اثر نیتروژن و تنش آبی بر پتانسیل دگرآسیبی سورگوم علوفه‌ای بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه گلرنگ زراعی

حسین مختاری کرچگانی [۱]، سیده زهرا حسینی سیسی [۲]، سید عبدالرضا کاظمینی [۳،*]

۱، ۲ و ۳ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، استادیار و دانشیار بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شیراز

[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: kazemeini22@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۸)

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر دگرآسیبی سورگوم علوفه‌ای بر گلرنگ زراعی تحت تأثیر منابع نیتروژن و تنش آبی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه و گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال ۱۳۹۱ انجام شد. تیمارها شامل تنش آبی در دو سطح (آبیاری مطلوب و آبیاری در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) و نوع کود نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار، تلقیح بذرها با کودهای زیستی نیتروکسین و نیتروکارا و عدم مصرف کود به‌عنوان تیمار شاهد) بود. عصاره آبی حاصل از اندام هوایی سورگوم در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی تهیه و به محیط پتری‌دیش اضافه شد. در گلخانه از دو روش محلول‌پاشی غلظت‌های عصاره بر روی سطح گیاه و مخلوط بقایای اندام هوایی سورگوم به میزان صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم بعد از اولین آبیاری به خاک گلدان‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص دگرآسیبی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز گلرنگ زراعی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهم‌کنش نوع و غلظت عصاره قرار گرفت. درصد جوانه‌زنی گلرنگ زراعی با افزایش غلظت عصاره آبی سورگوم کاهش یافت. به‌طوری که غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد عصاره کود نیتروکارا در شرایط آبیاری مطلوب به ترتیب با ۳۴، ۲۲ و ۱۲ درصد اثرات افزایشی و غلظت ۲۰ درصد عصاره به‌طور معنی‌داری با ۷۱ درصد کاهش اثرات کاهنده بر شاخص دگرآسیبی نشان دادند. به‌طور کلی، عصاره‌های حاصل از تیمارهای کود زیستی (نیتروکارا و نیتروکسین) در مقایسه با کود شیمیایی اوره در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی سبب افزایش طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گلرنگ زراعی گردید، به گونه‌ای که شرایط تنش آبی همراه با کود اوره سبب افزایش کنترل شد. در حالی که نتایج محلول‌پاشی عصاره حاصل از تیمار کود اوره در شرایط تنش آبی برخلاف کودهای زیستی در هر دو شرایط آبیاری، بیشترین اثر کاهشی را بر فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز نشان داد. به‌طور کلی کود اوره همراه با تنش آبی بیشترین اثر کاهندگی را بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گلرنگ زراعی داشت.

کلیدواژه‌ها: آبیاری، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، شاخص دگرآسیبی، کود اوره، کود زیستی

مقدمه

سورگوم *Sorghum bicolor* [L.] Moench. یکی از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیاست که به علت سازگاری با شرایط گرم و خشک، دارای کارایی استفاده از آب بالایی می‌باشد (المدرس[1]، ۲۰۰۸). یکی از انواع تنش‌هایی که احتمالاً گیاهان در دوران رشد خود با آن مقابله می‌کنند، دگرآسیبی می‌باشد (نیاکان و همکاران، ۱۳۸۷). دگرآسیبی به‌عنوان تأثیرات مفید (فزاینده[2]) یا مضر (کاهنده[3]) یک گیاه به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم بر گیاهان دیگر از طریق تولید ترکیبات شیمیائی تعریف می‌شود (احمد[4]، ۲۰۰۷). مواد آللوشیمیایی گروه‌های مختلفی از ترکیبات شیمیایی با فعالیت دگرآسیبی هستند که تقریباً در تمامی اندام گیاه از جمله برگ، گل، میوه، ساقه، ریزوم و دانه گرده وجود دارد (ترک[5] و همکاران، ۲۰۰۳). ترکیبات دگرآسیب قادرند با تغییر در صفات رشدی، فعالیت آنزیم‌ها، ساختار و نفوذپذیری غشاء پلاسمایی را تخریب کرده و اثرات تنش را به داخل سلول انتقال دهند (فرهودی و همکاران، ۱۳۹۳؛ پنگ[6] و همکاران، ۲۰۰۴).

تولید مواد دگرآسیب در چرخه رشد گیاهان دستخوش تغییرات ناشی از میزان و نوع عناصر غذایی، تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده، قرار می‌گیرد (میقانی، ۱۳۸۲). تحقیقات نشان می‌دهد دگرآسیبی در شرایط نامساعد محیطی مانند محدودیت آب یا مواد غذایی شدت می‌یابد (کنگ[7] و همکاران، ۲۰۰۲). بررسی‌ها نشان می‌دهد تنش آبی غلظت متابولیت‌های ثانوی را افزایش می‌دهد (کمه[8] و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین طیف‌سنجی جرمی (کارماتوگرافی[9]) اثر تنش آبی بر دگرآسیبی گیاهان فلفل و فرفیون نشان داد با افزایش تغییرات فیزیولوژیک ناشی از تنش میزان اسیدهای فنلی در هر دو گیاه کاهش می‌یابد (رانی و پاراسانالاکسمی[10]، ۲۰۱۴). یونسی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که تنش شدید رطوبتی در مراحل رشد رویشی بر پتانسیل خود دگرآسیبی گیاه سورگوم دانه‌ای رقم کیمیا از طریق تحت تأثیر قرار دادن مکانیسم‌هایی همانند تقسیم سلولی ممانعت از عمل هورمون‌های اسید جیبرلیک و ایندول اسید استیک، بیشترین تأثیر را بر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی دارد و مانع از طویل شدن طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد. عصاره آبی اندام هوایی چاودار تحت شرایط تنش رطوبتی نسبت به شرایط عدم تنش باعث کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه بذر علف هرز گلرنگ وحشی شد (مختاری و حسینی، ۱۳۹۲). شواهد متعددی نشان می‌دهد زمانی که گیاهان در معرض تنش قرار می‌گیرند، ترکیبات آللوشیمیایی آن‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد (نیاکان[11] و همکاران، ۲۰۰۸; نیاکان و مازندارانی[12]، ۲۰۰۹; جزویک-زورک[13] و همکاران، ۲۰۱۴). نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است که عصاره آبی پسماندهای ذرت و سورگوم در غلظت ۵۰۰ppm از جوانه‌زنی و رشد گندم، تاج‌خروس و سلمه تره جلوگیری کرده و بر روی فعالیت آنزیم ATPase اسفناج (*Spinacia oleracea*) اثر منفی می‌گذارد (به ایلی[14] و همکاران، ۱۹۹۰; ریچاردز[15]، ۱۹۵۴). همچنین، ترکیبات دگرآسیب با تأثیر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها و جذب دی‌اکسید کربن فتوسنتز گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (الخطیب[16] و همکاران، ۲۰۰۴). به‌علاوه مواد مترشحه از ریشه‌های ذرت و لوپین از فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز و پراکسیداز علف‌های هرز تاج‌خروس و سلمه تره جلوگیری به عمل می‌آورد (وستون[17]، ۲۰۰۴). علاوه به این محققین گزارش کردند، محلول‌پاشی عصاره ۵ درصد سورگاب به‌دست آمده از گیاه سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) باعث

[1] Almodares
[2] Synergist
[3] Antagonist
[4] Ahmed
[5] Turk
[6] Peng
[7] Kong
[8] Cheeme
[9] HPLC

[10] Rani and Prasannalaxmi
[11] Niakan
[12] Niakan and Mazandrani
[13] Jozwiak-Żurek
[14] Bialy
[15] Richards
[16] El-khatib
[17] Weston

افزایش عملکرد گندم تا ۱۴ درصد می‌شود (مختاری و حسینی، ۱۳۹۲).

