# اثر تنش خشکی و انواع کود آلی بر عملکرد روغن و ویژگی‌های بیوشیمیایی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

پرویز یداللهی [۱]، محمدرضا اصغری پور [۲،*]، نورالله خیری [۳]، اصغر قادری [۴]

[۱] دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، شهرکرد، ایران
[۲] دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
[۳] دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
[۴] دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: m_asgharipour@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۰۷)

**چکیده**

**به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و کودهای آلی بر عملکرد روغن و ویژگی‌های بیوشیمیایی گلرنگ، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه زابل انجام شد. در این آزمایش سه سطح تنش خشکی شامل آبیاری در زمان تخلیه ۳۵، ۵۵ و ۷۵ درصد آب قابل‌استفاده خاک به‌عنوان تیمار اصلی و چهار سطح کود شامل عدم مصرف (شاهد)، کمپوست (۴۰ تن در هکتار)، محلول‌پاشی اسید هیومیک (۱/۵ گرم در لیتر) و تلفیق کمپوست و اسید هیومیک به میزان نصف مقادیر یادشده به‌عنوان تیمار فرعی در نظر گرفته شد. نتایج این آزمایش نشان داد، تنش آب موجب کاهش عملکرد روغن، فلورسانس کلروفیل و پایداری غشاء شد. با تأخیر در آبیاری تا تخلیه ۷۵ درصد رطوبت خاک، عملکرد روغن ۶۸/۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. کاربرد کودهای آلی موجب افزایش درصد روغن، عملکرد روغن، پایداری غشاء، کربوهیدرات، پراکسیداز، کاتالاز و گایاکول پراکسیداز گردید. کاربرد تلفیقی کمپوست و اسید هیومیک موجب افزایش ۹۹/۷ درصدی در عملکرد روغن نسبت به شاهد گردید. می‌توان مصرف اسید هیومیک و کمپوست به‌صورت تلفیقی را به‌منظور توسعه کشت گلرنگ در منطقه سیستان به‌ویژه در شرایط تنش ملایم پیشنهاد نمود.**

**کلیدواژه‌ها: اسید هیومیک، کم‌آبیاری، کمپوست، گیاهان روغنی، محلول‌پاشی**

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

**مقدمه**

نتایج حاصل از مطالعات و بررسی‌های مؤسسه تغذیه ایران حاکی از آن است که ۲۱ درصد از انرژی روزانه مردم ایران از طریق مصرف روغن تأمین می‌شود. از طرفی، تولید دانه‌های روغنی به حداقل رسیده، به‌طوری‌که بیش از سه میلیون تن در سال دانه روغنی، روغن خام و کنجاله وارد و بیش از ۲/۵ میلیارد دلار ارز از ایران خارج می‌شود (انجمن صنفی صنایع روغن نباتی ایران[1]، ۲۰۱۱)؛ بنابراین، افزایش سطح زیر کشت دانه‌های روغنی و افزایش عملکرد آن‌ها برای کاهش وابستگی به کشورهای دیگر ضروری است (محسن نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱). از طرفی، با توجه به محدودیتی که ازلحاظ منابع آبی و خاکی در کشور وجود دارد، امکان در اختیار گرفتن اراضی جدید برای توسعه کشت دانه‌های روغنی، ازلحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیست. ازاین‌رو، بیشتر فعالیت‌ها باید روی افزایش عملکرد در واحد سطح، متمرکز شود که می‌توان از طریق اجرای پروژه‌های به‌نژادی و به‌زارعی، راندمان تولید این محصولات را در واحد سطح افزایش داد. گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) یک گیاه چندمنظوره به شمار می‌آید که از دیرباز به دلیل استفاده از رنگیزه‌های موجود در گل‌های آن مورد کشت قرار گرفته است، ولی امروزه به‌عنوان یک گیاه دانه روغنی کشت می‌شود (ویس[2]، ۲۰۰۰). با توجه به اهمیت زیادی که اسیدهای چرب غیراشباع در کیفیت تغذیه‌ای روغن دارند، روغن گلرنگ با بیش از ۸۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع بسیار باارزش می‌باشد (عرب و همکاران، ۱۳۹۱). دانه گلرنگ دارای ۲۵ تا ۴۵ درصد روغن و ۱۲ تا ۲۴ درصد پروتئین می‌باشد و بسته به ژنوتیپ، دارای دو نوع روغن باکیفیت متفاوت است. روغن بعضی از ژنوتیپ‌ها دارای اسید لینولئیک بسیار زیاد است و به مصرف آشپزی و تهیه مارگارین یا مصارف صنعتی می‌رسد. روغن برخی دیگر دارای اسید اولئیک بسیار زیاد است و مشابه روغن زیتون ازنظر کیفیت خوراکی بسیار مطلوب می‌باشد (ویس، ۲۰۰۰).

طبیعت غیر متحرک گیاهان روغنی سبب شده که در معرض انواعی از شرایط نامساعد محیطی ازجمله تنش خشکی قرار گیرند (محسن نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱). از مهم‌ترین تأثیرات منفی تنش خشکی در گیاه روغنی گلرنگ، ایجاد اختلاف در فعالیت‌های فیزیولوژیکی ازجمله فتوسنتز (هاشمی دزفولی[3]، ۱۹۹۴)، عملکرد روغن (کافی و رستمی، ۱۳۸۷)، درصد پروتئین (باغخانی و فرح‌بخش، ۱۳۸۷)، اختلال در تولید و فعالیت آنزیم‌ها (امیری و همکاران، ۱۳۹۲) و به‌طورکلی اختلال در فعالیت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی می‌باشد و درنتیجه باعث تغییراتی در کمیت و کیفیت مواد مؤثره می‌گردد (فرخی نیا و همکاران، ۱۳۹۰). کمیت و کیفیت گیاهان زراعی به‌خصوص دانه‌های روغنی تا حدود زیادی تحت تأثیر حاصلخیزی خاک و عناصر غذایی می‌باشد (محسن نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱). شناخت بهتر نقش عناصر غذایی در مقاومت گیاهان به تنش خشکی، با بهبود مدیریت کود در مناطق خشک و نیمه‌خشک و مناطقی که از خشکی رنج می‌برند در ارتباط است (توفیک[4]، ۲۰۰۸)، بنابراین بسته به میزان دسترسی به آب، اضافه کردن عناصر غذایی می‌تواند موجب افزایش و یا کاهش مقاومت به تنش گردد و یا حتی بی‌تأثیر باشد (ویلدوا[5] و همکاران، ۲۰۰۶).

