نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۴(۴۴)، زمستان ۱۳۹۶، صفحه ۸۵۶-۸۳۷

مقایسه عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیک رشد و نمو ارقام کنجد در شرایط استفاده از منابع کودهای شیمیایی و بیولوژیک پتاسیم

حمید مدنی[1*] بهزاد ثانی[2] و حمید قلی‌پور[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۲۴ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۸/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۰

چکیده

این پژوهش به‌منظور مقایسه عملکرد دانه و شاخص‌های مختلف فیزیولوژیک رشد و نمو سه رقم کنجد بومی ایران در پاسخ به استفاده از منابع کود شیمیایی سولفات پتاسیم و کود بیولوژیک پتاس در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. فاکتور کود پتاسیم شامل چهار سطح کاربرد کود شیمیایی سولفات پتاسیم بر اساس آزمون خاک به‌عنوان شاهد، کاربرد کود بیولوژیک باکتریایی *Bacillus circulans* L.، باکتری *Bacillus megatherium* L. و ترکیب هر دو گونه باکتری و فاکتور ارقام کنجد شامل سه رقم اولتان، یکتا و دشتستان ۲ بودند. نمونه‌برداری‌ها به‌صورت تخریبی از ۳۰ روز تا ۱۰۵روز پس از کاشت با فواصل هر ۱۵روز یک‌بار انجام پذیرفت. محاسبه میزان شاخص سطح برگ و وزن خشک بوته نیز برای هر مرحله از نمونه‌برداری انجام و محاسبه میزان سرعت رشد گیاه، میزان جذب خالص و سرعت رشد نسبی گیاه تعیین گردیدند. نتایج نشان داد که رقم یکتا با میانگین ۱۸/۶۲گرم در بوته بالاترین عملکرد دانه را تولید کرد و رقم اولتان از نظر سرعت رشد برتری نسبی خود را نشان داد. رقم اولتان نسبت به رقم یکتا عملکرد دانه کمتری تولید نمود. این رقم همچنین، از نظر روند رشد و نمو نسبت به دو رقم یکتا و دشتستان کاملاً متفاوت بود. از طرف دیگر واکنش ارقام کنجد نسبت به کاربرد باکتری‌های محلول کننده پتاسیم کاملاً مغایر بود به‌طوری‌که، باکتری *Bacillus circulans* L. بیشترین تغییرات را در تولید دانه نشان داد. در این بررسی استفاده از پتاسیم توانست تا ۹۰ روز پس از کاشت سرعت رشد کنجد را تحریک کند.

واژگان کلیدی: شاخص سطح برگ، میزان جذب خالص، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد نسبی کنجد.

۱- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران.
۲- عضو هیات علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس، تهران، ایران.
۳- کارشناس زراعت سازمان کشاورزی استان مرکزی، اراک، ایران.
* نگارنده‌ی مسئول h-madani@iau-arak.ac.ir

مقدمه

کنجد با نام علمی *Sesamum indicum* L. از تیره‌ی کنجد (Pedaliaceae) است. گیاهی است یک‌ساله و طول دوره رشد آن بسته به رقم و شرایط محیطی بین ۴ تا ۶ ماه می‌باشد. این گیاه روغنی طالب خاک حاصلخیز است که دارای قدرت نفوذپذیری مناسبی باشد (Abdo Fatma and Anton, 2009). خاک‌هایی متوسط از نظر بافت با ذخیره مواد غذایی بالا، اسیدیته در حد خنثی یا کمی اسیدی و یا کمی قلیایی بین ۵/۵ تا ۸ و این گیاه به شوری حساس است و در اراضی باتلاقی و شور کشت آن نتیجه بخش نخواهد بود (Rajasree and Harikumar. 2016). معمولاً خاک‌های نرم و شنی و حاصلخیز نتیجه مطلوبی در زراعت کنجد به بار می‌آورد (Abdo Fatma and Anton, 2009). هرچند در خاک‌های شنی و یا خاک‌هایی که دچار فقر از نظر پتاسیم قابل جذب باشند مصرف کودهای حاوی پتاسیم برای تولید محصول اقتصادی کنجد الزامی است. از طرف دیگر استراتژی کاربرد کودهای بیولوژیک یک اولویت اصلی در تولید محصولات کشاورزی و تامین نیازهای غذتیی اصلی گیاهان زراعی است (El-Kramany *et al*., 2000).

در صورت وجود کمبود پتاسیم در خاک، تولید محصول دانه کاهش می‌یابد که این موضوع موجب تاثیر بر میزان روغن دانه نیز می‌شود. در مزارعی که خاک دچار کمبود پتاسیم نباشد می‌توان با اندازه‌گیری میزان پتاسیم در گیاه و کپسول‌های کنجد از میزان تقریبی تجمع پتاسیم در گیاه و کپسول‌ها مطلع شد، بنابراین در صورتی که خاک مزرعه کنجد دارای کمبود پتاسیم باشد می‌بایست از کودهای حاوی این عنصر استفاده کرد. در اراضی آبی که مقدار قابل توجهی نیتروژن و فسفر مصرف می‌شود نیز برای حفظ تعادل غذایی می‌بایست از پتاسیم کودی استفاده شود تا میزان تولید محصول به حداکثر خود برسد. بررسی‌ها نشان داده است در تولید گیاهان دانه‌های روغنی مانند کنجد علاوه بر پتاسیم، تعادل میان آن با فسفر و نیتروژن در میزان تولید و کیفیت روغن دانه اهمیت زیادی دارد (Ali, 2002; Kalaiselvan *et al*., 2000).

کودهای زیستی پتاسیم در حقیقت مجموعه‌ای از میکرواگانیسم‌های معین و مفیدی را شامل می‌شوند که فعالیت حیاتی آنها موجب بهبود تغذیه گیاه گردیده و به‌طور تخصصی با قدرت حل‌کنندگی آنزیمی خود پتاسیم را از رسوبات حاوی پتاسیم در خاک آزاد و را در محیط ریشه افزایش و به این ترتیب به جذب بهتر و بیشتر پتاسیم کمک می‌کنند. این دسته از کودهای زیستی علاوه بر تاثیرات فوق به بهبود جذب سایر ریزمغذی‌ها نیز کمک کرده و یا در نتیجه فعالیت آنها با ترشح اسیدهای آلی به‌عنوان محرک رشد گیاه همکاری می‌کنند (Fang sheng and Yan He, 2006). بررسی‌ها نشان داده است با استفاده از کود بیولوژیک پتاسیم که حاوی باکتری‌های مهمی چون باکتری‌های خاکزی از جمله *Bacillus circulans* ،*B. megatherium* *Arthrobacter Sp.* هستند و توسط اسیدهای آلی (سیتریک و اگزالیک) و معدنی (نیتریک و سولفوریک) که تولید و ترشح می‌کنند آزادسازی پتاسیم از شکل غیرقابل استفاده برای ریشه به شکل قابل استفاده تسریع می‌شود. چنین کودهای زیستی در عین حال به پایداری بیولوژیک خاک نیز کمک می‌کند (Karimi and Azizi, 2004; Malakouti *et al*., 2005; Keshavarz Zarjani, 2001).

از طرف دیگر مصرف کودهای زیستی کم هزینه‌تر بوده و موجب مسمومیت یا آلودگی اکوسیستم زراعی نمی‌شوند (Boghdady *et al*., 2012). بنابراین استفاده از کود بیولوژیک پتاسیم علاوه بر امکان بازیافت پتاسیم از منابع غیرمحلول که در اثر سابقه طولانی مصرف کودهای شیمیایی پتاسیمی در خاک انباشت شده است قادر می‌باشد تا در تغذیه گیاهان زراعی مؤثر و با تغییرات اشکال مختلف پتاسیم در خاک به تعادل میان سایر عناصر در خاک نیز کمک کند (Hu *et al*., 2006; Hassan *et al*., 2006).

شواهد متعددی نشان می‌دهد که گیاهان قادر هستنند از پتاسیم غیرتبادلی و ساختمانی، افزون بر پتاسیم محلول و تبادلی، جهت تأمین پتاسیم مورد نیاز خود استفاده کنند. اسیدهای آلی مترشحه از ریشه‌ها با کاهش pH ریزوسفر موجب قابل جذب شدن عناصر غذایی می‌شوند (Fang sheng and Huang, 2002). تاکنون تأثیر ریزوسفر در جو، یونجه و کلزا بر آزادسازی زیستی پتاسیم از منابع معدنی آن در خاک به اثبات رسیده است (Fageria and Stone, 2006).

