دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره سیزدهم، شماره چهل و هفتم، ۱۴۰۰

اثر محلول‌پاشی آهن و روی و زمان‌های برداشت بر جوانه زنی و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی سویا رقم ویلیامز ۸۲

آرمین پورصفر[۱]، محمد صدقی[۲]، رئوف سید شریفی[۳]، محمد حسن‌زاده[۴]

دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۳ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۰۲

چکیده

جهت بررسی تغییرات جوانه‌زنی بذر سویا (*Glycine max*) و برخی ویژگیهای بیوشیمیایی آن، آزمایش فاکتوریلی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ اجرا گردید. تیمارها شامل فاکتور محلول‌پاشی سولفات آهن و سولفات روی در دو سطح و زمان برداشت در سه سطح: غلاف سبز، رسیدگی فیزیولوژیک و غلاف رسیده خشک بود. طبق نتایج، اثر متقابل محلول‌پاشی و زمان برداشت بر عملکرد دانه و درصد پروتئین معنی دار بود و بیشترین مقادیر هر دو صفت در استفاده از سولفات روی در برداشت غلاف خشک بدست آمد. درصد روغن دانه متاثر از هر دو تیمار گردید، بطوریکه بیشترین درصد روغن در برداشت غلاف سبز به میزان ۲۱/٤ درصد بدست آمد و سولفات روی بیشترین تاثیر را بردرصد روغن به میزان ۲۰/۳ درصد دارا بود. اثر متقابل محلول‌پاشی و زمان برداشت بر مقدار آهن و روی بذر معنی دار بود و بیشترین مقدار آهن بذر (۱۲۱/٦ میلی‌گرم در کیلوگرم) در کاربرد سولفات آهن و بیشترین مقدار روی بذر (۹۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) در کاربرد سولفات روی، هر دو در برداشت رسیدگی فیزیولوژیک بدست آمد. درصد جوانه زنی متاثر از اثر متقابل محلول‌پاشی و زمان برداشت گردید و بیشترین مقدار (۹٦/٦) در تیمار سولفات روی در برداشت غلاف خشک مشاهده گردید. بطور کلی، مصرف روی باعث افزایش جوانه زنی، میزان روی، درصد روغن و عملکرد دانه شد و مصرف آهن باعث بهبود میزان پروتیین دانه گردید. برداشتهای رسیدگی فیزیولوژیک و غلاف خشک باعث بهبود صفات اندازه گیری شده بجز روغن دانه گردید.

واژه‌های کلیدی: پروتئین دانه، درصد روغن، ریزمغذی، عملکرد دانه، کیفیت بذر

پورصفر، آ.، م. صدقی، ر. سید شریفی و م. حسن زاده ۱٤۰۰. تاثیر مایکوریزا و اسید هیومیک بر محتوای کلروفیل و مولفه‌های پر شدن دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) در سطوح مختلف آبیاری. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۳(٤۷): ۸۷-۷٦.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک به نژادی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳- استادیار، گروه علوم گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. – مسئول مکاتبات.
m.hasanzadeh@uma.ac.ir

مقدمه

از بین ریزمغذی‌های مورد نیاز گیاهان، روی و آهن نقش مهمی را در رشد و نمو آن‌ها بازی می‌کنند. یکی از دلایلی که مصرف خاکی عناصر ریزمغذی را محدود می‌کند، pH قلیایی خاک است (زابلا و ولف، ۲۰۲۲) .یکی از راه‌های فائق آمدن بر این مشکل، روش‌های مختلف کاربرد این عناصر است. به دلیل سادگی روش، مقادیر کمتر مورد نیاز و نیز کارآمدتر بودن، روش محلول‌پاشی برگی در مراحل رشدی فعال گیاه می‌تواند مورد توجه قرار گیرد (واسایا و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین به دلیل حلالیت بالای سولفات‌ها، محلول‌پاشی سولفات آهن و روی به راحتی می تواند انجام گیرد. با توجه به اینکه سویا گیاهی است که همزمان دارای مقادیر بالایی از پروتیین و روغن است، کاربرد این دو عنصر اهمیتی دوچندان پیدا می کند. به‌عنوان مثال گزارش شده روی علاوه بر نقشی که در ساخته شدن پروتیین دارد، باعث افزایش عملکرد نیز در سویا گردیده است (جورابی و همکاران، ۲۰۲۰؛ میراخورلی و همکاران، ۲۰۲۱). در کنار روی، آهن نیز نقش مهمی در رشد گیاه دارد. در آزمایشی تریپاتی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش نمودند که مصرف عنصر آهن، عملکرد را در سویا افزایش می دهد. علاوه بر این، افزایش محتوای آهن در بذر سویا صرفنظر از روش اعمال آن، می‌تواند صفات رشدی گیاه را بهبود بخشد. به‌عنوان مثال گزارش شده که کاربرد آهن به‌صورت پیش تیمار بذر توانسته درصد جوانه زنی را به میزان ۸۰ درصد در مقایسه با ۵۵ درصد شاهد افزایش دهد (انگو و همکاران، ۲۰۱٤). همچنین متوه و همکاران (۲۰۱۹) گزارش نمودند که پیش تیمار بذر سویا با محلول ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سولفات آهن باعث افزایش درصد جوانه زنی سویا گردید. علاوه بر استفاده از ریزمغذی ها، مراحل رسیدگی نیز بر روی ویژگی‌های رشدی گیاه تاثیر گذار است. علی و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند باقی ماندن بذرهای سویا بر روی گیاه پس از رسیدگی می‌تواند منجر به فرسودگی بذر و در نتیجه تاثیر منفی بر ویژگی‌های جوانه زنی بذر گردد. بعبارت دیگر، در زمان‌های مختلف رسیدگی دانه، میزان پروتیین، درصد روغن، و وزن صد دانه در بذور سویا می‌تواند تغییر کرده (گایکواد و بهارود، ۲۰۱۷) و این امر می‌تواند به تغییر در میزان جوانه‌زنی بذور حاصل از گیاهان مادری با تاریخ‌های مختلف برداشت بیانجامد. ایساک و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند که بذرهای برداشت شده سویا در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک دارای درصد جوانه‌زنی و ویگور بالایی بودند و با تاخیر یک الی دو هفته‌ای در برداشت، مقادیر ذکر شده افت نمودند. در کنار این موضوع بایستی به خصوصیت ریزش بذر در سویا نیز توجه نمود تا در کنار بدست آوردن بیشترین عملکرد با بذور با کیفیت، کمترین افت عملکرد حادث گردد.

