

تأثیر کود گوگردی و تیوباسیلوس بر شاخص‌های فیزیولوژیک دو رقم کنجد تحت تاثیر تنش خشکی و محاسبه

### همبستگی بین صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک

محمد حیدری\*، محمدعلی اسماعیلی، ایوب حیدرزاده و مینا مولائی

به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار، دانشجوی دکتری زراعت و دانشجوی کارشناسی باغبانی، دانشگاه

علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

\*آدرس الکترونیک مکاتبه کننده: [phm7069@gmail.com](mailto:phm7069@gmail.com)

تلفن: ۰۹۱۱۹۱۶۴۳۰۵

### چکیده

مقدمه: کنجد یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی در جهان می‌باشد که به دلیل برخورداری از روغن بالای دانه (۵۲-۴۲

درصد) به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی مطرح بوده و کشت آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک معمول است.

هدف از تحقیق: پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر کود گوگردی و بیولوژیک بر شاخص‌های فیزیولوژیک کنجد در

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۱۳۹۳ انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه بلوک اجرا شد

که در آن عامل اصلی ارقام کنجد (شامل کرج و اولتان) و عامل‌های فرعی با آرایش فاکتوریل شامل اثر تیمار آبیاری (در چهار

سطح آبیاری نرمال، ۱۱۰، ۱۴۰ و ۱۷۰ میلی متر از تشتک تبخیر) و تیمار کودی (در ۴ سطح شامل شاهد، گوگرد، کود

بیولوژیک حاوی تیوباسیلوس و تلفیق گوگرد با تیوباسیلوس) بود.

**یافته‌ها:** نتایج این تحقیق نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی تاثیر بسیار معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد روی

تمامی صفات اندازه‌گیری شده شامل CGR، LAI، NAR، BMD و LAD داشت. همچنین سطوح مختلف کودی تاثیر

معنی‌داری روی صفات CGR، LAI، BMD و LAD داشت. این تیمار روی صفت NAR تاثیری نداشت. اثر متقابل تنش

خشکی × کود تاثیر معنی‌داری از نظر آماری روی تمامی صفات داشت. ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه با تمامی صفات

به غیر از وزن هزار دانه مثبت و معنی‌دار بود.

**نتیجه‌گیری:** تلفیق کود گوگردی و تیوباسیلوس به عنوان تیمار کلیدی در شرایط کشت دیم کنجد و رقم اولتان به خاطر

عملکرد بهتر در شرایط آب و هوایی مشابه با محل این تحقیق می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

**کلیدواژه‌ها:** کنجد، تنش خشکی، کود شیمیایی، کود بیولوژیک، شاخص رشد

#### مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum*) از جمله این گیاهان می‌باشد که به دلیل برخورداری از روغن بالای دانه (۵۲-۴۲ درصد)

به‌عنوان یکی از مهمترین گیاهان روغنی مطرح بوده و کشت آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک معمول است (رضوانی مقدم و

همکاران، ۱۳۹۴). این گیاه به عنوان یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی در جهان شناخته شده است به طوری که مطالعات

باستان‌شناسی نشان داده که کنجد از بیش از ۵۰۰۰ سال پیش کشت می‌شده است (Bedigian and Harlan, ۱۹۸۶). روغن

کنجد به دلیل داشتن تعدادی از آنتی‌اکسیدان‌ها مانند سزامین، سزامولین و سزامول از پایداری بالایی برخوردار است. بنابراین

طول دوره نگهداری آن بالاست و می‌توان آن را با روغن‌هایی که دارای پایداری کمتری هستند مخلوط نمود و بدین طریق بر

پایداری و طول عمر آنها افزود (Shilpi et al., ۲۰۱۴). توانایی این گیاه در مقاومت به شرایط کم آبی اهمیت ویژه آن را در

مناطق خشک و نیمه خشک مستدل نموده و بدین سبب در کشورمان عمده زراعت این گیاه در مناطق گرمسیر و به عنوان کشت دوم بعد از برداشت غلات صورت می‌گیرد (شکوه‌فر و یعقوبی نژاد، ۱۳۹۱).

