[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]

اثر پرایم بذر در مزرعه و شیوهٔ کاربرد کود سولفات روی بر بعضی شاخص‌های رشد دو رقم ذرت در همدان

محمدعلی ابوطالبیان [۱*] و فاطمه مقیثایی [۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۲۵)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر پرایم بذر در مزرعه و شیوهٔ مصرف سولفات روی بر بعضی شاخص‌های رشد ذرت در همدان، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا اجرا شد. فاکتور اول شیوه‌های مصرف سولفات روی در چهار سطح شاهد، پخش سطحی، مصرف نواری و محلول‌پاشی و فاکتور دوم شامل پرایمینگ بذر و تیمار شاهد و فاکتور سوم نیز دو رقم ذرت میان‌رس اس‌سنسور و بیاریس بود. نتایج نشان داد پرایم بذر به‌همراه محلول‌پاشی سولفات روی حداکثر شاخص سطح برگ را به ۴/۵ رسانید که در مقایسه با تیمار عدم مصرف سولفات روی و عدم پرایم ۴۸ درصد بیشتر بود. در رقم بیاریس مصرف نواری سولفات روی و در رقم اس‌سنسور محلول‌پاشی سولفات روی توانست بالاترین ماده خشک را ایجاد کند. در مجموع مصرف نواری یا محلول‌پاشی سولفات روی در رقم بیاریس به‌ویژه همراه با پرایم بذر از طریق افزایش سرعت رشد، سرعت فتوسنتز خالص و سرعت نسبی رشد، عامل عمده‌ای در بالاتر شدن ماده خشک به‌میزان ۱۴۷۷/۳۳گرم در مترمربع در مصرف نواری و ۱۳۲۳/۳۳گرم در مترمربع درحالت محلول‌پاشی بود. سرعت رشد در بیاریس و سرعت رشد نسبی در هر دو رقم بیشتر تحت تأثیر شیوه مصرف سولفات روی بود. سرعت فتوسنتز خالص در شرایط عدم پرایم بذر در هر دو رقم با مصرف نواری و در حالت پرایم با مصرف محلول‌پاشی سولفات روی نتیجه بهتری نشان داد. پرایم بذر و محلول‌پاشی سولفات روی به‌ترتیب عدد اسپاد را ۶/۲ و ۳۰/۵ درصد افزایش دادند. به‌طورکلی نتایج آزمایش بیانگر تأثیر مثبت پرایمینگ و مصرف کود سولفات روی بر شاخص‌های رشد ذرت بود.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، ذرت، سولفات روی، شاخص رشد

۱ و ۲. به‌ترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: aboutalebian@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]

مقدمه

ذرت گیاهی است که کشت آن از ارتفاع پایین‌تر از سطح دریا تا ارتفاع بیش از ۳۷۰۰ متر و در عرض‌های جغرافیایی ۶۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی، مناطق خشک تا مرطوب، سرد تا گرم و نیز در خاک‌های شنی تا رسی امکان‌پذیر است (۲۰) و به‌دلیل دارا بودن حدود ۵۰۰ نوع محصول جنبی مورد توجه تولیدکنندگان قرار گرفته است (۲۵).

تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که پرایمینگ بذور گیاهان زراعی می‌تواند سبب افزایش شاخص سطح برگ (۱۱) سرعت رشد محصول (۹) و افزایش وزن خشک گیاه (۳) گردد. پرایمینگ مزرعه‌ای بذر (On farm seed priming) یکی از انواع روش‌های پرایمینگ می‌باشد که به‌دلیل کم هزینه بودن به‌طور وسیعی استفاده می‌شود. این روش به‌وسیله کشاورزان برای تعدادی از محصولات زراعی مانند گندم، نخود و ذرت به‌کار گرفته شده است. در این روش بذور بعد از قرار گرفتن در آب یا محلول‌های غذایی در مدت زمان معینی، به‌صورت سطحی خشک و بلافاصله کشت می‌شوند (۹ و ۱۱). در اثر اعمال تیمارهای پرایمینگ بذر، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی تحریک شده و سبب بهبود سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی رویش بوته‌ها، جوانه‌زنی تحت شرایط متنوع محیطی، بهبود بنیه و رشد گیاهچه می‌شود (۱، ۲، ۳ و ۸). هم‌چنین سرعت رشد و توسعه ریشه در گیاهان حاصل از بذرهای پرایم شده بیشتر می‌باشد، به‌طوری‌که تقسیمات سلولی در کلاهک ریشه در این شرایط شدت بیشتری داشته و این مسئله در کنار جذب بهتر آب و مواد غذایی سبب بهبود رشد گیاه می‌گردد (۱۰). دادرسی و همکاران (۵) بیان کردند اعمال تیمار پرایمینگ بذر در مزرعه باعث بهبود مقاومت و عملکرد بهتر گیاه در شرایط کمبود آب گردید. پرایم کردن بذر با محلول‌های اوره و سولفات روی باعث افزایش سرعت و توان سبز شدن گیاهچه‌های ذرت گردید (۱۸). با پرایم کردن بذرها به‌ویژه با آب و محلول اوره می‌توان در منطقه همدان کشت را زودتر انجام داد تا امکان طولانی‌تر شدن فصل رشد و اجتناب از سرمای زودرس پاییزه را به‌منظور افزایش تولید فراهم نمود (۲۳). هم‌چنین گزارش شده است که پرایمینگ بذر همراه با کاربرد سه مرحله‌ای کود نیتروژن باعث بهبود شاخص‌های رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ گردید (۳۱).

روی یکی از مهم‌ترین عناصر ریزمغذی است و کمبود آن در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران دیده می‌شود. بیشتر از ۶۰ درصد زمین‌های زراعی ایران دارای کمبود روی هستند که باعث کاهش ۵۰ درصدی محصول می‌شود (۱۵ و ۱۹). ملکوتی (۱۵) گزارش کرد دلایل اصلی کمبود روی در خاک‌های کشاورزی ایران عبارتند از آهکی بودن خاک‌های زراعی، pH بالا، مصرف فراوان کودهای شیمیایی، غلظت بالای بی‌کربنات در آب آبیاری، تنش خشکی و شوری، مواد آلی کم در خاک، استمرار خشکسالی و عدم استفاده از کودهای حاوی روی.

ابرادور و همکاران (۲۶) نیز آهکی بودن خاک‌ها را عامل مهمی در کاهش جذب روی معرفی کرده‌اند. کاکمک (۴) اعلام نمود کمبود ناشی از روی سبب اختلال در متابولیسم سلولی می‌گردد و موجب خسارت به پروتئین‌های غشاء کلروفیل و اسیدهای نوکلئیک و آنزیم‌ها می‌شود که در نهایت رشد را مختل می‌کند.

محلول‌پاشی و تغذیه برگی کود سولفات روی یکی از روش‌های کارآمد کوددهی است که عناصر غذایی را در اسرع وقت و به‌طور مستقیم در اختیار شاخه و برگ و میوه قرار می‌دهد (۲۷). یکی از نقش‌های مهم روی شرکت در سنتز اکسین می‌باشد. مارشنر (۱۹) متوقف شدن رشد و ریزبرگی را بیشتر به‌دلیل اختلال در تولید اکسین به‌ویژه ایندول استیک اسید می‌داند. استفاده از کودهای محتوی روی هم به‌صورت مصرف خاکی و هم محلول‌پاشی در کشورهای توسعه یافته عادی شده است، درصورتی‌که مصرف آن در کشورهای در حال توسعه بسیار کم انجام می‌شود (۱۱). یانگ و همکاران (۳۶) گزارش کردند مصرف برگی عناصر کم‌مصرف، تیمار بذری و مصرف خاکی عناصر ریزمغذی روی و منگنز می‌تواند باعث افزایش عملکرد و وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت شود ولی بهترین

روش در این بین تلفیق سه روش فوق با یکـدیگر اسـت. حـد بحرانی مقدار روی با روش عصاره‌گیـری دی‌اتـیلن تـری‌آمـین پنتااستات (DTPA) در خاک‌های زراعی حدود ۱/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم است (۱۷).