از آنجایی که بهبود عملکرد و پارامترهای مرتبط با کیفیت بذر به موازات حداکثر جوانه زنی در سویا مد نظر بود لذا در این تحقیق، به بررسی برخی ویژگی بیوشیمیایی و جوانه زنی بذر سویا در اثر محلولپاشی با عناصر آهن و روی و زمانهای مختلف رسیدگی (برداشت) پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در پارس آباد مغان واقع در شمال استان اردبیل و در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) (۳۹ درجه و ٤١ دقیقه عرض شمالی و ٤٧ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ٤٥ تا ۵۰ متر از سطح دریای آزاد) در سال زراعی ۱٤۰۰-۱۳۹۹ اجرا شد. فاکتور اول در سه سطح (شامل دو منبع کودی ریزمغذی سولفات روی و سولفات آهن و بدون استفاده از این منابع (شاهد)) و فاکتور دوم، سه زمان برداشت (شامل غلاف سبز، رسیدگی فیزیولوژیک و غلاف رسیده خشک) بود که در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۹-۱٤۰۰ بر روی سویا رقم ویلیامز ۸۲ کشت شده به صورت بهاره، اعمال گردید. بذور در روی ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی متر و در پلات‌هایی به مساحت ٦ متر مربع کشت گردیدند. در مرحله شروع گلدهی، ۱۰ گرم در لیتر و دو هفته پس از آن، ۵ گرم در لیتر از هر دو منبع کودی سولفات آهن و سولفات روی بر روی بوته های هر پلات در حجم یک لیتر به ازای هر پلات در اوایل صبح جهت جلوگیری از تبخیر محلول کودی از روی برگها توسط سمپاش ۳ لیتری دستی، محلول‌پاشی گردید. داشت محصول شامل آبیاری بصورت جوی و پشته ای هر ۱۰ روز یکبار، و مبارزه دستی با علف‌های هرز بود.

عملکرد دانه: در هر سه مرحله از برداشت، بذر ها از دو ردیف هر کرت برداشت شدند و بجز برداشت مرحله سوم، بذور در درون غلاف‌ها در دمای آزمایشگاه خشک شده و میزان عملکرد آنها با توزین کل دانه‌های برداشت شده از دو ردیف و تعمیم آن به هکتار، محاسبه گردید. پس از محاسبه عملکرد، از بذرهای موجود جهت آنالیز صفات بعدی استفاده گردید.

درصد پروتئین: هضم نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین کل به روش کامباماپاتی (۲۰۱۹) انجام شد. جذب نمونه ها در طول موج ۵۹۵ نانومتربا استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر

اندازه‌گیری شد. آلبومین سرم گاوی جهت ترسیم منحنی استاندارد مورد استفاده قرار گرفت .

درصد روغن: جهت استخراج روغن از دستگاه سوکسله مجهز به مخزن یک لیتری و حلال هگزان نرمال استفاده شد. بدین منظور ابتدا بذور سویا آسیاب شده و به قطر متوسط ۱/۵-۱ میلی‌متر رسیده و سپس در دستگاه سوکسله قرار داده شدند و حلال مذکور اضافه گردید. در طی آنالیز، دمای حلال کنترل گردیده و زمان ماند و حجم حلال اندازه گیری گردید. آنالیز به مدت ۳ ساعت ادامه یافت و بازده استخراج روغن به صورت روبرو محاسبه شد $Y=W1-W2/W1\times100$ (کرزیچکووسکا و کوزلووسکا، ۲۰۱۷) که W1 جرم اولیه نمونه قبل از استخراج و W2 جرم مقدار کنجاله روغنگیری شده می باشد.

مقادیر روی و آهن: هضم تر نمونه‌های بذری به این ترتیب انجام گرفت: ابتدا تمامی ظروف شیشه‌ای مورد نیاز

با اسید کلریدریک تجاری ۰/۱ درصد شسته شدند. سپس ۰/۵ گرم بذر با ترازوی حساس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱

گرم توزین شده، پودر شده و به لوله‌های هضم منتقل گردیدند. سپس ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ ٦٥ درصد به هر لوله اضافه شد. پس از قرار دادن لوله‌ها درون حفرهای اجاق هضم، روی لوله‌ها با درپوش مخصوص مسدود شد. در این گروه از لوله‌ها ۲ لوله بدون ماده گیاهی و فقط دارای اسید نیتریک به عنوان نمون‌های شاهد (بلانک) قرار داده شدند. نمون ها به مدت ٢٤ ساعت بدون اعمال هیچ دمایی رها شدند .پس از سپری شدن این مدت، نمونه‌ها به مدت۳ ساعت در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شدند. بعد از ۳ ساعت، دما به تدریج تا ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داده شد و برای ٦ ساعت عمل هضم انجام شد. نشانه اتمام هضم، به‌دست آمدن مایع زلال زرد بود. سپس لوله‌ها از روی اجاق هضم برداشته شده، در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند تا خنک شوند. پس از اینکه نمونه‌ها بطور جداگانه به‌وسیله اسید نیتریک غلیظ هضم شدند، عصاره‌های حاصله توسط کاغذ واتمن شماره ٤٢ صاف گردیده، توسط آب مقطر در بالن ژوژه به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسیده و سپس به فلاسک‌های حجمی۱۰۰میلی لیتری انتقال پیدا کردند. برای تعیین غلظت عناصر در نمونه‌های گیاهی، دستگاه جذب اتمی با لود کردن استاندارد هر کدام از عناصر مورد استفاده قرار گرفت (دونگ و همکاران، ۲۰۰٦).

درصد جوانه زنی: در زمان برداشت اول و دوم، غلاف‌های برداشت شده جهت از دست دادن رطوبت، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت سه روز خشک گردیده و سپس بذور خشک شده آنها وارد تست جوانه‌زنی شدند. در آزمون جوانه‌زنی، تعداد ۵۰ عدد بذر بر روی ۲ لایه کاغذ جوانه‌زنی و یک لایه در بالای آن‌ها قرار داده شده و سپس رول گردیده و داخل پاکت نایلونی در ۳ تکرار قرار داده شدند و ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر به هر رول افزوده شده، به انکوباتور منتقل گردیده و دردمای ۲۵ درجه به مدت یک هفته نگهداری شدند. شمارش بذرهای جوانه زده به‌صورت روزانه و تا زمانی که تعداد شمارش در دو روز متوالی ثابت شود، ادامه یافت. درصد جوانه‌زنی از شمارش تعداد بذرهای جوانه زده در روز آخر و به‌صورت روبرو $GP=\Sigma n/N\times100$ محاسبه شد که در آن، n تعاد بذر جوانه زده و N تعداد کل بذر می باشد (پانوار و باردواج، ۲۰۰۵).