گوگرد یکی از عناصر ضروری تمام شکل‌های حیات است و به صورت‌های جامد، محلول، گاز در سطح وسیعی از کره زمین یافت می‌شود. در خاک، گوگرد عنصری، سولفیدها و برخی ترکیبات معدنی گوگرد، به وسیله فرآیندهای شیمیایی به مقدار جزئی، اکسیده می‌شوند. مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده اکسایش گوگرد در خاک، میزان و فعالیت بیوماس میکروبی است (Lawrence and Germida, ۱۹۸۸). اکسیداسیون گوگرد در خاک عموماً توسط دو گروه از ریزموجودات اتفاق افتد. گروه اول شامل انواع هتروتروف‌های خاک بوده که از مواد آلی به عنوان پیش‌ماده کربن برای تامین انرژی و کربن مورد نیاز خود استفاده کرده و به عنوان یک واکنش ضمنی، گوگرد را نیز اکسید می‌کنند. گروه دوم شامل انواع اتوتروف‌های خاک بوده که انرژی مورد نیاز خود را از اکسیداسیون گوگرد تامین می‌کنند (Tate, ۱۹۹۵). باکتری‌های جنس تیوباسیلوس از مهم‌ترین انواع اتوتروف‌های اکسیدکننده گوگرد در خاک هستند. تحقیقات صورت‌گرفته در ایران بیانگر توانمندی باکتری‌های تیوباسیلوس و گوگرد در افزایش آزادسازی فسفر از منبع خاک فسفات است. این تحقیقات که عمدتاً در مورد ذرت انجام شده است، نشان می‌دهد که با انتخاب سویه‌های مناسب باکتری و نسبت مناسب گوگرد به خاک فسفات و همچنین انتخاب مواد آلی مناسب می‌توان حدود ۹۰ تا ۱۰۰٪ از عملکرد ناشی از مصرف سوپر فسفات تریپل را تامین نمود (اسدی رحمانی و فلاحت نصرت آباد، ۱۳۸۰).

تنش خشکی یکی از تنش‌های محیطی بسیار مهم است که تولید محصولات زراعی را محدود می‌کند و تقریباً تمام فرآیندهای گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گیاهان C<sub>4</sub> و CAM خصوصیات آناتومیکی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی ویژه‌ای دارند که آن‌ها را قادر می‌کند که به نواحی خشک و نیمه خشک سازگار باشند، با این حال بیش از ۹۰ درصد از گونه‌های

گیاهی، که شامل تعداد زیادی از محصولات زراعی مهم هستند،  $C_3$  می‌باشند. لذا کاهش اثرات مضر تنش خشکی و یا مقاوم ساختن گیاهان  $C_3$  به تنش خشکی می‌تواند نقش مهمی در غلبه بر موانع تولید محصولات زراعی داشته باشد (Gan et al., ۲۰۰۰). از آنجا که درصد آب در گیاه به مراتب بیشتر از مقدار آن در خاک است، هرگونه تغییر جزئی در مقدار آب گیاه می‌تواند بر متابولیسم آن موثر واقع شود. تقریباً تمام واکنش‌های متابولیکی گیاه تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند. تداخل در متابولیسم سلولی گیاه با تجزیه پروتئین‌ها و هیدرات‌های کربن همراه خواهد بود. در این شرایط واکنش‌های هیدرولتیکی افزایش یافته و نشاسته به قند و پروتئین به اسیدهای آمینه تبدیل می‌شوند (Sakata et al., ۲۰۱۴).

چین و همکاران در زمینه بررسی اثر تنش خشکی بر رشد و خصوصیات مرتبط با عملکرد در کنجد به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی در مرحله گلدهی تأثیر قابل توجهی بر ارتفاع بوته، اندازه کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته و وزن خشک ریشه دارد (Jain et al., ۲۰۱۰). اسکندری و همکاران (۱۳۸۹) با ارزیابی کارایی مصرف آب و عملکرد دانه ارقام کنجد در شرایط آبیاری متفاوت، گزارش نمودند که با افزایش شدت کمبود آب ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کاهش یافت. آنها همچنین نشان دادند که بیشترین کارایی مصرف آب در شرایط کمبود شدید آب به دست آمد.

در پژوهشی، کاربرد مقادیر متفاوت کودهای شیمیایی (NPK) و کودهای آلی سبب افزایش تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد و درصد روغن دانه کنجد شد (El-Habbasha et al., ۲۰۰۷). این محققین اظهار داشتند که مصرف همزمان کودهای معدنی و آلی در مقایسه با استفاده جداگانه هر یک از آنها برتری دارد. همچنین Shilpi et al. (۲۰۱۴) تأثیر نیتروژن و گوگرد بر میزان روغن کنجد و شرایط تغذیه ای گیاه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان روغن با افزایش نیتروژن و گوگرد افزایش یافت.

با توجه به بحران کم آبی در کشور و همچنین مسایل ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، پژوهش حاضر با هدف بررسی

تاثیر کود گوگردی و تیوباسیلوس بر شاخص‌های فیزیولوژیک دو رقم کنجد تحت شرایط تنش خشکی به اجرا شد.

## مواد و روش

این تحقیق در مزرعه و آزمایشگاه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در زمینی به مساحت تقریبی

۹۰۰ مترمربع با ۹۶ کرت، از اوایل اردیبهشت سال ۱۳۹۳ بر روی گیاه کنجد به اجرا در آمد و تمامی نمونه برداری‌ها با حذف

اثرات حاشیه از متن کرت‌ها صورت گرفت.

