Vol 26, No. 1, Spring 2024

University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Effect of Planting Date and Cultivar on Growth Stages, Morphological Traits and Growth Indices of Corn in Karaj City

Ayoub Jafari[1] | **Mohammad Reza Bihamta**[2] | **Masoumeh Moghbel**[3] | **Saeed Soufizadeh**[4] | **Saeed Bazgeer**[5]✉ | **Mostafa Karimi**[6]

1. Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: a.jafari71@ut.ac.ir
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: mrghanad@ut.ac.ir
3. Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: moghbel@ut.ac.ir
4. Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: s_soufizadeh@sbu.ac.ir
5. Corresponding Author, Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: sbazgeer@ut.ac.ir
6. Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: mostafakarimi.a@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 09 July 2022
Received in revised form 12 August 2023
Accepted 26 September 2023
Published online 13 March 2024

Keywords:
Flowering
Leaf area index
Physiological maturity
Plant height
Total dry matter

ABSTRACT

Objective: Choosing the proper planting date is one of the most important strategies to minimize the effects of climate change on agriculture. By choosing the right planting date, the plant will not experience high temperatures and heat stress during the growing season. In order to evaluate the effect of planting date on the morphological traits, growth indices, and yield of three dent corn varieties, an experiment was carried out at the research farm of the University of Tehran located in the city of Karaj in 2019.

Materials and Methods: The experiment was conducted as a split-plot design based on randomized complete blocks with four replications. In this experiment, planting date with 3 levels (May 24, June 21, and July 18) was considered as the main plots and variety (early KSC400, medium-early KSC647, and late KSC704) as the sub plots.

Results: The results showed that the highest yield was related to the second planting date (11.98 tons per hectare), the third planting date (11.56 tons per hectare) and the first planting date (11.18 tons per hectare). In addition, the longest period until the emergence of the male organ (the tassel) was related to the first planting date (63.7 days), the second (59 days) and the third planting date (57.3 days), respectively. The results revealed that the third (129/7 days), the second (122/3 days) and the first planting date (113/3 days) had the longest period of physiological maturity, respectively. Additionally, the KSC704 variety had the highest plant height (267/78) and stem diameter (24/67) and the KSC647 variety had the highest number of leaves (19/38). Furthermore, the maximum leaf area and crop growth rate in the flowering stage was related to the cultivar KSC704 on the second and third planting date, respectively, and the maximum relative growth rate and net absorption rate in the initial vegetative stages were related to the cultivar KSC704 on the third planting date and the second planting date, respectively.

Conclusion: Overall, the second planting date and the KSC704 variety are suggested as the suitable date and variety for the city of Karaj.

Cite this article: Jafari, A., Bihamta, M. R., Moghbel, M., Soufizadeh, S., Bazgeer, S., & Karimi, M. (2024). Effect of Planting Date and Cultivar on Growth Stages, Morphological Traits and Growth Indices of Corn in Karaj City. *Journal of Crops Improvement*, 26 (1), 17-34. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.345619.2727

Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.345619.2727

دوره بیست و ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

اثر تاریخ کاشت و رقم بر مراحل رشد، صفات مورفولوژیکی، شاخص‌های رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای در شهرستان کرج

ایوب جعفری[۱] | محمدرضا بی‌همتا[۲] | معصومه مقبل[۳] | سعید صوفی‌زاده[۴] | سعید بازگیر[۵]✉ | مصطفی کریمی احمدآباد[۶]

۱. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: a.jafari71@ut.ac.ir

۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: mrghanad@ut.ac.ir

۳. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: moghbel@ut.ac.ir

۴. گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: s_soufizadeh@sbu.ac.ir

۵. نویسنده مسئول، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: sbazgeer@ut.ac.ir

۶. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: mostafakarimi.a@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۰۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳

کلیدواژه‌ها:

ارتفاع بوته

بلوغ فیزیولوژیکی

سطح برگ

گل‌دهی

وزن خشک کل

چکیده

هدف: به‌منظور ارزیابی اثر تاریخ کاشت بر صفات مورفولوژیکی، شاخص‌های رشد و عملکرد سه رقم ذرت دانه‌ای، آزمایشی در سال ۱۳۹۹ در مزارع آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهرستان کرج صورت گرفت.

روش پژوهش: این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش تاریخ کاشت در سه سطح (۲۴ اردیبهشت‌ماه، ۲۱ خردادماه و ۱۸ تیرماه) به‌عنوان عامل اصلی و رقم (زودرس KSC400، متوسطرس KSC647 و دیررس KSC704) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت دوم (۱۱/۹۸ تن در هکتار)، و بیش‌ترین طول دوره تا زمان ظهور گل تاجی متعلق به تاریخ کاشت اول (۶۳/۶۶) بود. تاریخ کاشت سوم (۱۲۹/۶۶)، دوم (۱۲۲/۳۳) و اول (۱۱۳/۳۳) به‌ترتیب بیش‌ترین طول دوره رسیدگی فیزیولوژیکی را داشته‌اند. بیش‌ترین ارتفاع بوته و قطر ساقه در رقم KSC704 و تعداد برگ در رقم KSC647 مشاهده شد. بیشینه سطح برگ، سرعت رشد محصول در مرحله گل‌دهی به‌ترتیب به مربوط به رقم KSC704 در تاریخ کاشت دوم و سوم بوده و بیشینه سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص در مراحل اول رویشی مربوط به رقم KSC704 در تاریخ کاشت سوم و تاریخ کاشت دوم بوده است.

نتیجه‌گیری: در مجموع، می‌توان تاریخ کاشت دوم و رقم KSC704 به‌عنوان تاریخ و رقم مناسب برای شهرستان کرج پیشنهاد داد.

استناد: جعفری، ایوب؛ بی‌همتا، محمدرضا؛ مقبل، معصومه؛ صوفی‌زاده، سعید؛ بازگیر، سعید و کریمی احمدآباد، مصطفی (۱۴۰۳). اثر تاریخ کاشت و رقم بر مراحل رشد، صفات مورفولوژیکی، شاخص‌های رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای در شهرستان کرج. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۶ (۱)، ۱۷-۳۴.

DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2023.345619.2727

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

امروزه، ذرت توانسته نقش مهمی را در تغذیه انسان و دام ایفا کند (یزدانی[1] و همکاران، ۲۰۰۹). هم‌چنین به‌دلیل تولید ماده خشک بالا، رتبه سوم را بعد از گندم و برنج از نظر سطح زیر کشت به خود اختصاص داده است (غلامی[2] و محمودی[3]، ۲۰۱۴). در حال حاضر، ذرت دانه‌ای در بیش از ۱۹۷ میلیون هکتار در جهان کشت می‌شود و در ایران نیز سطح زیر کشت آن بیش از ۱۷۴ هزار هکتار است (فائو[4]، ۲۰۱۹). در سال‌های اخیر، تغییر اقلیم به‌عنوان یک موضوع مهم در مطالعات علمی مطرح شده است که بخش کشاورزی به‌دلیل وابستگی شدید به شرایط آب‌وهوایی، بیش‌ترین آسیب را از آن خواهد دید (رانوزی[5] و همکاران، ۲۰۱۲). در این میان، ذرت به‌عنوان یک گونه با مسیر فتوسنتزی چهار کربنه شناخته می‌شود. درنتیجه، تغییرات عملکرد آن به‌شدت تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد. بنابراین یکی از مهم‌ترین راه‌های کاهش اثرات تغییر اقلیم، مدیریت مزرعه به‌ویژه انتخاب تاریخ کاشت، تراکم، رقم و کنترل سیستم آبیاری می‌باشد. با توجه به اهمیت گیاه ذرت و جایگاه ویژه آن و تأثیرپذیری آن از شرایط محیطی به‌ویژه دما در شرایط تغییر اقلیم، توجه به تاریخ کاشت و رقم بسیار مهم است. هم‌چنین بررسی شاخص‌های رشد فیزیولوژی و مورفولوژی به‌منظور تجزیه‌وتحلیل و شناخت بهتر عملکرد دانه‌ای و وزن خشک کل گیاه ضروری می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی نقش تاریخ کاشت و ارقام بر روند تغییرات مراحل رشد، شاخص‌های رشد و درنهایت عملکرد در شرایط آب‌وهوایی کرج می‌باشد.

۲. پیشینه پژوهش

یکی از مهم‌ترین راهبردهای مناسب به‌منظور کاهش آثار تغییر اقلیم در کشاورزی، انتخاب تاریخ کاشت مناسب می‌باشد. انتخاب تاریخ کاشت در هر بازه زمانی، موجب تغییرات در وقوع مراحل رشد و روند رشد گیاه می‌گردد (کارلسون[6] و همکاران، ۱۹۸۴). در حقیقت، یکی از مهم‌ترین نتایج انتخاب تاریخ کاشت مناسب (زودهنگام یا دیرهنگام‌بودن)، جلوگیری از برخورد مراحل حساس رشد آن به‌ویژه گل‌دهی با تنش گرما می‌باشد (لیو[7] و همکاران، ۲۰۱۳). براساس مطالعه ونگ[8] و همکاران (۲۰۰۸)، تاریخ‌های کاشت زودهنگام باعث کاهش اثرات منفی حاصل از افزایش دما بر عملکرد گیاه زراعی می‌شود. هم‌چنین نتایج مطالعه اکتم[9] و همکاران (۲۰۰۴)، نشان داد میزان بلال تولیدی با کاشت زودهنگام در فاصله زمانی ۶ فروردین‌ماه تا ۵ تیرماه (25 April-25 June) کاهش یافته و بهترین تاریخ کاشت مناسب برای منطقه جنوب‌شرقی آنتالیا فاصله زمانی ۵ تیرماه تا ۴ مردادماه (25 June-25 July) تعیین شد. مطالعات استخر و دهقان‌پور (۱۳۸۹) بیانگر آن است که رقم KSC704 در تاریخ ۱۰ تیرماه، بیش‌ترین عملکرد دانه در مناطق معتدل استان فارس را داشته است.

