

## بررسی تاثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ و محلول پاشی نانو ذرات و سولفات روی بر خصوصیات زراعی گلرنگ

اکبر شفیعی<sup>۱</sup>، نورعلی ساجدی\*<sup>۲</sup> و مهدی چنگیزی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

### چکیده

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ بذر و محلول پاشی نانو ذرات و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد و ۱۱ ترکیب تیماری بصورت پرایمینگ بذر، محلول پاشی، پرایمینگ بذر توام با محلول پاشی سولفات روی و نانوذرات روی و پرایمینگ با آب مقطر بودند. نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر با آب مقطر و منابع مختلف روی نسبت به تیمار شاهد تعداد طبق در بوته را افزایش داد. پرایمینگ با آب مقطر و روش‌های مختلف مصرف سولفات روی، وزن ۱۰۰ دانه را نسبت به تیمار نانو ذرات روی افزایش داد. بیشترین تعداد دانه در بوته از تیمارهای پرایمینگ با سولفات روی به تنهایی یا توام با محلول پاشی و تیمار پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات روی حاصل شد. پرایمینگ بذر با نانوذرات یا سولفات روی به تنهایی یا توام با محلول پاشی، عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. بیشترین عملکرد دانه معادل ۲۸۵۳/۳ کیلوگرم در هکتار از پرایمینگ بذر با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد. به طور کلی نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات یا پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی به تنهایی یا توام با محلول پاشی می‌تواند به نتیجه قابل قبول دست یابد.

**کلمات کلیدی:** پرایمینگ بذر، سولفات روی، گلرنگ، نانوذرات روی.

### مقدمه

گلرنگ به عنوان یک گیاه روغنی از سال ۱۳۳۶ شروع شد و پس از سال ۱۳۵۳ سطح زیر کشت این گیاه به علت شیوع آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز، در دسترس نبودن ارقام مناسب و عدم اطلاعات کافی در زمینه زراعت این گیاه بسیار محدود گردید، ولی از ابتدای سال ۱۳۷۰ کشت گلرنگ توسعه یافت. این

دانه‌های روغنی، از محصولات مهم زراعی هستند که علاوه بر رفع نیازهای غذایی بشر، مصارف دارویی و صنعتی نیز دارند (Berglund, 1999). گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) یکی از گیاهان بومی ایران است و سازگاری نسبتاً خوبی به شرایط خشکی و شوری از خود نشان می‌دهد، در ایران کشت

\* نویسنده مسئول: نورعلی ساجدی، نشانی: اراک- میدان امام خمینی (ره)- بلوار امام خمینی (ره)- دانشگاه آزاد اسلامی اراک- شهرک دانشگاهی امیرکبیر- دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی- گروه زراعت و اصلاح نباتات

E-mail: N-Sajedi@iaau-arak.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲

تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۱/۶

گیاه از کیفیت روغن بالایی برخوردار است (Zeinali, 1999). روغن گلرنگ دارای اسید چرب غیراشباع لینولئیک است که در مقایسه با اسیدهای چرب اشباع سبب بروز بیماری های قلبی و عروقی نمی شود. کلیه اسیدهای آمینه ضروری به جز تریتوفان در گل های گلرنگ موجود است (Singh, 2005).

پرایمینگ یکی از روش های بهبود کارایی بذر می باشد که پس از برداشت به منظور افزایش جوانه زنی و بهبود رشد گیاهچه روی بذر ها انجام می شود (Taylor et al., 1998). با پرایمینگ بذر فعالیت آنزیم ها هیدرولیز کننده، محتوی کل پروتئین، تنفس و انتقال مواد ذخیره ای به جنین افزایش می یابد (Braccini et al., 2000). در طی پرایمینگ آنزیم های آنتی اکسیدان از قبیل سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز افزایش و محتوی آلدئید ها که محصول پراکسیداسیون لیپید ها می باشد، کاهش می یابد (Bailly et al., 2000). فواید پرایمینگ بذر شامل افزایش درصد جوانه زنی، افزایش سرعت و میزان جوانه زنی، جوانه زنی در محدوده وسیعی از شرایط محیطی، بهبود رشد و بنیه گیاهچه می باشد. تکنیک هایی که به صورت تجاری برای پرایمینگ بذر انجام می شود شامل پرایمینگ با آب و سایر روش های افزایش دهنده رطوبت، آبیگری بذر با استفاده از مواد اسمزی و پرایمینگ با استفاده از ماتریکس جامد می باشد (Singhal, 2009).

تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از جنبه های مهم مدیریت زراعی جهت دست یابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی می باشد. کاربرد عناصر کم مصرف به صورت پرایمینگ بذر و محلول پاشی می تواند در سیستم زراعی مفید واقع شود. تأثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف توأم با

کودهای شیمیایی پایه سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه، درصد پروتئین و روغن در گلرنگ گردید (Babhulkar et al., 2000). عنصر روی یکی از عناصر کم مصرف ضروری برای همه موجودات زنده می باشد و به عنوان کوفاکتور در ساختمان بیش از ۳۰۰ آنزیم شرکت می نماید (Gonzales-Guerrero et al., 2005). عنصر روی جهت گرده افشانی، تولید دانه، تولید کلروفیل و جوانه زنی در گیاه مورد نیاز است و در زیست توده گیاه نقش مهمی ایفا می کند (Rengel, 2001). محلول پاشی عناصر روی و گوگرد همراه کودهای نیتروژن و فسفر عملکرد دانه، درصد پروتئین و روغن دانه گلرنگ را به طور معنی داری افزایش داد (Babhulkar et al., 2000). لیلایه و همکاران (Leilah et al., 1990) گزارش نمودند که عنصر روی باعث افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد، ارتفاع گیاه، مقدار روغن و پروتئین دانه سویادر مقایسه با شاهد گردید. عبد هادی (Abde-Hady, 2007) گزارش نمود که محلول پاشی روی موجب افزایش ۸ درصدی عملکرد بیولوژیک در گیاه ذرت نسبت به تیمار شاهد (بدون محلول پاشی) شد.

از آنجایی که نانوکود ها مواد غذایی را به صورت کنترل شده و به تدریج آزاد می کنند، لذا به منظور تأمین عناصر مورد نیاز گیاه در هر دو روش (جذب برگ یا ریشه ای) نسبت به کودهای مرسوم برتری دارند (Wurth, 2007). در بررسی انجام شده در گیاه ماش، بهترین عملکرد در اثر محلول پاشی و جذب توسط برگ بر روی ریشه وساقه، نانو ذرات روی نسبت به نانو ذرات آهن و نانو ذرات مس برتری داشتند (Shailesh et al., 2013). پرایمینگ بذر بادام زمینی با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر از منبع نانو اکسید روی باعث افزایش درصد جوانه زنی، رشد

گیاه از کیفیت روغن بالایی برخوردار است (Zeinali, 1999). روغن گلرنگ دارای اسید چرب غیراشباع لینولئیک است که در مقایسه با اسیدهای چرب اشباع سبب بروز بیماری های قلبی و عروقی نمی شود. کلیه اسیدهای آمینه ضروری به جز تریتوفان در گل های گلرنگ موجود است (Singh, 2005).

پرایمینگ یکی از روش های بهبود کارایی بذر می باشد که پس از برداشت به منظور افزایش جوانه زنی و بهبود رشد گیاهچه روی بذر ها انجام می شود (Taylor et al., 1998). با پرایمینگ بذر فعالیت آنزیم ها هیدرولیز کننده، محتوی کل پروتئین، تنفس و انتقال مواد ذخیره ای به جنین افزایش می یابد (Braccini et al., 2000). در طی پرایمینگ آنزیم های آنتی اکسیدان از قبیل سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز افزایش و محتوی آلدئید ها که محصول پراکسیداسیون لیپید ها می باشد، کاهش می یابد (Bailly et al., 2000). فواید پرایمینگ بذر شامل افزایش درصد جوانه زنی، افزایش سرعت و میزان جوانه زنی، جوانه زنی در محدوده وسیعی از شرایط محیطی، بهبود رشد و بنیه گیاهچه می باشد. تکنیک هایی که به صورت تجاری برای پرایمینگ بذر انجام می شود شامل پرایمینگ با آب و سایر روش های افزایش دهنده رطوبت، آبیگری بذر با استفاده از مواد اسمزی و پرایمینگ با استفاده از ماتریکس جامد می باشد (Singhal, 2009).

تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از جنبه های مهم مدیریت زراعی جهت دست یابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی می باشد. کاربرد عناصر کم مصرف به صورت پرایمینگ بذر و محلول پاشی می تواند در سیستم زراعی مفید واقع شود. تأثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف توأم با

ذرات روی (T7)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی همراه با محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات روی (T8)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی (T9)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی همراه با محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات روی (T10)، محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T11) و محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات روی (T12) بودند. بذرهاي گلرنگ رقم اصفهان به مدت ۸ ساعت در محلول های مورد نظر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد خیسانده شدند و سپس به مدت ۴ ساعت در سایه خشک گردیدند. به منظور تهیه محلول برای پرایمینگ بذر، کود های نانو و سولفات روی با مقادیر ذکر شده، وزن و در یک لیتر آب مقطر حل شدند و سپس از محلول حاصل برای پرایمینگ استفاده شد و برای محلول پاشی بر اساس مصرف ۳۵۰ لیتر آب در هکتار، محلول مورد نظر توسط آب معمولی تهیه و در ساعت ۶ بعد از ظهر با استفاده از سمپاش ۲۰ لیتری پستی اقدام به محلول پاشی شد. زمین مورد نظر در فروردین ماه توسط گاواهن برگردان دار شخم زده شد و سپس توسط دیسک و ماله عملیات تسطیح زمین انجام گرفت. قبل از اجرای آزمایش جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از مزرعه نمونه برداری و به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول، خاک مزرعه از نظر میزان روی در حد متوسط می باشد (در صورتی که مقدار روی خاک بین ۰/۵ تا ۱ میلی گرم در کیلوگرم باشد، خاک از نظر روی در حد متوسط می باشد).

ساقه، رشد ریشه و شاخص قدرت رشد گیاه در مقایسه با سولفات روی کلاته شد (Prasad *et al.*, 2012) لین و ژینگ (Lin and Xing, 2008) گزارش کردند کاربرد دو میلی گرم بر لیتر نانو اکسید روی سبب افزایش، و در مقادیر بیشتر سبب کاهش طول ریشه چه گیاه کلزا گردید. با توجه به جدید بودن فناوری نانو و روند رو به رشد تحقیقات در زمینه نانو کودها، گزارش های کمی درباره اثر این کودها در افزایش کمی و کیفی رشد گیاهان موجود می باشد. لذا این تحقیق به منظور بررسی تاثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر و محلول پاشی نانوذرات و سولفات روی بر خصوصیات زراعی گلرنگ انجام شد.

### مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ بذر و محلول پاشی نانوذرات و سولفات روی بر خصوصیات زراعی گلرنگ بهاره رقم اصفهان، آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک با طول جغرافیایی ۳۴ درجه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ارتفاع ۱۷۵۷ متر از سطح دریا اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (T1)، پرایمینگ با آب مقطر (T2)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم سولفات روی (T3)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T4)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی (T5)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم نانو

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical characteristics of experiment site

عمق خاک (سانتی متر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته (pH)	شن (درصد)	لای (درصد)	رس (درصد)	درصد کربن آلی (درصد)	درصد نیتروژن (درصد)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	آهن (میلی گرم)	روی (میلی گرم)
Soil depth (cm)	Electrical conductivity (dS/m)		Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Organic matter (%)	Nitrogen percentage (%)	Absorption available potassium (ppm)	Absorption available phosphor (ppm)	Iron (ppm)	Zinc (ppm)
0-30	1.5	8.2	63.5	16	20.5	1.36	0.14	554.4	10	3.2	0.52

آوری و وزن شد و عملکرد دانهر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. جهت اندازه گیری درصد روغن دانه، نمونه‌ای از بذرها به آزمایشگاه ارسال شد. داده‌های بدست آمده از صفات مورد اندازه گیری با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه آماری شده و مقایسه میانگین آنها نیز با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تعیین گردید.

### نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته معادل ۷۶/۲۱ سانتیمتر از تیمار پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نانو ذرات روی (T7) حاصل شد که با تیمار پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نانو ذرات روی همراه با محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات (T8) روی در یک گروه آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نانو ذرات روی (T7) ارتفاع بوته را نسبت به تیمار شاهد (بدون پرایم) (T1) و پرایمینگ با آب مقطر (T2) به ترتیب ۱۷/۸ و ۱۷/۲ سانتی متر افزایش داد (جدول ۳). نظر به اینکه روی از عناصر کم مصرف ضروری است، لذا رشد گیاه را از طریق دخالت در تشکیل اسید ایندول استیک تنظیم می کند و

