نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۳۱۵-۳۰۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 2, Summer 2016, P. 303-315
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلولپاشی اسپرمیدین بر برخی خصوصیات کمی و کیفی اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز (*Cuminum cyminum*)

سارا باختری[۱]- غلامرضا خواجویی نژاد[۲]- قاسم محمدی نژاد[۳]- روح اله مرادی[۴*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۰۹

چکیده

به منظور بررسی تاثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلولپاشی توسط اسپرمیدین بر برخی صفات اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز آزمایشی بصورت کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال زراعی ۱۳۹۳ – ۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (آبیاری کامل و قطع آبیاری در شروع مرحله گلدهی) به‌عنوان فاکتور اصلی، محلولپاشی توسط اسپرمیدین در ۳ سطح (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) بعنوان فاکتور فرعی و اکوتیپ زیره در ۳ سطح (کرمان، خراسان و اصفهان) به‌عنوان فاکتور فرعی فرعی بود. نتایج نشان داد که به استثنای تعداد شاخه فرعی و چتر در بوته دیگر صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمار قطع آبیاری قرار گرفتند. قطع آبیاری در مرحله گلدهی زیره سبز باعث کاهش تعداد دانه در چتر، بوته میری، عملکرد تک بوته و عملکرد دانه شد. در حالی‌که، صفات شاخص برداشت، درصد و عملکرد اسانس و محتوی پرولین در تیمار قطع آبیاری بیشتر از آبیاری کامل بود. به دلیل تعداد زیاد بوته از بین رفته در شرایط آبیاری کامل، میزان کاهش عملکرد دانه در هکتار تحت تاثیر تیمار قطع آبیاری بسیار کمتر از تک بوته بود. به‌طوری‌که، قطع آبیاری باعث کاهش ۵۸ و ۱۵ درصدی عملکرد دانه به ترتیب در بوته و هکتار نسبت به شرایط شاهد شد. در کلیه صفات مورد بررسی، اکوتیپ خراسان و کرمان نسبت به اکوتیپ اصفهان برتری نشان دادند. بیشترین میزان اسانس (۱۴/۹۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلولپاشی یک میلی‌مولار و برای اکوتیپ خراسان حاصل شد و کمترین میزان این صفت (۶/۸۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار عدم محلولپاشی برای اکوتیپ اصفهان بدست آمد. هیچ یک از صفات مورد بررسی تحت تاثیر محلولپاشی اسپرمیدین قرار نگرفت و بطور کلی، دو اکوتیپ کرمان و خراسان با توجه به واکنش مناسب‌تر به قطع آبیاری از پتانسیل بالاتری جهت کشت در شرایط آب و هوایی کرمان برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پلیآمین، پرولین، تنش خشکی، گیاه دارویی

مقدمه

یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و صادراتی کشور زیره سبز (*Cuminum cyminum*) می‌باشد. این گیاه در حال حاضر در استان‌های خراسان، یزد، اصفهان و کرمان کشت شده و سال به سال بر اهمیت و سطح زیر کشت آن افزوده می شود (۳۴). دانه‌های زیره سبز حاوی مقادیر بالایی کاروتن، آهن و ترکیبات ثانوی مهم و دارویی است که در طب سنتی و نوین به عنوان آنتی‌اکسیدان و ضد نفخ مورد استفاده قرار می‌گیرد و در درمان اسهال، سوء هاضمه، سردرد، سرماخوردگی، تب، زخم دهان و گلو و ... مؤثر است (۲۴). صرف نظر از ارزش اقتصادی زیره سبز، این گیاه قابل تطابق با روش‌های کشت ارگانیک می‌باشد (۳۱). یکی از مهم‌ترین موانع تولید مطلوب زیره سبز، خصوصاً در سال‌های پر باران ابتلای آن به بیماری‌های گیاهی می‌باشد. بیماری‌های بوته میری، سوختگی برگ و سفیدک سطحی زیره سبز که بترتیب عامل این سه بیماری *Fusarium oxysporum*، *Alternaria burnsii* و *Erysiphe polygoni* می‌باشند، جزء بیماری‌های مهم زیره سبز در نیا می‌باشند (۲۰). از بین این سه بیماری، تنها دو بیماری بوته میری و سوختگی برگ در ایران اهمیت داشته و خسارت زیادی به این محصول وارد می‌کند (۱۶). گزارش شده است که شرایط مطلوب برای گسترش بیماری بوته میری زیره سبز گرما به همراه رطوبت مناسب می‌باشد (۲۰). مشاهدات نشان می‌دهد که دوره رشد زایشی زیره سبز در کشت بهاره متناسب با درجه حرارت بالاتر و رطوبت کافی می‌باشد، که خود

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۴- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*-نویسنده مسئول: Email: r.moradi@uk.ac.ir)

می‌تواند از مهم‌ترین دلایل آلودگی بیشتر کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه باشد. اوج این بیماری در مرحله گلدهی زیره سبز بوده و از آنجائیکه عوامل بیماری به راحتی توسط آبیاری منتقل می‌شوند، آبیاری شدت این بیماری‌ها را افزایش می‌دهد (۳۲).

حدود یک سوم کره زمین را مناطق خشک و نیمه خشک در بر می‌گیرد که وسعت این مناطق بیش از ۴۵ میلیون کیلومتر مربع تخمین زده شده است. وسعت مناطق خشک و نیمه خشک در ایران بیش از ۱/۵ میلیون کیلومتر مربع است (۱). گیاهان درطی رشد خود با تنش‌های متعدد محیطی مواجه می‌شوند، هریک ازاین تنش‌ها می توانند بسته به میزان حساسیت و مرحله رشد گونه گیاهی، اثرات متفاوتی بر رشد، متابولیسم و عملکرد آن‌ها داشته باشند. تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می‌شود. در بین تنش‌های غیرزنده، خشکی مهم‌ترین تنشی است که باعث کاهش عملکرد در محصولاتی می‌شود که به صورت دائم یا دوره‌ای در معرض آن قرار می‌گیرند (۸). کاهش میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه‌ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پرکردن دانه و کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها از مهم‌ترین اثرات خشکی بر گیاهان است (۱۸).

بسیاری از گیاهان برای مقاومت در برابر تنش خشکی و شوری ترکیبات اسمولیت را سنتز می‌کنند (۲۵). از جمله اسمولیت‌ها می‌توان به پرولین، بتائین و پلی‌آمین‌ها اشاره نمود (۲۸). پلی‌آمین‌ها، پلی کاتیون‌های مهمی هستند که معمولاً در گیاهان به شکل دی آمین (پوترسین)، تری آمین (اسپرمیدین) و تتراآمین (اسپرمین) یافت می‌شوند (۲۹). این مواد در دامنه وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله رشد و نمو گیاهان، تحریک تقسیم سلولی، سنتز DNA و پروتئین‌ها، کنترل ریشه‌زایی و واکنش به تنش‌های محیطی مانند سرما، گرما، خشکی و شوری نقش ایفا می‌کنند (۱۹).

گزارشات متعددی در مورد نقش پلی‌آمین‌ها در کاهش اثرات ناشی از تنش وجود دارد. به‌عنوان مثال، گزارش شده است که محلولپاشی اسپرمیدین بر روی گیاهچه‌های برنج قرار گرفته در معرض تنش شوری، موجب کاهش آسیب به غشا و افزایش مقاومت به تنش شوری این گیاه شد (۳۳).