از دیگر جنبه‌های مدیریت زراعی، توجه به طول دوره رسیدگی ارقام مورداستفاده می‌باشد، بنابراین ضرورت دارد به‌منظور انتخاب رقم مناسب قبل از تاریخ کاشت، به گروه رسیدگی (زودرس، متوسط رس و دیررس) و ثبات عملکرد آن در مناطق مختلف به‌خوبی توجه گردد. از طرفی اهمیت انتخاب نوع رقم براساس تاریخ کاشت، باعث کنترل دقیق طول

1. Yazdani
2. Gholamiudi
3. Mahmoudi
4. FAO (Food and Agriculture Organization)
5. Ranuzzi
6. Carlson
7. Liu
8. Wang
9. Öktem

دوره رشد و عدم برخورد مراحل حساس رشد ذرت به‌ویژه گل‌دهی با تنش‌های دمایی می‌شود. این موارد در شرایط تغییر اقلیم بسیار دارای اهمیت می‌باشد. بر این اساس، رحیمی مقدم و عینی نرگسه (۱۳۹۷) دریافتند که توجه به ارقام مختلف و مدیریت تاریخ کاشت، یکی از راه‌کارهای سازگاری برای ارقام ذرت در جنوب ایران در شرایط تغییر اقلیم خواهد بود.

علاوه بر موارد گفته‌شده در مورد مدیریت زراعی، بررسی شاخص‌های رشد در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد بسیار مهم می‌باشد، زیرا ثبات این صفات، تعیین‌کننده مقدار ماده خشک تولیدی است. هدف از این شاخص‌های رشد محاسبه رشد و تشریح چگونگی واکنش گیاه نسبت به شرایط محیطی است ناظری و کاشانی (۱۳۹۱). از مهم‌ترین شاخص‌ها می‌توان به صفاتی چون تجمع ماده خشک (TDM)[1]، شاخص سطح برگ (LAI)[2]، سرعت رشد محصول (CGR)[3]، سرعت رشد نسبی (RGR)[4] و میزان جذب خالص (NAR)[5] اشاره کرد که معمولاً جهت ارزیابی توان گیاه و بهره‌وری از عوامل محیطی مورداستفاده قرار می‌گیرند. بر این اساس، یانگ[6] و همکاران (۲۰۰۲) در مورد اهمیت این شاخص‌ها به‌ویژه حداکثر شاخص سطح برگ معتقدند اگر این شاخص در مرحله گل‌دهی به حد مطلوب برسد ممکن است گیاهان حداکثر عملکرد دانه را تولید کند، اما اگر شاخص سطح برگ در مرحله قبل از گل‌دهی به سطحی بیش‌ازحد مطلوب افزایش یابد و گیاهان به مدت زیادی سایه‌اندازی برگ‌ها را متحمل شوند کاهش عملکرد دانه حادث می‌شود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این آزمایش در سال ۱۳۹۹ در مزارع آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهرستان کرج انجام شد. این مزرعه در ارتفاع ۱۳۲۱ متر ارتفاع از دریا، با طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ درجه شمالی واقع شده است. این منطقه دارای آب‌وهوای گرم و خشک با میانگین دمای هوای سالیانه ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۲۴۷/۳ میلی‌متر می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رس بوده که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. خواص فیزیکی و شیمیایی اعماق مختلف خاک

عمق (سانتی‌متر)	pH	EC	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	کلاس بافت	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۰-۲۰	۸/۴	۱/۳۴	۰/۶۹	۰/۰۸۸	۲۱	۳۷	۴۲	لوم رسی	۵/۸۳	۱۲۷
۲۰-۴۰	۸/۵	۱/۲۵	۰/۶۹	۰/۰۸۵	۲۱	۳۷	۴۲	لوم رسی	۵/۰۲	۱۲۵

پس از آماده‌سازی زمین مزرعه، آزمایش براساس طرح کرت‌های خردشده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. سه تاریخ کاشت (۲۴ اردیبهشت‌ماه، ۲۱ خردادماه و ۱۸ تیرماه) به‌عنوان عامل کرت‌های اصلی و ارقام KSC400 (گروه رسیدگی FAO 400، زودرس، سال معرفی ۱۳۸۷ و طول دوره ۱۲۰-۱۰۵ روز) با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار و KSC647 (گروه رسیدگی FAO 600، متوسطرس، سال معرفی۱۳۷۷ و طول دوره ۱۳۰-۱۲۰ روز) و KSC704 (گروه رسیدگی FAO 700، دیررس، سال معرفی۱۳۶۳ و طول دوره ۱۴۵-۱۲۵ روز) تراکم ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار به‌عنوان عامل کرت‌های

1. Total Dry Matter
2. Leaf Area Index
3. Crop Growth Rate
4. Relative Growth Rate
5. Net Assimilation Rate
6. Yang

فرعی انتخاب شدند. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۳×۶ متر در نظر گرفته شد که هر کرت شامل چهار ردیف با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود که دو ردیف کناری (ردیف ۱ و ۴) و سه بوته از ابتدا و انتهای دو ردیف وسط به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. هم‌چنین جهت بررسی صفات موردمطالعه، اندازه‌گیری‌های سطح برگ و برداشت نهایی، کلیه نمونه‌برداری‌های تخریبی و نهایی از ردیف‌های وسط (۲ و ۳) انجام شد. در ادامه، کاشت بذور در تمامی تیمارها به روش خشکه‌کاری با دست در وسط هر پشته انجام شد. به‌طوری‌که در هر گودال تعداد دو عدد بذر در عمق پنج سانتی‌متر کشت شد. اولین آبیاری، بلافاصله پس از عملیات کاشت در هر تیمار انجام گرفت. به‌منظور یکنواختی در سبز شدن مزرعه، بعد از چهار روز دوباره آبیاری شد. سپس با توجه به شرایطی دمایی، دور آبیاری در تمام تیمارها بین پنج تا شش روز در نظر گرفته شد. در ادامه، پس از رسیدن برگ‌ها به شماره ۴ تا ۵، تعداد بوته‌ها در هر کپه به تراکم موردنظر در هر کرت تنک شد.

در این پژوهش، از مرحله ۴–۵ برگی در همه ارقام، پنج بوته از ردیف ۲ و ۳ به‌طور تصادفی علامت‌گذاری گردید و کلیه دیده‌بانی‌ها روی آن انجام شد که ملاک ثبت شروع هر مرحله رشد، ورود ۵۰ درصد از پنج بوته انتخابی به مرحله جدید می‌باشد. دیده‌بانی ثبت مراحل رشد شامل جوانه‌زنی، سبزشدن، تشکیل برگ سوم، ظهور گل تاجی، گل‌دهی، ظهور تارهای ابریشمی، شیری‌شدن دانه، خمیری‌شدن دانه، رسیدن دانه (بلوغ فیزیولوژیکی) بود. در ادامه، بررسی نمونه‌های تخریبی تا قبل از برداشت نهایی در چهار مرحله و به‌صورت تصادفی بر روی سه بوته انجام گرفت. بر این اساس، برداشت شماره ۱ در مرحله سه‌برگی، برداشت شماره ۲ در مرحله گل‌دهی، برداشت شماره ۳ در مرحله شیری‌شدن و برداشت شماره ۴ در مرحله خمیری‌شدن انجام شد. هم‌چنین، برداشت نهایی (شماره ۵) در مرحله رسیدگی فیزیولوژی به‌منظور اندازه‌گیری قطر ساقه، ارتفاع بوته، وزن خشک کل و عملکرد دانه بر روی ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انجام شد. در همه برداشت‌ها، کلیه نمونه‌های تخریبی بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. سپس شمارش تعداد برگ، اندازه‌گیری ارتفاع و قطر ساقه (از بالای سطح خاک و در حد فاصله بین گره سوم و چهارم با استفاده از دستگاه کولیس) انجام گرفت. در مرحله بعد، با استفاده از دستگاه سطح برگ (مدل Windas3، ایران)، سطح برگ اندازه‌گیری گردید. سپس هرکدام از اندام بوته (برگ، ساقه، پوسته بلال و بلال اصلی و فرعی) جدا شده و به داخل آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد انتقال یافت. درنهایت، پس از ۹۶ ساعت وزن خشک هریک از صفات بر مبنای رطوبت صفر در صد با ترازو (با دقت ۰/۰۰۱± گرم) اندازه‌گیری شد.

در این پژوهش جهت رسیدن به اهداف موردنظر، مراحل رشد و نمو (براساس تعداد روز تا مرحله سه برگی، ظهور گل تاجی، گل‌دهی، شیری‌شدن و رسیدگی فیزیولوژی)، صفات مورفولوژیکی (ارتفاع نهایی بوته، تعداد برگ و قطر ساقه) و تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد شامل شاخص سطح برگ (معادله ۱)، سرعت رشد محصول (معادله ۲)، سرعت رشد نسبی (معادله ۳)، سرعت جذب خالص (معادله ۴)، وزن خشک کل و درنهایت عملکرد دانه مطالعه شد. در ادامه، به‌منظور تجزیه واریانس داده‌های به‌دست‌آمده و مقایسات میانگین مراحل رشدونمو، صفات مورفولوژیکی، شاخص‌های فیزیولوژیکی (حداکثر آن) به‌روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن، از نرم‌افزار R (نسخه 4.1.3) استفاده گردید. در نهایت نمودارهای موردنظر به با استفاده از نرم‌افزار اکسل ترسیم شد.

