



## Changes in yield and essential oil of some savory species in Damavand under dryland conditions and density and nutrition treatment

Mohammad Hossein Lebaschi<sup>1\*</sup>, Fatemeh Sefidkon<sup>2</sup>, Ebrahim Sharifi Ashoorabadi<sup>2</sup>, Bohloul Abbaszadeh<sup>2</sup>, Masoumeh Layeghhaghighi<sup>2</sup>, Ahmad Mirjalili<sup>3</sup>, Ali Saki<sup>4</sup>, Ali Hosseini<sup>4</sup>, Niloufar Rezaei<sup>5</sup>, Maryam Makkizadeh Tafti<sup>2</sup>, Meysam Ansari<sup>2</sup>, Mohammad Bakhtiari Ramezani<sup>2</sup> and Samaneh Asadi-Sanam<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Medicinal Plants and By-products Research Division, Research Institutes of Forest and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: lebaschy@rifr-ac.ir

2- Research Institutes of Forest and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- PhD graduate, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- PhD graduate, Department of Horticultural Science and Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

5- PhD graduate, Deputy of Horticulture, Agricultural Jihad Organization of Tehran Province, Tehran, Iran

Received: 12/02/2024

Revised: 08/06/2026

Accepted: 15/06/2026

### Abstract

**Background and Objectives:** Valuable and adapted medicinal plants used in dry farming can create green cover during dry seasons, prevent soil erosion on slopes, and increase rainfall productivity in the vast drylands of Iran. Four species of medicinal plants from the genus *Satureja*, *Satureja bachtiarica*, *S. mutica*, *S. spicigera*, and *S. sahendica*, belonging to the mint family, are perennial, valuable, adaptable, and exclusive to Iran. We used these species in this project under rainfed conditions.

**Methodology:** To test this hypothesis, we conducted four separate experiments in dryland regions near Tehran (Damavand Research Station, affiliated with the Research Institute of Forests and Rangelands, RIFR) during 2016–2021. In these experiments, we used four *Satureja* species (*S. mutica*, *S. spicigera*, *S. sahendica*, and *S. bachtiarica*) as valuable, adapted, and exclusive medicinal plants under a dry farming system. We conducted the field experiments in a split-plot design with three nutrition treatments (30 tons of manure, 10 tons of straw enriched with ammonium sulfate, and a control) as main plots and three plant density treatments (26,666, 40,000, and 80,000 plants/ha) as subplots. The measured traits included plant height, canopy diameter, main stems, dry matter yield, dry/fresh yield ratio, essential oil percentage, and essential oil yield.

**Results:** The trait results across the experimental years showed an increasing trend, demonstrating the growth and tolerance of *Satureja* species under dry farming in the Damavand region. The highest dry matter yield (1821 kg/ha) and essential oil percentage (2.86%) were observed in *S. mutica*, the valuable and chosen species, in the third year. In these experiments comparing four *Satureja* species, morphological and yield traits were high in the control and manure application treatments at high densities for *S. sahendica* and *S. bachtiarica* (limited canopy) and at medium densities for *S. mutica* and *S. spicigera*.



**Conclusion:** The highest rates for most traits in the control treatment indicated fertilization restrictions and the health of savory produced under dryland farming. Successful cultivation, establishment, and growth of *Satureja* species in dryland farming demonstrate the adaptability and economic yield of these species under dry farming in cold semi-steppe regions with 300–400 mm of annual rainfall in Iran.

**Key words:** Economic performance, exclusive varieties of savory, rainfed, organic fertilizer, density, essential oil.

## تغییرات عملکرد و اسانس برخی گونه‌های مرزه *Satureja spp.* در شرایط دیم دماوند با تیمارهای تراکم و تغذیه

محمدحسین لباسچی<sup>۱\*</sup>، فاطمه سفیدکن<sup>۲</sup>، ابراهیم شریفی عاشورآبادی<sup>۲</sup>، بهلول عباس‌زاده<sup>۳</sup>، معصومه لایق حقیقی<sup>۴</sup>، احمد میرجلیلی<sup>۵</sup>، علی ساکی<sup>۶</sup>، علی حسینی<sup>۷</sup>، نیلوفر رضایی<sup>۷</sup>، مریم مکی‌زاده تفتی<sup>۸</sup>، میثم انصاری<sup>۹</sup>، محمد بختیاری رضانی<sup>۹</sup> و سمانه اسدی صنم<sup>۹</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، دانشیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: lebaschy@rifr-ac.ir

- ۲- استاد، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران  
 ۳- دانشیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران  
 ۴- دکتری، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران  
 ۵- دانش آموخته دکتری زراعت، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
 ۶- دانش آموخته دکتری زراعت، گروه زراعت، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
 ۷- دانش آموخته دکتری زراعت، معاونت باغبانی، سازمان جهاد کشاورزی استان تهران، تهران، ایران  
 ۸- استادیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران  
 ۹- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

تاریخ اصلاح نهایی: ۱۴۰۵/۰۳/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳

## چکیده

سابقه و هدف: استفاده از گونه‌های با ارزش و سازگار گیاهان دارویی در دیمزارها می‌تواند در ایجاد پوشش گیاهی در طول فصول خشک سال، جلوگیری از فرسایش خاک در اراضی شیبدار و افزایش بهره‌وری بارش در اراضی وسیعی از کشور مؤثر باشد. چهار گونه گیاه دارویی مرزه با نام‌های علمی *Satureja spicigera*، *S. mutica*، *S. bachtiarica* و *S. sahendica* متعلق به خانواده نعناعیان، چندساله، ارزشمند، سازگار و انحصاری ایران در این طرح در شرایط دیم استفاده شدند.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثر تراکم و کودهای آلی بر صفات مورفولوژیک، زراعی و اسانس چهار گونه مرزه در شرایط دیم دماوند، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی از سال ۱۳۹۵ به مدت پنج سال در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ایستگاه تحقیقات مراتع همدان دماوند اجرا گردید. عامل اصلی در سه سطح شامل کنترل، کود دامی پوسیده ۳۰ تن در هکتار و کاه فراوری شده با سولفات آمونیوم ۱۰ تن در هکتار و تراکم به عنوان عامل فرعی در سه سطح (۲۶۶۶۶، ۴۰۰۰۰، ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار) در نظر گرفته شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع بوته، قطر تاج پوشش، تعداد شاخه‌های اصلی، عملکرد خشک گیاه، درصد ماده خشک به تر اندام هوایی و درصد عملکرد اسانس بود.

یافته‌ها: نتایج مقادیر صفات اندازه‌گیری شده در سال‌های اول تا سوم زراعی با روند افزایشی، نشان از رشد و سازگاری گونه‌های مرزه در شرایط دیم داشت. بیشترین عملکرد ماده خشک در شرایط دیم این آزمایش با ۱۸۲۱ کیلوگرم در هکتار و درصد اسانس ۲/۸۶ درصد در گونه با ارزش و برگزیده *S. mutica* حاصل گردید. نتایج نشان داد تیمارهای شاهد و کود دامی همراه با تراکم زیاد دارای برتری در کلیه صفات مورفولوژیک و عملکرد اقتصادی *Satureja bachtiarica* و *Satureja sahendica* با تاج پوشش نسبی محدود و با تراکم متوسط در *Satureja mutica* و *Satureja spicigera* نسبت به سایر تیمارها بود.

نتیجه‌گیری کلی: بالا بودن میزان اغلب صفات در تیمار شاهد حکایت از محدودیت کودپذیری و سلامت گونه‌های مرزه در

شرایط دیم داشت. موفقیت در کشت، استقرار و رشد گونه‌های مختلف مرزه در شرایط دیم منطقه مورد آزمایش نشان‌دهنده سازگاری و عملکرد اقتصادی گونه‌های مختلف مرزه در شرایط دیم نیمه استپی سرد مناطق مختلف کشور می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اقتصادی، گونه‌های انحصاری مرزه، دیم، کود آلی، تراکم، اسانس.

## مقدمه

زراعت اصولی دیم گیاهان دارویی در عرصه‌های شیبدار و کم بازده با تقویت و حاصلخیزی خاک در اراضی وسیع کشور، می‌تواند تحولی در حفظ و احیای اکوسیستم‌های زراعی دیم کشور و توسعه و کشت گیاهان دارویی ایجاد نماید. بخش گسترده‌ای از اراضی زیر کشت در کشورمان به کشت دیم اختصاص دارد که به علت عدم رعایت اصول دیم‌کاری و مدیریت صحیح، عملکرد کمی دارند. دیم‌کاری همواره با شناخت هرچه بیشتر طبیعت و عوامل اقلیمی محل همراه بوده، از این رو علم و روش ساده سنتی و در عین حال بسیار پیچیده روز را نیاز دارد. شناخت عوامل بیشمار اقلیمی، خاکی، توپوگرافیک، بیولوژیک، زراعی و غیره به موفقیت و کاهش خطر دیم‌کاری می‌انجامد. امروزه با علم و ادوات جدید می‌توان با پیش‌بینی‌های عوامل جوی و اقلیمی و بکارگیری کشاورزی پیشرفته به موفقیت دیم‌کاری امید بیشتری داشت. در این میان، استفاده از گیاهان دارویی طبیعی که هزاران سال در رویشگاه‌های محلی رشد داشته و سازگار شده‌اند، تولید محصول اقتصادی، با کیفیت و سالم را در شرایط دیم به همراه داشته و حفظ اکوسیستم و پایداری اراضی دیم را تضمین می‌نماید. کشت پایدار دیم می‌بایست براساس نوسانهای اجتناب‌ناپذیر نزولات سالانه جوی منطقه طراحی و اجرا گردد. مدیریت کشت و کار در این سیستم، در راستای به کنترل درآوردن تأثیر نوسانهای اقلیمی در رشد و بهره‌وری گیاه، نقش بسزایی در شکست یا موفقیت این سیستم دارد. بنابراین هرچند در تعیین شکست یا موفقیت کشت دیم، اقلیم تأثیر مهمی دارد اما مدیریت زراعی نیز تأثیر بسزایی دارد (Heydari sharifAbad, 2019).