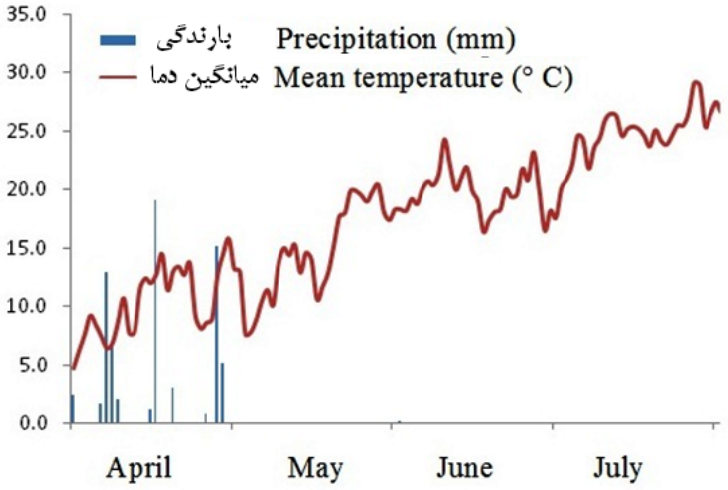
با توجه به کمبود منابع آب و موقعیت اقلیمی کشور که اکثر مناطق آن در ناحیه خشک و نیمه خشک قرار گرفته، اتخاذ روش‌های قطع آبیاری با هدف افزایش کارایی مصرف آب و استفاده بهینه از منابع آب امری ضروری و اجتناب ناپذیر است (۱۸). ازطرفی، مبارزه شیمیایی با بیماری‌های خاکزاد علاوه بر هزینه زیاد و کارایی کم، ممکن است سبب مقاومت قارچ‌های بیماری‌زا نیز بشود. به این دلیل مبارزه اکولوژیک با این عوامل به عنوان یک راه چاره و روش جایگزین مطرح و از اهداف مهم کشاورزی پایدار می‌باشد (۳۷).

بنابراین، هدف از این آزمایش بررسی تاثیر قطع آبیاری در شروع مرحله گلدهی زیره سبز و همچنین محلولپاشی اسپرمیدین بر برخی صفات اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز شامل اکوتیپ‌های کرمان، خراسان و اصفهان در منطقه کرمان بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر کاربرد پلی آمینِ اسپرمیدین بر برخی خصوصیات کمی و کیفی اکوتیپ‌های مختلف گیاه زیره سبز تحت تاثیر تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت اسپلیت اسپلیت پلات در پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۰۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۷۵۶ متری از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۲ – ۱۳۹۳ اجرا شد. با توجه به تقسیم‌بندی آمبرژه، این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل می‌باشد. میزان بارندگی و میانگین دمای روزانه برای دوره رشد زیره سبز در منطقه مورد آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (آبیاری کامل و قطع آبیاری در شروع مرحله گلدهی) به‌عنوان فاکتور اصلی، محلولپاشی توسط اسپرمیدین در ۳ سطح (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) به‌عنوان فاکتور فرعی و اکوتیپ زیره در ۳ سطح (کرمان، خراسان و اصفهان) به‌عنوان فاکتور فرعی فرعی بود. اسپرمیدین ساخت شرکت مرک آلمان بصورت مایع با ترکیب شیمیایی $C_7H_{19}N_3$ از شرکت شیمی دانش آزما تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. اکوتیپ‌های مورد نظر از محل انبار بذر آزمایشگاه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان تهیه شد.

کاشت در هفتم اسفند ماه سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. بدین منظور، کرت‌هایی به ابعاد ۳×۵ متر مربع ایجاد شد. در هر کرت ۶ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی متراز یکدیگر ایجاد شده و بذور زیره سبز در عمق ۴-۳ سانتی‌متر کاشته شد. فاصله بین کرت‌های اصلی (آبیاری) در هر بلوک ۲ متر و بین کرت‌های فرعی و فرعی فرعی ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر ۱۰ روز یکبار به‌صورت کرتی صورت گرفت. برای حصول تراکم مناسب، گیاهان با رسیدن به ارتفاع ۵ سانتی‌متر تنک شد. تراکم اعمال شده برای کلیه اکوتیپ‌های زیره سبز ۱۲۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. مبارزه با علف هرز توسط وجین دستی در ۳ نوبت انجام شد.



شکل ۱- میزان بارندگی و میانگین دمای روزانه برای منطقه کرمان در طول فصل رشد زیره

Figure 1- Precipitation and Mean temperature at growth stage of cumin in Kerman

جدول۱- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of the studied soil field

بافت خاک Texture	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH
لوم Loam	0.08	32.80	122	3.36	7.42

برای اعمال تیمار آبیاری، در تیمار عدم تنش آبیاری تا مرحله رسیدگی هر ۱۰ روز یکبار ادامه یافت و در تیمار تنش، از شروع مرحله گلدهی (۲۵ اردیبهشت) که مطابق با شروع نمود بیماری بوته میری زیره سبز نیز می‌باشد، آبیاری قطع شد. محلولپاشی توسط اسپرمیدین در غلظت‌های مذکور در سه نوبت (بعد از تنک، قبل از گلدهی و اواسط گلدهی) در ساعت ۹ صبح صورت گرفت. قبل از برداشت (۱۷ خرداد) تعداد ۵ بوته انتخاب و صفاتی از قبیل تعداد شاخه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و عملکرد بوته مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین عملکرد نهایی در هر کرت دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف شد و باقیمانده به عنوان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه تعیین شد. جهت تعیین میزان بوته میری نیز، قبل از برداشت تعداد بوته‌های از بین رفته در هر کرت (۱۲ متر مربع) شمارش شد و میزان بوته میری برای هر کرت گزارش شد.

مقدار ۵۰ گرم از دانه تولید شده در هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و توسط دستگاه کلونجر با استفاده از روش تقطیر با آب، اسانس آن اندازه گیری شد. به این منظور هر نمونه ابتدا کاملاً آسیاب شده و سپس درون بالن یک لیتری ریخته شده و ۷۵ میلی لیتر آب به آن اضافه شد. سپس، به مدت ۴ ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد (۱۱) و پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم با استفاده از روش (۱۳)، درصد و عملکرد اسانس تعیین شد. بدین ترتیب درصد و عملکرد اسانس اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری پرولین از روش بیتس و همکاران (۶) استفاده شد. بدین‌منظور، ۰/۰۲گرم از بافت فریز شده گیاه (ساقه و برگ) در ۱۰ میلی‌لیتر محلول ۳ درصد سولفوسالیسیلیک اسید سائیده و عصاره حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در۵۰۰۰ گرم سانتریفیوژ شد. سپس ۲ میلی‌لیتر از مایع رویی را با ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر استیک اسید خالص مخلوط کرده و به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حمام آب گرم قرار دادیم. سپس بلافاصله لوله‌های محتوی مخلوط در حمام یخ سرد شد. سپس ۴ میلی‌لیتر تولوئن به مخلوط اضافه و لوله‌ها به خوبی تکان داده شد. میزان جذب لایه رنگی فوقانی که حاوی تولوئن و پرولین می‌باشد در ۵۲۰ نانومترتوسط دستگاه اسپکتروفوتومتر تعیین شد و برای محاسبه مقدار پرولین از منحنی استاندارد پرولین استفاده شد و نتایج بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر گزارش شد.

داده‌های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده، توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد جهت مقایسه میانگین استفاده شد. رسم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

شاخه جانبی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) به جزء اثر تیمار اکوتیپکه برای این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار گردید، سایر تیمارهای مورد بررسی از لحاظ آماری تاثیر معنی داری بر این صفت نداشتند. عدم تاثیر معنی‌دار اسپرمیدین بر خصوصیات رشد زیره سبز احتمالا به دلیل عدم واکنش‌پذیری این گیاه از هورمون مذکور می‌باشد. بنظر می‌رسد، از آنجایی‌که تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی گیاه زیره سبز انجام گرفت که در این مرحله تعداد شاخه جانبی گیاه شکل گرفته بودند، این صفت تحت تاثیر تیمار تنش آبی قرار نگرفت. مقایسه میانگین بین اکوتیپ‌های مختلف از لحاظ صفت تعداد شاخه فرعی نشان داد که بیشترین میانگین تعداد شاخه فرعی (۶/۰۳) مربوط به اکوتیپ خراسان و کمترین میزان این صفت (۴/۹۳) در اکوتیپ اصفهان مشاهده شد (جدول ۴). مقدار این صفت برای اکوتیپ کرمان نیز برابر ۵/۸۳ بدست آمد.

