نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال هشتم / شماره چهارم / زمستان ۱۳۹۷

# بررسی شاخص‌های رشدی و ویژگی‌های کیفی هیبریدهای ذرت علوفه‌ای در تاریخ کاشت‌های مختلف در ورامین

هدایت‌الله کریم‌زاده سورشجانی[۱]، محمودرضا تدین[۲*]، مرتضی شلالوند[۳] و یحیی فردی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۵)

## چکیده

**به‌منظور بررسی سازگارپذیری هیبریدهای ذرت با ویژگی‌های اکوجغرافیایی ورامین آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مجتمع تحقیقاتی کشاورزی و دامپروری جلیل‌آباد ورامین در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. برای بررسی تطابق‌پذیری هیبریدهای ذرت، با شرایط اقلیمی از تیمارهای تاریخ کشت به‌عنوان عامل اصلی در چهار سطح ($D_1$: ۱۵ فروردین، $D_2$: ۳۰ فروردین، $D_3$: ۱۵ اردیبهشت، $D_4$: ۳۰ اردیبهشت) و هیبریدهای ذرت به‌عنوان عامل فرعی ($H_1$: گازدا، $H_2$: ماکسیما، $H_3$: سینگل‌کراس ۷۰۱ و $H_4$: AS۱۶۰) استفاده شد. نتایج نشان از وجود تنوع بین هیبریدها از نظر شاخص سطح برگ، ماده خشک، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص در تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه داشت. همچنین نتایج نشان داد اثر تاریخ کاشت، هیبرید و برهمکنش آنها بر ارتفاع و وزن بوته، وزن بلال، نسبت وزنی بلال به بوته، عملکرد علوفه سیلویی و کارایی مصرف آب معنی‌دار بود. در بین صفات کیفی مورد مطالعه نیز مشخص شد درصد پروتئین و فیبرهای نامحلول در شوینده خنثی در بین هیبریدهای مختلف به‌طور معنی‌داری اختلاف داشت. مشخص شد بهترین تاریخ کشت جهت دستیابی به بیشترین عملکرد علوفه سیلویی برای هیبرید ماکسیما و AS۱۶۰، ۱۵ و ۳۰ اردیبهشت و سینگل‌کراس ۷۰۱، ۳۰ فروردین و ۱۵ اردیبهشت بود، هیبرید گازدا نیز در همه تاریخ‌های کاشت عملکرد مشابهی داشت. همچنین نتایج نشان داد در منطقه مذکور کاشت سینگل کراس ۷۰۱ و هیبرید ماکسیما ظاهراً از نظر عملکرد علوفه سیلویی در واحد سطح نسبت به دو هیبرید دیگر برتری و سازگاری بیشتری دارند ولی نتیجه‌گیری و توصیه قطعی نیاز به تکرار آزمایش‌ها در سال‌های بیشتری دارد.**

**واژه‌های کلیدی: صفات رشد، پروتئین، کارایی مصرف آب، تاریخ کاشت، عملکرد علوفه**

۱. پژوهشگر فیزیولوژی گیاهان زراعی، مرکز تحقیقات و نوآوری سازمان اتکا، تهران
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
۳. کارشناسی ارشد زراعت، هلدینگ مزارع نوین ایرانیان، تهران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mrtadayon@yahoo.com

## مقدمه

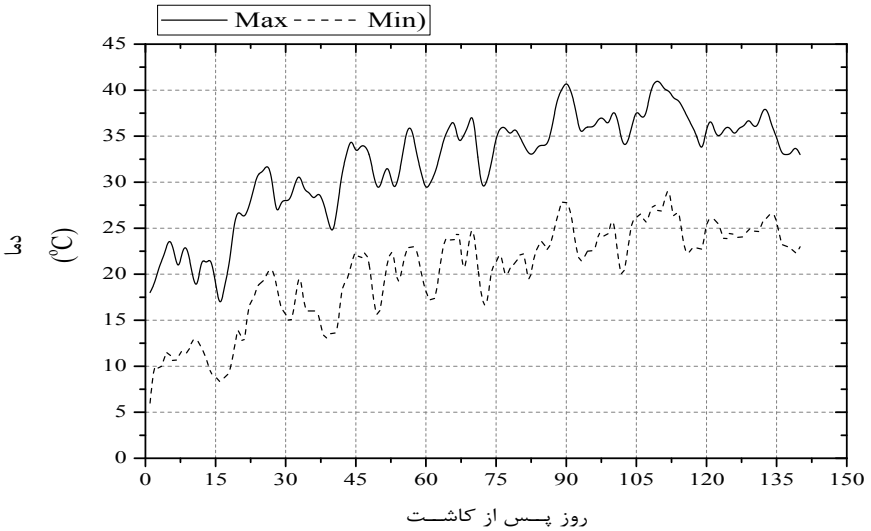
ذرت به‌دلیل تولید علوفه بالا در واحد سطح، کیفیت بالای علوفه سیلو شده و قابلیت هضم و جذب بالا در دام‌های مصرف کننده در رده یکی از بهترین گیاهان علوفه‌ای قرار دارد (۱۱). با توجه به اهمیت و استفاده روزافزون از ذرت علوفه‌ای در صنعت دامپروری، معرفی هیبریدهای پرمحصول و سازگار با مناطق مختلف و تعیین نیازهای به‌زراعی آنها، به‌منظور دستیابی به تولید بهینه هیبریدها در مناطق مختلف از اهداف مهم به‌شمار می‌رود. برای بررسی سازگاری ارقام به شرایط اکوجغرافیایی در هر منطقه، بررسی تطابق دوره رشدی ارقام با شرایط هر منطقه ضرورت دارد که می‌تواند بر اساس تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت، انجام پذیرد زیرا باعث استفاده حداکثری از منابع موجود شده و از طرفی از تداخل مراحل حساس رشد گیاه با شرایط نامساعد محیطی پیشگیری خواهد شد (۱۳ و ۲۳).

تاریخ کشت بهینه برای مناطق مختلف، برای استفاده از پتانسیل هر رقم در منطقه، از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌ریزی و مدیریت زراعی برخوردار است (۲، ۸ و ۲۸). تأخیر در کاشت موجب کوتاه شدن دوره رشد شده و تولید مواد فتوسنتزی برای ذخیره در دانه کاهش می‌یابد و درنهایت از عملکرد کاسته می‌شود (۲۶). داربی و همکاران (۹) گزارش کردند که تأخیر تاریخ کشت در دورگ‌های ذرت، موجب کاهش عملکرد دانه شده است درحالی که کشت زودهنگام (به‌موقع)، موجب وقوع رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه قبل از فرارسیدن سرما و یخبندان شده است. بانئی و باصفا (۵) در بررسی نهایی عملکرد علوفه سیلویی شش هیبرید برتر ذرت سیلویی در مناطق اکوجغرافیایی مشاهده کردند بین هیبریدها تفاوت معنی‌دار وجود دارد به طوری که هیبرید امیدبخش KL17/2-5×K18 با میانگین ۷۴/۱ تن علوفه سیلویی در هکتار، بیشترین تولید را در بین هیبریدهای مورد مطالعه داشته است. آنها همچنین اظهار داشتند که طولانی‌تر بودن دوره رشدونمو از کشت تا برداشت و کشت تا ظهور کاکل، مهم‌ترین عوامل در افزایش عملکرد علوفه سیلویی هیبریدهای ذرت بوده‌اند. خدادادی (۲۰) با بررسی اثر فاصله ردیف و تاریخ کشت بر عملکرد سه هیبرید ذرت سیلویی در منطقه شهرکرد گزارش کرد که هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ نسبت به هیبریدهای دیگر برای کشت اول برتری دارد درحالی‌که برای کشت دوم، یعنی بعد از برداشت جو (تاریخ کشت نهم تیرماه)، هیبرید خیلی زودرس سینگل کراس ۱۰۸، به‌علت کامل کردن مراحل فنولوژیکی قبل از رسیدن سرمای شهریور مناسب‌تر است. در بررسی اثر پنج تاریخ کشت بر ذرت در مشهد (۱۰ اردیبهشت، ۲۵ اردیبهشت، ۱۰ خرداد، ۲۵ خرداد و ۱۰ تیر) گزارش شد تاریخ کشت سوم (۱۰ خرداد) دارای حداکثر عملکرد بود (۱۰).

