واکنش آفتابگردان رقم ایروفلور به تنش کم‌آبی و شیوه‌های مصرف کود فسفات زیستی در منطقه میاندوآب

فرشاد سرخی*

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد میاندوآب، دانشگاه آزاد اسلامی، میاندوآب، ایران.

* نویسنده مسئول: **farsorkhy@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۶**

چکیده

به‌منظور بررسی واکنش آفتابگردان رقم ایروفلور به تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد و شیوه های مصرف کود فسفات زیستی، این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تنش کم‌آبی در چهار سطح شامل شاهد (عدم تنش کم‌آبی)، تنش در مرحله رویشی، تنش در مرحله زایشی و تنش در هر دو مرحله رویشی و زایشی و شیوه مصرف فسفات زیستی در چهار سطح شامل عدم استفاده از کود زیستی، بذرمال، سرک و کاربرد همزمان بذرمال و سرک بود. اثر ساده تنش کم‌آبی و کود زیستی بر قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن معنی‌دار و برهم‌کنش‌آن‌ها فقط بر تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و درصد روغن معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان صفات در بین سطوح تنش کم‌آبی به تیمار شاهد (عدم تنش کم‌آبی) و در بین شیوه کاربرد کود زیستی به تیمار کاربرد همزمان بذرمال و سرک تعلق داشت که به‌ترتیب وزن هزار دانه ۷۴/۴۲ و ۶۷/۲۵ گرم، قطر طبق ۱۷/۶۷ و ۱۶/۷۴سانتی‌متر، عملکرد بیولوژیک ۱۰۵۹۶/۷۴ و ۱۰۱۶۵/۴۳ کیلوگرم در هکتار و عملکرد روغن ۱۳۱۸/۵۵ و ۱۲۱۶/۷۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. بیش-ترین مقدار صفات تعداد دانه در طبق (۹۵۰/۵۱ عدد)، عملکرد دانه (۳۴۵۱/۲۳ کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن (۴۷/۶۸ درصد) در ترکیب تیماری بدون تنش کم‌آبی و کاربرد همزمان کود زیستی به‌صورت بذرمال و سرک بدست آمد. اثر تنش کم‌آبی بر صفات در مرحله زایشی به‌صورت معنی‌داری بیش‌تر از مرحله رویشی بود. تیمار کاربرد کود زیستی به‌صورت کاربرد همزمان بذرمال و سرک با تیمار کاربرد به شیوه بذرمال اختلاف معنی‌داری نشان نداد. نتیجه آزمایش نشان داد که کاربرد کود فسفات زیستی به‌صورت بذرمال در آفتابگردان رقم ایروفلور تحت شرایط نرمال و تنش کم آبی بهبود عملکرد و صفات مورد مطالعه را به همراه دارد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تنش رطوبتی، کود زیستی و میزان روغن.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

مقدمه

تنش کم‌آبی از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شود (Zebarjadi *et al*., 2011). میزان عناصر غذایی موجود در خاک برای جذب ریشه و انتقال از ریشه به ساقه به دلیل کمبود رطوبت خاک کاهش یافته و باعث کاهش نسبت تعرق، انتقال فعال و نفوذپذیری غشاء می‌شود، بنابراین کاهش دسترسی به عناصر غذایی یکی از مهم‌ترین عامل‌های محدودیت رشد گیاه در شرایط تنش کم‌آبی به شمار می‌آید (Pranckietiene *et al*., 2015). آفتابگردان (*Helianthus annuus*) یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی است (Cechin *et al*., 2018). روغـن آفتابگردان به دلیل داشتن اسید چرب غیر اشباع از مرغوبیـت بالایی برخوردار است (Alves *et al*., 2017). میزان روغن موجود در آفتابگردان ۲۵ الی ۴۲ درصد است که در شرایط مطلوب به ۶۵ درصد نیز می‌رسد (Dhillon *et al*., 2017). مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه در آفتابگردان بیش‌ترین حساسیت به تنش کم‌آبی را نشان می‌دهند. در این مراحل تعداد دانه، وزن هزار دانه و کیفیت روغن تا حد زیادی تحت تأثیر کم‌آبی قرار می‌گیرند (Buriro *et al*., 2015). گزارش شده است که تنش کمبود آب در مرحله گل‌دهی و گرده افشانی گلرنگ باعث کاهش شدید عملکرد دانه می‌شود و این در حالی است که تنش در سایر مراحل و از جمله در طول دوره رویشی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت. این محققین نتیجه گرفتند که گل‌دهی و گرده‌افشانی حساس‌ترین مراحل دوره رشدی گلرنگ نسبت به تنش کم‌آبی است (Istanbulluoglu *et al*., 2009). Goksoy و همکاران (۲۰۰۴) اثرتنش کمبود رطوبت در مراحل رویشی و زایشی آفتابگردان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانـه در آبیاری کامل و تنش در مرحله زایشی حاصل می‌شود. در مطالعه بر روی آفتابگردان (Buriro *et al*., 2015) مشخص شد که محدودیت آب منجر به کاهش تعداد گلچه‌های بارور و به دنبال آن کاهش تعداد دانه‌های پر در طبق شده و در نهایت موجب افت عملکرد می‌شود. گزارش شده است که تنش خشکی در گلرنگ در مرحله گل‌دهی در مقایسه با مرحله رویشی به طور معنی‌داری تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد روغن را کاهش داد (Ozturk *et al*., 2008). از مهمترین نتایج کمبود فسفر در گیاهان، کاهش گسترش سلول، جلوگیری از رشد برگ‌ها و کوتاهی قد گیاهان است. این عوارض به دلیل کاهش هدایت هیدرولیک ریشه در شرایط کمبود فسفر است، بنابراین در دسترس نبودن آب کافی برای گسترش سلولها در اندام هوایی، موجب کوچک ماندن برگ‌ها و جلوگیری از رشد اندام هوایی است (Ortiz *et al*., 2015). با توجه به اینکه کمبود فسفر موجب کاهش قدرت جذب ریشه ای آب می‌شود، انتظار می‌رود توانایی مقابله با خشکی در گیاهان دچار کمبود فسفر به دلیل اثر مستقیم کمبود این عنصر بر هدایت هیدرولیک ریشه‌ها، کاهش یابد (Birhane *et al*., 2012). کمبود فسفر به شدت روی میزان رشد گیاه اثر منفی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

می‌گذارد و تشکیل گل، میوه، بذر و کیفیت آن‌ها را نیز تحت الشعاع قرار می‌دهد و با مصرف کودهای زیستی فسفاته می توان این کمبود را جبران بخشید (Chojnacka, 2015). یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی با هدف حذف یـا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و افزایش باروری خـاک مـی‌باشـد (Floody, 2018). کودهای زیستی فسفاته حاوی باکتری‌های مفید حل کنند فسفات هستندکه معمولاً با اسیدی کردن خاک یا ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات از ترکیبات آن می‌شوند که قابل جذب توسط گیاهان است (Ahmad *et al*., 2010). ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب شده و بررسی اثرهای تنش کم‌آبی بر گیاهان مختلف بسیار ضروری می‌باشد، همچنین با توجه به اثر مثبت کود زیستی فسفاته بر مواردی مثل عملکرد، درصد روغن و غیره، شناخت اثرهای میزان موثر استفاده از این کود در کنار اثرهای منفی تنش کم‌آبی می‌تواند به توصیه کودی مناسبی برای کشـاورزان در شرایط محدودیت رطوبت منجر شود. این پژوهش نیز با هدف بررسی اثر تنش کم‌آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد روغن در مراحل مختلف رشد در حضور روش‌های مختلف کود زیستی حل کننده فسفات انجام شد.