گیاهان دارویی به‌ویژه گونه‌های دارویی انحصاری و بومی، از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی

ایران هستند، در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره‌برداری صحیح می‌تواند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشد (Nooshkam et al., 2016). موفقیت در کشت، استقرار و رشد گونه‌های مختلف مرزه در شرایط دیم منطقه مورد آزمایش، نشان‌دهنده سازگاری و عملکرد اقتصادی گونه‌های مختلف مرزه در شرایط دیم نیمه استپی سرد مناطق مختلف کشور می‌باشد. رشد و پوشش سبز مداوم تمامی گونه‌های مرزه مورد آزمایش در روزهای گرم و خشک اواخر بهار و تابستان، حکایت از تحمل گونه‌های مرزه در دیمزارها و عرصه‌های بدون پوشش کشور و عملکرد مطلوب دارد. بدین منظور این تحقیق برای بررسی اثر تراکم بوته و کودهای آلی در شرایط دیم بر خصوصیات زراعی و اسانس چهار گونه گیاه دارویی مرزه (*Satureja bachtiarica*، *S. mutica*، *sahendica* و *S. spicigera*) در شرایط آب و هوایی نیمه استپی سرد شهرستان دماوند اجرا گردید.

مرزه از تیره نعناعیان (Lamiaceae) و جنس *Satureja* است و بیش از ۳۰ گونه را شامل می‌شود که اغلب آنها چندساله و برخی گونه‌ها یکساله می‌باشند. این گونه‌ها عمدتاً بومی مناطق مدیترانه شرقی و غرب آسیا هستند و عموماً در مناطق با اقلیم مرطوب و خاک‌های عمیق تا مناطق با اقلیم خشک، آفتابی و خاک‌های سنگلاخی رشد می‌کنند. مرزه اولین بار در ایتالیا کشت شد و جنوب اروپا نیز از جمله رویشگاه‌های طبیعی آن بوده و در شمال آمریکا نیز کشت شده است (Simon et al., 1984). مهمترین ترکیب اسانس این گونه‌ها کارواکرول است که دارای خاصیت ضدعفونی‌کننده می‌باشد و در ترکیب برخی مواد آلی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kamalizad, 1988). سرشاخه‌های گلدار و به‌طورکلی قسمتهای هوایی گیاه مرزه

می‌دهد و تأثیرهای مستقیم و غیرمستقیم روی ویژگی‌ها و فرایندهای خاک دارد (Prakash *et al.*, 2008). به همین دلیل رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت کشاورزی پایدار و بکارگیری روش‌های مدیریتی آن می‌باشد. یکی از این روش‌ها، بکارگیری کودهای آلی به منظور ارتقاء عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی می‌باشد. از جمله نهادهای آلی که مصرف آن در نظام‌های ارگانیک توصیه شده است، کود دامی پوسیده می‌باشد. اگرچه ظرفیت بازگشت عناصر غذایی از کودهای دامی و سایر نهادهای آلی نسبتاً بالا است، ولی سرعت آزاد شدن نیتروژن و سایر عناصر غذایی از این کودها تدریجی و آهسته می‌باشد؛ به طوری که این مواد برای تجزیه شدن نیاز به گذشت زمان دارند (Markewich *et al.*, 2010). Singh و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که مصرف کودهای آلی سبب افزایش تولید محصول و اسانس نعناع (*Mentha arvensis* L.) گردید. Bashirifar و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر انواع کود نیتروژن بر درصد اسانس و تیمول در مرزه نشان دادند که مصرف کود نیتروژن (زیستی و شیمیایی)، سبب افزایش درصد اسانس و میزان تیمول در مرزه گردید.

Ahmadian و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی اثر متقابل تنش خشکی و مصرف کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی زیره سبز، اعلام نمودند که مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی می‌تواند ضمن کاهش اثر منفی تنش خشکی، باعث افزایش میزان ماده مؤثره و بهبود خصوصیات کیفی اسانس زیره سبز گردد و جایگزین آبیاری بیشتر در مرحله پرشدن دانه شود. مدیریت مواد غذایی مورد نیاز گیاه و تعیین تأثیر بقایای کود به‌ویژه در شرایط تنش خشکی (دیم) که مدیریت مصرف آب نیز مطرح می‌باشد و ارزیابی تأثیر این گونه مدیریت‌ها بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی مرزه بختیاری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده، از این رو انجام تحقیقات مرتبط ضروری به نظر می‌رسد. به عبارت دیگر، می‌توان با مدیریت مصرف آب در شرایط دیم و روش‌های مختلف تغذیه‌ای شرایط را به گونه‌ای فراهم نمود که گیاه تحت آن شرایط، به پتانسیل بالقوه خود نزدیکتر شده و حداکثر

از مهمترین بخش قابل استفاده این گیاه است که معمولاً در زمان گلدهی برداشت و در سایه خشک می‌گردد، دارای بوی معطر، نیروبخش، تسهیل‌کننده عمل هضم، مقوی معده، مدر، بادشکن، قابض خفیف، ضد نزله، رفع کننده اسهال و ضد کرم می‌باشد (Zargari, 1982).

ایران یکی از مهمترین مخازن ژرمپلاسم مرزه در دنیاست. ۱۶ گونه از این گیاه در ایران شناسایی شده‌اند که ۹ گونه از آنها انحصاری هستند. برخی گونه‌های انحصاری یا بومی ایران شامل *Satureja bachtiarica* S. *Satureja mutica sahendica* و *S. spicigera* هستند (Jamzad, 2010).

زمین‌های دیم، مناطقی خشک و نیمه‌خشک هستند که تبخیر و تعرق در آنها بیشتر از بارش در برخی قسمت‌های سال می‌باشد و هنوز فرصت‌هایی برای پرورش دام و زراعت‌های فصلی در این سرزمین‌ها وجود دارد (UNCCD, 2010). تغییرات شدید مقدار بارش، پراکنش زیاد بارندگی، نوسان‌های دما و کمبود آب از ویژگی‌های دائمی این مناطق است. بهبود عملیات زراعی دیمکاری، معرفی ارقام مناسب و سازگار با شرایط دیم کشور و رویکرد به سمت گیاهانی که از ویژگی‌های مقاوم به خشکی و نیاز آبی اندک بهره‌مند باشند، از برنامه‌های اصولی و لازم در این مناطق است (Ghaffari, 2008; Cattivelli *et al.*, 2008).

خاک‌های ایران به علت کمبود فعالیت‌های بیولوژیک و ماده آلی، قادر به تأمین نیاز غذایی گیاهان در سیستم کشت ارگانیک نیستند که در این میان گیاهان دارویی به دلیل نیاز کم به عناصر غذایی یا به عبارتی کم نیاز بودن، برای شروع حرکت از کشاورزی متداول به سمت کشاورزی ارگانیک (دوره گذار یا انتقالی) بسیار مناسب هستند. در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل شرایط اقلیمی موجود ماده آلی خاک به طور مداوم کاهش می‌یابد (Melero *et al.*, 2008). بیش از ۶۰ درصد خاک‌های ایران کمتر از یک درصد ماده آلی دارند (Malakooti & Homayee, 1994). کاربرد ماده آلی به صورت کود آلی، سطوح کربن آلی را در خاک افزایش

مناسب‌تر باشد تولید بیوماس افزایش می‌یابد. در عرض‌های بالای جغرافیایی که بارندگی بیشتر و حرارت کمتر است، تولید بیوماس و مواد آلی بیشتر است. در عرض‌های نسبتاً پایین که بارندگی کمتر و تابش نور خورشید و حرارت بیشتر است میزان رشد و مواد آلی محدود می‌باشد. بنابراین اصول دیم‌کاری در شرایط متفاوت دیمزارها با توجه به نیاز رطوبتی گیاه و ظرفیت اقلیمی منطقه، ایجاب می‌کند تا تراکم مناسب برای دستیابی هر بوته به رطوبت مورد نیاز خود تعیین گردد. بدین ترتیب در شرایط نسبتاً پر باران می‌توان تراکم را بیشتر و در شرایط نسبتاً کم باران باید تراکم را محدود نمود. با مدیریت تراکم در دیمزارها می‌توان تمهیدات تکمیل دوره کامل رشد گیاه را در هر شرایطی فراهم نمود.

در شرایط دیم، تراکم نامناسب و بیش از حد ظرفیت اقلیمی محیط می‌تواند رطوبت خاک را تخلیه و موجب مواجه گیاه با تنش خشکی شود. از این رو، تصمیم‌گیری صحیح و عاقلانه در مورد تراکم‌های کاشت به‌عنوان عامل اساسی برای زراعت در نقاط نیمه‌خشک و دیم کشور ضروری به نظر می‌رسد (Lebaschi *et al.*, 2018).

Mehdi Shahivand و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی روی مرزه نشان دادند که تنش کم‌آبی و افزایش تراکم کاشت، سبب کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس مرزه بختیاری می‌شود.

Nasari و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ در شرایط دیم بیان نمودند در زراعت دیم، چون رطوبت در داخل خاک در نوسان است، از این رو ممکن است تنش رطوبتی نسبتاً شدیدی در هر مرحله از رشد گیاه بوجود بیاید. با توجه به اینکه امکان پیش‌بینی وضعیت بارندگی در این شرایط وجود ندارد، بنابراین برای موفقیت در زراعت دیم باید رقم و تراکم بوته‌ای را به کار برد که متناسب با شرایط محیطی باشد. البته توسعه راهکارهای مدیریتی در جهت کاهش اثر تنش کم‌آبی در مناطق گرم و خشک می‌تواند گامی رضایت‌بخش در امنیت غذایی باشد (Dadresan *et al.*

عملکرد کمی و کیفی را حاصل نماید (Ahmadian *et al.*, 2011).

در تحقیقی بر روی بابونه آلمانی نشان داده شد که تنش خشکی در حد ۵۰ درصد ظرفیت زراعی عملکرد گل در بابونه را نسبت به شاهد در هر دو سال کاهش داد و تنش ملایم خشکی سبب افزایش عملکرد اسانس و عملکرد کامازولن شد، در حالی که تنش شدید این صفات را کاهش داد و بقایای کودهای دامی و کمپوست در سال دوم به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد گل، اسانس و کامازولن نسبت به بقایای کود شیمیایی و شاهد گردید. به‌طور کلی کودهای دامی و کمپوست در شرایط تنش خشکی در سال اول و در تمام شرایط رطوبتی در سال دوم عملکرد گل، اسانس و کامازولن مطلوبی ایجاد نموده که کاربرد آنها در راستای اهداف کشاورزی ارگانیک و پایدار قابل توصیه می‌باشد (Ahmadian *et al.*, 2010).

