Study of the Effect of Planting Date and Plant Density on Some Morphological and Physiological Traits of Forage Maize (*Zea mays* L.) under the Conditions of Jableh Plain

Ahmad Darwish[*]
Dr. Saleh Qubaili[**]
Dr. Nizar Moualla[***]
Dr. Nabil Habib[****]

(Received 29 / 3 / 2026. Accepted 22 / 6 /2026)

□ ABSTRACT □

The research was conducted in Al-Eidiya village, Jableh region / Lattakia Governorate, during the 2024 agricultural season, with the aim of studying the effect of sowing date and plant density on some morphological and physiological traits of three maize hybrids: the Russian hybrid Krasnodarski 291, the local hybrid Dahab 100, and the hybrid Ghota 82. Two sowing dates were tested: April 1 and July 25, and three plant densities were applied: 83,333 plants/ha, 66,666 plants/ha, and 55,555 plants/ha

The studied traits included: plant height, number of leaves per plant, height of the first ear, and leaf area. Results: The hybrid *Ghota 82* outperformed the others in most studied traits, with mean values of: Plant height: 215.49 cm, Number of leaves: 15.22 leaves/plant, First ear height: 105.22 cm, Leaf area: 10,758.21 cm². The first sowing date (April 1) gave the highest averages: Plant height: 202.61 cm, Number of leaves: 12.29 leaves/plant, First ear height: 85.81 cm, Leaf area: 9,381.39 cm². The third plant density (55,555 plants/ha) was superior in most traits, with averages of: Plant height: 201.36 cm, Number of leaves: 12.33 leaves/plant, First ear height: 85.23 cm Leaf area: 8,997.29 cm²

Keywords: Mize, *Zea mays* L., Planting Date, Plant Density.

Copyright **:**Latakia University journal (formerly Tishreen) -Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*] **PhD student, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Latakia, Syria.** ahmad.darwish@latakia-univ.edu.sy

****Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Latakia, Syria.** s.kabili@latakia-univ.edu.sy

*****Associate Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerlyTishreen), Latakia, Syria.** nizar.moualla@latakia-univ.edu.sy

******Associate Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Latakia, Syria.**

دراسة تأثير موعد الزراعة والكثافة النباتية في بعض الصفات المورفولوجية والفسيولوجية للذرة الصفراء (العلفية) (*Zea mays* L.) تحت ظروف سهل جبلة

أحمد درويش [*]
د. صالح قبيلي [**]
د. نزار معلا [***]
د. نبيل حبيب [****]

(تاريخ الإيداع 29 / 3 / 2026. قبل للنشر في 22 / 6 / 2026)

□ ملخّص □

نُفّذ البحث في قرية العيدية، منطقة جبلة، محافظة اللاذقية، خلال الموسم الزراعي 2024، بهدف دراسة تأثير كل من موعد الزراعة والكثافة النباتية على بعض الصفات المورفولوجية والفيسيولوجية لثلاثة هجن من الذرة الصفراء: الصنف الروسي كراسنودارسكي 291، والصنف المحلي ذهب100، والصنف غوطة 82، حيث تمت الزراعة في موعدين 1 نيسان و25 تموز، وتم توزيع النباتات على ثلاث كثافات: 83333 نبات/هكتار، و 66666 نبات/ هكتار و 55555 نبات/هكتار، وتمت دراسة الصفات التالية: ارتفاع النبات، عدد الأوراق/نبات، ارتفاع العرنوس الأول مساحة المسطح الورقي، بيّنت النتائج تفوق الصنف غوطة 82 في معظم الصفات المدروسة، حيث بلغت قيمة متوسط ارتفاع النبات 215.49 سم، ومتوسط عدد الأوراق 15.22 ورقة/نبات، ومتوسط ارتفاع العرنوس الأول 105.22 ومتوسط مساحة المسطح الورقي 10758.21 سم^2، وتفوق موعد الزراعة الأول في معظم الصفات، حيث بلغت قيمة متوسط ارتفاع النبات 202.61 سم، ومتوسط عدد الأوراق 12.29 ورقة/نبات، ومتوسط ارتفاع العرنوس الأول 85.81 سم، ومتوسط مساحة المسطح الورقي 9381.39 سم^2، وكذلك تفوقت الكثافة النباتية الثالثة في معظم الصفات المدروسة، حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات 201.36 سم، ومتوسط عدد الأوراق 12.33 ورقة/ نبات، ومتوسط ارتفاع العرنوس الأول 85.23 سم، ومتوسط مساحة المسطح الورقي 8997.29 سم^2.

الكلمات المفتاحية: الذرة الصفراء، *Zea mays* L.، موعد الزراعة، الكثافة النباتية.

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

[*]**طالب دكتوراه – كلية الهندسة الزراعية-جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)- اللاذقية – سوريا**
ahmad.darwish@latakia-univ.edu.sy
[**]**أستاذ – كلية الهندسة الزراعية-جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)- اللاذقية – سوريا.**
[***]**أستاذ مساعد – كلية الهندسة الزراعية-جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)- اللاذقية – سوريا.**
[****] **أستاذ مساعد – كلية الهندسة الزراعية-جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)- اللاذقية – سوريا.**

مقدمة:

تنتمي الذرة الصفراء إلى العائلة النجيلية *Poaceae* التي تضم عدداً من الأجناس أكثرها أهمية الجنس *Zea* الذي يضم نوعاً مزروعاً هو الذرة الصفراء .L *Zea mays* [18].

بلغت مساحة الذرة العالمية (الحبوب الجافة) 197 مليون هكتار في العام 2023، تشمل إفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية [8].