برخی محققین تأثیر باکتری‌های محلول کننده پتاسیم نظیر *Bacillus edaphicus* را بر روی خاک حاوی پتاسیم معدنی مورد بررسی قرار داده و اعلام کردند در نتیجه ترشح پلی ساکاریدها و اسیدهای آلی میزان پتاسیم آزاد شده از این نوع کانی‌ها افزایش یافت (Dubey *et al*., 2012).

با توجه به این موارد می‌توان به اهمیت کاربرد مواد بیولوژیک مانند کودهای زیستی پتاسیم که در مجاور ریشه گیاهان اثرات مفیدی را از خود نشان می‌دهند، پی برد و آن را از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار داد. در این رابطه اهمیت وجود منابع کودهای شیمیایی و معدنی پتاسیم و گزارش‌های نارتنام و همکاران (Narthanam, 2007) مبتنی بر امکان افزایش عملکرد دانه کنجد با مصرف مقادیر مختلفی از کود پتاسیم نشان داد پتاسیم می‌تواند به‌طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه روغنی کنجد از طریق افزایش تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه گردد.

برخی از محققین گزارش کردند کاربرد محلول سولفات پتاسیم ۲٪ نیز موجب افزایش میزان رشد کنجد و اجزای عملکرد دانه و بروز افزایش معنی‌دار در ارتفاع گیاه، تعداد ساقه فرعی در بوته در مقایسه با شرایط عدم محلول‌پاشی با پتاسیم گردیده است که نشان‌دهنده اهمیت این عنصر در رشد و نمو طبیعی و افزایش تولید محصول می‌باشد (Hafiz and El-Bramawy, 2012). این نتایج نشان می‌دهد پتاسیم در رشد و نمو کنجد دارای نقش کلیدی بوده و در توسعه سلولی و تنظیم فشار اسمزی سلول‌ها و بافت‌های گیاه و خصوصاً در مراحل طبیعی متابولیسم سلولی مثل بیوسنتز آنزیم‌ها بسیار مؤثر است. همچنین، اهمیت پتاسیم می‌تواند در فعال نمودن آنزیم‌ها، متابولیسم فتوسنتزی، سنتز پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها نقش مهمی را ایفا کرده و همچنین شرایط را برای انتقال پتاسیم از برگ‌ها به کپسول‌ها و دانه‌ها فراهم کند (Dubey *et al*., 2012). سایر بررسی‌ها نشان داد برخی صفات گیاهی کنجد مانند تعداد ساقه‌های فرعی در بوته تحت تاثیر مقادیر و منابع پتاسیم قرار نمی‌گیرد و در بسیاری از این بررسی‌ها نیز نتایج بررسی تعداد ساقه‌های فرعی کنجد در بوته تحت تاثیر مقادیر مختلف و غلظت پتاسیم این مطلب را به اثبات رساند (Rajasree and Harikumar, 2016). کومار و همکاران (Kumar *et al*., 2009) نشان دادند که

وجود اثرات مفید پتاسیم بر افزایش درصد روغن دانه در کنجد ممکن است ناشی از نقش پتاسیم در تحریک فعالیت آنزیم‌ها و متابولیسم لیپیدها باشد. در برخی از بررسی‌ها که به مطالعه تاثیر پتاسیم بر درصد روغن دانه کنجد پرداخته شده است مشخص گردید پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر تولید و تجمع روغن در دانه‌های کنجد نداشته است. به نظر می‌رسد علت این امر وجود یک مقدار حداقل و طبیعی از پتاسیم در بافت‌های گیاه از افت درصد روغن دانه ممانعت می‌کند. در ارقام مختلف شاید وجود مقادیر پایه پتاسیم متفاوت که بر اساس سازگاری تعیین می‌شود، می‌تواند عامل مهمی برای وجود تفاوت معنی‌دار بین درصد روغن در ارقام مختلف کنجد باشد (Ghosh and Mohiuddin, 2000). بنابراین، در این تحقیق تلاش گردید از شیوه مدیریت زراعی مبتنی بر استفاده از کودهای بیولوژیک حل کننده پتاسیم در زراعت کنجد ضمن مقایسه عملکرد ارقام کنجد به ارزیابی توانایی این گیاه در رابطه با شیوه تغذیه شیمیایی و بیولوژیک پتاسیم پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور مقایسه عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیک رشد و نمو ارقام کنجد در صورت استفاده از منابع شیمیایی و بیولوژیک پتاسیم در تابستان سال ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک انجام شد.

بذور کنجد که تولیدی سال ۱۳۹۲ بودند از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج بخش تحقیقات دانه‌های روغنی تهیه شد. باکتری‌های حل کننده پتاسیم[۱] تحت عناوین KSB1 و KSB2 مورد استفاده از شرکت زیست فناور سبز ایران تهیه و مورد استفاده قرار گرفت.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار بود. فاکتور کود پتاسیم شامل چهار سطح کاربرد کود شیمیایی سولفات پتاسیم[۲] بر اساس آزمون خاک به عنوان شاهد، کاربرد *Bacillus circulans* L.[۳]. *Bacillus megatherium* L.[4] و ترکیب هر دو باکتری و فاکتور ارقام کنجد شامل سه رقم اولتان، یکتا و دشتستان ۲ بودند. در این بررسی سطوح فاکتور پتاسیم (K) با K_1 تا K_4 و فاکتور ارقام کنجد (V) با V_1 تا V_3 نشان داده شده است. برای کنترل شرایط تغذیه‌ای گیاه و یکنواختی ترکیب خاک، این آزمایش در گلدان‌هایی با قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر که محتوی ۵ کیلوگرم خاک بودند انجام شد. خاک گلدان‌ها مخلوطی مساوی از خاک مزرعه و ماسه و مواد کودی لازم بجز پتاسیم و در گلدان‌های شاهد از کودهای شیمیایی اوره، سوپرفسفات تریبل و سولفات پتاسیم به‌عنوان منبع نیتروژن، فسفر و پتاسیم استفاده شد. با توجه به اهمیت کیفی خاک در این بررسی بعد از تهیه ترکیب خاک برای گلدان‌ها و قبل از کاشت بذر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از نظر میزان هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک، نیتروژن کل (Kjeltec 2300)، فسفر قابل جذب (روش السون) نیز اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

گلدان‌ها ابتدا به‌صورت کامل آبیاری و زهاب آنها جمع‌آوری و به‌دلیل وجود باکتری‌های آزاد

۱-Potassium solubilizing bacteria

۲-Chemical K fertilizer (K2SO4 50%)

۳-KSB1*(Bacillus circulans* L.)

۴-KSB2*(Bacillus megatherium* L.*)*

کننده پتاسیم در زهاب گلدان‌ها، مجدداً از زهاب هر گلدان در آبیاری همان گلدان استفاده شد.

در هر گلدان تعداد ۲۰ بذر کنجد از رقم مورد نظر و در عمق یک سانتی‌متری کشت شد. بذرها قبل از کاشت با ویتاواکس ۵٪ ضدعفونی سطحی و سپس کشت شدند. جهت استقرار گیاه در سطح رویی تمام گلدان‌ها مقداری کود دامی پوسیده اضافه شد تا رطوبت خاک در گلدان‌ها حفظ شود. پس از استقرار کامل بوته‌های کنجد تعداد آنها به ۱۲ عدد در هر گلدان تقلیل یافت. نمونه‌برداری‌های تخریبی در هر مرحله که با فواصل ۱۵ روز یک‌بار انجام پذیرفت از ۳۰ روز پس از کاشت تا ۱۰۵ روزگی نمونه‌ها به‌طور متوالی مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات مورد ارزیابی شامل وزن خشک بوته‌ها بود پس از خشک کردن بوته‌ها در آون ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت انجام گرفت و برای تعیین میزان سرعت رشد گیاه (CGR)، میزان جذب خالص (NAR)، سرعت رشد نسبی گیاه (RGR) مجموعاً ۵ مرحله نمونه‌برداری صورت گرفت و برای تعیین شاخص سطح برگ (LAI) ۶ مرحله نمونه‌برداری انجام شد (Karimi and Azizi, 2004). برای تعیین میزان عملکرد دانه در هر بوته میزان بذر تولیدی از میانگین ۴ بوته اندازه‌گیری و توزین شد. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD 5% انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه در بوته

مطابق با نتایج تجزیه واریانس عملکرد نهایی دانه کنجد تحت تاثیر اعمال تیمار پتاسیم قرار نگرفت. هر چند عملکرد دانه در این بررسی در ارقام مختلف کنجد تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد ولی اثرات متقابل تیمارها نشان داد تاثیر سطوح مختلف تیماری توانستند به خنثی‌سازی تاثیرات یکدیگر کمک کنند و یا به عبارت دیگر تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌های این صفات نشان داد بیشترین عملکرد دانه توسط رقم یکتا با میانگین ۱۸/۶۲گرم در بوته و کمترین آن با ۱۱/۷۰ گرم در بوته در رقم دشتستان ۲ به‌دست آمد. شکل ۱ این تفاوت‌ها را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که چنانچه تراکم بوته کنجد بر اساس بررسی‌های پاپری مقدم فرد و بحرانی (Papari Moghadam Fard and Bahrani, 2004) اگر در هر هکتار ۲۵۰ هزار بوته در نظر گرفته شود میزان عملکرد مورد انتظار بر اساس نتایج این بررسی در رقم یکتا معادل ۴۶۵۵ کیلوگرم دانه در هکتار تخمین زده می‌شود نتایج بررسی‌های سایر محققین نیز این مطلب را تایید می‌کند (Shehu *et al*., 2010; Sugumaran and Janarthanam, 2007).

