Arch

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و ششم، شماره چهارم، ۱۳۹۸
۱۵۵-۱۷۱
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.16605.3188

ارزیابی شاخص‌های تنش خشکی دو رقم کنجد محلی بهبهان و شوین

***نادر سلامتی[۱]، امیرخسرو دانایی[۲] و لیلا بهبهانی[۳]**

[۱]استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران، [۲]مربی پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران، [۳]محقق صنایع غذایی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰٤/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: تنش خشکی مهم‌ترین عامل محیطی محدودکننده رشد و نمو گیاهان در کل دنیا است به‌طوری‌که کاهش رشد در اثر تنش خشکی بیش‌تر از سایر تنش‌های محیطی گزارش شده است. کنجد به‌دلیل تحمل به خشکی و گرما اهمیت بسیاری در توسعه کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک در کشت تابستانه دارد. هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر تنش خشکی از طریق اعمال سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای نواری و شناسایی رقم برتر بر اساس شاخص‌های تنش بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی شاخص‌های تنش خشکی در روش آبیاری قطره‌ای نواری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد روغن، درصد روغن دانه و کارایی مصرف آب دانه آزمایشی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان اجرا گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل مقدار آب در آبیاری قطره‌ای نواری در چهار سطح ٤٠، ٦٠، ٨٠ و ١٠٠ درصد نیاز آبی از شروع مرحله گلدهی و فاکتور فرعی شامل رقم در دو سطح شامل ارقام محلی بهبهان و شوین بود. برای مقایسه آماری نتایج اندازه‌گیری و محاسبه شده از ضرایب همبستگی پیرسون برای تمام پارامترهای اندازه‌گیری یا محاسبه شده استفاده گردید.

یافته‌ها: مقایسه میانگین کارایی مصرف آب در اثرات متقابل آبیاری و رقم نشان داد تیمار ١٠٠ درصد نیاز آبی و رقم محلی بهبهان با کارایی مصرف آبی معادل ۰/۲۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب دانه کنجد، تیمار برتر بود. میانگین آب مصرفی در یک سال انجام آزمایش در تیمارهای ٤٠، ٦٠، ٨٠، ١٠٠ درصد نیاز آبی و تیمار شاهد (آبیاری سطحی) به‌ترتیب برابر ٣٥/٠، ٤١/٤، ٤٧/٨، ٥٤/٢ و ٦٥/١ سانتی‌متر آب بودند. نتایج ضریب همبستگی پیرسون بیش‌ترین میزان

* مسئول مکاتبه: nadersalamati@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی وزن هزاردانه به‌میزان ۰/۹۳۰۵ با شاخص عملکرد دانه را نشان داد که بیانگر نقش مؤثر افزایش وزن هزاردانه در بالا رفتن عملکرد دانه می‌باشد. به‌دلیل زیاد بودن مقادیر شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI) و تحمل (TOL) در رقم محلی بهبهان نسبت به رقم شوین و نیز کم بودن شاخص‌های تحمل به تنش (STI)، بهره‌وری متوسط (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، میانگین هارمونیک (HM)، شاخص عملکرد (YI) و شاخص پایداری عملکرد (YSI) در رقم فوق نسبت به رقم مزبور می‌توان رقم محلی بهبهان را از نظر تنش خشکی به‌عنوان تیمار برتر معرفی نمود.

نتیجه‌گیری: افزایش ارتفاع بوته با همبستگی بسیار معنی‌داری موجب روند افزایشی تعداد دانه در کپسول گردید. بیش‌ترین همبستگی معنی‌دار تعداد دانه در کپسول به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد با ارتفاع بوته و ارتفاع بوته با حجم آب مصرفی، نشان‌دهنده نقش بسیار مهم مدیریت آب کم در محصول کنجد است. عملکرد تحت تنش رقم محلی بهبهان نسبت به رقم شوین، به عملکرد تیمار فاقد تنش نزدیک‌تر بوده و همین عامل در افزایش شاخص TOL در رقم محلی بهبهان نسبت به رقم شوین مؤثر بوده است. رقمی مقاوم به تنش خشکی است که رقم ضریب همبستگی شاخص TOL آن منفی‌تر شده است. نتایج ضریب همبستگی نشان داد شاخص MP غیرحساس‌ترین شاخص تنش برای معرفی تیمارهای تحت تنش و شاخص TOL مقاوم‌ترین شاخص به تغییرات تنش می‌باشد. شاخص TOL دو رقم مورد بررسی را بر اساس تغییرات عملکردشان گروه‌بندی می‌کند. هرچه میزان تغییرات کم‌تر باشد، رقم ثبات بیش‌تری در شرایط تنش نشان داده و متحمل خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: تبخیر و تعرق، رقم، کارایی مصرف آب، وزن هزاردانه

مقدمه

تنش‌های محیطی یک مانع بزرگ برای تأمین غذای جهانی هستند. زمین‌های زراعی فاقد تنش نسبتاً کمی موجودند که در آن گیاهان زراعی به عملکردهای پتانسیل خود می‌رسند. برای مثال حدود ٤٥ درصد از اراضی کشاورزی جهان که ۳۸ درصد از جمعیت دنیا در آن جای گرفته‌اند، با خشکی موقت یا دائم مواجه هستند (۸). هم‌اکنون تنش آب به‌عنوان مهم‌ترین و متداول‌ترین عامل کاهش عملکرد در مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح است اما این تنش ممکن است حتی در مناطقی با بارندگی بالا نیز اتفاق بیافتد (۲۵). کنجد با نام علمی *Sesamum indicum* L. به‌دلیل تحمل به خشکی و گرما اهمیت بسیاری در توسعه کشاورزی مناطق خشک و نیمه‌خشک در کشت تابستانه دارد (۵). این گیاه به‌دلیل محتوی بالای روغن (۵۲-٤۲ درصد) و کیفیت مناسب آن (میزان کم کلسترول و وجود برخی آنتی‌اکسیدان‌ها) نقش مهمی در سلامت انسان دارد (٤). بر اساس نتایج، ارقام KC50662 و اولتان از نظر عملکرد و اجزای آن در شرایط عادی و تنش در گروه برتر قرار گرفتند. دو رقم فوق با داشتن شاخص تحمل به تنش (STI) بیش‌تر، عملکرد بالاتری در هر دو شرایط داشتند. نتایج رگرسیون برای شاخص STI نشان داد ارقام با STI بالاتر دارای وزن بیش‌تر دانه در کپسول و تعداد بیش‌تر کپسول در بوته بودند (۱). هم‌چنین با بررسی تحمل به خشکی در هشت رقم کنجد، رقم محلی دزفول دارای بالاترین عملکرد در شرایط عادی و تنش بود و سه رقم دریافتی از بانک ژن گیاهی ملی ایران

www.SID.ir

Archive of SID

حساس تشخیص داده شدند. با بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی در لاین‌های کنجد مشخص گردید که توده محلی دزفول بر اساس شاخص‌های MP، HARM، GMP و STI متحمل‌ترین ژنوتیپ به خشکی بود (١٤).