وتأتي الذرة الصفراء على مستوى القطر العربي السوري في المرتبة الثالثة بعد محصولي القمح والشعير من حيث المساحة المزروعة والإنتاج، حيث بلغت المساحة المزروعة عام 2022 نحو 91800 هكتار أنتجت قرابة 535700 طن [22].

جدول (1). يوضح مساحة وإنتاج وغلة الذرة الصفراء في سوريا خلال الأعوام (2010-2022)

العام	المساحة هـ	الإنتاج طن	الغلة كغ/هـ
2010	37900	133100	5048
2020	50400	227000	4504
2021	57300	309800	5406
2022	91800	535700	5835

تعتبر الذرة الصفراء مصدراً للتغذية وللمركبات الكيميائية النباتية، ولهذه المركبات أهمية في الوقاية من الأمراض المزمنة، ومنها الكاروتينات والمركبات الفينولية والفيتوستيرول. ملعقة كبيرة من زيت الذرة تفي بمتطلبات الأحماض الدهنية الأساسية لطفل أو بالغ سليم، وتحتوي على فيتامين ج وفيتامين هـ وفيتامين ك وفيتامين ب 1 (ثيامين) وفيتامين ب 2 (نياسين) وفيتامين ب 3 (ريبوفلافين) وفيتامين ب 5 (حمض البانتوثنيك) وفيتامين ب 6 (البيريدوكسين)، وحمض الفوليك، والسيلينيوم، وحمض الهيدروكسيسيناميك [5].

يحتوي كل 100 غرام من الجزء الصالح للأكل من الذرة الصفراء مايلي:

كربوهيدرات 71.88غ/ بروتين 8.84غ/ دهون 4.57غ/ ألياف 2.15غ/ الرماد 2.33غ/ الرطوبة 10.23غ/ الفوسفور 348ملغ/ الصوديوم 15.9ملغ/ كبريت 114 ملغ/ ريبوفلافين 0.1 ملغ/ أحماض أمينية 1.78ملغ/ معادن 5..1غ/ كالسيوم 10ملغ/ حديد 2.3 ملغ/ بوتاسيوم 286 ملغ/ ثيامين 0.42ملغ/ فيتامين ج 0.12 ملغ/ مغنيسيوم 139 ملغ/ نحاس 0.14 ملغ [5].

يحتوي زيت الذرة الصفراء على 14٪ أحماض دهنية مشبعة، و30٪ أحماض دهنية أحادية غير مشبعة، و 56٪ أحماض دهنية غير مشبعة. يحتوي زيت الذرة المكرر على حمض اللينوليك 54-60٪، حمض الأوليك 25-31٪، حمض البالمتيك 11-13٪، حامض دهني 2-3٪ وحمض اللينولينيك 1٪ [21].

يعتبر زيت الذرة من بين المصادر الغنية لهذه التوكوفيرول، وخاصة بيتا توكوفيرول، وكان تركيزها 21.3 و94.1 مغ/ 100غ على التوالي [4].

يتأثر محصول الذرة الصفراء بشدة بالكثافة النباتية، وطرق الزراعة والعمليات الزراعية المختلفة وأنواع وخصائص الترب الهيدرولوجية والكيميائية [9،12].

بينت نتائج [2] في إيران على الذرة الحلوة تفوق الزراعة في موعد 15 أيار و3 تموز على تأخير الزراعة حتى 25 تموز من ناحية الغلة النهائية وجميع الصفات المدروسة، كذلك وضحوا في تجربتهم على الكثافة النباتية تفوق الكثافة 111000 نبات/هكتار. على الكثافتين 66600 و83300 نبات /هكتار.

كما أشار [13] في الولايات المتحدة الأمريكية في تجربتهم على اختبار ست كثافات (54700; 64600; 74600, 88000; 101700; 120100) نبات/هكتار واختبار مواعيد زراعية مختلفة أقل من 7 مواعيد (مواعيد تتراوح من 23 نيسان حتى 5 حزيران في موسم 2019 ومواعيد تتراوح من 21 نيسان حتى 10 حزيران في 2020) إلى أن أعلى محصول حبوب كان عند الكثافة 101700 نبات/هكتار وعند الكثافة 88000 نبات/هكتار كانت النتائج مطابقة إحصائياً في موسم 2019، وفي موسم 2020 كانت أعلى غلة عند الكثافة 88000 نبات/هكتار في موعد الزرعة 18 أيار.

وقد دعمت دراسات حديثة هذه النتائج، حيث أوضح باحثون أن زيادة الكثافة النباتية تؤدي إلى تحسين كفاءة استخدام الإشعاع الشمسي وزيادة تراكم المادة الجافة حتى حد معين، بعدها يبدأ التأثير السلبي للتنافس الداخلي بين النباتات بالظهور، خاصة تحت ظروف الإجهاد المائي أو محدودية العناصر الغذائية [23، 24]

كما بينت أبحاث أخرى أن الاستجابة للكثافة النباتية ترتبط بالتركيب الوراثي للأصناف الحديثة التي تتميز بقدرتها على تحمل الكثافات المرتفعة نتيجة تحسن كفاءة البناء الضوئي وانخفاض ظاهرة الرقاد وتحسن توزيع المادة الجافة داخل النبات. [25]

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً للحاجة الماسة لمحاصيل منتجة محلياً تدخل في صناعة الأعلاف وبسبب الطلب المتزايد على الزيوت النباتية ومنها زيت الذرة، والسعي لزيادة الإنتاج في وحدة المساحة وتحسين النوعية، كان لا بد من دراسة تأثير كل من موعد الزراعة والكثافة النباتية في الخواص المورفولوجية والفيسيولوجية لنبات الذرة، ودراسة تأثير التفاعل بين موعد الزراعة والكثافة النباتية على هذه الصفات.

