Archive of SID

نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد نهم، شماره ۲(۳۴)، تابستان ۱۳۹۴، صفحه ۳۳۶-۳۲۳

مقاله کوتاه

اثرات محلول‌پاشی گوگرد، نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد کرچک در شرایط کمبود آب

مجید موسوی[۱]، امیررضا صادقی بختوری[۲]، بهمن پاسبان اسلام[۳*]، سمیرا سامع اندابجدید[۱]و حمید محمدی[۲]

چکیده

به‌منظور تعیین اثر محلول‌پاشی برخی از عناصر ماکرو بر عملکرد و اجزای عملکرد کرچک در شرایط کمبود آب، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی خسروشاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی به‌صورت فاکتوریل بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۲ به اجرا درآمد. عامل‌های مورد بررسی شامل آبیاری در دو سطح بدون تنش و تنش کمبود آب در مرحله پر شدن دانه‌ها و محلول‌پاشی عناصر در چهار سطح شامل شاهد، گوگرد (وتابل به میزان ۲ در هزار)، نیتروژن (اوره به میزان ۶ در هزار) و فسفر (سوپر فسفات تریپل به میزان ۴ در هزار) بودند. صفات ارتفاع بوته، تعداد گل‌آذین، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، دمای برگ، مقدار آب نسبی برگ، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه در واحد سطح مـورد ارزیابی قرار گرفتند. کلیه‌ی صفات مورد بررسی، به‌غیر از تعداد گل‌آذین، به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر عامل تنش کمبود آب قرار گرفتند. کمبود آب باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه در واحد سطح، مقدارآب نسبی برگ و افزایش معنی‌دار دمای برگ گردید. اثر متقابل عامل‌های مورد مطالعه روی تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود. حداکثر این صفت (۱/۸۶ عدد) در تیمارهای بدون تنش کمبود آب همراه با محلول‌پاشی نیتروژن مشاهده گردید. درنهایت با توجه به تاثیر پذیری شاخص‌های دمای برگ و مقدار آب نسبی برگ از سطوح تنش متوسط اعمال شده، به‌نظر می‌رسد بتوان از این شاخص‌ها در شناسایی اثرات کمبود آب روی گرچک استفاده نمود.

واژگان کلیدی: کرچک، عناصر ماکرو، عملکرد.

۱- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
۲- استادیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و داروئی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
۳- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی (* نگارنده‌ی مسئول)
b_pasbaneslam@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۱۳
تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۶

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کرچک (*Ricinus communis* L.) با نام انگلیسی Castor bean یکی از گیاهان روغنی خانواده‌ی فرفیون است که روغن آن در صنایع پتروشیمی و هوایی، کارخانه‌های لاستیک سازی، رنگ سازی، صنایع تولید مواد آرایشی و پوشش سطوح استفاده می‌گردد (Weiss, 2000). همچنین روغن کرچک برای تحریک زایمان در پزشکی به‌کار گرفته می‌شود (McFarlin *et al*., 1999). این گیاه در مناطق معتدله در فصول گرم سال در یک فصل زراعی کشت شده ولی در نواحی گرم و نیمه‌گرم به‌صورت درختچه و درخت چند ساله می‌باشد (Moosavi *et al*., 2014). خشک‌سالی و تنش حاصل از آن یکی از مهمترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبه‌رو می‌سازد. در ایران نیز تنش خشکی تولید محصولات زراعی را به‌خصوص در مراحل انتهایی رشد کاهش می‌دهد. از دلایل احتمالی اثرگذاری بیشتر تنش خشکی در مرحله‌ی زایشی می‌توان به انتقال مجدد نیتروژن و کربوهیدرات‌ها از برگ به دانه با افزایش سن برگ، تخریب ساختمان کلروفیل و کمپلکس‌های برداشت کننده نور، افزایش میزان مقاومت روزنه‌ای و کاهش فعالیت روبیسکو اشاره کرد (Cabuslay *et al*., 2002). بررسی‌ها نشان دادند که اثر تنش آب بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف در طی فصل رشد متفاوت می‌باشد (Brigham and Spears, 1960). موسوی‌فر و همکاران (Moosavifar *et al*., 2009) بیان نمودند که کاهش آبیاری در مراحل انتهایی رشد گلرنگ به‌دلیل مواجه شدن گیاه با خشکی به‌طور چشمگیری محصول را کاهش می‌دهد. کرچک نیز همانند بسیاری ازگیاهان زراعی از تنش ناشی از کمبود آب متأثر می‌گردد. در مورد اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه در کرچک گزارش‌های متناقضی وجود دارد. کیتوک و همکاران (Kittock *et al*., 1967) گزارش نمودند اختلافی در عملکرد دانه کرچک بین تیمارهای مختلف تنش خشکی وجود نداشت، اما بر اساس گزارش کوتروباس و همکاران (Koutroubas *et al*., 2000) با افزایش آبیاری، عملکرد دانه و تجمع ماده خشک در کرچک افزایش یافت. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani-Moghaddam *et al*., 2009) نیز اعلام کردند تنش خشکی تأثیر به‌سزایی بر کاهش عملکرد دانه در کرچک داشت. زمانی که شرایط رشد فراهم است، خوشه‌های پر گل و تعداد کپسول بیشتری ایجاد می‌شود (تا ۳۰۰ کپسول) و برعکس در سال‌های خشک تعداد کپسول‌ها ممکن است تا حدود ۵ تا ۱۰ کپسول در هر خوشه کاهش یابد (Arshi, 1988). لورتی و ماراس (Laureti and Marras, 1995) اظهار داشتند تعداد کپسول در کرچک با کاهش شدت تنش خشکی افزایش یافت.