در مورد اکوتیپ نیز بنظر می‌رسد دلیل تفاوت در تعداد شاخه جانبی منشاء ژنتیکی داشته باشد. البته علینیان و رزمجو (۳) گزارش کردند که برای زیره سبز وجود تعداد شاخه فرعی بیشتر در برخی ژنوتیپ‌ها علاوه بر این‌که می‌تواند منشاء ژنتیکی داشته باشد، می‌تواند بیانگر سازگاری آن ژنوتیپ به شرایط آب هوایی آن منطقه نیز باشد.

تعداد چتر در بوته

اثر ساده اکوتیپ بر تعداد چتر زیره سبز در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که بالاترین میانگین تعداد چتر با میزان ۲۰/۹۲ در اکوتیپ خراسان بدست آمد که نسبت به اکوتیپ کرمان دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری نبود ولی هردو این اکوتیپ‌ها با اکوتیپ اصفهان اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). این موضوع خود می‌تواند پتانسیل بالاتر اکوتیپ کرمان و خراسان را نسبت به اکوتیپ اصفهان نشان دهد. سایر اثرات ساده و متقابل برای این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول ۲).

بنظر می‌رسد با توجه به رشد محدود بودن زیره سبز، همانند تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد چتر نیز به دلیل اعمال تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی که تعداد چتر شکل گرفته بود، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف قطع آبیاری مشاهده نشد. ولی بطور کلی، تعداد چتر درگیاه به میزان رشد رویشی گیاه بستگی داشته وکاهش رشد رویشی در اثر تنش ایجاد شده قبل از گلدهی منجر به کاهش تعداد چتر درگیاه خواهد شد.

تعداد دانه در چتر

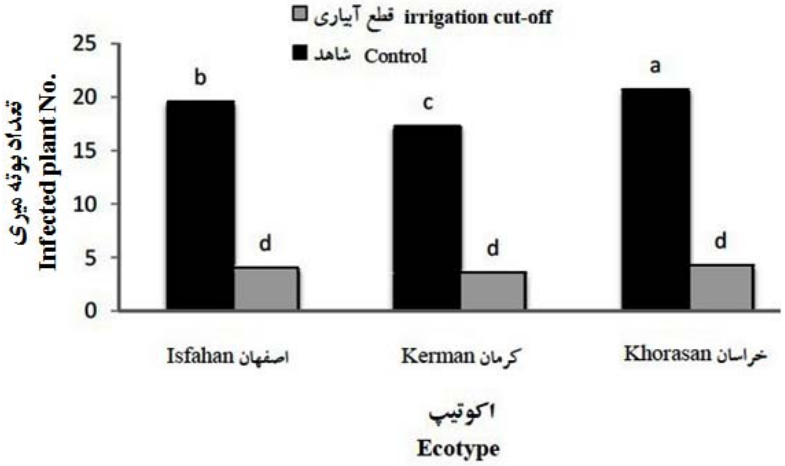
اثرات ساده قطع آبیاری و اکوتیپ برای صفت تعداد دانه در چتر در سطح یک درصد معنی‌دار گردیدند، ولی سایر اثرات مورد بررسی معنی دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که بالاترین میانگین تعداد دانه در چتر در تیمار آبیاری کامل بدست آمد که نسبت به تیمار قطع آبیاری دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری بود (جدول ۳). بطوری‌که، تیمار قطع آبیاری باعث کاهش ۲۱ درصدی تعداد دانه در چتر شد. به نظر می‌رسد، قطع آبیاری در مرحله گلدهی زیره سبز که هنوز دانه‌ای تشکیل نشده است، منجر به کاهش فتوسنتز گیاه و به تبع آن کاهش مواد فتوسنتزی موجود برای تشکیل دانه شده است و گیاه برای سازگاری با این شرایط تعداد دانه خود را کاهش داده است. کاهش تعداد و یا وزن دانه از راهبردهای گیاه در زمان مواجه با تنش خشکی می‌باشد (۱۸). همچنین، مقایسه میانگین بین اکوتیپ‌های مختلف از لحاظ صفت تعداد دانه در چتر نشان داد که بیشترین میانگین تعداد دانه در چتر (۱۱/۵۴) مربوط به اکوتیپ کرمان بود. این مقدار برای اکوتیپ‌های خراسان و اصفهان به ترتیب برابر ۱۰/۹۳و ۹/۶۲ دانه در چتر بدست آمد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با یکدیگر داشتند (جدول ۴).

بوته میری

از بین اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و اکوتیپ بر روی بوته میری زیره سبز در سطح یک درصد تاثیر معنی داری دارا بودند و این صفت تحت تاثیر اثرات ساده محلولپاشی قرار نگرفت (جدول۲). میانگین تعداد بوته‌های از بین رفته در هر کرت (۱۲ متر مربع) در تیمار آبیاری کامل حدود ۱۹ عدد و در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی حدود ۴ عدد بود (جدول ۳). این نشان دهنده نقش مثبت و معنی دار قطع آبیاری در مرحله گلدهی بر میزان آلودگی مزرعه به بوته میری بود. گزارش شده است که شرایط مطلوب برای گسترش بیماری بوته میری زیره سبز گرما به همراه رطوبت می‌باشد. اوج این بیماری در مرحله گلدهی زیره سبز بوده و از آنجائی‌که عوامل بیماری بوته میری خاکزاد بوده و به راحتی توسط آبیاری منتقل می‌شوند (۳۲)، آبیاری شدت این بیماری‌ها را افزایش می‌دهد. زیره سبز به بیماری بوته میری در مرحله گلدهی مخصوصاً در شرایط آب و هوایی مرطوب و گرم حساس می‌باشد. بنابراین، بنظر می‌رسد آبیاری در زمان گلدهی این گیاه، شرایط را برای رشد بیشتر و همچنین انتقال سریع‌تر این بیماری فراهم نموده و باعث افزایش بوته‌های ازبین رفته نسبت به تیمار قطع آبیاری شده است. علی‌زاده (۴) نیز به ابتلاء بوته‌ها به بیماری در اثر آبیاری اشاره کرده است. در آزمایش حاضر نیز تیمار آبیاری کامل سبب افزایش بوته میری شد.

اکوتیپ کرمان و خراسان به ترتیب کمترین (۱۰/۴۱ عدد) و بیشترین (۱۲/۴۹ عدد) میزان بوته میری را نشان دادند (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد اکوتیپ خراسان نسبت به دو اکوتیپ دیگر از حساسیت بالاتری نسبت به بیماری بوته میری برخوردار باشد.

از بین اثرات متقابل دوگانه و سه گانه، تنها برهمکنش قطع آبیاری در اکوتیپ برای صفت بوته میری در سطح یک درصد معنی‌دار گردید و دیگر اثرات متقابل تاثیر معنی داری بر این صفت دارا نبودند (جدول ۲). با توجه به شکل۲ می‌توان دریافت که بالاترین میانگین بوته میری در هر یک از اکوتیپ‌های بررسی شده مربوط به تیمار عدم قطع آبیاری (شاهد) بود. هم در شرایط آبیاری کامل و هم قطع آبیاری میزان بوته میری در اکوتیپ خراسان بالاتر از اصفهان و آن هم بالاتر از کرمان بود.



