

اثر تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی آویشن کرک آلود (*Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak.) در شرایط دیم سه استان کشور

محمدحسین لباسچی^۱، ابراهیم شریفی عاشورآبادی^۱، مریم مکی‌زاده تفتی^۲، امیرحسین طالب‌پور^۳، جمال حسینی^۴،
خلیل کریم‌زاده اصل^{۵*} و سمانه اسدی صنم^۲

- ۱- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۳- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران
- ۴- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران
- ۵- نویسنده مسئول، استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: khalil.karimzadeh@yahoo.com

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۸

تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۹۸

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۶

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی آویشن کرک آلود (*Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak.) در شرایط دیم آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در سه منطقه دیم کشور و طی دو سال اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم (فواصل روی ردیف ۲۵، ۳۵ و ۵۰ سانتی‌متر، به ترتیب برابر ۸، ۶ و ۴ بوته در مترمربع)، زمان (سال اول و دوم پس از کشت) و مکان (آذربایجان شرقی، کردستان و تهران (دماوند)) بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع، قطر تاج پوشش، عملکرد ماده خشک اندام هوایی، بازده اسانس و عملکرد اسانس در مرحله گلدهی کامل بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تراکم، مکان و زمان و اثر متقابل آنها بر کلیه صفات معنی‌دار بود. نتایج نشان دادند که بیشترین عملکرد ماده خشک (۱۱۴۷ کیلوگرم در هکتار) در سال‌های اول و دوم در تهران در تراکم ۸ بوته در مترمربع بدست آمد. کردستان با ۲/۲۵٪ و آذربایجان شرقی با ۰/۴۳٪ به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین درصد اسانس را داشتند. در بررسی اثر متقابل تراکم در مکان بر تغییرات عملکرد اسانس بیشترین عملکرد اسانس در کردستان و دماوند و در تراکم ۸ بوته در مترمربع به ترتیب به میزان ۲۱/۷۳ و ۱۷/۸۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. آویشن کرک آلود در تراکم‌های بالا تولید بیشتر ماده خشک و عملکرد اسانس را نشان داد که این موضوع نشان‌دهنده استقرار و سازگاری آویشن کرک آلود در مناطق مختلف دیم کشور به ویژه منطقه دیم‌خیز دماوند و کردستان است.

واژه‌های کلیدی: آویشن کرک آلود (*Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak.)، تراکم، دیم، اسانس.

مقدمه

یکی از موضوعات اصلی در دیمکاری، عملکرد پایین و متغیر محصولات بوده که مربوط به بارندگی محدود و غیرقابل پیش‌بینی است. تقریباً نیمی از دیم‌زارهای ایران در مناطقی از کشور واقع شده که میزان بارندگی سالانه در آنجا کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر است. ۹۶/۸٪ کشور ایران جزء مناطق فراخشک، خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. تغییرات شدید مقدار بارش، شدت و پراکنش زیاد بارندگی و نوسان‌های دما از خصوصیات دائمی این مناطق است و خشکسالی نیز به‌عنوان یک عارضه موقت هر چند سال یکبار حادث می‌شود. تحقیقات مختلفی برای جلوگیری از خسارتهای ناشی از خشکسالی و تولیدات دیم در کشور انجام شده است که بهبود عملیات زراعی دیم‌کاری و معرفی ارقام مناسب و سازگار با شرایط دیم کشور از جمله آنها می‌باشد (Ghaffari, 2008). گیاهان دارویی به دلیل ارزش افزوده مناسب، می‌توانند مورد استفاده کشاورزان و بهره‌برداران محلی قرار گرفته و در ایجاد اشتغال در بخش‌های مختلف تولید و فرآوری محصولات گیاهان دارویی، عامل مهمی در تغییر شرایط اقتصادی اجتماعی زارعان دیم‌کار کشور شوند (Lebaschi, 2008).

آویشن کرک‌آلود (*Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak) گونه‌ای چندساله دارای بوته‌های اغلب کوتاه تقریباً چمنی با بُن سخت و چوبی، ساقه در پایه چوبی، پرشاخه با شاخه‌های افتاده، خیزان گاهی گسترده و خوابیده بسیار منشعب با شاخه و شاخک‌های گلدار به طول ۲ تا ۸ سانتی‌متر، اغلب کرکدار علفی یا در پایه چوبی با مقطع چهارگوش است. برگ‌ها چهارگوش سرنیزه‌ای یا بیضی در قاعده کنجی و در رأس نوک‌تیز، بدون کرک یا کرکینه‌پوش، غده‌ها بدون پایه هستند. گل‌ها صورتی یا بنفش کمی متمایل به سفید، اغلب مجتمع در گل‌آذین کپه مانند براکته سبز، مشابه گل‌ها کاسه سبز یا ارغوانی، یا لوله‌ای نیم‌استوانه‌ای است و زمان گلدهی آن اردیبهشت و خرداد می‌باشد. انتشار جغرافیایی این گونه در استان‌های گیلان، مازندران، آذربایجان، کردستان، کرمانشاه، لرستان، سمنان، تهران، خراسان و قزوین است (Jamzad, 2009). در بررسی

اسانس اندام‌های هوایی گونه *T. pubescens* از چهار رویشگاه مختلف استان تهران در مرحله قبل از گلدهی ۲۵ ترکیب و در مرحله گلدهی کامل ۲۶ ترکیب شناسایی شد که ترکیب‌های عمده شامل تیمول، کارواکرول، پارا-سیمن، گاما-ترپنین، بورنتول و متیل‌کارواکرول بود (Sefidkon et al., 2003). بررسی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس *T. Pubescens* نشان داد که تیمول (۶۳/۴٪) قبل از گلدهی و (۱۱/۱٪) در گل‌دهی کامل، آلفا-ترپینئول (۱۹/۲٪)، لیمونن (۱/۲٪)، پارا-سیمن (۴٪) و ۵٪ به ترتیب قبل از گلدهی و در گلدهی کامل) و کارواکرول (۳/۷٪) و ۰/۴٪ به ترتیب قبل از گلدهی و در گلدهی کامل) از ترکیب‌های اصلی اسانس بودند (Abousaber et al., 2002).

