



کاربرد پس‌رویشی کودهای پتاسیمی در ارقام گلرنگ

نگین‌السادات امیرخلیلی^۱، علی‌داد امیری بهزادی^{۲*} و اسماعیل باباخانزاده سجیرانی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

چکیده

اثر محلول‌پاشی کود پتاسیم (در ۲ سطح محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی) از منبع سولفات پتاسیم و سرک پتاسیم (در ۲ سطح سرک و بدون سرک) از منبع کلرور پتاسیم بر صفات تعداد دانه در طبق، تعداد شاخه جانبی، عملکرد دانه، محتوای روغن دانه، عملکرد روغن، نسبت مغز به پوسته، ارتفاع بوته و وزن خشک اندام هوایی در سه ژنوتیپ گلرنگ شامل KW.2، پدیده و گلدشت با اجرای آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود) به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۲ ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین تعداد دانه در طبق (۲۸/۷۰)، تعداد شاخه جانبی (۱۷/۸۳) و نسبت مغز به پوسته (۱/۴۷) در ژنوتیپ KW.2 حاصل شده است. بالاترین میزان عملکرد دانه (۲۶۲۷/۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۱۳۵۰/۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم به ترتیب در ژنوتیپ‌های پدیده و KW.2 به دست آمد. اثر متقابل ژنوتیپ و محلول‌پاشی بر عملکرد دانه و روغن معنی‌دار بود. در نتیجه مشخص گردید که محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم اثرات بهتری بر عملکرد دانه و روغن در ژنوتیپ‌های گلرنگ نسبت به سرک کلرور پتاسیم دارد.

واژگان کلیدی: پتاسیم، سرک، عملکرد دانه، گلرنگ، محتوای روغن، محلول‌پاشی.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران

* نگارنده‌ی مسئول

مقدمه

افزایش می‌دهد. در مطالعه صورت گرفته به منظور بررسی اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر میزان عملکرد یکی از ارقام گلرنگ (محلی اصفهان) مشخص گردید که درصد روغن بذر افزایش یافته و بهترین نتیجه از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاس در هکتار به دست آمده است (Salimi *et al.*, 2009). برای جذب عناصر، ریشه‌ها اندام اولیه گیاه هستند که این نقش را به عهده دارند (Abedi Babaarab *et al.*, 2011). با این حال عوامل محدودکننده‌ای وجود دارند که دسترسی گیاه را به عناصر غذایی در خاک محدود کرده و استفاده مورد انتظار از کودها را کاهش می‌دهند. تحت این شرایط است که عناصر غذایی برای گیاه می‌تواند به‌وسیله استعمال برگی فراهم شود (Altindisli *et al.*, 2000)، زیرا تحقیقات نشان داده که کوددهی برگی یا محلول‌پاشی عناصر غذایی بر برگ‌ها و ساقه‌های برخی از گیاهان زراعی روغنی نظیر سویا سبب جذب این عناصر از اندام مذکور گردیده است (Kuepper, 2003; Odeleye *et al.*, 2007). بالدینی و همکاران (Baldini *et al.*, 2000) بیان کردند که هدف از محلول‌پاشی عناصر غذایی طی دوره پر شدن دانه، افزایش دوره سبزی‌نگی و فعالیت برگ‌ها به عنوان اندام اصلی تولید و انتقال مواد فتوسنتزی می‌باشد. همچنین، مطالعات نشان داده که استفاده ۱۰۰ درصدی از نیتروژن و پتاسیم به تنهایی از طریق خاک نمی‌تواند نیازهای طبیعی گیاه را برطرف نماید و استفاده از آنها به صورت سرک می‌تواند مواد مغذی را به‌طور آهسته و یکنواخت برای برطرف نمودن نیازهای متابولیک گیاه فراهم سازد (Kalaiselvan *et al.*, 2002). ملکوتی و همکاران (Malakoti *et al.*, 2000) در بررسی تاثیر مقادیر مختلف و زمان مصرف کود پتاسیم در کلزا نشان دادند که کاربرد سرک کود

گلرنگ با نام علمی (*Carthamus tinctorius* L.) یکی از گیاهان با دانه‌های روغنی می‌باشد و همین امر سبب گسترش کشت و در نتیجه استخراج روغن بذر آن برای مصارف خوراکی گردیده است (Daneshvar and Khajoei-Nejad, 2015). تحقیقات نشان داده است که استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژنه و فسفره افزایش عملکرد گلرنگ را در پی داشته و علاوه بر آن پتاسیم سبب افزایش تولید دانه و محتوای روغن دانه می‌شود (Dos Santos *et al.*, 2013). امروزه به منظور استفاده بهینه و مصرف کمتر کودهای شیمیایی و همچنین جلوگیری از فشردگی خاک و آلودگی آب‌های زیرزمینی روش‌های نوین کوددهی نظیر محلول‌پاشی جایگزین روش‌های معمول گردیده است (Hamayun *et al.*, 2011). فراست و همکاران (Ferasat *et al.*, 2012) اذعان داشتند که تعداد طبق در گیاه از مهم‌ترین اجزای عملکرد می‌باشد و عملکرد دانه در واحد سطح با تعداد طبق، تعداد دانه در طبق، قطر طبق، وزن هزار دانه و تعداد شاخه جانبی ارتباط مستقیم دارد. در تحقیقات صورت گرفته همچنین، مشخص گردیده که به جز اجزای اصلی عملکرد، صفاتی مانند تعداد شاخه جانبی، ارتفاع بوته، قطر طبق و حجم نهایی بوته نیز به صورت غیرمستقیم بر عملکرد دانه تاثیر می‌گذارند (Behdani and Jami Al-ahmadi, 2008). مجد (Majd, 2003) نشان داد که دانه‌های کوچک گلرنگ دارای درصد پوسته کمتری نسبت به دانه‌های بزرگ‌تر بوده و بنابراین درصد روغن بیشتری دارند. عملکرد گلرنگ همچنین تحت تاثیر مستقیم عواملی همچون نوع و میزان مصرف انواع کودها می‌باشد. نتایج حاصل از تحقیق صورت گرفته توسط آلیاری و شکاری (Aliari and Shekari, 2000) نشان داد که مصرف کودهای پتاسه، درصد روغن را در دانه‌ها