رابطه ۱ $$\mathrm{LAI}=\frac{LA}{GA}$$

ربطه ۲ $$\mathrm{CGR}=\frac{W_2-W_1}{P\times(T_2-T_1)}$$

رابطه ۳ $$\mathrm{RGR}=\frac{LN(W_2)-LN(W_1)}{T_2-T_1}$$

(راجپوت[1] و همکاران، ۲۰۱۷)

1. Rajput

رابطه ۴)
$$NAR=\frac{(W_2-W_1)\times(LnLA_2-LnLA_1)}{(T_2-T_1)\times(LA_2-LA_1)}$$

(تماریز[1] و همکاران، ۲۰۱۹)

در معادلات بالا، *GA*: سطح زمین (مترمربع)، LA: سطح برگ (مترمربع)، W1 و W2: وزن خشک در زمان T1 و T2، LN(W1) و LN(W2): لگاریتم طبیعی وزن خشک در زمان ۱ و ۲، LN (LA_1) و LN (LA_2): لگاریتم طبیعی سطح برگ در زمان ۱ و ۲ است.

۴. یافته‌های پژوهش

۴. ۱. مراحل رشد

نتایج تحلیل واریانس حاکی از آن است که اثر تاریخ کاشت و رقم در سطح ۱ درصد در مرحله سه‌برگی، مرحله ظهور خوشه نر، مرحله گل‌دهی، خمیری‌شدن و رسیدگی فیزیولوژیکی معنی‌دار شد. هم‌چنین اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت فقط در مرحله سه‌برگی معنی‌دار نشد، اما در سطح ۵ درصد در مرحله شیری‌شدن و در سطح یک درصد در سایر مراحل معنی‌دار گردید (جدول ۲). براساس نتایج، ارقام KSC400، KSC647 و KSC704 با توجه به ویژگی‌های ژنتیکی بیش‌ترین تعداد روز تا سه‌برگی را داشته‌اند. علاوه بر این، کم‌ترین طول این دوره نیز به‌ترتیب مربوط به تاریخ کاشت سوم، تاریخ کاشت دوم و اول بود (جدول ۳).

جدول ۲. تجزیه واریانس میانگین مربعات تعداد روز تا شروع مراحل رشد و صفات نهایی مورفولوژی تحت تأثیر تاریخ‌های کاشت و ارقام

منابع تغییرات	درجه آزادی	سه برگی	ظهور گل تاجی	گل‌دهی	شیری‌شدن	رسیدگی فیزیولوژیکی	ارتفاع بوته	تعداد برگ	قطر ساقه
بلوک	۳	۳/۱۱ns	۱۶/۸۲ ns	۲/۴۴ns	۱/۷۰۴ns	۴/۲۲ns	۵۶/۵ns	۰/۰۷۴ns	۰/ ۳۷ns
تاریخ کاشت	۲	۴۱/۳**	۱۲۹/۳۳**	۱۷۲**	۱۷۲**	۷۳۶/۴۴**	۷۱/ ۳ns	۰/۰۶۳ns	۶**/۵
خطای نوع اول	۶	۲/۲	۳/۴۸	۱/۳۳	۴/۷۰۴	۱/۳۳	۶/۱۱۱	۲۵/۰	۲۴/۱
ارقام	۲	۹/۳**	۲۸۱/۳۳**	۱۷۷/۳**	۲۵۲**	۸۰۳/۱**	**۶/۵	۲۱/۴**	۳/۵**
ارقام× تاریخ کاشت	۴	۰/۶۷	۶/۶۷**	۱۳/۳**	۴*	۲۱/۸**	۷۹/ ۹ns	۰/ ۱۴ns	۱/ ۶۵ns
خطای نوع دوم	۱۸	۱/۵۲	۲/۰۳۷	۱/۴۸۱	۱/۳۷۰	۲/۳	۱/۴۳	۱۵/۰	۹۳/۰
ضریب تغییرات (درصد)		۲۰/۹۵	۵/۴۸۵	۳/۷۲۶	۴/۸۱۶	۲/۱۹	۷۶/۶	۶۷/۴	۶۸/۸

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین تعداد روز تا شروع مراحل رشد و صفات نهایی مورفولوژی تحت تأثیر تاریخ‌های کاشت و ارقام

تاریخ کاشت / ارقام	۳ برگی (روز)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ	قطر ساقه (میلی‌متر)
اردیبهشت	۱۴/۶۶a	a۷۴/۲۵۱	a۹۸/۱۸	a۵۲/۲۴
خرداد	۱۳/۳۳a	a۱۱/۲۵۲	a۱/۱۹	b۰۹۷/۲۳
تیر	۱۱b	a۱۴/۲۵۶	a۱۰/۱۹	ab۱۵/۲۴
رقم ۴۰۰	۱۲a	b۱۹/۲۲۷	b۳۸/۱۸	b۶۹/۲۳
رقم ۶۴۷	۱۳/۳۳a	a۰۲/۲۶۵	a۴۳/۱۹	b۴۰/۲۳
رقم ۷۰۴	۱۳/۶۶a	a۷۸/۲۶۷	a۳۸/۱۹	a۶۷/۲۴

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

1. Tamariz

درمجموع، اگر نتایج براساس تعداد روز از تاریخ کاشت تا ظهور گل تاجی (دوره رویشی) و تعداد روز از تاریخ کاشت تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (طول دوره رشد) بررسی شود، می‌توان نتیجه گرفت که رقم دیررس KSC704 در تاریخ‌های کاشت اول (۶۸ روز) و دوم (۶۸ روز) و رقم متوسط رس KSC647 در تاریخ کاشت اول (۶۴ روز) بیش‌ترین تعداد روز را تا ظهور گل تاجی (دوره رویشی) داشت. به‌علاوه، رقم زودرس KSC400 در تاریخ‌های کاشت سوم (۵۲ روز) و دوم (۵۴ روز) و رقم متوسط رس KSC647 در تاریخ کاشت دوم (۵۸ روز) کم‌ترین تعداد روز را تا ظهور گل تاجی (پایان دوره رویشی) داشتند. هم‌چنین نتایج تعداد روز از تاریخ کاشت تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی مشخص نمود که رقم KSC704 در تاریخ‌های کاشت سوم (۱۴۳ روز) و دوم (۱۳۷ روز) و رقم KSC647 در تاریخ کاشت سوم (۱۳۷ روز) بیش‌ترین طول دوره رشد را تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی داشتند. در مقابل، کم‌ترین طول دوره رشد تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی مربوط به رقم KSC400 در تاریخ‌های کاشت اول (۱۱۱ روز) و دوم (۱۱۳ روز) و رقم KSC647 در تاریخ کاشت اول (۱۱۸ روز) بود (جدول۴).

جدول ٤. مقایسه میانگین تعداد روز تا شروع مراحل رشد و صفات نهایی مورفولوژی تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ‌های کاشت و ارقام

تاریخ کاشت×رقم	ظهور گل تاجی (روز)	گل‌دهی (روز)	شیری شدن (روز)	رسیدگی فیزیولوژیکی (روز)
D1V1	۵۹cd	۶۱e	۶۶e	۱۰۷ e
D1V2	۶۴b	۶۷b	۷۳c	۱۱۵ d
D1V3	۶۸b	۷۱a	۷۷a	۱۲۰ c
D2V1	۵۴e	۶۳ cd	۶۶e	۱۱۳ d
D2V2	۵۸d	۶۶b	۷۲c	۱۲۰ c
D2V3	۶۸a	۶۷b	۷۵b	۱۳۲ b
D3V1	۵۳e	۵۴f	۶۱f	۱۲۰ c
D3V2	۵۹cd	۶۲de	۶۶e	۱۳۱ b
D3V3	۶۱c	۶۴c	۶۸d	۱۳۷ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. (D1: اردیبهشت، D2: خرداد و D3: تیر) (V1: KSC400، V2: KSC647 و V3: KSC704).

۴. ۲. صفات مورفولوژیک

نتایج تحلیل واریانس مشخص نمود که اثر تاریخ کاشت فقط بر قطر ساقه گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار است. هم‌چنین تأثیر رقم بر ارتفاع بوته، تعداد برگ و قطر ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج به‌دست‌آمده از قطر ساقه، بیانگر آن است که بیش‌ترین قطر ساقه به‌ترتیب مربوط به تاریخ کاشت اول، سوم و دوم بوده است. هم‌چنین رقم KSC704،KSC400 و KSC647 بیش‌ترین قطر ساقه را داشته‌اند. با توجه به تأثیر نوع رقم بر این صفت، با نتایج طباطبایی و شمسی محمودآبادی (۱۳۸۹) مطابقت داشت. هم‌چنین، نتایج به‌دست‌آمده از ارتفاع نهایی بوته‌ها مشخص نمود که با توجه به تأثیر ژنتیک رقم، بیش‌ترین ارتفاع به‌ترتیب مربوط به رقم دیررس KSC704 (۲۶۷ سانتی‌متر)، رقم متوسط رس KSC647 (۲۶۵ سانتی‌متر) و رقم زودرس KSC400 (۲۲۷ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). در تأیید نتایج به‌دست‌آمده رحمان[1] و همکاران (۲۰۰۴)، گزارش کردند که ارقام دیررس به‌دلیل طولانی‌بودن طول دوره رشد رویشی، گیاه از فرصت بیش‌تری جهت طویل‌شدن برخوردار بوده است. در ادامه، نتایج مربوط به شمارش نهایی تعداد برگ حاکی از آن است که رقم متوسط‌رس KSC647 (۱۹/۴۳ برگ) بیش‌ترین تعداد برگ را داشته است که با نتایج خلیلی محله و رشدی (۱۳۸۵) هم‌خوانی دارد که در بررسی هفت رقم به این نتیجه رسیدند که رقم KSC647 بیش‌ترین تعداد برگ را دارد.