امروزه به دلیل استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، مواد آلی زمین‌های کشاورزی در ایران کاهش‌یافته و ترکیب خاک به بافت سخت و نامطلوبی تبدیل شده است (محسن نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱). درحالی‌که جایگزینی آن‌ها با کودهای آلی نقش مهمی را در سلامتی محیط ایفا می‌کند (چاندراسکار[6] و همکاران، ۲۰۰۵). کمپوست به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کودهای آلی، یک فرآیند بیوشیمیایی تبدیل اجزای مختلف مواد زائد آلی به هوموس، نسبتاً پایدار است که باعث کاهش

[1] Iranian Vegetable Oil Indusctry Association (IVOI)
[2] Weiss
[3] Hashemi Dezfouli
[4] Tawfik
[5] Vildova
[6] Chandrasekar

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

مصرف آب موردنیاز گیاه (شیندو و نگوین[1]، ۲۰۱۱) و افزایش حاصلخیز خاک (گالو، رابرتز،[2] ۲۰۱۰) می‌شود. نقش مثبت این کود در افزایش عملکرد روغن (سجادی نیک و همکاران، ۱۳۹۰) و درصد پروتئین (صفایی و همکاران، ۱۳۹۱) در گلرنگ به اثبات رسیده است.

از سوی دیگر برای جذب عناصر، ریشه‌ها اندام اولیه گیاه هستند که این نقش را به عهده دارند. وجود عاملی که دسترسی عناصر غذایی را در خاک در شرایط تنش محدود می‌کند، استفاده مورد انتظار از کودها را کاهش می‌دهد. تحت این شرایط، عناصر غذایی برای گیاهان می‌تواند به‌وسیله محلول‌پاشی کودهای آلی مانند اسید هیومیک فراهم شود (لیو[3] و همکاران، ۱۹۹۸). در مطالعات مختلف تأثیر اسید هیومیک در واکنش‌های بیوشیمیایی مختلف در دیواره سلولی، سطح غشاء و یا سیتوپلاسم، مانند اثر بر فعالیت آنزیم‌های ریشه (کوثر و اعظم[4]، ۱۹۸۵) در گیاهان، افزایش سنتز پروتئین (ساراهان[5] و همکاران، ۲۰۱۱) و درصد روغن (راجپور[6] و همکاران، ۲۰۱۱) به اثبات رسیده است.

بدین ترتیب، با توجه به این‌که خشکی و کم‌آبی در ایران همواره از مهم‌ترین مسائل و مشکلات کشاورزی است، لذا بایستی به‌جای تأکید بر معایب ناشی از آن، درصدد مقابله و چاره‌اندیشی نسبت به این مسئله پرداخت؛ بنابراین، پژوهش حاضر، به‌منظور ارزیابی کاربرد سیستم‌های مختلف کود آلی در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار و تعیین تغذیه بهینه گلرنگ در شرایط تنش کم‌آبی اجرا گردید.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و کودهای مختلف بر روی خصوصیات کمی گلرنگ، آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا گردید. شهرستان زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا قرار دارد. آب‌وهوای منطقه بر اساس طبقه‌بندی کوپن جزء اقلیم‌های خشک و بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت شنی- رسی- لومی بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار به اجرا در آمد. تنش خشکی به‌عنوان فاکتور اصلی و در سه سطح، شامل آبیاری در زمان تخلیه ۳۵، ۵۵ و ۷۵ درصد آب قابل‌استفاده خاک و انواع کود به‌عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح شامل شاهد یا عدم مصرف کود، کمپوست (۴۰ تن در هکتار)، محلول‌پاشی اسید هیومیک (۱/۵ گرم در لیتر) و تلفیق کمپوست و محلول‌پاشی اسید هیومیک به میزان نصف مقادیر یاد شده بودند. مقدار ۴۰ تن کمپوست بر اساس نتایج آزمایش صفایی و همکاران (۱۳۹۱) انتخاب شد. در قطعه زمینی که برای کشت در نظر گرفته شده بود، پس از انجام تجزیه خاک و عملیات خاک‌ورزی، کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر طبق نقشه کاشت آماده گردید. فاصله بین تکرارها یک متر، بین بلوک‌ها و کرت‌های فرعی نیز نیم متر در نظر گرفته شد. کاشت در نیمه اول اردیبهشت به روش دستی انجام شد. بذر مورداستفاده، رقم زرقان بود که از اداره جهاد کشاورزی شهرستان زابل تهیه شد. تیمار خشکی از مرحله تنک کردن به بعد اعمال شد. برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از دستگاه[7] TDR استفاده شد و زمانی که رطوبت خاک به هر یک از مقادیر مشخص‌شده می‌رسید، آبیاری به روش کرتی انجام می‌شد.

اسید هیومیک بانام تجاری سیسارون[8] محتوی ۱۶ درصد اسید هیومیک، ۷ درصد نیتروژن، ۲/۵ درصد پتاسیم، ۱۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر آهن، ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی، ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر منگنز، ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر مس، ۹۰۰ میلی‌گرم در لیتر بور و ۳۰ میلی‌گرم

[1] Shindo and Nguyen
[2] Gallo and Roberts
[3] Liu
[4] Kauser and Azam
[5] Saruhan
[6] Rajpar
[7] Time Domain Reflectometry
[8] Sisaron

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

**جدول ۱**- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری

| هدایت الکتریکی (ds/m) | pH | ماده آلی | نیتروژن | فسفر | پتاسیم | سیلت | رس | شن | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | درصد | | میلی‌گرم در کیلوگرم | | درصد | | | |
| ۱/۴۶ | ۸/۴ | ۰/۷۴ | ۰/۰۹ | ۹/۲۵ | ۱۱۵ | ۲۰/۴ | ۴۸ | ۳۱/۶ | رسی |

در لیتر مولیبدن بود. ویژگی‌های شیمیایی کمپوست مورداستفاده در جدول ۲ آورده شده است.

**جدول ۲**- ویژگی‌های شیمیایی کمپوست

| | نیتروژن | فسفر | پتاسیم | هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) | pH |
|---|---|---|---|---|---|
| کمپوست | ۱ درصد | ۰/۳۸ درصد | ۱۷۷۰ میلی‌گرم درکیلوگرم | ۷/۲ | ۷/۵ |