نیتروژن یکی از عناصر اصلی و تأثیرگذار بر افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان است و بیش از سایر عناصر غذایی موردنیاز گیاهان زراعی می‌باشد (حسن‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱). واکنش سورگوم علوفه‌ای به مقادیر کود نیتروژن تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار واکنش مثبت گزارش شده است، اما مقادیر بالاتر نیتروژن علاوه بر افزایش توکسین‌ها سمیت نیتراتی در بافت‌های گیاهی ایجاد می‌کند (خالص‌رو و همکاران، ۱۳۸۹). محققین با بررسی اثر فسفر بر توان دگرآسیبی برنج نشان دادند که عصاره آبی برنج باعث کاهش طول ریشه، ارتفاع بوته، محتویات قند و پروتئین علف هرز سوروف شد (وانگ[1] و همکاران، ۲۰۰۹). محمودی و حمیدی (۱۳۹۱) در بررسی برهم‌کنش تنش آبی و کود شیمیایی فسفره بر توان دگرآسیبی گندم زمستانه بیان داشتند که با افزایش تنش آبی و کود فسفره تا ۳۰۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق همراه با ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره طول ریشه، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه خردل وحشی کاهش یافت. کودهای زیستی به مواد حاصل خیز کننده‌ای گفته می‌شود که به تعداد کافی حاوی یک یا چند گونه از موجودات مفید خاکزی هستند (آندارادە[2] و همکاران، ۲۰۱۳). اثر سودمند همزیستی میکوریزی و تلقیح بذر با کودهای زیستی، باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش آبی می‌گردد، به‌طوری که تلقیح بذر با این کودها سبب کاهش اثرات مخرب تنش آبی بر عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (سابرامانیان[3] و همکاران، ۱۹۹۵). محققین بیان داشتند غلظت‌های مختلف از تلقیح نشاء برنج با سیانوباکترها با تغییر ویژگی‌های شیمیایی خاک سبب افزایش مواد فنلی و کنترل رشد ریشه گندم می‌گردد (محمودی و حمیدی، ۱۳۹۱). با توجه به تأثیر تنش‌های محیطی و نوع عناصر غذایی مورد استفاده گیاهان بر پتانسیل دگرآسیبی، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژنه در شرایط تنش آبی بر پتانسیل دگرآسیبی سورگوم علوفه‌ای انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر دگرآسیبی سورگوم علوفه‌ای بر گلرنگ زراعی تحت تأثیر منابع نیتروژن و تنش آبی دو آزمایش جداگانه در آزمایشگاه و گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. عصاره‌ها از اندام‌های هوایی سورگوم (رقم اسپیدفید) که تحت تیمارهای تنش آبی (آبیاری مطلوب و آبیاری در ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) و نوع کود نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار که با خاک گلدان مخلوط شد، تلقیح بذرها با کودهای زیستی نیتروکسین[4] و نیتروکارا[5] بر اساس راهنمای مصرف در بروشور آن به میزان چهار میلی‌لیتر به ازای یک کیلوگرم بذر سورگوم و شاهد (بدون مصرف کود)) مورد استفاده قرار گرفت (پیراسته انوشه و همکاران، ۱۳۸۹). جهت تهیه عصاره‌ها از اندام‌های هوایی سورگوم در مرحله رویشی با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری و ظرفیت زراعی نمونه‌برداری صورت گرفت و به قطعات یک الی دو سانتی‌متری تقسیم و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت در آون نگهداری شدند (محمودی و حمیدی، ۱۳۹۱). سپس عصاره هر تیمار با غلظت ۱۰ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر تهیه گردید (جدول ۱). سایر غلظت‌های تهیه شده از این محلول شامل پنج سطح عصاره از اندام هوایی ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد و شاهد (آب مقطر) بود. در آزمایشگاه، آزمون جوانه‌زنی بذر گلرنگ زراعی رقم اصفهان ۱۴ (*Carthamus tinctorius*) مناسب کاشت در مناطق معتدل و سردسیر با میانگین عملکرد دانه ۱/۷ تن در هکتار از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زرقان تهیه شد و تحت تأثیر هر کدام از عصاره‌ها انجام گرفت. برای این کار، تعداد ۲۰ عدد بذر گندزدایی شده (با استفاده از اتانول ۷۰ درصد به مدت دو دقیقه) روی دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره دو و در پتری دیش قرار داده شد و

[1] Wang
[2] Andrade
[3] Subramanian
[4] Nitroxin
[5] Nitrokara

با شش میلی‌لیتر از هر کدام از عصاره‌ها مرطوب گردیدند به‌طوری که به هر تکرار چهار پتری دیش اختصاص داده شد. به‌منظور جلوگیری از آلودگی و اتلاف رطوبت پتری دیش‌ها با نوار پارافیلم پوشانده شده و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار داده شدند (ایستا[1]، ۲۰۱۰). پس از هشت روز پارامترهای درصد و سرعت جوانه‌زنی طبق روش ماگویر[2] (۱۹۶۲)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از متر دیجیتال، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با استفاده از ترازوی یک‌هزارم (ایستا، ۲۰۱۰) و شاخص دگرآسیبی طبق مدل ویلیامسون و ریچاردسون[3] (۱۹۹۸) اندازه‌گیری شد. در این آزمایش‌ها به‌منظور تعیین استاندارد فشار اسمزی عصاره آبی سورگوم و تفکیک آن از خاصیت دگرآسیبی از پلی‌اتیلن گلیکول استفاده نشد، زیرا غلظت محلول عصاره‌ها از ۵۰ میلی اسموز (حدود ۰/۱۱ – مگاپاسکال) بیشتر نبود.

زیست‌سنجی گلخانه‌ای

در این آزمایش از دو روش محلول‌پاشی عصاره سورگوم و مخلوط کردن بقایای سورگوم با خاک استفاده شد. محلول‌پاشی عصاره حاصل از اعمال تیمارها بر روی سطح گیاه با غلظت‌های تهیه شده از اندام هوایی شامل پنج سطح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی و شاهد (آب مقطر) به‌منظور بررسی اثر جذب برگی و تأثیر بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی انجام شد. همچنین مخلوط کردن بقایای سورگوم با خاک بر اساس ۳۰ درصد بقایای باقی‌مانده به صورتی که قطعات حاصل از اندام هوایی به میزان صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم در ازای ۱۱۰ گرم خاک گلدان بعد از اولین آبیاری به خاک گلدان‌ها اضافه شد (مختاری و حسینی، ۱۳۹۲). در هر تکرار ۵ گلدان و داخل آن‌ها ۵ بذر کاشت گردید. داخل گلدان‌ها از مخلوط پرلیت و ورمی کولیت به نسبت (۱:۱) استفاده شد. به‌منظور تعیین میزان پایداری غشاء برگ و ریشه گلرنگ زراعی رقم اصفهان ۱۴ در مرحله رشدی رویشی نمونه‌های تهیه شده در آب مقطر قرار داده شد و میزان هدایت الکتریکی محلول‌ها قبل و بعد از اتوکلاو با استفاده از مدل (اشرف و علی[4]، ۲۰۰۸) اندازه‌گیری شد. آبیاری گلدان‌ها بر اساس روش سلول فشاری و تعیین درصد رطوبت وزنی برمبنای ظرفیت زراعی مزرعه و توزین مداوم گلدان‌ها و محاسبه مقدار آب موردنیاز صورت پذیرفت. پس از سه هفته، از اندام هوایی نمونه‌برداری صورت گرفت و میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز و پراکسیداز به ترتیب بر اساس روش چانس و ماهلی[5] (۱۹۵۵) و دهیندزا[6] و همکاران (۱۹۸۱) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- تیمارهای نیتروژن و تنش آبی اعمال شده بر ماده آزمایشی سورگوم علوفه‌ای جهت تهیه عصاره

	تیمار	
آبیاری مطلوب	شاهد (بدون مصرف کود)	(T_1)
	کود زیستی نیتروکسین	(T_2)
	کود زیستی نیتروکارا	(T_3)
	کود اوره	(T_4)
تنش آبی	شاهد (بدون مصرف کود)	(T_5)
	کود زیستی نیتروکسین	(T_6)
	کود زیستی نیتروکارا	(T_7)
	کود اوره	(T_8)

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با SAS V. 9.2 و اثر برهم‌کنش داده‌ها با کمک نرم‌افزار Mstat C انجام شد. علاوه بر این از قدر مطلق اعداد برای اعداد منفی و تبدیل داده X+0.5 برای داده‌های صفر استفاده شد. مقایسه میانگین‌های هر صفت به کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ انجام گرفت.