با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی در صنایع مختلف، نکته حائز اهمیت در تولید و پرورش این گونه‌های ارزشمند، افزایش تولید زیست‌توده آنها بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی از جمله کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات می‌باشد. گیاهان دارویی معمولاً به‌طور مستقیم مورد استفاده انسان قرار می‌گیرد و در برخی مواقع استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها ممکن است باعث بروز مشکلاتی شود، در نتیجه مدیریت صحیح استفاده از کودهای آلی در گیاهان دارویی در بهبود عملکرد و کیفیت آنها تأثیرگذار خواهد بود (Abdul Jaleel *et al.*, 2007).

کارایی کمپوست باگاس، کود اصطبل و کاه و کلش گندم بر افزایش عملکرد گندم ۲۲، ۱۴ و ۳ درصد و برای عملکرد کاه ۲۶، ۱۷ و ۶ درصد در مقایسه با شاهد بود (Barzegar *et al.*, 2002). Wang و همکاران (۱۹۹۹) هم اثر کمپوست کود دامی را بر تخلخل، هدایت هیدرولیکی و وزن مخصوص ظاهری خاک مثبت گزارش کردند.

وضعیت اقلیمی و به‌ویژه بارندگی هر منطقه بیانگر میزان رشد و تولید بیوماس و البته کیفیت گیاهان آن منطقه است. هرچه شرایط رطوبتی و میزان حرارت و تابش خورشید

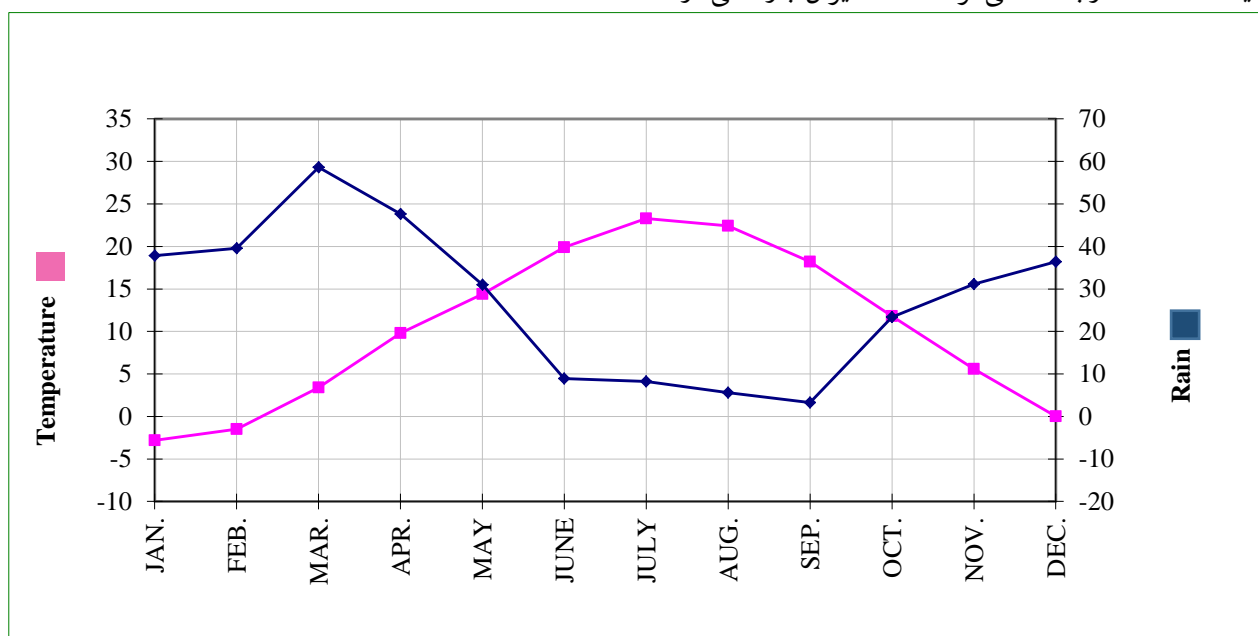
(al., 2015).

مهر ۹۵ تا مهر ۹۶ برابر ۴۲۴ میلی‌متر و میزان بارندگی بهار ۹۶ به‌عنوان بارندگی مؤثر در طول دوره رشد مرزها ۱۴۴ میلی‌متر. میزان بارندگی از مهر ۹۶ تا مهر ۹۷ برابر ۳۴۸ میلی‌متر و میزان بارندگی بهار ۹۷ به‌عنوان بارندگی مؤثر در طول دوره رشد مرزها ۲۰۹ میلی‌متر. میزان بارندگی مهر ۹۷ تا مهر ۹۸ برابر ۴۷۲ میلی‌متر و میزان بارندگی بهار ۹۸ به‌عنوان بارندگی مؤثر در طول دوره رشد مرزها ۱۶۵ میلی‌متر بود. منحنی آمبروترمیک بلندمدت، وضعیت بارندگی و دما را از اواسط اردیبهشت تا مهرماه در محل اجرای طرح نشان می‌دهد (مستخرج از آمار ایستگاه هواشناسی مستقر در محل آزمایش) (شکل ۱). از خاک منطقه نمونه برداشت شده و به همراه کود مصرفی به آزمایشگاه برای بررسی و آنالیز ارسال گردید (جدول ۱ و ۲).

ارائه راهکارهایی برای افزایش تولید در شرایط کم آبی و کشت به‌صورت دیم ضرورت دارد، به‌نحوی که می‌توان به چگونگی حفظ حاصلخیزی خاک، استفاده بهینه از بارندگی‌ها، استفاده از مالچ، ایجاد سایه و کاهش تبخیر، کاهش فرسایش بادی، کنترل علف‌های هرز، مدیریت جمع‌آوری آب باران و کشت نواری محصولات و توجه به تاریخ کاشت، میزان بذر مصرفی و تراکم گیاه اشاره کرد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش‌ها در ایستگاه تحقیقات دماوند در طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ به مدت پنج سال انجام شد. آب و هوای محل آزمایش نیمه استپی سرد بوده و متوسط بارندگی سالیانه حدود ۳۲۰ میلی‌متر است. میانگین دمای سالیانه  $+10/5$  درجه سانتی‌گراد است. میزان بارندگی از



شکل ۱- منحنی آمبروترمیک ایستگاه همدان آسرد براساس آمار ۴۰ ساله ایستگاه

Figure 1. Ambrotherm curve of a Hamand Absard station based on 40 years of station statistics

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقات همد-آبسر (دماوند) در سال ۱۳۹۵  
**Table 1. Physicochemical characteristics of Homand-Absard (Damavand) Research Station in 2016**

Depth (cm)	pH	EC (ds.m <sup>-1</sup> )	N (%)	C (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	Ca (mg.kg <sup>-1</sup> )	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Soil texture	
1	0-20	8.3	0.8	0.97	1.1	6.5	21	270	3.1	33	46	21	Silty-clay
2	20-40	8.4	0.4	0.98	1.1	8.2	19	255	3.2	37	42	21	Silty-clay

Soil and Water Institute Laboratory.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود دامی مصرف شده  
**Table 2. Chemical properties of the applied manure**

Fertilizer type	EC (ds.m <sup>-1</sup> )	pH	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	N (%)	Ca (mg.kg <sup>-1</sup> )	Ash (%)	Dry matter (%)	S (%)	Organic matter (%)
Manure	16.4	8.2	1299.5	2583.97	2.1	1.2	14	92	1.78	39

Soil and Water Institute Laboratory

سپس از طریق حاصل ضرب درصد بدست آمده در مقدار ماده خشک تولیدی هر تیمار در هکتار، عملکرد اسانس تولیدی هر تیمار در هکتار بدست آمد.

پس از اندازه‌گیری و محاسبات صفات ذکر شده در طی سه سال، نتایج بدست آمده مورد تجزیه آماری مستقل برای هر گونه و تجزیه مرکب بین گونه‌ها قرار گرفتند. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک نرم‌افزار SAS 9.2 انجام شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. گونه‌ها و سال‌ها نیز به‌عنوان عوامل جداگانه تجزیه واریانس شدند.

### نتایج

نتایج تجزیه واریانس عوامل اصلی کود و تراکم برای صفات مختلف مورفولوژیک، زراعی و کیفی و تجزیه مرکب چهار گونه مرزه در سال‌های مختلف آزمایش در شرایط دیم منطقه دماوند حکایت از تفاوت معنی‌دار عوامل اصلی و نیز گونه و سال بر هفت صفت اندازه‌گیری شده داشت. تمامی صفات بجز درصد ماده خشک نسبت به تر، با اجرای عوامل اصلی کود و تراکم تفاوت معنی‌دار با یکدیگر پیدا نمودند. چهار گونه مرزه و سال‌های آزمایش در تمامی صفات مورد اندازه‌گیری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول ۳). اثرهای متقابل دوگانه شامل تراکم در گونه، تراکم در سال، گونه در کود و گونه در سال در تمامی صفات تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. از سویی، تراکم در کود بجز صفت قطر

این آزمایش با چهار طرح مستقل و هریک به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات مرتع همد (دماوند) اجرا گردید. گونه‌های مورد بررسی در این آزمایش، چهار گونه از مرزه‌های *Satureja* *S. bachtiarica*، *S. mutica*، *S. sahendica*، *spicigera* بودند. اکسشن‌های گونه‌های مختلف و بذره‌های مورد استفاده *S. bachtiarica* از اکسشن شماره ۱۹ زراعت شده این گونه از استان کرمانشاه بود. بذر مورد استفاده *S. mutica* از اکسشن شماره ۲ این گونه از استان خراسان رضوی بود. بذر مورد استفاده *S. spicigera* از اکسشن شماره ۳۵ این گونه از استان گیلان بود. بذر مورد استفاده *S. sahendica* از اکسشن شماره ۱۱ این گونه از استان آذربایجان شرقی بود. تیمارهای عامل اصلی عبارت بودند از:

الف: کود گاوی پوسیده ۳۰ تن در هکتار

ب: کاه ۱۰ تن در هکتار (فراوری شده با کود سولفات آمونیوم)

ج: شاهد بدون کود

تیمارهای عامل فرعی شامل سه تراکم با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر برای همه تیمارها و روی ردیف با فواصل ۷۵، ۵۰ و ۲۵ سانتی‌متر برابر ۲۶۶۶۶، ۴۰۰۰۰ و ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار بود.

