به زراعی کشاورزی
دوره ۱۶ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۳
صفحه‌های ۶۹۲-۶۷۵

اثر پرایمینگ بذر در مزرعه و شیوهٔ کاربرد کود سولفات روی بر خصوصیات سبزشدن، عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت در همدان

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

۱. استادیار گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر پرایمینگ بذر در مزرعه و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی بر خصوصیات سبزشدن، عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت در همدان آزمایشی به صورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعهٔ آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا، در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. عامل اول شیوه های مصرف کود سولفات روی در چهار سطح عدم مصرف، پخش سطحی، مصرف نواری و محلول پاشی؛ عامل دوم شامل دو سطح پرایم و عدم پرایم بذر در مزرعه؛ و عامل سوم نیز شامل دو هیبرید ذرت میان‌رس اس‌سنسور و بیاریس بود. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که درصد و سرعت سبزشدن در اثر پرایم کردن به ترتیب حدود ۱۶ و ۱۲ درصد افزایش یافت و ضریب یکنواختی سبزشدن در شرایط پرایم کردن و مصرف نواری کود سولفات روی در مقایسه با شرایط عدم پرایم و مصرف پخش کود سولفات روی ۷۴ درصد افزایش نشان داشت. همچنین، در هیبرید بیاریس پرایم کردن تعداد دانه در بلال را به طور چشمگیری افزایش داد. در هر دو هیبرید بیشترین میزان وزن صددانه از ترکیب تیمارهای پرایم و مصرف نواری یا محلول‌پاشی کود سولفات روی به‌دست آمد. در این تحقیق، بیشترین عملکرد دانه از هیبرید بیاریس پرایم‌شده در شرایط مصرف نواری کود سولفات روی به میزان ۱۳۷۰/۴۲ گرم در مترمربع حاصل شد که در مقایسه با تیمار بدون پرایم و عدم مصرف کود سولفات روی ۹/۶ درصد افزایش تولید داشت.

کلیدواژه‌ها: بذر، ذرت، روی، عملکرد، نواری.

* نویسنده مسئول Email: aboutalebian@yahoo.com

Archive of SID
.ir

۱. مقدمه

ذرت[1] از غلات عمدهٔ مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب گرمسیری است که به دلیل قدرت سازگاری بالا، کشت آن در مناطق سردسیر نیز میسر شده است [۱۱]. گیاه ذرت یکی از گیاهان پرتوقع و در عین حال یکی از محصولات راهبردی کشور محسوب می‌شود. تولید جهانی ذرت دانه‌ای ۶۰۴ میلیون تن و سطح زیرکشت آن ۱۴۰ میلیون هکتار است. این گیاه از نظر تولید بعد از گندم و برنج در رتبهٔ سوم قرار دارد. سهم تولید ایران ۲ میلیون تن و سطح زیرکشت آن ۳۵۰۰۰۰ هکتار است [۲۶].

یکی از مهم‌ترین تیمارهای افزایش‌دهندهٔ قدرت جوانه‌زنی بذور پرایمینگ بذر است. طی این تیمار بذور قبل از کاشت به صورت کنترل‌شده آبدهی می‌شود، به‌طوری که مرحلهٔ اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرایندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر می‌گذارد ولی از ورود به مرحلهٔ سوم جوانه‌زنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه‌چه) بازداشته می‌شود [۲۲].

پرایمینگ مزرعه‌ای بذر[2] یکی از انواع روش‌های پرایمینگ است که به دلیل کم‌هزینه بودن، به طور وسیعی استفاده می‌شود. در این روش، برخلاف روش پرایمینگ معمولی، بذرها بعد از خروج از آب یا محلول پرایم تا حد رطوبت اولیهٔ خود خشک نمی‌شود [۱۷].

پرایمینگ مزرعه‌ای بذر را کشاورزان برای تعدادی از محصولات زراعی نظیر گندم، نخود و ذرت به‌کار گرفته‌اند. در این روش، بذور بعد از قرارگرفتن در آب یا محلول‌های غذایی در مدت زمان معینی، به صورت سطحی خشک و بلافاصله کشت می‌شود [۲۸]. هنگامی‌که بذر پرایم‌شده در محیط مناسب جوانه‌زنی قرارمی‌گیرد، سریع‌تر از بذرهای پرایم‌نشده جوانه می‌زند. پرایم باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می‌شود [۱۷، ۱۸]. همچنین، در گیاهچهٔ حاصل از جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه افزایش می‌یابد. این افزایش در مورد ریشه‌چه بیشتر و قابل ملاحظه است. علاوه‌بر این، سرعت رشد و توسعهٔ ریشه در گیاهان حاصل از بذرهای مذکور بیشتر است، به‌طوری که تقسیمات سلولی در کلاهک ریشه در این شرایط شدت بیشتری دارد و این مسئله همراه با جذب بهتر آب و مواد غذایی سبب بهبود استقرار این گیاهان می‌شود. این موضوع در ریشه‌های ذرت، فستوکا و برنج به اثبات رسیده است [۲۴، ۲۷، ۲۸، ۴۰]. پرایمینگ بذر در مزرعه باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، بهبود استقرار گیاهچه، تسریع گلدهی و رسیدگی، مقاومت به خشکی و افزایش عملکرد می‌شود، ضمن اینکه بذور پرایم شده از مواد غذایی بهتر استفاده می‌کنند و در برابر آفات و بیماری‌ها مقاومت بیشتری می‌یابند [۲۹].

عناصر غذایی کم‌مصرف برای رشدونمو گیاهان بسیار لازم و ضروری است که در مقادیری کمتر از عناصر غذایی اصلی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم مصرف می‌شود [۳۱، ۳۵]. ذرت حساسیت زیادی به کمبود روی دارد. عنصر روی نقش اساسی در سنتز پروتئین‌ها، DNA و RNA ایفا می‌کند [۴۵]. اگرچه نیاز گیاهان به روی اندک است، ولی اگر مقدار کافی این عنصر در دسترس نباشد، گیاهان متحمل تنش‌های فیزیولوژیکی حاصل از ناکارایی سیستم‌های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی می‌شود [۲].

علت کاهش بیش از ۳۰ درصد عملکرد گندم، برنج، ذرت و دیگر محصولات عمده، کمبود متوسط عنصر روی در خاک است [۲۵]. کمبود روی در اغلب خاک‌ها به‌خصوص در خاک‌های آهکی از جمله در بیشتر

1. *Zea mays* L.
2. On-farm seed priming

www.SID.ir
Archive of SID

خاک‌های ایران ملاحظه می‌شود و فقدان روی رشد گیاه و تولید آن را محدود می‌کند [۹]. روی کوفاکتوری برای رشد گیاه و برای فعالیت برخی آنزیم‌ها مورد نیاز است [۴۷]. کمبود روی باعث کاهش رشد ریشه و کاهش تولید مادهٔ خشک ساقه و کاهش فعالیت تعداد زیادی از آنزیم‌ها از جمله کربونیک انهیدراز و سوپراکسید دیسموتاز می‌شود [۴۸]. در خاک‌های آهکی تثبیت روی سبب کاهش تحرک و جذب این عنصر غذایی می‌شود. لذا، هر روشی که بتواند در افزایش جذب و کاهش تثبیت آن در خاک عمل کند، به بهبود رشد گیاه می‌انجامد.

