

Cultivation and Domestication of *Thymbra spicata* L., a Medicinal Plant

Mohamad Mehrnia^{1✉} | Masoumeh Sourì ²

1. Corresponding Author, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran. E-mail: Mehrnia418@gmail.com
2. Institute of forest and rangelands, AREEO Tehran, Iran. E-mail: Massisouri6@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type Research Article	Objective: <i>Thymbra spicata</i> L. is a perennial evergreen shrub of the Lamiaceae family, naturally distributed in western Iran and widely recognized for its medicinal properties. Traditionally, it has been used to treat sore throat, oral ulcers, stomachache, headache, and toothache. Due to increasing demand and pressure on natural populations, this study aimed to evaluate the feasibility of its domestication and cultivation by investigating the effects of propagation methods and irrigation regimes on biomass production and essential oil yield. Methods: A factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications was conducted under field conditions. Treatments consisted of two irrigation regimes (rainfed and irrigation at 10-day intervals) and three propagation methods (seed, stem cuttings, and plant division). Fresh and dry biomass production, essential oil yield, and phenological characteristics were evaluated. Results: The highest fresh biomass (18,266.67 kg ha ⁻¹), dry biomass (6,026.67 kg ha ⁻¹), and essential oil yield (254.12 kg ha ⁻¹) were obtained from plants propagated by stem cuttings under irrigated conditions. These values were significantly higher than those of the other propagation methods. Conclusion: The results demonstrated that irrigation significantly improved plant height, lateral branching, and fresh and dry biomass production. Among the propagation methods, stem cuttings ensured faster establishment, greater aboveground growth, and superior biomass yield compared with plant division. Irrigation enhanced fresh biomass by about twofold in divided plants and 1.7-fold in stem-cutting-propagated plants. Overall, the combination of stem cutting propagation and regular irrigation proved to be the most efficient strategy for successful domestication, maximizing biomass production, and achieving economically sustainable cultivation of <i>Thymbra spicata</i> L. under cultivated conditions.
Article history Received: 2 March 2026 Revised: 19 March 2026 Accepted: 23 March 2026 Published: 4 April 2026	
Keywords Irrigation Domestication Propagation Methods Stem Cuttings <i>Thymbra spicata</i>	

Cite this article: Mehrnia, M., & Sourì, M. (2026). Cultivation and domestication of *Thymbra spicata* L., a medicinal plant. *Ethnobiology and Biodiversity Conservation*, 3(1), 36-50. <https://doi.org/10.22091/ethc.2026.15770.1080>



©The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22091/ethc.2026.15770.1080>

Publisher: University of Qom

کشت و اهلی سازی گیاه دارویی مرزه سنبله‌ای (*Thymbra spicata* L.)

محمد مهرنیا^۱ | معصومه سوری^۲

۱. نویسنده مسئول، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران. رایانامه:

Mehrnia418@gmail.com

۲. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: Massisourie6@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله پژوهشی	هدف: گیاه جاتنه یا مرزه سنبله‌ای (<i>Thymbra spicata</i> L.) از تیره نعنائیان، گیاهی بوته‌ای، چندساله و همیشه‌سبز است که در مناطق نیمه‌گرمسیری رشد می‌کند. این گیاه در ایران در استان‌های کرمانشاه، ایلام و لرستان پراکنش دارد و منشأ ورود آن به ایران، منطقه مهران گزارش شده است. در طب سنتی، دم‌کرده این گیاه برای تسکین گلودرد، درمان زخم‌های دهان، معده‌درد، سردرد و دندان‌درد کاربرد دارد. هدف از این پژوهش، بررسی امکان اهلی‌سازی و کشت مرزه سنبله‌ای و نیز ارزیابی تأثیر روش‌های تکثیر و شرایط آبیاری بر عملکرد وزن‌تر، وزن خشک و عملکرد اسانس این گیاه بود.
تاریخچه دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۱۱ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۲۸ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۰۳ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۱۵	مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی امکان کشت و ارزیابی تأثیر روش تکثیر و شرایط آبیاری بر عملکرد وزن‌تر، وزن خشک و مراحل فنولوژیک گیاه مرزه سنبله‌ای، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل دو سطح آبیاری (کشت دیم و آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار) و سه روش تکثیر (بذر، قلمه و انتقال بوته) بودند.
کلیدواژه‌ها آبیاری اهلی‌سازی روش‌های تکثیر قلمه مرزه سنبله‌ای	نتایج: نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد وزن خشک و وزن‌تر بوته، به‌ترتیب برابر با ۶۷/۶۰۲۶ و ۶۷/۱۸۲۶۶ کیلوگرم در هکتار، در تیمار تکثیر با قلمه تحت شرایط آبیاری به‌دست آمد. همچنین، بیشترین عملکرد اسانس (۱۲/۲۵۴ کیلوگرم در هکتار) نیز در همین تیمار مشاهده شد که نسبت به سایر روش‌های تکثیر اختلاف معنی‌داری داشت.
	نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که آبیاری موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد وزن‌تر و وزن خشک شد. همچنین، تکثیر از طریق قلمه در مقایسه با سایر روش‌های تکثیر، سبب استقرار سریع‌تر گیاه، افزایش تولید زیست‌توده بخش هوایی و در نتیجه بهبود عملکرد وزن‌تر و وزن خشک گردید. علاوه بر این، تغییر شیوه کشت از دیم به آبی، در روش تکثیر با انتقال بوته موجب افزایش حدود دو برابری وزن‌تر و در روش تکثیر با قلمه موجب افزایش حدود ۱/۷ برابری آن شد. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از روش تکثیر با قلمه همراه با آبیاری منظم، مناسب‌ترین راهکار برای اهلی‌سازی و تولید اقتصادی مرزه سنبله‌ای است.

استناد: مهرنیا، محمد؛ و سوری، معصومه (۱۴۰۵). کشت و اهلی‌سازی گیاه دارویی مرزه سنبله‌ای (*Thymbra spicata* L.). *زیست‌قوم‌شناسی و حفاظت تنوع زیستی*، ۳(۱)، ۵۰-۳۶. <https://doi.org/10.22091/ethc.2026.15770.1080>



مقدمه

مرزه سنبله‌ای (*Thymbra spicata* L.)، با نام انگلیسی Black Thyme و نام محلی «جاتنه»، بومی کشورهای حاشیه شرقی دریای مدیترانه، از جمله ترکیه، سوریه و غرب ایران است (Haroun and Al-Kayali, 2016). این گونه، گیاهی با اهمیت اقتصادی است که در فهرست گونه‌های در معرض خطر ایران قرار دارد (Jalili and Jamzad, 1999) و عمدتاً در مناطق خشک، نیمه‌خشک گرم و کوهستانی می‌روید. برداشت بی‌رویه و غیراصولی از رویشگاه‌های طبیعی، بقای این گیاه را به شدت تهدید کرده است. مرزه سنبله‌ای در طب سنتی به صورت دم‌کرده برای درمان عفونت‌های تنفسی و گلودرد کاربرد دارد (Haroun and Al-Kayali, 2016). همچنین اسانس آن در صنایع عطرسازی، صنایع غذایی به عنوان طعم‌دهنده، تولید شکلات، چاشنی‌ها و نوشیدنی‌ها، صنایع آرایشی و بهداشتی، تهیه خمیردندان و دهان‌شویه و نیز به عنوان ضدعفونی‌کننده دستگاه تنفس، تونیک، ضداسپاسم، خلط‌آور، ضدانگل و اشتهاآور از دیرباز مورد استفاده قرار گرفته است (Kilic, 2006; Sarac et al., 2009; Akin et al., 2010; Marković et al., 2011).

