



University of Tehran Press

ECO HYDROLOGY

Home Page: <https://ije.ut.ac.ir>

Online ISSN: 2423-6101

Studying the effect of flood distribution on the growth indices of *Mentha Spicata* L

Reza Dehghani Bidgoli ¹, Mohammad Javad Mahdavi Lasbi ²

1. Associate Professor of Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, 8731753153. Email: dehghanir@kashanu.ac.ir
2. Corresponding Author, Assistant Professor Department of Agricultural Engineering, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran. Email: mjmahdavi@nus.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 11 July 2026

Revised 08 August 2026

Accepted 01 September 2026

Available online 27 September 2026

Keywords:

Medicinal Plants,
Mentha Spicata L,
flood irrigation,
production efficiency,
growth index

ABSTRACT

Research Topic: *Mentha* is a perennial plant, a herbaceous rhizome. Its essential oil is widely used in food, cosmetics, pastry, gum, toothpaste and pharmaceutical industries. Due to the importance of this type of flood irrigation on its quantitative variables in Kashan.

Method: For this purpose, in each of the flood and control areas, a sampling area was identified. In each of the reagent areas, sampling of vegetation was performed in the form of 10 transactions and 60 plots in a systematic-random way. The percentage of crown coating and density was measured by the planting and olive method of the plant by the double method. To determine the amount of underground olives, 98 bases were selected with proper spatial distribution and up to 2 meters, all roots with a diameter of more than one millimeter were collected and weighed. With the total olive weight of the plant, the ratio of the underground olive to the aerial olives was determined, and by applying this ratio in the aerial olive weight, the underground olive weight was estimated in both areas.

Results: The results showed that flood irrigation had no significant effect on any of the variables evaluated ($P < 5\%$). The results of estimating the ratio of underground biomass to aerial biomass of the above-mentioned species in two areas of waterlogging and control showed that this ratio is 27.82% in the waterlogging area and 29.44% in the control area.

Conclusions: Based on this, by applying these coefficients to the aerial biomass, the underground biomass of this species in the drained area and Shahid was estimated as 160.52 kg/ha and 147.61 kg/ha respectively. This achievement indicates that the species is well established and developed in arid regions and is physiologically adapted to water shortages.

Cite this article: Dehghani Bidgoli, R., Mahdavi Lasibi, M. (2026). Studying the Effect of Flood Distribution on the Growth Indices of *Mentha Spicata* L. *Journal of Ecohydrology*, 13(3), 1564-1579.



<https://doi.org/10.22059/ije.2026.405885.1895>

© Reza Dehghani Bidgoli, Mohammad Javad Mahdavi Lasibi.

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ije.2026.405885.1895>

Introduction

Mentha spicata L. (synonyms: *Mentha spicata* var. *crispa*, *Mentha spicata* var. *longifolia* in some classifications) Common names: spearmint, green mint Type: Perennial, rhizomatous herb Family: Lamiaceae (mint family) this plant species is a perennial, rhizomatous herb with wide applications in the food, cosmetics, confectionery, gum, toothpaste, and pharmaceutical industries. Major constituents include carvone, limonene, cineole, and menthol in various cultivars. These compounds give spearmint its characteristic aroma and flavor. This study compared flood irrigation (waterlogged) versus non-flooded (control) conditions to assess potential effects on quantitative traits of this species in Kashan. To capture spatial variation, sampling sites were identified, and a systematic-random design was employed across 10 plots and 60 subplots. These results underscore the robustness of *Mentha spicata* L. to variations in irrigation under the tested conditions. The lack of a treatment effect on the measured indices suggests that, within the range of water availability examined, vegetative growth and biomass partitioning are maintained without substantial shifts toward either shoot- or root-dominant growth. The relatively consistent belowground investment across flood and non-flood regimes implies that root system development is favored as a stable strategy, potentially supporting sustained nutrient uptake, soil anchorage, and resilience to short-term hydric fluctuations. This pattern aligns with the species' ecological strategy as a perennial herb with rhizomatous spread, where persistent root networks enable rapid recovery from episodic water stress and contribute to long-term productivity in arid environments. From a practical perspective, the findings support applying the current irrigation approach in arid production systems with confidence that key growth and root-propagation characteristics will be preserved. The inferred subterranean biomass, derived from aboveground measurements via a stable allometric ratio, offers a cost-efficient metric for monitoring underground resource pools without destructive sampling. However, it remains prudent to validate the allometric relationship across different soils, climates, and phenological stages to ensure transferability. Integrating periodic direct root assessments or sensitivity analyses could further strengthen confidence in using non-destructive proxies for routine management and decision-making in water-limited settings.

Materials and Methods

study area and experimental design. The study was conducted in Kashan, selected for its arid climate and representative water-resource conditions. A systematic-random design was employed to sample spatial variation across the experimental field. Ten plots (each with a defined area) were arranged to cover the site, and within each plot, sixty subplots were distributed to capture fine-scale heterogeneity. Treatments included two irrigation regimes: flood irrigation (waterlogged) and non-flooded control. Plots were randomly assigned to treatment conditions to minimize bias, and blocking was considered to account for spatial gradients. Biometric measurements were performed to quantify crown cover and plant density. Crown cover and density were assessed using standard methods, with an emphasis on improving reliability by applying a double-framework approach that combines planting- and olive-based techniques. Belowground biomass was estimated by excavating 98 sampling bases chosen with appropriate spatial distribution to depths up to 2 meters, collecting all roots with a diameter greater than 1 mm, and drying and weighing them. The ratio of belowground to aboveground biomass was derived from the total plant biomass and used to estimate subterranean biomass from aboveground biomass in both flood and control areas. This approach allowed estimation of underground biomass without exhaustive excavation in each plot.

Results

Data analysis evaluated the effect of flood irrigation on the measured indices. No statistically significant differences were observed between flood irrigation and the control for any of the indices at the 95% confidence level. The small disparity between areas implies a robust belowground investment by *Mentha spicata* L. under both water regimes, supporting its establishment and physiological adaptation to arid, water-limited environments. Data were analyzed to test the effect of flood irrigation on the measured indices. Flood irrigation did not produce a statistically significant difference for any of the evaluated indices at a 95% confidence level. The belowground-to-aboveground biomass ratios were 27.82% in the flood (waterlogged) area and 29.44% in the control area, indicating relatively similar biomass partitioning between treatments. By applying these coefficients to the aboveground biomass estimates, underground biomass values were inferred as 160.52 kg/ha for the drained area and 147.61 kg/ha for the Shahid area, respectively. The small difference between areas suggests robust belowground investment by *Mentha spicata* L. under both water regimes, supporting its establishment and physiological adaptation to arid, water-limited environments.