طرائق البحث ومواده:

1-موقع تنفيذ التجربة:

تم تنفيذ البحث في قرية العيدية منطقة جبلة – محافظة اللاذقية، ترتفع عن سطح البحر بمقدار 50 متر.

جدول (2). يوضح متوسط درجات الحرارة خلال العام 2025 في محافظة اللاذقية

الشهر	متوسط العظمى °م	متوسط الصغرى °م	المتوسط العام °م
كانون الثاني	16	7	11.5
شباط	17	8	12.5
آذار	19	10	14.5
نيسان	22	13	17.5
أيار	26	17	21.5
حزيران	29	21	25
تموز	31	24	27.5
آب	32	25	28.5
أيلول	30	22	26
تشرين الأول	27	18	22.5
تشرين الثاني	22	13	17.5
كانون الأول	18	9	13.5

2-المادة النباتية:

تمت زراعة حبوب نبات الذرة الصفراء (كراسندارسكي AMR 291) و(ذهب 100) والشاهد صنف محلي (غوطة 82) في الموسمين 2023 و2024، حيث تم الحصول على بذور الصنف كراسنودارسكي من جمهورية روسيا الاتحادية

(وهو يزرع لأول مرة في سوريا)، وبذور الصنف ذهب100 من السوق المحلية، وبذور الصنف غوطة 82 من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

المعاملات التجريبية: تشمل معاملتين:

أولاً: موعد الزراعة:

العروة الربيعية: تمت الزراعة بتاريخ 1 نيسان

العروة الصيفية: تمت الزراعة بموعد 25 تموز

ثانياً: الكثافة النباتية:

تضم 3 كثافات هي:

60×20×1 وتحقق كثافة نباتية قدرها 83333 نبات/هكتار

60×25×1 وتحقق كثافة نباتية قدرها 66666 نبات / هكتار

60×30×1 وتحقق كثافة نباتية قدرها 55555 نبات / هكتار

❖ **تجهيز الأرض:**

تم إجراء الحراثة الأساسية في الربيع بعمق 25–28 سم، وتضاف الأسمدة الأساسية NPK كما يلي: 100 K – 180 P – 400 N

الآزوت 400 N كغ/ هكتار على شكل يوريا 46% بعد الزراعة على 3 دفعات (الأولى عند الزراعة، والثانية بمرحلة 8–10 أوراق، والثالثة عند مرحلة النورة الزهرية).

البوتاسيوم 100 K كغ/ هـ على شكل سلفات البوتاسيوم K_2O 51% عند إعداد الأرض للزراعة.

أما الفوسفور تمت إضافته بشكل سوبر فوسفات ثلاثي P_2O_5 46% دفعة واحدة عند إعداد الأرض للزراعة (100 كغ/ هكتار)

وتم اجراء مختلف العمليات الزراعية المناسبة من ري وترقيع وعزيق وتفريد. حيث اختلف عدد الريات باختلاف مواعيد الزراعة، لأن الموعد المتأخر للزراعة أدى لعد ريات أكبر، بينما في الموعد المبكر الربيعي لم يحتاج النبات لنفس العدد من الريات.

تحليل التربة:

تم تحليل التربة في مخابر كلية الهندسة الزراعية، وكانت النتائج موضحة بالجدول التالي:

جدول (3). يوضح تحليل تربة الموقع.

pH	EC (mS/cm)	المادة العضوية %	$CaCO_3$ %	الآزوت الكلي %	البوتاسيوم المتاح (ppm)	الفوسفور المتاح (ppm)	رمل %	سلت %	طين %
7.56	0.23	0.71	35	0.06	275	2.88	30.27	5.52	42.51
متعادلة مائلة للقلوية	منخفضة	منخفضة	كلسية	منخفض	جيد	منخفض	طينية		

❖ **تصميم التجربة:**

تم استخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بترتيب القطع المنشقة لمرتين وبثلاث مكررات

حيث يحتل نوع الصنف القطعة الرئيسية وتحتل العروة الزراعية القطع المنشقة لمرة واحدة، وتحتل الكثافة النباتية القطع المنشقة مرتين.

أبعاد القطعة التجريبية (3 x 2.4) م، ستحوي القطعة على 4 سطور، المسافة بين السطور 60 سم، والمسافة بين النباتات حسب الكثافة المذكورة أعلاه (20، 25، 30) سم.

عدد القطع التجريبية 1×2× 3× 2× 3 = 36 قطعة تجريبية.

❖ **المؤشرات والصفات المدروسة:**

أولاً: المؤشرات المورفولوجية:

تم قياس المؤشرات المورفولوجية في مرحلة بداية النضج لعشر نباتات من كل قطعة تجريبية بمكرراتها الثلاثة ثم تقدر المتوسطات.

1. ارتفاع النبات (سم).
2. عدد الأوراق/ النبات.
3. ارتفاع العرنوس الأول (سم).

ثانياً: المؤشرات الفيسيولوجية:

تم تحديد المؤشرات الفيسيولوجية في أوج مرحلة الإزهار من المنطقة الوسطى لعشر نباتات من كل قطعة تجريبية بمكرراتها الثلاث ثم تقدر المتوسطات.

1. مساحة المسطح الورقي للنبات (سم^2): تم حسابها وفقا للطريقة الوزنية [17] من المعادلة التالية: مجموع (طول الورقة × أقصى عرض للورقة) × 0.75، حيث 0.75 ثابت تصحيح مساحة الورقة للذرة الصفراء.

2. دليل المسطح الورقي وفق [10]: تم حسابه من نسبة مساحة المسطح الورقي الى المساحة التي يشغلها النبات من التربة.

