نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 4، زمستان 1395، ص. 535-521

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 4, Winter 2017, p. 521-535

تأثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلول‌پاشی اسپرمیدین بر کمیت و کیفیت اسانس سه توده زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

سارا باختری[1]، غلامرضا خواجویی نژاد[2*] و قاسم محمدی نژاد[2]

تاریخ دریافت: 1393/08/01
تاریخ پذیرش: 1393/11/07

باختری، س.، خواجویی نژاد، غ.ر.، و محمدی نژاد، ق. 1395. تأثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلول‌پاشی اسپرمیدین بر کمیت و کیفیت اسانس سه توده زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، 8(4): 535-521.

چکیده

به منظور بررسی تأثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی و محلول‌پاشی با اسپرمیدین بر درصد، عملکرد و میزان ترکیبات اسانس توده‌های مختلف زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.) آزمایشی به صورت طرح کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال زراعی 93-1392 اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری در دو سطح (1- آبیاری کامل و 2- قطع آبیاری در شروع مرحله گلدهی) به عنوان فاکتور اصلی، محلول‌پاشی اسپرمیدین در سه سطح (صفر، یک و دو میلی‌مولار) به عنوان فاکتور فرعی و اکوتیپ زیره در سه سطح (1- کرمان، 2- خراسان و 3- اصفهان) به عنوان فاکتور فرعی فرعی بود. در این پژوهش، درصد، عملکرد و ترکیبات موجود در اسانس زیره‌سبز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد و عملکرد اسانس به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و توده‌های مختلف زیره‌سبز قرار گرفت ولی محلول‌پاشی اسپرمیدین تأثیر معنی‌داری بر این صفات نداشت. تیمار قطع آبیاری باعث افزایش درصد و کاهش عملکرد اسانس نسبت به شرایط آبیاری کامل شد. نتایج حاکی از تأثیرپذیری بیشتر عملکرد اسانس از عملکرد دانه نسبت به درصد اسانس بود. هر دو صفت درصد و عملکرد اسانس در توده‌های کرمان و خراسان به طور معنی‌داری بیشتر از توده اصفهان بود. بیشترین میزان اسانس (14/92 کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی یک میلی‌مولار و برای توده خراسان حاصل شد و کمترین میزان این صفت (6/87 کیلوگرم در هکتار) در تیمار عدم محلول‌پاشی برای توده اصفهان به دست آمد. ترکیبات β-Pinene، p-Cymene، γ-Terpinene، Cuminaldehyde، p-Mentha-1,4-dien-7-ol و γ-Terpinene-7-al بخش اصلی اجزاء اسانس را در توده‌های مختلف زیره‌سبز شامل شدند. در دو توده کرمان (29/30 درصد) و خراسان (32/70 درصد) ترکیب Cuminaldehyde و در توده اصفهان ترکیب γ-Terpinene-7-al (23/40 درصد) بیشترین درصد را در بین کل اجزاء اسانس به خود اختصاص دادند. به طور کلی، دو توده کرمان و خراسان از نظر ترکیبات اسانس شباهت بیشتری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: ترپینن، ترکیبات اسانس، تنش خشکی، کومین آلدهید، گیاه دارویی

مقدمه

تنش خشکی یکی از عوامل مهم محدودکننده تولید زراعی در جهان است و این موضوع در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از اهمیت بیشتری برخوردار است (Kirigwi et al., 2004). حدود یک سوم کره زمین را مناطق خشک و نیمه‌خشک در بر می‌گیرد که وسعت این مناطق بیش از 45 میلیون کیلومتر مربع تخمین زده شده است. وسعت مناطق خشک و نیمه‌خشک در ایران بیش از 1/5 میلیون کیلومترمربع است (Abolhassani et al., 2006). در بین تنش‌های غیرزنده، خشکی مهمترین تنشی است که باعث کاهش عملکرد در محصولاتی می‌شود که به صورت دائم یا دوره‌ای در

1 و 2 - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: (Email: khajoei@uk.ac.ir
DOI: 10.22067/jag.v8i4.40538

معرض آن قرار می‌گیرند (Chandra et al., 2008). کاهش میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پرکردن دانه و کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها از مهم‌ترین اثرات خشکی بر گیاهان است (Koocheki, 2009). بسیاری از گیاهان برای مقاومت در برابر تنش خشکی و شوری ترکیبات اسمولیت را سنتز می‌کنند (Nasibi et al., 2012). از جمله اسمولیت‌ها می‌توان به پرولین، بتائین و پلی آمین‌ها اشاره نمود (Orcutt & Nilsen, 2000). پلی آمین‌ها، پلی کاتیون‌های مهمی هستند که معمولاً در گیاهان به شکل دی آمین (پوترسین)، تری آمین (اسپرمیدین) و تترا آمین (اسپرمین) یافت می‌شوند (Pang et al., 2007). این مواد در دامنه وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله رشد و نمو گیاهان، تحریک تقسیم سلولی، سنتز DNA و پروتئین‌ها، کنترل ریشه‌زایی و واکنش به تنش‌های محیطی مانند سرما، گرما، خشکی و شوری نقش ایفا می‌کنند (Liu et al., 2007). گزارشات متعددی در مورد نقش پلی آمین‌ها در کاهش اثرات ناشی از تنش وجود دارد. به عنوان مثال، گزارش شده است که محلول پاشی اسپرمیدین بر روی گیاهچه‌های برنج (*Oryza sativa* L.) قرار گرفته در معرض تنش شوری، موجب کاهش آسیب به غشا و افزایش مقاومت به تنش شوری این گیاه شد (Roy et al., 2005).