[1] ISTA
[2] Maguire
[3] Williamson and Richardson
[4] Ashraf and ali
[5] Chance and Maehly
[6] Dhindsa

نتایج و بحث

زیست‌سنجی آزمایشگاهی

نتایج نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز گلرنگ زراعی رقم اصفهان در سطح یک درصد به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای تنش آبی و منبع نیتروژن و برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲).

به‌طور کلی با افزایش غلظت عصاره آبی از ۵ به ۲۰ درصد سرعت جوانه‌زنی در تیمار T_3 به میزان ۴۷/۶۰ درصد کاهش یافت و کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به غلظت ۲۰ درصد عصاره آبی در تیمار T_3 با ۸۹/۱۸ درصد کاهش در مقایسه با تیمار شاهد (آب مقطر) به دست آمد (جدول ۳). غلظت ۱۵ درصد عصاره آبی تهیه شده از تیمار T_6 در شرایط تنش آبی سرعت جوانه‌زنی را نسبت به تیمار (T_2) تا ۳۸/۰۴ درصد کاهش داد (جدول ۳). همچنین غلظت ۵ درصد عصاره (T_7) در شرایط تنش آبی با ۳۷/۶۲ درصد افزایش اثر فزاینده‌ای بر سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار (T_3) در شرایط آبیاری مطلوب داشت (جدول ۳). به‌طور کلی تیمار نیتروکارا (T_7) در شرایط تنش آبی اثرات فزاینده و در مقابل غلظت عصاره آبی ۱۵ درصد در تیمار نیتروکسین (T_6) در شرایط تنش آبی اثرات کاهنده‌ای مشابه با تیمار اوره (T_4) در شرایط آبیاری مطلوب بر سرعت جوانه‌زنی بذر گلرنگ زراعی نشان داد (جدول ۳). کاهش سرعت جوانه‌زنی در تیمار نیتروکسین نسبت به اوره در شرایط تنش آبی، می‌تواند به دلیل افزایش توسعه ریشه‌های گیاه و جذب عناصر غذایی در رویارویی با شرایط تنش باشد. کود زیستی نیتروکسین حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر و آزوسپریلوم بوده و توسعه ریشه را به‌طور فزاینده‌ای افزایش می‌دهد و باعث جذب بهتر عناصر از خاک می‌گردد (گیلیک[1] و ۲۰۰۱). به‌طور کلی عصاره‌های تهیه شده از تیمار کود نیتروکارا و نیتروکسین به ترتیب در شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی بیشترین اثر کاهشی بر سرعت جوانه‌زنی داشت و با افزایش غلظت عصاره این تأثیر بازدارندگی بیشتر خود را نشان داد به صورتی که استفاده از کودهای زیستی در شرایط تنش آبی نسبت به آبیاری مطلوب بر میزان توان دگرآسیبی تأثیر بسزایی داشته است. به‌طور معمول میزان مواد آللوشیمیایی موجود در بقایای گیاهی در شرایط رشدی متفاوت و غلظت‌های مختلف عصاره‌ی آبی اثرات متفاوتی بر پارامترهای رشدی بذرها دارند، به نحوی که افزایش غلظت عصاره در بسیاری از موارد با کاهش یا افزایش مواد آللوشیمیایی اثرات تحریک‌کننده‌ای بر جوانه‌زنی بذرها نشان می‌دهد (محمودی و حمیدی، ۱۳۹۱). بررسی‌ها نشان داده است که حضور مواد دگرآسیب عاملی برای کاهش جوانه‌زنی بذر و یا کاهش رشد اولیه محصول بوده و در نهایت باعث افت محصول در رقابت با گیاه زراعی خواهد شد (وستون، ۱۹۹۶). همچنین، وجود ساپونین موجود در اندام آتریپلکس از خانواده اسفنجیان و تأثیر بازدارندگی بر خصوصیات جوانه‌زنی سلمه تره اثرات فزاینده و کاهنده بیان می‌کند (جفرسون و پناچیو[2]، ۲۰۰۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی نشان داد، در بیشتر تیمارها با افزایش غلظت عصاره آبی سورگوم درصد جوانه‌زنی بذرهای تیمارشده کاهش یافت (جدول ۳). به صورتی که کاربرد ۲۰ درصد غلظت عصاره در تیمارهای T_4، T_3 و T_8 به ترتیب به میزان ۸۸/۸۰ و ۸۷/۰۲ و ۹۰/۰۸ درصد نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) درصد جوانه‌زنی را کاهش داد (جدول ۳). به‌طور کلی عصاره تهیه شده از تیمار نیتروکارا در تمام غلظت‌ها به‌جز غلظت ۲۰ درصد عصاره، اثرات فزاینده‌ای بر کاهش درصد جوانه‌زنی بذر گلرنگ داشت و با تغییرات صفت شاخص دگرآسیبی مطابقت داشت (جدول ۳). بررسی‌ها نشان می‌دهد که ترکیبات آللوپاتیک با تأثیر روی القاء هورمون‌های جوانه‌زنی مانند جیبرلین (کروز[3] و همکاران، ۲۰۰۰؛ رایس[4]، ۱۹۸۷؛ چوون[5] و همکاران، ۲۰۰۵) و همچنین با با اثر روی فعالیت آنزیم‌های ویژه مانند آمیلازها و پروتئینازها که برای فرآیند جوانه‌زنی ضروری است (رایس، ۱۹۸۸)، باعث کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شوند.

[1] Glick

[2] Jefferson and Pennacchio
[3] Kruse
[4] Rice
[5] Chon

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر نوع و غلظت عصاره آبی بر صفات اندازه‌گیری شده گیاهچه گلرنگ زراعی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		سرعت جوانه زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص دگرآسیبی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک		نسبت تراوایی		آنزیم	
							ریشه	ساقه	ریشه	ساقه	کاتالاز	پراکسیداز
نوع عصاره	۷	۰/۰۸**	۰/۳**	۰/۲۱**	۰/۵۴**	۰/۸۲**	۰/۰۱**	۰/۰۷**	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۱۸**	۰/۲۲**
غلظت عصاره	۴	۰/۱۲**	۰/۶**	۰/۰۴۸**	۰/۰۴**	۰/۰۱**	۰/۱۴**	۰/۰۰۶**	۰/۱۷^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۲**	۰/۰۳**
نوع عصاره × غلظت عصاره	۲۸	۰/۰۱*	۰/۱**	۰/۰۵*	۰/۰۱*	۰/۰۱**	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۱**	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۲**
خطا	۸۰	۰/۰۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۴
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۷۵	۸/۲۰	۶/۴۵	۶/۴۴	۴/۴۳	۵/۶۳	۲/۸۳	۵/۰۴	۵/۱۷	۴/۶۶	۴/۴۵

^{ns}، ** و * به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

محققین عقیده دارند در شرایط تنش آبی به دلیل بارش کم، ترشح مواد متابولیتی گیاهان دارای مواد اللوکمیکال جهت دفاع شیمیایی بر گونه‌های مجاور بیشتر می‌شود و نقش دگرآسیبی در شکل‌گیری جوامع گیاهی رویشگاه‌های طبیعی پررنگ‌تر می‌شود (جفرسون و پناچیو، ۲۰۰۳).