Discussion and Conclusion

The lack of a significant impact from flood irrigation on growth metrics indicates that *Mentha spicata* L. can sustain growth performance and allocate biomass even under restricted water availability. This resilience is beneficial for cultivation in hot, water-limited regions where irrigation efficiency is crucial. The observed biomass partitioning, with relatively large belowground investment compared with aboveground biomass under both irrigation regimes, suggests a sturdy root system that may enhance drought tolerance, soil stabilization, and nutrient uptake in water-scarce environments. Estimating subterranean biomass from aboveground measurements using a belowground-to-aboveground biomass ratio proved to be a practical and non-destructive approach for assessing root investments across treatments. This method can inform sustainable management and production planning by offering a cost-effective means to gauge underground biomass, which is closely linked to soil health, perennial persistence, and resistance to water stress. Nonetheless, the approach assumes the ratio remains stable across different environments and developmental stages; incorporating sensitivity analyses or occasional direct root sampling would bolster confidence in the extrapolations. Interpretation and Implications. The lack of a significant flood irrigation effect on growth indices implies that *Mentha spicata* L. maintains growth and biomass partitioning under limited water availability, which is advantageous for cultivation in arid regions. The methodology of using a belowground-to-aboveground biomass ratio to extrapolate subterranean biomass from aboveground measurements proved useful for studying root investments in this species and can inform sustainable management and production planning in water-scarce environments.

Author Contributions

All authors 1-2 led the analysis, writing, and interpretation of the paper.

Data Availability Statement

The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author.

Acknowledgements

We would like to thank the University of Kashan for supporting this research.

Ethical considerations

This research did not involve human or animal participants. All data used were obtained from open or authorized institutional sources. The authors affirm that the study complies with the journal's ethical standards.

Funding

"The research leading to these results has received funding from the university of Kashan.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

**مطالعه اثر پخش سیلاب بر شاخص‌های رشد گونه دارویی *Mentha spicata* L**رضا دهقانی بیدگلی^۱، محمدجواد مهدوی لاسیبی^{۲*}^۱. دانشیار گروه مهندسی طبیعت دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان، ایران، رایانامه: dehghanir@kashanu.ac.ir^۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه آموزشی فناوری کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران. رایانامه: mjmahdavi@nus.ac.ir**چکیده****اطلاعات مقاله****موضوع:** معنا یک گیاه چندساله، ریزومدار علفی است. اسانس آن به طور گسترده‌ای در صنایع غذایی، آرایشی، شیرینی‌پزی و داروسازی استفاده می‌شود.**نوع مقاله:** پژوهشی**هدف:** نظر به اهمیت این گونه، تأثیر آبیاری سیلابی بر متغیرهای کمی آن در کاشان مورد بررسی قرار گرفت. **روش تحقیق:** به این منظور در هر یک از مناطق پخش سیلاب و شاهد، یک منطقه معرف برای نمونه‌برداری مشخص شد. در هریک از مناطق معرف، نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در قالب ۱۰ ترانسکت و ۶۰ پلات به روش تصادفی - سیستماتیک در ۱۰ دوره آبیاری صورت گرفت. درصد پوشش تاجی و میزان تراکم، با روش پلات‌گذاری و زی‌توده هوایی گیاه به تفکیک هر اندام با روش مضاعف اندازه‌گیری شد. برای تعیین مقدار زی‌توده زیرزمینی، تعداد ۹۸ پایه با توزیع مناسب مکانی انتخاب و تا عمق ۲ متری تمام ریشه‌های با قطر بیش از یک میلی‌متر جمع‌آوری و توزین شد. با در اختیار داشتن وزن کل زی‌توده گیاه، نسبت وزن زی‌توده زیرزمینی به زی‌توده هوایی گونه تعیین شده و با اعمال این نسبت در وزن زی‌توده هوایی، وزن زی‌توده زیرزمینی گونه مورد بررسی در هر دو منطقه برآورد شد.**تاریخچه مقاله:****تاریخ دریافت:** ۱۴۰۵/۰۴/۲۰**تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۵/۰۵/۱۷**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۵/۰۶/۱۰**تاریخ انتشار:** ۱۴۰۵/۰۷/۰۱**کلیدواژه‌ها:**

گیاهان دارویی،

گونه *Mentha spicata* L،

آبیاری سیلابی،

راندمن تولید،

شاخص رشد

یافته‌ها: تحلیل نتایج نشان داد آبیاری سیلابی تأثیر معناداری بر هیچ‌یک از متغیرهای مورد ارزیابی نداشته است ($p < 5\%$). نتایج برآورد نسبت زی‌توده زیرزمینی به زی‌توده هوایی گونه یادشده، در دو منطقه آبیگری شده و شاهد نشان داد این نسبت، در منطقه آبیگری شده، ۲۷/۸۲ درصد و در منطقه شاهد، ۲۹/۴۴ درصد است. بر این اساس، با اعمال این ضرایب در زی‌توده هوایی، زی‌توده زیرزمینی این گونه، در منطقه آبیگری شده و شاهد به‌ترتیب برابر با ۱۶۰/۵۲ کیلوگرم در هکتار و ۱۴۷/۶۱ کیلوگرم در هکتار برآورد شد.**نتیجه‌گیری:** این دستاورد گویای آن است که گونه یادشده به‌خوبی قابلیت استقرار و توسعه در مناطق خشک را دارد و سازگاری مناسبی به لحاظ فیزیولوژیکی در برابر کمبود آب در آن ایجاد شده است.**استناد:** دهقانی بیدگلی، رضا؛ مهدوی لاسیبی، محمدجواد. (۱۴۰۵). مطالعه اثر پخش سیلاب بر شاخص‌های رشد گونه دارویی *Mentha Spicata* L. مجله

اکوهیدرولوژی، ۱۳(۳)، ۱۵۶۴-۱۵۷۹.

<https://doi.org/10.22059/ije.2026.405885.1895>**ناشر:** انتشارات دانشگاه تهران.

© رضا دهقانی بیدگلی، محمدجواد مهدوی لاسیبی.

مقدمه

امروزه استفاده از گیاهان دارویی نه تنها فراموش نشده است، بلکه طبق آمار سازمان بهداشت جهانی، ۸۰ درصد مردم جهان از داروهای گیاهی استفاده می‌کنند (Omidbeigi, 2000). محققان گزارش کردند که مواد مؤثر گیاهان تحت تأثیر عوامل محیطی تغییر می‌یابند و تنش خشکی را مهم‌ترین عامل مؤثر بر سنتز این ترکیب‌های طبیعی معرفی کردند. در مطالعات زیادی، تغییر میزان اسانس گیاهان دارویی و تغییر ترکیب آن‌ها در شرایط تنش خشکی گزارش شده است (سولیناس و دیانا، ۱۹۹۶، زوبید و همکاران، ۲۰۰۷).

در بسیاری از کشورهای جهان، کم‌آبی به موضوعی جدی و نگران‌کننده تبدیل شده است. مطالعات نشان می‌دهد بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آب در جهان است. بنابراین، کمبود منابع آبی بزرگ‌ترین چالش توسعه کشاورزی و در نهایت، امنیت غذایی تلقی می‌شود (Rahmani et al., 2021).

