نبات البندورة حيث لوحظ انخفاض نسبة الإنبات البذري بازداد تركيز الملوحة وتبسيطها نهائياً عند التراكيز 150, 200 mM)، كما أثرت الملوحة سلباً على نمو بادرات نبات البندورة مما أدى إلى نقص في طول المجموع الخضري والجذري وكان المجموع الجذري أكثر تأثراً بالإجهاد الملحي من المجموع الخضري، وقد أدى نفع بذور نبات البندورة بحمض الجبريليك إلى تحسن ملحوظ في نسبة ومعدل الإنبات ومتوسط طول المجموع الجذري والخضري والوزن الجاف والرطب، وربما يعد التطبيق الخارجي للهرمونات النباتية من إحدى الحلول الممكنة لتطبيقها لتخفيف التأثيرات السمية على النباتات الناتجة عن الإجهاد الملحي.

#### 7- التوصيات

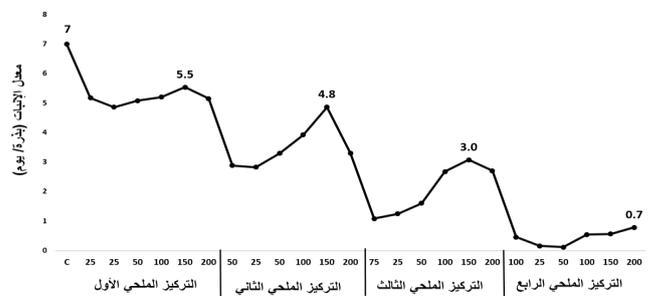
نوصي بدراسة تأثير الهرمونات النباتية على مؤشرات النمو الخضري لنبات البندورة وقياس المؤشرات الفيزيولوجية كـمحتوى الكلوروفيل والسكريات والبرولين كما نوصي بالتحري عن تأثير هرمونات أخرى ودراسة التداخل بين عدة هرمونات للتخفيف من التأثير المثبط للملوحة على الإنبات والنمو.

#### 8- شكر وتقدير

نتقدم بوافر الشكر والتقدير لمجلتكم وللمحكمين وكافة القائمين على المجلة، ونتمنى للمجلة التقدم والازدهار في مسار العلم والأبحاث العلمية.

#### 9- المراجع

1. \*Abbas K., 2010 - Effect of salinity on Seed Germination and Growth of Tomato Seedlings (*Lycopersicon esculentum*). *J.Thi-Qar Sci*, 2(3): 1991- 8690.
2. \*Abdel - Hamid A., and Mohamed H., 2014 - The Effect of Exogenous Gibberellic Acid on Two Salt Stressed Barley Cultivars. *European Scientific Journa*, 6(10): 1857-7431.
3. \*AL Sahil A., 2016- Effect of Gibberellic and Salicylic Acids Pre-soaking on Seed Germination Attributes of Cucumber (*Cucumis sativus* l.) under Induced Salt Stress. *Cercetări Agronomice în Moldova*,1(165): 99-109.
4. \*Bahrani A., and Pourreza J., 2012- Gibberlic Acid and Salicylic Acid Effects on Seed Germination and Seedlings Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Under Salt Stress Condition. *World Applied Sciences Journal*, 18 (5): 633-641.

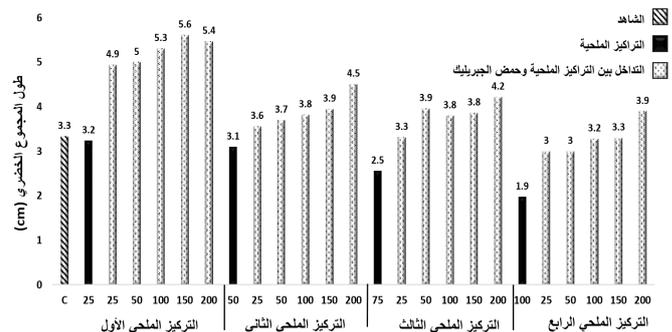


تأثير التداخل بين التراكيز الملحية (mM) وحمض الجبريليك (ppm)

شكل 2. تأثير التداخل بين التراكيز المتدرجة الملحية وحمض الجبريليك على متوسط معدل الإنبات في بذور نبات البندورة