لایی و همکاران (Laei *et al*., 2011) نشان دادند تنش خشکی بر اکثر صفات مورد مطالعه در کرچک نظیر طول گل‌آذین، تعداد دانه در کپسول، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد پروتئین اثر معنی‌داری داشت. یکی از اثرات تنش خشکی برهم‌زدن تعادل تغذیه‌ای در گیاه است (Lewis and McFarlane, 1986). با تکمیل مصرف عناصر غذایی از طریق محلول‌پاشی می‌توان وضعیت رشد گیاه را در شرایط تنش بهبود بخشید. گوگرد یکی از عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه به‌شمار می‌رود و برای ساختن پروتئین و آنزیم از طریق شرکت در ساختمان اسیدهای آمینه متیونین و سیستئین الزامی است (Rezvani-Moghaddam *et al*., 2009).

بر اساس گزارش موسوی و همکاران (Moosavi *et al*., 2014) گوگرد تأثیر مهمی در

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش جذب سایر عناصر مهم نظیر فسفر در خاک‌های قلیایی داشته و در افزایش خوشه‌های اصلی در گیاه کرچک نقش مهمی را به عهده دارد. تأثیر مثبت گوگرد در جذب فسفر توسط ایرانی‌پور و همکاران (Iranipoor *et al*., 2003) نیز گزارش شده است. کومار (Kumar, 2002) معتقد است تغذیه‌ی مناسب و استفاده از عناصری مانند گوگرد در افزایش عملکرد کرچک موثر است. نیتروژن عنصری مهم و حیاتی برای گیاه به‌شمار می‌رود که در ساختمان پروتئین، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل وجود دارد و بیش از عناصر غذایی دیگر از دست می‌رود. این عنصر به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر رشد گیاه تأثیر دارد، با این وجود رفتارهای فیزیولوژیک گیاهان نسبت به منابع نیتروژن کاملاً متفاوت بوده و به توانایی آنها در جذب و تثبیت آن بستگی دارد (Botella *et al*., 1994). نتایج مطالعه اثرات باکتری‌های محرک رشد، نیتروژن و گوگرد روی خصوصیات کمی و کیفی گرچک نشان داد که اثر هیچ‌یک از تیمارهای مورد مطالعه روی وزن دانه، وزن هزار دانه، تعداد کپسول و دانه در بوته معنی‌دار نبود و فقط اثر کاربرد باکتری و گوگرد روی ارتفاع بوته معنی‌دار شد (Ghassemi and Mousavi Nik, 2014).

فسفر یکی دیگر از عناصر مورد نیاز گیاه می‌باشد که نقش مهمی در تقسیم سلولی، تولید مواد فتوسنتزی، افزایش کارایی مصرف آب و افزایش مقاومت به تنش خشکی دارد و در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد (Nesmith, 1991). سالاتنکو (Salatenco, 1972) تأثیر استفاده از کودهای معدنی را بر رشد کرچک در شرایط کشت آبی و دیم مورد بررسی قرار داد و دریافت که کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بالاترین میزان محصول را تولید کرد. در آزمایشی که بر روی گیاه کرچک در کجرات هند انجام گرفت مشخص شد که ۵۰ کیلوگرم نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه گردید (Mathukia and Modhwadia, 1995). در آزمایش دیگری که در همین منطقه روی کرچک صورت گرفت واکنش گیاه به دو کود شیمیایی نیتروژن در سطوح ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر در سطوح ۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار مورد ارزیابی واقع شد و کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنی برای افزایش عملکرد کرچک مؤثر گزارش گردید (Akbari *et al*., 2001).

نشان داده شده است سطوح بالای نیتروژن رشد رویشی را بیش از رشد زایشی در کرچک تحریک می‌کنند (Alimohammadi *et al*., 2011). سوازا و همکاران (Souza *et al*., 1974) در یک آزمایش مزرعه‌ای در برزیل تأثیرکودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم را روی عملکرد دانه کرچک بررسی کردند و دریافتند که پتاسیم بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه به‌عهده داشت، ولی باید نیتروژن و فسفر نیز مورد استفاده قرار گیرند. ناکاگاوا و همکاران (Nakagawa *et al*., 1971) در مطالعه‌ای بر روی گیاه کرچک دریافتند که برداشت و جذب حداکثر عناصر NPK و Mg بین ۴۱ تا ۱۱۰ روز بعد از کاشت صورت می‌گیرد.

هدف از بررسی حاضر، مطالعه اثر محلول‌پاشی گوگرد، نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد کرچک در شرایط کمبود آب بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی خسروشاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی با مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲ دقیقه‌ی شرقی و ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه‌ی شمالی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا شد. کاشت آزمایش در دهم اردیبهشت ماه انجام شد. هر کرت شامل ۴ ردیف

