Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۲۰، شماره ۳، سال ۱۳۸۳

بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر صفات اکوفیزیولوژیکی سه لاین گلرنگ در کاشت تابستانه در اصفهان*

Effects of Drought Stress and Plant Density on Ecophysiological Traits of Three Safflower Lines in Summer Planting in Isfahan

محمدرضا نادری درباغشاهی، قربان نورمحمدی، اسلام مجیدی، فرخ درویش، امیرحسین شیرانی‌راد و حمید مدنی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۱/۲۵

چکیده

نادری درباغشاهی، م. ر.، نورمحمدی، ق.، مجیدی، ا.، درویش، ف.، شیرانی‌راد، ا. ح.، و مدنی، ح. ۱۳۸۳. بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر صفات اکوفیزیولوژیکی سه لاین گلرنگ در کاشت تابستانه در اصفهان. **نهال و بذر** ۲۰: ۲۹۶-۲۸۱.

به منظور ارزیابی جنبه‌های اکو فیزیولوژیکی زراعت گلرنگ تابستانه در شدت‌های مختلف تنش خشکی در منطقه اصفهان، سه لاین گلرنگ انتخاب شده از توده بومی اصفهان به نام‌های اصفهان-۸، اصفهان-۲۴ و اصفهان-۴۴ با سه تراکم ۳۱، ۲۰ و ۱۳/۳ بوته در مترمربع با چهار رژیم آبیاری (سه آبیاری پس از ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A تا رسیدگی فیزیولوژیکی و یک آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A تا مرحله گل‌دهی) در کاشت تابستانه در شمال شرق اصفهان و در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش کرت‌های دوبار خرد شده در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ مورد بررسی قرار گرفت. ضمن محاسبه شدت تنش، اثر تنش خشکی بر خصوصیات اکوفیزیولوژیکی کانوپی گلرنگ شامل راندمان مصرف نور ماده خشک، راندمان مصرف نوردانه ، راندمان مصرف نور روغن ، راندمان مصرف آب دانه ، شاخص سطح برگ، سطح برگ ویژه و درصد بوته میری ارزیابی گردید. نتایج حاصله نشان داد که بر خلاف انتظار در هر دو سال آزمایش کاهش میزان آب آبیاری کم‌تر از شاهد (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر) تنش شدیدی را در کانوپی گلرنگ ایجاد نمود به طوری که در تیمار آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر، شدت تنش معادل ۰/۴۵ و ۰/۴۲ به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ به گیاهان وارد شد. همراه با کاهش بیشتر آب مصرفی، شدت افزایش تنش در کانوپی با شیب کندتری ادامه یافت. تنش خشکی باعث کاهش راندمان مصرف آب از ۰/۳۹ به ۰/۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب در هر دو سال، راندمان مصرف نور ماده خشک از ۰/۹۳ به ۰/۴۵ گرم بر مگاژول در سال ۱۳۸۰ و از ۱/۰۱ به ۰/۴۸ گرم بر مگاژول در سال ۱۳۸۱، راندمان مصرف نور دانه از ۰/۳۱ به ۰/۱۶ و از ۰/۳۴ به ۰/۱۸ گرم بر مگاژول به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ و راندمان مصرف نور روغن از ۰/۹۳ به ۰/۴۵ و از ۰/۱ به ۰/۰۵ گرم بر مگاژول به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ گردید. به موازات آن سطح برگ ویژه و شاخص سطح برگ نیز کاهش یافت و در مقابل اعمال تنش خشکی در یکی از سال‌ها، باعث افزایش درصد بوته میری در اجتماع گیاهی گلرنگ گردید.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، راندمان مصرف آب دانه، راندمان مصرف نور ماده خشک، راندمان مصرف نور دانه، سطح برگ ویژه، شدت تنش.

* بخشی از پایان‌نامه دکتری نگارنده اول در دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شناخت عوامل مؤثر بر عملکرد و محدودیت‌هایی که برای دستیابی به عملکردهای بالاتر در محصولات زراعی وجود دارد می‌تواند اقدام مؤثری در تولید ارقام سازگار و پر محصول باشد.

گلرنگ گیاهی از خانواده استراسه (Asteraceae) می‌باشد. خصوصیات مطلوب و خاص این گیاه نظیر خواص طبی، صنعتی، غذائی، کیفیت بالای روغن دانه به جهت وجود بیش از ۸۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع به خصوص اسید چرب لینولئیک و اولئیک، مقاومت بالا به شوری و خشکی، نیاز رطوبتی کم، سازگاری وسیع به درجه حرارت‌های پایین زمستان و بالای تابستان و فصل رشد و نمو کوتاه در کشت تابستانه از جمله مواردی است که گلرنگ را به عنوان یک گیاه روغنی با ارزش مطرح ساخته است (احمدی و امیدی، ۱۳۷۳).