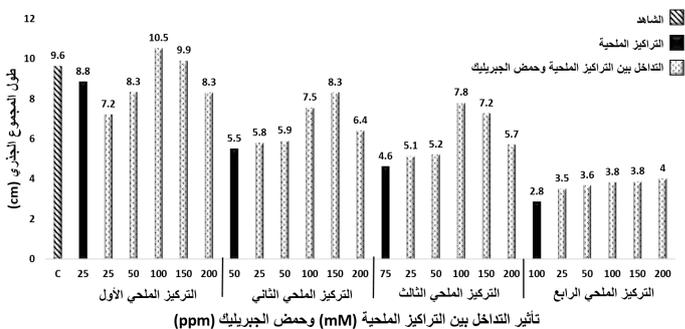
من حمض الجبريليك وبيزادة قدرها 105%, 68%, 45% على التوالي، أما بالنسبة لتأثير حمض الجبريليك على متوسط طول المجموع الجذري فقد بلغت أعلى قيمة عند التركيزين الملحين 25, 75 mM للبدور المنقوعة بالتركيز 100 ppm من حمض الجبريليك وبيزادة قدرها 18%, 69% على التوالي بينما بلغت أعلى قيمة عند معاملة التركيز الملحي 50 mM للبدور المنقوعة بالتركيز 100 ppm من حمض الجبريليك وبيزادة قدرها 50%، أما بالنسبة للتركيز الملحي 100 mM بلغت أعلى قيمة عند التركيز 200 ppm من حمض الجبريليك وبيزادة قدرها 42%.

وقد أفادت عدة دراسات أن التأثير السلبي المثبط للملوحة على الإنبات والنمو مرتبط بانخفاض مستويات الهرمونات الداخلية (Singh et al., 2012; AL Sahil, 2016) وهذا ما أكده الباحثين Shohani Mehrabi and Shohani Mehrabi أن الإجهاد الملحي والجفاف يسبب انخفاض مستويات الجبريلينات والسيستوكينينات وزيادة محتوى حمض الأبسيسك في النبات الجبريليك عن نقص النمو الناجم عن الملوحة وبالتالي تسهل تكيف نبات البندورة تحت ظروف الإجهاد الملحي (Singh et al., 2012)، وقد توافقت هذه النتائج مع دراسة على نبات السكر حيث أظهرت النتائج أن نفع البذور بحمض الجبريليك أدى إلى تحسن في نسبة الإنبات وسرعته وطول المجموع الخضري والجذري والوزن الرطب تحت الإجهاد بتركيز متدرجة من الملوحة (Jamil and Rha, 2007).



تأثير التداخل بين التراكيز الملحية (mM) وحمض الجبريليك (ppm)

شكل 3. تأثير التداخل بين التراكيز المتدرجة الملحية وحمض الجبريليك على متوسط طول المجموع الخضري لبادرات نبات البندورة



تأثير التداخل بين التراكيز الملحية (mM) وحمض الجبريليك (ppm)

شكل 4. تأثير التداخل بين التراكيز المتدرجة الملحية وحمض الجبريليك على متوسط طول المجموع الجذري لبادرات نبات البندورة

3-3-5- تأثير التداخل بين الملوحة وحمض الجبريليك على الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري لبادرات نبات البندورة:

لوحظ من خلال النتائج أن نفع البذور بحمض الجبريليك أدى إلى زيادة في متوسط الأوزان الرطبة والجافة للمجموع الخضري والجذري مقارنة بالشاهد، حيث بلغت أعلى نسبة زيادة عند التركيزين الملحين 25, 75 mM للبدور المنقوعة بالتركيز 100 ppm من حمض الجبريليك، بينما بلغت أعلى نسبة زيادة للتركيزين الملحين 50, 100 mM للبدور