در بررسی دیگری رقم کنجد داراب ١٤ بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت، در شرایط عادی و تنش رطوبتی به‌تنهایی در گروه برتر بود و در ارزیابی شاخص‌های MP، TOL، SSI، HARM و STI به‌عنوان رقم برتر معرفی شد (٦). عباس‌علی و همکاران (٢٠١٤) اعلام داشتند که شاخص‌های MP، GMP و STI در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی با عملکرد دانه کنجد همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند و بر اساس این شاخص‌ها واریته داراب ١٤ و توده محلی سیستان به‌عنوان واریته‌های برتر معرفی شدند. بررسی اثر تنش آب روی عملکرد و اجزای عملکرد ٢٧ ژنوتیپ کنجد نشان داد که اجزای عملکرد به‌شدت تحت‌تأثیر تنش آب قرار می‌گیرند. بر پایه شاخص تحمل فرناندز (STI) ژنوتیپ‌های با تحمل بالا و مناسب برای شرایط تنش خشکی، شناسایی شدند. به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های اولتان، کرج یک، نازتک شاخه و ورامین ٢٣٧ عملکرد بیش‌تری را نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تولید کردند (١٥). با ارزیابی عملکرد ارقام کنجد اولتان و داراب ١٤ در شرایط عادی و محدودیت رطوبتی، رقم اولتان با بیش‌ترین میزان STI و کم‌ترین میزان SSI و TOL به‌عنوان رقم متحمل شناسایی گردید. این پژوهش‌گران نیز رقم اولتان را به‌دلیل داشتن بیش‌ترین مقدار شاخص STI و کم‌ترین مقدار شاخص‌های SSI و TOL به‌عنوان رقم مقاوم به خشکی معرفی کردند (١٩). بوریما و همکاران (٢٠١٢) بیان نمودند ژنوتیپ کنجد ٣٢-١٥ در هر دو سال اجرای آزمایش بر اساس شاخص‌های MP، GMP، YI و STI ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی بودند (٩). کیانی و همکاران (٢٠٠٧) نیز در بررسی انتخاب برای مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های کنجد، شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI را به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال ژنوتیپ‌های متحمل معرفی کرده و بر اساس این شاخص‌ها، ژنوتیپ‌های JL-13، داراب ١٤ و TS-3 را برای کشت در منطقه جیرفت و کهنوج توصیه نمودند (١٦). شیرانی‌راد و عباسیان (٢٠١٥) اعلام کردند که شاخص‌های MP، GMP و YI جهت شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط نامطلوب کمبود آب بسیار مؤثر هستند (٢٤). نتایج یک پژوهش بر روی کنجد نشان داد که صفات ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیک در دو شرایط آبیاری عادی و تنش اختلاف معنی‌داری داشتند. رقم داراب ١٤ در هردو شرایط با توجه به صفات مهم زراعی از وضعیت مناسبی برخوردار بود. نتایج همبستگی در شرایط نرمال نشان داد که تعداد برگ در بوته (٠/٦١٦*)، وزن هزاردانه (٠/٦٦٨*) و تعداد کپسول در بوته (٠/٥٧٩*) بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند (٧). ارزیابی ارقام مختلف گلرنگ از نظر تحمل به خشکی توسط شاخص‌های کمی تحمل به خشکی شامل SSI، STI، GMP،MP و TOL صورت گرفت. در این پژوهش ژنوتیپ‌های اصفهان ١٤ و ١١١-٢٢ بر اساس شاخص STI به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند و ژنوتیپ‌های ٤٣٣-٧ و گل سفید با توجه به دارا بودن بیش‌ترین مقادیر شاخص‌های TOL و SSI جزو حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند (١٦). در پژوهش‌های انجام‌شده توسط دانشیان و جنوبی (٢٠٠٨) سه شاخص GMP، MP و SSI به‌عنوان کاراترین شاخص‌ها در ارزیابی ارقام مقاوم به خشکی در آفتابگردان گزارش شدند (١٠). سی‌وسه‌مرده و همکاران (٢٠٠٦) گزارش نمودند که انتخاب بر اساس شاخص MP زمانی مطلوب

www.SID.ir

Archive of SID

است که شدت تنش و اختلاف بین عملکرد در شرایط بدون تنش و دارای تنش رطوبتی، زیاد نباشد. آکوستا گالگاس و آدامس (۱۹۹۱) بیان کردند که ترتیب طبقه‌بندی بر اساس GMP با ترتیب طبقه‌بندی بر اساس شاخص SSI متفاوت است. نتایج نشان داد که تنش سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه و عملکرد دانه کلزا شد. در بین ارقام مورد بررسی، شاخص‌های میانگین هندسی قابلیت تولید (GMP) و تحمل به تنش (STI) به‌دلیل همبستگی بالا با عملکرد دانه در هر دو شرایط شاهد و تنش در گزینش رقم متحمل به خشکی و با پتانسیل عملکرد بالا انتخاب شدند (٢٤). ارزیابی ارقام کلزا از نظر تحمل به خشکی با استفاده از شاخص‌های میانگین حسابی (MP)، تحمل (TOL)، حساسیت به تنش (SSI)، میانگین هندسی (GMP) و تحمل به تنش (STI) انجام شد. با توجه به میزان همبستگی آن‌ها با عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش، شاخص STI به‌عنوان بهترین شاخص در تفکیک ارقام متحمل به خشکی شناخته شد (۲۸). نتایج به‌دست آمده از یک پژوهش نشان داد که در بین شاخص‌های مورد بررسی، شاخص‌های میانگین عملکرد (MP)، میانگین هندسی عملکرد (GMP) و حساسیت به تنش (STI) به‌واسطه دارا بودن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد در هر دو محیط تنش و بدون تنش، بهترین شاخص‌ها برای گزینش و شناسایی ارقام متحمل کلزا به تنش آخر فصل می‌باشند (۱۸). نتایج پژوهش اسکندری و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که با افزایش شدت کمبود آب، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در واحد سطح کاهش یافتند. تمامی این صفات همبستگی مثبتی با همدیگر داشتند که نشان می‌دهد کاهش هر یک از این صفات می‌تواند اثر منفی بر عملکرد کنجد داشته باشد. رقم TS3 از نظر ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مقایسه با سایر ارقام برتر بود. رقم TS3 در هر دو سال اجرای آزمایش بالاترین کارایی مصرف آب را داشت. بیش‌ترین کارایی مصرف آب در شرایط کمبود شدید آب به‌دست آمد که نشان می‌دهد گیاه زراعی کنجد با مصرف کم آب قادر به تولید عملکرد مناسب می‌باشد (۱۲). سکیلا و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی‌هایی که روی ٣٦ هیبرید کنجد و ۱۲ والد آن‌ها انجام دادند، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته، تعداد کپسول در ساقه اصلی و تعداد کل کپسول در گیاه با عملکرد تک‌بوته گزارش نمودند (۲۳). از آن‌جا که بین تعداد کپسول در بوته و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت، به اعتقاد این پژوهشگران برای بهبود عملکرد کنجد می‌توان گزینش را بر اساس تعداد کپسول در بوته و ارتفاع گیاه انجام داد. نتایج حاصل از تجزیه ضرائب همبستگی بین عملکرد دانه در بوته با صفات موجود نشان داد که در هر دو رژیم رطوبتی، تعداد کپسول در بوته بیش‌ترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه در بوته داشت. در بین ضرائب همبستگی، صفت عملکرد دانه در بوته با صفات تعداد کپسول در بوته و وزن دانه در کپسول در هر دو شرایط رطوبتی، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (۲۷). به‌طورکلی عملکرد دانه در کنجد به تعداد بوته در واحد سطح، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه بستگی دارد و افزایش دفعات آبیاری به‌طور معنی‌داری تعداد دانه در کپسول را افزایش می‌دهد (۱۱). بر اساس نتایج ضرایب همبستگی یک پژوهش، بین صفات وزن هزاردانه، تعداد شاخه‌های فرعی بارور، وزن خشک، ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت (۲۲).

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به اهمیت کنجد به‌عنوان یکی از محصولات مهم تأمین‌کننده روغن خوراکی در ایران، با اجرای روش کم آبیاری می‌توان در هنگام بروز خشکسالی با کمبود آب سازگار شد. هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر تنش خشکی از طریق اعمال سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای نواری و شناسایی رقم برتر بر اساس شاخص‌های تنش بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی و تعیین عکس‌العمل دو رقم کنجد به تنش آبی و شناسایی رقم مقاوم به تنش، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با طول جغرافیایی ´١٤ °٥٠ شرقی و ´٣٦ °٣٠ عرض شمالی به‌صورت کرت‌های یک بار خردشده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی یک سال (١٣٩٧-١٣٩٦) اجرا شد. محل آزمایش دارای اقلیم نیمه‌خشک، ارتفاع آن از سطح دریا ٣٤٥ متر و متوسط بارندگی سالانه بر اساس آمار بلندمدت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بهبهان، ٣٤٩ میلی‌متر است. فاکتور اصلی مقدار آب در آبیاری قطره‌ای نواری در چهار سطح بر اساس ٤٠٪، ٦٠٪، ٨٠٪ و ١٠٠٪ نیاز آبی بود که از شروع مرحله گلدهی اعمال گردید و فاکتور فرعی در دو سطح شامل ارقام محلی بهبهان و شوین بود. همچنین یک تیمار که آبیاری آن بر اساس عرف زارع و به روش آبیاری سطحی (جویچه‌ای) انجام گردید، به‌عنوان شاهد در این پژوهش گنجانده شد.

