نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۷، ص. ۹۴۲-۹۳۱

Journal of Water and Soil
Vol. 32, No. 5, Nov.-Des. 2018, p. 931-942

اثر تلقیح بذر با *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* بر عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی گلرنگ در تاریخ کاشت مختلف

سعید حکم علی پور[1*]- مهدی پناهیان کیوی[2]- منوچهر شیری جناقرد[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۱۳

چکیده

به منظور بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی گلرنگ متأثر از کاربرد باکتری افزاینده رشد گیاهی در تاریخ‌های کاشت مختلف در منطقه اردبیل آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور کوثر به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل سه تاریخ کاشت (۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت) و فاکتور دوم شامل تلقیح بذور با باکتری های افزاینده رشد در سه سطح (بدون تلقیح، تلقیح با *ازتوباکتر کروکوکوم* سویه ۵ [4] و تلقیح با *آزوسپیریلوم لیپوفرم* سویه آف[5]) بود. نتایج نشان داد اثر تاریخ کاشت روی کلیه‌ی صفات به جز نسبت مغز به دانه و نسبت پوست به دانه معنی‌دار بود. اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه اصلی و فرعی، درصد روغن و درصد پروتئین معنی‌دار شد. بیشترین تعداد غوزه در بوته، دانه در غوزه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته و درصد پروتئین در تاریخ کاشت اول (۵ فروردین) و کمترین میزان این صفات در تاریخ کاشت سوم (۵ اردیبهشت) حاصل گردید. بیشترین درصد روغن، تعداد شاخه اصلی، تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه در تاریخ کاشت اول و تلقیح با *ازتوباکتر* حاصل شد. کمترین میزان این صفات در تاریخ کاشت سوم و عدم تلقیح به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، باکتری‌های افزاینده رشد، تعداد شاخه، درصد پروتئین، درصد روغن

مقدمه

بخش عمده‌ای از روغن مورد نیاز کشور از منابع خارجی تأمین می‌شود، از این رو توسعه کشت دانه‌های روغنی از اهمیت زیادی برخوردار است. از بین دانه‌های روغنی سازگار با شرایط آب و هوایی کشور، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) به عنوان گیاه مقاوم به تنش شوری و خشکی، و با داشتن تیپ‌های پاییزه و بهاره، آینده نوید بخشی دارد (۱۷). گلرنگ در سالیان اخیر به دلیل سازگاری به اقلیم‌های گوناگون و مقاومت به خشکی و شرایط سخت، برای نواحی خشک و نیمه‌خشک دنیا از جمله ایران مورد توجه قرار گرفته است (۹). کاربرد گلرنگ به گل، دانه و روغن محدود نمی‌شود و سایر بخش‌های گیاهی از جمله علوفه و کنجاله دانه آن برای تغذیه حیوانات قابل استفاده هستند (۱۴). امروزه از روغن گلرنگ با سه هدف اصلی روغن، مصارف خوراکی و تغذیه طیور استفاده می‌شود (۸). بر اساس نوع پوست دانه، درصد روغن دانه این گیاه بین ۳۵ تا ۵۰ متغیر است (۱۸). روغن استاندارد گلرنگ دارای ۸-۶ درصد اسید پالمیتیک، ۳-۲ درصد اسید استئاریک، ۲۰-۱۶ درصد اسید اولئیک و ۷۵-۷۱ درصد اسید لینولئیک است (۲۲). با توجه به اهمیت بالای گلرنگ و لزوم افزایش عملکرد در واحد سطح، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز این گیاه از اولویت‌های مهم و البته مؤثر می‌باشد. نظر به مشکلات متعدد زیست‌محیطی استفاده از کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر و در راستای توسعه کشاورزی پایدار، کاربرد کودهای زیستی می‌تواند نقش بسیار مؤثری در تولید محصولات سالم داشته باشد.

کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی مزیت‌های بسیار زیادی دارند. عدم تولید مواد سمی و میکروبی، قابلیت تکثیر خود به خودی، اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمایی خاک و داشتن صرفه اقتصادی بالا از جمله این مزیت‌ها می‌باشند. استفاده از کودهای زیستی می‌تواند مانع از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی شود

۱ و ۲- استادیاران گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
(* – نویسنده مسئول: (Email: hokmalipour@yahoo.com
۳- استادیار، گروه علوم گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