استقرار گیاهان دارویی چندساله، ضمن ایجاد پوشش گیاهی مناسب، می‌تواند از فرسایش ناشی از شخم‌های مکرر سالانه جلوگیری نموده و تحولی در حفظ و احیای اکوسیستم‌های زراعی دیم کشور ایجاد نماید. از سویی انتخاب فاصله کاشت مناسب با توجه به میزان و پراکنش بارندگی در مناطق مختلف بسیار مهم بوده و می‌تواند بر استقرار و عملکرد آویشن مؤثر باشد، به طوری که رسیدن به تراکم مطلوب بوته در شرایط دیم و در مناطق مختلف (با توجه به اقلیم و بارندگی) نقش اساسی در حصول عملکرد مطلوب و تولید متابولیت‌های ثانویه دارد. از این رو رسیدن به تراکم مناسب بوته آویشن کرک‌آلود بسیار با اهمیت است. طبق گزارش‌های موجود، بیشترین عملکرد اسانس و وزن تر و خشک *T. spicata* در کمترین فاصله بین و روی ردیف حاصل شد (Kizil & Tonçer, 2005). در *T. daenensis* بررسی تراکم‌های مختلف کاشت (۵۷۰۰۰، ۸۰۰۰۰ و ۱۳۳۰۰۰ بوته در هکتار) و زمان برداشت (رشد رویشی، شروع گلدهی و گلدهی کامل) نشان داد که بیشترین عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس در تراکم ۱۳۳۰۰۰ بوته و برداشت در مرحله گلدهی حاصل شد (Babakhan Lou et al., 2006). طبق شواهد و گزارش‌های موجود، در سال دوم رویش *T. vulgaris*

سانتی‌گراد است. بیش از ۶۰٪ بارندگی منطقه در فصل پاییز و زمستان است و بارندگی متوسط سالیانه منطقه طبق آمار موجود ۳۲۹ میلی‌متر می‌باشد.

ابعاد کرت‌های آزمایشی ۵×۲/۵ متر، فاصله کرت‌های آزمایشی از یکدیگر یک متر و فاصله بلوک‌ها سه متر در نظر گرفته شد. فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. کشت نشاء‌های آویشن به روش دیم‌کاری و در کف جوی انجام شد. تمامی بذرها از یک منبع بوده و پس از شناسایی و تأیید گونه‌های برداشت شده توسط محققان و گیاه‌شناسان مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، برای انجام تحقیق به استان‌های محل انجام آزمایش ارسال گردید.

در استان‌های محل انجام آزمایش، کشت بذر ابتدا در گلخانه انجام شد. پس از ۱/۵ تا ۲ ماه آبیاری روزانه و رسیدن گیاهچه به مرحله ۸ تا ۱۰ برگی (هنگامی که ریشه نشاء‌ها به بیش از ده سانتی‌متر رسیده بود)، برخی در پاییز و برخی در بهار (در صورت عدم امکان کشت در اثر برف و یخبندان) به مزرعه منتقل گردیدند.

صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع، قطر تاج پوشش، عملکرد خشک اندام هوایی، بازده اسانس و عملکرد اسانس در مرحله گلدهی کامل بود. اندازه‌گیری قطر تاج پوشش به روش میانگین گرفتن از قطر بزرگ و کوچک هر بوته بود. سرشاخه‌های گلدار گیاه در مرحله گلدهی کامل برداشت و به منظور حفظ کمیّت و کیفیت اسانس، در سایه و در درجه حرارت محیط خشک شد. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر به مدت دو ساعت انجام شد. بازده اسانس برحسب وزن ۱۰۰ گرم گیاه خشک محاسبه شد. داده‌های بدست آمده پس از بررسی نرمال بودن، کشیدگی (Courtois)، چولگی (Skewness) و اعمال تبدیل مناسب، توسط نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه ساده و مرکب آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

فاصله کشت اثر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک، درصد اسانس و عملکرد اسانس نداشت (Khazaie et al., 2008). با توجه به وجود آویشن کرک‌آلود در رویشگاه‌های طبیعی کشور و دارا بودن ریشه‌های عمیق و رشد چندساله، برای کشت در اراضی دیم شیبدار و حساس به فرسایش مناسب است؛ از این رو این آزمایش برای بررسی تراکم بهینه بوته آویشن کرک‌آلود در مناطق مختلف دیم کشور و اثرگذاری آن بر عملکرد و تولید و ترکیب اسانس این گیاه برای اولین بار در کشور انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی آویشن کرک‌آلود در شرایط دیم، آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سه منطقه تیپ دیم کشور طی دو سال اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم (فاصله روی ردیف ۲۵، ۳۵ و ۵۰ سانتی‌متر، به ترتیب برابر ۸، ۶ و ۴ بوته در مترمربع)، زمان (سال اول و دوم پس از کشت) و مکان (آذربایجان شرقی (اطراف تبریز- ایستگاه سعیدآباد) با متوسط میزان بارندگی در پاییز ۱۱۰/۴ و بهار ۱۷۷/۴ و در مجموع ۲۸۷/۸ میلی‌متر بود.