در اکوفیزیولوژی گیاهی فرآیندهای فیزیولوژیکی بر اساس مبانی اکولوژیکی و فرآیندهای اکولوژیکی بر اساس مبانی فیزیولوژیکی تشریح می‌شود. در حقیقت جنبه‌های اکوفیزیولوژیکی، سایه‌انداز گیاهی پدیده‌های فیزیولوژیکی خاصی می‌باشد که به طور مستقیم تحت تأثیر متغیرهای محیطی به خصوص شرایط اقلیمی و تنش‌های غیر زیستی قرار می‌گیرند (Larcher, 1997). راندمان مصرف آب (Water Use Efficiency) مفهومی اکوفیزیولوژیکی از راندمان استفاده از آب توسط گیاه در فرایند تولید ماده بیولوژیکی یا عملکرد اقتصادی می‌باشد که علاوه بر مدیریت آبیاری به شرایط اقلیمی و عوامل گیاهی بستگی دارد و بیانگر توانائی گیاه در استفاده از آب مصرفی می‌باشد. بهینه سازی راندمان مصرف آب برای تولید مطلوب در مزارع تحت آبیاری، زمینه‌های اصلی مطالعات متقابل گیاه و محیط در دهه‌های گذشته بوده است. هر عاملی که عملکرد را افزایش دهد و تأثیر نامطلوب زیادی بر مصرف آب نداشته باشد راندمان مصرف آب را افزایش می‌دهد (Heitholt, 1989). از عوامل مؤثر بر راندمان مصرف آب می‌توان مواردی همچون درجه حرارت هوا، تعادل عناصر غذائی خاک، سیستم فتوسنتزی و ساختار اجتماع گیاهی و مدیریت‌های زراعی همچون میزان آب آبیاری، تراکم و ارقام گیاهی و تنش‌های محیطی را ذکر نمود. در آزمایشی که توسط آلسی و همکاران (Alessi *et al.*, 1981) انجام شد، راندمان مصرف آب گلرنگ تحت تأثیر تراکم کاشت قرار نگرفت در حالی که در بررسی انجام شده توسط مجدنصیری (۱۳۸۱)، راندمان مصرف آب به طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم کاشت، رقم و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفت. لئونارد و فرنچ (Leonard and French, 1969) با قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گلرنگ گزارش نمودند که با قطع آبیاری در زمان دو هفته قبل از شروع گل‌دهی راندمان مصرف آب در مقایسه با ادامه آبیاری تا اواخر گل‌دهی به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. هانگ و ایوانز (Hang and Evans, 1985) گزارش نمودند در گلرنگ با افزایش مصرف آب راندمان مصرف آب کاهش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

راندمان مصرف نور (Radiation Use Efficiency) معیاری اکو فیزیولوژیکی از کارائی گیاهان سبز در تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی شیمیائی ذخیره شده در بافت‌های گیاه می‌باشد که در این فرایند معیار محاسبه، بخش فعال تشعشعات خورشیدی در فرایند فتوسنتز (Photosymthetic Active Radiation) می‌باشد و به صورت گرم بر مگاژول بیان می گردد (Farell *et al.*, 1998). به طور کلی مقدار اشعه جذب شده به طور خطی با میزان پوشش برگی یک کانوپی همبستگی دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). برای این که دریافت تشعشع خورشیدی به حداکثر برسد باید استقرار گیاه مناسب بوده و تراکم و آرایش کاشت مناسب وجود داشته باشد. اگر در زمان رشد کامل گیاهان بخش‌هائی از مزرعه با برگ‌ها پوشیده نشود، اُفت راندمان مصرف نور پدید می آید. تمام شواهد نشان می‌دهد که هر چقدر جذب نور در جامعه گیاهی بیشتر باشد تولید ماده خشک زیادتر خواهد بود. بایستی توجه داشت که در محصولات دانه‌ای مثل گلرنگ با افزایش جذب نور افزایش عملکرد اقتصادی مورد نظر می‌باشد به این مفهوم که افزایش راندمان مصرف نور دانه بر افزایش راندمان مصرف نور ماده خشک ارجح می‌باشد (Yunusa *et al.*, 1993). بنابراین در یک زراعت موفق به خصوص زراعت بهاره باید اولاً سطح برگ کافی جهت جذب حداکثر تشعشع توسط جامعه گیاهی فراهم شود و ثانیاً این سطح برگ در مدت زمان هر چه کوتاه‌تری به دست آید (Karimi and Siddique, 1991)، به طور مثال سایه‌اندازهای مواجه با خشکی با سرعت بسیار کم‌تری گسترش می‌یابند، اندازه آن‌ها کوچک‌تر است و سطح برگ خود را با سرعت بیشتری از دست می‌دهند و به این صورت توانائی دریافت نور پائینی داشته و راندمان مصرف نور کم‌تری دارند. کاهش راندمان مصرف نور در واکنش به تنش خشکی نه تنها به ژنوتیپ بلکه به شرایط محیطی به ویژه زمان وقوع ، شدت و طول دوره تنش و مرحله گسترش و دوام سایه‌انداز بستگی دارد (Bell *et al.*, 1987). گلرنگ به عنوان یک گیاه زراعی، به بیماری‌های قارچی به خصوص پوسیدگی فیتوفتورائی ریشه (Phytophthora) که در بسیاری از مناطق مانع جدی در مقابل توسعه کشت گلرنگ به شمار می‌رود (David *et al.*, 1982)، حساسیت بسیار دارد. به طور کلی شیوع و شدت این بیماری در گلرنگ تحت تأثیر عواملی نظیر رقم، میزان رطوبت خاک، روش آبیاری، تراکم عامل بیماری‌زا در خاک، درجه حرارت هوا و سن گیاه می‌باشد . بر این اساس امروزه تحقیقات زیادی جهت دستیابی به ارقام مقاوم به این بیماری و شناخت عوامل محیطی مؤثر در شیوع این بیماری در دست اقدام است.

اگر چه کاشت گلرنگ در نواحی گرم و خشک اصفهان سابقه طولانی دارد، اما تا به امروز تحقیقات جامع و کاربردی اندکی درخصوص عکس‌العمل این گیاه به میزان آب مصرفی و شدت‌های مختلف تنش خشکی از دیدگاه صفات اکو فیزیولوژیک این محصول صورت گرفته است. بر این اساس این تحقیق عمدتاً جهت بررسی تأثیر تنش خشکی و تراکم گیاهی برصفات اکوفیزیولوژیکی سه لاین گلرنگ جهت دستیابی به

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات پایه و همچنین دستیابی به اطلاعاتی در خصوص عوامل مؤثر در عملکرد گلرنگ جهت استفاده در مدیریت‌های زراعی گلرنگ انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور شناخت و بررسی تأثیر تنش خشکی بر پارامترهای اکو فیزیولوژیکی سه لاین گلرنگ در سه تراکم گیاهی طی دو سال ۱۳۸۰و ۱۳۸۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان انجام شد. اقلیم منطقه براساس تقسیم‌بندی کوپن، خشک بسیار گرم با تابستان‌های خشک می‌باشد که از تیر ماه تا اواسط مهر فاقد بارندگی می‌باشد. بافت خاک مزرعه سیلتی لومی با ۱ درصد کربن آلی، اسیدیته ۷/۸ و هدایت الکتریکی ۳/۵ میلی‌موسی بر سانتی‌متر بود. کاشت در هر دو سال در تاریخ ۵ تیرماه، پس از برداشت گندم انجام شد.

آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرده شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. چهار رژیم آبیاری به عنوان کرت اصلی، سه تراکم گیاهی به عنوان کرت فرعی و سه لاین گلرنگ به عنوان کرت فرعی فرعی در هر بلوک آرایش داده شدند. هر کرت فرعی حاوی ٦ خط کاشت با طول ۱۰ متر بود.

رژیم‌های آبیاری شامل چهار زمان آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر، به عنوان شاهد، ۱٤۰و ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی و پس از ۱٤۰ میلی‌متر تبخیر تا زمان گل‌دهی کامل به عنوان سه سطح تنش بود. تراکم گیاهی شامل سه تراکم ۳۱، ۲۰و ۱۳/۳ بوته در مترمربع با فاصله ردیف ثابت ۵۰ سانتی‌متر بود و لاین‌ها شامل سه لاین اصفهان- ۸، اصفهان- ۲٤ و اصفهان- ٤٤ انتخابی از توده بومی اصفهان بود که حاصل یک برنامه سلکسیون در مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان اصفهان می‌باشد.

به منظور مطالعه صفات اکو فیزیولوژیکی، راندمان مصرف نور ماده خشک، راندمان دانه و روغن و راندمان مصرف آب دانه، میزان نور رسیده به سطح کانوپی در طی فصل رشد توسط تشعشع سنج Kipp 8 ZONE و میزان آب مصرفی با استفاده از سرریز مستطیلی اندازه گیری شد. میزان کل ماده خشک و دانه پس از برداشت محصول اندازه‌گیری و پس از تعیین درصد روغن دانه، عملکرد روغن محاسبه و پارامترهای اکوفیزیولوژیکی مورد نظر از طریق روابط موجود محاسبه گردیدند. برای محاسبه راندمان مصرف آب دانه از تقسیم عملکرد دانه به میزان آب مصرفی در دوره رشد و نمو تیمارها استفاده گردید. برای محاسبه راندمان‌های مصرف نور ماده خشک، دانه و روغن به ترتیب از تقسیم ماده خشک کل، عملکرد دانه و عملکرد روغن تولیدی در واحد سطح به میزان تشعشعات خورشیدی رسیده به سطح کانوپی در محدود PAR استفاده گردید. جهت تعیین شاخص سطح برگ و سطح برگ ویژه در زمان گل‌دهی کامل، سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ AM200 اندازه‌گیری و وزن برگ‌های فوق مشخص گردید و از تقسیم سطح برگ به وزن خشک برگ، سطح ویژه برگ محاسبه گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

برای تعیین درصد بوته میری، پس از شروع اعمال تیمارهای آبیاری، درصد بوته میری در سه متر طولی هر کرت تعیین گردید. برای این کار تعداد بوته‌های پژمرده شده در سه متر طولی هر کرت شمارش و با توجه به کل بوته‌های موجود در این مسافت، درصد بوته میری محاسبه گردید. برای تعیین شدت تنش در تیمارهای آبیاری از معادله $[SI = 1 - (\frac{\bar{Y}_S}{Y_p})]$ (Fernandez, 1992) استفاده گردید. کلیه داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری Mstat- C مورد تجزیه واریانس ساده و مرکب قرار گرفت و میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

شدت تنش

شدت تنش معیاری جهت ارزیابی میزان تنش وارد شده به یک کانوپی گیاهی به واسطه یک عامل نامطلوب محیطی بر اساس میزان خسارت وارد شده به عملکرد می‌باشد (Fernandez, 1992). در این بررسی شدت تنش در سطوح مختلف آبیاری و تراکم برای سه لاین گلرنگ در دو سال محاسبه گردید. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. بر اساس نتایج حاصله، شدت تنش در هر دو سال به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفته بودند، به طوری که در سال اول آزمایش بالاترین شدت تنش در دو تیمار قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و آبیاری پس از ۲۱۰ میلی‌متر و به ترتیب با مقادیر ۰/۵۷ و ۰/۵۴۳ حادث گردید. در همین سال شدت تنش در تیمار ۱۴۰ میلی‌متر آبیاری تا زمان رسیدگی با مقدار ۰/۴۴۶ پس از دو تیمار قبلی قرار گرفت. در سال ۱۳۸۱ نیز نتایج مشابه‌ای حاصل گردید. براساس نتایج به دست آمده از این آزمایش، با وجود این که در بسیاری از منابع، گیاه گلرنگ به‌عنوان یک گیاه مقاوم به خشکی معرفی گردیده است (Dahnk *et al.*, 1992; Merril *et al.*, 2002)، با اولین سطح کاهش آبیاری، تنش شدیدی به کانوپی این گیاه وارد گردید، هر چند که در سطوح بعدی همراه با کاهش آبیاری شدت تنش با شیب نسبتا کمی افزایش یافت. نتیجه فوق بیانگر نیاز گلرنگ به آب کافی برای تولید مناسب و از طرفی سازگاری این گیاه به شرایط کمبود آب می‌باشد. نتایج همچنین بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین شدت تنش در دو تیمار آبیاری پس از ۲۱۰ میلی‌متر تا رسیدگی و قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی در تیمار ۱۴۰ میلی‌متر بود. با توجه به وضعیت بارندگی در کشور و قطع بارش‌ها در اواخر اردیبهشت ماه که همزمان با شروع گل‌دهی گلرنگ می باشد، نتیجه فوق بیانگر جایگاه مناسب این گیاه در دیم‌زارهای مناطق گرم کشور در کشت‌های پائیزه یا بهاره است.

