

## تأثیر تنش آبی و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

### Effect of Water Stress and Potassium on Yield and Yield Components of Cumin (*Cuminum cyminum* L.)

حسین شکفته<sup>۱\*</sup> و روح‌اله دهقانی فتح‌آباد<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۱۴

#### چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر آبیاری کامل و تنش آبی (قطع آبیاری از مرحله رشد گیاهچه تا مرحله طویل شدن ساقه، قطع آبیاری از مرحله طویل شدن ساقه تا مرحله رشد زایشی و قطع آبیاری از مرحله رشد زایشی تا مرحله پر شدن دانه) و مقادیر مختلف پتاسیم (شاهد، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز در سال ۱۳۹۲ در منطقه زرد آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد اثر تنش آبی بر تمام صفات در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین تأثیر منفی تنش آبی بر عملکرد دانه و کم‌ترین تأثیر بر درصد اسانس مشاهده گردید. همچنین سطوح مختلف پتاسیم نیز بر صفات اندازه‌گیری شده تأثیر معنی‌داری داشتند و بیش‌ترین تأثیر مثبت پتاسیم بر میزان عملکرد دانه بود. به‌طورکلی قطع آبیاری در مراحل ابتدایی رشد و انتخاب ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم بیش‌ترین تأثیر را در عملکرد دانه داشت.

واژه‌های کلیدی: کم آبیاری، تنش غیرزیستی، عملکرد، اسانس

۱. استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد جیرفت، جیرفت، ایران

Email: hoseinshekofteh@yahoo.com

\*: نویسنده مسئول

## مقدمه

زیره سبز، گیاهی علفی، یکساله، ظریف و معطر از خانواده چتریان است که با نام علمی *Cuminum cyminum* L. شناخته می‌شود (امیدبیگی، ۱۳۹۰). این گیاه از جمله گیاهان دارویی و صنعتی ارزشمند ایران به شمار می‌آید که به لحاظ تجاری و با توجه به حجم کم و ارزش بالا، صادرات آن به اقصی نقاط جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار و مقرون به صرفه است (نصرآبادی، ۱۳۸۳). با توجه به اینکه زیره فصل رشد نسبتاً کوتاهی دارد (چامپوات<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۸)، این مسئله در مناطقی که میزان بارندگی کم است می‌تواند حائز اهمیت باشد (کافی<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۲). از ویژگی‌های مهم دیگر زیره سبز می‌توان به نیاز آبی کم و منطبق بر فصل بارندگی مناطق خشک و نیمه خشک کشور، عدم تلاقی فصل کشت آن با فصل کشت محصولات دیگر و ارزش اقتصادی و صادراتی این محصول اشاره کرد. ویژگی‌های فوق به همراه ارزش بالا و مصرف اندک آب، زیره سبز را در زمره گیاهان دارای ارزش اقتصادی فراوان قرار داده است (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۳).

آب یکی از عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای در رشد و نمو و میزان مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد. خشکی و کم‌آبی از عوامل مؤثر بر کمیت تولید بوده که در پاره‌ای مواقع باعث کاهش ۵۰ درصدی عملکرد محصول نیز می‌گردد (عرب زاده<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲؛ امینی دهقانی و مولفی لابی<sup>۴</sup>، ۲۰۱۱). بگ و تورنر<sup>۵</sup> (۱۹۷۶) معتقدند کمبود آب مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی به شمار می‌رود که می‌تواند با تأثیر بر منبع و مخزن سبب کاهش عملکرد نهایی شود.

درباره رژیم آبیاری زیره سبز اطلاع دقیقی در دست نیست و کشاورزان تنها بر مبنای دانش و تجربه بومی خود اقدام به این زراعت می‌کنند؛ اما نتایج تنش آبی بر برخی از ویژگی‌های بعضی از گیاهان دارویی مطالعه شده است. از جمله این که تنش آبی سبب افزایش عملکرد روغن‌های فرار در شوید (عندلیبی، ۱۳۹۰) و زیره سیاه (لاریبی<sup>۶</sup>، ۲۰۰۹) و عملکرد سالوانیک اسید در *Salvia miltorhiza* (لیو<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۱) شده است. بتایب<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تنش رطوبتی ملایم سبب افزایش درصد روغن‌های فرار در زیره سبز

1. Champawat
2. Kafi
3. Arabzadeh
4. Aminidehghani and Molfilabi
5. Begg
6. Laribi
7. Liu
8. Bettaieb

(*Cuminum cyminum* L.) شده است. زیبا<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که تنش رطوبتی ملایم در دوره کوتاه سبب افزایش میزان بربرین در کورتکس ساقه درخت فیلودندرون (*Phellodendron amurense*) شد.

پتروپولوس<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که اعمال تنش رطوبتی در سه رقم جعفری سبب افزایش اسانس برگ (در واحد وزن تر)، در رقم برگ ساده و برگ فری شد، این در حالی بود که در جعفری ریشه‌ای این افزایش مشاهده نشد. همچنین گزارش شد اعمال تنش سبب تغییر در نسبت ترکیبات آروماتیک اسانس این گیاه شد که این تفاوت بسته به رقم تفاوت‌هایی نشان داد. کاهش میزان اسیدهای چرب تحت سطوح مختلف تنش رطوبتی (شاهد، تنش ملایم و تنش شدید) در گیاه مریم‌گلی، زیره سبز و زیره سیاه گزارش شده است (بتایب و همکاران، ۲۰۰۹؛ بتایب و همکاران، ۲۰۱۱؛ لاریبی، ۲۰۰۹).

مصرف پتاسیم می‌تواند مقاومت گیاهان را به خشکی افزایش دهد؛ چون این عنصر در فیزیولوژی و متابولیسم گیاه نه تنها از نظر مقدار موجود در بافت‌های گیاهی، بلکه از نظر وظایف فیزیولوژیکی و شیمیایی مهم‌ترین کاتیون است. اگرچه پتاسیم در ساختار شیمیایی گیاه نقش ندارد، اما یکی از عناصر ضروری و مورد نیاز گیاه است و در بسیاری از فعالیت‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی نقش اساسی داشته و در حفظ پتانسیل اسمزی و جذب آب مؤثر است. به نظر می‌رسد که بیشترین مقدار جذب پتاسیم در مرحله پر شدن دانه است. کوددهی با استفاده از کودهای پتاسیم موجب افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های کم‌آبی و شوری شده و سطح تحمل آن‌ها را نسبت به آفات و بیماری‌های مختلف بالا می‌برد (منگل و کرکبی<sup>۱۱</sup>، ۲۰۰۱).