گسترش سریع سیستم ریشهٔ گیاه و مصرف نواری یا محلول‌پاشی عنصر روی راهکار مهمی در این زمینه محسوب می‌شود. در خاک‌های آهکی محلول‌پاشی و مصرف نواری عناصر ریزمغذی از جمله روی به دلیل برطرف نمودن سریع کمبود، کاهش تثبیت در خاک و مقرون به صرفه بودن مناسب‌تر است [۱۰]. استفاده از کودهای محتوی روی به صورت مصرف خاکی و محلول‌پاشی در کشورهای توسعه‌یافته عادی شده است، در صورتی که مصرف آن در کشورهای در حال توسعه بسیار کم انجام می‌شود [۳۰]. سه عنصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز بیش از سایر عناصر در امر تغذیهٔ ذرت نقش دارند [۱۲]. روی عنصر مهمی در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم‌کننده‌های رشد است. عقیمی دانه‌های گرده، کوچکی اندازهٔ برگ و کوتولگی گیاه از علایم کمبود این عنصر در گیاه ذرت است [۱۲]. مصرف خاکی و محلول‌پاشی برگ عناصر ریزمغذی آهن، روی، منگنز و مس در امر تغذیهٔ ذرت باعث افزایش عملکرد علوفه و نیز عملکرد دانه می‌شود که در این بین نقش مثبت آهن و روی در افزایش عملکرد بیش از نقش منگنز و مس است [۱۴]. مصرف برگی عناصر کم‌مصرف، تیمار بذری و مصرف خاکی عناصر ریزمغذی روی و منگنز باعث افزایش عملکرد و وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت می‌شود ولی بهترین روش در این بین تلفیق سه روش فوق با یکدیگر است [۴۸]. در بررسی کارایی روش‌های تغذیهٔ گیاهی با عناصر کم‌مصرف روی، منگنز و مس نتایج نشان داد مصرف برگی این عناصر بیشتر از مصرف خاکی یا تیمار نمودن بذر با عناصر فوق باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شد [۱۶].

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر شیوه‌های مختلف مصرف کود سولفات روی و اثر پرایمینگ بذر در مزرعه برخصوصیات سبز شدن، عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت میان‌رس در همدان بوده است.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر پرایمینگ بذر در مزرعه و شیوه‌های مصرف کود سولفات روی بر رشد و عملکرد دو هیبرید ذرت، آزمایشی طی سال ۱۳۹۱ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینای همدان (دستجرد) با ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سطح دریا و مختصات عرض جغرافیایی ۱ °۳۵ شمالی و طول جغرافیایی ۳۱ °۴۸ شرقی انجام شد. منطقهٔ مورد بررسی از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه‌خشک و سرد، با میانگین بارندگی سالیانهٔ ۳۳۳ میلی‌لیتر و متوسط درجهٔ حرارت ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد در گرم‌ترین ماه سال براساس آمار هواشناسی ۵۵ ساله است.

آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به صورت فاکتوریل با سه عامل پرایمینگ بذر در مزرعه، شیوهٔ کاربرد کود سولفات روی و دو هیبرید ذرت طراحی شد که عامل پرایمینگ بذر در مزرعه دارای دو سطح پرایم و عدم پرایم، شیوهٔ کاربرد سولفات روی دارای چهار سطح (پخش سطحی کود در خاک، مصرف نواری، محلول‌پاشی و عدم مصرف کود) و عامل هیبرید نیز شامل دو هیبرید ذرت میان‌رس اس‌سنسور و بیاریس بود. البته،

Archive of SID
www.SID.ir

در مورد ویژگی‌های سبزشدن، چون در عامل شیوهٔ کاربرد سولفات روی سطح محلول‌پاشی وجود نداشت، تجزیهٔ واریانس این صفات به صورت جداگانه انجام گرفت. هیبرید اس‌سنسور[1] از گروه رسیدگی ۴۱۰ فائو، تری‌وی‌کراس، مقاوم به خشکی و ورس و هیبرید بیاریس[2] از گروه رسیدگی ۴۹۰ فائو، سینگل کراس، مقاوم به کرم ساقه‌خوار با حساسیت کم به فوزاریوم و مقاوم به ورس است [۴۹]. بذور مورد استفاده از هر دو هیبرید به مدت هشت ساعت در دمای ۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد (دمای اتاق) در آب خیسانده شد. سپس، به صورت سطحی خشک و بلافاصله کشت شد؛ شیوه‌ای که موسوم به پرایمینگ بذر در مزرعه است و در مقایسه با روش مرسوم پرایمینگ دیگر بذور تا حد رطوبت ابتدایی خود خشک نمی‌شود [۲۸]. در هر کرت، شش ردیف کشت به طول ۷ متر و فاصلهٔ ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر درنظر گرفته شد و عمق کشت ۵ سانتی‌متر بود. هر دو هیبرید ذرت با تراکم کشت ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار کشت شد. فاصلهٔ بین کرت‌ها ۱۵۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ بین بلوک‌ها ۲ متر درنظر گرفته شد. میزان مصرف کود سولفات روی طبق نتایج آزمون خاک ۵۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد.

در جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش ذکر شده است. پخش سطحی کود سولفات روی در زمان کاشت به میزان ۱۲۸ گرم به منظور پخش بهتر با ماسه مخلوط و در سطح کرت پخش شد. مصرف نواری کود در زمان کاشت به میزان ۲۰ گرم در هر ردیف کاشت زیر ردیف ذرت قرارگرفت. محلول‌پاشی سولفات روی صبح زود در دو زمان ۴۵ و ۶۰ روز بعد از کاشت با غلظت پنج در هزار انجام گرفت.

به‌منظور آماده‌سازی زمین مورد آزمایش، شخم عمیقی قبل از کاشت و دو مرحلهٔ دیسک‌زنی عمود برهم انجام شد. سپس، زمین با ماله مسطح و با شیارساز به صورت جوی و پشته درآورده شد. کودهای نیتروژنی و فسفاته نیز براساس نتایج آزمایش خاک و توصیهٔ کودی مصرف شد (جدول ۱). به این منظور، میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در سه مرحله (شامل کاشت، هشت برگی و ظهور گل‌آذین نر) و کود فسفاته به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در زمان کاشت به صورت نواری مصرف شد. تاریخ کشت اوایل خرداد ۱۳۹۱ بود. برای تعیین بیوماس کل، عملکرد دانه و اجزای عملکرد، سطحی معادل ۲ مترمربع از قسمت مرکزی هر کرت با رعایت اثر حاشیه به‌طور کامل برداشت شد. به منظور اندازه‌گیری سرعت و درصد سبزشدن پس از شروع سبزشدن هر روز به مدت ده روز در یک خط مشخص از هر واحد آزمایشی گیاهچه‌ها شمارش و با استفاده از روابط ۱ و ۲ به‌ترتیب درصد و سرعت سبزشدن [۲۱] و با استفاده از رابطهٔ ۳ ضریب یکنواختی سبزشدن اندازه‌گیری شد [۲۰].

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	فسفر قابل‌جذب (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب (ppm)	نیتروژن کل (٪)	روی (ppm)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (٪)
۳۵	٤۵	۲۰	لومی–رسی	۸/۲	۲۲۰	۰/۱	۰/۸۸	۷/۸	۰/٤۰۹	۰/۷۲

1. ES-SENSOR
2. BIARIS

Archive of SID
www.SID.ir

(۱) درصد سبزشدن $(\sum n_i / N) \times 100$

(۲) سرعت سبزشدن $\sum n_i / \Sigma n_i d_i$

(۳) ضریب یکنواختی سبزشدن $\sum n_i [(MET-t)^2 / \sum \times n_i$

n_i تعداد گیاهچهٔ سبزشده در شمارش iام، d_i روز سبزشدن از زمان کاشت در شمارش iام،N تعداد بذور کشت شده در هر ردیف کاشت،MET متوسط زمان سبزشدن (معکوس سرعت سبز شدن) و t تعداد روزهای پس از کاشت است.

پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت و از روش حداقل تفاوت معنادار در سطح ۵ درصد برای مقایسهٔ میانگین‌ها استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. درصد و سرعت سبزشدن

آثار اصلی پرایمینگ و هیبرید در سطح آماری ۱ درصد بر درصد سبزشدن معنادار بود (جدول ۲). در بین دو هیبرید، بیاریس دارای درصد سبزشدن بیشتری نسبت به اس‌سنسور بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد این تفاوت ناشی از اختلاف ژنتیکی بین دو هیبرید بوده است. پرایم کردن سبب افزایش معناداری در درصد سبزشدن شد (جدول ۴). در گیاه نخود نیز استفاده از تیمار پرایم بذر در مزرعه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شد [۳۶]. افزایش درصد جوانه‌زنی در اثر پرایم‌کردن، ناشی از افزایش فعالیت متابولیکی است که طی جذب آب اتفاق می‌افتد و باعث می‌شود بذور پرایم‌شده از لحاظ مراحل جوانه‌زنی نسبت به بذور شاهد پیشرفته‌تر باشد [۱۹]. پرایم‌کردن مزرعه‌ای بذر سویا باعث افزایش وزن و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد، اما زمانی که این بذرها به سرعت خشک شد (پرایم‌کردن معمولی) کارکرد بذر به علت نشت بیش از حد الکترولیت‌ها از ترک‌های ایجاد شده روی لپه (در اثر خشک کردن) کاهش یافت [۲۳]. در مطالعه‌ای دیگر نیز بیان شد که هیدروپرایم‌کردن درصد و سرعت سبزشدن گیاهچه‌های ذرت را در مزرعه افزایش داد [۳۸]. هیدروپرایم‌کردن بذر از طریق کاهش مدت لازم برای جذب آب، موجب بهبود جوانه‌زنی، سبزشدن و استقرار سریع گیاهچه‌ها می‌شود [۴۳].

آثار اصلی تیمار پرایم‌کردن و هیبرید در سطح آماری ۱ درصد بر سرعت سبزشدن معنادار بود (جدول ۲). هیبرید بیاریس با تفاوت معنادار نسبت به هیبرید اس‌سنسور دارای سرعت سبز شدن بالاتری بود (جدول‌های ۲ و ۴). همچنین، پرایم‌کردن سبب افزایش سرعت سبزشدن گیاهچه‌ها شد (جدول‌های ۲ و ۴).

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس اثر پرایم‌کردن بذر و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی بر ویژگی‌های سبزشدن دو هیبرید ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبز شدن	میانگین مربعات سرعت سبزشدن	ضریب یکنواختی سبزشدن
تکرار	۲	**۲۰۴/۶۳	^{ns}۰/۰۰۰۰۲۰	^{ns}۰/۰۰۰۴۷
پرایم	۱	**۹۴۵/۵۶	**۰/۰۰۰۸۲	**۰/۰۳۰۷
شیوهٔ مصرف کود	۲	^{ns}۳۳/۵	^{ns}۰/۰۰۰۰۱	**۰/۰۱۶۸
هیبرید	۱	**۵۴۰/۵۶	**۰/۰۰۰۱۵	*۰/۰۰۹۸
هیبرید × شیوهٔ مصرف کود	۲	^{ns}۴/۹۳	^{ns}۰/۰۰۰۰۰۸	^{ns}۰/۰۰۰۱۲
پرایم × شیوهٔ مصرف کود	۲	^{ns}۴۲/۴۳	^{ns}۰/۰۰۰۰۳۸	**۰/۱۰۶۲
پرایم × هیبرید	۱	^{ns}۹۱/۸۴	^{ns}۰/۰۰۰۰۱۶	^{ns}۰/۰۰۰۹۴
پرایم × شیوهٔ مصرف کود × هیبرید	۲	^{ns}۱۰/۵۹	^{ns}۰/۰۰۰۰۰۲	^{ns}۰/۰۰۲
خطا	۲۲	۳۰/۱۳	۰/۰۰۰۰۱۴	۰/۰۰۱۶
ضریب تغییرات (٪)		۸/۴۳	۴/۲۶	۱۶/۹۶

ns، * و ** : به‌ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. نتایج تجزیهٔ واریانس اثر پرایم کردن بذر و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات								
		قطر بلال	طول بلال	ارتفاع	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن صددانه	عملکرد	وزن خشک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۲/۶۱**	۱/۶۱ns	۰/۰۶ns	۰/۱۸ns	۰/۹۹ns	۱۲۱۲/۰۲ns	۱/۷۱ns	۴۴۶۶/۱۰ns	۶۳۱۳۱/۲۵ns	۰/۰۰۱۷ns
پرایم	۱	۱۲/۱۱**	۲۸/۷۸**	۰/۰۲ns	۱۹/۲۱**	۰/۰۵ns	۱۳۶۲۲/۶۶**	۲۴/۴۱**	۸۱۷۰۵/۵۲**	۲۱۰۶۳۱۶/۰۲**	۰/۰۱۸**
شیوهٔ مصرف کود	۳	۲/۰۴**	۵/۱۸**	۰/۰۱ns	۱/۵۰ns	۱۶/۸۳*	۱۱۳۲۳/۳۰**	۲۱/۰۴**	۳۲۵۳۳/۱۳**	۱۰۶۸۲۰۷/۴۶**	۰/۰۱۳**
هیبرید	۱	۰/۷۵ns	۸/۷۲**	۰/۲۴**	۳/۵۴ns	۰/۲۱ns	۱۷۵۲۰/۴۳**	۵/۱۱ns	۱۰۲۹/۲۴ns	۱۲۵۱۳/۰۲ns	۰/۰۰۰۵۳ns
هیبرید × شیوه مصرف کود	۳	۰/۴۳ns	۰/۶۲ns	۰/۰۶ns	۰/۵۴ns	۱۲/۶۹ns	۲۰۰۱/۶۶ns	۳/۵۰ns	۱۷۶۰۹/۰۳ns	۲۵۷۰۹۲/۱۸**	۰/۰۱۴**
پرایم × شیوهٔ مصرف کود	۳	۰/۵۵ns	۳/۲۳*	۰/۱۱**	۰/۵۳ns	۱۴/۱۶*	۱۴۲۲/۸۳ns	۱۲/۵۰*	۸۹۵۳/۱۰ns	۶۸۱۹۹۲/۱۸**	۰/۰۳۴**
پرایم × هیبرید	۱	۲/۳۱*	۱/۸۲ns	۰/۰۰۶n.s	۱/۲۷ns	۴/۳۰ns	۷۵۰۶/۲۵*	۰/۰۰۰۱۴ns	۶۰/۶۳ns	۱۵۷۵/۵۲ns	۰/۰۰۰۳ns
پرایم × شیوهٔ مصرف کود × هیبرید	۳	۰/۳۴ns	۰/۴۴ns	۰/۱۹**	۰/۵۰ns	۹/۰۹ns	۱۴۸۷/۱۲ns	۳/۶۱ns	۲۰۲۲۹/۸*	۴۳۲۴۰۴/۶۸**	۰/۰۱۸**
خطا	۳۰	۰/۴۳	۰/۹۴	۰/۰۲	۱/۱۴	۴/۵۷	۱۶۶۸/۱۷	۳/۰۴	۶۸۱۹/۹۱	۳۱۶۰۵/۱۴	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۲۷	۵/۰۲	۷/۳۱	۶/۴۲	۵/۹۶	۶/۴۸	۵/۶۷	۶/۳۹	۶/۶۱	۹/۱۴

ns ، * و **: به‌ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

www.SID.ir

جدول ۴. آثار اصلی و متقابل پرایم‌کردن و شیوه مصرف کود سولفات روی بر ویژگی‌های سبزشدن

تیمار		درصد سبزشدن	سرعت سبزشدن	تعداد ردیف دانه در بلال	ضریب یکنواختی سبزشدن
پرایم		۷۰/۱۹^{a}	۰/۰۹۳^{a}	۱۷/۲۶^{a}	
عدم پرایم		۵۹/۹۴^{b}	۰/۰۸۳^{b}	۱۶^{b}	
اس سنسور		۶۱/۱۹^{b}	۰/۰۸۶^{b}		
بیاریس		۶۸/۹۴^{a}	۰/۰۹۰^{a}		
عدم پرایم	عدم مصرف				۰/۲۲۵^{bc}
	پخش				۰/۱۸۲^{c}
	نواری				۰/۲۲۰^{bc}
پرایم	عدم مصرف				۰/۲۲۷^{bc}
	پخش				۰/۲۳۵^{b}
	نواری				۰/۳۴۰^{a}

در تحقیقی نیز ذکر شد که میزان جوانه‌زنی استاندارد و سرعت جوانه‌زنی بذر کلزا در پاسخ به پرایم‌کردن افزایش یافت [۱۹]. افزایش سرعت سبزشدن در بذور ذرت، برنج و نخود در اثر پرایم‌کردن نیز گزارش شده است [۲۷]. علت افزایش جوانه‌زنی در گیاهان افزایش سطح انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز RNA و DNA و افزایش تعداد و عملکرد میتوکندری‌ها را به دنبال دارد [۱۷]. اسموپرایم‌کردن بذور رایگراس ایتالیایی و سورگوم با استفاده از PEG-8000، در دمای ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد سرعت جوانه‌زنی را نسبت به بذور شاهد افزایش داد [۲۱]. تیمار پرایم‌کردن باعث کوتاه‌کردن زمان کاشت تا سبز شدن و حفاظت بذرها از عوامل زنده و غیرزنده در مرحلهٔ بحرانی استقرار گیاهچه می‌شود [۱۹].

