

اثر پرایم بذر در مزرعه و شیوه 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

به منظور بررسی تأثیر پرایم بذر در مزرعه و شیوه مصرف سولفات روی بر بعضی شاخص‌های رشد ذرت در همدان، آزمایشی به صورت 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 به همراه 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 به ویژه همراه با پرایم بذر از طریق افزایش سرعت رشد، سرعت فتوسنتز خالص و سرعت نسبی رشد، عامل عمده‌ای در بالاتر شدن ماده خشک به میزان ۱۴۷۷/۳۳ گرم در مترمربع در مصرف نواری و ۱۳۲۳/۳۳ گرم در مترمربع در حالت 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 به ترتیب عدد اسپاد را ۶/۲ و ۳۰/۵ درصد افزایش دادند. به‌طور کلی 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. به ترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

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

مقدمه

ذرت گیاهی است که کشت آن از ارتفاع پایین تر 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 به دلیل 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 بذور (On farm seed priming) یکی از انواع روش‌های پرایمینگ می‌باشد که به دلیل 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 بذور، 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 بذورهای 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 بذور در مزرعه باعث بهبود مقاومت و عملکرد بهتر گیاه در شرایط کمبود آب

گردید. پرایم کردن بذور 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 بذور 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.

ابراوور 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 برگ‌گی 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. مارشتر (۱۹) متوقف شدن رشد و ریزبرگی را بیشتر به دلیل 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، در صورتی که مصرف آن در کشورهای در حال توسعه بسیار کم انجام می‌شود (۱۱). یانگ و همکاران (۳۶) گزارش کردند مصرف برگ‌گی 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

مختصات عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی انجام شد. منطقه مورد بررسی از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه خشک و سرد، با میانگین بارندگی سالیانه ۳۳۳ میلی‌لیتر و متوسط درجه حرارت ۲۴ درجه سانتی‌گراد در گرم‌ترین ماه سال براساس آمار هواشناسی ۵۵ ساله است.

این آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به صورت فاکتوریل با سه عامل پرایمینگ مزرعه‌ای بذر، شیوه کاربرد کود سولفات روی و دو رقم ذرت طراحی شد که عامل پرایمینگ دارای دو سطح پرایم و عدم پرایم، شیوه کاربرد سولفات روی دارای چهار سطح (پخش سطحی کود در خاک، مصرف نواری، محلول‌پاشی و عدم مصرف کود) و عامل رقم نیز شامل دو رقم ذرت میان‌رس اس‌سنسور (ES-SENSOR) و بیاریس (BIARIS) بود. رقم اس‌سنسور از گروه رسیدگی ۴۱۰ فائو، تریپل کراس، مقاوم به خشکی و ورس و رقم بیاریس از گروه رسیدگی ۴۹۰ فائو، سینگل کراس، مقاوم به کرم ساقه‌خوار با حساسیت کم به فوزاریوم و مقاوم به ورس می‌باشد (۷). ارقام مورد استفاده از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی همدان تهیه گردید. در تیمار پرایمینگ مزرعه‌ای بذور هر دو رقم ذرت به مدت ۱۸ ساعت در آب خیسانده شد و بعد به صورت سطحی خشک و بلافاصله کشت گردید (۱۱). در هر کرت ۶ ردیف کشت به طول ۷ متر و فاصله ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، عمق کشت ۵ سانتی‌متر بود. هر دو رقم ذرت با تراکم کشت ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار کشت شدند. فاصله بین کرت‌ها ۱۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها نیز دو متر در نظر گرفته شد. میزان مصرف کود سولفات روی طبق نتایج آزمون خاک مزرعه (جدول ۱) ۵۰ کیلوگرم در هکتار تعیین گردید.

در تیمار پخش سطحی، سولفات روی در زمان کاشت به میزان ۱۵۷ گرم در سطح هر کرت پخش و با خاک مخلوط شد. در مصرف نواری نیز در هر ردیف کاشت به میزان ۲۶ گرم سولفات روی در هنگام کاشت کنار بذور ذرت قرار داده شد.