تعیین تاریخ کشت بهینه هر رقم در هر منطقه از اولین اولویت‌های مدیریت زراعی در هر منطقه است. از آنجا که تمرکز دامپروری‌های صنعتی در منطقه ورامین به‌علت مجاورت با تهران رو به گسترش است، کشاورزان به کشت ذرت علوفه‌ای تمایل زیادی نشان می‌دهند. در این راستا تعیین هیبریدهایی از ذرت که سازگاری بالایی با شرایط اکوجغرافیایی ورامین داشته باشند اهمیت زیادی دارد. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی سازگاری هیبریدهای ذرت در طی فصل رشد، در منطقه ورامین برای دستیابی به عملکرد مطلوب و تولید با راندمان بالا بوده است.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی سازگاری هیبریدهای ذرت در منطقه ورامین آزمایش حاضر به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مجتمع تحقیقاتی کشاورزی و دامپروری جلیل‌آباد ورامین در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. برای بررسی سازگاری هیبریدها از تیمار تاریخ کشت به‌عنوان عامل اصلی در چهار سطح ($D_1$: ۱۵ فروردین، $D_2$: ۳۰ فروردین، $D_3$: ۱۵ اردیبهشت، $D_4$: ۳۰ اردیبهشت) و هیبریدهای ذرت به‌عنوان عامل فرعی ($H_1$: گازدا، $H_2$: ماکسیما، $H_3$: سینگل‌کراس ۷۰۱ و $H_4$: AS160) استفاده شد.




**شکل ۱. کمینه، بیشینه و متوسط دمای محل انجام آزمایش**

دمای بیشینه و کمینه محل اجرای آزمایش در طول مدت زمان اجرای آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. پس از عملیات خاک‌ورزی، بذرهای هر هیبرید در پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و فواصل بذر روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر (تراکم ۱۳ بوته در متر مربع) کاشته شدند. فاصله بین کرت‌های اصلی دو متر، بین کرت‌های فرعی یک متر و بین بلوک‌ها دو متر بود. همچنین مساحت هر کرت فرعی ۶ متر مربع (۲×۳ چهار ردیف کاشت به طول دو متر) بود.

کنترل علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد تا زمان بسته شدن سایه‌انداز ذرت و غالب شدن گیاه ذرت به‌صورت دستی انجام شد. پس از کاشت بذور، عملیات آبیاری طبق دور مرسوم منطقه هر هشت روز یک بار با استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار که خروجی آب توسط کنتور تعیین می‌شد، صورت گرفت، بدین گونه که در آبیاری اول (خاکاب) ۱۵۰۰ متر مکعب آب در هکتار مصرف شد و در آبیاری‌های بعدی (۱۰ مرحله) هر مرحله ۶۵۰ متر مکعب در هکتار آب مصرف شد و در مجموع ۸۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار مصرف شد.

عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس مقادیر توصیه شده توسط آزمون خاک (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره در سه نوبت هم‌زمان با کاشت، ۶-۴ برگی و ظهور گل‌آذین نر، پتاسیم به‌میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات از منبع سوپرفسفات تریپل هم‌زمان با کاشت) در اختیار گیاه قرار گرفت. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

طی فصل رشد وزن خشک و سطح برگ بوته از خطوط کشت میانی در شش مرحله اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ به‌صورت تصادفی از هر کرت سه بوته انتخاب شده و طول و عرض برگ‌های آنها اندازه‌گیری شد سپس با استفاده از رابطه (مساحت برگ = طول × عرض × ۰/۷۵) سطح برگ آن تعیین شد (۱۳) در نهایت با توجه به تراکم بوته در مترمربع (۱۳ بوته در متر مربع)، شاخص سطح برگ محاسبه شد. در ابتدا با توجه به ضریب تبیین ($R^2$) معادلات، بهترین خط برای روند تجمع ماده خشک برازش داده شد. در آزمایش حاضر معادله سیگموئید بیشترین همخوانی را با پراکنش داده‌های وزن خشک طی فصل رشد نشان داد. سپس برای محاسبه سرعت رشد گیاه از روش مشتق‌گیری از معادله روند تجمع ماده خشک و برای محاسبه سرعت رشد نسبی نیز از مشتق معادله سرعت رشد استفاده شد (۱۵). سرعت جذب خالص نیز در هر مرحله از تقسیم سرعت رشد گیاه بر شاخص سطح برگ (NAR=CGR/LAI) به‌دست آمد (۱۵).

به‌منظور اندازه‌گیری میزان علوفه در واحد سطح، در زمان خمیری شدن دانه‌ها برداشت انجام گرفت و وزن بوته، وزن بلال

**جدول ۱. نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش**

| هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$) | پ هاش | کربن آلی (٪) | نیتروژن | فسفر | پتاسیم | روی ($mg\ kg^{-1}$) | منگنز | آهن | مس |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۵۱۲ | ۷/۷۱ | ۰/۸ | ۰/۱۵۲ | ۱۳/۲ | ۱۴۶ | ۰/۵۵ | ۸/۱۱ | ۳/۲۹ | ۰/۸۸ |

و نسبت وزنی بلال به کل بوته تعیین شد. در زمان برداشت از مرکز هر کرت یک نمونه دو کیلوگرمی برداشت شد و پس از خشک شدن در آون (دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت) نمونه‌ها آسیاب شدند و سپس صفات کیفی شامل درصد کربوهیدرات‌های محلول، درصد پروتئین، درصد فیبرهای نامحلول در شوینده اسیدی و درصد فیبرهای نامحلول در شوینده خنثی با استفاده از دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز نزدیک تعیین شد. کارایی مصرف آب از تقسیم عملکرد علوفه سیلویی به میزان آب مصرفی به‌دست آمد. جهت محاسبه مقادیر درجه روز رشد از رابطه (۱) استفاده شد.

$$GDD = \sum\left[\left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2}\right) - T_{base}\right] \qquad [۱]$$

در رابطه بالا $T_{max}$ حداکثر دمای روزانه، $T_{min}$ حداقل دمای روزانه و $T_{base}$ دمای پایه رشد است. دمای پایه رشد برای دوره مشخصی از کاشت تا رسیدن، معمولاً ۱۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته می‌شود که در این پژوهش نیز اعمال شد. درجه حرارت‌های کمتر از ۱۰ و بیشتر از ۳۰ درجه سلسیوس غیر مؤثر تلقی شد و درجه حرارت‌های بالاتر از ۳۰ برابر ۳۰ و درجه حرارت‌های کمتر از ۱۰، برابر ۱۰ در نظر گرفته شد (۷). در نهایت پس از انجام آزمون نرمالیتی داده‌های حاصل از طرح با استفاده از نرم افزار STATISTICA (ورژن ۱۰) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. به‌منظور مقایسات میانگین از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

