The North African Journal of Scientific Publishing (NAJSP)
مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي (NAJSP)
E-ISSN: 2959-4820
Volume 4, Issue 1, 2026
Page No: 241-252
Website: https://najsp.com/index.php/home/index
SJIFactor 2024: 5.49 0.69 :2025 (AIF) معامل التأثير العربي ISI 2024: 0.696

Different concentrations of gibberellic acid on the germination rate of four varieties of corn (GA_3) (Zea mays L)

Fathia Mustafa Gnedila*
Department of Life Sciences, Faculty of Arts and Sciences, Elmergib University, Qasr Al-Akhyar, Libya

تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (*Gibberellic Acid - GA_3*) على معدل إنبات أربع أصناف من الذرة (*Zea mays L*)

فتحية مصطفى قنيديلة*
قسم علوم الحياة، كلية الآداب والعلوم، جامعة المرقب، قصر الاخيار، ليبيا

*Corresponding author: fmgnedila@elmergib.edu.ly

Received: January 03, 2026	Accepted: February 05, 2026	Published: February 15, 2026

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract:
This study was conducted to evaluate the effect of different concentrations of Gibberellic acid (GA_3) on seed germination and early seedling growth of four maize cultivars (Zea mays L.), namely: local (Libyan), Egyptian, Indian, and American maize, under controlled laboratory conditions. The experiment was arranged in a factorial design including two factors: cultivar and Gibberellic acid concentration. Four concentrations were used: control (0 ppm) and three GA_3 concentrations (25, 50, and 100 ppm), with three replicates for each treatment. Seeds of each cultivar were soaked in Gibberellic acid solutions for a period ranging from 8 to 24 hours, while control seeds were soaked in distilled water only, then thoroughly rinsed with distilled water. Seeds were placed in Petri dishes lined with moistened filter paper at a rate of ten seeds per dish and incubated at a constant temperature of approximately 25°C for seven days. Germination was recorded daily. The measured parameters included the number of germinated seeds, germination percentage, shoot length, and root length on the seventh day. Statistical analysis using two-way analysis of variance (ANOVA) revealed significant differences among cultivars in germination percentage ($p < 0.05$), while the effects of Gibberellic acid concentrations and the interaction between cultivar and concentration were not statistically significant overall. The local cultivar recorded the highest germination percentage, followed by the Indian and American cultivars, whereas the Egyptian cultivar showed the lowest values. The results also indicated that low and moderate GA_3 concentrations (25–50 ppm) were more effective in enhancing germination and early seedling growth compared to the high concentration (100 ppm), which caused a reduction in germination in some cases. These findings suggest that the response of maize seeds to Gibberellic acid is largely dependent on the cultivar and the applied concentration.

Keywords: Maize seed germination, Gibberellic acid, Growth hormones.

الملخص:
أُجريت هذه الدراسة بهدف تقييم تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (Gibberellic Acid – GA_3) على إنبات ونمو البادرات لأربعة أصناف من نبات الذرة (Zea mays L.) وهي: الذرة المحلية (الليبية)، الذرة المصرية، الذرة الهندية، والذرة الأمريكية، وذلك تحت ظروف مخبرية محكومة. صُممت التجربة وفق تصميم عاملي تضمن عاملين هما الصنف وتركيز حمض الجبريليك، حيث استُخدمت أربعة تراكيز شملت معاملة الشاهد (0 ppm) وثلاثة تراكيز هي(25 و50 و100 ppm)، مع ثلاثة مكررات لكل معاملة. نُقعت بذور كل صنف في محاليل حمض الجبريليك لمدة تراوحت ما بين 8الي24 ساعة، في حين نُقعت بذور معاملة الشاهد في ماء مقطر فقط، ثم غُسلت البذور جيدًا بالماء المقطر. بعد ذلك وُزعت البذور في أطباق بتري تحتوي على ورق ترشيح مبلل، بمعدل 10 بذرة لكل طبق، وحُضنت في حاضنة بدرجة حرارة ثابتة تقارب 25°م ورطوبة مناسبة لمدة سبعة أيام، مع متابعة الإنبات يوميًا. شملت القياسات عدد البذور المنبتة، نسبة الإنبات، إضافة إلى قياس طول الريشة وطول الجذير في اليوم السابع. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي باستخدام تحليل التباين الثنائي (ANOVA) وجود فروق معنوية بين الأصناف في نسبة الإنبات($p < 0.05$) ، في حين لم يكن لتراكيز حمض الجبريليك أو للتفاعل بين الصنف والتركيز تأثير معنوي عام. سجل الصنف المحلي أعلى نسبة إنبات، يليه الصنفان الهندي والأمريكي، بينما سجل الصنف المصري أقل القيم. كما بينت النتائج أن التراكيز المنخفضة والمتوسطة من حمض الجبريليك (ppm25 -50) كانت أكثر ملاءمة لتحسين الإنبات والنمو الأولي مقارنة بالتركيز العالي (100 ppm)، الذي أدى في بعض الحالات إلى انخفاض نسبة الإنبات. وتؤكد هذه النتائج أن استجابة الذرة لحمض الجبريليك تعتمد بدرجة أكبر على الصنف والتركيز المستخدم.

الكلمات المفتاحية: انبات بدور الدرة، حمض الجبريليك، هرمونات النمو.

مقدمة:

تُعد مرحلة الإنبات من أهم المراحل في دورة حياة النبات، إذ تمثل الأساس الذي يُبنى عليه نمو النبات وتطوره اللاحق. وتعتمد عملية الإنبات على عدة عوامل داخلية وخارجية، من بينها الرطوبة، درجة الحرارة، الأوكسجين، ونضج البذور، إلا أن الهرمونات النباتية تلعب دورًا بالغ الأهمية في تنظيم هذه العملية وتحفيزها. ومن أبرز هذه الهرمونات حمض الجبريليك (Gibberellic Acid - GA_3) الذي يُصنّف ضمن مجموعة الجبريلينات (Gibberellins) ، وهي مركّبات عضوية طبيعية تُنتجها النباتات وتشارك في تنظيم العديد من العمليات الحيوية.

لقد أظهرت العديد من الدراسات أن حمض الجبريليك له تأثير فعال في تحفيز إنبات البذور، خاصة تلك التي تعاني من طور سكون (Dormancy) طبيعي أو اصطناعي، حيث يعمل على كسر هذا السكون من خلال تعزيز النشاط الأنزيمي داخل البذرة. يقوم GA_3 بتحفيز إنتاج إنزيمات مثل الأميليز، التي تقوم بتحليل النشاء المخزّن في الأندوسبيرم إلى سكريات بسيطة تُستخدم كمصدر طاقة لنمو الجنين النباتي، مما يؤدي إلى تسريع عملية الإنبات وزيادة نسبته.

كما يُستخدم حمض الجبريليك في الممارسات الزراعية والبحثية لتحسين الأداء الفسيولوجي للبذور وتحقيق تجانس أكبر في الإنبات، خاصة في المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية العالية. ويُعد استعماله مفيدًا في ظروف الزراعة غير المثالية، مثل انخفاض درجات الحرارة أو ضعف الرطوبة، حيث يساعد في التغلب على بعض العوامل المثبطة للإنبات.

في هذا السياق، تهدف التجربة الحالية إلى دراسة تأثير تركيزات مختلفة من حمض الجبريليك (25، 50، و100 ppm) على معدل إنبات بذور الذرة من أربعة أصناف مختلفة (محلي، هندي، مصري، أمريكي)، وذلك لفهم استجابة كل صنف لهذا المعامل الحيوي، وتحديد التركيز الأمثل الذي يحقق أفضل أداء في ظروف الحضانة المسيطر عليها.