تجزیه آماری: داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. نمودارها با استفاده از نرم افزار (۲۰۱۳) Microsoft Office Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

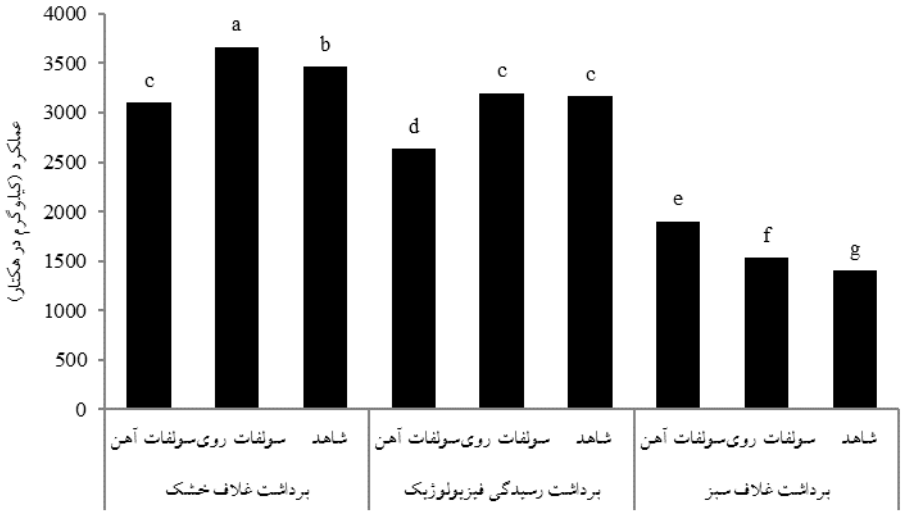
عملکرد دانه: بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار سولفات روی در زمان برداشت غلاف خشک (٣٦٦٦/٦ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۱). همچنین، کمترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد در زمان برداشت غلاف سبز (۱٤۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. جلال و همکاران (۲۰۲۱) نیز به افزایش عملکرد ناشی از کاربرد سولفات روی در لوبیا اشاره کرده‌اند. یوسفی تنها و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که استفاده از اکسید روی به فرم نانو موجب افزایش عملکرد گیاه سویا گردید که موافق با نتایج تحقیق حاضر است. مشخص شده که روی بر روی فعالیت‌های فتوسنتزی و آنزیمی مثل پپتیداز، دهیدروژناز، فسفوهیدرولاز نقش داشته و از این رو می تواند موجب افزایش پارامترهای رشدی گیاه گردد (اوللاه و همکاران ، ۲۰۲۰).

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر سولفات روی و سولفات آهن در زمان‌های مختلف برداشت بر عملکرد، درصد پروتئین و روغن، مقدار آهن و روی، و درصد جوانه زنی بذر سویا رقم ویلیامز ۸۲

	میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	درصد پروتئین	درصد روغن	آهن	روی	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی
بلوک	۲	۱۸۴۸/۱٤ ns	۰/۲۷ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۰٦ ns	۰/۵۵ ns	۲۰٤/۰۳ ns	۹/۱٤ ns
کود	۲	۵۹۷۰۳۷/۰۳ **	۸/۷۵ **	۱/۳۰ **	٤۳/۸۱ **	۱۲۱/۷۸ **	۵۹۵/۳۷ **	۲۲۸/٤۸ **
زمان	۲	۸۰۰۷۰۳۷/۰۳ **	۳۱۸/۹۵ **	۱٦/۸۷ **	٤۲۷/۷۰ **	٦۹٦/۱٦ **	۷۳۲٦/۰۳ **	۷٤۲۱/۸۱ **
کود × زمان	٤	۷۷۵۹۲/٦ **	۰/۷٤ **	۰/۰٦ ns	٦/۱۹ **	۳۹/۷۳ *	۳٤/٤۲ ns	۷٤/۵۳ **
خطا	۱٦	۱٤۸۱٤/۸۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/٤	۲۰/۵۸	٤/۳۱
ضریب تغییرات	-	۱۲	۵/۷	٦	٤/۵	۳/۷	۱/۲	۱/۷

ns غیر معنی دار و ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

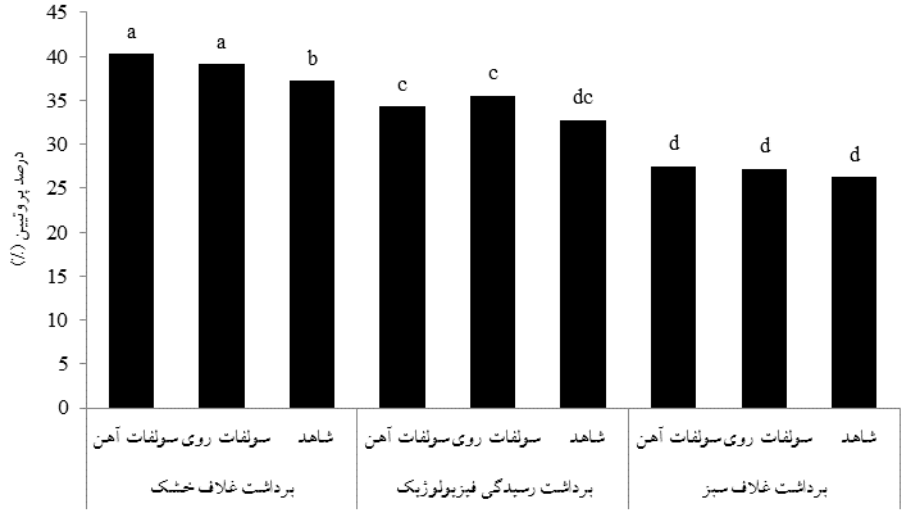
همچنین مشخص شده که روی در تقسیم سلولی، بزرگ شدن و حفظ یکپارچگی سلول‌ها نقش مهمی دارد (دولته، ۲۰۱۸). همان‌طور که در نمودار مقایسه میانگین شکل ۱ دیده می شود، بیشترین عملکرد در برداشت غلاف خشک به‌دست آمده است. زمان برداشت در گیاه سویا اهمیت بسیاری دارد زیرا اگر دانه زودتر از موعد برداشت شود، آسیمیلات‌های کافی به دانه نرسیده و موجب افت عملکرد می شود. گزارش شده که بیشترین حجم دانه سویا (و عملکرد) در رسیدگی کامل اتفاق می افتد که آن هم به‌دلیل طولانی‌تر بودن دوره پر شدن دانه است (ووگل و همکاران، ۲۰۲۱). البته محققان دیگری نیز گزارش کرده‌اند که بیشترین عملکرد دانه سویا در زمان رسیدگی فیزیولوژیک اتفاق می‌افتد (ایساک، ۲۰۱٦).