خورگامی و همکاران (۱۳۸۳) با بررسی اثر تنش کم‌آبی و مقادیر پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام کلزا نشان دادند که پتاسیم در پایداری عملکرد در شرایط تنش خفیف آب مؤثر بوده و تحمل گیاه را در مقابل خشکی افزایش می‌دهد ولی در محدودیت رطوبتی شدیدتر قطع آب از مرحله گل‌دهی مصرف پتاسیم تأثیر چندانی در پایداری عملکرد ندارد. سبحانی و حمیدی (۱۳۹۲) اثرات تنش کم‌آبی و تغذیه پتاسیم را بر عملکرد و برخی خصوصیات زراعی سیب‌زمینی مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که افزایش پتاسیم در شرایط کمبود

9. Xia

10. Petropoulos

11. Mengel and Kirkby

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه‌ای با مساحت ۱۰۰۰ مترمربع در شهرستان زرنند اجرا شد. این منطقه دارای آب و هوای خشک و نیمه معتدل بوده و متوسط بارندگی سالیانه آن در حدود ۱۳۵ میلی‌متر و کمینه و بیشینه متوسط دمای سالیانه آن به ترتیب تا حدود ۱۵- و ۴۲ درجه سلسیوس متغیر است.

در این مطالعه بذور زیره سبز از مرکز تحقیقات گیاهان دارویی اصفهان تهیه گردید. در این پژوهش کاشت زیره سبز در تاریخ ۱۱ بهمن ۱۳۹۱ و برداشت در تاریخ ۲۰ خرداد ماه ۱۳۹۳ انجام گرفت. این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار در سه تکرار انجام شد که پلات‌های اصلی شامل تنش آب در چهار سطح: ۱. آبیاری کامل (شاهد)، ۲. قطع آبیاری از مرحله رشد گیاهچه‌ای تا مرحله طویل شدن ساقه، ۳. قطع آبیاری از مرحله طویل شدن ساقه تا مرحله رشد زایشی و ۴. قطع آبیاری از مرحله رشد زایشی تا مرحله پر شدن دانه و پلات‌های فرعی کاربرد پتاسیم با استفاده کود سولفات پتاسیم در چهار سطح مختلف (شاهد، ۵۰ کیلوگرم، ۱۰۰ کیلوگرم، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) بود.

در این پژوهش صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک (زیستی)، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و درصد اسانس گیاه مورد مطالعه قرار گرفت. قبل از کاشت و در راستای آماده کردن زمین، خاک را تا عمق ۳۵ سانتی‌متری با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار شخم زده و بعد از آن عملیات تسطیح صورت گرفت. بعد از آن بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، تمامی کود شیمیایی حاوی فسفر و یک سوم از کود حاوی پتاسیم به صورت دست‌پاش در سطح زمین توزیع گردید.

آب می‌تواند اجزا عملکرد و عملکرد غده سیب‌زمینی را بهبود بخشد. عمر<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۱) در بررسی تنش خشکی در بادام زمینی نشان دادند که افزایش پتاسیم در خاک باعث بالا رفتن ماده خشک و عملکرد تحت شرایط کم‌آبی شده است. شارما<sup>۲</sup> و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند که مصرف پتاسیم تحت تنش کم‌آبی باعث بهبود عملکرد دانه و تجمع ماده خشک در سویا شده است. فاگریا<sup>۳</sup> و همکاران (۱۹۹۰) در بررسی اثرات تنش خشکی و پتاسیم بر روی برنج به این نتیجه رسیدند که پتاسیم از کاهش زیاد عملکرد در شرایط تنش جلوگیری می‌کند. پژوهش انجام‌شده بر روی عدس تحت شرایط تنش خشکی نشان داد که افزایش مصرف پتاسیم، مقاومت گیاه به تنش خشکی را افزایش داده و باعث افزایش عملکرد دانه و وزن خشک اندام هوایی شده است (شهاتا<sup>۴</sup> و همکاران، ۱۹۸۳).

سلمار<sup>۵</sup> (۲۰۰۸) بیان کرد یک استراتژی برای بهبود عملکرد گیاهان دارویی و معطر، تولید ترکیباتی است که نسبتاً به خشکی مقاوم هستند و تحت شرایط تنش بیشتر تولید می‌شوند. یکی از کاربردهای مؤثر و کارآمد القای خشکی، افزایش کیفیت در گیاهان است بدین صورت که کاربرد رژیم‌های رطوبتی خاص باعث افزایش متابولیت‌های ثانویه می‌شود. اثرات کمبود رطوبت در عملکرد و تغییرات مواد مؤثره گیاهان دارویی دارای ویژگی‌های خاصی است که باید به‌طور کامل مورد ارزیابی قرار گیرد. به نظر می‌رسد که گیاهان دارویی واکنش‌های متفاوتی نسبت به تنش خشکی در عملکرد و مواد مؤثر تولیدی داشته باشند. برای درک این ویژگی‌ها تحقیقاتی گسترده بر روی گیاهان بارز دارویی و اعمال تیمارهای مختلف نیاز است (لباسچی و شریفی عاشورآبادی، ۱۳۸۳). علی‌رغم تحقیقاتی که در خصوص تنش آبی و پتاسیم بر گیاهان مختلف صورت گرفته اما اطلاعات محدودی در رابطه با اثر تنش آبی و پتاسیم بر گیاه زیره سبز که مناسب برای رشد در استان کرمان است وجود دارد. به همین منظور تحقیقی جهت بررسی مراحل فنولوژیک حساس زیره سبز به عدم آبیاری و اثرات کم آبیاری بر عملکرد و اسانس آن و نیز اثرات عنصر پتاسیم بر مقاومت گیاه به قطع آبیاری انجام گردید.

1. Umar
2. Sharma
3. Fageria
4. Shehata
5. Selmar

جدول ۱: بعضی خصوصیات خاک محل آزمایش

Table 1: Some properties of studied soil

عمق خاک (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته pH	بافت خاک Soil textural class	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)
Depht (cm)	EC (dS/m)			P (mg/kg)	K (mg/kg)	N (%)
0-30	1.03	6.8	لومی شنی Sandy loam	9.9	158	0.047