سولفات آمونیوم به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به گیاه داده شد و پیش از به گل رفتن گیاه محلول پاشی با سولفات پتاسیم با غلظت ۳ در هزار بر اساس آزمون خاک صورت پذیرفت. به منظور بررسی صفات تعداد دانه در طبق، نسبت مغز به پوسته، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی نمونه‌هایی از ردیف‌های ۲ و ۳ با رعایت حاشیه در هر کرت، برداشت گردید. وزن دانه‌های برداشت شده از یک متر مربع را به دست آورده و به هکتار تعمیم داده شد. وزن خشک اندام هوایی بر اساس بقایای خشک شده اندام هوایی گیاه به دست آمد و صفات عملکرد روغن و محتوای روغن هم بعد از آسیاب شدن دانه‌ها با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین گردید. در این آزمایش در طول فصل رشد و همچنین پایان آن که همزمان با رسیدگی کامل گیاه (بیست و هفتم تیر ماه ۱۳۹۲) بود، نمونه‌برداری به صورت تصادفی صورت پذیرفت و صفات مذکور مورد بررسی قرار گرفتند. پس از جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات به دست آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS، بر اساس آزمایش فاکتوریل تجزیه گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و شکل‌ها توسط نرم افزار EXCEL ترسیم گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنها از نظر صفات تعداد دانه در طبق و شاخه جانبی اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۲). همچنین، بر اساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که صفات ارتفاع بوته، محتوا و عملکرد روغن تحت تاثیر محلول پاشی با سولفات پتاسیم دارای اختلاف معنی‌دار بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر کود سرک قرار

در تیمارهایی که به طور مساوی کود پایه پتاس دریافت کرده بودند سبب افزایش عملکرد گردید. از این رو هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر محلول پاشی و سرک کود پتاسیم از منابع مختلف بر خصوصیات زراعی و عملکرد روغن سه ژنوتیپ گلرنگ در کشت پاییزه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شاهرود با مشخصات عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی در ارتفاع ۱۳۸۰ متر از سطح دریا به صورت فاکتوریل با ۳ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل سه ژنوتیپ گلرنگ (گلدشت، پدیده و KW.2)، کود پتاسیم در ۲ سطح (محلول پاشی و عدم محلول پاشی) از منبع سولفات پتاسیم و سرک پتاسیم در ۲ سطح (سرک و بدون سرک) از منبع کلرور پتاسیم بود. بر اساس آزمون خاک (جدول ۱) به منظور آماده‌سازی زمین، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم، ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار قبل از کاشت به خاک افزوده شد. کشت به صورت جوی و پشته با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر به صورت خشکه‌کاری در ۴ ردیف انجام گرفت. لازم به ذکر است که کاشت با دست روی پشته‌ها به عمق ۴-۵ سانتی‌متر به صورت خطی، در سمت جنوبی و در محل داغ آب در تاریخ ۷ آبان ۱۳۹۱ صورت گرفت. در اوایل بهار و با گرم شدن هوا در مرحله ۴ تا ۶ برگی برای رسیدن به تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار (هر ۱۰ سانتی‌متر ۱ بوته) گیاهچه‌های اضافی تنک گردیدند. پس از رفع سرمای زمستانه و برای خروج از مرحله روزت، سرک کلرور پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به همراه

رشد طولانی‌تر نسبت به ژنوتیپ گلدشت بودند، در نتیجه از تعداد دانه بیشتری در بوته برخوردار گردیدند. به نظر می‌رسد وجود اختلاف ژنتیکی، قابلیت سازگاری با محیط و استفاده بهینه از شرایط مساعد محیطی در بعضی از این ژنوتیپ‌ها می‌تواند دلیل خوبی برای واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها نسبت به تعداد دانه در بوته باشد.

تعداد شاخه جانبی در بوته

اثر ژنوتیپ بر تعداد شاخه جانبی در گلرنگ معنی‌دار بود (جدول ۲). صفت تعداد شاخه جانبی از نظر تشکیل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و در نتیجه عملکرد دانه نقش مهمی دارد. بیشترین تعداد شاخه جانبی در ژنوتیپ‌های پدیده و KW.2 به ترتیب با میانگین ۱۸/۶۶ و ۱۷/۸۳ و کمترین تعداد شاخه جانبی در ژنوتیپ گلدشت با میانگین ۱۰/۵۸ به دست آمد (جدول ۳) که با نتایج به دست آمده از مطالعه لطفی و همکاران (Lotfi et al., 2012) همخوانی داشت. در بررسی صورت گرفته مشخص گردید که ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ از لحاظ تعداد شاخه فرعی در بوته دارای اختلاف معنی‌دار هستند به طوری که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته مربوط به ژنوتیپ اصفهان ۲۸ و کمترین تعداد شاخه فرعی به ژنوتیپ اراک ۲۸۱۱ و ژنوتیپ گلدشت بود. تحقیق صورت گرفته توسط کاماس (Camas et al., 2007) که حاصل بررسی سه رقم گلرنگ در ترکیه بود نشان داد که از نظر تعداد شاخه جانبی در گیاه تفاوت معنی‌داری بین ارقام مختلف وجود دارد به طوری که رقم Dincer با میانگین ۵/۹ و رقم Remzibey با میانگین ۶/۷۸ به ترتیب کمترین و بیشترین تعداد شاخه جانبی در بوته را به خود اختصاص داده بودند. خواجه‌پور و حیدری‌زاده (Khajepor and Heydarizade, 2007) نیز بیان داشتند که صفت