أهداف الدراسة:

1. دراسة تأثير تركيزات مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) على إنبات بذور الذرة.
2. مقارنة طول الجذير والريشة للاصناف المدروسة واستجابتها لمعاملات الهرمرن.
3. تحديد التركيز الأمثل من GA_3 الذي يُحفّز إنبات بذور الذرة بكفاءة عالية دون التأثير السلبي علي النمو الأولي.
4. تحليل الفروق بين الأصناف المختلفة من حيث تجاوبها مع المعاملات، لتحديد الصنف الأكثر تجاوبًا لهرمون الجبريليك.
5. تقديم توصيات علمية وعملية يمكن استخدامها لاحقًا في برامج إنتاج البذور وتحسين جودة الزراعة في البيئات المحلية.

المواد وطرائق البحث:

أجريت هذه التجربة في مختبر النبات التابع لكلية الآداب والعلوم – قصر الأخيار/ قسم النبات، خلال شهر [يونيو] من عام 2025، وذلك في ظروف مخبرية مضبوطة. وحيث جمعت اصناف الذرة قيد الدراسة بعناية وتدقيق من السوق الليبي.

المواد المستخدمة:

- أربعة أصناف من بذور الذرة *Zea mays L* وهي: الذرة المحلية (ليبية) والذرة المصرية والذرة الهندية والذرة الأمريكية.
- حمض الجبريليك (Gibberellic Acid-GA_3).
- الايثانول بتركيز 70%.
- ماء مقطر.
- أطباق بتري زجاجية متوسطة الحجم.

- ورق ترشيح (Filter paper).
- أدوات قياس دقيقة (ماصة، مخبار مدرج، ميزان حساس، كؤوس زجاجية، مسطرة مدرجة).
- حاضنة.

طرائق البحث:

اولاً: تحضير محاليل حمض الجبريليك GA3: تم تحضير محاليل بتركيز (100 ppm ، 75 ، 50 ، 25) من GA_3 وذلك بأذابة مسحوق من حمض الجبريليك في ماء مقطر حيث تم تحضير تركيز 25 ppm من خلال وزن 25 مليجرام من بودرة حمض الجبريليك تم وضعت في كأس واضيفت اليها كمية قليلة من الايثانول لتسهيل عملية الاذابة مع التحريك حتى الاذابة ثم سكب المحلول ببطء في دورق به ماء مقطر ثم اكمل حجم الماء حتى يصل الى علامة 1 لتر، رج المحلول جيدا باستخدام جهاز الهزاز المغناطيسي لضمان التجانس. وبنفس الطريقة تم تحضير التراكيز الاخرى مع مراعاة الاوزان وهي (50ppm ، 75ppm ، 100 ppm) كلا على التوالي.

ثانيا: اختبار الانبات Test Germination: بعد جمع بذور الاصناف المدروسة تم فحص البذور السليمة واستبعاد البذور الغير سليمة، وضعت البذور السليمة بواقع 20 بذرة لكل طبق بتري لكل نوع من الاصناف المدروسة وبواقع 5 مكررات لكل صنف بعد وضع اوراق ترشيح لكل طبق بتري، وتم وضع 10 مل من الماء المقطر لكل طبق بتري ووضعت في الحاضنة على درجة حرارة 25 درجة مئوية، لمدة 7 ايام مع اضافة الماء المقطر حسب الحاجة ومراقبتها يوميا. وتم حساب نسبة الانبات عن طريق المعادلة الاتية:

نسبة الانبات = عدد البذور النابتة / اجمالي عدد البذور الكلي * 100

ثالثاً: اختبار تأثير حمض الجريليك على الانبات: نقعت البذور في تراكيز مختلفة ل GA_3 لمدة 8 إلى 24 ساعة أما بالنسبة للشاهد ثم نقع البذور في الماء مقطر فقط. ثم غسلت البذور جيداً بالماء المقطر لضمان عدم بقاء الهرمون علي سطح البذور. ووزعت البذور في أطباق بتري زجاجية تحتوي علي ورق ترشيح مبلل بماء مقطر كل طبق يحتوى علي 20 بذور بواقع 5 مكررات لكل تركيز مع مكرر واحد لكل تركيز بدون معاملة اي رش بالماء المقطر فقط كشاهد. ومن ثم وضعت داخل الحاضنة عند درجة حرارة 25 درجة مئوية ورطوبة نسبة تتراوح بين 80-90%. ثم ترطيب الورق داخل الأطباق عند الحاجة خلال مدة التجربة وهي 7 أيام متواصلة. تتبع عملية الإنبات يومياً وتسجيل البيانات.

رابعاً: اختبار تأثير حمض الجبريليك على طول الجذير والريشة: من نفس التجربة رقم 3 تم حساب متوسط طول الجذير ومتوسط طول الرويشة لكل الاصناف المدروسة ولكل تركيز من التراكيز المستخدمة والمقارنة فيما بين اصناف الذرة قيد الدراسة وكذلك مقارنة التراكيز بالشاهد.

التحليل الاحصائي:

تم تحليل البيانات باستخدام اختبار التباين الثنائي (ANOVA) لتقييم تأثير كلٍّ من الصنف وتركيز حمض الجبريليك على نسبة الإنبات، بالإضافة إلى اختبار توكي للمقارنات الزوجية بين الأصناف. وقد أظهرت نتائج التحليل أن تأثير الصنف كان ذا دلالة احصائية علي نسبة الأنبات حيث تفوقت الذرة المحلية بشكل واضح علي الذرة المصرية، بينما لم يكن لتراكيز حمض الجبريليك تأثير معنوي عام علي الانبات في جميع الأصناف.

كما أشارت النتائج الي أن زيادة تركيز الجبريليك عن 50 ppm لم تُحسن نسبة الانبات ، بل أدت في بعض الأصناف الي انخفاضها كما أظهر التحليل علي وجود فروق معنوية بين الأصناف فقط وفي حين لم يكن للتركيز أو التفاعل أثر معنوي عند مستوي الدلالة ($p > 0.05$) حيث الفروق الدالة ظهرت فقط بين الذرة المحلية والمصرية ونلاحظ أيضاً أن نسبة الانبات تنخفض تدريجياً مع زيادة تركيز GA_3 فوق 25 ونجد الصنف المحلي أظهر أعلي نسبة الإنبات، يليه الهندي والأمريكي، بينما الصنف المصري سجل أقل قيمة. والصنف المحلي أيضاً يمتاز بجدور أطول من باقي الأصناف، خاصة مقارنة بالمصري ما يعكس تفوقه في النمو. أما بالنسبة للتركيزات في طول الريشة: فعند تركيز 0 ppm (الشاهد): أظهرت الذرة المحلية والأمريكية تفوقاً قليلاً علي الهندية في حين سجل الصنف المصري أقل تفوق. وعند تركيز 25 ppm: ظهر تحسن طفيف في المحلي والأمريكي واستقرار الهندي بينما المصري بقى منخفضاً. وعند تركيز 50ppm: لم يحدث تحسن واضح مقارنة ب 25ppm ولكن الصنف الأمريكي مازال ضمن الأعلى. وعند تركيز 100 ppm: سجل الصنف الأمريكي اعلي طول للريشة عند 100ppm يليه المحلي بينما المصري ظل الأدنى.

إذًا: تشير النتائج الي أن زيادة تركيز حمض الجبريليك من 0 الي 100ppm لم يؤد الي تغيرات كبيرة في طول الريشة وكانت الذرة المحلية والأمريكية أطوال أعلي نسبياً في جميع التراكيز أما الذرة المصرية فكانت أقل طولاً في كل التراكيز كما لم يلاحظ وجود فرق معنوي كبير بين 25 و50ppm أما بالنسبة للتركيزات في طول الجدير نجد عند تركيز 0ppm (الشاهد): تفوق الصنف المحلي في طول الجدير، بينما سجل الصنف المصري أقل القيم. وعند تركيز 25ppm: لوحظت زيادة طفيفة في طول جميع الأصناف، خاصة المحلي. وفي تركيز 100ppm: حيث الذرة المحلية بقت الأعلى في حين ظل الصنف المصري الأقل والاختلافات طفيفة بين الهندي والأمريكي.

