Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰۰۵-۹۸۳

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.4, Winter 2019, p. 983-1005

اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و خصوصیات کیفی اسانس اکوتیپ‌های زیره سبز (*Cuminum Cyminum* L.) در شرایط آب و هوایی افغانستان

محمد یوسف جامی[۱]، عبداله ملا فیلابی[۲*] و مجید امینی دهقی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۴

جامی، م.ی.، ملافیلابی، ع.، و امینی دهقی، م. ۱۳۹۷. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و خصوصیات کیفی اسانس اکوتیپ‌های زیره سبز (*Cuminum Cyminum* L.) در شرایط آب و هوایی افغانستان. بوم شناسی کشاورزی، ۱۰(۴): ۱۰۰۵-۹۸۳.

چکیده

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین گیاهان دارویی است که کشت و کار آن می‌تواند به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک در شرایط کم‌آبی حائز اهمیت باشد. به منظور بررسی و تعیین بهترین زمان آبیاری و انتخاب توده‌های مناسب زیره سبز در منطقه هرات- افغانستان، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه هرات انجام شد. چهار رژیم آبیاری شامل دیم (W_1)، بعد از ساقه رفتن (W_2)، اوایل گلدهی (W_3) و اوایل دانه‌بندی (W_4) به عنوان عامل اصلی و توده‌های بذر راجستان هند (V_1)، بادغیس افغانستان (V_2) و کاشمر ایران (V_3) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، تعداد چتر در گیاه، تعداد دانه در چتر، تعداد ساقه فرعی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و صفات کیفی شامل مواد مؤثره موجود در اسانس زیره سبز بودند. نتایج نشان داد که اثر ساده و متقابل زمان آبیاری و توده بر عملکرد و حجم اسانس، عملکرد بذر، وزن هزار دانه، تعداد دانه در چتر، تعداد ساقه فرعی، شاخص برداشت، درصد کومین آلدئید و پارا-سیمن معنی‌دار بود. بالاترین مقدار برای آبیاری در اوایل گلدهی و توده هندی مشاهده شد، اما بیشترین تعداد ساقه فرعی از توده افغانستان بدست آمد. بالاترین درصد شاخص برداشت و تعداد ساقه‌های فرعی به ترتیب برای آبیاری در اوایل دانه‌بندی و دیم بدست آمد. بیشترین میزان کومین آلدئید از توده‌های ایرانی و افغانستانی به ترتیب با ۲۷/۳۵ ٪ و ۲۵/۷۳٪ و بیشترین مقدار پارا- اسیمن (۲۵/۸۱٪) از اثر متقابل توده هندی با تیمار آبیاری اوایل دانه‌بندی بدست آمد. طبق نتایج توده هندی +آبیاری در اوایل گلدهی برای شرایط آب و هوایی هرات- افغانستان توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: منطقه خشک و نیمه خشک، حجم و عملکرد اسانس، گیاه دارویی، عملکرد دانه

مقدمه

گیاهان دارویی از منابع بسیار ارزشمند در عرصه‌های گسترده منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی، اهلی کردن، کشت، توسعه و بهره‌برداری بهینه می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشند. زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گیاهی یک‌ساله و متعلق به تیره چتریان است (Omidbaigi, 2007) با شاخه‌های نازک و معطر که ارتفاع آن بسته به شرایط محیطی بین ۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر متغیر است (Kafi et al., 2002). این گیاه، به آب کم نیاز دارد و در مناطق خشک و نیمه خشک ایران رشد می‌کند (Amini Dehaghi et al., 2011) زیره سبز از اقلام مهم صادراتی افغانستان بوده و نقش بسزایی در معیشت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۲- استادیار گروه زیست فناوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران
۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: a.filabi@rifst.ac.ir
DOI:10.22067/jag.v10i4.76116

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزان و اقتصاد خانوار روستایی افغانستان بویژه استان هرات دارد و در مناطق خشک و نیمه‌خشک به خصوص اراضی هرات تولید می‌شود (Wafiq, 2005). از مهم‌ترین و پر کاربردترین گیاهان دارویی تیره چتریان به شمار می‌رود و به منظور استفاده از اسانس تولیدی از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی کشت می‌شود (Omidbaigi, 2007). متوسط عملکرد بذر زیره سبز در شرایط دیم تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آبی تا ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (Kafi et al., 2002; Kafi et al., 2011). در شرایط غیر تنش، تغییرات عملکرد بیولوژیک ۳۲۰۰ تا ۴۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه ۱۱۰۴ تا ۱۴۸۰ کیلوگرم در هکتار و شاخص برداشت دانه ۲۷-۲۰ درصد گزارش شده است (Esfini Farhani et al., 2012).

تنش خشکی از جمله بزرگ‌ترین چالش‌ها در تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، از جمله ایران به شمار می‌رود، شناخت واکنش‌های متفاوت گیاهان دارویی به کمبود آب اهمیت خاصی دارد (Moghaddam et al., 2014). با ارزیابی توده‌های بومی از هر گیاه که در شرایط تنش کم‌آبی قادر به تولید عملکرد به نسبت قابل قبولی باشند، می‌توان با اطمینان بیشتری در نواحی خشک و نیمه‌خشک آن‌ها را کشت کرد. از آنجا که گیاهان در دوره رشد با تنش‌های پرشمار محیطی از جمله تنش خشکی روبرو می‌شوند، بررسی تأثیر تنش خشکی بر ویژگی‌های فیزیولوژی گیاه در انتخاب رقم‌های مقاوم به خشکی و همچنین ذخیره و مصرف کارآمد آب، مؤثر خواهد بود. هریک از تنش‌ها می‌توانند با توجه به میزان حساسیت و مرحله رشد گونه گیاهی تغییرات ریخت‌شناسی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی چندی را در گیاهان سبب شوند که این امر سبب بازدارندگی شدیدی در رشد گیاه و در نتیجه سبب کاهش محصول می‌شود (Imam et al., 2005). 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 کیفیت تولید بوده که در پاره‌ای از مواقع باعث کاهش ۵۰ درصدی عملکرد محصول نیز می‌گردد (Arabzadeh, 2012; Amini Dehghani et al., 2011).

با توجه به اینکه افزایش عملکرد در واحد سطح از طریق افزایش کارایی فنی تولیدکنندگان، تنها روش مناسب برای افزایش تولید است، بهینه‌سازی راندمان آبیاری به منظور استفاده هرچه بیشتر از آب بسیار مهم است (Rahimian Mashhadi, 1992). یکی از روش‌های افزایش بهره وری آب، کم‌آبیاری می‌باشد که در آن گیاه با هدف مشخص در مراحل رشدی خاصی تحت تنش قرار می‌گیرد که باید گیاهانی با فصل رویشی کوتاه و متحمل به خشکی انتخاب شوند. زیره سبز یکی از گیاهانی است که این شرایط را داراست (Kafi et al., 2002) و با توجه به قیمت بالا می‌تواند با مصرف مقادیر کم آب، ارزش اقتصادی بالایی را تولید نماید.

بتایب و همکاران (Bettaieb et al., 2011) گزارش کردند که تنش رطوبتی ملایم سبب افزایش درصد روغن‌های فرار در زیره سبز شده است. بالندری (Balandari, 2004) اعلام نمود که گرما و خشکی باعث افزایش و هوای معتدل و مرطوب باعث کاهش درصد اسانس زیره سبز می‌شود؛ به‌طوری‌که توده‌هایی که در طول زمان با تنش‌های محیطی بیشتری مواجه بوده‌اند (خشکی و دمای زیاد)، از درصد اسانس بیشتری برخوردارند؛ اما توده‌هایی که در مناطق معتدل‌تر، با تنش‌های کمتری روبرو شده‌اند، اسانس کمتری دارند. کمبود منابع آبی از یک سو و عدم موجودیت رطوبت در زمان مناسب (در اثر تغییرات اقلیمی) از سوی دیگر، کشت آبی این گیاه با پیمانه زیاد را با چالش‌هایی مواجه ساخته است. شناخت نیازهای این گیاه و از جمله زمان مناسب و مورد نیاز آبیاری که سازگاری با توده مناسب داشته باشد، می‌تواند صفات کمی و کیفی گیاه مورد نظر را به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش داده، سبب استفاده بهینه از نهاده‌های زراعی گردیده و امکان وسعت کشت آن را میسر سازد. هم‌چنان می‌تواند از گزینه‌های مطلوب کشت جایگزین برای خشخاش در افغانستان باشد. با وجود تعداد مطالعات، درباره رژیم آبیاری این گیاه اطلاع دقیقی در دست نیست و کشاورزان بر اساس دانش و تجربه بومی خود اقدام به زراعت آن می‌کنند. بنابراین، مطالعه و بررسی اثر میزان آب آبیاری (به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاهان) و عوامل مرتبط با مصرف بهینه آب یکی از عمده‌ترین مسائلی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

بر این اساس، با توجه به اهمیت موارد ذکر شده در فوق، هدف از این تحقیق بررسی اثر زمان آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد سه توده زیره سبز در شرایط اقلیمی استان هرات بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های

www.SID.ir

Archive of SID

کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه هرات افغانستان با طول جغرافیایی ۶۲′ و ۱۲° شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴′ و ۲۲° شمالی با ۹۴۶/۴۰۴ متر ارتفاع از سطح دریا در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. متوسط میزان بارندگی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در استان هرات ۲۳۳/۹ میلی‌متر، پائین‌ترین درجه حرارت در زمستان و بهار این سال زراعی ۱۲-۷ درجه سانتی‌گراد و بالاترین درجه حرارت ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد گزارش گردید. چهار رژیم آبیاری (W_1= دیم (بدون آبیاری)، W_2 = بعد از ساقه رفتن، W_3 = اوایل گلدهی و W_4 = اوایل دانه‌بندی) و سه توده زیره سبز (V_1= راجستان هند، V_2= بادغیس افغانستان و V_3= کاشمر ایران) به ترتیب به عنوان فاکتورهای اصلی و فرعی در نظر گرفته شدند.

در مرحله آماده‌سازی زمین و پیش از کاشت، نمونه‌ای مرکب از عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی تهیه و جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمون خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

عملیات آماده‌سازی بستر کاشت با استفاده از گاوآهن و دیسک صورت گرفت. تهیه کرت‌ها طبق نقشه اجرا گردید (شکل ۱).

مساحت کرت‌های اصلی ۴۰ متر مربع (۴×۱۰ متر)، مساحت کرت‌های فرعی ۱۲ متر مربع (۳×۴ متر)، فاصله بین تیمارها در کرت-های اصلی ۰/۵ متر، فاصله بین کرت‌های اصلی ۱ متر و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی با فاصله هفت روز یکبار به شیوه نشتی و با استفاده از سیفون صورت پذیرفت. توده بذرهای زیره سبز مورد استفاده از کشور هندوستان (V_1) از منطقه راجستان با وزن هزار دانه ۴/۰۴ گرم، توده بذری کشور افغانستان از منطقه بادغیس (V_2) با وزن هزار دانه ۲/۸۲ گرم و توده بذری کشور ایران از منطقه کاشمر (V_3) با وزن هزار دانه ۳/۰۸ گرم تهیه شد.