راندمان مصرف آب دانه

راندمان مصرف آب دانه مفهومی اکوفیزیولوژیکی از راندمان استفاده از آب توسط گیاه در پروسه تولید ماده خشک اقتصادی می‌باشد. در مطالعه حاضر راندمان مصرف آب دانه در هر دو سال آزمایش به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت. بررسی مقایسه میانگین‌های این صفت (جدول۲) مؤید این مطلب

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس شدت تنش، راندمان مصرف آب دانه، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه دز سال‌های ۱۳۸۰و ۱۳۸۱

Table 1. Variance analysis for SI، WUE, LAI and grain yield in 2001 and 2002

			میانگین مربعات MS							
			سال ۱۳۸۱ 2002				سال ۱۳۸۰ 2001			
S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	شدت تنش SI	راندمان مصرف آب دانه GWUE	شاخص سطح برگ LAI	عملکرد دانه Grain yield	شدت تنش SI	راندمان مصرف آب دانه GWUE	شاخص سطح برگ LAI	عملکرد دانه Grain yield
Replication	تکرار	2	0.810**	0.008 ns	1.28*	326105.95 ns	0.025 ns	0.013 ns	0.840 ns	465098.48 ns
Irrigation (I)	آبیاری	3	1.758**	0.092**	32.76**	29897736.75**	1.901**	0.081**	30.170**	24051829.93**
E.a	خطای الف	6	0.015	0.006	0.19	400337.47	0.010	0.004	0.180	201842.27
Density (D)	تراکم	2	0.038 ns	0.016*	0.50 ns	1332297.95*	0.013 ns	0.022*	0.440 ns	1233240.70*
I × D	تراکم × آبیاری	6	0.016 ns	0.006 ns	0.29 ns	515990.07 ns	0.017 ns	0.008 ns	0.221 ns	494014.86 ns
E.b	خطای ب	16	0.016	0.004	0.17	292939.04	0.007	0.010	0.144	247337.27
Linc	لاین	2	0.001 ns	0.002 ns	0.78**	101198.84 ns	0.001 ns	0.001 ns	0.641**	61753.37 ns
L × I	لاین × آبیاری	6	0.001 ns	0.003 ns	0.46**	175531.47 ns	0.001 ns	0.002 ns	0.350**	164620.24 ns
L × D	لاین × تراکم	4	0.001 ns	0.002 ns	0.90**	139170.76 ns	0.001 ns	0.002 ns	0.620**	156059.25 ns
I × D × L	تراکم × آبیاری × لاین	12	0.001 ns	0.002 ns	0.37**	140838.82 ns	0.001 ns	0.002 ns	0.280**	118890.70 ns
E.c	خطای ج	48	0.001	0.001	0.09	85647.40	0.001	0.001	0.070	81807.25
C.V. %			2.3	12.1	13.39	11.4	2.4	12.12	12.61	12.39

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

SI: Stress Intensity GWUE: Grain Water Use Efficiency LAI: Leaf Area Index

Archive of SID

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرهای اصلی شدت تنش، راندمان مصرف آب دانه، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱

Table 2. Mean comparison of main effects of stress intensity (SI), grrain water use efficiency (GWUE), leaf area index (LAI) and grain yield in 2001 and 2002

	سال ۱۳۸۱ 2002				سال ۱۳۸۰ 2001			
تیمار Treatment	شدت تنش SI	راندمان مصرف آب‌دانه GWUE (kgm^{-3})	شاخص سطح برگ LAI	عملکرد دانه Grain yield ($kgha^{-1}$)	شدت تنش SI	راندمان مصرف آب‌دانه GWUE (kgm^{-3})	شاخص سطح برگ LAI	عملکرد دانه Grain yield ($kgha^{-1}$)
Irrigation								
1	0.001 c	0.39 a	3.83 a	4116 a	0.0001 c	0.39 a	3.63 a	3695 a
2	0.419 b	0.30 b	1.95 b	2394 b	0.4460 b	0.29 b	1.88 b	2112 b
3	0.549 a	0.26 b	1.68 b	1858 c	0.5710 a	0.26 b	1.59 b	1662 c
4	0.528 a	0.28 b	1.38 b	1941 c	0.5430 a	0.29 b	1.26 b	1766 c
Density (Plant/m^2)								
31	0.408 a	0.31 ab	2.26 ab	2600 ab	0.4080 a	0.31 ab	2.14 a	2318 ab
20	0.373 a	0.33 a	2.30 a	2757 a	0.3710 a	0.34 a	2.17 a	2489 a
13.3	0.343 a	0.29 b	2.08 b	2374	0.3900 a	0.29 b	1.97 a	2119 b
Line								
Isfahan – 8	0.374 a	0.32 a	2.37 a	2638 a	0.3910 a	0.32 a	2.25 a	2356 a
Isfahan – 24	0.372 a	0.31 a	2.10 b	2544 a	0.3880 a	0.31 a	2.01 a	2286 a
Isfahan – 44	0.377 a	0.31 a	2.14 b	2549 a	0.3890 a	0.30 a	2.03 a	2283 a

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% level, according to Duncan`s Multiple Range Test.

1. After 70 mm evaporation from class Apan to ripening — پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A تا رسیدگی
2. After 140 mm evaporation from class Apan to ripening — پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A تا رسیدگی
3. After 140 mm evaporation from class Apan to flowering — پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A تا گلدهی
4. After 210 mm evaporation from class Apan to ripening — پس از ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A تا رسیدگی

است که راندمان مصرف آب در تیمار شاهد در هر دو سال با مقدار ۰/۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب به طور معنی‌داری بیشتر از سه تیمار تنش می‌باشد، به عبارتی کاهش مصرف آب در کانوپی گیاهان باعث کاهش راندمان مصرف آب گردیده است. به نظر می‌رسد با توجه به این که دو سازه اصلی راندمان مصرف آب دانه، میزان آب مصرفی و عملکرد دانه می‌باشد، کاهش مصرف آب در تیمارهای تنش به شدت عملکرد دانه را کاهش داده است، به طوری که میزان کاهش عملکرد از میزان کاهش آب مصرفی بیش‌تر بوده و در نتیجه صورت راندمان مصرف آب کاهش یافته است. لئونارد و فرنچ (Leonard and French, 1969) نیز نتایج مشابه‌ای را گزارش نموده‌اند. هانگ و ایونز (Hang and Evans, 1985) گزارش نمودند که در گلرنگ با افزایش مصرف آب، راندمان مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

آب کاهش می‌یابد. با توجه به این که افزایش مصرف آب بیشتر از مقدار مورد نیاز گیاه منجر به کاهش راندمان مصرف آب می‌گردد، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف آب براساس ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A، یک میزان آب مصرفی بیش از حد نبوده و گیاه به این میزان آب جهت تولید دانه مناسب نیاز دارد.