قبل از برداشت نهایی جهت تعیین و محاسبه اجزاء عملکرد (شامل تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، ارتفاع ساقه و وزن هزار دانه) به‌طور تصادفی از هر پلات ۱۰ بوته انتخاب و برداشت شد. برای محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (زیستی) پس از حذف حاشیه‌ها سطحی معادل دو مترمربع از هر کرت برداشت و در شرایط مزرعه به‌مدت ۷۲ ساعت خشک گردید. جهت اندازه‌گیری صفات کیفی، از دانه‌های حاصله به‌طور تصادفی نمونه‌گیری به‌عمل آمد. با استفاده از دستگاه کلونجر (Clevenger) به‌مدت ۳ ساعت اسانس استخراج گردید علاوه بر توزین مقدار گیاه بکار رفته، وزن دقیق اسانس به‌دست آمده پس از آگیری آن محاسبه شد. با در نظر گرفتن درصد رطوبت، بازده اسانس برحسب وزن خشک به‌دست آمد. تجزیه اطلاعات جمع‌آوری‌شده برای هر یک از صفات با استفاده از نرم‌افزار SPSS و MSTAT-C و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثرات ساده قطع آبیاری و کود حاوی پتاسیم بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار و اثرات متقابل آن‌ها بر صفت موردنظر، در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته در بین پنج تیمار قطع آبیاری متعلق به تیمارهای شاهد یا بدون قطع آبیاری و قطع آبیاری از پر شدن دانه تا برداشت بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند؛ ولی اختلافشان با میانگین‌های به‌دست آمده از دو قطع آبیاری دیگر (از سبز شدن بذر تا طویل شدن ساقه و از طویل شدن ساقه تا رشد زایشی) معنی‌دار بود (جدول ۳). قطع آبیاری در مراحل شروع رشد زایشی تأثیری بر ارتفاع بوته نداشت، به دلیل اینکه گیاه در شروع رشد زایشی حداکثر ارتفاع خود را پیدا کرده است. بررسی تأثیر کود حاوی پتاسیم بر ارتفاع بوته مؤید این نکته بود که بیشینه میانگین ارتفاع بوته (۳۰/۵۲ سانتی‌متر) از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم کود پتاسیم در هکتار و

کمترین (۲۲/۹۴ سانتی‌متر) از شاهد به‌دست آمد (جدول ۴). از طرف دیگر اختلاف تمامی تیمارهای کودی نسبت به یکدیگر و نسبت به شاهد نیز از لحاظ آماری معنی‌دار شد؛ بنابراین با افزایش میزان کود پتاسیم به خاک بر میانگین ارتفاع بوته افزوده شد. پتاسیم به دلیل نقش‌های زیادی که در گیاه از جمله نقش‌های ویژه آنزیمی که دارد تأثیر زیادی بر رشد رویشی و ارتفاع گیاه دارد در نتیجه با افزایش مقدار کود پتاسیم ارتفاع گیاه افزایش نشان داد (مارش‌نر، ۱۹۹۵). اثر متقابل دو عامل قطع آبیاری و کود پتاسیم بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار بود؛ و بین سطوح مختلف کود پتاسیم در هر یک از مراحل قطع آبیاری اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۵). بیشترین ارتفاع بوته از تیمار عدم قطع آبیاری و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به‌دست آمد. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد پتاسیم به دلیل نقشی که در تنظیم آبی گیاه دارد باعث کاهش اثرات سوی خشکی شده است. پتاسیم از یک‌طرف به دلیل افزایش فشار اسمزی سلول‌های ریشه باعث افزایش جذب آب و از طرف دیگر به دلیل شرکت در باز و بسته شدن روزنه‌ها از خروج آب از گیاه جلوگیری می‌کند و مجموعه این عوامل باعث مقاومت گیاه در مقابل تنش خشکی در حضور پتاسیم می‌شود (مارش‌نر، ۱۹۹۵). لباسچی و شریفی عاشورآبادی (۱۳۸۳) ضمن بررسی اثر تنش خشکی بر گیاهان اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار و بابونه گزارش کردند که با تشدید تنش خشکی، وزن اندام هوایی و ارتفاع بوته در تمام گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت.

اثرات مفید پتاسیم در شرایط تنش خشکی در گیاهان برنج، سویا، بادام‌زمینی و عدس (شها‌تا و همکاران، ۱۹۸۳؛ فاگ‌ریا و همکاران، ۱۹۹۰؛ شرما و همکاران، ۱۹۹۲؛ عمر و همکاران، ۱۹۹۱) گزارش شده است. سداناندان<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند در میان کودها، کودهای حاوی پتاسیم مخصوصاً سولفات پتاسیم نقش مهم‌تری در تنظیم روزنه‌ها و تعادل یونی در سیستم گیاهی به‌منظور کاهش تنش‌های حاصل از کم‌آبی ایفا می‌نمایند؛ بنابراین مصرف کودها در کم آبیاری بایستی

1. Marschner  
2. Sadanandan

متعادل و بهینه بوده و به مصرف کودهای پتاسیمی نیز توجه ویژه‌ای مبذول گردد.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

Table 2: Analysis variance of studied traits

درصد Essential oil Percentage	عملکرد بیولوژیک Biologic yeild	عملکرد دانه Seed yeild	وزن هزار دانه 1000-seed weight	دانه در چتر Seed per umbel	تعداد چتر در بوته Umbel per plant	ارتفاع Height	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
0.0876 <sup>ns</sup>	832.99 <sup>ns</sup>	186.98 <sup>ns</sup>	0.255 <sup>ns</sup>	11.958 <sup>ns</sup>	25.731 <sup>ns</sup>	17.698 <sup>ns</sup>	2	بلوک Block
2.70434 <sup>**</sup>	9760.68 <sup>**</sup>	135.48 <sup>**</sup>	0.2425 <sup>**</sup>	55.23 <sup>**</sup>	93.038 <sup>**</sup>	104.076 <sup>**</sup>	3	آبیاری Irrigation
0.0063	25.103	17.273	0.0155	0.629	1.066	0.588	6	خطا a Error
0.01752 <sup>**</sup>	1997.53 <sup>**</sup>	172.83 <sup>*</sup>	0.0576 <sup>ns</sup>	0.502 <sup>**</sup>	1.8188 <sup>**</sup>	124.602 <sup>**</sup>	3	کود پتاسیم Potassium fertilizer
0.01189 <sup>**</sup>	78.057 <sup>**</sup>	12.303 <sup>ns</sup>	0.0309 <sup>ns</sup>	1.2441 <sup>**</sup>	1.9378 <sup>**</sup>	0.408 <sup>*</sup>	9	اثر متقابل Interaction
			0.0198	0.04496	0.1441	0.1468	24	خطای کل Total error

\*\*\*, \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و ns: غیرمعنی دار  
\*\* and \*: Significant at the levels of 1% and 5% and ns: not significant

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در مراحل مختلف قطع آبیاری

Table 3: Mean comparison of the measured characteristics at different stages of cut off irrigation

درصد اسانس Essential oil Percentage (%)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biologic yeild (g/m <sup>2</sup> )	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yeild (g/m <sup>2</sup> )	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	تعداد دانه در چتر Number of seed per umbel	تعداد چتر در گیاه Number of umbel per plant	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	قطع آبیاری cut off irrigation
2.31 <sup>d</sup>	182.78 <sup>a</sup>	44.49 <sup>a</sup>	2.41 <sup>a</sup>	20.07 <sup>a</sup>	23.85 <sup>a</sup>	29.5 <sup>a</sup>	شاهد Control
2.41 <sup>c</sup>	118.18 <sup>c</sup>	44.40 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>	18.24 <sup>b</sup>	24.49 <sup>a</sup>	23.65 <sup>c</sup>	از رشد گیاهچه تا طویل شدن ساقه Seedling growth stage to stem elongation stage
2.51 <sup>b</sup>	134.23 <sup>b</sup>	41.87 <sup>ab</sup>	2.32 <sup>ab</sup>	19.64 <sup>a</sup>	18.56 <sup>c</sup>	25.71 <sup>b</sup>	از رشد زایشی ساقه تا رشد زایشی Stem elongation stage to the reproductive stage
3.16 <sup>a</sup>	173.29 <sup>a</sup>	36.56 <sup>c</sup>	2.22 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>	21.47 <sup>b</sup>	29.85 <sup>a</sup>	از رشد زایشی تا پر شدن دانه Reproductive growth to grain filling stage