یکی از چالش‌های اساسی پیشروی افراد ساکن در بیشتر کشورهای خاورمیانه، محدودیت نزولات جوی و خشک بودن شرایط اقلیمی است. کمبود آب و تنش‌های خشکی کوتاه و بلند مدت، اثرات مخربی بر گیاهی را با مشکل جدی مواجه کرده است. از سویی، عملکرد گیاهان در این مناطق گذاشته و پوشش استفاده روزافزون منابع آبی در بخش خانگی و صنعت و تبدیل آن به فاضلاب، یکی از مشکلات مهم مدیریت شهرها به‌ویژه شهرهای بزرگ است. رهاسازی فاضلاب‌ها در سطح زمین و یا نفوذ به اعماق زمین و به دنبال آن، آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی، باعث آلودگی محیط زیست می‌شود و تخریب منابع طبیعی را به همراه خواهد داشت. یکی از روش‌های مناسب کاهش آلودگی ناشی از وجود فاضلاب، تصفیه و استفاده دوباره از آن در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و ایجاد فضای سبز در حاشیه شهرها است (Rad et al., 2018).

گیاهان اغلب منبع منحصربه‌فردی برای داروهای مصرفی جامعه بشری بوده‌اند. این داروهای با منشأ طبیعی نقش مهمی در درمان بیماری‌های انسان را به عهده دارند (Tavakoli Saberi & Sadeghat, 1989). امروزه درمان بیماری‌ها بیشتر از طریق داروهایی صورت می‌گیرد که منشأ صنعتی دارند و فقط در آزمایشگاه تهیه می‌شوند و اثرات قاطع آن‌ها در درمان، موجب توسعه مصرف آن‌ها شده است؛ اما با توجه به اینکه مصرف بعضی از این داروها زیان‌هایی به بدن می‌رساند، روزبه‌روز به گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن‌ها توجه بیشتری شده و اعتقاد عمومی در مورد استفاده از آن‌ها پیوسته تقویت می‌شود (Ramezanejad et al., 2023). استفاده و کاربرد داروهای گیاهی تنها به کشورهای درحال توسعه اختصاص ندارد، بلکه این قبیل گیاهان، در کشورهای پیشرفته نیز از عوامل مهم و مؤثر در ساخت دارو، درمان، بهداشت و سلامت جامعه هستند (Shahrokhi, 1996). به علت شرایط اقلیمی مناسب و سایر فاکتورهای جغرافیایی خاص، گیاهان متنوع و زیادی در بسیاری از نقاط ایران می‌رویند که بیشتر آن‌ها خواص درمانی مهمی دارند (Abdali Mashhadi et al., 2012)؛ لذا کشور ایران با سابقه درخشان در طب سنتی و استعداد بالقوه در پرورش گونه‌های گیاهی، یکی از مناطق مناسب برای تهیه، تولید و صادرات گیاهان دارویی است که می‌توان از طریق آن علاوه بر بهره‌مندی از سایر منافع ملی، در چارچوب سیاست‌های کشور مبنی بر افزایش صادرات غیرنفتی، به بازارهای جهانی نیز دست یافت (Amanpour, 2000). بر این اساس در برخی پژوهش‌ها به توانمندی‌های اکولوژیک و اقلیمی کشور ایران در تولید بیش از ۷۵۰۰ گونه گیاه دارویی و استخراج مواد مؤثره از آن‌ها پرداخته شده است (Omidbeigi, 2000). در سال‌های اخیر تحقیقات گسترده‌ای در زمینه شناسایی گونه‌های گیاهی مناطق مختلف کشور به انجام رسیده است (Akbarinia, 2000; Bagherzade & Pakravan, 2000; Batooli, 2021; Zarezadeh, 2000; Sohrabpour & Rabei, 2000; Rahimi et al., 2012; Karamzadeh, 2003; Saber Amoli et al., 2004; Mazandarani et al., 2004).

درک بهتر از شرایط استقرار گیاهان دارویی این امکان را فراهم می‌سازد تا رویشگاه این گیاهان با کارایی بیشتری اداره شود، زیرا شرایط رویشگاه تأثیر در میزان و کیفیت عناصر استخراج‌شده این گیاهان دارد (Mir Askarshahi, 2002). همچنین، استقرار این قبیل گیاهان در مکان رشد، به افزایش زی‌توده گیاهی منجر می‌شود و شاخصی از سازگاری و کارآمدی گیاه در رویشگاه خود به شمار می‌رود. متغیرهای کمی از ویژگی‌های مهم این قبیل گیاهان محسوب می‌شود. این ویژگی‌ها شاخصی از سازگاری و کارآمدی گیاه در رویشگاه بوده و تابع برخی از عوامل محدودکننده محیطی است که در مناطق خشک، آب یکی از موارد مهم

آن‌ها به شمار می‌رود (Forouzeh, 2005). از سوی دیگر، کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک که بخش عمده‌ای از کشور ما نیز در آن قرار دارد، یکی از تنگنایهای توسعه اقتصادی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی محسوب می‌شود (Kosar, 1993). آبیاری سیلابی یکی از روش‌های اصلاح مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب شده که به عنوان عاملی در جهت ایجاد تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی در این گونه مناطق شناخته شده است (Kosar, 1993; Moqaddam, 1998; Mesbah, 2001; Mesdaghi, 2003). این شیوه، روشی است که در آن سیلاب‌های دائمی یا موقت از مسیر اصلی خود منحرف شده و در اراضی نسبتاً مسطح مانند کف دره‌ها و یا در دشت‌های کوچک پخش می‌شوند با این عمل، سرعت آب کاهش می‌یابد و امکان نفوذ آن در خاک زیاد می‌شود (Kosar, 1993). بررسی تأثیر آبیاری سیلابی بر تغییرات پوشش گیاهی مناطق پلدشت آذربایجان غربی، نشان داد درصد پوشش تاجی در عرصه آبیگری شده نسبت به شاهد افزایش داشته و زادآوری برخی گونه‌های بوته‌ای نیز در منطقه آبیگری شده نسبت به شاهد بیشتر شده است (Ghaemi, 2004). همچنین، بررسی‌های انجام‌شده در ایستگاه پخش سیلاب گربایگان فارس بیانگر آن است که افزایش زی‌توده گونه‌های بوته‌ای نسبت به عملیات پخش سیلاب یکسان نبوده، به طوری که این عملیات در برخی از گونه‌ها باعث افزایش زی‌توده شده و در برخی دیگر تأثیری نداشته است (Forouzeh, 2006). نتایج ارزیابی واکنش متغیرهای کمی گونه‌های بوته‌ای نسبت به عملیات پخش سیلاب در ایستگاه پخش سیلاب تنگستان استان بوشهر نیز بیانگر آن است که آبیاری سیلابی در تغییرات کمی شاخص‌های رشدی برخی از گونه‌های بوته‌ای تأثیر معناداری نداشته است. دلیل این موضوع می‌تواند توانایی سازگاری این فرم رویشی در مقایسه با سایر فرم‌های رویشی گیاهان باشد (Fakhri, 2003).

از آنجا که گونه‌های مختلف بوته‌ای در قبال عملیات آبیاری سیلابی، واکنش‌های متفاوتی از خود بروز می‌دهند؛ لذا در این تحقیق با توجه به ویژگی‌های منحصربه‌فرد گونه دارویی *Mentha spicata* L تأثیر آبیاری سیلابی بر متغیرهای کمی گونه یادشده مورد بررسی قرار گرفت.