1. Rahman

۴. ۳. عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تاریخ کاشت، اثر رقم و اثر متقابل هر دو در سطح یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار است (جدول ۵). در این پژوهش، رقم دیررس ۷۰۴ در تاریخ کاشت خردادماه و تیرماه و رقم ۶۴۷ در تاریخ کاشت اردیبهشت‌ماه به‌ترتیب با ۱۳/۷۸، ۱۳/۰۸ و ۱۲/۳۵ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشته است. کم‌ترین مقدار آن‌هم مربوط به رقم ۴۰۰ در تاریخ کاشت اردیبهشت‌ماه و خردادماه به‌ترتیب با ۹/۱۳ و ۱۰/۱۳ تن در هکتار می‌باشد (جدول ۷). بالابودن عملکرد دانه ۷۰۴ در تاریخ کاشت خردادماه و تیرماه به‌دلیل طولانی‌تربودن طول دوره رشد، عدم وقوع دماهای تنشی بالا در مرحله زایشی و شرایط مناسب دمایی برای دوره پرشدن دانه گیاه می‌باشد. در این دو تاریخ کاشت، عملکرد پایین سایر ارقام به‌دلیل رشد سریع در مراحل رویشی و هم‌زمان شدن مراحل زایشی با دماهای بالا می‌باشد. در تاریخ کاشت سوم، به‌دلیل تأخیر در کشت موجب هم‌زمان‌شدن مرحله پرشدن دانه با کاهش دما در اواسط ماه مهر و آبان باعث چروکیده‌شدن دانه و کاهش وزن دانه شده است. این کاهش عملکرد با تأخیر در کاشت در رقم ۴۰۰ و ۶۴۷ با نتایج ویاتراک[1] (۲۰۰۴) مطابقت دارد، بنابراین توجه به اهمیت زمان کاشت و رقم متناسب با آن جهت مدیریت بهینه امری ضروری است که با نتایج پژوهش خان[2] و همکاران (۲۰۰۲) و محمدی (۱۳۸۹) مطابقت دارد.

جدول ۵. تجزیه واریانس میانگین مربعات مقدار حداکثر شاخص‌های رشد و عملکرد تحت تأثیر تاریخ‌های کاشت و ارقام

منابع تغییرات	در جه آزادی	حداکثر شاخص سطح برگ	حداکثر سرعت رشد محصول	حداکثر سرعت رشد نسبی	حداکثر سرعت جذب خالص	حداکثر وزن خشک کل	عملکرد دانه
بلوک	۳	۰/۰۲۰۷ns	۲۷/۸۷ ns	۰/۰۰۲۵ ns	۱/۲ns	۱۱۶۱ns	۹۱۱۴ns
تاریخ کاشت	۲	۱/۰۹۷۲**	۶۲/۴۹**	۰/۰۰۱۳**	۲/۹۳ns	۵۵۴۸۸**	۱۹۱۳۲**
خطای نوع اول	۶	۰/۰۸۷۳	۴/۰۷۵	۰/۰۰۰۱۷	۰/۸۶	۷۸۳۱	۳۵۷۲
ارقام	۲	۸/۲۰۴۸**	۲۲۴/۵۸**	۰/۰۰۰۵۲*	۱۲/۸۴**	۶۷۱۳۳۲**	۳۰۵۳۶۱**
ارقام× تاریخ کاشت	۴	۰/۰۴۷ ns	۴۴/۰۷۵**	۰/۰۰۰۲۱ ns	۱۶/۴۲**	۹۰۷۱۶**	۱۷۹۲۱**
خطای نوع دوم	۱۸	۰/۰۵۵۴	۳/۳۲۰	۰/۰۰۰۱۷	۲/۲۰	۱۷۷۴۷	۵۷۲۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲	۱۰/۴۰	۲۰	۱۷/۱۵۳	۹/۲۵۵	۱۱/۷

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

جدول ٦. مقایسه میانگین مقدار حداکثر شاخص‌های رشد و عملکرد تحت تأثیر تاریخ‌های کاشت و ارقام

تاریخ کاشت / ارقام	حداکثر شاخص سطح برگ	حداکثر سرعت رشد نسبی
اردیبهشت	۴/۵۳a	۰/۱۲۲ b
خرداد	۴/۶۵a	۰/۱۳۳ ab
تیر	۴/۰۸۶b	۰/۱۴۳ a
رقم ۴۰۰	۳/۵۱a	۰/۱۲۶ b
رقم ۶۴۷	۴/۶۲b	۰/۱۳۱ ab
رقم ۷۰۴	۵/۱۲a	۰/۱۴ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

1. Wiatrak
2. Khan

جدول ۷. مقایسه میانگین مقدار حداکثر شاخص‌های رشد و عملکرد تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ‌های کاشت و ارقام

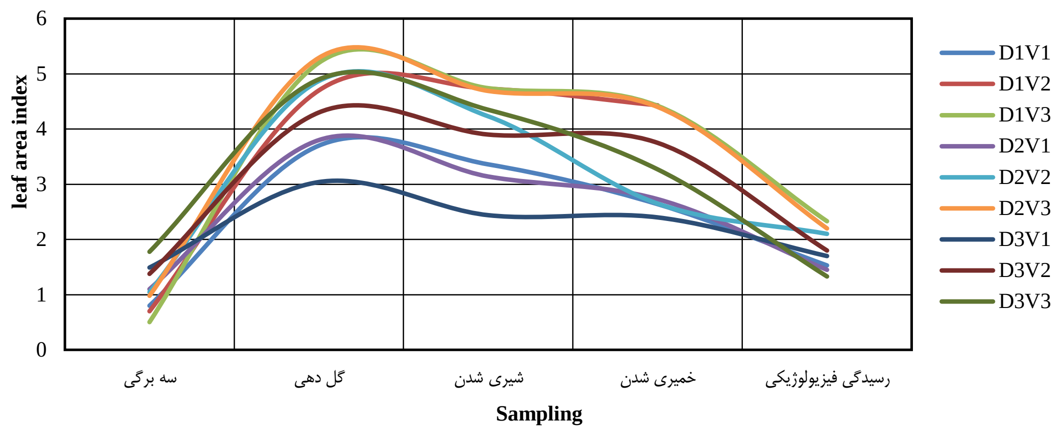
تاریخ کاشت×رقم	حداکثر سرعت رشد محصول	حداکثر سرعت جذب خالص	حداکثر وزن خشک کل	عملکرد دانه
D1V1	۳۲/۴۵d	۱۵/۴۲ ab	۲۰۱۱d	۹۱۳e
D1V2	۳۵/۵۳bc	۱۲/۸۰ cde	۲۴۸۰b	۱۲۳۵bc
D1V3	۳۶/۱۰b	۱۳/۰۸۸bcde	۲۴۶۰b	۱۲۰۷bc
D2V1	۳۷/۷۱ b	۱۲/۲۶ de	۲۲۸۰bc	۱۰۱۴e
D2V2	۳۵/۷۵bc	۱۴/۴۰ c	۲۳۰۸bc	۱۲۰۲bc
D2V3	۴۴/۳۰a	۱۷/۱۲۵a	۲۷۰۰a	۱۳۷۷/۵a
D3V1	۳۲/۱۸d	۱۴/۸۴ abc	۲۲۴۰c	۱۰۲۵de
D3V2	۳۳/۰۵cd	۱۱/۵۷ e	۲۳۰۰bc	۱۱۳۶ cd
D3V3	۴۵/۳۶a	۱۴/۷۲a	۲۷۸۰a	۱۳۰۸ab

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. (D1: اردیبهشت، D2: خرداد و D3: تیر) (V1: KSC400، V2: KSC647 و V3: KSC704).

۴. ۴. شاخص‌های رشد

۴. ۴. ۱. شاخص سطح برگ (LAI)

مطالعه روند تغییرات شاخص سطح برگ نشان می‌دهد که در برداشت اول تاریخ کاشت اردیبهشت‌ماه، مقدار آن به‌دلیل دریافت انرژی کم روزانه جهت رشد برگ گیاه بسیار پایین بوده است، اما در سایر تاریخ‌های کاشت به‌دلیل فراهم‌بودن میزان انرژی لازم جهت رشد سریع گیاه، مقادیر سطح برگ بالا بوده است، اما با توجه به روند صعودی شاخص سطح برگ، در برداشت دوم که همزمان با شروع مرحله ظهور گل تاجی تا پایان گرده‌افشانی بوده، این شاخص به بیش‌ترین مقدار خود رسیده است. از برداشت سوم همزمان با شروع مرحله خمیری‌شدن به‌دلیل سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر روند کاهش سطح برگ به‌صورت تدریجی آغاز شده است و مقدار این شاخص با توجه به زردشدن و ریزش برگ‌های پایینی کاهش یافته است (شکل ۱). کاهش سطح برگ بعد از مرحله گل‌دهی با نتایج گچ[1] و همکاران (۲۰۰۵) و جارس[2] و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت داشت.