سرعت رشد گیاه

در این بررسی سرعت رشد گیاه در پنج مرحله از رشد و نمو کنجدها محاسبه و برای هر مرحله تجزیه واریانس مستقل انجام گرفت تا مرحله گیاهی که منجر به بروز تفاوت‌های معنی‌دار در روند تغییرات شاخص سرعت رشد گیاه می‌شود مشخص گردد. بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده تیمارهای آزمایشی نتوانسته است در هر ۵ مرحله نمونه‌برداری شده تفاوت معنی‌دار را در بین سطوح خود نشان دهد ولی اثرات متقابل تیمارها در ۳۰ و ۱۰۵ روز پس از کاشت یعنی در مرحله ابتدایی رشد و نمو گیاه و در مراحل نهایی رشد و نمو

کنجدها تفاوت معنی‌داری از نظر سرعت رشد گیاه پیدا می‌کنند، را نشان دهد (جدول ۲).

شکل ۲ میزان CGR یا سرعت رشد گیاه را نشان می‌دهد. بالاترین سرعت رشد کنجد در ۳۰ روز پس از کاشت مربوط به تیمار K_3V_1 یا استفاده از منبع پتاسیم بیولوژیک KSB_2 و رقم اولتان با متوسط ۰/۳۸۶ گرم در بوته در روز می‌باشد. کمترین سرعت رشد گیاه کنجد در این بررسی در تیمار K_4V_2 یا کاربرد تلفیقی دو نوع باکتری حل کننده پتاسیم و رقم یکتا با متوسط ۰/۱۴۳ گرم در بوته در روز یعنی حدود ۲۸٪ کمتر محاسبه گردیده است.

این مطلب نشان می‌دهد که بین ارقام و منبع پتاسیم مورد استفاده تفاوت‌هایی معنی‌داری وجود دارد که ممکن است تحت تاثیر شرایط خاک و یا تفاوت ژنتیکی میان ارقام کنجد باشد.

نکته قابل اهمیت در رابطه با شاخص فیزیولوژیک سرعت رشد گیاه یا CGR این است که روند پاسخ ارقام کنجد به کاربرد باکتری‌های حل کننده پتاسیم استرین KSB1 با سایر شیوه‌های تغذیه پتاسیم متفاوت بود. به عبارت دیگر این گروه از باکتری‌های حل کننده پتاسیم بیشتر از سایر منابع قادر بودند تا مدت ۹۰ روز پس از کاشت به روند افزایش سرعت رشد گیاه به‌طور معنی‌داری کمک کنند در حالی که استفاده از منابع شیمیایی (K_1)، منبع بیولوژیک KSB_2 و ترکیب $KSB_{1,2}$ تا ۱۰۵ روز پس از کاشت از سرعت پیش رونده رشد گیاه حمایت کرده و نقش تغذیه‌ای خود طولانی‌تر از سایر تیمارها ایفا نمودند که از نکات مهم در نتایج این تحقیق به حساب می‌آید. همان‌طور که در شکل‌های ۲ مشاهده می‌شود تسریع در میزان رشد و نمو گیاه در انتهای دوره رشد و نمو در رقم دشتستان به مراتب بیشتر از رقم یکتا بود و شاید علت اصلی کارآیی مدل تلفیقی استرین‌های $KSB_{1,2}$ تا ۱۰۵ روز پس کاشت، به احتمال زیاد حضور KSB_1 در این ترکیب کود بیولوژیک است که از نکات بسیار مهم در پاسخ گیاه به روابط تغذیه‌ای با باکتری‌های آزاد کننده پتاس و از دستاوردهای کاربردی در تغذیه بیولوژیک کنجد محسوب می‌شود (Sabannavar and Lakshman, 2009).

در این بررسی یکی از نکات قابل اهمیت در رابطه با تفاوت میان ارقام کنجد مقایسه روند شاخص سرعت رشد گیاه می‌باشد که در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس این شکل‌ها می‌توان اظهار داشت از نظر سرعت رشد، رقم اولتان و از نظر تاثیر کود پتاسیم بر سرعت رشد سایر ارقام کنجد تحت تاثیر معنی‌داری قرار گرفتند. رقم اولتان از ۶۰ تا ۱۰۵ روز پس از کاشت با آهنگ رشد سریع که به صورت شیب تند و یکنواخت و خطی در شکل ۳ مشخص است به افزایش سرعت رشد خود ادامه داده است. به عبارت دیگر و در شرایط مشابه سایر ارقام در مقایسه با رقم اولتان با آهنگ رشد تدریجی و کندتر رشد کرده‌اند. مطابق با شکل ۳، در ۷۵ روز پس از کاشت، میزان سرعت رشد نسبی رقم اولتان و دشتستان به‌طور محسوسی از رقم یکتا پیشی گرفته است. سایر بررسی‌ها نشان داده است میزان تغییرات تدریجی شرایط خاک و دما در طول آزمایش و اواخر فصل رشد در کنجد می‌تواند باعث بروز تغییرات در میزان رشد و نمو و آهنگ سرعت رشد گیاه در ارقام مختلف کنجد گردد (El-Habbasha *et al*., 2007).

میزان جذب خالص

تغییرات روند میزان جذب اسیمیلاسیون خالص در ارقام و شرایط مختلف تغذیه پتاسیم نیز

در این بررسی در طی پنج مرحله محاسبه و برای هر مرحله نیز تجزیه واریانس مستقل انجام گرفت. بررسی نتایج مندرج در جدول ۳ نشان می‌دهد، اثرات ساده تیمارهای آزمایشی نتوانست در هیچ یک از مراحل رشد و نمو کنجد تفاوت معنی‌داری را بین سطوح مختلف تیماری نشان دهد. اثرات متقابل تیمارها ۳۰ روز پس از کاشت یا در مرحله ابتدایی رشد و نمو کنجد تفاوت معنی‌داری از نظر میزان جذب خالص نشان داد (جدول ۳).

مقایسه روند NAR در اوایل دوره رشد و استقرار بوته‌های کنجد نشان داد بیشترین میزان NAR با ۶/۳۴ گرم در ازای هر گرم وزن خشک گیاه در تیمار K2V3 یا کشت رقم دشتستان در شرایط استفاده از استرین KSB_1 و کمترین میزان جذب خالص در تیمار K3V1 یا کشت رقم اولتان در شرایط استفاده از استرین KSB2 با متوسط ۱/۹۲ گرم در ازای هر گرم وزن خشک گیاه به دست آمد که این میزان تفاوت در سرعت اسیمیلاسیون خالص میان ارقام از اهمیت فراوانی در رشد و نمو و تاثیر تغذیه پتاس بر آن دارد (شکل ۳).

شکل ۴ نیز روند تغییرات میزان جذب خالص یا NAR را در کنجد و در شرایط مختلف تامین پتاسیم از منابع شیمیایی و بیولوژیک نشان می دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود روند نزولی تغییرات NAR در شرایط K4 یا تلفیقی از مواد بیولوژیک حل کننده پتاسیم روندی تقریباً یکنواخت دارد. هر چند میزان NAR در ۵ مرحله از رشد و نمو کنجد مورد ارزیابی قرار گرفت ولی میزان این شاخص در صورت کاربرد کودهای بیولوژیک از شیب ملایم‌تری برخوردار بوده و برتری تغذیه بیولوژیک را می‌توان نسبت به تغذیه شیمیایی از این بعد نیز مورد تاکید قرار داد. شکل ۵ نیز میزان این گونه تغییرات را در ارقام مختلف کنجد نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشخص است در رقم یکتا میزان تغییرات NAR از شیب تدریجی و مطلوبی نسبت به سایر ارقام برخوردار است هر چند میزان این شاخص در طول ۵ مرحله محاسبه آن در رقم دشتستان مقادیر نسبتاً بالاتری را نسبت به سایر ارقام نشان داده است.

