

## بررسی اثر تراکم و کودهای آلی بر عملکرد و شاخص بهره‌وری بارش گیاه دارویی مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge) در شرایط دیم منطقه دماوند

### Effect of plant density and organic fertilizers on yield and precipitation efficiency index of Bakhtiari savory under dryland farming conditions of Damavand region

احمد میرجلیلی<sup>۱\*</sup>، محمد حسین لباسچی<sup>۲</sup>، محمد رضا اردکانی<sup>۳</sup>، حسین حیدری شریف آباد<sup>۴</sup>،  
مهدی میرزا<sup>۵</sup>

۱. دانش‌آموخته دکتری زراعت، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار، بخش گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۳. استاد، گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
۴. استاد، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۵. استاد، بخش گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۸ - شناسانه برنومد 10.22092/mpt.2021.356048.1085

#### چکیده

میرجلیلی، ا.، لباسچی، م.ح.، اردکانی، م.ر.، حیدری شریف آباد، ح.، میرزا، م.، بررسی اثر تراکم و کودهای آلی بر عملکرد و شاخص بهره‌وری بارش گیاه دارویی مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge) در شرایط دیم منطقه دماوند  
نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران، دوره ۴ - شماره ۱ - پیاپی ۶ - بهار و تابستان ۱۴۰۰ صفحه: ۱۷-۰۱

به منظور ارزیابی عملکرد و شاخص بهره‌وری بارش گیاه دارویی مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge) تحت تاثیر کاربرد کودهای آلی و تراکم‌های مختلف بوته در شرایط دیم، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات مرتع همند دماوند انجام شد. کود آلی به عنوان عامل اصلی در سه سطح شامل کود دامی (گاوی) پوسیده ۳۰ تن در هکتار، کاه گندم غنی شده ۱۰ تن در هکتار و شاهد (بدون کود) و عامل فرعی تراکم در سه سطح ۲۶۶۶۶، ۴۰۰۰۰ و ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. میزان بارندگی موثر در سال اول و دوم به ترتیب ۲۷۸ و ۳۹۰ میلی‌متر بود. نتایج نشان داد اثر متقابل سال و کود آلی و همچنین سال و تراکم بوته موجب افزایش معنی‌دار عملکرد ماده خشک و شاخص بهره‌وری بارش شد. بالاترین مقدار عملکرد ماده خشک گیاه با ۳۸۵ کیلوگرم در هکتار در سال دوم در تیمار کود دامی و بیشترین مقدار شاخص بهره‌وری بارش با ۰/۹۸۶ کیلوگرم بر میلی‌متر در هکتار در سال دوم در تیمار کود دامی بدست آمد. در این پژوهش، استفاده از کود دامی و تراکم زیاد (۸۰۰۰۰ بوته در هکتار) در سال دوم، موجب افزایش عملکرد ماده خشک و شاخص بهره‌وری بارش گیاه مرزه بختیاری شد. بطور کلی ظرفیت سازگاری و عملکرد مناسب مرزه بختیاری، شاخص بهره‌وری بارش بالای این گونه را نشان می‌دهد، که می‌توان از آن به عنوان گونه مناسب دیمکاری، خصوصاً جهت بهبود الگوی کشت در زراعت‌های دیم کم‌بازده استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: بارندگی موثر، کاه غنی شده، کود دامی

## مقدمه:

افزایش شاخص بهره‌وری بارش در کشاورزی دیم تنها مسیر موثر دستیابی به امنیت غذایی است. (Heidari Sharifabad, 2019) همچنین مطالعه شاخص بهره‌وری بارش در دیم‌کاری این امکان را فراهم می‌کند تا مزیت نسبی و نیز ارزش اقتصادی کاشت یک گونه بر اساس یک میلیمتر بارندگی نسبت به سایر گونه‌ها مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گیرد. در نواحی که بارندگی به اندازه کافی است، گیاهان سازگار با همان مقدار بارندگی به طور طبیعی وجود دارند و یا کشت میشوند (مناطق طبیعی). چنانچه خاک قادر باشد آب را در خود نگه دارد، بارندگی - های کم و نامنظم چندان تاثیری بر روی رشد و توسعه گیاه ندارد. متأسفانه به دلیل کم بودن مواد آلی خاک و یا فرسایش خاک، بسیاری از مناطق کشور قادر نیستند آب حاصل از بارش (برف، تگرگ و باران) را در خود حفظ کرده و در نتیجه حاصلخیزی خاک کاهش یافته است. در مناطق خشک، میزان بارش‌های سالانه بسیار متغیر است، برخی سال‌ها بارندگی دو برابر میانگین درازمدت و در برخی از سالها بارش نصف میانگین درازمدت می‌باشد. به دلیل تغییرات زیاد بارندگی، تولید در مناطق خشک با مشکلات زیادی مواجه است. (Heidari Sharifabad, 2019) با توجه به محدودیت منابع آبی در کشور، لازم است به کشت دیم به ویژه در مورد گیاهان دارویی مانند بومادران (*Achillea millefolium*) ، اسطوخودوس (*Lavandula officinalis*) ، مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) ، اسفرزه (*Plantago ovata*) ، زیره (*Carum carvi*) ، مرزه (*Satureja spp*)

گیاه مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica*) از خانواده Lamiaceae چندساله، معطر و از گیاهان دارویی ارزشمند و انحصاری ایران می‌باشد که از سرشاخه‌های گلدار آن در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود، مرزه بختیاری پراکنش نسبتاً گسترده‌ای در ایران دارد و در مناطق غربی، جنوب غربی و مرکزی ایران به خوبی رشد می‌کند. (Jamzad, 2009). در تجزیه اسانس برگ و سرشاخه - های گلدار این گیاه ترکیبات عمده شامل کارواکرول ۵۲/۵۲ درصد، پارا سیمن ۱۵/۱۲ درصد، گاماترپین ۱۳/۷۲ درصد، تیمول ۳/۰۵ درصد و بازده اسانس ۱/۱۶ درصد گزارش شده است. (Noormand Moaied, 2019). کشت دیم به شیوه‌ای از کشاورزی اطلاق می‌شود که صرفاً متکی بر بارندگی است. کشت و استقرار گیاهان دارویی چند ساله در دیمزار - های کم بازده و مراتع تخریب شده ضمن ایجاد پوشش گیاهی مناسب می‌تواند از فرسایش ناشی از شخم‌های مکرر سالانه جلوگیری کرده و تحولی در حفظ و اصلاح اکوسیستم‌های زراعی دیم کشور ایجاد کند (Lebaschi and Sharifi Ashoorabadi, 2016). عمده تولیدات در کشاورزی، وابسته به آب بارندگی می‌باشد، نفوذ آب ناشی از بارش به زمین و ذخیره آن در ناحیه ریشه گیاه بخش مهمی از شاخص بهره‌وری بارش بوده و ظرفیت کشاورزی دیم به اندازه‌های است که بتواند نیاز غذایی کشور را از طریق افزایش شاخص بهره‌وری بارش تامین کند. لذا افزایش محصول و متعاقب آن

کیلوگرم در هکتار در تیمار بدون کود به- دست آمد (Baghbani Arani, 2017). در بررسی تأثیر کودهای آلی بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی مرزه موتیکا (*Satureja mutica*) در شرایط دیم، مقادیر عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس در سال دوم و در تیمار کود دامی به دلیل سازگاری گیاه با شرایط محیطی و تجزیه کامل کود دامی و نیز در دسترس بودن عناصر غذایی به ترتیب ۲۵۶ و ۳۲۴ درصد افزایش داشت (Saki, 2019). افزایش عملکرد ماده خشک گیاه بابونه (*Matricaria recutita* L.) در تیمارهای کودهای دامی، به تأثیر مطلوب کودهای آلی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی (بیولوژیکی) خاک و نیز افزایش قابل ملاحظه ظرفیت نگهداری آب و پیامد آن بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش رشد و زیست توده شد. (Fallahi et al., 2009) همچنین در پژوهشی دیگر با استفاده از کودهای دامی از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و نیز افزایش فراهمی عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز و در نهایت بهبود عملکرد بیولوژیک گیاه ریحان (*Ocimum sanctum*) به میزان ۱۶ تن در هکتار گردید (Tahami Zarandi et al., 2010). همچنین کاربرد کود دامی تأثیر مثبتی بر عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی پنیرباد (*Withania Somnifera*) داشت و میتواند بطور موثری منبع بالقوه‌ای برای افزایش عملکرد و کیفیت کشاورزی این گیاه باشد. (Basak et al., 2020) در شرایط دیم تراکم بوته، یک تکنیک موثر در بهینه سازی عملکرد گیاه میباشد که به اقلیم و بارندگی منطقه بستگی دارد. در تراکم مطلوب،

و آویشن (*Thymus vulgais*) به ویژه گونه‌ها و جمعیت‌های متحمل به خشکی توجه بیشتری شود (Kheiri and Toori 2016).