روش در این بین تلفیق سه روش فوق با یکدیگر است. حد بحرانی مقدار روی با روش عصاره‌گیری دی‌اتیلن تری‌آمین پنتاسانات (DTPA) در خاک‌های زراعی حدود ۱/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم است (۱۷).

در خاک‌های آهکی تثبیت روی سبب کاهش تحرک و جذب این عنصر غذایی می‌گردد (۱۴ و ۱۵). لذا هر روشی که بتواند در افزایش جذب و کاهش تثبیت آن در خاک عمل کند، می‌تواند منجر به بهبود رشد گیاه گردد. گسترش سریع سیستم ریشه گیاه و مصرف نواری یا محلول‌پاشی عنصر روی می‌تواند راه‌کار مهمی در این زمینه محسوب گردد. ملکوتی و ضیائی‌ان (۱۶) اظهار داشتند که در خاک‌های آهکی محلول‌پاشی و مصرف نواری عناصر ریزمغذی از جمله روی به علت برطرف نمودن سریع کمبود، کاهش تثبیت در خاک، و مقرون به صرفه بودن مناسب‌تر است. سیدشریفی و همکاران (۳۲) بیان کردند به منظور افزایش میزان پروتئین و روی دانه و بالا بردن کمیت این صفات تحت شرایط آزمایش به‌کارگیری سولفات روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار مناسب می‌باشد. ساجدی و مدنی (۳۰) گزارش کردند با مصرف مایکوریزا و کاربرد ۴۵ کیلوگرم در هکتار سولفات روی در مزرعه ذرت می‌توان به عملکرد مطلوب دست یافت. مصرف خاکی سولفات روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار به روش نواری به همراه دو مرحله محلول‌پاشی سولفات روی سبب ایجاد بالاترین عملکرد دانه در منطقه دزفول شده است (۲۱). هدف از این مطالعه بررسی تأثیر شیوه‌های مختلف مصرف کود سولفات روی و اثر پرایمینگ بذر در مزرعه بر روی برخی شاخص‌های رشد و شاخص کلروفیل دو رقم ذرت میان‌رس در همدان بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر پرایمینگ بذر در مزرعه و شیوه‌های مصرف کود سولفات روی بر برخی از شاخص‌های رشد دو رقم ذرت، آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان با ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سطح دریا و

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	لومی رسی	۸/۲	۲۲۰	۰/۱	۰/۸۸	۷/۸	۰/۴	۰/۷

$$CGR = NAR \times LAI \quad (۵)$$

$$RGR = b + 2 c x \quad (۶)$$

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 مرحله خمیری از کلروفیل سنج 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 شیوه مصرف سولفات روی در سطح ۵ درصد

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 مرحله دیسک‌زنی عمود بر هم انجام شد. سپس زمین توسط ماله مسطح گردید و با شیارساز به صورت 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 به صورت 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 رابطه ۱ استفاده شد (۶).

$$S = L \times W \times 0.75 \quad (۱)$$

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).

$$TDW = \text{Exp} (a + b x + c x^2) \quad (۲)$$

$$LAI = \text{Exp} (a + b' x + c' x^2) \quad (۳)$$

$$NAR = (b + 2 c x) \times \text{Exp} [(a - a') + (b - b') x + (c - c') x^2] \quad (۴)$$

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

منابع تغییرات	درجه حداکثر شاخص آزادی	حداکثر شاخص سطح برگ	حداکثر تجمع ماده 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**	۰/۰۰۰۰۶**	۱۲۳/۸۰**
سولفات	۳	۰/۹۲*	۱۷۳۱۷۹/۹۶**	۸۹/۹۶**	۱۶/۶۲**	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**	۱۹۲۸۸/۷۳ ^{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}	۰/۰۰۰۰۲ ^{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**	۰/۰۰۰۰۱**	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, *, **, به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

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

پرایمینگ	شیوه مصرف سولفات روی	حداکثر شاخص سطح برگ
عدم	عدم مصرف	۳/۰۴
عدم	پخش	۳/۲۰
پرایم	نواری	۳/۵۰
	محلول پاشی	۳/۶۲
	عدم مصرف	۲/۷۴
پرایم	پخش	۳/۳۹
شده	نواری	۴/۰۸
	محلول پاشی	۴/۵۰
	LSD _{5%}	۰/۶