میزان سرعت رشد نسبی

میزان RGR یا سرعت رشد نسبی گیاه کنجد بر اساس میانگین تیمارهای منابع پتاسیم و ارقام کنجد در طی پنج مرحله محاسبه گردید. نتایج تجزیه واریانس این صفت در هر یک از مراحل در جدول ۴ آمده است. برای هر مرحله از نیز تجزیه واریانس مقایسه میانگین و گروهبندی آنها بر اساس آزمون LSD انجام گرفت. بررسی نتایج مندرج در جدول ۴ نشان داد، اثرات ساده تیمارهای آزمایشی نتوانسته است تفاوت معنی-داری را در بین سطوح مختلف تیمارها و اثرات متقابل آنها در هیچیک از مراحل رشد و نمو کنجد نشان دهد. میانگین‌های عددی از میزان RGR محاسبه شده در این بررسی در شکل ۵ نشان می‌دهد به احتمال فراوان یکی از علل اصلی بروز یکنواختی در میزان سرعت رشد نسبی در ارقام مختلف کنجد می‌تواند راهکاری برای گزینش ارقام در موسسات اصلاحی باشد. در این موسسات، اصولاً از بین تعداد بسیار زیادی ارقام و لاین‌های کنجد، تعداد معینی را بر مبنای سرعت رشد نسبی در این گیاه انتخاب می‌گردد و بین مناطق مختلف و کشاورزان یک منطقه توزیع می-گردد. مقایسه روند تغییرات سرعت رشد نسبی کنجد در شرایط مختلف تامین منابع پتاسیم مورد نیاز گیاه در شکل‌های ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، روند نزولی این

تغییرات برای تیمارهای تغذیه‌ای K1 و K2 به طور مشخصی با این روندها در تیمارهای K3 و K4 متفاوت هستند. در تیمار تغذیه بیولوژیک K3 و K4 میزان سرعت رشد نسبی گیاه در ابتدای مراحل رشد و تا ۴۵ روز پس از کاشت به میزان بسیار زیادی بیشتر از سرعت رشد نسبی کنجد در شرایط تغذیه پتاسیم به کمک کود شیمیایی و بیولوژیک K2 می‌باشد. این روند در مورد سایر شاخص‌های مورد ارزیابی در این تحقیق تکرار شده است و بیانگر این مطلب می‌باشد که تغذیه بیولوژیک پتاسیم و باکتری‌های مربوطه در محیط ریشه‌ها، شرایط جذب و کارآیی از این عنصر اصلی را برای گیاه کنجد در مقایسه با شیوه تغذیه شیمیایی فراهم می‌کند. همچنین، باکتری حل کننده پتاسیم KSB_1 در این بررسی کارآیی کمتری را در مقایسه با استرین KSB_2 و یا مخلوط این دو باکتری داشته است که علت این پدیده از ابعاد قابل بررسی در این تحقیق به حساب می‌آید. همچنین، مقایسه شکل‌های ۷ که بر اساس مقایسه میزان سرعت رشد نسبی و به طور جداگانه و مقایسه‌ای برای هر یک ارقام کنجد مورد بررسی در این تحقیق ترسیم شده است نشان می‌دهد که بین ارقام از نظر روند تغییرات RGR تفاوت چشمگیری دیده نمی‌شود هر چند ممکن است در رقم اولتان از ۷۵ روز پس از کاشت تا انتهای رشد و نمو گیاه میزان این شاخص را کمتر از سایر ارقام گزارش کرد.

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس برای پنج مرحله محاسبه میزان LAI یا شاخص سطح برگ گیاه کنجد در جدول ۵ آمده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس باکتری‌های حل کننده پتاسیم توانسته‌اند در ۷۵ روز پس از کاشت میزان شاخص سطح برگ را به نحو معنی‌داری تحت تاثیر قرار دهند. همچنین، در همین دوره از رشد و نمو ارقام کنجد نیز علاوه بر ابتدای رشد و نمو کنجد یعنی ۴۵ روز پس از کاشت عامل پتاسیم به‌عنوان عامل موثر در بروز تفاوت‌های معنی‌دار بین میزان شاخص سطح برگ در ارقام محسوب می‌شود. شکل ۸ نشان می‌دهد بالاترین میزان این شاخص در تیمار K_4 که مخلوطی از استرین‌های K_2 و K_3 از باکتری‌های حل کننده پتاسیم بودند با متوسط ۵ و کمترین آن در همان مرحله از رشد و نمو در صورت استفاده از تیمار استرین KSB_1 با ۳/۷ به دست آمد.

در همین راستا و مطابق با شکل ۹، رقم دشتستان ۲ کمترین شاخص سطح برگ را در مقایسه با دو رقم دیگر با حدود ۰/۳ شاخص سطح برگ کمتر دارا بود. اثرات متقابل تیمارها نشان داد شاخص سطح برگ کنجد در روزهای ۴۵ و ۷۵ روز پس از کاشت تحت تاثیر قرار گرفت و بالاترین شاخص سطح برگ به‌ترتیب در ۴۵ و ۷۵ روز پس از کاشت به میزان ۰/۸۵ در تیمار K_2V_1 و ۵/۶ در تیمار K_3V_2 و K_4V_3 بدون تفاوت معنی‌دار به دست آمد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد بین ارقام کنجد و منابع کود شیمیایی و بیولوژیک پتاسیم تفاوت‌هایی نسبت به نوع و منابع تغذیه پتاسیم به‌وجود آمد که به نظر می‌رسد این گونه تفاوت‌ها از نظر عامل آب و هوا در طول دوره رشد و نمو و یا شرایط رشد و نمو گیاه و تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و نوع ارقام است. به همین دلیل تفاوت‌هایی در عملکرد ارقام مشاهده شد و برای مثال بیشترین عملکرد دانه کنجد در رقم یکتا با میانگین ۱۸/۶۲گرم در بوته در شرایطی تولید شد که از نظر سرعت رشد

نسبت به اولتان و دشتستان روند کاملاً رشد متفاوتی داشت. در این بررسی عملکرد دانه در رقم اولتان نسبت به رقم یکتا نیز کمتر بود ولی آهنگ تغییرات و روند رشد و نمو آن نسبت به دو رقم دیگر متفاوت و از آهنگ رشد پایانی سریع-تری برخوردار بود. همچنین، پاسخ ارقام کنجد به کاربرد باکتری‌های حل کننده پتاسیم استرین KSB_1 یا *Bacillus circulans* L. از نظر تولید دانه در رقم یکتا بسیار مؤثر بود. در این بررسی استفاده از منابع تغذیه پتاسیم شیمیایی از نظر تاثیرگذاری بر رشد و نمو و شاخص‌های رشدی در جایگاه نخست قرار داشت و پس از آن تیمار گیاه با انواع باکتری‌های حل کننده پتاسیم تا ۹۰ روز پس از کاشت به افزایش سرعت رشد گیاه به شکل کاملاً مؤثری کمک کرد در حالی که استفاده از منابع شیمیایی در این دوره در جایگاه دوم تاثیر قرار داشت. همچنین، کود بیولوژیک پتاسیم استرین *Bacillus circulans* L. و ترکیب هر دو باکتری‌های حل کننده پتاسیم استرین‌های *Bacillus circulans* L. و *Bacillus megatherium* L. که تا ۱۰۵ روز پس از کاشت از سرعت پیش رونده رشد گیاه حمایت کرد در تولید دانه نیز بیشترین تاثیر را داشت که ناشی از وجود و حضور استرین *Bacillus circulans* L. در ترکیب استرین‌ها بود.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی وشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physiochemical soil characteristics of experimental site

هدایت الکتریکی EC ds/m	اسیدیته گل اشباع pH	فسفر قابل جذب P ppm	پتاسیم قابل جذب K ppm	نیتروژن کل N%	مواد خنثی شونده TMV%	کربن آلی OC٪
10.40	7.22	11.98	68.78	0.08	16.00	0.88