مشکلات و چالش‌های افزایش سریع جمعیت جهان، تغییرات آب و هوایی جهانی، کمبود آب مناسب برای آبیاری و تخریب زمین‌های کشاورزی، تقاضا برای بهبود تولید از اراضی زراعی دیم را افزایش می‌دهد (Anderson et al., 2016). کشاورزی دیم ۸۰ درصد کشاورزی جهان را تشکیل می‌دهد و نقش مهمی در دستیابی به امنیت غذایی جهانی ایفا می‌کند (Rao et al., 2015). به دلیل افزایش نگرانی از کمبود آب برای آبیاری، مدیریت آب و امنیت غذایی در سال‌های اخیر مورد توجه قابل توجهی قرار گرفته است. سه راه اصلی برای افزایش تولید محصولات کشاورزی دیم از طریق افزایش بازده محصولات عبارتند از: ۱) افزایش استفاده مؤثر از بارندگی از طریق بهبود مدیریت آب ۲) افزایش عملکرد محصولات زراعی در مناطق دیم از طریق تحقیقات کشاورزی و ۳) اصلاح سیاست‌ها و افزایش سرمایه‌گذاری در مناطق دیم است (Rao et al., 2015).

افزایش سریع جمعیت جهان، تغییرات آب‌وهوایی، کمبود منابع آب برای آبیاری و تخریب اراضی کشاورزی، ضرورت افزایش بهره‌وری اراضی دیم را بیش از پیش آشکار ساخته است (Anderson et al., 2016). کشاورزی دیم حدود ۸۰ درصد اراضی کشاورزی جهان را دربر می‌گیرد و نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی ایفا می‌کند (Rao et al., 2015). با افزایش نگرانی‌ها درباره کمبود آب، مدیریت منابع آب و ارتقای بهره‌وری سامانه‌های دیم به یکی از اولویت‌های اصلی بخش کشاورزی تبدیل شده است. مهم‌ترین راهکارهای افزایش تولید در اراضی دیم عبارتند از: افزایش بهره‌وری استفاده از بارندگی از طریق مدیریت مناسب آب، بهبود عملکرد محصولات با استفاده از پژوهش‌های کشاورزی و اصلاح سیاست‌ها همراه با افزایش سرمایه‌گذاری در مناطق دیم (Rao et al., 2015).

یکی از راهکارهای توسعه گیاهان دارویی، گسترش کشت آن‌ها در اراضی دیم است. کاهش بارندگی در سال‌های اخیر موجب کاهش پایداری تولید، افزایش ریسک و بالا رفتن خطرپذیری در زراعت‌های دیم شده است. از این رو، شناسایی گونه‌هایی که در شرایط کم‌آبی از پایداری و عملکرد اقتصادی مناسبی برخوردار باشند، از اهداف مهم برنامه‌ریزی تولید محصولات کشاورزی به شمار می‌رود. برخی گونه‌های دارویی در رویشگاه‌های طبیعی توانایی رشد در شرایط کم‌بارش را دارند و می‌توان با اهلی‌سازی و کشت اصولی آن‌ها به صورت دیم، علاوه بر تأمین نیاز داخلی، زمینه صادرات آن‌ها را نیز فراهم کرد (Bahreininejad et al., 2021). برای مثال، در پژوهشی درباره گیاه بومادران، مشخص شد که تنش خشکی شدید و آبیاری بیش از حد موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود، در حالی که تنش خشکی ملایم و متوسط باعث افزایش عملکرد گل و درصد اسانس شد (Sharifi Ashorabadi et al., 2009).

برداشت بی‌رویه از طبیعت به عنوان منبع اصلی تأمین مواد اولیه گیاهان دارویی، موجب کاهش تنوع ژنتیکی و تخریب زیستگاه‌های طبیعی می‌شود. در مقابل، کشت این گیاهان در شرایط کنترل‌شده علاوه بر کاهش فشار بر رویشگاه‌های طبیعی، امکان مدیریت صفات زراعی و بهبود ترکیبات مؤثره را نیز فراهم می‌کند (MalekMaleki et al., 2018). با توجه به بهره‌برداری بیش‌ازحد از بسیاری از گونه‌های دارویی و معطر، اهلی‌سازی و توسعه کشت گونه‌های وحشی به یک ضرورت تبدیل شده است. از سوی دیگر، با توجه به نقش این گونه‌ها در اقتصاد محلی و ایجاد ارزش افزوده، برداشت پایدار همچنان یکی از مهم‌ترین راهبردهای حفاظتی برای گونه‌های وحشی محسوب می‌شود (Schippmann et al., 2006).

در سال‌های اخیر، پژوهش‌های متعددی درباره امکان اهلی سازی و کشت مرزه سنبله‌ای انجام شده است. این گیاه در برخی مناطق ترکیه به عنوان محصولی جدید وارد چرخه کشت شده و به دلیل ارزش اقتصادی بالا مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Kizil and Toncer, 2005). در مطالعه‌ای، تغییرات صفات زراعی و ترکیبات اسانس جمعیت‌های مختلف مرزه سنبله‌ای در شرایط اقلیمی نیمه خشک جنوب شرقی آناتولی بررسی شد و بذر جمعیت‌های وحشی پس از جمع‌آوری در مزرعه کشت گردید (Kizil et al., 2015). همچنین Toncer و همکاران (2016) تغییرات روزانه اسانس این گیاه را در شرایط زراعی بررسی کردند. در مطالعه مذکور، به منظور تعیین زمان مناسب برداشت و ارتفاع قلمه، گیاهان با قلمه‌هایی به طول ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر کشت شدند و در سه مرحله شامل پیش از گل‌دهی، گل‌دهی کامل و پس از گل‌دهی مورد ارزیابی قرار گرفتند (Toncer et al., 2016). در ایران نیز پژوهش‌هایی در زمینه اهلی سازی این گونه انجام شده است. از جمله، MalekMaleki و همکاران (2018) اثر فاصله کاشت و رژیم آبیاری را بر صفات مورفولوژیک و میزان اسانس دو اکوتیپ مرزه سنبله‌ای در شرایط زراعی استان ایلام بررسی کردند.