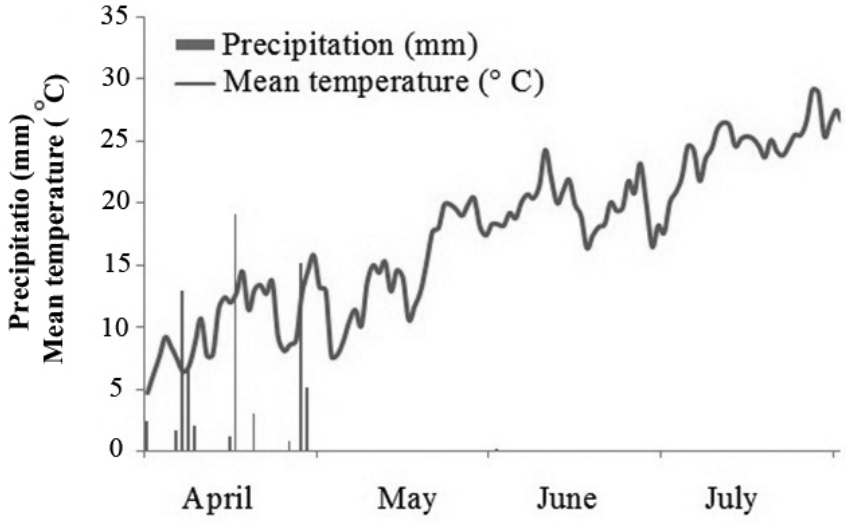
رویکرد روز افزون به استفاده از گیاهان دارویی و فراورده‌های حاصله از آن نقش این گیاهان را در چرخه اقتصاد جهانی پررنگ‌تر کرده، به طوری‌که مصرف رو به رشد آن‌ها تنها به کشورهای در حال توسعه محدود نبوده بلکه در کشورهای پیشرفته نیز توسعه فراوانی یافته‌اند (Rezvani Moghaddam & Moradi, 2012). از طرف دیگر کشت و کار گیاهان دارویی و معطر از نظر ایجاد تنوع و پایداری می‌تواند نقش مهمی در سیستم‌های کشاورزی ایفا کند. صرف‌نظر از ارزش اقتصادی گیاهان دارویی، این گیاهان قابل تطابق با روش‌های کشت ارگانیک هستند (Sujatha et al., 2011). از این‌رو کشت زیستی گیاهان دارویی، احتمال اثرات منفی روی کیفیت دارویی آن‌ها را کاهش می‌دهد (Rezvani Moghaddam & Moradi, 2012). یکی از مهمترین گیاهان دارویی و صادراتی کشور زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.) می‌باشد. این گیاه در حال حاضر در استان‌های خراسان، یزد، اصفهان و کرمان کشت شده و سال به سال سطح زیر کشت آن افزوده می شود (Saeed Nejhad & Rezvani, 2010). دانه های زیره‌سبز حاوی مقادیر بالایی کاروتن، آهن و ترکیبات ثانوی مهم و دارویی است که در طب سنتی و نوین به عنوان آنتی‌اکسیدان و ضد نفخ مورد استفاده قرار می‌گیرد و در درمان اسهال، سوء هاضمه، سردرد، سرماخوردگی، تب، زخم دهان و گلو و ... مؤثر است (Nakhrizi Moghaddam, 2009).

یکی از مهمترین موانع تولید مطلوب زیره‌سبز، خصوصاً در سال‌های پر باران ابتلای آن به بیماری‌های گیاهی می‌باشد. بیماری‌های بوته میری، سوختگی برگ و سفیدک سطحی زیره‌سبز که به ترتیب عامل این سه بیماری *Fusarium oxysporum*، *Alternaria burnsii* و *Erysiphe polygoni* می‌باشند، جزء بیماری‌های مهم زیره‌سبز در نیا می‌باشند (Mathur & Prasad, 1964). از بین این سه بیماری، تنها دو بیماری بوته‌میری و سوختگی برگ در ایران اهمیت داشته و خسارت زیادی به این محصول وارد می‌کند (Kafi et al., 2002). گزارش شده است که شرایط مطلوب برای گسترش بیماری بوته میری زیره‌سبز گرما به همراه رطوبت مناسب می‌باشد (Mathur & Prasad, 1964). مشاهدات نشان می‌دهد که دوره رشد زایشی زیره‌سبز در کشت بهاره متناسب با درجه حرارت بالاتر و رطوبت کافی می‌باشد، که خود می‌تواند از مهمترین دلایل آلودگی بیشتر کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه باشد. اوج این بیماری در مرحله گلدهی زیره‌سبز بوده و از آن‌جایی که عوامل بیماری به راحتی توسط آبیاری منتقل می‌شوند، آبیاری شدت این بیماری‌ها را افزایش می‌دهد. در این تحقیق فرض بر این بود که قطع آب در شروع مرحله گلدهی زیره‌سبز میزان شیوع بوته میری زیره‌سبز را کاهش دهد (Bakhtari et al., 2014). بنابراین، هدف از این آزمایش بررسی تأثیر قطع آبیاری در شروع مرحله گلدهی زیره‌سبز با هدف کاهش خسارت بوته میری و همچنین محلول‌پاشی اسپرمیدین بر کمیت و کیفیت اسانس توده‌های مختلف زیره‌سبز شامل توده‌های کرمان، خراسان و اصفهان در منطقه کرمان بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کاربرد پلی آمینِ اسپرمیدین جهت کاهش خسارت ناشی از تنش خشکی در توده‌های مختلف گیاه زیره‌سبز آزمایشی به صورت طرح کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان با عرض جغرافیایی 30 درجه و 29 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 57 درجه و 60 دقیقه شرقی و ارتفاع 1756 متری از

سطح دریا در سال زراعی 93-1392 اجرا شد. میزان بارندگی و میانگین دمای روزانه برای دوره رشد زیره‌سبز در منطقه مورد آزمایش در شکل 1 نشان داده شده است. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (1- آبیاری کامل و 2- قطع آبیاری در شروع مرحله گلدهی) به عنوان فاکتور اصلی، محلول‌پاشی توسط اسپرمیدین در سه سطح (صفر، یک و دو میلی‌مولار) به عنوان فاکتور فرعی و اکوتیپ زیره در سه سطح (1- کرمان، 2- خراسان و 3- اصفهان) به عنوان فاکتور فرعی فرعی بود.



شکل 1- میزان بارندگی و میانگین دمای روزانه برای منطقه کرمان در طول فصل رشد زیره‌سبز
Fig. 1- Precipitation and mean temperature at growth stage of cumin in Kerman

کاشت بذر در هفتم اسفند ماه سال 1392 انجام گرفت. بدین منظور، کرت‌هایی به ابعاد 3×5 مترمربع ایجاد شد. در هر کرت شش ردیف کاشت به فاصله 50 سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شده و بذور زیره‌سبز در عمق 4-3 سانتی‌متر کاشته شد. فاصله بین کرت‌های اصلی (آبیاری) در هر بلوک دو متر و بین کرت‌های فرعی و فرعی فرعی نیم متر در نظر گرفته شد. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر 10 روز یک‌بار به صورت کرتی صورت گرفت. برای حصول تراکم مناسب، گیاهان با رسیدن به ارتفاع پنج سانتی‌متر تنک شد. تراکم اعمال شده برای کلیه توده‌های زیره‌سبز 120 بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. مبارزه با علف‌هرز توسط وجین دستی در سه نوبت انجام شد.

برای اعمال تیمار آبیاری، در تیمار عدم تنش آبیاری تا مرحله رسیدگی هر 10 روز یک‌بار ادامه یافت و در تیمار تنش، از شروع مرحله گلدهی (25 اردیبهشت) آبیاری قطع شد. محلول‌پاشی توسط اسپرمیدین در غلظت‌های مذکور در سه نوبت (بعد از تنک، قبل از گلدهی و اواسط گلدهی) در ساعت نه صبح صورت گرفت.

تعیین میزان اسانس

مقدار 50 گرم از دانه تولید شده در هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و توسط دستگاه کلونجر با استفاده از روش تقطیر با آب، اسانس آن اندازه‌گیری شد. به این منظور هر نمونه ابتدا کاملاً آسیاب شده و سپس درون بالن یک لیتری ریخته شده و 75 میلی‌لیتر آب به آن اضافه شد. سپس، به مدت چهار ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد (Clevenger, 1928) و پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم با استفاده از روش گونتر (Guenther, 1961)، درصد و عملکرد اسانس تعیین شد.