التحليل الاحصائي:

تم تبويب البيانات في برنامج Excel، ثم تحليل النتائج احصائياً باستخدام برنامج التحليل الاحصائي Genstat-12 لحساب المتوسطات، وقيمة أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى المعنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

- **تأثير موعد الزراعة والكثافة النباتية في صفة ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة:**

يدل ارتفاع النبات على قوة النمو الخضري، ويرتبط أحيانًا بقدرة النبات على التنافس مع الأعشاب، تظهر النتائج الموضحة في الجدولين (4) و(5) تفوق الصنف غوطة 82 في الارتفاع على باقي الأصناف وبلغ متوسط ارتفاعه 215.49 سم. ويُعزى هذا الاختلاف في ارتفاع النبات بين الأصناف إلى التباين في تركيبها الوراثي، إذ تتحكم العوامل الوراثية بدرجة كبيرة في صفات النمو الخضري للنبات، مثل طول السلاميات وعدد العقد وكفاءة استخدام العناصر الغذائية والاستجابة للظروف البيئية المختلفة. وتؤدي هذه الاختلافات الوراثية إلى تباين واضح في قدرة الأصناف على تكوين مجموع خضري متطور ينعكس على ارتفاع النبات. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه [15] من أن الاختلاف

في ارتفاع النبات بين أصناف الذرة الصفراء يعود أساسًا إلى الاختلافات الوراثية بينها في كفاءة النمو الخضري والاستجابة للعوامل البيئية، والتي تؤثر بدورها في تطور المجموع الخضري للنبات.

كذلك تظهر النتائج في الجدول رقم (4) تفوق موعد الزراعة الأول (1 نيسان) على الموعد الثاني (25 تموز) وبلغ متوسط ارتفاع النبات 202.61 سم. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه [11] الذين أشاروا إلى أن الزراعة المبكرة للذرة أدت إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات مقارنة بمواعيد الزراعة المتأخرة نتيجة تحسن ظروف النمو خلال المرحلة الخضرية للنبات.

كما يوضح الجدول رقم (5) تفوق الكثافة (20×60) في صفة ارتفاع النبات حيث بلغ متوسط ارتفاع النبات 201.36 سم ويُعزى ذلك إلى أن زيادة الكثافة النباتية تؤدي إلى زيادة شدة التنافس بين النباتات، ولا سيما التنافس على الضوء، مما يحفّز النباتات على زيادة النمو الطولي نتيجة زيادة استطالة السلاميات، وذلك كاستجابة فسيولوجية طبيعية تعرف باستجابة تجنب الظل (Shade avoidance response)، حيث تؤدي زيادة التظليل المتبادل بين النباتات إلى تنشيط استطالة الساق بهدف الوصول إلى مصدر الضوء، وهو ما ينعكس على زيادة ارتفاع النبات. كما أن زيادة الكثافة النباتية تؤدي إلى تغير التوازن الهرموني داخل النبات، خاصة زيادة نشاط الأوكسينات المسؤولة عن استطالة الخلايا، مما يسهم في زيادة النمو الرأسي للنبات مقارنة بالكثافات المنخفضة. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه [14] من أن زيادة الكثافة النباتية تؤدي إلى زيادة ارتفاع نبات الذرة نتيجة زيادة التنافس على الضوء بين النباتات، الأمر الذي يحفّز استطالة السلاميات كاستجابة فسيولوجية طبيعية للتظليل.

الجدول 4: تأثير موعد الزراعة في صفة ارتفاع النبات (سم)

لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة

المعاملة / الصنف	موعد الزراعة		متوسط
	1 نيسان	25 تموز	
كرسندارسكي 291	188.81[f]	189.21[e]	189.01[c]
دهب 100	200.97[c]	191.16[d]	196.06[b]
غوطة 82	218.05[a]	212.93[b]	215.49[a]
متوسط	202.61[a]	197.76[b]	
L.S.D 5%	للأصناف 0.187	لموعد الزراعة 0.112	للتفاعل المشترك 0.265

الجدول 5: تأثير الكثافة النباتية في صفة ارتفاع النبات (سم)

لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة

المعاملة / الصنف	الكثافة النباتية			متوسط
	60 × 30	60 × 25	60 × 20	
كرسندارسكي 291	187.12h	189.7g	190.21f	189.01c
دهب 100	193.50e	196.87d	197.81c	196.06b
غوطة 82	214.42b	216.0a	216.05a	215.49a
متوسط	198.35c	200.85b	201.36a	
L.S.D 5%	للأصناف 0.187	للكثافة 0.189	للتفاعل المشترك 0.325	

- **تأثير موعد الزراعة والكثافة النباتية في صفة عدد الأوراق/ نبات لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة:**

يؤثر عدد الأوراق على مساحة المسطح الورقي للنبات وبالتالي على عملية التمثيل الضوئي واصطناع الغذاء في النبات، يوضح الجدولان رقم (6) و(7) تفوق الصنف غوطة 82 في صفة عدد الأوراق وبلغ 15.22 ورقة/ نبات، يعزى التفوق المعنوي للصنف غوطة 82 في عدد الأوراق/نبات إلى الاختلافات الوراثية بين الأصناف، إذ تتحكم العوامل الوراثية في معدل تكوين الأوراق وطول المرحلة الخضرية وكفاءة استخدام الموارد. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه [19] من أن الصفات المظهرية للنمو الخضري، ومنها عدد الأوراق، تخضع بدرجة كبيرة للتركيب الوراثي للصنف، كما أن الأصناف المتأقلمة مع الظروف البيئية المحلية تظهر أداءً أفضل في النمو.