شاخص درجه‌روز رشد (Growing Degree Days) یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مرتبط با رشد گیاه است و بیانگر این واقعیت است که رشد گیاه زمانی رخ می‌دهد که دما برای مدت مشخصی از یک آستانه معین بالاتر باشد (Grigorieva, 2020). گیاهان در طول زمان با شرایط آب‌وهوایی سازگار می‌شوند و هر گونه گیاهی در محدوده دمایی مشخصی رشد می‌کند؛ به گونه‌ای که در دماهای پایین‌تر از دمای پایه، رشد گیاه بسیار کند شده یا متوقف می‌شود. با این حال، هر محصول دارای دمای پایه اختصاصی خود است (Grigorieva et al., 2010). محاسبه درجه‌روز رشد اطلاعات ارزشمندی درباره گذشت زمان و میزان حرارت تجمعی تجربه شده توسط گیاه در طول فصل رشد فراهم می‌کند (Farland et al., 2004; Grigorieva et al., 2010). این شاخص به طور گسترده برای پیش‌بینی مراحل فنولوژیک گیاهان، به ویژه محصولات مناطق معتدل مانند ذرت، گندم و سویا، به کار می‌رود. همچنین، در برنامه‌ریزی زمان مناسب مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی نیز کاربرد مؤثری دارد (Grigorieva, 2020). بررسی‌ها نشان داده‌اند که اگرچه زمان آغاز و پایان مراحل فنولوژیک در سال‌های مختلف ممکن است متفاوت باشد، اما مجموع درجه‌روزهای مورد نیاز برای هر مرحله رشد، معمولاً تغییر چندانی نمی‌کند. بنابراین، با رسیدن گیاه به حرارت تجمعی مورد نیاز، مراحل مختلف نمو آغاز می‌شود و از مجموع درجه‌روز رشد می‌توان برای پیش‌بینی مراحل فنولوژیک استفاده کرد (Zarekia et al., 2011).

قسمت‌های برگ‌دار گونه‌های متعلق به جنس‌های مرزنجوش (*Origanum*)، مرزه سنبله‌ای (*Thymbra*) و مرزه (*Satureja*) از دیرباز در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این گیاهان در میان جوامع محلی با نام «آویشن» شناخته می‌شوند؛ عنوانی که معمولاً به گونه‌های دارای رایحه تیمول یا کارواکرول اطلاق می‌شود. مرزه سنبله‌ای که در لرستان با نام‌های محلی «جاتنه» و «آویشن سیاه» شناخته می‌شود، یکی از گونه‌های دارویی و معطر ارزشمند غرب ایران است. این گیاه به صورت خودرو در برخی مناطق جنوب غربی کشور می‌روید و بوته‌ای خشبی با ارتفاع ۱۰ تا ۴۰ سانتی‌متر است که در زیستگاه‌های خشک، سنگلاخی، صخره‌ای و آهکی تا ارتفاع حدود ۱۴۰۰ متر از سطح دریا رشد می‌کند.

مرزه سنبله‌ای در نظام‌های طب سنتی ترک، یونانی، مصری و رومی برای درمان بیماری‌هایی مانند آسم و برونشیت کاربرد داشته و در صنایع غذایی نیز به عنوان طعم‌دهنده مورد استفاده قرار گرفته است. در طب سنتی ایران، دم کرده این گیاه برای تسکین گلودرد، درمان زخم‌های دهانی، معده درد، سردرد و دندان درد مصرف می‌شود. همچنین برگ‌های خشک آن به عنوان ادویه و دمنوش گیاهی استفاده می‌شوند و گیاه نرم شده در آب جوش نیز برای درمان زخم‌ها کاربرد دارد. در سال‌های اخیر، استفاده از برگ‌های این گیاه برای کمک به کاهش کلسترول خون نیز مورد توجه قرار گرفته است (Akin et al., 2010).

اسانس مرزه سنبله‌ای کاربردهای گسترده‌ای در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی دارد و به عنوان طعم‌دهنده، ماده معطر، ضد عفونی کننده و عامل ضد میکروبی استفاده می‌شود. مهم‌ترین ترکیب مؤثره این گیاه کارواکرول است که همراه با گاما-ترپنین و پارا-سیمن بیش از ۷۰ درصد اسانس آن را تشکیل می‌دهد. علاوه بر این، اسانس گیاه مقادیر کمتری از میرسن، آلفا-ترپنین، بورنیل استات، بورنئول و تیمول را نیز در بر دارد (Baydar et al., 2004).

با توجه به ارزش دارویی و اقتصادی مرزه سنبله‌ای و پراکنش محدود آن در برخی مناطق کشور، جمعیت‌های طبیعی این گونه تحت فشار بهره‌برداری ناپایدار قرار دارند. انتقال این گیاه به شرایط زراعی و کشت کنترل شده می‌تواند ضمن حفاظت از ذخایر

طبیعی، زمینه بهره‌برداری پایدار و تولید اقتصادی آن را فراهم سازد. از این رو، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی ویژگی‌های رویشی مرزه سنبله‌ای در شرایط کشت دیم و آبی و همچنین بررسی مراحل فنولوژیک آن در شرایط زراعی، به منظور توسعه کشت، تولید انبوه و فراهم‌سازی زمینه استفاده گسترده‌تر از این گیاه در صنایع دارویی و بهداشتی، در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر روش تکثیر و شرایط آبیاری بر عملکرد وزن خشک و تر و اسانس گیاه مرزه سنبله‌ای، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط دیم و آبی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خرم‌آباد انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل آبیاری در دو سطح (دیم و آبی) (آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار)) و روش تکثیر در سه سطح (بذر، قلمه و تقسیم بوته) بود. جمع‌آوری مواد گیاهی اولیه (بوته، قلمه و بذر) برای اجرای طرح از رویشگاه طبیعی در آبان ماه سال ۱۴۰۱، در کنار رودخانه سیمره و کوه‌دشت انجام شد (شکل ۱).

به منظور بررسی تأثیر روش‌های تکثیر و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد وزن تر، وزن خشک و میزان اسانس گیاه مرزه سنبله‌ای (*Thymbra spicata* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط دیم و آبی، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خرم‌آباد اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل دو رژیم آبیاری، شامل دیم و آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار، و سه روش تکثیر، شامل کشت بذر، قلمه و تقسیم بوته، بودند.

مواد گیاهی اولیه شامل بذر، قلمه و بوته در آبان‌ماه سال ۱۴۰۱ از رویشگاه طبیعی مرزه سنبله‌ای در حاشیه رودخانه سیمره، شهرستان کوه‌دشت، جمع‌آوری شد (شکل ۱).