عملیات کاشت در تاریخ ۲۰ اردیبهشت توسط دست انجام شد. در این طرح هر کرت شامل سه پشته به طول ۵ متر بود، عملیات کاشت در دو طرف پشته انجام گرفت، به طوری که در هر کرت ۶ ردیف کشت انجام شد. فاصله بین ردیف ها ۶۰ سانتی متر و فاصله بذور روی ردیف ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد و بین تیمارها یک ردیف به صورت نکاشت باقی ماند. کود های نیتروژن از منبع اوره و فسفراز منبع سوپر فسفات تریپل بر اساس نتایج آزمون خاک به زمین مورد نظر اضافه گردید. اولین آبیاری مزرعه پس از کاشت در تاریخ ۲۱ اردیبهشت انجام پذیرفت، آبیاری به صورت بارانی و به صورت هر ۷ روز یکبار انجام گرفت. عملیات تنک در مرحله ۴-۲ برگی انجام شد و وجین علف های هرزه به صورت دستی انجام گرفت. یک هفته قبل از شروع گلدهی محلول پاشی نانو ذرات و سولفات روی با مقادیر ذکر شده انجام گرفت. نانو ذرات و سولفات روی از شرکت مهر گیاه سبز واقع در کرج تهیه شد. در زمان رسیدگی صفات ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن صد دانه، تعداد طبق در شاخه اصلی، تعداد طبق در شاخه فرعی، تعداد طبق بارور، تعداد طبق نابارور با برداشت ۱۵ بوته از هر کرت به صورت کف بر اندازه گیری شد. جهت تعیین عملکرد دانه از هر کرت آزمایشی مساحتی معادل ۲×۲ متر برداشت و دانه های آنها جمع

(2010) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر با روی موجب افزایش تعداد ساقه های اصلی و فرعی در گیاه سویا گردید. صالحی و تمسکنی (Salehi and Tamaskoni, 2008) گزارش کردند که تیمار بذر گندم با ۵۰ میلی گرم بر لیتر نانو ذرات نقره باعث افزایش درصد جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه و در نهایت بهبود استقرار گندم گردید.

باعث فعال شدن بسیاری از آنزیم ها می شود، همچنین از طریق سنتز کلروفیل و تشکیل کربوهیدرات ها و انتقال آنها به نقاط رشدی باعث افزایش ارتفاع بوته می گردد (Vitosh et al., 1994). به گزارش ملکوتی و طهرانی (Malekoti and Tahrlani, 1998)، کمبود روی می تواند باعث کاهش ارتفاع ساقه و عملکرد گیاه شود. راه چمندی و همکاران (Rahchamandi et al.,

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی

Table 2- Analysis of variance (Mean squares) of studied characters

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد دانه Grain yield	تعداد طبق در بوته Number of header per plant	تعداد دانه ها در طبق Number of grains per head	وزن ۱۰۰ دانه -100 seed weight	درصد روغن Oil percentage	شاخص برداشت کل Harvest index
تکرار Replication	3	232.04**	384039.41*	200.50**	63695.96**	0.04 <sup>ns</sup>	1.22 <sup>ns</sup>	63.22**
تیمار Treatment	11	115.7**	1232928.93**	15.39*	11615.88**	0.18**	8.37**	46.14**
خطا Error	33	12.89	126031.83	5.87	6276.55	0.05	2.27	10.66
ضریب تغییرات) درصد (CV (%)		5.25	17.67	16.13	24.93	9.7	6.13	15.24

<sup>ns</sup>, \* and \*\*, non significant, significant at 5% and 1% respectively

<sup>ns</sup>= غیر معنی دار، \* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال آماری ۵ و ۱ درصد.

ترتیب با ۱۶/۷۲، ۱۶/۳۱، ۱۵/۹۱، ۱۵/۶۱ و ۱۵/۴۸ طبق در بوته تفاوت معنی دار نداشتند (جدول ۳). نتایج نشان داد که پرایمینگ با آب مقطر و ترکیبات مختلف روی نسبت به تیمار شاهد تعداد طبق در بوته را افزایش داد. پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلیگرم نانو ذرات روی (T7)، نسبت به تیمار های شاهد (T1) و پرایمینگ با آب مقطر (T2)، تعداد طبق در بوته را به ترتیب به میزان ۷/۲ و ۴/۶ طبق در بوته افزایش داد (جدول ۳). با توجه به نتایج، تیمار های محلول پاشی با ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T11) و محلول پاشی با ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات روی (T12)، تعداد طبق در بوته را نسبت به شاهد (T1) افزایش داد اما معنی دار نبود. همچنین نتایج نشان داد که پرایمینگ با آب مقطر (T2)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم سولفات روی (T3)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که، اثر تیمارهای آزمایشی بر تعداد طبق در بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین تعداد طبق در بوته معادل ۱۹/۱۱ طبق مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی (T7) بود که با تیمار های پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی (T9)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم سولفات روی (T3)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی همراه با محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات روی (T10) و پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی همراه با محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات روی (T8) به