مواد و روش ها

جهت بررسی اثر تنش کم‌آبی و مصرف کود زیستی فسفاتی (فسفات بارور۲ از شرکت زیست فناور سبز که شامل $۱۰^{۷}$ تا $۱۰^{۸}$ باکتری حل کننده فسفات حاوی پانتوآ آگلومرانس سویه P_5 و سودوموناس پوتیدا سویه P_{13} در هر گرم از کود زیستی است) بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد روغن آفتابگردان رقم ایروفلور، این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی میاندوآب در سال ۱۳۹۵ انجام شد. ارتفاع منطقه آزمایش از سطح دریا ۱۰۱۵ متر و عرض جغرافیایی آن به ترتیب ۴۷ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی است. بافت خاک لومی رسی و اسیدیته خاک در محدودهی قلیایی ضعیف قرار داشت (جدول ۱). فاکتور تنش کم‌آبی در چهار سطح شامل شاهد (عدم تنش رطوبتی)، تنش در مرحله رویشی (اعمال تنش رطوبتی از مرحله شش برگی و پس از استقرار کامل بوته‌ها)، تنش در مرحله زایشی (اعمال تنش رطوبتی از مرحله طویل شدن میانگره زیرین گل آذین به بیش از دو سانتی متر بالای برگ ها) و تنش در هر دو مرحله رویشی و زایشی و فاکتور کود زیستی فسفات در چهار سطح شامل عدم مصرف، بذرمال، سرک و کاربرد همزمان بذرمال و سرک در نظر گرفته شد. کود زیستی مورد استفاده دارای دو باکتری پانتواآگلومرانس[1] سویه P_5 بوده که با تولید اسیدهای آلی باعث رهاسازی فسفات از ترکیبات معدنی می‌شود. باکتری سودوموناس‌پوتیدا[2] سویه P_{13} نیز با تولید و ترشح آنزیم فسفاتاز باعث رهاسازی فسفر از ترکیبات

1 - *Pantoea agglomerans*
2 - *Pseudomonas putida*

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

آلی آن می گردد، است. این دو باکتری در کنار هم با خنثی کردن اسیدیته خاک و آزاد سازی فسفات قابل جذب توسط گیاه، باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شوند (Ekin, 2010).

جدول ۱: مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	میزان فسفر کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	میزان فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	میزان پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)	بافت خاک
۷/۱۵	۱/۰۶	۰/۸۷	۵۴۲/۸۶	۶/۵۱	۱۴۲/۹۳	۰/۱۱	لومی رسی

کاشت به صورت خشکه کاری با قرار دادن ۴ بذر در داخل هر کپه و در داغ آب پشته‌ها با فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی متر و فاصله پشته‌ها از هم ۶۰ سانتی‌متر، در نیمه اول اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۷ اجرا شد. هر کرت شامل پنج ردیف به طول شش متر بود و هر بلوک با بلوک مجاور خود ۱/۵ متر و هر کرت از کـرت مجـاور خود ۰/۵ متر فاصله داشت. بذرها ابتدا روی پلاستیک پهن شده و سپس کود زیستی (۱۰۰ گرم) که بـا مقداری آب مخلوط شده بود، روی بذرها پاشیده شد و سپس اقدام به کشت گردید. کود سرک زیستی یک ماه پس از کاشت بصـورت مخلوط کـردن کود زیستی با آب و ریختن آن در اطراف بوته بوسیله آبپاش انجام شد که در سطح وسیع ایـن کـار همراه بـا آب آبیاری انجام می‌شود. قبل از کاشت کود حیوانی پوسیده به میزان ۲۰ تن در هکتار به صورت یکنواخت در زمین محل کاشت پخش گردید. کود نیتروژن نیز بر مبنای ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره مصرف شد.

اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذور صورت گرفت. در طی دوره رشد آبیاری به صورت نشتی و در تیمار شاهد (عدم تنش رطوبتی) بر اساس ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و در تیمارهای تنش رطوبتی آبیاری به هنگام ۱۵۰میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A انجام شد. وجین علف‌های هرز به روش دستی انجام و تنک واحدهای آزمایشی در مرحله پنج برگی صورت گرفت. برای نمونه‌برداری در هر کرت آزمایشی ابتدا دو ردیف کناری و نیم‌متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای حذف و نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی از ردیف‌های وسطی هر کرت انجام شد. تعداد طبق، قطر طبق (با استفاده از متر از قطر طبق برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد)، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد و عملکرد روغن اندازه‌گیری گردید. جهت تعیین درصد روغن از روش استخراج با حلال و دستگاه سوکسله استفاده شد (Neto *et al*., 2016). عملکرد روغن نیز از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه محاسبه گردید (Alves *et al*., 2017). جهت تجزیه و تحلیل تیمارها از نرم افزار MSTATC و SPSS، برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

نتایج و بحث

قطر طبق

اثر ساده تنش کم‌آبی و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر قطر طبق در سطح احتمال پنج درصد بر قطر طبق معنی‌دار و اثر برهمکنش تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارهای تنش کم‌آبی نشان داد که تنش در مرحله رویشی، زایشی و تنش همزمان رویشی و زایشی باعث کاهش ۱۸/۴۵، ۴۱/۰۴ و ۴۸/۱۲ درصدی قطر طبق نسبت به شاهد (آبیاری نرمال) شد. البته تیمار تنش همزمان در مرحله رویشی و زایشی و تیمار تنش در مرحله زایشی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل۱- الف). Flagella و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیق روی آفتابگردان رقم ایروفلور گزارش کردند که در آبیاری مطلوب (آبیاری پس از تخلیه ۵۰ درصد ظرفیت زراعی)، تنش ملایم (آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش شدید (آبیاری پس از تخلیه ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) قطر طبق به ترتیب۱۸/۷۳، ۱۳/۴۱ و ۹/۵۸ سانتی‌متر بدست آمد. Buriro و همکاران (۲۰۱۵) که تنش کم‌آبی در آفتابگردان باعث کاهش تولید و ارسال مواد فتوسنتزی در مرحله ظهور و ایجاد طبق شده و موجب کاهش تعداد دانه در طبق می‌شود و در نتیجه قطر طبق کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد تأمین آب کافی برای آفتابگردان در مرحله ظهور گل آذین اهمیت ویژه‌ای در افزایش قطر طبق و تولید عملکرد نهایی گیاه دارد (Hussain *et al*., 2018). بنابراین کمبود رطوبت در این مرحله و یا قبل از آن می‌تواند در کاهش اندازه طبق‌ها و تولید دانه مؤثر باشد.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در ارقام آفتابگردان

