مقایسه و ارزیابی اثرات سطوح مختلف کم‌آبیاری قطره‌ای نواری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب دو رقم کنجد محلی بهبهان و شوین

نادر سلامتی[1*]، امیرخسرو دانایی[2] و لیلا بهبهانی[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۱۱)

چکیده

به‌منظور بررسی و ارزیابی اثرات سطوح مختلف کم‌آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد روغن، درصد روغن دانه و کارآیی مصرف آب دانه آزمایشی در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. مقدار آب در آبیاری قطره‌ای نواری در چهار سطح ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در کرت‌های اصلی و دو رقم کنجد محلی بهبهان و شوین در کرت‌های فرعی از زمان شروع گلدهی مورد مقایسه قرار گرفتند. مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم نشان داد تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان با عملکرد ۱۲۱۸/۰ کیلوگرم در هکتار رتبهٔ نخست و جایگاه برتر را به‌خود اختصاص داد میزان مصرف آب در تیمار برتر (۱۰۰ درصد نیاز آبی و رقم محلی بهبهان) معادل ۵۳۸۹/۴ مترمکعب در هکتار محاسبه شد. تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی در رقم برتر (محلی بهبهان) با کارآیی مصرف آبی به‌ترتیب معادل ۰/۲۲۶ و ۰/۲۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و به‌صورت مشترک در رتبهٔ نخست جای گرفتند. ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شده برای صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که بیشترین میزان همبستگی حجم آب مصرفی به‌میزان (r=۰/۹۲۷۱) با وزن هزاردانه محاسبه شد. همبستگی معنی‌دار حجم آب مصرفی با عملکرد و اجزای عملکرد دانه نشان‌دهنده حساس بودن گیاه کنجد به تنش کم‌آبیاری و توجه به مدیریت بهینه آب در کشت کنجد داشت. لذا کاهش حجم آب مصرفی و به‌تبع آن بروز تنش خشکی در کنجد موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شد.

واژه‌های کلیدی: وزن هزاردانه، کارآیی مصرف آب، رقم

۱. بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۲. 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
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: nadersalamati@yahoo.com

مقدمه

تنش خشکی مهم‌ترین عامل محیطی محدود کننده رشدونمو گیاهان در کل دنیا است. به‌طوری که کاهش رشد در اثر تنش خشکی بیشتر از سایر تنش‌های محیطی گزارش شده است (۴). کشور ما نیز از تأثیرات سوء این پدیده اقلیمی در امان نبوده و در نیمی از زمین‌های قابل کشت، محصولات از کم‌آبی رنج می برند (۱۹). بنابراین استفاده بهینه از منابع آب از طریق اصلاح روش‌های آبیاری به‌همراه استفاده از ارقام متحمل به خشکی که کارآیی مصرف آب بالایی داشته باشند، دو امر ضروری برای افزایش بهره‌وری از منابع موجود است (۱۳). کنجد با نام علمی *Sesamum indicum* L. به‌دلیل تحمل به خشکی و گرما، اهمیت بسیاری در توسعه کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک به‌عنوان کشت تابستانه دارد (۲). این گیاه به‌دلیل محتوای بالای روغن (۵۲-۴۲ درصد) و کیفیت مناسب آن (میزان کم کلسترول و وجود برخی آنتی اکسیدان‌ها) نقش مهمی در سلامت انسان دارد و از طرف دیگر گیاهی متحمل به کم‌آبی و تنش خشکی است (۱).

نتایج تحقیق شکوه‌فر و یعقوبی‌نژاد (۲۰) نشان داد در دو سطح آبیاری که با میانگین‌های به‌ترتیب ۱۰۰-۷۰ و ۲۶۰-۲۴۰ میلی‌متر بر اساس تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌ترتیب در آزمایش شرایط تنش خشکی و آزمایش شرایط معمولی از لحاظ آبیاری استفاده شد، اعمال تنش بر اجزای عملکرد در سطح احتمال ۵ درصد تأثیرگذار بوده و ارقامی که حساسیت بیشتری به تنش داشتند (پاناما، TS-3 و ورامین ۲۸۲۲) در این شرایط کاهش عملکرد آنها بیشتر بود، هر چند با مقایسه اجزای عملکرد ارقام مشاهده شد که برخی از صفات مانند طول کپسول در شرایط تنش و نیز شرایط آبیاری معمول تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. در پژوهش‌های انجام شده توسط خانی و همکاران (۱۴) صفاتی از قبیل عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه اندازه گیری شدند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که اثر متقابل تیمارها بر صفات عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود و با افزایش شدت تنش خشکی، عملکرد کاهش یافت. در بین ارقام مورد بررسی رقم داراب ۱۴ بالاترین عملکرد را داشت. درضمن در هر سه سطح تنش (تنش ملایم، متوسط و شدید که به‌ترتیب معادل ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی خاک بودند) در آبیاری سطحی، رقم داراب ۱۴ دارای بالاترین عملکرد بود و در تنش شدید نیز با ۵۹۳/۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد را داشت. با افزایش تنش رقم داراب ۱۴ با ایجاد مقاومت توانسته وزن هزاردانه خود را نسبت به سایر ارقام افزایش دهد. بنابراین رقم داراب ۱۴ را می‌توان به‌عنوان رقمی مقاوم به کمبود آب معرفی کرد. نتایج تحقیق اسکندری و همکاران (۸) نشان داد 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 زیانباری بر عملکرد کنجد در مزرعه 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 بالاترین کارآیی مصرف آب را داشت.

جین و همکاران (۱۰) در بررسی اثر تنش خشکی روی رشد و خصوصیات مرتبط با عملکرد کنجد نشان دادند که تنش خشکی در مرحله گلدهی بر ارتفاع بوته، اندازه کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه تأثیر منفی قابل توجهی داشت. کومار و همکاران (۱۵) بیان کردند که تنش خشکی سطح برگ، تعداد کپسول در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه کنجد را کاهش می‌دهد. سکیلا و همکاران (۱۸) در بررسی‌هایی که روی ۳۶ 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 کردند. 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 سازماندهی کرد. در پژوهشی دیگر، شش نوبت آبیاری برای محصول کنجد بالاترین مقدار عملکرد و صفات آن را نشان داد، درحالی که کمترین مقادیر مربوط به استفاده از پنج آبیاری و حذف یک آبیاری در ابتدای مرحله گلدهی کنجد بود. با استفاده از سه ، چهار، پنج و شش نوبت آبیاری مقدار ETc در کل مرحل رشد به‌ترتیب ۱۳۲۳، ۱۳۸۲، ۱۴۸۷ و ۱۶۴۷ مترمکعب در ۴۶۰۰ مترمربع (m^3/fed) به‌دست آمد. علاوه بر این، با شش نوبت آبیاری بیشترین مقدار WUE و برابر با ۳۵۰ کیلوگرم بذر در مترمکعب آب به‌دست آمد. لذا به کارگیری شش رژیم آبیاری در کنجد در تیمار بدون تنش خشکی، بیشترین عملکرد را به‌همراه بالاترین کارآیی مصرف آب داشت (۷). پژوهشگران نشان دادند که از میان اجزای عملکرد، تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول به‌طور معنی‌داری بر اثر تنش خشکی کاهش یافتند. به‌علاوه عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رژیم آبیاری قرار گرفت و کاهش یافت. می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تحت شرایط تنش خشکی عملکرد دانه کنجد متأثر از اجزایی نظیر تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول کاهش می‌یابد (۱۶). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام و رژیم‌های آبیاری از نظر عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب اختلاف معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل آبیاری و رقم در صفت کارآیی مصرف آب معنی‌دار بود. در شرایط تنش کم‌آبیاری عملکرد دانه کاهش و کارآیی مصرف آب افزایش یافت (۵). بیشترین عملکرد دانه در گیاه کنجد، در شرایط آبیاری کامل به‌دست آمد و با افزایش شدت تنش کم‌آبی از عملکرد دانه کاسته شد (۵، ۱۲ و ۲۰).