کود کمپوست قبل از کاشت در کرت‌های مربوطه با خاک مخلوط شد. محلول‌پاشی اسید هیومیک طی سه مرحله در فصل رشد گیاه (مرحله ظهور گره چهارم، آغاز گلدهی و گلدهی کامل) در ساعت ۱۸-۱۷ با سم‌پاش پشتی تلمبه‌ای و با فشار یکسان تا زمان جاری شدن قطره‌های محلول از روی بوته‌ها انجام شد. فاصله نازل سم‌پاش تا بالای بوته‌ها نیز ۵۰ سانتی‌متر بود. قبل از محلول‌پاشی برای حذف خاک از روی شاخ و برگ، گیاهان با آب شستشو داده شدند. مراقبت‌های پس از کاشت شامل وجین، آبیاری و سله‌شکنی به‌طور منظم انجام شد. تا زمان جوانه‌زنی بذور، آبیاری به‌صورت سطحی روزانه صورت گرفت. در مرحله گلدهی به‌طور تصادفی چند گیاه از هر کرت انتخاب شد و از قسمت یک‌سوم بالایی تاج پوشش برگ‌های هم‌سن برداشت گردیدند و به‌طور مجزا درون پاکت‌های پلاستیکی قرار داده شدند و به‌وسیله یخدان به آزمایشگاه منتقل شدند. از این نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری خصوصیات بیوشیمیایی کربوهیدرات، پایداری غشای پلاسمایی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گایاکول پراکسیداز (GPX)، آسکوربات پراکسیداز (APX)، کاتالاز (CAT) و پراکسیداز مورداستفاده قرار گرفتند. فلورسانس کلروفیل با استفاده از دستگاه فلورومتر مدل (Hansatech-V.D.C12) بعد از اعمال تنش اندازه‌گیری شد (سلطانی[1]، ۲۰۰۴). جهت اندازه‌گیری کربوهیدرات میزان نور جذبی در ۴۸۳ نانومتر در اسپکتوفتومتری یادداشت و میزان کربوهیدرات استخراجی بر اساس میکروگرم گلوکز در گرم وزن‌تر از جدول استاندارد استخراج گردید (اریگوین[2] و همکاران، ۱۹۹۲). همچنین پایداری غشاء پلاسمایی بر اساس روش ژائو و همکاران (۱۹۹۲) محاسبه گردید.

جهت اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز (CAT) از روش برس و سایزر[3] (۱۹۵۲)، پراکسیداز از روش مک آدام و همکاران[4] (۱۹۹۲)، گایاکول پراکسیداز (GPX) و آسکوربات پراکسیداز (APX) روش ناکانو و آسادا[5] (۱۹۸۱) و میزان آنزیم‌های استخراجی بر اساس میکرو مول بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد. عملکرد روغن با برداشت ۱۰ بوته از هر کرت در مرحله فیزیولوژیک تعیین گردید. روغن موجود در بذر گلرنگ با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین گردید. درصد روغن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (هاشمی تنکابنی، ۱۳۷۴):

$$\text{درصد روغن نمونه} = b - c/b-a \times 100 \quad \text{فرمول (۲)}$$

a = وزن کاغذ صافی بدون نمونه

b = وزن کاغذ + نمونه حاوی روغن

[1] Soltani
[2] Irigoyen
[3] Beers and Sizer
[4] Mac Adam
[5] Nakano and Asada

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

وزن کاغذ+ نمونه بدون روغن= c

برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه، مقدار نیتروژن کل را در عدد ثابت ۶/۲۵ ضرب و میزان پروتئین محاسبه شد (پروانه، ۱۳۸۳).

در پایان، تجزیه داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده نرم‌افزار آماری Mstat-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

## نتایج و بحث

### عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر تنش خشکی، کود آلی و برهمکنش آن‌ها ($p<۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول ۳). در بررسی اثر متقابل تنش خشکی و کود آلی، بیشترین عملکرد دانه گلرنگ با میانگین ۱۵۶۷ و ۱۴۹۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در تیمار ترکیبی عدم تنش و مصرف تلفیقی کود کمپوست و اسید هیومیک و مصرف کمپوست به‌تنهایی مشاهده شد (شکل ۱).

کمپوست و اسید هیومیک دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشد که این مواد از طریق بهبود عناصر غذایی خاک، به‌ویژه آهن و روی (چن[1] و همکاران، ۲۰۰۴) با اثر مستقیم بر متابولیسم گیاهی (نردی[2] و همکاران، ۲۰۰۲) باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه (تارتورا[3]، ۲۰۱۰؛ احمد[4] و همکاران، ۲۰۱۱) می‌گردند. مواد هومیک از طریق تجزیه مواد آلی تولید می‌شود و به‌عنوان کود در بهبود ساختار خاک و میکروارگانیسم‌های خاک نقش دارند (ازدماراونلو[5] و همکاران، ۲۰۱۱). مواد هومیک منجر به تحریک ساقه و رشد ریشه و جذب مواد مغذی موجود در محصولات گیاهی می‌شود (کیرمین و ایلماز[6]، ۲۰۰۵). در همین راستا محققان اعلام کردند اسید هومیک باعث کاهش شوری و افزایش وزن خشک و ترکیب مواد مغذی گیاهان می‌شود (توران[7] و همکاران، ۲۰۱۱). کاربرد اسید هیومیک بیشتر، روی اندام‌های زیرزمینی گیاه تأثیر مثبت نشان می‌دهد (آرانکون[8] و همکاران، ۲۰۰۶) و احتمالاً کاهش در میزان وزن بوته، به دلیل توسعه اندام زیرزمینی در مقایسه بااندام هوایی است (نردی و همکاران، ۲۰۰۲)، بنابراین تأثیر کمتر اسید هیومیک در مقایسه با سایر کودها بر عملکرد گلرنگ قابل توجیه می‌باشد.

### درصد روغن دانه و عملکرد روغن دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که درصد روغن تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت (جدول ۳). در مورد تأثیر تنش خشکی بر درصد روغن گزارش‌های ضدونقیضی وجود دارد. اصولاً درصد روغن یک صفت کمی است و توسط چندین ژن کنترل می‌شود، بنابراین آسیب دیدن تعداد زیادی از ژن‌های کنترل‌کننده در اثر تنش خشکی، بعید به نظر می‌رسد. ازاین‌رو کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی جزئی است (جانسون و واکس، ۱۹۷۸). در همین راستا فرخی نیا و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند درصد روغن تحت تأثیر تنش خشکی و عوامل محیطی قرار نمی‌گیرد.

کودهای آلی درصد روغن دانه ($p<۰/۰۵$) را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۳). بیشترین درصد روغن در تیمار تغذیه تلفیقی با میانگین ۳۱/۳۰ درصد مشاهده گردید (جدول ۴). اسماعیلیان و همکاران (۱۳۹۳) نیز با مقایسه اثر نسبت‌های مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد روغن دانه آفتابگردان به نتیجه مشابهی دست یافتند و بیان کردند که تیمار عدم اعمال تنش خشکی و کاربرد ۵ تن در هکتار کود مرغی + نصف کود شیمیایی توصیه‌شده موجب دستیابی به بیشترین درصد روغن شد. در همین راستا اربابی (۱۳۹۲) گزارش کرد هرچند با کاهش میزان آب مصرفی و به‌تبع آن بروز تنش خشکی از عملکرد و میزان اسانس در گیاه ریحان کاسته شد، اما با به‌کارگیری کودهای آلی (کمپوست و اسید هیومیک) در سطوح بالای تنش تا حدی اثرات سوء تنش خشکی بر عملکرد کاهش یافت.