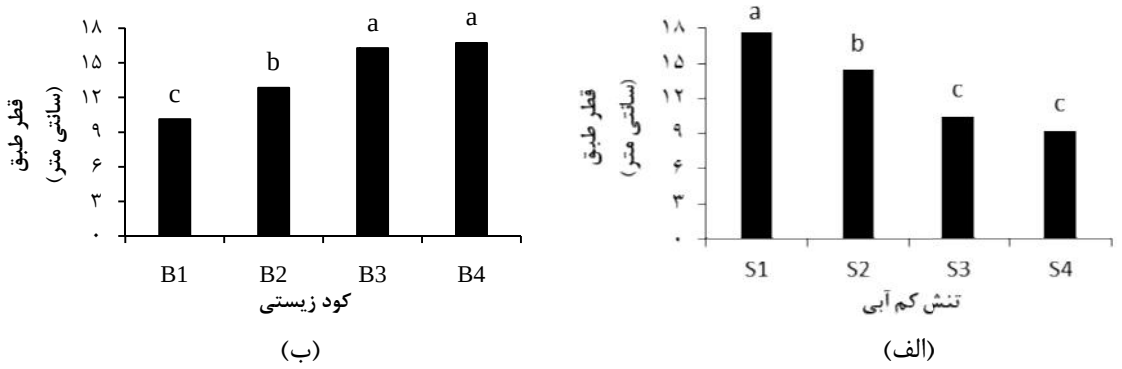
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		قطر طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۳	۱/۵۹^{ns}	۲۴/۷۳^{ns}	۳/۱۴^{ns}	۸۹/۴۳^{ns}	۱۲۹/۷۱^{ns}	۲/۳۰^{ns}	۱۵/۷۴^{ns}
تنش کم‌آبی	۳	۸/۷۳*	۱۰۸/۶۶*	۴۴/۲۵**	۳۷۲/۲۸**	۲۶۴/۵۲*	۲۱/۶۱*	۱۹۰/۸۲**
کود زیستی	۳	۶/۲۲*	۷۹/۱۹*	۲۹/۰۵*	۲۳۸/۵۹**	۲۷۷/۸۴*	۱۶/۲۳*	۲۵۱/۵۹**
تنش کم‌آبی × کود زیستی	۹	۴/۳۸^{ns}	۱۴۱/۱۲**	۱۳/۳۴^{ns}	۱۳۹/۷۵*	۱۳۶/۰۱^{ns}	۱۴/۷۱*	۴۳/۸۱^{ns}
خطا	۴۵	۲/۱۲	۲۶/۳۱	۹/۷۵	۵۳/۱۴	۷۸/۳۵	۵/۴۳	۳۲/۷۶
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۱۵	۶/۹۴	۵/۳۷	۶/۸۶	۹/۲۱	۴/۴۸	۷/۲۹

ns، * و ** . به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

نتایج نشان داد که در شرایط عدم کاربرد کود زیستی قطر طبق به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱- ب). در بین تیمارهای مختلف کود زیستی، کاربرد همزمان بذرمال و سرک موجب افزایش ۶۲/۷۳ درصدی وزن هزار دانه نسبت به

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

تیمار عدم کاربرد کود زیستی گردید. لازم به ذکر است که تیمار کاربرد توأم کود زیستی به‌صورت بذرمال و سرک با قطر طبق ۱۶/۷۴سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری با تیمار بذرمال با قطر طبق ۱۶/۲۸سانتی‌متر نشان نداد (شکل ۱- ب).



(الف) (ب)

شکل ۱: اثر تنش کم‌آبی (الف) و کود زیستی (ب) بر قطر طبق (S_1- شاهد، S_2- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی، S_3- تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و S_4- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی و زایشی و B_1- عدم استفاده از کود زیستی ، B_2- سرک، B_3- بذرمال و B_4- کاربرد توأم بذرمال و سرک)

تعداد دانه در طبق

تنش کم‌آبی و کود زیستی در سطح پنج درصد و برهم‌کنش آن‌ها در سطح یک درصد بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار بود (جدول ۲). تأمین آب کافی و مناسب در تیمار شاهد (عدم تنش کم‌آبی) باعث شد بیش‌ترین تعداد دانه در هر طبق مشاهده شود و تفاوت معنی‌داری بین روش‌های کاربرد کود زیستی در این تیمار مشاهده نشد (شکل ۲). با اعمال تنش کمبود رطوبت از تعداد دانه در طبق به‌طور معنی‌داری کاسته شد و بیش‌ترین کاهش با اعمال توام تنش کم‌آبی در مراحل رویشی و زایشی مشاهده شد اما با این حال کاربرد کود زیستی در مقایسه با عدم کاربرد کود توانست در این تیمار، تعداد دانه در طبق را در روش‌های سرک ۲۲/۴۹ درصد، بذرمال ۶۰/۲۹ درصد و کاربرد همزمان بذرمال و سرک ۶۷/۱۴ درصد افزایش دهد (شکل ۲). در تمام سطوح تنش کم‌آبی شیوه‌های استفاده از کود زیستی بصورت بذرمال و کاربرد همزمان بذرمال و سرک از لحاظ آماری فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در طبق به ترتیب به ترکیب تیماری شاهد (عدم تنش کم‌آبی) و کاربرد توأم کود زیستی بصورت بذرمال و سرک با ۹۵۰/۵۱ عدد و ترکیب تیماری تنش کم‌آبی در مرحله‌های رویشی و زایشی و عدم کاربرد کود زیستی با ۳۸۷/۲۹ عدد تعلق داشت (شکل ۲).