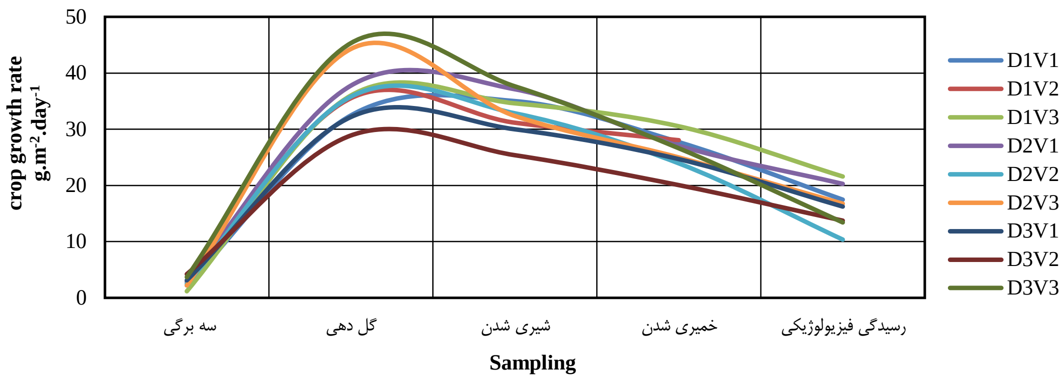
شکل ۱. روند تغییرات سطح برگ در طول مراحل رشد (D1: اردیبهشت، D2: خرداد و D3: تیر) (V1: KSC400، V2: KSC647 و V3: KSC704).

1. Gesch
2. Jareš

نتایج تحلیل واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و رقم بر بیشینه شاخص سطح برگ در مرحله گل‌دهی در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۵).

۴. ۴. ۲. سرعت رشد محصول (CGR)

مطالعه روند تغییرات سرعت رشد محصول بیانگر آن است که روند تغییرات آن تقریباً مشابه نمودار شاخص سطح برگ بود. روند تغییران سرعت رشد گیاهان نشان داد که در تاریخ کاشت اول نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت، دیرتر به حداکثر مقدار خود رسید. در این تاریخ، در ابتدای فصل رشد به‌دلیل کم‌بودن سطح دریافت‌کننده تابش (برگ‌ها) میزان دریافت تابش کم بود. درنتیجه، ماده خشک کم‌تری تولیدشده و میزان سرعت رشد گیاه کم بوده، اما با رشد گیاه و افزایش سطح برگ، جذب تابش افزایش پیدا کرده و درنتیجه سرعت رشد گیاه نیز افزایش یافت. این شاخص، مشابه شاخص سطح برگ در مرحله گل‌دهی به حداکثر مقدار رسید. از برداشت سوم، مقدار این شاخص به‌دلیل کاهش روند ماده‌سازی در گیاه، ثابت‌شده و به‌تدریج کاهش یافت و با نزدیک‌شدن به اواخر فصل، به‌دلیل زرد و ریزش برگ در بخش‌های پایینی، سطح فتوسنتزکننده و دریافت‌کننده تابش کاهش یافته و ماده خشک کم‌تری تولید شد درنهایت باعث کاهش سرعت رشد گیاه گردید (شکل ۲).



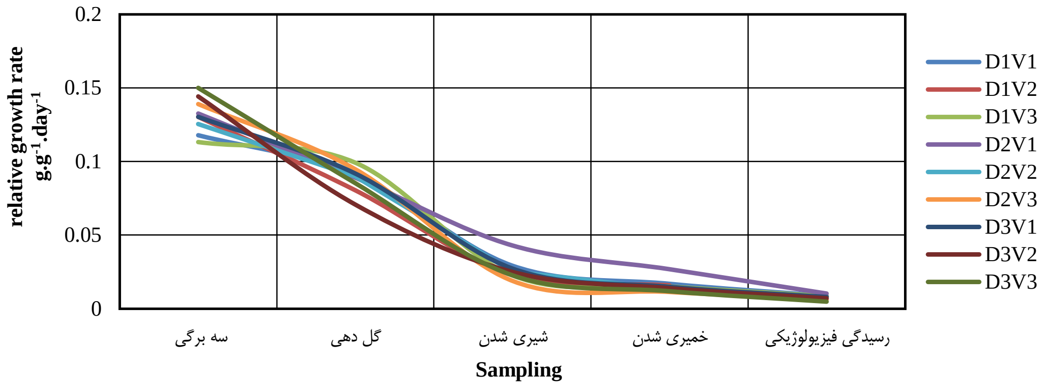
شکل ۲. روند تغییرات سرعت رشد محصول در طول مراحل رشد (D1: اردیبهشت، D2: خرداد و D3: تیر) (V1: KSC400، V2: KSC647 و V3: KSC704).

نتایج تحلیل واریانس مشخص نمود که اثر تاریخ کاشت، رقم و اثر متقابل هر دو بر سرعت رشد محصول در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که کم‌ترین مقدار CGR مربوط به رقم KSC400 در تاریخ کاشت سوم با مقدار ۳۴/۴۵ گرم در مترمربع در روز و بیش‌ترین مقدار مربوط به رقم KSC704 تاریخ کاشت سوم با ۴۵/۶۴ گرم در مترمربع در روز بود (جدول ۷).

۴. ۴. ۳. سرعت رشد نسبی (RGR)

بررسی نمودار روند تغییرات رشد نسبی مشخص کرد که روند این شاخص برای همه ارقام در طول دوره رشد به‌صورت یکسان و نزولی بوده است. بیش‌ترین مقدار شاخص سرعت رشد نسبی، مربوط به برداشت اول و کم‌ترین مقدار آن مربوط به نمونه برداشت آخر است. بیش‌ترین شیب کاهشی مربوط به رقم KSC647 در تاریخ کاشت اول و KSC704 در

تاریخ‌های کاشت دوم و سوم بود که دلیل آن وزن زیاد اولیه در مرحله رویشی و گل‌دهی بود. در ادامه، روند تغییرات کاهشی این شاخص به‌دلیل کاهش میزان فتوسنتز ناشی از تأثیر عواملی چون افزایش سایه بوته‌ها، ارتفاع، زردشدن و ریزش برگ‌ها با گذشت زمان و به‌مرور نزولی بود. درنهایت در اواخر فصل رشد، به‌علت به حداقل رسیدن مقدار فتوسنتز سرعت رشد نسبی به صفر نزدیک شد (شکل ۳) که با نتایج ژو[1] (۲۰۰۱) هم‌خوانی دارد.



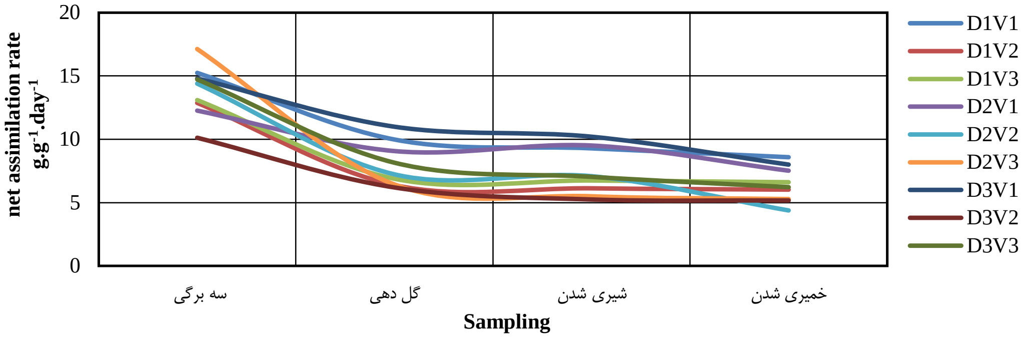
شکل ۳. روند تغییرات سرعت رشد نسبی در برداشت‌های مراحل رشد (D1: اردیبهشت، D2: خرداد و D3: تیر) (V1: KSC400، V2: KSC647 و V3: KSC704).

بررسی نتایج مقایسه میانگین، بیان‌کننده معنی‌داری اثر تاریخ کاشت در سطح یک درصد و اثر رقم بر حداکثر سرعت رشد نسبی در سطح پنج درصد می‌باشد (جدول ۵).

۴. ۴. ۴. سرعت جذب خالص (NAR)

تغییرات منحنی سرعت جذب خالص بیانگر آن است که در برداشت اول به‌دلیل سایه‌اندازی کم‌تر، رقابت بیش‌تر گیاه و دریافت حداکثر تشعشع نور خورشید در دسترس جهت فتوسنتز، سرعت جذب خالص نسبت به مراحل بعدی رشد از میزان بالاتری برخوردار است، اما در سایر مراحل نمونه‌برداری، با افزایش مقدار ارتفاع و سایه‌اندازی آن و همچنین ساختمانی‌شدن بعضی اندام‌های فتوسنتزکننده، مقدار سرعت جذب خالص به‌مرور کاهش یافت. این کاهش در دوره گلدهی با شیب زیادی همراه بود. علت آن افزایش تعداد برگ‌ها و به‌موازات آن افزایش شاخص سطح برگ بود. در ادامه به‌موازات قرارگرفتن برگ‌های پایین در سایه برگ‌هایی بالایی، میزان سرعت جذب خالص با شیب بیش‌تری کاهش یافت. درنهایت در همه تیمارها، مقدار سرعت جذب خالص (NAR) در آخرین برداشت نمونه‌برداری به‌دلیل نزدیک شدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و زردشدن و ریزش برگ‌ها به کم‌ترین مقدار خود رسید (شکل ۴)؛ این نتایج با دست‌آوردهای پژوهش دیاز لوپز[2] (۲۰۲۰) مطابقت دارد. هم‌چنین با توجه به این‌که با افزایش شاخص سطح برگ میزان جذب خالص کاهش یافت که با نتیجه شارما[3] (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

1. Xu
2. Díaz-López
3. Sharma

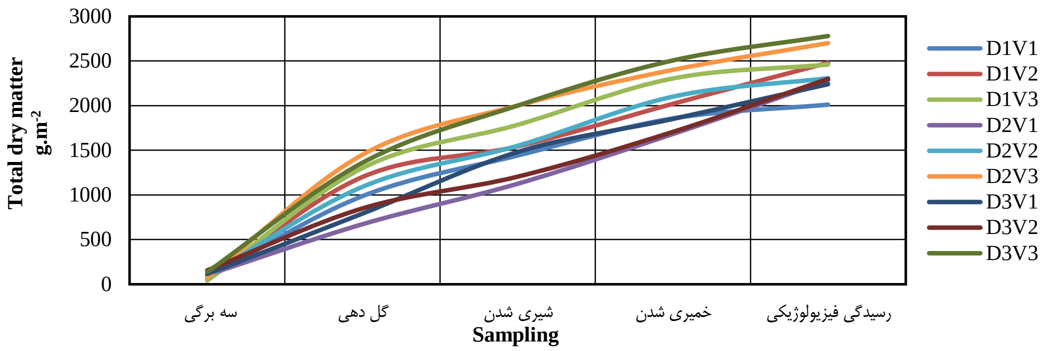


شکل ٤. روند تغییرات سرعت جذب خالص در طول مراحل رشد (D1: اردیبهشت، D2: خرداد و D3: تیر) (V1: KSC400، V2: KSC647 و V3: KSC704).