كذلك تفوق موعد الزراعة الأول (1 نيسان) على الموعد الثاني (25 تموز) وبلغ متوسط عدد الأوراق/ نبات في الموعد الأول 12.29 ورقة/ نبات. تعزى زيادة عدد الأوراق/نبات في موعد الزراعة الربيعي إلى توفر ظروف بيئية ملائمة من حيث اعتدال درجات الحرارة وطول الفترة الضوئية، مما أدى إلى تحسين كفاءة التمثيل الضوئي وإطالة مدة النمو الخضري. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه [15] من أن الظروف الحرارية المعتدلة تؤخر الانتقال إلى الطور التكاثري وتزيد من تكوين الأوراق، في حين أن ارتفاع درجات الحرارة في الزراعة الصيفية يؤدي إلى تسريع النمو وتقليل عدد الأوراق [11].

كذلك يوضح الجدول رقم (7) تفوق الكثافة (30 × 60) معنوياً على باقي الكثافات، حيث بلغ متوسط عدد الأوراق/ نبات في هذه الكثافة 12.33 ورقة/ نبات.

تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن الكثافة النباتية لم تؤثر معنويًا في عدد الأوراق/نبات، حيث كانت الفروق بين المتوسطات محدودة. ويمكن تفسير ذلك بأن عدد الأوراق في نبات الذرة يعد من الصفات الوراثية الثابتة نسبيًا والتي تتحدد أساسًا بالعوامل الجينية للصنف أكثر من تأثرها بالعوامل البيئية. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه [16] من أن عدد الأوراق يخضع بدرجة كبيرة للتركيب الوراثي، في حين تؤثر الكثافة النباتية بشكل أوضح في صفات أخرى مثل ارتفاع النبات ومساحة المسطح الورقي. كما بين [7]. أن العوامل البيئية تؤثر في حجم وكفاءة الأوراق أكثر من تأثيرها في عددها، وهو ما أكدته دراسات [14] في الذرة، حيث أظهرت أن زيادة الكثافة النباتية تزيد من التنافس بين النباتات دون أن تؤدي إلى تغير معنوي في عدد الأوراق.

الجدول 6: تأثير موعد الزراعة في صفة عدد الأوراق/ نبات

لدى أصناف الذرة الصفراء المزروعة

المعاملة / الصنف	موعد الزراعة		متوسط
	1 نيسان	25 تموز	
كرسندارسكي 291	10.05e	10.00e	10.02c
دهب 100	11.38c	11.00d	11.19b
غوطة 82	15.44a	15.00b	15.22a
متوسط	12.29a	12.00b	
L.S.D 5%	للأصناف 0.099	لموعد الزراعة 0.159	للتفاعل المشترك 0.140

الجدول 7: تأثير الكثافة النباتية في صفة عدد الأوراق/ نبات لدى أصناف الذرة الصفراء المزروعة

المعاملة / الصنف	الكثافة النباتية			متوسط
	60 × 20	60 × 25	60 × 30	
كرسندارسكي 291	10.08e	10.00e	10.00e	10.02c
دهب 100	11.00d	11.08d	11.50c	11.19b
غوطة 82	15.00b	15.16b	15.50a	15.22a
متوسط	12.02b	12.08b	12.33a	
L.S.D 5%	للأصناف 0.099	للكثافة 0.125	للتفاعل المشترك 0.172	

- **تأثير موعد الزراعة والكثافة النباتية في صفة ارتفاع العرنوس الأول (سم) لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة:**

تعتبر صفة ارتفاع العرنوس الأول مهمة من أجل الحصاد الميكانيكي ومتانة الساق ومقاومة الرقاد، تظهر النتائج الموضحة بالجدول رقم (8) تفوق الصنف غوطة 82 في صفة ارتفاع العرنوس الأول على الصنفين الآخرين، حيث بلغ متوسط ارتفاع العرنوس الأول 105.22 سم، يعزى التفوق المعنوي للصنف غوطة 82 في ارتفاع العرنوس الأول إلى الاختلافات الوراثية بين الأصناف، إذ تتحكم العوامل الوراثية في طول السلاميات وعدد العقد، مما ينعكس على موقع العرنوس. وتتفق هذه النتائج مع [16، 19] في أن الصفات المورفولوجية للنبات تخضع بدرجة كبيرة للتركيب الوراثي، كما أن الأصناف المتأقلمة محليًا تظهر أداءً نموياً أفضل. بينما لم تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فرق معنوي بين متوسط الارتفاع للموعدين الربيعي والصيفي. وكذلك الأمر يوضح الجدول رقم (9) عدم ظهور تأثير معنوي للكثافة النباتية على صفة ارتفاع العرنوس الأول. يتفق ذلك مع [16، 19] حيث أوضحوا أن الصفات المورفولوجية مثل موقع العرنوس تخضع بدرجة كبيرة لـ التركيب الوراثي، تشير النتائج إلى وجود تأثير غير معنوي للكثافة النباتية في ارتفاع العرنوس الأول، حيث أدى زيادة التقارب بين النباتات إلى زيادة التنافس على الضوء، مما حفز استطالة السلاميات ورفع موقع العرنوس. وتتفق هذه النتائج مع [14] الذي أشار إلى أن زيادة الكثافة النباتية تعزز ظاهرة الاستجابة للتظليل، وكذلك مع [7]. الذين أوضحوا أن التنافس الضوئي يؤدي إلى زيادة النمو الطولي للنبات.

الجدول (8): تأثير موعد الزراعة في صفة ارتفاع العرنوس الأول (سم) لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة.