مدیریت دیم کاری از جمله کاربرد کود به صورت محدود، تقویت شرایط بیولوژیک خاک و استفاده از ارقام مقاوم به خشکی در کاهش اثرات تنش آبی موثر است، استفاده از منابع مختلف کودی همانند کودهای آلی و بقایای گیاهی در شرایط تنش خشکی می- تواند منجر به ایجاد بهبود تغییراتی در عملکرد گیاهان در مواجهه با خشکی شود (Saki, 2019). با توجه به اهمیت و کاربرد گیاهان دارویی در صنایع مختلف دارویی، غذایی و بهداشتی، نکته مهم مدیریتی در تولید این گیاهان، افزایش عملکرد آنها بدون استفاده از نهاده‌های شیمیایی است. بهبود عملکرد گیاهان دارویی با کاربرد کودهای آلی امکان پذیر میباشد. مواد آلی به علت داشتن خصوصیتی مانند قدرت جذب و نگهداری بالای مواد مغذی و عناصر معدنی و آزاد سازی تدریجی آنها خصوصا نیتروژن و نیز ظرفیت بالای نگهداری آب، استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی متداول میباشد (Rezvani Moghaddam et al., 2015).

عناصر غذایی از جمله عوامل مهم به- زراعی هستند که توانستند بر رشد و نمو، عملکرد بیولوژیک و خصوصیات کیفی گیاه ادویه‌ای و دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L) تأثیر قابل توجهی گذارند، بیشترین عملکرد بیولوژیک این گیاه در تیمار کود آلی با ۲۲۵۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با ۷۹۵

نشان می‌دهد (Lebaschi et al., 2019). Heidari. و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند، تراکم بوته گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) عملکرد ماده خشک را تحت تأثیر قرار داد. در تحقیق Ochi Ardabili و همکاران (۲۰۱۶) که بر روی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) انجام شد، دریافتند با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، احتمالاً افزایش در تعرق را به همراه داشته، اما به دلیل افزایش ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در نهایت کارایی مصرف آب بیشتر شده است. به عبارت دیگر در جریان افزایش تراکم بوته، افزایش ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و دانه بسیار بیشتر از افزایش در تبخیر و تعرق از جامعه گیاهی بوده است. در تحقیق Samadi و همکاران (۲۰۱۲) اثر متقابل تراکم و کود مصرفی بر عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) نشان داد با کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی آن با کودهای آلی ضمن بهبود خصوصیات رشدی گیاه و افزایش عملکرد، در کاهش آلودگی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی نیز گام برداشت. همچنین در شرایط عدم وجود محدودیت رطوبتی به منظور کنترل علف‌های هرز در اوایل فصل رشد و افزایش کارایی آب مصرفی از طریق کاهش تبخیر از سطح خاک، تراکم ۱۳۰ بوته در مترمربع در شرایط آب و هوایی همدان مناسبترین تراکم بود. (Samadi et al., 2012). استقرار و رشد گیاهان دارویی چند ساله در دیم‌زارهای با بارندگی حدود ۳۰۰ میلیمتر در کشور موجب ایجاد پوشش گیاهی و جلوگیری از فرسایش در دیم‌زارهای شیبدار

گیاهان از عوامل محیطی مانند نور، رطوبت و مواد غذایی حداکثر استفاده را میکنند. موفقیت در زراعت دیم گیاهان دارویی به انتخاب تراکم مطلوب بوته به منظور استفاده بهینه گیاه از منابع خاک، مواد غذایی و نیز شناخت میزان و نحوه بارش سالیانه مرتبط میباشد. انتخاب تراکم مطلوب بوته در شرایط دیم با توجه به اقلیم و عوامل محدود کننده، نقش اساسی در حصول عملکرد مطلوب و تولید متابولیت‌های ثانویه دارد (Lebaschi et al., 2017). کاشت گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) با چهار تراکم ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ بوته در مترمربع نشان داد بیشترین عملکرد تر و خشک گیاه در تراکم ۲۰ بوته در هکتار بدست آمد (Zehtab-Salmasi et al., 2008). تراکم مطلوب بوته در واحد سطح در گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) به عوامل زیادی از جمله خصوصیات ظاهری، تاریخ کاشت و میزان رطوبت در دسترس گیاه در مراحل مختلف رشد بستگی دارد. (Ghobadi and Fatahi., 2016) در پژوهش (و، ۲۰۱۷). Lebaschi et al) تأثیر تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی سه گونه آویشن (*Thymus*) در شرایط دیم سه استان کشور نشان داد، افزایش عملکرد ماده خشک در تراکم بالا نشان دهنده ظرفیت بالای تولید و نیز توان سازگاری این گونه، در شرایط اقلیمی متفاوت میباشد. همچنین کاشت دیم گیاه دارویی آویشن کرک-آلود (*Thymus pubescens*) در تراکم ۸ بوته در متر مربع موجب افزایش تولید ماده خشک گردید، که این امر توانایی رشد این گونه با ارزش را در افزایش تراکم و نیز شرایط خشکی

شد. در این طرح عامل اصلی شامل تیمار کود دامی (گاوی) پوسیده (۳۰ تن در هکتار)، کاه گندم غنی شده (۱۰ تن در هکتار) و شاهد (بدون کاربرد کود) بود. جهت اعمال تیمار کود دامی ابتدا ۳۶ کیلوگرم کود گاوی پوسیده را برای هر کرت فرعی در نظر گرفته و به طور یکنواخت با خاک مخلوط شد. همچنین به منظور اجرای تیمار کاه گندم غنی شده، مقدار ۱۲ کیلوگرم کاه گندم خرد شده با میزان ۲۴۰ گرم سولفات آمونیوم محلول در ۲۰ لیتر آب، در سیلو غنی، و سپس برای هر کرت فرعی استفاده و با خاک مخلوط گردید.

عامل فرعی شامل تیمار تراکم در سه سطح (تراکم کم ۲۶۶۶۶، متوسط ۴۰۰۰۰، زیاد ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار) طراحی شد. فاصله بوته-ها بین ردیف کاشت ۵۰ سانتیمتر و روی ردیف کاشت، در تراکم‌های کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۷۵، ۵۰ و ۲۵ سانتیمتر بود. همچنین تعداد بوته در هر متر مربع، در تراکم‌های کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۲،۶، ۴ و ۸ بوته بود. نشاهای لازم به تعداد ۱۵۸۴ بوته در آذر ۹۶ با کاشت بذرها در سینی‌های کشت در محیط گلخانه تهیه شد و در پانزدهم اسفند ماه سال ۱۳۹۶ قبل از وقوع بارندگی به زمین اصلی منتقل و در کف فاروهای ایجاد شده کشت گردید. میزان بارندگی موثر از مهر ۹۶ تا مهر ۹۷ برابر ۲۷۸ میلیمتر و میزان بارندگی بهار ۹۷ به عنوان بارندگی موثر در دوره رویش گیاه ۱۶۷ میلیمتر و میزان بارندگی موثر مهر ۹۷ تا مهر ۹۸ برابر ۳۹۰ میلیمتر و میزان بارندگی بهار ۹۸ به عنوان بارندگی موثر در دوره رویشی مرزه بختیاری (۱۳۲ میلیمتر بود. Iran).