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

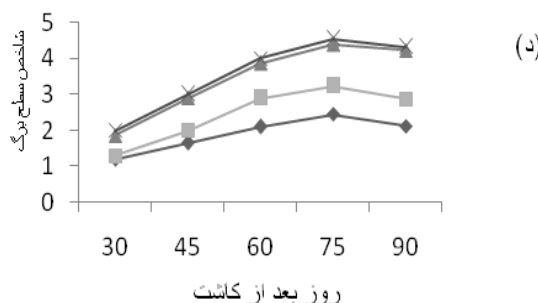
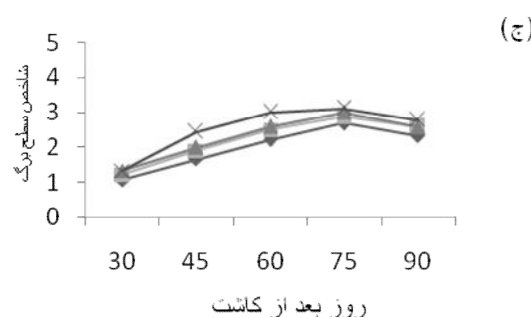
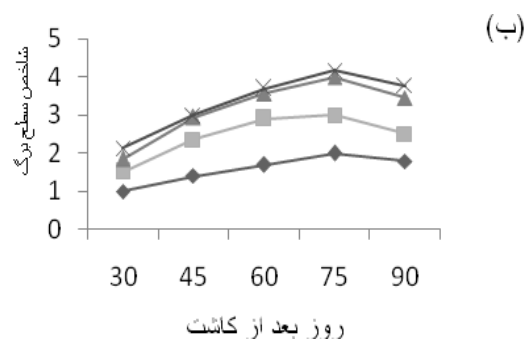
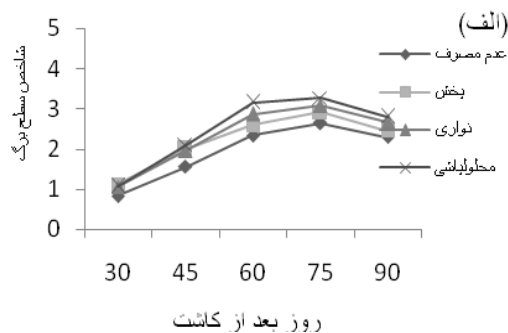
و برهمکنش آن دو در سطح آماری ۱ درصد بر این صفت معنی دار است. همان‌طوری که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، ترکیب پرایمینگ بذر و محلول پاشی کود سولفات روی دارای بیشترین تأثیر بر حداکثر شاخص سطح برگ بوده است. شاخص سطح برگ نشانگر ظرفیت فتوسنتزی گیاه بوده و

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 شیوه 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) به نظر می‌رسد در تیمار پرایمینگ به دلیل افزایش سطح برگ‌ها، محلول‌پاشی عناصر غذایی مناسب‌تر باشد، هرچند که مصرف نواری سولفات روی نیز در حالت پرایم شده با شیوه محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳) که خود می‌تواند به دلیل گسترده‌تر بودن سیستم ریشه گیاهان پرایم شده و در نتیجه سطح تماس بیشتر با خاک باشد (۲).

روند تجمع ماده خشک (TDM)