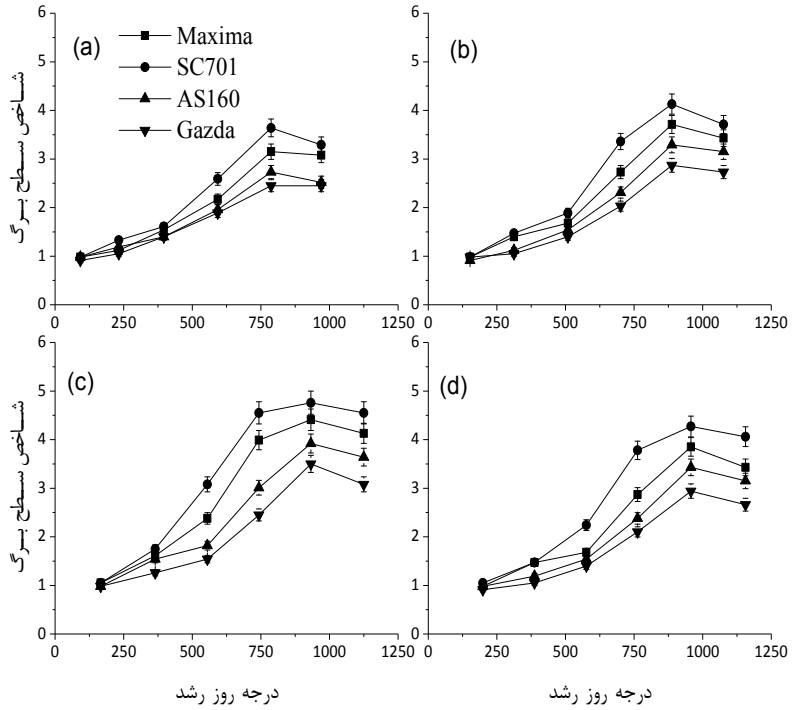
## نتایج و بحث

### شاخص سطح برگ

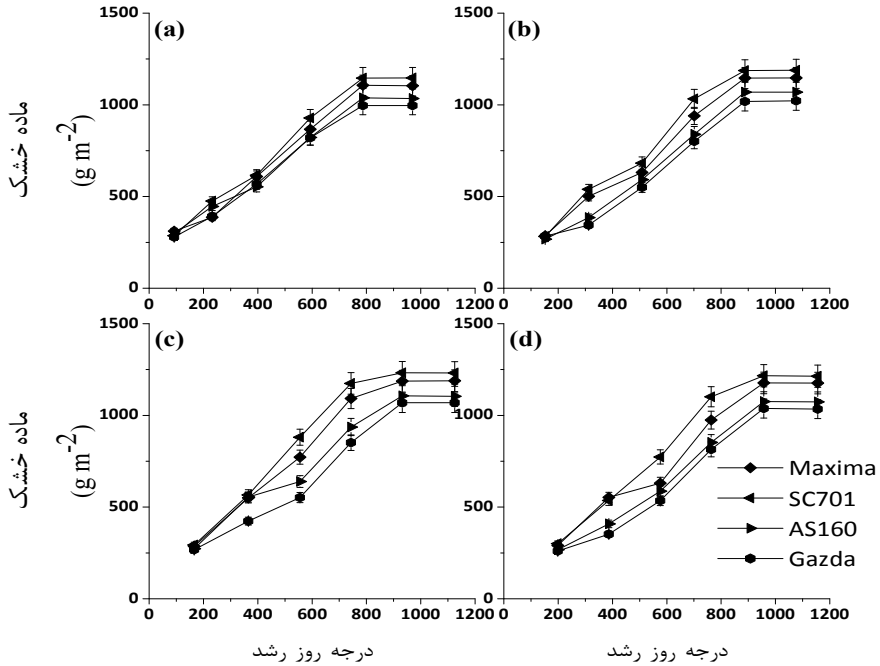
روند افزایش شاخص سطح برگ هیبریدهای ذرت مورد بررسی، الگوی سیگموئیدی داشت. در همه تاریخ‌های کشت، بیشترین شاخص سطح برگ در سینگل‌کراس ۷۰۱ مشاهده شد، این برتری به‌ویژه در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت مشخص بود، همچنین در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت در مرحله رشد خطی، شیب افزایش شاخص سطح برگ از سایر تاریخ‌های کشت بیشتر بود و برای همه هیبریدها، حداکثر شاخص سطح برگ زودتر از سایر تاریخ‌های کشت به‌دست آمد (شکل ۲) که احتمالاً به دلایل شرایط دمایی، رطوبتی و نوری مساعدتر در این تاریخ کاشت است. علاوه بر ویژگی‌های ژنتیکی هر هیبرید، عوامل محیطی بر روند افزایش شاخص سطح برگ تأثیرگذار هستند و در بین عوامل محیطی نور و دما از اهمیت بیشتری برخوردارند (۲۷). در شرایط مساعد نور و دما گیاه با افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش جذب نور و افزایش فتوسنتز، زیست‌توده بیشتری تولید می‌کند (۲۹).

### ماده خشک

روند تجمع ماده خشک هیبریدهای ذرت به‌صورت سیگموئیدی بود. در همه تاریخ‌های کشت، سینگل کراس ۷۰۱ از نظر روند تجمع ماده خشک نسبت به سایر هیبریدها برتری داشت، هرچند این برتری در تاریخ کشت ۱۵ فروردین، اندک بود (شکل ۳). همچنین در مرحله رشد خطی، شیب تجمع ماده خشک در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت نسبت به سایر تاریخ‌های کشت برای همه هیبریدها بیشتر بود (شکل ۳). در بیشتر گیاهان زراعی روند تجمع ماده خشک در طول فصل رشد به‌صورت سیگموئیدی است، بدین صورت که در ابتدای رشد، سرعت تجمع ماده خشک، کم و تدریجی است و با گذشت زمان و افزایش شاخص سطح برگ، میزان فتوسنتز افزایش پیدا کرده و شیب تجمع ماده خشک، شدت بیشتری پیدا می‌کند به‌طوری که در نقطه‌ای از منحنی به حداکثر خود می‌رسد و بعد از آن به‌دلیل افزایش سن و پیری برگ‌ها از مقدار ماده خشک کاسته شده و در




**شکل ۲. شاخص سطح برگ هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های کاشت (a: ۱۵ فروردین، b: ۳۰ فروردین، c: ۱۵ اردیبهشت و d: ۳۰ اردیبهشت) خطوط عمودی (بارها) نشان‌دهنده خطای استاندارد هستند.**




**شکل ۳. ماده خشک تولیدی هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های کاشت (a: ۱۵ فروردین، b: ۳۰ فروردین، c: ۱۵ اردیبهشت و d: ۳۰ اردیبهشت) خطوط عمودی (بارها) نشان‌دهنده خطای استاندارد هستند.**

نهایت متوقف می‌شود (۱۵). اثر تاریخ کشت بر روند تجمع ماده خشک به‌واسطه تغییرات دمایی است به‌طوری‌که دمای بهینه برای فتوسنتز در روز و شب‌های خنک‌تر باعث افزایش بیشتر تجمع ماده خشک می‌شود. در آزمایش حاضر روند تغییرات دما طی دوره انجام آزمایش صعودی بوده است (شکل ۱) تا تاریخ کشت سوم افزایش دما در دامنه دمایی بهینه برای رشد ذرت است (دامنه دمایی ۲۰-۳۰ درجه سلسیوس (۱۴) اما پس از آن تعداد روزهایی که دما بالای ۳۰ درجه سلسیوس است رو به افزایش گذاشته و از همین رو تجمع ماده خشک در ذرت نیز روند کاهشی نشان داده است.

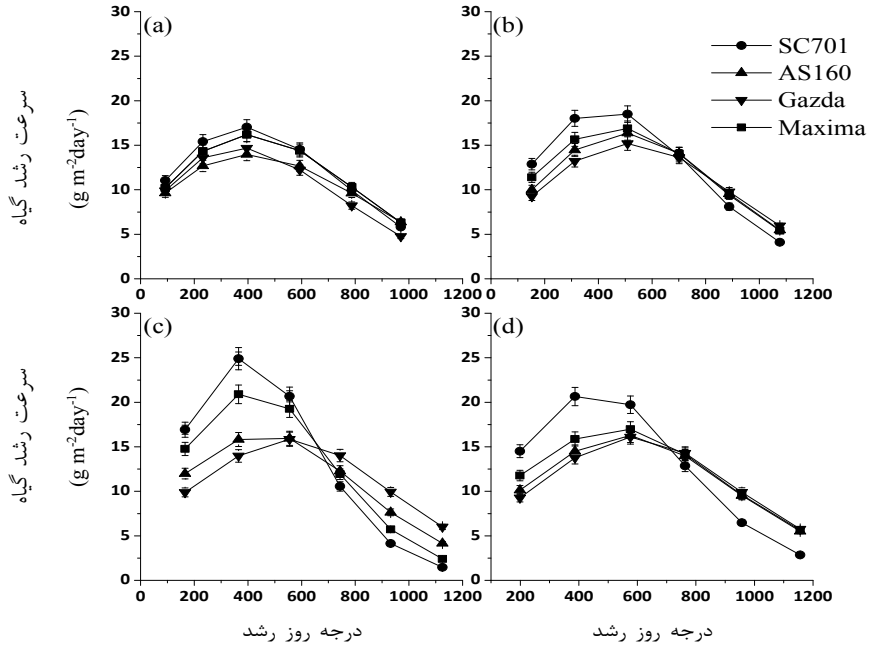
**صفات رشدی**

همان‌طور که در شکل ۴ مشخص است، سرعت رشد گیاه در همه تاریخ‌های کاشت و هیبریدهای مورد بررسی تا اواسط دوره رشد روند افزایشی و پس از آن روند کاهشی داشت. بیشترین سرعت رشد گیاه در هیبرید سینگل کراس ۷۰۱ و در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت به ثبت رسید. سرعت رشد نسبی نیز برای همه هیبریدها و تاریخ‌های کشت روند نزولی داشت و در اواخر دوره رشد به سمت صفر میل کرد (شکل ۵). سرعت جذب خالص برای همه هیبریدها و تاریخ‌های کشت، از حدود ۳۰ روز پس از رویش، روند کاهشی نشان داد (شکل ۶). در کل تفاوت بین هیبریدها از نظر سرعت رشد گیاه بیشتر از سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص بود. سرعت رشد نسبی در ابتدا اندکی روند افزایشی و پس از آن روند کاهشی نشان داد و در اواخر فصل رشد تقریباً متوقف شد (شکل ۵)، با افزایش سن گیاه بخش‌هایی که به گیاه افزوده می‌شوند بافت‌های ساختمانی هستند که از لحاظ متابولیکی فعال نبوده و در فتوسنتز نقشی ندارند (۱۹) از همین رو با سپری شدن فصل رشد سرعت رشد نسبی روند نزولی نشان می‌دهد. در ابتدای فصل رشد، میزان سرعت رشد نسبی به علت نفوذ بیشتر نور به سایه‌انداز، سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها و فتوسنتز خالص، بالاتر است (۴). سرعت رشد نسبی در پایان دوره رشد به‌دلیل رسیدگی فیزیولوژیک دانه و افزایش تنفس دانه‌ها همچنین افزایش سن و ریزش برگ‌ها و کاهش فتوسنتز جاری جامعه گیاهی، منفی می‌شود (۱۵).