کردستان (۶۰ کیلومتری شمال سنندج- جاده دیواندره- ایستگاه تحقیقات مرتع و دیم سارال) با میزان بارندگی سالانه به طور متوسط ۳۴۴/۱۳ میلی‌متر، حداقل درجه حرارت ایستگاه به طور متوسط ۴/۰۲ و میانگین حداکثر درجه حرارت آن ۱۴/۹۵ درجه سانتی‌گراد و تعداد روزهای یخبندان در ایستگاه ۱۱۵ روز در سال می‌باشد و تهران (دماوند- ایستگاه تحقیقات مراتع همدان آسرد) معدل حداکثر درجه حرارت ۳۰/۶ درجه سانتی‌گراد (در مردادماه) و معدل حداقل درجه حرارت ۲- درجه سانتی‌گراد (در بهمن‌ماه) بوده و درجه حرارت متوسط سالیانه حدود ۱۰/۴۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. حداکثر مطلق دما ۳۷ و حداقل مطلق دما ۲۴- درجه

نتایج

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس اثرهای تراکم بوته بر تغییرات ارتفاع بوته در استان‌های مختلف طی دو سال نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمار و اثرهای متقابل آنها بود (جدول ۱). مقایسه‌های میانگین ارتفاع بوته در میان استان‌های مختلف حکایت از تفاوت معنی‌دار ارتفاع بوته در دماوند و کردستان به ترتیب با ۱۰/۳۵ و ۱۰/۱۶ سانتی‌متر نسبت به آذربایجان شرقی داشت. کمترین ارتفاع بوته (۸/۴۷ سانتی‌متر) به آذربایجان شرقی تعلق داشت. میانگین ارتفاع بوته در سال اول رشد ۸/۶۹ سانتی‌متر و در سال دوم به ۱۰/۶۳ سانتی‌متر رسید که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. به طوری که تراکم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در ارتفاع بوته ایجاد نمودند. بالاترین ارتفاع بوته در پایین‌ترین تراکم (۴ بوته در مترمربع) حاصل شد (جدول ۲). البته تفاوت ارتفاع بوته در سال اول و دوم در مکان‌های مختلف بجز دماوند معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر متقابل تراکم در استان بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته در کردستان در تراکم ۴ بوته در مترمربع بدست آمد (جدول ۴). اثرهای متقابل تراکم، سال و استان بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته در استان کردستان در سال دوم رشد و در تراکم ۴ بوته در مترمربع بدست آمد، هرچند با سایر تراکم‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶).

قطر تاج پوشش

نتایج تجزیه واریانس اثرهای تراکم بوته در استان‌های مختلف طی دو سال آزمایش بر تغییرات قطر تاج پوشش نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارها و اثرهای متقابل آنها بود (جدول ۱). مقایسه‌های میانگین قطر تاج پوشش در میان استان‌های مختلف حکایت از تفاوت معنی‌دار قطر تاج پوشش در کردستان و آذربایجان شرقی به ترتیب با ۲۲/۴۲ و ۲۲/۱۶ سانتی‌متر نسبت به سایر استان‌ها داشت. کمترین قطر تاج پوشش (۱۴/۱۳ سانتی‌متر) به دماوند تعلق داشت.

میانگین قطر تاج پوشش در سال اول رشد ۱۴/۳۳ سانتی‌متر و در سال دوم به ۲۴/۸۱ سانتی‌متر رسید که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. تراکم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در قطر تاج پوشش ایجاد نمودند. به طوری که بیشترین مقدار این صفت در پایین‌ترین تراکم (۴ بوته در مترمربع) حاصل شد (جدول ۲).

تفاوت قطر تاج پوشش تولیدی در سال اول و دوم در استان‌های مختلف معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر متقابل تراکم در مکان بر قطر تاج پوشش معنی‌دار بود. در استان‌های مختلف تراکم‌های کمتر موجب افزایش قطر تاج پوشش گردید، هرچند این افزایش در دماوند معنی‌دار نبود. بیشترین قطر تاج پوشش در آذربایجان شرقی در تراکم ۴ بوته در مترمربع با ۲۵/۱۲ سانتی‌متر و کردستان در تراکم ۴ بوته در مترمربع با ۲۳/۳۵ سانتی‌متر بدست آمد که با کلیه مقادیر این صفت در تراکم‌ها و استان‌های مختلف تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۴).

اثرهای متقابل تراکم، سال و مکان بر قطر تاج پوشش معنی‌دار بود. بیشترین قطر تاج پوشش در سال دوم رشد در تراکم‌های مختلف در استان کردستان بدست آمد که با کلیه تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۶).

عملکرد ماده خشک

تجزیه واریانس اثرهای تراکم بوته بر تغییرات عملکرد ماده خشک طی دو سال نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارها و اثرهای متقابل آنها بود (جدول ۱). مقایسات میانگین عملکرد ماده خشک در میان استان‌های مختلف حکایت از تفاوت معنی‌دار عملکرد ماده خشک در دماوند و کردستان به ترتیب با ۹۶۸ و ۸۱۵ کیلوگرم در هکتار با آذربایجان شرقی داشت. کمترین عملکرد ماده خشک (۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) به آذربایجان شرقی تعلق داشت. میانگین عملکرد ماده خشک در سال اول رشد ۲۳۷ کیلوگرم در هکتار و در سال دوم به ۱۱۱۲ کیلوگرم در هکتار رسید که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. بیشترین عملکرد ماده خشک (۸۳۷ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۸ بوته در مترمربع

تعلق داشت. میانگین درصد اسانس در سال اول رشد ۱/۴۶٪ بود و در سال دوم به ۱/۳۵٪ کاهش یافت که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. البته تراکم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در درصد اسانس ایجاد نکردند.