[1] Chen
[2] Nardi
[3] Tartoura
[4] Ahmad
[5] Ozdamarunlu
[6] Cimrin and Yilmaz
[7] Turan
[8] Arancon

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

**جدول ۳**- نتایج تجزیه واریانس تأثیر کودهای آلی بر صفات درصد و عملکرد روغن، درصد پروتئین، فلورسانس کلروفیل و پایداری غشاء گلرنگ در شرایط تنش خشکی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد دانه | درصد روغن دانه | درصد پروتئین دانه | فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm) | پایداری غشا |
| تکرار | ۲ | ۱۱۰۵۵۴$^{**}$ | ۰/۷۴۲$^{ns}$ | ۴/۹۸$^{**}$ | ۰/۰۰۵$^{**}$ | ۷/۳۳$^{**}$ |
| تنش خشکی | ۲ | ۲۵۷۶۷۹۶$^{**}$ | ۶/۰۹۶$^{ns}$ | ۱۹/۵۱$^{ns}$ | ۰/۲۷۴$^{*}$ | ۳۹/۷۴$^{**}$ |
| خطای اصلی | ۴ | ۱۲۴۱۷۶ | ۰/۹۸۳ | ۱۴/۴۱ | ۰/۰۲۱ | ۲/۰۱ |
| مصرف کود | ۳ | ۵۶۷۹۲۰$^{**}$ | ۲/۰۸۲$^{*}$ | ۰/۴۸$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۳۶۶$^{ns}$ | ۹/۰۳$^{**}$ |
| مصرف کود × تنش خشکی | ۶ | ۳۸۴۵۶$^{**}$ | ۰/۱۶۷$^{ns}$ | ۰/۱۰۷$^{ns}$ | ۰/۰۰۱۱$^{ns}$ | ۱/۵۸$^{ns}$ |
| خطای فرعی | ۱۸ | ۸۹۹۷ | ۰/۴۱۶ | ۰/۲۲۴ | ۰/۰۰۱ | ۱/۵۷ |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۱۰/۲۱ | ۲/۰۹ | ۱/۹۹ | ۲/۹۷ | ۴/۸۸ |

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و عدم معنی‌دار

**جدول ۴**- مقایسه میانگین‌های اثر مصرف کود و تنش خشکی برای درصد روغن، درصد پروتئین، فلورسانس کلروفیل و پایداری غشاء

| تیمارها | درصد روغن (٪) | درصد پروتئین دانه | فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm) | پایداری غشاء (٪) |
|---|---|---|---|---|
| تنش خشکی | | | | |
| آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد FC | ۳۰/۸۱ a | ۲۳/۰۶ a | ۰/۰۵۳ a | ۲۷/۴۲ a |
| آبیاری پس از تخلیه ۵۵ درصد FC | ۳۰/۵۹ a | ۲۳/۰۰ a | ۰/۰۴۷ ab | ۲۵/۸۷ a |
| آبیاری پس از تخلیه ۷۵ درصد FC | ۳۰/۱۳ a | ۲۵/۲۳ a | ۰/۰۴۱ b | ۲۳/۸۰ b |
| مصرف کود | | | | |
| شاهد | ۲۹/۴۹ b | ۲۳/۴۸ a | ۰/۰۵۵ a | ۲۴/۶۲ b |
| اسید هیومیک | ۳۰/۱۳ ab | ۲۳/۷۴ a | ۰/۰۵۱ a | ۲۵/۰۶ ab |
| کمپوست | ۳۱/۱۱ ab | ۲۳/۷۸ a | ۰/۰۴۴ a | ۲۶/۵۳ a |
| اسید هیومیک × کمپوست | ۳۱/۳۰ a | ۲۴/۰۵ a | ۰/۰۴۱ a | ۲۶/۵۶ a |

در هر ستون اختلاف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشد.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

**جدول ۵**- نتایج تجزیه واریانس تأثیر کودهای آلی بر صفات کربوهیدرات و آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز، آسکوربات و گایاکول پراکسیداز گلرنگ در شرایط تنش خشکی

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کربوهیدرات | پراکسیداز | کاتالاز | آسکوربات پراکسیداز | گایاکول پراکسیداز |
| تکرار | ۲ | ۲/۱۶۰$^{**}$ | ۱/۱۱$^{**}$ | ۰/۰۰۰۰۰۰۱۲$^{ns}$ | ۴/۲۱$^{**}$ | ۰/۰۰۰۰۰۴۵۸$^{**}$ |
| تنش خشکی | ۲ | ۸۶/۰۹$^{**}$ | ۱/۲۱$^{*}$ | ۰/۰۰۰۰۰۵۶۱$^{*}$ | ۲/۵۳$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۰۰۴۲۰$^{ns}$ |
| خطای اصلی | ۴ | ۰/۴۸ | ۱/۲۹۱ | ۰/۰۰۰۰۰۰۳۷ | ۹/۶۳ | ۰/۰۰۰۰۰۰۵۵ |
| مصرف کود | ۳ | ۱/۳۷$^{**}$ | ۱/۲۹۶$^{**}$ | ۰/۰۰۰۰۰۴۴۵$^{**}$ | ۱/۹۵$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۰۰۴۱۲$^{**}$ |
| کود *تنش خشکی | ۶ | ۰/۱۸$^{ns}$ | ۲/۹۶$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۰۰۰۳۸$^{ns}$ | ۳/۲۵$^{ns}$ | ۰/۰۰۰۰۰۰۱۵$^{ns}$ |
| خطای فرعی | ۱۸ | ۰/۱۴ | ۱/۴۴ | ۰/۰۰۰۰۰۰۱۶ | ۰/۰۰۰۰۰۰۶۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰۰۸ |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۳/۱۳ | ۶/۰۸ | ۱۱/۹۱ | ۲۱/۲۳ | ۷/۳۵ |

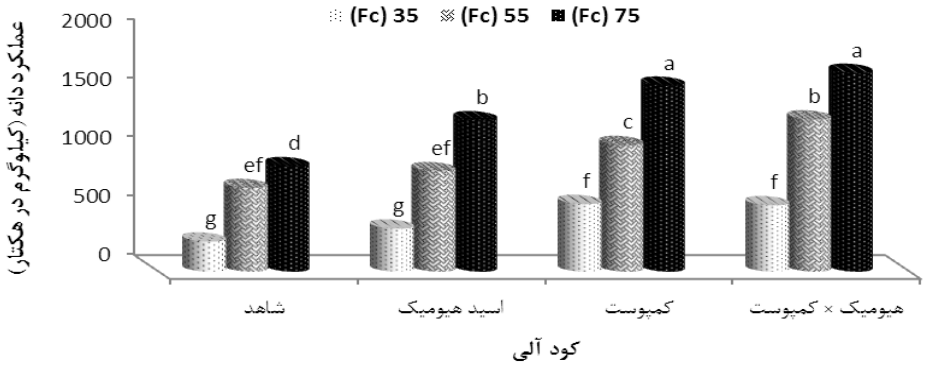
*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و عدم معنی‌دار