و در حال فرسایش می‌گردد. ارزش اقتصادی تولید آویشن دیم در مقایسه با غلات یکساله بمراتب بالاتر بوده که نشان دهنده بهره‌وری قابل قبول گیاهان دارویی است (Lebaschi et al., 2013). این تحقیق با هدف بررسی اثر تراکم بوته و کاربرد کودهای آلی بر میزان عملکرد ماده خشک و شاخص بهره‌وری بارش گیاه مرزه بختیاری به منظور شناسایی پتانسیل تولید اقتصادی این گیاه در شرایط دیم دماوند انجام شد.

### مواد و روش‌ها

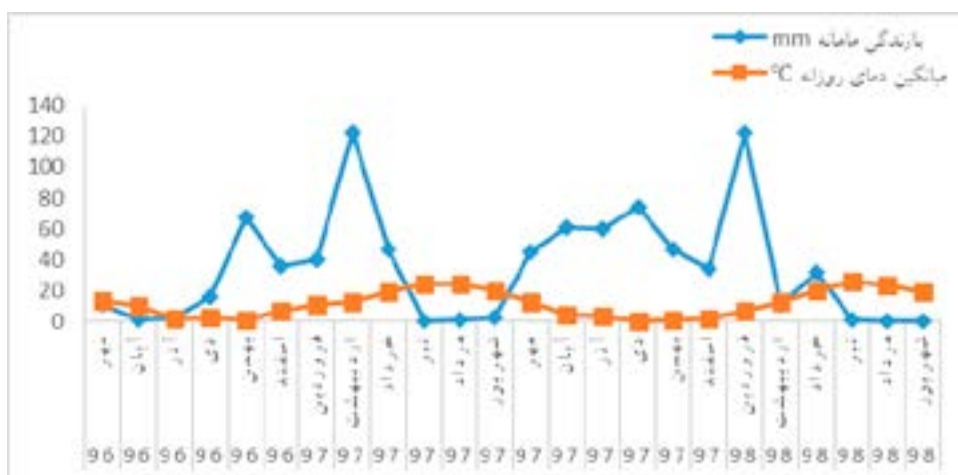
این آزمایش در ایستگاه تحقیقات مرتع همند دماوند در طی دو سال زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ با موقعیت طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵ دقیقه و ۳۵ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه و ۹۰ ثانیه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۹۶۰ متر با توپوگرافی دشت بدون عارضه و شیب ۰.۴٪ و اقلیم نیمه استپی سرد به روش دیم، که بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. گونه مورد بررسی در این تحقیق، مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge). گیاهی چند ساله با صفر فیزیولوژیک ۳،۸+ درجه سانتیگراد (Ketabi et al., 2016) و از اکسشن (توده) شماره ۱۹ با منشاء شیرکوه یزد بود. جهت آماده سازی زمین، در اوایل مهر ۹۶ بستر کاشت به عمق ۲۵ سانتیمتر با گاوآهن قلمی شخم گردید. در اوایل آبان ماه ضمن اعمال تیمارها، عملیات دیسک و تسطیح زمین اقدام و در اوایل اسفند ماه قبل از انتقال نشاء به زمین اصلی عملیات ایجاد فارو با دستگاه فاروئر انجام

در خارج از فصل رشد گیاه طی سال‌های زراعی ۹۶ و ۹۷ به ترتیب ۶۹ و ۱۲۳ میلیمتر بود که به دلیل عدم استفاده گیاه از رطوبت در خاک حفظ و ذخیره گردید (جدول ۱). همچنین

Meteorological Organization (IRIMO) (Website, 2017-9) مجموع میزان بارندگی - های موثر در دمای کمتر از صفر فیزیولوژیک (Ketabi et al., 2016) (۳,۸+درجه سانتیگراد)

جدول ۱- خلاصه آمار هواشناسی کشاورزی سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ ایستگاه تحقیقات مرتع همد - دماوند

سال زراعی	ماه	بارندگی کل میلی متر	بارندگی موثر می میلی متر	حد اقل دمای مطلق °C	حد اکثر دمای مطلق °C	متوسط تعداد روز زیر صفر	رطوبت نسبی %	متوسط دمای حد اقل °C	متوسط دمای حد اکثر °C
۱۳۹۶	مهر	۱۱	۸۸	۰	۲۷	۱۳.۸	۳۹.۴	۷.۰	۲۰.۴
	آبان	۱.۵	۱.۲	-۲.۵	۲۲.۵	۱۰.۷	۴۱.۳	۴.۴	۱۶.۹
	آذر	۳	۲.۴	-۸	۱۲.۵	۱.۸	۴۹.۱	-۴.۴	۸.۲
	دی	۱۶.۵	۱۳.۲	-۸.۵	۱۵	۲.۶	۴۶.۲	-۲.۸	۸.۱
	بهمن	۶۷.۵	۵۴	-۱۵.۵	۱۲.۵	۱.۱	۵۰.۶	-۳.۹	۶.۲
	اسفند	۳۶	۲۸.۸	-۲.۵	۱۷.۵	۶.۷	۴۷.۴	۱.۷	۱۱.۷
۱۳۹۷	فروردین	۴۰.۵	۳۲.۴	-۴.۵	۲۴.۵	۱۰.۹	۴۳.۴	۵.۵	۱۶.۳
	اردیبهشت	۱۲۲	۹۷.۶	۳.۵	۲۳.۵	۱۲.۵	۵۲.۰	۷.۲	۱۷.۸
	خرداد	۴۶.۵	۳۷.۲	۹.۵	۳۱.۵	۱۹.۸	۴۰.۷	۱۲.۸	۲۶.۹
	تیر	۰	۰	۱۱.۵	۳۴.۵	۲۴.۶	۲۱.۵	۱۶.۹	۳۲.۴
	مرداد	۱	۰.۸	۱۱.۵	۳۵.۵	۲۴.۳	۲۶.۹	۱۶.۸	۳۱.۸
	شهریور	۲.۵	۲	۹	۳۱.۵	۲۰.۳	۳۱.۱	۱۲.۹	۲۷.۷
۱۳۹۷	مهر	۴۵	۳۶	۲.۵	۲۵.۶	۱۳	۴۶.۶	۷	۱۸.۶
	آبان	۶۰.۵	۴۸.۴	-۴	۱۶.۵	۴.۲	۵۶.۸	۰.۱	۸.۴
	آذر	۶۰	۴۸	-۳.۵	۱۴	۳.۹	۵۷.۲	-۰.۲	۸.۲
	دی	۷۴	۵۹.۲	-۱۱	۱۱	۰.۱	۵۸.۳	-۴.۳	۴.۶
	بهمن	۴۶.۵	۳۷.۲	-۱۱	۱۲	۱.۲	۵۰.۳	-۳.۵	۶.۱
	اسفند	۳۴	۲۷.۲	-۱۰	۱۵	۲.۱	۴۵.۵	-۳.۲	۷.۵
۱۳۹۸	فروردین	۱۲۲	۹۷.۶	-۳.۵	۲۰	۶.۹	۴۹.۷	۲.۴	۱۱.۴
	اردیبهشت	۱۱.۵	۹.۲	-۵	۲۶	۱۲.۶	۳۸.۳	۶.۴	۱۸.۷
	خرداد	۳۲	۲۵.۶	۷.۵	۳۲.۵	۱۹.۹	۳۲.۸	۱۲.۵	۲۷.۳
	تیر	۱.۵	۱.۲	۱۴.۵	۳۵.۵	۲۵.۹	۲۱.۵	۱۹.۰	۳۲.۷
	مرداد	۰	۰	۱۳	۳۵	۲۳.۷	۲۲.۶	۱۶.۰	۳۱.۴
	شهریور	۰.۵	۰.۴	۹	۳۱	۱۹.۸	۳۴.۵	۱۲.۴	۲۷.۲



شکل. نمودار آمبروترمیک (دما و بارش) در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

میزان عملکرد ماده خشک در هکتار محاسبه گردید (Abdollahpour et al., 2020).