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار های مورد بررسی بر تعداد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). پرایمینگ با آب مقطر (T2) و پرایمینگ با سولفات و نانوذرات روی به تنهایی و توأم با محلول پاشی (T3 تا T10)، تعداد دانه در بوته را افزایش داد اما معنی دار نبود (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در بوته معادل ۳۷۸/۱۹ دانه مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6) بود که با تیمار های پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم سولفات روی (T3)، پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T4)، پرایمینگ بذر با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی (T5) و پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم نانوذرات روی (T7) در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین تأثیر تیمارها بر تعداد دانه در بوته مربوط به تیمار های محلول پاشی با سولفات روی (T11) و محلول پاشی با نانوذرات روی (T12) بود. همچنین نتایج حاکی از آن بود که پرایمینگ بذر با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6)، نسبت به تیمار شاهد (T1) و پرایمینگ بذر با آب مقطر (T2)، تعداد دانه در بوته را به ترتیب معادل ۱۰۷/۹ و ۴۳/۴ افزایش داد (جدول ۳). حق پرست تنها (Haghparast tanha, 1992) گزارش نمود که روی با تأثیر بر فرایند های زایشی، باعث افزایش تعداد دانه، وزن دانه و در نهایت عملکرد دانه می گردد. بانکس (Banks, 2004) گزارش نمود که محلول پاشی روی سبب افزایش تعداد دانه در غلاف های سویا شد.

اثر تیمارها بر وزن ۱۰۰ دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد

سولفات روی (T5)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم نانوذرات روی (T7)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم نانوذرات روی (T9)، تعداد طبق در بوته را نسبت به شاهد (T1) افزایش دادند. این نتایج بیانگر تأثیر مثبت عنصر روی بر افزایش تعداد طبق در بوته نسبت به شاهد و پرایمینگ با آب مقطر می باشد (جدول ۳). از طرفی با استفاده از تیمار های پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T4)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم نانوذرات روی همراه با محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانوذرات روی (T8)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم نانوذرات روی همراه با محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانوذرات روی (T10)، تعداد طبق در بوته را نسبت به شاهد افزایش دادند. همچنین تأثیر پرایمینگ بذر با سولفات و نانوذرات روی بیشتر از تأثیر آنها بصورت محلول پاشی به تنهایی یا پرایمینگ بذر توأم با محلول پاشی می باشد (جدول ۳). به نظر می رسد که کاربرد منابع مختلف روی از طریق بهبود شرایط گرده افشانی در گیاه باعث باروری بهتر و در نتیجه افزایش تعداد واحد زایشی در گیاه می شود. بنابراین به منظور افزایش عملکرد دانه می توان با مصرف ترکیبات مختلف روی، تعداد واحد زایشی که یکی از اجزای مهم عملکرد محسوب می شود را افزایش داد و در نتیجه از این طریق عملکرد نیز افزایش می یابد. پراساد و همکاران (Prasad et al., 2012) گزارش نمودند که در بادام زمینی مصرف نانو اکسید روی به مقدار دو گرم در ۱۵ لیتر آب در مقایسه با مصرف NPK به تنهایی و مصرف کلات روی به میزان ۳۰ گرم در ۱۵ لیتر آب، از طریق افزایش تعداد غلاف در گیاه باعث افزایش عملکرد غلاف شد.

نسبت به تیمار شاهد (T1) و پرایمینگ با آب مقطر (T2)، عملکرد دانه را به میزان ۱۳۵۶/۳ و ۹۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (جدول ۳). نتایج نشان داد که در کلیه تیمارهای پرایمینگ بذر با نانوذرات روی و همچنین پرایمینگ بذر با نانوذرات توام با محلول پاشی نانوذرات روی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) افزایش یافت. با توجه به نتایج مقایسه میانگین تیمارها، پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات روی (T7)، عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد به میزان ۱۱۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (جدول ۳). علت افزایش عملکرد دانه در تیمار پرایمینگ بذر با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6)، افزایش تعداد دانه در بوته و افزایش وزن صد دانه بود. همچنین علت افزایش عملکرد دانه در تیمار پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات روی (T7)، افزایش تعداد طبق در بوته و افزایش تعداد دانه در بوته بود (جدول ۳). به نظر می رسد روی با افزایش ارتفاع بوته و بهبود رشد اندام های هواپیاغث افزایش اجزای عملکرد و در نتیجه باعث افزایش عملکرد دانه می شود. پراساد و همکاران (Prasad et al., 2012) گزارش نمودند که واکنش بادام زمینی به مقادیر کمتر نانو اکسید روی به شدت معنی دار بود. عملکرد غلاف خشک بادام زمینی به شکل قابل ملاحظه ای تحت تأثیر نانو ذرات روی قرار گرفت، همچنین پوشش دادن بذر با اکسید روی باعث افزایش عملکرد در بادام زمینی شد. نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین شاخص برداشت معادل ۲۶/۵۷ درصد مربوط به پرایمینگ بذر با آب مقطر (T2) بود که