سرشاخه گلدار گیاهان برداشت و خشک شده به روش تقطیر با آب، مورد اسانس‌گیری قرار گرفتند. بازده اسانس نسبت به وزن ۱۰۰ گرم سرشاخه خشک محاسبه گردید.

اختصاص داد. از سویی، رشد سالانه گونه‌های مرزه در شرایط دیم موجب بیشترین میزان قطر تاج پوشش با ۳۴ سانتی‌متر در سال سوم و با تفاوت معنی‌دار با سال‌های اول و دوم گردید. میزان این صفت در سال اول فقط به حدود ۱۴ سانتی‌متر رسید (جدول ۴).

تعداد شاخه‌های اصلی بوته‌های مرزه در تیمارهای تراکم متوسط و زیاد بدون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر به حدود ۱۴ شاخه رسید. کمترین تعداد این صفت در تیمار تراکم پایین به ۱۲ عدد کاهش پیدا کرد. تعداد این صفت در عامل کود و تیمارهای شاهد و کود حیوانی بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به ۱۵ شاخه رسید. در بین گونه‌های مرزه بیشترین تعداد شاخه اصلی با ۱۷ عدد به *S. sahendica* تعلق داشت. از سویی، تعداد این صفت در سال سوم آزمایش با افزایش چشمگیر به ۲۳ عدد رسید که تفاوت معنی‌داری با سال‌های دیگر نشان داد (جدول ۴).

بیشترین میانگین عملکرد ماده خشک از عامل تراکم بوته به تیمار تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار به حدود ۵۷۰ کیلوگرم در هکتار بالغ گردید که تفاوت معنی‌داری با تراکم متوسط و کم داشت. کمترین میزان عملکرد این صفت نیز در تراکم پایین به ۲۷۶ کیلوگرم در هکتار رسید. در عامل کود، بیشترین میانگین عملکرد ماده خشک با ۵۳۲ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد تعلق گرفت که تفاوت معنی‌داری با تیمار کود حیوانی نداشت. کمترین مقدار این صفت در تیمار کاه غنی شده با ۲۷۹ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۴).

میانگین عملکرد ماده خشک گونه‌های مرزه در شرایط دیم در طی سال‌های آزمایش با ۷۷۸ کیلوگرم در هکتار و با تفاوت معنی‌دار با سایر گونه‌ها به *S. mutica* تعلق داشت. از سویی، کمترین مقدار این صفت با میانگین ۱۳۲ کیلوگرم در هکتار در *S. bachtiarica* بدست آمد. در این میان، میانگین عملکرد ماده خشک گونه‌های *S. sahendica* و *S. spicigera* به ترتیب ۳۶۷ و ۲۹۷ کیلوگرم در هکتار در طی سال‌های آزمایش حاصل گردید. در سال سوم آزمایش بیشترین میانگین عملکرد ماده خشک گونه‌های مرزه با ۶۶۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با سال‌های اول و دوم داشت.

تاج پوشش، تراکم در سال بجز عملکرد ماده خشک و نیز کود در سال بجز ارتفاع، عملکرد ماده خشک و نسبت عملکرد ماده خشک به تر دارای اثر معنی‌دار بودند. اثر سال در کود بجز درصد ماده خشک در سایر صفات معنی‌دار گردید.

عوامل کود در تراکم در گونه و نیز تراکم در گونه در سال در تمامی هفت صف اثر متقابل سه‌گانه با یکدیگر داشتند. از سویی، عوامل تراکم در کود در سال بجز تعداد ساقه در سایر صفات، اثر متقابل معنی‌داری با یکدیگر داشتند.

تمامی عوامل مختلف کود، تراکم، گونه و سال در صفات ارتفاع، درصد اسانس و عملکرد اسانس دارای تفاوت معنی‌داری بودند. سایر تیمارها و عوامل استفاده شده در این آزمایش نیز بجز چند تیمار، در اغلب موارد موجب بروز تفاوت معنی‌دار در صفات مورد مطالعه گردیدند (جدول ۳).

نتایج میانگین ارتفاع بوته‌های مرزه در سال‌های آزمایش در شرایط دیم ایستگاه تحقیقات مراتع همدان آبرسد در تراکم زیاد به ۲۹ سانتی‌متر رسید که با تراکم متوسط تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین ارتفاع با ۲۶ سانتی‌متر نیز به تراکم پایین تعلق داشت. همچنین بیشترین میانگین ارتفاع بوته در شاهد و کود حیوانی با حدود ۲۹ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع با ۲۵ سانتی‌متر در تیمار کاه غنی شده بدست آمد (جدول ۴).

از سویی، بالاترین ارتفاع بوته در میان گونه‌های مرزه مورد آزمایش با ۳۸ سانتی‌متر به *S. mutica* با تفاوت معنی‌دار با سایر گونه‌ها مربوط گردید و کمترین مقدار این صفت با ۲۲ سانتی‌متر به *S. bachtiarica* تعلق گرفت. در سال سوم آزمایش میانگین ارتفاع بوته‌ها به ۳۵ سانتی‌متر رسید، در حالی که ارتفاع گونه‌ها در سال اول آزمایش حدود ۱۴ سانتی‌متر بود (جدول ۴). میانگین قطر تاج پوشش گونه‌های مرزه در سال‌های مختلف در عامل تراکم با ۲۵ سانتی‌متر به تراکم متوسط تعلق گرفت که تفاوت معنی‌داری با سایر تراکم‌ها داشت. بیشترین میزان قطر تاج پوشش در تیمارهای کودی با ۲۵ و ۲۴ سانتی‌متر به ترتیب به تیمار شاهد و کود حیوانی بدون تفاوت معنی‌دار تعلق داشت. گونه *S. mutica* با قطر تاج پوشش ۴۱ سانتی‌متر با تفاوت معنی‌دار با سایر گونه‌ها بیشترین میزان این صفت را بخود

سال‌ها و تراکم‌های مختلف مربوط به اعمال تیمارهای مختلف کودی بود. بیشترین بازده اسانس با تفاوت معنی‌دار با سایر گونه‌ها با ۲/۱۴ درصد به *S. mutica* تعلق داشت. سایر گونه‌های مرزه *S. spicigera* با ۱/۷۶، *S. sahendica* با ۱/۶۵ و *S. bachtiarica* با ۱/۱۳ درصد اسانس به ترتیب با تفاوت معنی‌دار با یکدیگر در رده‌های بعدی تولید این صفت کیفی قرار گرفتند. درصد اسانس در سال دوم آزمایش با ۱/۷۴ درصد با تفاوت معنی‌دار بیشتر از سال اول و سوم تولید گردید. مقادیر این صفت در سال‌های اول و سوم به ترتیب ۱/۶۳ و ۱/۶۴ درصد بدست آمدند (جدول ۴).

عملکرد اسانس در تیمارهای تراکم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشت. گونه‌های مرزه در تراکم بالا با ۱۰/۵۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و در تراکم پایین با ۳/۷۷ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان اسانس را در شرایط دیم تولید نمودند. تیمارهای عامل کود نیز موجب تفاوت معنی‌دار عملکرد اسانس گونه‌های مرزه در شرایط دیم گردیدند. تیمار شاهد با ۹/۵۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد اسانس را با تفاوت معنی‌دار با دیگر تیمارهای کودی تولید نمود. مقادیر بعدی عملکرد اسانس با ۷/۰۳ و ۵/۵۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در تیمارهای کود حیوانی و کاه غنی شده بدست آمدند (جدول ۴).

گونه مرزه *S. mutica* با توجه به تولید بیشترین عملکرد ماده خشک و درصد اسانس، عملکرد اسانس به مراتب بیشتری را با تفاوت معنی‌دار با سایر گونه‌های مرزه با ۱۶/۶۳ کیلوگرم در هکتار در شرایط دیم تولید نمود. مقادیر این صفت در سایر گونه‌های مرزه *S. spicigera*، *S. sahendica* و *S. bachtiarica* به ترتیب ۶/۷۴، ۴/۸۰ و ۱/۴۵ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. عملکرد اسانس گونه‌های مرزه در سال‌های مختلف آزمایش نیز با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. مقادیر این صفت در سال سوم آزمایش با ۱۱/۲۸ کیلوگرم در هکتار با سال‌های دیگر متفاوت بود. میانگین عملکرد اسانس گونه‌های مرزه در سال‌های اول و دوم به ترتیب ۲/۰۳ و ۸/۹۱ کیلوگرم در هکتار ثبت گردید (جدول ۴).

مقادیر این صفت در سال‌های اول و دوم به ترتیب برابر ۱۲۱ و ۳۹۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). در همین سال بیشترین عملکرد ماده خشک در شاهد بدون کود با ۲۳۶۲ کیلوگرم در هکتار به *S. mutica* تعلق داشت (جدول ۴).

درصد ماده خشک نسبت به ماده تر گونه‌های مرزه در شرایط دیم به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی عملکرد، در تیمارهای مختلف تراکم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت و برای تمامی تیمارهای این عامل به حدود ۵۷ درصد بالغ شد. همچنین مقادیر این صفت در تیمارهای مختلف عامل کود از ۵۸ درصد در تیمار کود حیوانی تا ۵۶ درصد در تیمار شاهد متفاوت بود، ولی این تفاوت معنی‌دار نبود. مقدار این صفت با ارزش در گونه *S. spicigera* در شرایط دیم با تفاوت معنی‌دار با سایر گونه‌ها به بیش از ۶۶ درصد رسید. این در حالی بود که گونه‌های *S. sahendica* و *S. mutica* بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به ترتیب با ۵۸ و ۵۷ درصد در رتبه بعدی قرار داشتند. گونه *S. bachtiarica* نیز با تولید حدود ۴۸ درصد ماده خشک نسبت به تر در رده چهارم قرار گرفت.

در بین سال‌های آزمایش بیشترین میانگین درصد ماده خشک تولید شده در گونه‌های مختلف مرزه با تفاوت معنی‌دار با سال‌های دیگر به حدود ۶۱ درصد رسید. مقادیر این صفت در سال‌های دوم و اول به ترتیب با ۵۷ و ۵۳ درصد ضمن داشتن تفاوت معنی‌دار با یکدیگر در رده‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۴).

