

## بررسی تأثیر فاصله روی ردیف بر عملکرد دو اکوتیپ گیاه دارویی *Thymbra spicata* L. تحت شرایط کشت در مزرعه

فاطمه ملک ملکی<sup>۱\*</sup>، نصرت‌اله عباسی<sup>۲</sup>، ابراهیم شریفی عاشورآبادی<sup>۲</sup>، مهرشاد براری<sup>۲</sup> و محمدجواد زارع<sup>۴</sup>

\*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترا، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

پست الکترونیک: f.malekmaleki@ilam.ac.ir ; malekmaleky\_f@yahoo.com

۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۳- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۶

تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۶

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۶

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر فواصل کاشت بر عملکرد شاخص‌های مورفولوژیک و میزان اسانس دو اکوتیپ از گیاه دارویی زوفایی (*Thymbra spicata* L.) در شرایط زراعی طی دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام اجرا گردید. تیمارها شامل سه فاصله کاشت روی ردیف (۲۰، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر) و دو اکوتیپ (ملکشاهی و سومار) بودند. نتایج حاصل از بررسی مرکب داده‌ها نشان داد که فواصل کاشت و اکوتیپ‌های کاشته شده بر بسیاری از صفات از جمله عملکرد ماده خشک برگ و بوته، درصد و عملکرد اسانس تولیدی، شاخص سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد گل در بوته و ارتفاع تأثیر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل صفات نشان داد که با افزایش فاصله کاشت بین بوته‌ها تا سطح ۳۰ سانتی‌متر عملکرد ماده خشک بوته، شاخص سطح برگ، تعداد شاخه فرعی و قطر تاج پوشش در گیاه افزایش یافت و با توجه به همبستگی مثبت این صفات با عملکرد اسانس در نهایت بیشترین عملکرد اسانس تولیدی در این تیمار مشاهده گردید. در میان دو اکوتیپ نیز اکوتیپ ملکشاهی از نظر عملکرد ماده خشک برگ و بوته، درصد و عملکرد اسانس تعداد شاخه فرعی، قطر تاج پوشش و سطح برگ بر اکوتیپ سومار برتری داشت. نتایج حاصل شده از کاشت دوساله گیاه زوفایی نشان داد که بیشترین عملکرد ماده خشک بوته، شاخص سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، قطر تاج پوشش، طول گل‌آذین و درصد اسانس در سال دوم کاشت در تیمار فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر و اکوتیپ ملکشاهی بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: ایلام، زوفایی (*Thymbra spicata* L.)، شاخص سطح برگ، عملکرد اسانس، عملکرد ماده خشک.

### مقدمه

این گیاه دارویی و معطر با نام محلی ازبویه (Azbuva)، از گیاهان بومی خودرو استان ایلام است (Mozafarian, 1996؛ Ghasemi Pirbalouti et al., 2009). علاوه بر ایران

زوفایی گیاهی چندساله از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) با نام علمی (*Thymbra spicata* L.) است.

امروزه استفاده از گیاهان دارویی و معطر به دلیل گرایش دوباره انسان به محصولات طبیعی، کشف داروهای جدید از ترکیب‌های طبیعی که دارای ساختارهای پیچیده شیمیایی و غیرقابل سنتزی هستند و همچنین به دلیل اثرات جانبی داروهای شیمیایی، رشد بسیار بالایی دارد (Tabrizi & Koocheki, 2015). در حال حاضر حدود ۹۰٪ نیاز صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی از منابع طبیعی تأمین می‌شود، این امر سبب شده است که بیشتر گیاهان دارویی و رویشگاه‌های آنان از بین رفته و یا در معرض تهدید قرار بگیرند. از این رو کشت گیاهان دارویی و ورود آنها به سیستم‌های زراعی تولید که امکان تولید مواد اولیه در حجم انبوه و مطابق با استاندارد مورد نیاز صنایع را دارد، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار شده است (Najafi & Rezvani Moghadam, 2002؛ Ameri et al., 2013).

مطالعات و بررسی‌های اکولوژیکی گیاهان مختلف به‌ویژه گیاهان دارویی و اسانس‌دار در بسیاری از کشورهای دنیا دارای سابقه طولانی است. در ایران نیز تاکنون طرح‌های متعددی در زمینه بررسی اکولوژیکی گیاهان اسانس‌دار از جمله *Thymus*، *Satureja*، *Nepeta*، *Mentha*، *Ziziphora* انجام شده است (Larti et al., 2013؛ Zarezadeh et al., 2016؛ Zarezadeh et al., 2014). اگرچه رشد و نمو و کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی از جمله تجمع ماده خشک و بیوسنتز اسانس به‌وسیله فرایندهای ژنتیکی کنترل می‌شود ولی عوامل محیطی و زراعی نیز در این زمینه نقش مهمی دارند. در این مورد، فاصله کاشت از عوامل زراعی مهمی است که بر عملکرد اسانس و ماده خشک آویشن در واحد سطح تأثیر معنی‌داری دارد (Naghdi Bady et al., 2003). تعیین فاصله کاشت مناسب یکی از عوامل مهم ایجاد رقابت در میان گیاهان زراعی است. استقرار تراکم مطلوبی از بوته‌های سالم از نظر استفاده از ارزش‌های ژنتیکی ارقام و توانمندی‌های زراعی محیط از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد و تعیین‌کننده فضای رشد قابل استفاده هر بوته

در نواحی جنوب‌شرقی آنتالیا و نواحی مدیترانه ترکیه نیز رویش داشته و با نام‌های گوناگونی همانند تیم (Thyme)، هربا تیم (Herba Thyme)، رد تیم (Red Thyme) نیز شناخته می‌شود (Kizil, 2010). زوفایی گیاهی است پایا که بیشتر در مناطق خشک و آفتابی و تپه‌های خشک در ارتفاع ۴۲۰ تا ۱۱۶۰ متری و در خاک‌هایی با بافت سبک شنی و عمق سطحی می‌روید. در رویشگاه آن، دوره رویشی گیاه از ماه‌های اردیبهشت تا خرداد شروع می‌شود و زمان گلدهی آن، اوایل خرداد و شروع بذردهی آن تیرماه است (Mozafarian, 1996). از قسمت‌های مختلف گیاه از جمله برگ، گل، ساقه، ریزوم، جوانه، بذر و سایر قسمت‌های آن بعد از خشک کردن استفاده می‌شود. در طب سنتی این گیاه به‌عنوان ضد عفونی‌کننده دستگاه تنفسی (به‌صورت دم‌کرده)، داروی نیروزا، برطرف‌کننده اسپاسم‌های ماهیچه‌ای، خلط‌آور، دفع‌کننده انگل‌ها و اشتهاآور از زمان قدیم در بین مردم معمول بوده است. در ترکیه از این گیاه برای درمان تنگی نفس، گاز معده، برونشیت، سرفه، اسهال و روماتیسم و نیز به‌عنوان طعم‌دهنده غذا در تهیه نوشیدنی‌ها استفاده می‌شود (Toncer & Kizil, 2005؛ Inan et al., 2011؛ Kizil et al., 2015). در سالیان اخیر نتایجی مبنی بر اثر استفاده از برگ و اسانس این گیاه بر کاهش کلسترول خون نیز انتشار یافته است (Asadi et al., 2012).