در خاک‌های آهکـی تثبیـت روی سـبب کـاهش تحـرک و جذب این عنصر غذایی می‌گردد (۱۴ و ۱۵). لذا هر روشی کـه بتواند در افزایش جذب و کاهش تثبیت آن در خاک عمل کنـد، می‌تواند منجر به بهبود رشد گیاه گردد. گسترش سریع سیسـتم ریشه گیاه و مصرف نواری یا محلول‌پاشی عنصر روی می‌تواند راه‌کار مهمی در این زمینه محسوب گردد. ملکـوتی و ضـیائیان (۱۶) اظهار داشتند کـه در خـاک‌هـای آهکـی محلـول‌پاشـی و مصرف نواری عناصر ریزمغذی از جمله روی به‌علـت برطـرف نمودن سریع کمبود، کاهش تثبیت در خاک، و مقرون بـه‌صـرفه بودن مناسب‌تر است. سیدشریفی و همکاران (۳۲) بیـان کردنـد به‌منظور افزایش میزان پروتئین و روی دانه و بالا بـردن کمیـت این صفات تحت شرایط آزمایش بـه‌کـارگیـری سـولفات روی به‌میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار مناسب می‌باشد. ساجدی و مدنی (۳۰) گزارش کردند با مصرف مایکوریزا و کاربرد ۴۵ کیلـوگرم در هکتار سولفات روی در مزرعه ذرت مـی‌تـوان بـه عملکـرد مطلوب دست یافت. مصرف خاکی سولفات روی بـه‌میـزان ۴۰ کیلـوگرم در هکتـار بـه روش نـواری بـه‌همـراه دو مرحلـه محلول‌پاشی سولفات روی سبب ایجاد بالاترین عملکرد دانه در منطقه دزفول شده است (۲۱). هدف از این مطالعه بررسی تأثیر شیوه‌های مختلف مصرف کود سـولفات روی و اثـر پرایمینـگ بذر در مزرعه بر روی برخـی شـاخص‌هـای رشـد و شـاخص کلروفیل دو رقم ذرت میان‌رس در همدان بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر پرایمینگ بذر در مزرعه و شیوه‌های مصرف کود سولفات روی بر برخی از شاخص‌های رشد دو رقم ذرت، آزمایشی درسال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکدهٔ کشـاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان با ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سـطح دریـا و مختصات عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی انجام شد. منطقـه مـورد بررسی از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه خشک و سرد، با میانگین بارندگی سالیانه ۳۳۳ میلـی‌لیتـر و متوسـط درجـه حـرارت ۲۴ درجه سانتی‌گراد در گرم‌ترین ماه سال براساس آمار هواشناسـی ۵۵ ساله است.

این آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به‌صورت فاکتوریل با سه عامل پرایمینگ مزرعه‌ای بـذر، شـیوه کاربرد کود سولفات روی و دو رقم ذرت طراحی شد که عامل پرایمینگ دارای دو سطح پـرایم و عـدم پـرایم، شـیوهٔ کـاربرد سولفات روی دارای چهار سطح (پخش سطحی کود در خـاک، مصرف نواری، محلول‌پاشی و عدم مصرف کود) و عامـل رقـم نیز شامل دو رقم ذرت میان‌رس اس‌سنسور (ES-SENSOR) و بیاریس (BIARIS) بود. رقم اس‌سنسور از گروه رسـیدگی ۴۱۰ فائو، تریپل کراس، مقاوم به خشکی و ورس و رقـم بیـاریس از گـروه رسـیدگی ۴۹۰ فـائو، سـینگل کـراس، مقـاوم بـه کـرم ساقه‌خوار بـا حساسـیت کـم بـه فوزاریـوم و مقـاوم بـه ورس می‌باشـد (۷). ارقـام مـورد اسـتفاده از مرکـز تحقیقـات جهـاد کشاورزی همدان تهیه گردید. در تیمار پرایمینگ مزرعه‌ای بذور هر دو رقم ذرت به‌مدت ۱۸ ساعت در آب خیسانده شد و بعد به‌صورت سطحی خشک و بلافاصله کشت گردید (۱۱). در هر کرت ۶ ردیف کشت بـه طـول ۷ متـر و فاصـله ردیـف‌هـا ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، عمق کشت ۵ سانتی‌متر بود. هر دو رقم ذرت با تراکم کشت ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار کشـت شـدند. فاصله بین کرت‌ها ۱۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها نیـز دو متر در نظر گرفته شد. میزان مصرف کـود سـولفات روی طبـق نتایج آزمون خاک مزرعه (جـدول ۱) ۵۰ کیلـوگـرم در هکتـار تعیین گردید.

در تیمار پخـش سـطحی، سـولفات روی در زمـان کاشـت به‌میزان ۱۵۷ گرم در سطح هر کرت پخش و با خـاک مخلـوط شد. در مصرف نواری نیز در هر ردیف کاشت به‌میزان ۲۶ گرم سولفات روی در هنگام کاشت کنار بذور ذرت قـرار داده شـد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	نیتروژن کل (٪)	روی (ppm)	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (٪)
۳۵	۴۵	۲۰	لومی رسی	۸/۲	۲۲۰	۰/۱	۰/۸۸	۷/۸	۰/۴	۰/۷

تیمار محلول‌پاشی سولفات روی هم صبح زود در دو زمان ۴۵ و ۶۰ روز بعد از کاشت با غلظت پنج در هزار انجام گرفت (۱۷).

جهت آماده‌سازی زمین مورد آزمایش، یک شخم عمیق قبل از کاشت و دو مرحلهٔ دیسک‌زنی عمود بر هم انجام شد. سپس زمین توسط ماله مسطح گردید و با شیارساز به‌صورت جوی و پشته در آورده شد. طبق توصیه کودی براساس نتایج آزمایش خاک (جدول ۱) میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در سه مرحله کاشت، ۸ برگی و ظهور گل‌آذین نر مصرف شد، هم‌چنین ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز سوپرفسفات تریپل در زمان کاشت به‌صورت نواری استفاده گردید. تاریخ کشت در اوایل خرداد ۱۳۹۱ بود. نمونه‌برداری تخریبی به‌منظور محاسبه شاخص‌های رشدی از روز سی‌ام پس از سبز شدن به فاصله هر ۱۴ روز انجام شد. در هر بار نمونه‌برداری از هر کرت ۵ بوته به‌طور تصادفی برداشت و سطح برگ و ماده خشک آنها اندازه‌گیری شد. برای محاسبه سطح برگ‌ها (S) از رابطهٔ ۱ استفاده شد (۶).

$$S = L \times W \times 0.75 \quad (1)$$

سپس برگ‌ها و ساقه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد آون قرار گرفتند و توزین شدند. برای تعیین روند تغییرات ماده خشک کل (TDM)، شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت فتوسنتز خالص (NAR)، سرعت رشد گیاه (CGR) و سرعت رشد نسبی (RGR) از روابط ۲ تا ۶ استفاده شد (۱۳).