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم معنی دار بودن در سطح ۵ درصد می‌باشد  
Means with the same letters within each column are not significantly different at 5% level

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف پتاسیم

Table 4: Mean comparison of the measured characteristics at different levels of potassium

عملکرد اسانس (درصد) Essential oil (%)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biologic yeild (grm <sup>-2</sup> )	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yield (grm <sup>-2</sup> )	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (gr)	تعداد دانه در چتر Number of seed per umbel	تعداد چتر در بوته Number of umbel per plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	کود پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium fertilizer (Kg/ha)
2.93 <sup>a</sup>	134.82 <sup>d</sup>	34.8 <sup>c</sup>	2.16 <sup>b</sup>	18.34 <sup>a</sup>	22.30 <sup>b</sup>	22.94 <sup>d</sup>	شاهد Control
2.86 <sup>b</sup>	144.15 <sup>c</sup>	39.96 <sup>b</sup>	2.24 <sup>b</sup>	17.89 <sup>b</sup>	21.81 <sup>c</sup>	26.35 <sup>c</sup>	50
2.85 <sup>b</sup>	161.28 <sup>b</sup>	43.13 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>	18.13 <sup>a</sup>	22.79 <sup>a</sup>	29.11 <sup>b</sup>	100
2.86 <sup>b</sup>	162.20 <sup>a</sup>	43.34 <sup>a</sup>	2.32 <sup>a</sup>	18.34 <sup>a</sup>	22.35 <sup>b</sup>	30.52 <sup>a</sup>	150

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد می‌باشد

Means with the same letters within each column are not significantly different at 5% level

جدول ۵: نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تیمار قطع آبیاری و کود حاوی پتاسیم

Table 5: Mean comparison of the measured characteristics affected by cut off irrigation and fertilizer containing potassium

درصد اسانس Essential oil (%)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biologic yeild (g/m <sup>2</sup> )	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Seed yeild (g/m <sup>2</sup> )	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	تعداد دانه در چتر Number of seed per umbel	تعداد چتر در بوته Number of umbel per plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	کود پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium fertilizer (Kg/ha)	قطع آبیاری Cut off irrigation
2.42 <sup>j</sup>	159.62 <sup>g</sup>	39.06 <sup>cdef</sup>	2.398 <sup>abc</sup>	20.18 <sup>a</sup>	23.74 <sup>c</sup>	25.22 <sup>i</sup>	شاهد Blank	شاهد Control
2.28 <sup>m</sup>	171.49 <sup>e</sup>	44.75 <sup>ab</sup>	2.409 <sup>abc</sup>	18.67 <sup>c</sup>	24.82 <sup>a</sup>	28.27 <sup>f</sup>	50	
2.17 <sup>n</sup>	198.54 <sup>a</sup>	47.40 <sup>a</sup>	2.431 <sup>a</sup>	19.75 <sup>b</sup>	24.82 <sup>a</sup>	30.43 <sup>d</sup>	100	
2.34 <sup>l</sup>	194.14 <sup>b</sup>	46.40 <sup>a</sup>	2.396 <sup>abc</sup>	19.96 <sup>ab</sup>	25.14 <sup>a</sup>	35.07 <sup>a</sup>	150	
2.52 <sup>f</sup>	107.82 <sup>p</sup>	39.06 <sup>cdef</sup>	2.387 <sup>abc</sup>	18.02 <sup>e</sup>	23.74 <sup>c</sup>	19.64 <sup>m</sup>	شاهد Blank	مرحله ۱ Stage 1
2.38 <sup>k</sup>	112 <sup>o</sup>	44.75 <sup>ab</sup>	2.418 <sup>ab</sup>	19.10 <sup>c</sup>	24.82 <sup>a</sup>	22.84 <sup>k</sup>	50	
2.28 <sup>m</sup>	123.94 <sup>m</sup>	47.40 <sup>a</sup>	2.399 <sup>abc</sup>	18.02 <sup>e</sup>	24.49 <sup>ab</sup>	25.65 <sup>i</sup>	100	
2.45 <sup>i</sup>	125.02 <sup>l</sup>	46.40 <sup>a</sup>	2.407 <sup>abc</sup>	17.80 <sup>d</sup>	25.14 <sup>a</sup>	26.51 <sup>h</sup>	150	
.62 <sup>e</sup>	122.79 <sup>n</sup>	32.51 <sup>g</sup>	2.355 <sup>abc</sup>	19.96 <sup>ab</sup>	18.67 <sup>g</sup>	21.76 <sup>l</sup>	شاهد Blank	مرحله ۲ Stage 2
2.51 <sup>g</sup>	130.48 <sup>k</sup>	43.16 <sup>abc</sup>	2.371 <sup>abc</sup>	18.56 <sup>c</sup>	17.59 <sup>h</sup>	24.49 <sup>j</sup>	50	
2.45 <sup>i</sup>	140.56 <sup>j</sup>	46.40 <sup>a</sup>	2.248 <sup>abcd</sup>	18.67 <sup>c</sup>	19.96 <sup>f</sup>	27.59 <sup>g</sup>	100	
3.48 <sup>h</sup>	143.15 <sup>i</sup>	45.39 <sup>ab</sup>	2.317 <sup>abc</sup>	19.64 <sup>b</sup>	18.02 <sup>gh</sup>	29.03 <sup>e</sup>	150	
3.17 <sup>b</sup>	151.20 <sup>h</sup>	32.37 <sup>g</sup>	2.063 <sup>def</sup>	15.43 <sup>f</sup>	20.82 <sup>e</sup>	25.25 <sup>i</sup>	شاهد Blank	مرحله ۳ Stage 3
3.14 <sup>c</sup>	164.80 <sup>f</sup>	34.67 <sup>fg</sup>	2.170 <sup>cde</sup>	14.35 <sup>h</sup>	21.04 <sup>e</sup>	28.73 <sup>ef</sup>	50	
3.22 <sup>a</sup>	187.45 <sup>d</sup>	38.06 <sup>cdef</sup>	2.314 <sup>abc</sup>	14.78 <sup>g</sup>	21.90 <sup>d</sup>	31.72 <sup>c</sup>	100	
3.10 <sup>d</sup>	189.69 <sup>c</sup>	41.14 <sup>bcd</sup>	2.343 <sup>abc</sup>	15.43 <sup>f</sup>	22.12 <sup>d</sup>	33.66 <sup>b</sup>	150	