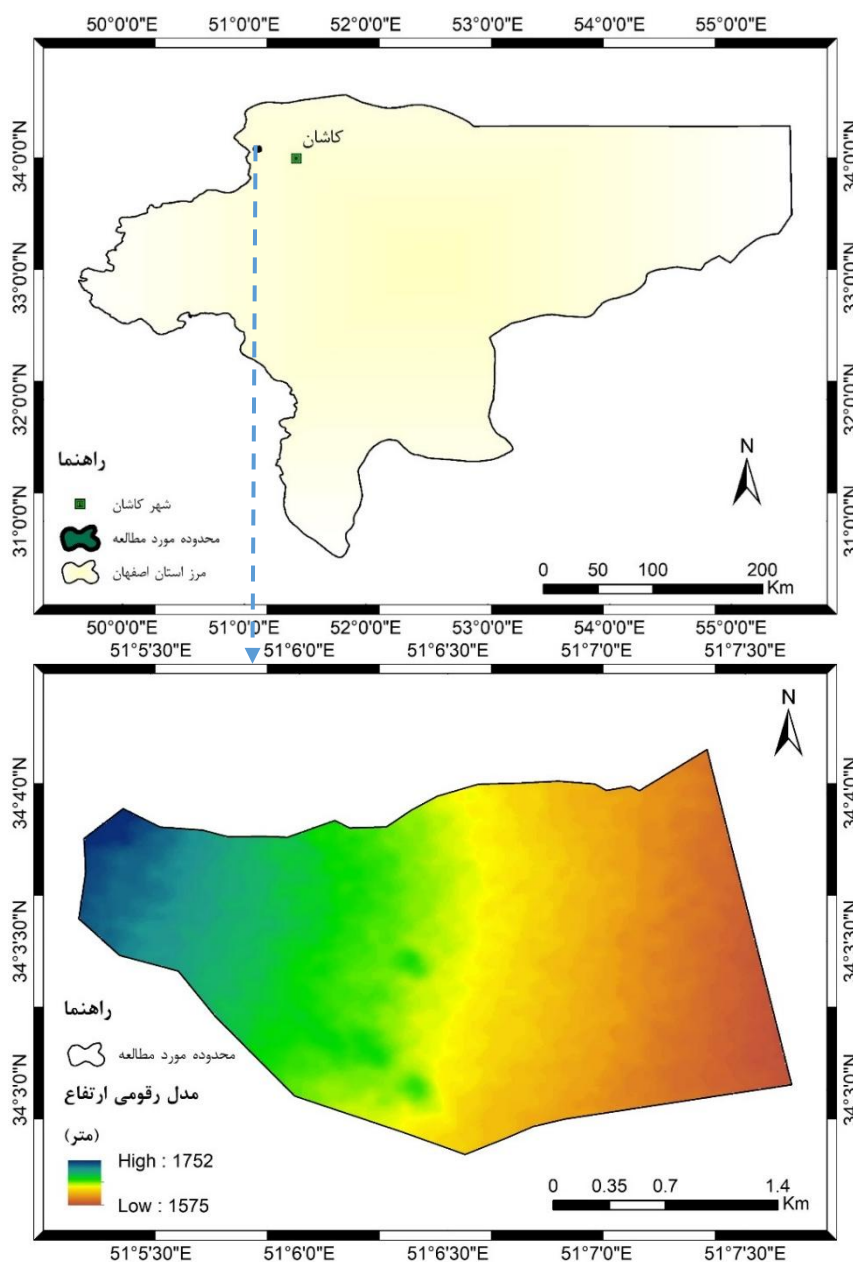
روش‌شناسی پژوهش

مشخصات گیاه‌شناسی گونه *Mentha spicata* L

گیاهی است بوته‌ای، به ارتفاع ۲۰ تا ۶۰ سانتی‌متر، متعلق به منطقه ایران — تورانی است. پراکندگی جغرافیایی آن در مناطق شمال، شمال غرب، غرب، مرکز، شمال شرق و شرق ایران گزارش شده است (Akhiyani, 1995).
نعنا را در اکثر نقاط کشور می‌توان کشت کرد؛ اما مناطق خیلی سرد برای کشت این گیاه مناسب نیست. دمای مناسب به منظور تسریع در رشد و همچنین افزایش در تولید اسانس، ۱۴ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد است و دماهای بالاتر مقدار تولید اسانس را افزایش می‌دهند. نعنا گیاهی روزبلند است و کاشت آن در شرایط روزبلند موجب افزایش محصول می‌شود (Omidbeigi, 2007).

معرفی منطقه مطالعه‌شده

روستای برزآباد، روستایی از توابع بخش نیاسر شهرستان کاشان در استان اصفهان ایران است. با ارتفاع ۱۱۴۰ متر از سطح دریا در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی کاشان و مختصات جغرافیایی ۳۰°۳۴' شمالی ۵۱°۵' شرقی قرار گرفته است. میانگین بارندگی و تبخیر بالقوه سالانه در این ناحیه به ترتیب ۱۵۹ و ۲۹۳۴ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه آن ۲۷/۶۵ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن از نوع خشک است. منطقه مورد بررسی یکی از شبکه‌های ایستگاه پخش سیلاب کاشان است. این منطقه به وسعت ۱۵۹ هکتار بر اساس روش پیشنهادی فیلیپس (Phillips, 1957)، نیومن (Newman, 1963) و کوئیلی (Quilty, 1972) آبیگری می‌شود.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

روش نمونه‌گیری

به منظور مطالعه متغیرهای کمی گونه *Mentha spicata* L در شرایط با پخش سیلاب و بدون آن، در داخل هر یک از مناطق آبیگری شده و شاهد، یک منطقه معرف به منظور نمونه‌برداری مشخص شد و در هر منطقه معرف ۱۰ ترانسکت ۵۰ متری به فواصل ۱۵۰ متری از یکدیگر قرار گرفت. در طول هر ترانسکت از ۶ پلات ۲ مترمربعی استفاده و نمونه‌برداری به روش تصادفی — سیستماتیک (Moqaddam, 1998) انجام شد. اندازه مناسب پلات به روش سطح حداقل (Mueller & Ellenberg, 1974) تعیین شد. همچنین، درصد پوشش تاجی و میزان تراکم با روش پلات‌گذاری و زی‌توده هوایی به تفکیک هر اندام، با روش مضاعف برآورد شد (Mesdaghi, 2003).