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس سرعت رشد گیاه

Table 2- Analysis of variance of yield and crop growth rate

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات عملکرد دانه و سرعت رشد گیاه (روز بعد از کاشت) Mean Square for Grain yield and CGR(Days After Planting)					
		عملکرد دانه در بوته Grain yield	۴۵ روز پس از کاشت 45 DAP	۶۰ روز پس از کاشت 60 DAP	۷۵ روز پس از کاشت 75 DAP	۹۰ روز پس از کاشت 90 DAP	۱۰۵ روز پس از کاشت 105 DAP
تکرار (Replication)	2	2.770	0.002	0.002	0.001	0.355	0.094
باکتری حل کننده پتاسیم (K solublizing bacteria)	3	12.983ns	0.005ns	0.001ns	0.011ns	0.369ns	0.347ns
ارقام کنجد (Varieties)	2	143.316**	0.0005ns	0.001ns	0.002ns	0.175ns	0.386ns
اثرات متقابل (K.V interaction)	6	1.683ns	0.016**	0.011ns	0.004ns	0.422ns	0.576*
خطا (Error)	22	13.530	0.004	0.008	0.007	0.198	0.197
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		15.24	35.353	27.78	44.53	43.81	28.598

در جدول فوق ns: غیر معنی دار، *:معنی‌دار در سطح ۵٪ و ** : معنی‌دار در سطح ۱٪ .

ns, ** and *: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس میزان جذب خالص

Table 3- Analysis of variance of net assimilation rate

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات میزان جذب خالص (روز بعد از کاشت) Mean Square for NAR (Days After Planting)				
		۴۵ روز پس از کاشت 45 DAP	۶۰ روز پس از کاشت 60 DAP	۷۵ روز پس از کاشت 75 DAP	۹۰ روز پس از کاشت 90 DAP	۱۰۵ روز پس از کاشت 105 DAP
تکرار (Replication)	2	1.194	0.074	0.062	3.304	0.042
باکتری حل کننده پتاسیم (K solublizing bacteria)	3	3.862ns	1.040ns	0.312ns	4.653ns	0.126ns
ارقام کنجد (Varieties)	2	0.659ns	0.898ns	0.084ns	2.110ns	0.128ns
اثرات متقابل (K.V interaction)	6	8.508*	1.646ns	0.265ns	4.469ns	0.226ns
خطا (Error)	22	2.671	1.227	0.277	2.147	0.096
ضریب تغییرات(٪) CV (%)		35.596	26.051	48.164	14.877	24.014

در جدول فوق ns: غیر معنی دار، *:معنی‌دار در سطح ۵٪ و ** : معنی‌دار در سطح ۱٪ .

ns, ** and *: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس سرعت رشد نسبی

Table 4- Analysis of variance of relative growth rate

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات سرعت رشد نسبی (روز بعد از کاشت) Mean Square for RGR (Days After Planting)				
		۴۵ روز پس از کاشت 45 DAP	۶۰ روز پس از کاشت 60 DAP	۷۵ روز پس از کاشت 75 DAP	۹۰ روز پس از کاشت 90 DAP	۱۰۵ روز پس از کاشت 105 DAP
تکرار (Replication)	2	0.001	0.00003	0.00008	0.003	0.0001
باکتری حل کننده پتاسیم (K solublizing bacteria)	3	0.002ns	0.0002ns	0.00007ns	0.002ns	0.0001ns
ارقام کنجد (Varieties)	2	0.001ns	0.00005ns	0.00006ns	0.001ns	0.0001ns
اثرات متقابل (K.V interaction)	6	0.002ns	0.00004ns	0.0004ns	0.002ns	0.0001ns
خطا (Error)	22	0.001	0.0001	0.0002	0.001	0.0001
ضریب تغییرات(٪) CV (%)		16.858	17.770	18.696	25.058	25.292

در جدول فوق ns: غیر معنی دار، *:معنی‌دار در سطح ۵٪ و ** : معنی‌دار در سطح ۱٪ .

ns, ** and *: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

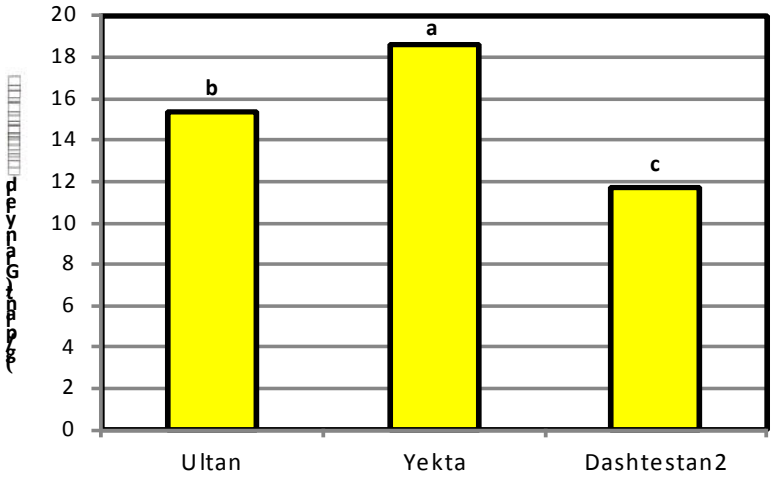
جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس شاخص سطح برگ

Table 5- Analysis of variance of leaf area index

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات شاخص سطح برگ (روز بعد از کاشت) Mean Square for LAI (Days After Planting)				
		۴۵ روز پس از کاشت 45 DAP	۶۰ روز پس از کاشت 60 DAP	۷۵ روز پس از کاشت 75 DAP	۹۰ روز پس از کاشت 90 DAP	۱۰۵ روز پس از کاشت 105 DAP
تکرار (Replication)	2	1.048	1.583	0.930	0.438	252.128
باکتری حل کننده پتاسیم (K solublizing bacteria)	3	0.877ns	0.111ns	0.122**	2.581ns	70.030ns
ارقام کنجد (Varieties)	2	0.017ns	0.250ns	2.144**	0.034ns	12.805ns
اثرات متقابل (K.V interaction)	6	1.945**	2.250ns	1.125**	1.687ns	25.639ns
خطا (Error)	22	0.650	1.250	0.0006	1.849	16.610
ضریب تغییرات(٪) CV (%)		22.078	23.131	5.383	20.696	24.687

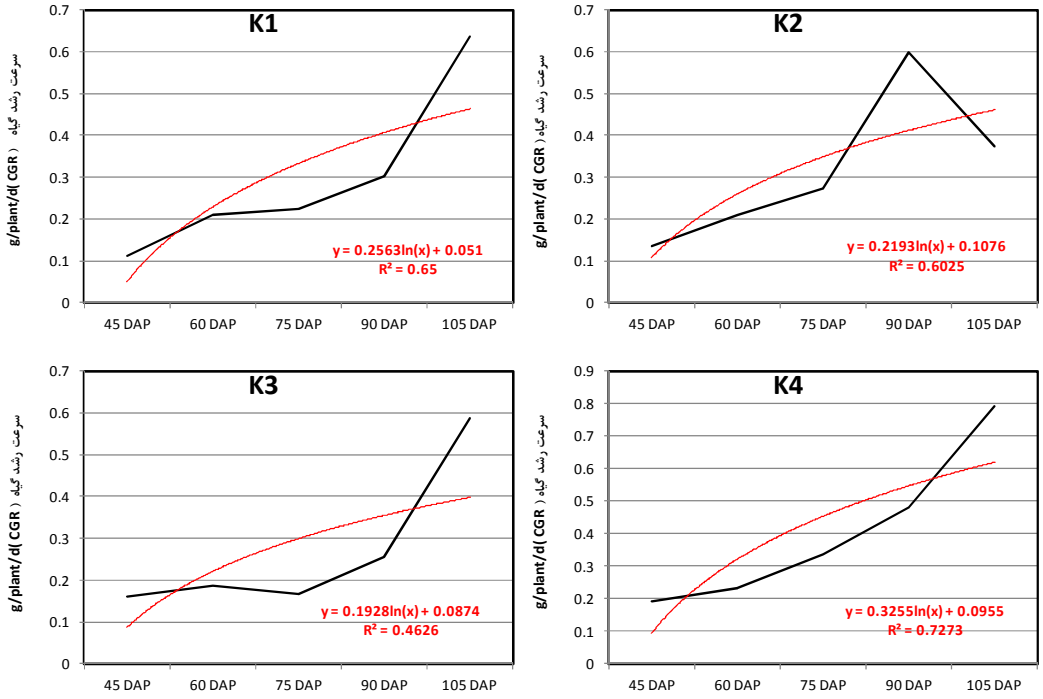
در جدول فوق ns: غیر معنی دار، *:معنی‌دار در سطح ۵٪ و ** : معنی‌دار در سطح ۱٪ .