در این تحقیق، درصد و سرعت سبزشدن همبستگی مثبت و معناداری با وزن خشک تولیدشده نشان داد. همچنین، بین سرعت و درصد سبز شدن همبستگی بالایی مشاهده شد که با نتایج دیگر در این زمینه هماهنگی نشان می‌دهد (جدول ۸) [۲۸، ۳۰].

۲.۳. ضریب یکنواختی سبزشدن

اثر پرایم و شیوهٔ مصرف خاکی سولفات روی در سطح احتمال ۱ درصد، اثر هیبرید در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل پرایم در شیوهٔ مصرف سولفات روی در سطح احتمال ۱ درصد بر ضریب یکنواختی سبزشدن معنادار بود (جدول ۲). بیشترین ضریب یکنواختی سبزشدن مربوط به تیمار پرایم‌شده با مصرف نواری کود سولفات روی و کمترین آن مربوط به تیمارهای پرایم‌نشده بدون توجه به شیوهٔ مصرف سولفات روی بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که در بذور پرایم‌شده چون ریشه سریع‌تر گسترش می‌یابد [۲۷، ۲۸] امکان جذب بیشتر عناصر غذایی به‌وجود می‌آید [۲۷] و این ویژگی با مصرف نواری روی بهبود یافته است. در واقع، این تیمار پرایم‌کردن است که در تلفیق با روش مصرف نواری جذب روی را بهبود می‌بخشد. در تحقیقی نیز تیمار پرایم‌کردن یکنواختی سبزشدن و استقرار گندم را بهبود بخشیده است [۱۹]. اسمو و هیدروپرایم‌کردن بذور ذرت شیرین تحت شرایط نامناسب دمایی موجب افزایش

Archive of SID
www.SID.ir

درصد، متوسط زمان و یکنواختی جوانه‌زنی شد [۴۶]. ضریب یکنواختی سبزشدن با بیشتر صفات مورد بررسی به‌ویژه سرعت و درصد سبزشدن و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معناداری نشان داد (جدول ۸).

۳.۳. قطر بلال

اثر پرایم‌کردن و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی در سطح احتمال ۱ درصد، همچنین اثر متقابل پرایم در هیبرید در سطح احتمال ۵ درصد بر قطر بلال معنادار بود (جدول ۳). بیشترین قطر بلال مربوط به هیبرید بیاریس پرایم‌شده به میزان ۵/۵۵ سانتی‌متر بود (جدول ۵). واکنش‌پذیری قطر بلال در بیاریس به تیمار پرایم‌کردن بیش از اس‌سنسور بوده است، به‌طوری که میزان افزایش قطر بلال در بیاریس به علت پرایم‌شدن حدود ۳۵ درصد بوده است، در صورتی که در هیبرید اس‌سنسور پرایم‌کردن نتوانست اثر معناداری بر افزایش قطر بلال داشته باشد. این موضوع ریشه در ژنتیک این هیبریدها دارد. همچنین، شیوهٔ مصرف نواری کود سولفات روی در مقایسه با روش‌های دیگر مصرف این کود سبب قطورتر شدن بلال‌ها شد (جدول ۵). قطر بلال با طول بلال، سرعت و ضریب یکنواختی سبزشدن همبستگی معناداری نشان داد (جدول ۸).

جدول ۵. اثر متقابل پرایم‌کردن و هیبرید و اثر اصلی شیوهٔ مصرف سولفات روی بر قطر و تعداد دانه در بلال

پرایمینگ	هیبرید	قطر بلال (cm)	دانه در بلال
عدم پرایم	اس سنسور	^{b}۴/۸۰	^{b}۶۰۶/۵۳
	بیاریس	^{c}۴/۱۱	^{b}۶۱۹/۷۳
پرایم	اس سنسور	^{ab}۵/۳۶	^{b}۶۱۵/۲۲
	بیاریس	^{a}۵/۵۵	^{a}۶۷۸/۴۵
شیوه مصرف کود			
عدم مصرف		^{c}۴/۳۱	^{b}۵۸۲/۲۵
پخش		^{b}۴/۹۵	^{a}۶۳۲/۵۲
نواری		^{a}۵/۴	^{a}۶۴۷/۱۶
محلول‌پاشی		^{b}۴/۸۸	^{a}۶۵۱/۳۱

۴.۳. طول بلال

در این صفت، آثار اصلی هر سه عامل در سطح ۱ درصد و اثر متقابل پرایم‌کردن در شیوهٔ مصرف سولفات روی در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود (جدول ۳). بیشترین طول بلال مربوط به تیمار پرایم‌شده با مصرف نواری یا محلول‌پاشی کود سولفات روی و کمترین میزان طول بلال مربوط به تیمار عدم پرایم با پخش کود سولفات روی بوده است که تفاوت معناداری با عدم مصرف کود سولفات روی ندارد (جدول ۶). مصرف نواری و محلول‌پاشی کود سولفات روی در شرایط پرایم بذر در مقایسه با عدم پرایم توانست طول بلال را به ترتیب ۱۲/۴ و ۹/۸ درصد افزایش دهد. در این صفت نیز همانند نتایج مربوط به ضریب

Archive of SID
www.SID.ir

یکنواختی سبزشدن به‌نظر می‌رسد جذب بیشتر روی به علت گسترش بهتر ریشه‌ها در تیمارهای پرایم‌شده و دسترسی بالاتر به روی در شرایط مصرف نواری یا محلول‌پاشی روی رخ داده است. در شیوهٔ مصرف نواری افزایش طول بلال بیشتر بوده است (جدول ۴). به نظر می‌رسد علت نبود تفاوت در مصرف پخش و عدم مصرف کود سولفات روی در هر دو حالت پرایم و عدم پرایم، تثبیت بیشتر روی در خاک باشد (جدول ۳) [۱۰]. محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز باعث افزایش صفاتی نظیر طول بلال، قطر بلال، دانه در ردیف بلال، دانه در بلال و وزن خشک چوب بلال شد [۳].