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

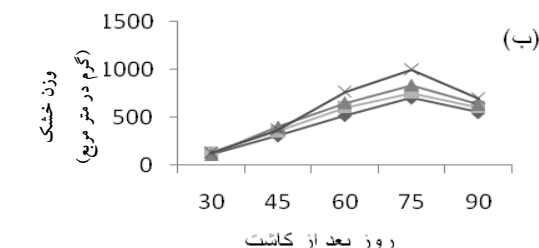
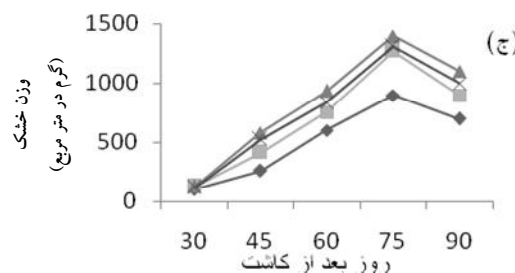
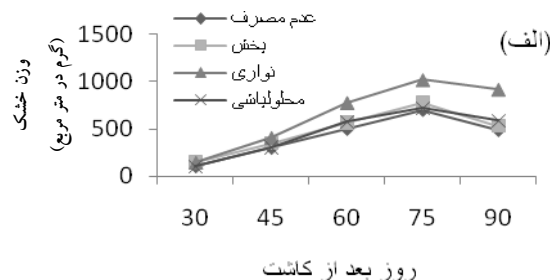
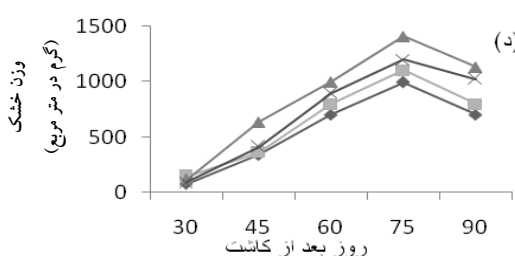
با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که حداکثر تجمع وزن خشک در رقم بیاریس به صورت پرایم شده و مصرف نواری کود سولفات روی به دست آمد. در شکل ۲ نیز ملاحظه می‌شود روند تجمع ماده خشک در ابتدای مراحل رشد کند بود سپس به سرعت افزایش یافت و در نهایت ثابت شد و رو به کاهش گذاشت. تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد گیاه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



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

جدول ۴. اثرات پرایمینگ، شیوه 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 مصرف	۷۱۱/۶۹	۲۲/۹۰	۴/۷۹	۰/۰۲۹
	اس سنسور	پخش	۷۶۷/۷۶	۲۴/۰۹	۶/۳۸	۰/۰۳۸
		نواری	۱۰۲۹/۹۴	۲۵/۴۷	۹/۷۸	۰/۰۳۹
عدم پرایم		محلول پاشی	۷۲۰/۹۳	۲۷/۹۹	۶/۶۱	۰/۰۴۱
		عدم مصرف	۹۸۵/۷۸	۳۲/۱۷	۸/۵۰	۰/۰۴۱
	بیاریس	پخش	۱۳۱۶/۳۸	۳۷/۱۱	۱۰/۵۱	۰/۰۴۳
		نواری	۱۳۹۱/۲۳	۴۲/۵۳	۱۲/۵۳	۰/۰۴۶
		محلول پاشی	۱۲۹۲/۳۸	۴۲/۷۳	۱۱/۹۹	۰/۰۴۸
		عدم مصرف	۷۲۲/۹۹	۱۹/۷۶	۵/۵۱	۰/۰۳۴
	اس سنسور	پخش	۷۸۷/۱۰	۲۱/۵۰	۶/۳۸	۰/۰۳۶
		نواری	۸۴۴/۱۲	۲۱/۸۶	۶/۸۳	۰/۰۴۰
		محلول پاشی	۱۰۲۹/۸۰	۳۰/۲۱	۱۰/۶۵	۰/۰۴۵
پرایم شده		عدم مصرف	۱۰۹۸	۳۱/۹۶	۹/۰۶	۰/۰۴۰
	بیاریس	پخش	۱۱۴۰/۵۱	۳۵/۲۴	۱۰/۲۰	۰/۰۴۴
		نواری	۱۴۷۷/۳۳	۴۲/۷۵	۱۱/۵۲	۰/۰۴۶
		محلول پاشی	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 اس سنسور پرایم نشده (الف)

رقم اس سنسور پرایم شده (ب) رقم بیاریس پرایم نشده (ج) رقم بیاریس پرایم شده (د)

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 ماده 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 ماده خشک را نسبت به عدم استفاده از پرایم افزایش داده است و هم‌چنین استفاده از سولفات روی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ماده خشک داشته به طوری که تجمع ماده خشک در شیوه 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 بیولوژیک 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 ماده خشک گیاهان در یک فاصله زمانی مشخص در واحد سطح زمین است و مقدار آن زمانی که شاخص سطح برگ در حد 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 شیوه مصرف سولفات روی در سطح ۱ درصد بر این صفت معنی‌دار شد.