در این مطالعه به منظور تعیین حجم یا تعداد نمونه مورد نیاز برای برآورد وزن زی‌توده زیرزمینی، از روش برآورد حجم نمونه به روش آماری (Mesdaghi, 2003) استفاده شد؛ لذا پس از تعیین حجم مناسب نمونه‌گیری برای تعیین مقدار زی‌توده زیرزمینی گونه مورد بررسی، تعداد پایه‌های معین شده توسط روش یادشده را با توزیع مناسب مکانی انتخاب کرده و توسط بیل مکانیکی،

پروفیل‌هایی در کنار آن‌ها حفر و تا عمق ۲ متری تمام ریشه‌های با قطر بیش از یک میلی‌متر جمع‌آوری و توزین شدند (شکل ۱)؛ بنابراین با در اختیار داشتن وزن کل زی‌توده گیاه (اندام‌های هوایی + اندام‌های زیرزمینی) نسبت وزن زی‌توده زیرزمینی به زی‌توده هوایی گونه تعیین شده و با اعمال این نسبت در وزن زی‌توده هوایی، وزن زی‌توده زیرزمینی گونه مورد بررسی در هر دو منطقه برآورد شد (Bardbar, 2004; Forouzeh, 2005).



شکل ۲. پروفیل در اطراف گیاه به منظور برآورد زی‌توده زیرزمینی (الف)، زی‌توده هوایی و زیرزمینی گیاه (ب) و تفکیک اندام‌های گیاه مورد مطالعه (ج)

روش آماری تجزیه و تحلیل داده‌ها

تعداد مناسب پلات‌های نمونه‌برداری و همچنین، تعداد نمونه مورد نیاز برای برآورد وزن زی‌توده زیرزمینی با استفاده از روش آماری تعیین حجم نمونه‌گیری (Mesdaghi, 2003)، بر اساس رابطه ۱ به دست آمد.

$$N = t^2 S^2 / P^2 x^2 (1 + 2/n) \quad (1)$$

در رابطه یادشده، N حداقل تعداد نمونه لازم است. t از جدول t استیودنت با سطح احتمال مورد نظر (معمولاً ۱۰ درصد) به دست می‌آید. x میانگین نمونه‌های اولیه است. p حدود خطا که معمولاً برابر $+0.1$ و -0.1 است. S^2 واریانس و n تعداد نمونه اولیه است. همچنین، بر اساس روش نمونه‌گیری مضاعف، معادله رگرسیون^۱، به تفکیک هر اندام، جهت برآورد زی‌توده هوایی گونه مورد بررسی تهیه شد؛ از آنجا که ضرایب همبستگی به‌دست‌آمده همگی رابطه‌ای مثبت و قوی بین ارقام برآوردشده و مقادیر واقعی توزین‌شده را نشان دادند؛ لذا با قرار دادن ارقام برآوردشده (X) در معادلات رگرسیون به‌دست‌آمده، مقادیر اوزان برآوردشده تصحیح و از کل ارقام مربوط به ۱۲۰ پلات (۶۰ پلات در هر یک از مناطق آبیگری شده و شاهد) برای محاسبه زی‌توده هوایی گونه مورد بررسی استفاده شد. به منظور مقایسه متغیرهای مورد ارزیابی در دو منطقه آبیگری شده و شاهد از آزمون t مستقل در فاصله اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. این بررسی‌ها به کمک نرم‌افزارهای آماری Excel و SPSS (Version 11. 5) انجام گرفت.

یافته‌های پژوهش

برآورد زی‌توده هوایی

بر اساس روش نمونه‌گیری مضاعف، ضرایب همبستگی و معادلات رگرسیون بین مقادیر واقعی زی‌توده (حاصل از روش قطع و توزین) و مقادیر برآوردشده (حاصل از روش مشاهده و تخمین)، به تفکیک اندام هوایی گونه مورد بررسی به دست آمد. این نتایج در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. معادلات رگرسیونی و ضریب همبستگی بین مقادیر واقعی زی توده و مقادیر برآورد شده به تفکیک اندام ها هوایی، در مناطق آبیگری شده

گونه <i>Mentha spicata</i> L		
اندام Body	R	معادله رگرسیونی Regression equation
برگ Leaf	0. 82	$Y_l = 0. 756X + 5. 39$
شاخه Branch	0. 84	$Y_b = 0. 771X + 38. 47$
ساقه Stem	0. 87	$Y_s = 1. 22X - 19. 88$

توضیح: در روش نمونه گیری مضاعف، اوزان برآورد شده به عنوان متغیر مستقل (X) و اوزان قطع شده به عنوان متغیر وابسته (Y) خواهند بود.

جدول ۲. معادلات رگرسیونی و ضریب همبستگی بین مقادیر واقعی زی توده و مقادیر برآورد شده به تفکیک اندام ها هوایی، در منطقه شاهد

گونه <i>Mentha spicata</i> L		
اندام Body	R	معادله رگرسیونی
برگ Leaf	0. 85	$Y_l = 0. 832X + 4. 82$
شاخه Branch	0. 92	$Y_b = 0. 853X + 18. 15$
ساقه Stem	0. 83	$Y_s = 1. 19X + 16. 2$

توضیح: در روش نمونه گیری مضاعف، اوزان برآورد شده به عنوان متغیر مستقل (X) و اوزان قطع شده به عنوان متغیر وابسته (Y) خواهند بود.

برآورد زی توده زیرزمینی

در این مطالعه برای دستیابی به عدد مورد قبول برای برآورد زیتوده زیرزمینی، بر طبق روش آماری، تعداد ۹۸ پایه از گونه *M. spicata* L ریشه کن، جمع آوری و توزین شد. نتایج برآورد نسبت زی توده زیرزمینی به زی توده هوایی گونه یادشده، در دو منطقه آبیگری شده و شاهد نشان داد این نسبت، در منطقه آبیگری شده، ۲۷/۸۲ درصد و در منطقه شاهد، ۲۹/۴۴ درصد است. بر این اساس با اعمال این ضرایب در زی توده هوایی، زی توده زیرزمینی این گونه، در منطقه آبیگری شده و شاهد به ترتیب برابر با ۱۶۰/۵۲ کیلوگرم در هکتار و ۱۴۷/۶۱ کیلوگرم در هکتار برآورد شد.

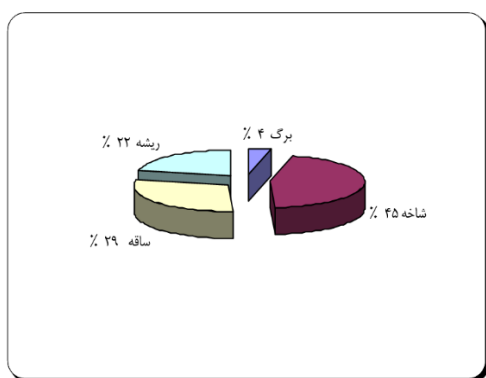
اثر آبیاری سیلابی بر زی توده هوایی و زیرزمینی

نتایج مقایسه میانگین زی توده گونه *M. spicata* L به تفکیک اندام ها بیانگر عدم تفاوت معنادار وزن اندام هوایی و زیرزمینی گونه در دو رویشگاه آبیگری شده و شاهد است (جدول ۳). سهم اندام های مختلف زی توده گونه مورد بررسی در هریک از دو منطقه آبیگری شده و شاهد در شکل ۲ ارائه شده است.

