تأثیر کم‌آبیاری به روش PRD به همراه تنظیم‌کننده رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گلرنگ

مریم میدانشاهی[۱]، سید فرهاد موسوی[۲*] و بهروز مصطفی زاده فرد[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۳۰)

چکیده

در شرایطی که ایران از لحاظ منابع آب شیرین در مضیقه است، توجه به ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است. از جمله روش‌های مدیریتی که می‌تواند در جهت ارتقا و بهبود بهره‌وری آب کشاورزی مؤثر باشد، روش آبیاری PRD است. در آبیاری به روش PRD، نیمی از محیط ریشه به تواتر به‌صورت کامل آبیاری شده و نیم دیگر خشک نگه داشته می‌شود. پژوهش حاضر به منظور بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گلرنگ با کاربرد روش آبیاری PRD و یک تنظیم‌کننده رشد (سالسیلات سدیم) در دو نوع خاک در سال ۱۳۸۹ در محوطه گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. آزمایش فاکتوریل به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، شامل سه روش آبیاری (T_1، آبیاری کامل؛ T_2، آبیاری به روش PRD با وجود تیغه؛ T_3، آبیاری به روش PRD بدون تیغه)، دو سطح تنظیم‌کننده رشد (B_1، محلول‌پاشی سالسیلات سدیم و B_2، بدون محلول‌پاشی) و دو بافت خاک (S_1، لوم رسی و S_2، لوم شنی) بود. نتایج نشان داد که روش PRD در تیمار T_2 ارتفاع گیاه را ۵۴/۱٪، تعداد طبق را ۶۸٪، وزن هزار دانه را ۳۲٪، وزن خشک بوته را ۳۴٪، عملکرد دانه را ۳۰٪، شاخص برداشت را ۱۷/۶٪ و میزان آب مصرفی را ۵۰٪ نسبت به تیمار T_1 کاهش داد. اما کارایی استفاده از آب با تغییر مدیریت آبیاری از تیمار T_1 به T_2، ۳۵٪ افزایش داشت. کارایی مصرف آب در تیمار T_3 به مقدار ۱۸/۵٪ نسبت به تیمار T_2 کاهش یافت. عملکرد دانه در خاک لوم شنی (۸/۸ گرم در بوته) در برابر ۳/۸ گرم در بوته در خاک لوم رسی، بیشتر بود. کاربرد تنظیم‌کننده رشد تحت مدیریت‌های آبیاری T_1، T_2 و T_3 به‌ترتیب افزایشی ۱۴/۳، ۷/۱ و ۸/۷ درصدی کارایی مصرف آب نسبت به حالت بدون محلول‌پاشی را در بر داشت. به‌طورکلی، آبیاری به روش PRD به همراه محلول‌پاشی بوته‌ها با سالسیلات سدیم باعث افزایش کارایی مصرف آب در بوته‌های گلرنگ کاشته شده در خاک لوم شنی گشته است. اجرایی شدن این روش آبیاری در مزرعه نیاز به پژوهش دارد.

واژه‌های کلیدی: کم‌آبی، روش آبیاری PRD، سالسیلات سدیم، گلرنگ

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. استاد وابسته، دانشکده عمران، دانشگاه سمنان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mousavi_sf@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

مقدمه

بنا به پیش‌بینی فائو، جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۰ نسبت به سال ۲۰۰۰، ۳۵٪ افزایش خواهد یافت (۸). بنابراین تخصیص بهینه منابع آب به مصارف مختلف، مخصوصاً کشاورزی، و تأمین غذای این جمعیت مسأله بسیار مهمی است. در حال حاضر، با توجه به این‌که سالانه حدود ۸۹/۵ میلیارد مترمکعب از ۱۳۰ میلیارد مترمکعب آب تجدیدپذیر سالانه ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (که عمده مصرف آب هم در بخش کشاورزی می‌باشد) و هم‌چنین با در نظر گرفتن جمعیت فعلی کشور، سرانه آب تجدیدپذیر کمتر از ۱۷۰۰ مترمکعب می‌باشد. چون در شرایط کنونی حدود ۷۰٪ از کل آب تجدیدپذیر سالانه کشور استفاده می‌شود، براساس شاخص فالکن‌مارک (۷)، ایران هم‌اکنون نزدیک به مرز بحران آب قرار دارد. در شرایطی که کشور به شدت از لحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد و در درازمدت این مسأله به‌صورت جدی مطرح است، توجه به ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است (۲۴).

ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی مستلزم برنامه‌ریزی دقیق و اجرای صحیح آن است. از جمله روش‌های فنی و مدیریتی که می‌توانند در جهت ارتقا و بهبود بهره‌وری آب کشاورزی مؤثر باشند می‌توان به افزایش بازده آبیاری، کم‌آبیاری، استفاده از فناوری‌های جدید و کارآمد، مدیریت آب آبیاری در مزرعه، استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار و کشت در محیط‌های کنترل شده اشاره کرد (۱۷).

کم‌آبیاری یک راهکار بهینه برای به عمل آوردن محصولات تحت شرایط کمبود آب است که همراه با کاهش محصول در واحد سطح و افزایش آن با گسترش سطح می‌باشد (۶). اویس و همکاران (۲۲)، سرینیواسا پراساد و همکاران (۲۸) و گورانتیوار و اسموت (۹) در تحقیقات خود در مورد گندم، پنبه و ذرت گزارش نمودند که می‌توان با کاهش حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد آب مصرفی گیاه در شرایط کم‌آبی، کارایی مصرف آب را به میزان ۱۵ تا ۳۰ درصد افزایش داد. باکس و همکاران (۳) با آبیاری جویچه‌ای یک در میان سیب‌زمینی، حدود ۳۰٪ صرفه‌جویی در مصرف آب را گزارش کردند.

یکی از روش‌های کم‌آبیاری، آبیاری بخشی (Partial rootzone drying, PRD) است (۲۷). این روش یک راهکار ذخیره آب است که از دهه گذشته در بسیاری از کشورهای مناطق خشک و نیمه خشک، خصوصاً استرالیا، مورد مطالعه و استفاده قرار گرفته است (۱۹). در روش PRD، قسمتی از سیستم ریشه خشک می‌ماند، در حالی‌که طرف دیگر ریشه آبیاری می‌گردد. این عمل، بعد از مدت زمان معین (که این مدت بستگی به شرایط خاک و هوا دارد) متناوباً تکرار می‌شود. این کار، بهترین توزیع آب را در محیط ریشه ایجاد می‌کند. هم‌چنین، بدون کاهش قابل توجه در میزان محصول، باعث افزایش بازده آبیاری می‌گردد (۵ و ۳۱). به منظور بررسی اثر PRD روی درختان انگور در استرالیا، تحقیقی انجام شد که در آن تنش آبی ملایم در یک سمت گیاه موجب بالا بردن ۴۰٪ بازده کاربرد آب گردید و افزایش کیفیت محصول را نیز در بر داشت (۱۸). در تحقیقی که روی گیاه ذرت انجام گرفت به این نتیجه رسیده شد که اگر ریشه گیاه به دو یا چند قسمت تقسیم گردد و آبیاری به‌صورت متناوب (PRD) انجام گیرد، آب مصرفی به میزان ۳۴/۴ تا ۳۶/۸٪ کاهش یافته، وزن تر گیاه به اندازه ۶ تا ۱۱٪ کاهش داشته، اما در مقایسه با آبیاری کامل، بازده کاربرد آب و نسبت ریشه به ساقه افزایش می‌یابد (۱۵). در تحقیق اینتریگلیولو و کسل (۱۳) مشاهده گردید که استفاده از روش PRD در خاک‌های عمیق و با بافت رسی موفقیت‌آمیز بوده است.

تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه نقش مهمی در تنظیم وضعیت درونی آب آن دارند. این تنظیم‌کننده‌ها می‌توانند با تغییر محیط، باز و بسته شدن روزنه‌های برگ‌ها را کنترل و موازنه آب را برقرار نمایند. یکی از مواد شیمیایی که به میزان زیاد مورد آزمایش قرار گرفته، اسید استیل سالسیلیک (سالسیلات) است. این ماده موجب بسته شدن روزنه‌ها و کاهش میزان تعرق می‌گردد (۱۶). این مواد را می‌توان قبل و یا پس از مرحله

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

گل‌دهی مورد استفاده قرار داد. به‌طورکلی، گیاهانی که با مواد تنظیم‌کننده رشد محلول‌پاشی شده‌اند در برابر خشکی مقاومت بیشتری نشان می‌دهند (۱۲).

به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری و تنظیم‌کننده رشد (سالسیلات سدیم و کربنات منیزیم) بر افزایش محصول و بازده آبیاری، آزمایش‌هایی روی گیاه جو در دو مزرعه واقع در مرکز ملی تحقیقات شالکان مصر صورت گرفت. نتایج نشان داد که در اثر کم‌آبیاری، میزان دانه، کاه و خصوصیات بیولوژیک محصول کاهش می‌یابد. اما کاربرد سالسیلات سدیم و کربنات منیزیم ضرر ناشی از کم‌آبیاری را کاهش داده و باعث افزایش محصول می‌گردد (۲۱). کاظم پور و تاج بخش (۱۶) با بررسی اثر مواد ضد تعرق آترازین ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر، پارافین ۱٪، پارافین و سیتوویت ۲٪ و موم ۱۰٪ بر برخی خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (هیبرید ۷۰۴) تحت آبیاری محدود نشان دادند که استفاده از این مواد موجب افزایش ارتفاع ساقه، تعداد گره در بوته، طول میانگره، قطر ساقه، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال، وزن ۵۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و ضریب برداشت شد.

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. متعلق به خانواده Asteraceae بوده و عمدتاً بذر آن جهت تهیه روغن‌های خوراکی و تغذیه پرندگان استفاده می‌شود (۳۰). این گیاه به‌طور سنتی جهت استفاده از گل آن در رنگ‌دهی و طعم بخشیدن به غذاها و نیز مصارف دارویی کشت می‌شده است (۱۹). گلرنگ گیاه بومی ایران است و به اقلیم گرم و خشک سازگار بوده و به تنش‌های خشکی، شوری و گرما مقاومت دارد (۴). گلرنگ در مصر و حاشیه رود فرات منحصراً به‌عنوان منبع رنگ قرمز استخراج شده از گلچه‌های آن کشت می‌شده و در حدود اواسط قرن گذشته، سطح زیر کشت آن در آسیا، اروپا، استرالیا و آمریکا به دلیل به رسمیت شناختن آن به‌عنوان منبع روغن خوب و با کیفیت برای مقاصد خوراکی و صنعتی توسعه پیدا کرد. طبق گزارش سامانه مدیریت علم (۲)، سطح زیر کشت و تولید گلرنگ در ایران در سال ۸۴-۱۳۸۳ به‌ترتیب ۹۰۰۰ هکتار و ۵۰۰۰ تن و در سال ۸۸-۱۳۸۷ برابر ۳۰۰۰ هکتار و ۳۰۰۰ تن بوده است.

از آنجا که اثر هم‌زمان کم‌آبیاری و تنظیم‌کننده رشد سالسیلات سدیم بر گلرنگ بررسی نشده، لذا اهداف پژوهش حاضر عبارت‌اند از بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گلرنگ با کاربرد روش آبیاری PRD و محلول‌پاشی بوته‌های گلرنگ با سالسیلات سدیم در دو بافت خاک.

مواد و روش‌ها

این مطالعه گلدانی در سال ۱۳۸۹ روی گیاه گلرنگ (رقم کوسه، که یک توده محلی و کشت بهاره است) در محوطه گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان (طول جغرافیایی ′۲۸ °۵۱ شرقی، عرض جغرافیایی ′۴۲ °۳۲ شمالی و ارتفاع ۱۶۲۴ متر از سطح دریا) انجام شد. آزمایش فاکتوریل به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، شامل فاکتورهای روش آبیاری، خاک و تنظیم‌کننده رشد اعمال گردید. سه روش آبیاری شامل: T_1= آبیاری کامل (هر دو طرف گیاهان داخل جعبه‌های کشت در طول فصل رشد آبیاری شد)، T_2= آبیاری به روش PRD (طرف راست و چپ جعبه‌های کشت به‌طور متناوب آبیاری شده و توسط تیغه‌ای نازک از جنس کارتن پلاست از هم جدا شده بود) و T_3= طرف راست و چپ جعبه‌های کشت به طور متناوب آبیاری شد، ولی تیغه‌ای در وسط آنها قرار نداشت. دو سطح تنظیم‌کننده رشد شامل B_1 = محلول‌پاشی بوته‌ها با سالسیلات سدیم به میزان ۱ گرم در لیتر و B_2 = بدون محلول‌پاشی سالسیلات سدیم (تیمار شاهد) و دو بافت خاک شامل S_1= خاک لوم رسی و S_2 = خاک لوم شنی بود. نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد آزمایش در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جعبه‌های چوبی (به‌عنوان گلدان) مورد استفاده برای آزمایش PRD با تیغه‌های نازک کارتن پلاست به دو قسمت مساوی تقسیم شدند (۲۰). این جعبه‌ها، مکعب شکل به طول ۴۴، عرض ۳۰ و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و دارای یک لایه شن ریز

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

جدول ۱. برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک لوم شنی

چگالی ظاهری (g/cm³)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر (mg/L)	پتاسیم (mg/L)	EC (dS/m)	pH
۱/۴۵	۴۵	۱۹/۵	۳۵/۵	۰/۳۵	۰/۰۹	۶۲	۱۷۰	۱/۸۲	۷/۸۷

جدول ۲. برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک لوم رسی

چگالی ظاهری (g/cm³)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر (mg/L)	پتاسیم (mg/L)	EC (dS/m)	pH
۱/۱	۱۶	۴۶	۳۸	۰/۸۱	۰/۰۴۵	۱۷	۲۶۵	۱/۷	۷/۵

به‌عنوان فیلتر زه‌کش انتهایی بودند. پنج سانتی‌متر بالای جعبه‌ها برای اعمال آبیاری، خالی در نظر گرفته شد و بقیه ارتفاع آنها به خاک اختصاص داده شد. برای جلوگیری از نشت آب از دیواره‌ها، داخل جعبه‌ها با پلاستیک نازک پوشانده شد. بعد از پر شدن جعبه‌ها با خاک، به منظور رفع شوری خاک، دو دفعه با آب اشباع شدند و اجازه داده شد تا زه‌کشی انجام شود.