گرفت. همچنین، اثر متقابل ژنوتیپ و محلول‌پاشی نشان داد که از نظر ارتفاع بوته و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲).

تعداد دانه در طبق

اثر ژنوتیپ بر تعداد دانه در طبق بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در ژنوتیپ‌های KW.2 و پدیده به ترتیب با میانگین ۲۸/۷۰ و ۲۷/۰۴ و کمترین میزان تعداد دانه در بوته در ژنوتیپ گلدشت با میانگین ۲۶/۸۳ دانه حاصل شد (جدول ۳). در مطالعه صورت گرفته توسط رحیمی و نورمحمدی (Rahimi and Noormohammadi, 2014) نیز اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین ژنوتیپ‌های گلرنگ مشاهده گردید. نتایج حاصل از بررسی‌های خواجه‌پور و حیدری‌زاده (Khajepoor and Heydarzade, 2007) نشان دادند که تعداد دانه تحت تاثیر رقم مورد استفاده در آزمایش قرار گرفته است. ژنوتیپ‌های KW.2 و پدیده در این مطالعه دارای تعداد طبق بیشتری نسبت به ژنوتیپ گلدشت بودند که این ویژگی منجر به افزایش تعداد دانه در بوته در آنها گردیده است که با نتایج مطالعه خدامردی و همکاران (Khodamardi et al., 2015) که عنوان کردند رقم پدیده دارای بیشترین تعداد طبق بارور در بوته و در نتیجه تعداد دانه در طبق بالاتری نسبت به گلدشت می‌باشد، همخوانی داشت. رشدی و همکاران (Roshdi et al., 2009) گزارش کردند که دوره رشد بیشتر باعث تولید طبق‌هایی با قطر بالاتر و تعداد دانه زیادتر در گیاه می‌شود. همچنین، بر اساس تحقیق بهدانی و جامی‌الاحمدی (Behdani and Jami Al-Ahmadi, 2008) طول دوره رشد طولانی سبب بروز توان ژنتیکی ارقام در بارور نمودن تعداد دانه بیشتر در طبق‌های گیاه می‌شود و در این آزمایش ژنوتیپ KW.2 و پدیده دارای دوره

دانه می‌شود. مصرف پتاسیم بر اکثر ویژگی‌های ریخت‌شناسی تأثیر مثبت گذاشته و با افزایش تعداد و قطر آوندهای چوب و آبکش موجب افزایش انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی و در نتیجه بالا رفتن عملکرد دانه نسبت به تیمارهای شاهد می‌شود (Hatami, 2009). اثر متقابل ژنوتیپ و محلول‌پاشی نیز بر صفت عملکرد دانه معنی‌دار شد به صورتی که ژنوتیپ پدیده با استفاده از محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم دارای میانگین عملکرد ۲۶۲۷/۸ کیلوگرم که بیشترین مقدار در بین سایر ژنوتیپ‌ها بود، گردید (شکل ۱). در آزمایشی که روی ارقام سویا با مقادیر مختلف از کود پتاسیم انجام شد عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر ژنوتیپ و کود پتاسیم قرار گرفت به‌طوری‌که با افزایش مصرف کود، بر عملکرد دانه افزوده شد (Hatami et al., 2010). سلامتی (Salamati, 2013) اعلام کرده است با افزایش عملکرد دانه، میزان روغن افزایش یافت.

محتوای روغن دانه

در این آزمایش محتوای روغن دانه (درصد) تحت تأثیر محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم قرار گرفت و دارای اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها گردید به‌طوری‌که در محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم بیشترین درصد روغن با میانگین ۴۹/۸۸ درصد به‌دست آمد (جدول ۴). همچنین، در آزمایشی که روی گلرنگ در سطوح مختلف سولفات پتاسیم انجام شد مشخص گردید که مصرف کود پتاسیم بر درصد روغن تأثیر گذاشته است. بسیاری از محققین نیز گزارش کرده‌اند که مصرف پتاسیم باعث افزایش درصد روغن می‌شود (Mirzapoor et al., 2001; Badr et al., 2005; Salimi et al., 2009; Sakarvadia et al., 2009). طاهرخانی و گلچین (Taherkhani and Golchin, 2006) گزارش کردند که پتاسیم نقش مهمی در مسیر بیوشیمیایی گیاهان