این مطالعه در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه بلوک اجرا شد که در آن عامل

اصلی ارقام کنجد (شامل کرج و اولتان) و عامل‌های فرعی با آرایش فاکتوریل شامل اثر تیمار آبیاری (در چهار سطح آبیاری

نرمال، ۱۱۰، ۱۴۰ و ۱۷۰ میلی متر از تشتک تبخیر) و تیمار کودی (در ۴ سطح شامل شاهد، گوگرد، کود بیولوژیک حاوی

تیوباسیلوس و تلفیق گوگرد با تیوباسیلوس) بود.

فاصله ردیف‌های کشت کنجد ۵۰ سانتی متر، فاصله بین بوته‌ها روی هر ردیف ۲۰ سانتی متر و طول ردیف‌های کشت ۴/۵

متر در نظر گرفته شد. جهت تعیین نیاز کودی پیش از کشت با استفاده از آزمون خاک مقادیر لازم تعیین گردید. برای تامین نیاز

آبی گیاه از سیستم آبیاری قطره‌ای تیپ استفاده شد.

صفات مورد اندازه‌گیری در این پژوهش شامل شاخص‌های مختلف فیزیولوژیکی بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹,۱ و مقایسه میانگین‌ها نیز به بر اساس حداقل تفاوت معنی دار

(در سطح احتمال ۵ درصد) انجام شد. برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel ۲۰۱۳ استفاده شد.

## نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی تاثیر بسیار معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد روی تمامی صفات اندازه گیری شده شامل CGR، LAI، NAR، BMD و LAD داشت. همچنین سطوح مختلف کودی تاثیر معنی داری روی صفات CGR، LAI، BMD و LAD داشت. این تیمار روی صفت NAR تاثیری نداشت. اثر متقابل تنش خشکی × کود تاثیر معنی داری از نظر آماری روی تمامی صفات داشت.

(جدول ۱)

### سرعت رشد محصول (CGR):

در این پژوهش اثر تنش خشکی، کود و همچنین اثر متقابل آنها روی شاخص سرعت رشد محصول (CGR) در ارقام مورد بررسی کنجد از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف تنش خشکی در تیمارهای کودی از نظر سرعت رشد محصول (شکل ۱) نشان داد که کاربرد کود تیوباسیلوس به تنهایی و در تلفیق با کود گوگرد در آبیاری نرمال بیشترین CGR را تولید نمودند. همچنین کمترین مقدار این صفت در تیمار شاهد کودی با تیمار ۱۷۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد.

(شکل ۱)

### شاخص سطح برگ (LAI):

اثر تنش خشکی، کود و اثر متقابل آبیاری × کود روی شاخص سطح برگ (LAI) در ارقام کنجد مورد بررسی از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری در تیمارهای کودی از نظر سرعت رشد

محصول (شکل ۲) نشان داد که کاربرد تلفیقی کود تیوباسیلوس با گوگرد در آبیاری نرمال بیشترین LAI (۴/۳۸) را تولید نمود. همچنین کمترین مقدار این صفت (۲/۶۰) در تیمار شاهد کودی با تیمار ۱۷۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد.

(شکل ۲)

### سرعت اسیمیلیسیون خالص (NAR):

در این پژوهش شاخص سرعت اسیمیلیسیون خالص (NAR) تحت تاثیر تنش خشکی و اثر متقابل خشکی × کود قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف تنش خشکی در تیمارهای کودی از نظر سرعت اسیمیلیسیون خالص (شکل ۳) نشان داد که کاربرد کود تیوباسیلوس در آبیاری نرمال بیشترین LAI (۰/۳۶۵) را تولید نمود. همچنین کمترین مقدار این صفت (۰/۲۷۶) در تیمار شاهد کودی با تیمار ۱۷۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد.

(شکل ۳)

### دوام بیوماس (BMD):

در پژوهش حاضر، اثر تنش خشکی، کود و اثر متقابل خشکی × کود روی دوام ماده خشک (BMD) در ارقام مورد مطالعه کنجد از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف تنش خشکی در تیمارهای کودی از نظر دوام بیوماس (شکل ۴) نشان داد که کاربرد کود تیوباسیلوس و گوگرد به طور همزمان در آبیاری نرمال بیشترین BMD (۱۲۴/۶۳) را تولید نمود. همچنین کمترین مقدار این صفت (۲۳/۹۵) در تیمار شاهد کودی با تیمار ۱۷۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد.

(شکل ۴)

## دوام سطح برگ (LAD):

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تنش خشکی، کود و اثر متقابل خشکی  $\times$  کود تاثیر معنی داری روی میزان شاخص دوام سطح برگ داشت. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف تنش خشکی در تیمارهای کودی از نظر دوام سطح برگ (شکل ۵) نشان داد که کاربرد کود تیوباسیلوس و گوگرد به طور همزمان در آبیاری نرمال بیشترین LAD (۱/۵۶) را تولید نمود. همچنین کمترین مقدار این صفت (۰/۶۱۲) در تیمار شاهد کودی با تیمار ۱۷۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر مشاهده شد.