اندازه‌گیری ترکیبات موجود در اسانس

جهت تجزیه نمونه‌های اسانس در توده‌های مختلف زیره‌سبز و اندازه‌گیری ترکیبات موجود در آن، از دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. طیف‌های به دست آمده از طریق مقایسه با طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد شناسایی شدند و سپس با استفاده از محاسبه شاخص‌های بازداری

(RI)و با تزریق هیدروکربن‌های نرمال مورد تأیید قرار گرفتند. درصد هر یک از ترکیبات نیز با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام حاصل از GC با روش Area Normalization به دست آمد (Sefidkan, 2001). لازم به ذکر است که به دلیل هزینه بالا، عملیات شناسایی ترکیبات اسانس تنها برای توده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. به طوری‌که، اسانس حاصل از تیمار آبیاری کامل و عدم محلول‌پاشی از هر توده در سه تکرار مورد آنالیز قرار گرفت و از بررسی میزان ترکیبات در تیمارهای مختلف خشکی و محلول‌پاشی چشم پوشی شد.

تجزیه آماری

داده‌های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده، توسط نرم‌افزار SAS نسخه 9/2 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. رسم نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

درصد اسانس

نتایج نشان داد که درصد اسانس زیره‌سبز تنها تحت تأثیر اثرات ساده تیمارهای آبیاری و توده‌های مختلف زیره‌سبز در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول 1). اثرات ساده محلول‌پاشی توسط اسپرمیدین و همچنین اثرات متقابل دوگانه و سه گانه تیمارهای مختلف مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس این گیاه نشان ندادند (جدول 1).

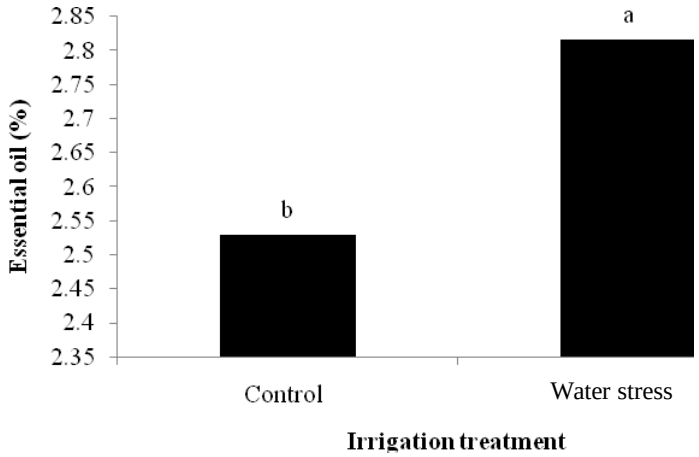
جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد و عملکرد اسانس توده‌های مختلف زیره‌سبز تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for essential oil percentage and yield in various ecotype of cumin as affected by irrigation and foliar application treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield
بلوک Block	2	0.002^{ns}	0.925^{ns}
آبیاری (A) Irrigation (A)	1	1.11^{**}	3.03^{*}
خطای اول Error 1	2	0.046	1.98
محلول‌پاشی (B) Foliar application (B)	2	0.002^{ns}	1.17^{ns}
آبیاری×محلول‌پاشی A×B	2	0.004^{ns}	0.862^{ns}
خطای دوم Error 2	4	0.024	0.323
توده (C) Ecotype (C)	2	0.463^{**}	284.3^{**}
آبیاری×توده A×C	2	0.007^{ns}	1.80^{ns}
محلول‌پاشی×توده B×C	4	0.004^{ns}	2.11^{*}
آبیاری×محلول‌پاشی×توده A×B×C	4	0.010^{ns}	0.275^{ns}
خطای سوم Error 3	28	0.032	0.582

قطع آبیاری در مرحله گلدهی زیره‌سبز باعث بهبود درصد اسانس این گیاه نسبت به شرایط آبیاری کامل شد (شکل 2). به طوری‌که، در شرایط تنش آبی درصد اسانس زیره‌سبز حدود 11 درصد بیشتر از شرایط عدم قطع آبیاری بود. از آن‌جایی که، اسانس‌ها جزئی از

متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و گیاه معمولاً در هنگام دریافت تنش محیطی میزان این مواد را در بافت‌های خود افزایش می‌دهد (Fakhr Tabatabaei, 1993; Moradi et al., 2011)، در آزمایش حاضر نیز به نظر می‌رسد قرارگیری گیاه در شرایط تنش خشکی باعث افزایش متابولیت‌های ثانویه گیاه زیره‌سبز از جمله درصد اسانس شده است. حقیرالسادات و همکاران (Haghiroalsadat et al., 2011) نیز اظهار داشتند که تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی از جمله تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌باشد. جیان و همکاران (Giauan et al., 2000) تیمارهای مختلف تنش آبی را بر روی گیاه افرای سیاه (*Acer negundo* L.) مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که هم درصد اسانس و هم درصد اکثر ترکیبات اصلی اسانس در شرایط تنش رطوبتی نسبت به شرایط عدم تنش افزایش چشم‌گیری نشان داد. رحیمی (Rahimi, 2012) گزارش نمود که تغییر دور آبیاری از پنج به 11 روز باعث افزایش حدود 19 درصدی اسانس گیاه زیره‌سبز در شهرستان رفسنجان گردید. اثر دور آبیاری (در فواصل هفت، 14 و 28 روز) بر روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) نشان داد که با طولانی شدن دور آبیاری، به رغم این‌که رشد گیاه و عملکرد اسانس کاهش یافت، ولی درصد اسانس افزایش نشان داد (Reffat & Saleh, 2007).



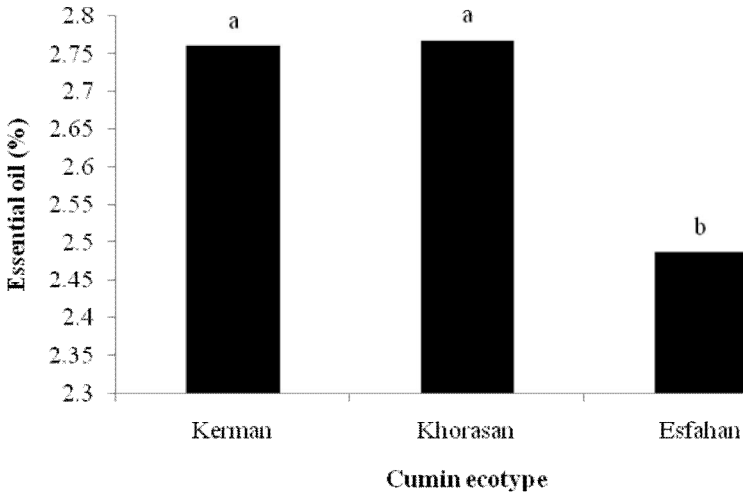
شکل 2- مقایسه میانگین تأثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی (تنش آبی) بر درصد اسانس زیره‌سبز

Fig. 2- Mean comparison for the effect of irrigation cut-off in flowering stage on essential oil percentage of cumin

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

Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on LSD test.