شاخص دگرآسیبی با علامت منفی میزان اثرات منفی و کنترلی عصاره آبی حاوی مواد دگرآسیب را نسبت به شاهد (آب مقطر) بیان می‌کند، اما بیان داده‌های مثبت نشان از اثرات فزاینده بر بذرهای جوانه‌زده هستند. با توجه به نتایج به دست آمده کاربرد عصاره با غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد از تیمار T_3 شاخص دگرآسیبی را در مقایسه با تیمار شاهد (آب مقطر) به ترتیب به میزان ۳۴، ۲۲ و ۱۲ درصد افزایش دادند. در حالی که افزایش غلظت تا ۲۰ عصاره (T_3) به‌طور معنی‌داری به میزان ۷۱ درصد اثرات کاهنده‌ای در مقایسه با تیمار شاهد (آب مقطر) بر شاخص دگرآسیبی گلرنگ زراعی نشان داد (جدول ۳). در این راستا، نتایج مطالعات نشان داده است که در بیشتر مواقع میزان کاهندگی رشد بسیاری از گونه‌های گیاهی با افزایش غلظت مواد آللوشیمیایی رخ می‌دهد (حدادچی و گریوانی[1]، ۲۰۰۹). این در حالی است که بیشترین اثر کاهندگی بر شاخص دگرآسیبی در غلظت ۲۰ درصد عصاره‌های (T_4 و T_8) به ترتیب با ۸۶ و ۸۹ درصد کاهش در مقایسه با تیمار شاهد (آب مقطر) مشاهده شد (جدول ۳). محققین بیان کردند که روند تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره مواد دگرآسیب بر گونه هدف وابسته به غلظت بوده و روند آن نیز به‌صورت مقطعی می‌باشد؛ یعنی ممکن است در یک غلظت اثر آن کاهش‌یافته و در غلظتی بالاتر از آن اثر آن افزایش و یا کاهش یابد (اسمائیل[2]، ۲۰۰۲). در مطالعات قبل نیز علی‌رغم بیان اثر آللوپاتیک یونجه بیان شد که مواد آللوپاتیک در غلظت‌های پایین ممکن است اثرات مثبت و منفی بر گیاه هدف داشته باشند اما در غلظت‌های بسیار زیاد همواره اثرات بازدارنده دارند (چوون و همکاران، ۲۰۰۵؛ اسمائیل و همکاران، ۲۰۰۲) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

[1] Haddadchi and Gerivani
[2] Ismail

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش نوع و غلظت عصاره آبی سورگوم علوفه‌ای بر ویژگی‌های جوانه‌زنی، رشد گیاه گلرنگ زراعی در زیست‌سنجی آزمایشگاهی و گلخانه‌ای

تیمار نیتروژن	غلظت عصاره آبی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص دگرآسیبی (درصد)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک (گرم)		آنزیم آنتی‌اکسیدانی (Ug^{-1} FW)	
		مقایسه میانگین								
		زیست‌سنجی آزمایشگاهی							زیست‌سنجی گلخانه‌ای	
							ریشه	ساقه	کاتالاز	پراکسیداز
	شاهد	۴/۸۱a	۷۲/۶۰a	۰/۰۰d	۵/۳۵bcd	۳/۱۱abc	۱/۷۲a	۰/۴۰a	۱/۲۳a	۲/۴۱a
شاهد (بدون مصرف کود)(T_1)	٪۵	۱/۲۴ab	۶۹/۸۴a	- ۰/۰۳۶d	۲/۹۱e/k	۲/۷۴abd	۰/۰۴c/h	۰/۰۱e/h	۱/۱۴bcd	۲/۳۰efg
	٪۱۰	۱/۰۰a/e	۵۲/۴۹abc	- ۰/۲۷f	۳/۰۲h/k	۳/۱۲abc	۰/۰۶d/h	۰/۰۱e/h	۱/۱۲cde	۲/۲۸fgh
	٪۱۵	۰/۶۲d/i	۳۲/۴۵ b/f	- ۰/۵۵j	۳/۰۲h/k	۳/۱۲abc	۰/۰۷e/h	۰/۰۱e/h	۱/۱۰def	۲/۲۶ghi
	٪۲۰	۱/۱۹ab	۵۶/۶۶ab	- ۰/۲۲f	۲/۸۶ i/l	۲/۴۱cd	۰/۰۶e/h	۰/۰۱۳fgh	۱/۰۶fg	۲/۲۲i
نیتروکسین (T_2)	٪۵	۲/۷۶d/i	۳۹/۰۵a/e	- ۰/۲۵f	۴/۱۸ c/f	۳/۱۷abc	۰/۸۴bc	۰/۲۵ ab	۱/۱۶bc	۲/۳۳cde
	٪۱۰	۱/۷۱i/n	۲۶/۸۸ c/g	- ۰/۴۷hi	۴/۲۹c/h	۲/۴۶a/d	۰/۴۹b/h	۰/۱۵c	۱/۱۴bcd	۲/۳۱def
	٪۱۵	۱/۷۱i/n	۲۵/۵۶d/g	- ۰/۴۹hi	۲/۹۲e/i	۳/۴۰ab	۰/۵۴b/g	۰/۱۷c	۱/۱۲cde	۲/۲۹e-h
	٪۲۰	۲/۸۶b/i	۴۶/۶۸a-d	- ۰/۱۲e	۷/۰۷c/h	۳/۰۱a/d	۰/۹۱bc	۰/۳۳ab	۱/۰۹efg	۲/۲۵hi
نیتروکارا (T_3)	٪۵	۲/۵۲a/g	۳۷/۶۶a/e	۰/۳۴a	۳/۱۶d/i	۳/۸۴ab	۱/۰۷ab	۰/۵۴a	۱/۱۸b	۲/۳۷ abc
	٪۱۰	۲/۱۴e/i	۳۲/۲۸b/f	۰/۲۲b	۵/۴۲bcd	۳/۹۶ab	۰/۷۳b/e	۰/۲۲bc	۱/۱۶ bc	۲/۳۵ bcd
	٪۱۵	۲/۰۵g/k	۳۰/۹۳b/f	۰/۱۲c	۳/۸۸c/g	۲/۹۰abc	۰/۸۲bc	۰/۱۸ab	۱/۱۴ bcd	۲/۳۳ cde
	٪۲۰	۰/۵۲p	۸/۰۶hi	- ۰/۷۱kl	۰/۹۰lm	۳/۱۱abc	۰/۷۰gh	۰/۰۱۱efg	۱/۱۰ def	۲/۳۹ ab
اوره (T_4)	٪۵	۱/۸۵h/m	۲۸/۲۴b/g	- ۰/۵۷j	۲/۱۴hij	۱/۹۱ ef	۰/۳۷gh	۰/۰۸۶ij	۱/۰۵gh	۲/۱۱klm
	٪۱۰	۱/۳۳j/p	۱۸/۸۵gh	- ۰/۷۱kl	۱/۶۸j/m	۱/۶۵fg	۰/۲۸h	۰/۰۶۳ij	۱/۰۵gh	۲/۰۹lmn
	٪۱۵	۱/۱۴l/p	۱۶/۱۶gh	- ۰/۷۵l	۰/۶۰n	۱/۱۱fg	۰/۲۶h	۰/۰۷j	۱/۰۰ij	۲/۰۱op
	٪۲۰	۰/۶۷op	۹/۴۲hi	- ۰/۸۶ m	۰/۷۶m	۰/۹۱h	۰/۲۰i	۰/۰۵l	۰/۹۶jk	۲/۰۵no