بعد از آماده شدن زمین، با توجه به نتایج آنالیز خاک و در نظر گرفتن نیاز گیاه، کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم و P_2O_5 به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان کود پایه به خاک برای هرکرت اضافه گردید. بذرها قبل از کشت با پودر قارچ کش ویتاواکس به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار در هر کرت به روش دست پاش و به صورت کاملاً یکنواخت، همزمان با کاشت ضدعفونی و سپس بذور در عمق یک سانتی‌متری خاک کاشته شدند. بلافاصله بعد از اتمام کاشت، خاک‌آب برای تیمارها اعمال شد، سبز شدن بذور از اوایل اسفند ۱۳۸۸ آغاز شد. عملیات مبارزه با علف‌های هرز با گرم شدن تدریجی هوا، جهت جلوگیری از طغیان، به صورت وجین دستی انجام شد.

برداشت در پایان دوره رشد و همزمان با زرد شدن و رسیدگی بوته‌ها، جهت جلوگیری از ریزش دانه‌ها در حالت سبز و زرد شدن برگ‌ها از سطحی معادل یک مترمربع با حذف ۱/۵ متر از ابتدا و انتها و ۱ متر از طرفین کرت، توسط کوادراتی به ابعاد ۱×۱ متر صورت گرفت، سپس نمونه‌ها به طور مجزا داخل کیسه‌های نخی گذاشته و پس از انتقال به آزمایشگاه به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. برای تعیین صفات از هرکرت پنج نمونه انتخاب گردید. صفات مورد مطالعه شامل صفات کمی چون ارتفاع، تعداد چتر در گیاه، تعداد دانه در چتر، تعداد ساقه فرعی، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد دانه و حجم و عملکرد اسانس و صفات کیفی شامل: مواد مؤثره موجود در اسانس زیره سبز بودند. شاخص برداشت نیز از معادله ۱ محاسبه شد.

تکرار اول First replication	W_4: V_3 V_1 V_2	W_2: V_2 V_1 V_3	W_3: V_2 V_1 V_3	W_1: V_1 V_2 V_3
تکرار دوم Second replication	W_2: V_2 V_1 V_3	W_3: V_1 V_3 $V2$	W_1: V_1 V_2 V_3	W_4: V_3 V_1 V_2
تکرار سوم Third replication	W_3: V_3 V_2 V_1	W_1: V_2 V_3 V_1	W_4: V_1 V_3 V_2	W_2: V_2 V_1 V_3
تکرار چهارم Fourth replication	W_1: V_1 V_3 V_2	W_4: V_3 V_2 V_1	W_2: V_3 V_2 V_1	W_3: V_2 V_3 V_1

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- نقشه طرح در مزرعه

Fig. 1- Experimental map in the field

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1 - Physical and chemical properties of soil

عمق Depth (cm)		خصوصیات Properties
20-40	0-20	
8.44	8.41	اسیدیته pH
0.656	1.497	هدایت الکتریکی EC ($dS.cm^{-1}$)
3.33	10.33	سدیم+ منیزیم Ca+ Mg ($meq.L^{-1}$)
6.56	4.62	سدیم N ($meq.L^{-1}$)
204	226.4	پتاسیم قابل دسترس Available K (ppm)
1.8	5	فسفر قابل دسترس Available P (ppm)
0.07	0.08	نیتروژن کل Total N (%)
0.546	0.765	کربن آلی Organic C (%)
شنی لومی Loamy-sandy	شنی لومی Loamy-sandy	بافت Texture

معادله ۱ $$HI= (Y_E/ Y_B) \times 100$$

که در این معادله، HI: شاخص برداشت[1]، Y_E: عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) و Y_B: عملکرد بیولوژیکی می‌باشد.

جهت تعیین درصد اسانس دانه، از هرکرت ۴۰ گرم بذر خشک شده در سایه به عنوان نمونه به آزمایشگاه منتقل و پس از آسیاب شدن، همراه با ۴۰۰ میلی‌متر آب مقطر به کمک دستگاه اسانس‌گیر شیشه‌ای مدل Clevenger (ساخت واحد شیشه‌گری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران) تحت دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد اسانس‌گیری شد. زمان اسانس‌گیری برای هر نمونه ۱۲۰ دقیقه بود. حجم اسانس هر نمونه در خروجی مدرج کلونجر تعیین، اسانس حاصل در بطری‌های تیره رنگ جمع‌آوری و تا زمان انتقال جهت آزمایش‌های کیفی در یخچال نگه‌داری شد. داده‌های بدست آمده از اندازه‌گیری حجم اسانس‌ها (برحسب میلی‌لیتر) در چگالی اسانس زیره سبز (به طور متوسط ۰/۹۱۵) ضرب و جرم اسانس هر نمونه بدست آمد. بدین وسیله درصد جرمی اسانس (عملکرد اسانس) تعیین شد.

برای جداسازی و شناسایی ترکیبات، از دستگاه شیمادزو[2] مدل GC- PU 4500 مجهز به ستون E30 1.5m استفاده شد. در برنامه ریزی حرارتی ستون، دمای اولیه ۸۰ درجه سانتی‌گراد بود که با شیب ۸ درجه سانتی‌گراد در دقیقه در نهایت به ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش و حجم تزریق ۰/۳ میکرولیتر، دمای محفظه تزریق ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و دمای محفظه آشکارساز ۲۰۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. آشکار ساز از نوع (FID)[3] بود. سپس با مراجعه به منابع و مقایسه با طیف‌های استاندارد، ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس مورد شناسایی کمی و کیفی قرار گرفت. در همه تیمارها کومین آلدئید، پارامنتا۱- و ۳- دین ۷- ال، پارامنتا ۱- و ۴- دین ۷- ال، گاما- ترپینن، پارا- سیمن، بتا- پینن و آلفا- پینن (به میزان کم)، ترکیبات عمده (یا نسبتاً عمده) را تشکیل می‌دادند.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-c، مقایسه میانگین‌ها به روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام، سپس نمودارها با نرم‌افزار اکسل ترسیم شد. همبستگی پیرسون و

1- Harvest index

2- Shimadzu

3- Flame ionization detector

www.SID.ir

Archive of SID

رگرسیون چندگانه بین صفات با نرم‌افـزار SPSS انجـام پـذیرفت. در مورد صفات حجم و عملکرد اسانس و اجـزای آن (شـامل پاراسـیمن، گاماترپینن و کومینل آلدئید) داده‌ها با تبدیل رادیکالی جذر شدند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی تودههای زیره سبز تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری

Table 2- Analysis of variance for quantitative traits of cumin ecotypes affected as irrigation regimes

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares										
		تعداد گره در ساقه Number of nodes per stem	تعداد ساقه فرعی در بوته Number of branches per plant	تعداد چتر در گیاه Number of umbels per plant	تعداد دانه در چتر Number of seeds per umbel	بیوماس Biomass	طول بذر Seed length	ارتفاع گیاه Plant height	عملکرد دانه Seed yield	حجم اسانس Essential oil volume	عملکرد اسانس Essential oil yield	شاخص برداشت Harvest index	وزن هزار دانه 1000-seed weight
تکرار Replication	3	64.28ns	22.51ns	38.91ns	17.76*	19244ns	0.05ns	13.79*	144647ns	0.97ns	0.88ns	9.39ns	0.130ns
رژیم‌های آبیاری Irrigation regimes (I)	3	69.73ns	32.61ns	42.56ns	2.78ns	249695**	0.099ns	9.59ns	1785029**	9.076ns	8.30*	71.55ns	0.584*
خطای اصلی Main error	9	24.41	10.51	11.20	3.81	11665	0.06	2.70	117285	1.52	1.39	46.71	0.094
اکوتیپ‌ها Ecotypes (E)	2	528.14**	125.18**	1067.66**	25.63**	25417*	0.10ns	8.32ns	667993**	10.37**	9.49**	243.27**	10.497**
I×E	6	57.32**	23.12**	27.13ns	6.04*	25211**	0.15*	2.84ns	235524**	1.67ns	1.53ns	118.51**	0.153ns
خطای فرعی Sub-error	24	11.41	3.20	15.35	1.65	4955	0.06	4.13	37308	0.84	0.77	19.01	0.247
ضریب تغییرات CV (%)		19.07	21.06	21.93	10.13	23.03	4.91	9.37	20.89	20.19	20.19	13.93	15.94

ns، * و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: represent non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات کمی مورد مطالعه در زیره سبز تحت تأثیر زمان‌های مختلف آبیاری در جدول ۲ ارائه شده است.

تعداد گره ساقه: اگرچه زمان آبیاری برروی تعداد گره ساقه تأثیر معنی‌داری نداشت، اما اثر توده بذری و اثر متقابل توده با آبیاری بر تعداد گره ساقه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). عامل ژنتیک و محیط در تولید گره نقش اساسی دارد؛ به‌طوری‌که توده افغانستانی با ۲۴/۳ گره ساقه در بوته حداکثر و توده‌های هندی و ایرانی (به ترتیب با ۱۳/۶ و ۱۵/۲ گره در بوته) حداقل تعداد گره ساقه را تولید کردند (جدول ۳). اثر متقابل تیمار دیم و تیمار آبیاری اوایل گلدهی با توده افغانستانی به ترتیب با ۳۰/۷ و ۲۸/۱ گره ساقه بیشترین (جدول ۴) و اثر متقابل تیمار آبیاری اوایل دانه‌بندی با توده هندی (۱۰/۷ گره ساقه) کمترین تعداد را داشت (شکل ۲).