آب موردنیاز برای آبشویی مزارع مورد مطالعه بر اساس نشریه فائو ٢٩ در آبیاری قطره‌ای از رابطه ١ برآورد شد.

$$LR = ECw/(2Max\ ECe) \qquad (١)$$

که در آن، ECw (dS/m)، هدایت الکتریکی آب آبیاری، ECe آستانه تحمل محصول و MaxECe (dS/m)، شوری با عملکرد صفر است. با استفاده از رابطه ١ نیاز آبشویی بر حسب درصد محاسبه گردید و سپس با در نظر گرفتن نیاز آبی محاسبه شده در طول دوره رشد و نمو کنجد نیاز آبشویی بر حسب میلی‌متر محاسبه شد. آستانه تحمل با ١٠ درصد کاهش عملکرد برای محصولات مورد مطالعه از نشریه فائو ٢٩ استخراج گردید (١٣). راندمان آبیاری فصلی پیش‌بینی‌شده ٩٥٪ در نظر گرفته شد. برای مقایسه آماری نتایج اندازه‌گیری و محاسبه‌شده از ضرایب همبستگی پیرسون برای تمام پارامترهای اندازه‌گیری یا محاسبه شده استفاده گردید. بدین‌منظور ضرایب همبستگی برای صفات مورد ارزیابی بر اساس معنی‌دار بودن روند تغییرات در سطوح ١ و ٥ درصد و هم‌سو یا ناهم‌سو بودن این روند تغییرات، بررسی و تجزیه‌وتحلیل انجام شد.

در طول فصل زراعی صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن دانه، کارایی مصرف آب دانه و کارایی مصرف آب روغن دانه اندازه‌گیری یا محاسبه شدند. در پایان اجرای آزمایش، تجزیه واریانس بر اساس آزمون طرح کرت‌های یک‌بار خردشده برای صفات مزبور انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و تجزیه آماری توسط نرم‌افزار MSTATC انجام شد. هر کرت فرعی شامل ٤ خط کاشت (٢ پشته و عرض هر پشته ٩٠ سانتی‌متر) به طول ٢٠ متر و مساحت ٣٦ مترمربع بود که ٢ ردیف کناری به‌عنوان حاشیه حذف گردیده و ٢ ردیف وسط پس از حذف در مجموع یک متر از بالا و پایین هر ردیف به مساحت ١٢ مترمربع برداشت شدند. فاصله بین کرت‌های اصلی ٤ متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌های فرعی یک پشته نکاشت و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ١٥ سانتی‌متر بود. پس از شخم، دیسک و ماله بر اساس نتایج آزمون خاک اقدام به

www.SID.ir

Archive of SID

کودپاشی و پخش یکنواخت علف‌کش ترفلان به‌میزان ۲/۵ لیتر در هکتار در سطح مزرعه گردیده و به‌وسیله دیسک سبک، کود و علف‌کش با خاک مخلوط شدند. کودهای فسفر و پتاسیم کلاً قبل از کاشت بر اساس آزمون خاک به‌ترتیب به مقدار ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و کود نیتروژنه در ۳ نوبت (یک‌سوم هم‌زمان با آبیاری دوم، یک‌سوم بلافاصله بعد از تنک و یک‌سوم در شروع مرحله گلدهی) به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره مصرف گردید. تاریخ کاشت ۲ مردادماه بود. اعمال تیمارهای آبیاری پس از ظهور گل انجام شد. قبل از کاشت برای آزمون، نمونه‌برداری از خاک انجام شد. از آب آبیاری در طول فصل نمونه آب تهیه و برای اندازه‌گیری خصوصیات موردنظر به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج آزمایش‌های آب‌وخاک در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه نمونه آب.

Table 1. Water sample analysis results.

سال Year	آنیون‌ها Anions (meq/l)			کاتیون‌ها Cations (meq/l)			مواد جامد معلق T.D.S Mg/lit	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (µS/m)
	بیکربنات HCO_3	سولفات SO_4^{-2}	کلر Cl^-	کلسیم Ca^{+2}	منیزیوم Mg^{+2}	سدیم Na^+			
2018-19	3.2	8.0	8.8	8.8	3.2	8.0	1140	7.4	1740

جدول ۲- نتایج تجزیه نمونه خاک آزمایش قبل از کاشت.

Table 2. Sample analysis of soil samples before planting.

سال Year	عمق خاک Depth of soil (cm)	هدایت الکتریکی Ec (dS/m)	اسیدیته pH	کربن آلی OC%	فسفر P (mg/kg)	پتاسیم K^+ (mg/kg)	سرب pb (gr/cm^3)	ظرفیت زراعی Fc (Field capacility%)	بافت خاک Texture
2018-19	0-30	2.8	7.5	0.64	9.5	246	1.57	24	سیلتی رسی لومی Silty clay loam

جدول ۳- نیاز آبی حاصل از تبخیر تعرق محاسبه‌شده برای تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در ماه‌های انجام آزمایش و نیاز آبشویی (میلی‌متر) (از ۲ مرداد تا ۱۹ آبان).

Table 3. Water requirement for evapotranspiration calculated for 100% water requirement in the months of the test and the need for leaching (mm) (from 24 July to 10 Nov).

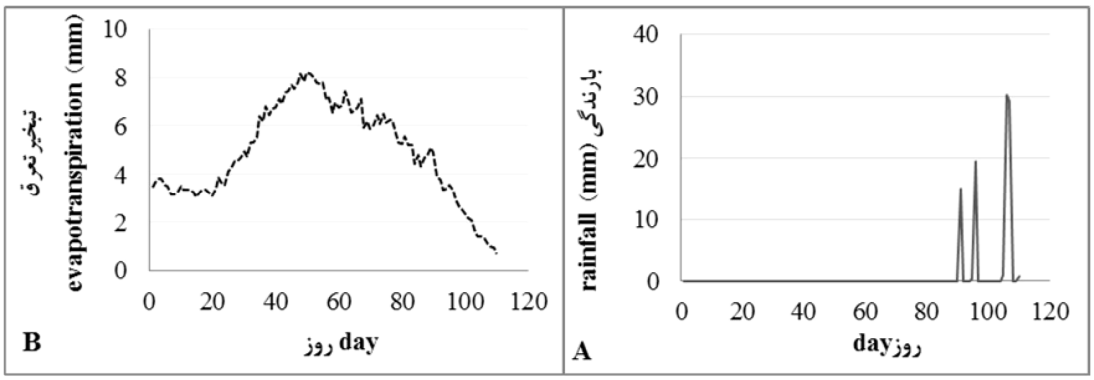
سال Year	مرداد July-August	شهریور August-September	مهر September-October	آبان October-November	نیاز آبشویی Leaching requirement	مجموع Total
2018-19	96.4	191.0	151.8	36.7	75.7	541.7

آمار روزانه بارندگی و پارامترهای هواشناسی از اداره هواشناسی سینوپتیک بهبهان استعلام گردید. برای مدیریت دقیق آبیاری، با استفاده از آمار روزانه ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بهبهان (دمای حداقل و حداکثر روزانه، رطوبت حداقل و حداکثر روزانه، سرعت باد و حداکثر ساعات آفتابی)، تبخیر- تعرق