### بارندگی موثر

برآورد بارندگی موثر ماهانه به روش درصدی انجام شد. در این روش که توسط FAO ارائه شده است مقدار بارش موثر برابر ۸۰ درصد از مقدار بارندگی ماهانه در نظر گرفته میشود و از طریق رابطه (۱) محاسبه شد (Salarian et al., 2016).

$$(1) \quad \text{بارندگی موثر هر ماه (میلی متر)} = 80\% \times \text{بارندگی هر ماه (میلی متر)}$$

### شاخص بهره‌وری بارش

شاخص بهره‌وری بارش بر اساس میزان عملکرد ماده خشک تولیدی به ازای یک میلی-متر بارندگی موثر سالیانه محاسبه گردید. پس از برآورد مجموع میزان بارندگی موثر سالیانه و همچنین میزان عملکرد محصول هر سال در تیمارهای مختلف، شاخص بهره‌وری بارش هر سال در تیمارهای مختلف با واحد کیلوگرم بر میلیمتر در هکتار از طریق رابطه (۲) محاسبه گردید (French and Schultz., 1984).

$$(2) \quad \text{شاخص بهره‌وری بارش (کیلوگرم بر میلی متر در هکتار)} = \frac{\text{عملکرد (کیلوگرم در هکتار)}}{\text{بارندگی موثر سالیانه (میلی متر)}} \times 100$$

جدول ۲- نتایج آزمایش نمونه خاک - ایستگاه تحقیقات مرتع همد

ردیف	عمق cm	pH	عصاره اشباع dS/m	نیترژن %	کربن آلی %	آهک %	فسفر mg/kg	پتاسیم mg/kg	کلسیم mg/kg	رس %	لای %	ماسه %	بافت خاک
۱	۰-۲۰	۸/۳	۰/۸	۰/۹۷	۱/۱	۶/۵	۲۱	۲۷۰	۳/۱	۳۳	۴۶	۲۱	رسی سیلتی
۲	۲۰-۴۰	۸/۴	۰/۴	۰/۹۸	۱/۱	۸/۲	۱۹	۲۵۵	۳/۲	۳۷	۴۲	۲۱	رسی سیلتی

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی کود دامی (گاوی) مصرف شده

نوع کود	هدایت الکتریکی dS/m	pH	فسفر کل mg/kg	پتاسیم کل mg/kg	نیترژن کل %	کلسیم %	خاکستر %	ماده خشک %	گوگرد %	ماده آلی %
دامی (گاوی)	۱۶/۴	۸/۲	۱۲۹۹/۵	۲۵۸۳/۹۷	۲/۱	۱/۲	۱۴	۹۲	۱/۷۸	۳۹

میزان بارندگی موثر در طول فصل رشد گیاه، در دمای بالای صفر فیزیولوژیک طی سال‌های زراعی ۹۶ و ۹۷ به ترتیب ۲۰۹ و ۲۶۷ میلی متر بود که گیاه از این رطوبت در طول دوره رشد و نمو خود از آن استفاده نمود (جدول ۱) (شکل ۱) (Iran Meteorological Organization). (1) (IRIMO)Website, 2017-9

طبق روش‌های استاندارد برداشت نمونه خاک از اعماق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتیمتر به وسیله اوگر دستی از کلیه کرت‌های آزمایشی انجام شد، سپس نمونه واحد، در آزمایشگاه خاک موسسه جنگلها و مراتع کشور خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد. جدول ۲ نتایج آزمایش نمونه خاک و جدول ۳ نتایج آنالیز کود دامی مصرف شده را نشان میدهند.

### عملکرد ماده خشک

برای اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک، نمونه برداری از ۱۰ بوته در زمان گلدهی کامل بوته‌ها (اواسط شهریور تا اوایل مهر ماه هر سال) به صورت تصادفی انجام و پس از توزین با ترازوی دیجیتال، نمونه‌ها در سایه خشک شده و جهت اندازه‌گیری ماده خشک مجدداً توزین شدند، سپس با توجه به تعداد بوته در هر تراکم

## محاسبات آماری

پس از اندازه گیری و محاسبات صفات ذکر شده، داده‌ها در نرم‌افزار Excel ثبت شد و پس از انجام آزمون نرمال بودن داده‌ها و اطمینان از نرمال بودن آنها، تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین صفات به روش آزمون دانکن با استفاده از نرم افزار SPSS (Version 24) و نیز ترسیم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد (جدول ۴) که اثر سال، کود و تراکم بر شاخص بهره‌وری بارش و عملکرد ماده خشک در سطح یک درصد معنی دار شد. اثر متقابل سال و کود و همچنین سال و تراکم بر عملکرد ماده خشک و شاخص بهره‌وری بارش در سطح یک درصد معنی دار شد.

### اثر متقابل سال و کود آلی بر عملکرد ماده خشک گیاه مرزه بختیاری

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر متقابل سال و کود بر عملکرد ماده خشک

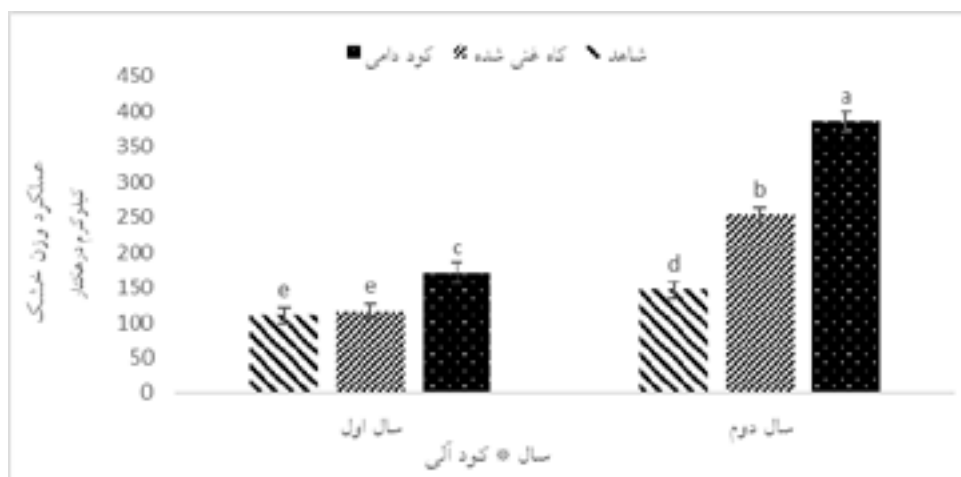
گیاه در سطح یک درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که عملکرد ماده خشک در تمامی تیمارهای کودی در سال دوم بیشتر از سال اول زراعی بود. بیشترین میزان عملکرد ماده خشک گیاه با ۳۸۵ کیلوگرم در هکتار در سال دوم و تیمار کود دامی مشاهده شد. همچنین در سال دوم زراعی بین تیمار کاه غنی شده و شاهد اختلاف معنی داری وجود داشت (شکل ۲). بر اساس داده‌های هواشناسی (جدول ۱) مقادیر بارندگی موثر در سه ماهه بهار سال اول با توزیع مناسب انجام شد اما به لحاظ سن کم بوته‌ها در سال اول عملکرد ماده خشک گیاه نسبت به سال دوم کمتر بود. در سال دوم با افزایش سن و استقرار کامل گیاه و همچنین افزایش مجموع بارندگی موثر در سال دوم به میزان ۴۰ درصد نسبت به سال اول که موجب افزایش ذخیره رطوبت خاک و نیز افزایش عملکرد ماده خشک در سال دوم نسبت به سال اول شد. همچنین به نظر می‌رسد افزایش سن و استقرار کامل گیاه در سال دوم و نیز افزایش حجم