در بین توده‌های مختلف زیره‌سبز از لحاظ درصد اسانس، اختلاف معنی‌داری بین توده‌های کرمان (2/76 درصد) و خراسان (2/77 درصد) مشاهده نشد، ولی میزان این صفت در توده اصفهان (2/49 درصد) به طور معنی‌داری پایین‌تر از دو توده دیگر بود (شکل 3). فرزانه و همکاران (Farzaneh et al., 2010) اظهار داشتند که با وجود تأثیر عوامل محیطی به ویژه شرایط تنش‌زا بر تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی، کمیت و کیفیت این مواد به شدت تحت کنترل عوامل ژنتیکی گیاه می‌باشند. ولدآبادی و همکاران (Valadabadi et al., 2009) با بررسی درصد اسانس توده‌های مختلف زیره‌سبز شامل سه توده بومی سبزوار، بجنورد و اسفراین در منطقه قزوین گزارش نمودند که محتوای اسانس این گیاه در توده‌های مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دارا بود. به طوری‌که، توده اسفراین با دارا بودن 2/53 درصد اسانس به طور معنی‌داری بیشتر از توده‌های بجنورد (2/22 درصد) و سبزوار (2/19 درصد) اسانس تولید نمود. هاشمیان و همکاران (Hashemian et al., 2013) با بررسی میزان اسانس زیره‌سبز در 11 توده بومی مورد کشت و کار در شمال شرق کشور تأیید نمودند که درصد اسانس در توده‌های مذکور در دامنه 1/36 تا 2/20 درصد متفاوت بود. ایشان اظهار داشتند که به نظر می‌رسد محتوی اسانس بذر گیاه زیره‌سبز بیش از هر عاملی تحت تأثیر ژنتیک این گیاه باشد.



شکل 3- مقایسه میانگین درصد اسانس تحت تأثیر توده‌های مختلف زیره‌سبز

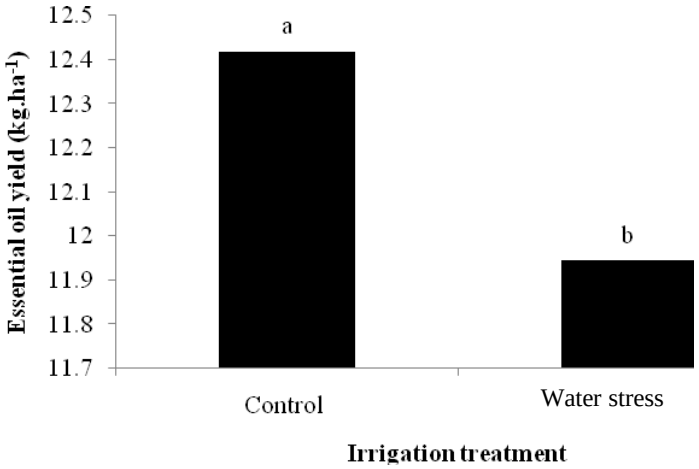
Fig. 3- Mean comparison for essential oil percentage as affected by various ecotypes of cumin

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

Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on LSD test.

عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین تیمارهای مورد بررسی اثرات ساده آبیاری (در سطح پنج درصد) و توده‌های مختلف زیره‌سبز (در سطح یک درصد) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس زیره‌سبز دارا بودند و این صفت تحت تأثیر معنی‌دار تیمار محلول‌پاشی قرار نگرفت (جدول 1). از بین اثرات متقابل تنها برهمکنش محلول‌پاشی توسط اسپرمیدین با توده‌های مختلف زیره‌سبز در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد اسانس نشان دادند (جدول 1).



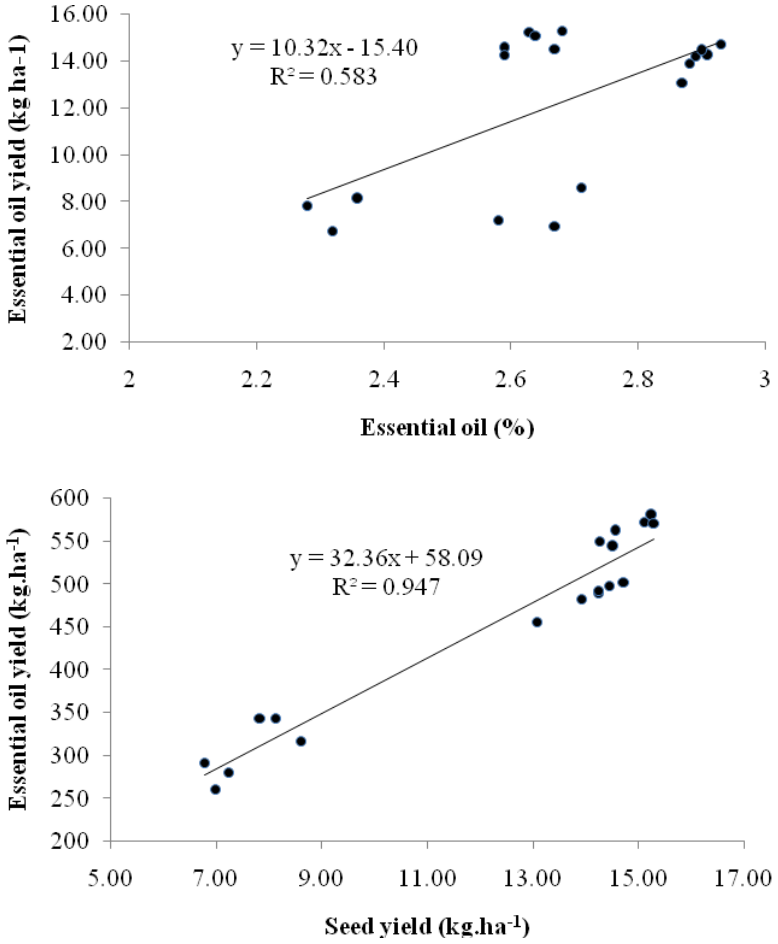
شکل 4- مقایسه میانگین تأثیر قطع آبیاری در مرحله گلدهی (تنش آبی) بر عملکرد اسانس زیره‌سبز

Fig. 4- Mean comparison for the effect of irrigation cut-off in flowering stage on essential oil yield of cumin

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

Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on LSD test.

نتایج نشان داد که قطع آبیاری در مرحله گلدهی منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد اسانس زیره‌سبز نسبت به شرایط عدم قطع آبیاری شد (شکل 4). میزان این صفت در تیمار شاهد حدود چهار درصد بیشتر از تیمار قطع آبیاری بود (شکل 4). عملکرد اسانس برآیندی از درصد اسانس و عملکرد دانه می‌باشد (Tanu et al., 2004). این نشان می‌دهد که در این تحقیق تأثیر عملکرد دانه بر عملکرد اسانس بسیار بیشتر از درصد اسانس بوده است. مشاهده ضرایب تبیین در شکل 5- الف و ب به خوبی این موضوع را تصدیق می‌نماید. رابطه خطی بین درصد و عملکرد اسانس با ضریب تبیین 0/58 (شکل 5- الف) بسیار ضعیف‌تر از رابطه بین عملکرد اسانس و عملکرد دانه با ضریب تبیین 0/95 (شکل 5- ب) بود. همان‌طور که در این اشکال مشاهده می‌شود، رابطه بین عملکرد اسانس با هر دو صفت درصد اسانس و عملکرد دانه مثبت بود. به طوری‌که، با افزایش هر کدام از صفات عملکرد دانه و درصد اسانس میزان عملکرد اسانس افزایش نشان داد.