شکل ۲- اثر متقابل آبیاری ×اکوتیپ‌های مورد بررسی زیره سبز از لحاظ تعدادبوته میری در هر کرت (۱۲ مترمربع)
حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد ندارند

Figure 2- The interaction effect of Irrigation ×ecotype on damping off infected plants in each plot.
The same letters are not significantly different by LSD test ($p< 0.05$)

وزن دانه در تک بوته

با توجه به جدول ۲ (تجزیه واریانس) اثرات ساده قطع آبیاری و اکوتیپ و اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد برای صفت وزن دانه دروزن دانه درتک بوته معنی‌دار گردید. ولی، سایر اثرات ساده و متقابل از لحاظ آماری معنی‌دار نشد. با بررسی مقایسه میانگین بین سطوح مختلف تیمار آبیاری برای این صفت (جدول ۳) مشخص می‌شود که با اعمال قطع آبیاری، وزن دانه درتک بوته نیز کاهش معنی داری یافته است. به‌طوری‌که، وزن دانه درتک بوته برای شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری به ترتیب برابر با ۰/۶۵ و ۰/۴۱ گرم بود. به‌عبارتی، قطع آبیاری در مرحله گلدهی زیره سبز باعث کاهش حدود ۵۸ درصدی وزن دانه در تک بوته این گیاه شد. از آنجایی‌که وزن دانه در تک بوته برآیندی از تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه می‌باشد، بنظر می‌رسد متناسب با کاهش تعداد دانه در بوته و همچنین وزن هزار دانه در شرایط تنش خشکی، عملکرد دانه در تک بوته نیز در این شرایط کاهش یافته است. کمبود آب بر فعالیت انبساط سلولی توسط تغییرات فیزیکی و متابولیکی اثر گذاشته و باعث کاهش تورژسانس سلولی می شود، در نتیجه منجر به کاهش سطح برگ شده و باعث جلوگیری از جذب نور، افت فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود (۲۷).

مقایسه بین اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز نشان داد که بین اکوتیپ‌های خراسان و کرمان اختلاف معنی داری از لحاظ وزن دانه در تک بوته وجود نداشت. در حالی که، میزان این صفت در اکوتیپ اصفهان به‌طور معنی‌داری پایین تر از دو اکوتیپ ذکر شده بود (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد، میزان وزن دانه در بوته برای اکوتیپ‌های مورد بررسی نیز متناسب با تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر بود.

مقایسه میانگین انجام شده در مورد اثر متقابل قطع آبیاری و اکوتیپ بر وزن دانه در تک بوته نشان داد که در هر سه اکوتیپ مورد بررسی با اعمال قطع آبیاری میانگین صفت مورد بررسی کاهش یافت (شکل ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو سطح آبیاری بررسی شده، اکوتیپ‌های کرمان و خراسان دارای برتری معنی‌داری از لحاظ آماری نسبت به اکوتیپ اصفهان بودند.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز تحت تیمارهای مختلف آبیاری و محلول‌پاشی

Table 2- ANOVA of measured traits of various ecotype of cuminas affected by irrigation and foliar application treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Means of squares								
		شاخه فرعی No. branch	تعداد چتر /بوته Umbels /plant	تعداد دانه /چتر Seeds /umbel	بوته میری damping off infected plants	وزن دانه /بوته Seed weight /plant	عملکرد دانه /هکتار Seed yield /ha	شاخص برداشت Harvest index	اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield	پرولین Proline
بلوک Block	2	0.03 ns	3.84 ns	0.426 ns	1.45 ns	0.0012 ns	520.8 ns	18.38*	0.002 ns	0.925 ns	8.88 ns
آبیاری (A) Irrigation	1	0.002 ns	3.38 ns	54.44**	31.19**	0.735**	55697**	124**	1.11**	3.03*	92.33**
خطای اول Errore 1	2	0.25	1.07	0.873	1.86	0.003	235	3.53	0.046	1.98	6.44
اسپرمیدین spermidine (B)	2	0.003 ns	1.05 ns	1.13 ns	0.751 ns	0.003 ns	1930 ns	0.16 ns	0.002 ns	1.17 ns	0.003 ns
A×B	2	0.035 ns	1.35 ns	0.068 ns	6.91**	0.001 ns	897 ns	1.67 ns	0.004 ns	0.862 ns	0.003 ns
خطای دوم Errore 2	4	0.06	3.08	0.390	0.514	0.004	3310	3.21	0.024	0.323	0.002
اکوتیپ (C) Ecotype	2	6.15**	80.71**	17.21**	20.21**	0.414**	287039**	1.89 ns	0.463**	284.3**	0.56**
A×C	2	0.032 ns	0.381 ns	0.039 ns	8.75**	0.025**	3028*	0.26 ns	0.007 ns	1.80 ns	0.0005 ns
B×C	4	0.033 ns	1.64 ns	0.277 ns	0.961 ns	0.002 ns	2349 ns	2.38 ns	0.004 ns	2.11*	0.009*
A×B×C	4	0.115 ns	0.541 ns	0.341 ns	0.417 ns	0.003 ns	71.20 ns	2.53 ns	0.010 ns	0.275 ns	0.007 ns
خطای سوم Errore 3	28	0.050	3.18	0.399	0.517	0.004	902	9.72	0.032	0.582	0.003

ns و **، * به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند.

ns = non significant. * = Significant at 5% level. ** = Significant at 1% level

جدول۳- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف آبیاری در مورد صفات اندازه‌گیری شدهزیره سبز

Table 3- Mean comparison of different irrigation treatments based on cumin measured traits

آبیاری	دانه /چتر Seeds /umbel	تعداد بوته میری/کرت Damping off infected plants /plot	وزن دانه /بوته Seed weight /plant (g)	عملکرددانه Seed yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)	اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Essential oil yield (Kg/ha)	پرولین Proline (mg/g FW)
شاهد Control	11.70 a	19.17 a	0.65 a	484.5 a	42.28 b	2.53 b	12.42 a	2.32 b
قطع آبیاری Irrigation cut-off	9.69 b	3.97 b	0.41 b	420.3 b	45.31 a	2.82 a	11.94 b	4.94 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد ندارند.

Column means with the same letter are not significantly different by LSD test ($p< 0.05$)

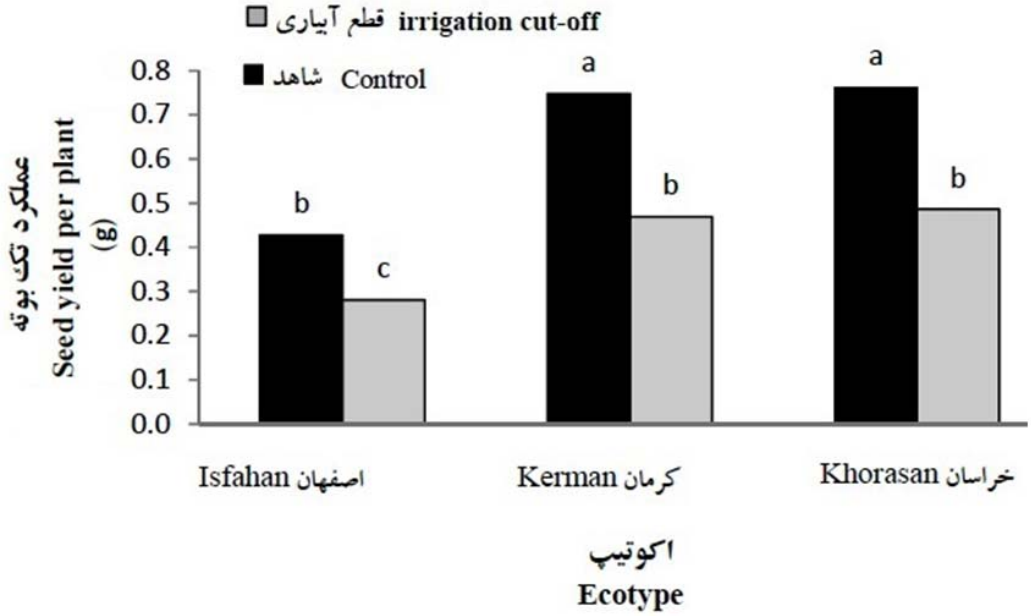
جدول٤- مقایسه میانگین بین اکوتیپ‌های زیره سبز در مورد صفات اندازه گیری شده