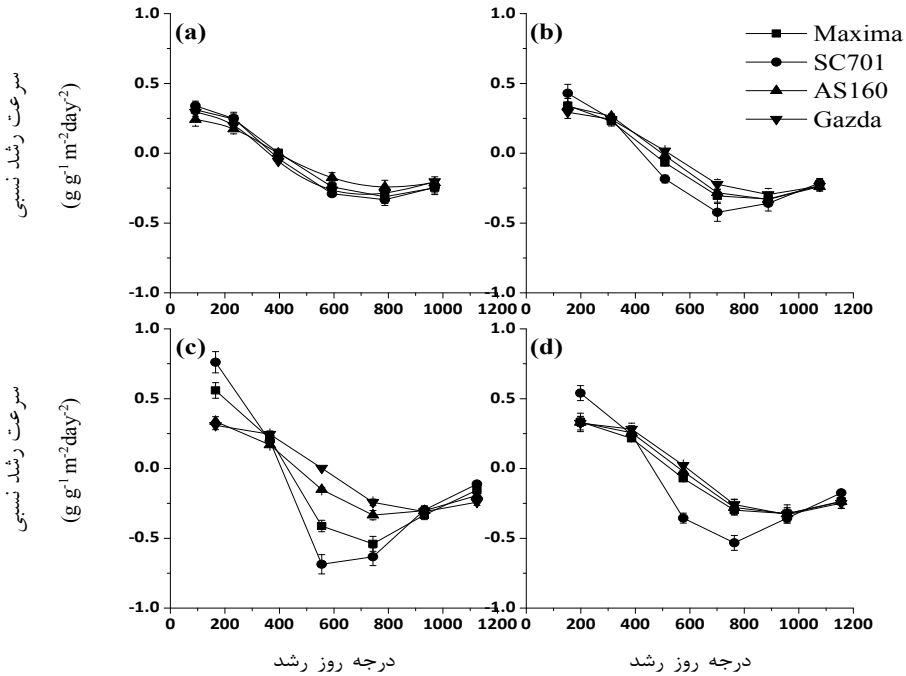
سرعت جذب خالص، تخمینی از میانگین شدت فتوسنتزی برگ‌ها در یک جامعه گیاهی است و زمانی به حداکثر خود می‌رسد که تمام برگ‌ها در معرض نور خورشید باشند و این شرایط زمانی اتفاق می‌افتد که گیاه در مراحل اولیه رشد خود بوده و سایه‌اندازی در برگ‌ها وجود ندارد (۱۵). میزان فتوسنتز خالص با گذشت زمان ثابت نمی‌ماند و با افزایش سن گیاه روند نزولی نشان می‌دهد و این افت نسبی، در محیط نامناسب و تنش خشکی تسریع می‌شود، از این‌رو هنگامی که برگ‌های جدید اضافه می‌شوند به‌علت سایه‌اندازی برگ‌ها روی یکدیگر، وزن خشک به ازای واحد سطح برگ کاهش می‌یابد (۱۵). پژوهشگران بیان کرده‌اند با تغییر در تاریخ کشت ممکن است مراحل حساس رشد گیاه مانند گل‌دهی، تشکیل و پرشدن دانه، به دماهای نامناسب برخورد کرده و در نهایت رشد و تولید گیاه کاهش یابد (۱)، همان‌گونه که در شکل ۱ مشخص است، در مدت زمان انجام آزمایش، کمینه، بیشینه و میانگین دمای هوا روند افزایشی داشت.

**ارتفاع بوته**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تاریخ کشت، هیبرید و برهمکنش آنها بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). از نظر ارتفاع بوته هیبریدهای مورد بررسی متنوع بودند، بیشترین ارتفاع بوته از هیبرید سینگل کراس ۷۰۱ در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد (شکل ۷). ارتفاع بوته تحت تأثیر ژنوتیپ بوده که البته عوامل محیطی نیز بر آن اثرگذار است (۲۵). سینگل‌کراس ۷۰۱ هیبریدی دیررس است و ازاین‌رو ارتفاع بوته بالاتری نسبت به سایر هیبریدها داشته است. تغییر در تاریخ کاشت به‌دلیل تأثیر بر عوامل محیطی از جمله دما، بر ارتفاع هیبریدهای ذرت تأثیرگذار بوده است.




**شکل ۴. سرعت رشد گیاه هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های کاشت (a: ۱۵ فروردین، b: ۳۰ فروردین، c: ۱۵ اردیبهشت و d: ۳۰ اردیبهشت) خطوط عمودی (بارها) نشان‌دهنده خطای استاندارد هستند.**



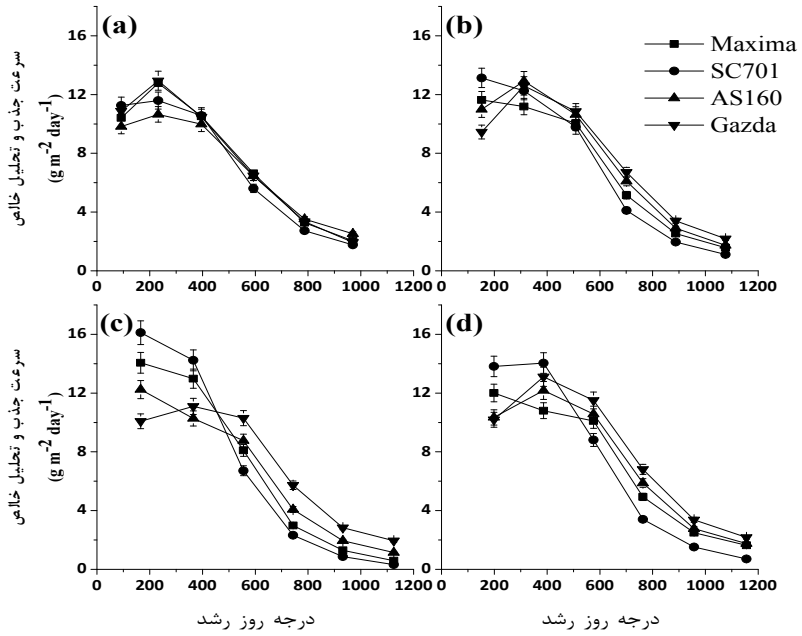

**شکل ۵. سرعت رشد نسبی هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های کاشت (a: ۱۵ فروردین، b: ۳۰ فروردین، c: ۱۵ اردیبهشت و d: ۳۰ اردیبهشت) خطوط عمودی (بارها) نشان‌دهنده خطای استاندارد هستند.**

**جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثرات تاریخ کشت بر عملکرد و برخی صفات وابسته هیبریدهای ذرت علوفه ای**