$$TDW = Exp\ (a + b\ x + c\ x^2) \quad (2)$$

$$LAI = Exp\ (a + b'\ x + c'\ x^2) \quad (3)$$

$$NAR = (b + 2\ c\ x) \times Exp\ [\ (a - a'\ ) + (b - b'\ )\ x + (c - c'\ )\ x^2] \quad (4)$$

$$CGR = NAR \times LAI \quad (5)$$

$$RGR = b + 2\ c\ x \quad (6)$$

L: طول برگ، W: حداکثر عرض برگ، a، b، c، a'، b' و c': ضرایب معادلات رگرسیونی، x: تعداد روز پس از کاشت

در این مطالعه داده‌های مربوط به پیک منحنی‌های شاخص سطح برگ، وزن خشک کل، سرعت رشد گیاه و هم‌چنین داده‌های روز شصت‌ام پس از کاشت (زمان پیک سرعت رشد محصول) مربوط به سرعت فتوسنتز خالص و سرعت رشد نسبی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری عدد اسپاد در مرحلهٔ خمیری از کلروفیل‌سنج دستی (SPAD-502, Minolta) استفاده شد (۵، ۲۳ و ۳۱). دستگاه، قبل از اندازه‌گیری کالیبره شد و برای تعیین دقیق عدد اسپاد از هر کرت ۳۰ برگ که در وسط کرت‌ها قرار داشتند تعیین و از قسمت وسط نیمه مجاور رگبرگ اصلی، قرائت عدد اسپاد انجام و میانگین این اعداد به‌عنوان اسپاد آن کرت در نظر گرفته شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه‌های آماری لازم با استفاده از نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از روش حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI)

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس مربوط به حداکثر شاخص سطح برگ (جدول ۲) نشان داد که اثرات اصلی پرایمینگ بذر و شیوهٔ مصرف سولفات روی در سطح ۵ درصد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]

جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	حداکثر شاخص سطح برگ	حداکثر تجمع مادهٔ خشک	حداکثر سرعت رشد محصول	سرعت فتوسنتز خالص در روز شصت‌ام کاشت	سرعت رشد نسبی در روز شصت‌ام کاشت	عدد اسپاد
تکرار	۲	۰/۱۲^{ns}	۱۱۱۹۸۷/۴۹**	۴/۲۳^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۴*	۱۵/۹۸^{ns}
پرایم	۱	۱/۳۶*	۲۰۰۶۵۴۹/۹۹**	۲۵۳۳/۰۱**	۱۶۳/۶۵**	۰/۰۰۰۶**	۱۲۳/۸۰**
سولفات	۳	۰/۹۲*	۱۷۳۱۷۹/۹۶**	۸۹/۹۶**	۱۶/۶۴**	۰/۰۰۰۰۴*	۸۹/۲۸**
رقم	۱	۰/۰۱^{ns}	۱۰۷/۴۳^{ns}	۲۷/۷۰^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۳۶^{ns}
پرایم × سولفات	۳	۳/۱۱**	۱۹۲۸۸/۷۲^{ns}	۱۵۰/۹۲**	۱/۸۸^{ns}	۰/۰۰۰۰۳*	۱۵/۰۱^{ns}
رقم × سولفات	۳	۰/۰۸^{ns}	۴۱۳۱۴/۲۲*	۳/۳۸^{ns}	۱/۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۴۲^{ns}
پرایم × رقم	۱	۰/۳۳^{ns}	۳۱۷۵۹/۵۷^{ns}	۰/۸۱^{ns}	۸/۲۰**	۰/۰۰۰۰۴*	۱/۲۲^{ns}
پرایم × سولفات × رقم	۳	۰/۱۷^{ns}	۶۴۰۳۷/۰۱**	۲۵/۵۰*	۱۷/۳۰**	۰/۰۰۰۱**	۰/۴۰^{ns}
خطا	۳۰	۰/۲۶	۱۴۰۷۸/۱۳	۷/۷۱	۱/۷۴	۰/۰۰۰۰۱	۷/۳۰
ضریب تغییرات (٪)		۱۴/۶۸	۱۱/۴۴	۸/۸۲	۱۴/۷۲	۷/۸۶	۵/۱۲

ns، *، **، به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

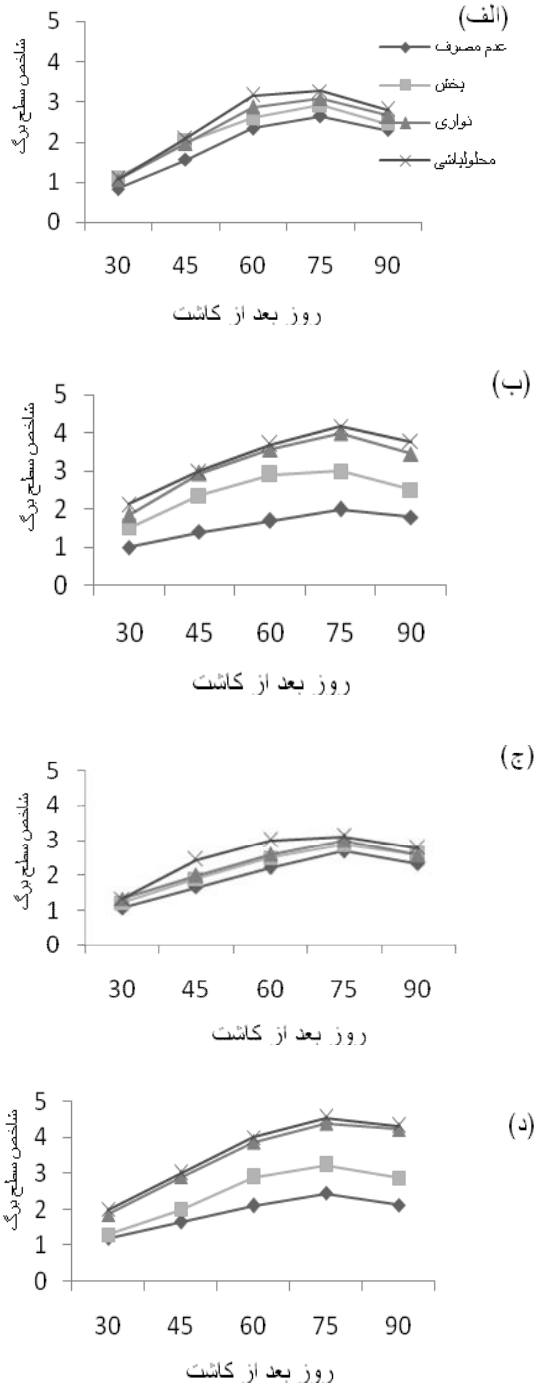
جدول ۳. اثر پرایمینگ و شیوهٔ مصرف سولفات روی بر حداکثر شاخص سطح برگ

پرایمینگ	شیوهٔ مصرف سولفات روی	حداکثر شاخص سطح برگ
	عدم مصرف	۳/۰۴
عدم	پخش	۳/۲۰
پرایم	نواری	۳/۵۰
	محلول‌پاشی	۳/۶۲
	عدم مصرف	۲/۷۴
پرایم	پخش	۳/۳۹
شده	نواری	۴/۰۸
	محلول‌پاشی	۴/۵۰
	$LSD_{5\%}$	۰/۶

و برهمکنش آن دو در سطح آماری ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار است. همان‌طوری‌که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، ترکیب پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی کود سولفات روی دارای بیشترین تأثیر بر حداکثر شاخص سطح برگ بوده است.