به منظور تعیین نیاز آبی، قبل از هر آبیاری از عمق مؤثر ریشه، نمونه خاک تهیه و رطوبت وزنی آن تعیین شد. سپس حجم آب برای رسانیدن خاک به حد ظرفیت زراعی محاسبه گردید. برای آبیاری تیمارهای PRD با تیغه و بدون تیغه، ۵۰٪ حجم آب تیمار کامل در هر نوبت آبیاری در نظر گرفته شد. زمان آبیاری پس از ۳±۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A بود.

کاشت در تاریخ ۱۶ اردیبهشت ۱۳۸۹ انجام گرفت. براساس مطالعات انجام شده در مورد تاریخ کشت گلرنگ، تاریخ کشت اواخر اسفند تا اوایل خرداد ماه برای مناطق معتدل توصیه شده است. رقم کوسه به‌دلیل عملکرد بهتر در این منطقه انتخاب شد. بذرها روی یک ردیف به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر و در عمق ۳ سانتی‌متر کاشته شدند. پس از کاشت بذرها، روی آنها یک لایه ماسه بادی ریخته شد تا از تبخیر سریع رطوبت جلوگیری شود.

مقدار ۲/۶ گرم اوره به‌عنوان کود سرک به هر جعبه داده شد. اعمال تیمارهای تنش زمانی آغاز گردید که بوته‌ها ۵ برگی بودند. در دوره رشد گیاهان، با آفت کنه دونقطه‌ای با کاربرد سم آبامکتین به میزان ۰/۲ در لیتر، مبارزه شد. پس از استقرار بوته‌ها و مطمئن شدن از تعداد آنها، دو بوته در هر جعبه نگه داشته و بقیه حذف شدند. سعی شد بوته‌های باقیمانده در فواصل مساوی از هم قرار گیرند.

محلول‌پاشی بوته‌ها با سالسیلات سدیم یک هفته قبل و یک هفته بعد از مرحله گل‌دهی انجام شد. پس از برداشت گیاهان، ویژگی‌های ارتفاع بوته، تعداد طبق، وزن خشک بوته، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، میزان آب مصرفی و شکل توزیع ریشه‌ها اندازه‌گیری شد و شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به وزن خشک بوته‌ها) و بهره‌وری مصرف آب (نسبت عملکرد دانه به میزان مصرف آب در دوره رشد) محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تحلیل شده و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD مقایسه شدند.

نتایج و بحث

الف) بررسی صفات اندازه‌گیری شده برای تیمار آبیاری

۱. ارتفاع گیاه

جدول ۳ نشان می‌دهد که آبیاری بر ارتفاع گیاه اثر معنی‌داری

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

در سطح ۱٪ داشته است. مقایسه میانگین‌های ارتفاع گیاه (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیشترین طول بوته در تیمار T_1 (۵۲/۷ سانتی‌متر) و کمترین طول بوته در تیمار T_2 (۲۴/۲ سانتی‌متر) مشاهده شد. متوسط ارتفاع بوته برابر ۳۶/۹ سانتی‌متر به‌دست آمد. علت بیشتر بودن طول گیاه در تیمار T1 تأمین آب کافی برای رشد است و در تیمارهای PRD گیاهان آب کافی دریافت نکردند.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر متقابل کم‌آبیاری و خاک در سطح ۱٪ بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار S_2T_1 (۵۹/۷ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار S_1T_2 (۱۸ سانتی‌متر) بود. دلیل زیاد بودن ارتفاع، آبیاری به مقدار کافی گیاه در تیمار T_1 و خاک سبک لوم شنی است. یزدی صمدی (۲۹) نشان داد کمبود آب و بروز تنش خشکی در محیط رشد گلرنگ باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر متقابل کم‌آبیاری و تنظیم‌کننده رشد در سطح ۱٪ بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار T_1B_1 (۵۶/۳ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار T_2B_2 (۲۲/۷ سانتی‌متر) بود. در تیمار آبیاری T_1، پاشیدن سالسیلات سدیم بر بوته گیاه، ارتفاع گیاه را ۱۲/۷٪ نسبت به شاهد افزایش داد. در تیمارهای PRD، محلول‌پاشی سالسیلات سدیم سبب افزایش ارتفاع گیاهان گردید (جدول ۶).

طبق جدول ۳، اثر توأم کم‌آبیاری، خاک و تنظیم‌کننده رشد بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نگردید. میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در آزمایش توأم کم‌آبیاری، خاک و تنظیم‌کننده رشد در جدول ۷ نشان داده شده است. طبق این جدول، بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار $S_1T_1B_1$ (۴۴/۳ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار $S_1T_2B_2$ (۱۶/۷ سانتی‌متر) بود). بنابراین، ترکیب آبیاری کامل و خاک شنی و محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بیشترین ارتفاع گیاه را ایجاد کرد.

۲. تعداد طبق

تعداد طبق در بوته یکی از اجزای مهم عملکرد است. جدول ۳ نشان می‌دهد که آبیاری بر تعداد طبق اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشته است. مقایسه میانگین‌های تعداد طبق (جدول ۴) نشان می‌دهد که بیشترین تعداد طبق در تیمار T_1 (۱۳/۱ عدد) و کمترین تعداد طبق در تیمار T_2 (۴/۲ عدد) مشاهده شد. متوسط تعداد طبق برابر ۷/۹ عدد به‌دست آمد. عدم تأمین آب کافی برای رشد و نمو گیاهان باعث کاهش تعداد طبق در تیمارهای T_2 و T_3 گردید. مقایسه دو تیمار T_2 و T_3 نیز نشان داد که محدود شدن ریشه‌ها در یک طرف تیغه، در هر آبیاری آبی از طرف دیگر دریافت نشده و تعداد طبق کاهش یافته است. داجو و ماندل (۴) نیز نشان دادند که با اعمال تنش خشکی، تعداد طبق گلرنگ کاهش می‌یابد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر متقابل کم‌آبیاری و خاک بر تعداد طبق معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) می‌دهد که بیشترین تعداد طبق در تیمار S_2T_1 (۱۴ عدد) و کمترین تعداد طبق مربوط به تیمار S_1T_2 (۳/۳۳ عدد) بود. با تغییر مدیریت آبیاری در دو خاک لوم رسی و لوم شنی، تعداد طبق کاهش یافت. تیمار T_2 در خاک رسی، تعداد طبق کمتری نسبت به خاک شنی داشت.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر متقابل کم‌آبیاری و تنظیم‌کننده رشد در سطح ۱٪ بر تعداد طبق معنی‌دار بوده است. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان می‌دهد که بیشترین تعداد طبق در تیمار T_1B_1 برابر با ۱۵/۵ عدد و کمترین تعداد طبق مربوط به تیمار T_2B_2 برابر با ۳/۸۳ عدد بود. در تیمار آبیاری T_1 با پاشیدن سالسیلات سدیم بر بوته گیاه، تعداد طبق را ۳۱/۲ درصد افزایش داد. در تیمارهای T_2 و T_3 نیز با پاشیدن سالسیلات سدیم، تعداد طبق افزایش یافت.