ns, ** and *: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively



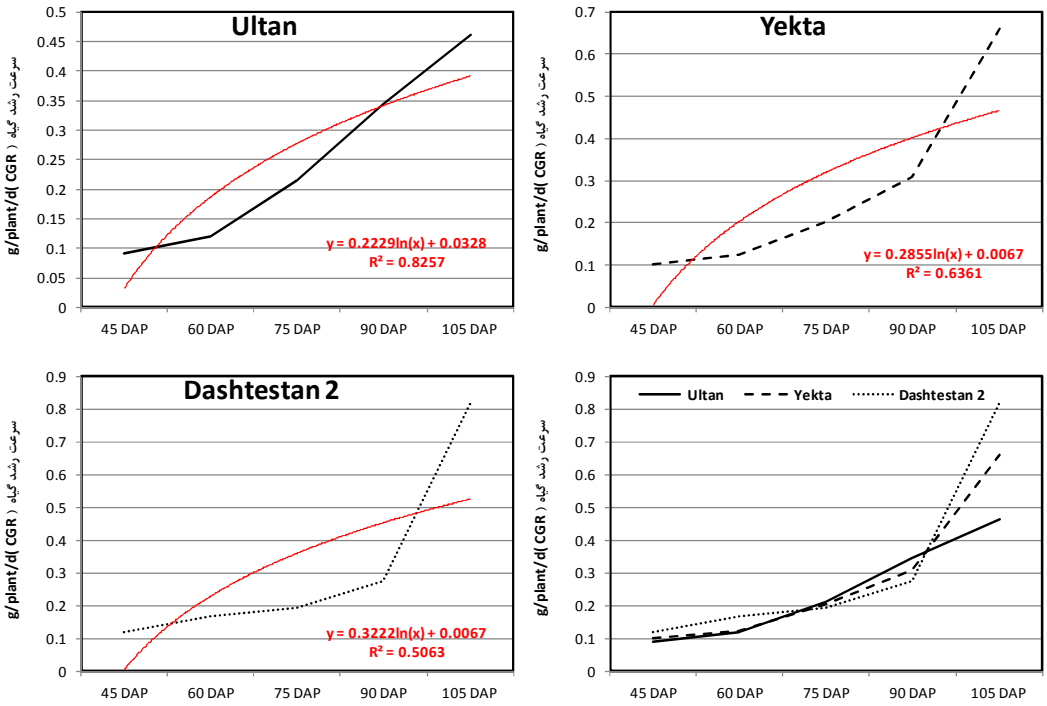
شکل ۱- مقایسه ارقام کنجد از نظر عملکرد دانه

Figure 1- Grain yield comparison in sesame cultivars



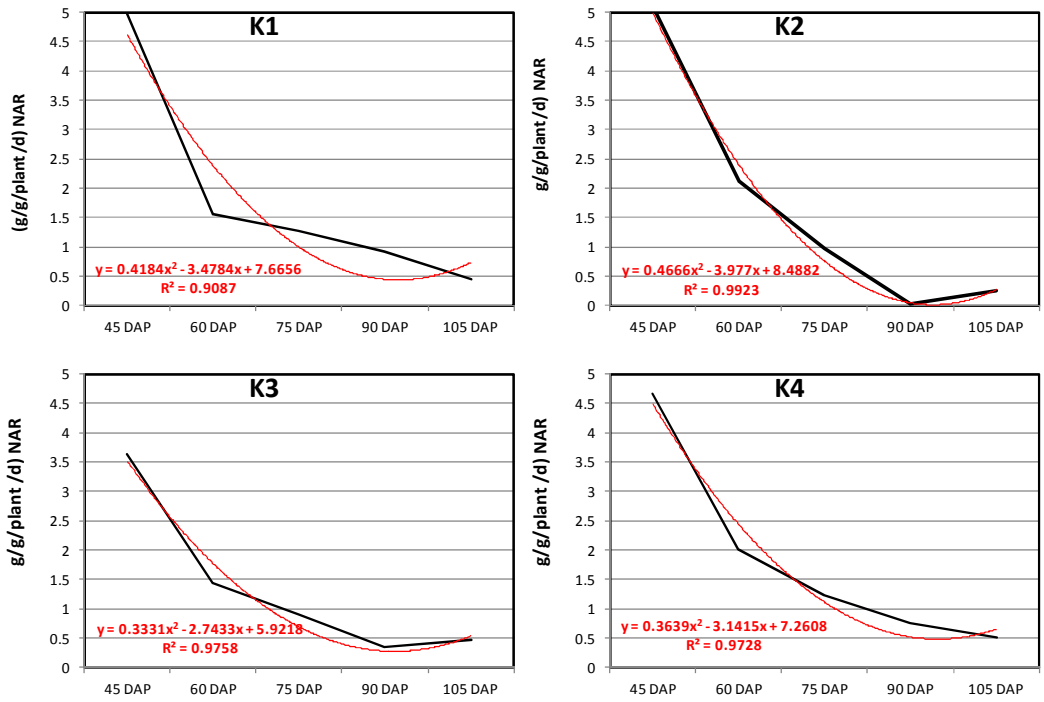
شکل ۲- روند تغییرات سرعت رشد کنجد در شرایط مختلف تامین پتاسیم

Figure 2- Trend of CGR under different K fertilizers (K1:K_2SO_4 50%, K2: *Bacillus circulans* L. , K3: *Bacillus megatherium* L. and K4:KSB1+KSB2)



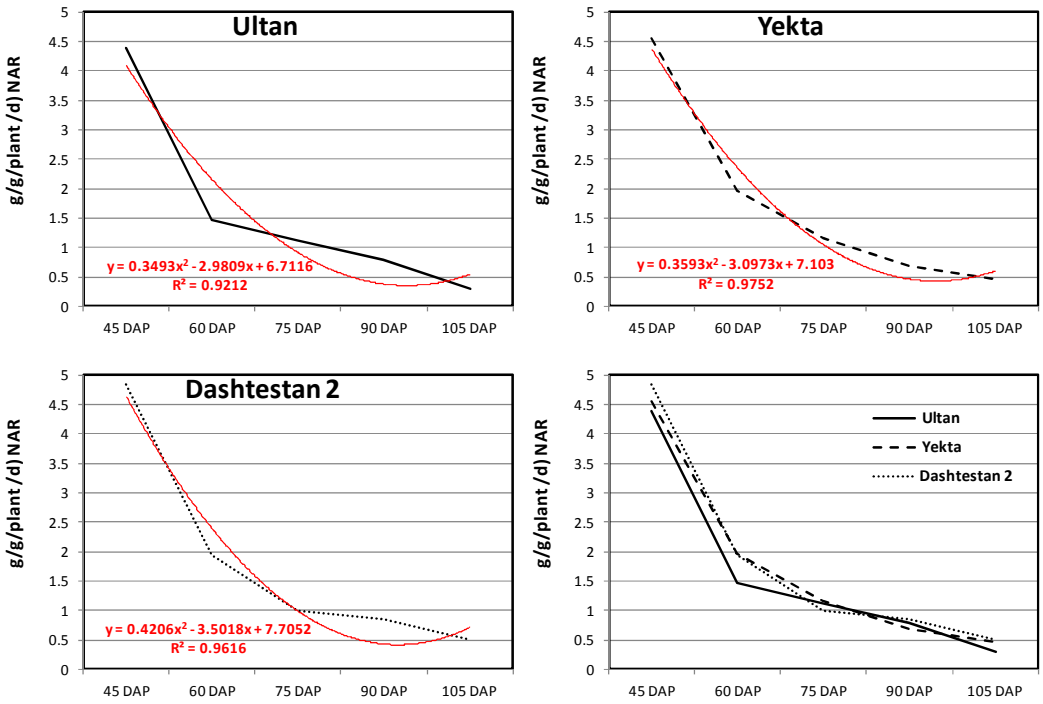
شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد کنجد در ارقام مختلف و مقایسه آنها