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه به‌صورت روزانه بر اساس مدل پنمن- مانتیث محاسبه شد (۲). با پایش اطلاعات به‌صورت روزانه، مدت‌زمان آبیاری محاسبه و از طریق نمونه‌برداری خاک قبل از تعدادی از آبیاری‌ها، رطوبت وزنی و سپس رطوبت حجمی و در نهایت کمبود رطوبت خاک مشخص گردید و با میزان تبخیر تعرق محاسبه شده از آمار روزانه هواشناسی صحت‌سنجی شد. به‌این‌ترتیب نیاز آبی ۱۰۰ درصد روزانه گیاه محاسبه گردید. آن‌گاه مقادیر ٤٠، ٦٠، ٨٠ و ١٠٠ درصد نیاز آبی برای اعمال تیمارها محاسبه گردید. سپس با کنتورهای با دقت ۰/۰۰۰۱ مترمکعب ساخت کارخانه ایران انشعاب میزان آبی که به گیاه داده می‌شود رصد گردید. دور آبیاری دو روز تعریف شد و برای تعیین ضرایب گیاهی ترجیحاً بر اساس مطالعات انجام شده و مدل فائو ٥٦ اقدام گردید. اندازه‌گیری آب مصرفی در تیمار شاهد با فلوم WSC انجام گردید. تبخیر تعرق روزانه با استفاده از نرم‌افزار ETCalculator محاسبه شد. مقدار آب موردنیاز کنجد حاصل مجموع نیاز آبشویی (از رابطه ۱) با تبخیر تعرق روزانه در طول فصل کاشت (از تاریخ ۲ مردادماه تا ۱۹ آبان ماه) محاسبه گردید (جدول ۳). بارندگی روزانه در سال انجام آزمایش در شکل ۱ (الف) و تبخیر تعرق روزانه محاسبه شده با نرم‌افزار ETCalculator در شکل ۱ (ب) نشان داده شده‌اند.



شکل ۱- بارندگی سال زراعی (الف) و (تبخیرتعرق + نیاز آبشویی) روزانه محاسبه شده (ب) در سال زراعی ۹۷-۹٦ (از ۲ مرداد تا ۱۹ آبان).

Figure 1. Rainfall (A) and evapotranspiration calculated daily (B) in the period of 2018-19 (from 24 july to 10 Nov).

ارزیابی ارقام از نظر تحمل به خشکی توسط شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI)[1] (۲)، تحمل (TOL)[2] (۳)، تحمل به تنش (STI)[3] (٤)، بهره‌وری متوسط (MP)[4] (٥)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)[5] (٦)، میانگین هارمونیک (HM)[6] (۷)، شاخص عملکرد (YI)[7] (۸) و شاخص پایداری عملکرد (YSI)[8] (۹) انجام شد. شاخص‌های فوق به‌شرط زیر محاسبه گردیدند:

$$SSI = [1-(Y_S / Y_P)]/[1-(Y_{S'} / Y_{P'})] \quad (۲)$$

$$TOL = Y_P - Y_S \quad (۳)$$

$$STI = \left(\frac{Y_P}{Y_{P'}}\right)\left(\frac{Y_S}{Y_{S'}}\right)\left(\frac{Y_{S'}}{Y_{P'}}\right) = (Y_P)(Y_S)/(Y_{P'}{}^2) \quad (٤)$$

$$GMP = (Y_P \times Y_S)^{0.5} \quad (٥)$$

1- Stress Susceptibility Index
2- Tolerance Index
3- Stress Tolerance Index
4- Mean Productivity
5- Geometric Mean Productivity
6- Harmonic mean
7- Yield index
8- Yield stability index

www.SID.ir

Archive of SID

$$MP = (Y_P + Y_S)/2 \quad (٦)$$

$$HM = (2 \times Y_P \times Y_S)/(Y_P + Y_S) \quad (٧)$$

$$YI = Y_S / Y_{S'} \quad (٨)$$

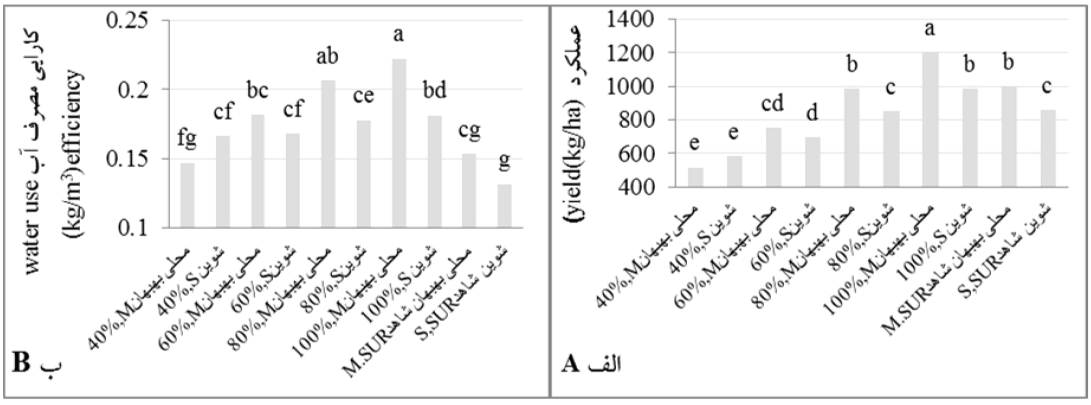
$$YSI = Y_S / Y_P \quad (٩)$$

که در آن‌ها، Y_S و Y_P به‌ترتیب میانگین عملکرد دانه هر رقم تحت شرایط تنش، بدون تنش و $Y_{S'}$ و $Y_{P'}$ نیز میانگین کل عملکرد دانه ارقام تحت شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد. تنش خشکی شامل سه سطح آبیاری ٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد نیاز آبی کنجد است.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین عملکرد دانه در اثرات متقابل آبیاری و رقم نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان با عملکرد ۱۲۰٤/۱ کیلوگرم در هکتار تیمار برتر بود. رقم محلی بهبهان در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی و رقم شوین در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌این‌ترتیب با عملکردهای ۹۸۷/۷ و ۹۸۳/۳ کیلوگرم در هکتار به‌طور مشترک در رده دوم قرار گرفتند (شکل ۲- الف). نتایج این آزمایش با نتایج حاصل از پژوهش‌های (۱۱)، (۱۲)، (١٤) و (۲۰) مطابقت دارد.

مقایسه میانگین کارایی مصرف آب در اثرات متقابل آبیاری و رقم نشان داد تیمارهای ۱۰۰، ۸۰ و ٦٠ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان به‌ترتیب با عملکرد ۰/۲۲۲ و ۰/۲۰۷ و ۰/۱۸۲ کیلوگرم دانه کنجد به‌ازای مصرف یک مترمکعب آب، در رتبه‌های اول تا سوم بودند (شکل ۲- ب). در شکل (۲- الف) کاهش مصرف آب در تیمارهای تنش (٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد نیاز آبی) موجب کاهش عملکرد آب در این تیمارها نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی شده است. در شکل (۲- ب) کاهش مصرف آب در تیمارهای تنش موجب نشده تا کارایی مصرف آب این تیمارها نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی افزایش پیدا کند. به‌عبارت دیگر اثر کاهش مصرف آب حتی در تیمارهای تنش شدید به‌حدی بوده که نتوانسته کاهش عملکرد به وقوع پیوسته در ازای کاهش مصرف آب را پوشش دهد و کماکان تیمارهای ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی علی‌رغم مصرف بیش‌تر آب نسبت به تیمارهای تنش ٤٠ و ٦٠ درصد نیاز آبی به‌دلیل افزایش عملکرد به‌وجود آمده بیش‌ترین کارایی مصرف آب را در بین تیمارها به خود اختصاص داده‌اند. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش اسکندری و همکاران (۲۰۱۰) هم‌خوانی دارد (۱۲).