اثر توأم کم‌آبیاری، خاک و تنظیم‌کننده رشد بر تعداد طبق (جدول ۷) نشان داد که تیمار $S_1T_1B_1$ با ۱۵/۶۷ عدد طبق

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع گیاه	تعداد طبق	وزن هزار دانه	وزن خشک بوته	عملکرد دانه	شاخص برداشت	آب مصرفی	راندمان کاربرد آب
خاک	۱	۶۵۸/۷۸**	۲۵^{ns}	۱۸۳۱/۴۱**	۱۱۰۰/۰۳**	۲۲۳/۰۵**	۰/۳۷**	۲۳/۱۲**	۰/۰۵**
آبیاری	۲	۲۵۳۳/۵۳**	۲۵۸/۰۳**	۳۶۸/۳۳**	۲۱۶۴/۰۸**	۴۴/۶۲**	۰/۰۳ ^{ns}	۱۰۱۴/۱۰۴**	۰/۰۱۱**
تنظیم‌کننده رشد	۱	۴۴۱**	۸۷/۱۱**	۸۹/۷۱**	۳۳۴/۸۹**	۷/۱**	۰ ^{ns}	۰/۰۱*	۰/۰۷**
خاک×آبیاری	۲	۱۸۶/۱۹**	۰/۰۸^{ns}	۱۷۴/۶۷**	۲۲/۳۱**	۳/۱۳**	۰/۰۱۶**	۱/۴۳**	۰/۰۰۳ ^{ns}
خاک×تنظیم‌کننده رشد	۱	۱۰۶/۷۸**	۰/۱۱^{ns}	۴۷/۳۱**	۰/۷۵^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰^{ns}	۰^{ns}	۰^{ns}
آبیاری×تنظیم‌کننده رشد	۲	۴۶/۰۸**	۱۴/۱۹**	۱/۵۵^{ns}	۶۰/۱۱**	۱/۰۲^{ns}	۰^{ns}	۰^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
خاک×آبیاری×تنظیم‌کننده رشد	۲	۲۳/۸۶^{ns}	۱۲/۰۲**	۰/۳۱^{ns}	۳۰/۵**	۱/۳۷^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}
خطای آزمایش		۸/۹۱	۱/۴۴	۲/۰۳	۴/۶۷	۰/۴۹	۰/۰۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در تیمارهای مختلف آبیاری*

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد طبق (عدد)	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	عملکرد دانه (گرم در بوته)	شاخص برداشت	میزان آب مصرفی (سانتی‌متر)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
آبیاری کامل	۵۲/۷^{a}	۱۳/۱^{a}	۲۹/۸^{a}	۵۴/۳^{a}	۸/۴^{a}	۰/۱۶^{a}	۳۲^{a}	۰/۲^{c}
آبیاری PRD با تیغه	۲۴/۲^{c}	۴/۲^{c}	۲۰/۳^{b}	۳۵/۷^{b}	۵/۹^{b}	۰/۱۶^{a}	۱۶^{b}	۰/۲۷^{a}
آبیاری PRD بدون تیغه	۳۳/۹^{b}	۶/۴^{b}	۲۰/۲^{b}	۲۸/۳^{c}	۴/۶^{c}	۰/۱۶^{a}	۱۶^{b}	۰/۲۲^{b}

*: در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۵. اثر متقابل بافت خاک و تیمار آبیاری بر پارامترهای اندازه‌گیری شده گلرنگ

تیمار	S_1T_1	S_1T_2	S_1T_3	S_2T_1	S_2T_2	S_2T_3
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	۴۵/۸^{b}	۱۸^{e}	۳۴/۲^{c}	۵۹/۷^{a}	۳۰/۳^{d}	۳۳/۷^{cd}
تعداد طبق (عدد)	۱۲/۶۷^{b}	۳/۳۳^{e}	۵/۶۷^{d}	۱۴^{a}	۵^{d}	۷/۱۷^{c}
وزن هزار دانه (گرم)	۱۸/۴۳^{d}	۱۴/۳۷^{f}	۱۶/۱^{e}	۴۱/۲۴^{a}	۲۶/۲۱^{b}	۲۴/۲۵^{c}
وزن خشک بوته (گرم)	۵۸/۹^{a}	۴۰/۷^{c}	۳۵/۴^{d}	۴۹/۸^{b}	۳۰/۸^{e}	۲۱/۲^{f}
عملکرد دانه (گرم در بوته)	۵/۴^{d}	۲/۵^{f}	۳/۶^{e}	۱۱/۵^{a}	۶/۸^{c}	۸/۱^{b}
شاخص برداشت	۰/۰۹^{c}	۰/۰۶^{d}	۰/۰۹^{c}	۰/۲۵^{b}	۰/۲۳^{b}	۰/۳۸^{a}
آب مصرفی (سانتی‌متر)	۳۰/۶^{b}	۱۵/۳^{d}	۱۵/۳^{d}	۳۳/۱^{a}	۱۶/۵^{c}	۱۶/۵^{c}
کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	۰/۱۳^{e}	۰/۱۷^{d}	۰/۱۲^{e}	۰/۲۶^{c}	۰/۳۷^{a}	۰/۳۱^{b}

میانگین‌هایی که در هر ردیف دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

بیشترین مقدار این پارامتر و تیمار $S_1T_2B_2$ با ۳ عدد طبق در بوته کمترین مقدار را داشتند. این تیمارها بیشترین ارتفاع گیاه را نیز داشتند.

۳. وزن هزار دانه

جدول ۳ نشان می‌دهد که روش آبیاری اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر وزن هزار دانه داشته است. مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه (جدول ۴) نشان می‌دهد که با تغییر مدیریت آبیاری از تیمار T_1 به T_2، وزن هزار دانه ۳۱/۹٪ کاهش یافت. کوچک‌تر بودن و یا چروکیدگی دانه‌ها به‌دلیل عدم دریافت آب کافی و ذخیره نشدن مواد پرورده در دانه‌ها موجب کاهش وزن آنها در تیمارهای T_2 و T_3 نسبت به تیمار T_1 گردیده است. با این‌که تیمارهای T_2 و T_3 هر دو به یک میزان آبیاری شدند و تفاوت آنها در وجود تیغه در تیمار T_2 و عدم وجود تیغه در تیمار T_3 بود، اما وزن هزار دانه تیمار T_3 نسبت به تیمار T_2 کاهش قابل توجهی نیافت. کاهش وزن هزار دانه در اثر خشکی توسط ابوالهاشم و مجومدار (۱) نیز گزارش شده است.

