



## واکنش بزرک (*Linum usitatissimum* L.) به کودهای زیستی، شیمیایی نیتروژنی و فسفوری در شرایط تنش خشکی

سیده انیس صادقیان دهکردی<sup>۱</sup>، علی تدین<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۱۹

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنی و فسفوری بر برخی خصوصیات کمی و کیفی بزرک، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ انجام گرفت. تیمار اصلی در این آزمایش شامل چهار سطح تیمار تنش خشکی: بدون تنش (با پتانسیل ۰/۰۳ مگا پاسکال)، تنش ملایم (با پتانسیل ۰/۳۵ مگا پاسکال)، تنش متوسط (با پتانسیل ۰/۶۵ مگا پاسکال) و تنش شدید (با پتانسیل ۰/۹۵ مگا پاسکال) و تیمار فرعی شامل پنج تیمار کودی: بدون مصرف کود، کود شیمیایی نیتروژنی + فسفوری، کود زیستی نیتروژن‌دار ازتوبارور ۱، کود زیستی فسفات‌دار بارور ۲ و مصرف توأم کود زیستی ازتوبارور ۱ + بارور ۲ بودند. تمامی صفات تحت تیمار تنش خشکی و تیمار کودی معنی‌دار شدند. اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و تیمار کودی بر صفت شاخص برداشت و درصد روغن معنی‌دار گردید، درحالی‌که بر صفات تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه و وزن هزار دانه معنی‌دار نشد. بیش‌ترین تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه و وزن هزار دانه در تیمار بدون تنش بدست آمد. در بین تیمارهای کودی، به ترتیب بیشترین تأثیر مربوط به تیمار کود شیمیایی (نیتروژن + فسفر) و کود زیستی ازتوبارور ۱ + بارور ۲ بود. براساس نتایج بدست آمده در این آزمایش مبنی بر تأثیر مثبت کودهای زیستی ازتوبارور ۱ و بارور ۲ بر صفات اندازه‌گیری شده و به دلیل عوارض زیست محیطی حاصل از کودهای شیمیایی، به کار بردن کودهای زیستی در مقایسه با کودهای شیمیایی برتری دارد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، درصد روغن، شاخص برداشت، تعداد کپسول در بوته

صادقیان دهکردی، ا. و ع. تدین. ۱۳۹۵. واکنش بزرک (*Linum usitatissimum* L.) به کودهای زیستی، شیمیایی نیتروژنی و فسفوری در شرایط تنش خشکی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۷: ۸۹-۷۲.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته آگرواکولوژی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: [sadeghian.anis@gmail.com](mailto:sadeghian.anis@gmail.com)

۲- دانشیار گروه زراعت دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران



## مقدمه

کشت دانه‌های روغنی از دیرباز بخش مهمی از کشاورزی بسیاری از کشورها بوده است و جزء مهمی از اقلام صادراتی این کشورها را تشکیل می‌دهد (گلستانی و پاک‌نیت، ۱۳۸۶). بزرک (کتان روغنی) با نام علمی *Linum usitatissimum L.* از گیاهان دارویی مهمی است که جهت استفاده از مواد موثره آن در صنایع دارویی و آرایشی و بهداشتی کشت آن همواره مورد توجه می‌باشد (امید بیگی و همکاران، ۱۳۸۰).

بزرک به ژنوتیپ‌هایی از گیاه اطلاق می‌شود که ساقه آن‌ها کوتاه و دارای انشعابات زیاد بوده و در نتیجه عملکرد دانه آن‌ها زیاد می‌باشد (خواججه‌پور، ۱۳۹۲). دانه‌های بزرک دارای ۴۰ - ۳۰ درصد روغن است (امیدبیگی، ۱۳۸۷). از دانه‌های کتان در اثر فشار و بدون حرارت دادن، روغن استخراج می‌شود (حزبوی و همکاران، ۱۳۸۷). ۴۰ تا ۶۰ درصد روغن آن را اسید لینولئیک و ۲۵ درصد آن را اسید لینولئیک تشکیل می‌دهد (امیدبیگی، ۱۳۸۷).

تنش خشکی یک فرآیند فیزیکی شیمیایی است که بسیاری از مولکول‌ها در گیاه از جمله اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، یون‌ها، رادیکال‌های آزاد و عناصر معدنی در آن نقش دارند (کافی، ۱۳۷۴). تجمع پرولین آزاد در گیاهان عالی، واکنشی عمومی به تنش است، البته مقادیری از چند اسید آمینه دیگر نیز تحت تنش خشکی و شوری افزایش می‌یابد، اما درجه این تغییرات قابل مقایسه با تجمع پرولین نیست عابدی باباعربی و همکاران، ۱۳۹۰). تنش خشکی اثر معنی داری بر شاخصهای رشدی در ذرت داشت و سبب کاهش صفات عملکرد دانه و صفات وابسته به عملکرد گردید (آرمندپیشه و همکاران، ۱۳۸۹). گوکسوی و همکاران (۲۰۰۴) کاهش وزن هزاردانه آفتابگردان را در اثر اعمال تنش خشکی در مراحل گل‌دهی و دانه بندی گزارش نمودند. هم‌چنین نشان دادند که تنش خشکی باعث کاهش درصد و عملکرد روغن گردیده است. در مطالعه لاولی و همکاران (۲۰۰۷) در اثر اعمال ۵ رژیم آبیاری از سطوح بدون تنش تا خشکی شدید روی گلرنگ، شاخص برداشت تغییر نکرد ولی در تنش شدید، عملکرد به شدت افت کرد.

در طی چند دهه گذشته، رویکرد جهانی به سمت کشاورزی مدرن باعث صدمه به منابع طبیعی و آلوده‌سازی و تخریب محیط زیست شده و سبب برهم خوردن تعادل اکولوژیک گردیده است (رضوانی و همکاران، ۱۳۸۸). تلاش برای افزایش تولید در واحد سطح و مصرف زیاد و نامتعادل کودهای شیمیایی، علاوه بر افزایش

هزینه‌های تولید، پیامدهای منفی زیست‌محیطی به همراه داشته و تجدیدنظر در شیوه‌های مرسوم افزایش تولید امری ضروری به نظر می‌رسد (ثانی و همکاران، ۱۳۸۶). در کشاورزی، بهبود و حفظ باروری خاک، اهمیت ویژه‌ای برای تامین نیاز مواد غذایی جمعیت رو به رشد دارد (مندل و همکاران، ۲۰۰۷). بهبود کیفیت خاک می‌تواند بر اساس شاخص‌های کیفی و کمی جامعه زیستی آن ارزیابی شود. به همین دلیل استفاده از کودهای زیستی از مؤثرترین شیوه‌های مدیریتی برای حفظ کیفیت خاک در سطح مطلوب محسوب می‌گردد (کوکالیس و همکاران، ۲۰۰۶).

به طور معمول ارگانوسم‌های مورد استفاده برای تولید کودهای زیستی، از خاک منشأ می‌گیرند و در اغلب خاک‌ها حضور فعال دارند ولی در بسیاری از موارد، کمیت و کیفیت آن‌ها در حد مطلوب نیست، لذا استفاده از مایه تلقیح آنها ضرورت پیدا می‌کند (صالح راستین، ۱۳۷۷). کودهای زیستی به عنوان یکی از طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه‌ها به منظور زنده و فعال نگه داشتن سیستم حیاتی خاک مطرح هستند (ویترال و همکاران، ۲۰۰۲).

گزارش شده است کاربرد کودهای زیستی از توپاکتر و فسفات بارور ۲ در صورتی که همراه با کود آلی و کود شیمیایی به اندازه نصف مقدار توصیه شده، مصرف شود می‌تواند با ساز و کار جداگانه‌ای در افزایش عملکرد دانه و درصد روغن دانه‌ی گلرنگ موثر باشد (اجاقلو و همکاران، ۱۳۸۶). مدنی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی اثر باکتری حل‌کننده فسفات را بر عملکرد خردل در مقایسه با کود شیمیایی بررسی کردند و اعلام داشتند که با استفاده از این باکتری ارتفاع گیاهان، کپسول در بوته، غلظت روغن دانه، عملکرد دانه و غلظت فسفر در بخش‌های رویشی و زایشی گیاه به طور کلی افزایش می‌یابد.

به دلیل کمبود اطلاعات در مورد مصرف کودهای شیمیایی و زیستی در هنگام وقوع تنش خشکی در گیاهان روغنی و به خصوص کتان، این آزمایش با هدف بررسی تاثیر کودهای زیستی و تنش خشکی برای تعدادی از خصوصیات کمی و کیفی بزرک انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه عرض

شاهد بدون کود، کود شیمیایی نیتروژنی+فسفوری، کود زیستی از توبرور ۱، بارور ۲ و تلفیق کود زیستی از توبرور ۱+ بارور ۲ بود. عملیات آماده‌سازی بستر کاشت در اواخر اردیبهشت ماه صورت گرفت. برای تهیه بستر ابتدا زمین شخم و سپس دو بار به صورت عمود بر هم دیسک زده شد. جهت تعیین مقدار کود مورد نیاز، از خاک مزرعه نمونه برداری انجام شد. خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد کشت در آزمایشگاه تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه شیمیایی نمونه خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر

بافت	pH	OC (%)	EC (dS/m)	N (%)	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )
لومی رسی	۷/۹۳	۰/۵۸	۰/۴۵	۰/۰۴۶	۱۰/۳	۳۰۳

$$RAW = f * TAW$$

$$N = \frac{RAW}{ET_c}$$

که در این فرمول‌ها N تعداد دور آبیاری، TAW کل آب قابل استفاده، PWP رطوبت خاک در نقطه پژمردگی، FC ظرفیت مزرعه، RAW آب سهل‌الوصول، ET<sub>c</sub> میزان تبخیر و تعرق، D<sub>r</sub> عمق توسعه ریشه، ρ<sub>b</sub> جرم مخصوص ظاهری و f ضریب تخلیه مجاز می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۷).