بررسی نتایج تحلیل واریانس نشان داد که رقم و اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر حداکثر مقدار سرعت جذب خالص (NAR) معنی‌دار شد، اما اثر تاریخ کاشت معنی‌دار نگردید (جدول ۵). براساس نتایج، رقم دیررس KSC704 در تاریخ کاشت دوم، سوم و اول بیش‌ترین سرعت جذب خالص (NAR) را داشته و رقم KSC647 در تاریخ کاشت سوم و رقم KSC400 در تاریخ کاشت دوم کم‌ترین مقدار سرعت آسیمیلاسیون را داشت (جدول ۷).

۴. ۴. ۵. وزن خشک گیاه ذرت (TDM)

براساس نتایج، شیب روند تغییرات وزن خشک ارقام موردبررسی در همه نمونه‌برداری‌ها افزایشی بود و در همه ارقام، شروع افزایش وزن خشک از مرحله گل‌دهی بود. مقدار این شاخص، پس از پایان مرحله گل‌دهی در همه تیمارها تا برداشت نهایی (رسیدگی فیزیولوژی) دارای رشد سیگموییدی بوده و سپس به اوج خود رسید. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار شیب در نمودار تغییرات وزن خشک، مربوط به رقم KSC704 و کم‌ترین مقدار آن مربوط به رقم KSC400 بود. درمجموع، علت زیادشدن شیب این شاخص در تاریخ کاشت دوم و سوم به‌دلیل بالابودن شاخص سطح برگ، سرعت زیاد رشد برگ و افزایش طول دوره رشد به‌ویژه رقم KSC704 می‌باشد (شکل ۵). نتایج به‌دست‌آمده از روند وزن خشک گیاه ذرت TDM مطابق نتایج عبدلی (۱۳۹۸) است.



شکل ۵. روند تغییرات وزن خشک کل در طول مراحل رشد (D1: اردیبهشت، D2: خرداد و D3: تیر) (V1: KSC400، V2: KSC647 و V3: KSC704).

نتایج تحلیل واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، اثر رقم و اثر متقابل هر دو در سطح یک درصد بر وزن خشک کل معنی‌دار شد (جدول ۵). در این پژوهش، بیش‌ترین وزن خشک کل مربوط به رقم KSC704 در تاریخ کاشت سوم با ۲۶/۴۶ تن در هکتار بود. بعد از آن بیش‌ترین وزن خشک را به‌ترتیب رقم KSC704 در تاریخ کاشت دوم و رقم KSC647 در تاریخ کاشت اول داشته است. در این ارقام در تاریخ‌های کشت مذکور، به‌دلیل طول رسیدگی زیاد، شرایط لازم برای تجمع ماده خشک فراهم شده است (جدول ۷). این نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت به‌ویژه در ارقام دیررس، موجب افزایش طول دوره رسیدگی آن و در نهایت افزایش وزن ماده خشک کل می گردد.

۵. بحث

نتایج به‌دست‌آمده بیانگر آن است گیاه با تأخیر در تاریخ کشت، به‌علت برخورد با روزهای بلند و گرم، مقدار انرژی روزانه بیش‌تری در قالب درجه روز- رشد (GDD) دریافت می‌کند. بنابراین دوره رویشی آن نسبت به تاریخ زودهنگام، کوتاه‌تر است. این نتایج با پژوهش عدالت و نادری (۱۳۹۵) مطابقت دارد. هم‌چنین در این تاریخ‌های کاشت، مرحله پرشدن دانه به‌علت کوتاه‌شدن طول روز و خنکی هوا طولانی شده و درنهایت طول کل دوره رشد آن از تاریخ‌های کاشت زودهنگام بیش‌تر می‌شود. براین اساس، در تاریخ کاشت دوم و سوم، مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی ارقام KSC647 و KSC704 در تاریخ کاشت خردادماه تا نیمه دوم مهرماه و اوایل آبان‌ماه و در تاریخ کاشت تیر تا نیمه اول آبان‌ماه و اوایل آذرماه طول کشیده که نتایج به‌دست‌آمده با نتایج استخر و دهقان‌پور (۱۳۸۹) و مطالعه چوکان (۱۳۹۰) مطابقت داشت.

بیش‌ترین شاخص سطح برگ به‌ترتیب مربوط به تاریخ کاشت دوم، اول و سوم بود. براساس نتایج به‌دست‌آمده، در تاریخ کاشت دوم به‌دلیل مناسب‌بودن شرایط دمایی برای رشد گیاه، اندازه و ضخامت برگ افزایش‌یافته و درنتیجه سطح برگ در مرحله گل‌دهی بیش‌تر شد که با نتایج ویلیامز[1] (۲۰۰۷) مطابقت دارد. هم‌چنین بیش‌ترین شاخص سطح برگ به‌ترتیب به رقم دیررس KSC704، متوسط رس KSC647 و زودرس KSC400 مربوط است (جدول ۶). این افزایش در شاخص سطح برگ، به خصوصیات رسیدگی و ژنتیکی ناشی می‌شود که با نتایج فیض‌بخش و مختارپور (۱۳۸۹) هماهنگ بوده است (جدول ۷).

در خصوص سرعت رشد محصول (CGR)، نتایج حاصل با قاسمی گلی‌زانی[2] و دلیل[3] (۲۰۱۴) مطابقت می‌کند. البته به‌نظر می‌رسد علت اصلی روند نزولی CGR در طول دوره پایانی رشد مربوط به کاهش مقدار شاخص سطح برگ و نیز کاهش شدت تشعشع در آخر فصل باشد که خود متأثر از افزایش تقاضا و درنهایت پیری برگ‌ها می‌باشد که این نتیجه با نتایج بهرامی (۱۳۷۷) و کریمی و اصفهانی (۱۳۸۸) مطابقت می‌کند. هم‌چنین در بیشینه مقدار سرعت رشد محصول، نوع رقم ازنظر رسیدگی و تاریخ کاشت مناسب اهمیت دارد که مطابق نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش صادقی و حیدری (۱۳۹۴) می‌باشد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، بیش‌ترین سرعت رشد نسبی مربوط به تاریخ کاشت سوم، دوم و اول بود (جدول ۶). در تاریخ کاشت سوم و دوم، شرایط دمایی و تابش روزانه جهت جذب انرژی روزانه جهت سبزشدن و رفتن به مراحل رشد به‌ویژه سه‌برگی مساعد می‌باشد. رقم دیررس KSC704، رقم متوسط درس KSC647 و رقم زودرس KSC400 به‌ترتیب بیش‌ترین مقدار سرعت رشد نسبی را داشت (جدول ۶). این نتیجه با نتایج طالبیان مشهدی (۱۳۷۲) و مجیدیان[4] و همکاران (۲۰۱۳) در خصوص بیشینه سرعت رشد نسبی در ارقام دیررس مطابقت دارد.

---

1. Williams
2. Ghassemi-Golezani
3. Dalil
4. Majidian

در رابطه با سرعت جذب خالص (NAR)، تأخیر در تاریخ کاشت به‌ویژه ارقام دیررس، موجب هم‌زمان‌شدن مراحل رشد آن با شب‌های خنک و درنهایت تنفس کم‌تر شد تا وجودِ داشتن سطح برگ کم‌تر میزان فتوسنتز خالص افزایش یابد، گیلانی و سیادت (۱۳۹۶). این نتایج با پژوهش ذاکرنژاد و نادری (۱۳۹۹) و کریم‌زاده سورشجانی و تدین (۱۳۹۷) مطابقت داشت.

در این پژوهش، بیش‌ترین وزن خشک کل مربوط به رقم KSC704 در تاریخ کاشت سوم با ۲۶/۴۶ تن در هکتار بود. در تاریخ کاشت سوم مصادف‌شدن دوره رشد رویشی با شرایط محیطی گرم و شدت تشعشع بالا (اواخر بهار و تابستان) عامل افزایش سرعت رشد و هم‌چنین کارایی بهتر گیاه در استفاده از تشعشع بوده و در این شرایط تجمع ماده خشک در طی دوران رویشی بیش‌تر از مرحله زایشی می‌باشد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت در هر تاریخ کاشت، محدودیت‌های محیطی به‌ویژه اقلیم نقش مهم و تعیین‌کننده داشته و در هر تاریخ کاشت، هرکدام از ارقام واکنش‌هایی با توجه به محدودیت‌های اقلیمی داشتند. نتایج حاصل مشخص نمود در تاریخ کاشت اول، خنک‌بودن هوا و سرمای شبانه سبب طولانی‌شدن دوره رویشی شد. از طرفی در این تاریخ کاشت، مرحله گلدهی و پرشدن دانه با دماهای بالای روزانه هم‌زمان بوده که باعث عقیم‌شدن دانه گرده و کوتاه‌شدن کل دوره رشد شد و درنهایت عملکرد دانه آن نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت کاهش یافت. در تاریخ کاشت دوم، به‌دلیل شروع افزایش دما از تعداد روزهای مراحل رویشی کاسته شده اما نسبت به تاریخ کاشت اول، به‌دلیل برخورد کم‌تر مراحل حساس زایشی با میانگین‌های دمای روزانه بالا، تعداد روزهای این مرحله افزایش یافته است. درمجموع، شرایط مناسب رشد در تاریخ کاشت خردادماه سبب شد که برخی صفات مانند بیشینه شاخص سطح برگ، بیشینه حداکثر رشد محصول، حداکثر سرعت جذب خالص و درنهایت عملکرد دانه در این تاریخ کاشت بیش‌تر از سایر تاریخ‌های کاشت باشد. بنابراین، تاریخ کاشت دوم به‌علت طول دوره رویشی مناسب و شرایط دمایی مناسب در مراحل زایشی و پرشدن دانه (اواسط مردادماه تا دهه اول شهریورماه) مناسب‌ترین تاریخ کاشت می‌باشد.