اثر متقابل تیمارها (جداول ۵، ۶ و ۷) نشان داد که تیمارهای S_2T_1، T_1B_1 و $S_2T_1B_1$ به‌ترتیب با ۴۱/۲۴، ۳۱/۶۴ و ۴۴/۱۳ گرم بیشترین وزن هزار دانه را داشتند. ملاحظه می‌گردد که آبیاری کامل به همراه محلول‌پاشی سالسیلات سدیم باعث افزایش وزن هزار دانه در بوته‌های گلرنگ کاشته شده در خاک لوم شنی گشته است.

۴. عملکرد دانه

جدول ۳ نشان می‌دهد که روش آبیاری اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر عملکرد دانه داشته است. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که با کاهش ۵۰ درصدی مصرف آب در تیمارهای T_2 و T_3 نسبت به تیمار T_1، عملکرد دانه به‌ترتیب ۳۰ و ۴۵/۲ درصد کاهش یافت. این کاهش مصرف آب بر اجزای عملکرد و در نتیجه بر عملکرد تأثیر منفی گذاشته است. گرچه مصرف ۵۰٪ کمتر آب آبیاری حائز اهمیت است، ولی باید جنبه اقتصادی کاهش عملکرد در تیمار T_2 نسبت به T_1 مد نظر قرار گیرد. حداکثر و حداقل مقدار عملکرد دانه به‌ترتیب در تیمار T_1 (۸/۴ گرم در بوته) و T_3 (۴/۶ گرم در بوته) مشاهده شد. اگرچه میزان آب مصرفی تیمارهای T_2 و T_3 یکسان بود، اما به‌دلیل عدم وجود تیغه در تیمار T_3، و کمتر بودن وزن هزار دانه تیمار T_3، عملکرد دانه آن نسبت به تیمار T_2 کاهشی در حدود ۲۲٪ را نشان داد.

اثر متقابل تیمارها (جداول ۵، ۶ و ۷) نشان داد که تیمارهای S_2T_1، T_1B_1 و $S_2T_1B_1$ به‌ترتیب با ۱۱/۵، ۹/۲ و ۱۱/۹ گرم در بوته بیشترین عملکرد دانه را داشتند. ملاحظه می‌گردد که

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

جدول ۶. اثر متقابل تنظیم‌کننده رشد و تیمار آبیاری بر پارامترهای اندازه‌گیری شده گلرنگ

تیمار	T_1B_1	T_1B_2	T_2B_1	T_2B_2	T_3B_1	T_3B_2
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	۵۶/۳^{a}	۴۹/۲^{b}	۲۵/۷^{de}	۲۲/۷^{e}	۳۹/۳^{c}	۲۸/۵^{d}
تعداد طبق (عدد)	۱۵/۵^{a}	۱۰/۶۷^{b}	۴/۵^{d}	۳/۸۳^{d}	۸/۳۳^{c}	۴/۵^{d}
وزن هزار دانه (گرم)	۳۱/۶۴^{a}	۲۸/۰۳^{b}	۲۱/۴۶^{c}	۱۹/۱۳^{d}	۲۱/۹۵^{c}	۱۸/۴۱^{d}
وزن خشک بوته (گرم)	۵۹/۱۵^{a}	۴۹/۵۳^{b}	۳۹/۵۵^{c}	۳۱/۹۴^{d}	۲۸/۷۹^{e}	۲۷/۷۲^{e}
عملکرد دانه (گرم در بوته)	۹/۲^{a}	۷/۶^{b}	۴/۹^{de}	۴/۴^{e}	۶/۱^{c}	۵/۵^{cd}
شاخص برداشت	۰/۱۹^{b}	۰/۱۶^{bc}	۰/۱۶^{c}	۰/۱۳^{bc}	۰/۲۵^{a}	۰/۲۴^{a}
آب مصرفی (سانتی‌متر)	۳۱/۸^{a}	۳۱/۸^{a}	۱۵/۹^{b}	۱۵/۹^{b}	۱۵/۹^{b}	۱۵/۹^{b}
کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	۰/۲۱^{d}	۰/۱۸^{e}	۰/۲۸^{a}	۰/۲۶^{b}	۰/۲۳^{c}	۰/۲۱^{d}

میانگین‌هایی که در هر ردیف دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۷. اثر متقابل آبیاری، خاک و تنظیم‌کننده رشد بر پارامترهای اندازه‌گیری شده گلرنگ

تیمار	$S_1T_1B_1$	$S_1T_1B_2$	$S_1T_2B_1$	$S_1T_2B_2$	S1T3B1	S1T3B2	$S_2T_1B_1$	$S_2T_1B_2$	$S_2T_2B_1$	$S_2T_2B_2$	$S_2T_3B_1$	$S_2T_3B_2$
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	۴۷/۳^{c}	۴۴/۳^{cd}	۱۹/۳^{h}	۱۶/۷^{h}	۳۶/۷^{e}	۳۱/۷^{ef}	۶۵/۳^{a}	۵۴^{b}	۳۲^{ef}	۲۸/۷^{fg}	۴۲^{d}	۲۵/۳^{g}
تعداد طبق (عدد)	۱۵/۶۷^{a}	۸/۶۷^{cd}	۳/۶۷^{fg}	۳^{g}	۶/۶۷^{de}	۴/۶۷^{efg}	۱۵/۳۳^{a}	۱۲/۶۷^{b}	۵/۳۳^{ef}	۴/۶۷^{efg}	۱۰/۰^{c}	۴/۳۳^{fg}
وزن هزار دانه (گرم)	۱۹/۱۴^{ef}	۱۷/۷۱^{fg}	۱۴/۵۱^{h}	۱۴/۲۳^{h}	۱۶/۵۵^{gh}	۱۵/۶۷^{gh}	۴۴/۱۳^{a}	۳۸/۳۴^{b}	۲۸/۴^{c}	۲۴/۰۲^{d}	۲۷/۳۴^{c}	۲۱/۱۶^{e}
وزن خشک بوته (گرم)	۶۵/۲۹^{a}	۵۲/۵۵^{b}	۴۲/۸۶^{c}	۳۸/۴۶^{d}	۳۵/۵^{d}	۳۵/۲^{d}	۵۳/۰^{b}	۴۶/۵۱^{c}	۳۶/۲۵^{d}	۲۵/۴۲^{e}	۲۲/۰۸^{ef}	۲۰/۲۶^{f}
عملکرد دانه (گرم در بوته)	۶/۵^{c}	۴/۱۴^{d}	۲/۷^{ef}	۲/۳^{f}	۳/۶^{de}	۳/۵^{de}	۱۱/۹^{a}	۱۱/۱^{a}	۷/۱^{c}	۴/۵^{c}	۸/۶^{b}	۷/۶^{bc}
شاخص برداشت	۰/۱۱^{e}	۰/۰۸^{ef}	۰/۰۶^{f}	۰/۰۶^{f}	۰/۱^{ef}	۰/۰۹^{ef}	۰/۲۶^{b}	۰/۲۳^{cd}	۰/۲^{d}	۰/۲۵^{c}	۰/۳۹^{a}	۰/۳۸^{a}
آب مصرفی (سانتی‌متر)	۳۰/۶۵^{b}	۳۰/۶۵^{b}	۱۵/۳۲^{d}	۱۵/۳۲^{d}	۱۵/۳۲^{d}	۱۵/۳۲^{d}	۳۳/۱^{a}	۳۳/۱^{a}	۱۶/۵^{c}	۱۶/۵^{c}	۱۶/۵^{c}	۱۶/۵^{c}
کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	۰/۱۶^{fg}	۰/۱^{i}	۰/۱۳^{gh}	۰/۱۱^{bi}	۰/۱۸^{f}	۰/۱۷^{d}	۰/۲۷^{de}	۰/۲۵^{e}	۰/۳۲^{bc}	۰/۲۹^{cd}	۰/۳۹^{a}	۰/۳۵^{b}

در هر ردیف، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

آبیاری کامل به همراه محلول‌پاشی سالسیلات سدیم باعث افزایش عملکرد در بوته‌های گلرنگ کاشته شده در خاک لوم شنی گشته است.