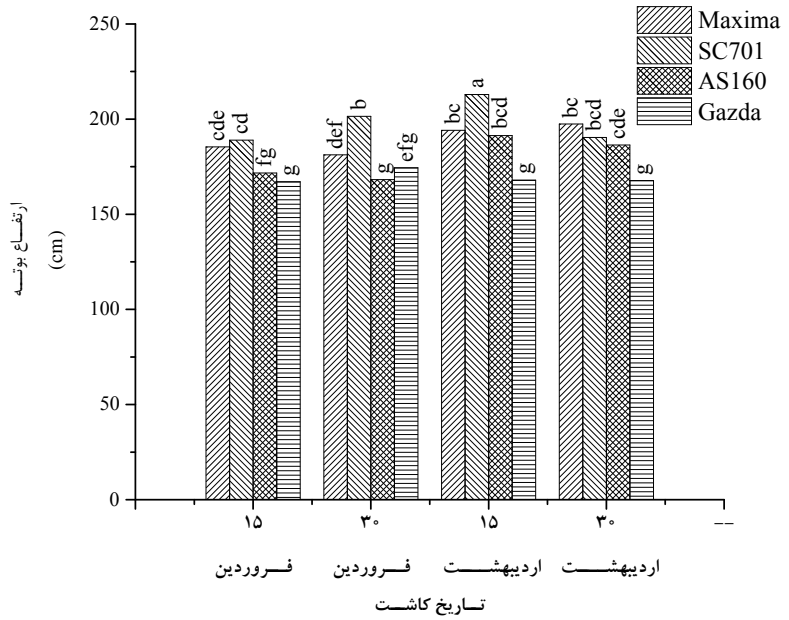
| منابع تغییرات | درجه آزادی | ارتفاع بوته§ | وزن بوته§ | وزن بلال§ | نسبت وزنی بلال به بوته§ | عملکرد علوفه§ | کارایی مصرف آب§ | پروتئین | کربوهیدرات‌های محلول | فیبرهای غیرمحلول در شوینده اسیدی | فیبرهای غیر محلول در شوینده خنثی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۱۹$^{ns}$ | ۹۰$^{ns}$ | ۲۷۸$^{**}$ | ۰/۰۰۱۲۵$^{**}$ | ۱۵۲۷۷۲۱$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۰۳$^{ns}$ | ۰/۰۶۱$^{ns}$ | ۹$^{ns}$ | ۶/۴$^{ns}$ | ۹/۱$^{ns}$ |
| تاریخ کشت | ۳ | ۵۷۰$^{**}$ | ۳۰۲۸$^{**}$ | ۶۹۷$^{**}$ | ۰/۰۰۰۱۵$^{*}$ | ۵۱۱۸۲۳۲۶$^{**}$ | ۰/۰۸۲۵۲$^{**}$ | ۰/۰۷۹$^{ns}$ | ۱۱/۳$^{ns}$ | ۰/۶$^{ns}$ | ۴/۹$^{ns}$ |
| خطای اصلی | ۶ | ۲۰ | ۱۳۱ | ۱۸ | ۰/۰۰۰۰۳ | ۲۲۲۳۷۰۵ | ۰/۰۰۰۰۴ | ۰/۲۱ | ۸/۵ | ۱۱/۷ | ۱۰/۳ |
| هیبرید | ۳ | ۲۷۳۶$^{**}$ | ۱۵۵۹۹$^{**}$ | ۲۹۵۵$^{**}$ | ۰/۰۰۰۲۷$^{**}$ | ۲۶۳۶۲۹۷۹۴$^{**}$ | ۰/۴۳۵۴۳$^{**}$ | ۱۹/۸$^{*}$ | ۵/۳$^{ns}$ | ۱۲/۷$^{ns}$ | ۷۸/۴$^{**}$ |
| تاریخ کشت× هیبرید | ۹ | ۲۶۸$^{**}$ | ۱۴۵۸$^{**}$ | ۲۷۹$^{**}$ | ۰/۰۰۰۰۸$^{**}$ | ۲۴۶۴۶۲۱۸$^{**}$ | ۰/۰۰۱۰۵$^{**}$ | ۰/۱۴$^{ns}$ | ۱۳/۶$^{ns}$ | ۱۰/۶$^{ns}$ | ۱۰/۷$^{ns}$ |
| خطای فرعی | ۲۴ | ۶۲ | ۳۵۶ | ۵۸ | ۰/۰۰۰۰۲ | ۶۰۲۰۳۵۵/۰ | ۰/۰۰۰۰۳ | ۰/۹۹ | ۹/۷ | ۹/۱ | ۱۱/۰ |
| ضریب تغییرات | | ۳/۶ | ۳/۷ | ۳/۹ | ۱/۱ | ۳/۷ | ۲/۸ | ۱۰/۷ | ۱۲/۱ | ۱۱/۸ | ۹/۲ |

ns، * و ** به‌ترتیب: غیر معنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

§: تجزیه واریانس روی داده‌هایی انجام گرفته است که با استفاده از روش تبدیل داده، توزیع پراکنش آنها نرمال شده است.




**شکل ۶. سرعت جذب خالص هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های کاشت (a: ۱۵ فروردین، b: ۳۰ فروردین، c: ۱۵ اردیبهشت و d: ۳۰ اردیبهشت). خطوط عمودی (بارها) نشان دهنده خطای استاندارد هستند.**




**شکل ۷. ارتفاع بوته هیبریدهای ذرت در تاریخ کاشت‌های مورد بررسی. ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن ندارند.**

**وزن بوته و بلال**

اثر تاریخ کشت، هیبرید و برهمکنش آنها بر وزن بوته، وزن بلال، نسبت وزن بلال به بوته و عملکرد علوفه، معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن بوته از سینگل کراس ۷۰۱ در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد که با وزن بوته سینگل کراس ۷۰۱ در تاریخ کشت ۳۰ فروردین در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۳). همچنین بیشترین وزن بلال از سینگل کراس ۷۰۱ در تاریخ کشت‌های ۳۰ فروردین به‌دست آمد (جدول ۳). هیبریدهای مورد بررسی از نظر نسبت وزنی بلال به بوته متنوع بودند، بیشترین میزان این نسبت در سینگل کراس ۷۰۱ در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد که با هیبرید ماکسیما در تاریخ کشت‌های ۱۵ و ۳۰ فروردین و ۱۵ اردیبهشت و همچنین سینگل کراس ۷۰۱ در تاریخ کشت ۳۰ فروردین اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). بیشترین عملکرد علوفه در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت و در سینگل کراس ۷۰۱ به ثبت رسید هر چند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با عملکرد علوفه سینگل کراس ۷۰۱ در تاریخ کشت ۳۰ فروردین نشان نداد (شکل ۸). نیازهای دمایی، رطوبتی و نوری هر گونه گیاهی و حتی ژنوتیپ با یکدیگر متفاوت است (۲۵) ازاین‌رو برای هیبرید ذرت، هر گاه دامنه حرارتی، رطوبتی و نوری در حد بهینه باشد رشد آن نیز نسبت به سایر تاریخ‌های کشت افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ای گزارش شده است که دو تاریخ کاشت اول به‌دلیل استفاده بیشتر گیاه از منابع محیطی، بیشترین عملکرد دانه را داشته است (۲۰).

**صفات کیفی**

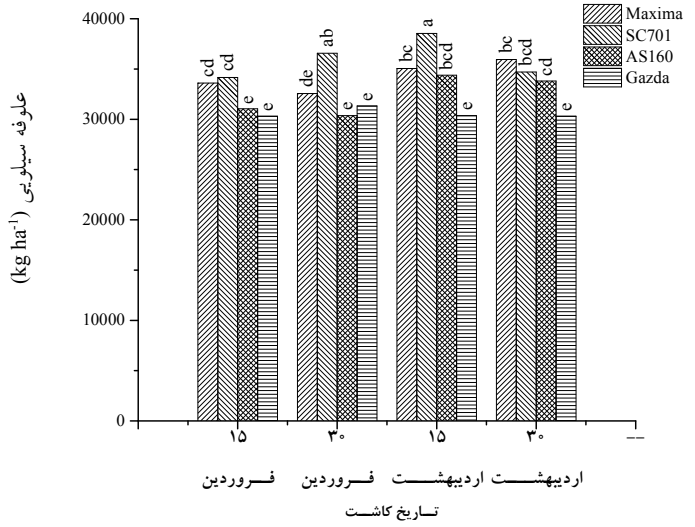
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تاریخ کشت و برهمکنش تاریخ کشت × هیبرید بر پروتئین علوفه معنی‌دار نبوده و تنها اثر هیبرید بر درصد پروتئین علوفه معنی‌دار بوده است (جدول ۲). هیبرید ماکسیما بیشترین درصد پروتئین علوفه را به خود اختصاص داد (شکل ۹). پروتئین علوفه بیشتر تحت تأثیر ویژگی هیبریدهای مورد بررسی بوده است و تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت. پژوهشگران اعلام کردند در صورتی‌که شرایط محیطی از قبیل تنش‌های زیستی و غیر زیستی طی دوره رشد گیاه رخ ندهند، ترکیبات بیوشیمیایی گیاه از جمله پروتئین‌ها تغییرات زیادی نشان نمی‌دهند و این صفت در شرایط بدون تنش، تحت تأثیر ژنتیک گیاه است (۱۸).