بذرهای جمع‌آوری شده در شرایط مناسب نگهداری و سپس در گلخانه باغ گیاه‌شناسی زاگرس، وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، کشت شدند. جوانه‌زنی بذرها حدود دو هفته پس از کشت آغاز شد (شکل ۲). نشاهای تولیدشده پس از رسیدن به ارتفاع ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر (شکل ۲)، در اوایل اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۲ به مزرعه تحقیقاتی منتقل و کشت شدند.

قلمه‌های تهیه‌شده از بوته‌های طبیعی، پس از جمع‌آوری در آذرماه ۱۴۰۱، به گلخانه منتقل و در بستر مناسب برای ریشه‌زایی نگهداری شدند. پس از تشکیل ریشه، در اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۲ به مزرعه انتقال یافتند. همچنین، بوته‌های مرزه سنبله‌ای در آبان‌ماه ۱۴۰۱ از رویشگاه طبیعی واقع در حاشیه رودخانه سیمره، شهرستان کوه‌دشت، برداشت و بلافاصله به گلدان منتقل شدند. این بوته‌ها پس از یک دوره سازگاری در شرایط گلخانه، در اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۲ در مزرعه کشت شدند.



شکل ۱. گیاه مرزه سنبله‌ای در رویشگاه طبیعی در کوه‌دشت (لرستان)



شکل ۲. کاشت بذر مرزه سنبله‌ای و تهیه نشا در شرایط گلخانه

ابعاد هر کرت آزمایشی ۲ × ۲ متر (۴ مترمربع) بود. فاصله بین ردیف‌های کشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی هر ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که تراکمی معادل ۱۳۳ هزار بوته در هکتار را فراهم می‌کرد. در طول اجرای آزمایش، بارندگی طبیعی تا اواخر اردیبهشت‌ماه ادامه داشت و پس از آن، تیمار آبیاری با فاصله زمانی هر ۱۰ روز یک‌بار تا آغاز بارندگی‌های پاییزه اعمال شد.

صفات اندازه‌گیری شده شامل عملکرد وزن تر، عملکرد وزن خشک، نسبت وزن خشک به وزن تر و عملکرد اسانس بودند. برای تعیین عملکرد شاخساره، در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی و با حذف اثر حاشیه، گیاهان موجود در سطحی معادل یک مترمربع برداشت شدند. شاخساره‌ها از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک بریده شدند و وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری و برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. سپس نمونه‌ها در سایه و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و وزن خشک آن‌ها تعیین گردید.

برای استخراج اسانس، از روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر (Clevenger) استفاده شد. بدین منظور، ۴۰ گرم پودر برگ و سرشاخه‌های خشک گیاه به همراه ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در یک بالن یک‌لیتری ریخته شد. دمای دستگاه در ابتدا بین ۱۳۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد تا با افزایش سرعت تولید بخار، فرایند استخراج اسانس آغاز شود. پس از شروع جوشش، دما در حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شد. این شرایط به منظور جلوگیری از تخریب ترکیبات حساس و فرار اسانس و همچنین کنترل و یکنواخت‌سازی سرعت تقطیر اعمال شد. تثبیت دما در این محدوده، ضمن حفظ شرایط مناسب برای تقطیر، از تبخیر بیش از حد آب و خشک شدن بالن و در نتیجه، احتمال سوختن مواد گیاهی جلوگیری می‌کند.

فرآیند اسانس‌گیری به مدت ۲/۵ ساعت ادامه یافت. پس از پایان تقطیر و خنک شدن دستگاه، اسانس استخراج شده جمع‌آوری شد. برای حذف رطوبت باقی‌مانده، از سولفات سدیم بدون آب استفاده شد و سپس وزن خالص اسانس تعیین گردید. درصد اسانس بر اساس وزن خشک نمونه محاسبه شد. عملکرد اسانس از حاصل ضرب درصد اسانس در عملکرد وزن خشک شاخساره به دست آمد. درجه‌روز رشد (Growing Degree Days; GDD) مراحل فنولوژیک شامل جوانه‌زنی، کاشت تا گل‌دهی و کاشت تا رسیدگی بذر در گیاه مرزه سنبله‌ای، با استفاده از رابطه زیر (Grigorieva et al, 2010) محاسبه شد:

$$GDD = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{base}$$

که در آن، T_{max} حداکثر دمای روزانه، T_{min} حداقل دمای روزانه و T_{bas} دمای پایه رشد گیاه است. برای محاسبه درجه‌روز رشد، ابتدا زمان جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۵۰ درصد گل‌دهی و زمان رسیدگی بذر تعیین شد و سپس درجه‌روز رشد مربوط به هر یک از مراحل فنولوژیک محاسبه گردید.

تجزیه آماری داده‌ها و تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. همچنین، نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel ترسیم شدند. مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر متقابل رژیم آبیاری و روش تکثیر بر صفات عملکرد وزن تر، عملکرد وزن خشک و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

بر اساس نتایج جدول (۲)، مشاهده شد که بیشترین عملکرد وزن تر (۱۸۲۶۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار)، وزن خشک بوته (۶۰۲۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۲۵۴/۱۲ کیلوگرم در هکتار) در روش تکثیر قلمه و همچنین شرایط کشت آبی تولید شد. استفاده از شاخص‌های حرارتی می‌تواند برآورد دقیق‌تری از مراحل فنولوژیک رشد گیاهان ارائه دهد (Sharifi Ashourabadi et al., 2018). در این پژوهش، مراحل فنولوژیک مرزه سنبله‌ای بر اساس مشاهدات میدانی در فازهای رویشی و زایشی تعیین و برای محاسبه درجه‌روز رشد (Growing Degree Days; GDD) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که مرحله جوانه‌زنی بذر از اواسط اسفندماه تا اواسط فروردین‌ماه، به مدت ۳۰ روز، به ۸۴/۰۵ درجه‌روز رشد نیاز داشت. همچنین، فاصله زمانی کاشت تا گل‌دهی حدود ۲۰۰ روز (از بهمن‌ماه تا اواسط مردادماه) بود که معادل ۲۲۲۶/۷۵ درجه‌روز رشد محاسبه شد. مرحله کاشت تا رسیدگی بذر نیز طی ۲۴۰ روز (از بهمن‌ماه تا شهریورماه) تکمیل شد و به ۳۰۷۵/۰۲۵ درجه‌روز رشد نیاز داشت.

بررسی درجه‌روز رشد نشان داد که مرزه سنبله‌ای گیاهی سازگار با مناطق گرمسیری است؛ زیرا دوره رشد آن چندین ماه به طول می‌انجامد. در مقابل، گیاهان مناطق سردسیر و مرتفع به دلیل کوتاه بودن فصل رشد، که ناشی از تداوم سرما و پوشش برف تا اواخر بهار و آغاز زودهنگام سرمای پاییزی است، چرخه زندگی خود را در مدت کوتاه‌تری تکمیل می‌کنند و در نتیجه به درجه‌روز رشد کمتری نیاز دارند.