۵. وزن خشک بوته

جدول ۳ نشان می‌دهد که روش آبیاری بر وزن خشک بوته اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشته است. مقایسه میانگین‌های وزن خشک بوته (جدول ۴) نشان می‌دهد که با تغییر مدیریت آبیاری از تیمار T_1 به T_2، وزن خشک بوته از ۵۴/۳ به ۳۵/۷ گرم رسید؛ یعنی کاهشی در حدود ۳۴/۲٪ داشته است. دلیل این کاهش را نمی‌توان به اثر مستقیم کم‌آبیاری و یا تنظیم‌کننده ارتباط داد. کاهش دانسیته قسمت‌های هوایی، کم شدن تعداد طبق و شاخه‌های جانبی در اثر اعمال آبیاری می‌تواند در این مورد مؤثر باشد. عدم وجود تیغه، وزن خشک بوته را از ۳۵/۷ گرم در تیمار T_2 به ۲۸/۲۶ گرم در تیمار T_3 رسانید که نشان‌دهنده حدود ۲۰/۹٪ کاهش است.

۶. شاخص برداشت

جدول ۳ نشان می‌دهد که روش آبیاری اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشته است. مقایسه میانگین‌های شاخص برداشت (جدول ۴) نشان می‌دهد که با کاهش ۵۰ درصدی میزان آب آبیاری در تیمارهای T_2 و T_3 نسبت به تیمار T_1، تفاوت معنی‌داری برای این صفت مشاهده نشد. ابوالهاشم و مجومدار (۱) نشان دادند که شاخص برداشت کلزا در تیمارهای مختلف تنش رطوبتی به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار نگرفت.

اثر متقابل تیمارها (جداول ۵، ۶ و ۷) نشان داد که تیمارهای S_2T_3، T_3B_1 و $S_2T_3B_1$ به‌ترتیب با ۰/۳۸، ۰/۲۵ و ۰/۳۹ بیشترین شاخص برداشت را داشتند. ملاحظه می‌گردد که آبیاری PRD به همراه محلول‌پاشی سالسیلات سدیم باعث افزایش شاخص برداشت در بوته‌های گلرنگ کاشته شده در خاک لوم شنی گشته است.

۷. آب مصرفی

جدول ۳ نشان می‌دهد که میزان آب مصرفی در سطح ۱٪ تحت تأثیر روش آبیاری قرار گرفته است. مقایسه میانگین‌های میزان آب مصرفی (جدول ۴) نشان می‌دهد که میزان آب مصرفی در تیمارهای T_1، T_2 و T_3 به‌ترتیب برابر با ۳۲ سانتی‌متر (۴۲/۲۴ لیتر)، ۱۶ سانتی‌متر (۲۱/۱۲ لیتر)و ۱۶ سانتی‌متر (۲۱/۱۲ لیتر) است. تیمار T_1 به‌دلیل مصرف آب بیشتر، از رشد رویشی و عملکرد بالاتری نسبت به تیمارهای T_2 و T_3 برخوردار است. با وجود این‌که تیمارهای T_2 و T_3 آب یکسانی دریافت نمودند، اما عملکرد تیمار T_2 نسبت به تیمار T_3 بالاتر بود. این افزایش رشد و عملکرد، ناشی از وجود تیغه در خاک تیمار T_2 است که باعث شد آب در پروفیل خاک به‌صورت عمقی حرکت کند و در نتیجه ریشه‌های گیاهانی که در یک طرف جعبه آبیاری شدند آب به اندازه کافی در اختیار داشتند. اما در تیمار T_3، آب در کل خاک جعبه پخش شد و در نتیجه همه ریشه‌ها آب کافی دریافت نکردند.

۸. کارایی مصرف آب

جدول ۳ نشان می‌دهد که روش آبیاری اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر کارایی مصرف آب داشته است. بازده استفاده از آب به ازای واحد آب مصرف شده در تیمار T_2 نسبت به تیمار T_1 به اندازه ۲۵/۹٪ افزایش داشت. هم‌چنین کارایی مصرف آب در تیمار T_3 نسبت به تیمار T_2 حدود ۱۸/۵٪ کاهش داشته است (جدول ۴) که دلیل آن کمتر بودن عملکرد تیمار T_3 نسبت به تیمار T_2 است.

اثر متقابل تیمارها (جداول ۵، ۶ و ۷) نشان داد که تیمارهای S_2T_2، T_2B_1 و $S_2T_3B_1$ به‌ترتیب با ۰/۳۷، ۰/۲۸ و ۰/۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین کارایی مصرف آب را داشتند. ملاحظه می‌گردد که آبیاری PRD به همراه محلول‌پاشی سالسیلات سدیم باعث افزایش کارایی مصرف آب در بوته‌های گلرنگ کاشته شده در خاک لوم شنی گشته است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

ب) بررسی صفات اندازه‌گیری شده برای تیمارهای بافت خاک

۱. تعداد طبق

در جدول ۳ مشاهده می‌شود که بافت خاک اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر تعداد طبق داشته است. مقایسه میانگین‌های تعداد طبق (جدول ۸) نشان می‌دهد که بیشترین تعداد طبق مربوط به تیمار خاک لوم شنی (۸/۷ عدد) و کمترین تعداد طبق مربوط به تیمار خاک لوم رسی (۷ عدد) بود.

۲. عملکرد دانه

جدول ۳ نشان می‌دهد که بافت خاک اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر عملکرد دانه داشته است. مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه (جدول ۸) نشان می‌دهد بیشترین و کمترین عملکرد (به‌ترتیب ۸/۸ و ۳/۸ گرم در بوته) مربوط به تیمارهای خاک لوم شنی و لوم رسی بود. رشد بهتر ریشه‌ها و جذب آب و مواد غذایی بیشتر در خاک لوم شنی دلیل این افزایش عملکرد می‌باشد.

۳. کارایی مصرف آب

در جدول ۳ مشاهده می‌شود که بافت خاک اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر کارایی مصرف آب (WUE) داشته است. مقایسه میانگین‌های کارایی مصرف آب (جدول ۸) نشان می‌دهد بافت خاک لوم شنی با تولید ۰/۳۱ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب مصرفی، WUE بیشتری نسبت به خاک لوم رسی (۰/۳۱ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب) داشت.