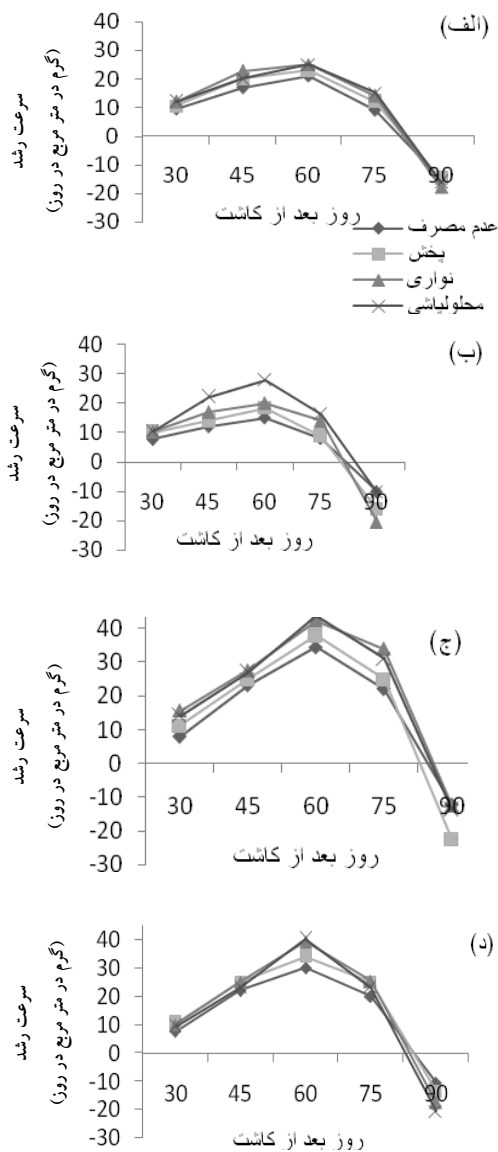
مقایسه میانگین حداکثرهای این شاخص نشان داد که رقم بیاریس پرایم شده با محلول‌پاشی سولفات روی دارای بیشترین سرعت رشد محصول است (جدول ۴ و شکل ۳) که البته با شیوه نواری تفاوت معنی‌داری نداشت، حتی در حالت پرایم نشده که این امر واکنش خوب سرعت رشد رقم بیاریس را به‌شیوه مصرف سولفات روی نشان می‌دهد.

نیکولاس و آلداسورو (۲۴) اظهار داشتند شاخص سرعت رشد محصول از طرفی وابسته به شاخص سطح برگ بوده و میزان کارایی تاج پوشش و جذب تابش خورشید را نشان می‌دهد و از طرفی در روند افزایش تجمع ماده خشک تأثیرگذار است. سرعت رشد محصول به‌طور متوسط در گیاهان C₃، حدود ۲۰ گرم در مترمربع در روز و در گیاهان C₄، ۳۰ گرم در مترمربع در روز عنوان شده است. تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) بر مبنای روزهای پس از کاشت 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

دریافت کننده تابش (برگ‌ها)، تولید ماده خشک کمتر شده و مقدار سرعت رشد محصول هم کم بود (شکل ۳ الف، ب، ج، د) اما با رشد سریع گیاه و افزایش سطح برگ، جذب تابش و سرعت رشد محصول افزایش یافت. تحقیقات نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول با گذشت زمان تا مرحله تشکیل دانه افزایش یافته و پس از آن کاهش پیدا می‌کند، به طوری که در زمان رسیدگی دانه‌ها، سرعت رشد محصول صفر و حتی منفی هم شد زیرا در این زمان گیاه به جای تولید بیشتر مواد به انتقال مواد ساخته شده می‌پردازد (۲۸). در همه تیمارها حدود ۷۵ روز پس از کاشت میزان CGR منفی شده است (شکل ۳) که علت آن سرعت بیشتر از دست رفتن ماده خشک (ریزش برگ‌ها) و تنفس در مقایسه با میزان تولید ماده خشک است.