در طول دوره رشد مراقبت‌های لازم از جمله وجین دستی علف‌های هرز صورت گرفت. هنگام رسیدگی کامل (قهوه‌ای شدن ۹۰ درصد کپسول‌ها) برداشت صورت گرفت. کرت‌های آزمایشی به طول ۳ متر و عرض ۲ متر جمعا تعداد ۶۰ کرت و در مجموع ۳۶۰ متر مربع مساحت مورد برداشت بود. جهت حذف اثر حاشیه ردیف های کناری مورد ارزیابی قرار نگرفتند. جهت اندازه‌گیری تغییرات ارتفاع نسبت به زمان، پس از سبز شدن گیاه هر ۱۳ روز یک مرتبه ۱۰ بوته به طور تصادفی برداشت و میانگین ارتفاع بوته اندازه‌گیری شد.

صفات اندازه‌گیری شده در مرحله برداشت نهائی شامل تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و درصد روغن دانه بود. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی زیر محاسبه گردید. درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد (والکر ۲۰۰۱).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9 انجام گردید. اثرات متقابل معنی‌دار تیمارهای آزمایشی، با

جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۸ دقیقه با ارتفاع ۲۰۷۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل سطوح آبیاری در ۴ سطح شامل بدون تنش با پتانسیل رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی مزرعه حدود ۰/۳۰ مگاپاسکال، تنش ملایم با پتانسیل رطوبت خاک در حدود ۰/۳۵ مگاپاسکال، تنش متوسط با پتانسیل رطوبت خاک در ۰/۶۵ مگاپاسکال و تنش شدید با پتانسیل رطوبتی ۰/۹۵ مگاپاسکال و فاکتور فرعی شامل تیمارهای

بذر مورد استفاده اکوتیپ بزرگ ایرانی بود که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. میزان بذر مصرفی برای هر کرت بر اساس ۷۰ کیلوگرم در هکتار (خواجه پور، ۱۳۹۲) در نظر گرفته شد. مقدار کود شیمیایی نیتروژنی و فسفوری در تیمارهای کودی بر اساس نتایج آزمون خاک به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل تعیین شد. میزان مصرف هر کدام از کودهای زیستی نیتروژن‌دار از توبرور ۱ و فسفات بارور ۲ ۱۰۰ گرم در هکتار بود که از شرکت زیست فناور سبز تهیه گردید. تیمارهای کود زیستی در دو مرحله اعمال گردید. کودهای زیستی در مرحله اول به صورت بذرمال (محتوی بسته در ۲ لیتر آب حل گردید و روی بذور اسپری شد) قبل از کاشت و در مرحله دوم به صورت محلول پاشی روی گیاه (محتوی بسته در ۱۰ لیتر آب حل گردید) قبل از مرحله گلدهی گیاه استفاده شد.

کاشت گیاه بزرگ در در کرت‌هایی به طول ۳ متر و عرض ۲ متر فاصله بین خطوط کشت ۱۵ سانتی‌متر (جمعا ۲۰ ردیف در هر کرت) و فاصله بین گیاه روی ردیف ۳ سانتی‌متر انجام شد فاصله بین کرت‌ها ۱ متر و بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری انجام شد تا قبل از استقرار گیاه، آبیاری بصورت هفتگی ادامه یافت. تیمارهای تنش خشکی از مرحله استقرار گیاه (حدود یک ماه پس از کاشت) تا مرحله رسیدگی اعمال شد.

. نیاز آبی گیاه توسط نرم افزار آبیاری crop wat و با استفاده از فرمول های زیر محاسبه شد.

$$TAW = \rho_b * D_r * (\Theta_{FC} - \Theta_{PWP})$$

به پائین بودن مقدار عددی SEE (Standard Error of Estimate)، بالا بودن ضریب تبیین ( $R^2$ ) و نزدیک بودن نقاط مشاهده شده روی خط رگرسیون، بهترین برازش مدل رگرسیونی غیرخطی سیگموئید تشخیص داده شد. مشخصات و ضرائب مربوط به این مدل در تیمارهای مختلف تنش خشکی در جدول ۲، آورده شده است. مفهوم استفاده از این مدل این است که برای دستیابی به ارتفاع مطلوب تا مرحله ۶۵ روزگی پس از ظهور گیاه، تأمین نیازهای زراعی گیاه ضروری است. تأمین این نیازها پس از گذشت این مدت، از نظر مدیریتی نه تنها باعث افزایش سرعت ارتفاع نمی شود، بلکه در حالت ثابتی قرار می گیرد و استفاده آناز نظر اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود. روند تغییرات ارتفاع بوته در تنش های مختلف خشکی یکسان است با این تفاوت که مقدار عددی ارتفاع بوته در تیمار شاهد بدون تنش، بیشترین و تیمار تنش شدید کمترین است. در نقطه اوج رشد و نمو گیاه بزرک، ارتفاع بوته ۲۳/۷ سانتی متر در شرایط بدون تنش و ۲۱/۲ سانتی متر بود

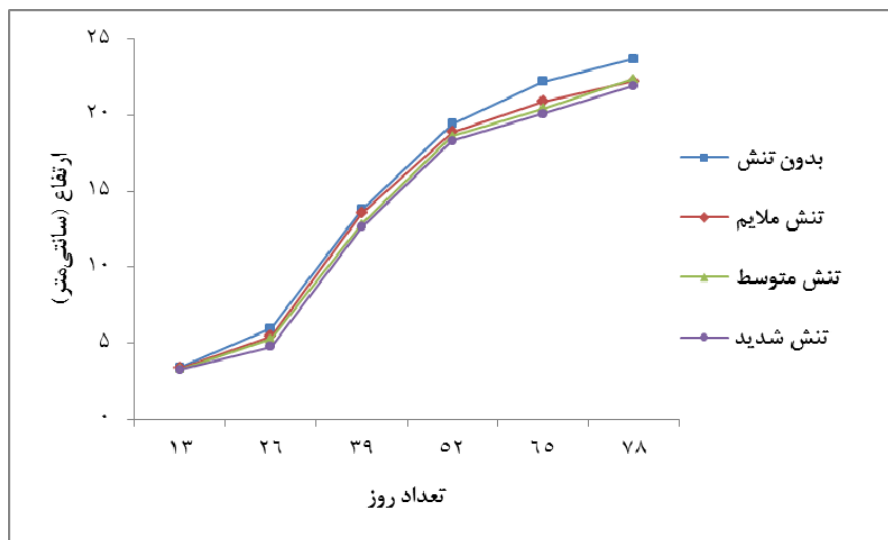
نرم افزار Mstatc مقایسه شدند. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای برازش داده های ارتفاع بوته نسبت به زمان از نرم افزار SigmaPlot 10 استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### روند تجمعی ارتفاع بوته نسبت به زمان:

روند تغییرات ارتفاع بوته نسبت به زمان در سطوح مختلف تنش خشکی در شکل ۱ ارائه شده است. مطابق این شکل با گذشت زمان ارتفاع بوته تا ۶۵ روز پس از ظهور افزایش جهشی و سپس تا مرحله برداشت تغییرات چندانی را نشان نداد. عدم افزایش ارتفاع بوته در مراحل آخر نمونه برداری را می توان به زرد شدن برگها و تقلیل میزان فتوسنتز گیاه و ریزش برگها نسبت داد (بالوک و همکاران، ۱۹۹۸).

برای توصیف، داده های مربوط به صفت ارتفاع بوته بزرک در تنش های مختلف خشکی نسبت به زمان در مدل های مختلف رگرسیونی مورد برازش قرار گرفت که اطلاعات آن آورده نشده است. با توجه



شکل ۱- تغییرات ارتفاع بوته گیاه بزرک نسبت به زمان در سطوح مختلف تنش خشکی. خطوط منحنی نشان دهنده اعداد برازش شده (fitted) در مدل رگرسیون (Sigmoidal, Sigmoid, 3 Parameter) و علائم ■ (شاهد بدون تنش)، ♦ (تنش ملایم)، ▲ (تنش متوسط) و ● (تنش شدید) میزان عددی مشاهده شده (observed) در تیمارها است.