اسانس این گیاه به‌عنوان منبع غنی از فلاونوئیدها، تریپنوییدها و ایزوپرنوئیدها همانند تیمول و کارواکرول است و همانند سایر گیاهان خانواده نعنائیان مانند آویشن و مرزه بیش از ۸۰٪ ترکیب‌های شیمیایی اسانس آن را کارواکرول، تیمول، پارا-سیمن و گاما-تریپنین تشکیل می‌دهند (Ghasemi Pirbalouti et al., 2009). در بسیاری از کشورها، زوفایی به‌دلیل ارزش بالای اقتصادی به‌صورت ماده اولیه به صنایع داروسازی تحویل داده می‌شود. همچنین گزارش شده که اسانس این گیاه از جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز جلوگیری کرده و به‌عنوان یک علف‌کش نیز کاربرد دارد (Baydar et al., 2004؛ Moslem Arani et al., 2015).

خواهد بود (Taheri et al., Moaveni et al., 2011؛ 2013؛ Heidari et al., 2008). آرایش کاشت بر توزیع مناسب و بهتر نور در درون پوشش گیاهی مؤثر است، از این رو اثر اصلی فاصله کاشت بر محصول عمدتاً به علت تفاوت در چگونگی توزیع انرژی تشعشعی خورشید است و افزایش جذب تشعشع منجر به بالا بردن عملکرد می‌شود (Board et al., 1990؛ Muchow et al., 1990).

در بررسی تأثیر فواصل کاشت (فواصل ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر روی ردیف) و زمان برداشت (آغاز جوانه‌های گل، گلدهی کامل و بذردهی) بر عملکرد، کمیّت و کیفیت اسانس آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) گزارش شد که فواصل کاشت روی ردیف بر قطر تاج پوشش، ارتفاع، عملکرد تازه و خشک، درصد و محتوای اسانس و مقدار تیمول و کارواکرول تأثیر معنی‌دار داشت، به‌طوری که بیشترین مقدار این فاکتورها در فاصله ۱۵ سانتی‌متر روی ردیف در مرحله گلدهی کامل بدست آمد (Naghd Badi et al., 2004). (Al-Ramamneh (۲۰۰۹) طی بررسی خصوصیات رشدی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) در فواصل مختلف کاشت (فواصل ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر) گزارش داد که کاهش فاصله کشت تا ۱۵ سانتی‌متر منجر به افزایش ارتفاع، قطر کانوبی، وزن تر و خشک، عمق ریشه و شاخص سطح گیاه می‌گردد. در بررسی تأثیر فواصل روی ردیف ۲۵، ۳۵ و ۵۰ سانتی‌متر بر عملکرد و بازده اسانس در چهار گونه آویشن، مشاهده شد که تراکم گیاهی بر تعداد ساقه‌های هوایی، قطر تاج پوشش، عملکرد تر اندام‌های هوایی و عملکرد خشک ریشه تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری که بالاترین عملکرد ماده خشک (۲۲۰۶ کیلوگرم در هکتار) و بازده اسانس در فاصله کشت ۲۵ سانتی‌متر حاصل گردید (Taheri et al., 2013). در تحقیقی که به‌منظور بررسی اثر تراکم‌های متفاوت (فواصل بین و روی ردیف ۲۰×۲۰، ۴۰×۲۰ و ۶۰×۲۰ سانتی‌متر) بر عملکرد گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) انجام گردید، گزارش شد که بیشترین عملکرد تر بوته و برگ، درصد و عملکرد اسانس در تراکم ۲۰×۲۰ حاصل گردید (Arabasi

امروزه تقاضا برای گونه‌های مختلف گیاهان دارویی روبه افزایش و بازار تجارت این گونه‌ها رو به گسترش است. ارزش دارویی و تجاری گیاه زوفایی سبب برداشت بی‌رویه و غیراصولی آن از رویشگاه‌های طبیعی استان شده است. محدودیت جمع‌آوری این گیاه از زیستگاه‌های طبیعی و همچنین کاهش جمعیت گونه‌های آن در سالیان اخیر سبب شد تا امکان کاشت این گیاه در خارج از زیستگاه به‌منظور بررسی تأثیر عوامل زراعی بر خصوصیات رویشی آن مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه فاصله کاشت از عوامل مهم زراعی تأثیرگذار بر عملکرد تولیدی و اسانس گیاهان دارویی است، در این پژوهش نیز سعی شده است تا اثر فواصل مختلف کاشت بر عملکرد و تولید اسانس تولیدی دو اکوتیپ از گیاه مورد بررسی قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق طی دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام واقع در عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه با ۱۱۷۴ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. آب و هوای منطقه معتدل نیمه‌مرطوب با تابستان گرم و زمستان ملایم و مرطوب با متوسط بارندگی سالانه ۶۰۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت منطقه ۱۶/۷ درجه سانتی‌گراد است. با توجه به نتایج جدول ۱ وضعیت خاک مزرعه از نظر بافت خاک دارای بافت سیلتی-لومی و pH آن قلیایی بود. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل فاصله روی ردیف در سه سطح (۲۰، ۳۰

دانشگاه ایلام انجام گردید. کاشت گیاه در مزرعه به صورت ردیفی با فواصل ردیف ۵۰ سانتی‌متر انجام شد. هر کرت آزمایش دارای چهار خط کاشت به طول دو متر بود. در طول فصل رویش عملیات مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی در سه نوبت طی سال اول و دوم کاشت و فواصل آبیاری به فاصله هر هفت روز یکبار برای تمامی تیمارها به صورت نشتی انجام شد.

و ۴۵ سانتی‌متر) و دو اکوتیپ گیاه شامل ملکشاهی و سومار بودند.