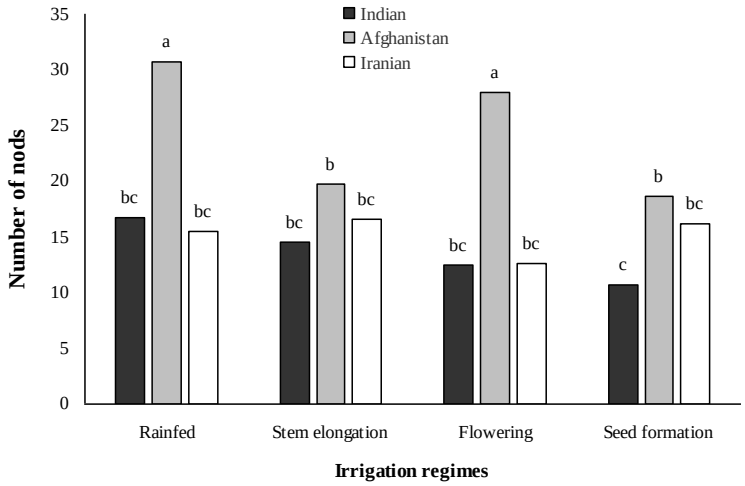
جدول ۳- مقایسه میانگین اجزای عملکرد و عملکرد دانه و اسانس توده‌های بومی زیره سبز

Table 3- Mean comparisons for yield components, seed yield and essential oil yield of cumin ecotypes

توده‌های بومی Ecotypes	تعداد گره در ساقه Number of nodes per stem	تعداد ساقه فرعی در بوته Number of branches per plant	تعداد چتر در گیاه Number of umbels per plant	تعداد دانه در چتر Number of seeds per umbel	بیوماس Biomass ($kg.ha^{-1}$)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	حجم اسانس Essential oil volume ($l.ha^{-1}$)	عملکرد اسانس Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
هندی Indian	13.64b*	6.62b	12.44b	14.11a	304.85ab	1.52b	1058.46a	32.55a	29.78a	35.50a	4.04a
افغانستانی Afghanistan	24.28a	11.71a	27.26a	11.69b	266.12b	1.84a	689.28b	16.54b	15.13b	27.79b	2.49b
ایرانی Iranian	15.21b	7.16b	13.89b	12.27b	345.82a	1.52b	1025.61a	18.78b	17.18b	30.61b	2.83b

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) in each column have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و توده‌های بومی بر تعداد گره ساقه زیره سبز

Fig. 2- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on node number per stem of cumin

* میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اجزای عملکرد و عملکرد دانه و اسانس توده‌های بومی زیره سبز

Table 3- Mean comparisons for yield components, seed yield and essential oil yield of cumin ecotypes

توده‌های بومی Ecotypes	تعداد گره در ساقه Number of nodes per stem	تعداد ساقه فرعی در بوته Number of branches per plant	تعداد چتر در گیاه Number of umbels per plant	تعداد دانه در چتر Number of seeds per umbel	بیوماس Biomass (kg.ha^{-1})	قطر ساقه Stem diameter (mm)	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	حجم اسانس Essential oil volume (l.ha^{-1})	عملکرد اسانس Essential oil yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
هندی Indian	13.64b*	6.62b	12.44b	14.11a	304.85ab	1.52b	1058.46a	32.55a	29.78a	35.50a	4.04a
افغانستانی Afghanistan	24.28a	11.71a	27.26a	11.69b	266.12b	1.84a	689.28b	16.54b	15.13b	27.79b	2.49b
ایرانی Iranian	15.21b	7.16b	13.89b	12.27b	345.82a	1.52b	1025.61a	18.78b	17.18b	30.61b	2.83b

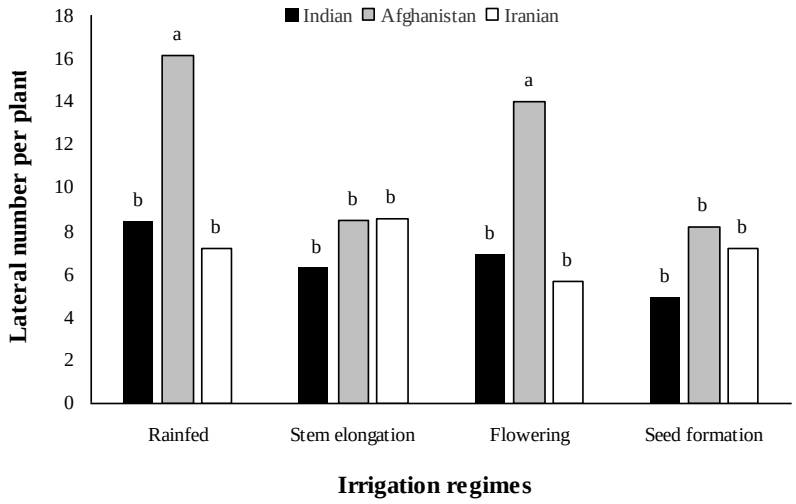
* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) in each column have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد ساقه‌های فرعی: زمان آبیاری بر روی تعداد ساقه-های فرعی زیره سبز از نظر آماری اثر معنی‌داری نداشت، اما توده‌ها و اثر متقابل تحت تیمارهای آبیاری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). توده افغانستانی با ۱۱/۷ ساقه فرعی در بوته حداکثر و توده‌های هندی و ایرانی (به ترتیب با ۶/۶ و ۷/۲ ساقه فرعی در بوته) حداقل تعداد ساقه فرعی را نشان دادند (جدول ۳). توده افغانستانی در تیمارهای دیم و اوایل گلدهی به ترتیب با ۱۶/۲ و ۱۴ ساقه فرعی در بوته (جدول ۴) بیشترین تعداد ساقه فرعی را داشت و تیمارهای دیگر در بیشتر توده‌ها در گروه کمترین تعداد ساقه فرعی از نظر آماری قرار داشتند (شکل ۳). تعداد زیاد ساقه‌دهی تحت شرایط دیم یک صفت نامطلوب به حساب می‌آید، زیرا باعث مصرف بیهوده رطوبت خاک، مواد غذایی و اتلاف آن‌ها می‌گردد (Ogbonnaya et al., 1998) به همین دلیل در ادامه باعث کاهش عملکرد دانه در توده افغانستانی گردید. تعداد ساقه فرعی بستگی به تعداد جوانه جانبی روی ساقه دارد که یک صفت ژنتیکی بوده و در بین توده‌های مختلف، متفاوت می-باشد. اثر متقابل آبیاری و توده‌های زیره سبز اثر معنی‌داری را روی تعداد ساقه‌های فرعی نشان می‌دهد که با نتایج حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2010) بر روی علف چای (*Hypericum perforatum* L.) مطابقت دارد.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و توده‌های بومی بر تعداد ساقه فرعی زیره سبز

Fig. 3- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on number of shoots in cumin stem

* میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

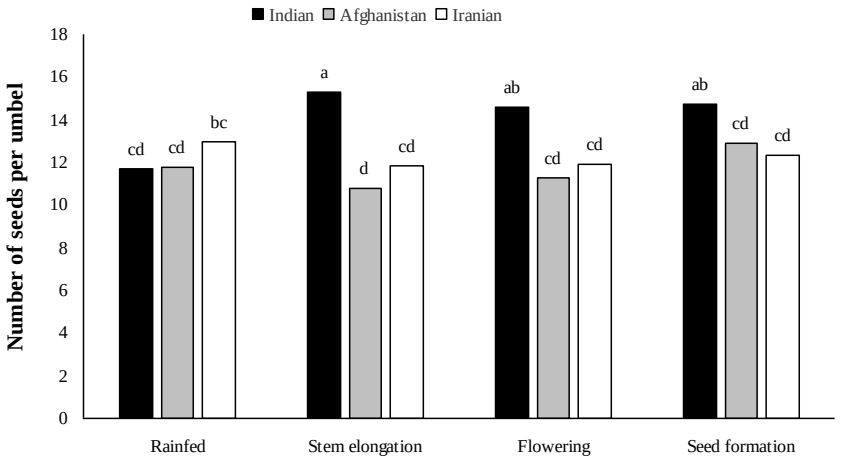
تعداد چتر در گیاه: با توجه به نتایج تجزیه واریانس، تعداد چتر در گیاه از نظر زمان آبیاری و اثر متقابل تیمار آبیاری و توده‌های زیره سبز معنی‌دار نبوده اما تعداد چتر در توده‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). توده افغانستان با ۲۷/۲۵۸ چتر در بوته بیشترین و توده‌های هندی و ایرانی (به ترتیب با ۱۲/۴ و ۱۳/۹ چتر در بوته) کمترین تعداد چتر را داشتند (جدول ۳). کافی و همکاران (Kafi et al., 2011) طی آزمایشی روی گیاه زیره سبزگزارش دادند که در شرایط تنش خشکی، تعداد چتر در بوته کاهش می‌یابد. با اعمال تنش خشکی تعداد چتر کاهش می‌یابد، این کاهش به دلیل ریزش گل و سقط دانه‌های تازه تشکیل شده است که باعث کاهش تعداد چتر و دانه می‌شود (Alizadeh et al., 2004). رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2005)، نتایج مشابهی در سیاه دانه مبنی بر کاهش تعداد چتر در بوته با افزایش شدت تنش را نشان می‌دهد.

تعداد دانه در چتر: اثر زمان آبیاری بر تعداد دانه در چتر معنی‌دار نشد، اما توده‌ها و اثر متقابل با زمان آبیاری از نظر آماری تأثیر معنی‌داری به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ نشان دادند (جدول ۲). حداکثر تعداد دانه در چتر (۱۴/۱ دانه در چتر) را توده

www.SID.ir

Archive of SID

هندی و حداقل آن را توده‌های افغانستانی و ایرانی (به ترتیب ۱۱/۷ و ۱۲/۳ دانه در چتر) را داشتند (جدول ۳). اثر متقابل تیمار آبیاری بعد از ساقه رفتن و توده هندی با ۱۵/۳ دانه در چتر بیشترین و توده افغانستانی با همین تیمار (۱۰/۸ دانه در چتر) کمترین تعداد دانه در چتر داشتند (شکل ۴). ثقه الاسلامی و همکاران (Seghatol Eslami et al., 2007) بیان داشتند که تنش خشکی باعث کاهش تعداد دانه در خوشه و کاهش وزن هزار دانه می‌شود. با افزایش شدت تنش خشکی تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته در زیره سبز کاهش می‌یابد (Ahmadian, 2004).



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و توده‌های بومی بر تعداد بذر در چتر زیره سبز

Fig. 4- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on number of seeds per umbel of cumin

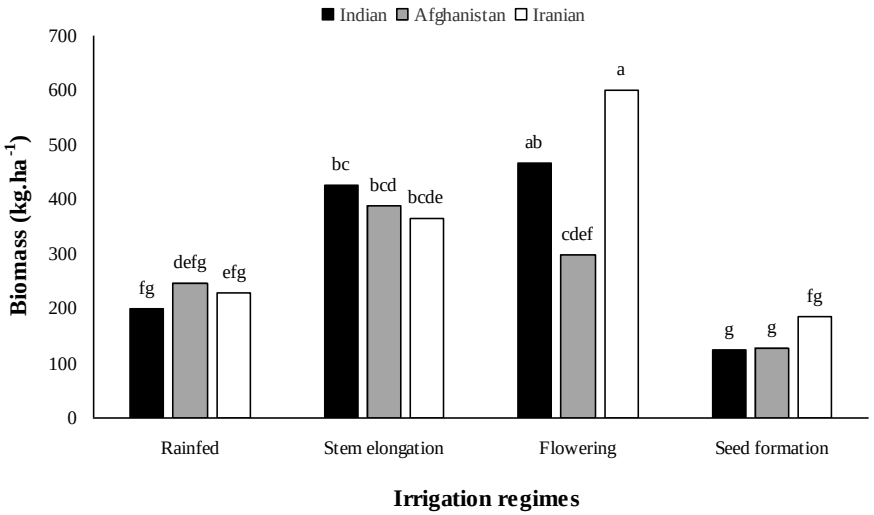
* میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