DOI: 10.22067/jsw.v32i5.70005

4- *Azotobacter chroococcum* strain5
5- *Azospirillum lipoferum* strain of

(۴). در این میان به کارگیری باکتری‌های افزاینده رشد گیاه[1] به همراه کودهای شیمیایی، مهم‌ترین راهبرد برای مدیریت پایدار بوم نظام‌های کشاورزی و افزایش تولید در سیستم کشاورزی پایدار می‌باشد (۲۰). *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* از جمله باکتری‌های مفید خاکزی می‌باشند. این باکتری‌ها علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک، با تولید مقادیر قابل توجهی از هورمون‌های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکنین، رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۴). این باکتری‌ها به طور طبیعی در خاک‌ها وجود دارند. ولی معمولاً جمعیت آن‌ها در خاک پایین است، بنابراین تلقیح بذرهای گیاهان با این باکتری‌ها می‌تواند جمعیت آن‌ها را به حد مطلوب رسانده و در نتیجه منجر به بروز اثرات مفید آن‌ها در خاک گردد (۴). اعتمادی و همکاران (۹) با بررسی تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر برخی شاخص‌های رشدی و عملکرد گلرنگ گزارش کردند که سویه‌های مورد مطالعه آن‌ها درصد روغن را بین ۱۲تا ۵۲ درصد افزایش دادند. آن‌ها این افزایش را به اثر احتمالی این باکتری‌ها بر گسترش سطح برگ و افزایش جذب عناصری مانند فسفر، منگنز، منیزیم، کلسیم و روی نسبت دادند. هر چند در آزمایش آن‌ها کاربرد باکتری *سودوموناس فلورسنس* تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد روغن و عملکرد بیولوژیک نداشتند. فلاحی و همکاران (۲۰۱۱) اثر کود زیستی نیتروکسین و باکتری‌های حل کننده فسفات و همچنین اثر توام این دو باکتری را روی عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه آلمانی مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه اصلی، تعداد گل آذین در بوته، قطر گل، عملکرد گل تر، عملکرد گل خشک، عملکرد بذر، عملکرد اسانس و عملکرد کامازولن داشت. تاریخ کاشت اولین نکته اساسی در مدیریت گیاهان زراعی است. بسیاری از مؤلفه‌های مؤثر در عملکرد گیاهان مختلف تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرند. مطالعات مختلف نشان داده است که جوانه‌زنی (۱۲)، عملکرد دانه (۱۳)، تعداد دانه در غوزه (۵)، تعداد غوزه در بوته (۳) ارتفاع بوته (۱۵)، تعداد شاخه‌ها (۶) در گیاه گلرنگ تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می گیرند. در این بین تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد گیاهی در تاریخ‌های کاشت مختلف و مطالعه اثر زمان تلقیح بر مؤلفه‌های مؤثر در عملکرد گیاه ممکن است مفید واقع گردد. با توجه به اهمیت موضوع و ضرورت به کارگیری راهکارهای بیولوژیک برای تولید بهینه گیاهان و همچنین پیدا کردن بهترین تاریخ کاشت برای گلرنگ در منطقه اردبیل این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تلقیح بذر با *ازتوباکتر* و *ازوسپیریلوم* بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی گلرنگ در تاریخ‌های مختلف اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۵، به منظور بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی گلرنگ متأثر از کاربرد باکتری افزاینده رشد گیاه در تاریخ‌های کاشت مختلف در منطقه اردبیل به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور کوثر اجرا گردید. فاکتور اول شامل سه تاریخ کاشت (۵ فروردین، ۲۰ فروردین و ۵ اردیبهشت) و فاکتور دوم شامل تلقیح بذور با باکتری‌های افزاینده رشد در سه سطح (بدون تلقیح، تلقیح با *ازتوباکتر کروکوکوم* استراین ۲۵[2] و تلقیح با *آزوسپیریلوم لیپوفرم* استراین آف با جمعیت 10^8 عدد در هر میلی‌لیتر بود. هر دوی این باکتری‌ها بومی خاک‌های ایران بوده و مایه تلقیح آن از بخش تحقیقات بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. برای ایجاد چسبندگی مناسب باکتری‌ها با بذور از محلول صمغ عربی استفاده شد (۱۱). تلقیح بذر نیم ساعت پیش از عملیات کشت در مزرعه و در سایه انجام شد. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول چهار متر بود. برای ایجاد تراکم کاشت ۴۰ بوته در متر مربع، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر انتخاب شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک متر بود. زمین محل آزمایش در سال قبل در آیش قرار داشت. کاشت به صورت کپه‌ای و با دست به طریق خشکه‌کاری انجام گرفت و بلافاصله آبیاری نشتی به عمل آمد. عملیات تنک کردن در مرحله دو برگی انجام شد، به طوری که در هر ده سانتی‌متر یک بوته باقی ماند. علف‌های هرز در چندین نوبت با دست وجین شدند. سله شکنی در دو مرحله و همزمان با مصرف کود سرک نیتروژن انجام گردید. آبیاری بر اساس وضعیت آب و هوایی و رطوبت خاک انجام شد. پس پایان دوره رشد تعداد دانه در غوزه، تعداد غوزه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد روغن، درصد پروتیین، تعداد شاخه اصلی، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، نسبت مغز به دانه و نسبت پوست به دانه اندازه‌گیری شدند. میزان روغن دانه به روش سوکسله تعیین گردید (۹). با استفاده از روش کجلدال در آزمایشگاه درصد پروتئین دانه‌ها با نمونه‌های یک گرمی آسیاب شده محاسبه شد و در نهایت با استفاده از معادله ۱ میزان نیتروژن یا درصد پروتئین خام نمونه محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.2 و مقایسات میانگین به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. یک تجزیه واریانس جداگانه نیز به منظور بررسی تغییرات سطح برگ و شاخص کلروفیل برگ در زمان انجام شد.