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد می‌باشد

Means with the same letters within each column are not significantly different at 5% level

## تعداد چتر در بوته

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر عامل قطع آبیاری بر روی تعداد چتر در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نیز نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین مراحل مختلف قطع آبیاری بود (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد

چتر در بوته از تیمارهای شاهد و قطع آبیاری از مرحله سبز شدن بذر تا طویل شدن ساقه و کم‌ترین تعداد چتر در بوته از تیمار قطع آبیاری در مرحله طویل شدن ساقه تا رشد زایشی به دست آمد (جدول ۳). تأثیر پتاسیم بر صفت تعداد چتر در بوته نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین

### وزن هزار دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) تنها اثر ساده قطع آبیاری در مورد صفت وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی دار شد؛ ولی اثر ساده پتاسیم و اثر متقابل قطع آبیاری و پتاسیم معنی دار نشدند. در بررسی انواع قطع آبیاری استفاده شده از لحاظ صفت وزن هزار دانه مشخص شد که هرچه قطع آبیاری با مراحل پایانی دوره رشد گیاه هم‌زمان شود، وزن هزار دانه نیز بیش‌تر کاهش می‌یابد؛ به‌گونه‌ای که بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه مربوط به تیمارهای عدم قطع آبیاری و قطع آبیاری در مرحله سبز شدن تا طویل شدن ساقه بود؛ و کم‌ترین مقدار آن نیز به قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه تا برداشت تعلق داشت (جدول ۳). بوچارنیکووا<sup>۱</sup> و متی چنکو<sup>۱</sup> (2008) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که کمبود آب از طریق اثرگذاری بر انتقال آنزیم‌های فتوسنتزی و فعالیت آنزیم ریبولوز بیس فسفات کربوکسی‌لاز موجب کاهش فتوسنتز و وزن خشک دانه می‌شود. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج یدی<sup>۲</sup> و همکاران (2011) و هم‌چنین ذکوی و همکاران (۱۳۹۰) در گیاه برنج مطابقت داشت. با افزایش کم آبیاری، کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در همیشه‌بهار (رحمانی و همکاران، ۱۳۸۷)، تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه در رازیانه (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۵) کاهش تعداد کپسول در بوته (کومار<sup>۳</sup> و همکاران، 1996؛ دیوتا<sup>۴</sup> و همکاران، 2000) نیز گزارش شده است.

### عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی دار شدن فاکتور قطع آبیاری در سطح یک درصد بود (جدول ۲). مقایسه مراحل مختلف قطع آبیاری نشان داد که گیاهان قطع آبیاری شده در مرحله رشد زایشی تا پر شدن دانه و هم‌چنین از پر شدن دانه تا برداشت، کم‌ترین میانگین عملکرد دانه را داشتند و از لحاظ آماری در مقایسه با سایر مراحل قطع آبیاری اختلاف معنی‌داری داشتند. کم‌ترین تأثیر قطع آبیاری بر روی این صفت مربوط به مرحله سبز شدن تا طویل شدن ساقه بود؛ که با تیمار بدون قطع آبیاری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر پتاسیم بر عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بررسی مقایسه میانگین‌ها نیز نمایانگر اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف

تعداد چتر در بوته (۲۲/۷۹ تعداد) از تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و کم‌ترین (۲۱/۸۱ تعداد) از تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۴). اثر متقابل قطع آبیاری و کود پتاسیم در سطح یک درصد برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین میانگین تعداد چتر در بوته در تمام مراحل قطع آبیاری مربوط به تیمارهای کودی ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کم‌ترین میانگین تعداد چتر در بوته برای تمام سطوح کودی مربوط به قطع آبیاری در مرحله طویل شدن ساقه تا رشد زایشی بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد واکنش گیاه با کاهش تعداد چتر در پاسخ به تنش خشکی به‌نوعی در راستای تحمل این شرایط بوده است؛ چراکه گیاه در این صورت با تعداد مقصد کمتر می‌تواند بیش‌تر به رشد خود ادامه دهد. اگر این مرحله نیز هم‌زمان با رشد زایشی گیاه باشد علائم تنش نمایان‌تر خواهد بود. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با یافته‌های احمدیان و همکاران (۱۳۸۹) مبنی بر کاهش تعداد گل در گیاه سویا تحت تنش خشکی مطابقت دارد.

### تعداد دانه در چتر

بررسی اطلاعات جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده قطع آبیاری، اثر ساده کود پتاسیم و اثر متقابل آن‌ها برای صفت تعداد دانه در چتر از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه مراحل مختلف قطع آبیاری اعمال‌شده به لحاظ میزان تأثیر بر تعداد دانه در چتر، حاکی از آن بود که گیاهانی که در آن‌ها عدم قطع آبیاری اعمال گردید بیش‌ترین میانگین تعداد دانه در چتر را داشتند که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با گیاهانی که قطع آبیاری در مرحله طویل شدن ساقه تا رشد زایشی در آن‌ها صورت گرفت نداشتند و کم‌ترین تعداد دانه در چتر در تیمار قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی تا پر شدن دانه اتفاق افتاد (جدول ۳).

مقایسه سطوح مختلف کود پتاسیم نشان داد که بین سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم کود و تیمار شاهد (بدون مصرف کود پتاسیم) اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت (جدول ۴). بررسی اثر متقابل کود و مراحل قطع آبیاری نشان داد که در هر یک از مراحل قطع آبیاری، روند مشخص و منظمی بین سطوح کودی نمی‌توان یافت باین‌حال نتایج جدول اثر متقابل نشان‌دهنده حساسیت بالای مرحله رشد زایشی تا پر شدن دانه به قطع آبیاری نسبت به سایر مراحل بود (جدول ۵). فقیه و همکاران (۱۳۹۰) یافتند که برهم‌کنش کم آبیاری و سولفات پتاسیم عملکرد دانه برنج را افزایش داد.