تفاوت درصد اسانس تولیدی در سال اول و دوم در بین استان‌ها معنی‌دار بود ولی در هر استان معنی‌دار نبود. بیشترین درصد اسانس در کردستان در سال اول و دوم و بدون تفاوت معنی‌دار به ترتیب با ۲/۳۳٪ و ۲/۱۶٪ بدست آمد که با دو استان دیگر تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین درصد اسانس در آذربایجان شرقی در سال اول و دوم و به ترتیب ۰/۵۲٪ و ۰/۳۵٪ بود. اثرهای متقابل سال در مکان حکایت از افزایش و یا کاهش میزان اسانس در سال اول و دوم در مکان‌های مختلف داشت، به طوری که در کردستان و آذربایجان شرقی میزان اسانس در سال اول بیشتر از سال دوم بود ولی در تهران، مقادیر درصد اسانس در سال اول و دوم تفاوتی با یکدیگر نداشت (جدول ۳). اثر متقابل تراکم در مکان بر درصد اسانس معنی‌دار بود و بیشترین درصد اسانس (۲/۲۹٪) در کردستان در تراکم ۶ بوته در مترمربع و بدون تفاوت معنی‌دار با تراکم‌های دیگر بدست آمد که نسبت به سایر استان‌ها برتری داشت. از سویی کمترین مقدار این صفت در تراکم‌های مختلف در آذربایجان شرقی با حداقل ۰/۴٪ حاصل شد (جدول ۴). میانگین درصد اسانس در تراکم‌های مختلف طی دو سال رشد به حداکثر ۱/۵٪ در سال دوم رشد و با تفاوت معنی‌دار با تراکم ۴ بوته در مترمربع با ۱/۲۴٪ در سال دوم رسید (جدول ۵).

اثرهای متقابل تراکم، سال و مکان بر درصد اسانس معنی‌دار بود. بیشترین درصد اسانس (۲/۴۳٪) در استان کردستان و در سال اول رشد در تراکم ۸ بوته در مترمربع به دست آمد که ضمن عدم تفاوت معنی‌دار با مقادیر بدست آمده در سایر تراکم‌ها در این استان و در سال‌های اول و دوم، با کلیه تراکم‌ها در سال اول و دوم در دماوند و آذربایجان شرقی تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین درصد اسانس در آذربایجان شرقی در تراکم‌های مختلف و در سال اول و دوم رشد از ۰/۳۰٪ تا ۰/۵۴٪ حاصل شد (جدول ۶).

بدست آمد و کمترین تراکم، مقدار این صفت را به ۴۷۹ کیلوگرم در هکتار کاهش داد (جدول ۲).

تفاوت عملکرد ماده خشک تولیدی در سال اول با دوم در تمامی مکان‌ها معنی‌دار بود. به طوری که بیشترین مقادیر عملکرد ماده خشک در دماوند و کردستان در سال دوم به ترتیب با ۱۴۵۱ و ۱۴۴۰ کیلوگرم در هکتار و بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر حاصل شد (جدول ۳). اثر متقابل تراکم در مکان بر عملکرد ماده خشک معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد ماده خشک (۱۱۴۷ کیلوگرم در هکتار) در سال‌های اول و دوم در تهران در تراکم ۸ بوته در مترمربع بدست آمد. از سویی کمترین مقدار این صفت (۱۷۷ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۴ بوته در مترمربع در آذربایجان شرقی حاصل شد (جدول ۴). میانگین عملکرد ماده خشک در تراکم‌های مختلف طی دو سال رشد به حداکثر ۱۳۹۲ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۸ بوته در مترمربع در سال دوم و با تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها بجز تراکم ۶ بوته در مترمربع در همین سال رسید. کمترین عملکرد ماده خشک (۱۷۶ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۴ بوته در مترمربع در سال اول رشد بدست آمد (جدول ۵). اثرهای متقابل تراکم، سال و مکان بر عملکرد ماده خشک معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد ماده خشک (۱۹۵۲ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۸ بوته در مترمربع در سال دوم و در کردستان بدست آمد که بجز مقادیر این صفت در تراکم بالا در سال دوم در کردستان و تهران با کلیه تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین عملکرد ماده خشک (۲۶ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۴ بوته در مترمربع در سال اول در آذربایجان شرقی حاصل شد (جدول ۶).

درصد اسانس

نتایج تجزیه واریانس اثرهای مکان طی دو سال بر تغییرات درصد اسانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار مکان و اثر متقابل عوامل مورد بررسی بود (جدول ۱). مقایسات میانگین درصد اسانس در میان استان‌های مختلف حکایت از تفاوت معنی‌دار مقدار این صفت در کردستان با ۲/۲۵٪ نسبت به سایر استان‌ها داشت. کمترین درصد اسانس به آذربایجان شرقی با ۰/۴۳٪

عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس اثر تراکم بوته بر تغییرات عملکرد اسانس در استان‌های مختلف طی دو سال آزمایش نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمار و اثرهای متقابل آنها بود (جدول ۱). مقایسات میانگین عملکرد اسانس سرشاخه گلدار آویشن در میان استان‌های مختلف حکایت از تفاوت معنی‌دار مقدار این صفت در آذربایجان شرقی با ۰/۸۷ کیلوگرم در هکتار داشت. بیشترین عملکرد اسانس به کردستان و تهران به ترتیب با ۱۷/۵۴ و ۱۴/۹۳ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. میانگین عملکرد اسانس در سال دوم نسبت به سال اول رشد به مراتب بیشتر بود. به طوری که مقادیر این صفت در سال اول رشد ۴/۰۴ و در سال دوم ۱۸/۱۹ کیلوگرم در هکتار بود که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. بیشترین تراکم بوته در مترمربع موجب تولید بالاترین میزان عملکرد اسانس به میزان ۱۳/۴۸ کیلوگرم در هکتار گردید و کمترین تراکم مقدار این صفت را به ۷/۲۲ کیلوگرم در هکتار کاهش داد (جدول ۲). البته تفاوت عملکرد اسانس تولیدی در سال اول و دوم در استان‌ها معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر متقابل تراکم در مکان بر

تغییرات عملکرد اسانس معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد اسانس در کردستان و دماوند و در تراکم ۸ بوته در مترمربع به ترتیب به میزان ۲۱/۷۳ و ۱۷/۸۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. از سویی کمترین عملکرد اسانس در تراکم‌های مختلف در آذربایجان شرقی از ۰/۶۸ تا ۱/۰۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۴). میانگین عملکرد اسانس در تراکم‌های مختلف طی دو سال رشد به حد اکثر ۲۲ کیلوگرم در هکتار در سال دوم رشد و با تفاوت معنی‌دار با سایر ترکیب تیمارها رسید. کمترین مقدار این صفت (۲/۸۷ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۴ بوته در مترمربع در سال اول رشد بدست آمد (جدول ۵). اثرهای متقابل تراکم، سال و مکان بر عملکرد اسانس معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد اسانس در تراکم ۸ و ۶ بوته در مترمربع در سال دوم رشد در استان کردستان و به ترتیب به میزان ۳۷/۳ و ۳۵/۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که با کلیه تیمارهای مورد بررسی در سال‌های اول و دوم تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین عملکرد اسانس در آذربایجان شرقی در تراکم‌های مختلف و در سال اول رشد از ۰/۱۳ تا ۱/۹۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۶).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تراکم‌های مختلف بر گونه *T. pubescens* در مکان‌های مختلف طی دو سال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع	قطر تاج پوشش	عملکرد ماده خشک	درصد اسانس
مکان	۲	۱۹/۱۷**	۳۹۹/۷۴**	۲۶۵۲۴۱۸/۲۱**	۱۵/۰۱**
تکرار × مکان	۶	۱/۷۷	۲۹/۹۷	۴۷۷۱۵۱/۲۲	۰/۰۱
سال	۱	۵۰/۵۶**	۱۴۸۱/۴۵**	۱۰۳۴۴۰۸۵/۳۴**	۰/۱۶ ^{ns}
مکان × سال	۲	۱۶/۶۴**	۴۸۳/۴۷**	۸۲۵۷۱۷/۳۷**	۰/۰۴**
تکرار × مکان × سال	۶	۱/۲۱	۱۵/۳۲	۳۴۷۷۶۶/۸۷	۰/۰۱
تراکم	۲	۳/۵۸*	۳۸/۹۰**	۵۹۲۷۵۴/۵۲**	۰/۱۰ ^{ns}
مکان × تراکم	۴	۱/۳۱*	۵/۵۶*	۱۰۱۸۵۱/۷۵**	۰/۰۵*
سال × تراکم	۲	۰/۰۷**	۱/۷۳**	۲۸۹۳۲۷/۷۰*	۰/۰۷*
مکان × سال × تراکم	۴	۰/۱۲**	۰/۸۹**	۷۴۲۱۸/۲۹**	۰/۰۴*
خطا	۲۴	۱/۴۳	۳/۶۳	۷۶۰۷۹/۵۰	۰/۰۵

**، * و ^{ns}: به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون تفاوت معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر ساده تراکم‌های مختلف بوته، سال و مکان‌های مختلف بر صفات گونه *T. pubescens*

عملکرد اسانس (kg/ha)	درصد اسانس	عملکرد ماده خشک (kg/ha)	قطرتاج پوشش (cm)	ارتفاع (cm)	تیمار	
					سال	مکان
۱۷/۵۴ a	۲/۲۵ a	۸۱۴/۸۱ a	۲۲/۴۲ a	۱۰/۳۵ a	اول	کردستان
۱۴/۹۳ a	۱/۵۳ b	۹۶۸/۱۶ a	۱۴/۱۳ b	۱۰/۱۶ a	دوم	دماوند
۰/۸۷ b	۰/۴۳ c	۲۴۰/۰۳ b	۲۲/۱۶ a	۸/۴۷ b	اول	آذربایجان شرقی
۴/۰۴ b	۱/۴۶ a	۲۳۶/۶۵ b	۱۴/۳۳ b	۸/۶۹ b	دوم	سال
۱۸/۱۹ a	۱/۳۵ a	۱۱۱۲/۰۰ a	۲۴/۸۱ a	۱۰/۶۳ a	۸	تراکم
۱۳/۴۸ a	۱/۳۸ a	۸۳۷/۲ a	۱۸/۸۹ b	۹/۴۵ ab	۶	(بوته در مترمربع)
۱۲/۶۳ a	۱/۴۸ a	۷۰۷/۱ a	۱۸/۵۷ b	۹/۳۸ b	۴	
۷/۲۲ b	۱/۳۴ a	۴۷۸/۷ b	۲۱/۲۶ a	۱۰/۱۵ a		

در هر ستون، میانگین‌های دارای یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل دو سال در مکان‌های مختلف بر صفات گونه *T. pubescens*