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

ادامه جدول ۳-

تیمار نیتروژن	غلظت عصاره آبی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	شاخص دگرآسیبی (درصد)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک (گرم)		آنزیم آنتی‌اکسیدانی (Ug-1 FW)	
							ریشه	ساقه	کاتالاز	پراکسیداز
		مقایسه میانگین		زیست‌سنجی آزمایشگاهی					زیست‌سنجی گلخانه‌ای	
	شاهد	۴/۸۱a	۷۲/۶۰a	۰/۰۰d	۵/۳۵ab	۳/۱۱abc	۱/۷۲a	۰/۴۰a	۱/۲۳a	۲/۴۱a
شاهد (بدون مصرف کود) (T5)	٪۵	۱/۰۱bcd	۴۱/۷۲a/e	- ۰/۳۸g	۴/۸۸bc	۲/۴۶cd	۰/۶۵b/f	۰/۳۰de	۰/۹۷ijk	۲/۱۱klm
	٪۱۰	۱/۰۸de	۳۰/۹۳b/g	- ۰/۵۲ij	۶/۹۰ab	۲/۳۴cde	۰/۷ b/e	۰/۳۵de	۰/۹۴kl	۲/۰۸mn
	٪۱۵	۱/۰۲ef	۲۰/۲efg	- ۰/۶۹k	۵/۱۵ab	۱/۷۷de	۰/۷۹bcd	۰/۲۳efg	۰/۹۱l	۲/۰۵no
	٪۲۰	۱/۱۳cd	۳۶/۲۹a/e	- ۰/۴۵h	۴/۴۸ bc	۱/۵۸ de	۰/۳۸c/h	۰/۳۴ de	۰/۸۵ m	۲/۰۰ p
نیتروکسین (T6)	٪۵	۳/۲۳ k/p	۳۴/۶۶b/e	- ۰/۴۸ hi	۱/۹۱ d	۲/۷۵ bcd	۰/۱۳ e/h	۰/۰۲۶ gh	۱/۰۱ hi	۲/۱۷ j
	٪۱۰	۳/۴۷ nop	۲۸/۰۰e/g	- ۰/۵۷j	۲/۰۲ d	۳/۱۲ abc	۰/۱۲ g/h	۰/۰۱۰ gh	۰/۹۷ ijk	۲/۱۴ jk
	٪۱۵	۲/۷۶ op	۱۷/۳۳ fg	- ۰/۷۲ kl	۲/۰۲ d	۳/۱۲ abc	۰/۱۴ fgh	۰/۰۲۶ gh	۰/۹۶ jk	۲/۱۰ klm
	٪۲۰	۲/۸۵ k/p	۳۳/۳۳ b/e	- ۰/۴۹ hi	۱/۸۵ d	۲/۴۱ cd	۰/۱۱ fgh	۰/۰۳۳ hi	۰/۹۰ l	۲/۱۳ jkl
نیتروکارا (T7)	٪۵	۳/۰۰ abc	۶۴/۵۴ a	۰/۰۱ d	۸/۵۸ a	۴/۰۶ ab	۰/۷۸ bcd	۰/۲۴ def	۰/۹۶ jk	۲/۰۹ lmn
	٪۱۰	۱/۰۹ a/f	۵۵//۰۹ ab	۰/۱۵ c	۶/۹۵ ab	۴/۳۰ a	۰/۷۸ bcd	۰/۵۱ d	۰/۹۴ kl	۲/۰۹۶ k/n
	٪۱۵	۲/۱۴ d/i	۴۰/۳۷ a/e	۰/۳۷ a	۵/۵۷ bc	۳/۲۸ abc	۰/۴۴c/h	۰/۴۸ d	۰/۹۰ l	۲/۰۶۳ mn
	٪۲۰	۱/۴۳c/i	۴۰/۴۰ a/e	۰/۳۷ a	۵/۵۵ ab	۳/۴۲ abc	۰/۵۰b/h	۰/۷۵ c	۰/۹۷ ijk	۲/۰۰ p
اوره (T8)	٪۵	۲/۸۵ d/i	۴۹/۶۸ a/d	- ۰/۲۵ f	۲/۷۷ cd	۰/۶۸ fg	۰/۰۷ i	۰/۰۱ jk	۰/۸۳ mn	۱/۸۵ q
	٪۱۰	۲/۰۴f/j	۸/۲۲ hi	- ۰/۸۷ m	۲/۴۰ d	۰/۶۵ fg	۰/۰۶ i	۰/۰۰۷ k	۰/۸۰ no	۱/۸۲ qr
	٪۱۵	۱/۴۲ h/m	۴۰/۲۰ a/e	- ۰/۳۸ g	۱/۷۶ e	۰/۵۹ g	۰/۰۴ j	۰/۰۰۲ l	۰/۷۸ op	۱/۸۰ r
	٪۲۰	۲/۳۳ j/o	۷/۰۰ i	- ۰/۸۹ m	۲/۳۱ d	۰/۵۶ g	۰/۰۳۸ j	۰/۰۰۳ l	۰/۷۴ p	۱/۷۴ s

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گلرنگ زراعی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). واکنش طول ریشه‌چه نسبت به تیمارهای اعمال شده متفاوت بود به‌طوری که کمترین طول ریشه‌چه در غلظت ۱۵ درصد عصاره تیمارهای T_4 و T_8 به ترتیب به میزان ۸۸/۷۸ و ۶۷/۱۰ درصد کاهش نسبت به تیمار عصاره آبی شاهد مشاهده شد (جدول ۳). علاوه بر این غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد عصاره تیمار T_7 به ترتیب با ۶۰/۳۷ و ۲۹/۹۰ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) اثرات فزاینده‌ای بر رشد ریشه‌چه نشان دادند (جدول ۳). این امر نشان از افزایش غلظت مواد آللوشیمیایی محرک در اندام هوایی سورگوم در شرایط تنش آبی بوده که سبب اثرات فزاینده بر پارامترهای مورد بررسی می‌شود. به‌طور کلی عصاره تهیه شده از تیماری که تحت شرایط کاربرد کود نیتروکسین همراه با آبیاری مطلوب قرار گرفت (T_3) در غلظت‌های ۵ تا ۲۰ درصد بیشترین اثر فزاینده بر طول ریشه‌چه داشت، در حالی‌که عصاره تهیه شده از تیمار (T_6) تحت شرایط تنش آبی سبب اثرات کاهنده بر طول ریشه‌چه گلرنگ زراعی شد (جدول ۳). به‌طور کلی میزان متابولیت‌های ثانوی تحت شرایط تنش‌های رطوبتی و غذایی دچار تغییر شده و استفاده از کودهای زیستی (نیتروکارا و نیتروکسین) سبب افزایش جذب عناصر غذایی در شرایط آبیاری مطلوب و برتری جذب مواد غذایی در شرایط تنش آبی نسبت به دیگر گیاهان می‌گردد. تحقیقات بیان می‌کند افزایش کود زیستی نیتروکسین و نیتروکارا دارای مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر و آزوسپریلوم است که رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان را موجب می‌شود (پیراسته انوشه و همکاران، ۱۳۸۹). بررسی غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام هوایی نشان داد با افزایش غلظت عصاره تا ۱۵ درصد در تیمارهای (T_4 و T_8) از طول ریشه‌چه کاسته می‌شود و بعد از آن اثرات فزاینده بر پارامتر مذکور دارد. این امر به دلیل افزایش مواد آللوشیمیایی در غلظت‌های بالاتر و تحریک زنجیره‌ای از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی به هم پیوسته به نظر می‌رسد؛ اما به طورکلی افزایش جذب عناصر غذایی در تیمار نیتروکارا (T_3 و T_7) در شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی در مقایسه با دیگر تیمارها اثرات فزاینده‌ای بر طول ریشه‌چه داشت (جدول ۳). با توجه به این‌که ریشه‌چه اولین بخشی از گیاهچه است که مستقیماً در معرض مواد آللوپاتیک قرار دارد لذا در بیشتر گزارش‌ها حاکی از کاهش رشد ریشه‌چه توسط مواد دگرآسیب به دلیل اثر این مواد روی کاهش تقسیم سلولی، کاهش در میزان اکسین القاء کننده رشد ریشه‌ها و دخالت در تنفس و فسفریله شدن اکسیداتیو می‌باشد (چوون و همکاران، ۲۰۰۲؛ کونیک[1] و همکاران، ۱۹۸۹؛ سیگلر[2]، ۱۹۹۶).

به بیان دیگر مواد آللوشیمیایی موجود در عصاره آبی گیاهان در شرایط تنش رطوبتی و حاصلخیزی خاک اثرات فزاینده‌ای بر رشد بسیاری گونه‌ها دارند. محققین گزارش کردند بقایای چاودار در مقادیر کم و مواد آللوشیمیایی موجود در آن در غلظت‌های پایین، باعث تحریک رشد برخی گونه‌های بذر درشت می‌شود (راندهاوا[3] و همکاران، همکاران، ۲۰۰۲).

به‌طور کلی عصاره‌های تهیه شده از تیمار کود اوره در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی بیشترین اثر کاهشی را بر طول ساقه‌چه نشان داد و با افزایش غلظت عصاره این تأثیر بازدارندگی بیشتر خود شد به صورتی که طول ساقه‌چه بذرهای تیمار شده باعصاره‌های (T_4 و T_8) با افزایش غلظت‌های مختلف عصاره آبی سورگوم کاهش یافت (جدول ۳) و کمترین طول ساقه‌چه در غلظت ۲۰ درصد عصاره تیمارهای مذکور به ترتیب با ۷۰/۷۳ و ۸۱/۹۹ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) به دست آمد (جدول ۳). تغییرات طول ساقه‌چه همانند نتایج طول ریشه‌چه در غلظت ۱۰ درصد عصاره‌های (T_3) و (T_7) به ترتیب با ۲۷/۳۳ و ۳۸/۲۶ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) اثرات فزاینده‌ای بر طول ساقه‌چه گلرنگ زراعی داشت (جدول ۳). اجلی و همکاران

[1] Connick
[2] Seigler
[3] Randhawa

(۱۳۸۹) در بررسی عصاره زیره سبز بر خصوصیات رشدی تاج‌خروس و سلمه‌تره بیان داشتند اثر تحریک‌کنندگی تیمار ۵۰ درصد غلظت عصاره موجب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) گردید. به‌کارگیری عصاره آبی سورگوم در غلظت‌های پایین تأثیر چندانی بر رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه نداشت، لیکن با افزایش غلظت عصاره آبی صفات مورد بررسی از یک روند کاهشی در صفت طول ریشه‌چه و در برخی اوقات روند افزایشی در طول ساقه‌چه پیروی می‌کند. به نظر می‌رسد مواد بازدارنده موجود در عصاره آبی بقایای سورگوم از طریق تحت تأثیر قرار دادن مکانیسم‌های همانند تقسیم سلولی، ممانعت از عمل هورمون‌ها نظیر اسید جیبرلیک و ایندول اسید استیک، از رشد ریشه‌چه جلوگیری و مانع از طویل شدن آن می‌گردند (زند و همکاران، ۱۳۸۳). در حالی که حضور هورمون اکسین سبب کاهش رشد ریشه و افزایش رشد ساقه گردید که با نتایج دیگر محققین مطابقت داشت (تایزو و زایگر[1]، ۲۰۱۰).