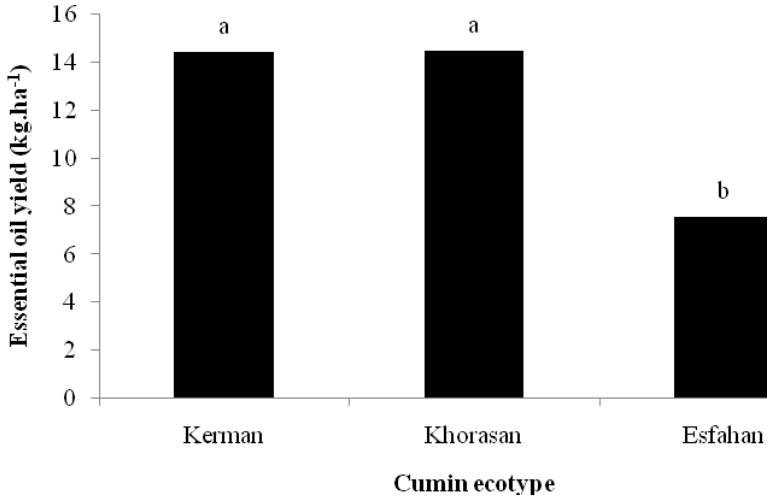
شکل 5- رابطه عملکرد اسانس با درصد اسانس (الف) و عملکرد دانه (ب) زیره‌سبز

Fig. 5- Correlation between essential oil yield with essential oil percentage (A) and seed yield (B) of cumin

بتاآیب و همکاران (Bettaieb et al., 2011) گزارش نمودند که تنش آبی با این‌که باعث افزایش درصد اسانس زیره‌سبز شد ولی به دلیل کاهش میزان عملکرد دانه در تیمار کم آبی، میزان عملکرد اسانس در این شرایط نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش معنی‌داری

یافت. احمدیان و همکاران (Ahmadian et al., 2011) نیز با بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و کمیت 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.

عملکرد اسانس در توده اصفهان به طور معنی‌داری کمتر از دو توده کرمان و خراسان بود، ولی بین دو توده کرمان و خراسان از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل 6). نتایج نشان داد که عملکرد اسانس در دو توده کرمان و خراسان حدود دو برابر توده اصفهان بود (شکل 6). نتایج نشان داد که میزان تغییرات عملکرد اسانس در توده‌های مختلف مورد بررسی مطابق با عملکرد دانه (اطلاعات نشان داده نشده است) این توده‌ها بود. هاشمیان و همکاران (Hashemian et al., 2013) نیز تائید نمودند که میزان اسانس در توده‌های مختلف زیره در ایران متفاوت بود.



شکل 6- مقایسه میانگین اثر توده‌های مختلف زیره‌سبز بر عملکرد اسانس زیره‌سبز

Fig. 6- Mean comparison for the effect of ecotype on essential oil of cumin

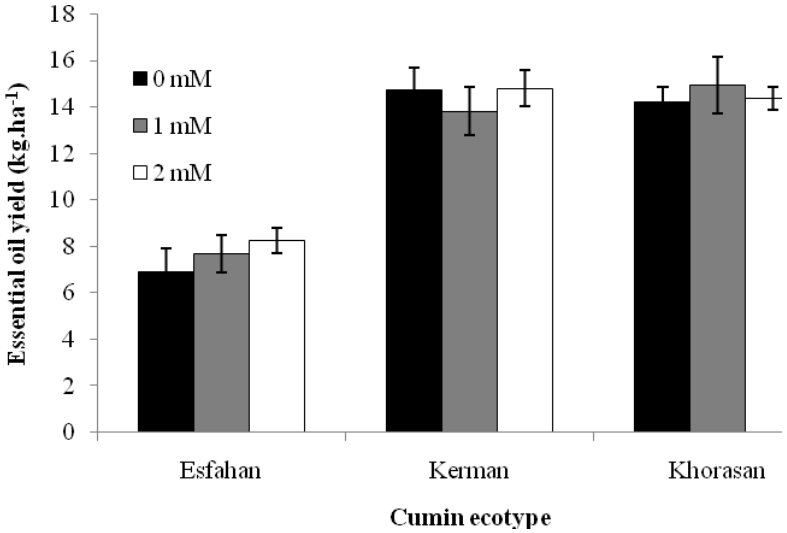
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on LSD test.

بررسی برهمکنش توده‌های مختلف زیره‌سبز و محلول‌پاشی توسط اسپرمیدین نشان داد که در کلیه سطوح محلول‌پاشی عملکرد اسانس در توده اصفهان به طور معنی‌داری پایین‌تر از دو توده کرمان و خراسان بود (شکل 7). در دو توده اصفهان و کرمان، بیشترین عملکرد اسانس در سطح محلول‌پاشی دو میلی‌مولار به دست آمد، در حالی‌که، بیشترین میزان این صفت برای توده خراسان در تیمار محلول‌پاشی یک میلی‌مولار مشاهده شد (شکل 7). به طور کلی، بیشترین میزان اسانس (14/92 کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی یک میلی‌مولار و برای توده خراسان حاصل شد و کمترین میزان این صفت (6/87 کیلوگرم در هکتار) را تیمار عدم محلول‌پاشی برای توده اصفهان دارا بود (شکل 7).

ترکیبات اسانس زیره‌سبز

ترکیبات موجود در اسانس زیره‌سبز برای توده‌های مختلف زیره‌سبز در جدول 2 نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در توده‌های کرمان، خراسان و اصفهان به ترتیب 94/90، 95/54 و 95/14 درصد از کل ترکیبات موجود در اسانس شناسایی شد. به طور کلی، اختلاف معنی‌داری بین اکثر ترکیبات اسانس در هر سه توده مورد بررسی مشاهده شد (جدول 2). ترکیبات β-Pinene، p-Cymene، γ-Terpinene، Cuminaldehyde، p-Mentha-1,4-dien-7-ol و γ-Terpinene-7-al بخش اصلی اجزاء اسانس را در توده‌های مختلف زیره‌سبز شامل شدند.



شکل 7- برهمکنش توده‌های مختلف و محلول‌پاشی توسط اسپرمیدین بر عملکرد اسانس زیره‌سبز

Fig. 7- Interaction of various ecotype and foliar application of spermidine on cumin essential oil yield

در دو توده کرمان و خراسان ترکیب Cuminaldehyde بیشترین درصد را در بین کل اجزاء اسانس به خود اختصاص داد. در حالی‌که، بالاترین جزء اسانس در توده اصفهان ترکیب γ-Terpinene-7-al بود (جدول 2). جیروووست و همکاران (Jirovest & Buchbouer, 2005) در تحقیقات خود مهمترین ترکیب‌های زیره‌سبز را Cuminaldehyde، β-Pinene، p-Cymene و γ-Terpinene معرفی نمودند. فنایی و همکاران (Fanaei et al., 2006) با بررسی ترکیبات مختلف گیاه زیره‌سبز گزارش نمودند که 93/5 درصد از ترکیبات موجود در اسانس این گیاه شناسایی شد و دو ترکیب Cuminaldehyde و p-Mentha-1,4-dien-7-ol مهمترین ترکیبات اسانس را تشکیل دادند. همچنین، یاکوبلیس (Iacobellis, 2005) گزارش نمود که مواد اصلی تشکیل دهنده اسانس زیره‌سبز شامل p-Mentha-1,4-dien-7-ol، Cuminaldehyde، γ-Terpinene و β-Pinene می‌باشد.