لاین‌های مورد بررسی از نظر راندمان مصرف آب فاقد تفاوت معنی‌دار بودند ولی راندمان مصرف آب در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع به طور معنی‌داری از تراکم ۱۳/۳ بوته در مترمربع زیادتر بود (جدول ۲).

شاخص سطح برگ

اثر تیمارهای آبیاری بر شاخص سطح برگ در زمان گل‌دهی در هر دو سال آزمایش از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول۱)، مقایسه میانگین‌های این صفت (جدول ۲) نشان داد که اعمال تنش خشکی باعث اُفت نسبتاً شدیدی در پوشش گیاهی در تمام سطوح تنش نسبت به تیمار شاهد گردیده است ولی بین تیمار ۱٤۰ و ۲۱۰ میلی‌متر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری از این نظر وجود نداشت. هانگ و ایوانز (Hang and Evans, 1985) نیز گزارش دادند که تنش خشکی به واسطه زرد شدن و ریزش زودهنگام برگ‌های پائین کانوپی گیاه، باعث کاهش شاخص سطح برگ در کانوپی گلرنگ می‌گردد. هاشمی دزفولی (Hashemi -Dezfouli, 1994) نیز نتیجه مشابه‌ای را گزارش نموده است. اثر تیمارهای تراکم بر شاخص سطح برگ در زمان گل‌دهی معنی‌دار نگردید ولی لاین‌های مورد بررسی از این نظر تفاوت معنی‌دار نشان دادند، به طوری که لاین اصفهان –۸ با شاخص سطح برگ ۲/۲۵ و ۲/۳۷ به ترتیب در سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ از دو لاین دیگر برتر بود (جدول ۲). اثر متقابل لاین × آبیاری، لاین × تراکم و لاین × آبیاری× تراکم در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

راندمان مصرف نور ماده خشک

راندمان مصرف نور ماده خشک بیانگر میزان کارائی یک کانوپی گیاهی در تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی شیمیایی ذخیره شده در کل اندام هوائی گیاه می‌باشد .در مطالعه حاضر راندمان مصرف نور ماده خشک در هر دو سال آزمایش به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها در سطوح مختلف آبیاری نشان داد که در هر دو سال مطالعه، اعمال تنش خشکی در هر سه سطح، راندمان مصرف نور ماده خشک را به طور معنی‌داری کاهش داده است به طوری که در سال ۱۳۸۰، تیمار شاهد با بیشترین راندمان مصرف نور ماده خشک (۰/۹۳ گرم ماده خشک بر مگاژول) در یک گروه آماری و تیمارهای دوم، سوم و چهارم آبیاری به‌ترتیب با مقادیر ۰/٥٤، ۰/٤٦، ۰/٤٥ گرم ماده خشک بر مگاژول همگی در یک گروه آماری دیگر قرار گرفتند (جدول ٤). با توجه به این که دو سازه اصلی راندمان مصرف نور ماده خشک میزان تشعشعات خورشیدی رسیده به سطح کانوپی گیاهی و سطح برگ گیاهی به عنوان جاذب تشعشعات خورشیدی می‌باشند و با عنایت به این که شدت تشعشعات خورشیدی متغیری ثابت در منطقه بوده است، به نظر می‌رسد که کاهش راندمان مصرف نور در شرایط تنش خشکی به واسطه کاهش شدید

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس راندمان‌های مصرف نور ماده خشک، دانه، روغن (گرم به مگاژول) و درصد روغن دانه در سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۱

Table 3. Variance analysis for BRVE، GRUE ، ORUE (g.mj) and grain oil percent in 2001 and 2002

			MS				میانگین مربعات			
			سال ۱۳۸۱ 2002				سال ۱۳۸۰ 2001			
S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	راندمان‌مصرف‌نور روغن ORUE	راندمان‌مصرف‌نور دانه GRUE	راندمان‌مصرف‌نور ماده خشک BRUE	درصد روغن دانه GOP	راندمان‌مصرف‌نور روغن ORUE	راندمان‌مصرف‌نور دانه GRUE	راندمان‌مصرف‌نور ماده خشک BRUE	درصد روغن‌دانه GOP
Replication	تکرار	2	0.001 ns	0.004*	0.010 ns	4.720 ns	0.0010*	0.007 ns	0.022 ns	1.38 ns
Irrigation (I)	آبیاری	3	0.018**	0.470**	1.622**	57.190**	1.0120**	0.121**	1.401**	27.37**
E.a	خطای الف	6	0.001	0.004	0.025	3.760	0.0010	0.002	0.023	0.75
Density (D)	تراکم	2	0.001 ns	0.008*	0.094**	0.590 ns	0.0010*	0.009*	0.094**	1.95 ns
I × D	تراکم × آبیاری	6	0.001 ns	0.004 ns	0.038*	1.260 ns	0.0010*	0.004 ns	0.039*	2.44 ns
E.b	خطای ب	16	0.001	0.002	0.012	1.430	0.0010	0.002	0.010	1.40
Line	لاین	2	0.001 ns	0.001 ns	0.005 ns	36.400**	0.0001 ns	0.001 ns	0.002 ns	31.82**
L × I	لاین × آبیاری	6	0.001 ns	0.002 ns	0.017**	1.990 ns	0.0001 ns	0.001 ns	0.013*	0.87 ns
L × D	لاین × تراکم	4	0.001 ns	0.001 ns	0.001 ns	1.060 ns	0.0001 ns	0.001 ns	0.003 ns	3.18 ns
I × D × L	تراکم × آبیاری × لاین	12	0.001 ns	0.001 ns	0.005 ns	0.560 ns	0.0001 ns	0.001 ns	0.007 ns	1.76 ns
E.c	خطای ج	48	0.001	0.001	0.004	0.540	0.0001	0.001	0.005	1.35
C.V. %			11.610	11.800	10.100	2.500	13.020	12.600	11.620	4.11