شکل ۱- تاثیرکود سولفات روی و سولفات آهن بر عملکرد بذر گیاه سویا رقم ویلیامز ۸۲ در زمان‌های مختلف برداشت.

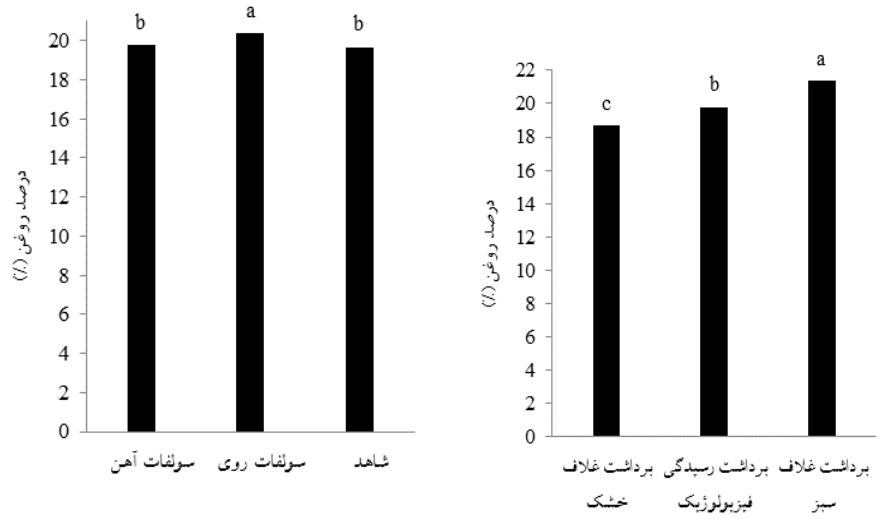
درصد پروتئین دانه: با توجه به نمودار مقایسه میانگین تاثیرکود سولفات روی و سولفات آهن بر درصد پروتئین بذر گیاه سویا در زمان های مختلف برداشت (شکل ۲) بیشترین درصد پروتئین بذر سویا (٤۰/۳ درصد) مربوط به تیمار سولفات آهن در زمان برداشت غلاف خشک و کمترین میزان آن (۲٦/۲ درصد) مربوط به تیمار شاهد در زمان برداشت غلاف سبز بود. قابل ذکر است که در زمان برداشت غلاف خشک درصد پروتئین بیشتر از زمان برداشت غلاف سبز و زمان برداشت رسیدگی فیزیولوژیک بود. با وجودی که تیمار سولفات روی نیز موجب افزایش درصد پروتئین بذر سویا شده است، ولی تاثیر سولفات

آهن در افزایش مقدار این صفت بیشتر از تیمار سولفات روی بود. افزایش پروتئین دانه سویا در اثر کاربرد روی توسط جات و همکاران (۲۰۲۱) گزارش شده است. در توجیه این امر می‌توان به افزایش میزان ازت در گیاه اشاره نمود که آن نیز به نوبه خود تحت تاثیر فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز است که با عنصر روی همبستگی دارد (ال هبشا و همکاران، ۲۰۱۵). افزایش پروتیین دانه در اثر کاربرد آهن در سویا (شیخبگلو و همکاران، ۲۰۱۸؛ جلالی، ۲۰۲۱) و در گندم (یاسمین و همکاران، ۲۰۱٦) گزارش شده که با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد. مشخص شده که در اثر کمبود آهن، برخی از پروتیین ها تجزیه می شوند تا این عنصر در فتوسنتز گیاه مورد استفاده قرار گیرد (سبالوس-لاییتا و همکاران، ۲۰۲۲) و این امر نقش آهن را در سنتز پروتیین محصول نشان می دهد.

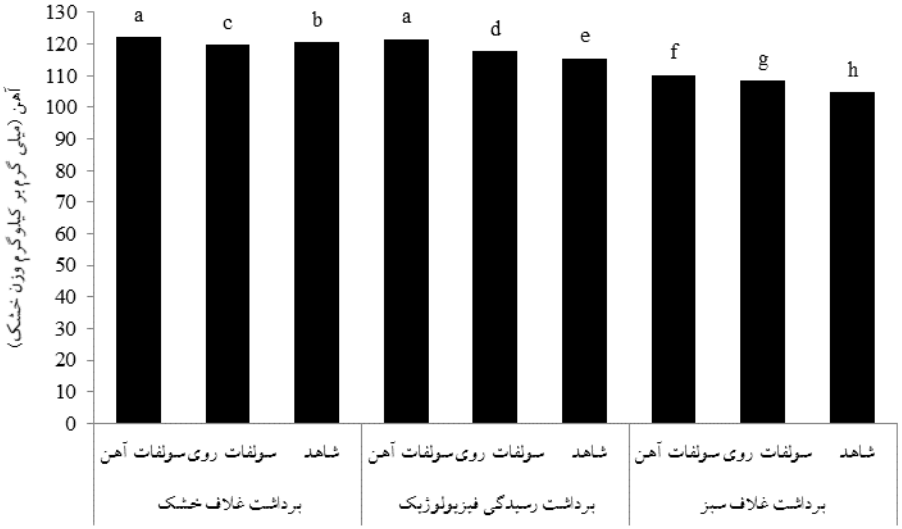


شکل ۲- تاثیرکود سولفات روی و سولفات آهن بر درصد پروتئین بذر گیاه سویا رقم ویلیامز ۸۲ در زمان‌های مختلف برداشت.