در تاریخ کاشت سوم به‌دلیل هم‌زمان‌بودن با دماهای بالا در تیرماه، مراحل رویشی هر سه رقم نسبت به دو تاریخ دیگر کم‌تر شد. از طرفی مراحل زایشی این سه رقم با نیمه دوم شهریورماه هم‌زمان شد که نسبت به دو تاریخ دیگر تا حدودی مراحل گرده‌افشانی و تلقیح دانه‌ها با تنش‌های دماهای بالا مواجه نشد. مشکل جدی در تاریخ کاشت سوم، برخورد دمای کاهشی با مرحله پرشدن دانه و مرحله بلوغ فیزیولوژیکی برای هر سه رقم بوده که سبب چروکیده‌شدن دانه‌ها و کاهش وزن دانه‌ها شده و هم‌چنین برداشت دانه با رطوبت زیاد صورت گرفت. این تاریخ کاشت، با وجودِ بیش‌ترین مقدار در صفات مورفولوژیکی، شاخص رشد نسبی و وزن خشک کل به‌دلیل برخورد با دماهای سرد، برای کشت به‌منظور عملکرد دانه مناسب نمی‌باشد و با توجه به داشتن وزن خشک بالا، جهت عملکرد علوفه پیشنهاد می‌گردد.

درمجموع، بررسی‌های به‌دست‌آمده نشان داد که رقم زودرس KSC400 به‌جز تاریخ کاشت اول، از نظر میزان عملکرد دانه‌ای نزدیک به رقم متوسط رس KSC647 در تاریخ کاشت دوم و سوم و رقم دیررس KSC704 در تاریخ کاشت اول بود. هم‌چنین در تاریخ کاشت اول، رقم متوسط رس KSC647 بالاترین عملکرد دانه را داشت، بنابراین می‌توان از این ارقام در تاریخ‌های کشت ذکرشده به‌جای ارقام دیررس استفاده نمود و حتی میزان دور آبیاری را از این طریق کاهش داد. این نتایج به‌دست‌آمده نیاز به بررسی‌های بیش‌تر دارد. در ادامه، نتایج نشان داد که رقم دیررس KSC704 در تاریخ کاشت دوم و همه ارقام تاریخ کاشت سوم با سرماهای زودرس پاییزه مواجه می‌گردند. درنتیجه تعداد

روز پرشدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیکی افزایش می‌یابد. درنهایت ممکن است کاشت سایر محصولات پاییزه به‌ویژه گندم، به‌موقع انجام نگیرد. بنابراین در منطقه موردمطالعه بهتر است کشت رقم KSC704 در تاریخ کاشت خردادماه در نیمه اول آن انجام گیرد و در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام (تیرماه)، ارقام زودرس و متوسطرس نیز تا قبل از ۵ تیرماه کشت شود.

۷. تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل رساله دکتری با عنوان «بهینه‌سازی مدیریت زراعی ذرت دانه‌ای به‌منظور بهبود عملکرد در شرایط دماهای حدّی (منطقه موردمطالعه: شهرستان کرج)» در دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران است. بدین‌وسیله از اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران برای حمایت پژوهشی از این پروژه (با شماره قرارداد ۹۹۸۲۹ /ق/ الف)، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر جهت تهیه بذر ارقام و کارکنان مزرعه پژوهشی دانشگاه تهران (پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج) برای تأمین امکانات لازم جهت اجرای آن، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

استخر، افشار و دهقانپور، زیبنده (۱۳۸۹). تعیین تاریخ کاشت مناسب برای ارقام جدید زودرس ذرت در کشت دوم در مناطق معتدل استان فارس. مجله به‌زراعی نهال و بذر. ۲۶ (۲)، ۱۶۹-۱۹۱.

بهرامی، محمودرضا (۱۳۷۷). عکس‌العمل‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ارقام گندم نان زمستانه (*Triticum aestivum* L.) به کاربرد کود ازت. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمایی حمید رحیمیان مشهدی. مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی.

چوکان، رجب (۱۳۹۰). اثر تاریخ‌های کشت تأخیری بر فنولوژی و عملکرد دانه هیبریدهای گروه‌های رسیدگی ذرت در منطقه معتدل فارس. *نشریه علوم زراعی ایران*. ۱۳ (۲)، ۲۳۴-۲۵۲.

خلیلی محله، جواد؛ رشدی، محسن و رضادوست، ساسان (۱۳۸۵). مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت در محصول دوم در منطقه خوی. *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*. ۲ (۳)، ۴۱-۵۳.

ذاکرنژاد، سعید؛ نادری، احمد؛ هاشمی دزفولی، سید ابوالحسن؛ لک، شهرام و علوی فاضل، مجتبی (۱۳۹۹). ارزیابی اثر رژیم‌های آبیاری بر شاخص‌های رشد هیبریدهای ذرت در فصل‌های بهار و تابستان در اقلیم گرم و خشک. *مجله علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی*. ۱۲ (۴۸)، ۲۵-۴۵.

رحیمی مقدم، سجاد، عینی نرگسه، حامد؛ دیهیم‌فرد، رضا و حقیقت، مسعود (۱۳۹۷). شبیه‌سازی اثر تغییر اقلیم بر عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) در استان کرمانشاه با استفاده از یک مدل فرایندگرا. *نشریه علوم زراعی ایران*. ۲۰ (۴)، ۳۱۵-۳۲۸.

صادقی، سامان؛ حیدری، غلامرضا و سهرابی، یوسف (۱۳۹۴). تأثیر کودهای زیستی و مدیریت حاصلخیزی بر برخی شاخص‌های رشدی دو رقم ذرت دانه‌ای. *دانش کشاورزی و تولید پایدار*. ۲۵ (۳)، ۴۳-۶۰.

طالبیان مشهدی، محمود (۱۳۷۲). اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر رشدونمو، عملکرد و اجزاء عملکرد سه هیبرید ذرت در منطقه اصفهان. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمایی غلامرضا سرمدنیا. اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی.

طباطبایی، سیدعلی؛ شمسی محمودآبادی، حسین و دهقان هراتی، حکیمه (۱۳۸۹). بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد سیلویی هیبریدهای مختلف ذرت در شرایط آب‌وهوایی استان یزد. *مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی*. ۲ (۲)، ۱۳۱-۱۴۱.

عبدلی، مجید (۱۳۹۸). بررسی روند تغییرات شاخص های فیزیولوژیکی رشد ذرت (*Zea mays* L.) در تاریخ‌های کاشت متفاوت در شرایط آب‌وهوایی ورامین. *فصل‌نامه دانش زیستی ایران*. ۱۴ (۱)، ۳۵-۵۳.

عدالت، محسن و نادری، روح اله (۱۳۹۵). تأثیر تاریخ کشت بر عملکرد دانه و فنولوژی هیبریدهای ذرت با استفاده از شاخص‌های حرارتی. *مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*. ۶ (۱۹)، ۴۹-۶۷.

فیض بخش، محمد تقی؛ مختارپور، حسن؛ مساوات، سید افشین؛ مهاجر، مختار و شاهی، قدرت‌الله (۱۳۸۹). تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روی عملکرد علوفه و برخی صفات مرفولوژیکی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴. *مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی*. ۳ (۱)، ۲۱۷-۲۲۴.

کریم‌زاده سورشجانی، هدایت‌الله؛ تدین، محمودرضا؛ شلالوند، مرتضی و فردی، یحیی (۱۳۹۷). بررسی شاخص‌های رشدی و ویژگی‌های کیفی هیبریدهای ذرت علوفه‌ای در تاریخ کاشت‌های مختلف در ورامین. *مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*. ۸ (۴)، ۲۹-۴۴.

کریمی، مجتبی؛ اصفهانی، مسعود؛ بیگلویی، محمد حسن؛ ربیعی، بابک و کافی قاسمی، علی (۱۳۸۸). تأثیر تیمارهای کم‌آبیاری بر صفات مورفولوژیک و شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط آب‌وهوایی رشت. *مجله تولید گیاهان زراعی*. ۲ (۲)، ۹۹-۱۰۹.

گیلانی، عبدالعلی؛ سیادت، سید عطاءاله؛ جلالی، سامی و لیموچی، کاوه (۱۳۹۶). بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر روند تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ارقام برنج در شمال خوزستان. *دوفصل‌نامه علوم به‌زراعی گیاهی*. ۷ (۲)، ۷۳-۸۷.

محمدی، قدرت (۱۳۸۹). سازگاری و پتانسیل تولید ارقام ذرت تحت تاریخ‌های مختلف کشت در زنجان. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمایی جلال صبا. زنجان: دانشگاه زنجان، دانشکده کشاورزی.