در ابتدای کار بذرهای گیاه با کمک کارشناسان اداره کل منابع طبیعی استان از رویشگاه‌های طبیعی جمع‌آوری و پس از شناسایی، در زمستان سال ۱۳۹۴ نسبت به تولید نشاء در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام اقدام شد. در اردیبهشت ۱۳۹۵، هنگامی که ارتفاع نشاء‌های تولیدی به ۱۵ سانتی‌متر رسید کار انتقال نشاء‌ها به مزرعه تحقیقاتی

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک مزرعه

پتاسیم	فسفر	نیترژن	شن	لای	رس	کربن آلی	pH	شوری	بافت خاک
ppm	ppm	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		( $ds.m^{-1}$ )	
۳۵۶/۲۶	۴/۹۴	۰/۱۸	۱۵	۵۸	۲۷	۱/۷۴	۷/۳۹	۰/۲۶	سیلتی-لومی

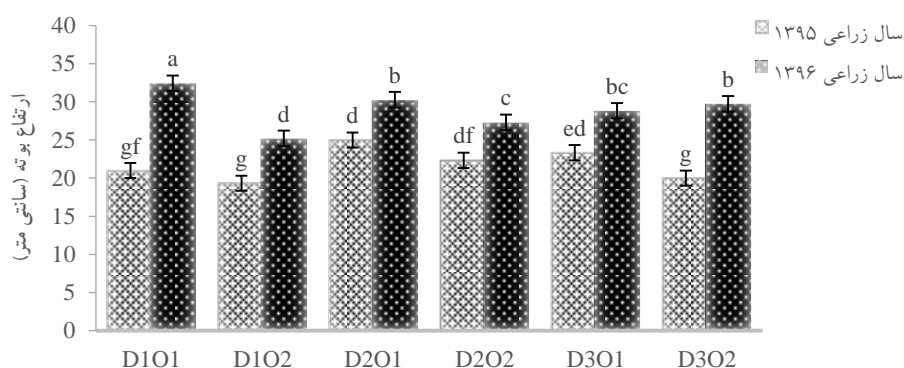
گیاه درصد اسانس و از حاصل‌ضرب درصد اسانس در وزن خشک برگ و شاخساره، عملکرد اسانس محاسبه گردید. برای تجزیه آماری و تجزیه واریانس از نرم‌افزار SAS و SPSS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵٪ استفاده شد.

### نتایج

#### ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی سال، فاصله روی ردیف و اکوتیپ و اثر متقابل سال، فاصله روی ردیف و اکوتیپ بر صفت ارتفاع بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۳۲/۴ سانتی‌متر) طی سال دوم آزمایش، در فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و اکوتیپ ملکشاهی حاصل شد. این تیمار بالاترین درصد رشد ارتفاع (به میزان ۵۵٪) را نسبت به سایر تیمارهای آزمایش نشان داد. کمترین مقدار آن نیز (۱۹/۳ سانتی‌متر) در سال اول کاشت، در فواصل روی ردیف ۲۰ و ۴۵ سانتی‌متر و اکوتیپ سومار مشاهده شد که از این نظر دو تیمار در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۱).

نمونه‌برداری و یادداشت‌برداری از گیاه در سال اول و دوم زراعی در زمان ورود گیاه به مرحله گلدهی انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش؛ ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد و طول گل‌آذین‌های تولیدی، قطر تاج پوشش، شاخص سطح برگ، عملکرد خشک برگ و بوته، درصد و عملکرد اسانس بودند. به‌منظور اندازه‌گیری تعداد شاخه فرعی و تعداد گل‌آذین، با رعایت حاشیه‌ها از هر کرت ۱۰ بوته به صورت تصادفی شمارش و میانگین آن ثبت گردید. برای اندازه‌گیری ارتفاع، طول گل‌آذین و قطر تاج پوشش با استفاده از خط‌کش و متر از هر کرت ۱۰ بوته به صورت تصادفی اندازه‌گیری و میانگین آن ثبت شد. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ نمونه‌ها از دستگاه مساحت‌سنج دیجیتالی (CI-203CA conveyor attachment) استفاده شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در محیط آزمایشگاه و در سایه در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس مقدار ۴۰ گرم از پودر برگ و سرشاخه گیاهان هر کرت برای استخراج اسانس با استفاده از روش تقطیر با آب (Water distillation) با دستگاه اسانس‌گیر کلونجر استفاده شد. از سولفات سدیم برای رطوبت‌زدایی اسانس‌ها استفاده شد. برحسب وزن خشک



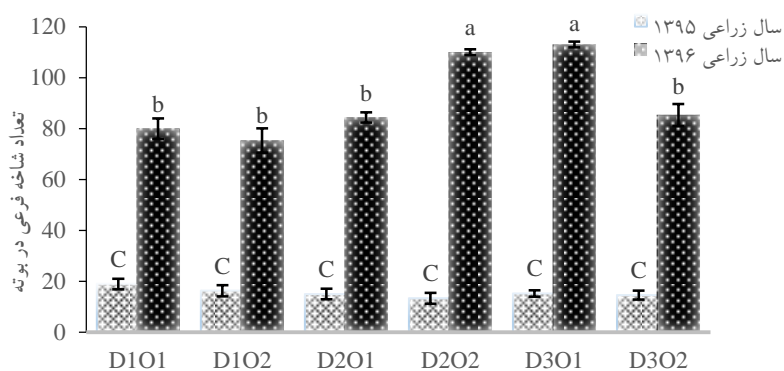
شکل ۱- اثر متقابل سال، فاصله روی ردیف و اکوتیپ بر ارتفاع بوته

D1: فاصله کاشت روی ردیف ۲۰ سانتی متر، D2: فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی متر، D3: فاصله روی ردیف ۴۵ سانتی متر  
O1: اکوتیپ ملکشاهی، O2: اکوتیپ سومار

فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی متر و اکوتیپ سومار و فاصله روی ردیف ۴۵ سانتی متری و اکوتیپ ملکشاهی تولید شده است. نتایج حاصل نشان می دهد که تعداد شاخه های فرعی طی سال دوم آزمایش از سه تا هفت برابر نسبت به سال اول کاشت افزایش داشته است.