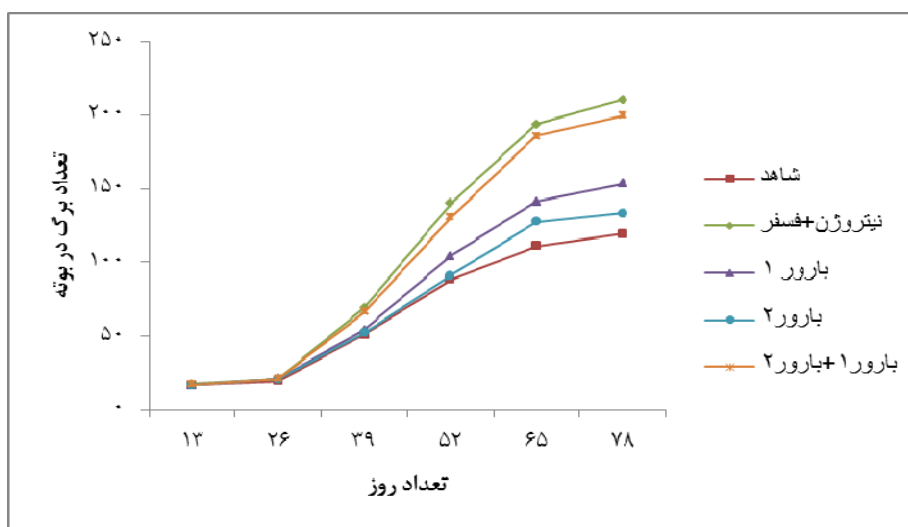
جدول ۲- مشخصات مدل برازش شده (Sigmoidal, Sigmoid, 3 Parameter)، معادله  $(Y = a/(1+\exp(-(x-x_0)/b)))$  و ضرائب مدل در صفت ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف خشکی ( $p=0.01$ )

تیمارها	ضریب تبیین ( $R^2$ )	SEE*	ضرائب معادله		
			a	b	x0
شاهد بدون تنش	0.99	0.3993	23.8678±0.3986	10.2466±0.5748	36.4104±0.6881
تنش ملایم	0.99	0.5412	22.1911±0.4865	9.4040±0.7589	35.3773±0.8974
تنش متوسط	0.99	0.4529	22.4890±0.4381	9.8561±0.6628	36.5880±0.7930
تنش شدید	0.99	0.4946	21.1441±0.4258	8.7855±0.6803	35.8369±0.8054

به پائین بودن مقدار عددی SEE (Standard Error of Estimate)، بالا بودن ضریب تبیین ( $R^2$ ) و نزدیک بودن نقاط مشاهده شده روی خط رگرسیونی، بهترین برازش مدل رگرسیونی غیر خطی سیگموئید تشخیص داده شد. مشخصات و ضرائب مربوط به این مدل در تیمارهای مختلف تنش خشکی در جدول ۲، آورده شده است. روند تغییرات در تیمارهای مختلف کودی یکسان بود با این تفاوت که مقدار عددی ارتفاع بوته در تیمار شاهد بدون کود کمترین و تیمار کود شیمیائی بیشترین بود. طی دوره رشد و نمو بزرگتر نقطه اوج، ارتفاع بوته ۲۵/۲ سانتی متر در تیمار کود شیمیائی و ۱۹/۷ سانتی متر در تیمار شاهد بدون بود.

روند تغییرات ارتفاع بوته نسبت به زمان پس از ظهور گیاه در تیمارهای مختلف کودی در شکل ۲ ارائه شده است. مطابق این شکل با گذشت زمان ارتفاع بوته تا ۶۵ روز پس از ظهور افزایش جهشی و سپس تا مرحله برداشت تغییرات چندانی را نشان نمی دهد. عدم افزایش ارتفاع بوته در مراحل آخر نمونه برداری را می توان به زرد شدن برگها و تقلیل میزان فتوسنتز گیاه و ریزش برگها نسبت داد (بالوک و همکاران، ۱۹۹۸).

برای توصیف، داده های مربوط به صفت ارتفاع بوته بزرگ در تیمارهای مختلف کودی نسبت به زمان در مدل های مختلف رگرسیونی مورد برازش قرار گرفت که اطلاعات آن آورده نشده است. با توجه



شکل ۲- تغییرات ارتفاع بوته گیاه بزرگ نسبت به زمان در تیمارهای مختلف کودی. خطوط منحنی نشان دهنده اعداد برازش شده (fitted) در مدل رگرسیون (Sigmoidal, Sigmoid, 3 Parameter) و علائم (شاهد بدون کود)، ♦ (شیمیائی)، ▲ (ازتوبارور ۱)، ● (بارور ۱) و \* (ازتوبارور ۱+ بارور ۲) میزان عددی مشاهده شده (observed) در تیمارهای کودی است.

جدول ۳- مشخصات مدل برازش شده (Sigmoidal, Sigmoid, 3 Parameter)، معادله ( $Y = a/(1+\exp(-(x-x_0)/b))$ ) و ضرائب مدل در صفت ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف خشکی ( $p=0.01$ )

تیمار کودی	ضریب تبیین ( $R^2$ )	SEE	ضرائب معادله		
			x0	b	a
شاهد بدون کود	0.99	0.3288	34.4238 $\pm$ 0.5641	8.7227 $\pm$ 0.4793	19.6740 $\pm$ 0.2723
شیمیایی (N+P)	0.99	0.6406	38.4960 $\pm$ 1.1369	10.9056 $\pm$ 0.9207	25.9909 $\pm$ 0.7251
ازتوبارور ۱	0.99	0.3734	36.2509 $\pm$ 0.6442	9.6250 $\pm$ 0.5407	22.1110 $\pm$ 0.3503
بارور ۲	0.99	0.4831	35.8168 $\pm$ 0.7814	9.3059 $\pm$ 0.6588	22.6076 $\pm$ 0.4353
ازتوبارور ۱+ بارور ۲	0.99	0.6330	37.9085 $\pm$ 1.1234	10.5147 $\pm$ 0.9207	24.5079 $\pm$ 0.6771

ملایم از لحاظ آماری اختلاف معنی داری نداشت و نسبت به شرایط تنش شدید حدود ۳۰ درصد بیشتر بود. هم چنین کمترین تعداد کپسول در بوته متعلق به تیمار تنش رطوبتی شدید بود. تعداد کپسول در شرایط تنش متوسط با تعداد آن در تیمار تنش شدید اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۳).

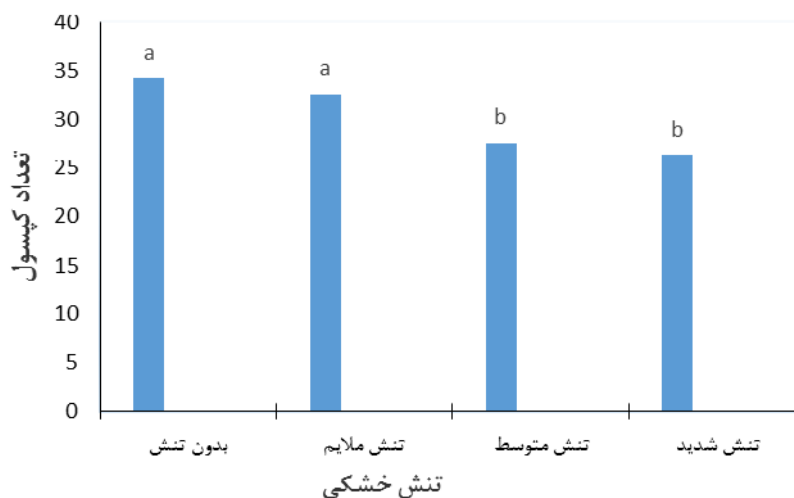
#### تعداد کپسول در بوته

بر اساس جدول ۴، صفت تعداد کپسول در بوته در تیمار تنش خشکی و تیمار کودی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. با این وجود، اثر متقابل تنش خشکی و سطوح مختلف کودی بر تعداد کپسول در بوته معنی دار نشد. بیشترین تعداد کپسول در بوته بزرک در تیمار شاهد بدون تنش مشاهده شد که با تیمار تنش خشکی

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و میزان روغن دانه در سطوح مختلف تنش خشکی و نوع کود مصرفی

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
تعداد کپسول در بوته	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	شاخص برداشت	درصد روغن		
۵۸/۵۵ <sup>ns</sup>	۲۴۷۱/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۲/۶۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۹۲ <sup>ns</sup>	۲	بلوک
۲۱۸/۴۹ <sup>**</sup>	۵۱۶۱۴۰/۱۸ <sup>**</sup>	۴/۰۹ <sup>**</sup>	۲۲۰/۲۱ <sup>**</sup>	۷/۴۵ <sup>**</sup>	۳	تنش خشکی
۱۱۹/۸۴	۶۱۲۶/۶۷	۰/۲۶	۲/۴۱	۱/۳۲	۶	خطای a
۴۷۳/۱۸ <sup>**</sup>	۸۱۳۲۴۱/۸۰ <sup>**</sup>	۲۵/۸۳ <sup>**</sup>	۲۱۰/۱۹ <sup>**</sup>	۹/۲۱ <sup>**</sup>	۴	کود
۱۶/۴۶ <sup>ns</sup>	۱۵۳۰۹/۳۷ <sup>ns</sup>	۰/۱۷ <sup>ns</sup>	۱۱/۱۱ <sup>**</sup>	۱۲/۵۰ <sup>**</sup>	۱۲	تنش خشکی × کود
۲۰/۹۸	۴۳۸۰/۹۶	۰/۲۸	۱/۶۹	۰/۸۹	۳۲	خطای b
۱۵/۱۶	۱۲/۵۷	۸/۵۷	۶/۱۰	۳/۱۶		ضریب تغییرات

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



شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته در تنش‌های مختلف رطوبتی

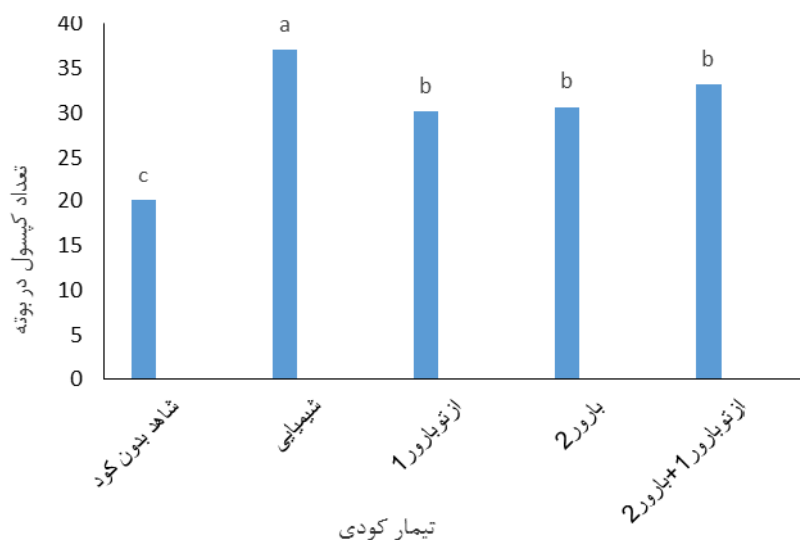
میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند (LSD).