المعاملة / الصنف	موعد الزراعة		متوسط
	1 نيسان	25 تموز	
كرسندارسكي 291	72.30c	72.81c	72.55c
دهب 100	81.80b	79.58bc	80.69b
غوطة 82	103.33a	107.11a	105.22a
متوسط	85.81a	86.50a	
L.S.D 5%	للأصناف 5.602	لموعد الزراعة 7.071	للتفاعل المشترك 7.922

الجدول (9): تأثير الكثافة النباتية في صفة ارتفاع العرنوس الأول (سم) لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة.

المعاملة / الصنف	الكثافة النباتية			متوسط
	60 × 30	60 × 25	60 × 20	
كرسندارسكي 291	71.36c	72.82bc	73.48bc	72.55c
دهب 100	79.80bc	80.79bc	81.49b	50.69b
غوطة 82	107.10a	107.84a	100.71a	105.22a
متوسط	86.09a	87.15a	85.23a	
L.S.D 5%	للأصناف 5.602	للكثافة 5.615	للتفاعل المشترك 9.703	

- **تأثير موعد الزراعة والكثافة النباتية في صفة مساحة المسطح الورقي (سم^2) لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة:**

تعتبر مساحة المسطح الورقي من أهم المؤشرات في نمو النبات، حيث تتركز معظم العمليات الحيوية في الأوراق، كالتمثيل الضوئي والنتح والتنفس، تظهر نتائج الجدول رقم (10) تفوق الصنف غوطة 82 في صفة مساحة المسطح الورقي حيث بلغت قيمة متوسط مساحة المسطح الورقي 10758.21 سم^2، يعزى التفوق المعنوي للصنف غوطة 82 في مساحة المسطح الورقي إلى الاختلافات الوراثية بين الأصناف، إذ تتحكم العوامل الوراثية في معدل نمو الأوراق وكفاءتها في التمثيل الضوئي. وتتفق هذه النتائج مع [16، 19] في أن مساحة المسطح الورقي تعد من الصفات المرتبطة بالتركيب الوراثي وكفاءة النمو الخضري. وكذلك تفوق موعد الزراعة الربيعي (1 نيسان) على الموعد الآخر، وبلغ متوسط مساحة المسطح الورقي في هذا الموعد 9381.39 سم^2. يعزى ذلك إلى توفر ظروف بيئية ملائمة تمثلت في اعتدال درجات الحرارة وزيادة كفاءة التمثيل الضوئي، مما أدى إلى زيادة نمو وتوسع الأوراق. وتتفق هذه النتائج مع [15، 7]. في أن الظروف البيئية المناسبة تعزز النمو الخضري وتزيد من مساحة الأوراق، في حين أن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى تقليل المسطح الورقي نتيجة تسارع النمو وقصر المرحلة الخضرية.

يوضح الجدول رقم (11) تفوق الكثافة (30 × 60) في صفة مساحة المسطح الورقي، حيث بلغت قيمة متوسط مساحة المسطح الورقي 8997.29 سم^2.

الجدول (10): تأثير موعد الزراعة في صفة مساحة المسطح الورقي (سم^2) لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة.

المعاملة / الصنف	1 نيسان	25 تموز	متوسط
كرسندارسكي 291	7159.54d	5770.39e	6464.96c
دهب 100	8033.71c	5300.69f	6667.20b
غوطة 82	12950.93a	8565.48b	10758.21a
متوسط	9381.39a	6545.52b	
L.S.D 5%	للأصناف 73.84	لموعد الزراعة 90.58	للتفاعل المشترك 104.42

الجدول (11): تأثير الكثافة النباتية في صفة مساحة المسطح الورقي (سم^2) لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة.

المعاملة / الصنف	الكثافة النباتية			متوسط
	60 × 20	60 × 25	60 × 30	
كرسندارسكي 291	5181.20h	7072.41e	7141.29e	6464.96c
دهب 100	5520.05g	6652.25f	7829.30d	6667.20b
غوطة 82	9208.25c	11045.08b	12021.30a	10758.21a
متوسط	6636.50c	8256.58b	8997.29a	
L.S.D 5%	للأصناف 73.842	للكثافة 66.576	للتفاعل المشترك 127.898	

- **تأثير موعد الزراعة والكثافة النباتية في صفة دليل المسطح الورقي لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة:**

يعبر دليل المسطح الورقي عن كفاءة توزيع الأوراق وقدرتها على الاستفادة من الضوء، تظهر النتائج في الجدول رقم (12) تفوق الصنف غوطة 82 في صفة دليل المسطح الورقي حيث بلغ متوسط دليل المسطح الورقي 7.23، يعزى التفوق المعنوي للصنف غوطة 82 في دليل المسطح الورقي إلى الاختلافات الوراثية بين الأصناف، إذ تتحكم العوامل الجينية في مساحة الأوراق وكفاءة توزيعها، مما ينعكس على قدرة النبات في اعتراض الضوء. وتتفق هذه النتائج مع [16، 19] في أن دليل المسطح الورقي يعد من الصفات المرتبطة بالتركيب الوراثي وكفاءة النمو الخضري. كذلك تفوق موعد الزراعة الربيعي (1 نيسان) على الموعد الآخر وبلغ متوسط دليل المسطح الورقي 6.26. يعزى تفوق موعد الزراعة الربيعي في دليل المسطح الورقي إلى توفر ظروف بيئية ملائمة للنمو الخضري، مما أدى إلى زيادة مساحة الأوراق وكفاءتها في اعتراض الضوء. ويتفق ذلك مع [6] الذي عرف دليل المسطح الورقي بأنه مقياس لقدرة النبات على اعتراض الإشعاع الشمسي، كما أشار [15] إلى أن الظروف الحرارية المعتدلة تعزز توسع الأوراق وترفع من قيمة دليل المسطح الورقي. تشير النتائج في الجدول (13) إلى وجود تأثير معنوي للكثافة النباتية في دليل المسطح الورقي، حيث بلغ 5.53 عند الكثافة (20 × 60) حيث أدت زيادة الكثافة النباتية إلى زيادة دليل المسطح الورقي نتيجة زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة وما يرافقه من زيادة في المسطح الورقي الكلي. وتتفق هذه النتائج مع [6] الذي عرف دليل المسطح الورقي بأنه نسبة المسطح الورقي إلى المساحة الأرضية، كما أشار [14] إلى أن زيادة الكثافة النباتية تؤدي إلى زيادة دليل المسطح الورقي وتحسين اعتراض الضوء، في حين أوضح [7] أن الكثافات العالية قد تؤدي إلى تظليل داخلي يقلل من كفاءة التمثيل الضوئي لبعض الأوراق. وعلى الرغم من أن زيادة الكثافة النباتية تؤدي إلى رفع دليل المسطح الورقي، إلا أن الزيادة المفرطة قد تؤدي إلى تداخل الأوراق وحدوث تظليل داخلي، مما يقلل من كفاءة استخدام الضوء في الأجزاء السفلية من النبات.