گرفته است به‌طوری‌که ژنوتیپ Dp6 بیشترین و ژنوتیپ Dp9 کمترین تعداد شاخه فرعی را در مطالعه ایشان دارا بودند. تفاوت میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی احتمالاً از یک سو به خاطر پتانسیل ژنتیکی برتر ژنوتیپ پدیده و KW.2 و از سوی دیگر به علت طولانی‌تر بودن دوره ریزش بوده است زیرا در این دوره گیاه به خاطر رشد بسیار کند اقدام به تولید تعداد بیشتری از آغازنده‌های تولید شاخه می‌نماید و از طرف دیگر خنکی نسبی هوا در موقع رشد سریع گیاه شرایط مناسب برای تولید شاخه جانبی بیشتر را فراهم می‌کند (Mirzakhani and Omid, 2008). نتایج با داده‌های امید تبریزی (Omid Tabrizi, 2002) همخوانی داشت.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کود سرک قرار گرفته است (جدول ۲) به‌طوری‌که، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۴۵۶/۷ کیلوگرم در هکتار در استفاده از کود سرک کلرور پتاسیم و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۲۱۰۶/۷ کیلوگرم در هکتار در عدم استفاده از کود سرک کلرور پتاسیم به‌دست آمد (جدول ۵). بررسی‌های محققان مختلف نشان داده که عملکرد دانه گلرنگ در شرایط مختلف تولید از ۱۱۶۸ تا ۳۳۲۵ کیلوگرم در هکتار متغیر است (More et al., 2005). در آزمایش انجام شده توسط قبادی و همکاران (Ghobadi et al., 2008) بر روی گلرنگ مشخص گردید که کود پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه داشته است. سایر محققین نیز گزارش کرده‌اند که پتاسیم باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Jianwei et al., 2007; Shehu et al., 2010). با توجه به نقش پتاسیم در تحریک متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پیشبرد مواد فتوسنتزی در آندها، مصرف کود پتاسیم موجب افزایش عملکرد

از برتری ژنوتیپ‌های KW.2 و پدیده در ارسال مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه و دوره طولانی‌تر پر شدن دانه می‌باشد که باعث افزایش مغز دانه‌ها در این ژنوتیپ‌ها نسبت به گلدشت شده است. دانه‌های کوچک درصد پوسته کمتر، درصد مغز و درصد روغن بیشتری دارند (Mosavifar *et al.*, 2009). نسبت مغز به پوسته در مطالعه علیزاده و کاراپتیان (Alizade and Carapetian, 2006) ۱/۴۴-۰/۷۴ گزارش شده است. همچنین، مشخص گردیده که درصد مغز دانه‌های گلرنگ به عوامل محیطی و ژنتیکی و اثرات متقابل آنها بستگی دارد (Naderi Darbagh-Shahi *et al.*, 2004) و به نظر می‌رسد هرچه دانه درشت‌تر باشد وزن پوسته نسبت به مغز افزایش می‌یابد. در آزمایشی که روی ژنوتیپ‌های گلدشت، محلی اصفهان، اصفهان ۱۴، اصفهان ۲۸، پدیده و سینا به‌منظور بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی گلرنگ انجام شد نتایج نشان داد که نسبت مغز به پوسته ژنوتیپ‌های گلرنگ به‌طور متوسط ۵۴/۱ بوده و ژنوتیپ گلدشت در میان ژنوتیپ‌های دیگر دارای کمترین نسبت مغز به پوسته بوده است (Morovati *et al.*, 2010). بر اساس تحقیقات مجد (Majd, 2003) نشان دادند که دانه‌های بزرگ معمولاً درصد پوسته بیشتری نسبت به دانه کوچک‌تر دارند و چون در این آزمایش ژنوتیپ گلدشت دارای بذور بزرگ‌تری بر اساس اطلاعات به دست آمده از مراکز تحقیقاتی نظیر موسسه تحقیقاتی اصلاح و بذر کرج نسبت به سایر ارقام بود، بنابراین دارای مقدار مغز به پوسته کمتری نیز بود. آلیاری و شکاری (Aliari and Shekari, 2000) بیان کردند که هر چه میزان پوسته دانه کم باشد (به اصطلاح پوسته کاغذی باشد) درصد مغز یا روغن بیشتر خواهد بود.

و همچنین نقش عمده‌ای در فعالیت‌های فیزیولوژیکی و سیستم آنزیمی گیاهی که متابولیسم مواد فتوسنتزی و تبدیل آنها به روغن را کنترل می‌کنند، ایفا می‌نماید.

عملکرد روغن

عملکرد روغن در سه ژنوتیپ مورد استفاده در این آزمایش به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم قرار گرفت به‌طوری‌که ژنوتیپ KW.2 و ژنوتیپ پدیده در اثر محلول‌پاشی با کود سولفات پتاسیم به‌ترتیب با میانگین ۱۳۵۰/۴ و ۱۳۲۵/۱ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار عملکرد بودند و ژنوتیپ پدیده و عدم محلول‌پاشی با ۸۲۸/۶ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین مقدار بود (شکل ۲). از آنجایی که ژنوتیپ KW.2 دارای پوسته نازک می‌باشد در نتیجه دارای محتوای روغن بالایی بود (Aliari and Shekari, 2000). سلیمی و همکاران (Salimi *et al.*, 2009) در آزمایشی که روی چند ژنوتیپ گلرنگ تحت تیمار با سطوح مختلف سولفات پتاسیم انجام دادند، مشاهده نمودند که مصرف کود بر عملکرد روغن تاثیر گذاشته و بهترین تیمار از کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم نسبت به سایر تیمارها دست آمده است. نتایج مطالعه صورت گرفته توسط سایر محققین نیز گواه این مسئله بود که مصرف پتاسیم باعث افزایش عملکرد روغن می‌شود (Mirzapoor *et al.*, 2001; Soleiman *et al.*, 2010; Ghobadi *et al.*, 2008).