در پژوهشی دیگر، از بین سه سطح آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تبخیرتعرق گیاه کنجد (Etc) و سه رقم Giza 32، Toshky 1 و Shandweel 3 در آبیاری قطره‌ای، بیشترین کارآیی مصرف آب دانه کنجد در شرایط آبیاری کامل (۱۰۰ درصد تبخیر تعرق) محاسبه شد (۱۲). سعیدی و همکاران (۱۷) گزارش کردند با افزایش تنش خشکی، عملکرد دانه کنجد کاهش می‌یابد. در آزمایش آنها بیشترین تعداد دانه در کپسول و بیشترین تعداد کپسول در گیاه در ارقام داراب ۱۴ و سیرجان مشاهده شد. نتایج حاصل از تجزیه ضرایب 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 بر عملکرد دانه را داشته است. در بین ضرایب همبستگی، صفت عملکرد دانه با صفات تعداد کپسول در بوته و وزن هزاردانه در هر دو شرایط رطوبتی، همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. بررسی اثر تنش آب روی عملکرد و اجزای عملکرد ۲۷ ژنوتیپ کنجد نشان داد که اجزای عملکرد به‌شدت تحت تأثیر تنش آب قرار می‌گیرند. با وجود این ژنوتیپ‌های اولتان، کرج یک، ناز تک‌شاخه و ورامین ۲۳۷ عملکرد بیشتری را نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تولید کردند (۱۱). نتایج یک بررسی در هندوستان نشان داد که بین وزن هزاردانه و ماده خشک گیاه با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (۶).

با توجه به اهمیت کنجد به‌عنوان یکی از محصولات مهم تأمین کننده روغن خوراکی در ایران، با اجرای روش کم‌آبیاری می‌توان در هنگام بروز خشکسالی با کمبود آب سازگار شد. هدف از اجرای این تحقیق بررسی تأثیر تنش خشکی از طریق اعمال سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای نواری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب بود.

مواد وروش‌ها

به‌منظور بررسی و ارزیابی سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای بر عملکرد کمی و کیفی کنجد رقم آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با طول جغرافیایی ۱۴ □ ۵۰ شرقی و □ ۳۶ ۳۰ عرض شمالی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده با سه تکرار طی دو سال (۹۸- ۱۳۹۷) اجرا شد. محل آزمایش دارای اقلیم نیمه‌خشک، ارتفاع آن از سطح دریا ۳۴۵ متر و متوسط بارندگی سالانه ۳۴۹ میلی‌متر است. مقدار آب در آبیاری قطره‌ای نواری در چهار سطح ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در کرت‌های اصلی و دو رقم کنجد محلی بهبهان و شوین در کرت‌های فرعی از زمان

شروع گلدهی مورد مقایسه قرار گرفتند.

آب مورد نیاز برای آبشویی مزارع مورد مطالعه، بر اساس نشریه فائو ۲۹ در آبیاری قطره‌ای از رابطه زیر برآورد شد (۹):

$$LR=ECw /(2Max\ ECe) \quad (۱)$$

که در آن ECw هدایت الکتریکی آب آبیاری (برحسب dS/m)، ECe آستانه تحمل شوری محصول (برحسب dS/m) و MaxECe شوری (برحسب dS/m) با عملکرد صفر است. با استفاده از فرمول (۱) نیاز آبشویی برحسب درصد محاسبه شد و سپس با درنظر گرفتن نیاز آبی محاسبه شده در طول دوره رشد کنجد نیاز آبشویی برحسب میلی‌متر محاسبه شد. آستانه تحمل شوری با عملکرد صفر برای محصولات مورد مطالعه از نشریه فائو ۲۹ استخراج شد. راندمان آبیاری فصلی پیش‌بینی شده ۹۵ درصد درنظر گرفته شد. با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون برای مقایسه آماری نتایج پارامترهای اندازه گیری یا محاسبه شده (عملکرد دانه، ارتفاع بوته، دانه در کپسول، کپسول در بوته، وزن هزاردانه، کارآیی مصرف آب، حجم آب مصرفی، درصد روغن، عملکرد روغن دانه و کارآیی مصرف آب روغن دانه) استفاده شد. بدین منظور، ضرایب همبستگی برای صفات مورد ارزیابی بر اساس معنی‌دار بودن روند تغییرات در سطوح ۱ و ۵ درصد و همسو یا ناهمسو بودن این روند تغییرات، بررسی و تجزیه و تحلیل شد.

در ادامه، 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، کارآیی مصرف آب دانه و کارآیی مصرف آب روغن دانه، اندازه‌گیری یا محاسبه شدند. در پایان اجرای آزمایش، تجزیه واریانس بر اساس آزمون طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده برای صفات مزبور انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و تجزیه آماری توسط نرم‌افزار MSTATC انجام شد. هر کرت فرعی شامل چهار خط کاشت (دو پشته و عرض هر پشته۹۰ سانتی‌متر) به طول ۲۰ متر و مساحت ۳۶ مترمربع بود که دو ردیف کناری به‌عنوان حاشیه حذف شده و دو ردیف وسط پس از حذف در مجموع یک متر از بالا و پایین هر ردیف به مساحت ۱۲ مترمربع برداشت شدند. فاصله بین کرت‌های اصلی چهار متر درنظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌های فرعی یک پشته نکاشت و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود. پس از شخم، دیسک و ماله بر اساس نتایج آزمون خاک نسبت به کودپاشی و پخش یکنواخت علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار در سطح مزرعه اقدام شد و به‌وسیله دیسک سبک، کود و علف‌کش با خاک مخلوط شدند. کودهای فسفر و پتاسیم قبل از کاشت بر اساس آزمون خاک به‌ترتیب به مقدار ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و کود نیتروژنه از منبع اوره در سه نوبت (یک‌سوم همزمان با آبیاری دوم، یک‌سوم بلافاصله بعد از تنک و یک‌سوم در شروع مرحله گلدهی) به‌مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. اعمال تیمارهای آبیاری پس از ظهور گل انجام شد.