شاخص سطح برگ نشانگر ظرفیت فتوسنتزی گیاه بوده و به تعداد و اندازه برگ‌ها در هر مرحله از رشد بستگی دارد. شاخص سطح برگ، برابر قانون ربح مرکب افزایش می‌یابد، کمی قبل از گل‌دهی به بیشترین میزان خود می‌رسد و بعد از آن به‌علت انتقال مواد فتوسنتزی برگ‌ها به اندام‌های زایشی و در نهایت پژمرده شدن و ریزش برگ‌های پایین‌تر پوشش گیاهی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]



شکل ۱. روند تغییرات شاخص سطح برگ در رقم اس‌سنسور پرایم نشده (الف) رقم اس‌سنسور پرایم شده (ب) رقم بیاریس پرایم نشده (ج) رقم بیاریس پرایم شده (د)

در دوره پُر شدن دانه رو به کاهش می‌گذارد (۲۹).

براساس داده‌های شکل ۱ شاخص سطح برگ در کلیه تیمارها با افزایش تعداد برگ و افزایش اندازه برگ‌ها تا رسیدن به مقدار بیشینه روند صعودی دارد و بعد از این مرحله شیب نمودار نزولی می‌شود که با نتایج گزارش شده توسط صدیق و همکاران (۳۳) نیز هماهنگ است. با توجه به شکل ۱ و جدول ۳ مشاهده می‌شود که پرایمینگ بذر سبب تمایز بیشتری بین تیمارهای شیوهٔ مصرف سولفات روی شده است. از آنجا که پرایم کردن عاملی در افزایش سطح برگ عنوان شده است (۲۲ و ۳۵) و در این تحقیق نیز این نتیجه مشاهده شد (جدول ۲) به‌نظر می‌رسد در تیمار پرایمینگ به‌دلیل افزایش سطح برگ‌ها، محلول‌پاشی عناصر غذایی مناسب‌تر باشد، هرچند که مصرف نواری سولفات روی نیز در حالت پرایم شده با شیوهٔ محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳) که خود می‌تواند به‌دلیل گسترده‌تر بودن سیستم ریشه گیاهان پرایم شده و در نتیجه سطح تماس بیشتر با خاک باشد (۲).

روند تجمع ماده خشک (TDM)

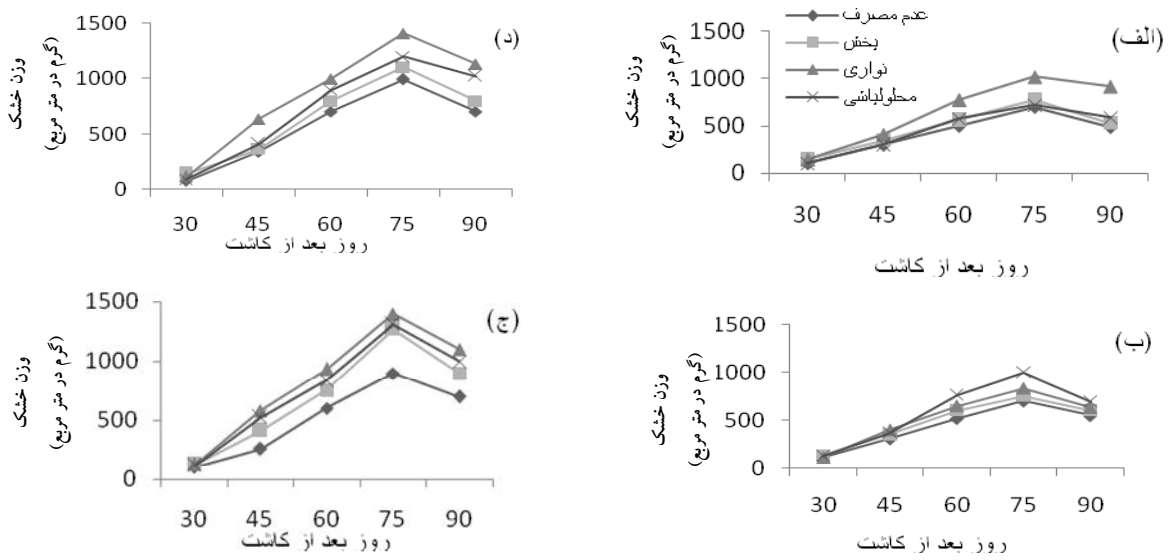
نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس مربوط به حداکثر مادهٔ خشک نشان داد که اثرات اصلی پرایمینگ بذر در مزرعه و شیوهٔ مصرف سولفات روی و برهمکنش سه عامل پرایمینگ، رقم و شیوهٔ مصرف سولفات روی در سطح آماری ۱ درصد و برهمکنش رقم در شیوهٔ مصرف سولفات روی در سطح ۵ درصد بر حداکثر مادهٔ خشک معنی‌دار است (جدول ۲).

با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که حداکثر تجمع وزن خشک در رقم بیاریس به‌صورت پرایم شده و مصرف نواری کود سولفات روی به‌دست آمد. در شکل ۲ نیز ملاحظه می‌شود روند تجمع مادهٔ خشک در ابتدای مراحل رشد کند بود سپس به سرعت افزایش یافت و در نهایت ثابت شد و رو به کاهش گذاشت. تجمع مادهٔ خشک در مراحل اولیه رشد گیاه به‌دلیل کم بودن سطح برگ به‌عنوان سطوح دریافت کنندهٔ تشعشع خورشیدی آهسته بوده است، ولی با گسترش سطح برگ،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]

جدول ۴. اثرات پرایمینگ، شیوهٔ مصرف سولفات روی و رقم بر حداکثر تجمع ماده خشک و حداکثر سرعت رشد محصول

پرایمینگ	رقم	شیوه مصرف سولفات روی	حداکثر تجمع ماده خشک (گرم بر مترمربع)	حداکثر سرعت رشد محصول (گرم بر مترمربع در روز)	سرعت فتوسنتز خالص در روز شصت‌ام کاشت (گرم بر مترمربع در روز)	سرعت رشد نسبی در روز شصت‌ام کاشت (گرم بر گرم در روز)
عدم پرایم	اس‌سنسور	عدم مصرف	۷۱۱/۶۹	۲۲/۹۰	۴/۷۹	۰/۰۲۹
		پخش	۷۶۷/۷۶	۲۴/۰۹	۶/۳۸	۰/۰۳۸
		نواری	۱۰۲۹/۹۴	۲۵/۴۷	۹/۷۸	۰/۰۳۹
		محلول‌پاشی	۷۲۰/۹۳	۲۷/۹۹	۶/۶۱	۰/۰۴۱
	بیاریس	عدم مصرف	۹۸۵/۷۸	۳۲/۱۷	۸/۵۰	۰/۰۴۱
		پخش	۱۳۱۶/۳۸	۳۷/۱۱	۱۰/۵۱	۰/۰۴۳
		نواری	۱۳۹۱/۲۳	۴۲/۵۳	۱۲/۵۳	۰/۰۴۶
		محلول‌پاشی	۱۲۹۲/۳۸	۴۲/۷۳	۱۱/۹۹	۰/۰۴۸
پرایم شده	اس‌سنسور	عدم مصرف	۷۲۲/۹۹	۱۹/۷۶	۵/۵۱	۰/۰۳۴
		پخش	۷۸۷/۱۰	۲۱/۵۰	۶/۳۸	۰/۰۳۶
		نواری	۸۴۴/۱۲	۲۱/۸۶	۶/۸۳	۰/۰۴۰
		محلول‌پاشی	۱۰۲۹/۸۰	۳۰/۲۱	۱۰/۶۵	۰/۰۴۵
	بیاریس	عدم مصرف	۱۰۹۸	۳۱/۹۶	۹/۰۶	۰/۰۴۰
		پخش	۱۱۴۰/۵۱	۳۵/۲۴	۱۰/۲۰	۰/۰۴۴
		نواری	۱۴۷۷/۳۳	۴۲/۷۵	۱۱/۵۲	۰/۰۴۶
		محلول‌پاشی	۱۳۲۳/۳۳	۴۳/۵۲	۱۲/۱۵	۰/۰۵۱
		$LSD_{5\%}$	۱۹۴/۰۷	۴/۷۲	۲/۲۰	۰/۰۰۵