از عامل‌های اصلی کاهش تعداد دانه در طبق در اثر تنش کم‌آبی می‌توان به خشک شدن دانه‌های گرده، کلاله مادگی و کاهش فعالیت حشرات گرده‌افشان اشاره کرد (Hussain *et al*., 2018). در آزمایشی روی آفتابگردان، افزایش شدت تنش کم‌آبی به‌طور معنی‌داری موجب کاهش تعداد دانه در طبق شد که علت اصلی کاهش تعداد دانه در طبق، اثر منفی تنش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

کمبود رطوبت بر قطر طبق بود (Buriro *et al*., 2015). Ozturk و همکاران (۲۰۰۸) و محتشمی و همکاران (۱۳۹۷) در ارزیابی اثر تنش کم‌آبی بر ژنوتیپ های گلرنگ اظهار داشتند، کمبود آب در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه‌ها در گلرنگ، باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق گردید. کاربرد ریزجانداران حل کننده فسفر در زراعت آفتابگردان می‌تواند مسیر انتشار و جذب فسفر را کوتاه نموده و موجب سهولت دسترسی عنصر فسفر برای گیاه گردد و همچنین از طریق بهبود تغذیه سایر عناصر، روی تعداد دانه در طبق مؤثر باشد (Ekin, 2010). نتایج بدست آمده با نتایج پژوهش Shehata and Khawas (۲۰۰۳) مطابقت داشت که نشان دادند تعداد دانه در طبق گلرنگ در تیمارهای تلقیح با باکتری‌های حل کننده فسفر تحت شرایط کم‌آبی بطور معنی‌داری بیشتر از تیمار عدم کاربرد کود بود. در آزمایشی Mohammadi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند در گیاه سویا استفاده از کودهای زیستی حاوی باکتری‌های حل کننده فسفر سبب افزایش تعداد دانه در نیام شد.

وزن هزار دانه

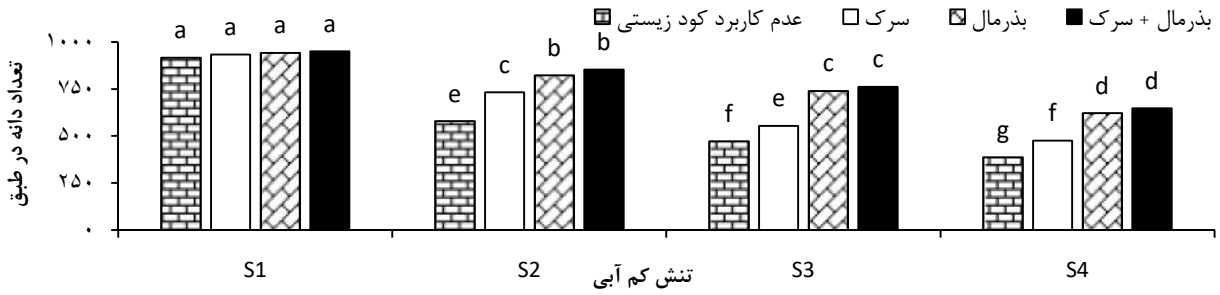
اثر ساده تنش کم‌آبی در سطح یک درصد و کود زیستی در سطح پنج درصد بر وزن هزار دانه معنی دار و اثر برهم‌کنش غیر معنی دار بود (جدول ۲). در بین سطوح تنش خشکی، اعمال تنش همزمان در مرحله‌های رویشی و زایشی بیش‌ترین کاهش وزن هزار دانه را به همراه داشت. به طوری‌که وزن هزار دانه در اعمال تنش رطوبتی در مرحله رویشی، مرحله زایشی و تنش همزمان رویشی و زایشی نسبت به شاهد به ترتیب ۱۹/۷۶ ۴۱/۵۷ و ۵۸/۵ درصد کاهش به همراه داشتند (شکل ۳- الف). Goksoy و همکاران (۲۰۰۴) طی تحقیقی، اظهار داشتند که اثر تیمار تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد آفتابگردان بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد و بیش‌ترین وزن هزار دانه با میانگین ۶۴/۷۹ گرم مربوط به تیمار آبیاری کامل و کم‌ترین وزن هزار دانه با میانگین ۲۸/۳۲ گرم مربوط به تیمار کم‌آبی در مرحله گل‌دهی آفتابگردان بود. در بررسی اثر تنش خشکی روی ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ مشخص شد که کمبود آب در مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه‌ها باعث کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه شد (Omidi *et al*., 2012).

بین تیمارهای کود زیستی، تیمار کاربرد همزمان کود به روش بذرمال و سرک بیش‌ترین وزن هزار دانه با مقدار ۶۷/۲۵ گرم و کم‌ترین وزن هزار دانه به تیمار عدم کاربرد کود زیستی با مقدار ۳۸/۴۵ گرم تعلق داشت. در سطوح تیمار کود زیستی، بین روش بذرمال و روش همزمان بذرمال و سرک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳- ب). برخی از محققان افزایش وزن هزار دانه آفتابگردان را در نتیجه آزاد شدن فسفر و جذب آن به وسیله ریزجانداران حل کننده فسفر دانسته‌اند (Ahmad *et al*., 2010). همچنین گزارش شده است که میزان تبادل موتد فتوسنتزی در گیاهان تلقیح شده افزایش می‌یابد (Erwy *et al*., 2016). El-Desuki و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی بر روی نخود گزارش کردند ظرفیت

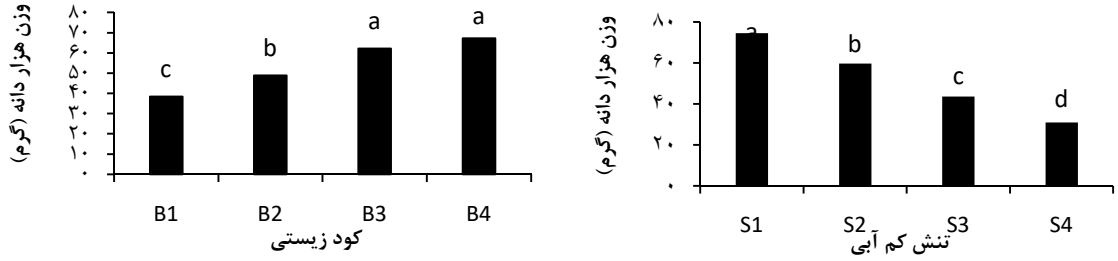
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

فتوسنتزی گیاهان تیمار شده با ریزجانداران حل کننده فسفر بـه واسطه تغذیه بیشتر فسفر افزایش می‌یابـد و بـه دلیـل انتقال مواد فتوسنتزی بیش‌تر به محل دانـه‌هـا، وزن دانه‌ها نیز افزایش می یابد. احمد و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه گیاه آفتابگردان را تحت تأثیر همزیستی با باکتری‌های حل کننده فسفات گزارش کردند. Halepyati and Pujari (۲۰۰۷) آزاد سازی عناصر غذایی به ویژه فسفر و سایر عناصر مورد نیاز توسط باکترهای حل کننده فسفات در مرحله پرشدن دانه‌ها را دلیل افزایش وزن هزار دانه گلرنگ ذکر کردند.