وبشكل عام: أظهرت جميع الأصناف زيادة طفيفة في طول الجدير مع زيادة تركيز حمض الجبريليك حتى 25ppm ثم استقرت القيم بعد ذلك. حيث الصنف المحلي سجل اعلي القيم في جميع التراكيز وكان الصنف المصري الأدنى طولاً بشكل واضح. وتشير النتائج الي أن التأثير الكلي لزيادة حمض الجبريليك على طول الجدير كان ايجابياً وخفيفاً، دون فروق

معنوية قوية كما اظهر التحليل الاحصائي أن تأثير التركيز كعامل منفرد كان غير معنوي علي طول الجدير (p>0.05) في حين وُجد فرق معنوي بسيط في المتوسطات لصالح الصنف المحلي.

ومنها نستنتج: إن حمض الجبريليك (GA_3) اظهر تأثيراً ايجابياً خفيفاً على النمو الريشة والجدير في جميع الأصناف، ولكن الاستجابة اختلفت تبعاً للصنف. حيث كانت الذرة المحلية هي أفضل أداء من حيث النمو الأولي (الريشة والجدير) و أكثر استفادة من المعاملة بتركيز منخفض(25ppm). بينما الذرة المصرية كانت الأضعف الأصناف استجابة، بينما الهندية كانت متوسطة الأداء والذرة الأمريكية أبذت تحسناً عند التركيز العالي 100ppm حيث التأثير الكلي يشير الي أن التراكيز المعتدلة (25-50ppm) من GA_3 هي الأنسب لتحفيز الانبات والنمو.

جدول رقم (1): نتائج اختبار توكي للمقارنات بين الأصناف

مقارنة بين الأصناف	فرق المتوسط (%)	القيمة الاحتمالية (p)	الاستنتاج
الذرة المحلية - الذرة المصرية	29.17	0.0014*	فرق دال
الذرة المحلية - الذرة الهندية	10	0.525	غير دال
الذرة المحلية - الذرة الأمريكية	10	0.525	غير دال
الذرة المصرية - الذرة الهندية	-19.17	0.056	قريب من الدلالة
الذرة المصرية - الذرة الأمريكية	-19.17	0.056	قريب من الدلالة
الذرة الهندية - الذرة الأمريكية	0	1	غير دال

يبين جدول (1) نتائج اختبار توكي (Tukey Test) للمقارنات البعدية بين أصناف الذرة الأربعة المدروسة، وذلك بهدف تحديد الفروق المعنوية في معدل الإنبات تحت تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك(GA_3) ، وهو ما يتوافق مباشرة مع هدف البحث المتمثل في دراسة تأثير حمض الجبريليك على معدل إنبات أصناف الذرة.(Zea mays L.)

تشير النتائج إلى وجود فروق معنوية واضحة بين بعض الأصناف، حيث سجلت المقارنة بين الذرة المحلية والذرة المصرية أعلى فرق في متوسط نسبة الإنبات بلغ (29.17%)، مع قيمة احتمالية(p = 0.0014) ، وهي أقل من مستوى الدلالة الإحصائية (0.05)، مما يدل على وجود تأثير معنوي حقيقي لاختلاف الصنف في استجابته لحمض الجبريليك. ويعكس ذلك اختلافاً وراثياً وفسيولوجياً بين الصنفين في الحساسية لهرمونات النمو، خاصة فيما يتعلق بتنشيط عمليات الإنبات.

في المقابل، لم تظهر فروق معنوية بين الذرة المحلية وكل من الذرة الهندية والأمريكية، إذ بلغت القيمة الاحتمالية (0.525)، مما يشير إلى تقارب استجابة هذه الأصناف لتراكيز حمض الجبريليك المستخدمة في التجربة، وبالتالي تشابه كفاءتها الفسيولوجية في مرحلة الإنبات.

أما المقارنات بين الذرة المصرية وكل من الذرة الهندية والأمريكية فقد أظهرت فروقاً قريبة من مستوى الدلالة الإحصائية(p = 0.056) ، وهو ما قد يدل على وجود اتجاه لاختلاف حقيقي في معدل الإنبات، إلا أن هذا الاختلاف لم يصل إلى الحد الإحصائي المقبول، وربما يرجع ذلك إلى حجم العينة أو تباين الاستجابة داخل الصنف نفسه.

كذلك لم تسجل أي فروق بين الذرة الهندية والذرة الأمريكية (p = 1)، مما يؤكد تماثل سلوكهما الإنباتي تحت تأثير حمض الجبريليك.

وبصورة عامة، توضح نتائج اختبار توكي أن تأثير حمض الجبريليك على معدل الإنبات لا يعتمد فقط على التركيز المستخدم، بل يرتبط بدرجة كبيرة بالاختلافات الوراثية بين أصناف الذرة، الأمر الذي يدعم فرضية البحث القائلة بأن استجابة الإنبات لهرمونات النمو تختلف باختلاف الصنف النباتي، ويبرز أهمية اختيار الصنف الأكثر استجابة عند تطبيق المعاملات الهرمونية لتحسين كفاءة الإنبات والإنتاج الزراعي.

الجدول رقم (2): نتائج تحليل التباين (ANOVA) لنسبة الإنبات

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	قيمة F	القيمة الاحتمالية (p)
الصنف	**5356.25**	**3**	**5.19**	**0.0049**
التركيز	**1222.92**	**3**	**1.18**	**0.33**
التفاعل (الصنف × التركيز)	**1868.75**	**9**	**0.6**	**0.78**
الباقي (الخطأ)	**11000**	**32**	**–**	**–**

يوضح جدول (2) نتائج تحليل التباين الأحادي والثنائي (ANOVA) لنسبة الإنبات، وذلك بهدف تحديد مدى تأثير كلٍّ من الصنف وتركيز حمض الجبريليك(GA_3) ، إضافة إلى تأثير التفاعل بينهما، في معدل إنبات أصناف الذرة الأربعة، وهو ما ينسجم مباشرة مع عنوان البحث" :تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) على معدل إنبات أربع أصناف من الذرة."(Zea mays L.)

تشير النتائج إلى وجود تأثير معنوي للصنف على نسبة الإنبات، حيث بلغت القيمة الاحتمالية (p = 0.0049) وهي أقل من مستوى الدلالة (0.05)، مع قيمة(F = 5.19) ، مما يدل على أن الاختلافات بين أصناف الذرة تمثل عاملاً رئيسياً

في تحديد كفاءة الإنبات. ويعكس ذلك وجود تباين وراثي وفسيولوجي بين الأصناف في استجابتها لظروف الإنبات والمعاملة الهرمونية، وهو ما يؤكد أن العامل الوراثي يلعب دوراً أساسياً في نجاح عملية الإنبات.

في المقابل، لم يظهر تركيز حمض الجبريليك تأثيراً معنوياً على نسبة الإنبات، إذ بلغت القيمة الاحتمالية($p = 0.33$) ، وهي قيمة أعلى من مستوى الدلالة الإحصائية، مما يشير إلى أن التراكيز المستخدمة في التجربة لم تُحدث فروقاً واضحة في نسب الإنبات بين المعاملات المختلفة. وقد يدل ذلك على أن جميع التراكيز كانت ضمن المجال الفسيولوجي الفعال للنبات، أو أن استجابة الإنبات لحمض الجبريليك بلغت حد الإشباع الهرموني.(Hormonal Saturation)

كما أظهرت النتائج عدم وجود تأثير معنوي للتفاعل بين الصنف والتركيز ($p = 0.78$)، مما يعني أن استجابة الأصناف المختلفة لحمض الجبريليك كانت متقاربة عبر جميع التراكيز، أي أن تأثير الصنف ظل ثابتاً نسبياً بغض النظر عن مستوى التركيز المستخدم.

أما تباين الخطأ (Residual) المرتفع نسبياً فيشير إلى وجود عوامل أخرى غير مدروسة قد تكون أسهمت في اختلاف نسب الإنبات، مثل الاختلافات الدقيقة في حيوية البذور أو الظروف البيئية المصاحبة للتجربة.