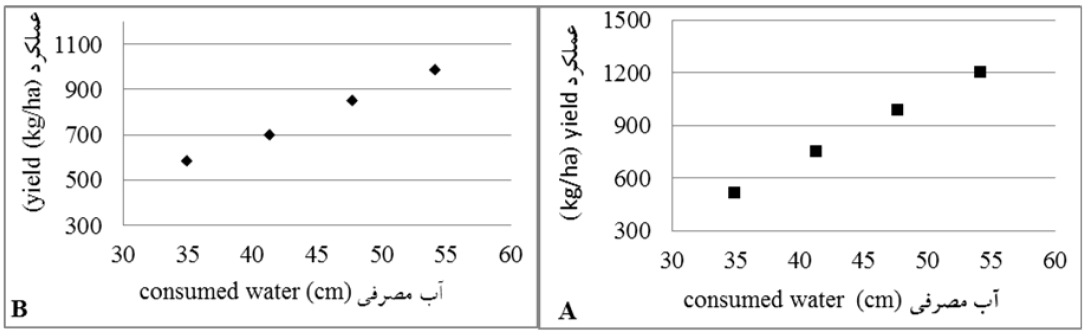
شکل ۲- میانگین عملکرد (الف) و میانگین کارایی مصرف آب (الف) در اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم.

Figure 2. Average yield (A) and average water use efficiency (B) in the interaction effects of irrigation levels and cultivars.

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین آب مصرفی در یک سال انجام آزمایش در تیمارهای ٤٠، ٦٠، ٨٠ ١٠٠ درصد نیاز آبی و تیمار شاهد به‌ترتیب برابر ٣٥/٠، ٤١/٤، ٤٧/٨، ٥٤/٢ و ٦٥/١ سانتی‌متر آب بود. عملکرد تیمارهای ٤٠، ٦٠، ٨٠، ١٠٠ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان معادل ٥١٥/٤، ٧٥١/٣، ٩٨٧/٧، ١٢٠٤/١ و ١٠٠٠/٢ کیلوگرم در هکتار بودند (شکل ٣- الف). هم‌چنین عملکرد رقم شوین در تیمارهای آبیاری فوق به‌ترتیب معادل ٥٨٢/٤، ٦٩٧/١، ٨٤٩/٩، ٩٨٣/٣ و ٨٥٨/٨ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ٣- ب).



شکل ٣- منحنی عملکرد - آب مصرفی در رقم محلی بهبهان (الف) و رقم شوین (ب).

Figure 3. Yield curve - consuming water in varieties Behbahan's local (A) and shevin (B).

ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شده برای صفات اندازه‌گیری‌شده نشان داد که:

روند تغییرات عملکرد دانه با روند تغییرات ارتفاع بوته، دانه در کپسول، کپسول در بوته، وزن هزاردانه، کارایی مصرف آب، حجم آب مصرفی، عملکرد روغن دانه و کارایی مصرف آب روغن دانه روندی هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ١ درصد را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر لازمه افزایش عملکرد دانه، افزایش اجزای عملکرد از جمله ارتفاع بوته، دانه در کپسول، کپسول در بوته و وزن هزاردانه می‌باشد. بعد از ضریب همبستگی که در عملکرد روغن دانه به‌میزان r=٠/٩٨١٩ محاسبه‌شده، بیش‌ترین میزان همبستگی با صفت وزن هزاردانه به میزان r=٠/٩٣٠٤ تعلق گرفت. به‌عبارت دیگر افزایش عملکرد دانه ناشی از افزایش اجزای عملکرد از جمله وزن هزاردانه می‌باشد (جدول ٤).

روند تغییرات ارتفاع بوته با روند تغییرات دانه در کپسول، کپسول در بوته، وزن هزاردانه، کارایی مصرف آب، حجم آب مصرفی، عملکرد روغن دانه و کارایی مصرف آب روغن دانه روندی هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ١ درصد را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر افزایش ارتفاع بوته کنجد بیانگر افزایش اجزای عملکرد و عملکرد است. بیش‌ترین میزان همبستگی ارتفاع بوته به‌میزان r=٠/٩٥٩٩ در صفت تعداد دانه در کپسول محاسبه شد که بیانگر مؤثر بودن نقش ارتفاع بوته در افزایش معنی‌دار تعداد دانه در کپسول است. به‌عبارت دیگر افزایش ارتفاع بوته با همبستگی بسیار معنی‌داری موجب روند افزایشی تعداد دانه در کپسول گردید (جدول ٤).

روند تغییرات تعداد دانه در کپسول با روند تغییرات تعداد کپسول در بوته، وزن هزاردانه، کارایی مصرف آب، حجم آب مصرفی، عملکرد روغن دانه و کارایی مصرف آب روغن دانه روندی هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ١ درصد را نشان می‌دهد. بیش‌ترین میزان همبستگی تعداد دانه در کپسول به‌میزان r=٠/٩٦٢٥ با صفت تعداد کپسول در بوته محاسبه شد که بیانگر نقش مؤثر افزایش تعداد کپسول در بالا رفتن تعداد دانه در کپسول و به‌تبع آن افزایش عملکرد کنجد است (جدول ٤).

www.SID.ir

Archive of SID

روند تغییرات تعداد کپسول در بوته با روند تغییرات وزن هزاردانه، کارایی مصرف آب، حجم آب مصرفی، عملکرد روغن دانه و روندی هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۱ درصد و با کارایی مصرف آب روغن دانه روندی هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

روند تغییرات وزن هزاردانه با روند تغییرات کارایی مصرف آب، حجم آب مصرفی، عملکرد روغن دانه و کارایی مصرف آب روغن دانه روندی هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد. بیش‌ترین میزان همبستگی وزن هزاردانه به‌میزان r=۰/۹۳۰٤ با عملکرد دانه می‌باشد که بیانگر نقش مؤثر افزایش وزن هزاردانه در بالا رفتن عملکرد دانه است.

روند تغییرات کارایی مصرف آب با روند تغییرات عملکرد روغن دانه و کارایی مصرف آب روغن دانه روندی هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد. روند تغییرات حجم آب مصرفی با روند تغییرات عملکرد روغن دانه روندی هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد.

بیش‌ترین میزان همبستگی صفت حجم آب مصرفی به‌میزان r=۰/۷۵۱۱ با صفت ارتفاع بوته محاسبه شد که در سطح ۱ درصد معنی‌دار و بیانگر مؤثر بودن اثر تنش خشکی بر کاهش ارتفاع بوته می‌باشد. به‌عبارت دیگر همبستگی بسیار معنی‌دار حجم آب مصرفی با ارتفاع بوته بیانگر اهمیت فوق‌العاده مدیریت کم آبیاری این محصول استرتژیک دارد. زیرا بیش‌ترین ضریب همبستگی بسیار معنی‌دار ارتفاع بوته با صفت تعداد دانه در کپسول به‌میزان r=۰/۹۵۹۹ محاسبه شد. به‌بیان دیگر بیش‌ترین همبستگی معنی‌دار تعداد دانه در کپسول به‌عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد با ارتفاع بوته و ارتفاع بوته با حجم آب مصرفی، نشان‌دهنده نقش بسیار مهم مدیریت بهینه کم آبیاری در محصول کنجد است (جدول ٤). نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات عسکری و همکاران (۲۰۱٦)، دلیپ و همکاران (۱۹۹۱)، سکیلا و همکاران (۲۰۰۰)، یاری و سعیدی (۲۰۱٦) و شبانی و همکاران (۲۰۱۵) هم‌خوانی دارد (۲۰۱۳) (۷)، (۱۱)، (۲۲)، (۲۳) و (۲۷).

جدول ٤- ضریب همبستگی محاسبه شده برای صفات کمی و کیفی.

Table 4. Correlation coefficient for quantitative and qualitative traits.