کپسول‌ها از طریق ریزش آن‌ها و در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (سیرت و همکاران، ۱۹۸۷).

بیشترین تعداد کپسول در بوته در تیمار کود شیمیایی (نیتروژنی و فسفری) و کمترین آن در تیمار شاهد بدون کود مشاهده شد. همچنین تعداد کپسول در بوته در تیمارهای ازتوبارور ۱، بارور ۲ و مخلوط ازتوبارور ۱+ بارور ۲ اختلاف معنی داری نداشت و تعداد کپسول در بوته در تیمار استفاده توام ازتوبارور ۱+ بارور ۲ حدود هفتاد درصد نسبت به شاهد همچنین در مصرف جداگانه ازتوبارور ۱ و بارور ۲ به ترتیب ۵۰ و ۵۵ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود (شکل ۲).

درمورد تاثیر تنش خشکی بر تعداد کپسول در بوته به عنوان جزئی از عملکرد بررسی‌های متعددی انجام گرفته است. امیدبگی و همکاران (۱۳۸۰) گزارش کردند با افزایش میزان آبیاری تعداد کپسول در گیاه کتان روغنی افزایش می‌یابد. آیین (۱۳۹۲) و شکوه فر و یعقوبی‌نژاد (۱۳۹۱) در بررسی‌های خود در مورد حذف آبیاری در گیاه کنگد بیان داشتند حذف آبیاری باعث کاهش شدید تعداد کپسول در بوته شد. نتیجه این آزمایش مبنی بر کاهش تعداد کپسول در اثر تنش خشکی با نتایج آزمایش‌های این منابع مطابقت دارد. دیواره کپسول در حال رشد با دانه‌های در حال توسعه، برای جذب مواد فتوسنتزی به شدت رقابت می‌کنند که در زمان افزایش تنش‌های محیطی این رقابت بیشتر شده و منجر به کاهش تعداد





شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته در تیمارهای مختلف کودی

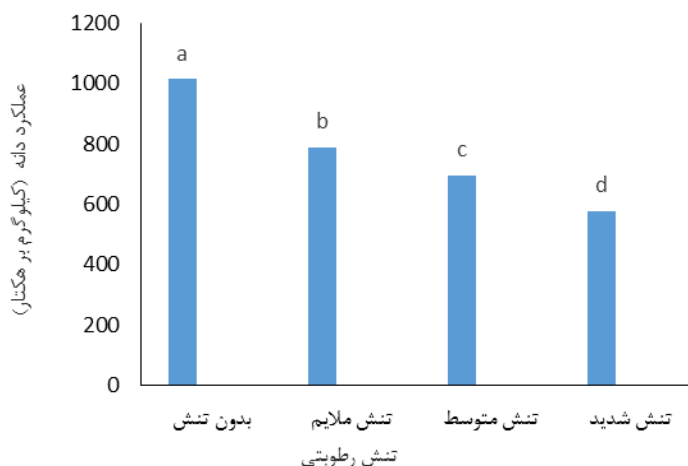
میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند (LSD).

رشدی گیاه نظیر تعداد کپسول در بوته شد. میکروارگانیزم‌های موجود در کودهای زیستی با تولید هورمون‌های محرک رشد و مواد زیستی فعال باعث افزایش رشد رویشی و به تبع آن افزایش تعداد شاخه جانبی و تعداد کپسول در بوته می‌شوند (خرم‌دل و همکاران ۱۳۸۹).

#### عملکرد دانه

صفت عملکرد دانه در تیمار سطوح مختلف تنش خشکی و تیمار کودی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. این صفت در تیمار اثر متقابل تنش‌های مختلف رطوبتی × نوع کود مصرفی معنی دار نشد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه مربوط به شرایط بدون تنش رطوبتی بود و کمترین آن در تیمار تنش شدید رطوبتی مشاهده شد. در ضمن عملکرد دانه در دو تیمار تنش ملایم و متوسط به ترتیب ۲۲/۳۴ و ۳۱/۴۹ درصد نسبت به تیمار شاهد بدون تنش کاهش نشان داد (شکل ۵).

رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) بیان داشتند بیشترین تعداد کپسول در بوته کتان روغنی در تیمارهای ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژنه مشاهده شد. محمد و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که با افزودن کودهای شیمیایی اوره و سوپر فسفات تریپل، صفت تعداد کپسول در بوته در سیاهدانه به طور معنی‌داری افزایش یافت. برتری تیمار کود شیمیایی در مقایسه با کودهای زیستی در صفت تعداد کپسول در بوته که در این آزمایش بدست آمد همسو با نتایج منابع بررسی شده می‌باشد. این برتری را می‌توان به تامین عناصر غذایی کافی در تیمار کود شیمیایی نسبت به سایر تیمارها مرتبط دانست که در نهایت منجر به بهبود خصوصیات رشدی از جمله تعداد کپسول در بوته گردید. همچنین در مورد تاثیر کودهای زیستی بر تعداد کپسول در بوته احمدی فرد و همکاران (۱۳۸۸) بیان داشتند بیشترین تعداد غلاف در بوته در گیاه عدس در تیمار مخلوط بارور ۲ و سوپر فسفات تریپل بدست آمد. تحقیقات شالان (۲۰۰۵) نیز نشان داد که تلقیح بذر سیاهدانه با کودهای زیستی نظیر آزوسپیریولوم، ازتوباکتر و سودوموناس باعث بهبود خصوصیات



شکل ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه در هکتار بزرگ در تنش‌های مختلف خشکی میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند (LSD).

زیستی بر میزان عملکرد دانه در گیاهان مختلف انجام شده است. از آن جمله می‌توان به بررسی اذترک و اذر (۲۰۰۸) که بر روی گیاه آفتابگردان انجام دادند اشاره داشت، آن‌ها بیان داشتند استفاده از کود شیمیایی (نیتروژن) باعث افزایش عملکرد دانه در این گیاه شد. همچنین الحبشی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند کاربرد مقادیر مختلف کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) باعث افزایش عملکرد دانه در کنگد شد که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر باعث افزایش دوام سطح برگ و در نتیجه افزایش ماده خشک تولیدی در طی فتوسنتز می‌شود. انتقال این مواد به دانه‌ها در طی مرحله پرشدن دانه باعث افزایش وزن هزاردانه و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (محمدرزی و همکاران، ۱۳۸۹).

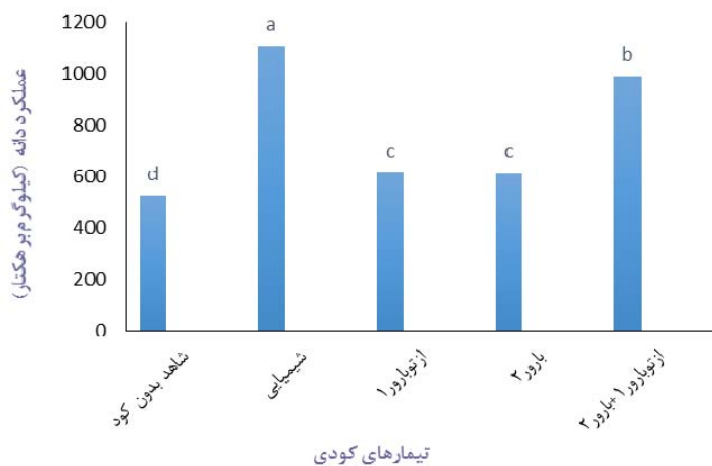
تلان و همکاران (۲۰۰۴) بیان داشتند استفاده از ازتوباکتر باعث افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد در گیاه رازیانه شد. شالان (۲۰۰۵) بیان داشت تلقیح بذور سیاهدانه با کودهای زیستی ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و سودوموناس باعث افزایش عملکرد دانه شد. کولیایی و همکاران (۲۰۱۲) بیان داشتند حداکثر عملکرد دانه در تیمار مخلوط کود شیمیایی و بارور ۲ بدست آمد افزایش آزادسازی فسفر از منابع نامحلول و افزایش جذب عناصر دیگر به خصوص نیتروژن در نتیجه‌ی فعالیت باکتری‌های موجود در کودهای زیستی، سبب بهبود استقرار گیاه، گسترش سیستم ریشه‌ای،

کاکس و جولیف (۲۰۰۰) گزارش کردند که کمبود آب خاک، عملکرد دانه را در آفتابگردان تا ۲۰ درصد و در سویا تا ۲۷ درصد کاهش داد. سیناکی و همکاران (۲۰۰۷) و نعیمی و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش کردند عملکرد دانه کلیه گونه‌های جنس براسیکا، کاهش معنی‌داری را در شرایط کمبود آب نشان داد. نتیجه آزمایش حاضر مبنی بر تاثیر منفی تنش خشکی بر عملکرد دانه با نتایج ذکر شده مطابقت دارد.