عملکرد اسانس (kg/ha)	درصد اسانس	عملکرد ماده خشک (kg/ha)	قطرتاج پوشش (cm)	ارتفاع (cm)	تیمار	
					سال	مکان
۴/۴۲ cd	۲/۳۳ a	۱۸۹/۱ bc	۱۱/۲۲ e	۸/۳۶ cd	اول	کردستان
۳۰/۶۶ a	۲/۱۶ a	۱۴۴/۵ cd	۳۳/۶۳ a	۱۲/۳۳ a	دوم	
۷/۵۸ c	۱/۵۳ b	۴۸۵/۴ a	۱۱/۴۹ e	۱۰/۰۵ b	اول	دماوند
۲۲/۳۵ b	۱/۵۳ b	۱۴۵/۸ cd	۱۶/۷۷ d	۱۰/۲۶ b	دوم	
۰/۱۸ d	۰/۵۲ c	۳۵/۴ d	۲۰/۲۹ c	۷/۶۴ d	اول	آذربایجان شرقی
۱/۵۶ d	۰/۳۵ c	۴۴۴/۵ ab	۲۴/۰۳ b	۹/۳۰ bc	دوم	

در هر ستون، میانگین‌های دارای یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم‌های مختلف بوته طی دو سال در مکان‌های مختلف بر صفات گونه *T. pubescens*

عملکرد اسانس (kg/ha)	درصد اسانس	عملکرد ماده خشک (kg/ha)	قطر تاج پوشش (cm)	ارتفاع (cm)	تیمار	
					تراکم (بوته در مترمربع)	مکان
۲۱/۷۳ a	۲/۲۳ a	۱۱۰۲/۷ ab	۲۲/۱۶ bc	۱۰/۲۰ ab	۸	کردستان
۱۹/۷۰ a	۲/۲۹ a	۸۴۱/۵ abc	۲۱/۷۶ bc	۹/۷۳ ab	۶	
۱۱/۲۰ b	۲/۲۲ a	۵۰۰/۲ cd	۲۳/۳۵ ab	۱۱/۱۱ a	۴	
۱۷/۸۸ a	۱/۵۳ bc	۱۱۴۷/۱ a	۱۳/۶۴ d	۹/۸۸ ab	۸	دماوند
۱۷/۱۱ a	۱/۷۱ b	۹۹۸/۶ ab	۱۳/۴۵ d	۱۰/۵۳ ab	۶	
۹/۸۰ b	۱/۳۵ c	۷۵۸/۶ bc	۱۵/۳۱ d	۱۰/۰۶ ab	۴	
۰/۸۴ c	۰/۴۰ d	۲۶۱/۸ d	۲۰/۸۷ bc	۸/۲۷ cd	۸	آذربایجان شرقی
۱/۰۹ c	۰/۴۵ d	۲۸۰/۸ d	۲۰/۴۹ c	۷/۸۹ d	۶	
۰/۶۸ c	۰/۴۵ d	۱۷۷/۳ d	۲۵/۱۲ a	۹/۲۴ bc	۴	

در هر ستون، میانگین‌های دارای یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم‌های مختلف بوته در دو سال بر صفات گونه *T. pubescens*

عملکرد اسانس (kg/ha)	درصد اسانس	عملکرد ماده خشک (kg/ha)	قطر تاج پوشش (cm)	ارتفاع (cm)	تیمار	
					تراکم	سال
۴/۸۸ c	۱/۴۷ ab	۲۸۲/۶ c	۱۳/۸۲ cd	۸/۴۵ b	۸	اول
۴/۳۶ c	۱/۴۷ ab	۲۵۱/۵ c	۱۳/۵۲ d	۸/۴۶ b	۶	
۲/۸۷ c	۱/۴۴ ab	۱۷۵/۸ c	۱۵/۶۶ c	۹/۱۵ b	۴	
۲۲/۰۰ a	۱/۳۰ ab	۱۳۹۱/۸ a	۲۳/۹۶ b	۱۰/۴۵ a	۸	دوم
۲۰/۹۰ a	۱/۵۰ a	۱۱۶۲/۴ a	۲۳/۶۲ b	۱۰/۳۱ a	۶	
۱۱/۵۸ b	۱/۲۴ b	۷۸۱/۶ b	۲۶/۸۶ a	۱۱/۱۳ a	۴	

در هر ستون، میانگین‌های دارای یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

بحث

مقاومت آویشن کرک‌آلود به کمبود آب به حدی است که تراکم‌های بالای این گیاه در هر سه منطقه بیشترین ماده خشک و عملکرد اسانس را به دنبال داشته است. اثر اصلی فاصله ردیف بر عملکرد تا حدود زیادی ناشی از اختلاف در توزیع انرژی تشعشعی است. پوشش مترکم تر و یکپارچه تر گیاهی، بخشی از انرژی تابشی را که توسط گیاه دریافت می‌شود افزایش و مقدار تشعشع رسیده به خاک را کاهش

وضعیت رشد رویشی آویشن کرک‌آلود در تراکم‌های مختلف بوته در سال‌ها و استان‌های مختلف کاملاً متفاوت ارزیابی گردید. آویشن کرک‌آلود در تراکم‌های بالا تولید بیشتر ماده خشک و عملکرد اسانس را نشان داد که این امر توانایی رشد این گونه با ارزش را در تراکم بالا و همچنین شرایط خشکی نشان می‌دهد. بنابراین به نظر می‌رسد

نموده و ضریب سطح برگ و فتوسنتز افزایش یافته و باعث عملکرد بالاتری شده است.