آنالیز داده‌های مربوط به تأثیر عصاره آبی سورگوم (بدون مصرف کود) و مقایسه آن با شاهد (آب مقطر) نشان داد که عصاره آبی سورگوم وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گلرنگ زراعی را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۲). بررسی روند رشد گلرنگ زراعی نشان داد، با افزایش غلظت عصاره آبی سورگوم، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه چه بذرهای تحت تیمار نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر) کاهش یافت (جدول ۳). به‌طوری که کاربرد عصاره با غلظت ۲۰ درصد تیمارهای T_4 و T_8 وزن خشک ریشه چه را در مقایسه با تیمار شاهد (آب مقطر) به ترتیب به میزان ۸۸/۳۷ و ۹۷/۷ درصد کاهش داد (جدول ۳). به‌طور کلی عصاره‌های حاصله از تیمار کود زیستی (T_2، T_3، T_6 و T_7) در مقایسه با کود اوره (T_4 و T_8) روند بهتر و فزاینده‌ای بر افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نشان داد و کاربرد پایین‌ترین غلظت عصاره یعنی ۵ درصد در تیمار T_3 با ۳۵ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد (آب مقطر)، بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را در میان تیمارهای مختلف عصاره به خود اختصاص داد (جدول ۳). نتایج وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با یکدیگر مطابقت داشت. به‌طوری که کاربرد عصاره با غلظت ۲۰ درصد عصاره‌های (T_4 و T_8) وزن خشک ساقه‌چه را به ترتیب با ۸۷/۵ و ۹۲/۰۵ درصد کاهش نسبت به شاهد (آب مقطر) کاهش داد (جدول ۳). عصاره تهیه شده از تیمار T_1 در مقایسه با عصاره‌های حاصله از تیمارهای نیتروکارا (T_7) و نیتروکسین (T_2) اثر کاهنده‌ای بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گلرنگ داشتند (جدول ۳). افزایش سرکوبی در تیمار کود اوره نسبت به تیمار کودهای زیستی بیانگر جذب بیشتر کودهای شیمیایی نیتروژنه و توسعه اندام هوایی و افزایش تولید مواد آللوشیمیایی سمی توسط گیاه است و در بافت گیاه ذخیره می‌شود (محمودی و حمیدی، ۱۳۹۱). علاوه بر این حضور گیاه در شرایط تنش آبی بر میزان مواد آللوشیمیایی سمی می‌افزاید. محققین در بررسی مدیریت کود نیتروژن در گیاه سورگوم بیان داشتند که مصرف کود اوره بیش از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تجمع مواد سمی در بافت‌های گیاهی سورگوم علوفه‌ای می‌شود (خالص رو و همکاران، ۱۳۹۱). تحقیقات بر گیاه پوششی چاودار بعد از کشت‌های تابستانه نشان داد علی‌رغم جذب کودهای شیمیایی نیتروژنه و افزایش غلظت مواد آللوشیمیایی در بافت گیاهی به نحوی درصد کنترل علف‌های هرز تا ۴۰ درصد افزایش می‌دهد (هارتوی و آمون، ۲۰۰۲).

زیست‌سنجی گلخانه‌ای

نتایج نشان داد درصد نفوذپذیری نسبی غشاء ساقه و ریشه گیاه گلرنگ زراعی تحت تأثیر تیمارهای کودی و شرایط آبیاری قرار نگرفت (جدول ۲). به بیان دیگر گلرنگ زراعی در رویارویی با مواد آللوشیمیایی و مقابله با سمیت خاک ضخامت دیواره سلولی خود را افزایش داده که احتمالاً تأخیر در رشد دلیل این امر باشد (اشرف و علی، ۲۰۰۸). وجود شرایط تنش و میزان مواد آللوشیمیایی موجود در بقایای مخلوط با خاک بر میزان سمیت خاک می‌افزاید که این امر باعث افزایش ضخامت دیواره سلولی در مبارزه با شرایط تنش می‌گردد (تایزو و زایگر، ۲۰۱۰). همچنین در بررسی‌های متعدد بیان شده افزایش میزان نشت یونی نشان دهنده افزایش مرگ سلولی می‌باشد و

[1] Taiz and Zeiger

این امر در ارقام مقاوم به‌مراتب کمتر است (خانا چوپرا و سلوت[1]، ۲۰۰۷).

به‌طور کلی محلول‌پاشی عصاره تهیه شده از تیماری که تحت شرایط کاربرد کود اوره همراه با تنش آبی قرار گرفت (T_8) در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد نسبت به شاهد (آب مقطر) به ترتیب با ۳۲/۵۳، ۳۴/۹۵، ۳۶/۵۸، ۳۹/۸۳ درصد کاهش، بیشترین اثر کاهندگی بر فعالیت آنزیم کاتالاز داشت، به گونه‌ای که شرایط تنش آبی در مقایسه با آبیاری مطلوب سبب افزایش اثرات کاهنده بر فعالیت آنزیم کاتالاز شد (جدول ۳). به‌طور کلی کاربرد عصاره با غلظت ۲۰ درصد از تیمارهای T_4 و T_8 به ترتیب با ۲۱/۹۵ و ۳۹/۸۳ درصد کاهش در مقایسه با تیمار شاهد (آب مقطر) کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز را نشان دادند (جدول ۳). در حالی که عصاره‌های حاصله از تیمار کود زیستی (T_2، T_3، T_6 و T_7) در مقایسه با کود شیمیایی (T_4 و T_8) روند با شیب ملایم را نشان دادند و شرایط تنش آبی همراه با کود اوره بیشترین اثرات کاهنده را بر فعالیت آنزیم کاتالاز نشان داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد افزایش مواد سمی در تیمار اوره آسیب جبران‌ناپذیری به سیستم تولید این آنزیم رسانده و قادر به پاسخ مناسب در شرایط تنش نبوده است. فرهودی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثر دگرآسیبی جو نتیجه گرفتند که تیمار فنل، آلکالوئیدهای استریکنین و آتروپین سبب کاهش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاهچه سلمه تره شد. حسین‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) بیان داشتند که کاهش در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را می‌توان به سمیت بالای مواد آللوشیمیایی و ماهیت سیستم دفاعی سلول نسبت داد.

نتایج بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز نشان داد محلول‌پاشی عصاره‌های تهیه شده به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار کودی و شرایط آبیاری قرار گرفت و به‌طور کلی عصاره‌های حاصله از تیمار تنش آبی همراه با کود اوره روند کاهنده‌ای بر فعالیت آنزیم پراکسیداز نشان داد. به گونه‌ای که تیمار (T_8) در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد فعالیت آنزیم پراکسیداز را نسبت به شاهد (آب مقطر) به ترتیب ۲۳/۲۳، ۲۴/۴۸، ۲۵/۳۱، ۲۷/۸۰ درصد کاهش داد (جدول ۳).