تنش خشکی با کاهش سطح برگ یا همان سطح فتوسنتز کننده و پیری زودرس آن‌ها باعث افت عملکرد می‌شود (مظاهری لقب و همکاران، ۱۳۸۰). هم‌چنین می‌توان بیان داشت که تنش خشکی با تاثیر منفی که بر اجزای عملکرد مانند تعداد کپسول و تعداد دانه در کپسول دارد باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (نعیمی و همکاران، ۱۳۸۹).

بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار کود شیمیایی نیتروژنی و فسفری و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بدون کود بود. میزان عملکرد در تیمار کود شیمیایی نسبت به تیمار شاهد حدوداً صد درصد بیشتر بود. میزان عملکرد گیاه در دو تیمار ازتوبارور ۱ و بارور ۲ در مصرف جداگانه رفتاری مشابه داشت و این دو تیمار از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند. تیمار مخلوط ازتوبارور ۱ و بارور ۲ بعد از کود شیمیایی بیشترین عملکرد را دارا بود و توانست از این نظر با تیمار کود شیمیایی تقریباً برابری نماید (شکل ۶). بررسی‌های متعددی در مورد تاثیر کودهای شیمیایی و

توسعه اندام‌های گیاهی و در نهایت افزایش عملکرد دانه می‌شود (توحیدی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۲).

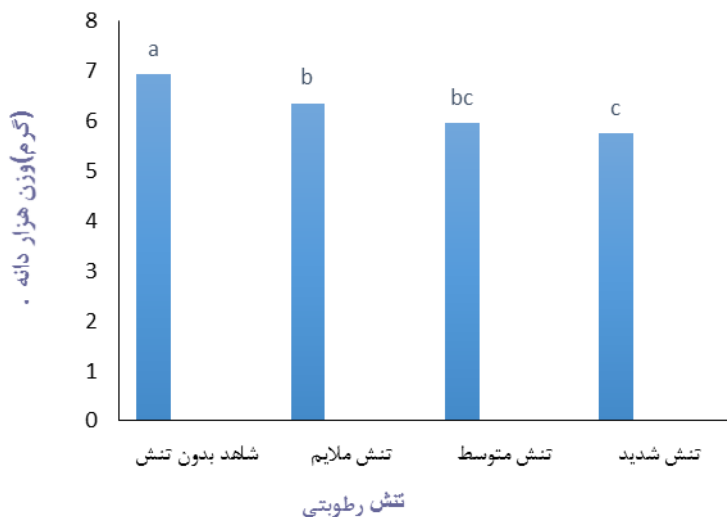


شکل ۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه در تیمارهای مختلف کودی میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند (LSD).

دانه در تیمار شاهد بدون تنش یا شرایط آبیاری کامل و کم‌ترین آن مربوط به تیمار تنش شدید خشکی بود. وزن هزار دانه در تیمار تنش شدید ۲۰٪ نسبت به تیمار بدون تنش کاهش نشان داد.

وزن هزار دانه

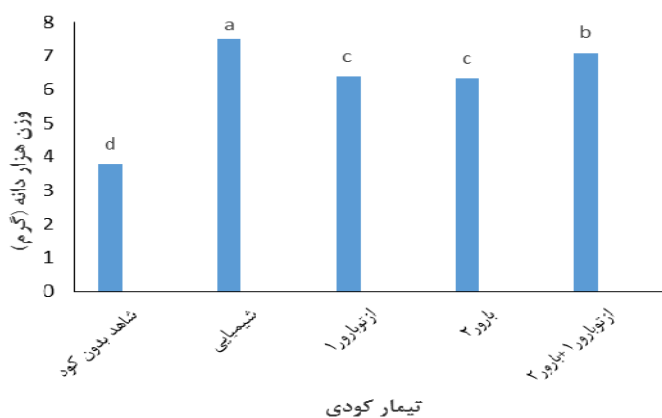
بر اساس نتایج جدول ۴، وزن هزار دانه در بزرک در تیمار تنش خشکی و تیمار کودی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همان‌طور که در شکل ۷، مشاهده می‌شود بیشترین مقدار وزن هزار



شکل ۷- مقایسه میانگین وزن هزار دانه بزرک در تنش‌های مختلف رطوبتی میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند (LSD).



بر طبق شکل ۸، بیشترین میزان وزن هزاردانه در تیمار کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و کمترین آن در تیمار شاهد بدون کود مشاهده شد. در تیمارهای مصرف جداگانه ازتوبارور ۱ و بارور ۲ از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی هرکدام نسبت به شاهد به ترتیب ۶۹ و ۶۷ درصد افزایش در میزان وزن هزاردانه نشان دادند (شکل ۸). مطابق این شکل، بیشترین وزن هزار دانه بعد از تیمار کود شیمیایی (نیتروژن+فسفر) متعلق به تیمار مخلوط ازتوبارور ۱ و بارور ۲ بود.



شکل ۸- مقایسه میانگین وزن هزار دانه بزرک در تیمارهای مختلف کودی

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند (LSD).

در مورد تاثیر کود زیستی بارور ۲ یوسفی و همکاران (۱۳۸۹) اظهار داشتند استفاده از این کود زیستی باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه در ذرت در مقایسه با شاهد بدون کود گردید. در مطالعه‌ای که ناصری‌راد و همکاران (۲۰۱۱) انجام دادند بیان داشتند استفاده از مخلوط ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم باعث افزایش وزن هزار دانه در ذرت شد.

وزن هزار دانه مستقیماً تحت تأثیر جریان مواد فتوسنتزی بعد از گرده افشانی است. این مواد می‌توانند از فتوسنتز جاری گیاه و یا انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه‌ها، برگ‌ها و یا کپسول‌ها تأمین شوند (احمدی و بحرانی، ۱۳۸۸). به نظر می‌رسد که در تلقیح با کودهای زیستی به دلیل افزایش سرعت و مدت فتوسنتز، راندمان انتقال مواد به دانه و تجمع ماده خشک افزایش یافته که این امر در نهایت منجر به افزایش وزن هزار دانه و عملکرد دانه شده است (ریچتر و همکاران، ۲۰۰۵)

پازکی (۱۳۸۹) بیان داشت تنش خشکی باعث کاهش وزن هزار دانه در کلزا شد. کاهش وزن هزاردانه در گلرنگ در اثر تنش خشکی نیز توسط فرید و احسان‌زاده (۲۰۰۶) و ابوالحسنی و سعیدی (۱۳۸۵) نیز گزارش شده است. دلیل کاهش وزن هزار دانه به دنبال تنش خشکی، کاهش جذب آب و املاح توسط گیاه و به دنبال آن کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی و مواد پرورده به دانه‌ها می‌باشد (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴). همچنین رشدی و رضادوست (۱۳۸۴) نیز بیان داشتند که با افزایش شدت تنش خشکی انتقال مواد غذایی از ساقه به دانه‌ها نیز کاهش یافته و همین امر موجب کاهش وزن هزار دانه می‌گردد.

سیف‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) بیان داشتند حداکثر وزن هزار دانه در گیاه ذرت در تیمار کود شیمیایی (نیتروژن) بدست آمد. الحبشی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که حداکثر وزن هزار دانه در گیاه کنجد در تیمار کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) بدست آمد. برتری کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) نسبت به سایر کودهای زیستی در صفت وزن هزار دانه با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

به دلیل اینکه وزن هزار دانه به مواد فتوسنتزی جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره شده بستگی دارد، لذا مصرف بیشتر کود شیمیایی نیتروژن و فسفر به دلیل افزایش دوام سطح برگ و تولید ماده خشک بیشتر، مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه‌ها منتقل ساخته و منجر به افزایش وزن هزار دانه می‌شود (محمدورزی و همکاران، ۱۳۸۹).

## شاخص برداشت

بر طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴)، شاخص برداشت در تیمار سطوح مختلف تنش خشکی و تیمار مختلف کودی و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بر اساس داده های موجود در جدول ۵، بیشترین شاخص برداشت در تیمار رطوبتی شاهد بدون تنش و تیمار تحت تغذیه کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و کمترین درصد شاخص برداشت در شرایط تنش شدید رطوبتی و تیمار شاهد بدون کود مشاهده شد.

تأثیر تنش خشکی بر شاخص برداشت در گیاهان مختلف موضوعی است که توسط بسیاری از پژوهشگران در گیاهان مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. از آن جمله می‌توان به مطالعه‌ی پازکی (۱۳۸۹)، بر روی گیاه کلزا اشاره داشت. ایشان بیان داشت که تنش خشکی شدید (۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر) شاخص برداشت را در گیاه کلزا کاهش داد. و حاجی حسنی اصل و همکاران (۱۳۸۷) به کاهش شاخص برداشت در آفتابگردان تحت تنش خشکی شدید (۱۶۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر) اشاره داشتند. نتایج ذکر شده با نتیجه این آزمایش مبنی بر تأثیر منفی خشکی بر شاخص برداشت مطابقت دارد.