www.SID.ir

Archive of SID

به طول ۵ متر با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود. عامل‌های مورد بررسی شامل آبیاری در دو سطح بدون تنش و تنش کمبود آب و محلول‌پاشی عناصر در چهار سطح شامل شاهد، گوگرد، نیتروژن و فسفر بودند. تنش کمبود آب در مرحله‌ی پر شدن دانه‌ها اعمال گردید. زمان محلول پاشی سه روز قبل از اعمال تنش تعیین گردید. نتایج آزمون خاک مزرعه در جدول ۱ و اطلاعات هواشناسی محل آزمایش در جدول ۲ آمده است. برای تیمارهای تنش، دورآبیاری بر اساس ۱۳۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A و برای تیمارهای بدون تنش۴۵ میلی‌متر تبخیر در نظر گرفته شد. جهت محلول‌پاشی عناصر نیتروژن (Alimohammadi *et al.*, 2011)، فسفر و گوگرد(Ghassemi and Mousavi Nik, 2014). به‌ترتیب از کود اوره به میزان ۶ در هزار، سوپر فسفات تریپل به میزان ۴ در هزار و گوگرد وتابل به میزان ۲ در هزار استفاده گردید (Mathukia and Modhwadia, 1995; Malekouti; Rezaie, 2000 and Akbari *et al.*, 2001). به‌علت جذب سریع و متابولیسم عناصر غذایی در محلول پاشی برگی، زمان محلول پاشی سه روز قبل از اعمال تنش (شروع مرحله پرشدن دانه‌ها) تعیین گردید که فاصله موجود بین شروع اعمال تنش و لمس آن توسط گیاه، فرصت لازم برای ظهور اثرات مواد محلول پاشی شده را فراهم می‌نمود. با توجه به رشد نامحدود گیاه کرچک و اثرات تحریکی کوددهی روی رشد رویشی و کاهش عملکرد دانه (Akbari *et al.*, 2001)، طی این آزمایش کوددهی در خاک مزرعه صورت نگرفت. در طول دوره داشت آفت و بیماری خاصی در مزرعه دیده نشد. بعد از حذف اثرات حاشیه‌ها، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌عنوان نمونه جهت اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد گل‌آذین، تعداد شاخه‌ی فرعی، تعداد برگ در بوته، دمای برگ، محتوی آب نسبی برگ،، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه به‌کار رفت. عملکرد دانه در واحد سطح با برداشت بوته‌های کل کرت پس از حذف حاشیه‌ها تعیین گردید. دمای برگ، بعد از اعمال تنش در سه نوبت بین ساعات ۱۲ تا ۱۴ با استفاده از دماسنج مادون قرمز مدل T۲-۸۲۵ ساخت کارخانه تستو (Testo) ایتالیا اندازه‌گیری گردید (Singh *et al.*, 1985). مقدار آب نسبی برگ (RWC) در طول دوره اعمال تنش اندازه‌گیری گردید. به این منظور برای هر نمونه ۳ دیسک به قطر ۲۰ میلی‌متر از هر برگ جدا گردیده و بلافاصله وزن شدند (وزن تر)، سپس نمونه‌ها به مدت ۴ ساعت در آب مقطر دوبار تقطیر با دمای در حدود ۵ درجه سلسیوس و نور اندک غوطه‌ور شده و پس از گرفتن آب روی آنها با کاغذ صافی، وزن شدند (وزن تورم کامل) سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و وزن شدند (وزن خشک). در نهایت مقدار آب نسبی برگ از رابطه زیر محاسبه گردید. لازم به توضیح است که نمونه‌برداری از بالاترین برگ‌های بالغ در ارتفاع یک سوم از راس بوته‌ها و بین ساعات ۱۲ تا ۱۴ صورت گرفت (Pasban Eslam, 2004; Rao and Mendham, 1991).

$$RWC= \frac{\text{وزن خشک- وزن تر}}{\text{وزن خشک- وزن تورم کامل}} \times ۱۰۰$$

به دلیل ریزش بذور (توده کشت شده حساس به ریزش بودند)، نامحدود بودن رشد کرچک و بنابراین اختلاف در زمان رسیدگی دانه بین و درون بوته‌ها، برداشت در یک دوره‌ی ۲۵ روزه انجام گرفت. جهت پردازش داده‌ها و محاسبات آماری از نرم-افزارهای MSTATC و EXCEL و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات خاک‌شناسی مزرعه آزمایشی طی سال زراعی ۱۳۹۲
Table1- Characteristics of experimental farm soil during 2013 seasons

عمق خاک	بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی	نیتروژن	گوگرد	فسفر
Soil depth (cm)	Soil texture	pH	EC (ds m^{-1})	N (%)	P (mg Kg^{-1})	P (mg Kg^{-1})
0-30	Silty loam	7.8	2.18	0.01	25	9
30-60	Silty loam	8.1	2.43	0.01	25	8

جدول ۲- مشخصات هواشناسی منطقه آزمایش طی سال زراعی ۱۳۹۲
Table2- Meteological characteristics of experiment location during 2013 seasons

ماه‌های سال	میانگین دما	مجموع بارندگی	رطوبت نسبی هوا	مجموع تبخیر
Month of year	Mean air temperature (oC)	Sum of precipitation (mm)	Air relative humidity (%)	Sum of evaporation (mm)
Marth	11.6	33.3	56.2	117.1
April	14.1	34.7	55.9	191.8
Jun	20.6	43.0	52.4	270.6
July	25.0	11	43.2	384
August	25.2	0	42.1	364.4
September	22.8	1.9	40.0	292.1