از آنجا که مرزه سنبله‌ای گیاهی همیشه‌سبز است، رشد اولیه آن نسبتاً کند و دوره‌های رویشی و زایشی آن طولانی است. بررسی فنولوژی گیاه و طول دوره گل‌دهی نشان داد که گل‌های تشکیل‌شده در مرداد و مهرماه، بذرهایی با فندقه کاملاً تکامل‌یافته و قوه نامیه مناسب تولید می‌کنند. بنابراین، رسیدگی کامل بذر در این گونه مستلزم تجمع حدود ۳۰۷۵/۰۲۵ درجه‌روز رشد است و این فرآیند تا اواخر مهرماه ادامه می‌یابد. از این‌رو، برای تکثیر گیاه از طریق بذر، توصیه می‌شود بذرهایی رسیده در اواخر مهرماه یا پس از آن جمع‌آوری شوند. بذرهایی تشکیل‌شده در تیر و مرداد، به دلیل نارس بودن و نداشتن قوه نامیه کافی، برای تکثیر مناسب نیستند.

در فلور گیاه‌شناسی خانواده نعنائیان نیز اشاره شده است که بخش قابل توجهی از گل‌های مرزه سنبله‌ای فاقد فندقه تکامل‌یافته هستند (Jamzad, 2012). این موضوع احتمالاً به تشکیل بذر در ماه‌های ابتدایی تابستان مربوط می‌شود. فندقه‌های رسیده دارای پوسته‌ای مقاوم بوده و روی گل‌آذین باقی می‌مانند؛ از این‌رو، ریزش بذر در این گونه اندک است و امکان برداشت بذر حتی چند ماه

جدول ۱. تجزیه و تحلیل واریانس اثر فاکتورهای رژیم آبیاری و روش تکثیر بر ویژگی‌های مختلف گیاه مرزه سنبله‌ای

میانگین مربعات (mean squares)					
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی	عملکرد اسانس Essential oil yield (کیلوگرم/هکتار)	عملکرد وزن تر Wet weight yield (کیلوگرم/هکتار)	عملکرد وزن خشک Dry weight yield (کیلوگرم/هکتار)	عملکرد وزن خشک به وزن تر (کیلوگرم/هکتار)
تکرار	2	48.89	329600	57752.89	0.00
تیمار آبیاری	1	81614.25 **	151148088.9 **	15965016.89 **	9.72 ns
روش تکثیر	2	15191.1 **	119706666.7 **	13181699.55 **	6.44 ns
روش آبیاری×روش تکثیر	2	7625 **	12599822.22 **	1490478.22 **	0.00 ns
خطای کرت فرعی	10	43.11	845013.33	60449.42	0.00
کل	17	7516.2	24992376.47	2707610.14	0.00

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر فاکتورهای رژیم آبیاری و روش تکثیر بر برخی از ویژگی‌های گیاه مرزه سنبله‌ای

میانگین عملکرد اسانس (کیلوگرم/هکتار)	میانگین وزن خشک بوته (کیلوگرم/هکتار)	میانگین وزن تر (کیلوگرم/هکتار)	فاکتور (سنجش آبی/روش تکثیر)
13.292 ^c	992 ^c	2960 ^c	دیم/ بذر
83.06 ^c	2120 ^d	6613.33 ^d	آبی/ بذر
43.13 ^d	3013.33 ^c	9173.33 ^c	دیم/ قلمه
254.12 ^a	6026.67 ^a	18266.67 ^a	آبی/ قلمه
31.5 ^{de}	2240 ^d	6933.33 ^{cd}	دیم/ بوته
154.76 ^b	3749.3 ^b	11573.33 ^b	آبی/ بوته

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

پس از رسیدگی نیز وجود دارد. بذرهای جمع‌آوری شده در آذرماه، به دلیل رسیدگی کامل و بلوغ فیزیولوژیک، بیشترین درصد جوانه‌زنی را نشان دادند. در شرایط گلخانه، دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد برای جوانه‌زنی مناسب بود و طی حدود ۱۵ روز، ۶۵ تا ۷۰ درصد بذرها جوانه زدند.

بر اساس نتایج اثر متقابل تیمارها، بیشترین عملکرد وزن تر، وزن خشک و عملکرد اسانس در تیمار تکثیر از طریق قلمه همراه با آبیاری به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر روش‌های تکثیر داشت. این برتری را می‌توان به ویژگی‌های مورفولوژیک این گونه نسبت داد. مرزه سنبله‌ای دارای گل‌آذین نامحدود از نوع خوشه است؛ به‌طوری‌که رشد مداوم جوانه انتهایی موجب تشکیل پیوسته گل‌های جدید در امتداد محور اصلی و افزایش طول خوشه می‌شود. طول گل‌آذین در این گونه می‌تواند به حدود ۱۵ سانتی‌متر برسد (شکل ۳).

وجود گل‌آذین انتهایی موجب کاهش یا حذف چیرگی رأسی شده و در نتیجه، جوانه‌های جانبی فرصت بیشتری برای رشد یافته و شاخه‌های فرعی بیشتری تولید می‌کنند. افزایش تعداد شاخه‌های جانبی نیز موجب افزایش تولید زیست‌توده (ماده خشک) گیاه می‌شود. علاوه بر این، در شرایط آبیاری، طول و سطح برگ نسبت به شرایط دیم به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (شکل ۴).



شکل ۳. رشد گل‌آذین خوشه فراهم و جوانه انتهایی در سرشاخه‌های مرزه سنبله‌ای



شکل ۴. تفاوت محسوس طول و سطح برگ نمونه‌های مرزه سنبله‌ای در تیمار دیم (برگ‌های بالا) و آبی (برگ‌های پایین)

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که آبیاری موجب افزایش معنی‌دار عملکرد وزن تر، وزن خشک و عملکرد اسانس مرزه سنبله‌ای شد. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در سراسر جهان است و کاهش رطوبت خاک با محدود کردن رشد ریشه، جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت کاهش رشد اندام‌های هوایی، عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد. در مقابل، تأمین رطوبت کافی موجب توسعه سیستم ریشه‌ای، افزایش جذب آب و عناصر غذایی و در نتیجه افزایش زیست‌توده گیاه می‌شود. از آنجا که عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و عملکرد زیست‌توده هوایی، به‌ویژه برگ‌ها، است، افزایش وزن خشک گیاه به افزایش عملکرد اسانس منجر می‌شود (MalekMaleki et al., 2018).