1- Plant growth promoting rhizobacteria

2- *Azotobacter chroococcum* strain 5

(معادله ۱) ۱۰۰× ((درصد رطوبت − (۱۰۰/ درصد پروتئین خام))= درصد پروتئین خام در ماده خشک

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج نشان داد اثر تاریخ کاشت روی تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد تأخیر در تاریخ کاشت موجب کاهش معنی‌داری عمکلرد و اجزای عملکرد گلرنگ شد. به طوری‌که بیشترین تعداد غوزه در بوته (۱۰/۶۶)، دانه در غوزه (۱۶/۳۲)، وزن هزار دانه (۳۵/۴۴ گرم) و عملکرد دانه (۵/۴۴ گرم در بوته)، در تاریخ کاشت اول (۵ فروردین) و کمترین میزان این صفات در تاریخ کاشت سوم (۵ اردیبهشت) حاصل گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تاریخ کاشت اول در مقایسه با تاریخ کاشت سوم به ترتیب موجب افزایش ۱۴، ۱۳، ۱۱ و ۹ درصدی در تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه و عملکرد گلرنگ شده است.

با تغییر تاریخ کاشت متغیرهای محیطی نظیر درجه حرارت خاک، درجه حرارت محیط و طول روز تغییر کرده و موجب بروز واکنش‌های متفاوت گیاه در مراحل فنولوژیکی مختلف گیاه می‌شود. علاوه بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و اجزای آن نیز تحت تأثیر تاریخ کاشت و تغییرات دمایی ناشی از آن در مراحل مختلف رشد قرار می گیرند. میزان تأثیرپذیری صفات مختلف بسته به شرایط آب و هوایی منطقه کاشت متفاوت است (۱). مطالعات مختلف نشان داده است که تعداد دانه در غوزه (۵)، تعداد غوزه در بوته (۳) و در نهایت عملکرد دانه (۱۳) در گیاه گلرنگ تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرند. کاهش عملکرد گلرنگ به دنبال تأخیر در کاشت در مطالعات مختلف گزارش شده است (۲، ۱۶ و ۲۳). به نظر می‌رسد دلیل کاهش عملکرد دانه در اثر تاخیر در کاشت، افزایش دما و کوتاه شدن فصل رشد است. اعتمادی و همکاران (۹) در بررسی تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر برخی شاخص‌های رشدی و عملکرد گلرنگ گزارش کردند که باکتری *سودوموناس فلورسنس* تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های عملکرد نداشت.

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار می‌باشد. این در حالی است که تلقیح بذر با باکتری‌های افزایند رشد گیاهی بر این دو صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک (حدود ۱۶ گرم در بوته) و شاخص برداشت به طور مشترک در تاریخ کاشت اول و دوم حاصل گردید. این در حالی بود که تاریخ کاشت سوم با عملکرد بیولوژیک ۱۵/۶۶ گرم در بوته و شاخص برداشت ۳۱/۳۳ درصد در پایین‌ترین سطح قرار گرفت. مقایسه این اعداد بیانگر کاهش ۴ و ۵ درصدی عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در تاریخ کاشت سوم در مقایسه با تاریخ کاشت اول می‌باشد (جدول ۲).