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ORUE: Oil Radiation Use Efficiency
BRUE: Biomas Radiation Use Efficiency
GRUE: Grain Radiation Use Efficiency
GOP: Grain Oil Percent

Archive of SID

Archive of SID

شاخص سطح برگ در شرایط فوق می‌باشد. احتمالاً کاهش شدید شاخص سطح برگ در تیمارهای تنش، جذب نور توسط کانوپی گیاهی را کاهش داده و به تبع آن ماده خشک کل کاهش یافته و در نهایت منجر به کاهش راندمان مصرف نور ماده خشک گردیده است. در هر دو سال، راندمان مصرف نور ماده خشک در تراکم ۱۳/۳ بوته در مترمربع به طور معنی‌داری از دو تراکم ۳۱ و ۲۰ بوته در مترمربع کم‌تر بود ولی بین لاین‌های مورد بررسی از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ٤). پورسل و همکاران (Purcell *et al*., 2002)، اعلام داشتند سازه‌های اصلی سازنده راندمان مصرف نور ماده خشک به غیر از شدت تابش نور خورشید، تراکم گیاهی، ترکیب سایه انداز، تنش خشکی و شوری می‌باشد، به طور مثال سایه‌اندازهای مواجه با تنش خشکی با سرعت بسیار کم‌تری گسترش یافته، اندازه آن‌ها کوچک‌تر است و سطح برگ خود را با سرعت بیشتری از دست داده و به این صورت توانائی دریافت نور کم‌تری داشته و راندمان مصرف نور کم‌تری دارند.

راندمان مصرف نور دانه

راندمان مصرف نور دانه معیاری از توانایی گیاه در جذب و تبدیل انرژی تشعشعات خورشیدی به انرژی شیمیائی و انتقال آن به دانه‌ها می‌باشد. در این مطالعه در هر دو سال آزمایش راندمان مصرف نور دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤) نشان داد که اعمال تنش خشکی در هر سه سطح اعمال شده، راندمان مصرف نور دانه را به طور معنی‌داری کاهش داده است به طوری که این صفت در تیمار شاهد با مقادیر ۰/۳۱ و ۰/۲٤ گرم دانه بر مگاژول در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱، بالاترین میزان بوده و راندمان مصرف نور دانه در سطوح آبیاری بعدی با مقادیر به ترتیب ۰/۱۹، ۰/۱٦ و ۰/۱۸ در سال ۱۳۸۰ مقادیر ۰/۲۲، ۰/۱۸ و ۰/۱۹ گرم دانه بر مگاژول در سال ۱۳۸۱ بدون تفاوت معنی‌دار همگی در یک گروه آماری قرار داشتند. به نظر می‌رسد کاهش شدید عملکرد دانه به واسطه تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار راندمان مصرف نور دانه تیمارهای مورد تنش گردیده است.

اثر تراکم نیز در هردو سال آزمایش درسطح ۵ درصد بر راندمان مصرف نور دانه معنی‌دار گردید، به طوری که در هر دو سال تیمارهای با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع راندمان مصرف نور دانه بیش‌تری نسبت به تراکم ۱۳/۳ بوته در مترمربع داشتند (جدول ۳). در این مطالعه لاین‌ها از این نظر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند.

راندمان مصرف نور روغن

راندمان مصرف نور روغن بیانگر میزان روغن تولید شده در ازاء واحد انرژی تشعشعات خورشیدی رسیده به سطح کانوپی گیاهی می‌باشد. در این مطالعه راندمان مصرف نور روغن در هر دو سال آزمایش به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول۳) . براساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤)، در هر دو سال آزمایش راندمان مصرف نور روغن تیمار شاهد و به ترتیب با میزان ۰/۱۱۸ و ۰/۱ گرم روغن بر مگاژول با تفاوت معنی‌داری نسبت به سطوح مختلف تنش، بالاترین

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرهای اصلی راندمان مصرف نور ماده خشک، راندمان مصرف نور دانه، راندمان مصرف نور روغن و درصد روغن دانه در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱

Table 4. Mean comparison of main effects of biomass radiation use efficiency (BRUE), grain radiation use efficiency (GRUE), oil radiation use efficiency (ORUE) and grain oil percent (GOP) in 2001 and 2002

	سال ۱۳۸۱ 2002				سال ۱۳۸۰ 2001			
تیمار Treatment	راندمان مصرف نور روغن ORUE (g.mj)	راندمان مصرف نور دانه GRUE (g.mj)	راندمان مصرف نور ماده خشک BRUE (g.mj)	درصد روغن دانه GOP (%)	راندمان مصرف نور روغن ORUE (g.mj)	راندمان مصرف نور دانه GRUE (g.mj)	راندمان مصرف نور ماده خشک BRUE (g.mj)	درصد روغن دانه GOP (%)
Irrigation								
1	0.10 a	0.34 a	0.01 a	30.86 a	0.118 a	0.31 a	0.93 a	29.71 a
2	0.06 b	0.22 b	0.62 b	27.75 b	0.052 b	0.19 b	0.54 b	28.14 b
3	0.05 b	0.18 b	0.50 c	28.02 b	0.044 b	0.16 b	0.46 b	27.77 bc
4	0.053 b	0.19 b	0.48 c	28.14 b	0.064 b	0.18 b	0.45 b	27.43 c
Density (Plant/m^2)								
31	0.067 a	0.23 ab	0.674 a	28.78 a	0.080 a	0.21 ab	0.62 a	28.26 a
20	0.071 a	0.25 a	0.684 a	28.75 a	0.075 a	0.22 a	0.63 a	28.49 a
13.3	0.061 a	0.22 b	0.591 b	28.54 a	0.054 b	0.19 b	0.54 b	28.03 a
Line								
Isfahan – 8	0.066 a	0.230 a	0.66 a	27.82 c	0.07 a	0.21 a	0.59 a	27.55 b
Isfahan – 24	0.068 a	0.229 a	0.64 a	29.79 a	0.08 a	0.20 a	0.58 a	29.33 a
Isfahan – 44	0.377 a	0.228 a	0.65 a	28.46 b	0.08 a	0.20 a	0.60 a	27.91 b

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% level, according to Duncan's Multiple Range Test.
For irrigation treatments see Table 2.