شکل ۲: اثر کود زیستی بر تعداد دانه در طبق تحت تنش کم‌آبی. S_1- شاهد، S_2- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی، S_3- تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و S_4- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی و زایشی



(ب) (الف)

شکل ۳: اثر تنش کم‌آبی (الف) و کود زیستی (ب) بر وزن هزار دانه (S_1- شاهد، S_2- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی، S_3- تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و S_4- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی و زایشی و B_1- عدم استفاده از کود زیستی ، B_2- سرک، B_3- بذرمال و B_4- کاربرد توأم بذرمال و سرک)

عملکرد بیولوژیک

طبق نتایج به‌دست آمده، اثر تنش کم‌آبی و کود زیستی فسفات بارور۲ بر عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد معنی-دار ولی برهمکنش آن‌ها از نظر آماری روی صفت عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

بیولوژیک در تیمار شاهد (آبیاری نرمال) و تنش کم‌آبی همزمان در مرحله‌های رویشی و زایشی به ترتیب ۱۰۵۹۶/۷۴و ۷۶۳۰/۹۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۴- الف). لازم به ذکر است که تیمار تنش کم‌آبی در مرحله‌های رویشی، زایشی و تنش توام رویشی و زایشی به ترتیب باعث کاهش ۱۵/۳۵، ۲۳/۳۴ و ۲۷/۹۸ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار عدم تنش کم‌آبی (شاهد) شدند. کود زیستی بطور معنی‌داری مقدار عملکرد بیولوژیک را نسبت به عدم مصرف کود افزایش داده و بین کاربرد کود زیستی به‌صورت بذرمال همراه سرک با ۱۰۱۶۵/۴۳ کیلوگرم در هکتار و تیمار کاربرد کود به‌صورت بذرمال با ۹۹۸۷/۸۶ کیلوگرم در هکتار، اختلاف معنی‌دار دیده نشد (شکل ۴- ب).

Buriro و همکاران (۲۰۱۵) و ابوطالبیان و بابارئیسی (۱۳۹۶) طی تحقیقی در مورد اثر تنش کم‌آبی بـر عملکرد گیاه آفتابگردان گزارش کردند که تنش خشکی عملکرد بیولوژیک آفتـابگردان را بـه صـورت معنی‌داری کـاهش می‌دهد. در این تحقیق کاهش عملکرد بیولوژیک در مرحله گلدهی نسبت به تیمار شاهد معادل ۲۴/۳ درصد بود. Omidi و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر کم آبیاری بر وزن خشک اندام‌های هوایی گلرنگ گزارش کردند که با افزایش مدت زمان آبیاری از وزن خشک اندام‌های هوایی کاسته شد. باکتری‌های موجود در کودهای زیستی با تولید ترکیبات تنظیم کننده رشد گیاه و افزایش فراهمی عناصر برای گیاه، باعث افزایش فتوسنتز و میزان تولید ماده خشک در آفتابگردان می‌شوند (Ekin, 2010). نتایج مثبت باکتری‌های حل کننده فسفات بر عملکرد و زیست توده گیاهان زراعی نظیر نخود (Akhtar and Siddiqui, 2009)، و باقلا (Shakori and Sharif, 2016) گزارش شده است.

عملکرد دانه

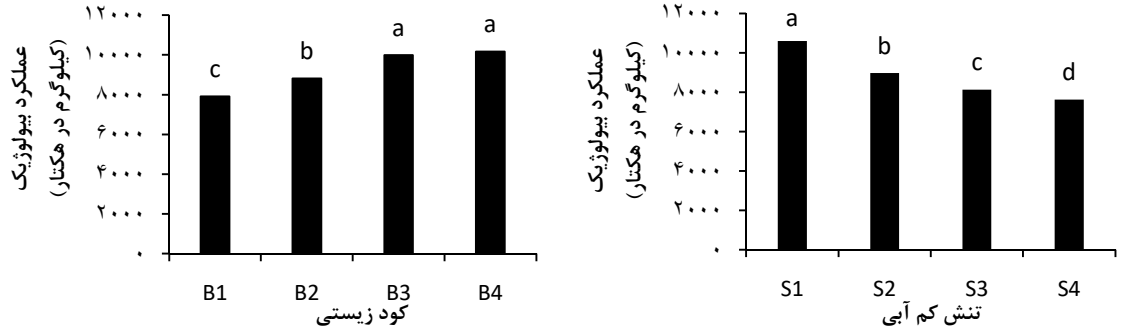
اثر برهم‌کنش تنش خشکی و کود زیستی روی عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طوریکه بیش‌ترین عملکرد دانه در ترکیب تیماری شاهد (عدم تنش کم‌آبی) به همراه کاربرد توأم کود زیستی به‌صورت بذرمال و سرک با ۳۴۵۱/۲۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۵). لازم به ذکر است که ترکیب تیماری تنش رطوبتی توأم در مرحله رویشی و زایشی و عدم کاربرد کود زیستی با ۱۱۲۹/۶۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار فوق موجب کاهش ۶۷/۲۶ درصدی عملکرد دانه گردید (شکل ۵). در تمام سطوح تیمار تنش رطوبتی، بین کاربرد کود زیستی به‌صورت بذرمال و همراه سرک و تیمار کاربرد کود زیستی به روش بذرمال، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که بیانگر این است که کاربرد کود بیولوژیک فقط به‌صورت بذرمال می‌تواند کفایت نماید.

کاهش عملکرد دانه در تیمار تنش کم‌آبی را می‌توان به علت کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه دانست (Farooq *et al.*, 2014). تنش کمبود رطوبت با کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه درنهایت منجر به کاهش عملکرد دانه می گردد (Kilic and Yagbasanlar, 2010). گزارش شده که عملکرد آفتابگردان رقم ایروفلور تحت آبیاری پس از تخلیه ۷۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (به ترتیب تنش ملایم و شدید) نسبت به آبیاری پس از تخلیه ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (آبیاری مطلوب) به ترتیب ۳۸/۷۹ و ۵۵/۸۹ درصد کاهش یافت (Flagella *et al.*, 2002). Goksoy و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی اثر کمبود رطوبت بـر عملکـرد آفتابگردان نشان دادند کـه بیش‌ترین عملکـرد دانه برابـر ۳۶۴۹/۷ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین آن برابـر ۱۲۸۵/۳ کیلـوگرم در هکتـار بـه ترتیب در آبیاری کامل و تنش کم‌آبی در زمان گل‌دهی بدست آمد. عملکرد دانه به طور معنی‌داری در واکنش به اثر تیمار کود زیستی افزایش یافت (شکل ۴). این نتیجه می‌تواند به دلیل دسترسی بیش‌تر به مواد غذایی در زمان مورد نیاز در طی مراحل حساس رشد گیاه تحت تنش کم‌آبی باشد. Dikr and Belete (۲۰۱۷) گزارش کردند کودهای بیولوژیکی با افزایش فراهمی عناصر معدنی خاک از طریق محلول کردن فسفر و پتاسیم، کنترل عوامل بیماریزا و تولید انواع هورمون‌های تنظیم کننده و محرک رشد گیاه، عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند.