۵.۳. ارتفاع بوته

برای صفت ارتفاع بوته علاوه بر اثر هیبرید و اثر متقابل پرایم‌کردن در روش مصرف سولفات روی، اثر متقابل سه‌گانهٔ پرایم‌کردن، هیبرید ذرت و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی معنادار بود (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته مربوط به هیبرید بیاریس در حالت پرایم‌شده و محلول‌پاشی کود سولفات روی به میزان ۲/۴۵ متر بود که البته با تیمار عدم مصرف روی در حالت پرایم‌شده تفاوت معناداری نداشت (جدول ۷). در هیبرید اس‌سنسور مصرف نواری سولفات روی در گیاهان حاصل از بذور پرایم‌شده بیشترین ارتفاع بوته را ایجاد کرد که در مقایسه با تیمار پرایم‌نشده و مصرف نواری سولفات روی در این هیبرید ۱۸/۹ درصد به ارتفاع بوته اضافه شد که دلیل دیگری بر اثر افزایشی پرایم‌کردن و شیوهٔ نواری مصرف سولفات روی بر یکدیگر است (جدول ۷)، اما باتوجه به وجود اثر متقابل بین پرایم‌کردن و روش مصرف سولفات روی می‌توان اظهار داشت که تلفیق پرایم بذر با محلول‌پاشی سولفات روی بدون توجه به هیبرید ذرت سبب افزایش ارتفاع بوته می‌شود. ذکر شده است که کمبود روی به علت تأثیر سوء بر بیوسنتز اکسین باعث کاهش ارتفاع بوته و عملکرد آن می‌شود [۴]. البته، در تحقیق حاضر ارتفاع بوته با سایر صفات اندازه‌گیری شده همبستگی معنادار نشان نداد (جدول ۸).

جدول ۶. اثر متقابل پرایم‌کردن و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی بر طول بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و وزن صددانه

پرایم‌کردن	شیوهٔ مصرف کود	طول بلال (cm)	تعداد دانه در ردیف بلال	وزن صددانه (gr)
عدم پرایم	**عدم مصرف**	۱۸/۶۲^{bc}	۳۲/۸۴^{c}	۲۹/۵۰^{cd}
	پخش	۱۷/۹۰^{c}	۳۵/۶۲^{ab}	۳۰/۰۱^{bcd}
	نواری	۱۸/۶۸^{bc}	۳۷/۹۵^{a}	۲۹/۷۲^{bcd}
	محلول‌پاشی	۱۹^{bc}	۳۷/۰۶^{ab}	۳۰/۹۰^{bcd}
پرایم	**عدم مصرف**	۱۸/۶۴^{bc}	۳۵/۴۱^{b}	۲۸/۲۶^{d}
	پخش	۱۹/۸۹^{b}	۳۶/۳۲^{ab}	۳۱/۴۶^{bc}
	نواری	۲۱^{a}	۳۵/۵۳^{ab}	۳۳/۴۵^{a}
	محلول‌پاشی	۲۰/۸۷^{a}	۳۵/۹۵^{ab}	۳۲/۶۶^{ab}

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۷. اثر پرایم‌کردن و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی بر ارتفاع، عملکرد، وزن خشک و شاخص برداشت دو هیبرید ذرت

پرایم‌کردن	هیبرید	شیوهٔ مصرف کود	ارتفاع (m)	عملکرد (gr/m2)	وزن خشک (gr/m2)	شاخص برداشت (٪)
عدم پرایم	اس‌سنسور	عدم‌مصرف	۱/۸۱^{e}	۱۰۷۵^{c}	۲۲۱۶/۶۶^{fg}	۴۸/۶$^{c-f}$
		پخش	۲/۲۵^{abc}	۱۲۹۹/۲۳^{a}	۲۳۵۰^{f}	۵۵/۳^{bcd}
		نواری	۱/۹۶^{de}	۱۳۲۷/۹۳^{a}	۲۸۰۰^{cd}	۴۸^{def}
		محلول‌پاشی	۲/۱۹$^{a-d}$	۱۳۰۸/۶۴^{a}	۲۵۸۳/۳۳^{de}	۵۰/۶$^{b-e}$
	بیاریس	عدم‌مصرف	۲/۱۰^{bcd}	۱۲۵۰^{ab}	۲۳۶۶/۶۶^{ef}	۵۳^{bcd}
		پخش	۲/۲۱$^{a-d}$	۱۱۱۳/۳۳^{b}	۲۹۳۳/۳۳^{e}	۳۸/۳^{g}
		نواری	۲/۳۱^{abc}	۱۳۰۶/۶۶^{a}	۲۰۳۳/۳۳^{g}	۶۴^{a}
		محلول‌پاشی	۲/۲۶^{abc}	۱۳۱۲/۷۶^{a}	۲۵۳۳/۳۳^{def}	۵۳^{bcd}
پرایم‌شده	اس‌سنسور	عدم‌مصرف	۲/۲۱$^{a-d}$	۱۳۱۸/۵۵^{a}	۲۲۵۰^{fg}	۵۸/۶^{ab}
		پخش	۲/۰۳^{cde}	۱۳۶۸/۳۳^{a}	۲۹۵۰^{bc}	۴۷/۶^{def}
		نواری	۲/۳۳^{ab}	۱۳۱۴/۱۶^{a}	۳۴۲۱/۶۶^{a}	۳۸/۳^{g}
		محلول‌پاشی	۱/۹۳^{de}	۱۳۴۸/۸۱^{a}	۳۰۵۰^{bc}	۴۴/۳^{efg}
	بیاریس	عدم مصرف	۲/۳۸^{ab}	۱۲۵۳/۴۱^{ab}	۲۲۳۳/۳۳^{fg}	۵۶/۳^{abc}
		پخش	۲/۲۱$^{a-d}$	۱۳۱۳/۳۳^{a}	۲۴۹۵d^{ef}	۵۲/۲^{bcd}
		نواری	۱/۹۴^{de}	۱۳۷۰/۴۲^{a}	۳۲۶۶/۶۶^{ab}	۴۲^{fg}
		محلول‌پاشی	۲/۴۵^{a}	۱۳۶۶/۶۶^{a}	۳۵۰۱/۶۶^{a}	۳۸/۶^{g}

www.SID.ir

جدول ۸ همبستگی بین صفات

صفات	تعداد ردیف	دانه در بلال	قطر بلال	طول بلال	دانه در ردیف	وزن صددانه	ارتفاع بوته	عملکرد	وزن خشک	شاخص برداشت	سرعت سبزشدن	درصد سبزشدن	ضریب یکنواختی سبزشدن
تعداد ردیف	۱												
دانه در بلال	۰/۵۹*	۱											
قطر بلال	۰/۶۶**	۰/۵۱*	۱										
طول بلال	۰/۷**	۰/۷۷**	۰/۵۱*	۱									
دانه در ردیف	۰/۰۲	۰/۵۵*	۰/۳۰	۰/۱۴	۱								
وزن صددانه	۰/۴۲	۰/۴۹	۰/۳۸	۰/۸۰**	۰/۱۲	۱							
ارتفاع بوته	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۳۵	-۰/۰۰۸	۱						
عملکرد	۰/۴۶	۰/۴۰	۰/۴۷	۰/۵۳*	۰/۴۱	۰/۵۸*	۰/۲۰	۱					
وزن خشک	۰/۶۰*	۰/۵۳*	۰/۶۲**	۰/۶۶**	۰/۱۲	۰/۶۸**	۰/۰۰۶	۰/۴۱*	۱				
شاخص برداشت	-۰/۴۲	-۰/۳۹	-۰/۴۳	-۰/۴۵	۰/۰۹	-۰/۴۸	۰/۱۴	۰/۰۹	-۰/۹**	۱			
سرعت سبزشدن	۰/۶۶**	۰/۵۱*	۰/۵۱*	۰/۷۹**	-۰/۰۴	۰/۶*	۰/۲۵	۰/۵۲*	۰/۵۰*	-۰/۳۱	۱		
درصد سبزشدن	۰/۵۸*	۰/۶۲*	۰/۴۳	۰/۷۸**	-۰/۰۶	۰/۶۷**	۰/۳۶	۰/۴۰	۰/۵۰*	-۰/۳۷	۰/۹۲**	۱	
ضریب یکنواختی سبزشدن	۰/۷۰**	۰/۶۸**	۰/۵۵*	۰/۸۹**	۰/۰۶	۰/۷۶**	۰/۰۰۹	۰/۴۹*	۰/۶۴**	-۰/۴۶	۰/۸۵**	۰/۷۵**	۱

* و **: به‌ترتیب معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

www.SID.ir

۶.۳. تعداد ردیف دانه در بلال

پرایم‌کردن تعداد ردیف دانه در بلال را در سطح احتمال ۱ درصد افزایش داد (جدول‌های ۳ و ۴). افزایش قطر بلال در اثر پرایم خود دلیلی بر افزایش تعداد ردیف است، همچنانکه در جدول ۸ نیز همبستگی مثبت و معناداری با مقدار ۰/۶۶ بین تعداد ردیف دانه و قطر بلال مشاهده می‌شود.