قبل از کاشت برای آزمون، نمونه‌برداری از خاک انجام شد. همچنین، از آب آبیاری در طول فصل نمونهٔ آب تهیه و برای اندازه‌گیری خصوصیات مورد نظر به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمایش‌های آب و خاک در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

در ادامه آمار روزانه بارندگی و پارامترهای هواشناسی از اداره هواشناسی سینوپتیک بهبهان استعلام شد. برای مدیریت دقیق آبیاری با استفاده از آمار روزانهٔ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بهبهان (دمای حداقل و حداکثر روزانه، رطوبت حداقل و حداکثر روزانه، سرعت باد و حداکثر ساعات آفتابی)، تبخیر- تعرق گیاه به‌صورت روزانه بر اساس مدل پنمن- مانتیث محاسبه شد (۳). با پایش اطلاعات به‌صورت روزانه مدت زمان آبیاری محاسبه و از طریق نمونه‌برداری خاک قبل از تعدادی از آبیاری‌ها، رطوبت وزنی سپس رطوبت حجمی و درنهایت کمبود رطوبت خاک مشخص شد و با میزان تبخیر

جدول ۱. نتایج تجزیه نمونه آب

سال	EC (µS/m)	pH	T.D.S mg/lit	کاتیون‌ها (meq/l)				آنیون‌ها (meq/l)		
				Ca^{2+}	Mg^{2+}	k^{+}	Na^{+}	HCO_3^{-1}	So_4^{-2}	cl^{-}
				۸/۸	۳/۲	۱/۱	۸/۰	۳/۲	۸/۰	۸/۸
۹۸-۱۳۹۷	۱۶۸۰	۷/۴	۱۱۴۰	۸/۷	۳/۲	۱/۱	۷/۹	۳/۲	۸/۱	۸/۹

جدول ۲. نتایج تجزیه نمونه خاک آزمایش قبل از کاشت

سال	عمق خاک (cm)	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	درصد کربن آلی	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	وزن خصوص ظاهری (gr/cm^3)	رطوبت ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	رطوبت نقطه پژمردگی (درصد وزنی)	بافت خاک
۱۳۹۶-۹۷	۳۰-۰	۲/۸	۷/۵	۰/۶۴	۹/۵	۲۴۶	۱/۵۷	۲۴	۱۴	سیلتی کلی لوم
۱۳۹۷-۹۸	۳۰-۰	۳/۰	۷/۵	۰/۶۶	۹/۲	۲۵۰	۱/۵۷	۲۴	۱۴	سیلتی کلی لوم

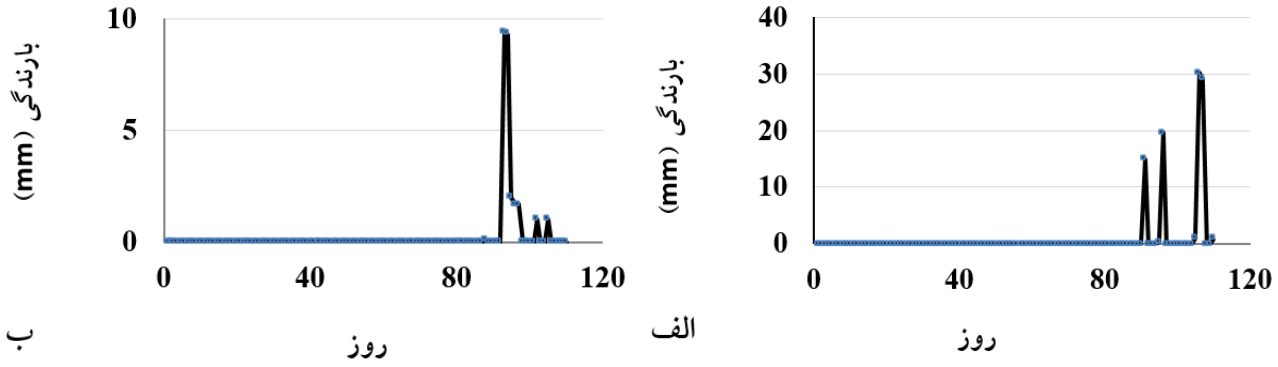
تعرق محاسبه شده از آمار روزانه هواشناسی صحت‌سنجی شد. به این ترتیب نیاز آبی ۱۰۰ درصد روزانه گیاه محاسبه شد. آنگاه مقادیر ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی برای اعمال تیمارها محاسبه شد. سپس با کنتورهایی با دقت ۰/۰۰۰۱ مترمکعب میزان آبی که به گیاه داده می‌شود رصد شد. دور آبیاری دو روز تعریف شد و برای تعیین ضرایب گیاهی ترجیحاً بر اساس مطالعات انجام شده و مدل فائو ۵۶ اقدام شد. تبخیر تعرق روزانه با استفاده از نرم‌افزار ETCalculator محاسبه شد. مقدار آب مورد نیاز کنجد حاصل مجموع نیاز آبشویی (از فرمول (۱)) با تبخیر تعرق روزانه در طول فصل از کاشت تا برداشت (از تاریخ ۲ مرداد ماه تا ۱۹ آبان ماه برای سال اول و از تاریخ ۵ مرداد ماه تا ۲۲ آبان ماه برای سال دوم) محاسبه شد (جدول ۳). بارندگی روزانه در سال اول و دوم انجام آزمایش و در طول دوره رشد و نمو کنجد در شکل ۱ (الف و ب) نشان داده شده است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح آبیاری و اثرات متقابل آبیاری و رقم بر شاخص‌های ارتفاع بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد، کارآیی مصرف آب، عملکرد روغن دانه و کارآیی مصرف آب روغن دانه در سطح ۱ درصد و اثر رقم بر شاخص‌های ارتفاع بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد روغن دانه و کارآیی مصرف آب روغن دانه در سطح ۵ درصد و اثر رقم بر شاخص‌های عملکرد و کارآیی مصرف آب در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند و با نتایج پژوهش‌های شکوه‌فر و یعقوبی نژاد (۲۰) که اعمال تنش بر اجزای عملکرد در سطح احتمال ۵ درصد تأثیرگذار بوده همخوانی داشت. همچنین همانند پژوهش‌های خانی و همکاران (۱۴) که اثر متقابل تیمارها بر صفات عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود مطابقت نشان داد و با نتایج آزمایش درگاهی و همکاران (۵) که نشان داد بین ارقام و رژیم‌های آبیاری از نظر عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب اختلاف معنی‌داری وجود داشت و اثر متقابل آبیاری و رقم در صفت کارآیی مصرف آب معنی‌دار بود، مطابقت داشت (جدول ۴). ولی اثر سطوح آبیاری، رقم و اثرات متقابل آبیاری