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر آبیاری قرار گرفت و محلول‌پاشی عناصر اثر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین ارتفاع بوته نشان داد میانگین ارتفاع بوته در تیمارهای تحت تنش خشکی ۱۲/۰۶ سانتی‌متر کمتر از تیمارهای تحت آبیاری بود (جدول ۴). علت این امر تداوم رشد گرچک در مرحله پرشدن دانه به‌علت نامحدود بودن رشد آن و اثر منفی کبود اب بر رشد می‌تواند بوده باشد. ارتفاع بوته از مهم‌ترین خصوصیات مورفولوژیکی است که در برداشت مکانیزه مؤثر می‌باشد (Koutroubas *et al*., 1999). رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani-Moghaddam *et al*., 2004) گزارش کردند که با افزایش آب قابل دسترس، رشد بوته نسبت به شرایط کمبود آب افزایش نشان داد و با توجه به غیر انتهایی بودن رشد کرچک، ارتفاع گل-آذین افزایش یافت که با یافته‌های کوتروباس و همکاران (Koutroubas *et al*., 2000) مطابقت دارد. ولدآبادی و همکاران (Valad abadi *et al*., 2010) در بررسی تأثیر تنش خشکی و نیتروژن بر ارتفاع بوته نشان دادند که آبیاری معمول و کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۱۹۴ سانتی‌متر، بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی با عدم کاربرد نیتروژن با میانگین ۸۱/۷ سانتی‌متر، کمترین ارتفاع گیاه را تولید نمودند. این امر نشان دهنده اثرات معنی‌دار نیتروژن روی ارتفاع بوته است.

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد گل‌آذین

تنش کمبود آب و محلول‌پاشی عناصر تأثیر معنی‌داری بر تعداد گل‌آذین نشان ندادند .

تعداد شاخه‌های فرعی

تعداد شاخه‌های فرعی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل تنش خشکی با محلول پاشی عناصر قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی (۱/۸۶ عدد) در تیمار بدون تنش خشکی همراه با محلول‌پاشی نیتروژن مشاهده گردید در حالی که تنش خشکی در مرحله‌ی پرشدن دانه‌ها، بدون محلول‌پاشی عناصر کمترین تعداد شاخه‌های فرعی (۰/۳۳ عدد) را تولید کرد (شکل ۱). بنابراین محلول پاشی نیتروژن با غلظت پایین در شرایط کمبود آب در ترمیم رشد تاحدودی موثر بوده است. با توجه به اینکه گیاه گرچک دارای رشد نامحدود است، بنابراین در طول دوره پرشدن دانه نیز شاخه‌دهی تداوم دارد و این امر در رقابت با مخازن فعال و در حال پرشدن دانه‌ها است. بنابراین، کمبود آب مستقیما شاخه‌دهی را متاثر و دچار کاهش می‌کند. کوتروباس و همکاران (Koutroubas *et al*., 2000) معتقدند تعداد کم شاخه در کرچک با سه گل‌آذین مقاوم به ریزش برای ارقام جدید مناسب می‌باشد. در کرچک تعداد زیاد شاخه‌های فرعی باعث افزایش طول دوره‌ی رسیدگی شده و برداشت مکانیزه را با مشکل مواجه می‌کند بنابراین تعداد کم شاخه‌های فرعی برای ارقام تجاری مناسب است (Rezvani-Moghaddam *et al*., 2004).

تعداد برگ

بر اساس نتایج به‌دست آمده اثر عامل آبیاری بر تعداد برگ در بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). تعداد برگ در شرایط بدون تنش کمبود آب به‌طور میانگین ۳/۸۷ عدد بیشتر از شرایط تنش بود (جدول ۴). ولدآبادی و همکاران (Valadabadi *et al*., 2010) گزارش کردند که آبیاری نرمال یا شاهد و مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی و عدم کاربرد نیتروژن از کمترین تعداد برگ در گیاه برخوردار شد.

دمای برگ: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که آبیاری اثر معنی‌داری بر دمای برگ داشت (جدول ۳). تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار دمای برگ با ۲۴/۰۶ درجه سلسیوس شد در حالی‌که متوسط دمای برگ در تیمار بدون تنش کم‌آبی ۲۰/۹۷ درجه‌ی سلسیوس بود (جدول ۴). این شاخص ضمن بازتاب اثرات تنش خشکی روی گرچک اثر تنش روی عملکرد را نیز نشان داده و برای ارزیابی ژنوتیپ‌های گرچک از نظر تحمل به کمبود آب کارا به‌نظر می‌رسد. نشان داده شده است به دنبال افت آب قابل استفاده‌ی خاک، پتانسیل آب گیاه و کاهش تعرق، دمای برگ افزایش نشان می‌دهد (Carcova *et al*., 1998). پاسبان اسلام (Pasban Eslam, 2011) در بررسی اثر تنش خشکی بر ژنوتیپ‌های پاییزه‌ی گلرنگ نشان داد که تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار دمای برگ شد.

مقدار آب نسبی برگ

مقدار آب نسبی برگ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر عامل آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). مقدار آب نسبی برگ بوته‌های در معرض تنش خشکی با میانگین ۶۴/۵ درصد به‌طور معنی‌داری کمتر از بوته‌های تنش ندیده با میانگین ۷۱/۸۶ درصد بودند (جدول ۲). علت این امر پایین‌تر بودن محتوای آب برگ‌های در معرض کمبود آب نسبت به پتانسیل توان جذب آب آنها می‌باشد که با تشدید تنش، پتانسیل فشاری برگ افت کرده و با بسته شدن روزنه‌ها فتوسنتز و رشد و نمو دچار وقفه می‌شود (Pasban Eslam, 2011). به‌نظر می‌رسد بتوان از این شاخص در شناسایی اثرات کمبود آب روی گرچک

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده کرد. نتایج حاصل از مطالعات رائو و مندهام (Rao and Mendham, 1991) حاکی از وجود همبستگی بالا بین توان جذب آب در کلزا و مقدار آب نسبی برگ آن است. پاسبان اسلام (Pasban Eslam, 2011) وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین مقدار آب نسبی و دمای برگ را در گیاه گلرنگ گزارش کرد. پاسبان اسلام (Pasban Eslam, 2004) با بررسی ژنوتیپ‌های کلزا گزارش کرد تنش کمبود آب باعث کاهش محتوی آب نسبی برگ و افزایش دمای برگ شده و در ژنوتیپ‌های متحمل‌تر در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها این تغییرات کمتر بوده و پایداری عملکرد بیشتر بود.