Table 4- Mean comparison of various ecotypes of cuminbased on measured traits

اکوتیپ Ecotype	شاخه فرعی No. branch	تعداد چتر /بوته Umbels /plant	تعداد دانه /چتر Seeds /umbel	تعداد بوته میری/کرت Damping off infected plants /plot	وزن دانه /بوته Seed weight /plant (g)	عملکرددانه Seed yield (kg/ha)	اسانس Essential oil (%)	عملکرداسانس Essential oil yield (Kg/ha)	پرولین Proline (mg/g FW)
کرمان Kerman	5.83 b	20.02 a	11.54 a	10.41 c	0.61 a	525.3 a	2.76 a	14.45 a	3.74 a
اصفهان Isfahan	4.93 c	16.88 b	9.62 c	11.80 b	0.35 b	306.6 b	2.49 b	7.59 b	3.43 b
خراسان Khorasan	6.03 a	20.92 a	10.93 b	12.49 a	0.62 a	525.3 a	2.77 a	14.50 a	3.72 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Column means with the same letter are not significantly different by LSD test ($p< 0.05$)



شکل ۳- اثر متقابل آبیاری ×اکوتیپ بروزن دانه درتک بوته

حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Figure 3- The interaction effect of Irrigation ×ecotype on seed weight per plant
The same letters are not significantly different by LSD test ($p< 0.05$)

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده قطع آبیاری و اکوتیپ در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد برای عملکرد دانه معنی‌دار گردیدند. ولی، سایر اثرات ساده و متقابل برای این صفت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲).

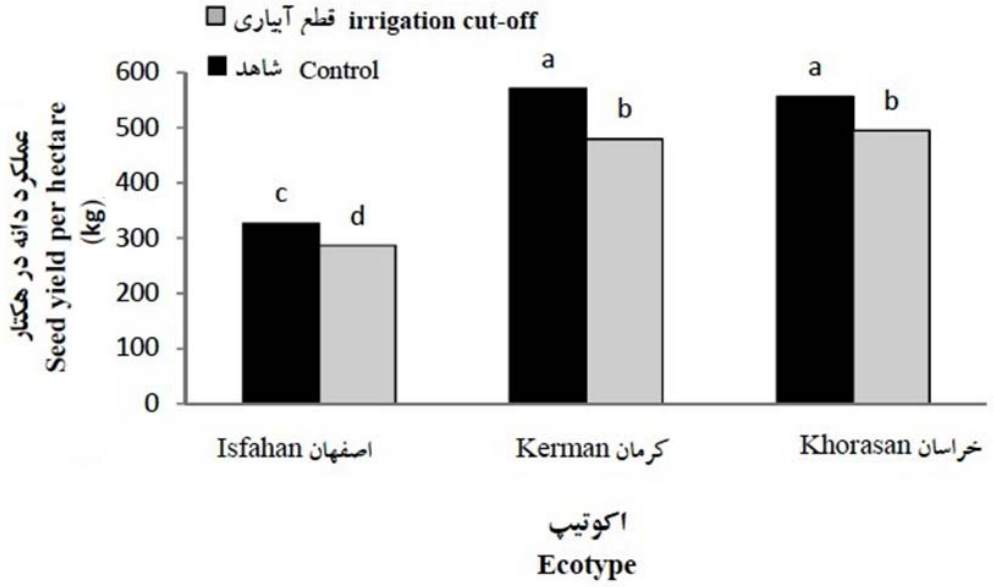
مقایسه میانگین بین تیمار قطع آبیاری و شاهد از لحاظ تعداد دانه در بوته در جدول ۳ نشان داده شده است. گیاهان رشد کرده در شرایط عدم قطع آبیاری (شاهد) دارای عملکرد دانه در هکتار بیشتری در مقایسه با گیاهان رشد یافته در شرایط قطع آبیاری بودند که این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار بود. نکته قابل توجه این است که کاهش عملکرد دانه در هکتار با اعمال تنش خشکی نسبت به آبیاری کامل حدود ۱۵ درصد بود. حال اگر این مقدار با میزان کاهش عملکرد تک بوته (۵۸ درصد) مقایسه شود (جدول ۳)، به‌خوبی نشان می‌دهد که درصد کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی برای تک بوته بسیار بیشتر از کاهش عملکرد در هکتار بوده است. این موضوع خود نقش مثبت قطع آبیاری در کنترل بوته میری را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که، با این‌که قطع آبیاری باعث کاهش ۵۸ درصدی عملکرد تک بوته شده است. ولی، به دلیل اثر مثبت قطع آبیاری در جلوگیری از انتقال بوته میری و در نتیجه کاهش تعداد بوته از بین رفته در این شرایط نسبت به آبیاری کامل، سبب شده است که میزان کاهش عملکرد در هکتار بسیار کمتر باشد و بعبارتی کنترل بیماری و کاهش تعداد بوته‌های از بین رفته در شرایط تنش خشکی، میزان کاهش ناشی از تنش خشکی را تا حدود زیادی تعدیل نماید. بعبارتی، مقایسه عملکرد در بوته و هکتار خود نقش مثبت قطع آبیاری را بر عملکرد کل نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین بین سطوح فاکتور تیمار اکوتیپ نیز نشان داد که بیشترین و کمترین میزان تعداد دانه در بوته به ترتیب با میانگین‌های ۲۳۱/۲ و ۱۶۲/۹۱ مربوط به اکوتیپ‌های کرمان و اصفهان بود که دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با یکدیگر بودند (جدول ۴).

عملکرد تابعی است از اجزاء مختلفی که می‌توانند شامل تعداد گیاه در واحد سطح، تولید ماده خشک، تعداد دانه و اندازه بذر باشند. خشکی در واقع با محدود کردن تعداد دانه، روی عملکرد تأثیر می‌گذارد و این محدودیت یا از طریق تأثیر روی مقدار ماده خشک تولید شده در زمان گلدهی و یا از طریق اثر مستقیم روی دانه گرده یا تخمک اعمال می‌گردد. خشکی همچنین با محدود کردن فراهمی مواد فتوسنتزی موجب کاهش سرعت پر شدن دانه، اندازه دانه و در نتیجه عملکرد دانه می‌شود (۵). کشاورز و همکاران (۱۷) گزارش نمودند که تنش خشکی در مرحله ۵۰ درصد خوشه دهی، عملکرد دانه ارقام جو را تحت تاثیر قرار داده و در مرحله پر شدن دانه باعث کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه گردید.

بررسی اثر متقابل آبیاری و اکوتیپ نیز نشان داد که در هر سه اکوتیپ مورد بررسی، عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری بطور معنی داری کمتر از آبیاری کامل بود (شکل ۴). در شرایط آبیاری کامل اکوتیپ خراسان و در قطع آبیاری اکوتیپ کرمان بیشترین عملکرد

دانه در هکتار را دارا بودند. این می‌تواند نشان دهنده ثبات عملکرد بیشتر اکوتیپ کرمان نسبت به خراسان در شرایط تنش آبی در منطقه کرمان باشد.