درصد روغن دانه: با توجه به نمودار مقایسه میانگین اثر اصلی کود سولفات روی و سولفات آهن بر درصد روغن بذر گیاه سویا (شکل ۳) بیشترین درصد روغن بذر سویا (۲۰/۳ درصد) مربوط به تیمار سولفات روی و کمترین میزان آن (۱۹/٦ درصد) مربوط به شاهد و سولفات آهن (۱۹/۷ درصد) بود. همچنین نمودار مقایسه میانگین تاثیر زمان‌های مختلف برداشت بر درصد روغن بذر گیاه سویا (شکل ۲) نشان داد که درصد روغن بذر گیاه سویا در زمان برداشت غلاف سبزبیشترین مقدار (۲۱/٤ درصد) و در زمان برداشت غلاف خشک کمترین مقدار (۱۸/٦ درصد) بود و با افزایش فاصله برداشت از زمان غلاف سبز تا غلاف خشک، درصد روغن بذر گیاه سویا روند نزولی پیدا کرد. نتایج مشابهی در اثر استفاده از عنصر روی بر افزایش محتوای روغن خردل (شارما و همکاران، ۲۰۱۷) به‌دست آمده است. همچنین مرادی تلاوت و همکاران (۱۳۹٤) نیز به افزایش محتوای روغن دانه گلرنگ در اثر کاربرد عنصر روی اشاره کرده اند. جلوگیری از فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی اکسیدانی که منجر به خسارت شدید به غشاهای چربی می‌شوند، به‌عنوان یکی از دلایل کاهش مقدار روغن دانه پیشنهاد شده‌اند (چودهاری، ۲۰۱۵). همانطور که در شکل ۳ نیز دیده می‌شود، علاوه بر عنصر روی، آهن نیز در افزایش روغن دانه (هرچند اندک) نقش دارد. در این رابطه گرلا و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی که بر روی محتوای عناصری مثل آهن و روی در بذر لوبیا انجام دادند، ارتباط مستقیمی را بین وجود عناصر مذکور و افزایش محتوای برخی اسیدهای چرب (تشکیل دهنده چربی بذر) آن یافتند.



شکل ۳- تاثیر زمان‌های مختلف برداشت، و نیز کودهای سولفات روی و سولفات آهن بر درصد روغن بذر سویا رقم ویلیامز ۸۲.

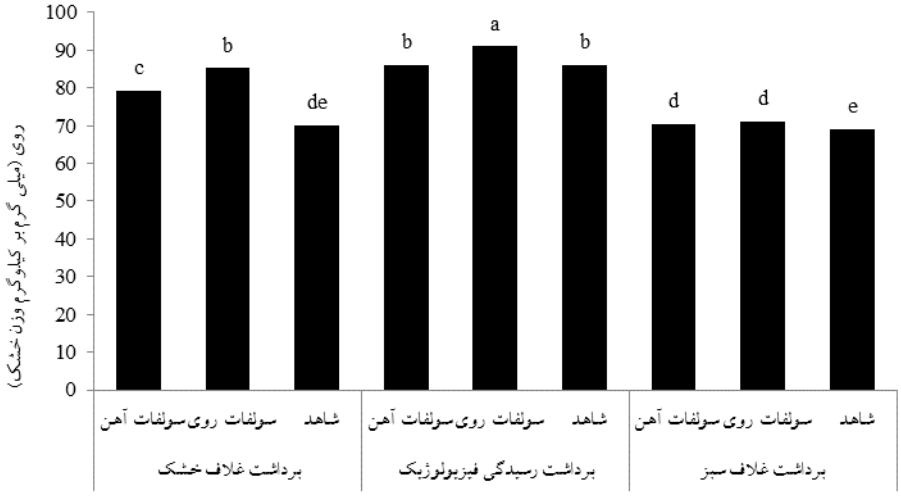


شکل ٤- تاثیرکود سولفات روی و سولفات آهن بر غلظت آهن بذر گیاه سویا رقم ویلیامز ۸۲ در زمان‌های مختلف برداشت.

آهن دانه: با توجه به نمودار مقایسه میانگین تاثیرکود سولفات روی و سولفات آهن بر غلظت عنصر آهن بذر گیاه سویا در زمان‌های مختلف برداشت (شکل ٤) مشخص گردید که بیشترین غلظت عنصر آهن بذر سویا به میزان تقریبا مشابهی مربوط به تیمار سولفات آهن در زمان برداشت رسیدگی فیزیولوژیک (۱۲۱/٦ میلی‌گرم در کیلوگرم) و برداشت غلاف خشک (۱۲۲/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم)، و کمترین میزان آن مربوط به گیاهان شاهد در زمان برداشت غلاف سبز (۱۰٤/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. طی روندی که در شکل دیده می شود، میزان آهن در زمان برداشت غلاف سبز در کمترین میزان خود است و این نشان می دهد که میزان عنصر آهن (و همچنین روی) محلول‌پاشی شده در قسمتهای سبز گیاه زیاد می باشد و هنوز انتقال عناصر غذایی از اندام‌های رویشی به دانه های تازه تشکیل شده، تکمیل نشده است. نکته درخور توجه اینکه در هر دو زمان برداشت غلاف سبز و رسیدگی فیزیولوژیک، محلول پاشی سولفات روی نیز توانسته بر افزایش محتوای آهن بذر (و بیشتر از تیمار شاهد) موثر باشد که این امر دلالت بر تاثیر مشابه و نزدیک این عناصر بر روی صفات بیوشیمیایی گیاه سویا دارد.

نی یی گابا و همکاران (۲۰۱۹) دریافتند که مصرف آهن، محتوای آن را در بذر گندم افزایش داد که موافق با نتایج ما در مورد بذر سویاست. در آزمایشی که توسط دی اولیویرا و نا اوزکا (۲۰۱۷) انجام شد، مشخص گردید وقتی بذرهای لوبیای آدزوکی در محلول حاوی نمکهای مختلف آهن (زیر حد سمیت برای این عنصر) جوانه دار شده، رشد کرده و ریشه و ساقه ایجاد نمودند، بیشترین میزان تجمع آهن در لپه ها و کمترین آن در ریشه ها دیده شد. آهن موجود عمدتا در ترکیب با گلوتلین‌ها، آلبومین‌ها و گلوبولین‌های بذر دیده شد. از آنجایی که آهن برای انجام فتوسنتز ضروری است، این عنصر در طی رشد گیاه مادری در بذر ذخیره می‌شود تا بتواند نیاز اولیه گیاهچه جدید را به آن، از طریق بذر تامین نماید (ماری و همکاران، ۲۰۲۰).