نتایج نشان داد تنها فیبرهای نامحلول در شوینده خنثی در بین هیبریدهای مورد بررسی تغییرات معنی‌داری داشت و کربوهیدرات‌های محلول در آب و فیبرهای نامحلول در اسید تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (جدول ۲). نتایج نشان داد کربوهیدرات‌های محلول در آب در بین تیمارهای تاریخ کشت، بین ۲۵ تا ۲۷ درصد و در بین هیبریدهای ذرت بین ۲۴ تا ۲۶ درصد متغیر بود. کربوهیدرات‌های محلول که بخش عمده‌ای از کربوهیدرات‌های غیر ساختاری را تشکیل داده‌اند، یکی از مهم‌ترین اجزای تعیین کننده علوفه هستند که وظیفه آن تهیه انرژی برای میکروارگانیزم‌های شکمبه دام و حفظ سلامت دستگاه گوارش دام است (۲۱). برخی پژوهشگران معتقدند که تغییرات کربوهیدرات‌های محلول ناشی از تغییرات میزان نیتروژن هیبریدها است (۳۱). همچنین مشخص شد فیبرهای نامحلول در شوینده اسیدی در بین تاریخ‌های کاشت، بین ۲۵ تا ۲۷ درصد و در بین هیبرهای ذرت مورد بررسی، بین ۲۴ تا ۲۷ درصد تغییر داشت. پژوهشگران بیان کردند درصد فیبرهای نامحلول در شوینده اسیدی بهترین شاخص برای بیان ارزش غذایی نسبت به فیبر خام و سلولز هستند (۳۰) و بالاتر بودن آن باعث افزایش هضم و خوش‌خوراکی علوفه می‌شود (۳). بیشترین و کمترین درصد فیبرهای غیر محلول در شوینده خنثی نیز در هیبریدهای سینگل کراس ۷۰۱ و AS۱۶۰ مشاهده شد (شکل ۹). به‌نظر می‌رسد که صفات پروتئین و فیبرهای نامحلول در شوینده خنثی بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و تحت تأثیر تاریخ کشت قرار نگرفتند. فیبر نامحلول در شوینده خنثی، شامل مجموع لیگنین، سلولز و همی‌سلولز است و معیاری برای اندازه‌گیری حجم دیواره سلولی است و با افزایش آن قابلیت هضم علوفه کاهش می‌یابد (۱۷).

**جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین وزن بوته، وزن بلال، نسبت وزنی بلال به بوته و عملکرد علوفه سیلویی هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های کاشت مختلف**

| تاریخ کشت | هیبرید | وزن بوته (گرم) | وزن بلال (گرم) | نسب وزن بلال به بوته |
|---|---|---|---|---|
| ۱۵ فروردین | Maxima | ۲۵۸/۶$^{cd}$ | ۱۰۰/۱$^{cd}$ | ۳۸/۷۰$^{abc}$ |
| | SC۷۰۱ | ۲۶۲/۸$^{cd}$ | ۱۰۰/۰$^{cd}$ | ۳۸/۰۴$^{cde}$ |
| | AS۱۶۰ | ۲۳۸/۸$^{e}$ | ۸۷/۶$^{e}$ | ۳۶/۶۸$^{f}$ |
| | Gazda | ۲۳۳/۲$^{e}$ | ۸۷/۷$^{e}$ | ۳۷/۶۲$^{ef}$ |
| ۳۰ فروردین | Maxima | ۲۵۰/۵$^{de}$ | ۹۷/۵$^{d}$ | ۳۸/۹۲$^{ab}$ |
| | SC۷۰۱ | ۲۸۱/۴$^{ab}$ | ۱۰۸/۴$^{b}$ | ۳۸/۵۱$^{abc}$ |
| | AS۱۶۰ | ۲۳۳/۶$^{e}$ | ۸۷/۹$^{e}$ | ۳۷/۶۱$^{de}$ |
| | Gazda | ۲۴۱/۰$^{e}$ | ۹۰/۷$^{e}$ | ۳۷/۶۳$^{de}$ |
| ۱۵ اردیبهشت | Maxima | ۲۶۹/۷$^{bc}$ | ۱۰۴/۵$^{bcd}$ | ۳۸/۷۳$^{abc}$ |
| | SC۷۰۱ | ۲۹۶/۵$^{a}$ | ۱۱۷/۳$^{a}$ | ۳۹/۵۴$^{a}$ |
| | AS۱۶۰ | ۲۶۴/۵$^{bcd}$ | ۱۰۰/۳$^{cd}$ | ۳۷/۹۳$^{cde}$ |
| | Gazda | ۲۳۳/۶$^{e}$ | ۸۹/۱$^{e}$ | ۳۸/۱۴$^{cde}$ |
| ۳۰ اردیبهشت | Maxima | ۲۷۶/۶$^{bc}$ | ۱۰۵/۳$^{bc}$ | ۳۸/۰۶$^{cde}$ |
| | SC۷۰۱ | ۲۶۷/۰$^{bcd}$ | ۱۰۰/۲$^{cd}$ | ۳۷/۵۴$^{de}$ |
| | AS۱۶۰ | ۲۶۰/۱$^{cd}$ | ۹۸/۵$^{cd}$ | ۳۷/۸۶$^{cde}$ |
| | Gazda | ۲۳۳/۲$^{e}$ | ۸۸/۹$^{e}$ | ۳۸/۱۱$^{bcd}$ |

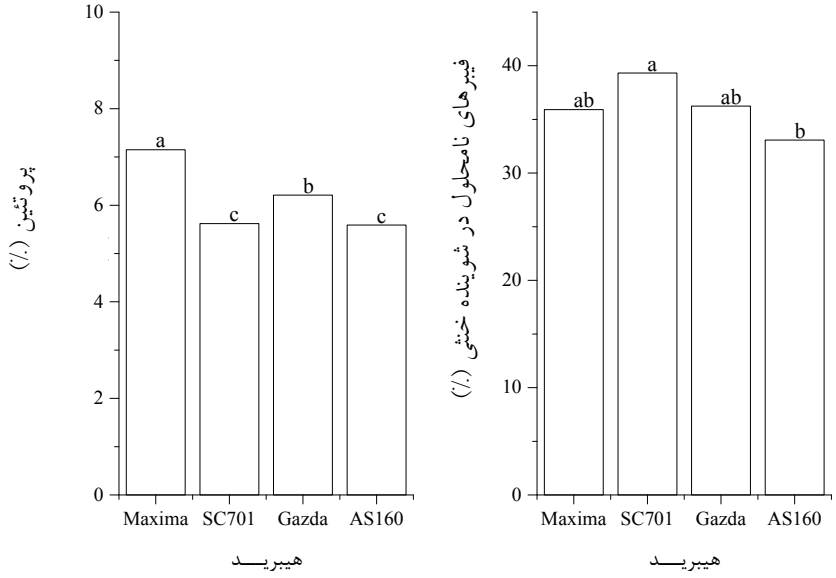
در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن ندارند.



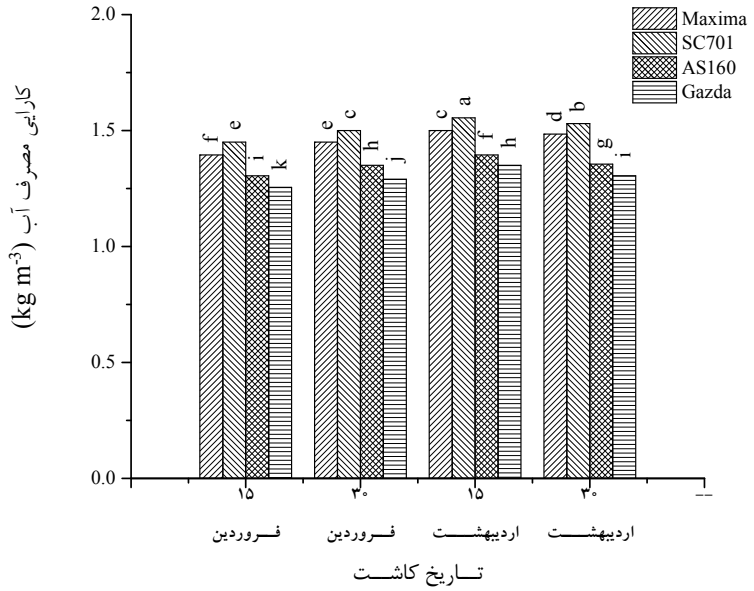

**شکل ۸. عملکرد علوفه سیلویی هیبریدهای ذرت در تاریخ کاشت‌های مورد بررسی. ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن ندارند.**