در این پژوهش، سطح پهنک برگ در شرایط آبی تقریباً سه برابر شرایط دیم بود که با نتایج MalekMaleki و همکاران (2018) مطابقت دارد. همچنین، اثر متقابل آبیاری و روش تکثیر بر عملکرد وزن تر و خشک اندام‌های هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. این نتایج نشان می‌دهد که تأمین رطوبت کافی، با افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی، موجب افزایش عملکرد زیست‌توده می‌شود. در مقابل، تنش خشکی با کاهش تورژسانس سلولی، محدود شدن تقسیم و طول شدن سلول‌ها، کاهش سطح برگ و در نهایت ریزش برگ‌ها، ظرفیت فتوسنتزی گیاه را کاهش می‌دهد. این شرایط با کاهش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در فتوسنتز، سبب کاهش تولید زیست‌توده می‌شود (MalekMaleki et al., 2018).

رشد شاخه‌های جانبی نیز تحت تأثیر تعادل هورمونی گیاه قرار دارد. در شرایط تنش کم‌آبی، سنتز هورمون آبسبزیک اسید (ABA) در ریشه افزایش یافته و غلظت آن ممکن است تا ۴۰ برابر شرایط عادی افزایش یابد. این تغییر موجب افزایش خواب جوانه‌ها و کاهش رشد آن‌ها شده و در نتیجه، تشکیل شاخه‌های فرعی را به تأخیر می‌اندازد (Fazeli Kakhki et al., 2020). در پژوهش حاضر نیز تعداد شاخه‌های جانبی در شرایط دیم کاهش یافت و به دنبال آن، عملکرد وزن تر بوته در مقایسه با شرایط آبی کمتر بود.

اثر متقابل تیمارهای آبیاری و روش‌های تکثیر نشان داد که تغییر شرایط کشت از دیم به آبی، عملکرد وزن تر مرزه سنبله‌ای را در روش انتقال بوته حدود دو برابر و در روش تکثیر با قلمه حدود ۱/۷ برابر افزایش داد. همچنین، عملکرد اسانس در شرایط آبیاری نسبت به شرایط دیم حدود ۵/۵ برابر بیشتر بود.

در روش تکثیر با بذر، تولید زیست‌توده نسبت به سایر روش‌های تکثیر کمتر بود. این موضوع احتمالاً به آن دلیل است که در مراحل اولیه جوانه‌زنی، بخش قابل توجهی از ذخایر بذر صرف تشکیل و توسعه سیستم ریشه‌ای می‌شود و در نتیجه رشد اندام‌های هوایی با سرعت کمتری انجام می‌گیرد. در این پژوهش، حدود ۲۰ روز پس از جوانه‌زنی، طول بخش هوایی گیاهچه کمتر از ۲ سانتی‌متر، در حالی که طول ریشه حدود ۶ سانتی‌متر بود. این الگوی رشد احتمالاً نوعی سازگاری با اقلیم گرم و خشک رویشگاه‌های طبیعی

مرزه سنبله‌ای است؛ به‌طوری که گیاه با توسعه سریع‌تر سیستم ریشه‌ای، توانایی بیشتری برای تأمین آب در دوره‌های خشک تابستان پیدا می‌کند.

در مقابل، گیاهان حاصل از تکثیر قلمه دارای سیستم ریشه‌ای توسعه‌یافته‌تری بودند که استقرار آن‌ها را پس از انتقال به مزرعه تسهیل کرد. همچنین، در این روش، حجم ریشه‌های افشان به‌طور محسوسی بیشتر از گیاهان حاصل از بذر یا بوته‌های منتقل‌شده از طبیعت بود. از سوی دیگر، در انتقال بوته‌های طبیعی، آسیب واردشده به تارهای کشنده و ریشه‌های موئین، موجب کاهش توان استقرار اولیه گیاه و در نتیجه کاهش رشد و عملکرد آن می‌شود.

به‌طور کلی، توسعه سیستم ریشه‌ای موجب افزایش جذب آب و عناصر غذایی، بهبود فتوسنتز و در نهایت افزایش تولید زیست‌توده می‌شود. از آنجا که عملکرد اسانس تابعی از عملکرد وزن خشک و درصد اسانس است، افزایش زیست‌توده و وزن خشک گیاه به افزایش عملکرد اسانس نیز منجر خواهد شد.

مرزه سنبله‌ای (*Thymbra spicata* L.) دارای گل‌آذین انتهایی است. تشکیل گل‌آذین در انتهای ساقه موجب کاهش چیرگی مریستم رأسی شده و در نتیجه، رشد و توسعه شاخه‌های جانبی را تحریک می‌کند. افزایش تعداد شاخه‌های جانبی سبب گسترش تاج پوشش بوته شده و از رشد تک‌ساقه‌ای گیاه جلوگیری می‌کند. از این‌رو، برداشت سرشاخه‌ها می‌تواند با کاهش چیرگی رأسی، تشکیل شاخه‌های جانبی جدید را تحریک کرده و در نهایت موجب افزایش تولید زیست‌توده و بهره‌وری گیاه شود.

مقدار بیشتر اسانس در تیمارهای آبی را می‌توان به افزایش سطح برگ، تولید بیشتر زیست‌توده و کمتر بودن میزان چوبی شدن شاخه‌ها نسبت داد. در شرایط آبیاری، رشد بافت‌های پارانشیمی و کلانشیمی بیشتر بوده و در نتیجه، ظرفیت تولید متابولیت‌های ثانویه و اسانس افزایش می‌یابد. در مقابل، گیاهان رشدیافته در شرایط دیم، به‌منظور سازگاری با تنش خشکی، حجم بافت اسکلرانشیم و چوبی شده خود را افزایش می‌دهند که این امر با کاهش تولید زیست‌توده فعال همراه است. در پژوهش حاضر نیز عملکرد اسانس در شرایط آبیاری حدود ۵/۵ برابر بیشتر از شرایط دیم بود.

مرزه سنبله‌ای گونه‌ای همیشه‌سبز است و به همین دلیل، برگ‌های آن در طول زمستان نیز روی گیاه باقی می‌مانند، هرچند رشد گیاه در این فصل بسیار کند است. از اواخر اسفندماه و اوایل بهار، شاخه‌های جانبی جدید شروع به رشد و برگ‌دهی می‌کنند و اوج برگ‌دهی در فروردین‌ماه مشاهده می‌شود. از آنجا که گل‌آذین این گونه از نوع انتهایی و نامحدود است، شاخه‌های سال قبل رشد طولی قابل توجهی ندارند، اما برگ‌های باقی‌مانده روی آن‌ها در بهار سال بعد از نظر سطح پهنک توسعه بیشتری پیدا می‌کنند که می‌تواند در افزایش میزان اسانس مؤثر باشد. برگ‌دهی ثانویه شاخه‌های سال قبل نیز از اردیبهشت‌ماه آغاز می‌شود. بر این اساس، برداشت کامل سرشاخه‌های سال دوم در اواخر فروردین‌ماه توصیه می‌شود؛ زیرا علاوه بر تحریک رشد شاخه‌های جانبی، از ریزش تدریجی برگ‌ها در خردادماه نیز جلوگیری می‌کند.