ارتفاع بوته و قطر ساقه

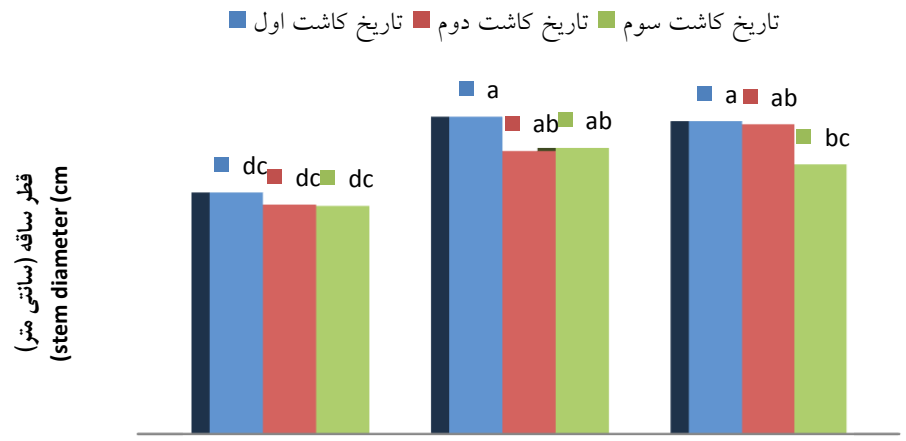
نتایج نشان داد اثر تاریخ کاشت و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر ارتفاع بوته و قطر ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت در تلقیح بذر با باکتری محرک رشد گیاهی برای صفت قطر ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

بیشترین ارتفاع بوته (۵۹/۷۷ سانتی‌متر) نیز در تاریخ کاشت اول به دست آمد که افزایش حدود ۱۰ درصدی در مقایسه با تاریخ کاشت سوم دارد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته (حدود ۵۸/۵ سانتی‌متر) متاثر از تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد نیز به طور مشترک در تلقیح بذر با *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* مشاهده شده که افزایش حدود ۵/۵ درصدی نسبت به شاهد (۵۵/۴۴ سانتی‌متر) را نشان می‌دهد (جدول ۲). مطالعه اثر متقابل تاریخ کاشت در تلقیح بذر با باکتری بر قطر ساقه نشان داد که بیشترین میزان این صفت در تاریخ کاشت اول و تلقیح با *ازتوباکتر* حاصل شد. کمترین میزان این صفت در تاریخ کاشت سوم و عدم تلقیح به دست آمد (شکل ۱).

می‌توان افزایش ارتفاع بوته با کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد را به اثر احتمالی این باکتری‌ها بر گسترش سطح برگ و افزایش جذب عناصری مانند فسفر، منگنز، منیزیم، کلسیم و روی نسبت داد. افزایش ارتفاع بوته به دنبال کاربرد باکتری افزاینده رشد توسط ولر و کوک (۲۳) و دولینگ و اوگارا (۷) گزارش شده است. این در حالی است که رحیمی و همکاران (۱۹) گزارش کردند کاربرد باکتری *سودوموناس فلورسنس* بر ارتفاع بوته گلرنگ تأثیر معنی‌داری ندارد.

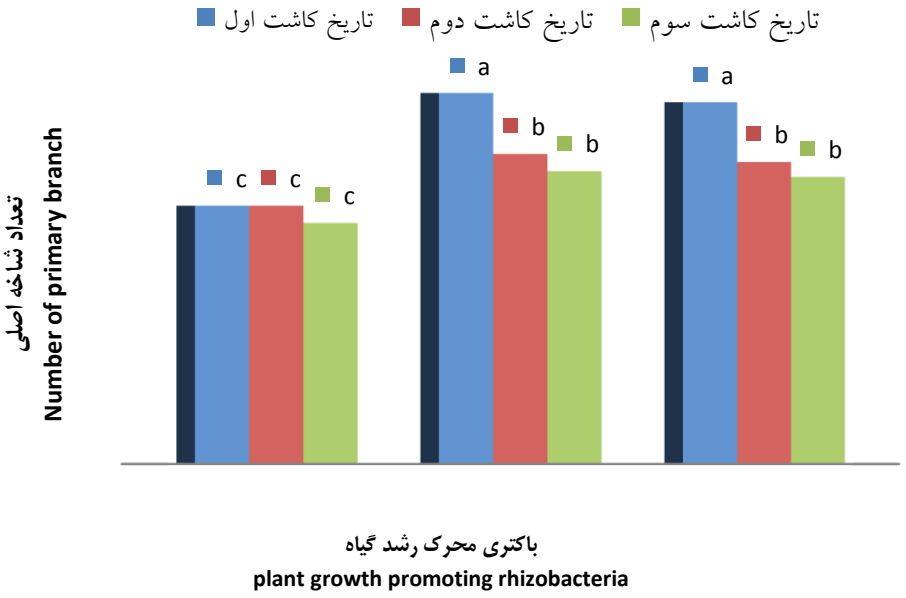
تعداد شاخه اصلی و فرعی

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده و متقابل فاکتورهای آزمایشی بر تعداد شاخه اصلی و فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی نشان داد که بیشترین تعداد شاخه اصلی (۶/۴۶) و فرعی (۴/۲۰) در تاریخ کاشت اول و تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر حاصل شد. کمترین تعداد شاخه اصلی (۸/۱۰) و فرعی (۵/۱۶) در تاریخ کاشت سوم و عدم تلیقح با باکتری به دست آمد (شکل‌های ۲ و ۳).