می‌دهد؛ همچنین توزیع یکنواخت تر بوته‌ها در ردیف‌های نزدیک تر کاشت سبب انتشار بهتر نور در داخل کانویی شده، جذب خالص نور افزایش یافته، تبخیر و تعرق کاهش پیدا

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرهای متقابل تراکم‌های مختلف بوته در دو سال در مکان‌های مختلف بر صفات گونه *T. pubescens*

عملکرد اسانس (kg/ha)	درصد اسانس	عملکرد ماده خشک (kg/ha)	قطر تاج پوشش (cm)	ارتفاع (cm)	تیمار		
					تراکم	سال	مکان
۶/۱۶ ef	۲/۴۳ a	۲۵۳ e	۱۱/۵۷ f	۸/۲۰ ef	۸		کردستان
۳/۹۳ f	۲/۲۱ a	۱۷۷ e	۱۰/۳۳ f	۷/۹۳ ef	۶	اول	
۳/۱۹ f	۲/۳۴ a	۱۳۶ e	۱۱/۷۷ f	۸/۹۶ def	۴		
۳۷/۳ a	۲/۰۳ abc	۱۹۵۲ a	۳۲/۵۷ a	۱۲/۲۰ ab	۸		
۳۵/۴ a	۲/۳۷ a	۱۵۰۶ ab	۳۳/۳۳ a	۱۱/۵۳ abc	۶	دوم	
۱۹/۲ cd	۲/۰۹ ab	۸۶۴ cd	۳۴/۷۷ a	۱۳/۲۷ a	۴		
۸/۲۷ ef	۱/۴۹ de	۵۵۰/۳ de	۱۰/۹۳ f	۹/۹۰ cde	۸		دماوند
۸/۹۷ ef	۱/۶۵ cde	۵۴۰/۷ de	۱۱/۱۱ f	۱۰/۴۰ bed	۶	اول	
۵/۳۰ f	۱/۴۵ de	۳۶۵/۳ de	۱۲/۴۵ f	۹/۸۶ cde	۴		
۲۷/۵۱ b	۱/۵۶ de	۱۷۴۴ a	۱۶/۳۵ e	۹/۹۰ cde	۸		
۲۵/۲۶ bc	۱/۷۸ bcd	۱۴۵۷ ab	۱۵/۸۰ e	۱۰/۶۷ bcd	۶	دوم	
۱۴/۳۰ de	۱/۲۵ e	۱۱۵۲ bc	۱۸/۱۸ e	۱۰/۲۷ bcd	۴		
۰/۲۱ f	۰/۴۹ f	۴۳/۷ e	۱۹/۰۰ de	۷/۲۶ f	۸		آذربایجان شرقی
۰/۲۰ f	۰/۵۴ f	۳۶/۶ e	۱۹/۱۰ de	۷/۰۶ f	۶	اول	
۰/۱۳ f	۰/۵۳ f	۲۵/۹ e	۲۲/۷۷ c	۸/۶۳ def	۴		
۱/۴۷ f	۰/۳۰ f	۴۸۰/۰ de	۲۲/۷۷ c	۹/۳۰ de	۸		
۱/۹۸ f	۰/۳۷ f	۵۲۵/۰ de	۲۱/۸۷ cd	۸/۷۳ def	۶	دوم	
۱/۲۳ f	۰/۳۸ f	۳۲۸/۷ e	۲۷/۴۷ b	۹/۸۶ cde	۴		

در هر ستون، میانگین‌های دارای یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Naghdi Badi و همکاران (۲۰۰۴) مبنی بر افزایش عملکرد ماده خشک در تراکم‌های بالاتر، به ترتیب در آویشن دناپی و آویشن باغی مطابقت داشت. البته تراکم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در درصد اسانس ایجاد نکردند، از این رو به نظر می‌رسد رقابت بین بوته‌ای در تراکم‌های مختلف که منجر به

این نتیجه با نتایج محققان که در استان گیلان تراکم‌های مختلف در چهار گونه آویشن را با هم مقایسه کرده و گزارش نمودند (بیشترین عملکرد ماده خشک در گونه آویشن کرک‌آلود و در تراکم بالا بود) مطابقت دارد (Yousefi *et al.*, 2010). این نتایج، همچنین با نتایج Babakhan Lou و همکاران (۲۰۰۶) و

- pubescens* Boiss. et Kotschy ex Celak and *Thymus fedtschenkoi* Ronniger from Iran. Journal of Essential Oil Research, 14(3): 154-155.
- Babakhan Lou, P., Bahreyni Nezhad, B., Baqer Zadeh, K. Asgar Zadeh, M. and Shanbeh Dast Jerdi, F., 2006. Study on effects of plant density and harvesting time on vegetative yield and essential oil amount of *Thymus daenensis*. Agricultural Scientific Information and Documentation Centre, Agricultural Research and Education Organization, Iran, ASIDC.
 - Dambrauskienė, E., 2010. Influence of various factors on the amount of essential oils in fresh raw matter of medicinal thyme. Sodininkystė Ir Daržininkystė. Scientific Articles, 29(2): 55-60.
 - Ghaffari, A., 2008. Dry farming principles rather than working in pace with the traditional. Monthly Message Agriculture, 75: 29.
 - Guerrero-Lagunes, L.A., Ruiz-Posadas, L.M., Rodríguez-Mendoza, M.N., Soto-Hernández, M. and Castillo-Morales, A., 2011. Efecto del cultivo hidropónico de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) en la calidad y rendimiento del aceite esencial. Revista Chapingo Serie Horticultura, 17(2): 141-149.
 - Jamzad, Z., 2009. Savory *Thymus* and *Satureja species* of Iran. Publication of Research Institute of Forests and Rangelands, 171p.
 - Khazaie, H.R., Nadjafi, F. and Bannayan, M., 2008. Effect of irrigation frequency and planting density on herbage biomass and oil production of thyme (*Thymus vulgaris*) and hyssop (*Hyssopus officinalis*). Industrial Crops and Products, 27: 315-321.
 - Kizil, S. and Tonçer, O., 2005. Effect of different planting densities on yield and yield components of wild thyme (*Thymbra spicata* var. *spicata*). Acta Agronomica Hungarica, 53(4): 417-422.
 - Lebaschi, M.H., 2008. Dryfaming of Medicinal Plants. Publication of Puneh, 96p.
 - Naghdi Badi, H., Yazdani, D., Mohammadi, S. and Nazari, F., 2004. Effect of spacing and harvest time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme (*Thymus vulgaris* L.). Industrial Crop and Products, 19: 231-236.
 - Sefidkon, F., Asgari, F. and Mirza, M., 2003. Comparison of habitat quality and quantity of essential oil of *Thymus pubescens* in Tehran province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 19(2): 125-136.
 - Yousefi, K., Sharifi-ashorabadi, E., Amanzadeh, B. and Moradi, A., 2010. Investigation on *Thymus* species due to study their adaptation and yield in dry land of Iran. Final Report of Projct, Research Institute of Forest and Rangland.