شکل ۲. روند تغییرات ماده خشک در رقم اس‌ســنسور پرایــم نشده (الف)

رقــم اس‌سنسور پرایم شــده (ب) رقم بیاریس پرایم نشده (ج) رقم بیاریس پرایم شده (د)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]

افزایش فتوسنتز برگ‌ها و ماده‌سازی، سرعت تجمع ماده خشک نیز افزایش می‌یابد و به حداکثر مقدار خود می‌رسد (۲۹). در مرحله بعدی هم‌زمان با انتقال مواد از اندام‌ها به دانه‌ها، ریزش برگ‌ها در اثر سایه‌اندازی، پیری و عدم توانایی کافی جهت فتوسنتز و ماده‌سازی، تجمع مادهٔ خشک در گیاه ثابت شده و حتی کاهش می‌یابد (۱۲). با توجه به شکل ۲ و جدول ۴ مشاهده می‌شود که پرایمینگ بذر در هر دو رقم تجمع مادهٔ خشک را نسبت به عدم استفاده از پرایم افزایش داده است و هم‌چنین استفاده از سولفات روی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ماده خشک داشته به‌طوری‌که تجمع مادهٔ خشک در شیوهٔ استفاده نواری و محلول‌پاشی سولفات روی نسبت به عدم مصرف دارای تفاوت معنی‌دار است. بسرا و همکاران (۳) و مرادی و عباس دخت (۲۲)، در تحقیقات خود نشان دادند که اعمال پرایمینگ بذر به‌طور معنی‌داری وزن خشک کل گیاه را در مقایسه با شاهد افزایش داد. می‌توان نتیجه گرفت گیاهان پرایم شده به‌علت استقرار سریع‌تر و تولید بیشتر پوشش گیاهی و در نتیجه جذب بیشتر تشعشع از تجمع ماده خشک بیشتری برخوردار می‌باشند. با توجه به اینکه برگ‌ها مهم‌ترین اندام فتوسنتز کننده گیاهان هستند در این تحقیق افزایش ماده خشک در اثر پرایمینگ می‌تواند ناشی از افزایش شاخص سطح برگ در گیاه بوده باشد. مهدی‌زاده و همکاران (۱۸) گزارش نمودند پرایمینگ مزرعه‌ای بذر ذرت با محلول‌های غذایی اوره و سولفات روی ضمن افزایش توان ذرت در رقابت با علف‌های هرز منجر به افزایش عملکرد بیولوزیک ذرت گردید. در تحقیق آنها گزارش شده است که در تیمارهایی که بذور پرایم شده استفاده شده بود میزان کاهش سرعت رشد نسبی در مقایسه با تیمار پرایم نشده کمتر بود.

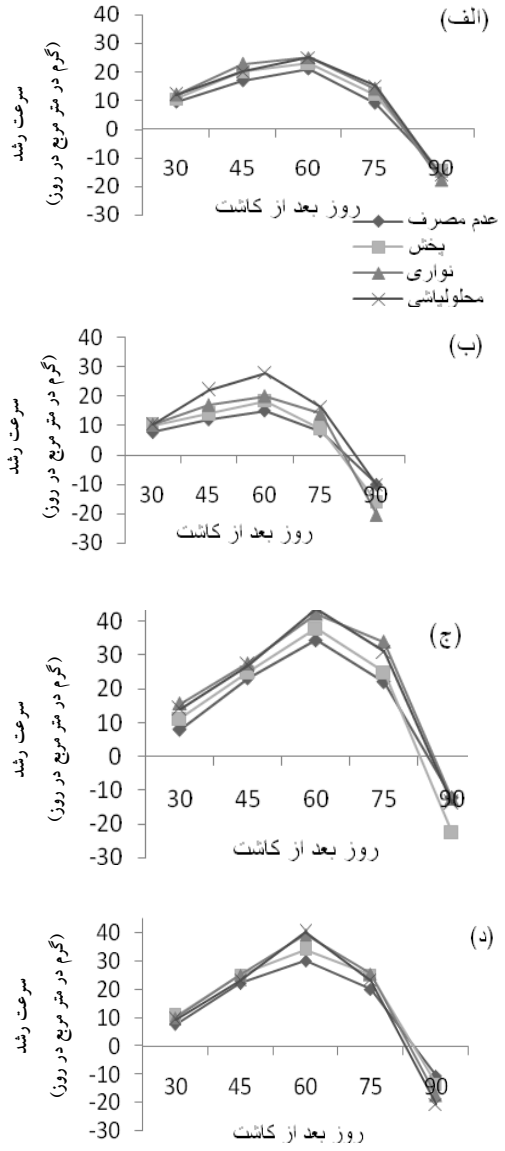
سرعت رشد محصول (CGR)

سرعت رشد محصول نمایانگر میزان تجمع مادهٔ خشک گیاهان در یک فاصلهٔ زمانی مشخص در واحد سطح زمین است و مقدار آن زمانی که شاخص سطح برگ درحد مطلوب است بیشترین مقدار بوده و سپس با سایه‌اندازی و پیری برگ‌ها کاهش می‌یابد (۱۴). با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، در خصوص حداکثر سرعت رشد محصول، مشاهده می‌شود که برهمکنش هر سه عامل مورد بررسی در سطح احتمال ۵ درصد بر سرعت رشد محصول معنی‌دار گردید، البته اثرات اصلی عوامل مورد بررسی و برهمکنش پرایمینگ بذر و شیوهٔ مصرف سولفات روی در سطح ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار شد.

مقایسه میانگین حداکثرهای این شاخص نشان داد که رقم بیاریس پرایم شده با محلول‌پاشی سولفات روی دارای بیشترین سرعت رشد محصول است (جدول ۴ و شکل ۳) که البته با شیوهٔ نواری تفاوت معنی‌داری نداشت، حتی در حالت پرایم نشده که این امر واکنش خوب سرعت رشد رقم بیاریس را به‌شیوهٔ مصرف سولفات روی نشان می‌دهد.