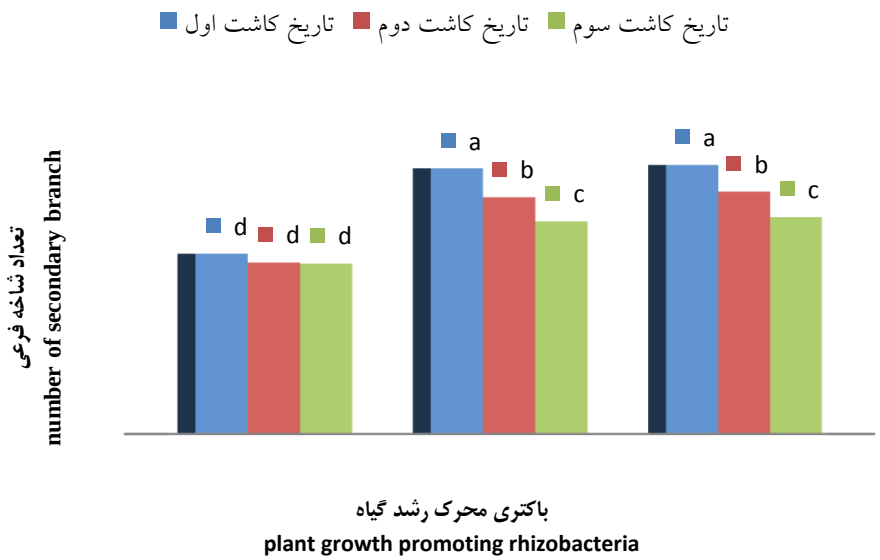
شکل ۱- اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد بر قطر ساقه گلرنگ

Figure 1- The effect of seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on stem diameter of Safflower



شکل ۲- اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد بر تعداد شاخه اصلی گلرنگ

Figure 2- The effect of seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on primary branches of Safflower



شکل ۳- اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد بر تعداد شاخه فرعی گلرنگ

Figure 3- The effect of seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on secondary branches of Safflower

درصد روغن

جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد و اثر تلقیح با باکتری‌های افزاینده رشد در سطح پنج درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت در تلقیح با باکتری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین درصد روغن (۳۷/۴۴ درصد) در تاریخ کاشت اول و کمترین میزان آن (۳۲/۷۷ درصد) در تاریخ کاشت سوم حاصل گردید، که افزایش ۱۴ درصدی را نشان می‌دهد.

در تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد باکتری ازتوباکتر و ازوسپیریلوم به طور مشترک بالاترین درصد روغن (حدود ۳۶ درصد) و عدم تلقیح کمترین درصد روغن (حدود ۳۴ درصد) را به خود اختصاص دادند، که بیانگر افزایش حدود ۵ درصدی درصد روغن در اثر کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد مورد مطالعه در این تحقیق می باشد. اعتمادی و همکاران (۹) با بررسی تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر ویژگی‌های مختلف گلرنگ گزارش کردند که سویه‌های مورد مطالعه آن‌ها درصد روغن را بین ۱۲تا ۵۲ درصد افزایش دادند. آن‌ها این افزایش را به اثر احتمالی این باکتری‌ها بر گسترش سطح برگ و افزایش جذب عناصری مانند فسفر، منگنز، منیزیم، کلسیم و روی نسبت دادند.

درصد پروتئین

جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تاریخ کاشت و تلقیح بذر با باکتری ازتوباکتر و ازوسپیریلوم بر درصد پروتیین معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین درصد پروتیین (۱۷/۲۱) در تاریخ کاشت اول و کمترین میزان این صفت (۱۵/۴۴) در تاریخ کاشت سوم حاصل گردید. بالاترین درصد پروتیین به طور مشترک در تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و ازوسپیریلوم حاصل شد. کمترین میزان این صفت در عدم تلقیح با باکتری به دست آمد. با توجه به نتایج به دست آمده در خصوص تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی و افزایش این دو صفت در اثر کاربرد فاکتورهای آزمایشی می تواند چنین نتیجه‌گیری کرد که احتمالا با افزایش شاخه ای اصلی و فرعی سطح برگ مناسبی برای گیاه به وجود آمده و در نتیجه موجب افزایش میزان فتوسنتز و جذب مواد و افزایش درصد پروتئین در گیاه شده است.