مقدار این صفت را داشت. به نظر می‌رسد کاهش شدید درصد روغن دانه‌ها به واسطه اعمال تنش خشکی (جدول ٤) باعث کاهش معنی‌دار این صفت در تیمارهای تنش گردیده است.

اثر تراکم بر راندمان مصرف نور روغن فقط در سال اول آزمایش در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود ولی لاین‌های مورد بررسی از این نظر فاقد تفاوت معنی‌داری بودند.

سطح برگ ویژه

سطح برگ ویژه فقط در سال دوم آزمایش و در تراکم ۳۱ بوته در مترمربع اندازه‌گیری و براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و تحلیل گردید. نتایج حاصله نشان داد شاخص فوق به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفته است (جدول ۵)، به طوری که همراه با افزایش شدت تنش، سطح برگ ویژه به طور معنی‌داری کاهش یافت. (جدول ٦) . بالاترین سطح برگ

www.SID.ir

جدول ۵- تجزیه واریانس سطح برگ ویژه (سانتی‌مترمربع برگرم) و میزان بوته میری (درصد) در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱

Table 5. Variance analysis for SLA (cm^2g^{-1}) and plant damping off (%) in 2001 and 2002

			MS میانگین مربعات			
			2002 سال ۱۳۸۱		2001 سال ۱۳۸۰	
S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میزان بوته میری Plant damping off	سطح برگ ویژه SLA	میزان بوته میری Plant damping off	سطح برگ ویژه SLA
Replication (R)	تکرار	2	69.43 ns	1396.79**	95.50 ns	—
Irrigation (I)	آبیاری	3	14.13 ns	3666.86**	315.65*	—
E.a	خطای الف	6	41.96	50.98	48.71	—
Line (L)	لاین	2	18.04 ns	351.09*	2.68 ns	—
L × I	لاین × آبیاری	6	19.73 ns	341.02*	15.67 ns	—
E.b	خطای ب	12	21.24	84137.00	9.15	—
C. V. %			37.18	6.96	20.87	

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

SLA: Specific Leaf Area

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرهای اصلی میزان بوته میری و سطح برگ ویژه در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱

Table 6. Mean comparison of main effects of plant damping off and specific leaf area (SLA) in 2001 and 2002

	سال ۱۳۸۱ 2002		سال ۱۳۸۰ 2001	
تیمار Treatment	میزان بوته میری Plant damping off (%)	سطح برگ ویژه SLA ($cm^2 g^{-1}$)	میزان بوته میری Plant damping off (%)	سطح برگ ویژه SLA ($cm^2 g^{-1}$)
Irrigation				
1	4.6 a	154.4 a	3.8 b	–
2	4.3 a	141.8 b	4.6 b	–
3	4.7 a	123.6 c	3.7 b	–
4	5.9 a	108.5 d	15.7 a	–
Line				
Isfahan – 8	3.8 a	126.4 b	6.2 a	–
Isfahan – 24	5.6 a	137.2 a	6.7 a	–
Isfahan – 44	4.6 a	132.5 ab	5.9 a	–

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% level, according to Duncan's Multiple Range Test.
For irrigation treatments see Table 2.

ویژه به میزان ۱۵٤/٤ سانتی‌مترمربع بر گرم مربوط به تیمار شاهد بود و تیمارهای دوم، سوم و چهارم آبیاری به ترتیب با ۱٤۱/۸، ۱۲۳/٦و۱۰۸/۵ سانتی‌مترمربع بر گرم با تفاوت معنی‌دار با یک‌دیگر در مراتب بعدی قرار گرفتند. با توجه به این که شاخص سطح برگ ویژه، معیاری از ظرافت برگ در کانوپی گیاهی می‌باشد، نتایج حاصله بیانگر این مطلب است که همراه با افزایش تنش خشکی از ظرافت برگ‌ها کاسته شده و به موازات افزایش تنش، برگ‌ها کوچک‌تر ولی ضخیم‌تر گشته‌اند که در حقیقت نوعی سازگاری با شرایط تنش خشکی می‌باشد. سایر محققین (Haby *et al.*, 1982; Leonard and French, 1969) نیز به کاهش سطح برگ ویژه به عنوان مکانیزمی برای سازگاری به خشکی اشاره نموده‌اند.

اختلاف بین لاین‌های مورد بررسی از نظر سطح برگ ویژه در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۵)، به طوری که لاین اصفهان –۲٤ با سطح برگ ویژه ۱۳۷/۲ سانتی‌مترمربع بر گرم بالاترین سطح برگ ویژه را به خود اختصاص داد (جدول ٦).