نیکولاس و آلداسورو (۲۴) اظهار داشتند شاخص سرعت رشد محصول از طرفی وابسته به شاخص‌سطح برگ بوده و میزان کارایی تاج پوشش و جذب تابش خورشید را نشان می‌دهد و از طرفی در روند افزایش تجمع مادهٔ خشک تاثیرگذار است. سرعت رشد محصول به‌طور متوسط در گیاهان C_3، حدود ۲۰ گرم در مترمربع در روز و در گیاهان C_4، ۳۰ گرم در مترمربع در روز عنوان شده است. تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) بر مبنای روزهای پس ازکاشت نشان می‌دهد که CGR در کلیه تیمارها در طول فصل رشد افزایش یافته و در حدود ۶۰ روز پس از کاشت به حداکثر رسیده است، با توجه به روند تغییرات سرعت رشد محصول مشاهده می‌شود که در مراحل اولیه رشد به‌دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم جذب تشعشع میزان CGR در پوشش گیاهی پایین است. با گذشت زمان و توسعه سطح برگ‌ها، تولید مواد فتوسنتزی در پوشش گیاهی افزایش یافته و در نتیجه سرعت رشد محصول نیز افزایش می‌یابد. در اواخر فصل رشد روند کاهشی در سرعت رشد محصول مشاهده می‌شود و این زمانی رخ می‌دهد که گیاه به‌جای تولید مواد فتوسنتزی بیشتر به انتقال مواد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]



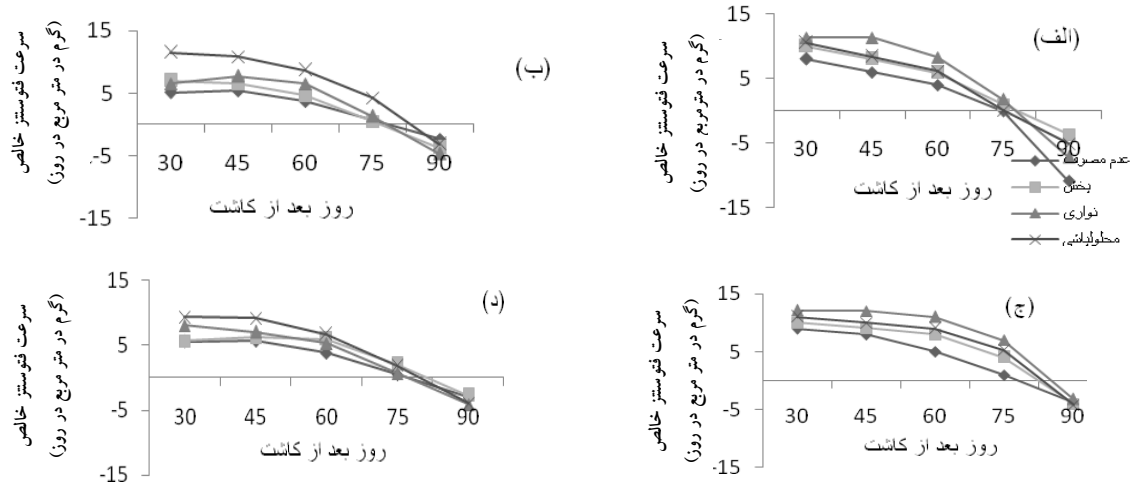
شکل ۳. رونـد تغـییرات سـرعـت رشـد محصـول در رقـم اس‌سنسور پرایم نشـده (الف) رقم اس‌سنسور پرایم شده (ب) رقم بیاریس پرایم نشده (ج) رقم بیاریس پرایم شده (د)

از اندام‌های مختلف به دانه‌ها می‌پـردازد (شـکل ۳). بـه همـین دلیل CGR حتی منفی هم مـی‌شـود (۲۴). بـین سـرعت رشـد محصول و مقدار تابش جذب شده توسط برگ‌هـای یـک گیـاه رابطه مستقیم وجود دارد، به‌طوری‌که در ابتـدا و انتهـای فصـل رشد به‌دلیل کامـل نبـودن پوشـش گیـاهی و کـم بـودن سـطح دریافت کنندهٔ تابش (برگ‌ها)، تولید مادهٔ خشک کمتـر شـده و مقدار سرعت رشد محصول هم کم بود (شـکل۳ الـف، ب، ج، د) اما با رشد سریع گیاه و افزایش سطح برگ، جـذب تـابش و سرعت رشد محصول افزایش یافت. تحقیقات نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول با گذشت زمان تـا مرحله تشکیل دانه افزایش یافته و پس از آن کاهش پیدا می‌کند، به‌طوری‌که در زمان رسیدگی دانه‌ها، سرعت رشد محصول صفر و حتی منفی هم شد زیرا در این زمان گیاه به‌جای تولید بیشـتر مواد به انتقال مواد ساخته شده می‌پردازد (۲۸). در همه تیمارها حدود ۷۵ روز پس از کاشـت میـزان CGR منفـی شـده اسـت (شکل ۳) که علت آن سرعت بیشتر از دست رفتن ماده خشک (ریزش بـرگ‌هـا) و تـنفس در مقایسـه بـا میـزان تولیـد مـاده خشک است.

سرعت فتوسنتز خالص (NAR)

NAR بیانگر کارایی فتوسـنتزی سـطوح جـذب نـور گیـاه می‌باشد و نشان‌دهنـده مقـدار فتوآسـیمیلات سـنتز شـده در واحـد زمـان و در واحـد سـطح بـرگ مـی‌باشـد و معمـولاً برحسب گرم در مترمربع سطح برگ در روز بیان می‌شود. در واقع NAR تخمینی از میانگین کارایی فتوسنتزی برگ‌هـا در یک گیاه یا در یک جامعه گیاهی است (۳۳). درابتدای فصل رشد همه برگ‌ها کوچک بوده و هیچ‌گونـه سـایه‌انـدازی بـر روی یکدیگر ندارند در نتیجه NAR در بالاترین مقدار خـود قرار دارد. هنگامی‌که برگ‌هـا شـروع بـه توسـعه مـی‌نماینـد سایه‌اندازی آنها بر روی یکدیگر بیشـتر مـی‌شـود و کـارایی فتوسنتز برگ‌ها کاسته شده در نتیجه NAR روند نزولی پیـدا می‌کند. با توجه به شکل ۴ (ب و د) مشاهده می‌شود در هـر دو رقم در حالت پـرایم شـده، محلـول‌پاشـی سـولفات‌روی دارای سرعت فتوسنتز بیشتری است، درصورتی‌که در حالـت پرایم نشده این مصرف نواری سولفات روی اسـت کـه اثـر بیشتری داشته است که می‌توان نتیجه گرفت پرایم و اسـتفاده از کود سولفات روی در هر دو رقم بر فتوسنتز برگ‌ها تـأثیر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]



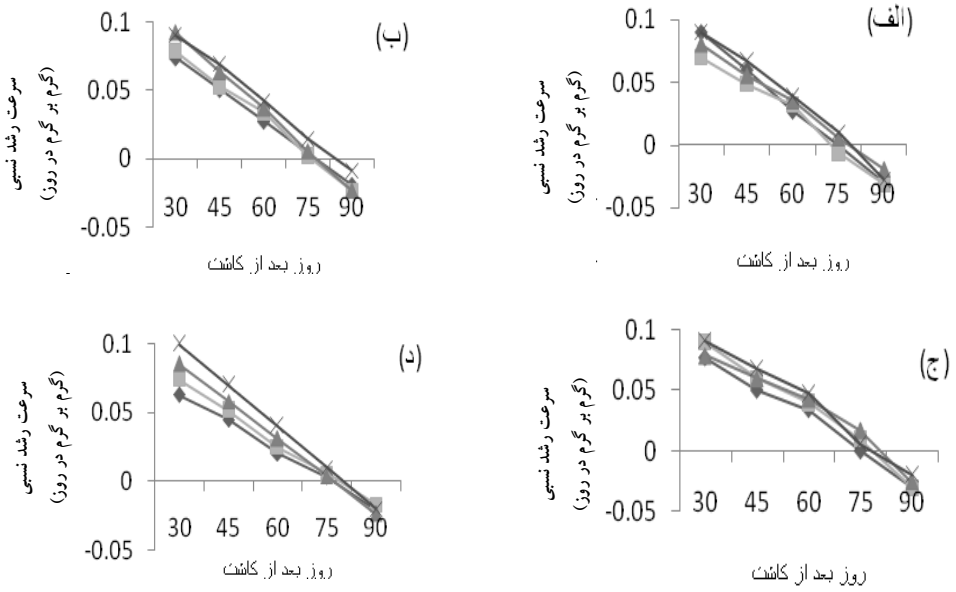
شکل ۴. رونـد تغییرات سرعت فتوسنتز خـالص در رقـم اس‌سنسور پرایم نشده (الف) رقم اس‌سنسور پرایم شده (ب) رقم بیاریس پرایم نشده (ج) رقم بیاریس پرایم شده (د)