بررسی درجه‌روز رشد نشان داد که برای رسیدگی کامل بذر، مرزه سنبله‌ای باید وارد شرایط روز کوتاه شود؛ شرایطی که معمولاً در مهر و آبان فراهم می‌شود. به همین دلیل، فندقه‌های تشکیل‌شده در اوایل تابستان، به‌ویژه در خردادماه، به بلوغ فیزیولوژیک کامل نمی‌رسند و برای نگهداری در بانک‌های ژن مناسب نیستند. نتایج این بخش با پژوهش Garivani و همکاران (2014) در گونه‌های مختلف آویشن همخوانی دارد. آنان گزارش کردند که گونه‌های مختلف *Thymus* بسته به شرایط اقلیمی، برای ورود به مرحله گل‌دهی به حدود ۷۵۰ تا ۸۴۸ درجه‌روز رشد و برای رسیدن به مرحله بذردهی به حدود ۱۱۷۲ تا ۱۹۲۳ درجه‌روز رشد نیاز دارند (Garivani et al., 2014).

نتایج این پژوهش همچنین با یافته‌های Kizil و همکاران (2015) درباره جمعیت‌های *T. spicata* var. *spicata* در شرایط نیمه‌خشک مطابقت دارد. این پژوهشگران عملکرد زیست‌توده تر را بین ۴۹۲۵ تا ۱۳۲۷۵ کیلوگرم در هکتار و عملکرد زیست‌توده خشک را بین ۲۰۳۵ تا ۴۷۸۲ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند و نشان دادند که ویژگی‌های زراعی، عملکرد اسانس و ترکیب شیمیایی این گونه به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی، ژنتیکی و مدیریت زراعی قرار دارند.

همچنین، نتایج پژوهش MalekMaleki و همکاران (2018) نشان داد که فواصل کاشت و اکوتیپ‌های مختلف مرزه سنبله‌ای بر بسیاری از صفات مورفولوژیک و عملکردی، از جمله عملکرد ماده خشک برگ و بوته، درصد و عملکرد اسانس، شاخص سطح



شکل ۵. گیاه مرزه سنبله‌ای در تیمار آبی



شکل ۶. گیاه مرزه سنبله‌ای در تیمار دیم

برگ، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد گل، ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش (شکل‌های ۵ و ۶) و طول گل‌آذین تأثیر معنی‌داری دارند. در آن پژوهش، بیشترین عملکرد ماده خشک و اسانس در سال دوم کشت به دست آمد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، مرزه سنبله‌ای (*Thymbra spicata* L.) از ظرفیت مناسبی برای اهلی سازی، استقرار و کشت در نظام‌های زراعی برخوردار است. یکی از مهم‌ترین عوامل توسعه کشت این گونه، توجیه اقتصادی آن است؛ به گونه‌ای که در صورت تولید حجم کافی از محصول با هزینه کمتر و دسترسی آسان‌تر نسبت به برداشت از رویشگاه‌های طبیعی، کشت این گیاه از مزیت اقتصادی قابل توجهی برخوردار خواهد بود. علاوه بر این، تولید زراعی امکان عرضه محصولی یکنواخت، با کیفیت بالاتر و ضریب اطمینان بیشتر را در مقایسه با گیاهان برداشت‌شده از طبیعت فراهم می‌کند و در عین حال، فشار بهره‌برداری بر رویشگاه‌های طبیعی را کاهش می‌دهد.

از سوی دیگر، کشت در شرایط کنترل‌شده امکان مدیریت عوامل محیطی و در نتیجه کنترل کمیت و کیفیت ترکیبات مؤثره را فراهم می‌سازد. از این‌رو، بهره‌گیری از نتایج پژوهش‌های مرتبط با اهلی سازی و زراعی کردن گیاهان دارویی خودرو و به کارگیری یافته‌های علمی در زمینه عملکرد، تولید زیست‌توده و بازده اسانس، می‌تواند زمینه توسعه کشت تجاری این گونه را فراهم سازد (شکل ۷).

نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که تکثیر مرزه سنبله‌ای از طریق قلمه، همراه با آبیاری منظم، مناسب‌ترین روش برای استقرار سریع گیاه، افزایش تولید زیست‌توده و دستیابی به بیشترین عملکرد اسانس است. این روش علاوه بر افزایش موفقیت استقرار مزرعه، موجب صرفه‌جویی در زمان و هزینه تولید نیز می‌شود و می‌تواند به عنوان روش پیشنهادی برای کشت تجاری این گونه مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۷. زراعی کردن گیاه مرزه سنبله‌ای

منابع

بحرینی‌نژاد، بیژن؛ لباسچی، محمدرضا؛ سفیدکن، فاطمه؛ و جبارالانصاری، زهرا (۱۴۰۰). اثرات بستر کشت بر خصوصیات رویشی و محصول دو گونه *Satureja sahendica* و *S. spicigera* در شرایط دیم. *مجله تحقیقات علوم زراعی ایران*، ۱۹ (۴)، ۴۱۹-۴۰۷.

جم‌زاد، زیبا (۱۳۹۱). *فلور ایران*، شماره ۷۶: تیره نعنا (*Lamiaceae*). مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.

زارع کیا، صمد؛ احسانی، علی؛ زارع، ناصر؛ و میرحاجی، سید تقی (۱۳۹۰). مطالعه فنولوژی گونه‌های *Astragalus chaborasicus*، *Poa sinaica* و *Stipa hohenackeriana* از طریق محاسبه درجه روز رشد (GDD) در منطقه خشک‌رود ساوه. تحقیقات مرتع و بیابان / ایران، ۱۸(۳)، ۴۸۵-۴۷۴.

شریفی عاشورآبادی، ابوالقاسم؛ جم‌زاد، زیبا؛ لباسچی، محمدرضا؛ اکبری‌نیا، علیرضا؛ صفایی، لیدا؛ لارتنی، مریم؛ حبیبی، رضا؛ گریوانی، غلامرضا؛ صفری، صغری؛ صمدی‌اصل، وحید؛ و مکی‌زاده تفتی، مریم (۱۳۹۶). استفاده از شاخص حرارتی در پیش‌بینی مراحل فنولوژیک رشد آویشن (*Thymus*) در رویشگاه‌های طبیعی. طبیعت / ایران، ۲(۶)، ۴۴-۳۴.

شریفی عاشورآبادی، ابوالقاسم؛ لباسچی، محمدرضا؛ نادری، بهرام؛ و الله‌وردی ممقانی، بهمن (۱۳۸۹). اثر کمبود آب روی محصول و ماده مؤثره بومادران (*Achillea millefolium*). مجله علوم محیطی، ۷(۱)، ۱۹۳-۲۰۴.

فاضلی کاخکی، سید فخرالدین؛ جلینی، محمود؛ رضوانی، حسن؛ و گلدانی، محمد (۱۳۹۹). اثر دور آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و روغن دانه گیاه گل‌مغربی در شرایط مزرعه. آب و توسعه پایدار، ۷(۳)، ۸۲-۷۳.