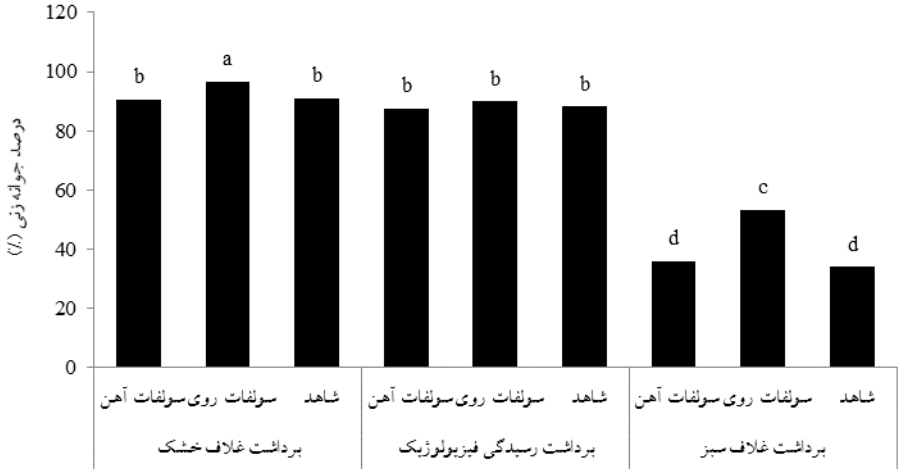
مقدار روی دانه: نمودار مقایسه میانگین تاثیرکود سولفات روی و سولفات آهن بر غلظت عنصر روی بذر گیاه سویا در زمان‌های مختلف برداشت (شکل ۵) نشان داد که بیشترین غلظت عنصر روی مربوط به تیمار سولفات روی در زمان برداشت رسیدگی فیزیولوژیک (۹۱/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد در زمان برداشت غلاف سبز (۶۹/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. طبق تحقیقاتی که اوللاه و همکاران (۲۰۲۰) بر روی لوبیا و هیدوتو و همکاران (۲۰۱۷) بر روی نخود انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که با مصرف روی، غلظت این عنصر در بذر افزایش پیدا می‌کند که مطابق با یافته های تحقیق ما می‌باشد. نتایج مشابهی در اثر استفاده از روی به صورت تیمار با بذر ذرت، توسط عمران و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده است. بیان شده که در اثر کاربرد روی در ترکیب با اسید آمینه هیستیدین و آرژنین بر روی گندم، مقدار روی بیشتری در دانه گندم نسبت به روش مرسوم کوددهی روی حاصل شده است (صدیق و همکاران، ۲۰۱۶) که این امر نشانگر این است که روی در ترکیب با پروتیین‌ها می‌تواند در بذر تجمع یابد. طبق یافته جیمنز-روسادو (۲۰۱۸)، کاربرد روی باعث ترکیب این عنصر در پروتیین بذر سویا گردیده است. از آنجایی که طبق شکل ۲، کاربرد روی به‌طور معنی داری باعث افزایش پروتیین دانه گردیده است، لذا افزایش مقدار این عنصر در بذر، از این مسیر قابل توجیه است.



شکل ۵- تاثیرکود سولفات روی و سولفات آهن بر غلظت روی بذر گیاه سویا رقم ویلیامز ۸۲ در زمان‌های مختلف برداشت.

درصد جوانه زنی: نمودار مقایسه میانگین تاثیرکود سولفات روی و سولفات آهن بر درصد جوانه زنی بذر گیاه سویا در زمان های مختلف برداشت (شکل ٦) نشان داد که بیشترین درصد جوانه زنی بذر (۹٦/٦) مربوط به تیمار سولفات روی در زمان برداشت غلاف خشک بود. همچنین کمترین درصد جوانه زنی بذر (۳٤) مربوط به گیاه شاهد در زمان برداشت غلاف سبز بود. گزارش شده که افزایش محتوای آهن در بذر برنج و ذرت (به واسطه نانوپرایمینگ) (دیلیپ و همکاران، ۲۰۲۱) و نیز گندم (عبدلی و اسفندیاری، ۲۰۱۷) باعث بهبود جوانه زنی شده است. همچنین بیان شده که پرایمینگ بذر سویا با نانو اکسید روی که فقط ۱۳ درصد آن طی مراحل رشد، از روی پوسته بذر جذب گیاهچه و بذر گردید، توانست ویژگی‌های جوانه زنی بذر را بهبود بخشد (مونتانها و همکاران، ۲۰۲۰). این امر نشان می دهد که تامین عنصر روی برای بذر (چه به‌صورت محلول‌پاشی و چه

پیش تیمار بذر) می تواند به جوانه زنی بذر سویا کمک نماید. بیان شده که در بذر کاهو، افزایش محتوای روی که منجر به افزایش درصد جوانه زنی گردیده، با افزایش سنتز پروتیین (همان گونه که در تحقیق ما نیز نتایج مشابهی طبق شکل ۲ بدست آمد) و افزایش سطوح نشاسته همراه بوده است (راواشده و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین مشخص شده که افزایش محتوای روی در بذر می‌تواند با جلوگیری از ایجاد خسارت توسط آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، باعث بهبود جوانه زنی در بذر برنج گردد (اوپادهایا و همکاران، ۲۰۱۷).



شکل٦- تاثیرکود سولفات روی و سولفات آهن بر درصد جوانه زنی بذر گیاه سویا رقم ویلیامز ۸۲ در زمان‌های مختلف برداشت.

نتیجه‌گیری

محلولپاشی با عناصر آهن و روی در مرحله شروع گلدهی به میزان ۱۰ گرم در لیتر از هردو منبع کودی و دو هفته بعد به میزان ۵ گرم در لیتر از هردو منبع کودی باعث بهبود تمام صفات اندازه گیری شده در دانه سویا نسبت به بوته های شاهد گردید و در این بین، کاربرد سولفات روی باعث افزایش درصد جوانه زنی، میزان روی دانه، درصد روغن دانه، و عملکرد دانه در هکتار گردید. البته در صفت میزان پروتیین و محتوای آهن دانه، سولفات آهن نیز به اندازه روی تاثیر مثبتی نشان داد. همچنین زمان برداشت نیز در تمام صفات اندازه گیری شده اثر معنی داری نشان داد و به جز صفت میزان روغن دانه، زمان‌های برداشت رسیدگی فیزیولوژیک و غلاف خشک باعث بهبود مقادیر صفات اندازه گیری شده گردید.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله حاضر، از ریاست دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، جناب آقای دکتر اصغر عبادی، بدلیل در اختیار گذاشتن امکانات لازم جهت اجرای بخشی از آنالیزهای تحقیق حاضر، سپاسگزاری و قدردانی می‌نمایند.

منابع

مرادی تلاوت، م. ر.، ف.، روشن، و س. ع. سیادت. ۱۳۹٤. اثر محلول پاشی سولفات روی بر محتوای عناصر معدنی، عملکرد دانه و روغن دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۷، شماره ۲: ۱٦٤-۱۵۳.

Abdoli, M. and E. Esfandiari. 2017. Effect of seed zinc content on vigor and seedling growth parameters of wheat grown in different levels of salinity. Int. J. Adv. Life Sci. 10 (2): 263-271.

Adamczyk-Szabela, D. and W. M. Wolf. 2022. The Impact of Soil pH on Heavy Metals Uptake and Photosynthesis Efficiency in Melissa officinalis, Taraxacum officinalis, Ocimum basilicum. Molecules. 27: 4671.