N=30 5%=0.3621 1%=0.4640	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)	ارتفاع بوته Bush height (cm)	دانه در کپسول Seeds in a capsule	کپسول در بوته Capsule in the bush	وزن هزار دانه 1000-grain weight (gr)	کارایی مصرف آب water use efficiency (kg/m^3)	حجم آب مصرفی Volume of consumed water (m^3/ha)	درصد روغن oil (٪) percentages	عملکرد روغن Seed oil yield (kg/ha)	کارایی مصرف آب روغن oil water use efficiency (kg/m^3)
Seed yield عملکرد دانه (kg/ha)	1	0.8575**	0.8663**	0.8608**	0.9305**	0.6261**	0.7049**	0.1745	0.9819**	0.6166**
Bush height ارتفاع بوته (cm)		1	0.9599**	0.9533**	0.8696	0.3409**	0.7511**	0.1192	0.8373**	0.3408
Seeds in a capsule دانه در کپسول			1	0.9625**	0.8590	0.4248*	0.6830**	0.0807	0.8378**	0.4055*
Capsule in the bush کپسول در بوته				1	0.8327	0.4158*	0.6952**	0.1665	0.8473**	0.4190*
1000-grain weight وزن هزار دانه (gr)					1	0.4780**	0.7354**	0.1197	0.9074**	0.4676**
water use efficiency کارایی مصرف آب (kg/m^3)						1	-0.0981	0.1792	0.6261**	0.9669**
Volume of consumed water حجم آب مصرفی (m^3/ha)							1	0.0861	0.6843**	-0.0756
oil percentages درصد روغن (٪)								1	0.3544	0.4218*
Seed oil yield عملکرد روغن دانه (kg/ha)									1	0.6637**
oil water use efficiency کارایی مصرف آب روغن (kg/m^3)										1

www.SID.ir

Archive of SID

میزان شاخص‌های SSI و TOL با افزایش سطح تنش خشکی افزایش پیدا می‌کنند در حالی‌که مقادیر شاخص‌های STI، MP، GMP، HM، YI و YSI با افزایش سطح تنش خشکی کاهش پیدا می‌کنند. مقادیر شاخص‌های SSI و TOL در سطوح آبیاری ٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان کم‌تر از رقم شوین بوده در حالی‌که مقادیر شاخص‌های STI، MP، GMP، HM، YI و YSI در سطوح آبیاری فوق در رقم محلی بهبهان بیش‌تر از رقم شوین بود (جدول ٥). بیش‌تر بودن مقادیر شاخص‌های SSI و TOL در رقم محلی بهبهان نسبت به رقم شوین از یک‌سو و کم بودن شاخص‌های STI، MP، GMP، HM، YI و YSI در رقم محلی بهبهان نسبت به رقم شوین از سوی دیگر نشان‌دهنده مقاوم بودن رقم محلی بهبهان به تنش خشکی یا اعمال کم آبیاری می‌باشد. بنابراین رقم محلی بهبهان نسبت به رقم شوین از نظر تنش خشکی، تیمار برتر معرفی می‌گردد (جدول ٥). به‌عبارت دیگر عملکرد تحت تنش رقم محلی بهبهان نسبت به رقم شوین، به عملکرد تیمار فاقد تنش نزدیک‌تر بوده و همین عامل در کاهش شاخص SSI در رقم محلی بهبهان نسبت به رقم شوین مؤثر بوده است. بنابراین می‌توان ملاک شناسایی رقم مقاوم به خشکی را مقادیر بالای شاخص‌های STI، MP، GMP، HM، YI و YSI و مقادیر پایین شاخص‌های SSI و TOL قرار داد. به‌این‌ترتیب مقادیر شاخص‌های فوق و استفاده از آن‌ها در انتخاب ارقام متحمل به خشکی بیانگر افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد و می‌توان آن‌ها را به‌طور توأم برای شناسایی رقم‌های مناسب برای هر شرایط توصیه نمود. این نتیجه پژوهش با نتایج پژوهش‌های عباسعلی و همکاران (٢٠١٧)، پوراسماعیل و همکاران (٢٠١٤)، ملایی و همکاران (٢٠١٢) و شیرانی رائ و همکاران (٢٠١٥) مطابقت و هم‌خوانی دارد (١)، (٢٠)، (١٩) و (٢٤).

جدول ٥- میانگین شاخص‌های تنش محاسبه شده در دو رقم مورد بررسی.

Table 5. The mean of stress indices calculated in the two cultivars under study.

تیمار	پایداری عملکرد YSI	عملکرد YI	میانگین هارمونیک HM	میانگین هندسی بهره‌وری GMP	تحمل TOL	بهره‌وری متوسط MP	تحمل به تنش STI	حساسیت به تنش SSI	تیمار فاقد تنش Y_P (kg/ha)	تیمار تنش Y_S (kg/ha)
محلی بهبهانM و 40%	0.426	0.939	716.1	784.1	688.8	859.7	0.522	1.152	1204.1	515.4
شوینS و 40%	0.592	1.061	730.3	756.1	400.9	782.9	0.479	0.819	983.3	582.4
محلی بهبهانM و 60%	0.625	1.037	923.9	950.4	452.8	977.7	0.756	1.111	1204.1	751.3
شوینS و 60%	0.709	0.963	813.1	826.5	286.2	840.2	0.573	0.860	983.3	697.1
80% و M محلی بهبهان	0.822	1.075	1083.7	1089.8	216.4	1095.9	0.993	1.110	1204.1	987.7
شوینS و 80%	0.864	0.925	911.7	914.2	133.4	916.6	0.699	0.848	983.3	849.9

رقم محلی بهبهان = M و رقم شوین = S، 40%، 60% و 80% = تیمارهای تنش ٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد نیاز آبی

Y_S = میانگین عملکرد رقم در تیمار تنش متناظر، Y_P = میانگین عملکرد رقم در تیمار ١٠٠ نیاز آبی،

ضریب همبستگی شاخص‌های تنش خشکی نشان داد روند تغییرات عملکرد رقم محلی بهبهان و رقم شوین در تیمارهای تنش ٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد نیاز آبی با روند تغییرات شاخص TOL غیرهم‌راستا و معنی‌دار در سطح ١ درصد بوده در حالی‌که روند تغییرات شاخص SSI در تیمارهای تنش فوق معنی‌دار نشد. هم‌چنین روند تغییرات عملکرد ارقام فوق در سطوح مختلف تنش با شاخص‌های STI،

www.SID.ir

Archive of SID

MP، GMP، HM و YSI هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۱ درصد است (جدول ٦). به‌عبارت دیگر روند کاهشی عملکرد کنجد که با اعمال تنش کم‌آبی اتفاق افتاده است قطعاً موجب کاهش شاخص تنش TOL شده و برعکس کاهش عملکرد کنجد موجب تغییرات صعودی در شاخص‌های STI، MP، GMP، HM و YSI گردیده است (جدول ٦).

در تیمارهای تنش ٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد نیاز آبی روند تغییرات شاخص STI با روند تغییرات شاخص‌های MP، GMP، HM و YSI هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۱ و با شاخص YI هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۵ درصد است. روند تغییرات شاخص MP با روند تغییرات شاخص GMP، HM هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۱ درصد و با شاخص YI هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۵ درصد است. روند تغییرات شاخص GMP با روند تغییرات شاخص HM و YSI هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۱ درصد و با شاخص YI هم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۵ درصد است. روند تغییرات شاخص HM با روند تغییرات شاخص YI و YSI هم‌راستا و معنی‌دار و به‌ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد است. ولی روند تغییرات شاخص TOL با روند تغییرات شاخص‌های YSI و HM غیرهم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۱ درصد و با شاخص GMP غیرهم‌راستا و معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد (جدول ٦).

عملکرد تیمار تحت تنش، بیش‌ترین و قوی‌ترین ضریب همبستگی معنی‌دار به‌میزان r=۰/۹٦۸۳ را با شاخص HM نشان داد (جدول ٦). هم‌چنین شاخص GMP بیش‌ترین ضریب همبستگی معنی‌دار را با شاخص HM به مقدار r=۰/۹۹۰۸ داشت. در حالی‌که بیش‌ترین ضریب همبستگی معنی‌دار و غیرهم‌سو در تیمار تحت تنش (تیمارهای ٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد نیاز آبی) با شاخص TOL به‌میزان r= −۰/۸۰۹۰ محاسبه شد (جدول ٦). شاخص SSI بیش‌ترین ضریب همبستگی معنی‌دار و هم‌سو را به‌میزان ۰/٥٤۷۷ با شاخص TOL نشان داد. این در حالی بود که شاخص TOL بیش‌ترین ضریب همبستگی معنی‌دار ولی غیرهمسو را با شاخص YSI به‌میزان ۰/۹۷۹۸− نشان داد (جدول ٦).

جدول ٦- ضریب همبستگی محاسبه شده شاخص‌های تنش در تیمارهای ٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد نیاز آبی.