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس مرکز عملکرد ماده خشک و شاخص بهره‌وری بارش گیاه دارویی مرزه بختیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد وزن خشک	شاخص بهره‌وری بارش
سال	۱	۲۲۶۰۰۸/۷۴۸**	۰/۵۱۴**
خطا (سال)	۴	۴۸۸/۲۵۷	۰/۰۰۳
کود	۲	۱۰۲۳۶۴/۵۰۲**	۰/۷۹۳**
سال × کود	۲	۳۵۸۸۰/۱۹۳**	۰/۱۷۹**
خطا (سال × کود)	۸	۲۲۲/۸۲۳	۰/۰۰۲
تراکم	۲	۹۴۸۸/۲۳۹**	۰/۰۷۳**
سال × تراکم	۲	۳۴۲۴/۷۴۳**	۰/۰۱۷**
کود × تراکم	۴	۵۰۶/۷۶۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۴ <sup>NS</sup>
سال × کود × تراکم	۴	۴۳۳/۶۱۲ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۳ <sup>NS</sup>
خطا	۲۴	۲۵۰/۳۳۱	۰/۰۰۲
درصد ضریب تغییرات	-	۸/۰۳	۷/۸۱

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و NS غیر معنی دار





شکل ۲. اثر متقابل سال و کود بر عملکرد ماده خشک گیاه دارویی مرزه بختیاری

فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک و در نتیجه افزایش محصول تولید شده میشوند. تجزیه مواد آلی توسط ریز جانداران و تولید گاز کربنیک در جامعه گیاهی، فتوسنتز، رشد و عملکرد محصول را افزایش میدهد (Theodore and Jackson, 1999). در پژوهشی دیگر در گیاه مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica*) Jamzad علت افزایش عملکرد گیاه را فراهمی عناصر غذایی در این کودها به ویژه محتوی نیتروژن نسبت دادند (Hekmati et al., 2012).

#### اثر متقابل سال و تراکم بر عملکرد ماده

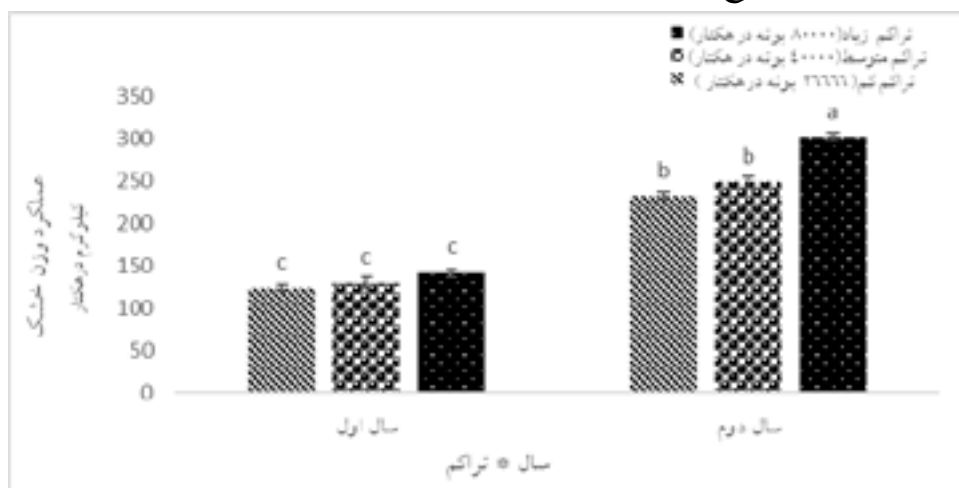
##### خشک گیاه مرزه بختیاری

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر متقابل سال و تراکم بر عملکرد ماده خشک گیاه در سطح یک درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش تراکم کاشت، عملکرد ماده خشک گیاه افزایش پیدا کرد که این مقدار در سال دوم زراعی بیشتر از سال اول بود. بیشترین میزان عملکرد ماده خشک با ۳۰۳ کیلوگرم در هکتار در سال دوم و تراکم زیاد (۸۰۰۰۰ بوته در هکتار) و کمترین میزان عملکرد ماده خشک با ۱۲۴ کیلوگرم

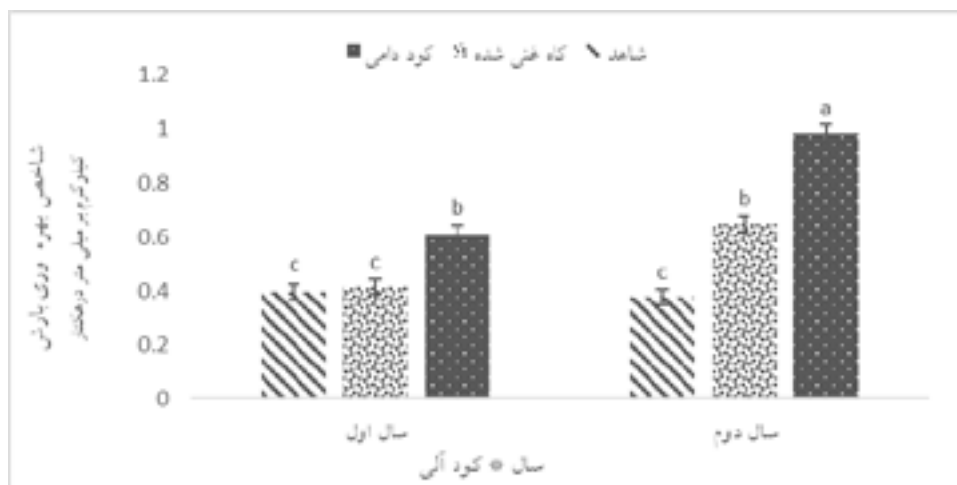
و توسعه ریشه گیاه به همراه کاربرد و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، میتواند ضمن افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک، باعث ایجاد شرایط مناسب برای رشد و افزایش عملکرد ماده خشک گیاه مرزه بختیاری شود (شکل ۲). افزایش عملکرد ماده خشک گیاه مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica*) Bunge در تیمار کود دامی و سال دوم میتواند ناشی از تجزیه کود دامی در سال دوم و قابل جذب شدن آن باشد (Mirjalili et al., 2020). در تحقیق Rezvani Moghaddam و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر کودهای آلی بر برخی صفات گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L) نشان دادند که فرآیند رشد گیاه به میزان زیادی وابسته به محتوای رطوبتی گیاه است. همچنین در تحقیقی دیگر با کاربرد کود دامی موجب بهبود ساختمان خاک و رشد بهتر ریشه‌ها و افزایش عملکرد گیاه دارویی مرزه موتیکا شد (Saki et al., 2019). در پژوهشی دیگر کاربرد کود آلی سبب افزایش بیوماس آویشن دناهی (*Thymus daenensis* Celak) شد (Emami Bistgani et al., 2018). کودهای دامی باعث اصلاح خواص