ترکیبات Comphene و Sabinene در دو توده کرمان و خراسان مشاهده نشد ولی در توده اصفهان وجود داشت (جدول 2). از طرفی، دو ترکیب 1,8-Cineole و α-Pinene در توده‌های کرمان و خراسان شناسایی شد، ولی در توده اصفهان یافت نشد (جدول 2).

در توده کرمان ترکیبات Cuminaldehyde (29/30 درصد)، γ-Terpinene-7-al (19/70 درصد) و γ-Terpinene (15/03 درصد) مهمترین ترکیبات اسانس این توده را تشکیل دادند (جدول 2). ترکیب اول مربوط به گروه آلدهیدها[1] بوده و دو ترکیب دیگر به ترتیب مربوط به گروه الکل‌ها[2] و هیدروکربن‌ها[3] می‌باشد (Eikani et al., 1999). توده خراسان نیز از نظر میزان ترکیبات روندی مشابه با توده کرمان را نشان داد. به طوری‌که ترکیبات Cuminaldehyde، γ-Terpinene-7-al و γ-Terpinene به ترتیب با 32/70، 24/10 و 14/07 درصد بیشترین سهم را در بین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس این توده دارا بودند (جدول 2). توده اصفهان روندی متفاوت نسبت به دو توده کرمان و خراسان را نشان داد (جدول 2). در این توده ترکیبات γ-Terpinene-7-al (23/40 درصد)، Cuminaldehyde (20/60 درصد) و γ-Terpinene (19/57 درصد) مهمترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس بودند. ایکانی و همکاران (Eikani et al., 1999) مهمترین ترکیبات موجود در اسانس بذر زیره‌سبز را p-Mentha-1,4-dien-7-al و γ-Terpinene به ترتیب با 27 و 24 درصد گزارش نمودند. محمودی و همکاران (Mahmoudi et al., 2012) نیز مهمترین ترکیب اسانس زیره‌سبز مربوط به توده کرمان را

1- Aldehydes
2- Alcohols
3- Hydrocarbons

Cuminaldehyde با 29 درصد تشخیص دادند که با نتایج آزمـایش حاضر مطابقت دارد. بررسی ترکیبات مختلف زیره‌سبز در ترکیـه نیـز نشان داد کـه p-Mentha-1,4-dien-7-al بـا دارا بـودن حـدود 16 درصد مهم‌ترین ترکیب موجود در اسانس این گیاه بود (Kan et al., 2007).

جدول 2- میزان ترکیبات مختلف شناسایی شده در اسانس توده‌های مختلف زیره‌سبز

Table 2- Value of recorded essential oil components of various ecotype of cumin

ترکیبات Components	شاخص بازداری Retention index	اصفهان Esfahan	خراسان Khorasan	کرمان Kerman
α-توژون α-Thujene	928	0.33±0.009	0.18±0.008	0.24±0.004
α-پینن α-Pinene	939	0.51±0.008	0.57±0.005	0.44±0.015
کامفن Comphene	950	0.53±0.014	–	–
β-پینن β-Pinene	981	9.14±0.071	8.79±0.152	10.39±0.343
سابینن Sabinene	986	0.34±0.017	–	–
میرسن Myrcene	989	1.16±0.032	0.73±0.022	0.81±0.040
α-فلاندرن α-Phellandrene	1003	1.79±0.083	1.83±0.083	1.83±0.091
α-ترپینن α-Terpinene	1015	0.22±0.008	0.16±0.008	0.18±0.009
p-سیمن p-Cymene	1027	5.12±0.266	4.14±0.370	8.82±0.228
β-فلاندرن β-Phellandrene	1030	0.11±0.003	0.77±0.020	0.81±0.014
1، 8- سینئول 1,8-Cineole	1031	–	0.86±0.043	0.73±0.047
γ-ترپینن γ-Terpinene	1061	19.57±0.210	14.07±0.699	15.03±0.210
ترپینولن Terpinolene	1089	0.15±0.004	0.17±0.006	0.18±0.005
α-پینن α-Pinene	1093	–	1.41±0.073	1.23±0.010
کومینالدهید Cuminaldehyde	1247	20.60±1.023	32.70±0.844	29.30±1.053
p-منتا-1، 4-دی‌ان-7-ال p-Mentha-1,4-dien-7-ol	1274	11.87±0.589	4.98±0.128	4.89±0.176
γ-ترپینن-7-آل γ-Terpinene-7-al	1304	23.40±1.162	24.10±0.622	19.70±0.708
β-کاریوفیلن β-Caryophyllene	1425	0.30±0.015	0.08±0.002	0.32±0.011
مجموع Summation	–	95.14	95.54	94.90

در بررسی جداگانه اجزاء اصلی اسانس مشـاهده شـد کـه از نظـر ترکیب β-Pinene توده‌های کرمان، اصفهان و خراسان به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار داشتند (جدول 2). دو توده خراسـان (4/14 درصد) و اصفهان (5/12 درصد) از لحاظ درصد ترکیـب p-Cymene شباهت بیشتری نشان دادند و میزان این ترکیب در این دو تـوده بـه طور معنی‌داری پایین‌تر از توده کرمان (8/82 درصد) بود (جـدول 2).