نسبت مغز به پوسته

اثر ژنوتیپ بر نسبت مغز به پوسته در گلرنگ دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). ژنوتیپ‌های KW.2 و پدیده با میانگین به‌ترتیب ۱/۴۷ و ۱/۴۶ گرم بالاترین نسبت مغز به پوسته و رقم گلدشت با میانگین ۱/۲۱ گرم پایین‌ترین نسبت مغز به پوسته را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). این مسئله حاکی

ارتفاع بوته

می‌یابد. همچنین، در آزمایشی که توسط سپهر و ملکوتی (SepehrandMalakoti, 2004) روی آفتابگردان با مقادیر مختلف سولفات پتاسیم و سولفات منیزیم انجام شد، مشخص گردید که با افزایش سطوح پتاسیم عملکرد دانه افزایش یافته و همچنین مصرف پتاسیم و منیزیم وزن هزار دانه را افزایش ولی در ارتفاع بوته و قطر ساقه بی‌تأثیر بوده است. در آزمایش رشدی و همکاران (Roshdi *et al.*, 2009) اثر رقم و کود پتاسیم روی ارتفاع معنی‌دار گردید.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی و بر اساس یافته‌های این پژوهش چنین نتیجه‌گیری شد که محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم می‌تواند سبب افزایش محتوا و عملکرد روغن دانه در ژنوتیپ‌های گلرنگ سازگار با منطقه نظیر KW.2 در مقایسه با سرک کودهای پتاسیمی گردد. لذا، بیشترین عملکرد روغن در ژنوتیپ KW.2 و بیشترین عملکرد دانه در ژنوتیپ پدیده با استفاده از محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم به دست آمد که ناشی از استفاده بهینه این ژنوتیپ‌ها از منبع رشد و تغذیه برگی در راستای بهبود شاخص‌های مذکور بود.

اثر محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع در ژنوتیپ KW.2 بدون محلول‌پاشی با ۱۱۰/۷۵ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع در ژنوتیپ گلدشت و محلول‌پاشی به دست آمد (شکل ۳). در این آزمایش ژنوتیپ‌های KW.2 و پدیده دارای دوره روزت و رشد طولانی‌تری نسبت به گلدشت بودند، بنابراین دارای ارتفاع بوته بیشتر بودند. صادقی و همکاران (Sadeghi *et al.*, 2010) در تحقیقی گزارش کردند که بین ارقام مختلف از نظر ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری وجود دارد به‌طوری‌که ژنوتیپ پدیده حداکثر ارتفاع را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارا بود. همچنین، اثر محلول‌پاشی بر ارتفاع بوته نیز معنی‌دار بود. پتاسیم باعث می‌شود که رشد رویشی متوقف و گیاه وارد فاز زایشی شود (Malakooti *et al.*, 2000). مختاری و همکاران (Mokhtari *et al.*, 2009) در تحقیقی که روی آفتابگردان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با افزایش مقدار سولفات پتاسیم ارتفاع گیاه کاهش

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه

Table 1- Results of chemical and physical soil tests of fields

درصد آهک Lime (%)	بافت خاک Texture	پتاسیم قابل جذب K (mg kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب P (mg kg ⁻¹)	نیتروژن قابل جذب N (%)	درصد کربن آلی OC (%)	اسیدیته خاک pH	قابلیت هدایت الکتریکی EC (ds/m)
27	لومی Loam	280	12	0.04	0.5	7.6	1.2

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تاثیر کاربردهای کود پتاسیمی بصورت محلول پاشی و سرک

Table 2- Analysis of variance of measured traits of safflower genotypes on effect of potassium fertilizer applications as foliar and top-dressing

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد شاخه جانبی در بوته Side Branch per Plant	تعداد دانه در طبق Number of seeds per capitulum	عملکرد دانه Seed Yield	نسبت مغز به پوسته Seed to Coat	وزن خشک اندام هوایی Shoot Dry Weight	محتوای روغن دانه Seed Oil Content	عملکرد روغن Oil Yield
Replication	2	398.97**	39.52**	16108 ^{ns}	479603 ^{ns}	0.05 ^{ns}	5305934 ^{ns}	20.02 ^{ns}	40636 ^{ns}
Foliar (A)	1	328.51*	1.36 ^{ns}	6302 ^{ns}	536149 ^{ns}	0.04 ^{ns}	7902345 ^{ns}	294.69**	588919**
Dressing(B)	1	7.79 ^{ns}	30.25 ^{ns}	837 ^{ns}	1102500*	0.13 ^{ns}	668760 ^{ns}	117.36 ^{ns}	35089 ^{ns}
Genotypes(C)	2	2077.81**	237.19**	65480**	88048 ^{ns}	0.25*	820119 ^{ns}	89.19 ^{ns}	9991 ^{ns}
AxB	1	95.87 ^{ns}	3.36 ^{ns}	406 ^{ns}	146944 ^{ns}	0.05 ^{ns}	883600 ^{ns}	23.36 ^{ns}	5944 ^{ns}
AxC	2	192.97*	4.86 ^{ns}	8743 ^{ns}	1111541*	0.006 ^{ns}	188527 ^{ns}	126.36 ^{ns}	513675**
BxC	2	4.14 ^{ns}	15.25 ^{ns}	8672 ^{ns}	84848 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	263912 ^{ns}	19.52 ^{ns}	41368 ^{ns}
AxBxC	2	123.25 ^{ns}	15.36 ^{ns}	2381 ^{ns}	70514 ^{ns}	0.02 ^{ns}	6033900 ^{ns}	53.69 ^{ns}	24024 ^{ns}
Error	22	47.08	7.64	7361	210767	0.06	1973121	39.99	68947