جدول ۳ . مقادیر آب مصرفی تیمارهای آزمایش با درنظر گرفتن نیاز آبشویی برای دو سال آزمایش (مترمکعب در هکتار)

ماه	سال ۱۳۹۷					سال ۱۳۹۸				
	تیمار ٪۱۰۰ نیاز آبی	تیمار ٪۸۰ نیاز آبی	تیمار ٪۶۰ نیاز آبی	تیمار ٪۴۰ نیاز آبی	تیمار شاهد	تیمار ٪۱۰۰ نیاز آبی	تیمار ٪۸۰ نیاز آبی	تیمار ٪۶۰ نیاز آبی	تیمار ٪۴۰ نیاز آبی	تیمار شاهد
مرداد	۱۰۹۷/۳	۱۰۹۷/۳	۱۰۹۷/۳	۱۰۹۷/۳	۳۳۶۰	۱۰۴۷/۸	۱۰۴۷/۸	۱۰۴۷/۸	۱۰۴۷/۸	۳۳۰۰
شهریور	۲۱۷۴/۲	۱۹۶۳/۸	۱۷۵۳/۴	۱۵۴۳/۰	۱۰۷۰	۲۱۹۵/۸	۱۹۸۵/۱	۱۷۷۴/۴	۱۵۶۳/۶	۱۰۶۰
مهر	۱۷۲۸/۱	۱۳۸۲/۵	۱۰۳۶/۹	۶۹۱/۲	۱۰۵۰	۱۷۶۷/۱	۱۴۱۳/۷	۱۰۶۰/۹	۷۰۶/۹	۱۰۶۰
آبان	۴۱۷/۳	۳۳۳/۸	۲۵۰/۴	۱۶۶/۹	۱۰۳۰	۳۵۲/۱	۲۸۱/۶	۲۱۰/۶	۱۴۰/۸	۱۰۲۳
جمع	۵۴۱۶/۸	۴۷۷۷/۴	۴۱۳۷/۹	۳۴۹۸/۴	۶۵۱۰	۵۳۶۲/۸	۴۷۲۸/۲	۴۰۹۳/۷	۳۴۵۹/۱	۶۴۴۳



شکل ۱. بارندگی در دوره رشد گیاه: الف) سال اول و ب) سال دوم

جدول ۴. مقایسه میانگین مربعات و سطح معنی‌دار بودن عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب (تجزیه مرکب)

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد	کارایی مصرف آب	درصد روغن	عملکرد روغن	کارایی مصرف آب روغن
سال	۱	۱۹۶/۷ n.s	۷۰/۴ n.s	۲۱۵/۱ n.s	۰/۰۲۵۰ n.s	۴۵۳۷/۵ n.s	۰/۰۰۰۴ n.s	۰/۶۳ n.s	۴۲۸/۹ n.s	۰/۰۰۰۱ n.s
تکرار	۴	۱/۲ n.s	۶/۰ n.s	۵/۳ n.s	۰/۰۱۰۸ n.s	۵۶۱۱/۴ n.s	۰/۰۰۰۴ n.s	۱۳/۱۵ n.s	۳۶۲۶/۸ n.s	۰/۰۰۰۲ n.s
سطوح آبیاری	۳	۵۱۴۸/۲ **	۱۶۷۵/۹ **	۳۹۲۳/۲ **	۲/۹۵۵۰ **	۶۸۷۹۸۹/۶ **	۰/۰۰۴۹ **	۱/۳۸ n.s	۱۸۶۱۸۶/۲ **	۰/۰۰۱۴ **
سال*سطوح آبیاری	۳	۲/۳ n.s	۱/۰ n.s	۲/۵ n.s	۰/۰۰۰۶ n.s	۱۲۶/۴ n.s	۰/۰۰۰۰ n.s	۱/۱۵ n.s	۹/۹ n.s	۰/۰۰۰۰ n.s
خطا	۱۲	۴/۹	۴/۰	۱۲/۲	۰/۰۰۲۲	۷۳۲۴/۴	۰/۰۰۳۰	۱۶/۷۲	۲۵۴۲/۵	۰/۰۰۰۲
رقم	۱	۱۳۴۵/۵ *	۲۶۹/۹ *	۱۱۲۶/۶ *	۰/۲۸۲۱ *	۸۸۴۹۲/۸ **	۰/۰۰۰۱ **	۰/۳۲ n.s	۲۱۰۵۲/۴ *	۰/۰۰۰۷ *
سال * رقم	۱	۰/۶ n.s	۰/۱ n.s	۰/۱ n.s	۰/۰۰۰۱ n.s	۳/۹ n.s	۰/۰۰۲۱ n.s	۰/۳۷ n.s	۸۰/۶ n.s	۰/۰۰۰۰ n.s
سطوح آبیاری * رقم	۳	۲۴۶/۹ **	۷۹/۶ **	۲۲۵/۶ **	۰/۲۸۱۰ **	۴۶۰۳۷/۷ **	۰/۰۰۰۱ **	۱/۲۴ n.s	۱۰۷۴۷/۷ **	۰/۰۰۰۵ **
سال*سطوح آبیاری * رقم	۳	۰/۱ n.s	۰/۱ n.s	۰/۱ n.s	۰/۰۰۰۱ n.s	۳/۱ n.s	۰/۰۰۰۰ n.s	۰/۱۲ n.s	۰/۵ n.s	۰/۰۰۰۰ n.s
خطا	۱۶	۸/۴	۵/۸	۴/۷	۰/۰۰۹۶	۴۱۶۹/۴	۰/۰۰۰۱	۵/۹۹	۱۳۷۸/۵	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات	–	۲/۴۶	۴/۴۰	۳/۶۳	۵/۰۱	۷/۷۷	۸/۶۴	۷/۹۷	۸/۷۱	۸/۹۷

** : اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ * : اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ n.s. اختلاف معنی‌داری وجود ندارد .