**جدول ۶**- مقایسه میانگین تأثیر کودهای آلی بر صفات کربوهیدرات و آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز، آسکوربات و گایاکول گلرنگ در شرایط تنش خشکی

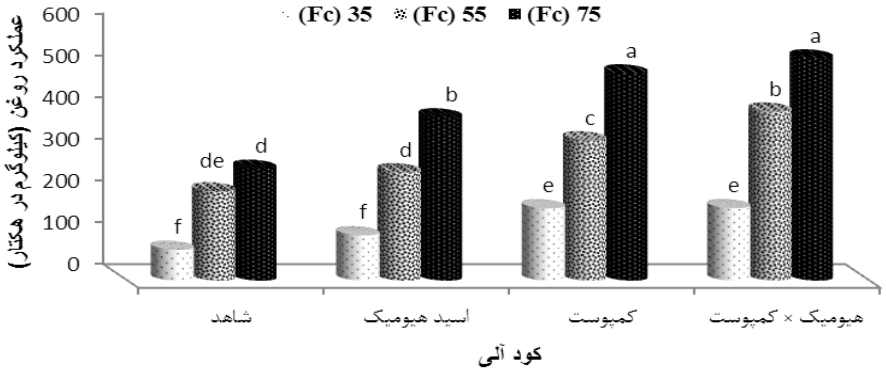
| تیمارها | کربوهیدرات (میکروگرم در گرم وزن‌تر) | پراکسیداز | کاتالاز | آسکوربات پراکسیداز | گایاکول پراکسیداز |
|---|---|---|---|---|---|
| | میکرو مول بر میلی‌گرم پروتئین | | | | |
| تنش خشکی | | | | | |
| آبیاری پس از تخلیه ۳۵ درصد FC | ۹/۶۹ b | ۰/۰۰۲ b | ۰/۰۰۲۸ b | ۰/۰۰۳۲ a | ۰/۰۰۳۲ a |
| آبیاری پس از تخلیه ۵۵ درصد FC | ۱۲/۷۱۰ a | ۰/۰۰۲ b | ۰/۰۰۳۱ b | ۰/۰۰۳۵ a | ۰/۰۰۳۵ a |
| آبیاری پس از تخلیه ۷۵ درصد FC | ۱۴/۰۶ a | ۰/۰۰۳ a | ۰/۰۰۴۱ a | ۰/۰۰۴۱ a | ۰/۰۰۴۳ a |
| مصرف کود | | | | | |
| شاهد | ۱۱/۸۱ b | ۰/۰۰۲۳ d | ۰/۰۰۴۱ c | ۰/۰۰۳۰ a | ۰/۰۰۴۹ c |
| اسید هیومیک | ۱۱/۹۹ b | ۰/۰۰۲۲ b | ۰/۰۰۳۷ ab | ۰/۰۰۳۷ a | ۰/۰۰۳۹ ab |
| کمپوست | ۱۲/۲۷ a | ۰/۰۰۱۷ c | ۰/۰۰۳۱ bc | ۰/۰۰۳۷ a | ۰/۰۰۳۴ bc |
| اسید هیومیک ×کمپوست | ۱۲/۵۴ a | ۰/۰۰۱۵ a | ۰/۰۰۲۵ a | ۰/۰۰۴۱ a | ۰/*۰۰۲۹ a |

در هر ستون اختلاف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشد.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]




**شکل ۱**- مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی و کودهای آلی برای عملکرد دانه گلرنگ




**شکل ۲**- مقایسه میانگین برهمکنش تنش خشکی و کودهای آلی برای عملکرد روغن گلرنگ

### درصد پروتئین دانه

درصد پروتئین دانه تحت تأثیر عامل اصلی و فرعی قرار نگرفت (جدول ۳). گرچه در اثر تنش خشکی شدید (آبیاری پس از تخلیه ۷۵ درصد رطوبت خاک) درصد پروتئین دانه ۶ درصد افزایش یافت، اما این افزایش ازلحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴). در همین زمینه عرب و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند تنش خشکی به‌ویژه در گیاه گلرنگ، بر درصد پروتئین دانه بی‌تأثیر بود که با نتایج ما در مطالعه حاضر همخوانی دارد.

### فلورسانس کلروفیل

نتایج نمونه‌برداری از گیاهان نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر فلورسانس کلروفیل (Fv/Fm) معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) (جدول ۳). به‌طوری‌که تأخیر در آبیاری تا زمان تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل‌استفاده موجب افزایش ۲۲/۶ درصدی فلورسانس گردید (جدول ۴). ازآنجایی‌که فلورسانس متغیر (Fv) نشانگر احیاء کامل پذیرنده الکترون می‌باشد، بنابراین می‌توان استنباط نمود که تنش خشکی در انتقال الکترون به فتوسیستم I اختلال ایجاد می‌کند (اومن و دونلی[1]، ۱۹۹۹) بنابراین هرچند نظام نوری II نسبت به خشکی مقاوم است، اما خشکی می‌تواند مانع انتقال الکترون در این نظام نوری شود، ازاین‌رو از کارایی فتوسنتز کاسته شده و بر میزان فلورسانس کلروفیل افزوده می‌شود (یوردانو[2] و همکاران، همکاران، ۲۰۰۳).

### شاخص پایداری غشاء

تأثیر تنش خشکی و کاربرد کودهای آلی بر شاخص پایداری غشاء معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$) (جدول ۳). تأخیر

[1] Ommen and Donnelly
[2] Yordanov

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

در آبیاری تا تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل‌استفاده موجب کاهش ۱۳/۲۰ درصدی صفت مذکور گردید (جدول ۴). کاهش پایداری غشای سلولی غالباً با کاهش محتوای نسبی آب برگ و کاهش میزان پتاسیم سلول‌ها همراه است و افزایش درصد آسیب سلولی احتمالاً به دلیل کاهش درصد آب در ساختمان غشای سلولی است زیرا ۳۰ تا ۵۰ درصد ساختمان غشاء را آب تشکیل می‌دهد (باغخانی و فرح‌بخش، ۱۳۸۷). عرب و همکاران (۱۳۹۱) نیز نتایج مشابهی را مبنی بر کاهش مقاومت غشاء سیتوپلاسمی در اثر تنش خشکی در گلرنگ نشان دادند.