شاخص برداشت بیان کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد دانه و عملکرد زیستی می‌باشد (خرم‌دل و همکاران، ۱۳۸۹). تنش خشکی با تأثیر منفی که بر اجزای عملکرد دارد باعث کاهش شاخص برداشت می‌گردد (آئین، ۱۳۹۲).

در مورد تأثیر کود شیمیایی بر میزان شاخص برداشت احمدی و بحرانی (۱۳۸۸) و شاکری و همکاران (۱۳۹۱) اعلام داشتند که مقادیر کود شیمیایی (نیتروژن) باعث افزایش شاخص برداشت در کنجد شد. الحبشی و همکاران (۲۰۰۷) همین گزارش را در کنجد تحت تأثیر کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) اعلام کردند. از طرف دیگر می‌توان این‌گونه بیان داشت که گیاه با جذب بهتر عناصر غذایی و افزایش شاخص سطح برگ می‌تواند از تابش خورشیدی بهتر استفاده نماید و مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه ارسال نماید و در نتیجه نسبت دانه به ماده خشک کل را افزایش دهد و در نتیجه شاخص برداشت افزایش می‌یابد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۲).

در پژوهشی که توحیدی نیا و همکاران (۱۳۹۲) در مورد تأثیر کود زیستی بارور ۲ بر روی ذرت انجام دادند گزارش کردند که این کود بر شاخص برداشت ذرت تأثیر معنی‌داری داشت. ثانی و همکاران (۱۳۸۶) نیز بیان داشتند مصرف توام از توپاکتر و آزوسپیریلیوم باعث افزایش شاخص برداشت در ذرت نسبت به

تیمار بدون تلقیح شد. بهبود شاخص برداشت در تیمارهایی تغذیه شده با کودهای زیستی نسبت به تیمار شاهد بدون کود که در این آزمایش مشاهده شد با نتایج دیگر منابع ذکر شده همخوانی دارد. افزایش شاخص برداشت تحت تأثیر کاربرد کود زیستی با توجه به اثر افزایش آن‌ها بر رشد رویشی و زایشی توجیه پذیر است. بنابراین می‌توان بیان داشت که باکتری‌ها با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌شوند (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۲).

## درصد روغن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴)، نشان داد که درصد روغن در تیمار تنش‌های مختلف خشکی و تیمارهای مختلف کودی و اثر متقابل آن‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. نظر به معنی‌دار شدن اثر متقابل بین تیمارها (جدول ۴) لذا تغییرات درصد روغن در این آزمایش علاوه بر تیمار تنش رطوبتی به تیمار نوع کود مصرفینیز بستگی دارد. بر اساس جدول ۵، بیشترین درصد روغن در شرایط تیمار شاهد بدون تنش و تیمار تغذیه شده با کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) مشاهده شد که حدود ۳۱ درصد بیشتر از حداقل میزان روغن در تیمار تنش رطوبتی شدید و تیمار شاهد بدون کود بود.

در مورد تأثیر تنش خشکی بر درصد روغن در دانه‌های روغنی تا کنون بررسی‌های متعددی انجام شده است. در این رابطه تناقضات فراوانی در بین نتایج محققان وجود دارد. برای مثال حیدری و آساد (۱۳۷۷) و پاتل (۱۹۹۳) در بررسی خود در گیاه گلرنگ بیان داشتند قطع آبیاری و تنش خشکی باعث کاهش درصد روغن دانه شد. غلامحسینی و همکاران (۲۰۱۳) هم بیان داشتند تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار درصد روغن دانه در آفتابگردان شد. این نتایج با نتیجه این آزمایش مبنی بر کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی مطابقت دارد. از طرفی طاووسی (۱۳۸۶) در گلرنگ بیان داشتند میزان روغن دانه تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت. از جمله دلایلی که برای کاهش درصد روغن دانه تحت شرایط تنش خشکی بیان می‌شود این است که تنش خشکی باعث بروز اختلال در پر شدن دانه و افزایش نسبت پوسته به مغز و در نهایت کاهش درصد روغن می‌شود (میلادی لاری و احسان‌زاده، ۱۳۸۹).

احمدی و جاویدفر (۱۳۷۷) بیان داشتند حداکثر درصد روغن در کلزا در تیمار کود شیمیایی نیتروژن (۲۰۰-۱۰۰ کیلوگرم در

(۱۳۸۹) نیز در بررسی خود در مورد تاثیر کودهای زیستی بر آفتابگردان اظهار داشتند که کود زیستی فسفره بارور ۲ نتوانست روی درصد روغن تاثیر چندانی نسبت به فسفر شیمیایی داشته باشد. نتایج این آزمایش در مورد صفت درصد روغن همسو با نتایج احمدی و جاویدفر (۱۳۷۷) در کلزا و مرادی و همکاران (۱۳۸۹) در آفتابگردان می باشد. کودهای زیستی با فراهم آوردن شرایط مناسب تری جهت رشد گیاه مانند تولید هورمون های گیاهی و توسعه سیستم ریشه ای و در نتیجه افزایش جذب آب و عناصر غذایی، زمینه افزایش عملکرد کیفی (درصد روغن) را در گیاه فراهم می آورند (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۲).

هکتار) بدست آمد. هم چنین درصد روغن دانه کنجد در تیمارهای مختلف کودی (کودشیمیایی و زیستی نیتروکسین) تاثیر معنی داری را نشان نداد (شاکری و همکاران، ۱۳۹۱). محققین بر این باورند که درصد روغن تحت کنترل عوامل ژنتیکی بوده اما افزایش کود در زمان مناسب می تواند به درصد روغن کمک نماید (سام دلیری و همکاران، ۱۳۸۹). در مراحل رشد سریع که نیاز غذایی گیاه افزایش می یابد، اگر مواد غذایی پرمصرف و کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، به دلیل پر شدن دانه ها، درصد روغن نیز افزایش می یابد. شهابا و خاوس (۲۰۰۳) اظهار داشتند صفت درصد روغن در آفتابگردان تحت تاثیر باکتری های محرک رشد (ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و بیوفسفر) نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. مرادی و همکاران

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تنش رطوبتی و نوع کود مصرفی بر صفات شاخص برداشت و میزان روغن در بزرک

تیمار تنش خشکی	تیمار کودی	شاخص برداشت (%)	روغن (%)
	شاهد	۱۷/۹۹ <sup>ghi</sup>	۲۹/۶۵ <sup>hij</sup>
	کود شیمیایی	۳۳/۴۱ <sup>a</sup>	۳۴/۵۲ <sup>a</sup>
بدون تنش (پتانسیل ۰/۰۳ مگاپاسکال)	ازتوبارور ۱	۲۲/۷۰ <sup>f</sup>	۳۰/۶۶ <sup>efg</sup>
	بارور ۲	۲۵/۶۹ <sup>cde</sup>	۳۱/۲۲ <sup>def</sup>
	ازتوبارور ۱+بارور ۲	۲۹/۱۶ <sup>b</sup>	۳۲/۱۶ <sup>bc</sup>
	شاهد	۱۶/۶۷ <sup>ijk</sup>	۲۸/۹۰ <sup>jk</sup>
	کود شیمیایی	۲۷/۴۱ <sup>bc</sup>	۳۲/۶۹ <sup>b</sup>
تنش ملایم (پتانسیل ۰/۳۵ مگاپاسکال)	ازتوبارور ۱	۱۹/۴۹ <sup>g</sup>	۳۰/۴۳ <sup>fgh</sup>
	بارور ۲	۱۹/۹۱ <sup>g</sup>	۳۰/۱۲ <sup>ghi</sup>
	ازتوبارور ۱+بارور ۲	۲۴/۹۷ <sup>de</sup>	۳۱/۶۳ <sup>cd</sup>
	شاهد	۱۴/۷۶ <sup>kl</sup>	۲۷/۴۹ <sup>l</sup>
	کود شیمیایی	۲۶/۱۸ <sup>cd</sup>	۳۱/۴۰ <sup>cde</sup>
تنش متوسط (پتانسیل ۰/۶۵ مگاپاسکال)	ازتوبارور ۱	۱۹/۳۳ <sup>gh</sup>	۳۰/۲۲ <sup>gh</sup>
	بارور ۲	۱۷/۹۱ <sup>ghi</sup>	۲۲/۴۹ <sup>n</sup>
	ازتوبارور ۱+بارور ۲	۲۳/۷۳ <sup>ef</sup>	۳۰/۷۰ <sup>efg</sup>
	شاهد	۱۳/۱۷ <sup>l</sup>	۲۶/۲۳ <sup>m</sup>
	کود شیمیایی	۱۷/۲۷ <sup>hij</sup>	۳۰/۱۷ <sup>gh</sup>
تنش شدید (پتانسیل ۰/۹۵ مگاپاسکال)	ازتوبارور ۱	۱۵/۲۳ <sup>kl</sup>	۲۹/۲۴ <sup>ij</sup>
	بارور ۲	۱۶/۹۹ <sup>ij</sup>	۲۸/۲۰ <sup>kl</sup>

۲۹/۲۶<sup>ج</sup>۱۹/۸۸<sup>ب</sup>

ازتوبارور+بارور ۲

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد (LSD) ندارند.