تعداد دانه در بوته

اثر آبیاری بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). تیمارهای متاثر از تنش خشکی با متوسط ۷۶/۳۳ عدد دانه، نسبت به تیمار بدون تنش با متوسط ۱۰۹/۱۷ عدد، تعداد دانه‌ی کمتری در بوته تولید کردند (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد کمبود آب با کاهش فتوسنتز جاری و افت میزان دسترسی دانه‌ها به مواد غذایی باعث سقط بخشی از دانه گردد. همچنین به‌علت نامحدود بودن رشد گرچک، همزمان دانه‌دهی نیز تداوم دارد و دانه‌های تازه تشکیل شده بیشتر در معرض ریزش خواهند بود. موسوی و همکاران (Moosavi *et al*., 2014) اثر مثبت گوگرد را بر تعداد دانه در خوشه‌های اصلی و فرعی گزارش کردند.

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فقط اثر عامل آبیاری بر وزن هزاردانه معنی‌دار شد و محلول‌پاشی عناصر گوگرد، نیتروژن، فسفر و اثرات متقابل این عناصر با آبیاری تأثیر معنی‌داری بر این صفت نشان ندادند (جدول ۳). تنش خشکی با ۱۸۲/۰۸ گرم، در مقایسه با آبیاری با ۲۱۸/۳۳ گرم، باعث کاهش معنی‌دار وزن هزاردانه گردید (جدول ۴). با عبور گیاه از مرحله‌ی رویشی به زایشی، محدودیت آبی منجر به کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با مرحله‌ی رویشی شده و با توجه به این که در آن زمان تعداد دانه و وزن آن در حال شکل‌گیری است، از طریق تسریع پیری، موجب کاهش دوره‌ی پر شدن دانه‌ها، و به دنبال آن کاهش وزن هزاردانه می‌گردد که در نهایت کاهش عملکرد دانه را در پی دارد (Duysen and Freeman, 1974). لایی و همکاران (Laei *et al*., 2011) کاهش وزن هزار دانه را با افزایش فواصل دور آبیاری گزارش کردند. آنها بیان کردند به دلیل این که وزن هزاردانه یکی از صفات موثر در افزایش عملکرد است، بنابراین، تنش خشکی تأثیر به‌سزایی روی عملکرد داشت که با یافته‌های کوتروباس و همکاران (Koutroubas *et al*., 2000) و رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani-Moghaddam *et al*., 2009) مطابقت داشت. موسوی و همکاران (Moosavi *et al*., 2014) دریافتند که مصرف گوگرد موجب ارتقای وزن بذور کرچک گردید.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که عملکرد دانه در واحد سطح به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر آبیاری قرار گرفت و محلول‌پاشی عناصر و نیز اثرات متقابل عامل‌ها اثر معنی‌داری بر این صفت نشان ندادند (جدول ۳). مقایسه میانگین عملکرد دانه در واحد سطح در سطوح مختلف آبیاری نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار این متغیر گردید، به‌طوری‌که کمترین عملکرد دانه در تیمار اعمال تنش با ۱۱۱/۲ گرم در متر مربع و بیشترین عملکرد با ۱۶۲/۳۳ گرم در متر مربع، در تیمار بدون تنش مشاهده شد (جدول ۴). نتایج مطالعه اثرات باکتری‌های محرک رشد، نیتروژن و گوگرد روی خصوصیات کمی و کیفی گرچک نشان داد که اثر