(شکل ۵)

## همبستگی بین صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک:

ضرایب همبستگی پیرسون برای صفات مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه با تمامی صفات به غیر از وزن هزار دانه مثبت معنی دار بود. در این پژوهش بسیاری از صفات همبستگی معنی داری با همدیگر داشتند، اما مقدار این همبستگی در برخی از موارد علی رغم معنی دار بودن، بالا نبود.

(جدول ۲)

## بحث

تجزیه و تحلیل رشد از روش‌های کارآمد تجزیه عوامل مؤثر در عملکرد دانه گیاهان از جمله کنجد است (حسن پور و همکاران، ۱۳۸۹). حسن پور و همکاران (۱۳۸۹) ادعا نمودند که اختلاف در مورفولوژی برگ‌ها باعث اختلاف در LAI رقم‌های مختلف شده است. حسن پور و همکاران (۱۳۸۹) همچنین گزارش کردند که رقم اولتان به دلیل کانوپی خاص خود



و قرار گرفتن متناوب برگ‌ها، ریز بودن برگ‌ها، سطح برگ کمتر و ارتفاع بیشتر ساقه نسبت به ارقام ناز و ورامین، سایه انداز کمتری داشت که باعث افزایش راندمان فتوسنتز شد.

صفاری (۱۳۸۸) گزارش کرد که تمام شاخص های رشد شامل LAI، NAR، RGR و GER با افزایش دور آبیاری با افت مواجه شدند و رقم محلی کرمان عملکرد مطلوب تر با مصرف آب کمتر ایجاد شد. آن ها علت این عملکرد بهتر را تخصیص بهتر مواد فتوسنتزی به نفع مرحله زایشی دانستند.

از آنجا که گوگرد فرآیندی عموماً بیولوژیک محسوب می‌شود، تحقق این شرط مستلزم وجود جمعیت بالایی از میکروارگانیسم‌های اکسید کننده گوگردی است که مهمترین و رایج‌ترین انواع اکسیدهای گوگرد در اکثر خاک‌های زراعی، باکتری جنس تیوباسیلوس می‌باشد (Kelly and Harrison, ۱۹۸۴).

در این رابطه مولایی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که تنش آب تاثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ داشت. به طوری که حداکثر شاخص سطح برگ در شرایط عدم تنش رطوبتی (آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) برای ژنوتیپ هندی ۱۴ به میزان ۴/۴ در درجه روز رشد ۱۲۰۰-۱۱۵۰ به دست آمد. در تیمار شرایط تنش زیاد رطوبتی (آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) میزان شاخص سطح برگ به مراتب کمتر و حداکثر در ژنوتیپ اولتان به میزان ۳/۳ در درجه روز رشد ۱۱۰۰-۱۰۰۰ به دست آمد.

در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق می‌توان چنین نتیجه گرفت که تیمار تلفیق گوگرد و تیوباسیلوس می‌تواند در کلیه شرایط آبیاری برای هر دو رقم مورد مطالعه سودمندتر از دیگر تیمارهای کودی خصوصاً شاهد باشد. همچنین رقم اولتان نسبت به رقم کرج واکنش مناسب‌تری به نسبت سایر تیمارهای اعمال شده چه در شرایط تنش و چه در

شرایط آبیاری عادی از خود نشان داد. در نهایت می‌توان از تیمار تلفیق کود گوگردی و تیوباسیلوس به عنوان تیمار کلیدی در شرایط کشت دیم کنجد و رقم اولتان به خاطر عملکرد بهتر در شرایط آب و هوایی مشابه با محل این تحقیق استفاده نمود.

## منابع

- ۱- اسدی رحمانی ه.، علیرضا فلاح نصرت آباد ۱۳۸۰. تولید و ترویج کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۲، ویژه نامه بیولوژی خاک، ۹۷-۱۰۵.
- ۲- اسکندری ح. و زهتاب، س. ۱۳۸۹. ارزیابی کارایی مصرف آب و عملکرد دانه ارقام کنجد در شرایط آبیاری متفاوت به عنوان کشت دوم. مجله دانش کشاورزی پایدار. (۱): ۲۰-۳۹.
- ۳- حسن پور ر، پیردشتی ه، اسماعیلی م، عباسیان ا. ۱۳۸۹. تأثیر تلفیق نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر پویایی شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد سه رقم کنجد *Sesumum indicum L* در شهرستان ساری، سومین سمینار بین المللی دانه‌های روغنی و روغن‌های خوراکی. تهران. کانون هم‌هنگی دانش و صنعت دانه‌های روغنی.
- ۴- رضوانی مقدم پ، امیرای م، احیایی ح. ۱۳۹۴. اثر ریزوباکترهای محرک رشد گیاه بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد (*Sesumum indicum L.*). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۳. شماره ۱. ص ۴۲-۳۴.
- ۵- شکوه‌فرع، و س. یعقوبی نژاد. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی بر اجزاء عملکرد ارقام مختلف کنجد. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۴(۸): ۱۹-۴.
- ۶- صفاری م. ۱۳۸۸. بررسی روند رشد، شاخص‌های فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام محلی کنجد در تنش آب. اولین همایش ملی دانه‌های روغنی، اصفهان، قطب علمی دانه‌های روغنی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷- مولایی پ.، عبادی ع.، قلی پوری ع.، نامور ع. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی بر شاخص های فیزیولوژیکی رشد کنگد