نتیجه‌گیری

تاریخ کاشت به عنوان یکی از مهمترین عامل‌های مدیریتی در دستیابی به عملکردهای بالا می‌باشد. نتایج نشان داد اثر تاریخ کاشت روی کلیه‌ی صفات به جز نسبت مغز به دانه و نسبت پوست به دانه معنی‌دار بود. اثر تلقیح بذر با باکتری‌های افزاینده رشد بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه اصلی و فرعی، درصد روغن و درصد پروتئین معنی‌دار شد. بیشترین تعداد غوزه در بوته، دانه در غوزه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته و درصد پروتئین در تاریخ کاشت اول (۵ فروردین) و کمترین میزان این صفات در تاریخ کاشت سوم (۵ اردیبهشت) حاصل گردید.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد و برخی صفات مورد مطالعه گلرنگ

Table 1- Analysis of variance of the effect of experimental factors on yield and yield components and some traits of safflower

	درجه آزادی df.	غوزه در بوته Number of boll per plant	دانه در غوزه Number of grain per boll	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن Oil percentage	درصد پروتیین Protein percentage
تکرار Replication	2	0.14	0.59	0.25	0.25	0.25	2.81	1.37	0.23
تاریخ کاشت Planting Date	2	3.37**	7.14**	26.70**	0.59**	1.37**	5.48*	55.25**	7.09**
تلقیح با باکتری Inoculation by bacteria	2	0.25	0.03	0.92	0.03	0.96	0.03	8.92**	13.65**
تاریخ کاشت × تلقیح با باکتری Bacteria × Planting date	4	0.09	0.81	0.48	0.03	1.25	2.37	5.7**	0.09
خطا Error	16	0.083	0.21	0.59	0.09	0.21	1.23	2.28	0.14
ضریب تغییرات C.V.	-	4.37	3.03	2.28	5.91	2.90	3.45	4.24	2.23

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and ** Significant in 5 and 1 percentage level, respectively

ادامه جدول ۱. تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایشی بر عملکرد و اجزای عملکرد و برخی صفات مورد مطالعه گلرنگ

Continuing Table 1- Analysis of variance of the effect of experimental factors on yield and yield components and some traits of safflower

	درجه آزادی df	تعداد شاخه اصلی Number of primary branch	تعداد شاخه فرعی Number of secondary branch	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	نسبت مغز به دانه Brain to grain ratio	نسبت پوسته به دانه Ratio of skin to grain
تکرار Replication	2	0.11	0.10	3.44	0.24	0.00	0.00
تاریخ کاشت Planting Date	2	2.32**	3.13**	60.11**	0.97**	0.00	0.00
تلقیح با باکتری Inoculation by bacteria	2	4.28**	12.23**	27.00**	60.7**	0.00	0.00
تاریخ کاشت × تلقیح با باکتری Bacteria × Planting date	4	0.36**	0.44**	4.44	0.26**	0.00	0.00
خطا Error	16	0.011	0.01	3.36	0.08	0.00	0.00
ضریب تغییرات C.V.	-	2.08	1.71	3.19	4.6	1.28	1.09

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and ** Significant in 5 and 1 percentage level, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر فاکتورهای آزمایشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات مورد مطالعه گلرنگ

Table 2- Mean Comparison of effect of experimental factors on yield, yield components and some traits of safflower

		غوزه در بوته Number of boll per plant	دانه در غوزه Number of grain per boll	وزن هزار دانه (گرم) 1000-grain weight (gr)	عملکرد دانه (گرم در بوته) Grain yield (gr per plant)	عملکرد بیولوژیک (گرم در بوته) Biological yield (gr per plant)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height	درصد پروتیین Protein percent
تاریخ کاشت Date planting	۵ فروردین 5 March	10.66 a	[a]۱۶/۳۲	35.44 a	5.44a	16.44a	32.88a	59.77a	17.21a
	۲۰ فروردین 20 April	10.00 b	[b]۱۵/۴۴	33.77b	5.00b	16.00ab	32.00ab	57.88b	16.47b
	۵ اردیبهشت 5 May	9.33 c	[c]۱۴/۴۴	32.00c	5.02b	15.66b	31.33b	54.66c	15.44c
تلقیح با باکتری Seed inoculation	شاهد Control	–	–		–	–	–	55.44b	14.95b
	ازتوباکتر *Azotobacter*	–	–		–	–	–	58.44a	17.06a
	ازوسپیریلوم *Azospirillum*	–	–		–	–	–	58.40a	17.11a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار نمی باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly different

بیشترین درصد روغن، تعداد شاخه اصلی، تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه در تاریخ کاشت اول و تلقیح با ازتوباکتر حاصل شد. کمترین میزان این صفات در تاریخ کاشت سوم و عدم تلقیح به دست آمد. با توجه به این که بیشترین تعداد غوزه در بوته، دانه در غوزه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته و درصد پروتئین در تاریخ کاشت اول (۵ فروردین) به دست آمد. همچنین بیشترین درصد روغن، تعداد شاخه اصلی، تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه در تاریخ کاشت اول و تلقیح با ازتوباکتر حاصل شد. به نظر می رسد استفاده از ازتوباکتر در تاریخ کاشت ۵ فروردین در منطقه مورد آزمایش می‌تواند نتیجه مطلوب به دنبال داشته باشد.