وبشكل عام، تؤكد نتائج تحليل التباين أن العامل الحاسم في اختلاف معدل الإنبات هو الصنف النباتي أكثر من تركيز حمض الجبريليك نفسه، مما يدعم الاستنتاج العلمي للبحث بأن فعالية منظمات النمو النباتية تعتمد بدرجة كبيرة على الخصائص الوراثية للصنف، وهو ما ينبغي أخذه في الاعتبار عند تطبيق المعاملات الهرمونية لتحسين إنبات بذور الذرة وزيادة كفاءتها الإنتاجية.

جدول رقم (3): فروق الدلالة الاحصائية بين الذرة المحلية والمصرية

تركيز GA_3	متوسط نسبة الإنبات (%)	الانحراف المعياري
0 (شاهد)	83.3	17.8
25	81.7	15.9
50	75	17.3
100	70.8	28.1

يعرض جدول (3) متوسطات نسبة الإنبات والانحراف المعياري لبذور الذرة المحلية والمصرية تحت تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك(GA_3) ، وذلك في إطار دراسة تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك على معدل إنبات أصناف الذرة(Zea mays L.) ، بهدف توضيح طبيعة الاستجابة الفسيولوجية للإنبات مع زيادة التركيز الهرموني.

تشير النتائج إلى أن أعلى متوسط لنسبة الإنبات سُجل في معاملة الشاهد (0 GA_3) بنسبة بلغت (83.3%)، يليها تركيز 25 جزء بالمليون بنسبة (81.7%)، ثم تركيز 50 جزء بالمليون بنسبة (75%)، في حين سجل تركيز 100 جزء بالمليون أدنى نسبة إنبات بلغت (70.8%). ويُلاحظ وجود اتجاه تنازلي تدريجي في نسبة الإنبات مع زيادة تركيز حمض الجبريليك، مما يدل على أن الزيادة المرتفعة في تركيز الهرمون لم تؤدِّ إلى تحسين عملية الإنبات، بل قد يكون لها تأثير مثبط عند التراكيز العالية.

ويمكن تفسير ذلك فسيولوجياً بأن حمض الجبريليك يعمل على تحفيز الإنبات ضمن مدى تركيزي معين، إلا أن تجاوز الحد الأمثل يؤدي إلى اختلال التوازن الهرموني داخل البذرة، مما يؤثر في العمليات الأيضية المرتبطة بإنزيمات تحلل المواد الغذائية المخزنة، وبالتالي انخفاض كفاءة الإنبات.

كما تُظهر قيم الانحراف المعياري ارتفاعاً نسبياً، خاصة عند تركيز 100 جزء بالمليون (28.1)، وهو ما يشير إلى تباين واضح في استجابة البذور داخل المعاملة نفسها، وربما يعكس اختلافاً في الحيوية أو الحساسية الفردية للبذور تجاه التركيز المرتفع من الهرمون.

توضح هذه النتائج أن تأثير حمض الجبريليك على إنبات الذرة ليس تأثيراً خطياً طردياً، بل يعتمد على التركيز الأمثل والتفاعل الفسيولوجي الخاص بالصنف، مما يؤكد أهمية تحديد الجرعة المناسبة من منظمات النمو لتحقيق أفضل نسبة إنبات دون التسبب في تأثيرات عكسية.

اختبار الإنبات Test Germination:

جدول رقم (4): يبين نسبة الإنبات لأصناف الذرة المدروسة

الأصناف	نسبة الإنبات
الذرة المحلية	%90
الذرة المصرية	%60.8
الذرة الهندية	%80
الذرة الأمريكية	%80

يوضح جدول (4) نسب الإنبات المسجلة لأصناف الذرة الأربعة قيد الدراسة ضمن اختبار الإنبات (Test Germination)، وذلك بهدف تقييم كفاءة الإنبات الأولية للأصناف قبل أو أثناء دراسة تأثير تراكيز حمض الجبريليك

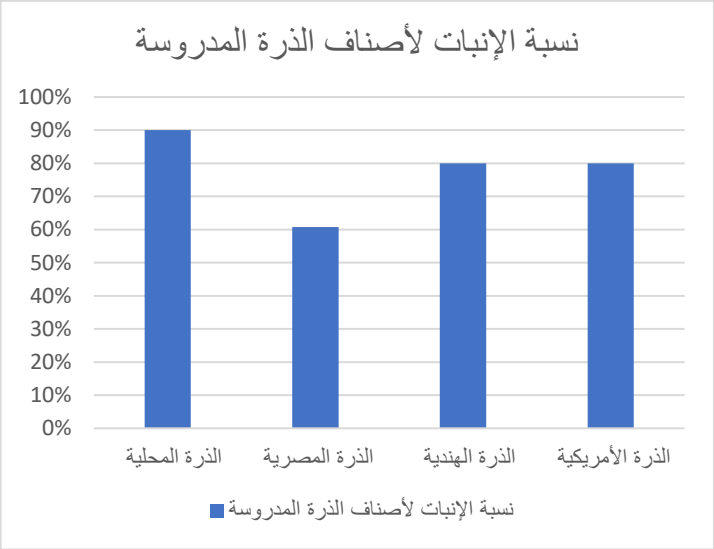
(GA_3)، وهو ما يرتبط مباشرة بعنوان البحث" :تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك على معدل إنبات أربع أصناف من الذرة.(Zea mays L.)"

تشير النتائج إلى وجود تباين واضح في نسب الإنبات بين الأصناف المدروسة، حيث سجلت الذرة المحلية أعلى نسبة إنبات بلغت (90%)، مما يدل على ارتفاع حيوية بذورها وقدرتها الفسيولوجية العالية على بدء عملية الإنبات تحت ظروف التجربة. ويعكس ذلك توافق الصنف المحلي مع الظروف البيئية المحيطة، إضافة إلى احتمالية امتلاكه خصائص وراثية تمنحه كفاءة إنبات مرتفعة.

في المقابل، سجلت الذرة المصرية أدنى نسبة إنبات بلغت (60.8%)، وهو ما يشير إلى انخفاض نسبي في حيوية البذور أو اختلاف استجابتها الفسيولوجية مقارنة ببقية الأصناف، وقد يفسر ذلك الحساسية الأكبر لهذا الصنف تجاه الظروف البيئية أو المعاملات التجريبية.

أما كل من الذرة الهندية والأمريكية فقد أظهرتا نسب إنبات متساوية بلغت (80%)، مما يدل على تقارب في الكفاءة الحيوية والقدرة الإنباتية بينهما، ويعكس تشابهاً نسبياً في الخصائص الوراثية أو الفسيولوجية المرتبطة بمرحلة الإنبات.

تؤكد هذه النتائج أن اختلاف الصنف يمثل عاملاً أساسياً في تحديد معدل الإنبات، وهو ما يدعم نتائج تحليل التباين واختبار المقارنات البعدية التي أظهرت تأثيراً معنوياً للصنف مقارنة بتأثير التراكيز الهرمونية. وعليه، فإن تقييم جودة الإنبات الأولية للأصناف يعد خطوة ضرورية لفهم مدى استجابتها لمعاملات حمض الجبريليك وتحديد الصنف الأكثر ملاءمة لتحسين كفاءة الإنبات والإنتاج الزراعي.