مقادیر درصد اسانس به‌عنوان شاخص کیفی گونه‌های مرزه در شرایط دیم در تیمارهای تراکم کم و متوسط به ترتیب با ۱/۷ و ۱/۶۷ درصد بیشترین مقادیر این صفت با ارزش را بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر تولید نمودند. از سویی، در تراکم زیاد ۱/۶۴ درصد اسانس تولید شد. در میان تیمارهای کودی، شاهد بدون کود بیشترین درصد اسانس را با ۱/۷۳ درصد و با تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارهای کودی تولید نمود. کود حیوانی و کاه غنی‌شده نیز به ترتیب با ۱/۶۹ و ۱/۵۸ درصد اسانس در رده‌های بعدی قرار داشتند. بیشترین تغییرات میانگین درصد اسانس در

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کود و تراکم بر صفات چهار گونه مرزه (*Satureja spp.*) تحت شرایط دیم طی سه سال زراعی

Table 3. ANOVA of fertilizer and density effects on four *Satureja spp.* traits under rainfed conditions during three crop years

S.O.V.	d.f.	Plant height	Crown diameter	Number of branches	Dry matter percentage	Dry matter yield	Essential oil percentage	Essential oil yield
Species (S)	3	4491.45**	11244.11**	2207.4**	4543.98**	6105749.3**	14.16**	3446.47**
Repetition (R) × S	8	31.17	14.01	4.97	188.10	540709.3	0.01	1.16
Year (Y)	2	4861.74**	11852.37**	9891.61**	1431.43**	8036995.7**	0.39**	2493.06**
Y × S	6	279.42**	838.17**	432.94**	6705.08**	2294809.6**	0.67**	939.31**
R × Y × S	16	23.42	21.20	4.17	109.06	566543.7	0.00	2.53
Fertilizer (F)	2	429.02**	443.99**	633.03**	72.86 <sup>ns</sup>	1776571.7**	0.63**	441.15**
S × F	6	203.233**	70.19**	144.34**	40.94**	588578.2*	0.23**	90.26**
Y × F	4	27.34**	45.16*	196.84**	109.47 <sup>ns</sup>	408327.32**	0.19**	78.43**
S × Y × F	12	75.47**	70.12**	44.23**	145.81**	405561.76*	0.04**	36.19**
Main error	48	20.36	15.03	4.30	55.53	250588.6	0.01	2.95
Plant density (D)	2	193.72*	174.17**	141.73**	10.19 <sup>ns</sup>	2592970.6**	0.10**	1253.37**
S × D	6	27.57*	15.20**	8.02**	309.26**	106954.3**	0.57**	217.13**
Y × D	4	134.03**	79.89**	28.63**	583.02**	448501.67**	0.41**	173.15**
S × Y × D	12	40.46**	174.03**	31.94**	186.86**	142718.66**	0.53**	168.06**
F × D	4	9.36**	174.17 <sup>ns</sup>	12.10*	260.56**	115914.75**	0.23**	83.40**
S × F × D	12	74.99*	33.22**	23.38**	120.11*	198312.93**	0.45**	40.19**
Y × F × D	8	22.47*	20.25*	7.00 <sup>ns</sup>	96.43*	214006.55**	0.24**	22.74**
S × Y × F × D	24	29.92**	23.86**	8.26	78.89	187427.52	0.16	22.61
Minor error	144	10.46	10.99	4.17	51.23	247272.72	0.01	3.96

n.s., \*, and \*\*: non-significant, significant at 5, and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر کود و تراکم بر عملکرد ماده خشک چهار گونه مرزه (*Satureja spp.*) تحت شرایط دیم طی سه سال زراعی

**Table 4. Means comparison of fertilizer and density effects on four *Satureja spp.* dry matter yield under rainfed conditions during three crop years**

Treatment		Plant height (cm)	Crown diameter (cm)	Number of branches	Dry matter (%)	Dry matter yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	Essential oil (%)	Essential oil yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
Year	First	13.89 <sup>c</sup>	13.75 <sup>c</sup>	4.67 <sup>c</sup>	53.63 <sup>c</sup>	121.8 <sup>c</sup>	1.63 <sup>b</sup>	2.03 <sup>c</sup>
	Second	27.66 <sup>b</sup>	23.88 <sup>b</sup>	13.56 <sup>b</sup>	57.61 <sup>b</sup>	392.3 <sup>b</sup>	1.74 <sup>a</sup>	8.91 <sup>b</sup>
	Third	35.19 <sup>a</sup>	34.70 <sup>a</sup>	23.80 <sup>a</sup>	60.89 <sup>a</sup>	667.4 <sup>a</sup>	1.64 <sup>b</sup>	11.28 <sup>a</sup>
Species	<i>S. sahendica</i>	23.22 <sup>c</sup>	14.05 <sup>c</sup>	17.89 <sup>a</sup>	58.17 <sup>b</sup>	367.5 <sup>b</sup>	1.65 <sup>c</sup>	4.80 <sup>c</sup>
	<i>S. mutica</i>	38.75 <sup>a</sup>	41.16 <sup>a</sup>	14.03 <sup>b</sup>	57.21 <sup>b</sup>	778.2 <sup>a</sup>	2.14 <sup>a</sup>	16.63 <sup>a</sup>
	<i>S. spicigera</i>	28.19 <sup>b</sup>	20.68 <sup>b</sup>	6.62 <sup>c</sup>	66.21 <sup>a</sup>	297.5 <sup>bc</sup>	1.76 <sup>b</sup>	6.74 <sup>b</sup>
	<i>S. bachtiarica</i>	22.71 <sup>c</sup>	20.54 <sup>b</sup>	17.51 <sup>a</sup>	47.91 <sup>c</sup>	132.2 <sup>c</sup>	1.13 <sup>d</sup>	1.45 <sup>d</sup>
Fertilizer	Manure	29.16 <sup>a</sup>	24.82 <sup>a</sup>	15.20 <sup>a</sup>	58.27 <sup>a</sup>	370.3 <sup>ab</sup>	1.69 <sup>b</sup>	7.03 <sup>b</sup>
	Enriched straw	25.93 <sup>b</sup>	21.83 <sup>b</sup>	11.23 <sup>b</sup>	57.22 <sup>a</sup>	279.0 <sup>b</sup>	1.58 <sup>c</sup>	5.59 <sup>c</sup>
	Control	29.56 <sup>a</sup>	25.69 <sup>a</sup>	15.61 <sup>a</sup>	56.65 <sup>a</sup>	532.2 <sup>a</sup>	1.73 <sup>a</sup>	9.58 <sup>a</sup>
Density	Low	26.71 <sup>b</sup>	23.76 <sup>b</sup>	12.73 <sup>b</sup>	57.05 <sup>a</sup>	276.6 <sup>b</sup>	1.70 <sup>a</sup>	3.77 <sup>c</sup>
	Medium	28.66 <sup>a</sup>	25.09 <sup>a</sup>	14.91 <sup>a</sup>	57.66 <sup>a</sup>	335.5 <sup>b</sup>	1.67 <sup>a</sup>	7.91 <sup>b</sup>
	High	29.28 <sup>a</sup>	23.49 <sup>b</sup>	14.41 <sup>a</sup>	57.43 <sup>a</sup>	569.5 <sup>a</sup>	1.64 <sup>b</sup>	10.54 <sup>a</sup>

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (Duncan test).

حیوانی بیشترین ماده خشک را تولید نمودند. این نتیجه نشان‌دهنده کودپذیری نسبی بیشتر دو گونه اخیر است. بیشترین مقدار عملکرد ماده خشک در *S. mutica* و تیمار شاهد در تراکم کم با ۱۳۰۹ کیلوگرم در هکتار و بدون تفاوت معنی‌دار با مقادیر این صفت در تراکم‌های متوسط و زیاد بدست آمد. از سویی، کمترین مقدار این صفت در گونه *S. bachtiarica* در شاهد و تراکم‌های کم و متوسط با ۶۸ و ۸۷ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. بیشترین درصد ماده خشک نسبت به تر در *S. spicigera* و تیمار کود حیوانی و تراکم متوسط با ۷۳ درصد و کمترین درصد این صفت در *S. bachtiarica* و تیمار شاهد و تراکم کم با ۴۴ درصد به ثبت رسید (جدول ۵).

بیشترین درصد اسانس در *S. mutica* و تیمار شاهد در تراکم‌های متوسط و زیاد با ۲/۴۱ و ۲/۳۵ درصد و نیز در کود حیوانی در تراکم زیاد با ۲/۴۰ با تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها بدست آمد. از سویی، کمترین مقدار این صفت در *S. bachtiarica* در تمامی تیمارهای کودی و تراکم از ۱/۰۳ تا ۱/۱۱ درصد مشاهده شد. بیشترین عملکرد اسانس مرزه در *S. mutica* در تیمار شاهد و تراکم زیاد با ۳۰/۳۸ کیلوگرم در هکتار و با تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها بدست آمد. در رده آماری بعدی در شاهد و تراکم متوسط و کود حیوانی در تراکم زیاد و در همین گونه به ترتیب مقادیر ۲۳/۹۹ و ۲۲/۲۵ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. از سویی، کمترین مقدار این صفت در *S. bachtiarica* در تراکم‌های مختلف از تیمارهای شاهد، کود حیوانی و کاه از ۰/۷۴ تا ۲/۱۵ کیلوگرم در هکتار به ثبت رسید (جدول ۵).

اثر متقابل کود، تراکم و گونه بر تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار گردید. این بدان معنی است که گونه‌های مرزه در شرایط مصرف کود و تراکم‌های مختلف دارای اثرها و روند متفاوت در مقادیر صفات مورد بررسی بودند. بالاترین ارتفاع بوته مرزه در گونه *S. mutica* در شاهد و مصرف کود حیوانی و در تراکم متوسط، زیاد و کم از ۴۲ تا ۳۹ سانتی‌متر و بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر مشاهده گردید. از سویی، کمترین مقدار این صفت در گونه *S. sahendica* در تیمار کاه غنی‌شده و در تراکم‌های کم و زیاد با ۱۵ و ۱۹ سانتی‌متر و نیز در گونه *S. bachtiarica* در تیمار شاهد و تراکم‌های کم و متوسط با ۱۹ سانتی‌متر به ثبت رسید. بیشترین قطر تاج‌پوشش بوته‌های مرزه در *S. mutica* در تیمار شاهد و در تراکم‌های کم و متوسط با ۴۷ و ۴۶ سانتی‌متر و بدون تفاوت معنی‌دار مقادیر این صفت با تیمارهای کود حیوانی در تراکم متوسط و تیمار کاه در تراکم کم در همین گونه بدست آمد. از سویی، کمترین قطر تاج‌پوشش در *S. sahendica* در تیمار کاه در تراکم‌های مختلف از ۸ تا ۱۴ سانتی‌متر حاصل گردید. بیشترین تعداد شاخه بوته‌های مرزه در شرایط دیم مربوط به *S. sahendica* در تیمار شاهد و در تراکم‌های زیاد و متوسط با ۲۲ و ۲۱ عدد و کمترین مقادیر این صفت در گونه *S. spicigera* در تیمار کاه غنی‌شده و در تراکم‌های مختلف از ۴ تا ۷ عدد مشاهده شد (جدول ۵).