منابع

1- Able G. H. 1976. Relationship and uses of yield components in safflower breeding for high yield. Agronomy Journal, 68: 442-447.
2- Alinaghizadeh M., Movahhedi Dehnavi M., Faraji H., Dehdari A., and Gandomani A. 2007. Effect of sowing dates on yield and yield components of different spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars as a double crop in Yasouj, Iran. International Safflower Conference, Australia.
3- Bageri M. 1995. The effects of planting date on yield and its components of safflower. M.Sc. Thesis University of Isfahan. 61pp. (In Persian)
4- Cakmakci R., Donmez M.F., and Erdogan U. 2007. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties and bacterial counts. Turk. Journal of Agriculture, 31: 189-199.
5- Cazzato E., Ventricelli P., and Corleto A. 1997. Effect of date of seeding and supplemental irrigation on hybrid and open pollinated safflower production in southern Italy. pp. 119-124. 4th International Safflower Conference. Bari, Italy. June 2-7.
6- Coshge B., and Kaya D. 2008. Performance of some safflower varieties sown late autumn and late spring. University of Suleyman Demirel, Technology Institute, 43: 13-18.
7- Dowling D. N., and Ogara F. 1994. Metabolites of *pseudomonas* involved in the biocontrol of plant disease. Trends. Biotechnology, 12: 133- 141.
8- Esendal E. 2001. Safflower production and research in Turkey. Vth International Safflower Conference, Williston, North Dokota, Sidney, Montana, USA, July 23-27. pp. 203-206.
9- Etemadi F., Madah Hosseini S., Dashti H., and Akhgar A. 2014. Investigation of the Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Some Growth Indices and Yield Parameters of Safflower Under Different Soil Salinity Levels. JCPP. 4(11): 77-87
10- Fallahi J., Kochaki A., and Rezvanimogadam P. 2011.Effect of biological fertilizer on yield qualitative and quantitative medicinal herb German Chamomile. Iranian Journal of Agricultural Research. 7:127-135.
11- Gholami A., Shahsavani S., and Nezarat S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. Proceedings of World Academy of Science. Engineering and Technology, 37: 2070-3740.
12- Hashim R.M., and Schinter A.A. 1988. Semi-dwarf and conventional height sunflower performance at five plant population. Agronomy Journal, 80: 821-829.
13- Jajarmi V., Azizi M., Shadlu A., and Omidy-Tabrizi A. H. 2005. The effect of density variety and planting date on yield and yield components of safflower. 7th International Safflower Conference. Australia Juan, 18-19.
14- Lyon C. K., Grusman M. R., Betschart A. A., Robins D. J., and Saunders R. M. 1979. Removal of deleterious glucosides from safflower meal. Journal of the American Oil Chemists' Society, 56: 560-564.
15- Omidi A.H., and Sharifmogadas M.R. 2010. Evaluation of Iranian safflower cultivars reaction to different sowing dates and plant densities. World Applied Sciences Journal, 8: 953-958.
16- Pasary B., Noormohamadi G., Darvish F., Haydarishrifabad H., and Mohamad-Hanifi G. 2005. Study the effect of sowing date on morphological and agronomical characters of two safflower cultivars in double cropping in Sanandaj region. International Safflower Conference Australia. Juan, 18-19.
17- Pasban-Eslam B. 2011. Drought stress effects on productivity of fall safflower genotypes. Iranian Journal Field Crop Science, 42(2): 275-283. (In Persian with English Summary)
18- Rahamatalla A.B., Babiker E.E., Krishna A.G., and ElTinay A.H. 2001. Changes in fatty acids composition during seed growth and physiocochemical characterstics of oil extracted from four safflower cultivars. Plant Food for Human Nutrition, 56: 385-395.
19- Rahimi A., Jamialahmadi M., Khavazi K., Sayyari-Zahan M., and Yazdani R. 2013. Effects of different pseudomonas flluoresence bacterium strains on yield, yield components and some traits of safflower. Journal of Plant Eco Physiology, 5(14): 1-16.