www.SID.ir

Archive of SID

هیچ‌یک از تیمارهای مورد مطالعه روی وزن دانه، وزن هزار دانه، تعداد کپسول و دانه در بوته معنی‌دار نبود و فقط اثر کاربرد باکتری و گوگرد روی ارتفاع بوته معنی‌دار شد (Ghassemi and Mousavi Nik, 2014). در بررسی لایی و همکاران (Laei *et al*., 2011) با افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه کاهش نشان داد که با یافته‌های کوتروباس و همکاران (Koutroubas *et al*., 1999) و رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani-Moghaddam *et al*., 2004) مطابقت داشت. سوازا (Souza, 1972) در بین چهار تیمار ۱۰،۲۰،۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نتیروژنه دریافت که بیشترین محصول دانه از تیمار ۸۰ کیلوگرم کود نتیروژنی به‌دست آمد. ناکاگاوا و همکاران (Nakagawa *et al*., 1971) در آزمایشی تیمار کودی ۳۰،۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژنی را در گیاه کرچک مورد بررسی قرار دادند که بالاترین سطح محصول از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. ولدآبادی و همکاران (Valadabadi *et al*., 2010) نیز گزارش نمودند آبیاری نرمال یا شاهد و کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین و تنش قطع آبیاری در مرحله‌ی ساقه‌دهی و عدم مصرف نیتروژن کمترین میزان عملکرد را تولید کردند. موسوی و همکاران (Moosavi *et al*., 2014) اعلام کردند مصرف گوگرد در کرچک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کل دانه در هکتار شد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده، وقوع تنش خشکی در مرحله‌ی پر شدن دانه‌ها، باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد و اجزای عملکرد دانه روغنی کرچک گردید. همچنین محلول‌پاشی عناصر گوگرد، نیتروژن و فسفر تأثیر معنی‌داری روی کاهش اثرات کمبود آب و یا افزایش عملکرد دانه نشان نداد. علت این امر پایین بودن غلظت عناصر به‌کار رفته از یک سو و کودپذیری پایین گیاه گرچک از سوی دیگر می‌تواند باشد. همچنین به‌علت افزایش رشد رویشی و تعداد شاخه فرعی در اثر محلول پاشی نیتروژن، به نظر می‌رسد اثر محلول پاشی در گرچک به‌عنوان گیاهی با رشد نامحدود، بیشتر در بهبود رشد رویشی به‌عنوان مخازن فعال مصادف با پرشدن دانه‌ها، بوده باشد. تغییرات غلظت عناصر و نوع آنها در آزمایش‌های تکمیلی می‌تواند اطلاعات بیشتری به‌دست دهد. در نهایت با توجه به تاثیر پذیری شاخص‌های دمای برگ و مقدار آب نسبی برگ از سطوح متوسط تنش اعمال شده، به‌نظر می‌رسد بتوان از این شاخص‌ها در شناسایی اثرات کمبود آب روی کرچک استفاده نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین مربعات صفات کرچک طی سال زراعی ۱۳۹۲

Table 3- Mean square traits of castor bean during 2013 seasons

میانگین مربعات (MS)							
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد گل‌آذین Number of inflorescence	تعداد شاخه فرعی Number of lateral stem	تعداد برگ Number of leaves	دمای برگ Leaf temperature
Replication	تکرار	2	203.20	0.04	0.03	0.13	0.98
Foliar application of elements (A)	محلول‌پاشی عناصر	3	64.40 ns	0.04 ns	0.27 *	1.73 ns	2.08 ns
Drought stress (B)	تنش خشکی	1	873.26 **	0.08 ns	3.52 **	89.51 **	57.07 **
A×B	اثر متقابل	3	50.08 ns	0.03 ns	0.29*	1.26 ns	0.81 ns
Error	خطا	14	81.90	0.05	0.08	1.81	2.59
C.V (%)	ضریب تغییرات	-	12.09	17.62	21.62	12.8	7.16

*و ** به‌ترتیب نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns نشان دهنده‌ی عدم وجود تفاوت معنی‌دار است .

ns: non significant, *and**: Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

ادامه جدول ۳

Table 3 continued

میانگین مربعات (MS)						
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	محتوی آب نسبی Relative water content	تعداد دانه در بوته Grains per plant	وزن هزار دانه 1000-kernal weight	عملکرد دانه Grain yield
Replication	تکرار	2	61.79	273.50	33.16	257008.62
Foliar application of elements (A)	محلول‌پاشی عناصر	3	8.11 ns	13.50 ns	231.81 ns	85269.00 ns
Drought stress (B)	تنش خشکی	1	322.67 **	6468.17 **	7884.37**	3528200.20 **
A×B	اثر متقابل	3	3.66 ns	201.50 ns	167.15ns	221707.38 ns
Error	خطا	14	24.69	185.31	454.16	247678.95
C.V (%)	ضریب تغییرات	-	7.29	14.68	10.64	24.26

*و ** به‌ترتیب نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns نشان دهنده‌ی عدم وجود تفاوت معنی‌دار است .

ns: non significant, *and**: Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

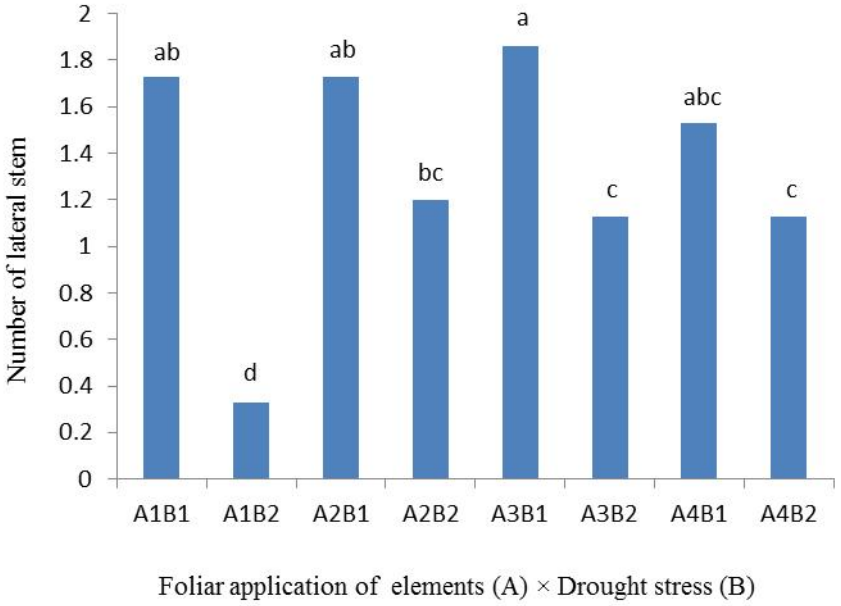
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- اثر تنش خشکی بر صفات کرچک طی سال زراعی ۱۳۹۲