عملکرد ماده خشک گونه‌های مرزه در تیمارهای کودی و تراکم شرایط دیم، متأثر از اثر متقابل این عوامل بود. گونه‌های *S. sahendica* و *S. mutica* در تیمار شاهد و گونه‌های *S. spicigera* و *S. bachtiarica* در تیمار کود

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل کود × تراکم بر عملکرد ماده خشک چهار گونه مرزه (*Satureja spp.*) تحت شرایط دیم طی سه سال زراعی

Table 5. Means comparison of fertilizer × density interaction on four *Satureja spp.* dry matter yield under rainfed conditions during three crop years

Treatment			Plant height	Crown diameter	Number of branches	Dry matter (%)	Dry matter yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	Essential oil (%)	Essential oil yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
Species	Fertilizer	Density	(cm)	(cm)					
<i>S. sahendica</i>	Manure	Low	25.80 <sup>h-l</sup>	15.16 <sup>i-l</sup>	20.26 <sup>bc</sup>	56.66 <sup>a</sup>	179.4 <sup>ef</sup>	1.75 <sup>ef</sup>	2.64 <sup>jk</sup>
		Medium	22.0 <sup>klm</sup>	13.28 <sup>lm</sup>	18.96 <sup>cd</sup>	67.61 <sup>a</sup>	337.7 <sup>c-f</sup>	1.73 <sup>ef</sup>	4.11 <sup>hij</sup>
		High	21.52 <sup>lm</sup>	14.68 <sup>jk</sup>	19.68 <sup>bcd</sup>	55.69 <sup>a</sup>	499.7 <sup>c-f</sup>	1.57 <sup>ghi</sup>	6.33 <sup>gh</sup>
	Enriched straw	Low	14.71 <sup>n</sup>	8.38 <sup>n</sup>	9.54 <sup>kl</sup>	61.92 <sup>a</sup>	188.7 <sup>ef</sup>	1.81 <sup>e</sup>	0.98 <sup>k</sup>
		Medium	22.13 <sup>j-m</sup>	14.08 <sup>kl</sup>	17.07 <sup>de</sup>	54.88 <sup>a</sup>	238.2 <sup>def</sup>	1.87 <sup>de</sup>	4.29 <sup>hij</sup>
		High	18.87 <sup>m</sup>	9.44 <sup>mn</sup>	13.03 <sup>g-j</sup>	58.98 <sup>a</sup>	250.7 <sup>def</sup>	1.21 <sup>jk</sup>	2.31 <sup>jk</sup>
	Control	Low	23.90 <sup>l</sup>	14.47 <sup>kl</sup>	18.99 <sup>cd</sup>	56.96 <sup>a</sup>	196.1 <sup>ef</sup>	1.95 <sup>cd</sup>	2.88 <sup>ijk</sup>
		Medium	28.89 <sup>fgh</sup>	18.38 <sup>f-k</sup>	21.35 <sup>abc</sup>	49.04 <sup>a</sup>	435.8 <sup>c-f</sup>	1.50 <sup>hi</sup>	5.48 <sup>ghi</sup>
		High	31.11 <sup>fg</sup>	18.59 <sup>f-k</sup>	22.13 <sup>ab</sup>	61.83 <sup>a</sup>	981.1 <sup>abc</sup>	1.49 <sup>hi</sup>	14.22 <sup>c</sup>
<i>S. mutica</i>	Manure	Low	37.13 <sup>bcd</sup>	40.95 <sup>bc</sup>	11.11 <sup>ijk</sup>	59.72 <sup>a</sup>	408.9 <sup>c-f</sup>	2.05 <sup>bc</sup>	7.76 <sup>efg</sup>
		Medium	40.33 <sup>abc</sup>	43.38 <sup>ab</sup>	14.10 <sup>fgh</sup>	59.38 <sup>a</sup>	596.5 <sup>b-f</sup>	2.17 <sup>b</sup>	16.09 <sup>c</sup>
		High	39.04 <sup>a-d</sup>	37.56 <sup>cd</sup>	15.24 <sup>e-h</sup>	52.20 <sup>a</sup>	951.1 <sup>a-d</sup>	2.40 <sup>a</sup>	22.25 <sup>b</sup>
	Enriched straw	Low	36.22 <sup>cde</sup>	43.51 <sup>ab</sup>	12.43 <sup>hij</sup>	58.59 <sup>a</sup>	318.7 <sup>c-f</sup>	1.84 <sup>de</sup>	8.05 <sup>d-g</sup>
		Medium	36.66 <sup>cd</sup>	39.58 <sup>bc</sup>	12.96 <sup>g-j</sup>	54.74 <sup>a</sup>	522.0 <sup>c-f</sup>	1.86 <sup>de</sup>	16.16 <sup>c</sup>
		High	35.73 <sup>de</sup>	33.67 <sup>d</sup>	10.30 <sup>jk</sup>	58.33 <sup>a</sup>	778.6 <sup>a-f</sup>	2.33 <sup>bc</sup>	15.30 <sup>c</sup>
	Control	Low	40.33 <sup>abc</sup>	46.86 <sup>a</sup>	15.76 <sup>efg</sup>	54.72 <sup>a</sup>	1309.3 <sup>a</sup>	2.08 <sup>bc</sup>	9.67 <sup>def</sup>
		Medium	41.84 <sup>ab</sup>	45.64 <sup>a</sup>	18.82 <sup>cd</sup>	58.93 <sup>a</sup>	894.1 <sup>a-e</sup>	2.41 <sup>a</sup>	23.99 <sup>b</sup>
		High	41.33 <sup>ab</sup>	39.31 <sup>bc</sup>	15.54 <sup>efg</sup>	58.31 <sup>a</sup>	1225.3 <sup>ab</sup>	2.35 <sup>a</sup>	30.38 <sup>a</sup>
<i>S. spicigera</i>	Manure	Low	26.51 <sup>g-k</sup>	19.98 <sup>fgh</sup>	4.95 <sup>no</sup>	67.10 <sup>a</sup>	158.9 <sup>ef</sup>	2.04 <sup>b-c</sup>	2.51 <sup>jk</sup>
		Medium	27.94 <sup>f-i</sup>	22.75 <sup>ef</sup>	5.59 <sup>no</sup>	73.33 <sup>a</sup>	283.0 <sup>c-f</sup>	1.51 <sup>ghi</sup>	7.38 <sup>fg</sup>
		High	30.48 <sup>fg</sup>	24.79 <sup>e</sup>	7.45 <sup>lmn</sup>	63.14 <sup>a</sup>	573.3 <sup>b-f</sup>	1.58 <sup>ghi</sup>	10.17 <sup>de</sup>
	Enriched straw	Low	28.08 <sup>f-i</sup>	15.99 <sup>h-l</sup>	3.98 <sup>o</sup>	68.11 <sup>a</sup>	142.9 <sup>f</sup>	1.81 <sup>e</sup>	2.45 <sup>jk</sup>

Species	Treatment		Plant height (cm)	Crown diameter (cm)	Number of branches	Dry matter (%)	Dry matter yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	Essential oil (%)	Essential oil yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
	Fertilizer	Density							
<i>S. bachtiarica</i>	Control	Medium	24.14 <sup>i-l</sup>	17.28 <sup>g-l</sup>	5.96 <sup>no</sup>	66.90 <sup>a</sup>	157.4 <sup>ef</sup>	1.64 <sup>fg</sup>	5.65 <sup>gh</sup>
		High	30.48 <sup>fg</sup>	20.47 <sup>e-h</sup>	6.63 <sup>mno</sup>	58.91 <sup>a</sup>	397.9 <sup>c-f</sup>	1.60 <sup>gh</sup>	7.96 <sup>efg</sup>
		Low	26.51 <sup>g-k</sup>	17.28 <sup>g-l</sup>	7.10 <sup>lmn</sup>	67.87 <sup>a</sup>	198.3 <sup>ef</sup>	1.44 <sup>i</sup>	5.73 <sup>gh</sup>
		Medium	32.19 <sup>ef</sup>	24.84 <sup>e</sup>	9.20 <sup>klm</sup>	66.99 <sup>a</sup>	234.5 <sup>def</sup>	2.17 <sup>b</sup>	8.09 <sup>d-g</sup>
		High	26.73 <sup>g-j</sup>	22.56 <sup>ef</sup>	8.75 <sup>klm</sup>	63.57 <sup>a</sup>	531.1 <sup>b-f</sup>	2.05 <sup>bc</sup>	10.71 <sup>d</sup>
		Low	23.11 <sup>i-m</sup>	22.12 <sup>efg</sup>	19.67 <sup>bcd</sup>	44.33 <sup>a</sup>	84.5 <sup>f</sup>	1.29 <sup>j</sup>	1.07 <sup>k</sup>
	Manure	Medium	26.49 <sup>g-k</sup>	21.48 <sup>efg</sup>	23.12 <sup>a</sup>	46.49 <sup>a</sup>	135.1 <sup>f</sup>	1.11 <sup>klm</sup>	1.59 <sup>j</sup>
		High	29.43 <sup>fgh</sup>	21.66 <sup>efg</sup>	22.28 <sup>ab</sup>	53.56 <sup>a</sup>	235.1 <sup>b-f</sup>	1.05 <sup>lm</sup>	2.54 <sup>jk</sup>
		Low	19.16 <sup>m</sup>	19.34 <sup>f-j</sup>	13.27 <sup>ghi</sup>	44.57 <sup>a</sup>	65.5 <sup>f</sup>	1.12 <sup>klm</sup>	0.74 <sup>k</sup>
	Enriched straw	Medium	22.4 <sup>klm</sup>	20.89 <sup>efg</sup>	14.86 <sup>e-h</sup>	48.86 <sup>a</sup>	104.2 <sup>f</sup>	1.03 <sup>m</sup>	1.09 <sup>k</sup>
		High	22.44 <sup>i-m</sup>	19.26 <sup>f-j</sup>	14.69 <sup>e-h</sup>	51.89 <sup>a</sup>	183.2 <sup>ef</sup>	1.16 <sup>i-m</sup>	2.15 <sup>jk</sup>
		Low	18.88 <sup>m</sup>	20.79 <sup>efg</sup>	15.59 <sup>efg</sup>	44.06 <sup>a</sup>	67.7 <sup>f</sup>	1.18 <sup>ijkl</sup>	0.81 <sup>k</sup>
Control	Medium	19.11 <sup>m</sup>	19.52 <sup>f-i</sup>	16.89 <sup>def</sup>	44.77 <sup>a</sup>	87.2 <sup>f</sup>	1.10 <sup>klm</sup>	0.97 <sup>k</sup>	
	High	23.69 <sup>i-l</sup>	19.83 <sup>f-i</sup>	17.18 <sup>de</sup>	52.70 <sup>a</sup>	227.4 <sup>ef</sup>	1.07 <sup>klm</sup>	2.10 <sup>jk</sup>	

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (Duncan test).