Table 6. Correlation coefficient of stress indices in 40, 60 and 80% water requirements.

n = 18 5%=0.4683 1%=0.5897	تیمار تنش Y_S (kg/ha)	تیمار فاقد تنش Y_P (kg/ha)	حساسیت به تنش SSI	تحمل به تنش STI	بهره‌وری متوسط MP	تحمل TOL	میانگین هندسی بهره‌وری GMP	میانگین هارمونیک HM	عملکرد YI	پایداری عملکرد YSI
تیمار تنش Y_S (kg/ha)	1	0.1340	-0.2115	0.9250**	0.8547**	-0.8090**	0.9334**	0.9683**	0.4659	0.8984**
تیمار فاقد تنش Y_P (kg/ha)		1	0.6066**	0.4931*	0.6289**	0.4742*	0.4744*	0.3545	0.1901	-0.3062
حساسیت به تنش SSI			۱	0.0575	0.1518	0.5477*	0.0312	-0.0543	-0.4647	-0.4778*
تحمل به تنش STI				1	0.9840**	-0.5293*	0.9974**	0.9844**	0.4958*	0.6643**
بهره‌وری متوسط MP					1	-0.3863	0.9808**	0.9453**	0.4651	0.5444*
تحمل TOL						1	-0.5479*	-0.6500**	-0.3011	-0.9798**
میانگین هندسی بهره‌وری GMP							1	0.9908**	0.5118*	0.6842**
میانگین هارمونیک HM								1	0.5295	0.7681**
عملکرد YI									1	0.3445
پایداری عملکرد YSI										1

www.SID.ir

Archive of SID

رقمی مقاوم به تنش خشکی است که رقم ضریب همبستگی شاخص TOL آن منفی‌تر شده است. زیرا از طرفی شاخص MP بیش‌ترین ضریب همبستگی معنی‌دار را با تیمار فاقد تنش به‌میزان r=۰/٦۲۸۹ دارد و از طرف دیگر این شاخص ضریب همبستگی معنی‌داری به‌میزان r=۰/۸٥٤۷ با تیمارهای تحت تنش دارد. به‌خوبی مشاهده می‌شود که اختلاف ضریب همبستگی شاخص مذکور در تیمارهای تنش و تیمار فاقد تنش به‌میزان ۰/۲۲٥۸ می‌باشد. در حالی‌که میزان ضریب همبستگی شاخص TOL با تیمارهای تحت تنش و تیمار فاقد تنش به‌ترتیب معادل ۰/۸۰۹۰- و ۰/٤۷٤۲ محاسبه شد. بدیهی است قدرمطلق اختلاف عددی این دو ضریب معادل ۱/۲۸۳۲ است. شاخص MP غیرحساس‌ترین شاخص تنش برای معرفی تیمارهای تحت تنش و شاخص TOL مقاوم‌ترین شاخص به تغییرات تنش می‌باشد. بنابراین می‌توان شاخص TOL را به‌عنوان بارزترین و شاخص‌ترین مؤلفه تشخیص رقم مقاوم به تنش خشکی معرفی نمود. بنابراین شاخص TOL دو رقم مورد بررسی را بر اساس تغییرات عملکردشان گروه‌بندی می‌کند. هرچه میزان تغییرات کم‌تر باشد، رقم ثبات بیش‌تری در شرایط تنش نشان داده و متحمل خواهد بود. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های عباسعلی و همکاران (۲۰۱۷)، پوراسماعیل و همکاران (۲۰۱٤)، خانی و همکاران (۲۰۰۷)، ملایی و همکاران (۲۰۱٥)، گلستانی و پاک‌نیت (۲۰۰۷)، امانی و همکاران (۲۰۰۷)، حسن‌زاده و همکاران (۲۰۰۹)، شیرانی‌راد و عباسیان (۲۰۱٥)، عسکری و همکاران (۲۰۱٦)، لطفی و همکاران (۲۰۱۲)، آکوستا و همکاران (۱۹۹۱)، شهرابی و همکاران (۲۰۱۳)، زعفرانیه (۲۰۱٥)، بویریما و همکاران (۲۰۱۲)، سی‌وسه‌مرده و همکاران (۲۰۰٦)، دانشیان و جنوبی (۲۰۰۸) و منجم و همکاران (۲۰۱۱) (۱)، (۲۰)، (۱٥)، (۱۹)، (۱٤)، (٦)، (۱٥)، (۲٤)، (۷)، (۱۷)، (۳)، (۲۱)، (۲۸)، (۹)، (۲٥)، (۱۰) و (۱۸) همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج مقایسه میانگین کارایی مصرف آب در اثرات متقابل آبیاری و رقم نشان داد تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و رقم محلی بهبهان با عملکرد ۱۲۰٤/۱ کیلوگرم در هکتار و با تولید ۰/۲۲۲ کیلوگرم دانه کنجد به‌ازای مصرف یک مترمکعب آب، تیمار برتر و رتبه نخست را دارد. میانگین آب مصرفی در تیمارهای تنش ٤۰، ٦۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب برابر ۳٥/۰، ٤۱/٤ و ٤۷/۸ سانتی‌متر آب بودند. مدیریت بهینه آب کم در محصول کنجد با توجه به ضریب همبستگی بسیار معنی‌دار صفت تعداد دانه در کپسول با ارتفاع بوته و وابستگی ارتفاع بوته با حجم آب مصرفی به خوبی اهمیت استفاده هرچه بهتر از ذخایر آبی کشور را نشان می‌دهد. ملاک شناسایی رقم مقاوم به خشکی مقادیر پایین شاخص‌های STI، MP، GMP، HM، YI و YSI و مقادیر بالای شاخص‌های SSI و TOL می‌باشد. رقمی مقاوم‌تر به تنش خشکی است که قدرمطلق اختلاف ضرایب همبستگی شاخص TOL آن بیش‌تر باشد. ضریب همبستگی شاخص‌های تنش خشکی نشان داد روند کاهشی عملکرد کنجد که با اعمال تنش کم‌آبی اتفاق افتاده است، قطعاً موجب کاهش شاخص‌های تنش SSI و TOL شده و برعکس کاهش عملکرد کنجد موجب تغییرات صعودی در شاخص‌های STI، MP، GMP، HM، YI و YSI گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Abbasali, M., Gholipouri, A., Tobeh, A., Khoshkholgh Sima, N.A., and Ghalebi, S. 2017. Identification of drought tolerant genotypes in the Sesame (*Sesamum indicum L.*) Collection of National Plant Gene Bank of Iran. Iran. J. Field Crop Sci. 48: 1. 275-289. (In Persian)
2. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy. 128p.
3. Acosta-Gallegos, J.A., and Adams, M.W. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean cultivars under drought stress. J. Agric. Sci. 117: 213-219.
4. Afshari, F., Golkar, P., and Mohammadinejad, Gh. 2014. Evaluation of drought tolerance in sesame (*Sesamum indicum* L.) genotype at different growth stages. Arid Biom. Sci. Res. J. 4: 2. 90-94.
5. Aien, A. 2013. Effect of Eliminating of Irrigation at Different Growth Stages on Seed Yield and Some Agronomic Traits of Two Sesame Genotypes. J. Plan. Seed. 2, 29: 1. 67-79. (In Persian)
6. Amani, M., Golkar, P., and Mohammadi-Nejad, G. 2012. Evaluation of drought tolerance in different genotypes of sesame (*Sesame indicum* L.). Inter. J. Recent Sci. Res. 3: 4. 226-230.
7. Askari, A., Zabet, M., Ghaderi, M.Gh., Amadzadeh, A.R., and Shorvazdi, S. 2016. Choose the Most Important Traits Affecting on Yield of SOME SESAME Genotypes (*Sesamum indicum* L.*)* in Normal and Stress Conditions. J. Crop Breed. 8: 18. 78-87. (In Persian)
8. Bot, A.J., Nachtergaele, F.O., and Young, A. 2000. Land resource potential and constraints at regional and country levels. World Soil Resources Reports 90. Land and Water Development Division, Food, Agric. Organ, Rome, Pp: 214-217.
9. Boureima, S., Diouf, M., Amoukou, A.I., and Van Damme, P. 2012. Screening for ources of tolerance to drought in sesame induced mutants: Assessment of indirect selection criteria for seed yield. Inter. J. Pure Appl. Biosci. 43: 1. 39-49.
10. Daneshian, J., and Jonoubi, P. 2008. Evaluation of sunflower new hybrids tolerance to water deficit stress. Proceedings of the 5th International Crop Science Congress. Jejo, Korea. 189p.
11. Dilip, K., Ajumdar, M., and Roy, S. 1991. Response of summer sesame (*Sesamum indicum*) to irrigation, row spacing and plant population. J. Ind. Agron. 37: 758-762.
12. Eskandari, H., Zehtab Salmasi, S., and Ghasemi-Golozani, K. 2010. Evaluation of water use efficiency and grain yield of sesame cultivars as a second crop under different irrigation regimes. J. Sust. Agric. Sci. 2: 20. 39-51. (In Persian)
13. Food and Agriculture Organization. 2000. from http://www.fao.org/3/T0234E/T0234E03.htm
14. Golestani, M., and Pakniyat, H. 2007. Evaluation of drought tolerance indices in sesame lines. JWSS Isfahan University of Technology. 11: 41. 141-150. (In Persian)
15. Hassanzadeh, M., Ebadi, M., Panahyan-e-eKivi, Sh., Jamaati-e-Somarin, Saeidi, M., and Gholipouri, A. 2009. Investigation of water stress on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Res. J. Environ. Sci. 3: 2. 239-244.
16. Khani, M.R., Heidari Sharifabad, H., Madani, H., Noor Mohamadi, G.H., and Darvish, F. 2007. Selection for tolerance to drought in sesame genotype. The new findings Agriculture. Technical report. 68p. (In Persian)
17. Lotfi, P., Mohammadi-Nejad, Gh., and Golkar, P. 2012. Evaluation of drought tolerance in different genotypes of the Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). J. Crop Sci. 5: 7. 1-14. (In Persian)
18. Monajem, S., Mohammadi, V., and Ahmadi, A. 2011. Evaluation of drought tolerance in some rapeseed Cultivars based on stress evaluation indices, Elec. J. Crop Prod. 4: 1. 151-169. (In Persian)
19. Molaei, P., Ebadi, A., Namvar, A., and Bejandi, T.K. 2012. Water relation, solute accumulation and cell membrane injury in sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars subjected to water stress. Annals of Biological Research. 3: 4. 1833-1838.