Table 4- Effect of drought stress on castor bean during 2013 season

Drought stress	تنش خشکی	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد برگ Number of leaves	دمای برگ Leaf temperature (^{0}C)	مقدار آب نسبی Relative water content (%)	تعداد دانه در بوته Grains per plant	وزن هزار دانه 1000-kernal weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (g/m$^{2)}$
No drought stress	بدون تنش خشکی	80.87	12.45	20.97	71.83	109.17	218.33	162.3
Drought stress	تنش خشکی	68.81	8.58	24.06	64.50	76.33	182.08	111.2



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول‌پاشی عناصر × تنش خشکی بر تعداد شاخه فرعی

Figure 1- Means comparison of Interaction effects of foliar application of elements × drought stress on number of lateral stem

حروف مشابه نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

Means followed by similar letter(s) are not significantly different using Duncan's Multiple Range Test (5%)

A: محلول‌پاشی عناصر (A1: شاهد، A2: گوگرد، A3: نیتروژن، A4: فسفر) **و** B: تنش خشکی (B1: بدون تنش و B2: با تنش)

A: Foliar application of elements (A1: control, A2: sulfur, A3: nitrogen, A4: phosphor) and B: drought stress (B1: non-stressed and B2: stressed)

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Akbari, K.N., G.S. Sutaria, P.R. Patel, and A.S. Yusufzai. 2001. Response of castor (*Ricinus Communis* L.) to nitrogen and phosphorus under rainfed condition. *Advance Plant Science*. 4(2): 445-451.
- Alimohammadi, M., A.R. Valadabadi, J. Daneshian, and B. Aref. 2011. Effects of irrigation and plant density on seed and yield of castor bean plant. *Journal of Sustainable Agriculture New Science*. 21: 57-66. (In Persian).
- Arshi, Y. 1988. Breeding and seed production of oilseeds. *Seed and Plant Improv. Inst*. 316 pp. (In Persian).
- Botella, M.A., A. Cerda, V. Martinez, and S.H. Lips. 1994. Nitrate and ammonium uptake by wheat seeding as affected by salinity and light. *Journal of Plant Nutrion*. 17(5): 839-850.
- Brigham, R.D., and B.R. Spears. 1960. Castorbeans in Texas. Agric. Exp. Sta. B-954. 12pp.
- Cabuslay, G.S., O. Ito, and A.A. Alejar. 2002. Physiological evaluation of responses of rice (*Oryza sativa* L.) to water deficit. *Plant Science*. 163: 815-827.
- Carcova, J., G.A. Maddonni, and C.M. Ghersa. 1998. Crop water stress index of three maize hybrids grown in soils with different quality. *Field Crops Research*. 55: 165-174.
- Duysen, M.E., and T.P. Freeman. 1974. Effects of moderate water deficits on wheat seedling growth and plastid pigment development. *Plant Physiology*. 31: 262- 266.
- Ghassemi, S., and S.M. Mousavi Nik. 2014. Effect of growth motive bacteries, nitrogen and sulfur on quantitative and qualitative characteristics *(Ricinus communis* L.) of castor bean plant in Sistan climate. *Journal of Agronomy*. 6: 275-289. (In Persian).
- Iranipour, R., M.J. Malakoti, M.J. Abedi, A.A. Sajjadi, and H. Ghaforian. 2003. Evaluation of sulfur, organic matter, thiobacillus and the phosphate solubilizing bacteria on uptake capacity of phosphorus from soil with using isotope dilution. Third National Conference on Development and Application of biological materials. Ministry of Agriculture. 734pp.
- Kittock, D.L., J.H. Williams, and D.G. Hanway. 1967. Castor bean yield and quality as influenced by irrigation schedules and fertilization rates. *Journal of Agronomy*. 59: 463-467.
- Koutroubas, S.D., D.K. Papakosta, and A. Doitsinis. 1999. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. *European Journal of Agron*omy. 11: 227- 237.
- Koutroubas, S.D., D.K. Papakosta, and A. Doitsinis. 2000. Water requirements forcastor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 184: 33- 41.
- Kumar, S. 2002. Effect of planting pattern and fertilizer management on castor (*Ricinus communis* L.) based intercropping system. *Indian Journal of Agronomy*. 47(3): 355-36.