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم اختلاف معنی‌دار

ns: non significant, *and**: Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات، تعداد دانه در طبق، تعداد شاخه جانبی در بوته و نسبت مغز به پوسته در سه ژنوتیپ گلرنگ

Table 3- Mean comparison of number of seeds per capitulum, side branch per plant in three genotypes of safflower

ژنوتیپ Genotypes	تعداد دانه در طبق Number of seeds per capitulum	تعداد شاخه جانبی در بوته Side Branch per Plant	نسبت مغز به پوسته Seed to Coat
KW.2	28.70 ^a	17.83 ^a	1.47 ^a
گلدشت	26.83 ^b	10.58 ^b	1.21 ^b
پدیده	27.04 ^a	18.66 ^a	1.46 ^a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan s Multiple Range Test

جدول ۴- مقایسه میانگین صفت محتوای روغن دانه در حالت کاربرد کود پتاسیمی بصورت محلول پاشی

Table 4- Mean comparison of seed oil content in form of potassium fertilizer application as foliar

وضعیت محلول پاشی Foliar Application	محتوای روغن دانه Seed Oil Content (%)
با محلول پاشی	49.88 ^a
بدون محلول پاشی	44.167 ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ تفاوت معنی‌دار ندارند.

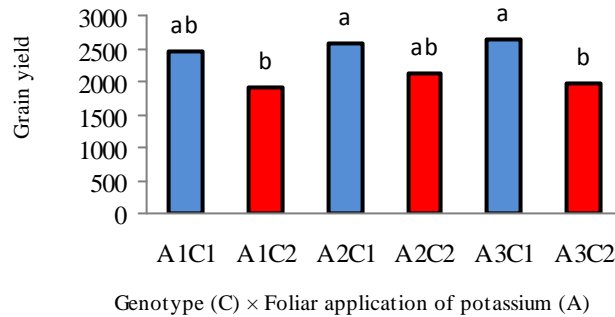
Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan s Multiple Range Test

جدول ۵- مقایسه میانگین صفت عملکرد دانه در حالت کاربرد کود پتاسیمی بصورت سرک

Table 5- Mean comparison of seed yield in form of potassium fertilizer application as dressing

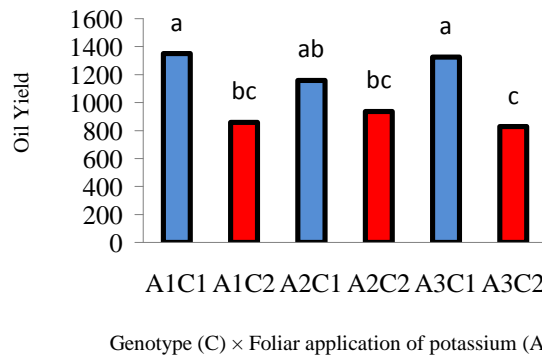
کود سرک Dressing	عملکرد دانه Seed Yield
سرک	2456.7 ^a
بدون سرک	2106.7 ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ تفاوت معنی‌دار ندارند. Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test



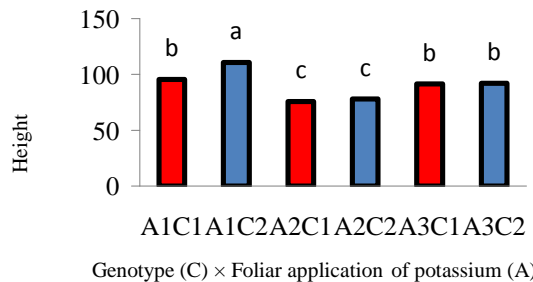
شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ × محلول پاشی سولفات پتاسیم بر عملکرد دانه در گلرنگ

Figure 1- Means comparison of interaction effects between genotypes and potassium sulphate foliar application on grain yield



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ × محلول پاشی سولفات پتاسیم بر عملکرد روغن در گلرنگ

Figure 2- Means comparison of interaction effects between genotypes and potassium sulphate foliar application oil yield



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ × محلول پاشی سولفات پتاسیم بر ارتفاع گلرنگ

Figure 3- Means comparison of interaction effects between genotypes and potassium sulphate foliar application on plant height

حروف مشابه نشانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Means followed by similar letter(s) are not significantly different using Duncan's Multiple Range Test (5%).

C: ژنوتیپ گلرنگ (C1=KW.2, C2=Goldasht, C3=Padideh) و A: محلول پاشی (A1= با محلول, A2= بدون محلول)

A: Cultivar of safflower (C1= KW.2, C2= Goldasht, C3=Padideh) and A: Foliar application (A1= with and A2= without)