شکل ٤- اثر متقابل آبیاری ×اکوتیپ بر عملکرد دانه در هکتار

حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Figure 4- The interaction effect of Irrigation ×ecotype on seed yield per hectare

The same letters are not significantly different by LSD test ($p< 0.05$)

شاخص برداشت

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) به جزء اثر تیمار قطع آبیاریکه برای این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار گردید سایر اثرات مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار نگردیدند. مقایسه میانگین بین دو سطح تیمار آبیاریاز لحاظ شاخص برداشت نشان داد که بیشترین میانگین شاخص برداشت (۴۵/۳۱) مربوط به تیمار قطع آبیاری بود در حالی که این مقدار برای تیمار عدم قطع آبیاری (شاهد) برابر ۴۲/۲۸ بدست آمد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با یکدیگر داشتند (جدول ۳). بالا بودن میزان شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی می‌تواند نشان دهنده این مطلب باشد که زیره سبز در شرایط مواجه با خشکی، مواد غذایی را بیشتر به سمت دانه‌ها منتقل می کند و این امر باعث افزایش کمتر رشد اندام هوایی نسبت به وزن دانه شده است. این موضوع خود منجر به بهبود شاخص برداشت در شرایط قطع آبیاری شده است.

یکی از امتیازات برجسته زیره سبز نسبت به بسیاری از گیاهان زراعی بالا بودن شاخص برداشت آن است. کوچک بودن اندازه بوته، رشته ای بودن برگ‌ها، در اولویت قرار گرفتن اختصاص مواد به دانه درحال پرشدن، قرار گرفتن دانه‌ها در بالاترین قسمت گیاه و انجام فتوسنتز توسط دانه‌ها می‌توانند دلایل بالا بودن ضریب برداشت این گیاه باشند (۲۳). گزارش شده است که گیاهان هنگامی‌که در معرض تنش قرار می‌گیرند با صادر کردن سیگنال‌هایی به تمام قسمت‌ها روند پیری زودرس را در پی خواهند گرفت بدین صورت که با کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به سایر قسمت‌ها، تمام انرژی خود را معطوف به مقصدهای فیزیولوژیک خواهد کرد در نتیجه از رشد گیاه کاسته شده و بر ذخیره مقصدها افزوده می‌گردد. در پی چنین مکانیسمیضریب برداشت یا همان شاخص برداشت افزایش می‌یابد (۱۵).

درصد اسانس

اثرات ساده قطع آبیاری و اکوتیپ برای صفت درصد اسانس در سطح یک درصد معنی‌دار گردیدند ولی سایر اثرات مورد بررسی معنی دار نگردیدند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که بالاترین میانگین درصد اسانس با میزان ۲/۸۲ از تیمار قطع آبیاری بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری بود (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین بین اکوتیپ‌های مختلف از لحاظ درصد اسانس نشان داد که بیشترین میانگین درصد اسانس (۲/۷۷) مربوط به اکوتیپ خراسان بود که با درصد اسانس بدست آمده از اکوتیپ کرمان (۲/۷۶) اختلاف معنی‌داری نداشت. در حالی‌که، این مقدار برای اکوتیپ اصفهان برابر ۲/۴۹ بدست آمد که اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با دو اکوتیپ

دیگر داشت (جدول ۴). از آنجایی‌که، اسانس‌ها جزئی ازمتابولیت‌های ثانویه‌ی گیاهی هستند وگیاه معمولاً در هنگام دریافت تنش محیطی میزان این مواد را در اندام خود افزایش می‌دهد (۲۲)، در آزمایش حاضر نیز بنظر می‌رسد قرار گرفتن گیاه در شرایط تنش خشکی باعث افزایش درصد اسانس شده است. رحیمی (۳۰) گزارش نمود که تغییر دور آبیاری از ۵ به ۱۱ روز باعث افزایش حدود ۱۹ درصدی اسانس گیاه زیره سبز شد.

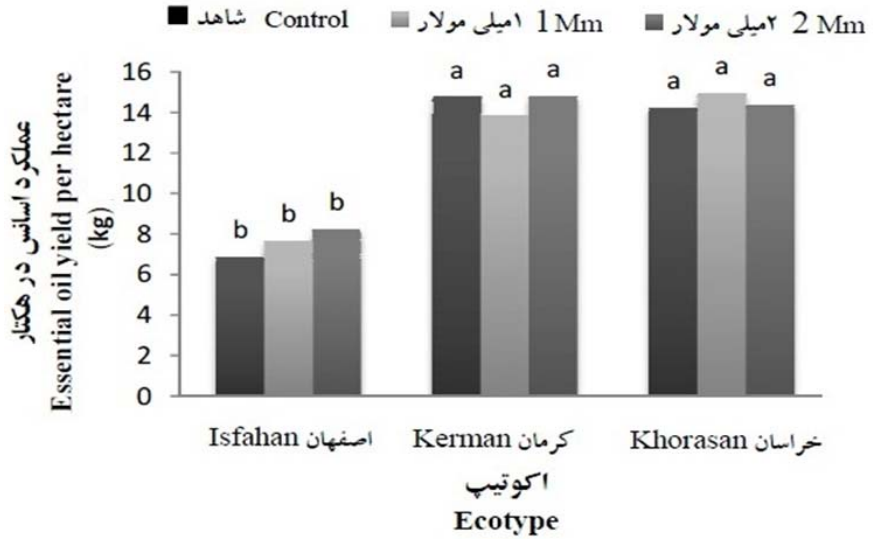
فرزانه و همکاران (۱۲) اظهار داشتند که با وجود تاثیر عوامل محیطی به ویژه شرایط تنش زا بر تولید متابولیت‌های ثانویه درگیاهان دارویی، کمیت وکیفیت این مواد بشدت تحت کنترل عوامل ژنتیکی گیاه می‌باشند.هاشمیان و همکاران (۱۴) با بررسی میزان اسانس زیره سبز در ۱۱ اکوتیپ بومی مورد کشت و کار در شمال شرق کشور تایید نمودند که درصد اسانس در اکوتیپ‌های مذکور در دامنه ۱/۳۶ تا ۲/۲۰ درصد متفاوت بود. ایشان اظهار داشتند که بنظر می‌رسد محتوی اسانس بذر گیاه زیره سبز بیش از هر عاملی تحت تاثیر ژنتیک این گیاه باشد.

عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین تیمارهای مورد بررسی اثرات ساده آبیاری (در سطح ۵ درصد) و اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز (در سطح ۱ درصد) تاثیر معنی داری بر عملکرد اسانس زیره سبز دارا بودند و این صفت تحت تاثیر معنی دار تیمار محلولپاشی قرار نگرفت (جدول ۲). از بین اثرات متقابل تنها برهمکنش محلولپاشی توسط اسپرمیدین با اکوتیپ‌های مختلف زیره سبز در سطح احتمال ۵ درصد تاثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد اسانس نشان دادند (جدول ۲).

نتایج نشان داد که قطع آبیاری در مرحله گلدهی منجر به کاهش معنی دار عملکرد اسانس زیره سبز نسبت به شرایط عدم قطع آبیاری شد. میزان این صفت در تیمار شاهد حدود چهار درصد بیشتر از تیمار قطع آبیاری بود (جدول ۳).مقایسه سه اکوتیپ بررسی شده از لحاظ عملکرد اسانس نشان داد که اکوتیپ‌های خراسان و کرمان بیشترین میانگین این صفت را دارا بودند که در عین حال تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل اسپرمیدین در اکوتیپ نشان داد که بین غلظت‌های مختلف اسپرمیدین در هر یک از اکوتیپ‌های بررسی شده تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری وجود ندارد ولی در عین حال عملکرد اسانس اکوتیپ اصفهان در تمام غلظت‌ها به طور معنی‌داری کمتر از دو اکوتیپ دیگر بود (شکل ۵).