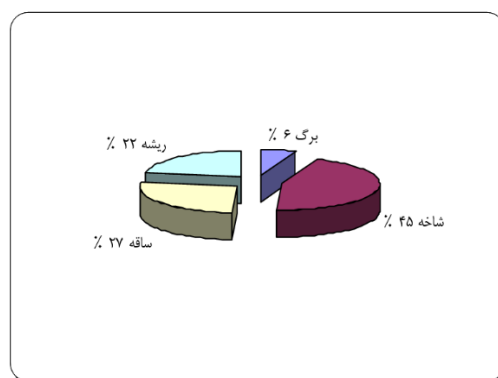
جدول ۳. نتایج آزمون *t* مستقل برای مقایسه میانگین زی‌توده گونه *M. spicata* L، به تفکیک اندام‌ها در دو منطقه آبیگری شده و شاهد

میزان زی توده گونه Amount of species biomass (kg/ha) <i>M. spicata</i> L			
اندام Body	منطقه – مناطق		سطح معنادار Significance level
	شاهد Control areas	مناطق آبیگری شده Inundated areas	
برگ Leaf	35.20	25.18	ns
شاخه Branch	285.13	330.20	ns
ساقه Stem	174.52	198.40	ns
ریشه Root	185.50	157.15	ns

توضیح: ns نمایانگر عدم اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.



A



B

شکل ۳. سهم اندام‌های مختلف گونه *M. spicata* L در وزن زی‌توده: منطقه آبیگری شده (الف) و منطقه شاهد (ب)

اثر آبیاری سیلابی بر درصد پوشش تاجی و تراکم

نتایج مقایسه میانگین درصد پوشش تاجی گونه *M. spicata* L، بیانگر عدم تفاوت این متغیر در دو منطقه آبیگری شده و شاهد است، همچنین مقایسه تراکم گونه مورد بررسی نشان داد بین تراکم گونه در رویشگاه آبیگری شده و شاهد تفاوت معناداری در سطح ۵ درصد وجود ندارد (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج آزمون *t* مستقل جهت مقایسه میانگین متغیرهای درصد پوشش تاجی و تراکم گونه مورد مطالعه در دو منطقه آبیگری شده و شاهد

متغیر Variable	منطقه آبیگری شده Inundated area	منطقه شاهد Control area	سطح معنادار Significance level
منطقه Area			
پوشش تاجی (%) Canopy cover (%)	7.2	8.9	ns
تراکم (تعداد در واحد سطح) Density (number per unit area)	0.17	0.20	ns

توضیح: ns نمایانگر عدم اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد است.

بحث

شاخه *M. spicata* L. (با ۴۵ درصد از کل وزن زی توده گیاه در هر دو منطقه آبیگری شده و شاهد) و برگ (با ۴ درصد در منطقه آبیگری شده و ۶ درصد در منطقه شاهد) به ترتیب بیشترین و کمترین میزان سهم زی توده این گیاه را به خود تخصیص داده اند. مقایسه نظیر به نظیر مقدار وزن اندام های گونه *M. spicata* L. در منطقه آبیگری شده با اندام های همین گونه در منطقه شاهد نشان داد بین وزن اندام های گونه مورد بررسی در دو رویشگاه، در سطح ۵ درصد اختلاف معناداری وجود ندارد. از آنجا که مقدار وزن اندام های گیاه بستگی به مقدار هیدروکربن ساخته شده طی فرایند فتوسنتز دارد (Taiz, 1998)؛ لذا می توان به این نکته دست یافت که فرایند فتوسنتز در گونه یاد شده مستقل از عملیات آبیگری است، به بیان دیگر کمبود آب در گونه مورد بررسی به عنوان عامل محدود کننده فرایند فتوسنتز تلقی نمی شود. در بررسی مشابهی نیز ضمن بررسی واکنش ترسیب کربن گونه های مختلف گیاهی نسبت به عملیات آبیاری سیلابی مناطق، این نتیجه به دست آمد که واکنش گونه های مختلف در قبال عوامل محدود کننده مانند استرس خشکی، متفاوت است، چنان که آبیاری سیلابی در فتوسنتز برخی از گونه ها، نظیر گونه *Artemisia sieberi* Besser و *Helianthemum lippii* (L.) Pers تأثیری ندارد (Forouzeh, 2006). مورتنسون و شومان نیز ضمن بررسی واکنش زی توده گونه های مختلف بوته ای نسبت به عملیات اصلاح مناطق دریافتند که گونه های مختلف در قبال عملیات اصلاحی یکسان، واکنش های متفاوتی از خود بروز می دهند (Mortenson & Schuman, 2002).

تحلیل نتایج نشان داد زی توده زیرزمینی گیاه *M. spicata* L. در دو منطقه آبیگری شده و شاهد، از تفاوت معناداری برخوردار نیستند، یکی از دلایل عدم تفاوت آماری زی توده زیرزمینی گیاه یاد شده در شرایط عدم پخش سیلاب نسبت به شرایط آبیگری شده، احتمالاً ناشی از بالا بودن عمق ریشه دوانی این گیاه در شرایط خشکی و دسترسی به منابع آب زیرزمینی است. فروزه (۱۳۸۰) نیز دریافت که عمق ریشه دوانی گیاه بوته ای *M. spicata* L. در شرایط عدم پخش سیلاب نسبت به شرایط آبیگری شده، بیشتر است (Forouzeh, 2001). مصباح نیز امکان تولید زی توده مطلوب فرم های رویشی سازگار با مناطق خشک را ناشی از عمق بالای ریشه دوانی این گیاه و دستیابی آن ها به منبع آب زیرزمینی می داند (Mesbah, 2001).

نتایج به دست آمده از آماربرداری های انجام شده در دو رویشگاه آبیگری شده و شاهد بیانگر آن است که بین درصد تاج پوشش گونه *M. spicata* L. در دو رویشگاه یاد شده، تفاوت معناداری در سطح ۵ درصد وجود ندارد. این دستاورد نشان می دهد گونه مورد بررسی، به خوبی قابلیت استقرار در مناطق خشک را دارد و سازگاری مناسبی به لحاظ فیزیولوژیکی در برابر کمبود آب در آن ایجاد شده است. مقدم نیز بیان می دارد که پوشش گیاهی اراضی خشک و شنی بیش از هر چیز تابع نوع خاک بوده و کمتر تحت تأثیر سایر عوامل محدود کننده محیطی قرار می گیرد (Moqaddam, 1998). از آنجا که کیفیت ترکیبات دارویی و اسانس های به دست آمده از گونه هایی که در اکوسیستم های خشک امکان استقرار می یابند بیش از گونه هایی است که در محیط های سرد و مرطوب گسترش یافته اند (Mir Askarshahi, 2002)؛ لذا تاج پوشش تقریباً برابر در دو ناحیه آبیگری شده و شاهد مبین آن است که امکان بهره برداری مناسب از گونه دارویی مورد بررسی در شرایط خشکی و کم آبی وجود دارد (Ghaemi, 2004).