## بحث

نتایج کلی حکایت از استقرار، سازگاری و افزایش رشد گونه‌های مرزه در طول آزمایش در شرایط دیم منطقه نیمه استیپی سرد دماوند داشت. نمونه‌برداری از ریشه‌های گونه‌های مختلف مرزه بعد از سال پایانی اجرای طرح نشان‌دهنده رشد و گسترش مناسب ریشه‌ها برای دریافت آب و مواد غذایی در محدوده تعیین شده براساس تیمارهای تراکم بود.

بررسی عامل تراکم با توجه به وضعیت اقلیمی منطقه و خصوصیات ظاهری گونه‌های مرزه نشان داد که تیمار تراکم زیاد برای برخی گونه‌ها با تاج‌پوشش کم و تیمار متوسط برای برخی دیگر با تاج‌پوشش زیاد، تناسب بیشتری داشته و موجب رشد و عملکرد متناسبی در این منطقه می‌گردد. در بین گونه‌های مرزه مورد بررسی، برای *S. bachtiarica* و *S. sahendica* با تاج‌پوشش محدود، امکان کشت در تراکم زیاد وجود دارد. زیرا هم حجم بوته‌ها به اندازه‌ای است که در این تراکم با فواصل  $25 \times 50$  سانتی‌متر شاخه و برگ‌ها در هم تداخل ندارند و هم عملکرد بهتری تولید می‌گردد. از سویی، گونه‌های *S. mutica* و *S. spicigera* با تاج‌پوشش نسبتاً وسیع در تراکم متوسط و فواصل  $50 \times 5$  سانتی‌متر ضمن عدم تداخل شاخه و برگ بوته‌ها با یکدیگر در بین و روی ردیف، می‌توانند در بلندمدت محصول مطلوبی را در شرایط نیمه استیپی سرد منطقه دماوند با بارندگی متوسط حدود ۳۵۰ میلی‌متر تولید کنند. عامل تراکم در حقیقت پاسخ محیط و شرایط اقلیمی برای تعیین تعداد بوته و تولید محصول اقتصادی در بلندمدت در هر شرایط خاصی محسوب می‌گردد. در شرایط این آزمایش، گونه‌های مرزه بعد از چهار سال با روند افزایشی رشد و تولید، مناسب‌ترین تراکم را برای هر یک نشان دادند.

عامل کود نیز با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مورد آزمایش، اثرهای متفاوتی در گونه‌های مختلف بوجود آورد. از آنجایی که گیاهان دارویی خاستگاه طبیعی داشته و نیازهای اکولوژیک متناسب با شرایط محل رویش خود را دارند، در شرایط بارندگی کم و متوسط (حدود ۳۰۰ تا ۳۵۰

میلی‌متر) توان تغذیه و مصرف کود محدودی پیدا می‌کنند. در شرایط بارندگی متوسط این آزمایش، رشد محدود در برخی صفات کمی نسبت به شاهد بدون کود حکایت از عدم تجزیه کامل کود حیوانی و گاه غنی‌شده در طی چند سال این آزمایش داشت. این موضوع مهم نشان از توان محدود مصرف کود حیوانی و گاه غنی شده گونه‌های مرزه در این شرایط اقلیمی دارد. البته ممکن است در بلندمدت در اثر تجزیه بطنی کودهای آلی، به تدریج تغذیه گیاهی انجام شود و کمبود و نیاز غذایی گونه‌ها در اثر برداشت محصول و خارج شدن تدریجی مواد غذایی از خاک تأمین و برطرف گردد. بدیهی است هر چه شرایط اقلیمی به‌ویژه نزولات آسمانی بیشتر باشد، روند تجزیه و رهاسازی مواد معدنی تسریع می‌گردد. بنابراین در شرایط اقلیمی مشابه و با بارندگی متوسط باید به حداقل مصرف کودهای آلی بسنده کرد.

چهار گونه مرزه در شرایط دیم این آزمایش رشد و تولید متفاوت از یکدیگر داشتند. تفاوت در مورفولوژی، عملکرد ماده خشک و اسانس و ترکیب‌های آن در میان گونه‌ها معنی‌دار بود. گونه شاخص در صفات کمی و کیفی در شرایط دیم این منطقه، *S. mutica* بود.

در طی سال‌های آزمایش روند رشد و افزایش صفات کمی و کیفی گونه‌های مختلف تحت تیمارهای تراکم و کود مشهود بود. در سال سوم آزمایش صفات کمی و عملکردهای ماده خشک و اسانس به‌مراتب بیشتر بود. روند افزایشی اغلب صفات در سال‌های آزمایش حکایت از استمرار رشد در شرایط دیم و سازگاری با شرایط نیمه‌خشک در بلندمدت دارد. از سویی، درصد اسانس بیشتر در سال دوم آزمایش با بارندگی حدود ۳۵۰ میلی‌متر حاصل گردید. این میزان بارش نسبت به سال‌های دیگر با ۴۲۵ و ۴۷۲ میلی‌متر، کمتر بود. بدین ترتیب بنظر می‌رسد بارندگی بیشتر در افزایش درصد اسانس مرزه مؤثر نباشد.

عملکرد ماده خشک گونه‌های مرزه در شرایط دیم یکی از مهمترین شاخص‌های ارزیابی امکان دیم‌کاری گیاهان دارویی است. بنابر اندازه‌گیری‌ها و مشاهدات انجام شده طی

محصول خاص و با مزایای مطلوب درجه بندی شده و صاحب شناسه و نشان ویژه باشند.

گونه‌های مرزه در بین تیمارهای کودی شاهد بدون کود، بیشترین درصد اسانس را با  $1/73$  درصد و با تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارهای کودی تولید کردند. این بدان معنی است که عدم مصرف کود یا تأمین نیاز محدود کود برای افزایش کیفیت از محسنات تولید گیاه دارویی مرزه در شرایط دیم محسوب می‌گردد. تراکم‌های کم نیز بیشترین میانگین درصد اسانس را با  $1/7$  درصد تولید نمود که نشان‌دهنده نیاز نوری و فضای بیشتر هر بوته برای افزایش کیفیت است. درصد اسانس گونه‌های مرزه در سال دوم آزمایش بیشتر از سال‌های دیگر بود. یکی از دلایل افزایش درصد اسانس در این سال احتمالاً بارندگی متوسط  $348$  میلی‌متر در کل سال است. نکته مهم در سال دوم آزمایش، بارندگی‌های مطلوب در ماه‌های بهار با  $40$ ،  $122$  و  $46$  میلی‌متر و جمعاً  $209$  میلی‌متر، به ترتیب در فروردین، اردیبهشت و به‌ویژه خرداد می‌باشد که بنظر می‌رسد در افزایش کیفیت محصول مرزه تأثیر داشته است. مجموع مقادیر بارندگی در سال‌های اول و سوم بیشتر از سال دوم (به ترتیب  $424$  و  $472$  میلی‌متر) بود. اما میزان بارندگی در بهار که برای شرایط دیم بسیار با اهمیت است، در این دو سال به ترتیب با  $144$  و  $165$  میلی‌متر و کمتر از سال دوم (با  $208$  میلی‌متر) ثبت گردید. بدین ترتیب با وجود استعداد دیم‌کاری در مناطقی با مجموع بارندگی سالانه نسبتاً بالا، مناطق و دیمزارهای با بارندگی متوسط ولی پراکنش مناسب در طول سال و به‌ویژه در بهار که فصل رشد اصلی گیاه است، می‌تواند مناسب دیم‌کاری بسیاری از گیاهان، از جمله گیاهان دارویی تلقی گردد.