## نتیجه‌گیری

بر طبق نتایج به دست آمده از آزمایش می‌توان این‌گونه بیان داشت که تمامی صفات بررسی شده تحت تاثیر تیمارهای تنش خشکی و تیمارهای کودی معنی‌دار شدند. اثر متقابل این تیمارها تنها بر صفات شاخص برداشت و درصد روغن معنی‌دار گردید. بیشترین مقدار در صفات عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه در تیمار بدون تنش مشاهده شد. همچنین در بین تیمارهای کودی حداکثر تاثیر به ترتیب مربوط به تیمار کود شیمیایی و بعد از آن تیمار استفاده توام ازتوبارور ۱ و بارور ۲ بود. با توجه به تاثیر مثبت کودهای زیستی در این آزمایش بر صفات مورد اندازه‌گیری و با توجه به اینکه کودهای زیستی علاوه بر تامین نیازهای غذایی گیاه با توسعه سیستم ریشه می‌توانند به

افزایش جذب مواد غذایی و آب از خاک کمک کرده و همچنین مقاومت گیاهان را نسبت به بیماری‌ها و تنش‌های آبی افزایش دهند، این موضوع به خصوص در کشور ما که با محدودیت منابع آب در کشاورزی روبه‌رو بوده بسیار حائز اهمیت می‌باشد. همچنین با کاربرد حجم کمتری از کودهای زیستی (تا ۳۰ درصد مقدار کودهای شیمیایی) به‌تنهایی می‌تواند تاثیر به‌سزایی در کاهش هزینه‌های حمل و نقل، انبارداری و توزیع داشته باشد.

## سپاسگزاری

بر خود لازم می‌دانم از شرکت زیست فناور سبز به دلیل در اختیار نهادن کودهای زیستی مورد نیاز مربوط به آزمایش تشکر و قدردانی به عمل آورم.

## منابع

- ابوالحسنی، خ. ا. و ق. ا. سعیدی. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به خشکی لاین‌های گلرنگ بر اساس شاخص‌های تحمل حساسیت به تنش رطوبتی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۰، شماره ۳: ۴۱۶-۴۰۷.
- احمدی، م. و ف. جاویدفر. ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا. بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج: ۳۸-۲۴.
- احمدی، م. و، م. ج. بحرانی. ۱۳۸۸. تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان روغن دانه ارقام کنجد در منطقه بوشهر. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۸: ۱۳۱-۱۲۳.
- امید بیگی، ر. ۱۳۸۷. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی. جلد سوم (چاپ پنجم).
- امیدبیگی، ر. م. فخر طباطبایی و ت. اکبری. ۱۳۸۰. اثر کود نیتروژن و آبیاری بر باروری (رشد، عملکرد و مواد موثره) کتان روغنی. مجله علوم و فنون کشاورزی ایران، جلد ۳۲، شماره ۱: ۶۴-۵۳.
- اوجاقلو، ف.، ف. فرح‌وش، ع. حسن‌زاده، و ع. جوانشیر. ۱۳۸۶. تاثیر تلقیح با کودهای زیستی ازتوباکتر و فسفات بارور ۲ بر عملکرد گلرنگ. مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. سال ۱، شماره ۳: ۵۱-۳۹.
- آرمندپیشه، ا. شیرانی‌راد، ا. ر. دادی، ا. ا. عبادی، ع. و کلیاتی، ا. ع. ۱۳۸۹. کاهش اثرات نامطلوب خشکی با کاربرد ژنولیت بر ویژگی‌ها بذرهای تولیدی ارقام کلزا (*Brassica napus L.*). فصلنامه علمی-پژوهشی گیاه و زیست‌بوم، سال ۶، شماره ۲۴: ۷۶-۶۷.
- آیاری، ه. و ف. شکاری. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی (زراعت و فیزیولوژی). انتشارات عمیدی تبریز. ۱۸۲ ص.
- آیین، ا. ۱۳۹۲. اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی دو ژنوتیپ کنجد. مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۲-۲۹، شماره ۱: ۷۲-۶۹.
- پازکی، ع. ر. ۱۳۸۹. اثر مقادیر ژنولیت و تنش کم‌آبی بر عملکرد اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا (*Brassica napus L.*) در منطقه شهرری. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۶، شماره ۱: ۱۶-۱.
- توحیدی‌نیا، م. ع.، د. مظاهری، س. م. ب. حسینی و ح. مدنی. ۱۳۹۲. اثر مصرف توام کود زیستی بارور ۲ - کود شیمیایی فسفر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays L.*) رقم سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۵، شماره ۴: ۳۰۷-۲۹۵.



- ثانی، ب.، ف. رجبزاده، ه. لیاقتی، ف. قوشچی، و. کارور. ۱۳۸۶. نقش کودهای زیستی بر شاخص‌های کمی و کیفی ذرت دان‌های در اکوسیستم زراعی. مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم‌شناختی ایران. گرگان ۲۶-۲۵ مهر: ۸۹۹-۸۸۵.
- حاجی حسنی اصل، ن.، م. رشدی، م. غفاری، ا. علیزاده، ا. مرادی‌اقدم. ۱۳۸۷. تاثیر تنش خشکی و قطع برگ بر برخی صفات زراعی عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان روغنی. مجله دانش نوین کشاورزی، سال ۵، شماره ۱۵: ۴۰-۲۵.
- حزبوی، ع.، س. ضیائی، پ. قبادیان، م. خوش تقاضا و ش. کاظمی. ۱۳۸۷. تاثیر رطوبت بر برخی از خصوصیات بذر کتان. هجدهمین کنگره علوم و صنایع غذایی. خراسان رضوی، ۲۴ تا ۲۵ مهر.
- حسن‌زاده، م.، ا. شیرانی‌راد، م. نادری درباغشاهی، ب. مجد نصیری، ح. مدنی. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پرمحصول کلزای پاییزه. مجله کشاورزی، جلد ۷ شماره ۲: ۱۷-۲۴.
- حیدری، س.ح. و آساد، م.ت. ۱۳۷۷. تاثیر رژیم‌های آبیاری میزان کود نیتروژنه و تراکم بوته بر عملکرد گلرنگ رقم زرقان در منطقه ارسنجان فارس. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات کرج ایران.
- خرم‌دل، س.ع. کوچکی، م. نصیری محلاتی، و. ر. قربانی. ۱۳۸۹. اثر کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa L.*) نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۸، شماره ۵: ۷۷۶-۷۶۸.
- خواججه پور، م.ر. ۱۳۹۲. اصول و مبانی زراعت. جهاد دانشگاهی اصفهان. ۶۵۸ صفحه.
- رحیمی، م.، ق. نورمحمدی، ا. آیینه بند، ع. افشار، و. غ. معاف پوریان. ۱۳۸۸. اثر زمان کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر ویژگی‌ها کمی و کیفی کتان روغنی (*Linum usitatissimum L.*). مجله به زراعی نهال و بذر، جلد ۲-۲۵، شماره ۱: ۹۲-۷۹.
- رشدی، م. و س. رضادوست. ۱۳۸۴. بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری بر ویژگی‌ها کمی و کیفی ارقام آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۵: ۱۲۵۰-۱۲۴۱.
- رضوانی مقدم، پ.، ز. برومند، د. رضازاده، ع. ا. محمدآبادی، و. ع. شریف. ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد اجزاء عملکرد و درصد روغن دانه گیاه کرچک. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۶ شماره ۲: صفحات ۳۱۴-۳۰۳.
- سام دلیری، م.، پ. مظلوم، ن. خدابنده. ۱۳۸۹. بررسی اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژن و پتاسیم بر درصد روغن و پروتئین دانه درکلزا. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۶، شماره ۴: ۹۱-۸۵.
- سیف‌زاده، س.، ح. سلیمانزاده و ع. کوهی قوشخانه. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر تراکم بوته و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای S.C 704 در منطقه ساوه، مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران، جلد ۳، شماره ۲: ۸۸-۸۱.
- شاکری، ا.، ا. امینی دهقی، ع. طباطبایی، و ع. مدرس ثنوی. ۱۳۹۱. تأثیر کودشیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد اجزای عملکرد درصد روغن و پروتئین ارقام کنگد. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۲، شماره ۱: صفحات ۷۱ تا ۸۵.
- شکوه‌فر، ع. و س. یعقوبی‌نژاد. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی بر اجزاء عملکرد ارقام مختلف کنگد. مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۸، شماره ۴: ۲۹-۱۹.
- صالح راستین، ن. ۱۳۷۷. کودهای زیستی. مجله خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۳: ۳۶-۱.
- طاووسی، م. ۱۳۸۶. مطالعه تاثیر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و میزان روغن دانه در گلرنگ بهاره در اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.
- عابدی باباقریبی، س.، م. موحدی دهنوی، ع. یدوی، و. ا. ادهمی. ۱۳۹۰. تأثیر محلول پاشی روی و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ در شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۴، شماره ۱: ۹۵-۷۵.
- علیزاده ا. ۱۳۸۷. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد. ۳۹۶ صفحه.
- کافی، م. ۱۳۷۴. فیزیولوژی گیاهی (جلد دوم)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۶۵۸ صفحه.
- کوچکی، ع. و غ. ح. سرمدنیا. ۱۳۹۱. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه) (چاپ ۱۷). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