تعداد شاخه های فرعی

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می شود که اثر متقابل سال، فاصله روی ردیف و اکوتیپ بر صفت تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار گردید. در شکل ۲ مشاهده می شود که بیشترین تعداد شاخه فرعی (۱۷/۶٪) طی سال زراعی دوم و در



شکل ۲- اثر متقابل سال، فاصله روی ردیف و اکوتیپ بر تعداد شاخه فرعی در بوته

D1: فاصله کاشت روی ردیف ۲۰ سانتی متر، D2: فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی متر، D3: فاصله روی ردیف ۴۵ سانتی متر  
O1: اکوتیپ ملکشاهی، O2: اکوتیپ سومار

جدول ۲- تجزیه مرکب اثر سطوح مختلف فاصله کاشت و اکوتیپ بر خصوصیات رویشی و مواد مؤثره زوفایی (*Thymbra spicata*) در سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد گل در بوته	طول گل آذین	قطر تاج پوشش	شاخص سطح برگ	عملکرد ماده خشک برگ	عملکرد ماده خشک بوته	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۳/۶	۹۷/۵	۷/۵	۰/۳۲۱	۱۱/۸	۰/۰۳۵	۱۵۲۴۲۰۰	۵۵۵۹۳۶۹	۱/۳	۴۰۲۹/۶
سال	۱	۴۵۸/۲**	۵۱۶۴/۶**	۶۱۵۸۶/۶**	۲۸/۱**	۶۳۵۷۶/۲**	۶۲۲/۹**	۱۸۵۷۱۷۸۴۱**	۳۴۱۲۳۰۷۹۳**	۱/۲*	۲۲۴۷۶۴**
فاصله کشت	۲	۹/۰۴**	۳۰۹/۳**	۴۶۹/۱ ns	۴/۴**	۱۹۲/۹**	۱۱/۳**	۱۲۰۳۰۳۱۹**	۳۲۴۹۱۳۶۱**	۰/۸۹۹*	۱۰۶۴۸**
اکوتیپ	۱	۷۲/۱**	۳۴/۰۲*	۱/۳**	۰/۶۴۰ ns	۹۸/۰۱*	۷/۰۵**	۱۱۱۸۴۷۸۸**	۱۴۵۵۷۵۳۱**	۰/۵۹۴ ns	۱۵۳۳۷**
سال × فاصله کاشت	۲	۹/۹**	۵۵۷/۱**	۳۰۷/۰۲ ns	۱/۶*	۷۹/۴**	۱۳/۲**	۹۶۱۰۷۵ ns	۵۲۲۳۰۲۹**	۱/۸**	۲۴۶۴ ns
سال × اکوتیپ	۱	۰/۶۷۹ ns	۰/۶۹۴ ns	۱۰/۰۲ ns	۲/۸*	۳۴/۸ ns	۴/۹**	۲۸۸۲۱۸۵*	۲۵۷۵۲۷۶ ns	۱/۵*	۳۰۹/۴ ns
فاصله کاشت × اکوتیپ	۲	۷/۹**	۵۲۰/۲**	۴۸۲/۰۲*	۲/۰۴*	۵۸/۸*	۱/۲ ns	۸۸۵۰۶۳ ns	۸۹۶۲۳۱ ns	۰/۰۱۶ ns	۷۷۰/۷ ns
سال × فاصله کاشت × اکوتیپ	۲	۱۸/۱**	۵۵۴/۶**	۴۷۱/۵ ns	۰/۳۲۲ ns	۵۶/۳*	۱/۲ ns	۳۷۵۲۲۷ ns	۴۰۷۱۵/۹ ns	۰/۱۷۲ ns	۹۲۷/۲ ns
اشتباه آزمایشی	۲۰	۱/۱	۲۹/۵	۱۳۶/۴	۰/۴۳۹	۱۲/۲	۰/۴۰۴	۳۸۳۵۴۴	۶۲۴۰۷۷	۰/۲۰۳۲	۱۳۵۴/۳
ضریب تغییرات (CV%)	۴/۲	۱۰/۶	۱۹/۶	۱۲/۸	۶/۷	۱۲/۸	۱۲/۸	۱۱/۳	۱۳/۵	۲۱/۸	

ns, \* و \*\* به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار و وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سال، فاصله کاشت و اکوتیپ بر خصوصیات رویشی و مواد مؤثره زوفایی (*Thymbra spicata*)

سال	تعداد گل در بوته	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)	فاصله کاشت	عملکرد ماده خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)	اکوتیپ	عملکرد ماده خشک بوته (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
Y1	۱۸ b	۸۹/۳ b	D1	۵۲۴۶/۷ a	۱۸۳/۵ a	O1	۷۵۹۶ a	۱۸۸/۹ a
Y2	۱۰۰/۷۷a	۲۴۷/۳ a	D2	۳۹۵۵/۳ b	۱۸۷/۴ a	O2	۶۳۲۴ b	۱۴۷/۶ b
			D3	۲۵۵۲ c	۱۳۴ b			

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

Y1: داده‌های سال اول آزمایش، Y2: داده‌های سال دوم آزمایش؛ D1: فاصله کاشت روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، D2: فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر، D3: فاصله روی ردیف ۴۵ سانتی‌متر؛ O1: اکوتیپ ملکشاهی، O2: اکوتیپ سومار

معنی دار شد. در شکل ۳ مشاهده می‌شود که با بیشترین قطر تاج پوشش (۱/۱۸٪) در فاصله روی ردیف ۴۵ سانتی‌متر و اکوتیپ ملکشاهی طی سال دوم کاشت حاصل شده است.

#### شاخص سطح برگ

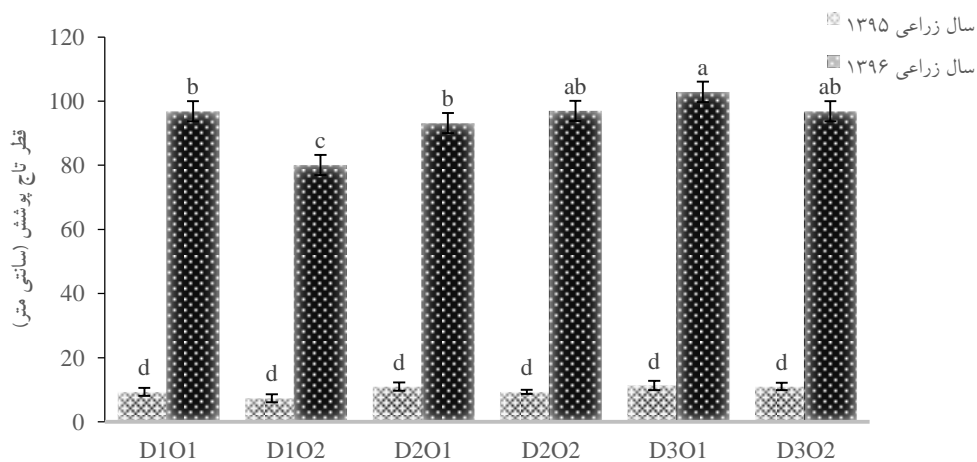
نتایج تجزیه واریانس سطح برگ نشان داد که اثر متقابل سال و اکوتیپ همچنین سال و فاصله روی ردیف در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد که با توجه به نتایج جدول ۴ و ۵ مشاهده می‌شود که بین فواصل مختلف کاشت بیشترین شاخص سطح برگ (۳۷/۵٪) در فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر طی سال دوم کاشت حاصل شده است. همچنین بین اکوتیپ‌ها نیز اکوتیپ ملکشاهی در سال دوم زراعی بیشترین مقدار شاخص سطح برگ (۵۰/۱٪) را تولید کرد. نتایج نشان می‌دهد که در سال دوم کاشت محصول، شاخص سطح برگ حدود هشت برابر افزایش یافته است. با توجه به نتایج جدول همبستگی صفات، افزایش این شاخص در گیاه منجر به افزایش عملکرد خشک بوته، برگ و عملکرد اسانس تولیدی می‌شود.