الرسم البياني رقم (1): يوضح نسبة الإنبات لكل الاصناف المدروسة

جدول رقم (5): يبين طول الريشة والجدير في الذرة المحلية

التركيز (ppm)	طول الجذير / سم	طول الريشة / سم
0	6.74	3.82
25	5.95	3.98
50	7.18	4.26
100	4.82	4.01

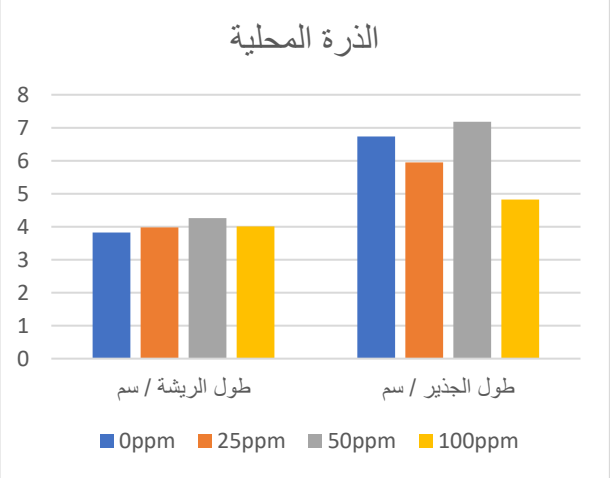
يوضح جدول (5) تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) في نمو البادرة لصنف الذرة المحلية، من خلال قياس طول الريشة (Plumule) وطول الجذير(Radicle) ، وذلك ضمن إطار الدراسة المعنونة: "تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) على معدل إنبات أربع أصناف من الذرة.(Zea mays L.)" ويمثل قياس طول الريشة والجذير مؤشراً مهماً على قوة الإنبات والنشاط الفسيولوجي للبذور بعد بدء الإنبات.

تشير النتائج إلى أن: في معاملة الشاهد (0 ppm) بلغ طول الريشة (3.82 سم) وطول الجذير (6.74 سم). عند تركيز 25 ppm ارتفع طول الريشة إلى (3.98 سم)، في حين انخفض طول الجذير إلى (5.95 سم). عند تركيز 50 ppmسُجل أعلى طول للريشة (4.26 سم) وأعلى طول للجذير (7.18 سم)، مما يدل على أن هذا التركيز كان الأكثر فاعلية في تحفيز النمو الخضري والجذري. عند تركيز 100 ppm انخفض طول الريشة إلى (4.01 سم) وطول الجذير إلى (4.82 سم)، وهو أدنى طول للجذير بين المعاملات، مما قد يشير إلى تأثير مثبط عند التركيز المرتفع.

يتضح من ذلك أن الاستجابة للنمو ليست خطية مع زيادة التركيز، بل يظهر وجود تركيز أمثل (50 ppm) أدى إلى تحفيز واضح لنمو كل من الريشة والجذير. ويُفسر ذلك فسيولوجياً بأن حمض الجبريليك يعمل على تنشيط استطالة الخلايا

من خلال تحفيز الانقسام الخلوي وزيادة نشاط الإنزيمات المسؤولة عن تحلل المواد الغذائية المخزنة داخل البذرة، إلا أن الزيادة المفرطة في التركيز قد تُحدث خللاً في التوازن الهرموني، مما ينعكس سلباً على النمو.

وبالربط مع عنوان البحث، فإن النتائج تؤكد أن تأثير حمض الجبريليك لا يقتصر على نسبة الإنبات فقط، بل يمتد ليؤثر في قوة البادرة ومؤشرات النمو المبكر، وهو ما يعزز أهمية تحديد التركيز الأمثل لكل صنف من أصناف الذرة لتحقيق أفضل استجابة فسيولوجية خلال مرحلة الإنبات والنمو الأولي.

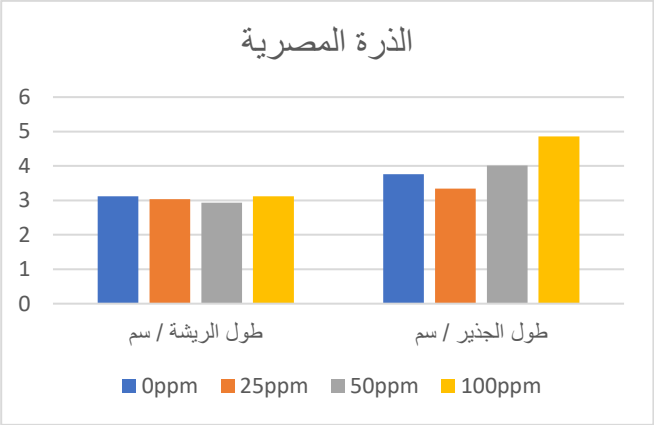


الرسم البياني رقم (2): متوسط طول الريشة وطول الجدير للذرة المحلية

جدول رقم (6): يبين طول الريشة والجدير في الذرة المصرية

التركيز (ppm)	طول الجذير / سم	طول الريشة / سم
0	3.76	3.12
25	3.34	3.04
50	4.01	2.93
100	4.86	3.12

يبين جدول (6) تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) في نمو بادرات الذرة المصرية من خلال قياس طول الريشة وطول الجذير، وهما من المؤشرات الفسيولوجية المهمة التي تعكس قوة الإنبات والنمو المبكر للنبات، وذلك ضمن إطار البحث المعنون: تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) على معدل إنبات أربع أصناف من الذرة (Zea mays L.)". تشير النتائج إلى أن طول الريشة لم يُظهر تغيرات كبيرة بين التراكيز المختلفة، حيث تراوح بين 2.93–3.12 سم). فقد سجلت معاملة الشاهد (0 ppm) وطول الريشة عند تركيز 100 ppm القيمة نفسها تقريباً (3.12 سم)، بينما انخفض الطول قليلاً عند تركيز 50 ppm إلى (2.93 سم)، مما يدل على أن تأثير حمض الجبريليك في نمو الجزء الهوائي للبادرة في هذا الصنف كان محدوداً نسبياً. أما بالنسبة لطول الجذير، فقد أظهرت النتائج استجابة مختلفة، إذ ارتفع طول الجذير تدريجياً مع زيادة التركيز، من (3.76 سم) في معاملة الشاهد إلى (4.86 سم) عند تركيز 100ppm ، وهي أعلى قيمة مسجلة. ويشير ذلك إلى أن حمض الجبريليك أسهم في تحفيز النمو الجذري بدرجة أكبر مقارنة بنمو الريشة في الذرة المصرية. ويمكن تفسير هذه النتائج فسيولوجياً بأن استجابة الأنسجة الجذرية في هذا الصنف أكثر حساسية لحمض الجبريليك، حيث يعمل الهرمون على تعزيز استطالة الخلايا وزيادة النشاط الإنزيمي المسؤول عن تعبئة المواد الغذائية اللازمة للنمو، في حين بقي تأثيره محدوداً على نمو الريشة بسبب الخصائص الوراثية للصنف. تؤكد هذه النتائج أن تأثير حمض الجبريليك يختلف باختلاف الصنف وكذلك باختلاف الجزء النباتي المدروس، إذ أظهر الصنف المصري استجابة أوضح في النمو الجذري مقارنة بالنمو الهوائي، مما يدعم فكرة أن تحديد التركيز الأمثل يجب أن يتم وفقاً لخصائص كل صنف لتحقيق أفضل كفاءة إنبات ونمو مبكر للنبات.



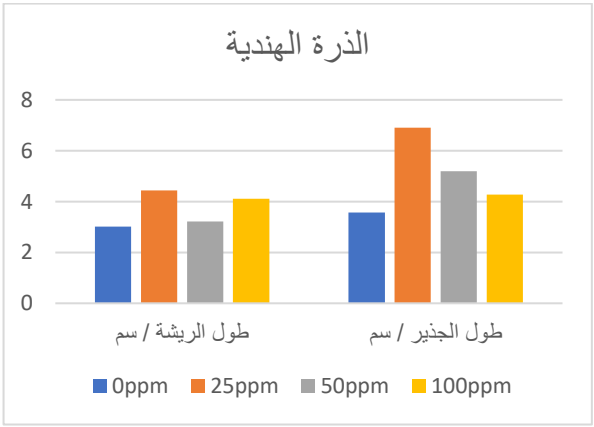
الرسم البياني رقم (3): متوسط طول الريشة والجذير للذرة المصرية

جدول رقم (7): يبينطول الريشة والجذير في الذرة الهندية

التركيز (ppm)	طول الجذير / سم	طول الريشة / سم
0	3.57	3.02
25	6.91	4.44
50	5.2	3.22
100	4.28	4.11

يعرض جدول (7) تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) على طول الريشة وطول الجذير لأصناف الذرة الهندية (Zea mays L.) في مرحلة الإنبات. يلاحظ من البيانات أن التطبيق المنخفض لحمض الجبريليك (25 ppm) أدى إلى أعلى زيادة في طول الريشة (4.44 سم) وطول الجذير (6.91 سم)، مقارنة بالعينة الضابطة (0 ppm) التي سجلت أقل الأطوال (3.02 سم للريشة و3.57 سم للجذير). بينما أظهر التركيز الأعلى (100 ppm) تأثيراً متفاوتاً؛ إذ زاد طول الريشة إلى 4.11 سم، لكنه قلل طول الجذير إلى 4.28 سم، مما يشير إلى أن الاستجابة للنباتات ليست خطية مع زيادة التركيز، وأن هناك تركيزاً أمثل لزيادة النمو الابتدائي للريشة والجذير.