۷.۳. تعداد دانه در ردیف بلال

شیوهٔ مصرف کود سولفات روی و اثر متقابل آن با پرایم‌کردن در سطح احتمال ۵ درصد بر صفت تعداد دانه در ردیف بلال معنادار بود (جدول ۳). در حالت عدم پرایم بین روش‌های مصرف کود سولفات روی تفاوت معناداری وجود دارد و هر گونه مصرف کود سولفات روی به ویژه مصرف نواری آن اثر معناداری بر تعداد دانه در ردیف بلال داشته است. در حالت عدم پرایم، مصرف نواری تعداد دانه در ردیف بلال را نسبت به عدم مصرف سولفات روی ۱۵/۵ درصد افزایش داده است، در صورتی که در شرایط پرایم‌شده تفاوت‌ها بین مصرف و شیوهٔ مصرف معنادار نیست (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد از آنجا که پرایم کردن توسعهٔ ریشهٔ گیاهان را افزایش می‌دهد [۲۴، ۲۷]، در ذرت‌های پرایم شده جذب روی متعادل‌تر رخ داده است اما در تیمارهای پرایم نشده عدم مصرف روی سبب کاهش معنادار تعداد دانه در ردیف بلال شده است، زیرا تغذیهٔ گیاه ذرت با روی، به دلیل افزایش ذخیرهٔ هیدروکربن دانهٔ گرده، طول عمر دانهٔ گرده را افزایش می‌دهد. در نتیجه منجر به افزایش تلقیح و تشکیل تعداد بیشتری دانه در ردیف می‌شود [۴۴].

۸.۳. تعداد دانه در بلال

اثر اصلی هر سه عامل در سطح ۱ درصد و اثر متقابل پرایم در هیبرید در سطح ۵ درصد بر تعداد دانه در بلال معنادار بود (جدول۳). بیشترین تعداد دانه در بلال مربوط به هیبرید بیاریس در تیمار پرایم‌شده به میزان ۶۷۸/۴۵ و کمترین تعداد دانه در بلال مربوط به هیبرید اس‌سنسور در حالت پرایم‌نشده با مقدار ۶۰۶/۵۳ بود. پرایم‌کردن در هیبرید بیاریس تعداد دانه در بلال را حدود ۹/۵ درصد افزایش داده است، در صورتی که در هیبرید اس‌سنسور افزایش معناداری مشاهده نشد، لذا هیبرید بیاریس از نظر تعداد دانه در بلال واکنش قابل‌توجهی به تیمار پرایم‌کردن بذر نشان داده است (جدول ۵). مصرف کود سولفات روی به هر شیوه به‌خصوص محلول‌پاشی سبب افزایش تعداد دانه در بلال شد (جدول ۵). در این خصوص گزارش شده است که در اثر مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی، تعداد دانه در بلال به طور معناداری افزایش یافته است [۷]؛ یعنی، حضور این عنصر کارایی گرده‌افشانی را افزایش می‌دهد [۴۴]. با وجود آنکه تعداد دانه در بلال همبستگی معناداری با عملکرد نشان نداد، با صفاتی نظیر وزن خشک و خصوصیات مربوط به سبزشدن همبستگی مثبت و معناداری داشت (جدول ۸).

۹.۳. وزن صددانه

آثار اصلی پرایم‌کردن و شیوهٔ مصرف کود سولفات روی در سطح ۱ درصد و اثر متقابل پرایم در شیوهٔ مصرف کود سولفات روی در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن صددانه معنادار شد (جدول ۳). بیشترین میانگین وزن صددانه مربوط به تیمار پرایم‌شده با مصرف نواری سولفات روی بود که به‌جز با تیمار پرایم‌شده در حالت مصرف محلول‌پاشی با سایر تیمارها تفاوت معنادار نشان داد. در شرایط عدم پرایم تفاوت معناداری بین تمام تیمارهای شیوهٔ مصرف و عدم مصرف وجود نداشت، اما پرایم‌کردن سبب معنادار شدن شیوهٔ مصرف کود سولفات روی بر وزن صددانه شد، به‌طوری که در حالت مصرف نواری سولفات

Archive of SID
www.SID.ir

روی نسبت به مصرف پخش و عدم مصرف آن وزن صددانه به ترتیب ۶/۳ و ۱۸/۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۶). به نظر می‌رسد که تلفیق دو تیمار پرایم‌کردن و مصرف نواری یا محلول‌پاشی سولفات روی به افزایش تعداد سلول‌های اندوسپرمی دانه‌ها می‌انجامد و ظرفیت هر دانه را در جذب آسیمیلات‌های عرضه‌شده افزایش می‌دهد. نتایج نشان داد وزن صد دانه علاوه بر عملکرد دانه و خصوصیات سبزشدن با برخی دیگر از صفات اندازه‌گیری شده همبستگی معنادار و مثبتی داشته است. البته، در تحقیقی عنوان شده است که بین وزن صددانه و تعداد بلال در بوته همبستگی منفی وجود دارد (جدول ۸) [۷]. کاربرد سولفات روی موجب افزایش وزن هزاردانه به میزان ۸/۲ درصد نسبت به شاهد شد، اما این افزایش از نظر آماری غیرمعنادار بود [۱]. نتایج مشابه دیگری نیز در این زمینه گزارش شده است [۶، ۷]. در ذرت نیز به اثر افزایشی عناصر کم‌مصرف آهن، روی، منگنز و مس بر وزن دانه تأکید شده است [۳۲].

۱۰.۳. عملکرد

پرایم‌کردن و شیوهٔ مصرف سولفات روی در سطح ۱ درصد و اثر متقابل سه عامل پرایم‌کردن، شیوهٔ مصرف سولفات روی و هیبرید ذرت در سطح ۵ درصد بر عملکرد دانه معنادار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه مربوط به هیبرید بیاریس پرایم‌شده با مصرف نواری سولفات روی با مقدار ۱۳۷۰/۴۲ گرم در مترمربع و کمترین مقدار مربوط به تیمار هیبرید اس‌سنسور با عدم پرایم و عدم مصرف سولفات روی با میانگین ۱۰۷۵ گرم در مترمربع بود (جدول ۷). در حالت پرایم‌شده عملکرد در هر دو هیبرید و در هر شرایطی از مصرف و حتی عدم مصرف سولفات روی تفاوت معناداری نشان نداد، در صورتی که در حالت عدم پرایم بذر هیبرید بیاریس، مصرف پخش سولفات روی کاهش معناداری نسبت به سایر تیمارها نشان می‌دهد (جدول ۷). عدم معنادار بودن اثر متقابل پرایم و روش مصرف کود بر عملکرد مؤید این نکته است که پرایم باعث بهبود گسترش ریشه و افزایش قدرت جذب آن شده است (جدول ۳).

مقایسهٔ عملکرد هیبرید بیاریس پرایم‌شده در حالت مصرف پخش سولفات روی با همین هیبرید و مصرف پخش در حالت پرایم‌نشده نشان می‌دهد که عملکرد آن ۱۸ درصد بیشتر شده است. لذا، می‌توان اظهار کرد که واکنش هیبرید بیاریس به پرایم‌کردن بذر بیش از اس‌سنسور بوده است. باتوجه به اینکه بیشترین عملکرد در شرایط پرایم به‌دست آمده است، می‌توان گفت پرایم باعث شده که گیاهچه استقرار زودتر و بهتری داشته باشد. در نتیجه از امکانات محیطی بیشتر استفاده کرده و رشد بهتری داشته باشد، همچنان‌که براساس داده‌های جدول ۸ همبستگی معناداری بین عملکرد با سرعت و یکنواختی سبزشدن مشاهده می‌شود (جدول ۳). پرایم‌کردن بذر گندم در مزرعه، سبزشدن، استقرار بوته، تعداد پنجه، پارامترهای رشد و در نتیجه عملکرد کاه و کلش و عملکرد دانه را افزایش داد [۲۸].