عملکرد اسانس برآیندی از درصد اسانس و عملکرد دانه می‌باشد (۳۶). بتاآیب و همکاران (۷) گزارش نمودند که تنش آبی با این‌که باعث افزایش درصد اسانس زیره سبز شد ولی به دلیل کاهش میزان عملکرد دانه در تیمار کم آبی، میزان عملکرد اسانس در این شرایط نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش معنی داری نشان داد. احمدیان و همکاران (۲) نیز با بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و کمیت اسانس گیاه بابونه آلمانی گزارش نمودند که کاهش میزان آب باعث کاهش معنی دار عملکرد گل و افزایش معنی‌دار درصد اسانس این گیاه نسبت به شرایط آبیاری بصورت کامل شد. ایشان تاکید نمودند که با کاهش درصد ظرفیت زراعی میزان عملکرد اسانس نیز مطابق با عملکرد گل کاهش نشان داد.



شکل ۵- اثر متقابل اسپرمیدین × اکوتیپ برعملکرد اسانس

حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد ندارند

Figure 5- The interaction effect of spermidin ×ecotype on essential oil yield

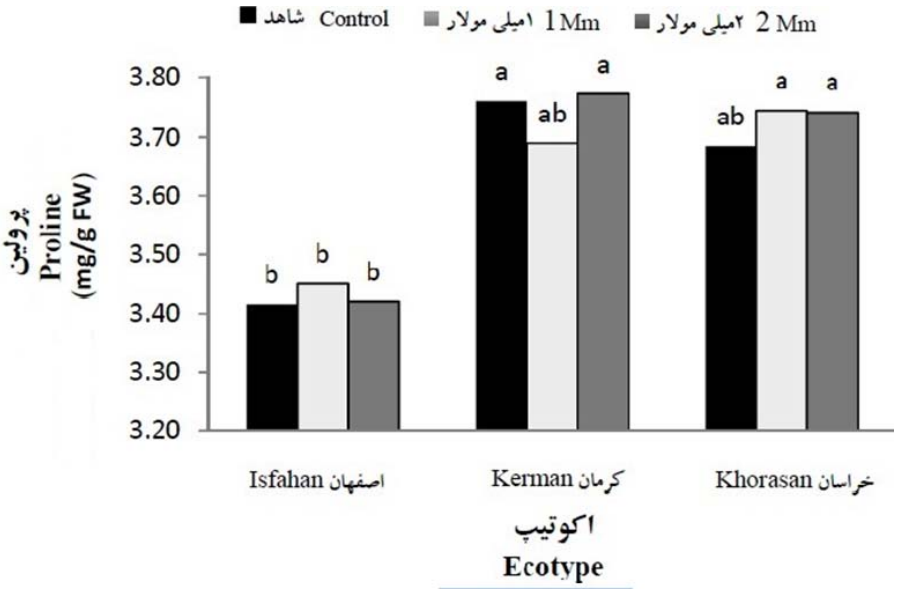
The same letters are not significantly different by LSD test ($p< 0.05$)

محتوای پرولین

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر ساده قطع آبیاری بر روی محتوای پرولین زیره سبز در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین برای این صفت نشان داد که بالاترین میانگین محتوای پرولین از تیمار قطع آبیاری بدست آمد که نسبت به تیمار آبیاری کامل دارای اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری بود (جدول ۳).

اثر تیمار اکوتیپ برای این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین بین اکوتیپ‌های مختلف از لحاظ محتوای پرولین نشان داد که بیشترین میانگین محتوای پرولین مربوط به اکوتیپ کرمان بود در حالی که با اکوتیپ خراسان اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری نداشتند و کمترین محتوای پرولین برای اکوتیپ اصفهان ثبت شد (جدول۴).

اثر متقابل اسپرمیدین در اکوتیپ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برای این اثر متقابل نشان داد که بیشترین محتوای پرولین از اکوتیپ کرمان همراه با محلول‌پاشی ۲ میلی‌مولار اسپرمیدین بدست آمده است و کمترین آن مربوط به همین غلظت در اکوتیپ اصفهان بوده است (شکل ۶). همچنین، اکوتیپ‌های کرمان و خراسان در اکثر غلظت‌های استفاده شده نسبه به اکوتیپ اصفهان برتری معنی‌داری از لحاظ محتوای پرولین داشته‌اند. از طرفی، نتایج نشان داد که در اکوتیپ اصفهان سطح یک میلی‌مولار اسپرمیدین، در اکوتیپ کرمان سطح دو میلی‌مولار و در اکوتیپ خراسان سطح یک میلی‌مولار اسپرمیدین دارای بیشترین محتوی پرولین بودند.



شکل ٦- اثر متقابل اسپرمیدین ×اکوتیپ برمحتوای پرولین
حرف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ٥درصد ندارند
Figure 6- The interaction effect of spermidin ×ecotype on proline contents
The same letters are not significantly different by LSD test ($p< 0.05$)

افزایش غلظت پرولین، عمومی‌ترین عکس‌العملی است که به محض کمبود آب یا کاهش پتانسیل اسمزی نه تنها در گیاهان بلکه در جلبک‌ها، باکتری‌ها، بی مهرگان دریایی و پروتوزوآها مشاهده شده است (۹). به نظر می رسد پرولین در بسیاری از گونه‌های گیاهی و در بسیاری از تنش‌ها از قبیل خشکی، شوری، دما و شدت نور زیاد تجمع می‌یابد (۱۰).

القای سنتز پرولیناز نخستین پاسخ‌های گیاه به تنش‌های محیطی محسوب می‌شود. دربین آمینواسیدها، پرولین حساسیت بیشتری به تنش‌های محیطی نشان می دهد. افزایش پرولین باعث سازش بیشتر سلول باشرایط تنش وحفاظت ازآنزیم‌های سیتوزول وساختارهای سلولی می‌شود. پرولین نقش‌های متعددی مانند تنظیم pH سلول، پایدارکردن پروتیین، محافظت در برابرسرما و تنظیم پتانسیل ردوکس دارد (۲۱).تجمع پرولین رابطه مثبت و مستقیم با افزایش مقاومت به کم آبی در تنش‌های کم‌آبی و شوری ایجادشده درگیاهان دارد (۳۵)که ما نیز به همین نتیجه دست یافتیم و شکل ۶ افزایش معنی‌دارمقدار پرولین درگیاهان تحت تنش آبی را نشان میدهد.گزارش

مشابهی نیزدر مورد تنش کم آبی روی گیاهان گندم، ذرت و برنج وجود دارد و مشخص شده است که تجمع پرولین در سیتوپلاسم مانند یک اسموتیکوم در حفاظت ساختمان ماکرومولکول‌ها در محیطی که تعادل یونی آن بهم خورده عمل می‌کند (۲۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که اکثر صفات اندازه‌گیری شده به جزء تعداد شاخه فرعی و تعداد چتر به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمار آبیاری قرار گرفتند. بر طبق این نتایج تیمار قطع آبیاری جزء در مورد شاخص برداشت، درصد اسانس و محتوای پرولین در سایر صفات از میانگین کمتری برخوردار بود. تیمار قطع آبیاری باعث افزایش درصد و کاهش عملکرد اسانس نسبت به شرایط آبیاری کامل شد. یکی از تاثیرات مهم قطع آبیاری در گیاه زیره سبز، کاهش چشمگیر بوته میری بود که به دلیل قطع آبیاری و به دنبال آن عدم انتقال قارچ عامل بیماری از طریق آب آبیاری بود. محلولپاشی توسط اسپرمیدین تاثیر معنی‌داری بر هیچ یک از صفات مورد بررسی نداشت. کلیه صفات مورد بررسی به جز شاخص برداشت، از تیمار اکوتیپ تاثیر معنی داری پذیرفت. نتایج نشان داد که در اکثر صفات بین اکوتیپ‌های کرمان و خراسان تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و بیشترین میانگین صفات مربوط به این دو اکوتیپ بوده است و مقدار صفات در اکوتیپ اصفهان کمتر از دو اکوتیپ کرمان و خراسان بود. بنابراین، با توجه به بحران کمبود آب در استان کرمان، می‌توان از اکوتیپ‌های کرمان و خراسان در شرایط قطع آبیاری استفاده کرد.