ج) بررسی برخی صفات اندازه‌گیری شده برای تیمار تنظیم‌کننده رشد

۱. تعداد طبق

جدول ۳ نشان می‌دهد که محلول‌پاشی برگ‌ها با سالسیلات سدیم اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر تعداد طبق داشته است. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۹) نشان می‌دهد که تعداد طبق در تیمار B_1 (با محلول‌پاشی)، ۹/۴ عدد ودر تیمار B_2 (بدون محلول‌پاشی)، ۶/۳ عدد است. بنابراین پاشیدن سالسیلات سدیم بر برگ گیاهان تعداد طبق را حدود ۳۳٪ افزایش داد.

۲. کارایی مصرف آب

جدول ۳ نشان می‌دهد که محلول‌پاشی سالسیلات سدیم اثر معنی‌داری در سطح ۱٪ بر کارایی مصرف آب داشته است. مقایسه میانگین‌های کارایی مصرف آب (جدول ۹) نشان می‌دهد که پاشیدن سالسیلات سدیم روی برگ گیاهان گلرنگ، کارایی مصرف آب را از ۰/۲۱ در تیمار B_2 به ۰/۲۴ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار B_1 رسانید. دلیل این امر عملکرد بیشتر گیاه تحت محلول‌پاشی سالسیلات سدیم است. نتایج مشابهی مبنی بر افزایش کارایی مصرف آب در اثر اعمال مواد تنظیم‌کننده توسط اودا و همکاران (۲۱) گزارش شده است.

د) آثار مورفولوژیک کم‌آبیاری و تنظیم‌کننده رشد در گلرنگ

آثار کم‌آبیاری به روش PRD و اعمال تثبیت‌کننده در عملکرد، اجزای عملکرد و صفات گیاهی بروز نموده است. به‌دلیل راست بودن ریشه‌های گلرنگ (۲۶ و ۳۰)، اعمال تیمارهای PRD از مرحله ۵ برگی انجام شد. در تیمارهایی که PRD بدون تیغه اعمال شد، در مقایسه با تیمارهایی که PRD با تیغه انجام شد، بوته‌ها کوچک‌تر و محصول کمتر بود. در تیمارهای آبیاری، ظهور جوانه‌های گل‌ها همزمان نبود. تیمارهای PRD بدون تیغه زودتر از بقیه تیمارها به گل رفتند. پس از برداشت گیاهان، با بررسی ریشه‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری مشاهده شد گیاهانی که آب آبیاری کامل در اختیار آنها قرار گرفت، دارای ریشه‌های با توزیع تقریباً یکسان در دو طرف جعبه و با گسترش عرضی بیشتر بودند. میانگین طول ریشه برای تیمار آبیاری کامل در خاک لوم شنی طبق شکل (۱- الف) و در خاک لوم رسی طبق شکل (۲- الف) به‌ترتیب ۵۰ و ۴۸ سانتی‌متر بود.

در تیمارهای PRD با تیغه، ریشه‌ها نازک‌تر بودند. میانگین طول ریشه برای تیمارهای PRD با تیغه در خاک لوم شنی طبق

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

جدول ۸. مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در دو خاک مختلف*

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد طبق (عدد)	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	عملکرد (گرم در بوته)	شاخص برداشت	آب مصرفی (سانتی‌متر)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
لوم شنی	۴۱/۲^{a}	۸/۷^{a}	۳۰/۶^{a}	۳۳/۹^{b}	۸/۸^{a}	۰/۳^{a}	۲۲^{a}	۰/۳۱^{b}
لوم رسی	۳۲/۷^{b}	۷^{b}	۱۶/۳^{b}	۴۵^{a}	۳/۸^{b}	۰/۰۸^{b}	۲۰/۴^{b}	۰/۱۴^{a}

*: میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۹. میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ برای تیمارهای تنظیم‌کننده رشد و شاهد*

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد طبق (عدد)	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	عملکرد دانه (گرم در بوته)	شاخص برداشت	آب مصرفی (سانتی‌متر)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
با تثبیت‌کننده (B_1)	۴۰/۴^{a}	۹/۴^{a}	۲۵/۰^{a}	۴۲/۵^{a}	۶/۷^{a}	۰/۱۸^{a}	۲۱/۲^{a}	۰/۲۴^{a}
بدون تثبیت‌کننده (B_2)	۳۳/۴^{b}	۶/۳^{b}	۲۱/۸^{b}	۳۶/۴^{b}	۵/۹^{b}	۰/۱۸^{a}	۲۱/۲^{a}	۰/۲۱^{b}

*: میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

الف) آبیاری کامل

ب) آبیاری PRD با تیغه

ج) آبیاری PRD بدون تیغه

شکل ۱. رشد و توزیع ریشه در خاک لوم شنی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

الف) آبیاری کامل

ب) آبیاری PRD با تیغه

ج) آبیاری PRD بدون تیغه

شکل ۲. رشد و توزیع ریشه در خاک لوم رسی

شکل (۱- ب) و در خاک لوم رسی طبق شکل (۲- ب) به‌ترتیب ۴۰ و ۳۸ سانتی‌متر بود. شاید اگر محدودیت ابعاد جعبه‌های آزمایش نبود، رشد طولی ریشه‌ها بیشتر از آن چیزی بود که در این آزمایش اندازه‌گیری شده است.

در تیمارهای PRD بدون تیغه ریشه‌ها عمیق بودند. میانگین طول ریشه برای تیمارهای PRD بدون تیغه در خاک لوم شنی طبق شکل (۱- ج) و در خاک لوم رسی طبق شکل (۲- ج) به‌ترتیب ۴۸ و ۴۵ سانتی‌متر بود. به‌دلیل عدم وجود تیغه، ریشه‌ها گسترش عرضی زیادی داشتند و به همین دلیل طول کلی ریشه‌ها بیشتر از تیمار با تیغه بود.

اعمال تنظیم‌کننده رشد (سالسیلات سدیم) روی تیمارها قبل از مرحله گل‌دهی و یک هفته بعد از گل‌دهی انجام شد. تیمارهایی که روی آنها سالسیلات سدیم پاشیده شده بود زودتر به گل رفتند و دارای عملکرد بیشتری نسبت به تیمارهایی بودند که سالسیلات سدیم روی آنها پاشیده نشده بود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، اثر روش آبیاری PRD و محلول‌پاشی سالسیلات سدیم بر رشد، عملکرد و مصرف آب گلرنگ در دوخاک با بافت مختلف بررسی گردید. نتایج به‌دست آمده نشان داد که روش PRD باعث کاهش ارتفاع گیاه، تعداد طبق، وزن هزار دانه، وزن خشک بوته، عملکرد دانه، شاخص برداشت و میزان آب مصرفی شد. اما بازده استفاده از آب با تغییر روش آبیاری از آبیاری کامل به PRD افزایش داشت. کارایی مصرف آب در تیمار PRD بدون تیغه نسبت به تیمار PRD با تیغه کاهش یافت. عملکرد دانه و رشد ریشه‌ها در خاک لوم شنی بیشتر از خاک لوم رسی بود. ترکیب آبیاری کامل و خاک شنی و محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد بیشترین ارتفاع گیاه و عملکرد دانه را ایجاد کرد. گیاهانی که آب آبیاری به‌طور کامل در اختیار آنها قرار گرفت دارای ریشه‌های با توزیع تقریباً یکسان در دو طرف تیغه وسط جعبه‌ها و با گسترش عرضی بیشتر بودند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