www.SID.ir

Archive of SID

- Laei, G.H., A.R. Ghorbanian, and H.A. Arab. 2011. Effects of irrigation on agronomic characteristics of four cultivars of castor in Damghan climate. *Journal of Research Agricultural Science*. 13: 103-114. (In Persian).
- Laureti, D., and G. Marras. 1995. Irrigation of castor (*Ricinus communis* L.) in Italy. *European Journal of Agronomy*. 4: 229- 235.
- Lewis, D.C., and J.D. McFarlane. 1986. Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and the diagnosis of manganese deficiency by plant tissue and seed analysis. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 37: 567-572.
- Malekouti, M.J., and H. Rezaie. 2000. The role of S, Cu and Mg elements in development of quality of agriculture products. Agriculture Education Press. 259pp.
- Mathukia, R.K., and M.M. Modhwadia. 1995. Influence of different levels of nitrogen and phosphorus on yield and nutrient uptake by castor (*Ricinus communis* L.). *Gujerat Agriculture University Research Journal*. 21(1): 149-151.
- McFarlin, B., M. Gibson, J. O'Rear, and P. Harman. 1999. A national survey of herbal preparation use by nurse midwives for labor stimulation. Review of the literature and recommendations for practice. *Journal of Nurse Midwives*. 44(3): 205-216.
- Moosavi, Y., M. Tajbakhsh, and B. Ghobadian. 2014. Study of Iranian castor yield with analysis of variance method. *Plant Production Journal*. 36(4): 121-134. (In Persian).
- Moosavifar, B.E., M.A. Behdani, M. Jami Alahmadi, and M.S. Hosaini Bojd. 2009. The effect of irrigation disruption in different reproductive growth stages on yield, yield components and oil content in three spring safflower cultivars. *Journal of Agroecology*. 1(1): 41- 51. (In Persian).
- Nakagawa, J., A.M.L. Neptune, and A. Jaehn. 1971. Isolated Combined effects of nitrogen, phosphorus and potassium in castor (*Ricinus Communis* L.). culitivars 'IAC-38' and 'Campinas'. *Anais du Escola Superior de Agriculture*. 31: 233-241.
- Nesmith, D.S. 1991. Growth resposes of corn (*Zea mays* L.) to intermittent soil water deficits. Ph D. thesis. Michigan State University.
- Pasban Eslam, B. 2004. Evaluation of physiologic and agronomic characters of oilseed rape cultivars for late season drought resistance. Research final Report. No. 83. 289. Research, Education and Extension organization. Iran. No. 83.289. pp: 25-27. (In Persian).
- Pasban Eslam, B. 2011. Effect of drought stress on seed and oil yield of autumn genotypes of safflower. . *Iranian Journal of Field Crops Science*. 42(2): 275-283. (In Persian).
- Rao, M.S.S., and N.J. Mendham. 1991. Soil-water relations of oilseed rape (*Brassica napus* and *Brassica campestris*). *Cambridge Journal of Agriculture Science*. 117:197-205.
- Rezvani Moghaddam, P., Z. Bromand Rezazadeh, A.A. Mohamad Abadi, and A. Sharif. 2009. Effects of sowing dates and different fertilizers on yield, yiled components, and oil percentage of castor bean (*Ricinus communis* L.). *Journal of Agronomy*. 6(2): 303-313. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Rezvani Moghaddam, P., J. Nabati, G.H. Norozpour, and A.A. Mohammad Abadi. 2004. Survey of morphological characteristics, grain yield and oil of castor bean in plant densities and irrigation different intervals. *Journal of Crop Research of Iran*. 2(1):1-12. (In Persian).
- Salatenco, V.N. 1972. Photosynthetic activity of castor under different plant densities. Zroshurane-Zemlerobstvo- Resp.-Mizhvid.-temat.-nauk.-Zb.-.No.19:59-61.
- Singh, D.P., P. Singh, A. Kumar, and H.C. Sharma. 1985. Transpirational Cooling as a screening technique for drought tolerance in oilseed *Brassica*. *Annuals of Botany*. 56: 815-820.
- Souza, E. 1972. Uptake of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in castor (*Ricinus communis* L.). Departamento de Solos e Adubos, Universidade Estadual, 14. 87 *Jaboticabal, Sao Paulo, Brazil. Cientifica*. 7(3): 357-363.
- Souza, E., M.E. Ferreira, G.M. Bono, and D.A. Banzatto.1974. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the yield of castor (*Ricinus communis* L.). *Jaboticabal, Sao Paulo, Brazil. Cientifica*. 2(2):162-168.
- Valadabadi, A.R., F. Yosefi, and A.H. Shirani Rad. 2010. Effect of water holding and different nitrogen levels on some of agronomic characteristics of castor bean (*Ricimus communis* L.). *Journal of Agron*omy. 6(1): 99-110. (In Persian).
- Weiss, E.A. 2000. Oil seed crops. *Blackwell Science*. 364 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Short Article

Effects of Foliar Applications of Sulfur, Nitrogen and Phosphorus on Castor Bean (*Ricinus cmmunis* L.) Seed Yield and its Components under Water Deficit Conditions

Mosavi, M. [1], A.R. Sadeghi Bakhtavari[2], B. Pasban Eslam[3*], S. Sameh Andabjadid[1], J. Kardan[1], and H. Mohammadi[2]

Received: August 2014, Accepted: 27 May 2015

Abstract

To determine the effects of foliar applications of some macroelements on castor seed yield and its components under drought stress conditions, an experiment was conducted at the Agricultural Research Center of East Azerbaijan province. A factorial experiment, based on randomized complete block design with three replications, was carried out during 2013 growing season. Treatment factors consisted of irrigations with two levels (no water deficit and water deficit during grain filling stage) and of foliar applications of macroelements with four levels [control, wettable sulfur (0.2 percent), nitrogen (urea: 0.6 percent) and phosphor (super phosphate triple: 0.4 percent). Traits studied were: plant height, number of inflorescence, number of lateral branches, number of leaves, leaf temperature, relative water content, number of seeds per plant, 1000-kernal weight and seed yield. All traits, except number of inflorescence, were affected significantly by drought stress. Water deficit reduced plant height, number of leaves, number of seeds per plant, 1000-kernal weight, seed yield, relative water content, while it increased leaf temperature. Number of lateral branches was affected significantly by interaction between factors. Maximum latral branches (1.86) were obtained under non-stress treatment with nitrogen foliar application. Moderate drought stress had significant effect on leaf temperature and relative water content. It seems that, these traits can be used in determination of water deficit effects on castor bean.

Key words: Castor bean, Macroelements, Seed yield.

1- M.Sc. student in Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
2- Assistant professor in Azarbaijan Shahid Madani University,Tabriz, Iran.
3- Associate Professor of East-Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran.
**** Corresponding Author**: b_pasbaneslam@yahoo.com*

www.SID.ir