- گلستانی، م. و ح. پاک‌نیت. ۱۳۸۶. ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در لاین‌های کنجد. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۱۱، شماره ۴۱: ۱۵۰-۱۴۱.
- محمودری، ر.، د. حبیبی، س. وزان، و ع. پاک‌کی. ۱۳۸۹. اثر باکتری‌های محرک رشد (PGPR) و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان، پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان) دانشکده کشاورزی. ۲۷-۲۸ بهمن ماه.
- مدنی، ح.، غ. نادی بروجردی، ح. آفاجانی، و ع. پاک‌کی. ۱۳۸۹. مقایسه اثرات مصرف کودهای شیمیایی فسفره و باکتریهای حل‌کننده فسفات در عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و محتوای نسبی فسفر بافت‌ها در کلزای پائیزه. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۶ شماره ۴: ۹۳-۱۰۴.
- مرادی، م.، ح. مدنی، و ر. پله‌وری خمایی. ۱۳۸۹. کاربرد فسفر زیستی و مقایسه آن با فسفر شیمیایی بر خصوصیات کمی آفتابگردان در منطقه اراک. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴-۲ مرداد ماه.
- مظاهری لقب، ح.، ف. نوری، ح. ایبانه، و ح. وفایی. ۱۳۸۰. اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقم آفتابگردان در زراعت دیم. مجله پژوهش‌های کشاورزی، سال ۳ شماره ۱: ۴۴-۳۱.
- مقصودی، ع.، ا. قلاوند، و م. آفعلیخانی. ۱۳۹۲. تأثیر روش‌های تغذیه ای آلی شیمیایی زیستی و تلفیقی بر عملکرد دانه و صفات کیفی یک رقم ذرت. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). جلد ۲۷ شماره ۳: ۲۷۶-۲۶۶.
- میلادی‌لاری، ا. و پ. احسان‌زاده. ۱۳۸۹. تأثیر منفی تنش خشکی بر عملکرد گلرنگ از طریق کاهش سطح فتوسنتزکننده و کارایی کوانتومی فتوسنتز. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۱، شماره ۲: ۳۸۴-۳۷۵.
- نعیمی، م.، غ. اکبری، ا.ع. شیرانی‌راد، ع. م. مدرس ثانوی، و ا. سادات‌نوری. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تنش خشکی پایان دوره رشد بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کلزا. مجله به زراعی کشاورزی، دوره ۱۲ شماره ۲: ۷۱-۶۷.
- یوسفی، خ.، م. ر. گلوی، م. مرودی، و م. جواهری. ۱۳۸۹. اثر کود زیستی فسفات‌ها بارور ۲ توام با محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر تجمع ماده خشک و اجزای عملکرد ذرت دان‌های (S.C.704). یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نبات ایران، دانشگاه شهید بهشتی ایران، دوم تا چهارم مرداد ۱۳۸۹، ۴۳۲۵ - ۴۳۲۲.
- Bullock, D. G., R.L., Nielsen, and W.E. Nyquist. 1988. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Sci.* 28: 254-258.
- Cox, W. I. and G. D. Jolliff. 2000. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. *Agron. J.* 78: 226-230.
- 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. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 3: 563-571.
- Flenet, F., A. Bouniols, and C. Saraiva. 1996. Sunflower response to a range of soil water contents. *Eur. J. Agron.* 5: 161-167.
- Gholamhoseini, M., A. Ghalavand, A. Dolatabadian, E. Jamshidi, A. Khodaei-joghan. 2013. Effects of Arbuscular mycorrhizal inoculation on growth, yield, nutrient uptake and irrigation water productivity of sunflowers grown under drought stress. *Agric. Water Manage.* 117:106-114.
- Goksoy, A.T., A.O. Demir, Z.M. Turan and N. Dagusta. 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. *Fields Crop Res.* 87: 167-178.
- Kokalis-Burelle N., J.W Kloepper, and M.S. Reddy. 2006. Plant growth promoting rhizobacteria transpant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. *Appl. Soil Ecol.* 31:91-100.
- Kolia, A.A., Gh.A. Akbari, I. alahdad, O. Armandpisheh, and M. Tarighaleslam. 2012. grain yield of corn as influenced by bio-fertilizers in different irrigation. *J. Agron. Crop Sci.* 4(6): 303-309.
- Lovelli, S.M., A.F. Perniola and T. Di Tommaso. 2007. Yield response factor to water (Ky) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. *Agric. Water Manage.* 92: 73-80.
- Mandal, A., A.K. Patra, D. Sing, A. Swarup, and R. Ebhin Masto. 2007. Effect of Longterm application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil durig crop development stages. *Biores. Technol.* 98: 3585-3592.

- Mohamed, S. A., R.A. Medani, and E. R Khafaga. 2000. Effect of nitrogen and phosphorus application with or without micronutrient on black cumin (*Nigella sativa* L.) plants. *Ann. Agric. Environ. Med.* 3: 1323-1338.
- Mohammad, T., A. Ali, M.A. Nadeem, A. Tanveer, and Q.M. Sabir. 2007. Performance of canola under different irrigation levels. *Pak. J. Bot.* 39 (3) 793-746.
- Naserirad, H., A. Soleymanifard, and R. Nasri. 2011. Effect of Integrated Application of Bio-fertilizer on Grain Yield, Yield Components and Associated Traits of Maize Cultivars. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 10 (2): 271-277.
- Öztürk, E., H. Özer, and T. Polat. 2008. Growth and yield of safflower genotypes grown under irrigated and non-irrigated conditions in a highland environment. *Plant Soil Environ.* 54, (10): 453-460.
- Patel, N.C. and Z.G. Ptel. 1993. Performance of safflower under different irrigation scheduling in sought Gujarat. *Ann. Agric. Res.* 14:109-110.
- Richter, J., M. Stutzer, and I. Schellenberg. 2005. Effects of mycorrhization on the essential oil content and composition of aroma components of marjoram (*Marjorana hortensis*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and caraway (*Carum carvi* L.). 36th International Symposium on Essential Oils, 4-7 September, Budapest, Hungary.
- Shaalán, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egypt. J. Agric. Res.* 83: 811-828.
- Shehata, M.M. and S.A. E L-Khawas. 2003. Effect of two biofertilizers on grow parameters, yield character, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. *Pak. J. Biol. Sci.* 6(14): 1257- 1268.
- Sierts, H.P. G. Geisler, J. Leonard, and W. Diepenbrock. 1987. Stability of yield components from winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 158:107-113.
- Sinaki, J. M., Majidi, E. Heravan, and A. H. Shirani Rad. 2007. Effect of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). *Am-Eurasian J. Agric. Environ. Sci* 2 (4): 417-422.
- Tehlan, S.K., K.K. Thakral, and J.K. Nanda. 2004. Effect of Azotobacter on plant growth and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *J. Hortic. Sci.* 33(3/4): 287-288.
- Vital, W.M., N.T. Teixeira, R. Shigihara, and A.F.M. Dias. 2002. Organic manuring with pigbiosolids with applications of foliar biofertilizers in the cultivation of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Ecosystem* 27: 69-70.
- Walker, A. J. 2001. The effects of soil fertilizer, nitrogen and moisture on yield, oil and protein of flaxseed. *Field Crop Res.* 932: 101-114.

## Response of linseed (*Linum usitatissimum* L.) to bio-fertilizer, nitrogen and phosphorus chemical fertilizer under drought stress conditions

S. A. Sadeghian Dehkordi<sup>1</sup>, A. Tadayyon<sup>2</sup>

Received: 2015-05-05 Accepted: 2015-08-10

### Abstract

In order to evaluate the effects of drought stress, bio-fertilizers and chemical fertilizer (N+P) treatments on some quantitative and qualitative traits of linseed, a field experiment was conducted as split-plot in randomized complete blocks design with three replications at Research Station of faculty of Agriculture, Shahrekord University during 2013-2014. Four levels of drought stress were: no stress (0.03 mega Pascal potential), mild (0.35 mega Pascal potential), medium (0.65 mega Pascal potential) and severe stress (0.95 mega Pascal potential) as main factor and five fertilizer treatments were: control (no fertilizer), chemical fertilizer (N+P), biofertilizer of Azotobarvar 1, Barvar 2 and combination of Azotobarvar 1+ Barvar 2 as sub factor. All traits were significantly affected under drought stress and fertilizer treatments. Interaction between drought stress and fertilizer treatments significantly affected only in harvest index and oil content while number of seeds per capsule, grain yield, and 1000 seeds weight was not significant. Maximum number of capsule per plant, grain yield and 1000 seeds weight obtained under no drought stress conditions. Among fertilizer treatments, the greatest effect observed in treatment of chemical fertilizer (N+P) and bio-fertilizer Azotobarvar 1+Barvar 2, respectively. Regarding to the results, because of the positive effect of Azotobarvar 1 and Barvar 2 on the measured traits and the negative environmental effects of chemical fertilizers, using biological fertilizers is preferred in comparison with chemical fertilizers.

**Key words:** Grain yield, harvest index, number of capsule, oil percent

---

1- Graduate Student, Agroecology Department of Agronomy, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

2- Associate Professor, Department of Agronomy, Shahrekord University, Shahrekord, Iran