کاربرد تنظیم‌کننده رشد تحت مدیریت‌های آبیاری T_1، T_2 و T_3 افزایش کارایی مصرف آب نسبت به حالت بدون محلول‌پاشی را در بر داشت. به‌طورکلی، آبیاری به روش PRD به همراه محلول‌پاشی بوته‌ها با سالسیلات سدیم باعث افزایش کارایی مصرف آب (به‌دلیل مصرف آب نصف تیمار آبیاری کامل) در بوته‌های گلرنگ کاشته شده در خاک لوم شنی گشته است.

سپاسگزاری

از مسئولین مالی و پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌دلیل حمایت‌های بی‌دریغشان از اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Abulhashem, M. N. and A. Majumdar. 1998. Drought stress on seed yield, yield attributes, growth, cell number stability and gas exchange of synthesized brassica napus. *Crop Science* 180: 129-136.
2. Anonymous. 2012. Approaches for edible oils. Science Management System, Available at: http://www.bsmt.ir. Last edition, February 2012. (In Farsi).
3. Box, J. E., W. H. Sletten and J. H. Kyle. 1963. Effect of soil moisture, temperature and fertility on yield and quality of irrigated potatoes in Southern Plains. *Agronomy Journal* 55: 492-494.
4. Dajue, L. and H. H. Mundel. 1996. Safflower (C*arthamus tinctorius* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 7. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
5. De la Hera, M. L., P. Romero, E. G. Plaza and A. Martinez. 2007. Is partial root zone drying an effective irrigation technique to improve water use efficiency and fruit quality in field grown wine grapes under semiarid condition. *Agricultural Water Management* 87: 261-274.
6. English, M. and S. N. Raja. 1996. Perspectives on deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 32: 1-14.
7. Falkenmark, M. 1989. The massive water scarcity threatening Africa-why isn't it being addressed. *Ambio* 18(2): 112-118.
8. FAO. 2003. World Agriculture: Towards 2015/2030. Publication Ltd., London, 432 p.
9. Gorantiwar, S. D. and I. K. Smout. 2005. Multilevel approach for optimizing land and water resources and irrigation deliveries for tertiary units in large irrigation schemes. II. Application. *ASCE, Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 131: 254-263.
10. Hashemi Dezfuli, A. 1994. Growth and yield of safflower as affected by drought stress. *Crop Research* 7: 313-319.
11. Hayashi, H. and K. Hanada. 1985. Effect of soil water deficit on seed yield and yield components of safflower. *Crop Science* 54: 346-352.
12. Heidari Sharif Abad, H. 2004. Water Absorption and Transpiration. National Committee on Agricultural Aridity and Drought, 194 p. (In Farsi).
13. Intrigliolo, D. S. and J. R. Castel. 2009. Response of *vitis vinifera* cv. "tempranillo" to partial root zone drying in the field water relation, growth, yield and fruit wine quality. *Agricultural Water Management* 96: 282-292.
14. Izzo, N., M. F. Quartacci and R. Izzo. 1990. Water stress induced change in protein and free amino acid in field grown maize and safflower. *Plant Physiology and Biochemistry* 28: 531-537.
15. Kang, S. Z., Z. S. Liang, W. Hub and J. Zhang. 1998. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root divided maize plants. *Agricultural Water Management* 38: 69-76.
16. Kazempour, S. and M. Tajbakhsh. 2002. Effects of some antitranspirants on vegetative characteristics, yield and yield components of corn under limited irrigation. *Iranian Journal of Agricultural Science* 33: 205-211. (In Farsi).
17. Khaledi, H. 2003. Recognition and productivity of agricultural water for water and food security of Iran. Proc. of the 11th Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, pp. 657-674. (In Farsi).
18. Kirda, C. 2000. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. FAO Corporate Document Repository, Water Reports 22.
19. Liu, F., R. Song, X. Zhang, A. Shahnazari, M. N. Andersen, F. Plauborg, S. E. Jacobsen and C. R. Jensen. 2008. Measurement and modeling of ABA signaling in potato during partial root zone drying. *Environmental and Experimental Botany* 63: 385-391.
20. Meidanshahi, M. 2010. Effect of partial root zone drying with sodium salicylate on yield and water use efficiency of tomato, soybean and safflower. MSc. Thesis, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, 144 p.
21. Ouda, S. A., T. El-Mesiry and M. S. Gaballah. 2007. Effect of using stabilizing agents on increasing yield and water use efficiency in barley grown under water stress. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 1: 571-577.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]

22. Oweis, T., H. Zhang and M. Pala. 2000. Water use efficiency of rainfed and irrigated bread wheat in Mediterranean environment. *Agronomy Journal* 29: 231-238.
23. Patel, N. C. and Z. G. Patel. 1993. Performance of safflower under different irrigation scheduling in south Gujarat. *Annals in Agricultural Research* 14: 109-110.
24. Pirmoradian, N., A. R. Sepaskhah and M. Mafton. 2003. Effects of deficit irrigation and nitrogen on water use efficiency of rice. Proc. of the 11th Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, pp. 261-271. (In Farsi).
25. Sabzalian, M. R., G. Saeidi and A. Mirlohi. 2008. Oil content and fatty acid composition in seeds of three safflower species. *Journal of American Chemical Society* 85: 717-721.
26. Sayyad, Gh., M. Afyuni, S.F. Mousavi, K.C. Abbaspour, B.K. Richards, and R. Schulin. 2010. Transport of Cd, Cu, Pb and Zn in a calcareous soil under wheat and safflower cultivation – a column study. *Geoderma* 154: 311-320.
27. Soltani Gerdefaramarzi, S., S. F. Mousavi and B. Mostafazadeh-Fard. 2009. Effects of PRD on nutrient content, dry matter, harvest index and root distribution in canola (*Brassica napus* L.) under greenhouse conditions. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 3(1): 81-89.
28. Srinivasa Prasad A., N. V. Umamahesh and G. K. Viswanath. 2006. Optimal irrigation planning under water scarcity. *ASCE, Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 132: 228-237.
29. Yazdi Samadi, B. 1978. Investigation of drought resistance of Iranian and foreign safflower cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Science* 2: 6-11.(In Farsi).
30. Zainali, E. 2001. Safflower. Tehran University Press. (In Farsi).
31. Zhou, Q., S. Kang, F. Li and L. Zhang. 2008. Comparison of dynamic and static APRI-models to simulate soil water dynamic in vineyard over the growing season under alternate partial root zone drip irrigation. *Agricultural Water Management* 95: 767-775.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-11-25]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.3.4]