تحریک و القای تولید متابولیت‌های ثانویه و اسانس در آویشن کرک‌آلود شده و باعث تفاوت در درصد اسانس تراکم‌های مختلف این گیاه شود، شکل نگرفته است. این نتیجه با نتایج Khazaie و همکاران (۲۰۰۸) و Dambrauskienė (۲۰۱۰) مبنی بر بی‌تأثیر بودن تراکم بر درصد اسانس در آویشن باغی مطابقت داشت.

استان کردستان، دارای بالاترین بازده اسانس آویشن کرک‌آلود در بین استان‌ها معرفی گردید. عملکرد اسانس آویشن کرک‌آلود در سال دوم به مراتب بیشتر از سال اول بود. با توجه به اینکه در سال اول، بازده اسانس بالاتری در مناطق مختلف تحت آزمایش داشتیم، به نظر می‌رسد این افزایش عملکرد اسانس در سال دوم نسبت به سال اول به دلیل تولید بیشتر سرشاخه‌های گلدار و ماده خشک بوده است. زیرا در سال دوم این گونه آویشن بیوماس بیشتری نسبت به سال اول تولید کرده بود. نتایج این پژوهش با نتایج Naghdi Badi و همکاران (۲۰۰۴) و Guerrero Lagunes و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر افزایش عملکرد اسانس در سال دوم نسبت به سال اول که به دلیل تولید بیشتر سرشاخه‌های گلدار در سال دوم کشت و در آویشن باغی بود، مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری نهایی این تحقیق نشان داد که آویشن کرک‌آلود با توجه به سازگاری و تحمل بالا به کمبود آب، بیشترین عملکرد کمی و کیفی را در هر سه استان مورد بررسی از تراکم ۸ بوته در مترمربع بدست آورد. استان کردستان بیشترین بازده اسانس و تولید سرشاخه‌های گلدار و عملکرد اسانس را نسبت به مناطق دیگر داشت. از این رو در بین این مناطق، استان کردستان به‌عنوان مناسب‌ترین مکان کشت دیم این گیاه با حصول عملکرد کمی و کیفی مطلوب معرفی و تراکم ۶ بوته در مترمربع (با توجه به اینکه با تراکم ۸ بوته در مترمربع در یک کلاس آماری بود) با توجه به توجیه اقتصادی، تراکم مناسب آویشن کرک‌آلود در هر سه منطقه می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- Abousaber, M., Hadjakhondi, A. and Shafiee, A., 2002. Composition of the essential oil of *Thymus*

Effects of plant density on some quantitative and qualitative characteristics of *Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak under rainfed conditions in three provinces of Iran

M.H. Lebaschi¹, E. Sharifi Ashourabadi¹, M. Makizadeh Tafti¹, A.H. Talebpour², J. Hasani³,
Kh. Karimzadeh Asl^{4*} and S. Asadi sanam¹

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

2- Department of Natural Resources, East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran

3- Department of Natural Resources Kordestan Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran

4*- Corresponding author, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: khalil.karimzadeh@yahoo.com

Received: July 2017

Revised: April 2019

Accepted: April 2019

Abstract

In order to study the effect of plant density on some quantitative and qualitative characteristics of *Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak under rainfed conditions, a field experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in three different dry farming regions of the country during two years. Experimental treatments consisted of plant density (25, 35 and 50 cm between plants on rows equal to 8, 6 and 4 plant/m², respectively), time (first and second year after planting) and location (East Azarbaijan, Kordestan, and Tehran). The traits including plant height, canopy diameter, dry matter yield of aerial parts, essential oil yield and content were measured at full flowering stage. The results of ANOVA indicated the significant effect of density, location and time and their interaction on all traits studied. The highest dry matter yield (1147 kg ha⁻¹) was obtained in both two years in Tehran at 8 plant/m². Kordestan with 2.25% and East Azarbaijan with 0.43% had the highest and lowest essential oil percentage, respectively. In density × location interaction, the highest amount of essential oil yield was obtained in Kordestan (21.73 kg ha⁻¹) and Tehran (17.88 kg ha⁻¹) at a density of 8 plant/m². *Thymus pubescens* showed higher dry matter and essential oil yield under high plant density, indicating the establishment and adaptation of the species to different rainfed regions of the country especially Damavand and Kordestan.

Keywords: *Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak., density, dry farming, essential oil.