میزان بوته میری

بوته میری گلرنگ از شایع‌ترین بیماری‌های گلرنگ می‌باشد که در بعضی مناطق دنیا مانع جدی در مقابل توسعه کشت گلرنگ به شمار می‌رود .در مطالعه حاضر میزان بوته میری لاین‌ها پس از اعمال تنش در سطوح مختلف آبیاری در تراکم ۳۱ بوته در مترمربع بررسی گردید که نتایج حاصله بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمار آبیاری بر میزان بوته میری درسال ۱۳۸۰ می‌باشد (جدول ۵)، به طوری که در این سال میزان بوته میری در تیمار تنش شدید (۲۱۰ میلی‌متر)

www.SID.ir

Archive of SID

به طور معنی‌داری از دیگر تیمارهای آبیاری زیادتر بوده است که این روند در سال ۱۳۸۱ نیز وجود داشت، ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود. به طور کلی نتایج، بیانگر افزایش درصد بوته میری به واسطه افزایش تنش خشکی بود. اگر چه در بسیاری از منابع افزایش بوته میری به واسطه افزایش آبیاری گلرنگ گزارش شده است (زینلی، ۱۳۷۸)، ولی بر اساس نتایج این آزمایش و آزمایش هری تیچ و هاری گان (Heritage and Harrigan, 1984)، گیاهچه‌های گلرنگ که ابتدا تحت تنش رطوبتی قرار گرفتند و سپس در شرایط غرقابی با عامل بیماری بوته میری مایه‌زنی شدند شدت آلودگی بیشتری نسبت به گیاهچه‌هایی که تحت تنش رطوبتی قرار نگرفته بودند داشتند. در این مطالعه اختلاف بین لاین‌ها از نظر میزان بوته میری معنی‌دار نگردید.

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که برخلاف تصور، گلرنگ یک گیاه خشکی پسند نیست بلکه در صورت فراهم بودن آب کافی، این گیاه شبیه بسیاری از گیاهان دیگر حداکثر استفاده از آب موجود را می‌نماید هر چند این گیاه در شرایط کمبود رطوبت خاک سازگاری خوبی با شرایط خشکی دارد. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که اعمال تنش خشکی در مزرعه گلرنگ به‌واسطه کاهش اندازه سایه‌انداز گیاهی باعث اُفت شدیدی در راندمان استفاده از پتانسیل‌های محیطی همچون آب و نور می‌گردد.

سپاسگزاری

از زحمات و مساعدت‌های آقای دکتر احمد علی فروغی رئیس محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان و آقای دکتر ابراهیم بهداد معاون پژوهشی واحد برای اجرای این مطالعه سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

References

احمدی، م. ر. و امیدی، ا. ح. ۱۳۷۳. بررسی عملکرد دانه و تأثیر زمان برداشت بر میزان روغن ارقام بهاره و پائیزه گلرنگ. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۷ (٤): ۲۹-۱۵.

زینلی، ا. ۱۳۷۸. گلرنگ (شناخت، تولید و مصرف). دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

سرمدنیا، غ.، و کوچکی، ع . ۱۳٦۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۵۰ صفحه.

مجد نصیری، ب. ۱۳۸۱. بررسی امکان تولید گلرنگ در کشت تابستانه و مطالعه الگوی توزیع اجزاء عملکرد، خصوصیات فیزیولوژیکی و فنولوژیکی لاین‌های انتخابی در مقایسه با کشت بهاره. پایان‌نامه دکتری تخصصی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.

www.SID.ir

Archive of SID

Alssi, J., Power, J. F., and Zimmerman, D. L. 1981. Effects of seeding date and population on water use efficiency and safflower yield. Agronomy Journal 73: 783-787.

Bell, M. J., Muchow, R. C., and Willson, G. L. 1987. The effect of plant population on peanuts in a monsoonal tropical environment . Field Crops Research 17: 91-107.

Dahnke, W. C., Fanning, C., and Cattanach, A. 1992. Fertilizing Safflower . North Dakota University, NDSU Extension Service.

David, D. J., Knowles, P. F., and Klisiewicz, J. M. 1982. Evaluation of the world safflower collection for resistance to Phytophthora. Crop Science 22: 226-228.

Farell, T. C., Williams, R. L., Reinke, R. F., and Lewin, L. G. 1998. Variation in radiation use efficiency in temperate rice. Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference. NSW, Yanco Agriculture Institute. Wagga.

Fernandez, G. C. 1992. Effecttive selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of a Symposium, Taiwan. 13-16. August. 1992, AVRDC.

Haby, V. A., Black, A. L., Bergman, J. W., and Larson, R. A. 1982. Nitrogen fertilizer requirements of irrigated sofflower in the northern great plains. Agronomy Journal 74: 331-335.

Hang, I. N., and Evans, D. W. 1985. Deficit sprinkler irrigation of sunflower and safflower. Agronomy Journal 77: 588-592.

Hashemi–Dezfouli, A. 1994. Growth and yield of safflower as affected by drought strees. Crop Research–Hisar. 73: 313-319.

Heitholt, J. J. 1989. Water use efficiency and dry matter distribution in nitrogen and water streesed winter wheat. Agronomy Journal 81: 464-469.

Heritage, A. D., and Harrigan, E. K. S. 1984. Environmental factors influencing safflower screening for resistance to *Phytopthora crytogea*. Plant Disease 68: 767-769.

Karimi, M. M., and Siddique, K. H. M. 1991. Crop growth and relative growths rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal of Agricultural Research 42: 13-20.

Larcher. W. 1997. Physiological Plant Ecology. Third edition. Springer Publisher, USA. 506 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Leonard, J. E., and French, D. F. 1969. Growth, yield and yield components of safflower as affected by irrigation regimes. Crop Science 61: 111-113.

Merril, S., Tanaka, D. L., Krupinsky, J. M., and Ries, R. E. 2002. Safflower root growth and water use in comparison with other crops. Vth. International Safflower Conference. Montana, USA. July 23-27.

Purcell, L. C., Ball, R. A., and Reaper, J. A. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. Crop Science 42: 172-177.

Yunusa, I. A. M., Siddique, K. H. M., Belford, R. K., and Karimi, M. M. 1993. Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during the pre-anthesis period in a mediterraneum type environment. Field Crop Research 35: 113-122.

آدرس نگارندگان:

محمدرضا نادری درباغشاهی- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، صندوق پستی ۱۵۸-۸۱۵۹۵، خوراسگان.

قربان نورمحمدی و فرخ درویش- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران.

اسلام مجیدی- مؤسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی، کرج

امیرحسین شیرانی‌راد- بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.

حمید مدنی- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک.

www.SID.ir