منابع

1- Abolhassani M., Lakzian A., Haghnia Gh., and Sarcheshme-poor M. 2006. Inoculation of alfalfa with Synorhizobium melliluni of resister to drought and slat stress in water deficit condition in greenhouse. Iranian Field Crop Research, 4: 183-195. (Persian with English Summary).
2- Ahmadian A., Ghanbari A., and Siahsar B. 2011. Effect of drought stress and chemicals and organic fertilizers on yield and yield components of *Matricaria chamomilla* L. Journal of Agroecology, 3:383-395. (Persian with English Summary).
3- Alinian S., and Razmjoo J. 2014. Phenological, yield, essential oil yield and oil content of cumin accessions as affected by irrigation regimes. Industrial Crops and Products, 54:167–174.
4- Alizadeh A., Tavoosi M., Imanlo M., and Nassiri M. 2004. Effect of irrigation regimes on yield and yield components of cumin. Journal of Iranian Field Crop Research, 2: 1-10. (Persian with English Summary).
5- Assefa T., Beebe S., Rao I.M., Cuasquer J.B., Duque M.C., Rivera M., Battisti A., and Lucchin M. 2013. Pod harvest index as a selection criterion to improve drought resistance in white pea bean. Field Crops Research, 148:24–33.
6- Bates L.S., Waldern R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39:205-207.
7- Bettaieb I., Knioua S., Hamrouni I., Limam F., and Marzouk B. 2011. Water-Deficit Impact on Fatty Acid and Essential Oil Composition and Antioxidant Activities of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Aerial Parts. Journal Agricultural Food Chemistry, 59: 328–334.
8- Chandra P., Sairanganayakulu G., Thippeswamy M., Sudhakar P., Reddy M.K., and Chinta Sudhakar H. 2008. Identification of stress-induced genes from the drought tolerant semi-arid legume crop horsegram (*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.) through analysis of subtracted expressed sequence tags. Plant Science, 175: 372-384.
9- Chretien D. and Guillot T. 2000. Lipid and protein changes in jojoba under salt stress. Physiology of Plant, 85:372-380.
10- Claussen W. 2005. Proline as a measure of stress in tomato plant. Plant Science, 168: 241-248.
11- Clevenger J.H. 1928. Apparatus for the determination of volatile oil. Journal of the American Pharmaceutical Association, 17: 346.
12- Farzaneh A., Ghani A., and Azizi M. 2010. The effect of water stress on morphological characteristic and essential oil content of improved sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Plant Production, 17: 103-112. (Persian with English Summary).
13- Guenther E. 1969. The Essential Oils. D., von Nostrand Comp. Press, New York.
14- Hashemian N., Ghasemi Pirbalouti A., Hashemi M., GolparvarA., Hamedi B. 2013. Diversity in chemical composition and antibacterial activity of essential oils of cumin (*Cuminum cyminum* L.) diverse from northeast of Iran. AJCS, 7(11):1752-1760.
15- Vafabakhsh J., Nassiri Mahallati M. and Koocheki. A. 2008. Effects of drought stress on radiation use efficiency and yield of winter Canola. Journal of Iranian Field Crop Research, 6:193-204. (Persian with English Summary).
16- Kafi M. 2002. Cumin (*Cuminum Cyminum*): Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press. P. 15-35. (In Persian)

17- Keshavarz L., Mollaei Poor Kh. and Farahbakhsh H. 2011. Effect of drought stress on yield components and some physiological traits of barely. 11th conference of irrigation and evaporation. Shahid Bahonar University. (In Persian)
18- Koocheki A. 2009. Agronomy for dry regions. Ferdowsi University of Mashhad Press. PP. 201. (In Persian)
19- Liu J.H., Kitashiba H., Wang J., Ban Y., and Moriguchi T. 2007. Polyamines and their ability to provideenvironmental stress tolerance to plants. Plant Biotechnology, 24:117-126.
20- Mathur B.L. and Prasad N. 1964. Studies on wilt disease of Cumin by *Fusarium oxysporum f.sp.cumini"*. Indian Journal of Agriculture Science, 34: 131-137.
21- Mighani F., Ghorbanli M. and Asadollahi, B. 2007. Role of mineral ions and proline in copper stress tolerance in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Journal of Kharazmi Science, 7: 865-876. (In Persian with English abstract).
22- Moradi R., Nassiri Mahallati M., Rezvani Moghaddam P., Lakzian A., and Nejhadali A. 2011. Effect of biological and organic fertilizers on essential oil quantity and quality of fennel. Iranian Journal of Horticultural science, 25: 25-33. (Persian with English Summary).
23- Moser S.B., Feil B., Jampatong S., and Stamp P. 2006. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. Agricultural Water Management, 81: 41–58.
24- Nakhrizi Moghaddam A. 2009. Effect of plant density and stages of water stress on yield, yield component of cumin (*Cuminum cyminum*)". Iranian Journal of Crop Sciences, 40 (3): 63-69. (Persian with English Summary).
25- Nasibi F., Manouchehri Kalantari Kh., and Fazelian N. 2012. The effects of spermidin and methylene blue pretreatment on some physiological responses of *Matricaria recutita* plants to salt stress. Processing and Function of plant, 2: 61-71. (Persian with English Summary).
26- Nayyar H. 2003. Accumulation of osmolytes and osmotic adjustment in water-stressed wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) as affected by calcium and its antagonists. Environment Experiment Botany, 50: 253–264.
27- Neumann P.M. 1996. Rapid and reversible modification of extension capacity of cell walls in elongating maizeleaf tissues responding to root addition and removal of NaCl. Plant Cell and Environment, 16: 1107-14.
28- Orcutt D.M., and Nilsen E.T. 2000. Thephysiology of plants under stress, soil and bioticfactors". John Wiley and Sons New York. pp:177-235.
29- Pang X.M., Zhang Z.Y., Wen X.P., Ban Y., and Moriguchi T. 2007. Polyamines, all-purposeplayers in response to environment stresses inplants. Plant Stress, 1: 173-188.
30- Rahimi A. 2012. Effect of osmopriming and irrigation regime on yield quantity and essential oil content of Cumin (*Cuminum ciminum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28:131-141. (Persian with English Summary).
31- Rezvani Moghaddam P. and Moradi R. 2012. Effect of planting dates, biological fertilizers and intercropping on yieldand essential oil quantity of Cumin and Fenugreek. Journal of Iranian Crop Science, 43:230-217. (Persian with English Summary).
32- Rezvani Moghaddam P., Moradi R., and Mansoori H. 2014. Influence of planting date, intercropping and plant growth growth promoting rhizobacteria on cumin (*Cuminum cyminum* L.) with particular respect to disease infestation in Iran. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 1: 134–143.
33- Roy K., Niyogi K., SenGupta D.N., and Goush B. 2005. Spermidine treatment to riceseedlings recovers salinity stress-induceddamage of plasma membrane and PM-bound H+-ATPase in salt- tolerant and salt sensitive ricecultivars. Plant science. 168: 583-591.
34- Saeed Nejhad A.H., and Rezvani Moghaddam P. 2010. Effect of biological and chemical fertilizers on morphological parameters, yield, yield components and essential oil percentage of cumin. Journal of Horticultural Science, 24: 38-44. (Persian with English Summary).
35- Souza R.P., Machadoa E.C., Silva J.A.B., Lagoa A.M.M.A., and Silveira J.A.G. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata* L.) during water stress and recovery. Environmental & Experimental Botany, 51: 45-56.
36- Tanu A., Prakash A., and Adholeya A. 2004. Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopogon winterianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisol. Bioresource Technology, 92: 311–319.
37- Wang S., Yieh T., and Shih I. 1999. Purification and characterization of a new antifungal compound produced by *Pseudomonas aeruginosa* K-187 in a shrimp and crab shell powder medium. Enzyme and Microbial Technoloy, 25:439 – 446.