#### تعداد و طول گل‌آذین در بوته

نتایج ارائه شده در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر ساده سال در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل فاصله روی ردیف و اکوتیپ در سطح احتمال ۵٪ بر صفت تعداد گل در بوته اختلاف معنی‌داری داشت. در جدول ۳ مشاهده می‌شود که تولید گل در بوته طی سال دوم به میزان ۴/۵ برابر نسبت به سال اول کاشت افزایش یافته است. همچنین با توجه به نتایج جدول ۶ مشاهده می‌شود که بالاترین میزان تعداد گل در بوته (۵۳/۳٪) در تیمار فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر و اکوتیپ ملکشاهی حاصل شده است. از نظر طول گل‌آذین اثر متقابل فاصله روی ردیف و اکوتیپ همچنین سال و اکوتیپ در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. در نتایج جدول ۵ و ۶ مشاهده می‌شود که بالاترین طول گل‌آذین در فاصله روری ردیف ۳۰ سانتی‌متر و اکوتیپ ملکشاهی و طی سال زراعی اول بدست آمده است.

#### قطر تاج پوشش

تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای سال، فاصله روی ردیف و اکوتیپ در سطح احتمال ۵٪ بر این صفت



شکل ۳- اثر متقابل سال، فاصله روی ردیف و اکوتیپ بر قطر تاج پوشش

D1: فاصله کاشت روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، D2: فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر، D3: فاصله روی ردیف ۴۵ سانتی‌متر

O1: اکوتیپ ملکشاهی، O2: اکوتیپ سومار

## عملکرد ماده خشک برگ و بوته

فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۴). از میان دو تیمار مورد بررسی عملکرد ماده خشک بوته در تیمار ملکشاهی بیشتر بود (جدول ۳). با مقایسه میانگین عملکرد ماده خشک بوته طی دو سال زراعی مشاهده می‌شود که عملکرد تولیدی در سال دوم زراعی به میزان ۱/۶٪ افزایش یافته است.

## درصد و عملکرد اسانس

در بررسی نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که اثر متقابل سال و فاصله روی ردیف در سطح ۱٪ و اثر متقابل سال و اکوتیپ در سطح احتمال ۵٪ بر درصد اسانس معنی‌دار بود (جدول ۲). براساس نتایج جدول ۴ و ۵ مشاهده می‌شود که در سال زراعی اول بیشترین مقدار

درصد اسانس در فواصل روی ردیف ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر و در سال زراعی دوم در فواصل روی ردیف ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر تولید شده‌است. در سال دوم زراعی بین اکوتیپ‌های کاشته شده از نظر درصد اسانس تولیدی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما اکوتیپ ملکشاهی در سال زراعی اول درصد اسانس بالاتری را تولید کرد. در بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود که اثر اصلی سال، فاصله روی ردیف و اکوتیپ بر عملکرد اسانس معنی‌دار شده است. با توجه به نتایج جدول ۳ بیشترین مقدار عملکرد اسانس بین تیمارهای اصلی آزمایش، به ترتیب در سال زراعی دوم (۷۴/۴٪)، فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر (۳۷/۱٪) و اکوتیپ ملکشاهی (۵۶/۱٪) بدست آمد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سال و فاصله کاشت بر خصوصیات رویشی، عملکرد و مواد مؤثره

زوفایی (*Thymbra spicata*)

درصد اسانس	عملکرد ماده خشک بوته (کیلوگرم در هکتار)	شاخص سطح برگ	تیمار	
			فاصله کشت	سال
۲/۵b	۵۱۳۶/۷c	۰/۶۳۹d	D1	
۳/۷a	۳۹۵۵/۳d	۰/۹۸۳d	D2	Y1
۳/۱a	۲۵۵۲ e	۰/۷۸۴d	D3	
۳/۷a	۱۰۹۶۸/۸a	۹/۰۳b	D1	
۳/۵a	۱۱۵۶۴/۵a	۱۱/۱a	D2	Y2
۳/۲b	۷۵۸۳/۱b	۷/۱c	D3	

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

D1: فاصله کاشت روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، D2: فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر، D3: فاصله روی ردیف ۴۵ سانتی‌متر

Y1: داده‌های سال اول آزمایش، Y2: داده‌های سال دوم آزمایش



جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سال و اکوتیپ بر خصوصیات رویشی، عملکرد ماده خشک برگ

زوفایی (*Thymbra spicata*)

درصد اسانس	عملکرد ماده خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	شاخص سطح برگ	طول گل آذین (سانتی متر)	تیمار	
				اکوتیپ	سال
۳/۴a	۳۱۲۷ c	۰/۸۲۷c	۶/۴a	<b>O1</b>	<b>Y1</b>
۲/۸b	۲۵۷۸ c	۰/۷۳۲c	۵/۶b	<b>O2</b>	
۳/۴a	۸۲۳۵/۶a	۹/۹a	۴/۴c	<b>O1</b>	<b>Y2</b>
۳/۵a	۶۵۵۴/۹b	۸/۳b	۴/۱c	<b>O2</b>	

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

Y1: داده‌های سال اول آزمایش، Y2: داده‌های سال دوم آزمایش

O1: اکوتیپ ملکشاهی، O2: اکوتیپ سومار

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله کاشت و اکوتیپ بر خصوصیات رویشی زوفایی (*Thymbra spicata*)

طول گل آذین (سانتی متر)	تعداد گل در بوته	تیمار	
		اکوتیپ	فاصله کاشت
۵/۱ab	۵۵/۶ab	<b>O1</b>	<b>D1</b>
۴/۸b	۵۴ ab	<b>O2</b>	
۵/۸a	۶۹/۱a	<b>O1</b>	<b>D2</b>
۳/۹c	۴۹/۳b	<b>O2</b>	
۵/۴ab	۶۸/۱a	<b>O1</b>	<b>D3</b>
۵/۶ab	۶۰/۱ab	<b>O2</b>	

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری نیستند.