در مورد اثر روی نیز آزمایش‌ها نشان می‌دهد که کاربرد روی سبب افزایش عملکرد ذرت و افزایش غلظت آن در برگ‌ها و ساقه‌های این گیاه شد [۳۴، ۴۱]. در کلزا نیز بالاترین عملکرد با کاربرد توأم محلول‌پاشی و مصرف خاکی روی به صورت نواری به دست آمد [۶، ۸]. فعالیت مخزن در گیاهان پرایم‌شده بیشتر از گیاهان بدون پرایم بود که نتیجه می‌شود فعالیت بیشتر آنزیم‌های موجود در سوخت‌وساز مخزن سبب افزایش عملکرد و وزن هزاردانه شده است [۱۵].

در بررسی تغییرات اجزای عملکرد ذرت در تحقیق حاضر، پرایم کردن به تنهایی اثری بر تعداد دانه در ردیف

Archive of SID
www.SID.ir

بلال نداشت، اما تعداد دانه در بلال و وزن صد دانه را افزایش داد (جدول ۳). شیوهٔ مصرف سولفات روی نیز بر تعداد ردیف دانه در بلال مؤثر نبود اما تعداد دانه در ردیف و وزن صددانه را بهبود بخشید (جدول ۷). در مقایسهٔ دو هیبرید مورد بررسی، افزایش قابل‌توجه تعداد دانه در بلال هیبرید بیاریس را می‌توان عامل مهم واکنش‌پذیری این هیبرید به پرایم‌کردن دانست (جدول ۵).

۱۱.۳. وزن خشک

در صفت وزن خشک آثار اصلی پرایم‌کردن و شیوهٔ مصرف سولفات روی و آثار متقابل دوگانهٔ هیبرید ذرت در شیوهٔ مصرف سولفات روی و پرایم‌کردن در شیوهٔ مصرف کود سولفات روی و اثر متقابل سه‌گانه در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۳). هیبرید بیاریس پرایم‌شده با روش محلول‌پاشی سولفات روی بیشترین میزان وزن خشک به مقدار ۳۵۰۱/۷ گرم در مترمربع را داشت که با مصرف نواری کود سولفات روی تفاوت معناداری نداشت، در صورتی که وزن خشک همین هیبرید در شرایط عدم پرایم و دو حالت مصرف نواری و محلول‌پاشی واکنش متفاوتی نشان داده است، به‌طوری که در عدم پرایم روش محلول‌پاشی وزن خشک را بیش از ۲۴ درصد نسبت به مصرف نواری افزایش داد. به عبارت دیگر، پرایم‌کردن تأثیر بیشتری بر هیبرید بیاریس داشته است (جدول ۷).

اسموپرایم‌کردن بذر با پلی‌اتیلن گلایکول سبب افزایش ۴ تا ۶ درصدی وزن خشک رایگراس ایتالیایی و ۴ تا ۱۶ درصدی وزن خشک سورگوم شد که علت آن بهبود استقرار بذور پرایم‌شده عنوان شده است [۳۳]. به نظر می‌رسد گیاهان حاصل از بذور پرایم‌شده با ریشهٔ گسترده‌تری که دارند درصد جذب روی بیشتری از خاک دارند. همین امر در مورد هیبرید بیاریس پرایم‌شده با مصرف نواری کود سولفات روی مشهود است [۲۴، ۲۷، ۴۰]. در گندم نیز مصرف کود روی وزن خشک دانه و کاه و کلش را افزایش داده است [۴۲]. در ذرت نیز محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در دو زمان ساقه‌رفتن و ظهور گل‌تاجی، بیشترین مادهٔ خشک را تولید کرد [۳]. در تحقیق جداگانهٔ دیگری بر ذرت، عنصر روی عامل افزایش مادهٔ خشک ارزیابی شد [۳۹]. همچنین، طبق تحقیقات انجام شده در زمینهٔ آفتابگردان، کاربرد عناصر ریزمغذی آهن و روی عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد [۵]. در اثر مصرف عنصر روی به علت افزایش سرعت فتوسنتز و کلروفیل‌سازی گیاه و در نهایت، افزایش سطح برگ و پرایم‌کردن به علت تأثیر مثبت بر افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی باعث می‌شود گیاه بهتر و بیشتر از شرایط محیطی استفاده کند و سرعت رشد محصول افزایش یابد [۱۳]. در این تحقیق نیز وزن خشک با خصوصیات سرعت، درصد و یکنواختی سبزشدن همبستگی مثبتی نشان داد (جدول ۸).

۱۲.۳. شاخص برداشت

بیشتر آثار اصلی و متقابل، به‌ویژه اثر متقابل سه‌گانه بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۳). هیبرید بیاریس پرایم‌نشده با مصرف نواری سولفات روی دارای بالاترین شاخص برداشت به میزان ۶۴ درصد بود (جدول ۷). به نظر می‌رسد با افزایش دسترسی به روی در مصرف نواری و محلول‌پاشی اثر پرایم بر شاخص برداشت کمتر شده است، ولی در حالتی که روی کمتر است (در شرایط عدم مصرف و پخش) پرایم تأثیر افزایشی بر شاخص برداشت داشته است. به عبارت دیگر، دسترسی به روی بیشتر از پرایم‌کردن تسهیم مواد را به دانه تحت تأثیر قرار داده است. در ذرت سینگل کراس ۲۶۰ هم گزارش شده است که پرایم‌کردن بذر با محلول سولفات روی شاخص برداشت را به صورت معناداری افزایش داده است [۳۷].

Archive of SID
www.SID.ir

شاخص برداشت با وزن خشک همبستگی منفی و معناداری داشت (جدول ۸)؛ یعنی، هر عاملی که سبب افزایش وزن خشک می‌شود به کاهش شاخص برداشت می‌انجامد، همچنانکه بیشترین وزن خشک به‌دست آمده در هیبرید بیاریس از تیمار پرایم‌کردن به همراه مصرف محلول‌پاشی سولفات روی دارای شاخص برداشت پایینی است (جدول ۷).

۴. نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، پرایم کردن مزرعه‌ای بذر ذرت به همراه کاربرد نواری یا محلول‌پاشی کود سولفات روی در دو مرحله از رشد در بهبود استقرار گیاهچه‌ها، افزایش رشد و عملکرد مؤثر است و هیبرید بیاریس واکنش بیشتری نسبت به تیمارهای اعمال شده نشان داد.

منابع

۱. اسدی کنگرشاهی ع، ملکوتی م ج (۱۳۸۲) تأثیر مصرف روی در رشد و عملکرد سویا و تعیین حد بحرانی آن در مزارع سویا. مجموعه مقالات تغذیه بهینه دانه‌های روغنی، انتشارات خانیران: ۳۷۰-۳۸۰.

۲. بایبوردی ا (۱۳۸۵) روی در خاک و محصولات غذایی، انتشارات پریور. چاپ اول: ۱۷۹.

۳. خلیلی محله ج و رشدی م (۱۳۸۶) اثرات محلول-پاشی عناصر کم‌مصرف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای ۴۰۷. علوم کشاورزی. ۱۳(۲): ۴۵۳-۴۶۵

۴. خلیلی محله ج و رشدی م (۱۳۸۷) اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰۴ در خوی. نهال و بذر. ۲۴(۲): ۲۸۱-۲۹۲.

۵. رحیمی م و مظاهری د (۱۳۸۷) واکنش مورفولوژیکی و عملکرد ذرت نسبت به ترکیبات شیمیایی آهن و مس. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۸: ۹۶-۱۰۰.