(*Sesame indicum* L.). دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. تهران. پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

۸- Bedigian D. and J.R. Harlan. ۱۹۸۶. Evidence for cultivation of sesame in the ancient world.

Economic Botany. ۴۰: ۱۳۷-۱۵۴.

۹- El-Habbasha S.F., M.S. Abd El-Salam and M.O. Kabesh. ۲۰۰۷. Response of two sesame varieties

(*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers.

Research Journal Agriculture and Biology Science, ۳(۶): ۵۶۳-۵۷۱.

۱۰- Gan Y.T., G.P. Lafond and W.E. May. ۲۰۰۰. Grain yield and water use: relative performance of

winter vs. spring cereals in east central Saskatchewan. Canada Journal of Plant Science, ۸۰: ۵۳۳-

۵۴۱.

۱۱- Jain S., Yue-Lioang R., Mei-wang L.E., Ting-Xian Y., Xiao-Wen Y., and Hong-Ving Z. ۲۰۱۰.

Effect of drought stress on sesame growth and yield characteristics and comprehensive evaluation

of drought tolerance. Chinese Journal of Oil Crops Sciences, ۴: ۴۲-۴۸.

۱۲- Kelly, D. P. and A. P. Harrison. ۱۹۸۴. Genus *Thiobacillus*. In: Staley, J. T. (ed.) Bergey's Manual

of Systematic Bacteriology. ۹<sup>th</sup> ed. Williams and Wikins, Baltimore.

۱۳- Lawrence, J.R. and Germida, J.J., ۱۹۸۸. Relationship between microbial biomass and elemental

sulfur oxidation in agricultural soils. *Soil Science Society of America Journal*, ۵۲(۳), pp. ۶۷۲-۶۷۷.

- ۱۴- Sakata Y., Komatsu, K., Takezawa, D. ۲۰۱۴. ABA as a Universal Plant Hormone. Progress in Botany, ۷۵: ۵۷-۹۶.
- ۱۵- Shilpi S., Md. Nuruzzaman, F Akhter, M.N. Islam and G.N.C. Sutradher. ۲۰۱۴. Response of Nitrogen and Sulfur on the Oil Content of Sesame and Nutrient Status of Soil. International Journal of Bio-resource and Stress Management, ۵(۱): ۰۴۱-۰۴۶.
- ۱۶- Tate R.L. ۱۹۹۵. Soil microbiology. John Wiley and Sons, New York.

## **Abstract**

**Introduction:** Sesame is one of the oldest crops in the world that is commonly cultivated in arid and semi-arid due to high oil seeds (۴۲-۵۲ %).

**Objective:** This study was conducted to investigate the effects of sulfur and biological fertilizers on physiological parameters of sesame at Sari Agriculture sciences and Natural Resources University in ۲۰۱۴ crop year.

**Material and Method:** The experiment was conducted in a split factorial design based on randomized complete block design in three blocks. Where the main factor was irrigation treatments in four levels (normal irrigation, ۱۱۰, ۱۴۰ and ۱۷۰ mm evaporation from pan) and sub-plots include sesame varieties (K۱ and Oltan) and fertilizer treatment in four levels (control, sulfur, thiobacillus-biological and combined sulfur thiobacillus-biological) in factorial arrangement.