پژوهی و همکاران (Pajhoohi et al., 2010) نیز میزان ترکیب β-Pinene در اسانس زیره‌سبز مورد کشت و کار در تهران را حدود 7/70 درصد گزارش نمودند که شباهت بیشتری با توده کرمان در آزمایش ما دارد. در بین توده‌های مورد بررسی، میزان γ-Terpinene که جزء مهمترین ترکیبات اسانس در هر سه توده نیز بود در توده اصفهان به طور معنی‌داری بالاتر از دو توده دیگر بود. در حالی‌که، بین دو توده کرمان و خراسان از لحاظ این ترکیب اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 2). ترکیب Cuminaldehyde مهمترین ترکیب اسانس در دو توده کرمان و خراسان بود و میزان این ترکیب بین هر سه توده اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول 2). میزان این ترکیب در دو توده خراسان و کرمان به ترتیب حدود 38 و 27 درصد بیشتر از توده اصفهان بود. اکثر مطالعات در زمینه بررسی ترکیبات موجود در اسانس زیره‌سبز ترکیب Cuminaldehyde را مهمترین ترکیب اسانس این گیاه تشخیص داده‌اند. ترکیب p-Mentha-1,4-dien-7-ol بین دو توده کرمان و خراسان اختلاف معنی‌داری نشان نداد. ولی بین این دو توده و توده اصفهان اختلاف معنی‌داری از لحاظ این ترکیب مشاهده شد (جدول 2). میزان ترکیب مذکور در توده اصفهان بیش از دو برابر توده‌های کرمان و خراسان بود. توده خراسان بالاترین میزان (24/10 درصد) ترکیب ɣ-Terpinene-7-al را در بین توده‌های مورد بررسی شامل شد (جدول 2). کمترین میزان این ترکیب (19/70 درصد) نیز در توده کرمان به دست آمد. دو توده خراسان و اصفهان از نظر ɣ-Terpinene-7-al شباهت بیشتری نشان دادند (جدول 2). هاشمی و همکاران (Hashemian et al., 2013) نیز میزان این ترکیب را در توده‌های مختلف زیره‌سبز از 13 تا 25 درصد متغیر نشان داد. میزان این ترکیب در آزمایش پژوهی و همکاران (Pajhoohi et al., 2010) حدود 8/9 درصد گزارش شد. به طور کلی، نتایج نشان داد که در بین سه توده مورد بررسی دو توده کرمان و خراسان از نظر ترکیبات اسانس شباهت بیشتری دارا بودند.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که قطع آبیاری باعث افزایش درصد اسانس در کلیه توده‌های مورد بررسی زیره‌سبز گردید. از طرفی، دو توده خراسان و کرمان به طور معنی‌داری درصد اسانس بالاتری را نسبت به توده اصفهان شامل شدند. به دلیل تأثیر بیشتر عملکرد دانه نسبت به درصد اسانس بر میزان عملکرد اسانس، میزان اسانس تولیدی در شرایط آبیاری کامل به طور معنی‌داری بالاتر از شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی بود. همانند درصد اسانس، میزان عملکرد اسانس در توده اصفهان کمتر از توده‌های خراسان و کرمان بود. محلول‌پاشی توسط اسپرمیدین تأثیر معنی‌داری بر خصوصات اسانس نداشت. ترکیبات β-Pinene، p-Cymene، γ-Terpinene، Cuminaldehyde، p-Mentha-1,4-dien-7-ol و ɣ-Terpinene-7-al بخش اصلی اجزاء اسانس را در توده‌های مختلف زیره‌سبز شامل شدند. دو توده کرمان و خراسان از نظر ترکیبات اسانس شباهت بیشتری را نسبت به توده اصفهان دارا بودند.

منابع

Abolhassani, M., Lakzian, A., Haghnia, G., and Sarcheshme Poor, M. 2006. Inoculation of alfalfa with Synorhizobium melliluni of resister to drought and slat stress in water deficit condition in greenhouse. Iranian Field Crops Research 4: 183-195. (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)

Bakhtari, S., Khajoei Nejad, G.R., and Mohamadi Nejad, G. 2014. Effect of irrigation cut-off in flowering stage and foliar application of spermidine on some quantitative and qualitative characteristic of various ecotypes of cumin. 2nd National Conference of Medicinal Plants Used in Traditional Medicine and Lifestyle. Torbat University, December 10 p. 33-34. (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 Agricultural and Food Chemistry 59: 328-334.

Chandra, P., Sairanganayakulu, G., Thippeswamy, M., Sudhakar Reddy, P., Reddy, M.K., and Chinta Sudhakar, H. 2008. Identification of stress-induced genes from the drought tolerant semi-arid legume crop horsegram

(*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.) through analysis of subtracted expressed sequence tags. Plant Science 175: 372-384.

Clevenger, J.H. 1928. Apparatus for the determination of volatile oil. Journal of the American Pharmacists Association 17: 346.

Eikani, M.H., Goodarznia, I., and Mirza, M. 1999. Supercritical carbon dioxide extraction of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.). Flavour and Fragrance Journal 14: 29-31.

Fakhr Tabatabaei, M. 1993. Medicinal plants and effect of stress parameters on their life. Iranian Journal of Natural Resources 47: 14-19. (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)

Farzaneh, A., Ghani, A., and Azizi, M. 2010. The effect of water stress on morphological characteristic and essential oil content of improved sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Plant Production 17: 103-112. (In Persian with English Summary)

Giauan, L., Gougu, G., Ying Bai, S., and Shenys, L. 2000. Changes of volatiles from drought stressed ash leaf maple (*Acer negundo*) in July and August. Forestry studies in China 2: 27-33.

Guenther, E. 1961. The Essential Oils. D. von Nostrand Comp. Press, New York.

Haghiroalsadat, F., Vahidi, A., Sabour, M., Azimzadeh, M., Kalantar, M., and Sharafadini, M. 2011. The Indigenous *Cuminum cyminum* L. of Yazd province: Chemical assessment and evaluation of its antioxidant effects. Journal of Shahid Sadoughi University of Medicinal Science 19(4): 472-81. (In Persian with English Summary)

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. AJCS 7(11): 1752-1760.

Iacobellis, N.S. 2005. Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(1): 57-61.

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. 2002. Cumin (*Cuminum cyminum*): Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran p. 15-35. (In Persian)

Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Cumin Production and Processing. Ferdowsi University Publishing, Mashhad, Iran 195 pp. (In Persian)

Kan, Y., Kartal, M., Özek, T., Aslan, S., 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.

Kirigwi, F.M., Van Ginkel, M., Trethowan, R.G., Sears, R.G., Rajaram, S., and Paulsen, G.M. 2004. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica 135: 361-371.

Koocheki, A. 2009. Agronomy in Dryland Regions. Jihad Daneshgahi of Mashhad Press, Iran 201 pp. (In Persian)

Liu, J.H., Kitashiba, H., Wang, J., Ban, Y., and Moriguchi, T. 2007. Polyamines and their ability to provide environmental stress tolerance to plants. Plant Biotechnology 24: 117-126

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)

Mathur, B.L., and Prasad, N. 1964. Studies on wilt disease of cumin by *Fusarium oxysporum f.sp.cumini*. Indian Journal of Agriculture Science 34: 131-137.

Moradi, R., Nassiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lakzian, A., and Nejhadali, A. 2011. Effect of biological and organic fertilizers on essential oil quantity and quality of fennel. Iranian Journal of Horticultural Science 25: 25-33. (In Persian with English Summary)

Nakhrizi Moghaddam, A. 2009. Effect of plant density and stages of water stress on yield, yield component of cumin (*Cuminum cyminum*). Iranian Journal of Crop Sciences 40(3): 63-69.

Nasibi, F., Manouchehri Kalantari, K., and Fazelian, N. 2012. The effects of spermidin and methylene blue pretreatment on some physiological responses of *Matricaria recutita* plants to salt stress. Processing and Function of Plant 2: 61-71. (In Persian with English Summary)

Orcutt, D.M., and Nilsen, E.T. 2000. The Physiology of Plants under Stress, Soil and Biotic Factors. John Wiley and Sons New York p. 177-235.

Pajhoohi, M., Tajik, H., Akhondzade, A., Gandomi, H., Ehsani, A., and Ahokuhi, F. 2010. Assessing essential oil components and antimicrobial activity of *Mentha longifolia* L. and *Cuminum cyminum* L. with and without of nisin. Medicine Journal of Orumiye 21: 324- 331. (In Persian with English Summary)

Pang, X.M., Zhang, Z.Y., Wen, X.P., Ban, Y., and Moriguchi, T. 2007. Polyamines, all-purpose players in response to environment stresses in plants. Plant Stress 1: 173-188.