www.SID.ir

Archive of SID

20. Poor-Esmaeil, H.A., Fanaei, H., and Saberi, M.H. 2014. Evaluation of drought tolerant cultivars and lines of sesame using stress tolerance indices. Sci. J. Crop Sci. 3: 6. 66-70.
21. Shahrabi, B., Farahmandfar, E., Hassanlo, T., Shirani Rad, A.H., and Tabatabaee, S.A. 2013. Evaluation of drought tolerance in rapeseed varieties based on physiological and agronomical characteristics at Yazd region. J. Crop Prod. 6: 4. 97-77. (In Persian)
22. Shabani, Z., Nurizadan, H.R., Jamali, F., and Bayat, F. 2015. Evaluation of the relationship between morphological traits and yield in different sesame cultivars. Second International Conference on Agriculture, Natural Resources, Environment and Medicinal Plants. Iranian Agricultural and Natural Resources Engineering Association in association with the Third Millennium Institute. Tehran. Pp: 324-328.
23. Sakila, M.S., Ibrahim, M., Kalamani, A., and Backiyarani, M. 2000. Correlation studies in sesame (*sesamum indicum* L.). Sesame and Sofflower Newsletter, 15: 26-28.
24. Shiranirad, A.H., and Abbasian, A. 2015. Evaluation of Drought Tolerance in Rapeseed Genotypes under Non Stress and Drought Stress Conditions. Notulae Botanici Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 39: 164-171.
25. Sio-Semardeh, A., Ahmadi, A., Poostini, K., and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Res. 98: 222-229.
26. Vamerali, T., Saccomani, M., Bons, S., Mosca, G., Guarise, M., and Ganis, M. 2003. A comparison of root characteristics in relation to nutrient and water stress in two maize hybrids. Plant Soil. 255: 157-167.
27. Yari, M., and Saidi, Q. 2016. Agronomic Evaluation of Some Sesame Genotypes under Two Irrigation Regimes Master's Thesis. Isfahan University of Technology – Faculty of Agriculture and Natural Resources. 112p. (In Persian)
28. Zaferaniyeh, M. 2015. Evaluation of drought tolerance and susceptibility indices in rapeseed cultivars. International Conference on Applied Research in Agriculture. 11p. (In Persian)

www.SID.ir

Arc

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 26(4), 2019
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.16605.3188

Evaluation of Drought Stress Indices of Two Varieties of Sesame Local Behbahan and Shevin

***N. Salamati[1], A.Kh. Danaie[2] and L. Behbahani[3]**

[1]Research Assistant Prof. of Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran, [2]Member of Scientific Board, Seed and Plant Improvement Department, Khuzestan. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran, [3]Researcher of food industry, Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

Received: 05.05.2019; Accepted: 07.08.2019

Abstract

Background and Objectives: Drought stress is the most important environmental factor limiting the growth and development of plants around the world, as growth retardation due to drought stress is reported more than other environmental stresses. Sesame due to its resistance to drought and heat is of great importance in the development of agriculture in arid and semi arid regions during summer planting. The purpose of this research was to investigate the effect of drought stress by applying different levels of T-Tape drip irrigation and identification of superior cultivar based on stress indices.

Materials and Methods: In order to study and evaluate drought stress indices in drip irrigation method, yield, grain yield components, oil yield, seed oil percentage and grain water use efficiency were tested in 2018-2019 in Behbahan Agricultural Research Station. The experiment was conducted as split plots in randomized complete block design with 3 replications. The main factor included water levels in drip irrigation at four levels of 40, 60, 80 and 100% of water requirement from the beginning of flowering stage and the sub factor including varieties in two levels including local of Behbahan and Shevin. For comparing the results of the measured and calculated results, Pearson correlation coefficients were used for all measured or calculated parameters.

Results: Comparison of the average water use efficiency of irrigation and cultivar interactions showed that 100% water requirement and local Behbahan cultivar with water use efficiency of 0.222 kg/m3 of sesame seeds were superior treatments. Average water consumption in one year of experiment in 40, 60, 80, 100% water requirement and control (surface irrigation) treatments were 0.35, 41.4, 47.8, 54.2 and 65.1, respectively. The results of Pearson correlation coefficient showed the highest correlation of 1000 grain weight with 0.9305 with grain yield index, which indicates the effective role of 1000 seed weight gain in increasing grain yield. Due to the high values of stress sensitivity (SSI) and tolerance (TOL) values in the local cultivar Behbahan compared to the Chevine cultivar and also the low rates of STI, MP, GMP, HM, YI and YSI indices in Behbahan's local cultivar compared with Shevin , Behbahan's local cultivar can as the best treatment for drought stress.

* Corresponding Author; Email: nadersalamati@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion: Increasing plant height significantly correlated with increasing the number of seeds per capsule. The most significant correlation between number of seeds per capsule, as one of the important components of yield with plant height and plant height, with consumed water volume shows the important role of optimum management of deficit irrigation in sesame crop. The yield under tension of local Behbahan sesame variety was closer to Shevin cultivar than non-stressed yield and this factor was effective in increasing the TOL index in local Behbahan sesame variety relative to Shevin. A variety of Sesame can be considered as resistant to drought stress that its TOL index correlation coefficient is more negative. The identical trend of changes in the MP index led to the introduction of this index of the most insensitive stress index and the TOL index as the most resilient indicator for stress variations. The TOL index classifies the two investigated varieties sesame according to their performance variations. The lower the variation, the sesame variety will show more stability under stress conditions.

Keywords: 1000-grain weight, Cultivar, Evapotranspiration, Water use efficiency

www.SID.ir

www.SID.ir