Ali, I. M., R. Nulit, M. H. Ibrahim and Md. K. Uddin. 2018. Effect of delay harvest on seed quality and germination of three varieties of soybean (Glycine max) seeds. Plant Arch.18 (2): 1961-1966.

Ceballos-Laita, L., D. Takahashi, M. Uemura, J. Abadía, A. F. López-Millán and J. Rodríguez-Celma. 2022. Effects of Fe and Mn deficiencies on the root protein profiles of tomato (Solanum

lycopersicum) using two-dimensional electrophoresis and label-free shotgun analyses. Int. J. Mol. Sci 23(7): 3719.

Choudhary, H. D., S. R. Sharma, R. S. Jat and G. Jat. 2015. Effect of soil and foliar application of zinc and iron on yield, quality and economics of Fennel. Ann. Plant Soil Res. 17(2): 200-203.

de Oliveira, A. P. and J. Naozuka. 2017. Effects of iron enrichment of Adzuki bean (Vigna angularis) sprouts on elemental translocation, concentrations of proteins, distribution of Fe-metalloproteins, and Fe bioaccessibility. J. Braz. Chem. Soc.28(10): 1937-1946.

Dilip, I. P., G. Kasivelu, T. Selvarja, K. Malaichamy, V. Raguraman, C. Sumit and S. Doron. 2021. Influence of nanoscale micro-nutrient α-Fe2O3 on seed germination, seedling growth, translocation, physiological effects and yield of rice (Oryza sativa) and maize (Zea mays). Plant Physiol. Biochem. 162: 564-580.

Dong, J., F. Wu, and G. Zhang. 2006. Influence of cadmium on antioxidant capacity and four microelement concentrations in tomato seedlings (Lycopersicon esculentum). Plant Physiol. Biochem. 64: 1659-1666.

Doolette, C. L., T. L. Read, C. Li, K. G. Scheckel, E. Donner, P. M. Kopittke, J. K. Schjoerring and E. Lombi. 2018. Foliar application of zinc sulphate and zinc EDTA to wheat leaves: Differences in mobility, distribution, and speciation. J. Exp. Bot. 69: 4469–4481.

El-Habbasha, E. S., E. A. Badr and E. A. Latef. 2015. Effect of zinc foliar application on growth characteristics and grain yield of some wheat varieties under Zn deficient sandy soil condition. Int. J. Chemtech Res. 8 (6): 452-458.

Gaikwad, A. P. and R. W. Bharud. 2017. Effect of time of harvesting on physical and chemical properties of soybean (Glycine max M.) seed. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 6 (4): 1092-1097.

Grela, E. R., W. Samolińska, B. Kiczorowska, R. Klebaniuk and P. Kiczorowski. 2017. Content of minerals and fatty acids and their correlation with phytochemical compounds and antioxidant activity of leguminous seeds. Biol. Trace Elem. Res. 180 (2): 338-348.

Hidoto, L., W. Worku, H. Mohammed and B. Taran. 2017. Effects of zinc application strategy on zinc content and productivity of chickpea grown under zinc deficient soils. J. Soil Sci. Plant Nutr. 17 (1): 112-126.

Imran, M., D. Garbe-Schönberg, G. Neumann, B. Boelt and K. H. Mühling. 2017. Zinc distribution and localization in primed maize seeds and its translocation during early seedling development. Environ. Exp. Bot. 143: 91-98.

Isaac, O. T., B. K. Banful, S. Amoah, S. Apuri and E. A. Seweh. 2016. Effect of harvesting stages on seed quality characteristics of three soybean (Glycine Max (L) Merrill) varieties. J. Sci. Eng. Res. 3 (4): 326-333.

Jalal, A., F. S. Galindo, E. H. M. Boleta, C. E. d. S. Oliveira, A. R. d. Reis, T. A. R. Nogueira, M. J. Moretti Neto, E. S. Mortinho, G. C. Fernandes and M. C. M. Teixeira Filho. 2021. Common bean yield and zinc use efficiency in association with diazotrophic bacteria co-inoculations. Agronomy. 11 (959): 1-20.

Jat, G., S. K. Sharma, R. H. Meena, R. Choudhary, R. S. Choudhary and S. K. Yadav. 2021. Studies on effect of zinc application on quality and yield of soybean (Glycine max L.) under typic haplustepts soil. Indian J. Pure Appl. Biosci. 9 (1): 188-193.

Jiménez-Rosado, M., V. Pérez-Puyana, F. Cordobés, A. Romero and A. Guerrerob. 2018. Development of soy protein-based matrices containing zinc as micronutrient for horticulture. Ind Crops Prod. 121: 345-351.

Joorabi, S., H. R. Eisvand, A. Ismaili and A. Nasrolahi. 2020. ZnO affects soybean grain yield, oil quantity, quality, and leaf antioxidant activity in drought stress conditions. Journal of Plant Process and Function. 8 (34): 61-70.

Kambhampati, S., J. Li, B. S. Evans and D. K. Allen. 2019. Accurate and efficient amino acid analysis for protein quantification using hydrophilic interaction chromatography coupled tandem mass spectrometry. Plant Methods. 15 (46): 11-12.

Krzyczkowska, J. and M. Kozłowska. 2017. Effect of oils extracted from plant seeds on the growth and lipolytic activity of Yarrowia lipolytica yeast. J. Am. Oil Chem. Soc. 94: 661-671.

Majeed, A., W. A. Minhas, N. Mehboob, S. Farooq, M. Hussain, S. Alam and M. S. Rizwan. 2020. Iron application improves yield, economic returns and grain-Fe concentration of mung bean. PLoS ONE. 15(3): e0230720.

Mari, S., C. Bailly and S. Thomine. 2020. Handing off iron to the next generation: how does it get into seeds and what for?. Biochem. J. 477 (1): 259-274.

Metoh, T. N., T. N. Wakai, P. Fon Gah and J. Chmielowska-Bak. 2019. Iron-fortification of soybean seeds - effect on phenolic and phytic acid and phosphorous contents and germination rates in soybean sprouts. Int. J. Manag. Sci. Eng. Manag. 7 (12): 6-23.

Mirakhorli, T., Z. O. Ardebili, A. Ladan-Moghadam and E. Danaee. 2021. Bulk and nanoparticles of zinc oxide exerted their beneficial effects by conferring modifications in transcription factors, histone deacetylase, carbon and nitrogen assimilation, antioxidant biomarkers, and secondary metabolism in soybean. PLoS ONE. 16: e0256905.

Montanha, G. S., E. S. Rodrigues, J. P. Rodrigues Marques, E. de Almeida, M. Colzato and H. W. P. de Carvalh. 2020. Zinc nanocoated seeds: an alternative to boost soybean seed germination and seedling development. SN Appl. Sci. 2: 857.