تؤكد هذه النتائج أن تراكيز حمض الجبريليك المختلفة تؤثر بشكل واضح على معدل نمو أجزاء النبات الأساسية أثناء الإنبات، وهو ما يتوافق مع هدف البحث في دراسة تأثير GA_3 على أصناف الذرة المختلفة. كما يُبرز الجدول أهمية تحديد التركيز الأمثل لـ GA_3 لتعزيز نمو الريشة والجذير دون التأثير سلباً على أحدهما، مما يعكس العلاقة المباشرة بين العوامل الكيميائية النباتية ونمو الذرة في مراحلها المبكرة.



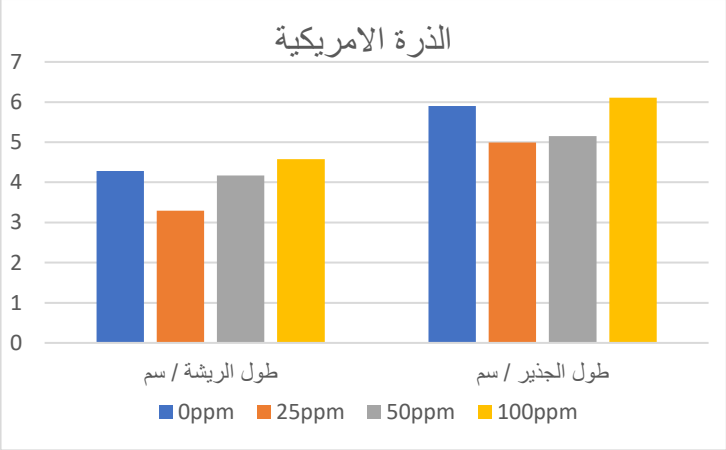
الرسم البياني رقم (4): متوسط طول الريشة والجذير للذرة الهندية

جدول رقم (8): يبين طول الريشة والجذير في الذرة الامريكية

التركيز (ppm)	طول الجذير / سم	طول الريشة / سم
0	5.9	4.28
25	4.99	3.29
50	5.15	4.17
100	6.11	4.58

يعرض جدول (8) تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) على طول الريشة وطول الجذير لأصناف الذرة الأمريكية (Zea mays L.) في مرحلة الإنبات. من الجدول، يظهر أن طول الريشة والجذير يختلف باختلاف التركيزات، حيث سجلت العينة الضابطة (0 ppm) طول ريشة 4.28 سم وطول جذير 5.9 سم. وعند التركيز 25 ppm لوحظ انخفاض في طول الريشة والجذير إلى 3.29 سم و4.99 سم على التوالي، في حين أدى التركيز المتوسط (50 ppm) إلى زيادة طفيفة في طول الريشة إلى 4.17 سم وطول الجذير إلى 5.15 سم. أما أعلى تركيز (100 ppm) فقد أظهر أقصى طول للريشة والجذير (4.58 سم و6.11 سم على التوالي)، مما يشير إلى أن استجابة الذرة الأمريكية للنمو الابتدائي للريشة والجذير تختلف عن الذرة الهندية، حيث إن التركيز الأعلى كان أكثر فاعلية في تعزيز النمو، وهو ما يعكس اختلاف الحساسية بين الأصناف المختلفة تجاه GA_3.

تدعم هذه النتائج هدف البحث في دراسة تأثير تراكيز حمض الجبريليك على نمو أجزاء الذرة أثناء مرحلة الإنبات، وتظهر أن الذرة الأمريكية استجابت إيجابياً للتركيز الأعلى من GA_3 مقارنة بالأصناف الهندية، مما يبرز ضرورة اعتبار الفروق الصنفية عند تحديد التركيز الأمثل لتعزيز الإنبات والنمو المبكر. هذه الملاحظة مهمة في سياق البحث لتوضيح أن استجابة الذرة لـ GA_3 ليست موحدة وتعتمد على الصنف.



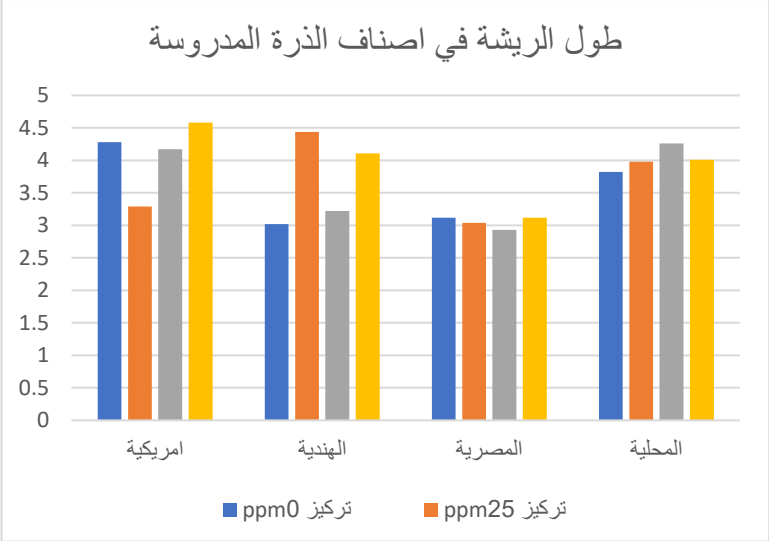
الرسم البياني رقم (3): متوسط طول الريشة والجدير للذرة الأمريكية

جدول رقم (9): يوضح طول الريشة في اصناف الذرة المدروسة

التركيز (ppm)	المحلية	المصرية	الهندية	امريكية
0	3.82 cm	3.12 cm	3.02 cm	4.28 cm
25	3.98 cm	3.04 cm	4.44 cm	3.29 cm
50	4.26 cm	2.93 cm	3.22 cm	4.17 cm
100	4.01 cm	3.12 cm	4.11 cm	4.58 cm

يعرض جدول (9) تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) على طول الريشة في أربعة أصناف من الذرة (Zea mays L.)، وهي الأمريكية والهندية والمصرية والمحلية. يظهر من النتائج أن الصنف الأمريكي سجل أعلى طول للريشة عند التركيز 100 ppm حيث بلغ 4.58 سم، بينما كان أقل طول عند التركيز 25 ppm بمقدار 3.29 سم، مما يشير إلى استجابة إيجابية للصنف الأمريكي للتراكيز العالية من GA_3. أما الصنف الهندي فقد أظهر أقصى طول للريشة عند التركيز 25 ppm و100 ppm بمقدار 4.44 سم و4.11 سم على التوالي، بينما لوحظ انخفاض عند التركيز 50ppm ، ما يعكس استجابة غير خطية وحساسية مختلفة مقارنة بالصنف الأمريكي. من جهة أخرى، لم يُظهر الصنف المصري تغيرات ملحوظة في طول الريشة مع تراكيز GA_3 المختلفة، حيث تراوح الطول بين 2.93 و3.12 سم، ما يشير إلى تأثير محدود لـ GA_3 على هذا الصنف. أما الصنف المحلي فقد أظهر ارتفاعاً نسبياً في طول الريشة عند التركيز المتوسط (50 ppm: 4.26 سم)، مع تباين طفيف عند التركيز الأعلى، مما يعكس استجابة معتدلة لـ GA_3.