جدول ۵. مقایسه میانگین برخی صفات کمی و کارایی مصرف آب در اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم (تجزیه مرکب)

اثرمتقابل تیمارها		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	کارایی مصرف آب روغن (کیلوگرم بر مترمکعب)
سطوح نیاز آبی	رقم									
٪۴۰	محلی بهبهان	۱۰۴/۵ e	۴۵/۸ e	۸۳/۶ f	۱/۲۰۲ e	۵۲۰/۵ e	۰/۱۵۰ d	۵۰/۷۷ a	۲۶۳/۳ f	۰/۰۷۶ d
نیاز آبی	شوین	۸۲/۳ f	۳۳/۸ f	۶۲/۰ g	۱/۵۰۷ d	۵۸۹/۴ e	۰/۱۶۹ cd	۵۰/۸۵ a	۳۰۰/۰ ef	۰/۰۸۶ cd
٪۶۰	محلی بهبهان	۱۱۵/۶ d	۵۳/۴ d	۹۴/۰ e	۱/۹۵۰ c	۷۵۹/۲ cd	۰/۱۸۴ bc	۵۱/۸۷ a	۳۹۳/۶ cd	۰/۰۹۶ bc
نیاز آبی	شوین	۱۰۲/۶ e	۵۲/۱ d	۹۲/۲ e	۱/۶۳۷ d	۷۰۵/۸ d	۰/۱۷۲ cd	۵۱/۲۰ a	۳۶۰/۵ de	۰/۰۸۸ cd
٪۸۰	محلی بهبهان	۱۲۸/۴ c	۶۰/۲ c	۱۰۶/۱ c	۲/۳۱۴ b	۹۹۸/۶ b	۰/۲۱۰ ab	۵۱/۱۷ a	۵۱۱/۱ b	۰/۱۰۸ ab
نیاز آبی	شوین	۱۲۶/۶ c	۵۹/۴ c	۱۰۰/۹ d	۱/۹۸۶ c	۸۶۱/۰ c	۰/۱۸۱ bc	۵۱/۵۳ a	۴۴۳/۸ c	۰/۰۹۳ bc
٪۱۰۰	محلی بهبهان	۱۴۳/۴ a	۷۰/۰ a	۱۲۰/۶ a	۲/۶۵۳ a	۱۲۱۸/۰ a	۰/۲۲۶ a	۵۱/۰۸ a	۶۲۱/۷ a	۰/۱۱۵ a
نیاز آبی	شوین	۱۳۸/۰ b	۶۵/۲ b	۱۱۰/۴ b	۲/۳۷۷ b	۹۹۶/۶ b	۰/۱۸۵ bc	۵۱/۹۶ a	۵۱۷/۹ b	۰/۰۹۶ bc

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنادار ندارند.

و رقم بر شاخص درصد روغن معنی‌دار نشد (جدول ۴).

نتایج جدول (۵) و مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری و رقم نشان داد تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان با ارتفاع بوته ۱۴۳/۴ سانتی‌متر، تعداد ۷۰/۰ دانه در کپسول، ۱۲۰/۶ کپسول در بوته، ۲/۶۵۳ گرم وزن هزاردانه، عملکرد ۱۲۱۸/۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد روغن ۶۲۱/۷ کیلوگرم در هکتار تیمار برتر بود و رتبه نخست را به‌خود اختصاص داد (جدول ۵).

تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان به‌ترتیب دارای عملکردهای ۱۲۱۸/۰ و ۹۹۸/۶ کیلوگرم در هکتار بودند که اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. ولی کارآیی مصرف آب در این دو تیمار به‌ترتیب ۰/۲۲۶ و ۰/۲۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب بودند که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. کاهش مصرف آب موجب کاهش کارآیی مصرف آب در رقم محلی بهبهان شد ولی این کاهش معنی‌دار نبود. لذا کاهش کارآیی مصرف آب و معنی‌دار نشدن آن را می‌توان از دو زاویه تحلیل کرد. در ترسالی‌ها که محدودیتی در مصرف آب نیست با مصرف ۵۳۹۸/۴ مترمکعب در هکتار می‌توان به عملکردی معادل ۱۲۱۸/۰ کیلوگرم در هکتار رسید که افزایشی ۱۸/۱ درصدی را نشان می‌دهد. در خشکسالی‌ها، با کاهش ۶۳۴/۱ مترمکعب در هکتار که معادل ۱۱/۸ درصد آب مصرفی تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان است می‌توان به کارآیی مصرف آبی رسید که اختلاف معنی‌داری با تیمار بدون تنش ندارد. کاهش مصرف آب در تیمارهای تنش خشکی موجب نشده تا کارآیی مصرف آب نسبت به تیمار تنش، کاهش یابد و همچنان تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بالاترین میزان کارآیی مصرف آب را به‌خود اختصاص داد (هرچند این اختلاف معنی-دار نبود) که با نتایج پژوهش‌های الوکیل و جعفر (۷) همخوانی داشت (جدول ۵).

میزان مصرف آب در تیمارهای ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان به‌ترتیب معادل ۳۴۷۰/۰، ۴۱۲۶/۱، ۴۷۵۵/۲ و ۵۳۸۹/۴ مترمکعب در هکتار بود. به‌عبارت دیگر میزان کاهش مصرف آب (بعد از زمان گلدهی) در تیمارهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی نسبت به تیمار بدون

تنش (۱۰۰ درصد نیاز آبی) موجب کاهشی به‌ترتیب معادل ۱۹۱۹/۴، ۱۲۶۳/۳ و ۶۳۴/۱ مترمکعب در هکتار شد که این کاهش معادل ۳۵/۶، ۲۳/۴ و ۱۱/۸ درصد مصرف آب نسبت به تیمار بدون تنش بود. پس هر مرحلهٔ تنش موجب کاهشی حدود ۶۳۰ مترمکعب در هکتار شد.

کاهش حدود ۶۳۰ مترمکعب در هکتار در هر سطح از سطوح کم‌آبیاری از مرحله گل‌دهی در رقم محلی بهبهان موجب کاهش ۲۷/۱، ۱۹/۴ و ۱۰/۵ درصد ارتفاع بوته به‌ترتیب در تیمارهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی شد. به‌همین ترتیب موجب کاهش ۲۴/۲، ۱۶/۶ و ۹/۸ درصد تعداد دانه در کپسول، ۳۰/۷، ۲۶/۶ و ۱۴/۵ درصد تعداد کپسول در بوته، ۵۴/۷، ۲۶/۵ و ۱۲/۸ درصد وزن هزاردانه، ۵۷/۳، ۳۷/۷ و ۱۸/۰ درصد عملکرد دانه و موجب کاهش ۵۷/۶، ۳۶/۷ و ۱۷/۸ درصد عملکرد روغن دانه به‌ترتیب در تیمارهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی شد. دقت در اعداد فوق نشان داد که کاهش مصرف آب بیشترین درصد کاهشی خود را ابتدا در عملکرد دانه و پس از آن در عملکرد روغن دانه، وزن هزاردانه، تعداد کپسول در بوته و دانه در کپسول نشان داد. بنابراین اعمال تنش خشکی از طریق اعمال سطوح مختلف کم‌آبیاری قطره‌ای، بیشترین اثر کاهشی خود را بر عملکرد و اجزای عملکرد ابتدا بر عملکرد دانه گذاشت و سپس وزن هزاردانه بیشترین اثر کاهشی را نسبت به دیگر اجزای عملکرد از خود نشان داد.