به‌طور کلی محلول‌پاشی عصاره تهیه شده از تیمار کود اوره در شرایط تنش آبی بیشترین اثر کاهشی بر فعالیت آنزیم پراکسیداز نشان داد و با افزایش غلظت‌های عصاره این تأثیر بازدارندگی آن افزایش یافت. به صورتی که عصاره‌های حاصله از کود زیستی (T_2، T_3، T_6 و T_7) و عصاره آبی شاهد (بدون مصرف کود، T_1 و T_5) در مقایسه با کود اوره در شرایط تنش آبی (T_8) اثرات فزاینده‌ای بر فعالیت آنزیم پراکسیداز گلرنگ زراعی داشت (جدول ۳). درحالی که عصاره ۲۰ درصد تیمار کود اوره در شرایط تنش آبی (T_8) با ۱۵/۱۲ درصد کاهش اثرات کاهنده معنی‌داری نسبت به تیمار کود اوره در شرایط آبیاری مطلوب (T_4) از خود نشان داد (جدول ۳). پس به‌طور کلی شرایط تنش آبی در مقایسه با آبیاری مطلوب می‌تواند سبب افزایش مواد آللوشیمیایی موجود در عصاره آبی سورگوم تحت شرایط کود اوره گردد. بررسی‌ها نشان داد موادی نظیر آلفاپین در گوجه‌فرنگی و گندم در شرایط تنش سبب القاء تنش اکسیداتیو و تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن، تخریب غشای سلولی و در نتیجه فعال شدن سیستم آنزیمی سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو به میزان ۲ تا ۳ برابر می‌شوند (فرهودی و همکاران، ۱۳۹۳، سلطانی پور، ۱۳۸۵). نتایج حاصل از بررسی بقایا جو خودرو بر ارقام گندم تجن و شیرودی نشان داد، عصاره آبی جو میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پرکسیداز را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (حسین زاده و همکاران، ۱۳۸۸). محققین در بررسی جوانه‌زنی دانه‌های خردل در عصاره آبی ۱۰ درصد آفتابگردان بیان کردند که مقاومت در برابر تنش دگرآسیبی و افزایش فعالیت سم‌زدایی در برگ فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون ردوکتار را افزایش داد (پنر و اشتون[2]، ۱۹۶۷). همچنین اثر بازدارندگی اسانس برگ گیاه دارویی مورخوش بر گندم، گوجه‌فرنگی، ترتیزک و سوروف میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز را در این گیاهان کاهش یافت (سلطانی پور و همکاران، ۱۳۸۳).

[1] Khanna-Chopra and Selote

[2] Penner and ashton

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش مشاهده شد که عصاره تهیه شده از کاربرد کود زیستی نیتروکارا (T_3 و T_7) در شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی به دلیل افزایش استقرار مناسب ریشه‌ها در تمام غلظت‌های عصاره با ۱۰ درصد افزایش، اثرات مثبت بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و فعالیت آنزیم‌های آنتی آکسیدانی داشت، در حالی که عصاره تهیه شده از تیمارهای کود اوره (T_4 و T_8) اثرات منفی بر خصوصیات رشدی گلرنگ زراعی را تا ۴۰ درصد افزایش داد. به‌علاوه حضور گیاهان در شرایط تنش آبی همراه با سمیت ناشی از جذب کود اوره سبب تحریک متابولیت‌های ثانویه و انباشته شدن مواد آللوشیمیایی سمی توسط گیاه نسبت به تیمار کودهای زیستی نیتروکارا و نیتروکسین، بیانگر انباشتگی و استفاده بی‌رویه نهاده‌ها در تناوب‌های زراعی می‌باشد. به‌طوری که سمیت پسماند بقایای گیاهی درصد جوانه‌زنی، رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را در مراحل اولیه رشد گلرنگ زراعی کاهش داده و توان رقابتی گیاه در مقابله با علف‌های هرز را کنترل می‌کند. در مجموع استفاده از کودهای زیستی نیتروکارا و نیتروکسین با تأکید بر کاهش مصرف نهاده‌ها و همچنین اثر سوء بقایا بر گیاهان در تناوب‌های زراعی و تأمین عناصر غذایی به صورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط‌زیست همراه با مبارزه با تنش‌های محیطی توصیه می‌شود.

منابع

پیراسته انوشه، ه.، امام، ی. و جمالی رامین، ف. ۱۳۸۹. مقایسه اثر کودهای زیستی با کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان (*Helianthus annuss* L.) در سطوح مختلف تنش خشکی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۲(۳): ۵۰۱-۴۹۲.

تکاسی، س.، راشد محصل، م.ح. و بنایان اول، م. ۱۳۸۹. بررسی پتانسیل آللوپاتیک عصاره آبی اندام هوایی یونجه بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های چهار گونه علف هرز. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۹(۱): ۶۹-۶۰.

حسین‌زاده، م.، کیارستمی، خ.، ایلخانی زاده، م. و صبورا، ع. ۱۳۸۸. بررسی اثر ترکیبات آللوپاتیک جو خودرو بر میزان پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و فعالیت برخی از آنزیم‌های گندم. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۲(۳): ۴۰۶-۳۹۲.

حمیدی، ط.، حمیدی، ر.، کاظمینی، س.ع.ر. و پاک‌نیت، ح. ۱۳۸۹. اثرهای برهمکنش آللوپاتیک گیاهان زراعی بر ویژگی‌های رشدی تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) و جو وحشی (*Hordeum spontaneum* Koch.). نشریه بوم‌شناختی علف‌های هرز، ۱(۲): ۱۴۴ - ۱۳۵.

خالص‌رو، ش.، آقا علیخانی، م. و مدرس ثانوی، ع.م. ۱۳۸۹. تأثیر مقدار کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی علوفه ذرت، ارزن مرواریدی و سورگوم در نظام کشت دوگانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۸(۶): ۹۳۸-۹۳۰.

زند، آ.، رحیمیان، ح.، کوچکی، ع.، خلقانی، ج.، موسوی، س. و رمضانی، ک .۱۳۸۳. اکولوژی علف‌های هرز. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۲۳-۱۱۰.

سلطانی پور، م.آ.، مرادشاهی، ع.، رضایی، م.ب.، خلد برین، ب. و برازنده، م.م. ۱۳۸۵. اثرات دگرآسیبی اسانس گیاه مورخوش بر جوانه‌زنی بذور و رشد دانه گیاهان زراعی گوجه‌فرنگی و گندم. مجله زیست‌شناسی ایران، ۱۹(۱): ۲۸-۱۹.

سلطانی‌پور، م.آ.، رضایی، م.ب. و مرادشاهی، ع. ۱۳۸۳. بررسی اثرات آللوپاتیک اسانس گیاه مورخوش بر علف‌های هرز *Echinochola crus- galli* و *Lepidium sativum*. پژوهش و سازندگی، ۱۷(۱۴): ۸-۱۴.

فرهودی، ر.، مدحج، ع. و علوی‌نیا، س.ر.۱۳۹۳. بررسی اثر ترکیبات آللوشیمیایی جو زراعی (*Hordeum vulgare* L.) بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و فعالیت برخی آنزیم‌های گیاهچه سلمه تره (*Chenopodium album* L.). نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸(۲): ۲۴۱-۲۳۴.

محمودی، ش. و حمیدی، ر. ۱۳۹۱. اثر رطوبت و فسفر خاک بر توان آللوپاتیک پسمان‌های گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز، ۱۴۱ ص.

مختاری، ک. ح. و حسینی سیسی، س.ز. ۱۳۹۲. اثر کودهای اوره و بیولوژیک بر پتانسیل دگرآسیبی سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش آبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز، ۱۴۵ ص.

مختاری، ک. ح. و حسینی سیسی، س.ز. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر تنش خشکی بر قدرت آللوپاتیک چاودار (Seca*le cereal* L.). دومین کنگره کشاورزی ارگانیک و مرسوم دانشگاه محقق اردبیلی.

میقانی، ف.۱۳۸۲. آللوپاتی، از مفهوم تا کاربرد. انتشارات پرتو واقعه. چاپ اول، ۲۵۴ ص.

Andrade, M.M.M., Stamford, N.P., Santos, C.E.R., Freitas, A.D.S., Sousa, C.A., and Junior, M.A.L. 2013. Effects of biofertilizer with diazotrophic bacteria and mycorrhizal fungi in soil attribute cowpea nodulation yield and nutrient uptake in field conditions. Scientia Horticulturae, 162: 374-379.

Ashraf, M., and Ali, Q. 2008. Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany, 63(1): 266-273.