شکل ۴: اثر تنش کم‌آبی (الف) و کود زیستی (ب) بر عملکرد بیولوژیک (S_1- شاهد، S_2- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی، S_3- تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و S_4- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی و زایشی و B_1- عدم استفاده از کود زیستی ، B_2- سرک، B_3- بذرمال و B_4- کاربرد توأم بذرمال و سرک)



شکل ۵: اثر کود زیستی بر عملکرد دانه تحت تنش کم‌ابی. S_1- شاهد، S_2- تنش کم‌ابی در مرحله رویشی، S_3- تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و S_4- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی و زایشی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

Yang و همکاران (۲۰۰۹) نیز اظهار داشتند در تیمار کود زیستی، بالا بودن عملکرد دانه کلزا تحت تنش کمبود رطوبت به این دلیل است که تیمار کودهای زیستی توانسته مواد غذایی کافی در اختیار گیاهان تحت این تیمار قرار دهد و بدیهی است زمانی که عناصر غذایی به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار گیرند به دنبال آن فتوسنتز به‌خوبی انجام شده و تجمع مواد پرورده به میزان کافی صورت می‌گیرد.

عملکرد و درصد روغن

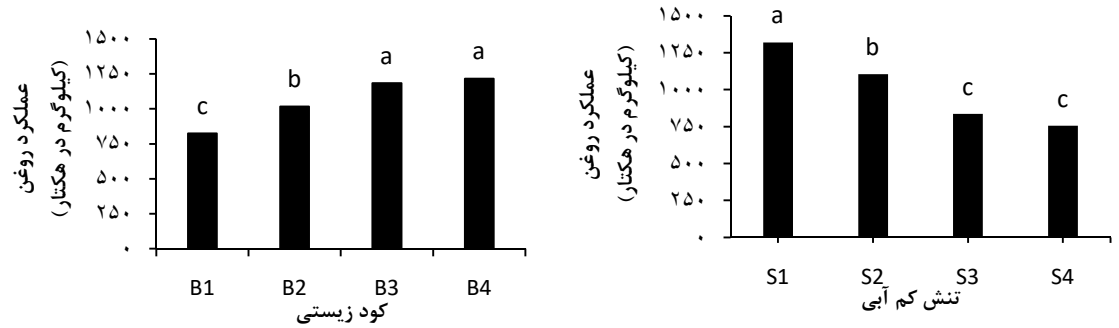
عملکرد روغن تحت تأثیر تنش کم‌آبی و کود زیستی فسفات بارور ۲ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت، ولی اثر برهمکنش آن‌ها غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). اعمال تنش رطوبتی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد روغن گردید، بیش‌ترین عملکرد روغن (۱۳۱۸/۵۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد و کم‌ترین آن با ۴۲/۷۴ درصد کاهش نسبت به شاهد در تیمار تنش همزمان در مرحله‌های رویشی و زایشی (۷۵۴/۸۹ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد که با تنش در مرحله زایشی (۸۳۴/۷۶ کیلوگرم در هکتار) از لحاظ آماری در یک سطح قرار داشتند (شکل ۶- الف). کود زیستی افزایش معنی‌دار عملکرد روغن را به همراه داشت. بیش‌ترین عملکرد روغن به شیوه کاربرد بذرمال به همراه سرک (۱۲۱۶/۷۳ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت که اختلاف معنی‌داری با روش بذرمال (۱۱۸۳/۸۷ کیلوگرم در هکتار) نداشت (شکل۶- ب). در ذرت (Yue *et al*., 2017) و گلرنگ (Hussain *et al*., 2016) گزارش کردند که تنش کم‌آبی در مرحله زایشی سبب کاهش عملکرد روغن می گردد. Rachana و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که تلقیح بذر ذرت با باکتری حل کننده فسفات علاوه بر افزایش عملکرد دانه و روغن، موجب افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل نامساعد محیطی و بهبود کیفیت محصول می‌گردد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها بیانگر آن است که تنش کم‌آبی، کود زیستی و برهم‌کنش آن‌ها اثر معنی دار بر درصد روغن آفتابگردان در سطح احتمال پنج درصد داشتند (جدول ۲). بیش‌ترین درصد روغن زمانی حاصل شد که ترکیب تیماری عدم تنش کم‌آبی (شاهد) با کود زیستی به‌صورت بذرمال همراه سرک (۴۷/۶۸ درصد) بکار برده شد. این تیمار نسبت به ترکیب تیماری تنش کم‌آبی همزمان در مرحله رویشی و زایشی با عدم کاربرد کود زیستی (۴۰/۳۲ درصد)، باعث افزایش ۱۸/۲۵ درصدی میزان روغن شد (شکل ۷). کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی می‌تواند به علت اختلال در فرآیندهای متابولیکی بذر و آسیب به انتقال آسیمیلات‌ها به دانه باشد (Neto *et al*., 2016). در آزمایشی Demirtas و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند با اعمال تنش کم‌آبی در سویا عملکرد روغن به‌شدت کاهش می‌یابد. Ozturk و همکاران (۲۰۰۸) در آزمایشی که انجام دادند نتیجه گرفتند که درصد روغن گلرنگ تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری قرار می‌گیرد و با افزایش مقدار آبیاری درصد روغن نیز افزایش می‌یابد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

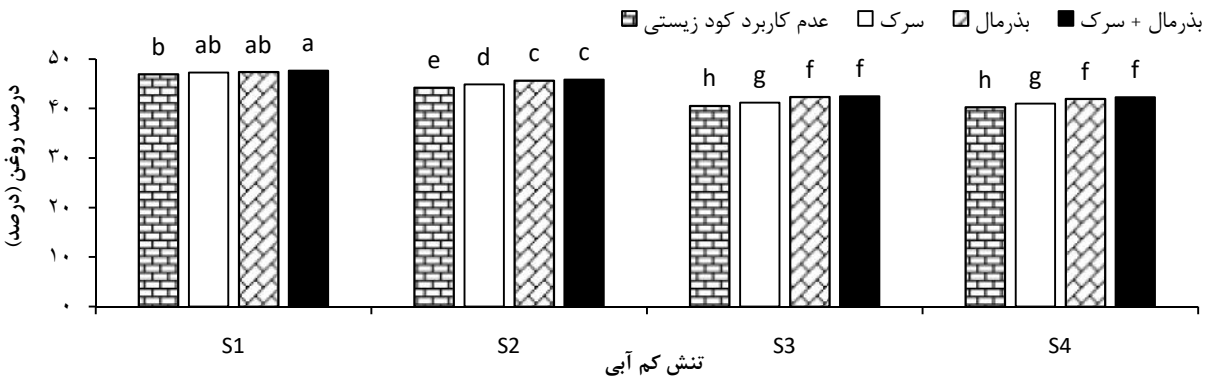
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

طبق نتایج تحقیق کاربرد کود زیستی باعث افزایش درصد روغن در شرایط شاهد و تنش کم‌آبی در گیاه آفتابگردان گردید (شکل ۷). بررسی های Ahmad و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که در تیمار تلقیح شده با باکتری‌های حل کننده فسفات، درصد روغن آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافته است. به نظر میرسد کودهای زیستی از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید آسیمیلات بیشتر و بهبود رشد شده است که در نهایت موجب افزایش درصد روغن دانه ذرت در مقایسه با تیمار عدم تلقیح شده است (Rachana *et al.*, 2018).