عملکرد بیوماس (ماده خشک گیاهی): نتایج بررسی اثر توده‌های زیره سبز در سطح احتمال ۵٪ و زمان‌های آبیاری و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار بر بیوماس، نشان دادند (جدول ۲). تیمارهای آبیاری بعد از ساقه رفتن و اوایل گلدهی (به ترتیب با ۴۵۵/۹۴۶ و ۳۹۵/۷۱۳ کیلوگرم ماده خشک در هکتار) بیشترین و تیمارهای اوایل دانه‌بندی و دیم (به ترتیب با ۱۴۵/۸۳۳ و ۲۲۵/۸۹۲ کیلوگرم ماده خشک در هکتار) کمترین بیوماس را تولید کردند (جدول ۵). حداکثر بیوماس (۳۴۵/۸۲۳ کیلوگرم ماده خشک در هکتار) در توده ایرانی و حداقل آن در توده افغانستانی (۲۶۶/۱۱۹ کیلوگرم ماده خشک در هکتار) مشاهده گردید (جدول ۳). اثر متقابل تیمار آبیاری اوایل گلدهی و توده ایرانی با ۶۰۰/۴۲۷ کیلوگرم ماده خشک در هکتار بیشترین (جدول ۴) و تیمار اوایل دانه‌بندی و کشت در شرایط دیم، در تمام تیمارها کمترین میزان بیوماس را داشت (شکل ۵). نتایج نشان می‌دهد که، صرف داشتن بیشترین تعداد گره ساقه، تعداد ساقه فرعی و تعداد چتر در گیاه به‌عنوان تنها امتیاز جهت داشتن حداکثر بیوماس نیست، بلکه موجودیت تعداد دانه زیاد در گیاه زیره سبز می‌تواند نقش اساسی را در افزایش مقدار بیوماس داشته باشد که با توجه به خصوصیات ذاتی زیره سبز مبنی بر اختصاص بیش از نیمی از کل وزن هوایی به دانه‌ها، ارزش دانه در ترکیب بیوماس بیش از پیش نمایان می‌گردد (Kafi et al., 2002). لاولر و کرنیک (Lawler & Cornic, 2002) گزارش دادند که در شرایط تنش کمبود آب، کاهش عملکرد بیولوژیک می‌تواند به دلیل کاهش فشار آماس سلول و یا ناشی از کاهش سطح برگ گیاه باشد. در مجموع، می‌توان گفت مقدار فتوسنتز خالص کمتر و هم‌چنین کاهش هدایت روزنه‌ای و مقدار کلروفیل کمتر در شرایط تنش می‌تواند منجر به تولید مقدار کمتری بیوماس شود (Liu et al., 2004).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و توده‌های بومی بر عملکرد بیوماس زیره سبز

Fig. 5- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on biomass yield of cumin

* میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد بیوماس، دانه و اسانس زیره سبز

Table 5- Mean comparisons for the effect of irrigation regimes on biomass yield, seed yield and essential oil yield of cumin

رژیم آبیاری Irrigation regimes	بیوماس Biomass (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	حجم اسانس Essential oil volume (l.ha^{-1})	عملکرد اسانس Essential oil yield (kg.ha^{-1})	وزن هزار دانه 1000- seed weight (g)
دیم Rainfed	225.89b*	711.73bc	17.04b	15.59b	3.07b
بعد از ساقه رفتن Stem elongation	394.71a	1163.66ab	28.82a	26.37a	2.97b
اوایل گلدهی Flowering stage	455.95a	1325.59a	31.06a	28.42a	3.45a
دانه‌بندی Seed formation	145.83b	496.82c	13.56b	12.41b	2.10b

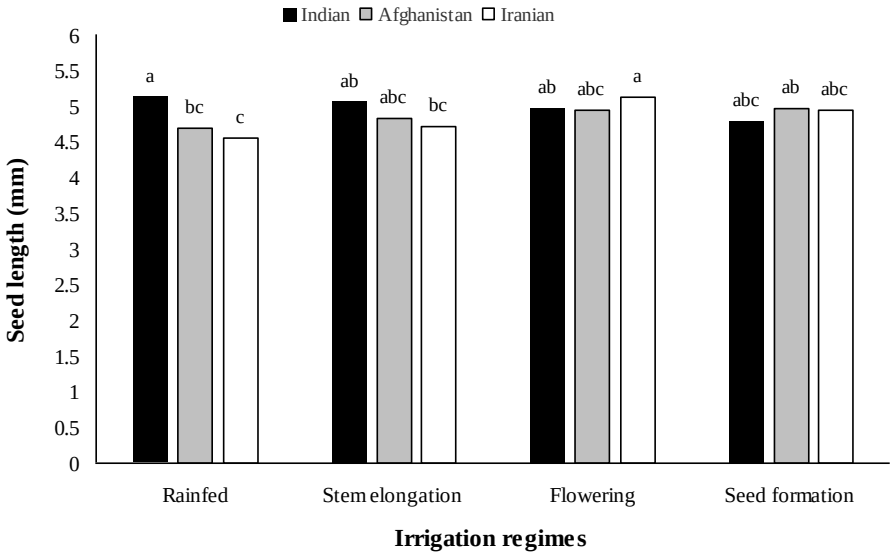
* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) in each column have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

طول بذر: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین تیمار زمان‌های مختلف آبیاری و توده‌های زیره سبز از نظر طول بذر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲). اثر متقابل زمان‌های آبیاری و توده‌های بذر بر طول بذر دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بود. در تیمارآبیاری در اوایل گلدهی برای توده ایرانی و تیمار دیم برای توده هندی به ترتیب با ۵/۱۳۳ و ۵/۱۳۰ میلی‌متر بیشترین طول بذر (جدول ۴) و در اثر متقابل تیمار دیم و توده ایرانی با ۴/۵۶۳ میلی‌متر کمترین طول بذر مشاهده شد (شکل ۶). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) وزن دانه یک رقم معین را ثابت گزارش کرده و اظهار داشتند که بروز تنش‌های شدید در هنگام دانه‌بندی موجب کاهش وزن بذر می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و توده‌های بومی بر طول بذر زیره سبز

Fig. 6- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on seed length of cumin

* میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که زمان آبیاری و توده‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر روی ارتفاع بوته اثر معنی‌داری ندارد (جدول ۲). ارتفاع بوته تحت تأثیر تجمع مواد فتوسنتزی در گیاه می‌باشد که عدم وجود شرایط مناسب برای ماده‌سازی و ذخیره مواد ساخته شده در گیاه سبب کوتاه شدن طول ساقه و نهایتاً ارتفاع بوته می‌شود. در تیمارهای یکسان آبیاری روند افزایش ارتفاع بوته نشان می‌دهد که بین ارقام به خاطر ویژگی‌های ژنتیکی اختلاف وجود دارد که این تفاوت می‌تواند به دلیل جذب بهتر مواد غذایی از خاک، افزایش میزان فتوسنتز، افزایش تجمع مواد فتوسنتزی در گیاه و افزایش سرعت تقسیم سلولی باشد. فرخی‌نیا و همکاران (Farokhinia et al., 2011) نیز گزارش کردند که تنش خشکی در مرحله رشد رویشی اغلب سبب کاهش ارتفاع گیاه می‌شود.

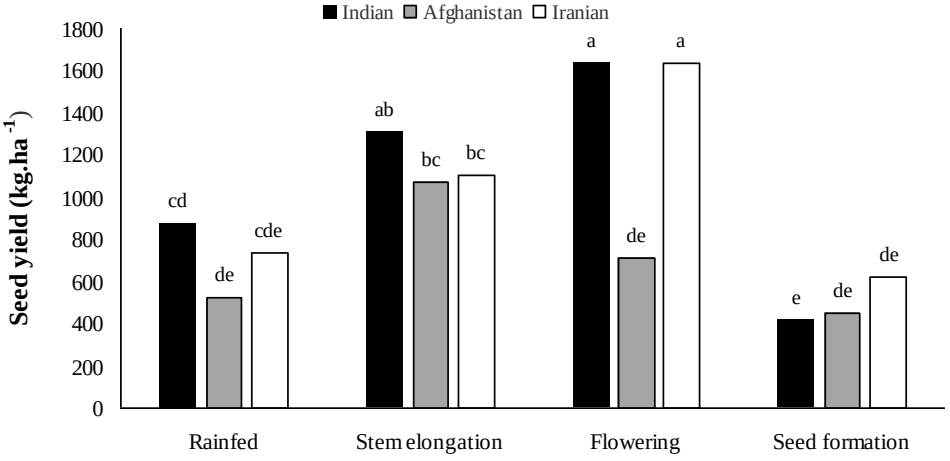
قطر ساقه: قطر ساقه از نظر تیمارهای زمان آبیاری و اثر متقابل با توده‌های زیره سبز اثر معنی‌داری نداشت، ولی توده‌ها در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌داری در قطر ساقه بودند (جدول ۲). به نظر می‌رسد که قطر ساقه نیز یک صفت ژنتیکی بوده به‌طوریکه توده افغانستانی (با ۱/۸۳۵ میلی‌متر) بیشترین و توده‌های هندی و ایرانی (به ترتیب با ۱/۵۲۰ و ۱/۵۲۱ میلی‌متر) کمترین قطر ساقه را نشان دادند (جدول ۳). در همین راستا موسوی‌فر و همکاران (Mousavi Far et al., 2010) در تمام تیمارهای آبیاری بر روی ارقام گلرنگ، بیشترین وزن خشک ساقه را که از اندازه قطر و پر بودن آن منشأ می‌گرفت به رقم محلی اصفهان نسبت دادند.