تعداد کپسول در بوته را می‌توان نموداری از تعداد گل‌های تلقیح یافته در بوته تلقی کرد. با توجه به فصل کاشت این گیاه در خوزستان بدیهی است که بروز تنش خشکی در طول فصل رشد اثرات سوء درجه حرارت‌های بالای تابستانه را تشدید می‌کند. بروز خشکی توأم با درجه حرارت بالا وابستگی شدیدی به زمان گل‌دهی، رطوبت خاک و درصد رطوبت هوا در طول دوره گرما دارد. معمولاً در چنین موقعیتی، رشد کپسول‌ها در کنجد به حداقل مقدار خود رسیده و یا به‌کلی متوقف می‌شود و این امر موجب کاهش عملکرد خواهد شد. درجات حرارت بالا و خشکی روی کنجد که درجات حرارت بالا همراه با خشکی و روزهای بلند، رسیدگی چنین گیاهانی را تسریع کرده و در ترکیب با یکدیگر قادر به کاهش عملکرد از طریق تولید کپسول‌های کمتر، بذر کمتر و سبک‌تر در هر کپسول می‌شود. ارتفاع بیشتر بوته به‌دلیل فراهم آوردن منبعی برای انتقال مجدد مواد و همچنین سطح فتوسنتز کننده در تحمل به خشکی دخالت دارند.

نتایج جدول (۵) و استفاده از اعداد ستون‌های عملکرد و کارآیی مصرف آب نشان داد که میانگین میزان مصرف آب در دو سال در تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی در روش قطره ای نواری در رقم محلی بهبهان به‌ترتیب معادل ۵۳۸۹/۴ و ۴۷۵۵/۲ مترمکعب بودند. کاهش مصرف آبی معادل ۶۳۴/۱ مترمکعب در هکتار در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی موجب کاهش عملکردی به‌میزان ۲۱۹/۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی شد. (جدول ۵). کاهش مصرف آب موجب نشد تا کارآیی مصرف آب کم شود بلکه این میزان افزایش یافت که با نتایج پژوهش کساب و همکاران (۱۲) همخوانی و مطابقت داشت. از طرفی کاهش مصرف آب موجب کاهش عملکرد دانه شد که با نتایج پژوهش درگاهی و همکاران (۵)، شکوه‌فر و یعقوبی‌نژاد (۲۰) و کساب و همکاران (۱۲) و سعیدی و همکاران (۱۷) همخوانی داشت.

نتایج ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شده برای صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۶ نشان داد که:

عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد با صفات ارتفاع بوته، دانه در کپسول، کپسول در بوته، وزن هزاردانه، کارآیی مصرف آب، حجم آب مصرفی، عملکرد روغن دانه و کارآیی مصرف آب روغن دانه نشان داد. بیشترین میزان همبستگی عملکرد دانه به‌ترتیب از صعودی به نزولی با صفات عملکرد روغن دانه، وزن هزاردانه، دانه در کپسول و ارتفاع بوته به‌ترتیب به میزان‌های ۰/۹۷۸۳، ۰/۹۲۲۱، ۰/۸۶۱۲ و ۰/۸۵۶۰ محاسبه شد (جدول ۶). این میزان بالای همبستگی عملکرد با اجزای عملکرد، بیانگر نقش مؤثر اجزای عملکرد از جمله وزن هزاردانه در افزایش عملکرد کنجد بود. اهمیت

جدول ۶. ضریب همبستگی محاسبه شده برای صفات کمی و کیفی

n =۴۸ ۰/۲۷۸۹=٪۵ ۰/۳۶۴۹=٪۱	عملکرد دانه (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	دانه در کپسول	کپسول در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	کارایی مصرف آب (kg/m3)	حجم آب مصرفی (m3/ha)	درصد روغن (٪)	عملکرد روغن دانه (kg/ha)	کارایی مصرف آب روغن (kg/m3)
عملکرد دانه (kg/ha)	۱	۰/۸۵۶۰**	۰/۸۶۱۲**	۰/۸۶۶۰**	۰/۹۲۲۱**	۰/۸۸۳۱**	۰/۹۱۱۵**	۰/۰۱۴۳	۰/۹۷۸۳**	۰/۸۴۷۹**
ارتفاع بوته (cm)		۱	۰/۹۶۷۴**	۰/۹۵۸۷**	۰/۸۶۶۱**	۰/۵۸۷۹**	۰/۹۲۲۳**	۰/۰۶۵۷	۰/۸۴۶۷**	۰/۵۸۱۸**
دانه در کپسول			۱	۰/۹۷۳۴**	۰/۸۵۶۲**	۰/۶۰۵۹**	۰/۹۱۸۸**	۰/۰۴۲۲	۰/۸۴۵۹**	۰/۵۹۰۲**
کپسول در بوته				۱	۰/۸۳۴۴**	۰/۶۳۶۵**	۰/۸۹۹۵**	۰/۰۶۴۵	۰/۸۵۶۵**	۰/۶۲۸۱**
وزن هزار دانه (گرم)					۱	۰/۷۱۴۰**	۰/۹۲۷۱**	۰/۰۴۹۸	۰/۹۰۸۱**	۰/۶۹۸۹**
کارایی مصرف آب (kg/m3)						۱	۰/۶۲۳۶**	-۰/۰۵۵۶	۰/۸۵۱۰**	۰/۹۳۵۹**
حجم آب مصرفی (m3/ha)							۱	۰/۰۸۱۰	۰/۹۰۵۲**	۰/۶۲۳۳**
درصد روغن (٪)								۱	۰/۲۱۵۳	۰/۲۹۶۳
عملکرد روغن دانه (kg/ha)									۱	۰/۸۸۹۷**
کارایی مصرف آب روغن (kg/m3)										۱

سیرصعودی وزن هزاردانه و اجزای عملکرد در افزایش عملکرد دانه و به‌تبع آن کم‌آبیاری و وقوع تنش خشکی در کاهش عملکرد و اجزای عملکرد کنجد با نتایج تحقیقات حسن‌زاده و همکاران (۱۱) و السروجی و همکاران (۶) مطابقت و همخوانی داشت. همچنین بالاترین میزان همبستگی عملکرد با اجزای عملکرد با وزن هزاردانه به میزان (r=۰/۹۲۲۱) محاسبه شد. لذا می‌توان وزن هزاردانه را به عنوان مهم‌ترین جزء عملکرد که افزایش یا کاهش آن به‌ترتیب بیشترین میزان تأثیر را در افزایش یا کاهش عملکرد داشت معرفی کرد.