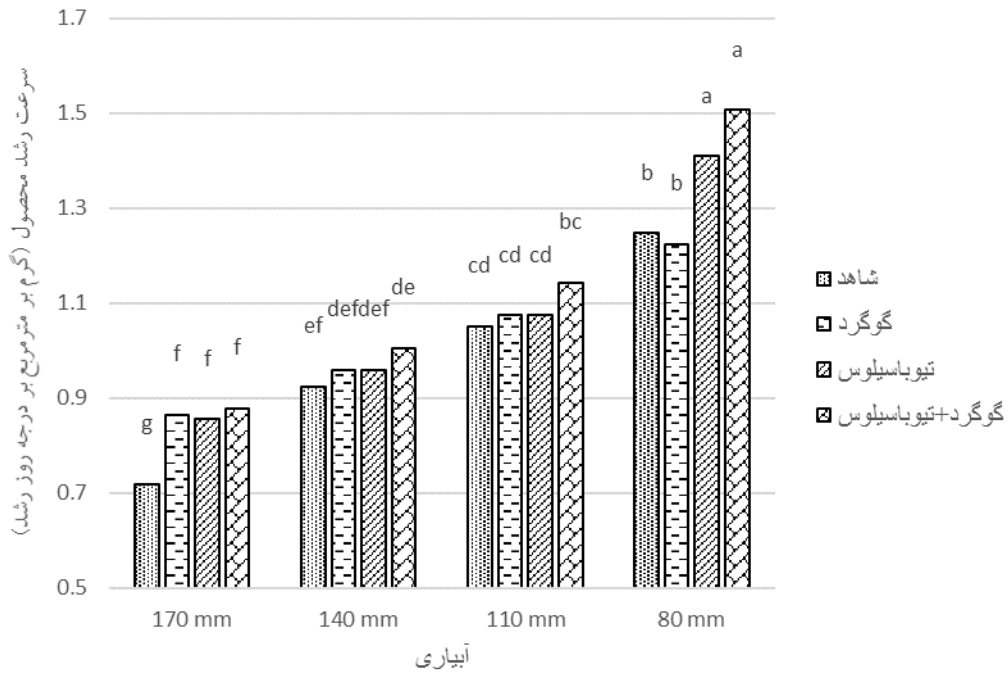
**Results:** The results showed that different levels of drought stress has a significant effect ( $p < 0.01$ ) on all of the measured traits (CGR, LAI, NAR, BMD and LAD). Also, the fertilizer treatments had a significant effect on all parameters except the NAR. There is a significant interaction effect between drought stress and fertilization in all the characters. Grain yield was significantly correlated with all traits except ۱۰۰۰-grain weight.

**Keywords:** Sesame, drought stress, fertilizers, biological fertilizer, growth indices.

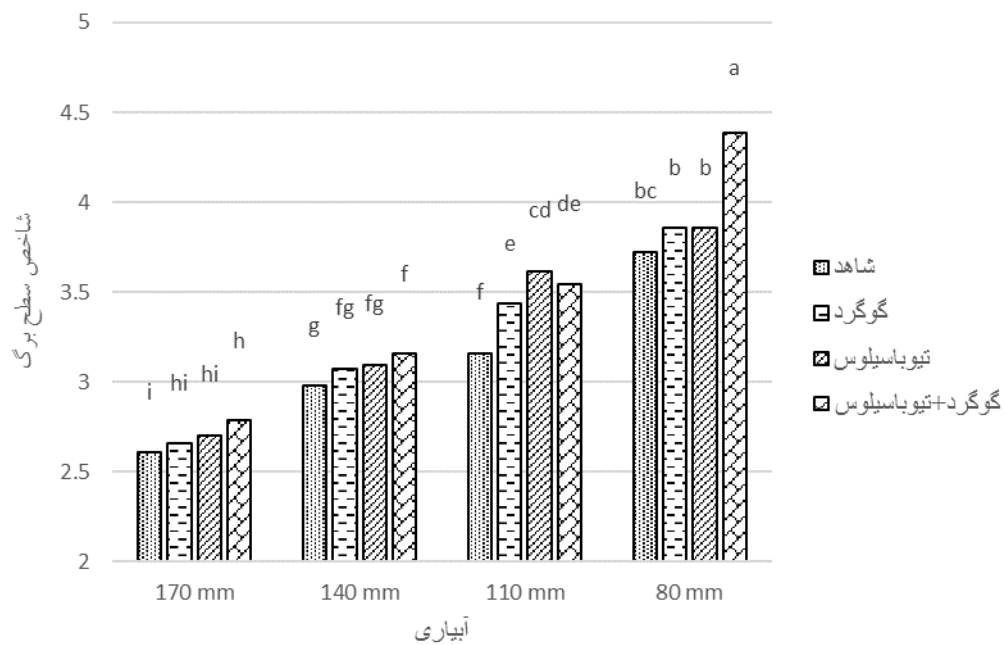
جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های فیزیولوژیک