عملکرد دانه: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بین اثر زمان آبیاری و توده‌های بذر از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد (جدول ۲). توده‌های هندی و ایرانی به ترتیب با ۱۰۵۸/۴۶۲ کیلوگرم و ۱۰۲۵/۶۰۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و توده افغانستانی با ۶۸۹/۲۷۵ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را داشتند (جدول ۳). همچنین نتایج این پوهش نشان می‌دهد که توده هندی عملکرد بالاتری نسبت به سایر ارقام دارد، به طوری‌که اگر شرایط آب و هوایی برای این رقم مساعد باشد بیشترین میزان بذر در هکتار را تولید می‌نماید و توده افغانستانی با توجه به افزایش تعداد ساقه فرعی و تعداد کم دانه در چتر از توانایی تولید بذر کمی برخوردار است. قربان‌زاده (Gorbanzadeh, 2005)، افزایش تعداد ساقه‌های فرعی در گلرنگ را سبب کاهش تجمع ماده خشک در دانه و نهایتاً کاهش عملکرد دانه می‌داند. با مطالعه روند تغییرات ذکر شده مشخص گردید که توده هندی از بقیه توده‌ها بهتر بوده است و می‌توان چنین نتیجه گرفت که فرآیند صفاتی چون تعداد دانه زیاد در چتر، طول بذر بیشتر و مقدار بیوماس زیاد، سبب افزایش وزن دانه در

www.SID.ir

Archive of SID

این رقم گردیده است. اثر متقابل زمان آبیاری و توده‌ها از نظر عملکرد نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در هکتار مربوط به آبیاری در اوایل گلدهی در توده‌های ایرانی و هندی به ترتیب با ۱۶۳۴/۱۲۵ کیلوگرم و ۱۶۳۳/۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (جدول ۴) بوده و آبیاری در اوایل دانه‌بندی برای همه توده‌ها در رده کمترین میزان عملکرد از نظر آماری قرار گرفتند (شکل ۷).تیمار آبیاری اوایل گلدهی اثر مثبت معنی‌داری روی مقدار بیوماس و طول بذر در توده‌های ایرانی و هندی داشت که در افزایش عملکرد دانه آن‌ها تأثیر گذار بود. بیشترین میزان عملکرد دانه در تیمار آبیاری اوایل گلدهی به میزان ۱۳۲۵/۵۹۲ کیلوگرم در هکتار وکمترین مقدار در اوایل دانه‌بندی به مقدار ۴۹۶/۸۱۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۵). در شرایط آبیاری کامل، میزان فتوسنتز و تولید مواد پرورده افزایش یافته و در نتیجه از طریق افزایش سرعت پر شدن دانه، وزن دانه و در نهایت عملکرد آن افزایش می‌یابد (Palmer et al., 1995). فرخی نیا و همکاران (Farrokhinia et al., 2011)، تنش خشکی در گیاه با کاهش آب برگ و در نتیجه بسته شدن روزنه‌ها و افت فتوسنتز از یک سو و متأثر کردن فعالیت‌های آنزیمی و فرآیندهای مربوطه از سوی دیگر، موجب افت عملکرد دانه می‌شود. با اعمال تنش خشکی، به دلیل ریزش گل-ها و غلاف‌ها و هم‌چنین کاهش وزن دانه، عملکرد دانه کاهش می-یابد (Farnia et al., 2006).



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و توده‌های بومی بر عملکرد دانه زیره سبز

Fig. 7- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on seed yield of cumin

* میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

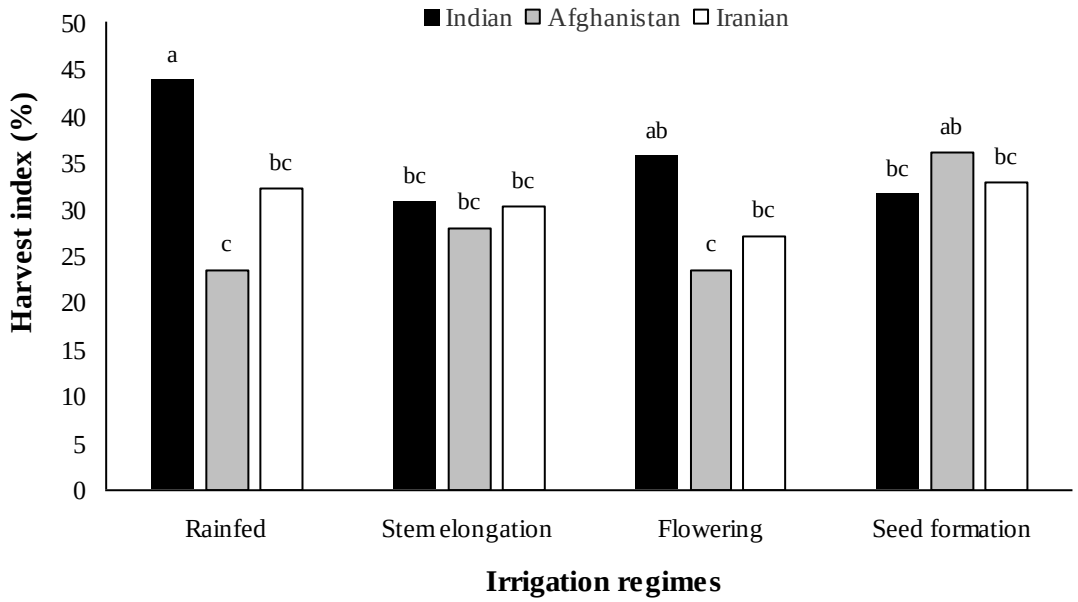
حجم و عملکرد اسانس: زمان آبیاری و توده‌های زیره سبز از نظر آماری اثر معنی‌داری بر حجم و عملکرد اسانس نشان دادند، اما اثر متقابل این عوامل معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین حجم و عملکرد اسانس در تیمار آبیاری اوایل گلدهی و بعد از ساقه رفتن (به ترتیب با ۳۱/۰۶۳ لیتر و ۲۸/۴۲۳ کیلوگرم در هکتار و ۲۸/۸۱۹ لیتر و ۲۶/۳۶۹ کیلوگرم در هکتار) و در تیمار اوایل دانه‌بندی و دیم به ترتیب با ۱۳/۵۶۰ لیتر و ۱۲/۴۰۸ کیلوگرم و ۱۷/۰۳۷ لیتر و ۱۵/۵۸۹ کیلوگرم در هکتار، کمترین حجم و عملکرد اسانس مشاهده شد (جدول ۵). تیمار اوایل گلدهی بیشترین و تیمار اوایل دانه‌بندی کمترین عملکرد بذر را داشت که با توجه به همبستگی نزدیک با تولید اسانس، عملکرد اسانس را توجیه می‌نماید. توده هندی (با ۳۲/۵۴۹ لیتر و ۲۹/۷۸۳ کیلوگرم در هکتار) حداکثر حجم و عملکرد اسانس، افغانستانی و ایرانی (به ترتیب با ۱۶/۵۳۵ لیتر و ۱۵/۱۲۹ کیلوگرم و ۱۸/۷۷۵ لیتر و ۱۷/۱۷۹ کیلوگرم در هکتار) حداقل حجم و عملکرد اسانس در هکتار را نشان دادند (جدول ۳). عملکرد اسانس برآیندی از درصد اسانس و عملکرد دانه می‌باشد (Tanu et al., 2004). بتاآیب و همکاران (Bettaieb et al., 2011) گزارش نمودند که تنش آبی با این که باعث افزایش درصد اسانس زیره سبز شد ولی

www.SID.ir

Archive of SID

به دلیل کاهش میزان عملکرد دانه در تیمار کم‌آبی، میزان عملکرد اسانس در این شرایط نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش معنی‌داری یافت. هاشمیان و همکاران (Hashemian et al., 2013) نیز تأکید نمودند که میزان اسانس در توده‌های مختلف زیره در ایران متفاوت بود. احمدیان و همکاران (Ahmadian et al., 2011) نیز با بررسی تأثیر خشکی بر عملکرد دانه و کیفیت اسانس گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) گزارش نمودند که کاهش میزان آب باعث کاهش معنی‌دار عملکرد گل و افزایش معنی‌دار درصد اسانس این گیاه نسبت به شرایط آبیاری به صورت کامل شد. ایشان تأکید نمودند که با کاهش درصد ظرفیت زراعی میزان عملکرد اسانس نیز مطابق با عملکرد گل کاهش نشان داد.

شاخص برداشت: شاخص برداشت از نظر زمان آبیاری معنی-دار نشد اما به طور معنی‌داری تحت تأثیر توده‌های زیره سبز و اثر متقابل آن با تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). توده هندی با ۳۵/۵٪ بیشترین و توده‌های افغانستانی و ایرانی (به ترتیب با ۲۷/۸٪ و ۳۰/۶٪) کمترین شاخص برداشت را داشتند (جدول ۳). توده هندی به دلیل بالاتر بودن عملکرد بذر در هکتار و کم بودن وزن اندام هوایی بیشترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داده است و توده افغانستانی به دلیل داشتن شاخ و برگ بیشتری شاخص برداشت کمتری داشته است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر متقابل تیمار دیم و توده هندی به میزان ۴۳/۸ ٪ بالاترین (جدول ۴) و تیمارهای دیم و اوایل گلدهی با توده افغانستانی (به ترتیب با ۲۳/۵٪ و ۲۳/۶٪) کمترین شاخص برداشت دانه را داشتند (شکل ۸). بیشترین میزان دانه در چتر و عملکرد بذر در هکتار از توده هندی و کمترین میزان دانه در چتر و عملکرد بذر در هکتار در توده افغانستانی معرف اختلاف در شاخص برداشت دو توده هندی و افغانستانی می‌باشد (جدول ۳). رمرودی و همکاران (Ramroudi et al., 2011) اعلام داشتند که بالاترین شاخص برداشت در اسفرزه از رژیم آبیاری کامل بدست آمد که دلیل آن را کاهش بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه دانستند. با اعمال تنش خشکی، به دلیل کاهش وزن دانه، عملکرد دانه کاهش می‌یابد و این کاهش نسبت به کاهش عملکرد بیولوژیکی بیشتر است. از این‌رو، شاخص برداشت، کاهش می‌یابد و هرچه تنش خشکی شدیدتر گردد شاخص برداشت، کاهش بیشتری نشان می‌دهد (Farnia et al., 2006).



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و توده‌های بومی بر شاخص برداشت زیره سبز

Fig. 8- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on harvest index of cumin

* میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

وزن هزار دانه: اثر زمان آبیاری و توده‌های زیره سبز بر وزن هزار دانه به ترتیب دارای اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪ بودند، اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۲). در این آزمایش حداکثر وزن هزار دانه در تیمار آبیاری اوایل گلدهی (۳/۴۵ گرم) بدست آمد و بقیه سطوح در حداقل قرار داشتند (جدول ۵). بیشترین طول بذر و مقدار بیوماس در تیمار آبیاری اوایل گلدهی مشاهده گردید که طول بذر همبستگی مثبت و معنی‌دار با وزن هزار دانه داشت. توده هندی با ۴/۰۴ گرم بیشترین وزن هزار دانه و توده‌های افغانستانی و ایرانی (به ترتیب با ۲/۴۹ و ۲/۸۳ گرم) کمترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۳). بوچارنیکووا و همکاران (Bocharnikova et al., 2008) بیان کردند که کمبود آب از طریق اثرگذاری بر انتقال آنزیم‌های فتوسنتزی و فعالیت آنزیم ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز موجب کاهش فتوسنتز و وزن خشک دانه می‌شود. چاوز و همکاران (Chaves et al., 2002)، تنش خشکی با کاهش حرکت مواد ذخیره‌ای به دانه به علت محدودیت آب، یا با کاهش سهم فتوسنتزی برگ‌ها، در پر شدن دانه بر وزن هزار دانه تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل با کاهش حرکت مواد ذخیره‌ای و محدودیت آب به علت خشکی انتقال عناصر آهن و روی در گیاه محدود می‌شود و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد.

نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی مورد مطالعه در زیره سبز تحت تأثیر زمان‌های مختلف آبیاری و توده‌ها در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای اسانس توده‌های زیره سبز تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری

Table 6- Analysis of variance (mean of squares) for essential oil components of cumin ecotypes affected as irrigation regimes

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	آلفا- پینن α- pinene	بتا- پینن β- pinene	پارا-سیمن ρ-cymene	گاما- ترپینن γ- terpinene	آلدئید Aldehyde	پارامنتا-۱ و ۳- دین ۷-ال+ پارامنتا ۱- و٤- دین ۷- ال ρ-mentha-1,3-dine-7-al+ ρ-mentha-1,4-dine-7-al
تکرار Replication	1	0.023ns	3.696ns	0.746ns	2.212ns	0.446ns	2.927ns
رژیم‌های آبیاری Irrigation regimes (I)	3	0.041ns	3.267ns	0.031ns	0.037ns	0.075ns	0.195ns
خطای اصلی Main error	3	0.018	13.630	0.610	0.685	1.447	0.678
اکوتیپ‌ها Ecotypes (E)	2	0.055ns	1.967ns	0.976ns	2.386ns	2.717*	0.416ns
I×E	6	0.020ns	1.807ns	0.948*	2.030ns	2.351*	2.955ns
خطای اصلی Main error	8	0.047	6.430	0.744	1.430	0.563	1.092
ضریب تغییرات CV (%)		24.71	15.13	23.10	29	15.89	20.08

ns، *و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: represent non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

آلفا- پینن[1]: تیمار آبیاری، توده‌های زیره سبز و اثر متقابل بر درصد آلفا- پینن معنی‌دار نشد (جدول ۶). بالاترین درصد آلفا- پینن (۰/۹۶٪) از تیمار دیم و کمترین درصد (۰/۷۶٪) آن از تیمار بعد از ساقه رفتن به دست آمد. بیشترین درصد آلفا- پینن (۰/۹۶۴٪) را توده هندی و کمترین (۰/۸۰۳٪) آن را توده افغانستانی نشان داد. مقدم و همکاران (Moghaddam et al., 2015) ترکیبات عمده اسانس زیره سبز را بتا-پینن، میرسین، پاراسیمن، گاما-ترپینن، کومین آلدهید و آلفا ترپینن گزارش نمودند.

بتا- پینن[2]: نتایج بررسی اثر تیمارهای آبیاری و توده‌های زیره سبز و اثر متقابل روی درصد بتا- پینن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری

1- α- pinene

2- β- pinene

www.SID.ir

Archive of SID

نشان ندادند (جدول ۶). بالاترین درصد بتا- پینن (۱۷/۴۹٪) از تیمار دیم و کمترین درصد آن (۱۵/۷۹٪) از تیمار بعد از ساقه رفتن به دست آمد. توده هندی با ۱۷/۲٪ بیشترین و توده افغانستانی با ۱۶/۲٪ کمترین درصد بتا- پینن را نشان دادند. جیروووست و همکاران (Jirovest et al., 2005) مهمترین ترکیب‌های زیره سبز را Cuminaldehyde، β- pinene، ρ- cymene و γ- Terpinene معرفی نمودند.

پارا- سیمن[1]: درصد پارا- سیمن تحت اثر متقابل آبیاری و توده‌های زیره سبز در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید (جدول ۶). اما بین توده‌ها و تیمارهای آبیاری از نظر پارا- سیمن اثر معنی‌داری وجود نداشت. تیمار آبیاری بعد از ساقه رفتن با ۱۵/۶۴۴٪ بیشترین و تیمار اوایل گلدهی با ۱۴/۴۳٪ کمترین درصد پارا- سیمن را نشان دادند که با نتایج زرین‌زاده و همکاران (Zarinzadeh et al., 2007) هم‌خوانی دارد. بالاترین درصد پارا- سیمن (۱۷/۹۶٪) از توده ایرانی و کمترین درصد آن (۱۳/۳٪) از توده هندی به‌دست آمد. بیشترین درصد پارا- سیمن مربوط به تیمار آبیاری اوایل دانه‌بندی با توده هندی، تیمار بعد از ساقه رفتن با توده ایرانی و تیمار دیم با توده افغانستانی (به ترتیب با ۲۵/۸٪، ۲۵/۳٪ و ۲۴/۳٪) و کمترین آن مربوط به تیمار آبیاری اوایل دانه‌بندی با توده افغانستانی (۵/۲٪) می‌باشد.

گاما- ترپینن[2]: زمان آبیاری توده‌های زیره سبز و اثر متقابل- شان با تیمار آبیاری از نظر آماری اثر معنی‌داری بر درصد گاما- ترپینن نشان ندادند (جدول ۶). تیمار آبیاری دیم با (۱۶/۳٪) بیشترین و تیمار اوایل دانه‌بندی کمترین درصد گاما- ترپینن را داشتند. حداکثر درصد گاما- ترپینن (۲۰/۴٪) را توده هندی و حداقل آن را توده افغانستانی (۱۲/۳٪) نشان دادند. (Akranmi et al., 2014) مهم‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده زیره سبز را کومین آلدئید (۲۱/۰۷٪)، گاما- ترپینن (۲۴/۳٪) و پاراسیمن (۱۶/۵۶٪) بیان نمودند.

کومین آلدئید[3]: براساس نتایج تأثیر زمان آبیاری بر روی درصد کومین آلدئید از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد، ولی توده- های زیره سبز و اثر متقابل با زمان آبیاری بر روی درصد کومین آلدئید در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۶). اثر متقابل تیمار آبیاری بعد از ساقه رفتن با توده ایرانی به میزان ۳۹/۹۴۲٪ حداکثر و اثر متقابل تیمار بعد از ساقه رفتن و اوایل گلدهی با توده هندی به ترتیب به میزان ۱۱/۶۶۲٪ و ۱۱/۷۶۹٪ حداقل درصد کومین آلدئید را داشتند (شکل ۱۰). توده‌های ایرانی و افغانستانی به ترتیب با ۲۷/۳۴۸٪ و ۲۵/۷۲۵٪ بالاترین و توده هندی با ۱۷/۴۵۰٪ کمترین درصد کومین آلدئید را نشان دادند (شکل ۱۰). در آزمایش اثر متفاوت ژنتیک و محیط بر زراعت گل راعی، نتایج نشان داد که عوامل ژنتیکی بیش از محیط بر عملکرد و مواد مؤثره گیاه اثر داشته است (Buter et al., 1998) بیشترین درصد کومین آلدئید از تیمار آبیاری بعد از ساقه رفتن (۲۵/۶۳٪) و کمترین آن (۲۱/۹۶٪) از تیمار اوایل دانه‌بندی به‌دست آمد. محمودی و همکاران (Mahmoudi et al., 2012) نیز مهم‌ترین ترکیب اسانس زیره سبز مربوط به توده کرمان راCuminaldehyde با ۲۹٪ تشخیص دادند.

پارامنتا-۱ و ۳- دین -۷- ال + پارامنتا -۱ و ٤- دین -۷- ال[4]: نتایج تجزیه واریانس زمان آبیاری و توده‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر درصد پارامنتا-۱ و ۳- دین -۷- ال+ پارامنتا -۱ و ۴- دین -۷- ال معنی‌دار نشد (جدول ۶). حداکثر این مواد (۲۹/۹۰٪) در تیمار آبیاری در اوایل گلدهی و حداقل آن (۲۵/۹۵٪) در تیمار دیم مشاهده گردید. توده هندی با ۳۰/۴۶٪ بیشترین و توده ایرانی با ۲۵/۷۸٪ کمترین درصد از پارامنتا -۱ و ۳- دین -۷- ال+ پارامنتا -۱ و ۴- دین -۷- ال را نشان دادند. .بررسی ترکیبات مختلف زیره سبز در ترکیه نیز نشان داد که p-Mentha-1,4-dine-7-al با دارا بودن ۱۶٪ مهم‌ترین ترکیب موجود در اسانس این گیاه بود (Kan et al., 2007). فنایی و همکاران (Fanaei et al., 2006) با بررسی ترکیبات مختلف گیاه زیره سبز گزارش نمودند که ۹۳/۵ درصد از ترکیبات موجود در اسانس این گیاه شناسایی شد و دو ترکیب Cuminaldehyde و p-Mentha-1, 4-dine-7-al مهم ترین ترکیبات اسانس را تشکیل دادند.

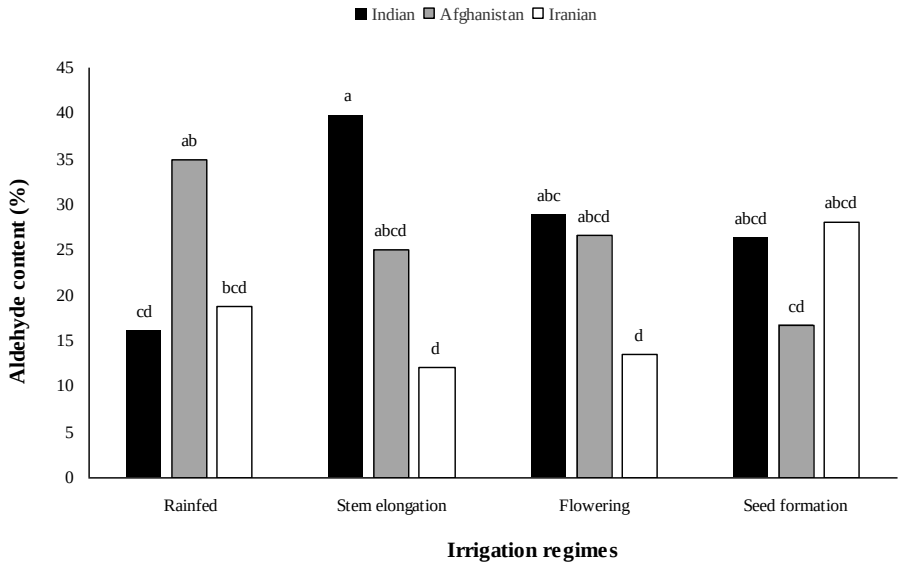
همبستگی صفات کمی و کیفی

طول بذر با حجم و عملکرد اسانس و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵٪ همبستگی معنی‌دار داشت که بیشترین همبستگی را با حجم و عملکرد اسانس و کمترین همبستگی را با وزن هزار دانه نشان داد (جدول ۷).