در میان گونه‌های مرزه مورد بررسی، میانگین درصد اسانس *S. mutica* با  $2/14$  درصد با تفاوت معنی‌دار با سایر گونه‌ها بیشترین کیفیت را در شرایط دیم محل آزمایش به ثبت رساند. البته *S. mutica* در شرایط مصرف کود حیوانی و در تراکم زیاد در سال دوم آزمایش بالاترین درصد اسانس را با  $2/86$  درصد در شرایط دیم این آزمایش

سال‌های آزمایش، تفاوت مقادیر این صفت بسیار چشمگیر و روند افزایش آن بیش از پنج برابر بود. میانگین مقادیر عملکرد ماده خشک گونه‌های مرزه در سال‌های اول تا سوم آزمایش با تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به ترتیب برابر  $122$ ،  $392$  و  $667$  کیلوگرم در هکتار بود. این روند افزایشی حکایت از ظرفیت مطلوب استقرار و رشد هر چهار گونه مرزه در شرایط دیم دارد. در بین گونه‌های مورد بررسی میانگین عملکرد ماده خشک در سال‌ها، عوامل کود و تراکم با  $778$  کیلوگرم در هکتار به *S. mutica* تعلق داشت. بیشترین عملکرد ماده خشک مرزه در شرایط دیم در سال سوم با  $1821$  کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد و تراکم زیاد به *S. mutica* تعلق گرفت. این در حالی است که درصد ماده خشک به‌تر در بین گونه‌های مرزه در شرایط دیم از حدود  $50$  درصد تا دوسوم بود. در شرایط زراعت آبی، مقادیر درصد ماده خشک به‌تر، به حدود یک‌چهارم تا یک‌پنجم محدود می‌گردد. بدین ترتیب عملکرد ماده خشک در شرایط دیم بسیار به عملکرد تر نزدیک و بهره‌وری بارش که حاصل عملکرد ماده خشک به ازای هر میلی‌متر باران است در این شرایط مقرون به صرفه است. با وجود پایین بودن نسبی عملکرد محصولات دیم نسبت به شرایط متعارف آبی، بالا بودن درصد ماده خشک نسبت به تر نشان‌دهنده بازده بالای محصول خالص و قابل ارائه گونه‌های مرزه در شرایط دیم است. از سویی، محصولات گیاهان دارویی دیم به دلیل کودپذیری محدود و عدم استفاده از سموم آفت و علف‌کش، همواره به‌عنوان محصول طبیعی، سالم، مورد پسند و مناسب داروسازی و یا مصرف مستقیم انسان مطرح است. این محصولات که گواهی استانداردهای خلوص و سلامت را براحتی می‌توانند دریافت نمایند، در تجارت خارجی نیز متقاضیان ویژه محصولات سالم یا ارگانیک خود را پیدا می‌کنند. محصولات گیاهان دارویی دیم به دلیل تولید در مزارع و مواظبت از آلودگی‌های ناشی از ورود و تماس حیوانات وحشی، سالم‌تر از محصولات طبیعی گیاهان دارویی در مراتع و جنگل‌ها نیز خواهند بود. بنابراین محصولات دیم گیاهان دارویی می‌توانند به‌عنوان یک

به ترتیب با ۹/۵۸ و ۱۰/۵۴ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. افزایش عملکرد اسانس در شرایط بدون مصرف کود موضوع بسیار مهمی است که روشنگر تولید بدون نیاز به کود گونه‌های مختلف گیاه دارویی مرزه در شرایط دیم است که ضمن کاهش هزینه‌های تولید موجب افزایش سلامت و کیفیت گیاه مرزه گردیده است. در میان گونه‌های مرزه در شرایط این آزمایش، بیشترین میانگین عملکرد اسانس با ۱۶/۶۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به گونه *S. mutica* بود. این در حالی است که بیشترین مقدار عملکرد اسانس بدست آمده در این آزمایش در تیمارهای شاهد بدون کود، تراکم زیاد و سال سوم اجرای طرح با ۴۴/۷ کیلوگرم در هکتار نیز به گونه با ارزش و برگزیده *S. mutica* تعلق داشت.

بدست آورد. در شرایط این آزمایش *S. bachtiarica* با میانگین ۱/۱۳ درصد کمترین میزان اسانس را تولید نمود. کاهش نسبی میزان اسانس در این گونه مرزه احتمالاً به دلیل شرایط نیمه استیپی سرد منطقه مورد آزمایش است که با منطقه نسبتاً گرم رویشگاه اصلی این گونه متفاوت بوده است.

روند افزایش عملکرد اسانس در سال‌های این آزمایش که حاصل ضرب عملکرد ماده خشک در بازده اسانس است، حکایت از استقرار، رشد و سازگاری گونه‌های مرزه مورد آزمایش در شرایط دیم منطقه دماوند دارد. میانگین بیشترین عملکرد اسانس گونه‌های مرزه ۱۱/۲۸ کیلوگرم در هکتار بود که به مراتب از سال اول آزمایش بیشتر بود. مقادیر بالای این صفت با ارزش در تیمارهای کود و تراکم به تیمارهای شاهد و تراکم زیاد با تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها

## References

- Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundrama, R. and Panneerselvam, R., 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. *Colloids and Surfaces Biointerfaces*, 60(1): 7-11. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2007.05.012>
- Ahmadian, A., Ghanbari, A. and Golvi, M., 2009. The interaction effect of water stress and animal manure on yield components, essential oil and chemical composition of *Cuminum cyminum*. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 40(1): 173-180. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20084811.1388.40.1.17.9>
- Ahmadian, A., Ghanbari, A., Siahsar, B., Heidari, M., Ramroudi, M. and Moosavi-Nik, S.M., 2010. Residual effect of chemical and animal fertilizers and compost on yield, yield components, physiological characteristics and essential oil content of *Matricaria chamomilla* L. under drought stress conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(4): 668-676. <https://doi.org/10.22067/gsc.v8i4.7959>
- Ahmadian, A., Ghanbari, A. and Siah Sar, B., 2011. Study of the yield and its components of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic and inorganic fertilizers using and their residue. *Journal of Agroecology*, 3(3): 383-395. <https://doi.org/10.22067/jag.v3i3.13568>
- Barzegar, A.R., Yousefi, A. and Daryashenas, A., 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant and Soil*, 247: 295-301. <https://doi.org/10.1023/A%3A1021561628045>
- Bashirifar, N., Aliasgharzad, N. and Zehtab Salmasi, S., 2016. Elemental composition, essential oil and thymol content of savory (*Satureja hortensis* L.) inoculated with *azospirillum irakense* and *pseudomonas putida* at different nitrogen levels. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 26(2): 133-151. [https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir/article\\_4922.html?lang=en](https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir/article_4922.html?lang=en)
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Marè, C., Tondelli, A. and Stanca, A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*, 105: 1-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2007.07.004>
- Dadrasan, M., Chaichi, M.R., Pourbabaee, A.A., Yazdani, D. and Keshavarz-Afshar, R. 2015. Deficit irrigation and biological fertilizer influence on yield and trigonelline production of fenugreek. *Industrial Crops and Products*. 77: 156-162. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.08.040>
- Ghaffari, A. 2008. Dry farming principles rather than working in pace with the traditional. *Monthly*

- Message Agriculture, 75: 29.  
<https://payamema.ir/payam/123001>
- Heydari sharifAbad, H., 2019. Total factor productivity (land and soil, seeds, nutrients, energy and human labor). Andishmandan Pars press, Tehran, 246p.  
<https://www.ketabema.com/book/ed1772e7-808b-4d4c-b225-ac6ec3dcf205>
  - Jamzad, Z., 2010. *Thymus* and *Satureja* species of Iran. Research Institute of Forests & Rangelands, Tehran, 171p. (In persian).  
<https://lib.ui.ac.ir/dl/search/default.aspx?Term=62853&Field=0&DTC=1>
  - Kamalizad, A., 1988. Basics of gas chromatography. Nashr daneshgahi press, Tehran.  
<https://lib.pnu.ac.ir/dl/search/default.aspx?Term=42013&Field=0&DTC=3>
  - Lebaschi, M.H., Sharifi Ashoorabadi, E., Makizadeh Tafti, M., Asadi-Sanam, S. and Karimzadeh Asl, Kh., 2018. Effects of plant density on quantitative and qualitative yield of three *Thymus* species in dry farming conditions of three provinces of Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 33(6): 897-914.  
<https://doi.org/10.22059/jci.2018.226925.1663>
  - Malakooti, M.J. and Homayee, M., 1994. Fertility of soils in dry regions. Tarbiat Modarres University press, 494p. <https://elmnnet.ir/doc/31412545-73212>
  - Markewich, H.A., Mbugua, D. and Cherney, D., 2010. Effects of storage methods on chemical composition of manure and manure decomposition in soil in small-scale Kenyan systems. Agriculture Ecosystems & Environment, 139(1-2): 134-141.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.07.010>
  - Mehdi Shahivand, Z., Saidi, M. and Tahmaasebi, Z., 2013. Effects of plant spacing and irrigation intervals on yield and essential oil percentage of (*Satureja bachtiarica* Bunge.). Eco-phytochemical Journal of Medicinal plants, 1(2): 25-38.  
<https://www.researchgate.net/publication/265161980>
  - Melero, S., Vanderlinden, K. and Madejon, E., 2008. Long-term effect on soil biochemical status of a Vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. European Journal of Soil Biology, 44(4): 437-442.  
<https://doi.org/10.1016/J.EJSOBI.2008.06.003>
  - Naseri, R., Fasihi, Kh., Hatami A. and Poursiahbidi, M.M., 2010. Effect of planting pattern on yield, yield components, oil and protein contents in winter safflower cv. Sina under rainfed conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 12(3) 227-238.  
<https://www.researchgate.net/profile/Rahim-Naseri/publication/287994157>
  - Nooshkam, A., Majnoun hoseini, N., Hadian, J., Jahansooz, M.R., Khavazi, K., Salehnia, A. and Hedayatpour, S., 2016. The effect of irrigation intervals on quantitative and qualitative yields of two savory species (*Satureja khuzestanica* and *S. rechingeri*). Plant Productions, 39(1): 11-20.  
<https://doi.org/10.22055/ppd.2016.12039>
  - Prakash, M., Jayakumar, M. and Karmegam, N., 2008. Physico-chemical characteristics and fungal flora in the casts of the earthworm, *Perionyx ceylanensis* Mich. Reared in *Polyalthia longifolia* Leaf Litter. Journal of Applied Sciences Research, 4(1): 53-57.  
<https://www.researchgate.net/publication/228667282>
  - Simon, J.E., Chadwick, A.F. and Craker, L.E., 1984. Herbs: An indexed bibliography: 1971-1980. The Scientific Literature on Selected Herbs and Aromatic and Medicinal Plant of the Temperate zone. Achon books, Hamden, CT, 770p.  
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1827423>
  - Singh, M., Singh, A., Singh, S., Tripathi, R.S., Singh, A.K. and Patra, D.D., 2010. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) as a green manure to improve the productivity of a menthol mint (*Mentha arvensis* L.) intercropping system. Industrial Crops and Products, 31(2): 289-293.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.11.004>
  - UNCCD, 2010. United nations decade for deserts and the fight against desertification. United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany. 4524p.  
<https://www.un.org/en/events/desertification/decade/>
  - Wang, Z.Y., Tang, Y.L. and Zhang, F.S., 1999. Effect of molybdenum growth and nitrate reductase activity of winter wheatseedlings as influenced by temperature and nitrogen treatments. Journal of Plant Nutrition, 22(2): 387-395.  
<https://doi.org/10.1080/01904169909365636>
  - Zargari, A., 1982. Medicinal Plants. Tehran University press, Tehran, 1001p.  
<https://www.adinehbook.com/product/9640360859>