که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه معادل ۲/۷۶ گرم از تیمار پرایمینگ بذر با ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6) حاصل شد که با تیمارهای شاهد (T1)، پرایمینگ با آب مقطر (T2)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی (T3)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T4) و پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی (T5) اختلاف معنی داری نداشتند و نسبت به تیمارهای فوق وزن ۱۰۰ دانه را افزایش داد ولی معنی دار نبود (جدول ۳). پرایمینگ بذر با نانوذرات روی به تنهایی و توام با محلول پاشی نانوذرات روی، وزن صد دانه را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد که به نظر می رسد علت آن افزایش تعداد دانه در طبق با استفاده از تیمارهای مذکور می باشد. مناری فرد و سپهری (Manarifard and Sepehri, 2012) گزارش کردند که پرایمینگ بذر با غلظت ۳ هزار سولفات روی موجب افزایش وزن هزار دانه در گندم شد. فرج زاده معماری تبریزی و همکاران (Farajzadeh Memari Tabrizi et al., 2009) گزارش نمودند که محلول پاشی با عناصر کم مصرف، بیشترین تاثیر را بر وزن هزار دانه، وزن دانه و عملکرد دانه در گیاه ذرت داشت. آنها گزارش نمودند که محلول پاشی سولفات روی، وزن دانه در ذرت افزایش یافت. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نشان داد که بیشترین عملکرد دانه معادل ۲۸۵۶/۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار پرایمینگ بذر با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6) بود که

لیتر سولفات روی (T5)، شاخص برداشت را نسبت به تیمار شاهد (T1) به طور غیر معنی دار افزایش دادند (جدول ۳). به نظر می رسد که علت افزایش شاخص برداشت در اثر مصرف تیمارهای فوق، افزایش تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه باشد. حسین و همکاران (Hussain *et al.*, 2006) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر با محلول سولفات روی سبب بهبود و تسهیل ماده خشک به سمت دانه و افزایش شاخص برداشت و عملکرد دانه در گیاه آفتابگردان گردید.

با تیمارهای شاهد (T1)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی (T3)، پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T4)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی (T5) و پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6) اختلاف معنی دار نداشتند (جدول ۳). پرایمینگ بذر با ۳۰۰ میلی گرم در لیتر سولفات روی توام با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6) و پرایمینگ بذر با ۶۰۰ میلی گرم در

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی به روش آزمون چند دامنه ای دانکن

Table 3- Comparison of character using Duncan's multiple range test

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد طبق در بوته Number of head per plant	تعداد دانه در بوته Number of grain per plant	وزن صد دانه 100-seed weight (gr)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)	درصد روغن Oil percentage
T1	58.34d	11.84c	270.28ab	2.56abc	1500fg	23.39abc	27.66a
T2	58.99d	14.51bc	334.77ab	2.66ab	1906.3def	26.57a	25.74abc
T3	67.20bc	16.31ab	368.26a	2.55abc	2150cde	23.73abc	26.49ab
T4	72.13ab	14.83bc	370.51a	2.47abc	2262.5bcd	24.51ab	25.52abc
T5	68.74bc	13.98bc	370.40a	2.65abc	2758.8ab	24.41abc	25.5abc
T6	71.93ab	15.91ab	378.19a	2.76a	2856.3a	23.98abc	25.35abc
T7	76.21a	19.11a	370.55a	2.34bcd	2612.5abc	21.07bcd	23.95bcd
T8	73.13a	15.48abc	289.08ab	2.22de	2100cde	18.09d	23.80bcd
T9	70.28bc	16.72ab	297.17ab	2.26cde	1837.5def	18.11d	23.77bcd
T10	70.23bc	15.61abc	284.09ab	2.05e	1668.8efg	19.12cd	23.52cde
T11	67.36bc	13.09bc	252.21ab	2.26cde	1225g	16.91d	21.76e
T12	65.33c	12.91bc	227.32b	2.31bcd	1218.8g	17.14d	22.61de

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن است

Means followed by the same letters in each column, are not significantly different according to Duncan's multiple range test.