D1: فاصله کاشت روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، D2: فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر، D3: فاصله روی ردیف ۴۵ سانتی‌متر

O1: اکوتیپ ملکشاهی، O2: اکوتیپ سومار

جدول ۷- ضرایب همبستگی (پیرسون) صفات اندازه گیری شده گیاه زوفایی تحت تأثیر سال، فاصله ردیف و اکوتیپ  
(معنی دار در سطح ۱٪ و ۵٪)

X10	X9	X8	X7	X6	X5	X1	X1	X1	X1	همبستگی
									۱	X1 ارتفاع بوته (سانتی متر)
								۱	۰/۹۲۰**	X2 تعداد شاخه فرعی در بوته
							۱	۰/۹۹۳**	۰/۸۹۰**	X3 تعداد گل در بوته
						۱	۰/۹۰۴**	۰/۹۰۱**	۰/۶۹۸	X4 طول گل آذین (سانتی متر)
					۱	۰/۸۴۹*	۰/۹۹۲**	۰/۹۸۱**	۰/۸۹۵**	X5 قطر تاج پوشش (سانتی متر)
				۱	۰/۹۴۶**	۰/۶۲۷ ns	۰/۹۱۷**	۰/۹۲۴**	۰/۹۶۵**	X6 شاخص سطح برگ
			۱	۰/۹۵۶**	۰/۸۳۳*	۰/۵۰۶ ns	۰/۸۰۱*	۰/۸۲۱*	۰/۹۴۷**	X7 عملکرد ماده خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)
		۱	۰/۹۹۶**	۰/۹۷۳**	۰/۸۶۴*	۰/۵۶۵ ns	۰/۸۳۷**	۰/۸۵۹*	۰/۹۷۲**	X8 عملکرد ماده خشک بوته (کیلوگرم در هکتار)
	۱	۰/۵۹۸ ns	۰/۶۰۹ ns	۰/۵۱۱ ns	۰/۵۳۲ ns	۰/۵۷۳ ns	۰/۵۹۱ ns	۰/۶۲۱ ns	۰/۶۰۳ ns	X9 درصد اسانس
۰	۰/۶۳۶ ns	۰/۹۹۸**	۰/۹۹۰**	۰/۹۷۶**	۰/۸۸۷**	۰/۶۱۷ ns	۰/۸۶۷*	۰/۸۸۸**	۰/۹۸۰**	X10 عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)

ns، \* و \*\*، به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار و وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می باشند.

## بحث

درصد و عملکرد اسانس در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع حاصل شد. نتایج حاصل از بررسی نشان داد که عملکرد خشک برگ و بوته در سال دوم آزمایش بیشتر از سال اول بود. بنابراین به نظر می‌رسد استقرار بهتر بوته‌ها در سال دوم و افزایش مقاومت نسبت به شرایط زراعی، استفاده از مواد ذخیره شده در اندام‌های زیرزمینی و بهره‌گیری از سیستم ریشه‌ای قوی‌تر و همچنین افزایش بهره‌مندی از درجه حرارت در طول فصل رشد بر افزایش عملکرد بوته‌ها مؤثر بوده باشد. نتایج حاصل از تحقیق Aflatuni (۲۰۰۵)، Akbarinia و همکاران (۲۰۱۰) و Sepahvand و همکاران (۲۰۱۶) نیز این نتیجه را تأیید می‌کند.

با توجه به اینکه عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب درصد اسانس در عملکرد ماده خشک برگ محاسبه می‌گردد، در این بررسی نیز بیشترین میزان عملکرد اسانس طی سال دوم کاشت و در فواصل ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر حاصل گردید. از بین دو اکوتیپ کاشته شده، با توجه به بالاتر بودن میزان عملکرد خشک برگ و درصد اسانس تولیدی، عملکرد اسانس در اکوتیپ ملکشاهی، این اکوتیپ بر سومار برتری داشت. محققان دیگری نیز در این زمینه گزارش کرده‌اند که عملکرد اسانس گیاه با عملکرد گیاه به صورت موازی هستند و همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند، به طوری که با افزایش بیوماس تازه و خشک گیاه محتوای اسانس افزایش می‌یابد (Toncer & Ardakani et al., 2008; Abbaszadeh et al., 2008; kizil, 2008; Sepahvand et al., 2016). بررسی جدول همبستگی صفات آزمایش (جدول ۷) نیز نشان داد که صفت عملکرد اسانس با شاخص سطح برگ ( $r=0/976^{***}$ )، عملکرد ماده خشک برگ ( $r=0/990^{***}$ ) و عملکرد ماده خشک بوته ( $r=0/998^{***}$ )، همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد؛ بنابراین نتیجه حاصل شده در این مورد کاملاً منطقی به نظر می‌رسد. Khorshidi و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اثر تراکم بوته بر درصد و عملکرد اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*

نتایج تحقیق نشان داد که تیمار فاصله روی ردیف بر شاخصه‌های مورفولوژیکی و عملکرد گیاه از جمله عملکرد خشک بوته و اسانس تأثیر معنی‌داری دارد. با توجه به اینکه گیاه دارویی زوفایی اسانس تولید می‌کند تأثیر این تیمار بر میزان اسانس تولیدی گیاه بسیار مهم است. از این رو با بررسی یافته‌ها مشاهده می‌شود که در فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر، عملکرد ماده خشک بوته و عملکرد اسانس نسبت به فواصل دیگر کاشت بیشتر است، همان‌طور که قبلاً گزارش شده است یکی از پیش‌شرط‌های مهم برای دستیابی به عملکرد بالا در گیاهان برای دریافت حداکثری نور خورشید و تولید مواد فتوسنتزی تعیین تراکم بهینه است (Rastegar, 1993)، بنابراین به نظر می‌رسد در این فاصله از کاشت، رقابت درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای کمتری ایجاد و فضا و منابع محیطی از جمله نور، آب و مواد غذایی برای بوته‌ها به خوبی فراهم شده باشد. این یافته با نتایج کار پژوهشگران دیگری در این زمینه مطابقت دارد. Todorovic و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تأثیر فواصل بین ردیف ۵۰ و ۷۰ و فواصل روی ردیف ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر بر عملکرد آویشن (*Thymus vulgaris* L.) گزارش کردند که بالاترین عملکرد رویشی در فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف سانتی‌متر ۳۰ مشاهده گردید. طی بررسی (سه فاصله روی ردیف ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر)، بر روی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) گزارش شده است که در فاصله کشت ۱۵ سانتی‌متر به دلیل استفاده بهتر بوته‌ها از نور در واحد سطح، عملکرد تر و خشک بوته افزایش یافت، اما بیشترین میزان عملکرد اسانس در فاصله ۴۵ سانتی‌متر حاصل گردید (Al-Ramamneh, 2009). Heidari و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تأثیر تراکم بوته بر عملکرد گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) گزارش کردند که از بین چهار سطح تراکم (۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع) بیشترین مقدار عملکرد خشک بوته،

اسانس گیاه بستگی دارد که این امر نیز تحت تأثیر تفاوت‌های ژنتیکی گیاه قرار می‌گیرد.