الجدول (12): تأثير موعد الزراعة في صفة دليل المسطح الورقي لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة.

المعاملة / الصنف	موعد الزراعة		متوسط
	1 نيسان	25 تموز	
كرسندارسكي 291	4.82d	3.85e	4.33c
دهب 100	5.33c	3.59f	4.46b
غوطة 82	8.62a	5.85b	7.23a
متوسط	6.26a	4.43b	
L.S.D 5%	للأصناف 0.064	لموعد الزراعة 0.048	للتفاعل المشترك 0.091

الجدول (13): تأثير الكثافة النباتية في صفة دليل المسطح الورقي لدى أصناف الذرة الصفراء المدروسة.

المعاملة / الصنف	الكثافة النباتية			متوسط
	60 × 20	60 × 25	60 × 30	
كرسندارسكي 291	4.31g	4.71d	3.97h	4.33a
دهب 100	4.6e	4.44f	4.35fg	4.46b
غوطة 82	7.68a	7.35b	6.67c	7.23a
متوسط	5.53a	5.50a	5.00b	
L.S.D 5%	للأصناف 0.064	للكثافة 0.062	للتفاعل المشترك 0.111	

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- أظهرت الأصناف المدروسة اختلافات معنوية واضحة في معظم الصفات المورفولوجية والفسيولوجية المدروسة، حيث تفوق الصنف غوطة 82 في صفات: ارتفاع النبات، عدد الأوراق، ارتفاع العرنوس الأول، مساحة المسطح الورقي، دليل المسطح الورقي، مما يدل على كفاءة هذا الصنف في النمو الخضري وتأقلمه العالي مع الظروف البيئية السائدة في منطقة الدراسة.

2- أدى موعد الزراعة الربيعي (1 نيسان) إلى تحسين معظم الصفات المورفولوجية والفسيولوجية مقارنة بموعد الزراعة الصيفي (25 تموز)، حيث ساهم في: زيادة ارتفاع النبات، زيادة عدد الأوراق، زيادة مساحة المسطح الورقي، زيادة دليل المسطح الورقي، ويُعزى ذلك إلى ملاءمة الظروف البيئية خلال موسم النمو الربيعي للنمو الخضري لنبات الذرة الصفراء.

3- أثرت الكثافة النباتية معنويًا في بعض الصفات المدروسة، حيث أدت الكثافة النباتية المرتفعة نسبيًا (60 × 20 سم) إلى: زيادة ارتفاع النبات، زيادة ارتفاع العرنوس الأول، زيادة دليل المسطح الورقي نتيجة زيادة التنافس الضوئي بين النباتات. بينما أدت الكثافة النباتية المنخفضة (60 × 30 سم) إلى زيادة مساحة المسطح الورقي للنبات الواحد بسبب انخفاض شدة التنافس بين النباتات على الضوء والماء والعناصر الغذائية.

4- أظهرت النتائج وجود تأثير معنوي للتفاعل بين الصنف وموعد الزراعة في معظم الصفات المدروسة، حيث حقق الصنف غوطة 82 أفضل استجابة عند الزراعة في الموعد الربيعي، مما يدل على توافق هذا الصنف مع الظروف البيئية السائدة خلال هذا الموعد.

5- أظهر التفاعل بين الصنف والكثافة النباتية تأثيرًا معنويًا في بعض الصفات المدروسة، حيث اختلفت استجابة الأصناف للكثافات النباتية نتيجة الاختلافات الوراثية بينها في قدرتها على تحمل التنافس بين النباتات.

6- ساهمت زيادة مساحة المسطح الورقي ودليل المسطح الورقي في تحسين كفاءة التمثيل الضوئي للنبات، مما ينعكس إيجابيًا على القدرة الإنتاجية المحتملة لمحصول الذرة الصفراء.

7- تشير النتائج إلى أن تحقيق أفضل نمو خضري وفسيولوجي لأصناف الذرة الصفراء تحت ظروف منطقة الدراسة يتحقق عند الزراعة في الموعد الربيعي (1 نيسان) مع استخدام الكثافة النباتية المناسبة لكل صنف، وخاصة الصنف غوطة 82.

التوصيات:

1- يُوصى بزراعة الصنف غوطة 82 تحت ظروف منطقة الدراسة (منطقة جبلة – محافظة اللاذقية) نظرًا لتفوقه المعنوي في معظم الصفات المورفولوجية والفسيولوجية المدروسة، مما يدل على كفاءته العالية في النمو الخضري وتأقلمه الجيد مع الظروف البيئية المحلية.