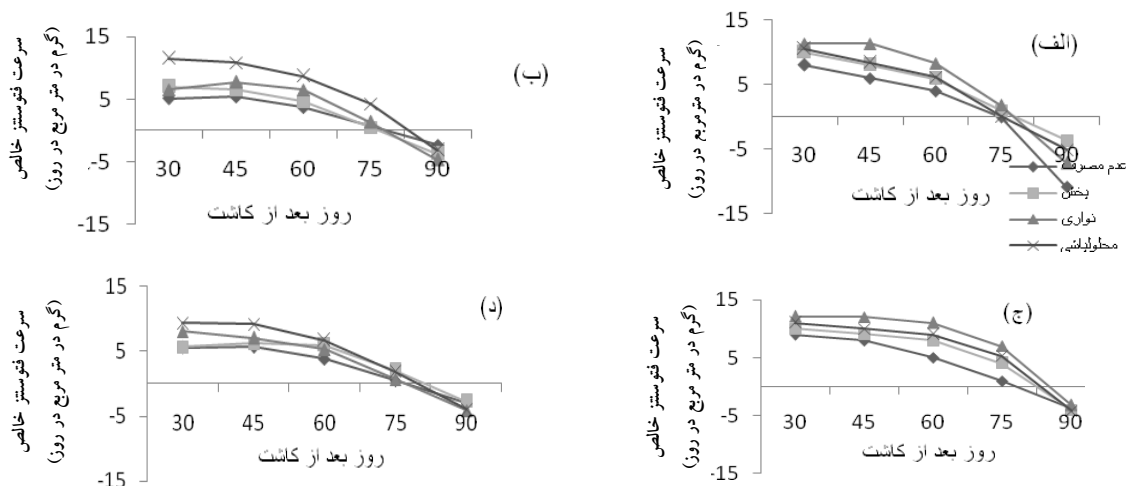
سرعت فتوسنتز خالص (NAR)

NAR بیانگر کارایی فتوسنتزی سطوح جذب نور گیاه می‌باشد و نشان‌دهنده مقدار فتوآسیمیلات سنتز شده در واحد زمان و در واحد سطح برگ می‌باشد و معمولاً برحسب گرم در مترمربع سطح برگ در روز بیان می‌شود. در واقع NAR تخمینی از میانگین کارایی فتوسنتزی برگ‌ها در یک گیاه یا در یک جامعه گیاهی است (۳۳). در ابتدای فصل رشد همه برگ‌ها کوچک بوده و هیچ‌گونه سایه‌اندازی بر روی یکدیگر ندارند در نتیجه NAR در بالاترین مقدار خود قرار دارد. هنگامی که برگ‌ها شروع به توسعه می‌نمایند سایه‌اندازی آنها بر روی یکدیگر بیشتر می‌شود و کارایی فتوسنتز برگ‌ها کاسته شده در نتیجه NAR روند نزولی پیدا می‌کند. با توجه به شکل ۴ (ب و د) مشاهده می‌شود در هر دو رقم در حالت پرایم شده، محلول‌پاشی سولفات روی دارای سرعت فتوسنتز بیشتری است، در صورتی که در حالت پرایم نشده این مصرف نواری سولفات روی است که اثر بیشتری داشته است که می‌توان نتیجه گرفت پرایم و استفاده از کود سولفات روی در هر دو رقم بر فتوسنتز برگ‌ها تأثیر



شکل ۳. روند تغییرات سرعت رشد محصول در رقم اس سنسور پرایم نشده (الف) رقم اس سنسور پرایم شده (ب) رقم بیاریس پرایم نشده (ج) رقم بیاریس پرایم شده (د)

از اندام‌های مختلف به دانه‌ها می‌پردازد (شکل ۳). به همین دلیل CGR حتی منفی هم می‌شود (۲۴). بین سرعت رشد محصول و مقدار تابش جذب شده توسط برگ‌های یک گیاه رابطه مستقیم وجود دارد، به طوری که در ابتدا و انتهای فصل رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و کم بودن سطح