1- ρ- Cymene
2- γ- Terpinene
3- Aldehyde
4- p-Mentha-1,3-dine-7-al & p-Mentha-1,4-dine-7-al

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و توده‌های بومی بر محتوی آلدهید زیره سبز

Fig. 10- Mean comparisons for the interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on aldehyde content of cumin

* میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

عملکرد بذر در هکتار با بیومس و حجم عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱٪ و با ارتفاع و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵٪ همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت؛ به‌طوری که بالاترین همبستگی را بیوماس (r=۰/۹۳) و کمترین آن را با ارتفاع (r=۰/۳۲) داشت و یک همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با تعداد گره ساقه، تعداد چتر در گیاه و قطر ساقه نشان داد (جدول ۷). معنی‌دار بودن همبستگی ارتفاع با عملکرد دانه نشان دهنده فتوسنتز بهتر و عملکرد بیشتر گیاه است، یعنی برای به‌دست آوردن عملکرد بیشتر می‌توان در اصلاح گیاه زیره سبز از طریق گزینشی، بوته‌های با ارتفاع بالا اقدام نمود. نتایج حاصل با نتایج پژوهش حسین‌پور (Hosseinpour, 2010) و اکبری‌نیا (Akbarinia et al., 2004) بر روی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) و زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) در یک راستا قرار دارد. حجم و عملکرد اسانس با بیوماس، عملکرد دانه و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. حداکثر همبستگی (r=۰/۷۹) با عملکرد دانه و حداقل آن را با وزن هزار دانه (r=۰/۴۵) داشت (جدول ۷). همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بین تعداد ساقه‌های فرعی با تعداد گره، تعداد چتر در گیاه و قطر ساقه مشاهده شد، به‌طوری‌که بیشترین همبستگی را تعداد گره (r=۰/۹۰) و کمترین همبستگی را با قطر ساقه (r=۰/۷۰) نشان داد (جدول ۷). یک همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ نیز بین تعداد ساقه‌های فرعی با تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه وجود داشت (جدول ۷). به نظر می‌رسد افزایش تعداد ساقه‌های فرعی که یک صفت ژنتیکی بیشتر شمرده می‌شود، در زیره سبز باعث کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه و در نهایت کاهش محصول گردد. علت آن احتمالاً اختصاص منابع غذایی برای ساقه-های فرعی می‌باشد.

شاخص برداشت همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با تعداد گره، تعداد چتر در گیاه، قطر ساقه و بیوماس نشان داد (جدول ۷) که با توجه به افزایش ساقه‌های فرعی، قطر ساقه و تعداد گره و کاهش دانه در چتر طبیعی به نظر می‌رسد.

همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بین وزن هزار دانه با حجم و عملکرد اسانس و تعداد دانه در چتر و در سطح احتمال ۵٪ با طول بذر، عملکرد بذر و شاخص برداشت مشاهده شد. بیشترین همبستگی را با تعداد دانه در چتر (r=۰/۴۵) و کمترین همبستگی را با شاخص برداشت داشت (جدول ۷). ضرایب همبستگی فنوتیپی پیرسون بین صفات کیفی مورد مطالعه در زیره سبز در جدول ۸ ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و توده بومی بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه زیره سبز

Table 4- Mean comparisons for interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on yield component and seed yield of cumin

رژیم‌های آبیاری Irrigation regimes	توده‌های بومی Ecotypes	تعداد گره در ساقه Number of nodes per stem	تعداد ساقه فرعی در بوته Number of branches per plant	تعداد دانه در چتر Number of seeds per umbel	بیوماس Biomass ($kg.ha^{-1}$)	طول بذر Seed length (mm)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)
دیم Rainfed	هندی Indian	16.75bc*	8.45b	11.74cd	200.27fg	5.13a	872.00cd	43.83a
	افغانستانی Afghanistan	30.71a	16.19a	11.80cd	247.02defg	4.70bc	524.65de	23.52c
	ایرانی Iranian	15.45bc	7.20b	12.99bc	230.39efg	4.56c	738.535cde	32.16bc
بعد از ساقه رفتن Stem elongation	هندی Indian	14.60bc	6.27b	15.34a	426.84bc	5.07ab	1309.45ab	30.79bc
	افغانستانی Afghanistan	19.70b	8.47b	10.78d	390.34bcd	4.83abc	1073.80bc	27.95bc
	ایرانی Iranian	16.55bc	8.60b	11.83cd	366.97bcde	4.72bc	1107.72bc	30.24bc
اوایل گلدهی Flowering stage	هندی Indian	12.47bc	6.90b	14.61ab	467.10ab	4.97ab	1633.20a	35.65ab
	افغانستانی Afghanistan	28.050a	14.000a	11.275cd	300.315cdef	4.948abc	709.450cde	23.603c
	ایرانی Iranian	12.600bc	5.650b	11.928cd	600.427a	5.133a	1634.125a	27.067bc
دانه‌بندی Seed formation	هندی Indian	10.732c	4.865b	14.760ab	125.183g	4.785abc	419.200e	31.730bc
	افغانستانی Afghanistan	18.665b	8.200b	12.910bcd	126.813g	4.973ab	449.200de	36.101ab
	ایرانی Iranian	16.250bc	7.200b	12.343cd	185.505fg	4.945abc	622.050de	32.988bc

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter(s) in each column have not significantly different based on Duncan test at 5% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین اجزای عملکرد اسانس زیره سبز

Table 8- Correlation coefficients between essential oil components of cumin

	آلفا- پینن α- pinene	بتا- پینن β- pinene	پارا-سیمن ρ-Cymene	گاما- ترپینن γ- terpinene	آلدئید Aldehyde
بتا- پینن β- pinene	0.738**				
پارا-سیمن ρ-Cymene	-0.495*	-0.126			
گاما- ترپینن γ- terpinene	0.658**	0.298	-0.856**		
آلدئید Aldehyde	-0.670**	-0.452*	0.853**	-0.880**	
پارامنتا-۱ و ۳- دین ۷-ال+ ρ-mentha-1,3-dine-7-al	0.404	0.050	-0.968**	0.835**	-0.852**
پارامنتا ۱- و۴- دین ۷- ال ρ-mentha-1,4-dine-7-al					

ns، *و **: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: represent non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

آلفا- پینن، همبستگی مثبت و معنی‌دار با بتا- پینن و گاما- ترپینن در سطح احتمال ۱٪ و همبستگی منفی و معنی‌دار با کومین آلدئید و پارا- سیمن به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵٪ نشان داد (جدول ۸).

بیشترین همبستگی مثبت با بتا- پینن (۰/۷۴) و کمترین آن با گاما- ترپینن بود (جدول ۸) و این در حالی بود که بتا- پینن تنها همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با کومین آلدئید داشت. یک همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بین پارا- سیمن با کومین آلدئید (۰/۸۵) و منفی و معنی‌دار با پارامنتا-۱ و ۳- دین- ۷- ال+ پارامنتا -۱ و ۴- دین -۷- ال و گاما- ترپینن (به ترتیب ۰/۹۷- و ۰/۸۶-) مشاهده گردید (جدول ۸).

گاما- ترپینن همبستگی مثبت و معنی‌دار نسبتاً بالا در سطح احتمال ۱٪ با پارامنتا-۱ و ۳- دین -۷-ال +پارامنتا -۱ و ۴- دین- ۷- ال و گاما- ترپینن (۰/۸۴) و منفی و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار به میزان بالا (۰/۸۸-) با کومین آلدئید نشان داد (جدول ۸). تنها همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بین کومین آلدئید با پارامنتا -۱ و۳- دین-۷- ال + پارامنتا -۱ و ۴- دین-۷- ال به میزان نسبتاً بالایی (۰/۸۵-) دیده شد (جدول ۸).

نتیجه‌گیری

همان طور که از یافته‌های تحقیقات مذکور و پژوهش‌های مشابه بر می‌آید، پژوهشگران در زمینه آبیاری زیره سبز تاکنون نتایج ضدو نقیضی را گزارش داده اند، عده‌ای آبیاری کامل را توصیه نموده و عده‌ای دیگر، آبیاری را بر عملکرد زیره بدون تاثیر معنی‌دار معرفی کرده‌اند، برخی گل‌آب و اعمال آب را مؤثر و معنی‌دار گزارش کرده‌اند و بعضی دیگر، آبیاری در مرحله زایشی را باعث تشدید بیماری‌های قارچی، از بین رفتن گل آذین، کاهش وزن دانه و در نهایت افت محصول دانسته‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دستیابی به یک برنامه مدرن علمی جهت آبیاری زیره سبز، نیازمند تحقیقات گسترده تری است. تنها در چنین حالتی است که تولیدکنندگان می‌توانند با استفاده صحیح از حداقل منابع آب موجود، به حداکثر عملکرد و سود ممکن دست پیدا کنند. در غیر این صورت، ضمن به هدر دادن منابع محدود و ارزشمند آب، از این آبیاری، نه تنها سودی عاید آن‌ها نمی-شود، بلکه حتی ممکن است یک نوبت آبیاری بی موقع باعث از بین رفتن و افت محصول نیز گردد. نتایج این آزمایش نشان داد که تیمار-های آبی و توده‌های مختلف و اثر متقابل‌شان از نظر عملکرد و حجم اسانس، عملکرد بذر، وزن هزار دانه، تعداد دانه در چتر، ساقه‌های فرعی، شاخص برداشت، درصد کومین آلدئید و پارا-سیمن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ ٪ داشته و آبیاری اوایل گلدهی و توده هندی از نظر اکثر صفات مورد بررسی برتر بود، اما بیشترین تعداد ساقه فرعی از توده افغانستانی بدست آمد. با این حال بالاترین درصد شاخص برداشت و تعداد ساقه‌های فرعی را به ترتیب تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری اوایل دانه‌بندی و آبیاری دیم نشان داد. بیشترین میزان کومین آلدئید از توده ایرانی و افغانستانی به ترتیب با ۲۷/۳۴۸ ٪ و ۲۵/۷۲۵٪ و بیشترین مقدار پارا- اسیمن (۲۵/۸۱۱٪) از اثر متقابل توده هندی با تیمار آبیاری اوایل دانه‌بندی بدست آمد. طبق نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد توده هندی در شرایط آب و هوایی هرات افغانستانی نتایج خوبی نشان داده و می‌توان با اختصاص یک نوبت آبیاری در زمان گلدهی، عملکرد مطلوبی دریافت نمود.

منابع

Ahmadi, L. 2000. Identification of compounds containing essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L). Final Report of Research of Medicinal and Aromatic Plants of Iran. Forestry and Rangeland Research Institute. P. 97-113. (In Persian)

Ahmadian, A. 2004. Effect of irrigation frequency and manure on yield and quality of cumin. MSc Thesis, College of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. (In Persian with English Summary)

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. (In Persian with English Summary)

Akbarinia, N.A., Ghalavand, A., Whitecane, F., Rezaei M.B.A., and Sharifi Ashoor Abadi, E. 2004. Effect of different nutrition systems on soil properties, absorption and concentration of elements by the fennel medicinal plant and its performance. Research and Development (61): 32-50. (In Persian with English Summary)

Akranmi, F., Rodríguez-Lafuente, A., Bentayeb, K., Pezo, D., Ghalebi, S.R., and Nerin, C. 2014. Antioxidant and antimicrobial active paper based on Zataria (*Zataria multiflora*) and two cumin cultivars (*Cuminum cyminum*). Food Science and Technology 4183: 1-24.

Alizadeh, A., Tavvosi, M., Inanlou, M., and Nassiri, M. 2004. Effect of different irrigation regimes on the yield and yield components of cumin. Journal of Agricultural Research 1: 1-8. ((In Persian with English Summary)

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.

Balandari, A. 2004. Study of seed germination, growth and essential in cumin cultivars. National Conference *Cuminum cyminm*. 2 Dec 2004. Islamic Azad University, Sabzevar Branch, Sabzevar, Iran. P. 48-52. (In Persian)

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.