مثبت داشته است و چون پرایم کردن سـبب افـزایش سـطح برگ‌ها شده است (شکل ۱ و جدول ۴) لذا در حالت پـرایم شده این روش محلول‌پاشی سـولفات روی بـوده کـه تـأثیر بیشتری داشته است. بـا توجـه بـه جـدول تجزیـه واریـانس (جدول ۲) ملاحظه می شود که سرعت فتوسـنتز خـالص در روز شصت‌ام پس از کاشت نه تنها تحت تأثیر پرایمینگ بذر و شیوه مصرف سولفات روی بوده است بلکه اثرات پرایم در رقم و برهمکنش هر سـه عامـل در سـطح ۱ درصـد بـر آن معنی‌دار شده است. در این صفت نیز مانند حـداکثر سـرعت رشد رقم بیاریس تحت تأثیر مصرف نواری و محلـول‌پاشـی سولفات روی در هر دو حالـت پـرایم شـده و پـرایم نشـده بالاترین سرعت فتوسنتز خالص را نشـان مـی‌دهـد، البتـه در رقم اس‌سنسور پرایم کردن توانست اثر تیمار محلـول‌پاشـی سولفات روی را به‌طور قابل توجهی تقویت نمایـد (جـدول ۴). در کل، NAR با گذشت زمان روند نزولی داشـته اسـت. کاهش جذب خالص با افزایش سایه‌اندازی برگ‌ها بـه‌علـت افزایش نسبت سطح برگ در سطوح مختلف است (۲۶). در کلیه تیمارها میزان فتوسـنتز خـالص پـس از حـدود ۷۵ روز منفی گردید.

سرعت رشد نسبی (RGR)

سرعت رشد نسبی بیان کنندهٔ وزن خشک اضافه شده نسبت بـه وزن اولیه در یک فاصله زمانی است و معمولاً بر حسب گرم بر گرم در روز بیـان مـی‌شـود (۳۲). هـدف از انـدازه‌گیـری ایـن شاخص ارزیابی راندمان تولید اسـت. تغییـرات سـرعت رشـد نسبی بر مبنای روزهـای پـس از کاشـت در ترکیبـات تیمـاری مختلف نشان می‌دهد که RGR، با افزایش سن گیاه کاهش یافته است (شکل ۵)، هرچند در مورد این شاخص نیز برتری بـذور پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده دیده می‌شود (جـدول ۴). فـاروق و همکـاران (۸) نشـان دادنـد در گیاهچـه حاصـل از جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده، طول ریشه‌چه و ساقه‌چـه بیشـتر شد که ایـن افـزایش در مـورد ریشـه‌چـه بیشـتر بـوده اسـت، به‌طوری‌که تقسیمات سلولی در کلاهک ریشـه در ایـن شـرایط شدت بیشتری داشته و این مسئله در کنـار جـذب بهتـر آب و مواد غذایی سبب بهبود استقرار این گیاهـان مـی‌گـردد. کـاهش سرعت رشد نسبی گیاه در طی فصل رشد، می‌توانـد بـه پیـری برگ‌های پایینی، در سایه قرار گرفتن آنها و هـم‌چنـین افـزایش بافت‌ها و کربوهیدرات‌های سـاختمانی کـه در فتوسـنتز نقشـی ندارند نسبت به بافت‌های متابولیکی فعال نسبت داده شود (۲۹

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]



شکل ۵. روند تغییـرات سرعـت رشد نسبی در رقم اس‌سنسور پرایـم نشـده (الف)
رقم اس‌سنسورپرایم شده (ب) رقم بیاریس پرایم نشده (ج) رقم بیاریس پرایم شده (د)

و ۳۳). از طرف دیگر با مسن شدن گیاهـان رقابـت میـان آنهـا برای آب، مواد غذایی و نور افزایش یافته و به این ترتیب RGR کاهش می‌یابد (۱۴). ولدنگ و همکاران (۳۴) نیز گـزارش کردنـد که سرعت رشد نسبی بـا سـن گیـاه رابطـه خطـی معکـوس دارد. عارف (۲) گزارش کرد این شاخص، فاکتوری عمده برای ارزیـابی رفتار رشدی گیاه در جامعه گیاهی و یا در تک بوته است.

همان‌طورکه در جدول ۲ دیده می‌شود همه اثـرات بـه‌جـزء اثر رقم و برهمکنش رقم در شیوه مصرف سولفات روی بر این شـاخص معنـی‌دار شـده‌انـد کـه رقـم بیـاریس پـرایم شـده در حالت محلول‌پاشی بالاترین سرعت نسبی رشد را نشان داد. با دقت در جدول ۴ به‌خوبی مشخص اسـت کـه پرایمکـردن و مصرف سولفات روی به‌تنهایی و در کنار یکدیگر این شـاخص را افزایش داده‌اند، که علت این امر را می‌تـوان شـاخص سـطح برگ بیشتر در این تیمارها دانست. یارنیا و همکاران (۳۵) اعلام کردند گیاهان پرایم شده به‌علت استقرار سریع‌تر که نتیجه سـبز شدن سریع‌تر است و زودتر کامل کردن دوره رشد رویشـی، از سطح برگ بیشتری نسبت بـه گیاهـان پـرایم نشـده برخـوردار بودند. در گزارش عارف و همکاران (۲) هم سرعت رشد نسبی ذرت در گیاهان پرایم شـده، نسـبت بـه گیاهـان شـاهد بیشـتر گزارش شده است (۲).

قرائت کلروفیل (عدد اسپاد)

نتیجه تجزیه واریانس قرائت عدد اسـپاد نشـان داد کـه تنهـا اثرات اصلی پرایمینگ و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی در سطح ۱ درصد بر این صـفت معنـی‌دار گردیـد (جـدول ۲). بیشترین میانگین عـدد اسـپاد در تیمـار محلـول‌پاشـی کـود سولفات روی با مقدار ۵۶/۰۲ بـه‌دسـت آمـد کـه بـا تیمـار مصرف نواری کود سولفات روی تفاوت معنی‌داری نداشـت و هم‌چنـین پرایمینـگ بـذر بـا مقـدار ۵۴/۶۹ دارای تفـاوت معنـی‌دار بـا تیمـار پـرایم نشـده (۵۱/۴۸) بـود (جـدول ۵). مارشنر(۱۹) افزایش میزان کلرفیل برگ در اثر محلـول‌پاشـی روی را گزارش کرده اسـت. ملکـوتی و ضـیائیان (۱۶) نیـز عنصـر روی را عامـل کـاهش سـرعت تخریـب کلروفیـل و افزایش کارایی فتوسنتزی دانسته‌اند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات اصلی پرایمینگ و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی بر عدد اسپاد

فاکتور	تیمار	عدد اسپاد
پرایمینگ	پرایم شده	۵۴/۶۹
	پرایم نشده	۵۱/۴۸
	$LSD_{5\%}$	۱/۶
شیوهٔ مصرف سولفات روی	محلول‌پاشی	۵۶/۰۲
	نواری	۵۴/۵۶
	پخش	۵۱/۸۴
	عدم مصرف	۴۲/۹۲
	$LSD_{5\%}$	۲/۲۶

نتیجه‌گیری

به طورکلی پرایم کردن مزرعه‌ای بذر ذرت بـه همـراه کـاربرد نواری یا محلول‌پاشی کـود سـولفات روی در دو مرحلـه از رشد می‌تواند در افزایش شاخص‌های رشد مؤثر باشد و رقم بیاریس واکنش بیشتری نسبت به تیمارهای اعمال شده نشان داد.