Figure 3- Trend of CGR in sesame cultivars



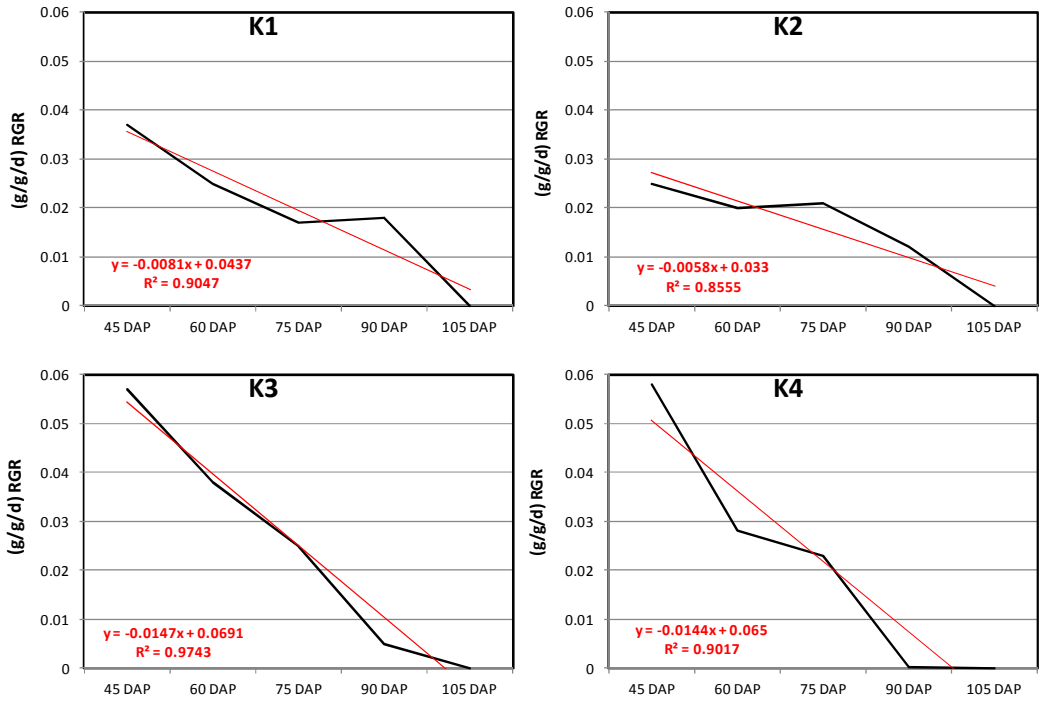
شکل ۴- روند تغییرات میزان جذب خالص کنجد در شرایط مختلف تامین پتاسیم

Figure 4- Trend of NAR under K fertilizer levels (K1:K_2SO_4 50%, K2: *Bacillus circulans* L. , K3: *Bacillus megatherium* L. and K4:KSB1+KSB2)



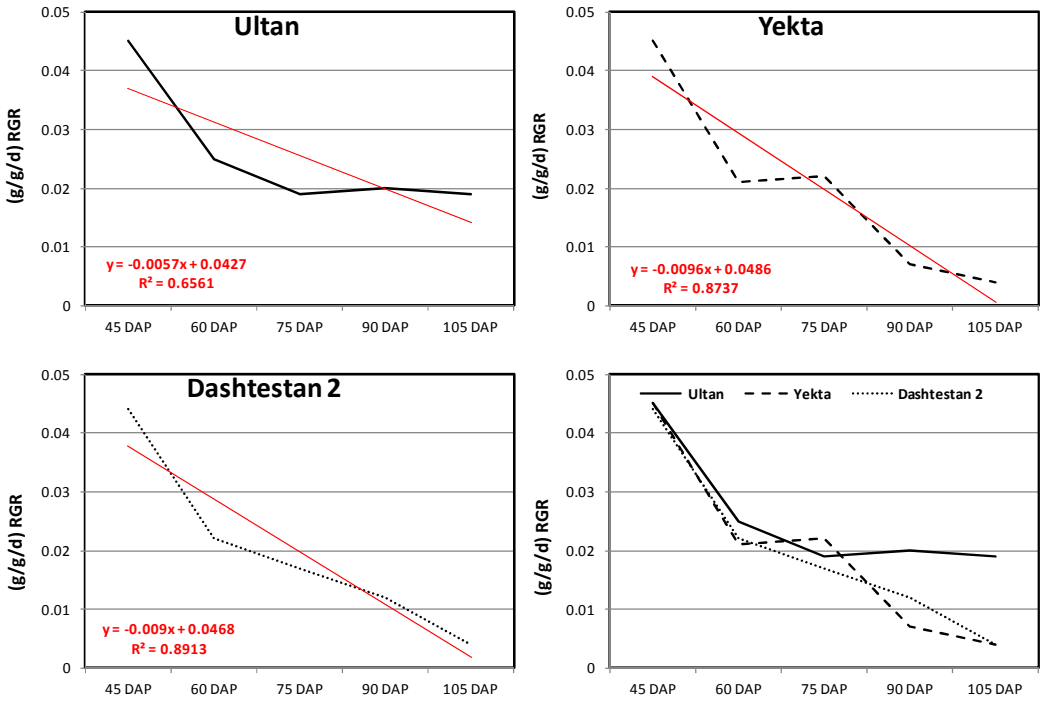
شکل ۵- روند تغییرات میزان جذب خالص در ارقام مختلف کنجد و مقایسه آنها

Figure 5- Trend of NAR in sesame cultivars



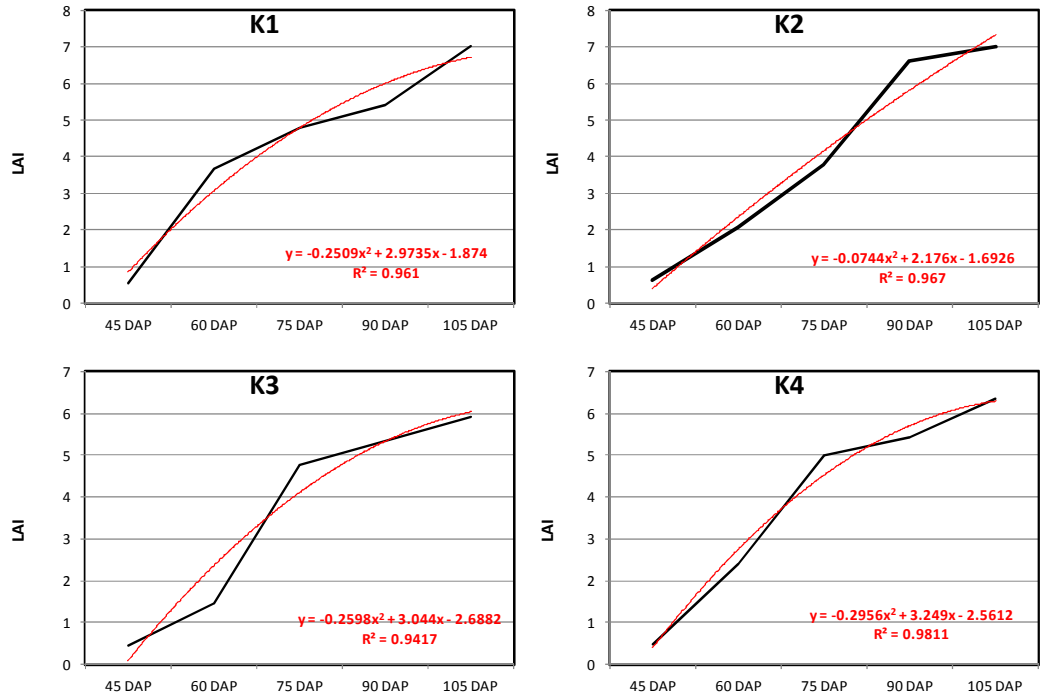
شکل ۶- روند تغییرات سرعت رشد نسبی کنجد در شرایط مختلف تامین پتاسیم

Figure 6- Trend of RGR under K fertilizer levels (K1:K_2SO_4 50%, K2: *Bacillus circulans* L. , K3: *Bacillus megatherium* L. and K4:KSB1+KSB2)



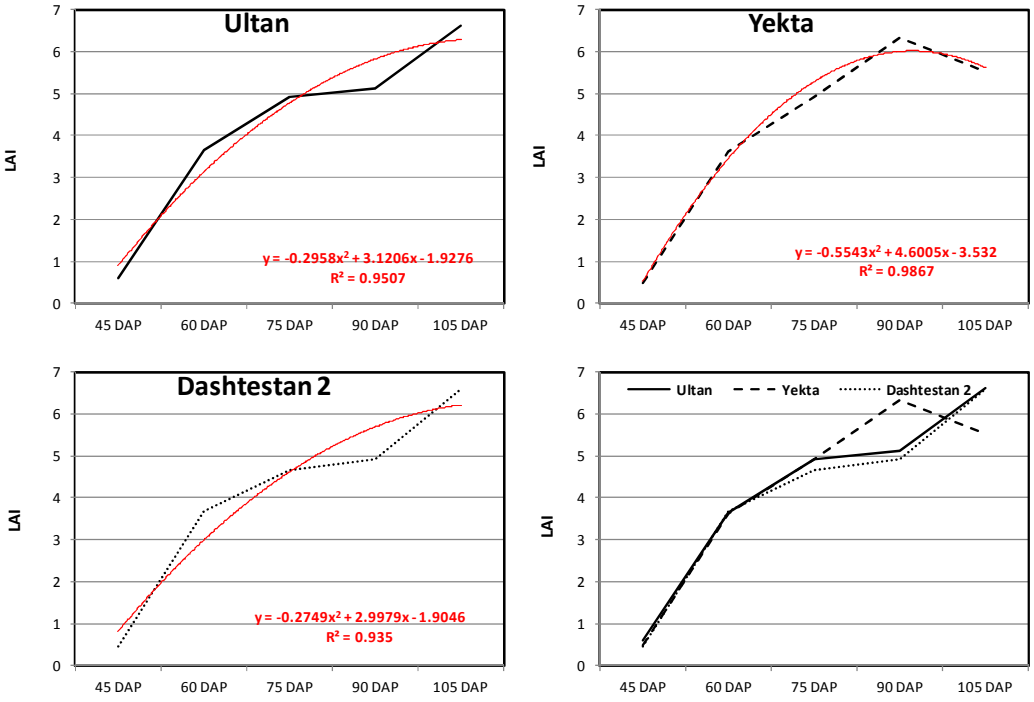
شکل ۷- روند تغییرات میزان سرعت رشد نسبی در ارقام مختلف کنجد و مقایسه آنها