ارتفاع بوته، دانه در کپسول، کپسول در بوته و وزن هزاردانه همگی به‌ترتیب همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد با تمام صفات مورد بررسی به‌جز درصد روغن از خود نشان دادند. بیشترین میزان همبستگی ارتفاع بوته به‌میزان (r=۰/۹۶۷۴) با دانه در کپسول محاسبه شد که نشان‌دهنده نقش افزایشی ارتفاع بوته در روند صعودی بسیار معنی‌دار دانه در کپسول و کپسول در بوته بود و همچنین نشان‌دهنده نقش بسیار مؤثر دانه در کپسول در افزایش ارتفاع بوته و به‌تبع آن بالا رفتن عملکرد دانه بود که با نتایج تحقیقات جین و همکاران (۱۰) و سکیلا و همکاران (۱۸) مطابقت داشت. بیشترین میزان همبستگی دانه در کپسول به‌میزان (r=۰/۹۶۳۱) با کپسول در بوته محاسبه شد که نشان‌دهنده روند افزایشی دانه در کپسول با افزایش معنی‌دار کپسول در بوته بود. بیشترین میزان همبستگی کپسول در بوته نیز به‌میزان (r=۰/۹۷۳۴) با دانه در کپسول محاسبه شد. بیشترین میزان همبستگی وزن هزاردانه به میزان (r=۰/۹۲۲۱) با عملکرد دانه محاسبه شد که نشان‌دهنده نقش بسیار مؤثر وزن هزاردانه در افزایش عملکرد دانه بود (جدول ۶). تمامی صفات اجزای عملکرد، همبستگی مثبتی با همدیگر داشتند که نشان می‌دهد کاهش هر یک از این صفات می‌تواند اثر زیانباری بر عملکرد کنجد در مزرعه داشته باشد که با نتایج تحقیقات اسکندری و همکاران (۸) و کومار و همکاران (۱۵) مطابقت داشت.

حجم آب مصرفی همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات عملکرد دانه، ارتفاع بوته، دانه در کپسول، کپسول در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد روغن دانه از خود نشان داد. بیشترین میزان همبستگی حجم آب مصرفی به میزان‌های (r=۰/۷۴۶۰) و (r=۰/۷۴۰۷) به‌ترتیب با ارتفاع بوته و وزن هزاردانه محاسبه شد

که نشان‌دهنده نقش بسیار مؤثر حجم آب مصرفی در افزایش ارتفاع بوته و وزن هزاردانه بود. به‌عبارت دیگر افزایش حجم آب مصرفی اثر معنی‌داری بر روند صعودی وزن هزاردانه و به تبع آن عملکرد دانه داشت. لذا کاهش حجم آب مصرفی می تواند در روند نزولی وزن هزاردانه بسیار چشمگیر باشد. همچنین دقت در اعداد همبستگی حجم آب مصرفی با اجزای عملکرد نیز قابل تأمل است. به‌طوری که این همبستگی به‌میزان (r=۰/۹۲۷۱) در وزن هزاردانه به‌عنوان بیشترین مقدار تا (r=۰/۸۹۹۵) در دانه در کپسول به‌عنوان کمترین میزان در نوسان بود. به‌عبارت دیگر همبستگی بسیار معنی‌دار حجم آب مصرفی با وزن هزاردانه بیانگر اهمیت فوق‌العاده مدیریت کم آبیاری این محصول استراتژیک دارد. میزان کم نوسان همبستگی حجم آب مصرفی با اجزای عملکرد دانه از یک‌سو و در کل میزان همبستگی معنی‌دار آن با اجزای عملکرد از سوی دیگر، شاخصی بسیار مهم در اهمیت توجه به حجم آب مصرفی در کشت کنجد داشت. بنابراین همبستگی معنی‌دار حجم آب مصرفی با عملکرد و اجزای عملکرد دانه نشان‌دهنده حساس بودن گیاه کنجد به تنش کم‌آبی و توجه به مدیریت بهینه آب در کشت کنجد دارد (جدول ۶). لذا کاهش حجم آب مصرفی و به‌تبع آن بروز تنش خشکی در کنجد موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شد که با نتایج تحقیقات جین و همکاران (۱۰)، کومار و همکاران (۱۵) و اسکندری و همکاران (۸) مطابقت داشت.

کارآیی مصرف آب روغن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد با همه صفات به‌جز حجم آب مصرفی داشت. بیشترین میزان همبستگی کارآیی مصرف آب روغن دانه به میزان (r=۰/۹۳۵۹) با کارآیی مصرف آب دانه محاسبه شد.