نتایج بررسی نشان داد که گیاهچه‌های کاشته شده از بذرها دو اکوتیپ گیاه زوفایی توانایی استقرار و رشد را در شرایط زراعی دارا می‌باشند. بررسی عملکرد و خصوصیات گیاه طی دو سال نشان داد در سال دوم زراعی به دلیل استقرار بهتر بوته‌ها در مزرعه و طولانی‌تر بودن طول دوره رشدی، بوته‌ها از رشد و عملکرد بالاتری برخوردار بودند. با مقایسه میزان عملکرد خشک بوته و اسانس تولیدشده بین سطوح مختلف فاصله روی ردیف در اکوتیپ‌های کاشته شده، فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر به‌عنوان بهترین سطح برای کاشت گیاه در مزرعه معرفی می‌گردد.

#### منابع مورد استفاده

- Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Lebaschi, M.H., Naderi hajibagher Kandy, M. and Moghadami, F., 2008. The effect of drought stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and relative water contents of balm (*Melissa officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(4): 504-513.
- Aflatuni, A., 2005. The yield and essential oil content of mint (*Mentha* spp.) in northern sotothnia. Academic dissertation to be presented with the assent of the faculty of science, University of Oulu, Finland.
- Akbarinia, A., Sharifi Ashoorabadi, E. and Mirza, M., 2010. Study on drug yield and essential oil content and composition of *T. lancifolius* Celak. under cultivated condition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(2): 205-212.
- Al-Ramamneh, E. D., 2009. Plant growth strategies of *Thymus vulgaris* L. in response to population density. Industrial Crop and Products, 30: 389-394.
- Ameri, F., Vahabi, M.R., Khatoon abadi, A. and Andalibi, L., 2013. On the relevance of medicinal plants consumers in Iran: investigating statistics for consumers, states of consumption, informative and source area. Journal of Teb & Tazkiyeh, 22(3): 37-81.
- Arabasi, O. and Bayram, E., 2004. The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of basil

(Mill var. *Soroksary*) گزارش کردند که بیشترین مقدار درصد و عملکرد اسانس در فواصل روی ردیف عریض‌تر و کمترین مقدار آن نیز در فواصل روی ردیف کمتر حاصل گردید. براساس نتایج بدست‌آمده مشاهده شد که بیشترین ارتفاع بوته در کمترین فاصله روی ردیف، به دلیل رقابت برای دریافت نور حاصل گردید، اما با افزایش فواصل روی ردیف بر تعداد شاخه‌های فرعی در بوته و قطر تاج پوشش گیاهی افزوده شد. این نتایج با یافته‌های پژوهشگران دیگر که گزارش کردند در فواصل زیادتر بوته روی ردیف، قطر کانویی و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته افزایش می‌یابد مطابقت می‌کند (Naghdi؛ Al-Ramamneh, 2009؛ Taheri et al., 2013)؛ (Badi et al., 2004). Razin و Shalaby (۱۹۹۲) در بررسی در فواصل روی ردیف ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر و کود بر عملکرد گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) گزارش کردند که با افزایش تراکم، ارتفاع گیاه به دلیل افزایش رقابت در جذب نور افزایش می‌یابد و با زیادتر شدن فواصل روی ردیف قطر تاج پوشش گیاه و به دنبال آن عملکرد خشک بوته افزایش خواهد یافت. Al-Ramamneh (۲۰۰۹) و Naghdi Badi و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر فواصل روی ردیف بر عملکرد گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) گزارش کردند که بیشترین ارتفاع در فواصل کمتر بوته روی ردیف مشاهده شد.

بررسی خصوصیات رویشی دو اکوتیپ مورد بررسی نشان داد که اکوتیپ ملکشاهی از نظر عملکرد اسانس تولیدی نسبت به اکوتیپ سومار برتری داشت. این امر می‌تواند به دلیل بالاتر بودن عملکرد خشک برگ و بوته، شاخص سطح برگ و تعداد شاخه فرعی در این اکوتیپ باشد. Nooshkam و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی میزان عملکرد، محتوای اسانس و کارواکرول در دو گونه مرزه خوزستانی (*Satureja* *rechingeri* Jamzad و *Satureja khuzistanica* Jamzad) گزارش کردند که عملکرد اسانس به عملکرد برگ و محتوای