ناظری، پریسا؛ کاشانی، علی؛ خاوازی، کاظم؛ اردکانی، محمدرضا و میرآخوری، مجتبی (۱۳۹۱). بررسی تأثیر شاخص‌های فیزیولوژی رشد به کود زیستی میکروبی فسفاته حاوی روی و کود شیمیایی فسفر در لوبیا. *فصل‌نامه زراعت و اصلاح نباتات*. ۸ (۳)، ۱-۱۶.

References

Abdoli, M. (2019). Investigating the trend of changes of physiological growth indices of maize (*Zea mays* L.) in different sowing dates at Waramin climate conditions. *Iranian Journal of Biological Sciences*, *14*(1), 35-53. (In Persian).

Bahrami, M. (1998). *Physiological &morphological reactions of winter bread wheat cultivars to nitrogen fertilizer application*. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian).

Choukan, R. (2011). Effect of delayed planting dates on the phenology and grain yield of different maturity maize hybrids in temperate region of Fars. *Iranian Journal of crop sciences*, *13*(2 (50)), 234-252. (In Persian).

Dahmard, M. (2010).The effect of sowing date &some growth physiological index on grain yield in three maize hybrids in Southeastern Iran. *Asian Journal of Plant Sciences*, *9*(7), 432.

Díaz-López, E., Aguilar-Luna, J. M., & Loeza-Corte, J. M. (2020). Net Assimilation Rate &Agronomic Efficiency of Nitrogen in Tartago (*Ricinus communis* L.) (Euphorbiaceae) in Dry Climate. *Scientifica*, *2020*,1-7.

Edalat, E., & Naderi, R. (2016). Evaluation of sowing date and phonology of corn hybrids using thermal indices. *Journal of Crop Production and Processing*, *61*(9), 46-67. (In Persian).

Estakhr, A., & Dehghanpour, Z. (2010). Determination of the Suitable Planting Date for New Early Maturity Maize Hybrids in Second Cropping in Temprate Regions in Fars Province. *Seed &Plant.Production Journal*, *26*(2), 169-191. (In Persian).

FAO.(2019). Food and agriculture data. In Food and Agriculture Organization. Available at http:.*www.fao.org.faostat.en.#data.QC*. (Accessed on 2 December 2019).

Feyzbakhsh, M., Mokhtarpour, H., Mosavat, S., Mohaje, M., & Shahi, G. (2010). Effects of sowing date &plant density on forage yield &some morphological characteristics of corn (KSC704). *Electronic journal of crop production*, *3*(1), 217-224. (In Persian).

Gesch, R. W., Cermak, S. C., Isbell, T. A., & Forcella, F. (2005). Seed yield &oil content of cuphea as affected by harvest date. *Agronomy journal*, *97*(3), 817-822.

Ghassemi-Golezani, K., & Dalil, B. (2014). Effects of seed vigor on growth &grain yield of maize. *Plant Breeding &Seed Science*, *70* (2014), 81-90.

Gholami, A., & Mahmoudi, M. (2014). Investigation the effect of Mycorrhiza fungus (VAM) &amounts of phosphorus fertilizer on qualitative &quantitative characteristic s of Zea mays single cross Karoon. *Crop Physiology Journal*, *6* (22), 115-130.

Gilani, A., Siadat, S., Jalali, S., & Limouchi, K. (2018). Study of physiological indices &yield of the rice varieties in north regions of Khuzestan. *Journal of Plant production Sciences*, *7*(2),73-87. (In Persian).

Jareš, D., Balaš Krnjić, S., Vranićm, M., & Svečnjak, Z. (2019). Effects of plant density on leaf area index. Anthesis to silking interval. Yield &yield components of maize inbreds &their sister-lines. *Journal of Central European Agriculture*, *20*(1), 179-193.

Karimi, M., Esfahani, M., Bigluei, M. H., Rabiee, B., & Kafi Ghasemi, A. (2009). Effect of deficit irrigation treatments on morphological traits &growth indices of corn forage in the Rasht climate. *Electronic Journal of Crop Production*, *2* (2), 99-109. (In Persian).

Karimzadeh Soureshjani, H., Tadayon, M., Shalalvand, M., & Fardi, Y. (2019). Evaluation of Growth Indices &Qualitative Traits of Maize Hybrids at Different Sowing Dates in Varamin. Iran. *Journal of Crop Production &Processing*, *8*(4), 29-44. (In Persian).

Khalili Mahalleh, J., Roshdi, M., & Rezadoost, S. (2006). Comparison of the yield &yield components of maize hybrids in second cropping in Khoy region. *Agroecology Journal*, *2*(3), 41-53. (In Persian).

Khan, N., Qasim, M., Ahmad, F., Khanzada, R., & Khan, B. (2002). Effects of sowing date on yield of maize under Agro climatic condition of Kaghan Valley. *Asian Journal of Plant Science*, 2, 140-147.

Liu, Z., Hubbard, K.G., Lin, X., & Yang, X. (2013). Negative effects of climate warming on maize yield are reversed by the changing of sowing date and cultivar selection in Northeast China. Glob. *Change Biol*., *19*(11), 3481-3492.

Majidian, M., & Esfahani, M. (2013). Effect of Sowing Date on Yield &Some Agronomic Traits of Six Forage Maize Hybrids under Guilan Agro-climatic Conditions. *Journal of Crop Production &Processing*, *3*(9), 57-70.

Mohammadi, Gh. (2010). *Adaptation and production potential of maize cultivars under different sowing dates in Zanjan*. Master Thesis. Under the supervision of Jalal Saba. Zanjan: University of Zanjan, Faculty of Agriculture. (In Persian).

Nazeri, P., Kashani, A., Khavazi, K., Ardakani, M. R., & Mirakhori, M. (2012). Effect of Use Microbial Zinc Granulated Phosphorous Bio fertilizer on Growth Indices of Bean. *Journal of Agronomy & Plant Breeding*, *8*(3), 1-16. (In Persian).

Öktem, A., Öktem, A. G., & Coşkun, Y. (2004). Determination of sowing dates of sweet corn (*Zea mays* L. Saccharata Sturt.) under Şanlıurfa conditions. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, *28*(2), 83-91.

Rahimi-Moghaddam, S., Eyni Nargeseh, H., Deihimfard, R., & Haghighat, M. (2019). Simulating climate change effect on maize grain yield in Kermanshah province using a process-based simulation model. *Iranian Journal of Crop Sciences*, *20*(4), 315-328. (In Persian).

Rahman, A. A., Magboul, E. L., & Nour, A. E. (2004, February). *Effects of sowing date &cultivar on the yield &yield components of maize in northern Sudan*. In the Seventh Eastern &Southern Africa Regional Maize Conference. Nairobi, Kenya.

Rajput, A., Rajput, S. S., & Jha, G. (2017). Physiological parameters leaf area index, crop growth rate, relative growth rate &net assimilation rate of different varieties of rice grown under different planting geometries &depths in SRI. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, *5*(1), 362-367.

Ranuzzi, A., & Srivastava, R. (2012). *Impact of Climate Change on Agriculture and Food Security*. New Delhi: ICRIER.

Sadeghi, S., Heidari, G., & Sohrabi, Y. (2015). Effect of biological fertilizer &fertilization management on some growth indices of two maize varieties. *Journal of Agricultural Science &Sustainable Production*, *25*(3), 43-60. (In Persian).

Sharma, A. K. (2003). Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. Shetty. S. Singhal KS & Kulkaria PR Antimicrobial properties of cumin. *Journal Microbial Biotech*, *10*, 230-233.

Tabatabaei, A., Shamsi mahmoodabadi, H., & dehghan harati, H. (2010). Effect of planting dates on corn varieties yield silage in Yazd province climate conditions. *Crop physiology*, *2*(2), 131-141. (In Persian).

Talebian Mashhadi, M. (1994*). Effect of Planting Row Spacing and Plant Density on Growth, Yield and Yield Components of Three Hybrid Maize Maize in Isfahan Region*. Master Thesis. Isfahan Faculty of Industrial Agriculture. Iran. (In Persian).

Tamariz, M. N. B., Calzada, R. T., Cohen, I. S., Hernández, A. F., Valle, M. Á. V., & Sandoval, A. P. (2019). Castor seed yield at suboptimal soil moisture: Is it high enough? *Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura*, *46*(3), 253-265.

Wang, Z. R., Rui, Y. K., Shen, J. B., & Zhang, F. S. (2008). Effects of N fertilizer on root growth in *Zea mays* L. seedlings. *Spanish Journal of Agricultural Research*, *6*(4), 677-682.

Wiatrak, P.(2004). Corn hybrids for late planting in the southeast. *Agronomy Journal*, 96, 118-124.

Williams, M., M. & Lindquist, J. L. (2007). Influence of planting date &weed interference on sweet corn growth &development. *Agronomy Journal*, *99*(4), 1066-1072.

Xu, H. L. (2001). Effects of a microbial inoculant &organic fertilizers on the growth, photosynthesis &yield of sweet corn. *Journal of crop production*, *3*(1), 183-214.

Yang, J., Sears, R. G., Gill, B. S., & Paulsen, G. M. (2002). Genotypic differences in utilization of assimilate sources during maturation of wheat under chronic heat & heat shock stresses. *Euphytica*, *125*(2), 179-188.

Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H., & Esmaili, M. A. (2009). Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) &plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield &yield components of corn (*Zea mays* L.). *World Academy of Science, Engineering & Technology*, *49*(1), 90-92.

Zakernejad, S., Naderi, A., Hashemidezfoli. S. A., Lack, S., & Alavifazel, M. (2021). Evaluation the effect of irrigation regimes on growth indices of corn hybrids in spring &summer seasons in hot &dry climate of Khuzestan.*Crop Physiology Journal*, 12 (48). 25-45. (In Persian).