### کارایی مصرف آب

نتایج نشان داد تاریخ کشت، هیبرید و برهمکنش آنها بر کارایی مصرف آب اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲). بیشترین میزان کارایی مصرف آب در هر چهار تاریخ کاشت، از هیبرید سینگل کراس ۷۰۱ به‌دست آمد (شکل ۱۰). در واقع این هیبرید در مقایسه با سایر هیبریدهای مورد بررسی، به ازای هر واحد آب مصرفی، ماده خشک بیشتری تولید کرده است، این ویژگی به‌ویژه در شرایط کنونی منطقه ورامین، که به‌شدت با محدودیت منابع آب مواجه است اهمیت دارد زیرا که می‌توان با کشت این هیبرید، در ازای آب مصرفی ماده خشک بیشتری تولید کرد

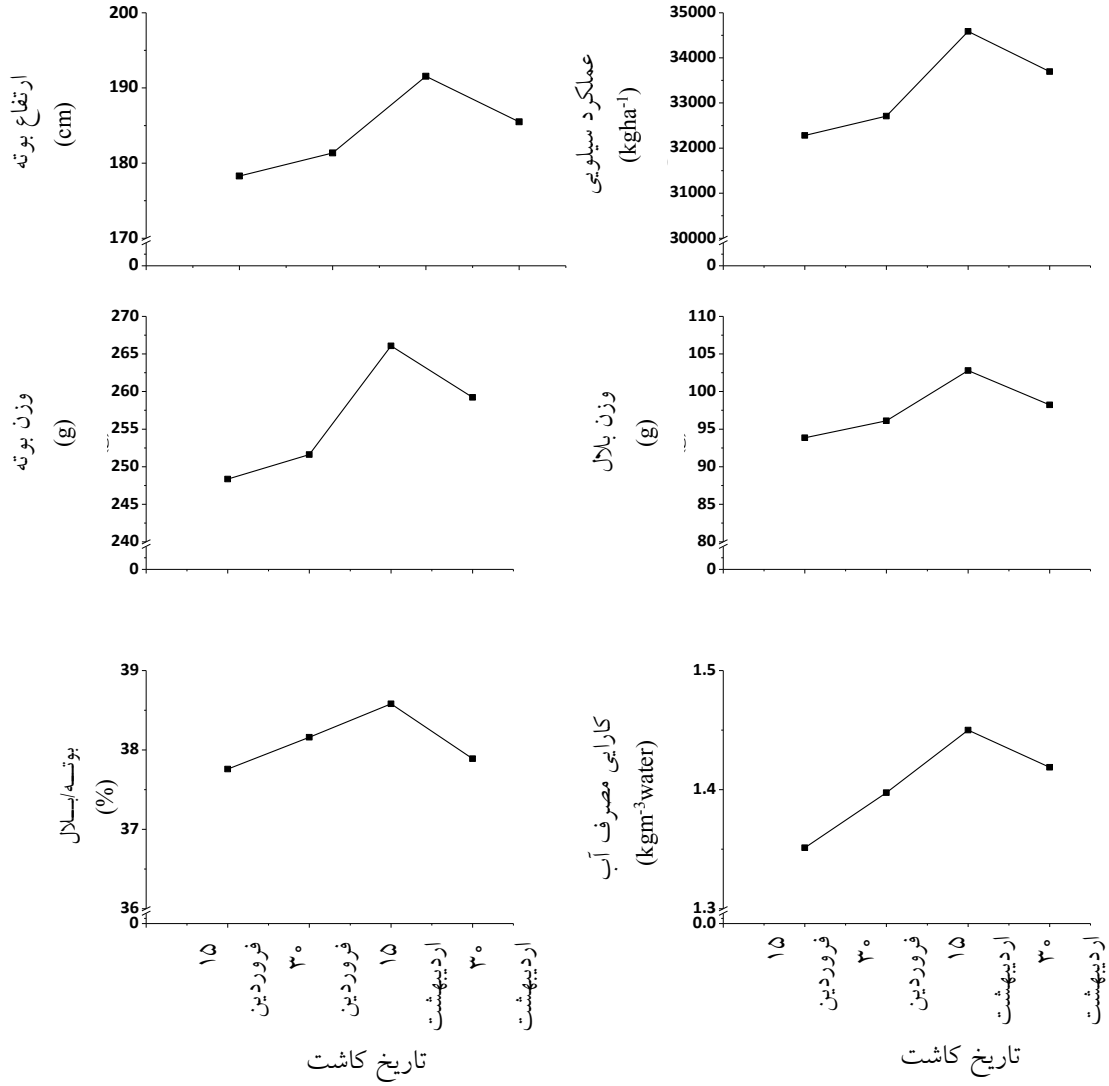



**شکل ۹. پروتئین علوفه و فیبرهای نامحلول در شوینده خنثی هیبریدهای ذرت. ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن ندارند.**




**شکل ۱۰. کارایی مصرف آب هیبریدهای ذرت در تاریخ‌های کاشت مختلف. ستون‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از آزمون دانکن ندارند.**

و یا به عبارت دیگر، این هیبرید به‌دلیل شاخص سطح برگ و سرعت رشد بالاتر (شکل ۲ و شکل ۴) ماده خشکی برابر سایر هیبریدها ولی با مصرف آب کمتر تولید می‌کند. سایر پژوهشگران نیز بیان کرده‌اند شرایط محیطی بهینه از نظر نور، دما و رطوبت باعث کارایی مصرف آب بالاتر می‌شود (۶) و گیاهانی که از شرایط محیطی و نهاده‌های در دسترس به‌صورت بهینه‌تری استفاده کنند در نهایت ماده خشک بیشتری در ازای مصرف میزان مشخصی آب تولید می‌کنند (۲۵).




**شکل ۱۱. ارتفاع بوته، عملکرد سیلویی، وزن بوته، وزن بلال، نسبت وزنی بلال به بوته و کارایی مصرف آب در تاریخ‌های کاشت مختلف**

همانطور که از نتایج آزمایش (شکل ۱۱) مشخص است میانگین ارتفاع بوته، عملکرد علوفه سیلویی، متوسط وزن بوته، وزن بلال، نسبت وزنی بلال به بوته و کارایی مصرف آب هیبریدهای مورد بررسی تا تاریخ کشت سوم (۱۵ اردیبهشت)، روند افزایشی و از آن پس روند کاهشی داشتند. این موضوع، به دلیل افزایش دما و هم‌زمانی دوره حساس گل‌دهی هیبریدها با هوای گرم اتفاق افتاده است. کاشت در تاریخ مناسب باعث می‌شود گیاه از شرایط محیطی (دما، نور و رطوبت) استفاده بهینه کرده و در نتیجه سایه‌انداز گیاه، در مقایسه با تاریخ کشت‌های نامناسب توسعه بیشتری خواهد داشت که منجر به افزایش شاخص سطح برگ خواهد شد (۱۶، ۳۲). همچنین گزارش شده است کاشت در تاریخ مناسب باعث دوام سطح برگ بالاتر خواهد شد (۲۲ و ۲۴).

از آنجا که دمای کمینه در تاریخ اول و در ۲۰ روز پس از کاشت پایین بوده است (کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد) همین موضوع باعث کاهش سرعت سبز شدن و کند شدن رشد اولیه در این تاریخ بوده است، از دیگر سو، هیبریدهای کشت شده در تاریخ کشت چهارم (۳۰ اردیبهشت) نیز در دوره حساس رشد به دماهای بالا (بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد) برخورد کرده و دوره رشدی و نموی آنها کوتاه‌تر شده و ازاین‌رو قابلیت رسیدن به پتانسیل رشد خود را نداشته‌اند، به نظر می‌رسد تاریخ مناسب

کشت در منطقه ورامین دربیشتر هیبریدها، ۱۵ اردیبهشت باشد که از سایر تاریخ کشت‌ها مساعدتر بوده است زیرا که در این تاریخ کاشت، هم دما برای سبز شدن نهال بذرها و رشد اولیه مساعد است و هم سایر مراحل حساس رشد گیاه، به دماهای خیلی بالا برخورد نکرده است. همچنین با بررسی شاخص‌های رشدی که مشخص شد که در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت، هیبریدها از نظر سرعت رشد نسبی، سرعت رشد گیاه، سرعت جذب خالص و تجمع ماده خشک نسبت به سایر تاریخ‌های کشت برتری داشته‌اند و این موضوع نشان‌دهنده مساعد بودن این شرایط دمایی برای رشد است.

## نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد بهترین تاریخ کشت برای دستیابی به بیشترین عملکرد علوفه سیلویی، برای هیبرید ماکسیما و AS۱۶۰، ۱۵ و ۳۰ اردیبهشت و سینگل کراس ۷۰۱، ۳۰ فروردین و ۱۵ اردیبهشت بود. هیبرید گازدا نیز در همه تاریخ‌های کشت از نظر آماری عملکرد علوفه یکسان و کمتر از سایر هیبریدها داشت البته عملکرد علوفه سیلویی آن در تاریخ کشت ۳۰ فروردین اندکی بیشتر از سایر تاریخ‌های کشت بود ولی این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در منطقه ورامین، احتمالاً کشت سینگل کراس۷۰۱ و هیبرید ماکسیما نسبت به دو هیبرید دیگر از نظر عملکرد علوفه سیلویی ارجحیت دارد و بیشترین پروتئین علوفه نیز مربوط به هیبرید ماکسیما است که اثبات قطعی آن نیاز به تکرار آزمایش در سال‌های بیشتری دارد.

## منابع مورد استفاده


1. Ahmadi, M., B. Kamkar, A. Soltani, A. Zeinali and R. Arabameri. 2010. The effect of planting date on duration of phonological phases in wheat cultivars and it's relation with grain yield. *Journal of Plant Production Research* 7(2): 109-122. (In Farsi).
2. Alilou, A. A., H. Fathi Ghooshieh and E. Mohamadi. 2012. The effect of sowing date and plant density on morphology, phenology and yield variables of maize hybrids in Bonab Region. *Agricultural Science and Sustainable Production* 22(2): 1-12. (In Farsi).
3. Almodares, A., M. Jafarinia and M. R. Hadi. 2009. The effect of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. *American Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science* 6: 441-446.
4. Amiri Deh Ahmadi1, S. R., M. Parsa, A. Nezami and A. Ganjeali. 2010. The Effects of Drought Stress at Different Phenological Stages on Morphological Traits and Yield Components of a Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Greenhouse Conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research* 1(2): 68-84. (In Farsi).
5. Banaei, T. and M. Basafa. 2007. Investigation and Comparison of Final Yield in Silage Corn Hybrids. Final Report of Corn and Forage Crops Department. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. (In Farsi).
6. Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research* 56: 1159-1168.
7. Choukan, R. and H. Hasanzadeh Moghadam. 2010. Heat units' requirenment of different maturing maize (*Zea mays* L.) hybrids based on thermal indices in Mashhad. *Agroecology* 2(2): 278-286. (In Farsi).
8. Choogan, R. 2004. Corn Production. Agriculture Research and Education Organization. Tehran, Iran.
9. Darby, M. H. and J. G. Lauer. 2002. Planting date and hybrid in fluence on corn forage. *Canadian Agronomy Journal* 98: 281-289.
10. Dehghanpour, Z. and A. Vahdat. 1996. Evaluating the combined effects of planting date and plant density on yield of maize silage in Mashhad. *Seed and Plant* 2: 30-35. (In Farsi).
11. Densley, R. J., G. M. Austin, I. D. Williams, R. Tsimba and G. O. Edmeades. 2006. Maize silage and winter crop options to maximise dry matter and energy for NZ dairy systems. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 68: 193-197.
12. Emam, Y. 2007. Cereal Production. Shiraz University Press, Shiraz. (In Farsi).
13. Emam, Y. and M. Niknezhad. 2004. Introduction to Crop Yield Physiology. Shiraz University Press. Shiraz. (In Farsi).
14. Estakhr, A. and R. Chokan. 2006. Effect of planting date on grain yield and its components and reaction to important maize viruses in Fars province in some exotic and Iranian maize hybrids. *Seed and Plant Production* 22(2): 167-183. (In Farsi).

15. Gardner, F. P., R. B. Pearce and R. L. Mitchell. 2003. Physiology of Crop Plants. Iowa: Iowa State University Press. Iowa.
16. Goldani, M. and P. Razavi Moghadam. 2006. Effects of different irrigation regimes and sowing date on growth and phenological characteristics of three varieties of dry land and irrigated in Mashhad. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 14: 1-12. (In Farsi).
17. Halil, Y., M. Dasci and M. Tan. 2009. Evaluation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding Yield and quality. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8(7): 1337-1342.
18. Hall, A. E. 2001. Crop Responses to Environment. CRC Press. Boca Raton London New York Washington, D.C.
19. Karimi M. and M. Azizi. 1994. Growth Analysis of Crop Plants. Mashhad University Jihad. Mashhad.
20. Khodadadi, H. 2000. Effect of row spacing and planting date on yield of hybrid corn silage in Shahrekord. *Seed and Plant* 16: 52-65. (In Farsi).
21. Lithourgidis, A. S., I. B. Vasilakoglou, K. V. Ohima, C. A. Dordas and M. D. YIakoulaki. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research* 99: 106-113.
22. Lopez – Bellido, F. J., R. J. Lopez – Bellido, S. K. Khalil and L. Lopez – Bellido. 2008. Effect of planting date on winter kabuli chickpea growth and yield under rain fed Mediterranean conditions. *Agronomy Journal* 100: 957-964.
23. Mosavi, K., P. Pezshek Poor and M. Shahvardi. 2006. Effects of planting date, crop variety and weed interference on yield and yield components of dryland chickpea (*Cicer arientinum* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science* 40: 167-176. (In Farsi).
24. Oktem, A., A. E. Oktem and Y. Coskun. 2004. Determination of sowing dates of sweet corn (*Zea mays* L. Saccharata sturt.) under Sanliurfa Conditions. *Turkish Journal of Agriculture* 28: 83-91.
25. Pessarakli, M. 2011. Hand Book of Plant and Crop Stress. 3 Edition. CRC Press. CRC Press. Madison Avenue, New York.
26. Rahmani, A., M. Nasrollah Alhossaini and S. Khavari Khorasani. 2014. Evaluation of sowing date, plant density and harvest method on growth a yield of salad maize (*Zea maize* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 12(3): 526-534. (In Farsi).
27. Sadras, V. O. and D. F. Calderini. 2009. Crop Physiology, Applications for Genetic Improvement and Agronomy. Academic Press, USA.
28. Smith, D. L. and V. S. Hamel. 2005. Crop Yields, Physiology and Processes. Translation by Emam, Y. and M. J. Seghatoleslami. Shiraz University Press, Shiraz. (In Farsi)
29. Steinberg, C. E. W. 2012. Stress ecology, Environmental Stress as Ecological Driving Force and Key Player in Evolution. Springer Dordrecht Heidelberg, New York.
30. Van Soest, P. J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant, OSB. Books, Inc. Corvallis, OR.
31. Ward, J. D., D. D. Redfearn, M. E. McCormick and G. J. Cuomo. 2001. Chemical composition, ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer annual forage in a subtropical double cropping system with annual ryegrass. *Journal of Dairy Science* 84: 177-182.
32. Williams, M. M. and J. L. Lindquist. 2007. Influence of planting date and Weed interference on sweet corn growth and development. *Agronomy Journal* 99: 1066-1072.

**Journal of Crop Production and Processing**
**Vol. 8, No. 4, Winter 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.**

# Evaluation of Growth Indices and Qualitative Traits of Maize Hybrids at Different Sowing Dates in Varamin, Iran

**H. A. Karimzadeh Soureshjani[1], M. R. Tadayon[2]*, M. Shalalvand[3] and Y. Fardi[3]**

(Received: January 13-2018 ; Accepted: March 6-2018)

## Abstract

In order to evaluate the suitability of maize hybrids in different planting dates, an experiment was conducted as split plot in JalilAbad, Varamin, Iran in 2015. Main and sub plots were planting date (D1: April 4, D2: April 19, D3: May 5, D4: May 20) and maize hybrids (H1: Gazda, H2: Maxima, H3: KSC 701, H4: AS160) respectively. Results indicated that there was variation between hybrids in terms of leaf area index (LAI), dry matter, crop growth rate (CGR), relative growth rate (RGR) and net assimilation rate (NAR) in different planting dates. Also results showed that the effects of planting date, hybrid and planting date × hybrid interaction on plant height, plant weight, ear weight, ear/plant weight ratio, silage yield and water use efficiency were significant. Among the qualitative traits examined, the effects of hybrid on protein and neutral detergent soluble fiber were significant. The best planting date for achieving the highest silage yield of hybrids Maxima and AS160 were May 5 and 20, but for KSC 701 was April 19 and May 5. However hybrid Gazda had a similar yield in all planting dates. It was concluded that even though cultivation of KSC701 and Maxima seems preferable in terms of silage yield but repeating this experiment in further years is necessary for a solid recommendation.

**Keywords**: Growth Analysis, Protein, Water Use Efficiency

1. Researcher of Crop Physiology, Etka Research and Innovation Center, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran,
3. MSc. in Agronomy, Iranian Modern Farms, Tehran, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mrtadayon@yahoo.com