Rahimi, A. 2012. Effect of osmopriming and irrigation regime on yield quantity and essential oil content of cumin (*Cuminum ciminum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 28: 131-141. (In Persian with English Summary)

Reffat, A.M., and Saleh, M.M. 2007. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo 48: 515-527.

Rezvani Moghaddam, P., and Moradi, R. 2012. Effect of planting dates, biological fertilizers and intercropping on yield and essential oil quantity of Cumin and Fenugreek. Journal of Iranian Crop Science. 43: 230-217. (In Persian with English Summary)

Roy, K., Niyogi, K., SenGupta, D.N., and Goush, B. 2005. Spermidine treatment to rice seedlings recovers salinity stress-induced damage of plasma membrane and PM-bound H+- ATPase in salt- tolerant and salt sensitive rice ecotypes. Plant Science 168: 583-591.

Saeed Nejhad, A.H., and Rezvani Moghaddam, P. 2010. Effect of biological and chemical fertilizers on morphological parameters, yield, yield components and essential oil percentage of cumin. Journal of Horticultural Science 24: 38-44. (In Persian with English Summary)

Sefidkan, F. 2001. Assessing essential oil quantity and quality of fennel in different growth stages. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 7: 85-104. (In Persian with English Summary)

Sujatha, S., Bhat, R., Kannan, C., and Balasimha, D. 2011. Impact of intercropping of medicinal and aromatic plants with organic farming approach on resource use efficiency in arecanut (*Areca catechu* L.) plantation in India. Industrial Crops and Products 33: 78-83.

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.

Valadabadi, S.A., Alimohammadi, M., Afshari, M., and Daneshian, J. 2009. Efeect of nitrogen on percentage and essential oil yield of local masses of green cumin (*Cuminum cyminum* L.). Plant Ecophysiology 1: 29-39. (In Persian with English Summary)

Wang , S., Yieh, T., and Shih, I. 1999. Purification and characterization of a new antifungal compound produced by *Pseudomonas aeruginosa* K-187 in a shrimp and crab shell powder medium. Enzyme and Microbial Technoloy 25: 439-446.

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 4, Winter 2017, p. 521-535

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 4، زمستان 1395، ص. 535-521

The Effect of Irrigation Cut-off in Flowering Stage and Foliar Application of Spermidine on Essential Oil Quantity and Quality of Three Ecotypes of Cumin

S. Bakhtari[1], G.R. Khajoei Nejad[2*] and G. Mohamadi Nejad[3]
Submitted: 23-10-2014
Accepted: 27-01-2015

Bakhtari, S., Khajoei Nejad, G.R., and Mohamadi Nejad, G. 2017. The effect of irrigation cut-off in flowering stage and foliar application of spermidine on essential oil quantity and quality of three ecotypes of cumin. Journal of Agroecology 8(4): 521-535.

Introduction

Cumin (*Cuminum cyminum* L.) is an annual plant that commonly cultivated in arid and semiarid regions of Iran. The crop has a wide range of uses including medicinal, cosmetic and food industry. Cumin occupies about 26% of total area devoted to medicinal plants in Iran. However, cumin is seriously affected by the Fusarium wilt and blight diseases. The diseases usually increase under warm and wet conditions.

Control of the diseases incidence is a crucial factor for cumin production. Limited control of the diseases is provided by seed pre-sowing with certain fungicides such as benlate. Soil fumigation with methyle bromide can provide a control measure against the disease but may be limited application value for large scale production systems in the open field. In addition, methyle bromide is considered an ozone-depleting compound and has potential risk on the living environment and human health. Considering the environmental limitations of chemical fungicides, it seems appropriate to search for a supplemental control strategy .It was demonstrated that peak of the diseases incidence is occurred at flowering stage and irrigation cut-off in this time may be reduced the diseases density.

Materials and methods

This experiment was conducted in a split-split-plot arrangement in randomized complete block design with three replications in research farm of Shahid Bahonar University of Kerman at 2014. The experimental treatments were irrigation (complete irrigation and cut-off the irrigation in flowering stage) assigned to main plots, foliar application of spermidine (0, 1 and 2 Mm) as subplot and cumin ecotypes (Kerman, Khorasan and Esfahan) that was randomized in sub-subplot. The seedbed preparation was made based on common practices at the location. Plots size under the trial was 4 m×3 m so as to get 50 cm inter row spacing in six rows. The ideal density of the crops was considered as 120 plant.m^{-2}. As soon as the seeds were sown, irrigation continued every 10 days. Foliar application of spermidine was done at three stage (after thinning, before flowering stage and median of flowering stage). No herbicides and chemical fertilizers were applied during the course of the trials and weeding was done manually when necessary.

For extraction of cumin essential oil, from each plot, cumin seed were crushed at 50 g by electric grinder and suspended in 750 mL distilled water. Ground mass was subjected to hydro-distillation using Clevenger's apparatus. After 4 h, the essential oils were collected and dehydrated with Na_2SO_4 using the method of Guenther. Then essential oil yield and percentage was determined. GC/MS machine (Shimadzu GC/MS model QP5050) was used to specify the percentage of cumin essential oil components.

Results and discussion

The results showed that irrigation and ecotype treatments had significant effect on essential oil percentage and yield, but there was not significant difference between foliar application levels in terms of the traits. The irrigation cut-off treatment caused to increase in percentage and decrease in yield of essential oil compared to complete irrigation conditions. The pharmaceutical value of medicinal plants depends on their secondary metabolite components and these materials are increased by stress. Therefore, drought stress caused to higher

1, 2 and 3- MSc Student, Assistant Professor, Department of Agronomy and plant Breeding and Research Institute Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar Univercity of Kerman, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: khajoei@uk.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v8i4.40538

secondary metabolite including essential oil. The seed yield in comparison with essential oil percentage had more effect on essential oil yield. The traits were significantly higher in Kerman and Khorasan ecotypes than Esfahan. The highest essential oil yield (14.92 $kg.ha^{-1}$) was gained in 1 Mm spermidine for Khorasan ecotype and the lowest (6.87 $kg.ha^{-1}$) was observed in 0 Mm spermidine for Esfahan ecotype. p-Cymene, γ-Terpinene, Cuminaldehyde, p-Mentha-1,4-dien-7-ol and ɣ-Terpinene-7-al were contained the main components of essential oil in all the ecotypes. The most important component of essential oil in Kerman and Khorasan ecotypes was Cuminaldehyde and in Esfahan was ɣ-Terpinene-7-al. In essence, Kerman and Khorasan ecotypes had more similarity based on components of essential oil Similar compounds are reported by Iacobellis, (2005), Fanaei et al. (2006) and Jirovest and Buchbouer, (2005).

Conclusion

In essence, irrigation cut-off in flowering stage caused to significant increase in percentage and decrease in yield of cumin essential oil compared to complete irrigation conditions. Kerman and Khorasan ecotypes had higher essential oil percentage and yield than Esfahan. The most important component of essential oil in Kerman and Khorasan ecotypes was Cuminaldehyde and in Esfahan was ɣ-Terpinene-7-al.

Keywords: Cuminaldehyde, Drought stress, Essential oil components, Medicinal plant, Terpinene

References

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)

Iacobellis, N.S. 2005. Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(1): 57-61.

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.