۶. سلیم‌پور س، میرزاشاهی ک، ملکوتی م ج و رضایی ح (۱۳۷۹) بررسی میزان و روش مصرف سولفات‌روی در زراعت کلزا در صفی‌آباد دزفول. خاک و آب. کلزا. ۱۲(۱۲(: ۲۲-۲۶ .

۷. شرفی س (۱۳۷۹) بررسی اثرات آهن و روی بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم ذرت دانه‌ای، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه ارومیه. ۱۵۱ ص.

۸. مرشدی ا (۱۳۷۹) بررسی اثر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و خواص کیفی و غنی‌سازی دانه‌های کلزا. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه تربیت مدرس. ۸۹ ص.

۹. ملکوتی م ج و غیبی م ن (۱۳۷۸) تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. نشر آموزش کشاورزی. معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی وزارت کشاورزی.

۱۰. ملکوتی م ج و ضیائیان ع (۱۳۷۹) محلول‌پاشی روشی نوین در افزایش کارآیی کودها و نیل به کشاورزی پایدار. انتشارات فنی معاونت ترویج وزارت کشاورزی. چاپ اول. ۲۴ ص.

۱۱. نورمحمدی ق، سیادت ع و کاشانی ع (۱۳۸۳) زراعت، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۴۶ ص.

۱۲. ملکوتی م، تهرانی م (۱۳۷۸) اثر عناصر ریز مغذی بر عملکرد و کیفیت تولیدات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۲۹۲ ص.

Archive of SID
www.SID.ir

۱۳. یاری ل، مدرس ثانوی ع م و سرورزاده ع (۱۳۸۳) اثر محلول‌پاشی منگنز و روی بر صفات کیفی ۵ رقم گلرنگ بهاره. علوم خاک و آب. ۱۸(۲): ۱۴۳-۱۵۱.

۱۴. ضیائیان آ و ملکوتی م ج (۱۳۷۷) تأثیر کاربرد عناصر ریزمغذی و زمان کاربرد آن بر افزایش عملکرد. خاک و آب. ۲(۱): ۵۶-۶۲.

15. . Aboutalebian MA, Zare Ekbtani G and Sepehri A (2012) Effects of on-farm seed priming with zinc sulfate and urea solutions on emergence properties, yield and yield components of three rainfed wheat Cultivars. Annals of Biological Research, 3 (10): 4790-4796.

16. Abdolsalam AA, Ibrahim AH and ElGarhi AH (1994) Comparative of application or foliar spray or seed coating to maize on a sand soil. Annals of Agricultural Science Moshthor. 32: 660-673.

17. Afzal A, Aslam N, Mahmood A, Irfan S and Ahmad G (2006) Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. Garden Depesquisa Biotecnology. 16(1): 19-34.

18. Ashraf M and Foolad MR (2005) Pre-sowing seed treatment- a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advances in Agronomy. 88: 223-271.

19. Basra SMA, Zia MN, Mehmood, T, Afzal I and Khaliq A (2002) Comparison of different invigoration techniques in wheat seeds. Pakistan Journal of Arid Agriculture. 32: 765- 774.

20. Basra SAM, Iftikhar MN and Afzal I (2011) Potential of moringa *(Moringa oleifera*) leaf extract as priming agent for hybrid maize seeds. International Journal of Agriculture and Bbiology. 6–1006–1010.

21. Bodsworth S, Bwley JD (1981) Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperature. Canadian Journal of Botany. 59: 672-676.

22. Bradford KJ (1995) Water relations in seed germination. In Seed Development and Germination (J. Kigel and G. Galili, Eds.), Marcel Dekker Inc., New York. Pp. 351-396.

23. Butzen S (2001) Soybean seed quality affected by growing condition. Site map publications journal news bulletin committees seed Links WEB. ISTA, Zurich. 457p.

24. Dianati Tilaki G, Shakarami B, Tabari M and Behtari B (2010) Increasing salt tolerance in tall fescue by seed priming techniques during germination and early growth. Indian Journal of Agricultural Research. 44(3): 177-182.

25. . Duffy B (2007) Zinc and plant disease. In Datnoff, LE., Elmer, WH and Huber, DM (Eds). Mineral Nutrition and Plant Disease. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society. P. 155-175.

26. FAO Production Year Book (2002) Food and Agricultural Organization of United Nation, Rome, Italy, 51:209P.

27. Farooq M, Basra SMA, Warraich EA and Khaliq A (2006) Optimization of hydro-priming techniques for rice seed invigoration. Seed Science and Technology. 34: 507-512.

28. Farooq, M, Basra SMA, Rehman H and Saleem BA (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.

29. Harris D (2006) Development and testing of on-farm seed priming. Advances in Agronomy. 90: 129-178.

Archive of SID

www.SID.ir

30. Harris D, Raghuwanshi BS, Ganwa JS, Singh SC, Joshi KD, Rashid A and Hollington A (2001) Participatory evaluation by farmers of on- farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. Experimental Agriculture. 37: 403-415.

31. Hergert GW, Nordquist PT, Peterson JL and Skates BA (1996) Fertilizer and crop management practices for improving maize yield on high pH soils. Journal of Plant Nutrition. 19: 223-1233.

32. Himayatullah B and Khan M (1998) Response of irrigated maize to trace elements in the presence of NPK. Sarhad Journal of Agriculture. 14: 117-120.

33. Hur SN (1991) Effect of osmoconditioning on the productivity of italian ryegrass and sorghum under suboptimal conditions. Korean Journal Animal Science. 33: 101-105.

34. Karimian N and Yasrebi J (1995) Prediction of residual effects of zinc sulfate on growth and zinc uptake of corn plants using three zinc soil tests. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 25(1-2): 256-363.

35. Marschner H (1995) Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition, Academic press, New York, USA. Pp. 350-355.

36. Musa AM, Harris D, Johansen C and Kumar J (2001) Short duration chickpea to replace fallow after Aman rice: The role of on-farm seed priming in the High Barind Tract of Bangladesh. Experimental Agriculture. 37: 509-521.

37. Musavi R, Aboutalebian MA and Sepehri A (2012) The effects of on-farm seed priming and planting date on emergence characteristics, yield and yield components of a corn cultivar (SC. 260) in Hamedan. Annals of Biological Research. 3(9): 4427-4434.

38. Nagar RP, Dadlani M and Sharma SP (1998) Effect of hydropriming on field emergence and crop growth of maize genotypes. Seed Research. 26: 1-5.

39. Obrador AJ, Novillo J and Alvarez JM (2003) Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. Soil Science Society of America. 67: 564-572.

40. Parera CA and Cantliffe DJ (1994) Presowing seed priming. Horticultural Reviews. 16: 109-139.

41. Parker DR (1997) Response of six crop species to zinc solution activities buffered with HEDTA. Journal of Soil Science Society of America. 61: 167-176.

42. Rengel Z and Graham RD (1995) Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soils. I. Vegetative growth. Plant and Soil. 173: 267-244.

43. Rowse HR, McKee JMT and Finch-Savage WE (2001) Membrane priming a method for small samples of high value seeds. Seed Science and Technology. 29: 587-597.

44. Sharma PN, Agrawala CSC and Sharma CP (1990) Zinc deficiency and pollen fertility in maize (*Zea mays*). Plant and Soil. 124: 221-225.

45. Sung JM and Chang YH (1993) Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. Seed Science and Technology. 21: 97-105.

46. Welch RM (2001) Impact of mineral nutrients in plants on human nutrition on a world wide scale. Plant Nutrition- Developments in Plant and Soil Sciences. 92: 284-258.

47. Yilmaz A, Ekis H and Cakmak I (1997) Effect of different zinc application methods on grain

Archive of SID

www.SID.ir

yield and zinc concentration in wheat. Journal of Plant Nutrition. 20: 461-471.

48. Zhi-xin Y, Shu-qing L, Da-wei Zh and Sheng-dong F (2006) Effects of cadmium, zinc and lead on soil enzyme activities. Journal of Environmental Sciences. 6: 1135 1141.

49. www. Euralis-semences.fr/seeds

Archive of SID

www.SID.ir