References

منابع مورد استفاده

- Abedi Baba Arabi, S., M. Movahedi Dehnavi, A.R. Yadavi, and E. Adhami. 2011. Effects of Zn and K foliar application on physiological traits and yield of spring safflower under drought stress. *Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Science*. 4(1): 75-95. (In Persian).
- Aliari, H., and F. Shekari. 2000. Oil seeds, agriculture and physiology. Amidi publication, 182 pages. (In Persian).
- Alizade, K.H., and J. Carapetian. 2006. Genetic variation in a safflower germplasm grown in rainfed cold drylands. *Journal of Agronomy*. 5(1): 50-52.
- Altindi li, A., M.E. Irget, H. Kalkan, S. Kara, and M. Oktay. 2000. Effect of foliar applied KNO₃ on yield, quality and leaf nutrients of carignane and colombard wine grapes. In: Anac, D., and P. Martin Prevel. Improved Crop Quality by Nutrient Management. Pp: 103-106.
- Badr, N.M., and A.T. Thalooth. 2005. Effect of different patterns of potassium fertilization on growth and yield of canola (*Brassica napus* L.) grown under different levels of saline irrigation. *Bulletin of the National Research Council*. 30: 507-520.
- Baldini, M., R. Giovanardi, and G. Vannozzi. 2000. Effect of different water availability on fatty acid composition of the oil in standard and high oleic sunflower hybrids. Proceedings of XV International Sunflower Conference. Toulouse, France, 12-15 June.
- Behdani, M.A., and M. Jami Al-ahmadi. 2008. Evaluation growth and yield varieties of safflower in different date of planting. *Iranian Journal of Agriculture Research*. 6(2). 245-254. (In Persian).
- Camas, N., C. Cirak, and E. Esendel. 2007. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower grown in northern turkey condition. *Journal of Agricultural Faculty of Ondokuz Mayıs University*. 22(1) : 98-104
- Daneshvar, F., and G. Khajoei-Nejad. 2015. Study of bio-fertilizers application effects on yield potential and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under different irrigation regimes. *Iranian of Irrigation and Water Engineering*. 4(16): 59-69. (In Persian).
- Deltalab, B., H. Kazemi- Arbat, and B. Pasban-Eslam. 2011. The effect of sowing dates on yield, yield components and oil content of three spring safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.) under full irrigation regime in Tabriz. *Journal of Crop and Weed Ecophysiology*. 3(5): 11-24. (In Persian).
- Dos Santos, J.I., T.R.B. Da Silva, F. Rogerio, R.F. Santos and D. Seco. 2013. Yield Response in crambe to potassium fertilizer. *Industrial Crops and Products*. 43: 297-300.
- Ferasat, M., N.A. Noorali, and M. Mirzakhani. 2012. Effect of drought stress on yield and yield component of spring safflower genotypes. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 10(2): 346-353. (In Persian).

- Ghobadi, A.R., S. Poor Dad, and R. Rajabi. 2008. Effect of potassium fertilizer and chilling stress on some agronomic and morphologic traits in different genotypes of safflower. 10th Congress of Agronomy and Plant Breeding Science, 18 Aug, Tehran University campus Abureyhan . 416-420. (In Persian).
- Hamayun, M., S. Afzal Khan, A. Latif khan, Z. Shinwari, N. Ahmad, and Y. Hakim. 2011. Effect of foliar and soil application of nitrogen phosphorus and potassium on yield components of lentil. *Pakistan Journal of Botany*. 43(1): 391 – 396.
- Hatami, H., A. Ayine Band, M. Azizi, A. Soltani, and A.R. Dadkhah. 2010. Effect of potassium on growth and yield soybean cultivars in Northern Khorasan. *Journal of Plant Ecophysiology*. 2(2): 1-17. (In Persian).
- Hatami, H., M. Ayneband, A.S. Azizi, and M. Khodabandeh. 2009. Effect of nitrogen fertilizer on growth and yield of soybean in North Khorasan. *Electronic Journal of Crop Production*. 2(2): 25-42. (In Persian).
- Jianwei, L., J. Zou, and F. Chen. 2007. Effect of phosphorus and potassium application on rapeseed yield and nutrients use efficiency. Proceeding of the 12th international Rapeseed Congress. Wuhan, China. Pp: 202-205
- Khajepour, M.R, and P. Heydari Zade. 2007. Response of safflower genotype to planting date. *Agriculture and Natural Resource Science and Technique Journal*. 11(42): 69-80. (In Persian).
- Khodamardi, M., M. Sarajooghi, and A.A. Mohammadi. 2015. Response of yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) on different levels of phosphorus under irrigation conditions. National Conference on Climate Change and Engineering Sustainable Agricultural and Natural Resources. Tehran. (In Persian).
- Klaiselvan, P., K. Subrahmanian, and T.N. balasubranabian. 2002. Effect of split application of N and K on the growth, yield attributes and yield of sesame. *Sesame and Safflower Newsletter*. no. 17.
- Kuepper, G. 2003. Foliar fertilization, The National Sustainable Agriculture Information Service. www.attra.ncat.org.
- Lotfi, P., G. Mohammadi-Nejad, and P. Golkar. 2012. Evaluation of drought tolerance in different genotypes of the safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agronomy Sciences*. 5(7): 1-14. (In Persian).
- Majd, B. 2003. The study of yield components and physiological characters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in different season and planting density. 5th National Conference on New Ideas in Agriculture. Islamic Azad University Isfahan, Khorasan. 5 pages. (In Persian).
- Malakooti, M.J., H. Rezayi, and S. Salim Poor. 2000. Evaluation of different value and the time of potassium fertilizers application on *Brassica napus*. *Soil and water Research abstracts*. 600 pages. (In Persian).