2- يُوصى باعتماد موعد الزراعة الربيعي (1 نيسان) لزراعة محصول الذرة الصفراء في منطقة الدراسة، لما له من تأثير إيجابي في تحسين صفات النمو الخضري والفسيولوجي للنبات مقارنة بموعد الزراعة الصيفي.

3- يُوصى باستخدام الكثافة النباتية المرتفعة نسبيًا (60 × 20 سم) عند الرغبة في تحسين صفات ارتفاع النبات، ارتفاع العرنوس الأول، دليل المسطح الورقي نظرًا لدورها في زيادة كفاءة اعتراض الضوء وتحسين توزيع النمو الخضري.

4- يُوصى باستخدام الكثافة النباتية المنخفضة نسبيًا (60 × 30 سم) عند التركيز على تحسين صفة مساحة المسطح الورقي للنبات الواحد نتيجة انخفاض التنافس بين النباتات على الموارد البيئية.

5- يُوصى بأخذ التفاعل بين الصنف وموعد الزراعة والكثافة النباتية بعين الاعتبار عند وضع البرامج الزراعية لمحصول الذرة الصفراء، لما له من تأثير معنوي في تحسين صفات النمو المختلفة.

References:

[1] A. Ali and O. Erenstein, "Assessing farmer use of climate change adaptation practices and impacts on food security and poverty in Pakistan". *Climate Risk Management*, vol. 16, pp. 183–194, (2017).

[2] A. Rahmani, M. N. Alhossini, and S. Kh. Khorasani, "Effect of planting date and plant densities on yield and yield components of sweet corn (Zea mays L. var. saccharata)". * American Journal of Experimental Agriculture*, vol. 10, no. 2, pp. 1–9, (2016).

[3] B. Çarpıcı, N. Çelik, and G. Bayram, "Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate,". *Turkish Journal of Field Crops*, vol. 15, no. 2, pp. 128–132, (2010).

[4] C. K. Sen, S. Khanna, and S. Roy, "Tocotrienols: Vitamin E beyond tocopherols". *Life Sciences*, vol. 78, pp. 2088–2098, (2006).

[5] D. Kumar and N. A. Jhariya, "Nutritional, medicinal and economical importance of maize: A mini review,". *Research Journal of Pharmaceutical Sciences*, (2013).

[6] D. J. Watson, "Comparative physiological studies on the growth of field crops," *Annals of Botany*, vol. 11, no. 41, pp. 41–76, 1947.
[7] F. P. Gardner, R. B. Pearce, and R. L. Mitchell, "Physiology of Crop Plants". Ames, IA: Iowa State University Press, 1985.
[8] FAOSTAT, "Food and Agriculture Organization Statistical Databases," [Online]. Available: http://faostat.fao.org/
[9] I. A. Ciampitti and T. J. Vyn, "Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated nitrogen efficiencies," *Field Crops Research*, vol. 133, pp. 48–67, 2012.
[10] I. Jonckheere, M. Bare, F. Smith, G. Coppin, and P. Coppin, "Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination: Part II. Estimation of LAI, errors and sampling," *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 121, no. 1–2, pp. 37–53, 2004.
[11] J. L. Hatfield and J. H. Prueger, "Temperature effects on plant growth and development". *Agronomy Journal*, vol. 107, no. 4, pp. 1–10, (2015).
[12] J. W. Haegele, A. T. Mastrodomenico, J. R. Seebauer, and F. E. Below, "Yield stability differs in commercial maize hybrids in response to changes in plant density, nitrogen fertility, and environment," *Crop Science*, vol. 58, pp. 230–241, 2018.
[13] K. Djaman, S. Allen, D. S. Djaman, K. Koudahe, S. Irmak, N. Puppala, M. K. Puppala, and S. V. Angadi, "Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency". *Environmental Challenges*, vol. 6, 2022.
[14] L. Sangoi, "Understanding plant density effects on maize growth and development". *Ciência Rural*, vol. 31, no. 1, pp. 159–168, 2001.
[15] L. Taiz, E. Zeiger, I. M. Møller, and A. Murphy, *Plant Physiology and Development*, 6th ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2015.
[16] L. T. Evans, *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993.
[17] M. M. Al-Sahooki and E. E. Aldabas, "One leaf dimension to estimate leaf area in sunflower". *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 151, pp. 199–204, (1982).
[18] OECD, "Consensus document on the biology of Zea mays (maize)," ENV/JM/MONO (2003)11, 2003. [Online]. Available: https://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/291r_f7_e.pdf
[19] R. K. M. Hay and J. R. Porter, *The Physiology of Crop Yield*, 2nd ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2006.
[20] S. W. Ritchie and J. J. Hanway, *How a Corn Plant Develops. Ames*, IA: Iowa State University, 1982.
[21] Corn Refiners Association (CRA), *Corn Oil*, 5th ed. Washington, DC: CRA, 2006.
[22] Syrian Statistical Group. Area, production, and yield of yellow maize by governorates for the year 2022 and their development at the national level during the period (2020–2022). (In arabic) (2023).
[23] Y. Assefa, P. Carter, M. Hinds, G. Bhalla, R. Schon, M. Jeschke, S. Paszkiewicz, S. Smith, I. A. Ciampitti and P. Grassini, "Analysis of long-term study indicates both agronomic optimal plant density and increase maize yield per plant contributed to yield gain". Scientific Reports, vol. 8, pp. 4937, (2018).
[24] A. J. Lindsey and P. R. Thomison, "Corn response to plant population and planting date in the United States Corn Belt". Agronomy Journal, vol. 113, no. 2, pp. 1234–1247, (2021).
[25] I. S. Tokatlidis and S. D. Koutroubas, "Genotypic improvement for grain yield in maize: Evidence for the contribution of density tolerance". Field Crops Research, vol. 252, pp. 107793, (2020).