سالانه، کاهش ذخیره رطوبت خاک در تابستان و افزایش تنش خشکی، عملکرد ماده خشک نسبت به سال دوم کمتر بود (جدول ۱) (شکل ۳). در سال دوم به دلیل استقرار کامل گیاه و افزایش سن و چند ساله بودن آن و نیز افزایش حجم تاج پوشش و توسعه ریشه در جذب آب و از طرفی افزایش بارندگی موثر سالانه و تقویت ذخیره رطوبت خاک ضمن کاهش تنش خشکی در سال دوم موجب افزایش عملکرد ماده خشک در تمامی تراکم های مورد بررسی نسبت به سال اول شد. در سال دوم عملکرد ماده خشک در تیمار تراکم زیاد نسبت به تیمارهای تراکم متوسط و کم افزایش معنی دار داشت که دلیل آن را میتواند افزایش بیومس در واحد سطح، کاهش تبخیر و حفظ رطوبت خاک و نیز کاهش رشد علف های هرز باشد (شکل ۳). در پژوهش Saki و همکاران (۲۰۱۹) بر روی مرزه موتیکا (*Satureja mutica*) در شرایط دیم بیشترین عملکرد ماده خشک در تیمار تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار بدست آمد. در تحقیق Martin and Deo (۲۰۰۱) بر روی گل همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) دریافتند با

در هکتار در سال اول و تراکم کم (۲۶۶۶۶ بوته در هکتار) مشاهده شد (شکل ۳). افزایش تراکم بوته در واحد سطح بر شاخص های رشد و اجزای عملکرد گیاه دارویی مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge) در شرایط دیم تاثیر داشت، بیشترین میزان ارتفاع گیاه در تراکم زیاد (۸۰۰۰۰ بوته در هکتار) و بیشترین میزان سطح تاج پوشش و تعداد شاخه در تراکم متوسط (۴۰۰۰۰ بوته در هکتار) بدست آمد (Mirjalili et al., 2020). در تراکم مطلوب (۸۰۰۰۰ بوته در هکتار)، ضمن افزایش شاخص های رشد، بهره وری از عوامل محیطی و فتوسنتز گیاه بهبود یافت که در نتیجه موجب افزایش عملکرد ماده خشک شد. با افزایش تراکم بوته در واحد سطح علیرغم کاهش وزن تک بوته، به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح و همچنین رقابت بهینه درون گونه ای بوته ها و استفاده مطلوب از فضاهای موجود مانند جذب نور و فتوسنتز بیشتر، عملکرد بالاتری تولید شد. همچنین در سال اول با توجه به پراکنش مطلوب بارندگی موثر در فصل بهار اما به دلیل کاهش مجموع بارندگی موثر



شکل ۳. اثر متقابل سال و تراکم بر عملکرد ماده خشک گیاه دارویی مرزه بختیاری



شکل ۴. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال و کود آلی بر شاخص بهره وری بارش گیاه دارویی مرزه بختیاری

خاک در سال دوم باشد (شکل ۴). در شرایط دیم، شاخص بهره‌وری بارش تابع شرایط اقلیم (بارندگی و دما) می‌باشد (Sedri et al., 2016). میزان بارندگی موثر در سال اول ۲۷۸ میلیمتر بود که نسبت به سال دوم به میزان ۲۸ درصد کمتر بود و علیرغم پراکنش مطلوب بارندگی موثر در اردیبهشت و خرداد سال اول به میزان ۹۷ و ۳۷ میلیمتر که نسبت به اردیبهشت و خرداد سال دوم که تنها ۹ و ۲۵ میلیمتر بود، شاخص بهره‌وری بارش در سال اول به دلیل سن کم و عملکرد کم بوته‌ها کاهش نشان داد (جدول ۱) (شکل ۴). همچنین میزان بارندگی موثر در سال دوم ۳۹۰ میلیمتر بود که نسبت به سال اول به میزان ۴۰ درصد افزایش نشان داد. نتایج نشان می‌دهد، افزایش بارندگی موثر در سال دوم سبب تامین و افزایش ذخیره رطوبت خاک، تجزیه کامل کود دامی، افزایش رشد ریشه، افزایش جذب آب و نیز افزایش فتوسنتز و عملکرد گیاه شد که در نهایت موجب افزایش شاخص بهره‌وری بارش در سال دوم گردید. از سوی دیگر به نظر می‌رسد که علت افزایش شاخص بهره‌وری بارش در سال دوم مربوط به افزایش سن و استقرار کامل

افزایش تعداد بوته در واحد سطح عملکرد دانه افزایش یافت. همچنین نیز با افزایش تراکم به دلیل استفاده بهتر از منابع، مقدار عملکرد ماده خشک ریحان (*Ocimum basilicum L.*) تحت تأثیر افزایش فتوسنتز، ارتقاء یافت (Bullock et al., 2000).

#### اثر متقابل سال و کود آلی بر شاخص بهره-

##### وری بارش گیاه مرزه بختیاری

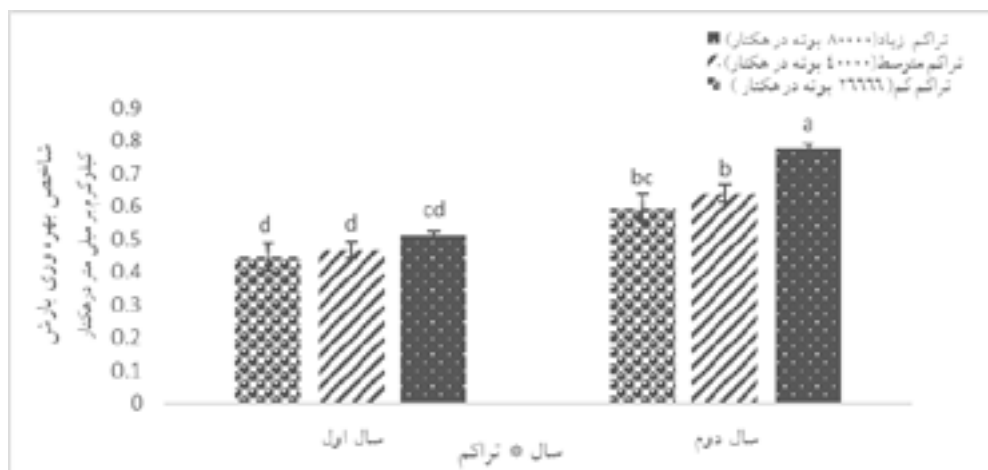
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر متقابل سال و کودهای مختلف بر شاخص بهره‌وری بارش در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال و کود بر شاخص بهره‌وری بارش نشان داد، مقدار شاخص بهره‌وری بارش در سال دوم در تیمارهای کود دامی و کاه غنی شده از سال اول بیشتر بود، به طوریکه بیشترین شاخص بهره‌وری بارش به میزان ۰/۹۸۶ کیلوگرم بر میلیمتر بارندگی موثر در هکتار در سال دوم و تیمار کود دامی و کمترین میزان آن ۰/۳۷۵ کیلوگرم بر میلیمتر بارندگی موثر در هکتار در سال دوم و تیمار شاهد بدست آمد که دلیل آن می‌تواند عدم کاربرد کود آلی و تحلیل رفتن عناصر غذایی

## اثر متقابل سال و تراکم بر شاخص بهره -

### وری بارش گیاه مرزه بختیاری

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر متقابل سال و تراکم بر شاخص بهره‌وری بارش گیاه در سطح یک درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش تراکم کاشت، شاخص بهره‌وری بارش گیاه افزایش پیدا کرد که این مقدار در سال دوم زراعی بیشتر از سال اول بود. بیشترین میزان شاخص بهره‌وری بارش با ۰/۷۷۵ کیلوگرم ماده خشک بر میلیتر بارندگی موثر در هکتار در سال دوم و تراکم زیاد و کمترین میزان شاخص بهره‌وری بارش با ۰/۴۴۶ کیلوگرم بر میلیتر بارندگی موثر در هکتار در سال اول و تراکم کم مشاهده شد (شکل ۵). نتایج نشان داد، در تیمار تراکم زیاد (۸۰۰۰۰ بوته در هکتار) در سال دوم به علت استقرار کامل گیاه، افزایش و گسترش شبکه ریشه‌ای و استفاده مناسب از منابع غذایی موجود در خاک و همچنین افزایش اندام‌های هوایی و فتوسنتز، ضمن افزایش ماده خشک گیاه شاخص بهره‌وری بارش را نسبت به سال