5. \*Cha-um S., and Kirdmanee C., 2009 - Effect of Salt Stress on Proline Accumulation Photosynthetic Ability and Growth Characters in Two Maize Cultivars. *Pak. J. Bot.*, 41(1): 87-98.
6. \*Cokkizgin A., 2012- Salinity Stress in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seed Germination. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1):177-182.
7. \*Dehghani R., Talei D., Radjabian T., and Saboora A., 2017- Salt-Stress Induced Protein Pattern Related to Seed Germination Indices in Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Agricultural Science*,9(12).
8. \*Hela M., Hanen Z., Imen T., Olfa B., Nawel N., Raouia B., Maha Z., Wissal A., Jun H., Abdelali H., Mokhtar L., and Zeineb O., 2012- Combined Effect of Hormonal Priming and Salt Treatments on Germination Percentage and Antioxidant Activities in Lettuce Seedlings. *African Journal of Biotechnology*,11(45): 10373 -10380.
9. \*Hussain S., Anwar-ul-haq A., Zeeshan A., Muhammad S., and Imran H., 2014 - Physiological and Ionic Expressions of Different Hybrids of Maize (*Zea Mays* L.) under Different Salinity levels. *Universal Journal of Agricultural Research*, 2(5):168-173.
10. \*Jamil M., and Rha E., 2007 - Gibberellic Acid (GA3) Enhance Seed Water Uptake, Germination and Early Seedling Growth in Sugar Beet under Salt Stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(4): 654-658.
11. \*Javid M., Sorooshzadeh A., Moradi F., Sanavy S., and Allahdadi I., 2011- The Role of Phytohormones in Alleviating Salt Stress in Crop Plants. *Australian Journal of Crop Sciences*, 5(6): 726-734.
12. \*Kaveh H., Nemati H., Farsi M., and Jartoodeh V., 2011 - How Salinity Affect Germination and Emergence of Tomato Lines. *J.BIOL. ENVIRON. SCI*, 10(6): 159-163.
13. \*Kumar S., Rao R., and Vardhini BV., 2015 - Role of Phytohormones During Salt Stress Tolerance in Plants. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 9(4): 334-343.
14. \*Ghodrat V., and Rousta M., 2012- Effect of Priming with Gibberellic Acid (GA3) on Germination and Growth of Corn (*Zea mays* L.) under Saline Condition. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*,4 (13): 882-885.
15. \*Munns R., 2002 - Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell Environ*, 25: 239-250.
16. \*Nasri N., Saïdi I., Kaddour R., Lachaâl M., 2015 - Effect of Salinity on Germination, Seedling Growth and Acid Phosphatase Activity in Lettuce. *American Journal of Plant Sciences*, 6: 57-63.
17. \*Neelambari ., Mandavia C., and Ganesh S., 2018 - Curative Effect of Ascorbic Acid and Gibberellic Acid on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Metabolism under Salinity Stress. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(1): 522-533.
18. Olayinka B. U., Ayanduro E. T., Abdul Rahaman A., and Etejere E. O., \*
19. 2014 - Effects of Salinity and Ethylenediamine Tetra Acetic Acid (EDTA) on the Germination of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Seeds. *Science World Journal*,11 (4): 1597-6343.
20. \*Safari H., Hosseini S., Azari A., and Rafsanjani M., 2018 - Effects of Seed Priming with ABA and SA on Seed Germination and Seedling Growth of Sesame (*Sesamum indicum* L.) under Saline Condition. *Australian Journal of Crop Science*, 12(09),1385-1392.
21. \*Sairam R.K., and Tyagi A., 2004 - Physiology and Molecular Biology of Salinity Stress Tolerance in Plants. *Curr.Sci*:86:3-10.
22. \*Sardoie A., and Mohammadi G., 2014 - Study of Salinity effect on Germination of Tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) genotypes. *European Journal of Experimental Biology*, 4(1):283-287.
23. \*Sarwar I N., Rehman A., Farooq O., Mubeen K., Wasaya A., Nouman W., zafar ali M., and Shehzad M., 2017- Exogenous Application of Gibberellic Acid Improves the Maize Crop Productivity under Scarce and Sufficient Soil Moisture Condition. *Cercetări Agronomice în Moldova*,4(172),65-73.
24. \*Shohani F., and Mehrabi A., 2014- The Effect of Gibberellic Acid (GA3) on Seed Germination and Early Growth of Lentil Seedlings under Salinity Stress. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 19 (7): 995-1000.
25. \*Singh J., Sastry D., and Singh V.,2012 - Effect of salinity on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) during seed germination stage. *physiology and Molecular Biology of Plant*,18(1): 45-50.
26. \*Sungeeta Y., Mohd I., Aqil A., and Shamsul H., 2011- Causes of Salinity and Plant Manifestations to Salt Stress: A Review, 667-685.
27. \*Torabi M., 2014 - Physiological and Biochemical Responses of Plants to Salt Stress. *THE LST INTERNATIONAL Conference on New Ideas in Agriculture*.
28. \*Turkyilmaz B., 2012 - Effects of Salicylic and Gibberellic acids on wheat (*Triticum aestivum* L.) under Salinity. *Bangladesh J. Bot*, 41 (1): 29-34.
29. \*Xiu-ling Y., Ji-hua Y., Ya-jia L., Jian-Jian L., and Yun Z., 2004 - Effects of NaCl Stress on Seed Germination and Seedling Growth of *Cucumis sativus*. *Journal of Gansu Agricultural University*, 1:6-9.
30. \*Zahra S., Amin B., and Mehdi Y., 2010 - The Salicylic Acid Effect on the Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Germination, Growth and Photosynthetic Pigment under Salinity Stress. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 6(30):4-16.
31. \*الإسحاقى جاسم، عزيز دلشاد، الجباري سazan، ٢٠١٥- تأثير ملوحة ماء الري والرش باليوتاسيوم وحمض الجبريليك في الصفات الكيميائية لشتلات الزيتون الصفات الكيميائية لشتلات الزيتون صنف بعشيقي، رسالة ماجستير، كلية الزراعة - جامعة كركوك.
32. \*زيدان علي، عبد العزيز العلي، جزدان عمر، طعمة إلهام، غريب يونس، ٢٠١٢- تأثير التقسية الملحية للبذور في مقاومة بعض أصناف القمح للإجهاد الملحي تحت ظروف الري بمياه الصرف الزراعي المالحة، المجلة الأردنية في العلوم الزراعية، المجلد (٨)، العدد ٢.
33. \*محمد لبيد، ٢٠١٣- مقاومة تحمل الملوحة في بعض أصناف الحنطة الناعمة والخشنة في طوري الإنبات والبادرة، مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، المجلد (١٣)، العدد (١)، ص: ١٣٥-١٤٢.