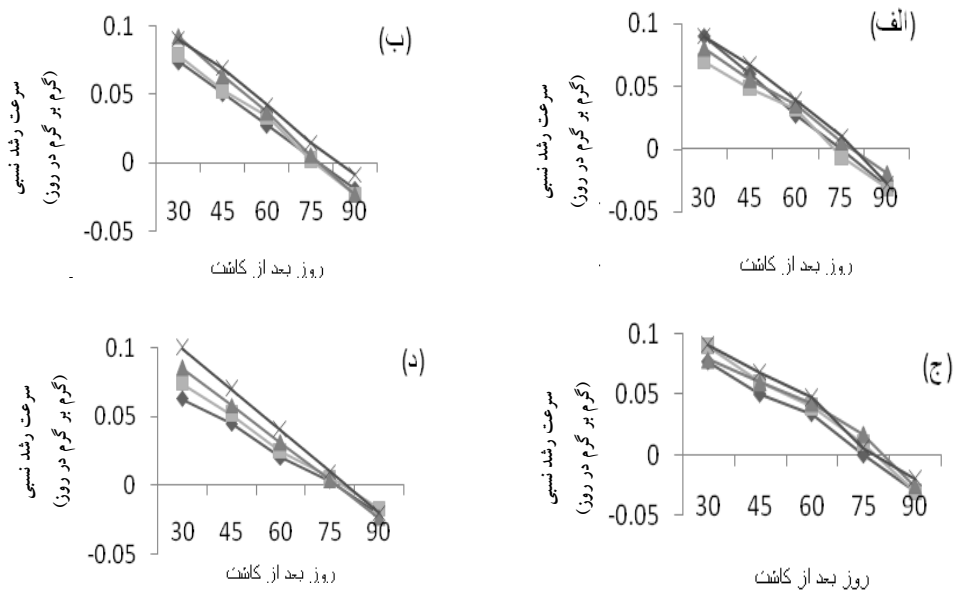
شکل ۴. روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص در رقم اس سنسور پرایم نشده (الف)

رقم اس سنسور پرایم شده (ب) رقم بیاریس پرایم نشده (ج) رقم بیاریس پرایم شده (د)

سرعت رشد نسبی (RGR)

سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است و معمولاً بر حسب گرم بر گرم در روز بیان می‌شود (۳۲). هدف از اندازه‌گیری این شاخص ارزیابی راندمان تولید است. تغییرات سرعت رشد نسبی بر مبنای روزهای پس از کاشت در ترکیبات تیماری مختلف نشان می‌دهد که RGR، با افزایش سن گیاه کاهش یافته است (شکل ۵)، هرچند در مورد این شاخص نیز برتری بذور پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده دیده می‌شود (جدول ۴). فاروق و همکاران (۸) نشان دادند در گیاهچه حاصل از جوانه‌زنی بذره‌های پرایم شده، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتر شد که این افزایش در مورد ریشه‌چه بیشتر بوده است، به طوری که تقسیمات سلولی در کلاهک ریشه در این شرایط شدت بیشتری داشته و این مسئله در کنار جذب بهتر آب و مواد غذایی سبب بهبود استقرار این گیاهان می‌گردد. کاهش سرعت رشد نسبی گیاه در طی فصل رشد، می‌تواند به پیری برگ‌های پایینی، در سایه قرار گرفتن آنها و هم‌چنین افزایش بافت‌ها و کربوهیدرات‌های ساختمانی که در فتوسنتز نقشی ندارند نسبت به بافت‌های متابولیکی فعال نسبت داده شود (۲۹)

مثبت داشته است و چون پرایم کردن سبب افزایش سطح برگ‌ها شده است (شکل ۱ و جدول ۴) لذا در حالت پرایم شده این روش محلول‌پاشی سولفات روی بوده که تأثیر بیشتری داشته است. با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) ملاحظه می‌شود که سرعت فتوسنتز خالص 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 سه عامل در سطح ۱ درصد بر آن معنی‌دار شده است. در این صفت نیز مانند حداکثر سرعت رشد رقم بیاریس تحت تأثیر مصرف نواری و محلول‌پاشی سولفات روی در هر دو حالت پرایم شده و پرایم نشده بالاترین سرعت فتوسنتز خالص را نشان می‌دهد، البته در رقم اس سنسور پرایم کردن توانست اثر تیمار محلول‌پاشی سولفات روی را به طور قابل توجهی تقویت نماید (جدول ۴). در کل، NAR با گذشت زمان روند نزولی داشته است. کاهش جذب خالص با افزایش سایه‌اندازی برگ‌ها به علت افزایش نسبت سطح برگ در سطوح مختلف است (۲۶). در کلیه تیمارها میزان فتوسنتز خالص پس از حدود ۷۵ روز منفی گردید.