گیاه، توسعه و عمیق شدن رشد ریشه گیاه در جذب رطوبت و مواد مغذی، اثر مثبت مصرف کود دامی در خصوص بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین افزایش فعالیت ریز موجودات خاکزی باشد. در شرایط این پژوهش با مصرف کود دامی و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک در سال دوم، ضمن افزایش عملکرد گیاه، بیشترین شاخص بهره‌وری بارش حاصل شد و نسبت به تیمار کاه غنی شده و شاهد در سال دوم افزایش معنی دار نشان داد (شکل ۴). استفاده از کودهای آلی ضمن بهبود خصوصیات رشد گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) موجب افزایش عملکرد و شاخص بهره‌وری بارش شد. (Samadi et al., 2012) در تحقیق Sedri و همکاران (۲۰۱۶) گزارش نمودند که افزایش شاخص بهره‌وری بارش در گندم دیم، به دلیل تاثیر مثبت مصرف کود نیتروژن بر افزایش توسعه ریشه به حداکثر ۱۰/۳ کیلوگرم بر میلیتر بارندگی در هکتار رسید.



شکل ۵. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال و تراکم بر شاخص بهره‌وری بارش گیاه دارویی مرزه بختیاری

های کشور را تشکیل می‌دهد، مربوط می‌شود. محصولات گیاهان دارویی خام، ارزش ریالی بمراتب بیشتری نسبت به محصولات متداول در دیمکاری دارند. بطور مثال یک کیلوگرم مرزه یا آویشن خشک ارزشی برابر حداقل یکصد هزار تومان در مقابل پنج هزار تومان غلات دارد. علاوه بر این فرآوری همین مقدار از گیاهان دارویی تحت عناوین اسانس و عرقیات ارزش افزوده بسیار بیشتری عاید دیم‌کار خواهد نمود. گذشته از موضوع اقتصادی، مرزه‌های دایمی در طول فصل نیمه خشک و خشک بهار و تابستان مناطق دیم کشور، سبز بوده و با ریشه‌های نسبتاً گسترده و عمیق، ضمن ایجاد پوشش گیاهی زنده موجب حفاظت از خاک و جلوگیری از فرسایش بخصوص در اراضی شیب‌دار دیم و مراتع تخریب یافته می‌گردند، که این موضوع جایگاه ویژه‌ای در برنامه‌های کلان و راهبردی حاکمیتی و پایداری حفاظتی کشور خواهد داشت. در نهایت استقرار و سازگاری مرزه بختیاری در شرایط دیم و تاثیر تعیین کننده تیمار کود دامی و تراکم بالای بوته در هکتار، میتواند ضمن افزایش عملکرد و شاخص بهره‌وری بارش، جهت بهبود الگوی کشت در زراعت‌های دیم مناطق کم‌بازده و نیز ایجاد پوشش گیاهی و جلوگیری از فرسایش در اراضی شیب‌دار دیم مورد توجه کشاورزان، کارشناسان و برنامه‌ریزان کشور قرار گیرد.

اول ارتقا یافت. در سال اول به دلیل سن کم بوته‌ها و علیرغم بارندگی مطلوب در اردیبهشت و خرداد، اما به دلیل بارش سالانه کمتر و کاهش ذخیره رطوبت خاک، شاخص بهره‌وری بارش نسبت به سال دوم کمتر بود. همچنین شاخص بهره‌وری بارش در سال اول در تراکم‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نداشتند که دلیل آن میتواند کوچک بودن بوته‌ها و یکسان بودن تاثیر تراکم‌های مختلف بر شاخص بهره‌وری بارش در این سال باشد. در سال دوم تراکم زیاد نسبت به سایر تراکم‌ها شاخص بهره‌وری بارش بالاتری داشت که میتواند ناشی از تراکم پذیر بودن مرزه بختیاری در افزایش عملکرد ماده خشک و در نهایت شاخص بهره‌وری بارش باشد (جدول ۱) (شکل ۵). در تحقیق Ochi Ardabili و همکاران (۲۰۱۶) گزارش شد با افزایش تراکم در گیاه آویشن (*Thymus vulgaris*) به میزان ۱۲۰ بوته در مترمربع موجب افزایش شاخص بهره‌وری بارش گردید.

#### یافته‌های ترویجی

نتایج این تحقیق نشان داد، در شرایط دیم مصرف ۳۰ تن کود دامی در هکتار و همچنین تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار با بارندگی موثر سالیانه ۳۹۰ میلیمتر موجب افزایش شاخص بهره‌وری بارش و عملکرد ماده خشک گیاه دارویی مرزه بختیاری در سال دوم گردید. ارزیابی شاخص بهره‌وری بارش صرف نظر از استفاده بهینه گیاه از نزولات آسمانی محدود در شرایط دیم به ارزیابی و صرفه اقتصادی در مناطق نیمه خشک یا نیمه استپی با بارندگی بین ۳۰۰ تا ۳۵۰ میلیمتر در سال که اغلب دیمزار

### منابع مورد استفاده

- Abdollahpour, Kh., Kouchaki, AR, Nasiri Mahallati, M. and Khorram Del, S. 2020. Effect of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and Black Seed (*Nigella sativa* L.) Additive Intercropping on Yield and Yield Components. Iranian Journal of Crop Research, 18, (1):31-47.
- Baghbani Arani, A., Modarres-Sanavy, A.M., Mashhadi Akbar Boojar, M. and Mokhtassi Bidgoli, A. 2017. Effect of dehydration stress on the reaction of zeolite, vermicompost and nitrogen fertilizer on a number of physiological and biochemical traits of fenugreek. Journal of Plant Production Research, 24 (3): 87-71.
- Basak, B.B., Saha, A., Gajbhiye, N.A. and Manivel. P. 2020. Potential of organic nutrient sources for improving yield and bioactive principle of ashwagandha (*Withania somnifera*) through enhanced soil fertility and biological functions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 51(6): 779-793.
- Bullock, D.G. Nielson, R.I. and Nyquist, W.E. 2000. A growth analysis comparison of sweet basil growth in conventional and equidi plant spacing. Journal of Agronomy and Crop Science, 29: 256-258.
- Emami Bistgani, Z., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A., Pirbalouti, A.G., Hashemi, M., Maggi, F. and Morshedloo, M.R. 2018. Application of combined fertilizers improves biomass, essential oil yield, Emami aroma profile, and antioxidant properties of *Thymus daenensis* Celak. Industrial Crops and Products, 121: 434– 440.
- Fallahi J., Koocheki, A. and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Investigating the effects of organic fertilizer on quantity index and the amount essential oil and chamazulene in chamomile (*Matricaria recutita* L.), Agricultural Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 8: 157-168.
- French, R.J. and Schultz, J.E. 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean- type environment. I. The relation between yield, water use and climate. Australian Journal of Agricultural Research, 35:743-764.
- Ghobadi, M.E. and Fatahi, S. 2016. Effects of plant density and water stress on