1. Bocharnikova and Matichenkov
2. Yadi
3. Kumar
4. Dutta

کود پتاسیم بود و با افزایش کود پتاسیم عملکرد دانه افزایش یافت و بیشترین عملکرد از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به دست آمد که با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۴). اثر متقابل کود پتاسیم و قطع آبیاری بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). در هر مرحله قطع آبیاری، با افزایش مقدار کود پتاسیم عملکرد افزایش نشان داد که بیانگر این است که پتاسیم از اثرات سوء خشکی جلوگیری کرده است. جمالی و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند کم آبیاری به طور معنی داری موجب کاهش عملکرد دانه، وزن صد دانه و ارتفاع بوته ذرت گردید؛ در حالی که مصرف سولفات پتاسیم مقاومت گیاه را به کاهش این صفات و در نتیجه مقاومت به کم آبیاری افزایش داد. تغذیه مطلوب گیاه به ویژه با عنصر پتاسیم به عنوان یکی از روش‌های مؤثر بر تواناسازی گیاهان در مقابله با تنش کم آبیاری مطرح بوده (دهقانیان و مدندوست، ۱۳۸۷) و برای حفظ و افزایش عملکرد تحت شرایط مزبور از اهمیت بسزایی برخوردار است. در بررسی اثر کود حاوی پتاسیم بر عملکرد و رشد ارقام سویا (حاتمی و همکاران، ۱۳۸۹) گزارش شد که عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر کود قرار گرفته و با افزایش مصرف کود پتاسیم بر عملکرد دانه افزوده شده است. در بین اجزای عملکرد، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نیز تحت تأثیر پتاسیم قرار گرفتند. همچنین مصرف کود پتاسیم باعث بهبود سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی پارامترهای رشد گیاه اعم از وزن خشک در همه ارقام سویا شد. اثر کم آبیاری، پتاسیم (سولفات پتاسیم) و برهم کنش آن‌ها بر عملکرد دانه گندم معنی دار بود؛ به طوری که افزایش پتاسیم در همه تیمارها و اثر متقابل آن با تیمارهای متوسط کم آبیاری میزان عملکرد را افزایش داد (میرطالبی و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج تحقیق حاضر با این نتیجه هم‌خوانی ندارد. یافته‌های عزیزی (۱۳۷۷) حاکی از آن است که مصرف زیاد کود پتاسیم سبب کاهش سرعت تعرق گیاه و هدایت روزه‌ای در مقایسه با مصرف سطوح کمتر پتاسیم می‌شود. میزان بالای پتاسیم باعث بهبود راندمان مصرف آب در غلات شده است. افزایش راندمان مصرف آب با مصرف بالای پتاسیم ممکن است به خاطر کاهش تراکم روزه و تغییر شکل روزه‌ها باشد. همچنین ممکن است متابولیسم‌های سلول‌های روزه به طور مستقیم از کمبود عناصر غذایی تأثیر بگیرد.

#### عملکرد زیستی (بیولوژیک)

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتور قطع آبیاری بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی دار گشت (جدول

۲). بررسی مقایسه میانگین‌ها نیز نشان‌دهنده اختلاف معنی دار بین مراحل مختلف قطع آبیاری بود (جدول ۳). مقایسه مراحل مختلف آبیاری از لحاظ عملکرد بیولوژیک، نشان داد که گیاهان قطع آبیاری شده در مرحله سبز شدن تا طویل شدن ساقه کم‌ترین میانگین عملکرد بیولوژیک را داشتند و از لحاظ آماری در مقایسه با سایر مراحل قطع آبیاری دارای اختلاف معنی دار بودند. بیش‌ترین تأثیر قطع آبیاری بر روی این صفت بعد از تیمار ذکر شده، مربوط به مرحله طویل شدن ساقه تا رشد زایشی بود؛ در حالی که تیمار قطع آبیاری دیگر در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۳). کمبود آب قابل جذب در گیاه، منجر به بروز تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله کاهش آماس و رشد سلولی و در نتیجه کاهش سطح برگ، کاهش ارتفاع گیاه، بسته شدن روزه‌ها (صفرنژاد، ۱۳۸۲) و محدودیت فتوسنتز (حسینی و امیدبیگی، ۱۳۸۱)، افزایش ترکیب‌های محلول جهت تنظیم فشار اسمزی و کاهش جذب مواد غذایی و در نهایت کاهش تولید گیاه می‌شود. به طور کلی می‌توان گفت تنش خشکی از طریق کاهش طول دوره رشد و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز، کاهش طول دوره اسیمیلاسیون و انتقال شیره پرورده در همیشه‌بهار به طور معنی داری باعث کاهش عملکرد اقتصادی و بیولوژیک شده است.

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی دار شدن فاکتور پتاسیم در سطح یک درصد بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش میزان کود پتاسیم عملکرد بیولوژیک افزایش یافت (جدول ۴). عادل و همکاران (۱۳۹۰) گزارش نمودند که پتاسیم علاوه بر افزایش توسعه برگ‌ها و افزایش رشد گیاه، باعث افزایش تولید ماده خشک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه گردید، نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج فوق مطابقت داشت. اثر متقابل کود پتاسیم و قطع آبیاری در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر مرحله قطع آبیاری با افزایش میزان کود پتاسیم عملکرد بیولوژیک افزایش یافت و بیش‌ترین عملکرد از تیمار عدم قطع آبیاری و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و کمترین عملکرد از تیمار قطع آبیاری در مرحله سبز شدن بذر تا طویل شدن ساقه و عدم مصرف کود پتاسیم به- دست آمد (جدول ۵).

#### درصد اسانس

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر فاکتور قطع آبیاری بر میزان اسانس در سطح یک درصد معنی دار گشت.



دمای زیاد)، از درصد اسانس بالاتری نیز برخوردار بودند؛ اما توده‌هایی که در مناطق معتدل‌تر، با تنش‌های کم‌تری روبرو شدند، اسانس کم‌تری هم داشتند. این یافته‌ها کاملاً در راستای نتایج تحقیق حاضر بوده و صحت آن‌ها را تأیید می‌نماید.

#### نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان‌دهنده آن است که با کاهش میزان آبیاری از طریق قطع آبیاری، تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری در میانگین صفات مورد مطالعه گیاه زیره سبز حاصل شد. کاربرد هر کدام از مراحل قطع آبیاری، منجر به کاهش یا بعضاً افزایش در مقدار صفات اندازه‌گیری شده این گیاه گردید. قطع آبیاری در مرحله گیاهچه‌ای تا طول شدن ساقه منجر به کاهش مقدار صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در چتر، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد؛ در حالی که درصد اسانس در مقایسه با تیمار بدون قطع آبیاری افزایش یافت. هنگامی که قطع آبیاری در مرحله طول شدن ساقه تا شروع رشد زایشی انجام شد، درصد عطرمایه افزایش و ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت کاهش یافت. قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی تا پر شدن دانه فقط عملکرد و اجزای عملکرد را کاهش، ولی درصد اسانس را افزایش داد. قطع آبیاری در آخرین مرحله رشد منجر به کاهش در وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت شد؛ و بالاترین درصد اسانس نیز در این مرحله به دست آمد. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌توان با مشخص نمودن هدف از کاشت این گیاه نسبت به قطع آبیاری در راستای بالا بردن راندمان مصرف آب مبادرت ورزید. مثلاً چنانچه هدف از کاشت، برداشت دانه باشد، می‌توان در مراحل ابتدایی رشد گیاه بدون آن که عملکرد دانه دچار کاهش شود نسبت به قطع آبیاری اقدام نمود؛ و در عین حال در مصرف آب نیز صرفه‌جویی کرد.