منابع مورد استفاده

1. Afzal, I., N. Aslam, F. Mahmood, A. Hussain and S. Irfan. 2004. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. *Caderno de Pesquisa Serie Biologia* 16: 19-33.
2. Arif, M., S. Ali, A. Shah, N. Javed and A. Rashid. 2005. Seed priming maize for improving emergence and seedling growth. *Sarhad Journal of Agriculture* 21: 539-543.
3. Basra, S. M., E. Ullah, E. A. Warriach, M. A. Cheema and I. Afzal. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola *Brassica napus* seeds. *International Journal of Agriculture and Biology* 2:117-120.
4. Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytologist* 146: 185-205.
5. Dadrasi, V., M. A. Aboutalebian, G. Ahmadvand, S. Musavi and M. Seyedi. 2012. Effect of on-farm seed priming and irrigation interval on growth indices of two corn cultivars (*Zea mays* L.). *Journal of Agriculture Knowledge* 64-85 (In Farsi).
6. Dwyer, L. M., D. W. Stewart, L. Carrigan, B. L. Ma, P. Neave and D. Balchin. 1999. Guidelines for comparisons among different maize maturity rating systems. *Agronomy Journal* 91: 946-949.
7. Euralis. 2012. The newest cultivars of corn for Europe. Available online at http://www.euralis-semences.fr/seeds.accessed.
8. Farooq, M. S. M., A. Basra, H. Rehman, B. A. Saleem. 2008. Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.) by improving chilling tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science* 194:55-60.
9. Farooq, M., S. M. A. Basra, E. A. Warraich and A. Khaliq. 2006. Optimization of hydro-priming techniques for rice seed invigoration. *Seed Science and Technology* 34:507-512.
10. Hanson, A. D. 1973. The effects of imbibitions drying treatments on wheat seeds. *New Phytologist* 72: 1063–1073
11. Harris, D., B. S. Raghuwanshi, J. S. Ganwar, S. C. Singh, K. D. Joshi, A. Rashid and P. A. Hollington. 2001. Participatory evaluation by farmers of on- farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. *Experimental Agricultur* 37:403-415.
12. Hunt, R. and J. T. Parsons. 1974. A computer program for deriving growth function in plant growth analysis. *Journal of Applied Ecology* 11: 297-307.
13. Karimi, M. and M. Azizi. 1997. Basic Growth Analysis. University of Mashhad Publication. Mashhad, Iran. (In Farsi).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]

14. Kuchaki, A. and M. Banayan. 1997. Pulses Cultivation. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad, Iran. (In Farsi).
15. Malakouti, M. J. 2007. Zinc is a neglected element in the life cycle of plants. *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology* 1: 1- 12.
16. Malakuti, M. G. and A. Ziaian. 2000. New Method for Enhancing the Effectiveness of Foliar Fertilizer to Achieve Sustainable Agriculture .Technical Publications. Department of Agriculture Extension. Tehran, Iran. (In Farsi).
17. Malakuti, M. A. and M. Lotfalahi. 1999. The Role Zinc on Increase Slightly and Qualitative Agriculture Product and Improve Community Health. Educational Publishing Press. Tehran. (In Farsi).
18. Mehdizadeh, A., M. A. Aboutalebian, J. Hamzei, G. Ahmadvand and R. Mousavi. 2012. Effect of seed priming and weed control on yield, yield components and harvest index of corn. *Iranian Journal of Field Crops Research* 10: 622- 633. (In Farsi).
19. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition, Academic Press, New York, USA.
20. Mirshekari, B. 2001. Science of Crop Production. Tabriz Islamic Azad University Press. Tabriz, Iran. (In Farsi).
21. Mirza Shahi, K., S. Salimpour and M. G Malakuti. 2003. Check amount and method evaluation of zinc sulfate on canola on safiabad dezful. pp. 117-122, *In*: M. J. Malakuti (Ed.), Optimum Nutrition of Oil Seed Crops. Khaniran Press, Tehran. (In Farsi).
22. Moradi, A. and H. Abbas dokht. 2009. Effect of nitrogen fertilizer levels on growth indices of corn affected by hydrothermal seed priming. *In:* Proceeding of Eleventh Iranian Congress of Crop Science, Beheshti University, Tehran, Iran. (In Farsi).
23. Mousavi, R., M. A. Aboutalebian, A. Sepehri and A. Mehdizade. 2011. Effect of seed priming and date of planting on emergence, yield components, some growth indices of a maize cultivar (SC 260) in Hamadan. *Iranian Journal of Field Crops Research* 39-49. (In Farsi).
24. Nicolas, G. and J. J. Aldasoro. 1979. Activity of the pentose phosphate pathway and changes in nicotinamide nucleotide content during germination of seeds of *Cicer arietinum* L. *Journal of Experimental Botany* 30: 1163-1170.
25. Nurmohamadi, GH., S. A. Siadat and S. A. Kashani. 2004. Crop Production (Cereals). Chamran University Press. Ahvaz, Iran. (In Farsi).
26. Obrador, J., J. Novillo and J. M. Alvarez. 2003. Mobility and availability to plant of two zinc source applied to calcareous soil. *Soil Science Society of America Journal* 67:564-572.
27. Rashid, A. and F. Qayyum. 1991. Cooperative Research Program on Micronutrient Status of Pakistan Soils and its Role in Crop Production. Final Report 1983–1990. National Agriculture Research Center, Islamabad, Pakistan.
28. Rastegar, M. A. 2011. Dry Farming. Shiraz University Press. Shiraz, Iran. (In Farsi).
29. Sarmadnia, GH. H. and A. Kuchaki. 1994. Plant Physiology. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad, Iran. (In Farsi)
30. Sajedi, N. A. 2009. Effect drought and zinc and mycorisa on yield and yield components and harvest index of maize. *New Findings in Agriculture* 272-274. (In Farsi)
31. Sarkhosh, A., M. A. Aboutalebian, J. Hamzei and M. R. Abdollahi. 2012. Effect of on farm seed priming and application time of nitrogen on some growth indices and yield on a maize cultivar (Sc 704) in Asadabad. *Plant Production Technology* 75-89 (in Farsi).
32. Seyed Sharifi, R., S. Farzane and Saednia. V. 2007. The effect zinc sulfat on growth analysis, yield and the amount of protein and zinc in different wheat cultivars. *The Journal of Iranian Biology* 676-691. (In Farsi).
33. Siddique, M. R. B., A. Hamid and M. S. Islam. 1999. Drought stress effects on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 40: 141-145.
34. Voldeng, H. D. and G. E. Blackman. 1975. Interactions between genotype and density on the yield of *Zea mays*. II. Grain production. *The Journal of Agricultural Science* 84: 61-74.
35. Yarnia, M., V. Ahmadzade, E. Farajzadememari and N. Nouri. 2008. The effect of seed size and seed priming treatments on germination and growth of soybean under pigweed extract. *In:* Proceeding of Summary of the National Conference of Seed Science and Technology. Gorgan, Iran. (In Farsi).
36. Yang, Z. X., S. Q. Liu, D. W. Zheng, S. D. Feng. 2006. Effects of cadium, zinc and lead on soil enzyme activities. *Journal of Environmental Sciences* 6: 1135-1141.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.21.6]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.255]