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.

Buter, B., Orlachio, C., Soldati, A., and Berger, K. 1998. Significance of genetic and environmental aspects in field cultivation of (*Hupercum perforatum* L.). Plant Media 64: 431-437.

Chaves, M.M., Maroco, J.P., Periera, S., Rodrigues, M.L., Ricarddo, C.P.P., Osorio, M.L., Carvalho, I., Faria, T., Pinheiro, C. 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 98: 907-916.

Esfini Farahani, M., Paknejad, F., Bakhtiari Moghadam, M., Alavi, S., and Hasibi, A.R. 2012. Effect of different application methods and rates of salicylic acid on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding 8(3): 69-77. (In Persian with English Summary)

Fanaei, H.R., Akbari Moghadam, H., Keigha, G.A., Ghaffarie, M., and Alli, A. 2006. Evaluation of agronomy and essential oil components of *Cuminum cyminum* L., *Foeniculum vulgar* Mill. and *Nigella sativa* L. in the condition of Sistan region. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22: 34-41. (In Persian with English Summary)

Farnia A., Nourmohammadi, G., Naderi A., Darvish F., and MajidiHarvan A. 2006. Effects of drought stress and strain of the bacterium *Bradyrhizobium japonicum* on yield and its related traits in soybean in Boroojerd. Iranian Journal of Crop Sciences 8(3): 201-214. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Farrokhinia, M., Roshdi, M., Paseban Eslam, B., and Sasandoust, R. 2011. Evaluation of some physiological characteristics on yield of spring safflower under water stress. Iranian Journal of Crop Sciences 42(3): 545-553. (In Persian with English Summary)

Ghorbanzadeh, M. 2005. Evaluation and comparison of grain yield, yield components and morphological traits of safflower cultivars. Summary of the 2nd Conference of Medicinal Plants. Tehran 26 and 27 of January. Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran. p 138. (In Persian)

Hashemian, N., Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., Golparvar, A., and Hamedi, B. 2013. Diversity in chemical composition and antibacterial activity of essential oils of cumin (*Cuminum cyminum* L.) diverse from Northeast of Iran. Australian Journal of Crop Science 7(11): 1752-1760.

Hosseini, S.A., Tavan, M., and Dori, M.A. 2010. Effect of irrigation levels on flowering performance of grass cultivars (*Hypericum perforatum*). Proceedings of the National Conference on Medicinal Plants and Recognition of Economic Potential and its Creativity, Islamic Azad University Press, Birjand. Article Source 1041. (In Persian)

Hosseinpour, M. 2010 Effect of nitrogenous and biodegradable fertilizers and planting density on quantitative and qualitative function of anise as a medicinal plant. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Shahed, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Imam, Y., and Zavarehi, M. 2005. Drought Tolerance in Higher plants (Genetically, Physiological, Molecular and Biological Analysis). Academic Publishing Center of Tehran, Iran. 186 pp. (in Persian)

Jirovest, L., and Buchbouer, G. 2005. Composition quality control and antimicrobial activity of the essential oil of *Cuminum cyminum* L. from Bulgaria that had been saved for up to 36 years. Journal of Food Science and Technology 40(3): 305-310.

Kafi M., and Keshmiri, A. 2011. Study of yield in landraces and cultivars of Hindi cumin (*Cuminum cyminum*) in dry and saline conditions. Journal of Horticultural Science 25 (3): 327-334. (In Persian with English Summary)

Kafi, M., and Keshmiri, E. 2011. Study of yield and yield components of Iranian land race and Indian RZ_{19} cumin (*Cuminum cyminum*) under drought and salinity stress. Journal of Horticulture Science, 25(3): 327-334. (In Persian with English Summary)

Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Cumin (*Cuminum cyminum* L.). Technology and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Publications, Mashhad, Iran. p. 103-118. (In Persian)

Kan, Y., Kartal, M., Özek, T., Aslan, S., and Başer, K.H.C. 2007. Composition of essential oil of *Cuminum cyminum* L. According to harvesting times. Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences 4(1): 25-29.

Koocheki, A., and Sarmadnia, G.H. 2008. Plant Physiology. Plant Physiology. 385 p. (In Persian)

Lawler, D.W., and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficit in higher plants. Journal of Plant, Cell and Environment 25: 275-294.

Liu, F., Andersen, M.N., and Jensen, C.R. 2004. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development. Field Crops Research 85: 159-166.

Mahmoudi, R., Ehsani, A., and Zare, P. 2012. Phytochemical, antibacterial and antioxidant properties of *Cuminum cyminum* L. essential oil. Journal of Industrial Food Research 22: 311-321. (In Persian with English Summary)

Moghaddam, M., Alirezaei, M., Salahvarzi, Y., and Goldani, M. 2014. The effect of drought stress on some morphological and physicochemical characteristics of three cultivars of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Horticultural Science 46(3): 509-521.

Moghaddam, M., Khaleghi Miran, S., Ghasemi Pirbalouti, A., Mehdizadeh, L., and Ghaderi, Y. 2015. Variation in essential oil composition and antioxidant activity of cumin (*Cuminum cyminum* L.) fruits during stages of maturity. Industrial Crops and Products 70: 163–169.

Oghbonnaya, C.L., Nwalozie, M.C., Roy- Macauley, H., and Annerose, D.J.M. 1998. Growth and water relations of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under water deficit on a sandy soil. Industrial Crops and Products 8: 65-76.

Omidbaigi, R. 2007. Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. II). Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production. Astan Ghods Publication, Mashhad, Iran 438 p. (In Persian)

Palmer, J., Dunphy, E., and Reese, P. 1995. Managing drought- stressed soybeans in the Southeat. North Carolina Cooperative Extension Service as Publication Number AG- p. 19-12.

Ramroudi, M., KeikhZhaleh, M., Galavi, M., Seghatoleslami, M., and Baradaran R. 2011. Effect of foliar application of micro-nutrients and irrigation regimes on yield and quality psyllium. Journal of Agricultural Ecology 3: 219-226. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Rezvani Moghaddam, P., and Norozpoor, G. 2005. Effect of different irrigation intervals and plant density on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa*). Iranian Journal of Crop Research 3(4): 133-138. (In Persian with English Summary)

Seghatoleslami, M., Kafi, M., Majidi Harvan, A., Nourmohammadi, G.H., and Darvishi, F. 2007. Effect of drought stress at different growth stages on yield and water use efficiency of five proso millet in Southern Khorasan. Journal of Science and Technology in Agriculture and Natural Resources 1: 215-225. (In Persian with English Summary)

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.

Wafiq, A. 2005. The role of Medicinal plants in Afghanistan, Trade. RALF symposium on medicinal plants: Reserch, cultivation, conservation, processing and Marketing, Kabul. 19-20 November.

Zarinzadeh, J., Mirza, M., and Aliari, E. 2007. Effect of planting date and irrigation regime on the quantity and quality of cumin green vegetable oil. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23(1): 134-140. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.4, Winter 2019, p. 983-1005

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰۰۵-۹۸۳

Effect of Irrigation Regimes on Yield, Yield Components and Characteristics Criteria of Essential Oil Percentage of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Ecotypes in Afghanistan

M.Y. Jami[1], A. Mollafilabi[2*] and M. Amini Dehaghi[3]

Submitted: 31-10-2018
Accepted: 15-11-2018

Jami, M.Y., Mollafilabi, A., and Amini Dehaghi, M. 2019. Effect of irrigation regimes on yield, yield components and characteristics criteria of essential oil percentage of cumin (*Cuminum cyminum* L.) ecotypes in Afghanistan. Journal of Agroecology. 10(4): 983-1005.

Introduction

Cumin (*Cuminum cyminum* L.) is a small annual herbaceous and an aromatic and medicinal plant included in the Apiaceae family. This plant also possesses resistance to drought stress, which is especially important, considering water deficits in many locations in semi-arid environments. Cumin is used to flavor foods, added to fragrances, and medicinal preparations. Seeds are is yellow to brownish-gray in color. Cumin seeds contain numerous phytochemicals that are known to have antioxidant, carminative and anti-flatulent properties. This spice is an excellent source of minerals like iron, copper, calcium, potassium, manganese, selenium, zinc and magnesium. It also contains very good amounts of B-complex vitamins such as thiamin, vitamin B-6, niacin, riboflavin, and other vital anti-oxidant vitamins like vitamin E, vitamin A and vitamin C. The seeds are also rich source of many flavonoid phenolic anti-oxidants such as carotenes, zeaxanthin, and lutein.

The main objective of this study was to investigate the qualitative and seed yield response of three local ecotypes of cumin as an important medicinal plant to different irrigation regimes under the climatic conditions of Herat, Afghanistan.

Materials and Methods

This experiment was conducted as a split plot experiment based on a randomized complete block design with four replications during growing season 2009-2010 in Herat (Afghanistan) University Research Farm. Treatments were irrigation regimes (main plot) at 4 levels including (rainfed: W_1, after stem elongation: W_2, early flowering: W_3 and early seed formation: W_4) and landraces (as subplot) (Rajasthan of India: V_1, Badghis of Afghanistan: V_2, and Kashmar of Iran: V_3). Studied traits were including quantitative traits such as content and yield of essential oil, seed yield, plant height, and number of umbels per plant, number of seeds per umbel, lateral shoots, 1000-seed weight, harvest index and the qualitative characteristics including active ingredients in essential oils of cumin.

The treatments were run as an analysis of variance (ANOVA) to determine if significant differences existed among treatments means. Multiple comparison tests were conducted for significant effects using the Duncan's test.

Results and Discussion

Results showed that simple effect of irrigation regimes and landraces and their interaction had difference significant for content and yield of essential oil, seed yield, plant height, number of seeds per umbel, lateral shoots, 1000- seed weight, harvest index, cumin aldehyde and p-cymene percent at 1% and 5% and the W_3 treatment and Indian landrace in terms of most traits was superior, but the greatest number of lateral branches, obtained from V_2. However, W_4 and W_1 treatments showed the highest harvest index percent and number of lateral branches respectively. Most of cumin aldehyde was obtained from Iran and Afghanistan landraces (respectively 27.348% and 25.725%) and highest p-cymene (25.811%) of the interaction of V_1 with W_4 treatment. The results for correlation coefficients between seed yield, biomass and yield components revealed that there was a positive and

1- MSc Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.
2-Assistant Professor, Department of Food Biotechnology, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran
3-Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.
(*- Corresponding Author Email: a.filabi@rifst.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

negative correlation between these criteria. The highest coefficient was calculated for seed yield and biomass (r=0.926**).

Conclusion

Agronomic management strategies had significantly effect on growth, yield, and yield components of cumin ecotypes. The results showed that Indian landrace and W_3 treatment are recommended under Heart-e (Afghanistan) conditions. Considering water deficit that the world will face in the future, cumin in those environments susceptible to water stress conditions will have higher water use efficiency compared to other plants.

Keywords: Arid and semi-arid, Essential oil volume and yield, Medicinal plant, Seed yield

www.SID.ir