Bialy, Z., Oleszek, W., Lewis, J., and Fenwick, G.R. 1990. Allelopathic potential of glucosinolates (*Mustardoil glysides*) and their degradation products against wheat. Plant and Soil, 129: 277-181.

Chance, B., and Maehly, A.C. 1955. Assay of catalases and peroxidases. Methods in enzymology. Academic Press. New York, 2: 764-775.

Cheema, Z.A., Farooq, M., and Khaliq, A. 2013. Application of allelopathy in crop production: success story from Pakistan. In Allelopathy Springer Berlin Heidelberg, 63: 113-143.

Chon, S.U., Jang, H.G., Kim, D.K., Kim, Y.M., Boo, H.O., and Kim, Y.J. 2005. Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants.Scientia Horticulturae, 106(3): 309-317.

Chon, S.U., Choi, S.K., Jung, S., Jang, H.G., Pyo, B.S., and Kim, S.M. 2002. Effects of alfalfa leaf extracts and phenolic allelochemicals on early seedling growth and root morphology of alfalfa and barnyard grass. Crop Protection, 21:1077-1082.

Connick, W.J., Bradow, J.M., and Legendre, M.G. 1989. Identification and bioactivity of volatile allelochemicals from amaranth residues. Journal Agriculture Food Chemistry, 37: 792-796.

Dhindsa, R.S., Plumb-Dhindsa, P.A., and Thorpe, T.A. 1981. Leaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental botany, 32(1): 93-101.

El khatib, A.A., Hegazy, A.K., and Galal, H.K. 2004. Allelopathy in the rhizosphere and amended soil of *Chenopodium murale* L. Weed Biology and Management, 4(1), 35-42.

Glick, B.R., Penrose, D.M., and Ma, W. 2001. Bacterial promotion of plant growth. Biotechnology Advances, 19: 135 – 138.

Haddadchi, G.R. and Gerivani, Z. 2009. Effects of phenolic extracts of canola (*Brassica napus* L.) on germination and physiological responses of soybean (*Glycin max* L.) seedlings. International Journal of Plant Production, 3: 63- 74.

Ismail, B.S., and Chong, T.V. 2002. Effect of aqueous extracts and decomposition of Mikania micrantha HBK debris on selected agronomic crops. Weed Biology and Management, 2: 31-38.

ISTA. 2010. Hand book for seedling evaluation. International Seed Testing Assosiation (ISTA). Zurich. Switzerland.

Jefferson, L.V., and Penacchio, M. 2003. Allelopathic effects of foliage extracts from four chenopodiaceae species on seed germination, Journal of Arid Environments, 55(2): 275-285.

Jozwiak-Żurek, A., Pietrowska-borek, M., and Kozłowska, M. 2014. Effects of allelochemical stress on response of cucumber to UV-B radiation and Botrytis cinerea infection. Allelopathy Journal, 33(2): 112-123.

Khanna-Chopra, R. and Selote, D.S. 2007. Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought-resistant than susceptible wheat cultivar under field conditions. Environmental and Experimental Botany, 60(2): 276–283.

Kong, C., Hu, F., and Xu, X. 2002. Allelopathic potential and chemical constituents of voliatiles from Ageratum conyzoids under stress. Journal of Chemical Ecology, 28 (6): 1173-1182.

Kruse, M, Strandberg, M. and Strandberg, B. 2000. Ecological effects of allelopathic Plants. A review National Environment Research Institute, Sikleborg, Denmark, pp: 66.

Maguire, J. D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop science, 2(2): 176-177.

Niakan, M., and Mazandrani, N. 2009. Allelopathic effects of Ascorbic acid and canola on germination and antioxidant enzyme activity in soybean seedlings. Allelopathy Journal, 24(2): 283-290.

Niakan, M., Tajari, M., and Ghorbanli, M. 2008. Effects of salinity on allelopathic potential of canola (*Brassica napus* L.). Allelopathy Journal, 21(2): 329-338.

Peng, S.L., Wen, J., and Guo, Q.F. 2004. Mechanism and active variety of allelochemicals. Acta Botanica Sinica-English Edition, 46(7): 757-766.

Penner, D., and Ashton, F.M. 1967. Hormonal control of proteinase activity in squash cotyledons. Plant Physiology, 42(6): 791-796.

Randhawa, M.A, Cheema, Z.A., and Ali, M.A. 2002. Allelopathic effect of sorghum water extract on the germination and seedling growth of Trianthema Portulacastrum. International Journal of Agriculture and Biology, 4(3): 383-384.

Rani, P.U., and Prasannalaxmi, K. 2014. Water stress induced physiological and biochemical changes in *Piper betle* L. and *Ricinus communis* L. plants and their effects on Spodoptera litura. Allelopathy Journal, 33(1): 157-169.

Rice, E.L. 1984. Allelopathy. Second edition. Academic press, inc. Orland, London. pp: 457.

Rice, E.L. 1987. Allelopathy on overview. ACS Symposium Series 330. American Chemical Society, Washington, D.C. pp: 605.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook.60, United states Department of Agriculture, pp: 109.

Seigler, D.S. 1996. Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. Agronomy Journal, 88: 876- 885.

Subramanian, K.S., Charest, C., Dwyer, L.M., and Hamilton, R.I. 1995. Arbuscular mycorrhizas and water relations in maize under drought stress at tasselling. New Phytologist, 129(4): 643-650.

Taiz, L., and Zeiger, E. 2010. Plant physiology. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

Wang, H.B., He, H.B., Ye, C.Y., Lu, J.C., Chen, R.S., Guo, X.K., and Liu, C.H. 2009. Physiological responses of allelopathic rice accessions to low phosphorus stress. Allelopathy journal, 23(1) 245-256.

Weston, L.A. 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. Agronomy Journal, 88: 860-866.

Williamson, G.B., and Richardson, D. 1988. Bioassays for allelopathy. Measuring treatment responses with independent controls. Journal of chemical ecology, 14: 181-187.

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

The effects of nitrogen and water stress on allelopathic potential of sorghum forage on seed germination characteristics and primary growth of safflower

Hossein Mokhtari Karchegani[1], Seyedeh Zahra Hosseini CC[2], Seyed Abdolreza Kazemeini[3,*]

1, 2 and 3 former M.Sc. Student, Assistant Professor and Associate Professor of Shiraz university, Shiraz, Iran

*Corresponding author, E-mail address: kazemeini22@gmail.com

(Received: 2015.02.07 - Accepted: 2015.03.19)

Abstract

To evaluate the effects of nitrogen and water stress on the allelopathic potential of sorghum (*Sorghum bicolor*) on the seed germination traits of safflower (*Carthamus tinctorius*), a factorial experiment was carried out in randomized complete design (CRD) with three replications in the greenhouse and laboratory, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran in 2012-13. Treatments included irrigation [Normal (I_1) and water stress (I_2)] and nitrogen [control (no nitrogen), Urea (200 kgN ha^{-1}), Nitroxin (Azotobacter) and Nitrokara (Azospirillum and Azotobacter) inoculation per kg seeds]. Extracts were prepared from sorghum shoot reside in 5, 10, 15 and 20% (W/V) and were applied to individual Petri dishes; distilled water was used as control treatment. Also, foliar applications of extracts were applied in treatments under the greenhouse conditions and sorghum dried residues were also mixed with the soil in amounts of 0, 5, 10, 15, and 20 g after the first irrigation. Analysis of variance showed that interaction effects of sorghum extract type and its concentration had significant effects on all traits except relative water content. Safflower germination percentage reduced to with increase in concentration**.** 5, 10 and 15% concentrations of Nitrokara under normal irrigation had 34, 22 and 12%, the effects on allelopathy index of safflower respectively. Whereas concentration of 20% extract, decreased allelopathy index by 71%. The antagonist effects on length and dry weights of roots and shoots were observed when biofertilizer treatments (Nitroxin and Nitrokara) applied. In addition, more synergist effects were obtained when urea extract was applied under water stress. The results of foliar application revealed a decrease in CAT and POD activities in leaves of safflower when urea was used under water stress conditions. However, the lowest germination rate and primary growth of safflower was observed when urea applied under water stress conditions.

Keywords: Antioxidant enzyme activity, Allelopathy index, Biofertilizer, Irrigation, Urea fertilizer