همچنین، فخری ضمن بررسی اثرات آبیاری سیلابی بر خصوصیات خاک و پوشش گیاهی در آبخوان تنگستان به این مطلب دست یافت که بین تراکم برخی از گونه های بوته ای در دو رویشگاه آبیگری شده و شاهد تفاوت معناداری به لحاظ آماری وجود ندارد (Fakhri, 2003). این امر مؤید آن است که برخی از گونه های بوته ای امکان مقاومت در برابر استرس های خشکی را داشته و کمبود آب، بذردهی و زادآوری طبیعی آن ها را تحت تأثیر قرار نداده است. این موضوع باعث عدم تفاوت محسوس تراکم این گونه ها در شرایط کم آبی می شود.

نتیجه گیری و پیشنهادها

درک بهتر از شرایط استقرار گیاهان دارویی و واکنش آن ها نسبت به عوامل محدود کننده محیطی، این امکان را فراهم می سازد تا رویشگاه این قبیل گیاهان با کارایی بیشتری اداره شود. مقایسه آماری تراکم (تعداد پایه در واحد سطح) گونه مورد مطالعه نیز بیانگر عدم تفاوت معنادار این متغیر در دو رویشگاه آبیگری شده و شاهد بود. کاهش تراکم این گونه، در منطقه آبیگری شده به

دلیل خشکی‌پسند بودن این گونه و واکنش منفی آن نسبت به شرایط جدید ایجادشده ناشی از عملیات پخش سیلاب (شامل افزایش رطوبت، ته‌نشین شدن رسوبات، و غرقابی بودن این محیط در برخی از فصل‌ها) است. قائمی نیز ضمن بررسی اثرات پخش سیلاب بر خصوصیات پوشش گیاهی، واکنش منفی برخی از گونه‌های بوته‌ای را نسبت به عملیات پخش سیلاب گزارش کرده است. مدیریت رویشگاه گیاهان دارویی جهت بهره‌برداری و مهم‌تر از همه بقا و حفظ این گیاهان منوط به آگاهی برنامه‌ریزان از وضعیت رشد و استقرار آن‌ها در شرایط متفاوت است. این امر در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران که شرایط اقلیمی برای ادامه زندگی گیاهان نامساعد است، از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. به علت سمیت برگ‌ها و عدم خوشخوراکی *M. spicata* L. تحقیقات اندکی در مورد این گیاه انجام یافته است (Ghamari Zare, 2007)؛ لذا با توجه به خواص دارویی این گیاه ارزشمند و امکان استقرار و توسعه آن‌ها در مناطق خشک که بخش عمده‌ای از کشور را شامل می‌شود، بررسی بوم‌شناسی فردی، شیوه‌های کاشت و استقرار و همچنین، بررسی تأثیر سایر عوامل محدودکننده در استقرار و توسعه آن‌ها در زیست‌بوم‌های خشک و نیمه‌خشک توصیه می‌شود.

منابع

1. Abdali Mashhadi, A.R., Nabi pour, M and Bakhshandeh, A.M. (2012). Study of effects topping on qualitative and quantitative of Silymarin in native populations of Milk thistle (*Silybum marianum*, L.). *Journal of Crop Production*, 1(2), 1-14. [20.1001.1.2008739.1387.1.2.1.4](https://doi.org/10.1001.1.2008739.1387.1.2.1.4) (In Persian)
2. Abdolmahdi, M. H. (1998). *Investigation of some biological properties of Dendrostellera lessertii* (Master's thesis). Faculty of Basic Sciences, University of Tehran, 137 p. (In Persian)
3. Akbarinia, A and Babakhanlou, P. (2000). Genetic bank of medicinal plants in Qazvin province. *Proceedings of the first traditional medicine conference*. Tehran. 101-112. (In Persian)
4. Akhiyani, K. (1995). *Flora of Iran* (Vol. 15). Forests and Rangelands Research Institute, 29 pages. (In Persian)
5. Amanpour, M. (2000). The role of the Ministry of Agricultural Jihad in the revival and development of medicinal plants with regard to sustainable development. *Proceedings of the first traditional medicine conference*. Tehran. 134-142. (In Persian)
6. Bagherzade, K and Pakravan, M. (2000). Introduction to medicinal and industrial plants of Isfahan province. *Proceedings of the first traditional medicine conference*. Tehran. 78-89. (In Persian)
7. Bardbar, K. (2004). *Investigation of carbon sequestration potential in Eucalyptus and Acacia plantations in Fars Province* (Doctoral dissertation). Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, 158 pages. (In Persian)
8. Batooli, B. (2021). The role of the Ministry of Agricultural Jihad in the revival and development of medicinal plants with regard to sustainable development. *Proceedings of the first traditional medicine conference*. Tehran. 98-104. (In Persian)
9. Fakhri, F. (2003). *Investigation of the effect of flood spreading on the physicochemical properties of soil and vegetation cover at the Tangestan flood spreading station, Bushehr Province* (Master's thesis). Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 88 p. (In Persian)
10. Fathi Rezaei, P. (2005). *Investigation of the potential production of 3-hydrogenquercetin through tissue and cell culture of Mentha spicata L.* (Master's thesis). University of Tehran, Institute of Biochemistry and Biophysics, 117 p. (In Persian)
11. Forouzeh, M. R. (2005). The effect of flood spreading in arid regions on the aboveground biomass of multipurpose shrub species. In *Proceedings of the 2nd National Conference on Watershed Management and Water & Soil Resources Management* (pp. 651–656). Kerman, Iran. (In Persian)
12. Forouzeh, M. R. (2006). *Investigation of soil carbon sequestration and aboveground biomass of dominant shrub species in the Gerbayegan flood spreading area, Fasa* (Master's thesis). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 103 p. (In Persian)
13. Forouzeh, M. R., Heshmati, G., Saadatfar, A., & Mirzaali, A. (2005). Flood spreading in arid lands: A multipurpose strategy to cope with climate change crisis. In *Abstracts of the International Conference on Geohazards, Natural Disasters, and Mitigation Strategies* (pp. 80). Tabriz, Iran, September 27–29. (In Persian)
14. Ghaemi, M. (2004). Investigation of the effect of flood spreading on the status, trend, and changes of vegetation cover in the Poldasht aquifer area, West Azerbaijan. *Jangal va Mantaqe (Forest and Region)*, 66, 47–66. (In Persian)
15. Ghahreman, A. (n.d.). *Colored flora of Iran*. Tehran: Forests and Rangelands Research Institute Publications.
16. Ghamari Zare, A., Ghorbanli, M., Hosseini, Sh., & Shahrzad, Sh. (2007). Study of micropropagation in the medicinal plant *Denderostellera lessertii* VanTiegh. *Journal of Research and Development in Natural Resources*, 75, 173–178. <https://www.magiran.com/p473832> (In Persian)