(الف) (ب)

شکل ۶: اثر تنش کم‌آبی (الف) و کود زیستی (ب) بر عملکرد روغن (S_1- شاهد، S_2- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی، S_3- تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و S_4- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی و زایشی و B_1- عدم استفاده از کود زیستی ، B_2- سرک، B_3- بذرمال و B_4- کاربرد توأم بذرمال و سرک)



شکل ۷: اثر کود زیستی بر درصد روغن تحت تنش کم‌آبی. S_1- شاهد، S_2- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی، S_3- تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و S_4- تنش کم‌آبی در مرحله رویشی و زایشی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از این پژوهش داد که کاهش میزان آبیاری و بروز تنش کم‌آبی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن گیاه آفتابگردان رقم ایروفلور در منطقه مورد آزمایش (شهرستان میاندوآب) را به طور معنی‌دار کاهش داد در بین سطوح تنش کم‌آبی، اثر تنش در مرحله طویل شدن میانگره زیرین گل آذین به‌مراتب بیش‌تر از مرحله شش برگی بود به عبارت دیگر در مورد این صفات اثرهای سوء ناشی از تنش کم‌آبی در مرحله زایشی بیش‌تر از مرحله رویشی بود. تیمار کود زیستی به شکل بذرمال و کاربرد توأم کود زیستی بصورت بذرمال و همراه سرک در شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی باعث بهبود عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن گردید. بر اساس تحقیق مشخص شد که در رابطه با صفات مذکور کاربرد کود بیولوژیک به‌صورت بذرمال می‌تواند مؤثرتر از کاربرد آن به صورت سرک باشد. همچنین در تمام سطوح تنش کم‌آبی، تیمار کاربرد کود زیستی به‌صورت بذرمال و همراه سرک با تیمار کاربرد کود زیستی به روش بذرمال اختلاف معنی‌داری نشان نداد، بنابراین می توان نتیجه گرفت که کاربرد کود زیستی فسفات به صورت بذرمال مناسب‌تر است. لذا باتوجه به این نتایج می توان اظهار داشت که نه تنها در شرایط تنش کم‌آبی می توان با کاربرد کود زیستی فسفات تا حد زیادی عملکرد گیاه آفتابگردان را بهبود بخشید، بلکه استفاده از کود زیستی فسفات در شرایط آبیاری مطلوب نیز می‌تواند موجب افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن گیاه آفتابگردان گردد.

منابع

ابوطالبیان، م. و بابارئیسی، ا. ۱۳۹۶. بررسی شیوه کاربرد سولفات‌روی بر بیشینه شاخص سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط تنش رطوبتی. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۸ (۲): ۳۳۹-۳۵۰.

محتشمی، ف.، تدین، م. و روشندل، پ. ۱۳۹۷. ارزیابی تأثیر سطوح کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپهای گلرنگ. ۲۰ (۲): ۵۶۱-۵۴۷.

Ahmad, A. G., Orabi, S. and Gaballah, A. 2010. Effect of Bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical component of two sunflower cultivars. International Journal of Academic Research, 4(2): 271- 277.

Akhtar, M. S. and Siddiqui, Z. A. 2009. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and Rhizobium sp. On the growth, nodulation, yield and root- rot disease complex of chickpea under field condition. African Journal of Biotechnology, 8(15): 3489-3496.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

Alves, L.S., Stark, E. M. M., Zonta, E., Fernandes, M. S., Santos, A. M. and Souza, S. R. 2017. Different nitrogen and boron levels influence the grain production and oil content of a sunflower cultivar. Journal of Acta Scientiarum Agronomy, 39(1): 59-66.

Birhane, E., Sterck, F. J., Fetene, M., Bongers, F. and Kuyper, T.W. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance photosynthesis, water use efficiency, and growth of frankincense seedlings under pulsed water availability conditions. Oecologia, 169: 895- 904.

Buriro, M., Sanjrani, A. S., Chachar, Q. I., Chachar, N. A., Gandahi, A. W. and Mangan, T. 2015. Effect of water stress on growth and yield of sunflower. Journal of Agricultural Technology, 11(7): 1547-1563.

Cechin, I., Gonzalez, G. C., Corniani, N. and Fumis, T. F. 2018. The sensitivity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants to UV-B radiation is altered by nitrogen status. Journal of Ciencia Rural, 48(2): 1-6.

Chojnacka, K.W. 2015. Innovative bio-products for agriculture. Journal of Open Chemistry, 13(1): 932-937.

Demirtas, C., Yazagan, S., Candon, B. N., Sincik, M., Buyukcangaz, H. and Goksoy, T., 2010. Quality and yield response of soybean (*Glycine max* L. Merrill) to drought stress in sub–humid environment. African Journal of Biotechnology, 9: 6873-6881.

Dhillon, B.C., Sharma, P. K., Sharma, S. and Sharma, S., 2017. Oil yield and fatty acid composition of spring sunflower as affected by sowing date, intra row spacing and nitrogen dose. Indian Journal of Agricultural Biochemistry, 30(2): 135-140.

Dikr, W. and Belete, K. 2017. Review on the Effect of Organic fertilizers, Biofertilizers and Inorganic Fertilizers (NPK) on Growth and Flower Yield of Marigold (*Targets erecta* L.). Academic Research Journal of Agricultural Science and Research, 5(3): 192-204.

Ekin, Z. 2010. Performance of phosphate solubilizing bacteria for improving growth and yield of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the presence of phosphorus fertilizer. African Journal of Biotechnology. 35: 3794-3800.

El-Desuki, M., Hafez, M., Mahmoud, A. and El-Al, F. 2010. Effect of organic and biofertilizer on the plant growth, green pod yield, quality of pea, International Journal of Academic Research, 2: 87-92.

Erwy, A. S., Toukhy, A. A. and Bafeel, S. O. 2016. Effect of Chemical, Organic and Bio Fertilizers on photosynthetic pigments, carbohydrates and minerals of Wheat (Triticum aestivum. L) Irrigated with Sea. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 3(2): 296-310.