بررسی اثر انواع کود نشان داد تیمار تلفیق مصرف کمپوست و محلول‌پاشی اسید هیومیک بیشترین تأثیر را بر شاخص پایداری غشاء (۲۶/۶ درصد) دارد و کمترین آن با ۷/۳۰ درصد کاهش مربوط به عدم کاربرد کود (شاهد) بود (جدول ۴). کاربرد کمپوست، محلول‌پاشی اسید هیومیک و کاربرد تلفیقی این کودها در یک گروه آماری قرار گرفتند. انجام تحقیق در این زمینه، برخی از تأثیرات مثبت این مواد آلی را در رشد و بهبود ویژگی‌های کیفی گیاهان نشان داده است (صفایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ بنیتو[1] و همکاران، ۲۰۰۵). مواد آلی از طریق افزایش درجه حرارت و رطوبت خاک (حسن‌زاده قورت تپه، ۱۳۷۹) سبب تورم پوسته بذر، تقسیم ماکرو مولکول‌های بزرگ و انتقال آن‌ها از محل ذخیره به محور رشد جنین (داگین[2] و همکاران، ۲۰۰۳) افزایش فعالیت‌های متابولیکی آنزیم‌های هیدرولیز کننده موجود در جنین بذر و ساخته‌شدن هورمون‌های گیاهی سیتوکینین و تریپتوفان خواهد شد (بنیتو و همکاران، ۲۰۰۵). به‌طوری‌که آنزیم‌های هیدرولیز کننده با تحریک ذخایر غذایی و هیدرولیز کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها سبب تسریع جوانه‌زنی و رشد بیشتر گیاهچه‌ها و نیز با افزایش پایداری و دوام گیاه در مقابل تنش خشکی، برودت و بیماری (اولیت و همکاران[3]، ۲۰۰۵) سبب بهبود زنده ماندن می‌گردند (فاروق[4] و همکاران، ۲۰۰۶).

### کربوهیدرات‌های محلول دردانه

نتایج نشان داد که کربوهیدرات‌های محلول در دانه به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) تحت تأثیر تنش خشکی و کاربرد کود آلی قرار گرفت (جدول ۵). با افزایش شدت تنش این صفت افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین کربوهیدرات با ۱۴/۰۶ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر از تیمار آبیاری در زمان تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل‌استفاده خاک (تنش شدید) و کم‌ترین آن، با ۳۱/۰۸ درصد کاهش، در شرایط آبیاری در زمان تخلیه ۳۵ درصد رطوبت قابل‌استفاده خاک (شاهد) به وجود آمد (جدول ۶). توزیع کربوهیدرات‌ها به‌طور مستقیم تحت تأثیر تنش‌ها مانند کمبود آب و به‌طور غیرمستقیم تحت تأثیر هورمون‌های گیاهی قرار می‌گیرند. تجمع ترکیبات آلی مانند کربوهیدرات و آمینواسیدها در سیتوپلاسم نقش مهمی در تنظیم فشار اسمزی گیاهان دارند (کارگر، ۱۳۹۲). تغییرات هیدرات‌کربن براثر رابطه مستقیم آن‌ها با مسیرهای فیزیولوژیک مثل فتوسنتز، تنفس و انتقال اهمیت خاصی دارد. مقدار کلیه قندهای آزاد گیاهان تحت تنش در مراحل مختلف رشد (رویشی، بولتینگ و گلدهی) به‌طور معنی‌داری در مقایسه با گیاهان بدون تنش بالاتر است (ساراکر[5] و همکاران، ۱۹۹۹).

کاربرد کودهای آلی موجب افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) صفت مذکور گردید، در این آزمایش گرچه کاربرد محلول‌پاشی اسید هیومیک به‌تنهایی اختلاف معنی‌داری در میزان کربوهیدرات نسبت به شاهد به وجود نیاورد ولی تیمار تلفیق کود کمپوست و محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار ۵/۸ درصدی در میزان صفت مذکور نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۶). کودهای آلی به‌واسطه داشتن عناصر ریزمغذی مانند آهن، روی و منگنز و نیز قرار دادن آب در دسترس گیاه باعث افزایش میزان کربوهیدرات

[1] Benito
[2] Duggin
[3] Oliet
[4] Farooq
[5] Saraker

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

می‌شوند (مارشنر[1]، ۱۹۹۵). علاوه بر این کاربرد اسید هیومیک به دلیل افزایش فتوسنتز و تولید هیدرات‌های کربن، تحمل گیاه را به شرایط تنش افزایش می‌دهد (لیو[2] و همکاران، ۱۹۹۸). در همین راستا هامودا[3] (۲۰۰۱) بامطالعه روی مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) اشاره کردند که کمپوست منجر به افزایش میزان کربوهیدرات برخی عناصر غذایی ماکرو می‌شود که این افزایش می‌تواند به دلیل اثرات مثبت کمپوست در افزایش سطح ریشه در واحد حجم خاک، کارایی مصرف آب و فعالیت فتوسنتزی باشد که مستقیماً روی فرآیندهای فتوسنتزی و تولید هیدرات‌های کربن مؤثر هستند.

## آنزیم‌های گایاکول پراکسیداز (GPX)، آسکوربات پراکسیداز (APX)، کاتالاز (CAT) و گایاکول (GAX)

تجزیه واریانس نشان داد آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند (جدول ۵). افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در شرایط تنش امری انکارناپذیر است (احمد و همکاران، ۲۰۱۱). در آزمایش پیش رو نیز تأخیر در آبیاری تا زمان تخلیه ۷۵ درصد رطوبت قابل‌استفاده خاک سبب افزایش ۳۳/۳ و ۳۱/۷ درصدی به ترتیب در میزان آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز گردید (جدول ۶). اثر ثانویه کمبود آب و تنش شوری، افزایش گونه‌های اکسیژن فعال (ROS[4]) است که شامل اکسیژن منفرد، رادیکال‌های سوپر اکسید آنیون، رادیکال‌های هیدروکسیل و هیدروژن پراکسید می‌باشد (شالینی و دوی[5]، ۲۰۰۳). فعالیت‌های آنزیمی آنتی‌اکسیدان در سلول‌های گیاهی غالباً در مواجه‌شدن گیاه با تنش‌های محیطی افزایش‌یافته و از این طریق گیاهان قادرند از خسارات رادیکال‌های آزاد اکسیژن ایجاد شده بکاهند (امیری و همکاران، ۱۳۹۲). در همین راستا شالینی و دوی (۲۰۰۳) بیان کردند که اکسیدازها ازجمله آنزیم‌هایی به شمار می‌روند که نقش بسیار مهمی در پاسخ به تنش‌ها دارند و تحت تنش فعال می‌شوند. این آنزیم‌ها قادرند بدون نیاز به عامل احیاء کننده، $H_2O_2$ موجود در سلول را به $H_2O$ و $O_2$ تبدیل کند.