17. Hedayati, M. (2001). *Investigation of the effect of extracts from two Iranian Marrubium species on tissue necrosis factor-alpha secretion, receptor regulation, and effects on various human cancer cells* (Doctoral dissertation). University of Tehran, Institute of Biochemistry and Biophysics, 151 pages. (In Persian)
18. Hedayati, M., Yazdanparast, R., Jafari Boroujerdi, B., & Azizi, F. (2005). Effect of *Dendrostellera lessertii* extract on TNF- α secretion and down-regulation of its receptors on human monocytes in culture. *Research in Medicine, Journal of Research, Faculty of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences*, 29(4), 342-347. <http://pejouhesh.sbm.ac.ir/article-۱-۸۴-fa.html> (In Persian)
19. Karamzadeh, S. 2003. Dryness and Production of Important Materials of Medical and Essenced Plants. *Journal of Dryness and Dearth in Agriculture*. Vol. 7, Pp: 33-41.
20. Karimi Anjiraki, A., Ahmadi, R. and Mohajerani, Hamid Reza. (2022). The effect of menthol on learning, spatial memory and GABBR2 gene expression in male epileptic rats with pentylenetetrazole. *Quarterly Journal of Developmental Biology*, 14(3), 1-11. [10.30495/jdb.2022.1949849.1288](https://doi.org/10.30495/jdb.2022.1949849.1288) (In Persian)
21. Koochaki, A., & Zand, A. (1996). *Agriculture from an ecological perspective*. Jihad Daneshgahi Publications, Mashhad. (In Persian)
22. Kosar, A. (1993). *Desertification control through flood spreading: A coordinated effort*. Fars Natural Resources and Animal Affairs Research Center, 58 p. (In Persian)
23. Lebaschy, M. and Sharifi ashoor abadi, E. (2004). Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 20(3), 249-261. https://ijmapr.areeo.ac.ir/article_115260.html?lang=en (In Persian)
24. Mazandarani, M., Kasaei, M., and Rezaei, M. 2004. Introducing of Medical Plants in Ziarat Mountains of Gorgan. *Journal of Research in Medical and Essenced Plants of Iran*. Vol. 20, No 1. Pp:39-58.
25. Mesbah, H. (2001). *Study of the effect of flood spreading on quantitative and qualitative changes of vegetation cover in Gerbayegan, Fasa*. Final research report, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, 56 pages. (In Persian)
26. Mesdaghi, M. (2003). *Regional planning in Iran*. Astan Quds Razavi Publications, Imam Reza University, 333 pages. (In Persian)
27. Mir Askarshahi, F. (2002). *Investigation of non-structural carbohydrate changes of three regional species in the Zardin-e Nir area, Yazd Province* (Master's thesis). Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 103 pages. (In Persian)
28. Mokhayeri, K., Kohsari, H and Seyyed Alangi, Z. (2018). Determination of chemical composition and minimum inhibitory concentration and minimum bactericidal concentration of *Mentha spicata* L. essential oil against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Food Microbiology*, 4(4), 9-19. <https://sanad.iau.ir/en/Journal/jmvr/Article/1007763> (In Persian)
29. Moqaddam, M. (1998). *Region and regional planning* (1st ed.). University of Tehran Press, 470 p. (In Persian)
30. Mortenson, M. and Schuman, G. 2002. Carbon sequestration in rangeland, USDA Symposium On Natural Resource Management To Offset Greenhouse Gas Emission in University of Wyoming, Pp: 117-120.
31. Mueller, D. and Ellenberg, H., 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley & Sons. 547 p.
32. Newman, J. C., 1963, Waterspreading on marginal arable areas. *J. Soil Cons. N. S. W.* 19:49 – 58.
33. Nowrouzi, Azin and Yazdanparast, Razieh, 2007. G1 Phase Arrest and Apoptosis Induction in Human Thyroid Cancer Cell Line Thr.C1.PI33 by 3-Hydrogenkwadaphnin Isolated from *Dendrostellera lessertii*. *Iranian Biomedical Journal* 11 (4): 215-221.
34. Omidbeigi, R. (2000). Iran's capacity in medicinal plant production. *Journal of Medicinal Plants*, 39, 52-67. [In Persian]

35. Phillips, J. R., 1957, Level – sill bank outlets. J. Soil Cons. N. S. W. 13(2):13-17
36. Quilty, J. A., 1972. Soil conservation structures for marginal arable areas gap absorption and gap spreader banks. J. Soil Cons. N. S. W. 28:116 – 130.
37. Rad, M. H. , Keneshloo, H. and Soltani, M. (2018). The effects of wastewater irrigation on vegetative performance of various woody species under arid condition (Case study: Yazd city). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 26(2), 240-251. doi: [10.22092/ijfpr.2018.116752](https://doi.org/10.22092/ijfpr.2018.116752) (In Persian)
38. Rahmani, A., Jahansoz, M.R., Rahimian Mashhadi, H.R., Pouryosef, M and Roosta, H.R. (2021). Effect of drought and plant density on yield and phonological stages of Isabgol and French psyllium with using growth degree days. *Journal of Crop Production*, 2(1), 57-74. https://ejcp.gau.ac.ir/article_382.html?lang=en (In Persian)
39. Ramezanejad R., Parishani Foroshani, M.R., (2023). Introduction to some medicinal plants of the historical region of Meymand, Kerman province, *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 15(5), 157. <https://www.magiran.com/p621154> (In Persian)
40. Saber Amoli, S., Naseri, A., Rahmani, G.H., and Kalirad, A. 2004. Medical Plants of Kerman Province. *Journal of Research in Medical and Essenced Plants of Iran*. Vol. 20, No. 4. Pp: 487- 532.
41. Sadeghi Rizi, A. (2004). *The role of phospholipase D in the distribution of alkaline phosphatase in MCF-7 cancer cells under the influence of Mentha spicata L. extract* (Master's thesis). University of Tehran, Institute of Biochemistry and Biophysics, 117 p. (In Persian)
42. Sadeghi, H. and Yazdanparast, R. 2003. Effect of Dendrostellera lessertii on the intracellular alkaline phosphatase activity of four human cancer cell lines. *Journal of Ethnopharmacology*, 86(1): 11-14.
43. Samsam Shariat, H. (1981). *Identification and analysis of medicinal plant materials*. Isfahan: Mash'al Publications, 346 p. (In Persian)
44. Sarani, M. , Allahdou, M. , Mehravaran, L. and Piri, H. (2022). The effect of various irrigation methods on physiology and biochemical traits of milk thistle (*Silybum marianum*). *Crop Science Research in Arid Regions*, 4(1), 113-127. doi: [10.22034/csrar.2022.322452.1175](https://doi.org/10.22034/csrar.2022.322452.1175) (In Persian)
45. Shahrokhi, N. (1996). *Quality control methods in traditional medicine*. Tehran: Shahid Beheshti University Press. (In Persian)
46. Sohrabpour and Rabei. (2000). Medicinal algae of the Persian Gulf and the Oman Sea. *Proceedings of the first traditional medicine conference*. Tehran. 232-245. (In Persian)
47. Taiz, L. and Zeiger, E. 1998. *Plant Physiology*, 2nd Edition. Sinauer Associates, Inc. 648p.
48. Tavakoli Saberi, M. R., & Sadeghat, M. R. (1989). *Medicinal plants* (3rd ed.). Rouzbehan Publications, Tehran, 280 pages. (In Persian)
49. Zarezadeh, A. (2000). *Collection, identification, and cultivation of medicinal plants in Yazd Province*. Final research report, Yazd Agricultural and Natural Resources Research Center, 135 p. (In Persian)