- growth characteristics, yield and oil content of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 32 (5): 924- 935.
- Heidari, F., Zehtab-Salmasi, S., Javanshir, A., Aliari, H. and Dadpour, M.R. 2007. The Effect of Plant Density on Yield and Production of Essential Oil of Peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources, 45 (12): 501-510.
- Heidari Sharifabad, H. 2019. Total productivity of production factors (soil and soil, seeds, nutrients, energy and manpower). Pars Thinkers Publications, Tehran, 246 p.
- Hekmati, M., Hadian, J. and Tabaei Aghdaei, S.R. 2012. Evaluating the effect of planting density on yield and morphology of savory (*Satureja khuzistanica* Jamzad). Annals of Biological Research, 3: 4017-4022.
- Iran Meteorological Organization (IRIMO) Website (2017-9). Damavand station Agricultural meteorological report. <https://data.irimo.ir>.
- Jamzad, Z. 2009. Iranian Thyme and Savory Species. Publications of Forests and Rangelands Research Center. 2: 1-76.
- Ketabi, H. Z., Khazaei, H. R., Nezami, A. and Aghadaei, S.R.T. 2016. Estimation of the cardinal temperatures for germination of four *Satureja* species growing in Iran. Herba Polonica, 62(1).
- Kheiri, A. and Toori, A. 2016. The most important medicinal plants for cultivation under dry farming condition. First National International Conference on Medicinal Herbs. Traditional Medicine and Organic Agriculture, Hamedan, Iran, 11 August.
- Lebaschi, M. H., Sharifi Ashoorabadi, E., Mirza, M., Sefidkan, F., Naderi, M., Abbaszadeh, B., Golipour, M. and Al-Musawi Al-Safavi, S.M. 2013. Compatibility and performance of some species of thyme (*Thymus*) in different dryland farms of the country. National project. Publications of the Forests and Rangelands Research Institute. Vol 4.
- Lebaschi, M.H. and Sharifi Ashoorabadi, M. 2016. Cultivation and production of some thyme species in different dryland farms of the country. Journal of Iran

- Nature, 1, (1): 37-40.
- Lebaschi, M. H., Sharifi Ashoorabadi, E., Makizadeh Tafti, M., Asadi Sanam, S. and Karimzadeh Asl, K.h. 2017. Effect of plant density on quantitative and qualitative yield of three species of (*Thymus*) in dry farming conditions of three provinces. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 33 (6): 897-914.
- Lebaschi, M.H., Sharifi Ashourabadi, E., Makizadeh Tafti, M., Talebpour, A.H., Hasani, J., Karimzadeh Asl, Kh. and Asadi sanam, S. 2019. 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. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 35(3): 527-537.
- Martin, R.J. and Deo, B. 2001. Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 28: 37-44.
- Mirjalili, A., Labashchi, M. H., Ardakani, M.R., Heidari Sharifabad, H. and Mirza, M. 2020. Evaluation of morphological traits and yield of *Satureja bachtiarica* affected by density and organic fertilizers under dryland farming conditions, Iranian Journal of Field Crops Research, 18 (3): 357-371.
- Noormand Moaied, F. 2019. Evaluation of morphological traits, chemotaxonomy and phylogenetic in some species of savory (*Satureja* spp.) Native to Iran. Ph.D. Thesis. Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. 188 p.
- Ochi Ardabili, M., Nourafkan, H. and Farrokhi. J. 2016. Effect of density and fertilizer consumption on yield and consumption efficiency Thyme (*Thymus vulgaris* L.). 8th National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources.
- Rezvani Moghaddam, P., Ghafouri, A., Bakhshai, S. and Jafari, L. 2015. Effects of Organic and Organic Fertilizers on Quantitative and Essential Characteristics of (*Satureja hortensis* L). Journal of Agricultural Ecology, 5 (2): 105-112.
- Saki, A. 2019. The effect of organic fertilizers on quantitative and qualitative



- plant density and Drug Savory *satureja mutica* under dryland conditions of Damavand. PhD Thesis. Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, 210 pp.
- Saki, A., Mozafari, H., Karimzadeh Asl, K.h., Sani, B. and Mirza, M. 2019. Plant Yield, Antioxidant Capacity and Essential Oil Quality of *Satureja Mutica* Supplied with Cattle Manure and Wheat Straw in Different Plant Densities. Communications in Soil Science and Plant, 0010-3624.
- Salarian, M., Larijani, Sh. and Najafi, M. 2016. Investigation of the most appropriate method for estimating effective rainfall for rainfed wheat cultivation. The Second National Congress of Irrigation and Drainage of Iran. Isfahan University of Technology. September 2016. Volume 2.
- Samadi, M., Sepehri, A., Aboutalebian, M. A., Abdollahi, M. R., Samadi, Z. and Samadi, F. 2012. Effect of plant density and biofertilizers on water use efficiency and agronomic characteristics medicinal plant of *Plantago ovata*. National Congress of Organic and Conventional Agriculture.
- Sedri, M.H., Golchin, A., Fieziasl, V. and Adel Sioseh-Mardeh, A. 2016. Effect of nitrogen on water use efficiency of rain, nitrogen agronomic efficiency and soil moisture depletion under rainfed wheat. Iranian journal Dryland Agriculture, 5(1).
- Tahami, Z. S., Rezvani, M. P. and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Agroecology, 5 (4): 363-372.
- Theodore, C.H. and Jackson, R.B. 1999. Interactive effects of water stress and elevated CO<sub>2</sub> on growth, photosynthesis, and water use efficiency. Journal of Agronomy, 3-31.
- Zehtab Salmasi, S., Heidari, F. and Alyari, H. 2008. Effects of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperita* L.). Plant Sciences Research, 1(1): 24 -26.

## **Effect of plant density and organic fertilizers on yield and precipitation efficiency index of Bakhtiari savory under dryland farming conditions of Damavand region**

Ahmad Mirjalili<sup>1\*</sup>, Mohammad Hossein Lebaschi<sup>2</sup>, Mohammad Reza Ardakani<sup>3</sup>, Hossein Heidari Sharifabad<sup>4</sup>, Mehdi Mirza<sup>5</sup>

1. PhD Graduated of Agronomy, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. . (Corresponding author)
2. Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3. Professor, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
4. Professor, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
5. Professor, Research Institute of Forests and Rangelands Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: September 2021 Accepted: January 2022 - DOI: 10.22092/mpt.2021.356048.1085

### **Abstract**

**Mirjalili, A., Lebaschi, M.H., Ardakani, M.R., Heidari Sharifabad, H., Mirza, M.,** Effect of plant density and organic fertilizers on yield and precipitation efficiency index of Bakhtiari savory under dryland farming conditions of Damavand region

**Iranian Medicinal Plants Technology, Vol 4, No. 1, 2021-22 01-02: 1-17(in Persian)**

### **Abstrac**

The present study was carried out to evaluate yield and precipitation efficiency index of Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.) influenced by organic fertilizers and different plant densities under dry land farming conditions. The experiment was conducted as a split plot based on a randomized complete block design with three replications at Homand rangeland research station of Damavand, in 2018 and 2019. The main factor was organic fertilizer in three levels, including cattle manure (30 t. ha<sup>-1</sup>), enriched wheat straw (10 t. ha<sup>-1</sup>), and control. The sub plots included three levels of plant densities (26666, 40000, and 80000 plant ha<sup>-1</sup>). The amount of effective rainfall in the first and second years was 278 and 390 mm, respectively. The results showed that the interaction of year and organic fertilizer as well as year and plant density led to a significant increase in dry weight yield and precipitation efficiency index. The maximum dry weight yield was 385 kg. ha<sup>-1</sup> in the second year and cattle manure treatment. The highest precipitation efficiency index with 0.986 kg.mm<sup>-1</sup>. ha<sup>-1</sup> was observed in the second year and cattle manure  
**Email address of the corresponding author:** ahmad.mirjalili@hotmail.com

treatment. In this research dry matter yield and precipitation efficiency increased by using cattle manure and high plant density in the second year. In general, adaptive capacity and adequate yield of Bakhtiari savory showed the high precipitation efficiency index of this species, which can be used as a suitable species for dryland agriculture. These results can be remarkably beneficial to change the cultivation pattern in low-efficiency dryland farming.

**Keywords:** Effective precipitation, Enriched wheat straw, Cattle manure