بررسی مقایسه میانگین‌ها نیز نشان‌دهنده اختلافی معنی‌دار بین مراحل مختلف قطع آبیاری بود (جدول ۳). مقایسه مراحل مختلف قطع آبیاری از لحاظ تأثیر بر مقدار اسانس، نشان داد که گیاهان تیمار عدم قطع آبیاری (شاهد) کمترین میانگین مقدار اسانس (۲/۳۱ درصد) را داشتند که از لحاظ آماری در مقایسه با سایر مراحل قطع آبیاری دارای اختلاف معنی‌داری بودند. بیش‌ترین مقدار اسانس (۳/۱۶ درصد) در بین تیمارهای قطع آبیاری مربوط به قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه تا برداشت بود. تنش خشکی یا کم آبیاری، درصد اسانس را در گیاه سیاه‌دانه کاهش داد (نوروزپور و همکاران، ۱۳۸۵).

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار شدن کود پتاسیم در سطح یک درصد بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که بین شاهد و بقیه تیمارهای پتاسیم اختلاف معنی‌داری بر درصد اسانس وجود داشت و بیش‌ترین درصد اسانس از شاهد به دست آمد و بین بقیه تیمارهای پتاسیم اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. نتایج نشان داد که درصد اسانس تحت تأثیر افزایش مقدار پتاسیم قرار نگرفت (جدول ۴).

اثر متقابل قطع آبیاری و پتاسیم در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین درصد اسانس (۳/۲۲ درصد) مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بود و کمترین مقدار اسانس مربوط به تیمار قطع آبیاری از مرحله سبز شدن بذر تا طول شدن ساقه و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بود (جدول ۵).

نتایج پژوهش احمدیان و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که تنش خشکی، مصرف کود پتاسیم و برهم‌کنش آن‌ها به‌طور معنی‌داری بر درصد اسانس دانه گیاه دارویی زیره سبز مؤثر بود. بلنداری (۱۳۸۳) در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که گرما و خشکی باعث افزایش و هوای معتدل و مرطوب باعث کاهش درصد اسانس زیره سبز گردید؛ به‌طوری‌که گیاهانی که در طول زمان با تنش‌های محیطی بیش‌تری مواجه بودند (خشکی و

## منابع

- احمدیان، ا.، قنبری، ا.، سپاه سر، ب.، حیدری، م.، رمرودی، م. و موسوی، م. ۱۳۸۹. اثر بقایای کود شیمیایی، دامی و کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد، برخی خصوصیات فیزیولوژیک و میزان اسانس بابونه تحت شرایط تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۸ (۴): ۶۶۸-۶۷۶.
- امیدبگی، ر. ۱۳۹۰. تولید و فراوری گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران. ۷۵۵ صفحه.
- بلنداری، ا. ۱۳۸۳. مطالعه جوانه‌زنی دانه و رشد در وارپته‌های زیره سبز. کنفرانس ملی زیره سبز. ۲ اسفند. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار. ص ۴۸-۵۲.
- جمالی، ج.، انتشاری، ش.، حسینی، س. م. و میرطالبی، س. ح. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر مصرف سطوح مختلف سولفات پتاسیم و سولفات روی در شرایط تنش خشکی بر رشد و عملکرد ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴). همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، ۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۹۰، دانشگاه آزاد خوراسگان.
- حاتمی، ح.، آینه بند، ا.، عزیزی، م.، سلطانی، ا. و دادخواه، ع. ر. ۱۳۸۹. تأثیر کود پتاسیم بر رشد و عملکرد ارقام سویا در خراسان شمالی. فصلنامه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲ (۲): ۱-۱۶.
- حسنی، ع. و امیدبگی، ر. ۱۳۸۱. اثرات تنش آبی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیسمی گیاه ریحان. مجله دانش کشاورزی، ۱۲ (۳): ۴۷-۵۹.
- خورگامی، ا.، نورمحمدی، گ.، مجیدی هاروان، ا.، شیرانی راد، ا. ح. و درویش، ف. ۱۳۸۳. اثر تنش کم‌آبی و مقادیر پتاسیم بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد ارقام کلزا. مجله علوم کشاورزی، ۱۰ (۳): ۱۲-۳.
- دهقانیان، م. و مدندوست، م. ۱۳۸۷. تأثیر کلات روی بر مقاومت به خشکی گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (۴۵): ۳۹۳-۴۰۰.
- ذکوی، د.، سام دلیری، م.، مبصر، ح. ر. و دستان، س. ۱۳۹۰. اثر کاهش مصرف آب و کاربرد کود پتاسیم بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و حرکت خمش برنج رقم طارم محلی. فصل‌نامه دانش نوین کشاورزی پایدار، ۷ (۴): ۴۳-۵۱.
- رحمانی، ن.، ولدآبادی، س. ا.، دانشیان، ج. و بیگدلی، م. ۱۳۸۷. اثر تنش خشکی و نیتروژن بر عملکرد روغن کلزا. مجله گیاهان معطر و دارویی ایران، ۲۴ (۱): ۱۰۸-۱۰۱.
- سبحانی، ع. ر. و حمیدی، ح. ۱۳۹۲. اثر تنش کم‌آبی و پتاسیم بر عملکرد و راندمان مصرف آب سیب‌زمینی به روش آبیاری بارانی خطی (لاین سورس). تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۶ (۱): ۱-۱۵.
- صفرنژاد، ع. ۱۳۸۲. مروری بر روش‌های مختلف به‌گزینی گیاهان برای مقاومت به خشکی. مجله خشکی و خشک‌سالی کشاورزی، ۱۳: ۷-۱۳.
- عدلی، ع.، نشاط، ع.، نقوی، ه. و ایراندوست، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف کود سولفات پتاسیم بر عملکرد بیولوژیک و اقتصادی گیاه جو. پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کشور.
- علیزاده، ا.، طاووسی، م.، اینانلو، م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۳. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر مقدار محصول و اجزاء عملکرد زیره سبز. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱ (۲): ۳۵-۴۲.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و عزیزی، گ. ۱۳۸۵. اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد دو توده بومی رازیانه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۴ (۱): ۱۴۰-۱۳۱.
- لباسچی، م. ح. و شریفی عاشورآبادی، ا. ۱۳۸۳. شاخص‌های رشد برخی گونه‌های دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی. فصلنامه پژوهشی گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰ (۳): ۲۶۱-۲۴۹.
- میرطالبی، س. ح.، حسینی، س. م.، روشن‌ضمیر، ح.، امینی، ز. و زارعی، ص. ۱۳۹۰. اثر دور آبیاری و سولفات پتاسیم بر خصوصیات رویشی و زایشی گندم رقم شیراز در منطقه سردسیر شمال فارس. همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، ۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۹۰، دانشگاه آزاد خوراسگان.
- نصرآبادی، ا. ۱۳۸۳. سازگاری زیره با شرایط اقلیمی سبزوار، مجموعه مقالات اولین همایش ملی زیره سبز، سبزوار، ص ۷۲-۷۴.
- نوروزپور، ق. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۵. اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد روغن و اسانس دانه سیاه دانه (*Nigella sativa*). پژوهش و سازندگی، ۱۹ (۴): ۱۳۸-۱۳۳.