توضح هذه النتائج أن تأثير تراكيز حمض الجبريليك على طول الريشة يختلف بين الأصناف، ما يعكس أهمية مراعاة الفروق الصنفية عند تطبيق الـ GA_3 لتعزيز النمو الابتدائي. كما تؤكد النتائج على أن بعض الأصناف مثل الأمريكي والهندي تستجيب إيجابياً للتراكيز العالية، في حين أن الصنف المصري يظهر مقاومة نسبية، وهو ما يتماشى مع هدف البحث في دراسة تأثير GA_3 على معدل إنبات وأجزاء الذرة المختلفة.



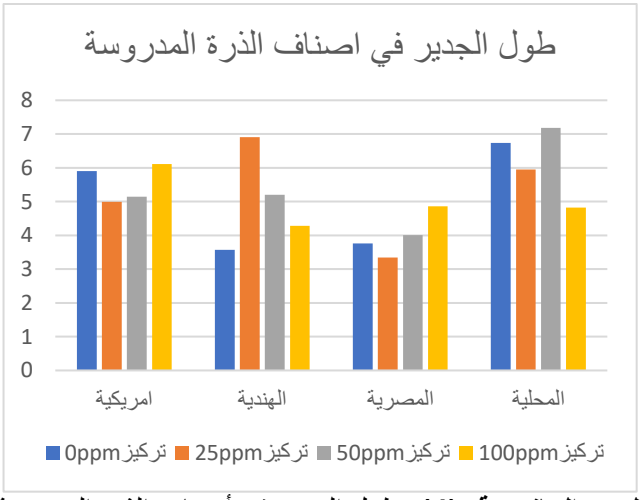
الرسم البياني رقم (6): طول الريشة في أصناف الذرة المدروسة

جدول رقم (10): يوضح طول الجذير في أصناف الذرة المدروسة

التركيز (ppm)	المحلية	المصرية	الهندية	امريكية
0	6.74	3.76	3.57	5.9
25	5.95	3.34	6.91	4.99
50	7.18	4.01	5.2	5.15
100	4.82	4.86	4.28	6.11

يعرض جدول (10) تأثير تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك (GA_3) على طول الجذير في أربعة أصناف من الذرة (Zea mays L.)وهي الأمريكية والهندية والمصرية والمحلية. تبين من النتائج أن الصنف الأمريكي أظهر زيادة تدريجية في طول الجذير مع زيادة التركيز، حيث سجل الطول الأعلى عند 100 ppm بمقدار 6.11 سم، مقارنة بالعينة الضابطة التي بلغت 5.9 سم. في المقابل، أظهرت الذرة الهندية أعلى طول للجذير عند التركيز 25 (6.91 ppm سم)، بينما انخفض الطول عند التركيز الأعلى (100 ppm: 4.28 سم)، مما يدل على استجابة غير خطية وحساسية مختلفة بين الأصناف. أما الصنف المصري فقد سجل زيادة متواضعة في طول الجذير مع تراكيز GA_3 المختلفة، إذ تراوح الطول بين 3.34 و4.86 سم، مما يعكس تأثير محدود للـ GA_3 على هذا الصنف. أما الصنف المحلي فقد أظهر تغيرات ملحوظة، حيث بلغ طول الجذير أقصاه عند 50 (7.18 ppm سم) مقارنة بالعينة الضابطة (6.74 سم)، لكنه انخفض عند التركيز الأعلى (100 ppm: 4.82 سم)، ما يشير إلى وجود تركيز أمثل لتعزيز نمو الجذير لهذا الصنف.

توضح هذه النتائج أن تراكيز حمض الجبريليك تؤثر بشكل متفاوت على طول الجذير بين الأصناف المدروسة، حيث أبدت بعض الأصناف استجابة إيجابية للتراكيز العالية مثل الأمريكي، في حين أظهرت أصناف أخرى مثل الهندي والمحلي استجابة متفاوتة تعتمد على التركيز. هذه الملاحظة تدعم هدف البحث في دراسة تأثير GA_3 على معدل إنبات الذرة، وتشير إلى أهمية تحديد التركيز الأمثل لكل صنف لتعزيز النمو الابتدائي للجذير.



الرسم البياني رقم (4): طول الجدير في أصناف الذرة المدروسة

مناقشة النتائج:(Discussion)

أوضحت نتائج هذه الدراسة أن إنبات بذور الذرة ونموها الأولي يتأثران بصورة رئيسة بالصنف، بينما كان تأثير تراكيز حمض الجبريليك أقل وضوحًا من الناحية الإحصائية. أظهر تحليل التباين الثنائي (ANOVA) وجود فروق معنوية بين الأصناف في نسبة الإنبات، حيث بلغت القيمة الاحتمالية($p = 0.0049$) ، في حين لم يكن لتأثير التركيز أو للتفاعل بين الصنف والتركيز تأثير معنوي، مما يشير إلى أن الاختلافات الوراثية بين الأصناف تُعد العامل الأكثر تأثيرًا في عملية الإنبات كما هوا موضح في جدول(2)

حيث بيّنن في الجدول (4) أن الذرة المحلية سجلت أعلى نسبة إنبات في اليوم السابع (90%)، وهو ما يعكس تكيفها الوراثي مع الظروف البيئية المحلية وقدرتها العالية على الإنبات السريع والمتجانس. في المقابل، سجلت الذرة المصرية أقل نسبة إنبات (60.8%)، مما يدل على ضعف استجابتها لظروف التجربة ولمعاملات حمض الجبريليك. أما الذرة الهندية والأمريكية فقد سجلتا نسب إنبات متوسطة (80%)، حيث اظهرت النتائج وجود فروق معنويه ذو دلالة إحصائية علي تفوق الذرة المحلية في نسبة الإنبات على كل الأصناف الأخرى وأن الذرة المصرية أقل نسبة الإنبات لكل الاصناف.

تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه(subedi & Bhattarai,2003) ، حيث أشار ان استجابة للجبريليك خلال مرحلة الانبات تختلف بالاختلاف التركيب الوراثي للصنف وان بعض الاصناف تستجيب بشكل أكبر من غيرها .

فيما يتعلق بتأثير تراكيز حمض الجبريليك، حيث أظهرت النتائج في جدول (3) أن معاملة الشاهد سجلت أعلى متوسط لنسبة الإنبات، تلتها معاملة 25 ppm ، ثم 50 ppm ، في حين سجل تركيز 100 ppm أقل القيم. وتشير هذه النتائج إلى أن زيادة تركيز حمض الجبريليك لا تؤدي بالضرورة إلى تحسين الإنبات، بل قد تؤدي التراكيز المرتفعة إلى تأثير مثبط نسبي، خاصة في بعض الأصناف الحساسة. ويُفسر ذلك بأن الجرعات العالية من الجبريليك قد تُحدث خللًا في التوازن الهرموني داخل البذرة، مما ينعكس سلبًا على عملية الإنبات .وهذا ما يتوافق مع نتائج (faraj & Buhedma, 2016) اللذان أوضحا أن التركيزات المرتفعة من الجبريليك قد لا تكون محفز للإنبات وقد تؤدي أحياناً الي نتائج عكسية مقارنة بالتراكيز المنخفضة أو المتوسطة

أما أطوال الريشة، فقد أظهرت النتائج أن تأثير العام للجبريليك كان ضعيفاً أو غير معنوي إحصائياً مع وجود فروق واضحة بين الأصناف حيث تفوقت الذرة الأمريكية والذرة المحلية في معظم التراكيز، في حين كانت الذرة المصرية الأقل طولًا في جميع المعاملات. وعلي رغم وجود فروق عددية واضحة، إلا أن التحليل الإحصائي لم يُظهر فروقًا معنوية قوية لتأثير التركيز، مما يدل على أن نمو الريشة يرتبط أساسًا بالصفات الوراثية للصنف أكثر من ارتباطه بتركيز حمض الجبريليك.