LAD	BMD	NAR ( $\times 10^{-3}$ )	LAI ( $\times 10^{-3}$ )	CGR	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰,۰۰۰۳	۴۹۹,۶	۰,۹	۰,۷	۰,۰۰۹۸	۲	بلوک
۲,۳۱۴۰**	۱۸۵۳۷,۸**	۵,۰**	۶۹۷۵**	۱,۱۶۸**	۳	تنش خشکی (A)
۰,۰۱۱۰	۳۰۵,۶	۱,۹	۴۴,۷	۰,۰۱۴۶	۶	خطای a
۰,۱۱۸۴**	۱۷۳۳,۰**	۰,۷ <sup>ns</sup>	۵۰۶,۷**	۰,۰۹۵۵**	۳	کود (B)
۰,۰۰۱۰ <sup>ns</sup>	۱,۹ <sup>ns</sup>	۰,۲ <sup>ns</sup>	۵,۸ <sup>ns</sup>	۰,۰۰۰۷ <sup>ns</sup>	۱	رقم (B)
۰,۰۲۴۳**	۴۲۰,۲**	۲,۰**	۱۰۴,۵**	۰,۰۲۰۸**	۹	A×B
۰,۰۰۴۵ <sup>ns</sup>	۶۶,۵ <sup>ns</sup>	۰,۴ <sup>ns</sup>	۱۷,۵ <sup>ns</sup>	۰,۰۰۲۳ <sup>ns</sup>	۳	A×C
۰,۰۰۳۱ <sup>ns</sup>	۴۱,۴ <sup>ns</sup>	۰,۳ <sup>ns</sup>	۱۳,۳ <sup>ns</sup>	۰,۰۰۲۲ <sup>ns</sup>	۳	C×B
۰,۰۰۲۵ <sup>ns</sup>	۶۱,۸ <sup>ns</sup>	۰,۲ <sup>ns</sup>	۱۰,۶ <sup>ns</sup>	۰,۰۰۲۷ <sup>ns</sup>	۹	A×B×C
۰,۰۰۲۸	۱۲۳,۸	۰,۶۸	۱۲,۲	۰,۰۰۶۷	۳	خطای باقیمانده
۵/۳۸	۱۷/۳۳	۸/۴۵	۳/۳۵	۸/۲۰		ضریب تغییرات

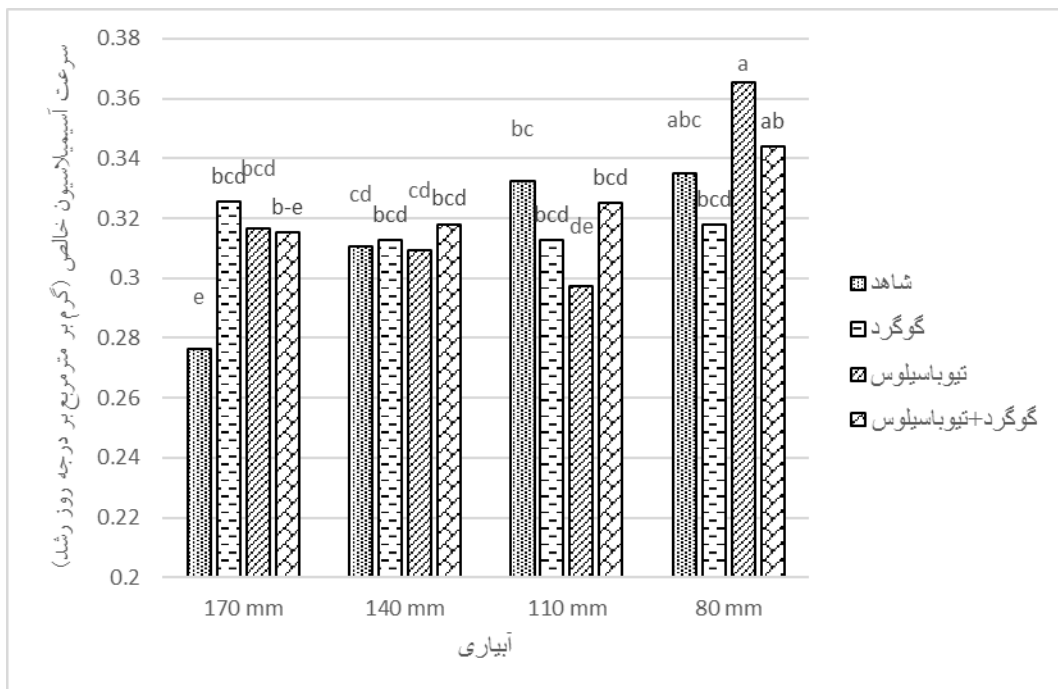
ns، \* و \*\* به ترتیب یعنی غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