Control	T1: شاهد
Priming with distillate water	T2: پرایمینگ با آب مقطر
Priming with 300 mg.L <sup>-1</sup> zinc sulphate	T3: پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم سولفات روی
Priming with 300 mg.L <sup>-1</sup> along with foliar application 2 g.L <sup>-1</sup> zinc sulphate	T4: پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی
Seed priming with 600 mg.L <sup>-1</sup> zinc sulphate	T5: پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی
Priming with 600 mg.L <sup>-1</sup> along with foliar application 2 g.L <sup>-1</sup> zinc sulphate	T6: پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی
Priming with 300 mg.L <sup>-1</sup> zinc nano particle	T7: پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی
Priming with 300 mg.L <sup>-1</sup> along with foliar application 0.5 g.L <sup>-1</sup> zinc nano particle	T8: پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی همراه با محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات روی
Priming with 600 mg.L <sup>-1</sup> zinc nano particle	T9: پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی
Priming with 600 mg.L <sup>-1</sup> along with foliar application 0.5 g.L <sup>-1</sup> zinc nano particle	T10: پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی همراه با محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات روی
Foliar application 2 g.L <sup>-1</sup> zinc sulphate	T11: محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی
Foliar application 0.5 g.L <sup>-1</sup> zinc nano particle	T12: محلول پاشی ۰/۵ گرم در لیتر نانو ذرات روی

معادل ۲۷/۶۶ درصد از تیمار شاهد حاصل شد. که با تیمارهای پرایمینگ بذر با آب مقطر (T2) و تیمارهای پرایمینگ بذر با سولفات روی در مقادیر مختلف به

بررسی نتایج نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد روغن دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین درصد روغن



عملکرد دانه، وزن هزار دانه و میزان روغن در گیاه کلزا می باشد (Bybordi and Malakouti, 2007). نتایج کلی طرح نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمارهای پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی (T5)، پرایمینگ با ۶۰۰ میلی گرم سولفات روی همراه با محلول پاشی ۲ گرم در لیتر سولفات روی (T6) (که از شاخص برداشت بالایی نیز برخوردار بودند) و پرایمینگ با ۳۰۰ میلی گرم نانو ذرات روی (T7) حاصل شد. نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر با نانوذرات یا سولفات روی و همچنین پرایمینگ بذر با نانوذرات یا سولفات روی توام با محلول پاشی آنها، عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) (T1) افزایش داد.

تنهایی یا توام با محلول پاشی سولفات روی (T3 تا T6) از نظر آماری اختلاف معنی داری نشان ندادند (جدول ۳). به نظر می رسد علت کاهش درصد روغن دانه با مصرف نانوذرات و سولفات روی به روش های مختلف ناشی از تاثیر این تیمارها در افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد باشد که باعث کاهش درصد روغن شده اند اما بطور کلی با پرایمینگ بذر با سولفات و نانوذرات روی توام با محلول پاشی در مقادیر کمتر، از طریق افزایش عملکرد دانه در نهایت باعث افزایش عملکرد روغن در واحد سطح می گردد که هدف نهایی کاشت دانه های روغنی است. نتایج محققان نشان داد محلول پاشی عنصر روی دارای تاثیر معنی داری بر