شکل ۵. روند تغییرات سرعت رشد نسبی در رقم اس سنسور پرایم نشده (الف) رقم اس سنسور پرایم شده (ب) رقم بیاریس پرایم نشده (ج) رقم بیاریس پرایم شده (د)

بودند. در گزارش عارف و همکاران (۲) هم سرعت رشد نسبی ذرت در گیاهان پرایم شده، نسبت به گیاهان شاهد بیشتر گزارش شده است (۲).

قرائت کلروفیل (عدد اسپاد)

نتیجه تجزیه واریانس قرائت عدد اسپاد نشان داد که تنها اثرات اصلی پرایمینگ و شیوه مصرف کود سولفات روی در سطح ۱ درصد بر این صفت معنی دار گردید (جدول ۲). بیشترین میانگین عدد اسپاد در تیمار محلول پاشی کود سولفات روی با مقدار ۵۶/۰۲ به دست آمد که با تیمار مصرف نواری کود سولفات روی تفاوت معنی داری نداشت و هم چنین پرایمینگ بذر با مقدار ۵۴/۶۹ دارای تفاوت معنی دار با تیمار پرایم نشده (۵۱/۴۸) بود (جدول ۵). مارشور (۱۹) افزایش میزان کلرفیل برگ در اثر محلول پاشی روی را گزارش کرده است. ملکوتی و ضیائی (۱۶) نیز عنصر روی را عامل کاهش سرعت تخریب کلروفیل و افزایش کارایی فتوسنتزی دانسته اند.

و (۳۳). از طرف دیگر با مسن شدن گیاهان رقابت میان آنها برای آب، مواد غذایی و نور افزایش یافته و به این ترتیب RGR کاهش می یابد (۱۴). ولدنگ و همکاران (۳۴) نیز گزارش کردند که سرعت رشد نسبی با سن گیاه رابطه خطی معکوس دارد. عارف (۲) گزارش کرد این شاخص، فاکتوری عمده برای ارزیابی رفتار رشدی گیاه در جامعه گیاهی و یا در تک بوته است.

همان طور که در جدول ۲ دیده می شود همه اثرات به جزء اثر رقم و برهمکنش رقم در شیوه مصرف سولفات روی بر این شاخص معنی دار شده اند که رقم بیاریس پرایم شده در حالت محلول پاشی بالاترین سرعت نسبی رشد را نشان داد. با دقت در جدول ۴ به خوبی مشخص است که پرایم کردن و مصرف سولفات روی به تنهایی و در کنار یکدیگر این شاخص را افزایش داده اند، که علت این امر را می توان شاخص سطح برگ بیشتر در این تیمارها دانست. یارنیا و همکاران (۳۵) اعلام کردند گیاهان پرایم شده به علت استقرار سریع تر که نتیجه سبز شدن سریع تر است و زودتر کامل کردن دوره رشد رویشی، از سطح برگ بیشتری نسبت به گیاهان پرایم نشده برخوردار

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

فاکتور	تیمار	عدد اسپاد
پرایمینگ	پرایم شده	۵۴/۶۹
	پرایم نشده	۵۱/۴۸
	LSD _{5%}	۱/۶
شیوه مصرف سولفات روی	محلول پاشی	۵۶/۰۲
	نواری	۵۴/۵۶
	پخش	۵۱/۸۴
	عدم مصرف	۴۲/۹۲
	LSD _{5%}	۲/۲۶

نتیجه گیری

رشد می تواند در افزایش شاخص های رشد مؤثر باشد و رقم بیاریس واکنش بیشتری نسبت به تیمارهای اعمال شده نشان داد.

به طور کلی پرایم کردن مزرعه ای بذر ذرت به همراه کاربرد نواری یا محلول پاشی کود سولفات روی در دو مرحله از

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. Raghuvanshi, 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 Agriculture* 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).

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.