گریوانی، غلامرضا؛ شریفی عاشورآبادی، ابوالقاسم؛ صفری، صغری؛ و میرزا، مسعود (۱۳۹۳). سنجش استقرار و زمان برداشت روی رشد و غلظت میزان ماده مؤثره دو گونه آویشن (*Thymus*) در استان خراسان شمالی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر / ایران، ۳۰(۳)، ۴۴۵-۴۵۲.

ملک‌ملکی، فرزانه؛ عباسی، ناصر؛ شریفی عاشورآبادی، ابوالقاسم؛ براری، محمد؛ و زارع، محمدجعفر (۱۳۹۷). بررسی تأثیر فاصله روی ردیف بر عملکرد دو اکوتیپ گیاه دارویی *Thymbra spicata* تحت شرایط کشت در مزرعه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر / ایران، ۳۴(۱)، ۷۶-۶۲.

References

- Akin, M., Oğuz, D., & Saraçoğlu, H. (2010). Antibacterial activity of essential oil from *Thymbra spicata* var. *spicata* L. and *Teucrium polium* (Stapf Brig.). *Interventions*, 8(9), 53–58.
- Anderson, W., Johansen, C., & Siddique, K. H. M. (2016). Addressing the yield gap in rainfed crops: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36, 1–13.
- Bahreininejad, B., Lebaschy, M. H., Sefidkon, F., & Jaberalansar, Z. (2021). Effects of planting bed on vegetative characteristics and yield of *Satureja sahendica* and *Satureja spicigera* species under rainfed conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 19(4), 407–419. (in Persian)
- Baydar, H., Sagdic, O., Ozkan, G., & Karadogan, T. (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*, 15(3), 169–172.
- Farland, E. J., Skaugen, T. E., Benestad, R. E., Hanssen-Bauer, I., & Tveito, O. E. (2004). Variations in thermal growing, heating, and freezing indices in the Nordic Arctic, 1900–2050. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 36(3), 347–356.
- Fazeli Kakhki, S. F., Jalini, M., Rezvani, H., & Goladani, M. (2020). The effect of periodic irrigation on morphological characteristics, yield components and seed oil of evening primrose under field conditions. *Water and Sustainable Development*, 7(3), 73–82. (in Persian)
- Garivani, G., Sharifi Ashoorabadi, E., Safari, S., & Mirza, M. (2014). Assessment of domestication and harvesting time on growth and concentrations of active ingredients of two thyme (*Thymus* L.) species in North Khorasan Province of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 30(3), 445–452. (in Persian)
- Grigorieva, E. (2020). Evaluating the sensitivity of growing degree days as an agro-climatic indicator of climate change impact: A case study of the Russian Far East. *Atmosphere*, 11(4), Article 404.
- Grigorieva, E. A., Matzarakis, A., & de Freitas, C. R. (2010). Analysis of the growing degree days as a climate impact indicator in a region with extreme annual air temperature amplitude. *Climate Research*, 42(2), 143–154.
- Haroun, M. F., & Al-Kayali, R. S. (2016). Synergistic effect of *Thymbra spicata* L. extracts with antibiotics against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae* strains. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 19(11), 1193–1200.
- Jalili, A., & Jamzad, Z. (1999). *Red data book of Iran: A preliminary survey of endemic, rare and endangered plant species in Iran* (Publication No. 215). Research Institute of Forests and Rangelands.
- Jamzad, Z. (2012). *Flora of Iran* (Vol. 76: Lamiaceae). Research Institute of Forests and Rangelands. (in Persian)
- Kilic, T. (2006). Analysis of essential oil composition of *Thymbra spicata* var. *spicata*: Antifungal, antibacterial and antimycobacterial activities. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 61(5–6), 324–328.
- Kizil, S., & Toncer, O. (2005). Effect of row spacing on seed yield, yield components, fatty oil and essential oil of *Nigella sativa* L. *Crop Research-Hisar*, 30(1), 107.
- Kizil, S., Toncer, O., Diraz, E., & Karaman, S. (2015). Variation of agronomical characteristics and essential oil components of zahter (*Thymbra spicata* L. var. *spicata*) populations under semi-arid climatic conditions. *Field Crops Central Research Institute Journal*, 20(2), 242–251.
- MalekMaleki, F., Abasi, N., Sharifi Ashoorabadi, E., Barari, M., & Zare, M. (2018). Effects of row distance on yield of two ecotypes of *Thymbra spicata* L. under field growing conditions. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 34(1), 62–76. (in Persian)
- Marković, T., Chatzopoulou, P., Šiljegović, J., Nikolić, M., Glamočlija, J., Ćirić, A., & Soković, M. (2011). Chemical analysis and antimicrobial activities of the essential oils of *Satureja thymbra* L. and *Thymbra spicata* L. and their main components. *Archives of Biological Sciences*, 63(2), 457–464.
- Rao, C. S., Lal, R., Prasad, J. V. N. S., Gopinath, K. A., Singh, R., Jakkula, V. S., Sahrawat, K. L., Venkateswarlu, B., Sikka, A., & Virmani, S. M. (2015). Potential and challenges of rainfed farming in India. *Advances in Agronomy*, 133, 113–181.
- Sarac, N., Ugur, A., & Duru, M. E. (2009). Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oils of *Thymbra spicata* var. *intricata*. *International Journal of Green Pharmacy*, 3(1), 24–28.

- Schippmann, U., Leaman, D., & Cunningham, A. B. (2006). A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects. In R. J. Bogers, L. E. Craker, & D. Lange (Eds.), *Medicinal and aromatic plants* (pp. 75–95). Springer.
- Sharifi Ashoorabadi, E., Lebaschy, M. H., Naderi, B., & Allahverdi Mamaghani, B. (2009). Effect of water deficit on yield and essential oil of *Achillea millefolium* L. *Environmental Sciences*, 7(1), 193–204. (in Persian)
- Sharifi Ashoorabadi, E., Jamzad, Z., Lebaschy, M. H., Akbarinia, A., Safaei, L., Larti, M., Habibi, R., Garivani, G. M., Safari, S., Samady Asl, V., & Mackizadeh Tafti, M. (2018). Applying thermal index to predict the phenological stages of *Thymus* growth in natural habitats. *Iran Nature*, 2(6), 34–44. (in Persian)
- Toncer, O., Karaman, S., Diraz, E., Sogut, T., & Kizil, S. (2016). Diurnal variation effects on essential oils of wild thyme (*Thymbra spicata* var. *spicata* L.) under cultivation conditions. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 19(8), 2037–2048.
- Zarekia, S., Ehsani, A., Zare, N., & Mirhaji, T. (2011). Phenological study of *Astragalus chaborasicus*, *Poa sinaica*, and *Stipa hohenackeriana* using growing degree days (GDD) in the Khoshkrood region of Saveh. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 18(3), 474–485. (in Persian)