Moore, K. L., I. Rodríguez-Ramiro, E. R. Jones, E. J. Jones, J. Rodríguez-Celma, K. Halsey, C. Domoney, P. R. Shewry, S. Fairweather-Tait and J. Balk. 2018. The stage of seed development influences iron bioavailability in pea (Pisum sativum L.). Sci. Rep. 8: 6865.

Ngo, Q. B., T. H. Dao, H. C. Nguyen, X. T. Tran, T. V. Nguyen, T. D. Khuu and T. H. Huynh. 2014. Effects of nanocrystalline powders (Fe, Co and Cu) on the germination, growth, crop yield and product quality of soybean (Vietnamese species DT-51). Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol. 5: 015016.

Niyigaba, E., A. Twizerimana, I. Mugenzi, W. A. Ngnadong, Y. P. Ye, B. M. Wu and J. B. Hai, 2019. Winter wheat grain ouality, zinc and iron concentration affected by a combined foliar spray of zinc and iron fertilizers. Agronomy. 9(5): 250.

Panwar, P. and S. D. Bhardwaj. 2005. Handbook of practical forestry, Agrobios (India), 191p.

Rawashdeh, R. Y., A. M. Harb and A. M. AlHasan. 2020. Biological interaction levels of zinc oxide nanoparticles; lettuce seeds as case study. Heliyon. 6(5): e03983.

Seddigh, M., A. H. Khoshgoftarmanesh and S. Ghasemi. 2016. The effectiveness of seed priming with synthetic zinc-amino acid chelates in comparison with soil-applied ZnSO4 in improving yield and zinc availability of wheat grain. J. Plant Nutr. 39(3): 417-427.

Sheykhbaglou, R., M. Sedghi and B. Fathi-Achachlouie. 2018. The effect of ferrous nano-oxide particles on physiological traits and nutritional compounds of soybean (Glycine max L.) seed. An. Acad. Bras. Cienc. 90 (1): 485-494.

Tripathi, D. K., S. Singh, S. Gaur, S. Singh, V. Yadav, S. Liu,V. P. Singh, S. Sharma, P. Srivastava, S. M. Prasad, N. K. Dubey, D. K. Chauhan and S. Sahi. 2018. Acquisition and homeostasis of iron in higher plants and their probable role in abiotic stress tolerance. Front. Environ. Sci. 5 (86): 1-15.

Ullah, A., M. Farooq, F. Nadeem, A. Rehman, M. Hussain, A. Nawaz and M. Naveed. 2020. Zinc application in combination with zinc solubilizing enterobacter sp. MN17 improved productivity, profitability, zinc efficiency, and quality of desi chickpea. J. Soil Sci. Plant Nutr. 20: 2133–2144.

Upadhyaya, H., H. Roy, S. Shome, S. Tewari, M. K. Bhattacharya and S. K. Panda. 2017. Physiological impact of Zinc nanoparticle on germination of rice (Oryza sativa L) seed. J. Plant Sci. Phytopathol. 1: 062-070.

Vogel, J. T., W. Liu, P. Olhoft, S. J. Crafts-Brandner, J. C. Pennycooke and N. Christiansen. 2021. Soybean yield formation physiology – A foundation for precision breeding based improvement. Front. Plant Sci. 12: 719706.

Sharma, J. K., G. Jat, R. H. Meena, H. S. Purohit and R. S. Choudhary. 2017. Effect of vermicompost and nutrients application on soil properties, yield and uptake and quality of Indian mustard. Ann. Plant Soil Res. 19(1): 17-22.

Wasaya, A., M. S. Shabir, M. Hussain, M. Ansar, A. Aziz, W. Hassan and I. Ahmad. 2017. Foliar application of Zinc and Boron improved the productivity and net returns of maize grown under rainfed conditions of Pothwar plateau. J. Soil Sci. Plant Nutr. 17 (1): 33-45.

Yasmeen, F., N. I. Raja, A. Razzaq and S. Komatsu. 2016. Gel-free/label-free proteomic analysis of wheat shoot in stress tolerant varieties under iron nanoparticles exposure. Biochim. Biophys. Acta Proteins Proteom. 1864: 1586-1598.

Yusefi-Tanha, E., S. Fallah, A. Rostamnejadi and L. R. Pokhrel. 2020. Zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) as a novel nanofertilizer: Influence on seed yield and antioxidant defense system in soil grown soybean (Glycine max cv. Kowsar). Sci. Total Environ. 738: 140240.

Effect of iron and zinc spraying and harvesting times on germination and some biochemical characteristics of soybean cultivar Williams 82

A. Poursafar[۱], M. Sedghi[۲], R. Seyed Sharifi[2], M. Hasanzadeh[۳]

Received: 2022-05-03 Accepted: 2022-12-23

Abstract

In order to study the changes of seed germination of soybean (Glycine max) and some biochemical characteristics, a factorial experiment as randomized complete block design was conducted at the Agricultural and Natural Resources Research Center of Ardabil Province (Maghan) in 2020-2021. Treatments included 2 spraying factors as iron and zinc sulfates besides three harvesting times: green pod, physiological maturity and dry mature pod. According to the results, interactions of spraying and harvesting time were significant on grain yield and protein percentage, and the highest amounts of both traits were obtained by applying zinc sulfate at dry mature pod. Seed oil content was affected by both treatments so that, the highest amount was obtained at the green pod at rate of 21.4% and zinc sulfate had the greatest effect on grain oil percentage at rate of 20.3%. Furthermore, interaction of spraying and harvesting time was significant on seed Fe and Zn contents and results showed that the highest amount of seed Fe (121.6 mg/kg) was achieved by iron sulfate and that of seed Zn (91.1 mg/kg) by zinc sulfate, both at the physiological maturity. Seed germination was also affected by interaction of spraying and harvesting time and the highest rate (96.6%) was observed at dry mature pod by applying zinc sulfate. In general, Zn consumption increased germination percentage, grain rate, seed oil percentage and grain yield, and iron consumption improved grain protein. The physiological maturity and dry mature pod harvestings improved the values of measured traits except the seed oil.

Keywords: Seed protein, Oil percentage, Micronutrients, Seed yield, Seed quality

1- M.Sc graduate, Department of agronomy and plant breeding, Faculty of agriculture and natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2- Professor, Department of agronomy and plant breeding, Faculty of agriculture and natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2- Professor, Department of agronomy and plant breeding, Faculty of agriculture and natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3- Assistant professor, Department of plant sciences, Faculty of agriculture and natural resources-Moghan, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.