کاربرد کودهای آلی باعث کاهش معنی‌دار در میزان آنزیم‌های موردبررسی گردید، به‌طوری‌که کاربرد ترکیبی اسید هیومیک و کود کمپوست موجب کاهش ۳۴/۸، ۳۹/۰ و ۳۵/۶ درصد به ترتیب در پراکسیداز، کاتالاز و گایاکول شد (جدول ۶). استفاده از کمپوست در اراضی زراعی باعث بهبود خواص فیزیکی از قبیل بهبود نفوذپذیری، تهویه خاک و کاهش اثرات منفی ناشی از قلیائی و افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌گردد (آونیملچ و کوچاوا[6]، ۱۹۹۲). همچنین کاربرد اسید هیومیک در سویا از طریق اثر بر فعالیت آنزیم‌های ریشه، باعث تقویت سیستم ریشه گیاهان می‌شود (کوثر و اعظم، ۱۹۸۵). درنتیجه می‌توان بهبود شرایط رشدی برای گیاهان در اثر کاربرد کودهای آلی را کاهش رادیکال‌های مضر به دلیل کاهش آنزیم‌های ضد اکسنده دانست.

## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه پیش رو می‌توان اظهار داشت که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی، هماهنگ‌سازی نیاز گیاه با عرضه عناصر غذایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار بخش زیادی از نیاز عناصر غذایی گیاهان روغنی ازجمله گلرنگ را می‌توان با کاربرد کودهای آلی به‌صورت توأم تأمین نمود. درنتیجه کاربرد توأم کمپوست (۲۰ تن در هکتار) و محلول‌پاشی اسید هیومیک (۰/۷۵ گرم در لیتر) را می‌توان در صورت انجام مطالعات تکمیلی برای افزایش عملکرد روغن گلرنگ در شرایط آب و هوایی مشابه و در مواجهه با تنش‌های ملایم کم‌آبی پیشنهاد کرد.

[1] Marschner
[2] Liu
[3] Hammoda
[4] Reactive Oxygen Species
[5] Shalini and Duey
[6] Avnimelech and Kochva

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

## منابع

اربابی، ج.، سیروس مهر، ع.ر.، اصغری پور، م.ر. و نظیر زاده، ع. ۱۳۹۲. اثر سطوح تنش خشکی و انواع کود آلی بر رشد و عملکرد ریحان. همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی. جزیره قشم.

اسماعیلیان، ی.، گلوی، م.، امیری، آ. و حیدری، م. ۱۳۹۳. اثر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه آفتابگردان در شرایط تنش خشکی. نشریه دانش آب و خاک، ۲۴ (۳): ۱۸۹-۱۷۵.

امیری، آ.، اسمعیل زاده مهابادی، ص. و سیروس مهر، ع.ر. ۱۳۹۲. تأثیر محلول‌پاشی کیتوزان بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گلرنگ در شرایط تنش خشکی، همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط‌زیست و منابع طبیعی پایدار، دانشگاه شهید مفتح همدان.

باغخانی، ف. و فرح‌بخش، ح. ۱۳۸۷. اثرات تنش خشکی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره. پژوهش کشاورزی، آب، خاک و گیاه در کشاورزی، ۸(۲): ۵۷-۴۵.

پروانه. و. ۱۳۸۳. کنترل کیفیت غذایی و آزمایشات شیمی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

حسن‌زاده قورت تپه، آ. ۱۳۷۹. مطالعه اثرات کودهای ارگانیک، معدنی و یکپارچه بر روی صفات کمی و کیفی ارقام مختلف آفتابگردان در آذربایجان غربی. پایان‌نامه دکتری زراعت دانشگاه تربیت مدرس. ۱۹۵ صفحه.

سجادی نیک، ر.، یدوی، ع.، بلوچی، ح. و فرجی، ه. ۱۳۹۰. مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی (اوره)، آلی (ورمی کمپوست) و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۱: ۸۱-۷۲.

صفایی، ص.، برادران فیروزآبادی، م.، اصغری، ح.ر.، غلامی، آ. و عباسدخت، ح. ۱۳۹۱. تأثیر کمپوست و کود نیتروژنه بر شاخص سطح برگ و برخی صفات گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). دوازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. کرج.

عرب، ص.، برادران فیروزآبادی، م.، اصغری، ح.ر.، غلامی، آ. و رحیمی، م. ۱۳۹۱. بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد و برخی صفات گلرنگ بهاره تحت تأثیر محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید و اسیدآسکوربیک. ۱۳۹۱. اولین همایش ملی تنش‌های گیاهی (غیر زیستی). دانشگاه اصفهان.

فرخی نیا، م.، رشدی، م.، پاسبان اسلام، ب. و ساسان دوست، ر. ۱۳۹۰. بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ بهاره تحت تنش کمبود آب. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۲(۳): ۵۵۳-۵۴۵.

کارگر، ف. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی متانول بر ویژگی کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط کم آبیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

کافی، م. و رستمی، م. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۵(۱): ۱۳۱-۱۲۱.

محسن نیا، آ. و جلیلیان، ج. ۱۳۹۱. اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۴(۳): ۲۴۵- ۲۳۵.

هاشمی تنکابنی، م. ۱۳۷۴. آزمایش روغن‌ها و چربی‌ها. (چاپ دوم). مرکز نشر دانشگاهی تهران. چاپ دوم.

Ahmad, Y.M., Shahlaby, E.A., and Shnan, N.T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology, 10(11): 1988-1996.

Beers, G.R., and Sizer, I.V. 1952. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. Biological Chemistry, 195:133-140.

Benito, M., Masaguer, A., Antonio, R.D., and Moliner, A. 2005. Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. Bioresource Technology, 96: 597-603.

Chandrasekar, B.R., Ambrose, G., and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb). Journal of Agricultural Technology, 1(2): 223-234.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

Chen, Y., De-Nobili, M., and Aviad, M. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida, Pp: 103-129.

Cimrin, K.M., and Yilmaz, I. 2005. Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science, 55: 58-63

Duggin, J.L., Grant, C.D., and Loneragan, W.A. 2003. Germination and early survival of *Eucalyptus blakelyi* in grasslands of the New England Tablelands, NSW, Australia. Forest Ecology and Management, 173: 319-334.

Farooq, M., Barsa, S.M.A. and Wahid, A. 2006. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling establishment, allometry and yield. Plant Growth Regulation, 49: 285-294.