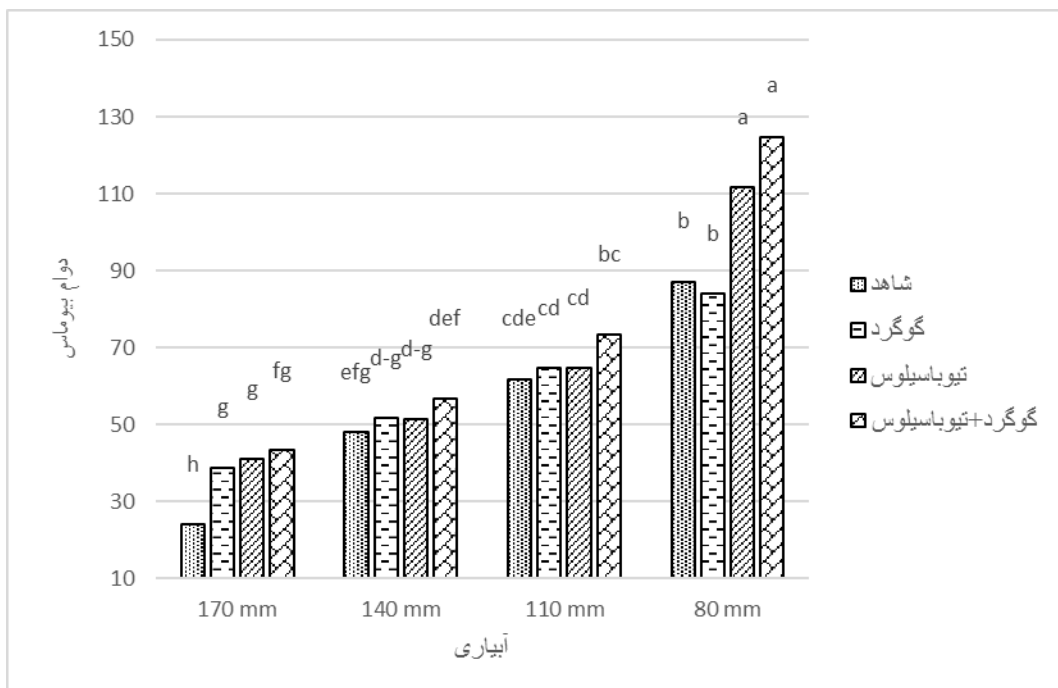
شکل ۱- نمودار مقایسه میانگین CGR تحت تاثیر متقابل کود × آبیاری



شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین LAI تحت تاثیر متقابل کود × آبیاری

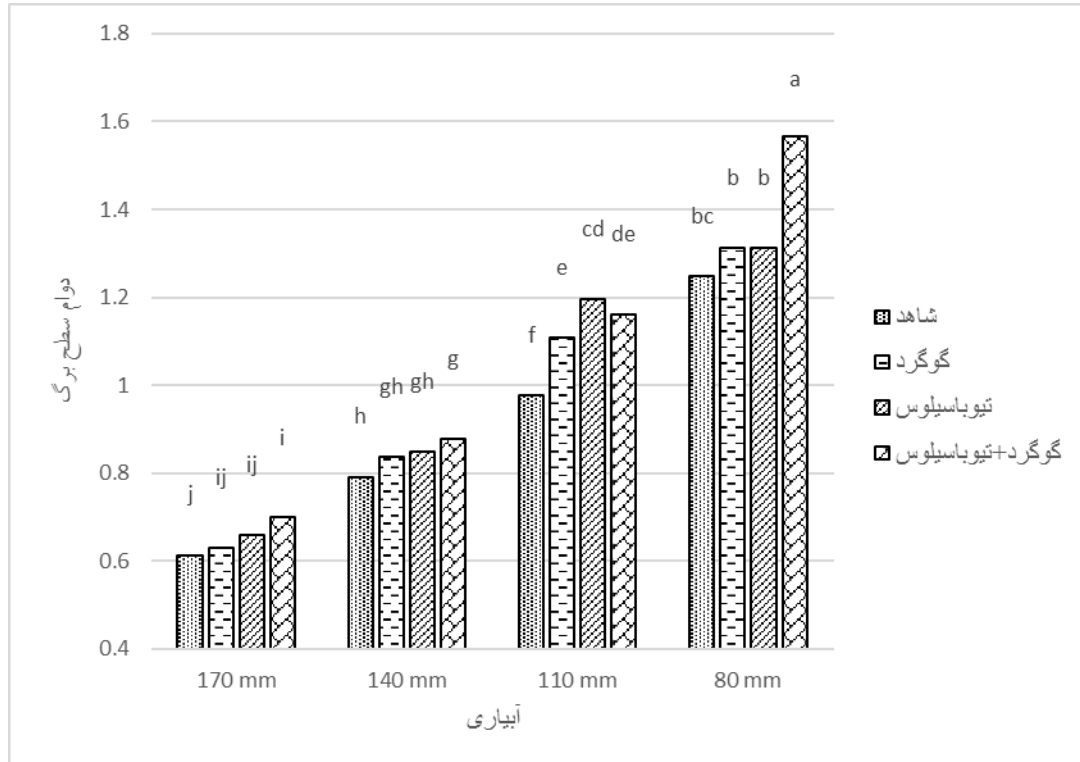


شکل ۳- نمودار مقایسه میانگین NAR تحت تاثیر متقابل کود x آبیاری





شکل ۴- نمودار مقایسه میانگین BMD تحت تاثیر متقابل کود × آبیاری



شکل ۵- نمودار مقایسه میانگین LAD تحت تاثیر متقابل کود × آبیاری

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در کنجد

کلروفیل	درصد پروتئین	درصد روغن	دانه بیولوژیک	وزن		
				دانه در	طول	تعداد ارتفاع
a	پروتئین	روغن	دانه	کیسول	کیسول	کیسول بوته
						تعداد کیسول
						طول کیسول
						دانه در کیسول
						وزن هزار دانه
						عملکرد
						بیولوژیک
						عملکرد دانه
						درصد روغن
						درصد پروتئین
						کلروفیل a
						کلروفیل b

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