- spicata*) population in semi-arid climatic conditions. *Field Crops*, 20(2): 242-251.
- Larti, M., Ghasempour, S., Sharifi Ashoorabadi, E. and Alizadeh, B., 2013. The study of some ecological characteristics of *Thymus kotschyanus* Boiss. ET Hohen and *Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak in west Azarbaijan. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(2): 424-412.
  - Lebaschi, M.H., Sharifi Ashoorabadi, E. and Bakhtiari Ramezani; M., 2010. The effect of plant densities on yield of *Foeniculum vulgare* Mill. under dry farming. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(1): 121-131.
  - Moaveni, P., Aliabadi Farahani, H. and Maroufi, K., 2011. Effects of sowing date and planting density on quantity and quality features in Thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Advances in Environmental Biology*, 5(7): 1706-1710.
  - Moslem Arani, A., Naderi, M. and Mostafa Goldansaz, S., 2015. Effect of harvesting time on essential oil content and composition of *Thymbra spicata*. *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 1: 51-55.
  - Mozafarian, V., 1996. *Flora of Ilam: Introducing Medicinal Plants of Ilam*. Farhang Moaser Publication, 936p.
  - Muchow, R.C., Sinclair, T.R. and Bennett, J.M., 1990. Temperature and solar radiation effect on potential maize yield across location. *Agronomy Journal*, 82: 338-343.
  - Naghdi Badi, H., Yazdani, D., Mohammad Ali, S. and Nazari, F., 2004. Effect of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Product*, 19: 231-236.
  - Naghdi Badi, H., Yazdani, D., Nazari, F. and Mohammad Ali, S., 2003. Seasonal variation in oil yield and composition from *Thymus vulgaris* L. under different dense cultivation. *Journal of Medicinal Plants*, 1(5): 51-57.
  - Najafi, F. and Rezvani Moghadam, P., 2002. Effect of Irrigation Regimes and plant densities on yield and agronomic characteristic of Isabgol (*Plantago ovata*). *Agricultural Science and Technology*, 16(2): 56-59.
  - Nooshkam, A., Mumivand, H., Hadian, J., Alemardand, A. and Morshedloo, M.R., 2017. Drug yield and essential oil and carvacrol contents of two species of *Satureja* (*S. khuzistanica* Jamzad and *S. rechingeri* Jamzad) cultivated in two different locations. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 6: 126-130.
  - (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agronomy*, 3(4): 255-262.
  - Ardakani, M.R., Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Lebaschi, M.H. and Packnejad, F., 2008. The effect of water deficit on quantitative and qualitative characters of balm (*Melissa officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(2): 251-261.
  - Asadi, M., Cheraghi, J., Pilevariyan, A., Mehrabi, A. and Ebrahimi Vosta Kalae, S., 2012. Effect of alcoholic extract of *Thymbra Spicata* on blood lipid profile in compared with lovastatin in male rats. *Journal of Babol University of Medical Sciences*, 14(5): 42-48.
  - Baydar, H., Sagdic, O., Ozkan, G. and Karadogan, T., 2004. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*, 15: 169-172.
  - Board, J.E., Harville, B.G. and Saxton, A.M., 1990. Narrow-row seed yield enhancement in determinate soybean. *Agronomy Journal*, 82: 64-68.
  - Ghasemi Pirbalouti, A., Bahmani, M. and Avijgan, M., 2009. Anti-candida activity of some of the Iranian medicinal plants. *Electronic Journal of Biology*, 5(4): 85-88.
  - Heidari, F., Zehtab-Salmasi, S., Javanshir, A., Aliari, H. and Dadpour, M.R., 2008. The Effect of plant density on yield and production of essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 12(45): 501-509.
  - Inan, M., Kirpik, M., Kaya, D.A. and Kirici, S., 2011. Effect of harvest time on essential oil composition of *Thymbra spicata* L. growing in flora of Adlyaman. *Advances in Environmental Biology*, 5(2): 356-358.
  - Khorshidi, J., Tabatabaei, M.F. and Omidbaigi, R., 2009. Effect of densities of planting on yield and essential oil components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *Soroksary*). *Journal of Agriculture Science*, 1(1): 152-157.
  - Kizil, S., 2010. Determination of essential oil variations of *Thymbra spicata* var. *spicata* L. naturally growing in the wild flora of east Mediterranean and southeastern Anatolia regions of Turkey. *Industrial Crops and Products*, 32: 593-600.
  - Kizil, S., Toncer, O., Diraz, E. and Karaman, S., 2015. Variation of agronomical characteristics and essential oil components of zahter (*Thymbra spicata* L. var

- Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(3): 709-713.
- Todorovic, G., Jevdjovic, R. and Kostic, M., 2008. Effects of sowing densities and locations on common thyme (*Thymus vulgaris* L.). Poljoprivredne aktuelnosti, 1-2: 83-89.
  - Toncer, O. and Kizil, S., 2005. Determination of yield and yield components in wild thyme (*Thymbra spicata* L. var. *spicata*) as influenced by development stages. Journal of Horticulture Science, 3(3): 100-103.
  - Zarezadeh, A., Sefidkon, F., Tabaei aghdai, R., Mirhosseini, A. and Arabzadeh, M.R., 2014. Variation in yield and yield components in cultivated accessions of *Satureja macrantha* in Yazd. Journal of Herbal Drugs, 4(3): 175-179.
  - Zarezadeh, A., Tabaei aghdai, R., Mirhosseini, A., Arabzadeh, M.R. and Mirjani, M., 2016. Variation in yield and yield components and adaptability of *Satureja* species in Yazd province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6): 931-944.
  - Rastegar, M.A., 1993. Principal of Crop Production. Berahman publication, 467p.
  - Sepahvand, A., Khademi, K., Astereki, H. and Mohammadian, A., 2016. Effects of density on yield and yield components of thyme (*Thymus lancifolius* Celak.) under dry farming conditions of Lorestan province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(6): 998-997.
  - Shalaby, A.S. and Razin, A.M., 1992. Dense cultivation and fertilization for higher yield of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, 168: 243-248.
  - Tabrizi, L. and Koocheki, A., 2015. Medical plants ecology, production and sustainable utilization. University of Tehran Press, 441p.
  - Taheri, R., Lebaschi, M.H., Zakerin, R., Bakhtiari Ramezani, M., Borjian, A. and Makkizadeh Tafti, M., 2013. Effects of plant densities on quantitative and qualitative characteristics of four *Thymus* species under dry farming condition of Damavand. Iranian

## Effects of row distance on yield of two ecotypes of *Thymbra spicata* L. under field growing conditions

F. MalekMaleki<sup>1\*</sup>, N. Abbasi<sup>2</sup>, E. Sharifi Ashoorabadi<sup>3</sup>, M. Barari<sup>2</sup> and M.J. Zare<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Ph.D. student, Department of Agronomy and Plant breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran, E-mail: Malekmaleky\_f@yahoo.com; f.malekmaleki@ilam.ac.ir

2- Department of Agronomy and Plant breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

3- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: July 2017

Revised: December 2017

Accepted: December 2017

### Abstract

This research was conducted to investigate the effect of row spacing on yield (performance), morphological indices and essential oil content of two ecotypes of *Thymbra* (*Thymbra spicata* L.) in field growing conditions during two years of 2016 and 2017. The experiment was conducted in factorial based on randomized complete block design with three replications at the Research Farm of Faculty of Agriculture, Ilam University. The treatments consisted of three-row spacing (20, 30 and 45 cm) and two ecotypes (Malekshahi and Sumar). The results of the combined analysis revealed that plant spacing and ecotypes had a significant effect on many parameters such as dry matter yield of leaf and plant, percentage, essential oil yield, leaf area index, number of branches, number of flowers per plant and plant height. The comparison of the mean for simple and interaction effects of parameters showed that when row distance between plants increased up to 30 cm, plant dry matter yield, leaf area index, the number of branches and canopy diameter increased in the plant. According to the positive correlation of these parameters with essential oil yield, the highest yield of essential oil was observed in this treatment. Among the two ecotypes, the Malekshahi ecotype was superior to Sumar in terms of dry matter yield of leaf and plant, essential oil, percentage and yield, number of branches, canopy diameter and leaf area index. The results of two-year planting of *Thymbra spicata* indicated that the highest dry matter of plant yield, leaf area index, number of branches, canopy diameter, length of inflorescence and essential oil percentage were achieved in the second year of cultivation in the row spacing of 30 cm and Malekshahi ecotype.

**Keywords:** Ilam, *Thymbra Spicata* L., leaf area index, essential oil yield, dry yield.