Farooq, M., Hussain, M. and Siddique, K. 2014. Drought Stress in Wheat during Flowering and Grain-filling Periods. Journal of Critical Reviews in Plant Sciences, 33(4): 331-349.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

Flagella, Z., Rutunno, T., Tarantino, E., Dicaterina R. and Decaro, A. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower hybrids in relation to the sowing date and the water regime. European Journal of Agronomy, 17: 331-334.

Floody, M.C., Medina, J., Rumpel, C., Condron, L.M., Hernandez, M., Dumont, M. and Morak, M. L. 2018. Smart fertilizers as a strategy for sustainable agriculture. Journal of Advances in Agronomy, 147: 119-157.

Goksoy, A. T., Demir, A. O., Turan, Z. M. and Dagustu, N.,2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. Journal of Field Crops Research, 87: 167-178.

Halepyati, A. S. and Pujari, B.T. 2007. Effect of organic manures and fertilizer levels on growth, yield Components and yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 20(4): 835-836.

Hussain, M., Farooq, S., Hasan, W. and Nawaz, A. 2018. Drought stress in sunflower: Physiological efects and its management through breeding and agronomic alternatives. Journal of Agricultural Water Management, 201: 152-166.

Hussain, M.I., Lyra, D., Farooq, M. and Khalid, N. 2016. Salt and drought stresses in Safflower: a review. Journal of Agronomy for Sustainable Development, 36(4): 2-31.

Istanbulluoglu, A., Gocmen, E., Gezer, E., Pasa, C. and Konukcu, F. 2009. Effects of water deficit stress at different development stages on yield and water productivity of winter and summer safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agricultural Water Management, 96: 1429-1434.

Kilic, H. and Yagbasanlar, T., 2010. The Effect of Drought Stress on Grain Yield, Yield Components and some Quality Traits of Durum Wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum) Cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, 38 (1): 164-170.

Mohammadi, G. R., Chatrnour, S., honarmand, S. J. and Kahrizi, D. 2015. The effects of planting arrangement and phosphate biofertilizer on soybean under different weed interference periods. Journal of Acta Agriculturae Slovenica, 105(2): 313-322.

Neto, A. R., Miguel, A. M. R., Mourad, A. L., Henriques, E. A. and Alves, R. M. V. 2016. Environmental effect on sunflower oil quality. Journal of Crop Breeding and Applied Biotechnology, 16: 197-204.

Omidi, A. H., Khazael, H., Monneveux, P. and Stoddard, F. 2012. Effect of cultivar and water regime on yield and yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Field Crops, 17(1): 10-15.

Ortiz, N., E. Armada, E. Duque, A. Roldan, and R. Azcon. 2015. Contribution of arbuscular mycorrhizal fungi and/or bacteria to enhancing plant drought tolerance under natural soil

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

conditions: effectiveness of autochthonous or allochthonous strains. Journal of Plant Physiology, 174: 87-96.

Ozturk, E., Ozer, H. and Polat, T. 2008. Growth and yield of safflower genotypes grown under irrigated and non-irrigated conditions in a highland environment. Journal of Plant, Soil and Environment, 54 (10): 453-460.

Pranckietiene, I., Miskine, M., Pranckietis, V., Dromantiene, R., Sidlauskas, G. and Vaisvalavicius, R. 2015. The effect of amino acids on nitrogen, phosphorus and potassium changes in spring barley under the conditions of water deficit. Journal of Zemdirbyste Agriculture, 102 (3): 265-272.

Rachana, D., Singh, V. and Mithare, P. 2018. Effect of different levels of phosphorus and biofertilizers (PSB and VAM) on growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(4): 1076-1080.

Shakori, S. and Sharif, P. 2016. Effect of phosphate biofertilizer and cemical phosphorus on growth and yield of Vicia faba L. Electronic Journal of Biology, 1: 47-52.

Shehata, M. M. and EL-Khawas, S. A. 2003. Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6(14): 1257-126.

Yang, J. W., Kloepper, J. W. and Ryu, C. M.,2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. Journal of Trends in Plant Sciences, 14: 1-4.

Yue, H., Chen, S., Bu, J., Wei, J., Peng, H., Li, Y., L, C. and Xie, J. 2017. Response of Main Maize Varieties to Water Stress and Comprehensive Evaluation in Hebei Province. Earth and Environmental Science, 108: 1-7.

Zebarjadi, A. R., Chaghakaboodi, Z. and Kahrizi, D. 2011. Evaluation of rapeseed genotypes (*Brassica napus* L.) under drought stress conditions. Journal of Agricultural Science, 3: 201-204.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]

Reaction of sunflower iroflor cultivar to water deficit tension and methods of bio phosphate fertilizer application in miandoab area

F. Sorkhi*

Assistant Professor of Department of Agronomy and Plants Breeding, Miandoab Branch, Islamic Azad University, Miandoab, Iran.

*Corresponding Author: farsorkhy@yahoo.com

Received date: 2018.10.24 **Accepted date: 2019.01.26**

Abstract

In order to investigate the reaction of sunflower Iroflor cultivar to water deficit tension in different stages of growth and methods of biophosphate fertilizer consumption, a factorial experiment was conducted in a randomized complete blocks design with four replications. Water deficit tension in four levels including control (lack of water deficit tension), tension in vegetative stage, tension in reproduction stage and tension in both vegetative and reproductive stages and application of bio phosphate in four levels including nonuse of biofertilizer,seed coated, topdress and and combined application of seed coated and topdress. The simple effect of water deficit tension and bio fertilizer on head diameter, grain number per head , one- thousand seed weight, biological yield, grain yield, oil percentage and oil yield were significant and their interaction was significant only on number of seeds per head, grain yield and oil percentage. The highest amount of traits among the levels of water tension was belonged to the control treatment (non-tension of water deficit) and among the application of biofertilizer to seed coated and top dress application simultaneously, which was observed in the weight of one thousand seed weight 42.47 and 25.67 grams, head diameter 67.17 and 74.16 centimeters, biological yield 43.10165 and 74.10596 kilogram per hectare and oil yield was 55.1318 and 73.1216 kilogram per hectare, respectively. The highest amount of traits in the number of seeds per head (51/950), grain yield (23/3451 kilogram per hectare) and oil percentage (68/47 percent) was obtained in combination treatment without water deficit tension and simultaneous application of bio fertilizer as coated seed and top dress. The effect of water deficit tension on the traits at the reproductive stage was significantly higher than the vegetative stage. Biofertilizer application treatment did not show significant difference in coated seed and top dress simultaneous application with application treatment in the form of coated seed. The resultof the experiment showed that the use of biophosphate fertilizer as coated seed in sunflower cultivar of Iroflor under normal and water deficit tension conditions has improved yield and studied traits.

Keywords: Yield components, moister tension, Bio fertilizer and Oil content.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.41.5.0]