## References

## منابع

- Abde-Hady, B.A. 2007.** Effect of zinc application on growth and nutrient uptake of Barley plant irrigated with saline water. *J. Appl. Sci. Res.* 6:431-436.
- Babhulkar, P.S., K. Dinesk, W. P. Badole, S. S. Balpande, and D. Kar, 2000.** Effect of sulfur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in vertisols. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 48: 541-543.
- Bailly, C., A. Benamar, F. Corbinean, and D. Come, 2000.** Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds as affected by priming. *Seed Sci Res.* 10: 35-42.
- Banks, L. W. 2004.** Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husbandry.* 22(116): 226-231.
- Berglund, D. R. 1999.** Soybean production field guide for North Dakota and Northwestern Minnesota. Published in cooperative and with support from the North Dakota Soybean council. 136.
- Braccini, A.L.E., M. S. Reis, M. A. Moreira, C. S. Sedyama, and C.A. Scapim, 2000.** Biochemical changes associated to soybean seeds osmoconditioning during storage. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 35(2): 433-447.
- Bybord, A. and M. J. Malakouti, 2007.** Effects of zinc fertilizer on the yield and quality of two wintervarieties of canola. *Zinc crops; Int. Congr. of Improving Crop Prod. and Human Health*, 24– 26 May, Istanbul, Turkey.
- Farajzadeh Memari Tabrizi, E., M. Yarnia, M.B. Khorshidi, and V. Ahmadzadeh, 2009.** Effect of micronutrients and their application method on yield, crop growth rate and net assimilation rate of corn cv. Jeta. *J Food Agric Environ.* 2: 611-615.
- Gonzalez-Guerrero, M., C. Azcon-Aguilar, M. Mooney, A. Valderas, C.W. MacDiarmid, D.J. Eide, N. Ferrol, 2005.** Characterization of a *Glomus intraradices* gene encoding a putative Zn transporter of the action diffusion facilitator family. *Fungal Genet. Biol.* 42: 130-140.
- Haghparsat Tanha, M.R. 1992.** Plants metabolism and nutrition. Madreseh Press. Islamic Azad University. Rasht Branch. P527.
- Hussain, M., M. Farooq, S. M. A. Basra, and N. Ahmad, 2006.** Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. *Int. J. Agric. Biol.* 1: 14–18.
- Leilah, A.A., M.A. Badawi, E.L. Moursy, and A.N. Attia, 1990.** Response of soybean plants to foliar application of zinc different levels of nitrogen. *J. Agric. Sci.* 13:556-563.
- Lin, D., and B. Xing, 2008.** Root uptake and Phytotoxicity of ZnO nanoparticles. *Environ. Sci. Technol.* 42:5580–5585.
- Malekouti, M. J., and M.M. Tahrlani, 1998.** The role of microelements in increasing of yield and improve of agriculture products quality. *Micro Elements with Macro Effects.* University of Tarbiat Modarres Press. No.43. Tehran. Iran.
- Manarifard, M., and A. Sepehri, 2012.** Effect of seed priming and foliar application of zinc on yield and yield component of two wheat cultivars of autumn. *Agriculture science and sustainable product.* 4:151-165.

- Prasad, T.N.V.K.V., P. Sudhakar, Y. Sreenivasulu, P. Latha, V. Munaswamy, K. Raja Reddy, T.S. Sreepasad, P.R. Sajanlal, and T. Pradeep, 2012.** Effect of Nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. *J Plant Nutr.*35: 905-927.
- Rahchamadi, H., M.A. Aboutalebian, G. Ahmadvand, and A. Jahedi, 2010.** Effects seed priming in field and sowing date on yield and yield component of three soybean in Hamedan. *J. Technol. Plant Prod.* 2: 17-28.
- Rengel, Z. 2001.** Genotypic differences in micronutrient use efficiency in crops. *Comm Soil Sci. Plant Anal.*32: 1163–1186.
- Salehi, M., and F. Tamaskoni, 2008.** Effects of Nanoparticle in seed treatment on germination and seedling growth of wheat under salinity stress. Abstract. The first Iranian Natl. Congr of Seed Technol. and Sci. University of agriculture sciences and Natural recourses. 13-14 November.
- Shailesh, K. D., P. Mahajan , and R. Kamble, 2013.** Effect of nanoparticles suspension on the growth of mango (*Vigna radiata*) seedlings by foliar spray method. *Nanotechnology development.* 1: 1-4.
- Singh, V. 2005.** Annual Report Of Ad Hoc Project On “To Study the Usefulness of Petal from Indian Cultivars of Safflower for Developing Value Added Products of Edible Nature.” Paper presented at Group Monitoring Workshop on DST, New Delhi, February 3-5:7-11.
- Singhal, N. C. 2009.** Seed Science and Technology. Kalyani Publishers.
- Taylor, A. G., P. S. Allen, M. A. Bennett, K. J. Bardford, J. S. Burris and M. K. Misra. 1998.** Seed Enhancement. *Seed Sci. Res.* 8: 245-256.
- Wurth, B. 2007.** Emissions of engineered and unintentionally produced nanoparticles to the soil. Diploma thesis. ETH Zurich Department of Environmental Sciences. Switzerland.
- Vitosh, M. L., D. D. Warncke, and R. E. Lucase, 1994.** Zinc determine of crop and soil science. Michigan State University Extension. 136: 191- 198.
- Zeinali, E, 1999.** Safflower, characteristics, productions and utilization. Gorgan University of Agriculture science and natural resource Press.

Archive of SID