20- Sharma A. K. 2003. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India, 407 pp.
21- Tomar S. S. 1995. Effect of soil hydrothermal regimes on the performance of safflower planted on different dates. Agronomy Journal, 175: 141- 152.
22- Velasco L., and Fernandez-Martinez J. 2001. Breeding for oil qulity in safflower. (ed. Bergman JW, Mundel HH), pp: 133-137. Proceedings of the 5th International Safflower Confrence. Williston, North Dakota and Sidney, Montana, USA.
23- Weller D. M., and Cook R.J. 1986. Increased growth of wheat by seed treatments with fluorescent pseudomonad's and implications of pythum control. Can. Journal Plant Pathology, 8: 328-334.
24- Zahir A.Z., Arshad M., and Frankenberger W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria. Application and perspectives in agriculture. Advance in Agronomy, 81: 97-168.

Journal of Water and Soil
Vol. 32, No. 5, Nov.-Des. 2018, p. 931-942

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۷، ص. ۹۴۲-۹۳۱

The Effect of Seed Inoculation with *Azotobacter* and *Azospirillum* on Yield and some Qualitative and Quantitative Characteristics of Safflower at Different Planting Date

S. Hokmalipour[1*]- M. Panahyan Kivi[2]- M. Shiri Janaghard[3]

Received: 17-01-2018
Accepted: 04-08-2018

Introduction: The excessive uses of chemical fertilizers have generated several environmental problems. Some of these problems can be tackled by use of Biofertilizer, which are natural, beneficial and ecologically friendly. The Biofertilizers provide nutrients to the plants and maintain soil structure. Biofertilizer is an alternative to mineral fertilizers for increasing soil productivity and plant growth in sustainable agriculture. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) are a group of bacteria that actively colonize plant roots and increase plant growth and yield. There is a widespread distribution of PGPR that flourishes in different geographical habitats. These rhizobacteria significantly affect plant growth not only by increasing nutrient cycling, also by suppressing pathogens by producing antibiotics and siderophores or by bacterial and fungal antagonistic substances and/or by other plant hormones. Inoculation of plants with *Azospirillum* could result in significant changes in various growth parameters, such as increase in plant biomass, nutrient uptake, tissue N content, plant height, leaf size and root length of cereals. Thus, it has been shown that *Azospirillum* and *Pseudomonas* have the potential for agricultural exploitation and can be used as natural fertilizers. The divers array of bacteria including *Pseudomonas, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Klebsilla, Entrobacter* and *Serratia* seem to promote plant growth. These bacteria are important components of the rhizosphere of many plants, and are known to colonize the rhizosphere of wheat, potato, maize, grasses, pea and cucumber. Strains of *Pseudomonas putida* and *Pseudomonas fluorescens* could increase root and shoot elongation in wheat. *Azospirillum*, *Pseudomonas* and *Azotobacter* strains could affect seed germination and seedling growth

Materials and Methods: To investigate yield, yield components and some qualitative and quantitative characteristics of safflower at different planting dates, a factorial experiment was conducted based on randomized completed block design with three replications in 2016 at the laboratory of Agricultural University of Payam Noor, Kosar (Kivi) branch. The first factor consists of three sowing dates (5 March, 20 April and 5 May) and the second factor involves the seeds inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (no inoculation, seed inoculation with *Azotobacter chorchorum* strain 5 and *Azosprilium lipoferum* strain OF). The climate of studied region is semi-arid with 1350 meters altitude from sea level. Based on the soil test, pH was about 7.1, soil texture was loamy-sand and the depth of top soil was 70 cm. The experimental unit included six ridges of 25 cm in 6 m length. The plant density was 40 plants per m^2. Each 1 gram bacteria have 10^7 no, we therefore used about 7 gr from each bacterium for seed inoculation. We also used Arabic gum to adhere the bacteria to the seed.

Results and Discussion: The results showed that the planting date had a significant effect on all characteristics, except brain to grain ratio and the ratio of skin to grain. The effect of seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria was statistically significant on plant height, stem diameter, number of main and sub main branches, seed oil and protein percentage. The maximum number of boll per plant, number of grain per boll, 1000-grain weight, grain yield, biological yield, harvest index, plant height and protein percent were achieved on the first planting date (5 April). The lowest amounts of these traits were obtained on the third planting date (5 May). The maximum oil percentage, number of primary and secondary branches and stem diameter were obtained on the first planting date and seed inoculation by *Azotobacter*. The lowest rates of these

1 and 2- Assistant Professors, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: hokmalipour@yahoo.com)
3- Assistant Professor, Department of Plant Sciences, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil

traits were obtained on the third planting date and no inoculation. Thus, seed priming with Azotobacter and first date (5 March) planting are recommendable to increase number of grain per boll, 1000-grain weight, grain yield, biological yield, harvest index, plant height and protein percent and other traits.

Keywords: Number of branches, Oil percentage and harvest index, Plant height, Plant growth promoting rhizobacteria, Protein percentage