نتیجه‌گیری

مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری و رقم نشان داد تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان با ارتفاع بوته ۱۴۳/۴ سانتی‌متر، تعداد ۷۰/۰ دانه در کپسول، ۱۲۰/۶ کپسول در بوته، ۲/۶۵۳ گرم وزن هزاردانه، عملکرد ۱۲۱۸/۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد روغن ۶۲۱/۷ کیلوگرم در هکتار تیمار برتر بود و رتبه نخست را به‌خود اختصاص داد. کاهش مصرف آب در تیمارهای تنش خشکی موجب نشده تا کارآیی مصرف آب کاهش یابد و همچنان تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بالاترین میزان کارآیی مصرف آب را به‌خود اختصاص داد. بررسی اثرات تنش خشکی بر میزان عملکرد روغن و کارآیی مصرف آب روغن نشان داد که تیمارهای ۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی در رقم محلی بهبهان به‌ترتیب دارای عملکردهای روغنی معادل ۶۲۱/۷ و ۵۱۱/۱ کیلوگرم در هکتار بودند که اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. ولی کارآیی مصرف آب در این دو تیمار به‌ترتیب ۰/۱۱۵ و ۰/۱۰۸ کیلوگرم بر مترمکعب بودند که اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند. کاهش مصرف آب موجب کاهش کارآیی مصرف آب روغن در رقم محلی بهبهان شد ولی این کاهش معنی‌دار نبود. ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شده برای صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که بیشترین میزان همبستگی ارتفاع بوته به میزان (r=۰/۹۵۸۷) با تعداد کپسول در بوته محاسبه شد که نشان‌دهنده نقش افزایشی ارتفاع بوته در روند صعودی بسیار معنی‌دار کپسول در بوته بود و همچنین نشان‌دهنده نقش بسیار مؤثر دانه در کپسول در افزایش ارتفاع بوته و به‌تبع آن بالا رفتن عملکرد دانه بود. همچنین تمامی صفات اجزای عملکرد، همبستگی مثبتی با همدیگر داشتند که نشان می‌دهد کاهش هر یک از این صفات می‌تواند اثر زیانباری بر عملکرد کنجد در مزرعه داشته باشد. همبستگی بسیار معنی‌دار عملکرد با اجزای عملکرد، بیانگر نقش مؤثر اجزای عملکرد از جمله وزن هزاردانه در افزایش عملکرد کنجد بود. توصیه می‌شود از ارقام کنجد ناشکوفا که به‌دلیل عدم ریزش بذر، امکان برداشت مکانیزه آن وجود دارد و کشت این رقم ناشکوفا به‌دلیل سهولت برداشت و مکانیزه بودن آن از محبوبیت خاصی بین کارشناسان و زارعین برخوردار شده در تحقیقات آتی استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مرکـز تحقیقـات و آمـوزش کشـاورزی و منـابع طبیعی خوزستان (پروژه تحقیقاتی به شماره ۹۷۱۲۱۴ - ۰۶۷ - ۱۴۰۳ - ۴۶ - ۳۴) به‌دلیل حمایت‌های مادی و معنوی در انجام این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Afshari, F., P. Golkar and Gh. Mohammadinejad. 2014. Evaluation of drought tolerance in sesame (*Sesamum indicum* L.) genotype at different growth stages. *Arid Biom Scientific and Research Journal* 4(2): 90-94.
2. Aien, A. 2013. Effect of eliminating of irrigation at different growth stages on seed yield and some agronomic traits of two sesame genotypes. *Seed and Plant Improvment Journal* 29(1): 67-79. (In Farsi).
3. Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy
4. Chen, S., M. Nelson, K. Ghamkhar, T. Fu and W. Cowling. 2008. Divergent patterns of allelic diversity from similar origins: the case of oil seed rape (*Brassica napus* L.) in China and Australia. Genome. *Canadian Journal of Plant Science* 51: 1-10.
5. Dargahi, Y., A. S. Asghari, A. Rasulzadeh, Kh. Aghaeifard and M. Ahmadian. 2014. Effect of water deficit stress on yield, water use efficiency and harvest index of sesame (*Sesamumindicum* L.) Varites. *Journal of Crop Breeding and Horticulture* 2(2): 171-183. (In Farsi).
6. El-Serogy, S. T., M. A. El-Eman and W. A. I. Sorour. 1997. The performance of two sesame varieties under different sowing method in two locations. *Annuals of Agriculture Science* 42: 355-364.
7. El-Wakil, A. and S. Gaafar. 1988. Effect of water stress on sesame. *Agricultural Science* 9: 363-374.
8. Eskandari, H., S. ZehtabSalmasi and K. Ghasemi-Golozani. 2010. Evaluation of water use efficiency and grain yield of sesame cultivars as a second crop under different irrigation regimes. *Journal of Sustainable Agriculture Science* 2(20): 39-51. (In Farsi).
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2005. Yearbook of Fishery Statistics. Rome: FAO.
10. Jain, S., R. Yue-Lioang, L. E. Mei-wang, Y. Ting-Xian, Y. Xiao-Wen and Z. Hong-Ving. 2010. Effect of drought stress on sesame growth and yield characteristics and comprehensive evaluation of drought tolerance. *Chinese Journal of Oil Crops Sciences* 4: 47-49.
11. Hassanzadeh, M., M. Ebadi, SH. Panahyan-e-eKivi, M. A. Jamaati-e-Somarin, M. A. Saeidi and Gholipouri. 2009. Investigation of water stress on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Research Journal of Environmental Science* 3(2): 239-244.
12. Kassab, O. M., H. M. Mehanna and A. boelill. 2012. Drought impact on growth and yield of some sesame varieties. *Applied Sciences Research* 8(8): 4544-4551.
13. Kimber, D. S. and D. I. McGregor. 1995. The Species and their Origin, Cultivation and World Production. PP. 178-295, *In*: Kimber, D. and D. I. McGregor, (Eds.), Brassica Oilseeds, Production and Utilization. CAB International, USA.
14. Khani, M. R., H. Heidari Sharifabad, H. Madani and Z. Amini. 2011. Comparison of different levels of drought stress on yield and yield components of five sesame cultivars in Garmsir. First National Conference on New Issues in Agriculture. Islamic Azad University of Saveh Branch. (In Farsi).
15. Kumar, A., S. T. N. Prasad and U. K. Prasad. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield/oil content, nitrogen uptake and water-use of summer sesame (Sesamum indicum). *Journal Indian Agronomy* 41: 111-115.
16. Mehrabi, Z. and P. Ehsan Zadeh. 2010. Investigation of the effect of drought stress on grain yield and yield components of four sesame cultivars February 16th. Fifth National Conference on New Ideas in Agriculture. Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Isfahan, Faculty of Agriculture. (In Farsi).
17. Saeidi, A., E. Tohidi-Nezhad, F. Ebrahimi, G. Mohammadi-Nejad and M. H. Shirzadi. 2012. Investigation of water stress on yield and some yield components of sesame genotypes in Jiroft region. *Journal of Applied Sciences Research* 8(1): 243-246.
18. Sakila, M. S., M. Ibrahim, A. Kalamani and M. Backiyarani. 2000. Correlation studies in sesame (*sesamum indicum* L.). *Sesame and Sofflower Newsletter* 15: 26-28.
19. Seydan, M. and A. Ghadami Firouzabadi. 2002. Performance of irrigation systems and introducing the best option to increase irrigation efficiency. Technical Report of Agricultural Research, Extension and Education Organization. 9: 90-175.
20. Shokoufar, A. R. and S. Yaghoobinejad. 2012. The effect of drought stress on yield components of Sesame (*Sesumum Indicum* L.) cultivars. *Journal of Agriculture and Plant Breeding* 8(4): 19-29. (In Farsi).

Journal of Water and Soil Science
Vol. 25, No. 2, Summer 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Comparison and Evaluation of the Effects of Different Levels of Tape Drip Irrigation on Yield and Water Use Efficiency of Two Local Behbahan and Shevin Sesame Varieties

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

(Received: April 1-2020; Accepted: July 1-2020)

Abstract

To investigate and evaluate the effects of different levels of drip irrigation on grain yield and yield components, oil yield, seed oil percentage, and seed water use efficiency, an experiment was performed at Behbahan Agricultural Research Station during two crop years 2018-19 and 2019-20. The experiment was conducted in split plots based on a randomized complete block design with 3 replications. The amount of water in tape drip irrigation was compared at four levels of 40, 60, 80, and 100% water requirement in main plots and two sesame cultivars Local of Behbahan and Shevin in subplots from the beginning of flowering. Comparison of mean interaction effects of irrigation levels and cultivars showed that the treatment of 100% water requirement in the Behbahan local cultivar with the yield of 1218.0 kg/ha was ranked first and foremost. Water consumption in the highest treatment (100% water requirement and Behbahan local cultivar) was calculated to be 5389.4 m^3/ha. Treatments of 100% and 80% of water requirement in superior cultivar (local Behbahan) with water use efficiency of 0.226 and 0.210 kg/m^3 had no significant difference, respectively, and were in the first place. Pearson correlation coefficient calculated for the measured traits showed that the highest correlation of water volume was calculated (r = 0.9271) with the weight of one thousand seeds. Significant correlations of water volume with grain yield and yield components indicated that sesame was susceptible to drought stress and attention to optimal water management in sesame cultivation. Therefore, decreasing the volume of water consumed and consequently drought stress in sesame reduced yield and yield components.

Keywords: 1000-grain weight, Water use efficiency, Variety

1. Agricultural Engineering Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.
2. Seed and Plant lmprovement Department, Khuzestan. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran.
Corresponding author, Email: nadersalamati@yahoo.com