وتنسجم هذه النتائج مع دراسة (Asad et al,2021) التي أشارت إلي أن الجبريليك قد يحسن النمو الهوائي للبادرات إلا أن درجة الاستجابة تعتمد بدرجة كبيرة علي الصنف والظروف التجريبية كما هو موضح في جدول(9) اظهرت النتائج تأثير حمض الجبريليك علي طول الريشة في الذرة المحلية والأمريكية وكانت أعلي متوسط لطول الريشة في تركيز 100% علي طول الريشة في الذرة الأمريكية ولم يكن لتركيز حمض الجبريليك اي تأثير علي الذرة المصرية .

وفيما يخص طول الجذير، أظهرت النتائج أن الجبريليك أدي الي تحسين طفيف وإيجابي في طول الجدير حتى تركيز (50_25 ppm) ثم استقرت القيم أو انخفضت قليلاً عند تركيز100 ppm دون وجود فروق قوية. وقد سجلت الذرة المحلية أطول جدير في جميع التراكيز تلتها الذرة الأمريكية، في حين ظلت الذرة المصرية الأقل طولًا. ويُشير ذلك إلى أن تأثير حمض الجبريليك على نمو الجذور كان إيجابيًا محدودًا، مقارنة بتأثير الصنف. وتتفق هذه النتائج مع ما ذكره Rauf et al, 2022)حيث بينت دراستهم أن الجبريليك يحفز نمو الجدور في المراحل الأولي بجرعات معتدلة بينما لا يؤدي الإفراط في التركيز إلي زيادات إضافيّة معنوية كما هوا موضح في جدول(10) حيث اظهرت النتائج تفوق واضح ذو دلاله في الصنف المحلي بتركيز 50% ونلاحظ انخفاض طول الجدير بزيادة تركيز50% بشكل عام علي كل الأصناف المدروسة

وبشكل عام، تؤكد نتائج هذه الدراسة ما ورد في الابيات العلمية، خاصة ما أشار إليه (Taiza& zeiger,2010) من أن الجبريليك يلعب دوراً محفزاً في المراحل الأولي للإنبات من خلال تنشيط العمليات الفسيولوجية داخل البذرة، إلا أن الاستجابة الفعلية تعتمد على التركيز المستخدم والصنف النباتي.

وعليه، يمكن الاستنتاج أن التراكيز المنخفضة من GA_3 خصوصاً (25 ppm) كانت الأنسب لتحفيز الإنبات والنمو الأولي خاصة في الصنف المحلي، بينما لم تظهر التراكيز العالية (100 PPM) فاعلية واضحة.

الاستنتاجات (Conclusions):

من خلال نتائج هذه الدراسة يمكن استخلاص ما يلي:

1. توجد فروق معنوية واضحة بين أصناف الذرة المدروسة في نسبة الإنبات.
2. الذرة المحلية كانت الأكثر تفوقًا في الإنبات والنمو الأولي، في حين كانت الذرة المصرية الأضعف استجابة.
3. لم يظهر حمض الجبريليك تأثيرًا معنويًا عامًا على نسبة الإنبات، إلا أن التراكيز المنخفضة والمتوسطة أظهرت تحسنًا نسبيًا مقارنة بالتركيز العالي.
4. التراكيز المرتفعة من حمض الجبريليك (100 ppm) قد تؤدي إلى انخفاض نسبة الإنبات في بعض الأصناف.
5. تؤكد النتائج أن استجابة الذرة لحمض الجبريليك تعتمد بدرجة أكبر على الصنف والتركيب الوراثي.

التوصيات (Recommendations):

في ضوء النتائج المتحصل عليها، توصي هذه الدراسة بما يلي:

1. اعتماد الصنف المحلي في برامج الزراعة والإكثار نظرًا لتفوقه في الإنبات والنمو الأولي.
2. إجراء دراسات مستقبلية لتقييم تأثير حمض الجبريليك على مراحل النمو لاحقة مثل النمو الخضري والمحصول.
3. دراسة تأثير حمض الجبريليك تحت ظروف اجهاد مختلفة مثل الجفاف والملوحة.

المراجع The References:

المراجع العربية:

1. علي، محمد كامل. (2008). أساسيات إنتاج المحاصيل الحقلية. الإسكندرية: منشأة المعارف.
2. خضر، عبد الهادي. (2003). فسيولوجيا نمو وتطور النبات. القاهرة: الدار العربية للنشر والتوزيع.
3. حسنين، محمد. (2010). فسيولوجيا المحاصيل. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.
4. طه، عبد القادر. (2012). محصول الذرة الشامية وإنتاجه. عمان: دار الفكر للنشر والتوزيع.

المراجع الإنجليزية:

1. Bradford, K. J. (2005). Threshold models applied to seed germination ecology. Seed Science Research, 15(2), 123–134.
2. Gazzarrini, S., Tsai, A. Y., Mène Saffrané, L., & McCourt, P. (2004). The translational regulation of plant responses to hormones. Trends in Plant Science, 9(3), 143–150.
3. Guleria, S., & Yadav, S. (2010). Plant hormone mediated regulation of stress responses. Springer.
4. Kaur, S., & Kapoor, U. (2002). Influence of gibberellic acid on germination and early seedling growth under abiotic stresses. Journal of Plant Growth Regulation, 21(1), 89–98.
5. Khan, A. A. (1992). The concept of seed priming. Seed Science and Technology, 20(2), 171–188..
6. Asad, M. A. U., Zaid, A., Ahmad, A., & Khan, M. A.(2021) .
7. Effect of IAA and GA_3 on germination and growth of Zea mays L. under saline conditions. Pure and Applied Biology, 10(2), 639–650.
8. Bewley, J. D. (1997). Seed germination and dormancy. The Plant Cell, 9(7), 1055–1066.
9. Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013). Seeds: Physiology of development, germination and dormancy (3rd ed.) Springer.
10. Chen, X., & Zhao, Y. (2020). Hormonal regulation of seed germination processes in cereal crops. Crop Science Reviews, 18(4), 215–238.
11. Faraj, A. H., & Buhedma, S. A. (2016). Effect of gibberellic acid (GA_3) on germination and seedling growth of maize (Zea mays L.). Alexandria Science Exchange Journal, 37(2), 138–145.
12. Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, 171(3), 501–523.
13. Finch-Savage, W. E., & Footitt, S. (2017). Seed dormancy cycling and the regulation of dormancy mechanisms. Journal of Experimental Botany, 68(4), 807–817.
14. Han, Z., Jin, Y., Wang, B., & Guo, Y. (2023). Multi-omics revealed the molecular mechanism of maize (Zea mays L.) seed germination regulated by GA_3.Agronomy, 13(7), 1929.
15. Lopez-Molina, L., Mongrand, S., & Chua, N. H. (2002). ABA signal transduction during germination. Plant Molecular Biology, 48, 405–416.
16. Müller, K., & Sheen, J. (2008). Crosstalk between auxin, cytokinin, and gibberellin signaling in seed germination and seedling development. The Plant Journal, 56(1), 123–134.
17. Nonogaki, H., Bassel, G. W., & Bewley, J. D. (2010). Germination—still a mystery. Plant Science, 179(6), 574–581.
18. Rajjou, L., & Debeaujon, I. (2008). Seed longevity: Survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. Comptes Rendus Biologies, 331(10), 796–805.
19. Rauf, S., Almas, L., Hassan, S., & Shahzad, M. (2022). Gibberellic acid enhances germination and early seedling growth of maize. Asian Plant Research Journal, 10(3), 5–15.
20. Rauf, S., et al. (2019). Effect of gibberellic acid on growth, yield, and chemical composition of maize: A review. Journal of Agricultural Sciences, 48(3), 712–720.
21. Subedi, L. P., & Bhattarai, T. (2003). Effect of gibberellic acid on reserve food mobilization of maize. Himalayan Journal of Sciences, 1(2), 99–102.
22. Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). Plant Physiology (5th ed.). Sinauer Associates.
23. Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A.(2015) . Plant physiology and development (6th ed.). Sinauer Associates.
24. White, C. N., Proebsting, W. M., Hedden, P., & Rivin, C. J. (2000). Gibberellins and seed development in maize: Evidence that gibberellin/abscisic acid balance governs germination. Plant Physiology, 122, 1085–1094.