فقیه، م. م.، مبصر، ح. ر.، دستان، س. و یدی، ر. ۱۳۹۰. ارزیابی نتایج دوساله دور آبیاری و کاربرد کود پتاس بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه برنج رقم شیروودی. اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی.

عندلیبی، ب.، زهتاب سلماسی، س.، قاسمی گلعدانی، ک.، و، صبا، ج. ۱۳۹۰. تغییرات میزان و ترکیب اسانس اندام‌های مختلف گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.) تحت شرایط آبیاری محدود. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۰ (۲): ۱۱-۲۲.

عزیزی، م. ۱۳۷۷. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود پتاسیم بر خصوصیات زراعی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سویا. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۴۳ صفحه.

Amini Dehghani, M. and Mollfilabi, A. 2011. Evaluation of some drought resistance criteria in cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Advance Environmental Biology*, 5: 237-242.

Arabzadeh, N. 2012. Physiologic responses of *Haloxylon aphyllum* to consecutive tensions of dryness and study of their role in improving resistance to dryness of vase twigs. *Asian Journal of Plant Sciences*, 11 (1): 28-35.

Begg, J. E. and Turner, N. C. 1976. Crop water deficits. *Advance Agronomy*, 28: 161-217.

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 of Agriculture and Food Chemistry*, 59: 328-334.

Bettaieb, I., Zakhama, N., Wannes, W. A., Kchouk, M. E. and Marzouk, B. 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Science Horticulture*, 120: 271-275.

Bocharnikova, E. A. and Matichenkov, V. 2008. Using Si fertilizers for reducing irrigation water application rate. Silicon in Agriculture Conference, Wild Coast Sun, South Africa, 26-31 October 2008.

Champawat, R. S. and Pathak, V. N. 1998. Role of nitrogen, Phosphorus and potassium fertilizers and organic amendments in cumin (*Cuminum cyminum* L.) with incited by *Fusarium oxysporum*. *Indian Journal of Agricultural Science*, 58 (9): 728-730.

Dutta, P. K., bandyopadhyay, P. and Maity, D. 2000. Response of summer sesame (*Sesamum indicum*). *Indian Journal of Agronomy*, 54: 631-636.

Fageria, N. K., Wright, R. G. and Baligar, J. R. 1990. Upland rice response to potassium fertilization on a Brazilian oxisol. *Fertilizer Research*, 21 (3): 141-147.

Kafi, M. and Rashed Mohassel, M. H. 1992. The effect of weed control, row spacing and plant density on growth and yield of cumin. *Agricultural and Industrial Sciences*, 6 (2): 151-158.

Kumar, A. S., Prasad, T. N. and Prasad, U. K. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield/oil content, nitrogen uptake and water use of summer sesame (*Sesamum indicum*). *Indian Journal of Agronomy*, 41: 111-115.

Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou, A. and Marzouk, B. 2009. Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. *Indian Crop Production*, 30: 372-379.

Liu, H., Wang, X., Wang, D., Zou, Z. and Liang, Z. 2011. Effect of drought stress on growth and accumulation of active constituents in *Salvia miltiorrhiza* Bunge. *Indian Crop Production*, 33: 84-88.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. pp. 549-561. Academic Press, Sydney.

Mengel, K. and Kirkby, A. 2001. Principles of plant nutrition. 4<sup>th</sup> Edition. International Potash Institute, Burn, Switzerland.

Petropoulos, S. A., Daferera, D., Polissiou, M. G. and Passam, H. C. 2008. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. *Horticulture Science*, 115: 393-397.

Sadanandan, A. K., Peter, K. V. and Hamza, S. 2003. Role of potassium nutrition in improving yield and quality of spice crops in India. Kerala Agricultural University, Vellanikara, Thrissur, Kerala.

Selmar, D. 2008. Potential of salt and drought stress to increase pharmaceutical significant secondary compounds in plants. *Agronomy Forest Research*, 58: 139-144.

Sharma, K. D., Kuhad, M. S. and Nanadwal, A. S. 1992. Possible role of potassium in drought tolerance in Brassica. *Journal of Potassium Research*, 8 (4): 320-327.

Shehata, A. A. and Farrog, A. A. 1983. Effect of potassium under specific conditions on yield and composition of broad bean seeds. *Egyption Journal of Soil Science*, 23: 293-303.

Umar, S., Afridi, M. R. and Dwived, R. S. 1991. Influence of added potassium on the drought resistance of groundnut. *Journal of Potassium Research*, 7 (1): 53-61.

Wadberr, U. 2006. Symptoms of deficiency in essential minerals. *Plant Physiology*, 4<sup>th</sup> Ed. 70 pp.

Xia, L., Yang, W. and Xiufeng, A. 2007. Effects of water stress on berberine, jatrorrhizine and palmatine contents in amur Corktree seedlings. *Acta Ecologica Sinica*, 27: 58-64.

Yadi, R., Dastan, S., Mobasser, H. R. and Arab, R. 2011. Effects of irrigation halting and silicon application on agronomical indices and grain yield of rice var. Tarom Mahalli. *The First Congress of Modern Agricultural Science and Technology*, pp. 83-86. 10-12.

## Effect of Water Stress and Potassium on Yield and Yield Components of Cumin (*Cuminum cyminum* L.)

Shekofteh<sup>1\*</sup>, H. and Dehghani Fatehabad<sup>2</sup>, R.

### Abstract

In order to investigate the effects of water stress and potassium on some traits of cumin a split plot field experiment based on complete randomized block design was conducted during 2013 agronomic growing seasons in Zarand region. In this study full irrigation plus three water stress levels including, cut off irrigation from stem elongation stage to seedling growth stage, cut off irrigation from stem elongation stage to the reproductive stage and irrigation in grain filling stage allocated in the main plots and three various potassium amounts (50, 100, 150 kg ha<sup>-1</sup> Potassium sulfate) were considered as sub plots. Results indicated that water stress had a significant effect on all traits. The highest effect of water stress was observed on seed yield and the lowest effect of that was observed on essential oil content. Also, potassium had a significant effect on seed yield and essential oil content. Totally, cut off irrigation in early stage of growth and 100 kg/ha of potassium sulfate had the highest effect on seed yield.

**Keywords:** Deficit irrigation, Abiotic, Yield, Essential oil

---

1. Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran  
2. M.Sc. Student, Department of Horticultural Sciences, Islamic Azad University, Jiroft Branch, Jiroft, Iran  
\*: Corresponding author                      Email: hoseinshekofteh@yahoo.com