Gallo, C., and Roberts, K. 2010. Soil infiltration study: measuring the difference in leachate quality between surface compost application and incorporated compost application. Earth and Soil Sciences, 17: 121-128.

Hammoda, S.S. 2001. Effect of some agricultural treatments on growth and productivity of moghat plant under Siani conditions. M.Sc. Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai, China.

Hashemi Dezfouli, A. 1994. Growth and yields of safflower as affected by drought stress. Crop Research, 7(3): 313-319.

Iranian Vegetable Oil Industry Association (IVOI). 2011. Available at Web site http://dpea.moc.gov.ir/shownews.asp. (Verified 10 June 2012)

Irigoyen, J.J., Emerich, D.W., and Sanchez-Dias, M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of prolin and total soluble sugars in nodu lated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum, 84(1): 55-60.

Johnson, R.R., and Wax, L.M. 1978. Relationship of soybean germination and vigor tests of field performance. Agronomy Journal, 75: 859-803.

Kauser A., and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth. Environmental and Experimental Botany Journal, 25: 245–252.

Liu, C., Cooper, R.J., and Bowman, D.C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development and nutrient content of bentgrass. Horticultural Sciences, 33(6): 1023-1025.

Mac-Adam, J.W., Nelson, C.J., and Sharp, R.E. 1992. Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tallfescue. Plant Physiology, 99: 872- 878.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Academic Press. Ltd. London. Pp: 245.

Nakano, Y. and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidases in spinach chloroplasts. Plant Cell and Physiology, 22:867-880.

Nardi, S., PizzeghellO, D., Muscolo, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527-1536.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Lee, S., and Byrne, R. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology, 42: S65-S69.

Oliet, A.J., Planelles, R., Artero, F., and Jacobs, F.D. 2005. Nursery fertilization and tree shelters affect long-term field response of (*Acacia salicina* Lindl*)* planted in Mediterranean semiarid conditions. Forest Ecosytems and Managements, 215: 339-351.

Ommen, O.E., and Donnelly, A. 1999. Chlorophyll content of spring wheat flag on barley growth: models and measurements showing the relative importance of leaf area and photosynthetic rate. Journal of Agricultural Science*,* 92: 703-716.

Ozdamar Unlu, H., Unlu, H., Karakurt, Y., and Padem, H. 2011. Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. Scientific Research and Essays, 6(13): 2800-2803.

Rajpar, I., Bhatti, M.B., Zia-ul-hassan., Shah, A.N and Tunio, S.D. 2011.Humic acid improves growth, yield and oil content of *Brassica compestris* L. Pakistan Journal of Agricultural Engineering, 27(2): 125-133.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

Saraker, A.M., Rahman M.S., and Paul, N.K. 1999. Effect of soil moisture on relative leaf water content, chlorophyll, proline and sugar accumulation in wheat. Journal of Agronomy and Crop Sciences, 183: 225-229.

Saruhan, V., Kusvuran, A., and Babat, S. 2011. The effect of different humic acid fertilization on yield and yield components performances of common millet (*Panicum miliaceum* L.). Scientific Research and Essays, 6: 663-669.

Shalini, V., and Duey, R.S. 2003. Lead toxicity induced lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plant. Plant Science, 164: 1645-1655.

Shindo, H., and Nguyen, T.H. 2011. Quantitative and qualitative changes of humus in whole soils and their particle size fractions as influenced by different levels of compost application. Agricultural Sciences, 2: 1-8.

Tawfik, K.M. 2008. Effect of water stress in addition to potassiomag application on Mungbean. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2(1): 42-52.

Tartoura, K.A. 2010. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 9(2): 208-216.

Turan, M.A., Asik, B.B., Katkat, A.V., and Celik, H. 2011. The effects of soil-applied humic substances to the dry weight and mineral nutrient uptake of maize plants under soilsalinity conditions. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39(1): 171-177.

Vildova, A., Stolcova, M., Kloucek, P., and Orsak, M. 2006. Quality characterization of chamomile (*Matricaria chamomilla*) in organic and traditional agriculture. Proceeding Book of International Symposium on Chamomile Research, Development and Production, 81 p.

Vishwanath, H., Pujari, B.T., Prakash, S.S., Babu, R., and Deshmanya, J.B. 2006. Growth attributes, dry matter production and its partitioning and nutrient uptake studies in spineless safflower (*Carthamus tinctorius* L.) var, NARI-6 as influenced by nitrogen and sulphur levels. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 19: 913-917.

Weiss, E.A. 2000. Oil seed crop. Blackwell Sci. Ltd. Oxford, London.

Yordanov, I., Velikova, V. and Tsonev, T. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 151: 187-206.

Zhao, Y., Aspinall, D. and Paleg, L.G. 1992. Protection of membrane integrity in Medicago saliva L. by glycinebetaine against the effects of freezing. Journal of Plant Physiology, 140: 541-543.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]

**Journal of Oil Plants Production, 1(2), Autumn & Winter, 2015**

# Effects of drought stress and different types of organic fertilizers on the yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

**Parviz Yadollahi[1], Mohammad Reza Asgharipour[2,*], Nooralah Kheiri[3], Asghar Ghaderi[4]**

[1]*Young Researcher and Elite Club, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran*
[2]*Associate Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran*
[3]*PhD, Student, College of Agriculture, Islamic Azad University, Gorgan Branch, Gorgan, Iran*
[4]*Master of science student, Department of Horticulture, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran*
[*]Corresponding author, E-mail address: m_asgharipour@uoz.ac.ir

(Received: 2014.10.24 - Accepted: 2015.02.26)

## Abstract

Management of organic fertilizers in terms of environmental impact and crop yield is important, especially in arid and semiarid regions. The objectives of this work were to evaluate the effect of drought stress and organic fertilizer on some morphological and yield components of safflower. The experiment was conducted as a split-plot based on a randumaized complet block design with three drought stresses: irrigation at 35, 55 and 75% of ready available water (RAW) depletion comprising the main-plot, and four fertilization systems: non-application (control), application of 40 tons of compost $ha^{-1}$, humic acid spraying (1.5 g per litr) and combining compost and humic acid as sub-plot that were applied with three replications. The experiment was conducted in 2013 at the Zabol University research farm in Zabol, south Iran. Drought stress reduced oil yield, chlorophyll fluorescence and membrane stability. Delays in irrigation by 75% RAW depletion reduced oil yield by 68.6% compared with the control. Organic fertilizer application increased oil content and oil yield, membrane stability, carbohydrates, peroxidase, catalase and guaiacol peroxidase activiteis. Integrated application of compost and humic acid increased oil yield by 99.7% over the control. Application of humic acid and compost can be combined to develop safflower cultivation in Sistan, especially in mild stress conditions.

***Keywords: Compost, Humic acid, Oil crops, Partial irrigation, Spraying***

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13 ]