- Mirzakhani, M., and A.H. Omid. 2008. Cold tolerance and grain yield compared to the cold spring and autumn cultivars of safflower in Farahan. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 5(3): 173-179 (In Persian).
- Mirzapoor, M.H., A.H. Khoshgoftar., S.K. Mirnia., H.A. Bahrami and M.R. Naeni. 2001. Interaction of potassium and magnesium on growth and yield of sunflower in a saline soil. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 17(2): 136-147. (In Persian).
- Mokhtari, A.R., A. Akbar Zade., H. Rahimi, and M.R Hagh Parast. 2009. Investigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield in relation to stable values of nitrogen and phosphorus against different values of potassium. The First National Symposium Oil seeds, Gorgan, Iran. (In Persian).
- More, S.D., D.S. Hangarge, and C.V. Raghavaiah. 2005 Evaluation of management technology and genotypes for optimization of safflower, production under saline condition. *Journal of Oilseed Research*. 22: 86-89.
- Morovati, E., M.A. Sahari, and M. Barzegar. 2010. Physicochemical properties of Iranian varieties/lines of safflower oil and seed as a rich source of -6. *Iranian Journal of Medicinal Plants*. 36(4): 145-154. (In Persian).
- Mosavifar, A., M.E. Behdani, and M. Jami Al-ahmadi. 2009. Effect of drought stress on qualitative and quantitative characteristics of spring safflower seeds. Regional Symposium of Water Crisis and Drought. 4 November, Iran. 47-49 (In Persian).
- Naderi Darbagh-Shahi, M.R., G. Noor Mohammadi, A. Majidi, F. Darvish, A.H. Shirani Rad, and H. Madani. 2004. Effects of drought estress and plant density on ecophysiological traits of three safflower lines in summer planting in Isfahan. *Iranian Journal of Seed and Plant*. 20:3. 281-296. (In Persian).
- Odeleye, F.O., O.M.O. Odeleye, and M.O., Animashaun. 2007. Effects of nutrient foliar spray on soybean growth and yield (*Glycine max* (L.) *Merrill*) in South West Nigeria. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 35(2): 1842-4309.
- Omid Tabrizi, A.H. 2002. Correlation between traits and path analysis for seed and oil yield in spring safflower. *Journal of Plant and Seed*. 18(2): 229-240.
- Rahimi, M.M., and G. Noormohammadi. 2014. Assessment of the effect of different planting dates on quality and quantity yield of spring safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). *Iranian Journal of Plant Ecophysiology*. 7:20. 59-67. (In Persian).
- Roshdi, M., S. Reza doost, J. Khaliliye mahale, and N. Haji Hasani. 2009. Effect of biological fertilizer on yield and yield components of sunflower cultivars. *Journal of Agricultural Science*. 3(10): 11-25. (In Persian).
- Sadeghi, S., F. Shekari, R. Fotovat, and A. Zangani. 2010. The Effect of priming by salicylic acid on vigor and seedling growth of canola (*Brassica napus*) under water deficit condition. *Iranian Journal of Plant Biology*. 2 (6): 55-70. (In Persian).

- Sakarvadia, H.L., K.B. Polara, K.B. Parmar, N.B. Babariya, and B.B. Kumjadia. 2009. Effect of potassium and zinc on growth, quality parameters and nutrient uptake by cotton. *Asian Journal of Soil Science*. 4(1): 24-26.
- Salamati, M.S. 2013. Path analysis on seed yield components on Iranian *Carthamus tinctorius* L. genotypes. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*. 97: 105-111. (In Persian).
- Salimi, G.H., F. Hamedi, and R. Rezayi Zangene. 2009. Effect of potassium and magnesium levels on quantitative characteristics of winter safflower. National Conference of Oilseeds. Isfahan University Technology. 3 pages. (In Persian).
- Sepehr, A., and M.G. Malakooti. 2004. Effect of different value of potassium and magnesium on quantity and quality of sunflower. *Water and Soil Science*. 18(1): 29-36.
- Shehu, H.E., J.D. Kwari, and M.K. Sandabe. 2010. Effects of N, P and K Fertilizers on yield, content and uptake of N, P and K by sesame (*Sesamum indicum*). *International Journal of Agriculture Biology*. 12(6): 845-850
- Soleimanzadeh, H., D. Habibi, M. R. Ardakani, F. Paknejad, and F. Rejali. 2010. Response of sunflower (*Helianthus Annuus* L.) to drought stress under different potassium levels. *World Applied Sciences Journal*. 8(4): 443-448. (In Persian).
- Taherkhani, M, and A. Golchin. 2006. The effects of nitrogen different rates on oil yield and seed quality and potassium and phosphorus uptake of winter canola, SLM046. *Agroecology Journal*. 2: 77-85.

Top-dressing of Potassium Fertilizers on Safflower

Neginsadat Amir Khalili¹, Alidad Amiri Behzadi^{2*}, and Esmail Babakhanzadeh Sajirani²

Received: September 2015, Revised: 30 April 2016, Accepted: 13 September 2016

Abstract

To determine the effects of potassium foliar application (with two levels, use and non-use) from potassium sulphate source and top-dressing application of potassium fertilizer (with two levels, use and non-use) from potassium chloride source on number of seeds per capitulum, number of side branch per plant, seed yield, seed oil content, oil yield, seed to coat ratio, plant height and shoot dry weight in three safflower, genotypes including KW.2, Padideh and Goldasht a factorial experiment based on the randomized complete block design (RCBD) with three replications, was conducted during 2013 growing season at the Agricultural Research Center of Semnan province (Shahrud). Results showed that the highest average of number of seeds per capitulum (28.70), number of side branch per plant (17.83) and seed to coat ratio (1.47) were found in KW.2 genotype. The highest seed yield (2627.7 kg/ha) and oil yield (1350.5 kg/ha) were found from potassium sulphate foliar application in Padideh and KW.2 genotypes respectively. The interaction effect of genotype × potassium foliar application was significant for seed and oil yields. In conclusion, it was determined that potassium sulphate foliar application has better impacts on seed and oil yield of safflower genotypes than potassium top-dressing application.

Key words: Foliar application, Grain yield, Oil content, Potassium, Safflower, Top-dressing,.

1- Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran.

2- Young Researchers and Elites Club, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

* Corresponding Author: alidad.ab@gmail.com