Figure 7- Trend of RGR in sesame cultivars



شکل ۸- روند تغییرات شاخص سطح برگ کنجد در شرایط مختلف تامین پتاسیم

Figure 8- Trend of LAI under K fertilizer level (K1:K_2SO_4 50%, K2: *Bacillus circulans* L. , K3: *Bacillus megatherium* L. and K4:KSB1+KSB2)



شکل ۹- روند تغییرات شاخص سطح برگ در ارقام مختلف کنجد و مقایسه آنها

Figure 9- Trend of LAI in sesame cultivars

References منابع مورد استفاده

- Abdo Fatma, A., and N.A. Anton. 2009. Physiological response of sesame to soil moisture stress and potassium fertilization in sandy soil. *Fayoum Journal of Agricultural Research and Development*. 23(1): 88-111.
- Ali E.A. 2002. Response of sesame crop (*Sesamum indicum* L.) to nitrogen and PK fertilizers. Proc. 27th International Conference for Statistics, Computer Science and its Applications, Cairo Univ. April 2002, 297-309.
- Boghdady Rania, M.S., M.A. Nassar, and F.A. Ahmed, 2012. Response of sesame plant (*Sesamum orientale* L.) to treatments with mineral and bio-fertilizers. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 8(2): 127-137
- Dubey, R.C., D.K. Maheshwari, V. Kumar, and R.R. Pandey. 2012. Growth enhancement of *Sesamum indicum* L. by rhizosphere-competent Azotobacter chroococcum AZO2 and its antagonistic activity against *Macrophomina phaseolina*. *Phytopathology and Plant Protection*. 45: 437-454.
- El-Habbasha, S.F., M.S. Abd El-Salam, and M.O. Kabesh. 2007. Response of two sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 3(6): 563-571.
- El-Kramany, M.F., M.K.A. Ahmed, A.A. Bahr, and M.O. Kabesh. 2000. Utilization of biofertilizer in field crop production. 13-Effect of organic manuring, chemical and biofertilizers on yield and nutrient content of sesame grown in newly reclaimed soil. *Egypt Journal of Applied Science*. 15(11): 137-155.
- Fageria, N.K., and L. Stone. 2006. Physical chemical biological changes in the rhizosphere and nutrient availability. *Journal of Plant Nutrition.* 29: 1327-1356.
- Fang sheng, X., and L. Yan He. 2006. Solubilization of potassium-bearing minerals by wild-type strain of *Bacillus edaphicus* and its mutants and increased potassium uptake by wheat. *Canadian Journal of Microbiology*. 52: 66-72.
- Fang sheng, X., and W.Y. Huang. 2002. Study on the conditions of potassium release by strain NBT of silicate bacteria sciatica. *Agricultura Sinica*. 35: 673-677.
- Ghosh, D.C., and M. Mohiuddin. 2000. Response of summer sesame (*Sesamum indicum* L.) to biofertilizer and growth regulator. *Agricultural Science*. 20(2): 90-92.
- Hafiz S. I. and M. A. S. El-Bramawy. 2012. Response of sesame (Sesamum indicum L.) to phosphorus fertilization and spraying with potassium in newly reclaimed sandy soils. *International Journal of Agricultural Science Research.*1(3):34-40.
- Hassan, H.R., M.A. Dalia, and M.H.A. Abou-Bakr. 2006. Effect of mineral and biofertilizers on growth, yield components, chemical constituents and anatomical structure of moghat plant (*Glossostemon bruguieri* Desf.) grown under reclaimed soil conditions. *Journal of Agricultural Science*. 31(3): 1433-1455.

- Hu, X.F., J. Chen, and J.F. Guo. 2006. Two phosphate and potassium solubilizing bacteria isolated from Tiannumountain, Zhejiang, China. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 22: 983- 990.
- Kalaiselvan, P., K. Subramanian, and T.N. Balasubramanian. 2000. Effect of split application of N and K on the growth, yield attributes and yield of sesame. *Sesame and Safflower Newsletter*. 17: 1-3.
- Karimi, M., and M. Azizi. 2004. Crop growth analysis. Mashad Jahad Daneshgahi Press. 111p. (In Persian).
- Keshavarz Zarjani, J. 2001. Screening of potassium solublizing bacteria from soil and its effects on potassium absorption in tomato plant. MS Thesis in Soil Science. Tabriz University. (In Persian).
- Kumar, S., P. Pandey, and D.K. Maheshwari. 2009. Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent *Pseudomonas aerugionsa* LES 4. *European Journal of Soil Biology*. 45: 334-340.
- Malakouti, M.J., A. Shahabi, and K. Bazargan. 2005. Potassium in Iran agriculture. Sana Press, 292p.
- Narthanam, B. 2007. Solubilization of potassium containing minerals by bacteria and their effect on plant growth. *World Journal of Agricultural Science*. 3: 350-355.
- Papari Moghadam Fard, A., and M.J. Bahrani. 2004. Effect of nitrogen utilization and plant density on some sesame agronomic characteristics. *Iranian Agricultural Science Journal*. 6: 129-135. (In Persian).
- Rajasree R., and V.S. Harikumar. 2016. Endomycorrhizal Association in Sesame. Effects on Growth and Nutrition. Anchor Academic Publishing. 200 pages.
- Sabannavar, S.J., and H.C. Lakshman. 2009. Effect of rock phosphate solubilization using mycorrhizal fungi and phosphobacteria on two high yielding varieties of *Sesamum indicum* L. *World Journal of Agriculture Sciences.* 5(4): 470–479.
- 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* L.). *International Journal of Agriculture Biology.* 12(6): 845-850.
- Sugumaran, P., and B. Janarthanam. 2007. Solubilization of potassium containing minerals by bacteria and their effect on plant growth. *World Journal of Agricultural Science.* 3: 350-360.

Yield Comparison of Sesame Cultivars and Their Physiological Growth Indices Under Chemical and Biological Potassium Fertilizer Applications

Hamid Madani[1*], Behzad Sani[2], and Hamid Golipour[3]

Received: December 2016 , Revised: 5 November 2017, Accepted: 19 February 2018

Abstract

To compare the yield and physiological growth indices of three Iranian sesame cultivars under the application of chemical and biological potassium fertilizers a pot experiment was conducted in the summer of 2015 in greenhouse. This study was performed as factorial arrangement based on a randomized complete block design with three replications. The potassium fertilizer application, based on soil test, was in four levels (K_1:K_2SO_4 50%, K_2: *Bacillus circulans* L., K_3: *Bacillus megatherium* L. and K_4: KSB_1+KSB_2 and three sesame cultivars used were Ultan, Yekta and Dashtestan 2. The plant samples were taken from 30 to 105 days after sowing with 15 days intervals. LAI, TDM, CGR, NAR and RGR were measured during the different growth stages. The results showed that the Yekta cultivar produced the highest seed yield (18.62 g.plant^{-1}). Ultan produced highest growth rate as compared to the other cultivars. Furthermore, it responded differently to the application of biologic KSB_1 fertilizer as compared to the other treatments and cultivars. KSB_1 improved and accelerated plant growth rate at 90 days after sowing. While, the use of chemical potassium sulfate, KSB_2 and combined application of *Bacillus circulans* L. with KSB_1 and 2 improved growth 105 days after sowing.

Key words: Leaf Area Index, Net Assimilation Rate, Crop Growth Rate, Relative Growth Rate.

1- Associate Professor of Agronomy, Faculty of Agriculture, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.
2- Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Shahr-e- Gods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3- Jahad-e-Keshavarzi Organization, Markazi Province, Arak, Iran.
* *Corresponding Author: h-madani@iau-arak.ac.ir*